

Building Skills for the Digital Economy, Steps for increasing Data Protection
“Cybersecurity Trends for IT Pros and Employers”



Dr.h.c. Charles Singh

Abstract

Cybersecurity threats change every day. Persistent change requires persistent education. The presentation will approach cybersecurity trends from an IT Professional and employer perspective. For example, what skills are needed to protect today's network from cyberattacks? The only way to keep up to date is through continuing education in IT. Come learn about the latest cybersecurity trends and how you can use it to your advantage.

การวิจัยและพัฒนาโครงสร้างนาโนฟิล์มบางด้วยกระบวนการเคลือบโดยไอเชิงฟิสิกส์ และการประยุกต์ใช้งาน

Research and Development of Nanostructure Thin Film by Physical Vapor Deposition and its Applications

มติ ห่อประทุม ศักย์ศรณ์ ล้อมวีเชียร นพดล นันทวงค์ วิยะพล พัฒนะเศรษฐกุล ชนนัธร ชนนนนวนร
ณัฎฐ์ธมน สุวรรณมรรคา เบญจรงค์ สำราญสุขเสมอ ทศพร เลิศวณิชผล และ พิทักษ์ เอี่ยมชัย
ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีฟิล์มบางเชิงแสง หน่วยวิจัยอุปกรณ์สเปกโทรสโกปีและเซนเซอร์ ศูนย์
เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

บทคัดย่อ

โครงสร้างในการสร้างนาโนฟิล์มบางกำลังได้รับความสนใจอย่างมากเพื่อนำมาพัฒนาอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับไปประยุกต์ใช้ทางด้านต่างๆเช่นพลังงานทางเลือก เซนเซอร์ อุปกรณ์การแพทย์ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้จะแสดงถึงการพัฒนาโครงสร้างนาโนจากกระบวนการเคลือบโดยไอเชิงฟิสิกส์ ซึ่งเป็นกระบวนการเคลือบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและอุตสาหกรรม โดยจะแสดงลักษณะชั้นฟิล์มที่มีโครงสร้างนาโนแบบต่างๆที่ได้จากการพัฒนาโดยเทคนิคการเคลือบแบบเอียงมุมและหมุนแผ่นรองรับ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้มีการพัฒนาขึ้นจากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีฟิล์มบางเชิงแสง ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ โดยเทคนิคนี้สามารถพัฒนาโครงสร้างนาโนที่ได้จากวัสดุโลหะและวัสดุโลหะออกไซด์ ทั้งนี้โครงสร้างนาโนที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นพื้นผิวขยายสัญญาณรามาน อุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส กระจกทำความสะอาดตัวเอง ฆ่าไฟฟ้าโปร่งแสง เป็นต้น

การศึกษาและพัฒนาสารสกัดกำจัดศัตรูพืชจากต้นสนทะเล The Study and Development of Insecticide from Sea Oaks

อนงค์นารถ โรจนกร¹

Anongnart Rotjanakorn¹

^{*1} คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

*anongnart.r@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิธีการสกัดสารแทนนินจากใบสนทะเลสด ใบสนทะเลแห้ง ใบสนทะเลอบแห้ง โดยทำการสกัดด้วยวิธีการแช่ใบสนทะเล ในตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ น้ำ, 10% แอลกอฮอล์, 10% NaOH ในอัตราส่วน 1: 10 (ใบสนทะเล : ตัวทำละลาย) และทำการศึกษหาปริมาณแทนนินที่สกัดได้ด้วยเทคนิค UV visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 700 nm ผลการวิจัยพบว่า น้ำสามารถสกัดปริมาณแทนนินจากใบสนทะเลสดได้ปริมาณมากที่สุด ตัวทำละลาย 10% แอลกอฮอล์ สามารถสกัดสารแทนนินจากใบสนทะเลอบแห้งได้ปริมาณสูงสุด ตัวทำละลาย 10% NaOH สามารถสกัดปริมาณแทนนินจากใบสนทะเลแห้งได้ปริมาณสูงสุด และสนทะเลที่ไม่ทุบก่อนการสกัดจะให้ปริมาณแทนนินที่สูงกว่าใบสนทะเลที่ทุบ และการศึกษาการสลายตัวของแทนนินสรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักสนทะเลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ต้องทำการหมักในระยะ 1 สัปดาห์ โดยใช้ น้ำ หากต้องการสกัดแทนนินจากใบสนสด ใช้ 10% แอลกอฮอล์ หากต้องการสกัดแทนนินจากใบสนอบแห้ง และใช้ 10% NaOH หากต้องการสกัดแทนนินจากใบสนแห้งเป็นตัวทำละลาย และใบสนทะเลที่ไม่ทุบก่อนการสกัดจะทำให้สามารถสกัดแทนนินได้ในปริมาณมาก ซึ่งการนำสารสกัดหรือน้ำหมักที่ได้จากใบสนทะเลไปใช้สามารถทำได้โดยทำการผสมน้ำหมักใบสนทะเล 1 ส่วน ต่อ น้ำ 10 ส่วน รดต้นพืชสัปดาห์ละสองครั้ง หรือรดดินเพื่อใช้ทำการเตรียมดินก่อนปลูกพืช

คำสำคัญ: สนทะเล, สารแทนนิน, สารกำจัดศัตรูพืช

ABSTRACT

This study was extracted tannin from fresh pine leaves, hot dried pine leaves and dried pine leaves. The extraction treatments were water, 10% of alcohol and 10% of NaOH at the ratio 1: 10 (leaves: solvent). The extraction solutions were detected by Spectrophotometer at 700 nm. The results of tannin in fresh pine leaves, hot dried pine leaves and dried pine leaves found that fresh pine leaves ferment in water extraction solution that was highest tannin, hot dried pine leaves ferment in 10% of alcohol extraction solution that was highest tannin and dried pine leaves ferment in 10% of NaOH that was highest tannin. Beating pine leaves and without beating leaf pine had a different of tannin in their leaves. Without beating pine leaves was higher of tannin than beating pine leaves at the first week. The second week, tannin was degradation. The first week was proper for ferment pine leaves. The water extraction was proper with fresh pine leaves. 10% of alcohol was proper with hot dried pine leaves and 10% of NaOH was proper with dried pine leaves. The introduction of insecticides from Sea Oaks to use can be mixed with 10 parts water to 1 part insecticides from Sea Oaks watering twice a week or watering the soil to make the soil before planting.

Keywords: pine leaves, tannin, sea oaks, insecticides

1. บทนำ

ระบบเกษตรอินทรีย์ คือระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมรักษาสมดุลของธรรมชาติและ ความหลากหลายของทางชีวภาพโดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมนต่าง ๆ ที่อาจเกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมเน้นการใช้ อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ สารสกัดกำจัดศัตรูพืชจากสมุนไพร ในการปรับปรุงบำรุงให้ มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรงสามารถต้านทานโรคและแมลงด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอาภูมิ ปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากสารพิษตกค้างทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค และไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมอีกด้วย

ดังนั้นการใช้สารสกัดกำจัดศัตรูพืชจากสมุนไพร หรือพืชในท้องถิ่น จึงเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะ ช่วยลดการใช้สารเคมี ลดต้นทุนการผลิต ผลผลิตทางการเกษตรปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกร ผู้บริโภค และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม รักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ สร้างระบบนิเวศการเกษตรยั่งยืน อีกทั้งการใช้ สารสกัดจากสมุนไพรยังเป็นกลไกหนึ่งที่จะช่วยในการขับเคลื่อนระบบเกษตรอินทรีย์เพื่อให้เกิดระบบเกษตรยั่งยืน

ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้นโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาและพัฒนาสารสกัดกำจัดจากต้นสน ทะเล (*Casuarina equisetifolia* J. R. & C. Forst.)” จึงมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษา และพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก ต้นสนทะเล เพราะจากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นพบว่า โรงเรียน และสถานที่ราชการต่าง ๆ ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ มีการปลูกต้นสนทะเลอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ดีในการศึกษาในครั้งนี้ ต้นสนทะเล (ก) มีชื่อทาง วิทยาศาสตร์ว่า *Casuarina equisetifolia* J. R. & C. Forst. มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา, ฆ่าหอย และยับยั้งการเจริญเติบโต ของพืช ด้วยคุณสมบัติข้างต้น งานวิจัยนี้จึงความสนใจที่จะทำการศึกษาสารสกัดที่ได้จากส่วนต่างๆของต้นสนทะเล เพื่อนำมาใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีในระบบเกษตร โดยจะนำสารที่สกัดได้ไปทดลองใช้ กับกลุ่มเกษตรกรผลิตผักปลอดภัยชุมชนดอนสวรรค์ ตำบลลำพาน อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาข้อมูลทำให้พบว่า มีผู้ทำการศึกษาสารสกัดจากแทนนินมาใช้ในการยับยั้งการ เจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ และยังพบอีกว่าสารแทนนินเป็นสารที่พบมากใน พืชที่มีรสฝาด [1], [2] มีฤทธิ์ในการบรรเทาท้องเสียทั้งยังป้องกันการทำลายของเชื้อรา โดยทำการหาปริมาณพืชที่มี รสฝาดโดยวิธีการตกตะกอนโปรตีน ในใบฝรั่ง เปลือกเงาะ และเปลือกมังคุด พบว่า สารสกัดจากพืชที่มีประสิทธิภาพ ในการยับยั้งการเจริญของ *Escherichia coli*, *Salmonellatyphimurium* และ *Staphylococcus aureus* โดย เกิดบริเวณยับยั้งเห็นได้ชัดเจนมี 1 ชนิด คือ สารสกัดจากเปลือกเงาะ [1-2] อีกทั้งยังมีการศึกษาหาปริมาณแทนนิน ชาเขียว ใบพลู กระถิน เปลือกกล้วยน้ำว้า และเนื้อกล้วยน้ำว้า พบว่าใบฝรั่งและเปลือกมังคุดมีปริมาณสารแทน นินมากกว่าในพืชสมุนไพรชนิดอื่น [2] โดยสารแทนนินสารทุติยภูมิที่มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ Condensed tannin เช่น Catechin และ Hydrolyzed tannin เช่น Gallotannin และยังมีเมื่อนำมาทดลองใช้ควบคุม เพลี้ยแป้ง พบว่า สารสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลังความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถฆ่าเพลี้ยแป้งได้ 7.4% [3-4]

ด้วยคุณสมบัติที่มีฤทธิ์ในการกำจัดศัตรูพืชและวัชพืช งานวิจัยนี้จึงความสนใจที่จะทำการศึกษา และพัฒนาสารสกัดจากต้นสนทะเล เพื่อนำมาใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืช และวัชพืช เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีใน ระบบเกษตร ซึ่งจะส่งผลดีต่อทั้งเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการนำเอาทรัพยากรที่มีในท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วย

3. วิธีการวิจัย

โครงการวิจัย “การศึกษาและพัฒนาสารสกัดกำจัดจากต้นสนทะเล (*Casuarina equisetifolia* J. R. & C. Forst.)” มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เริ่มจาก

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 ทำการจากศึกษาสารที่ออกฤทธิ์กำจัดศัตรูพืชที่ได้จากต้นสนทะเล โดยวิธีการตกตะกอนโปรตีน ใช้ตัวอย่างในการเปรียบเทียบ ได้แก่ ใบฝรั่ง ใบกระถิน เนื้อกล้วยน้ำหว้าสุก ใบสนทะเลสด ใบสนทะเลแห้ง

ขั้นตอนที่ 3 ทำการศึกษาระบวนการผลิตสารสกัดกำจัดศัตรูพืช และวัชพืชจากต้นสนทะเล โดยศึกษาความสามารถของตัวทำละลายในการสกัดแทนนินจากตัวอย่างใบสนทะเล ใช้สารละลาย 3 ชนิดในการศึกษา ได้แก่ น้ำ 10% แอลกอฮอล์ และ 10% NaOH จากนั้นทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดใบสนทะเลกับปริมาณแทนนินที่สกัดได้ ใช้ชนิดของใบสนทะเล 3 ชนิด ได้แก่ ใบสนสด ใบสนแห้ง และใบสนสดอบแห้ง จากนั้นทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการหมักกับปริมาณแทนนินที่สกัดได้จากตัวทำละลาย โดยใช้ระยะเวลาที่การศึกษา ดังนี้ 1, 2, 3, 4, 5 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินด้วยเครื่อง UV - Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นที่ 700 นาโนเมตร

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชจากต้นสนทะเลในระบบเกษตรอินทรีย์ ด้วยการใช้ น้ำหมักที่ได้จากการทำน้ำหมักใบสนทะเลสด ใบสนทะเลแห้ง ใบสนทะเลสดอบแห้ง ด้วยสารละลายชนิดต่าง ๆ มารดและฉีดพ่นพืชที่ปลูกไว้เพื่อทดสอบ ด้วยอัตราส่วนน้ำหมัก 1 ส่วน ต่อ น้ำเปล่า 10 ส่วน และมีการทดสอบอัตราการเกิดของเมล็ดพืชที่ถูกแช่ด้วยน้ำหมักใบสนทะเล สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 ทำการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย (LSD) ของข้อมูลในระดับความน่าเชื่อถือ 95%

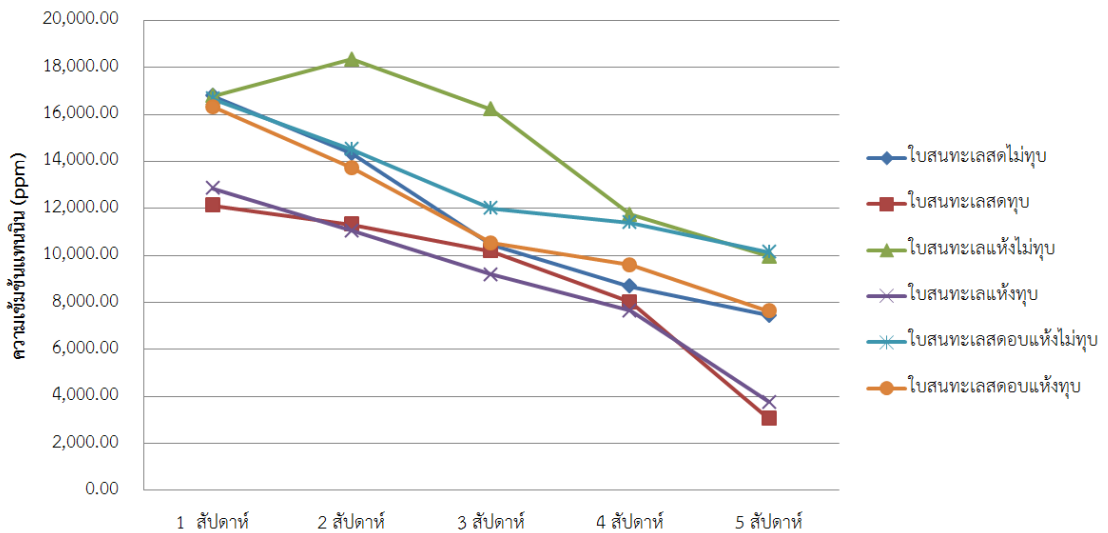
ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในขั้นตอนที่ 1 ทำให้ทราบว่าแทนนินเป็นสารที่สามารถชะลอการงิ่ได้ ทำการศึกษา โดยเริ่มต้นจากขั้นตอนที่ 2 การศึกษาสารที่ออกฤทธิ์กำจัดศัตรูพืชที่ได้จากต้นสนทะเล โดยทำการศึกษาสารแทนนินซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่คาดว่าจะพบในต้นสนทะเล ด้วยวิธีการตกตะกอนโปรตีนจากไข่ขาว พบว่าใบฝรั่งและใบกระถิน เป็นพืชที่มีแทนนิน จะสามารถตกตะกอนโปรตีนจากไข่ขาวได้ และพบว่าใบสนทะเลทั้ง 3 ชนิด ที่นำมาทดสอบก็สามารถตกตะกอนโปรตีนได้เช่นกัน แต่เมื่อทำการศึกษาการตกตะกอนโปรตีนของแทนนินในเนื้อผลไม้พบว่า เนื้อกล้วยน้ำหว้าสุก ไม่สามารถตกตะกอนโปรตีนได้

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาระบวนการผลิตสารสกัดกำจัดศัตรูพืช และวัชพืชจากต้นสนทะเล ทำการศึกษา 3 ส่วน ดังนี้

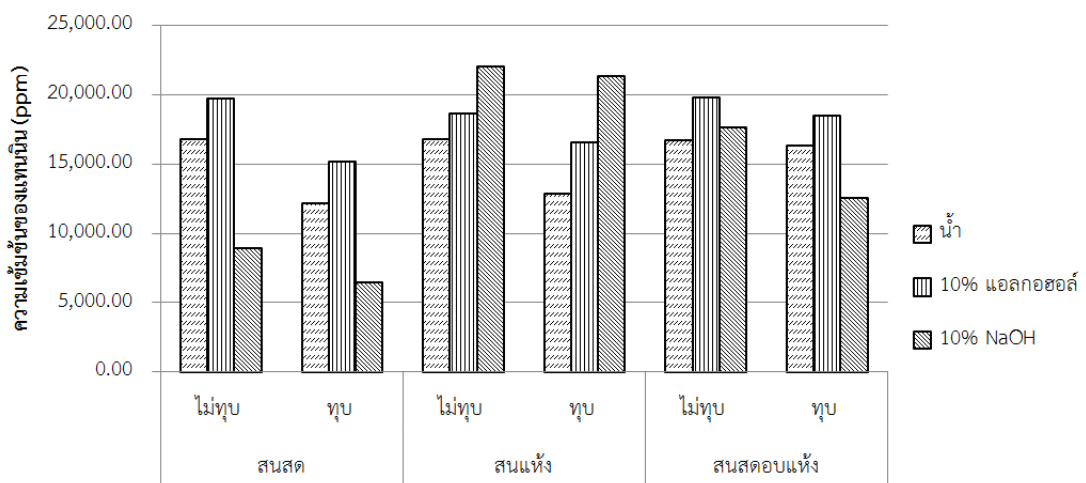
2.1 ความสามารถของตัวทำละลายในการสกัดแทนนินจากตัวอย่างใบสนทะเลโดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด พบว่าน้ำสามารถสกัดปริมาณแทนนินจากใบสนทะเลสดได้มากกว่าใบสนทะเลแห้ง และยังพบว่าใบสนทะเลที่ไม่หุบแบบหยาบ ๆ จะให้ปริมาณแทนนินมากกว่าใบทะเลที่หุบแบบหยาบ ๆ เมื่อใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายในการสกัดแทนนินจากใบสนทะเล พบว่าตัวอย่างใบสนทะเลแห้งจะให้ปริมาณแทนนินได้สูงกว่าใบสนทะเลสด และใบสนทะเลสดอบแห้งตามลำดับ เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นตัวทำละลายในการสกัดแทนนินจากใบสนทะเล พบว่าตัวอย่างใบสนทะเลแห้งจะให้ปริมาณแทนนินได้สูงกว่าใบสนทะเลสดอบแห้ง และใบสนทะเลสด ตามลำดับ

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการหมักกับปริมาณแทนนินที่สกัดได้จากตัวทำละลาย จากการทดลองเพื่อศึกษาระยะเวลาในการสลายตัวของแทนนินจากการหมัก โดยทำการหมักแทนนินไว้เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ และทำการวัดปริมาณแทนนินทุกสัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า หลังจากการหมักแทนนินไว้เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์จะให้ปริมาณแทนนินสูงสุด และจะค่อย ๆ ลดลงในสัปดาห์ต่อมา และให้ผลการทดลองในทิศทางเดียว ในทุกชนิดของตัวทำละลาย



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการหมักกับปริมาณแอมโมเนียที่สกัดได้จากน้ำ

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดไบสนทะเลกับปริมาณแอมโมเนียที่สกัดได้ จากการทดลองเพื่อศึกษาชนิดของไบสนทะเลกับปริมาณแอมโมเนียที่สกัดได้ พบว่าไบสนทะเลแห้งให้ปริมาณแอมโมเนียมากที่สุด และตัวทำละลายที่สกัดแอมโมเนียจากไบสนทะเลแห้งได้มากที่สุดคือ 10% NaOH โดยน้ำสามารถสกัดปริมาณแอมโมเนียในไบสนทะเลทั้งสามแบบ ได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ปริมาณแอมโมเนียที่สกัดได้

เนื่องจากงานวิจัยมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษากำจัดศัตรูในระบบเกษตรอินทรีย์ จึงจะทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดแอมโมเนียจากไบสนทะเลสด และแห้ง ที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย เพื่อความสะดวกและความปลอดภัย อีกทั้งยังเป็นการปริมาณลดสารเคมีตกค้างในระบบการเกษตร โดยในการหมักไบสนทะเลจะไม่ทำการทุบไบสนทะเลก่อนหมัก และใช้เวลาหมัก 1 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชจากต้นสนทะเลในระบบเกษตรอินทรีย์

ทำการทดสอบโดยเลือกทำการทดสอบเฉพาะใบสนทะเลแห้ง และใบสนทะเลสด ไม่ทำการทุบ ตัวทำละลายที่ทดสอบ คือ น้ำ เพื่อความปลอดภัยและลดปริมาณสารเคมีตกค้างในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยนำน้ำหมักที่ได้ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 10 (น้ำหมักใบสนทะเลแห้ง : น้ำ) มารดแปลงวัชพืชทดสอบสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดความสูงของต้นวัชพืชที่ถูกรดด้วยน้ำและน้ำหมักใบสนทะเลผสมน้ำ

สัปดาห์ที่	ความสูงของต้นวัชพืช (cm)	
	รดด้วยน้ำ	รดด้วยน้ำหมักใบสนทะเลผสมน้ำ
0	9.34	9.41
1	9.42	9.38
2	9.83	9.06
3	10.12	8.89
4	10.76	7.65

และมีการศึกษาการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชที่ได้รับการแช่ด้วยน้ำหมักใบสนทะเลที่ได้ผสมน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 10 (น้ำหมักใบสนทะเลแห้ง : น้ำ) ก่อนทำการปลูก ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 อัตราการเกิดของต้นพืชที่ถูกแช่ด้วยน้ำและน้ำหมักใบสนทะเลผสมน้ำ

การทดสอบ	อัตราการเกิด
แช่ด้วยน้ำ	73%
แช่ด้วยน้ำหมักผสมน้ำ	86%

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาและพัฒนาสารสกัดกำจัดจากต้นสนทะเล (*Casuarina equisetifolia* J. R. & C. Forst.)” มุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาสารสกัดที่ได้จากส่วนใบของต้นสนทะเล เพื่อนำมาใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีในระบบเกษตร โดยจะนำสารที่สกัดได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกรผลิตผักปลอดสารพิษชุมชนดอนสวรรค์ ตำบลลำพาน อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ จากการทดลองพบว่า น้ำหมักใบสนทะเลมีปริมาณสารแทนนินที่ต่างกันตามชนิดของตัวทำละลายและชนิดของใบสนทะเล โดยพบว่าน้ำหมักใบสนทะเล ที่หมักด้วยเปล่า 1:10 (ใบสนทะเลแห้ง : น้ำเปล่า) สามารถสกัดเอาสารแทนนินที่อยู่ในใบสนทะเลออกมาได้ดี และการใช้น้ำเป็นตัวทำละลายในการสกัด นอกจากจะประหยัด สะดวกแล้ว ยังช่วยลดการตกค้างของสารพิษ หรือสารเคมีในระบบเกษตร และผลผลิตของกลุ่มเกษตรกรได้ด้วย ซึ่งการนำน้ำหมักใบสนทะเลไปใช้ สามารถทำได้โดยทำการผสมน้ำหมัก 1 ส่วน ต่อ น้ำ 10 ส่วน รดต้นพืชสัปดาห์ละสองครั้ง หรือรดดิน เพื่อทำการเตรียมดินก่อนปลูกพืช หรือแช่เมล็ดพืชก่อนการเพาะปลูก 1 คืน ก็สามารถกระตุ้นการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ได้ด้วย

โดยประโยชน์ของโครงการวิจัยนี้ คือ ทำให้ได้การผลิตสารกำจัดวัชพืชจากพืชที่มีในท้องถิ่น รวมถึงทราบประสิทธิภาพของน้ำหมักจากใบสนทะเลเพื่อลดต้นทุนการผลิต เพราะในปัจจุบันระบบเกษตรมีการใช้สารเคมีจำนวนมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง นอกจากนั้นการใช้สารเคมีในระบบเกษตรส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นสารเคมีตกค้างในดิน หรือปนเปื้อนในอากาศ และน้ำ ทั้งยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้สัมผัสกับสารเคมีโดยตรง รวมถึงสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค จึงเป็นการดีที่มีการนำวัสดุเหลือทิ้งจากครัวเรือนมาใช้เกิดประโยชน์ ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ลงสู่ชุมชน และยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นเพิ่มมูลค่าอีกด้วย

จากการลงพื้นที่เพื่อถ่ายทอดความรู้ ผู้วิจัยเน้นตัวแทนกลุ่มเกษตรกรที่มีการทำเกษตรแบบอินทรีย์ เพื่อทำการเผยแพร่งานวิจัย โดยมีการนำแผ่นพับ เอกสารแผ่นพับให้ความรู้ ในเรื่องการกำจัดศัตรูพืช และวัชพืชจากไบสโนทะเล สามารถไปใช้ประโยชน์ได้จริง และจากการศึกษาร่วมกับตัวแทนกลุ่มเกษตรกรในชุมชนได้รับข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการผลิตน้ำหมักจากไบสโนทะเล เช่น ตัวแทนเกษตรกรต้องการบำรุงดินควบคู่กับการกำจัดศัตรูพืช และวัชพืช จึงมีการเสนอความคิดเห็นให้มีการนำกากน้ำตาลมาใช้ในการหมักไบสโนทะเลเพื่อช่วยในการผลิตปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงถือว่าการประยุกต์ความรู้จากห้องปฏิบัติการสู่การนำไปใช้จริงของเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริวรรณ แก้วเพชร และคณะ. การศึกษาสารสกัดจากพืชในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียของเนื้อสัตว์, 2553. สืบค้นจาก <http://www.research.rmutt.ac.th/?p=386>
- [2] วรพจน์ จันทร์แสนตอ. ผลของสารสกัดจากพืชที่มีแทนนินสูง ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุให้เนื้อหมูเน่าเสีย, 2541. สืบค้นจาก <http://www.vcharkarn.com/project/86>
- [3] วัลลภ อารีรบ. สารแทนนินสกัดจากใบมันสำปะหลัง ทำลายเปลือกแมลงศัตรูพืช, 2555. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [4] มนตรี ตรีขารี. สมุนไพรเพื่อการเกษตร สำหรับป้องกันและกำจัดศัตรูพืช. เกษตรอินทรีย์, 2550. (พิมพ์ครั้งที่ 3). หน้า 39-70

ลักษณะการไหลทางชลศาสตร์ผ่านฝายเกเบียนและฝายต้นน้ำลำธาร

Hydraulic Characteristics through Gabion Weirs and Check Dam

กรีธาทัพ บุญศรีศิริไท¹
Kreethatup Bunsrisirithai¹

¹ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
* โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล 32 หมู่ 1 ตำบลบ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัด
พระนครศรีอยุธยา 13000 13250 kreethatup@gmail.com กรีธาทัพ บุญศรีศิริไท

บทคัดย่อ

การวิจัยลักษณะการไหลทางชลศาสตร์ผ่านฝายเกเบียนและฝายต้นน้ำลำธารทำการทดลองโดยใช้รางทดลองทางชลศาสตร์ ขนาดกว้าง 1.20 m ยาว 12 m ลึก 0.60 m แบบจำลองใช้คือ ฝายเกเบียนแบบ vertical weir stepped weir battered weir และฝายต้นน้ำลำธาร ใช้แบบจำลอง 2 ขนาด คือ 0.15 m และ 0.25 m แบ่งการไหลออกเป็น 3 กรณี คือ การไหลผ่านตัวฝาย การไหลแบบอิสระ และการไหลแบบจม ใช้อัตราการไหล 0.002 – 0.043 m³/s จากการศึกษาพบว่า แบบจำลองขนาด 0.15 m ประสิทธิภาพการสลายพลังงานในการไหลผ่านฝาย battered weir, check dam, vertical weir, stepped weir มีค่า 34-56, 25-51, 25-51, 21-48 ตามลำดับ การไหลแบบอิสระ check dam, battered weir, stepped weir, vertical weir มีค่า 51-57, 50-57, 45-53, 44-52 ตามลำดับ การไหลแบบจม check dam, battered weir, stepped weir, vertical weir มีค่า 17-19, 16-19, 10-12, 8-11 ตามลำดับ แบบจำลองขนาด 0.25 m ประสิทธิภาพการสลายพลังงานในการไหลผ่านฝาย battered weir, stepped weir, check dam, vertical weir มีค่า 42-66, 39-64, 39-58, 39-58 ตามลำดับ การไหลแบบอิสระ check dam, battered weir, vertical weir, stepped weir มีค่า 67-70, 63-69, 63-69, 63-68 ตามลำดับ การไหลแบบจม check dam, battered weir, vertical weir, stepped weir มีค่า 13-14, 8-11, 8-10, 6-9 ตามลำดับ ทั้งนี้ประสิทธิภาพการสลายพลังงานจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลในกรณีการไหลผ่านตัวฝายและการไหลแบบจมแต่จะลดลงในกรณีการไหลแบบอิสระ

คำสำคัญ: กล่องบรรจุหิน การไหลแบบอิสระ การไหลแบบจม

ABSTRACT

The research of hydraulic characteristics through gabion weirs and check dam is tested by using flume (wide 1.20 m long 12 m and depth 0.60 m). Weir models are vertical weir, stepped weir, battered weir and check dam. The height of the weir is 0.15 m and 0.25 m. There are three characteristics found in the test which are flow through, free flow, and submerge flow. The discharge for test is 0.002 – 0.043 m³/s. From the research of the weir models at the size of 0.15 m., It is found that efficiency of energy reduction flowing through weirs (battered weir, check dam, vertical weir, stepped weir) is 34-56, 25-51, 25-51, 21-48., free flow weirs (check dam, battered weir, stepped weir, vertical weir) is 51-57, 50-57, 45-53, 44-52., submerge flow weirs (check dam, battered weir, stepped weir, vertical weir) is 17-19, 16-19, 10-12, 8-11. From the research of weir models at the size of 0.25 m. it is found that efficiency of energy reduction flowing through weirs (battered weir, stepped weir, check dam, vertical weir) is 42-66, 39-64, 39-58, 39-58

58, 39-58., free flow weirs (check dam, battered weir, vertical weir, stepped weir) is 67-70, 63-69, 63-69, 63-68., submerge flow weirs (check dam, battered weir, vertical weir, stepped weir) is 13-14, 8-11, 8-10, 6-9. Nevertheless, the efficiency of energy reduction is increased by discharge in the test which are flow through and submerge flow. The energy reduction is decreased in the free flow.

Keywords: gabion free flow submerge flow

1. บทนำ

ในปัจจุบันสภาพป่าต้นน้ำถูกบุกรุกจำนวนมาก ทำให้เมื่อฝนตก ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินจากน้ำหลาก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งดินตะกอนจะไหลลงไปที่ตาม แม่น้ำ ลำธาร หรืออ่างเก็บน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อทำให้ แม่น้ำ ลำธาร หรืออ่างเก็บน้ำ มีประสิทธิภาพในการเก็บน้ำลดลง ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม และทางมลภาวะทางน้ำ จากสภาพปัญหาดังกล่าวการสร้างฝายต้นน้ำลำธาร หรือ ฝายชะลอน้ำจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการกัดเซาะเนื่องจากน้ำหลาก ทำหน้าที่ดักตะกอนบริเวณต้นน้ำ อีกทั้งยังช่วยเก็บกักน้ำไว้บางส่วนซึ่งมีส่วนช่วยทำให้ป่าต้นน้ำมีความอุดมสมบูรณ์

ในการก่อสร้างฝายต้นน้ำลำธารโดยปกติจะใช้วัสดุที่มีในพื้นที่ เช่น ไม้ไผ่ หรือ หิน โดยฝายดังกล่าวมักจะประสบปัญหาด้านความคงทน ในการก่อสร้างฝายคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความคงทน ต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การก่อสร้างฝายเกเบียน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งเป็นฝายที่สร้างได้สะดวกรวดเร็ว อีกทั้งยังใช้วัสดุที่หาได้ในพื้นที่มาประกอบได้อีกด้วย โดยฝายเกเบียนที่นิยมก่อสร้างมีอยู่สามลักษณะ คือ ฝายเกเบียนแบบ vertical weir ฝายเกเบียนแบบ stepped weir และฝายเกเบียนแบบ battered weir ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญซึ่งจะทำให้ทราบพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของฝายเกเบียนแต่ละลักษณะ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

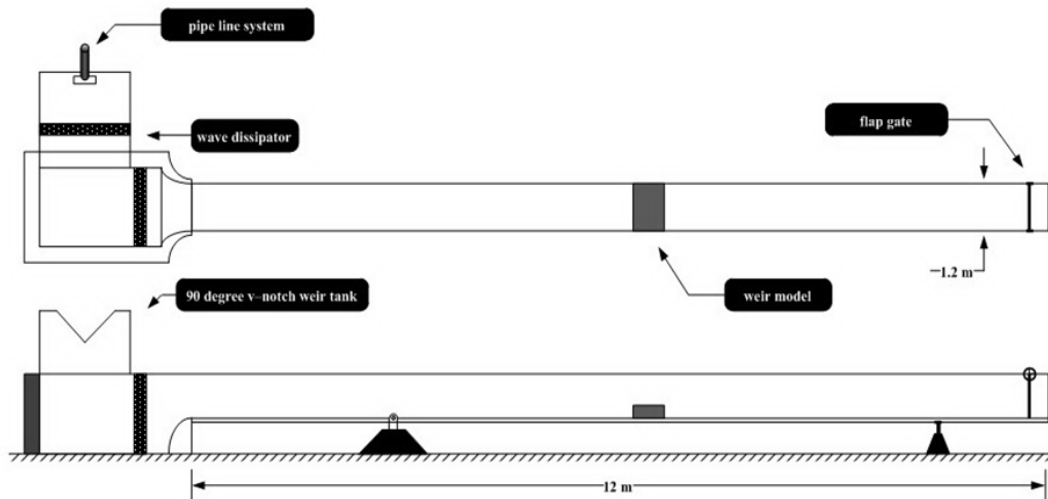
ในการวิจัยโดยใช้แบบจำลองกายภาพเพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำผ่านฝายได้มีผู้ทำการทดลองศึกษาไว้ดังนี้ ธรรมบุญ (2550) อัตราการไหลของน้ำผ่านฝายเกเบียน อัตราการไหลของน้ำผ่านฝายเกเบียนแปรผันตามค่าฟรูดนัมเบอร์ด้านเหนือน้ำ สันหวงจัน (2548) การศึกษาแบบจำลองทางชลศาสตร์ของอ่างสลายพลังงานด้วยกล่องตาข่ายแบบเกเบียนอ่างสลายพลังงานแบบ D คือเพิ่มจำนวนเกเบียนเป็น 2 กล่อง โดยวางที่ระยะ 1/3 และ 2/3 ของความยาวอ่างตามลำดับ สามารถสลายพลังงานได้ดีที่สุด Hassan (2010) ได้ทำการทดลองการไหลข้ามฝายเกเบียนซึ่งแบบจำลองฝายที่ใช้สำหรับการทดลองแบ่งออกเป็นฝายที่บ้น้ำและฝายเกเบียน ผลการศึกษาพบว่าการไหลผ่านฝายเกเบียนมีความแตกต่างจากฝายที่บ้น้ำ

3. วิธีการวิจัย

ในการศึกษาการศึกษาลักษณะการไหลทางชลศาสตร์ผ่านฝายเกเบียน มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้ 1. รางน้ำ (flume) 2. ฝายเกเบียน (gabion weir) 3. เครื่องสูบน้ำและระบบท่อ (pump and pipe system) 4. ถังวัดอัตราการไหล โดยใช้ฝายวัดน้ำรูปสามเหลี่ยมทำมุม 90 องศา (v - notch weir)



ภาพที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ที่มา: [กริธาทัพ, 2557])



ภาพที่ 2 การจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ที่มา: [กริธาทัพ, 2557])

สำหรับวิธีการทดลองมีดังนี้ การกำหนดขนาดของแบบจำลองทางกายภาพที่ใช้สำหรับการทดลองครั้งนี้ โดยใช้มาตราส่วน ขนาดของแบบจำลองต่อขนาดจริง คือ 1:10 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.การกำหนดขนาดกล่องเก็บเบี่ยงที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ทำการย่อส่วนจากกล่องเก็บเบี่ยงที่ใช้เป็นค่าต้นแบบซึ่งมีขนาด 1×120×0.5 เมตร และมีขนาดช่องตาข่าย 100 มิลลิเมตร โดยมีความกว้างกล่อง 10 cm ความยาวกล่องเท่ากับ 120 เซนติเมตร ความสูงกล่อง 5 เซนติเมตร ขนาดช่องตาข่าย 10 มิลลิเมตร

2.ขนาดหินที่ใช้ในแบบจำลองการกำหนดขนาดหินที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ทำการย่อส่วนจากหินที่ใช้เป็นค่าต้นแบบซึ่งมีขนาด 15 - 30 เซนติเมตร ช่วงขนาดของหินที่ใช้ในแบบจำลอง 1.5 - 3 เซนติเมตร

3.การกำหนดความสูงของฝายที่ใช้ในแบบจำลองจากการศึกษาข้อมูลของ โครงการซ่อมแซมและปรับปรุงโครงการชลประทานขนาดเล็ก Small Scale Irrigation Improvement and Rehabilitation Project (SSIRP) พบว่าความสูงของฝายส่วนใหญ่มีความสูง 1.5 - 2.5 เมตร (สำนักบริหารโครงการ, ม.ป.ป.) ดังนั้นจึงใช้ความสูงฝายที่ใช้ในแบบจำลอง 15 และ 25 เซนติเมตร ซึ่งลักษณะฝายที่ใช้ในการทดลองคือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเก็บเบี่ยงแบบ vertical weir ฝายเก็บเบี่ยงแบบ stepped weir ฝายเก็บเบี่ยงแบบ battered weir



ภาพที่ 3 แบบจำลองฝายที่ใช้ในการทดลอง (ที่มา: [กริธาทัพ, 2557])

วิธีการดำเนินการทดลอง 1.การไหลผ่านตัวฝาย ทำการปล่อยน้ำผ่านฝายในสภาวะการไหลของน้ำยังไม่ไหลข้ามสันฝาย 2.การไหลแบบอิสระ (Free flow) 3.การไหลแบบจมน (Submerged flow) ใช้อัตราการไหล 0.002 ถึง 0.043 ลบ.ม./วินาที โดยทั้งสามกรณีทำการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านตัวฝาย (Q) ความเร็วด้านเหนือน้ำ (V1) ความเร็วด้านท้ายน้ำ (V2) จากนั้นบันทึกผลการทดลองวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป



ภาพที่ 4 การไหลของน้ำผ่านฝายทั้งสามกรณี (ที่มา: [กริธาทัพ, 2557])

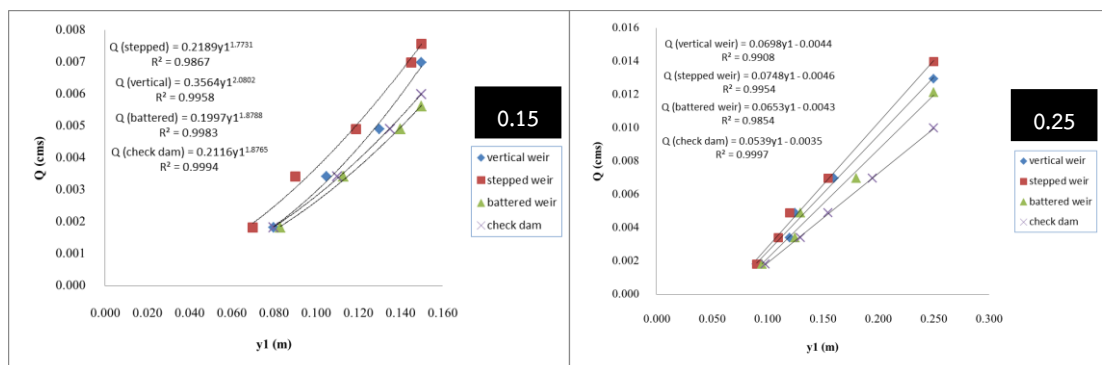
สำหรับการทดลองครั้งนี้ได้ความอนุเคราะห์สถานที่ดำเนินการวิจัยโดย สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยใช้ระยะเวลาการดำเนินการวิจัยตั้งแต่ เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 รวมเวลาในการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 5 เดือน

ผลการวิจัย

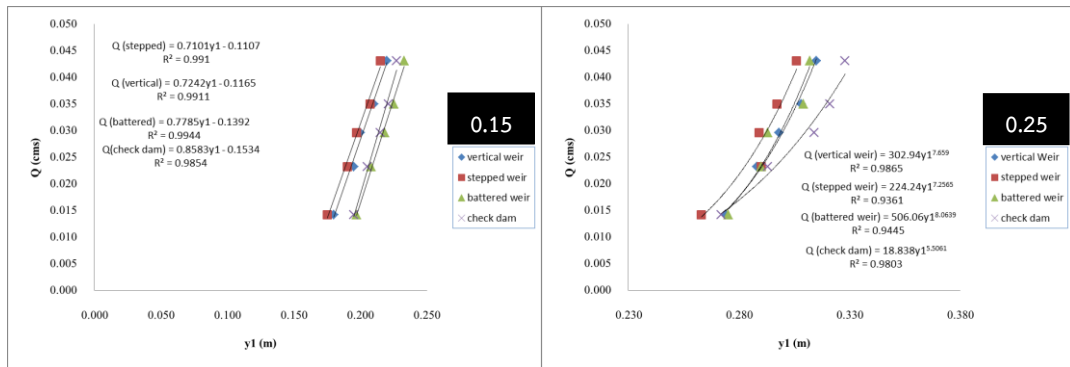
ในการศึกษาการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้แบบจำลองสำหรับการทดลองโดยใช้ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) และฝายเกเบียน 3 ลักษณะคือ ฝายเกเบียนแบบ vertical weir, stepped weir และ battered weir โดยใช้แบบจำลอง 2 ขนาด คือ 0.15 เมตร และ 0.25 เมตรโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กรณี

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (Q) กับความลึกด้านเหนือน้ำ (y1) พบว่าระดับความลึกด้านเหนือน้ำเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลโดยมีความแตกต่างกันตามชนิดและขนาดของฝายในสภาวะการไหลทั้ง 3 กรณี

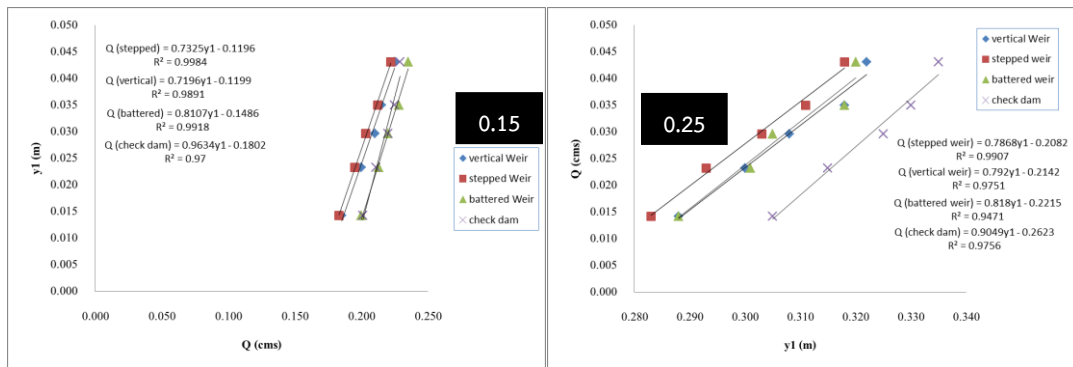
การวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในทอมไร้มิติตัวแปรที่เกี่ยวข้องตั้งนี้กรณีการไหลแบบอิสระ $f(Fr_1, Fr_2, E_L/E_1, h_1/B, Q^2/gP^5)$ และการไหลแบบจมน $f(Fr_1, Fr_2, E_L/E_1, h_2/h_1, Q^2/gP^5)$ โดยที่ Fr_1 คือ froude number ด้านเหนือน้ำ Fr_2 คือ froude number ด้านท้ายน้ำ E_1 คือ พลังงานด้านเหนือน้ำ E_L คือ การสูญเสียพลังงาน h_1 คือ ความสูงของระดับน้ำเหนือสันฝายด้านเหนือน้ำ h_2 คือ ความสูงของระดับน้ำเหนือสันฝายด้านท้ายน้ำ B คือ ความกว้างฐานฝาย Q คือ อัตราการไหล g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก P คือ ความสูงของตัวฝาย ผลการทดลองพบว่าค่าของตัวแปรไร้มิติมีความแตกต่างกันตามชนิดและขนาดของฝายในสภาวะการไหลทั้ง 3 กรณี



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความลึกด้านเหนือน้ำสำหรับแบบจำลองขนาด 0.15 และ 0.25 เมตรกรณีการไหลผ่านตัวฝาย (ที่มา: [กริธาทัพ, 2557])



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความลึกด้านเหนือน้ำสำหรับแบบจำลองขนาด 0.15 และ 0.25 เมตรกรณีการไหลแบบอิสระ (ที่มา: [กริธาทัพ, 2557])



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความลึกด้านเหนือน้ำสำหรับแบบจำลองขนาด 0.15 และ 0.25 เมตรกรณีการไหลแบบจม (ที่มา: [กริธาทัพ, 2557])

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เทอมไร้มิติกรณีการไหลแบบอิสระสำหรับแบบจำลองขนาด 0.15 เมตร

Dimensionless	vertical weir		stepped weir		battered weir		check dam	
	Range		Range		Range		Range	
	From	To	From	To	From	To	From	To
Fr ₁	0.050	0.111	0.052	0.115	0.043	0.102	0.044	0.106
Fr ₂	0.153	0.276	0.162	0.294	0.159	0.302	0.162	0.333
E _L /E ₁	0.523	0.437	0.526	0.446	0.574	0.496	0.574	0.510
h ₁ /B	0.100	0.233	0.083	0.217	0.067	0.119	0.150	0.257
Q ² /gP ⁵	0.273	2.497	0.273	2.497	0.273	2.497	0.273	2.497

หมายเหตุ: อัตราการไหล 0.014 – 0.043 m³/s

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เทอมไร้มิติกรณีการไหลแบบอิสระสำหรับแบบจำลองขนาด 0.25 เมตร

Dimensionless	vertical weir		stepped weir		battered weir		check dam	
	Range		Range		Range		Range	
	From	To	From	To	From	To	From	To
Fr ₁	0.026	0.065	0.028	0.068	0.026	0.066	0.027	0.061
Fr ₂	0.162	0.306	0.162	0.323	0.159	0.319	0.165	0.342
E _L /E ₁	0.697	0.629	0.684	0.629	0.694	0.634	0.698	0.665
h ₁ /B	0.048	0.130	0.026	0.112	0.017	0.041	0.044	0.156
Q ² /gP ⁵	0.021	0.194	0.021	0.194	0.021	0.194	0.021	0.194

หมายเหตุ: อัตราการไหล 0.014 – 0.043 m³/s

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เทอมไร้มิติกรณีการไหลแบบจมน้ำสำหรับแบบจำลองขนาด 0.15 เมตร

Dimensionless	vertical weir		stepped weir		battered weir		check dam	
	Range		Range		Range		Range	
	From	To	From	To	From	To	From	To
Fr_1	0.048	0.108	0.048	0.110	0.042	0.101	0.042	0.105
Fr_2	0.054	0.128	0.057	0.133	0.055	0.133	0.056	0.144
E_L/E_1	0.081	0.109	0.098	0.119	0.159	0.167	0.174	0.188
h_2/h_1	0.571	0.667	0.455	0.625	0.360	0.529	0.314	0.443
Q^2/gP^5	0.273	2.497	0.273	2.497	0.273	2.497	0.273	2.497

หมายเหตุ: อัตราการไหล 0.014 – 0.043 m³/s

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เทอมไร้มิติกรณีการไหลแบบจมน้ำสำหรับแบบจำลองขนาด 0.25 เมตร

Dimensionless	vertical weir		stepped weir		battered weir		check dam	
	Range		Range		Range		Range	
	From	To	From	To	From	To	From	To
Fr_1	0.025	0.063	0.025	0.064	0.025	0.063	0.023	0.059
Fr_2	0.028	0.073	0.028	0.073	0.028	0.073	0.028	0.075
E_L/E_1	0.080	0.096	0.064	0.084	0.080	0.093	0.131	0.142
h_2/h_1	0.395	0.569	0.455	0.603	0.395	0.571	0.273	0.435
Q^2/gP^5	0.021	0.194	0.021	0.194	0.021	0.194	0.021	0.194

หมายเหตุ: อัตราการไหล 0.014 – 0.043 m³/s

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์เทอมไร้มิติกรณีการไหลผ่านฝายสำหรับแบบจำลองขนาด 0.15 เมตร

Dimensionless	vertical weir		stepped weir		battered weir		check dam	
	Range		Range		Range		Range	
	From	To	From	To	From	To	From	To
Fr_1	0.022	0.028	0.026	0.032	0.020	0.025	0.022	0.028
Fr_2	0.033	0.082	0.038	0.084	0.038	0.084	0.033	0.082
E_L/E_1	0.250	0.514	0.214	0.477	0.337	0.556	0.250	0.514

หมายเหตุ: อัตราการไหล 0.002 – 0.005 m³/s

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์เทอมไร้มิติกรณีการไหลผ่านฝายสำหรับแบบจำลองขนาด 0.25 เมตร

Dimensionless	vertical weir		stepped weir		battered weir		check dam	
	Range		Range		Range		Range	
	From	To	From	To	From	To	From	To
Fr_1	0.018	0.029	0.018	0.022	0.017	0.020	0.018	0.029
Fr_2	0.038	0.107	0.038	0.105	0.038	0.100	0.038	0.107
E_L/E_1	0.389	0.579	0.389	0.640	0.421	0.662	0.389	0.579

หมายเหตุ: อัตราการไหล 0.002 – 0.007 m³/s

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการศึกษาค้นคว้าวิจัย โดยใช้แบบจำลองฝาย 2 ขนาด คือ 0.15 เมตร และ 0.25 เมตรซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กรณีโดยค่อยๆเพิ่มอัตราการไหลทีละน้อย

แบบจำลองฝาย ขนาด 0.15 เมตร กรณีการไหลผ่านตัวฝาย ความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำแปรผันตรงกับอัตราการไหล โดยฝายที่มีความสามารถในการยกระดับน้ำสูงสุดโดยใช้อัตราการไหลเท่ากัน คือ ฝายเกเบียนแบบ battered weir ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ vertical weir และ stepped weir ตามลำดับ สำหรับฝายที่มีอัตราส่วนการสูญเสียพลังงานต่อพลังงานด้านเหนือน้ำ (E_L/E_1) มากที่สุด คือ ฝายเกเบียนแบบ battered weir ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ vertical weir และ stepped weir ตามลำดับ

โดยแปรผันตรงกับอัตราการไหล กรณีการไหลแบบอิสระ (free flow) ความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำแปรผันตรงกับอัตราการไหล โดยฝายที่มีความสามารถในการยกระดับน้ำสูงสุดโดยใช้อัตราการไหลเท่ากัน คือ ฝายเกเบียนแบบ battered weir ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ vertical weir และ stepped weir ตามลำดับ สำหรับฝายที่มีอัตราส่วนการสูญเสียพลังงานต่อพลังงานด้านเหนือน้ำ (EL/E1) มากที่สุด คือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ battered weir, stepped weir และ vertical weir ตามลำดับโดยแปรผันผกผันกับอัตราการไหล กรณีการไหลแบบจม (submerge flow) ความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำแปรผันตรงกับอัตราการไหล โดยฝายที่มีความสามารถในการยกระดับน้ำสูงสุดโดยใช้อัตราการไหลเท่ากัน คือ ฝายเกเบียนแบบ battered weir ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ vertical weir และ stepped weir ตามลำดับ สำหรับฝายที่มีอัตราส่วนการสูญเสียพลังงานต่อพลังงานด้านเหนือน้ำ (EL/E1) มากที่สุด คือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ battered weir, stepped weir และ vertical weir ตามลำดับโดยแปรผันตรงกับอัตราการไหล การเปรียบเทียบอัตราการไหลผ่านฝายที่ระดับความลึกเท่ากัน ฝายเกเบียนแบบ stepped weir ให้อัตราการไหลผ่านฝายมากที่สุดส่วน ฝายเกเบียนแบบ vertical weir ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) และ ฝายเกเบียนแบบ battered weir ให้อัตราการไหลที่ลดลงมาตามลำดับในสภาวะการไหลทั้ง 3 กรณี

แบบจำลองฝาย ขนาด 0.25 เมตร กรณีการไหลผ่านตัวฝาย ความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำแปรผันตรงกับอัตราการไหล โดยฝายที่มีความสามารถในการยกระดับน้ำสูงสุดโดยใช้อัตราการไหลเท่ากัน คือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ battered weir, vertical weir และ stepped weir ตามลำดับ สำหรับฝายที่มีอัตราส่วนการสูญเสียพลังงานต่อพลังงานด้านเหนือน้ำ (EL/E1) มากที่สุด คือ ฝายเกเบียนแบบ battered weir, stepped weir, ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) และ vertical weir ตามลำดับโดยแปรผันตรงกับอัตราการไหล กรณีการไหลแบบอิสระ (free flow) ความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำแปรผันตรงกับอัตราการไหล โดยฝายที่มีความสามารถในการยกระดับน้ำสูงสุดโดยใช้อัตราการไหลเท่ากัน คือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ vertical weir, battered weir และ stepped weir ตามลำดับ สำหรับฝายที่มีอัตราส่วนการสูญเสียพลังงานต่อพลังงานด้านเหนือน้ำ (EL/E1) มากที่สุด คือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ battered weir, vertical weir และ stepped weir ตามลำดับ โดยแปรผันผกผันกับอัตราการไหล กรณีการไหลแบบจม (submerge flow) ความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำแปรผันตรงกับอัตราการไหล โดยฝายที่มีความสามารถในการยกระดับน้ำสูงสุดโดยใช้อัตราการไหลเท่ากัน คือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ vertical weir, battered weir และ stepped weir ตามลำดับ สำหรับฝายที่มีอัตราส่วนการสูญเสียพลังงานต่อพลังงานด้านเหนือน้ำ (EL/E1) มากที่สุด คือ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ฝายเกเบียนแบบ battered weir, vertical weir และ stepped weir ตามลำดับ โดยแปรผันตรงกับอัตราการไหล การเปรียบเทียบอัตราการไหลผ่านฝายที่ระดับความลึกเท่ากัน ฝายเกเบียนแบบ stepped weir ให้อัตราการไหลผ่านฝายมากที่สุดส่วน ฝายเกเบียนแบบ vertical weir ฝายเกเบียนแบบ battered weir และ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ให้อัตราการไหลที่ลดลงมาตามลำดับในสภาวะการไหลผ่านตัวฝาย สำหรับการไหลแบบอิสระ (free flow) และการไหลแบบจม (submerge flow) ฝายเกเบียนแบบ stepped weir ให้อัตราการไหลผ่านฝายมากที่สุดส่วน ฝายเกเบียนแบบ battered weir, vertical weir และ ฝายต้นน้ำลำธาร (check dam) ให้อัตราการไหลที่ลดลงมาตามลำดับ

อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้แบบจำลองหลายขนาด การเปลี่ยนชนิดและขนาดของหินเพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลผ่านฝายเกเบียนต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ ฝ่ายชลศาสตร์สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทานที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ดำเนินการวิจัยโดย และอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ทำให้การทดลองครั้งนี้ดำเนินการแล้วเสร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] การุณ เตชะรัฐตินันท์. **กลศาสตร์ของของไหล**. วิทยาลัยการชลประทาน, นนทบุรี, 2538.
- [2] กรมชลประทาน. **อธิธานศัพท์เทคนิค ด้านการชลประทานและการระบายน้ำ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2553**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2553.
- [3] ชยพล เตชะรัฐตินันท์. **วิศวกรรมชลศาสตร์**. วิทยาลัยการชลประทาน, นนทบุรี, ม.ป.ป.
- [4] ชัยยุทธ ชินณะราศรี. **กลศาสตร์แม่น้ำและกระบวนการธารน้ำ**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร, 2550.
- [5] ธรรมบุญ บำรุงพีชร. **การศึกษาพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของฝายเกเบียน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.
- [6] ธัญธร ออกเวลา. **กลศาสตร์ของไหล**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 2553.
- [7] บุญมา ป่านประดิษฐ์. **หลักการชลประทาน**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 2546.
- [8] ประดับ กลัดเข็มเพชร. **คู่มือฝายต้นน้ำลำธาร**. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำนักชลประทานที่ 1, เชียงใหม่, 2548.
- [9] ปราโมท พลพณะนาวี. **หลักการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน**. ฝายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน โครงการชลประทานบุรีรัมย์, บุรีรัมย์, 2554.
- [10] พงษ์ศักดิ์ ฤทธิสมิต. **การศึกษาเปรียบเทียบการไหลของน้ำผ่านฝายสันกว้างรูปสี่เหลี่ยมและรูปตัววีที่มีและไม่มีควมลาดชันด้านหน้าฝาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.
- [11] วิบูลย์ บุญยธโรกุล. **หลักการชลประทาน**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2526.
- [12] สัณห์พจน์ นันทิทรรก. **การศึกษาแบบจำลองทางชลศาสตร์ของอ่างสลายพลังงานด้วยกล่องตาข่ายแบบเกเบียน**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.
- [13] สุวรรณ พงศ์เจริญ. **คู่มือการสร้างฝายชะลอความชุ่มชื้น**. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร, 2549.
- [14] สำนักบริหารโครงการ. **โครงการซ่อมแซมและปรับปรุงโครงการชลประทานขนาดเล็ก**, ม.ป.ป. สืบค้นจาก <http://web.rid.go.th/ffd/Dataweb/index.html>.
- [15] Dario, T. **Use of Gabions in Small Hydraulic Works**, 2004. Available Source <http://www.trica.rdi.it/idro/indexen.html>.
- [16] Food and Agriculture Organization. **Small Dams and Weir in Earth and Gabion Materials**. FAO, The United Nations Land and Water Development Division, Rome, 2001.
- [17] Jansen, P.Ph., Bendegom, L.van, Berg, J.van, Vries, M.de., and Zanen, A. **Principles of river engineering: The non-tidal alluvial river**. Pitman, London, 1979.
- [18] Mohamed, H.I. **Flow over Gabion Weirs**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2010, 136 (8), p.p. 573-577.
- [19] United States Department of The Interior Bureau of Reclamation. **Design of Small Dams**. Third Edition. A Water Resources Technical Publication, USA, 1987.

ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อไบโอฟิล์มของแบคทีเรียกรดแลคติกที่แยกได้จากโรงงานผลิต
เอทานอลจากกากน้ำตาล

EFFECTS OF HYDROGEN PEROXIDE ON BIOFILM OF LACTIC ACID BACTERIA
ISOLATED FROM MOLASSES-BASED ETHANOL PLANT

ศิริโฉม พุงเกล้า^{*1} และขวัญชนก บัวทรง¹
Sirichom Thungkao^{*1} and Kwanchanok Baosong¹

¹ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
^{*}sirichom@buu.ac.th

บทคัดย่อ

ไบโอฟิล์มเป็นโครงสร้างที่ทำให้แบคทีเรียต้านทานต่อสารฆ่าเชื้อส่งผลให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตแบบเรื้อรัง งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มของแบคทีเรียกรดแลคติก 2 สปีชีส์ ได้แก่ *Lactobacillus fermentum* และ *Lactobacillus plantarum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเอทานอลของโรงงานที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ ทำการทดสอบการสร้างไบโอฟิล์มบนพื้นผิววัสดุ 2 ชนิด ได้แก่ พลาสติกชนิด polystyrene (PS) และ stainless steel เกรด 304 (SS) โดยเติมเซลล์ในกากน้ำตาล ความเข้มข้น 20°Brix บ่มที่อุณหภูมิ 30°C นาน 48 ชั่วโมง วัตถุประสงค์สร้างไบโอฟิล์มโดยวิธีย้อมด้วยสี crystal violet พบว่า *L. plantarum* สร้างไบโอฟิล์มบนวัสดุทั้งสองชนิดได้ แต่ *L. fermentum* ไม่สร้างไบโอฟิล์มบน SS เมื่อศึกษาผลของการเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในกากน้ำตาลที่ความเข้มข้น 1-4% ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มพบว่าที่ความเข้มข้น 4% ทำให้ปริมาณไบโอฟิล์มของ *L. fermentum* และ *L. plantarum* บน PS ลดลงเหลือ 68.73% และ 60.31% ตามลำดับ และไบโอฟิล์มของ *L. plantarum* บน SS ลดลงเหลือ 44.04% สำหรับผลของ H_2O_2 ต่อการกำจัดไบโอฟิล์มอายุ 48 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้น 4% ลดไบโอฟิล์มบนของแบคทีเรียแต่ละสปีชีส์บน PS เหลือ 77.96% และ 84.65% ตามลำดับ และลดไบโอฟิล์มของ *L. plantarum* บน SS เหลือ 37.45% เมื่อสัมผัสสารนาน 15 นาที ผลการศึกษาทั้งหมดชี้ให้เห็นว่าแบคทีเรียกรดแลคติกที่พบในโรงงานผลิตเอทานอลสามารถสร้างไบโอฟิล์มได้และอาจเป็นที่มาของการปนเปื้อนแบบเรื้อรังในกระบวนการผลิต และ H_2O_2 เป็นสารที่มีศักยภาพในการควบคุมไบโอฟิล์มของแบคทีเรียเหล่านี้

คำสำคัญ: ไบโอฟิล์ม แบคทีเรียกรดแลคติก เอทานอล ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ABSTRACT

Biofilm is generally recognized as a structure pursuing disinfectant resistance, causing persistent contamination in the production processes. This research investigated biofilm formation abilities of two species of lactic acid bacteria, *Lactobacillus fermentum* and *Lactobacillus plantarum*, contaminating in the ethanol production process of a commercial plant using cane molasses as the raw material. Two types of material surfaces, polystyrene (PS) and Grade 304 stainless steel (SS), were tested. Biofilm formation on each material by the single species was performed in 20°Brix molasses medium incubating at 30°C for 48 h, after which the biofilm was quantified using a crystal violet staining method. The results revealed biofilm formation ability of *L. plantarum* on both surfaces, on contrary to *L. fermentum* which formed

biofilm only on PS. Addition of 1-4% hydrogen peroxide (H_2O_2) in the molasses medium was inhibitory to biofilm formation on PS of both *L. fermentum* and *L. plantarum*, by which 4% H_2O_2 reduced biofilm to 68.73% and 60.31% as compared to control, respectively, and reduced biofilm of *L. plantarum* on SS to 44.04%. The effect of H_2O_2 on 48-h biofilm of each species was also evaluated. It was found that treatment with 4% H_2O_2 reduced biofilm of each species formed on PS to 77.96% and 84.65%, respectively, and reduced biofilm of *L. plantarum* on SS to 37.45% after 15 min contact time. The overall results revealed capability to form biofilm of lactic acid bacteria isolated from a commercial ethanol plant, suggesting this incidence as a possible source for persistent contamination in the production process, and also demonstrated H_2O_2 as a potent disinfectant to control biofilm formation of these bacteria.

Keywords: Biofilm, Lactic acid bacteria, Ethanol, Hydrogen peroxide

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลโดยอาศัยกระบวนการหมักเพื่อให้ได้เอทานอลเพื่อนำมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงจากฟอสซิลมีการขยายตัวทั่วโลก โดยเอทานอลที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวอาจเรียกว่าเอทานอลชีวภาพหรือไบโอเอทานอล (bioethanol) เอทานอลชีวภาพได้มาจากกิจกรรมการหมักของยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ต่างๆ ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีความสนใจใช้เอทานอลชีวภาพเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนโดยกำหนดไว้ในแผนพัฒนาพลังงานทดแทนซึ่งมีเป้าหมายการใช้เอทานอลชีวภาพวันละ 9 ล้านลิตรภายในปี พ.ศ. 2565 [1] ส่งผลให้มีการก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลขึ้นภายในประเทศเป็นจำนวนมาก โดยใช้วัตถุดิบที่มีมากในประเทศ ได้แก่ กากน้ำตาลและมันสำปะหลัง จากข้อมูลพบว่าปัจจุบันมีโรงงานที่เปิดการผลิตแล้วจำนวนกว่า 20 แห่ง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต แม้ว่าในด้านเทคโนโลยีการหมักเพื่อผลิตเอทานอลจะมีการพัฒนาไปมากแต่หนึ่งในปัญหาที่โรงงานผลิตเอทานอลยังคงประสบได้แก่การมีแบคทีเรียปนเปื้อนในกระบวนการผลิต ในบรรดาแบคทีเรียเหล่านี้กลุ่มที่นับว่ามีความสำคัญที่สุดได้แก่แบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria) เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถปรับตัวให้ทนต่อสภาวะในถังหมักเอทานอลได้ดีและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อยีสต์สายพันธุ์ที่ใช้ผลิตเอทานอล ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลลดต่ำลงและเกิดความไม่คุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์การผลิต ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมระดับของจำนวนแบคทีเรียไม่ให้สูงจนเกิดผลเสียดังกล่าวโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเติมสารยับยั้งแบคทีเรียลงในน้ำหมัก รวมทั้งการทำความสะอาดถังหมักและอุปกรณ์การผลิตอย่างสม่ำเสมอเพื่อช่วยลดโอกาสในการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตต่อไป [2]

ไบโอฟิล์ม (biofilm) เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ปกคลุมด้วยสารพอลิเมอร์ที่มีลักษณะคล้ายเมือกที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นเพื่อใช้ยึดเกาะบนพื้นผิว โครงสร้างดังกล่าวทำให้เซลล์จุลินทรีย์ในไบโอฟิล์มมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมรวมทั้งทนต่อสารฆ่าเชื้อได้ดีขึ้น [3] ทำให้มีโอกาสอยู่รอดหลังการทำความสะอาดและแพร่กระจายขยายพันธุ์ต่อไปได้ ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนแบบเรื้อรังในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร เครื่องดื่ม รวมทั้งอุตสาหกรรมชีวภาพหรืออุตสาหกรรมหมัก จึงจำเป็นต้องหาวิธีการลดหรือกำจัดไบโอฟิล์มบนพื้นผิว ในอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลชีวภาพมักมีใช้ยาปฏิชีวนะบางชนิดเติมลงในถังหมักเพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกแต่บางครั้งก็ไม่สามารถกำจัดหรือลดจำนวนเชื้อลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีรายงานว่าน้ำหมักจากถังหมักเอทานอลของโรงงานที่ใช้ยาปฏิชีวนะมีแบคทีเรียกรดแลคติกสูงถึง 10^6 - 10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร [4] ซึ่งการที่ยังตรวจพบแบคทีเรียในระดับสูงดังกล่าวอาจเกิดจากแบคทีเรียมีการปรับตัวให้ต้านทานต่อยาปฏิชีวนะชนิดที่ใช้รวมถึงแบคทีเรียเหล่านี้ยังสามารถก่อตัวเป็นไบโอฟิล์มในถังหมัก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพื่อหาสารฆ่าเชื้อชนิดใหม่ที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียรวมทั้งมีผลลดการ

สร้างไบโอฟิล์มเพื่อใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มของแบคทีเรียกรดแลคติกสายพันธุ์ที่พบปนเปื้อนอยู่ในโรงงานเอทานอลของไทย รวมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มและการกำจัดไบโอฟิล์มของแบคทีเรีย โดย H_2O_2 เป็นสารเคมีที่น่าสนใจในการนำมาใช้งานเนื่องจากมีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียได้หลายกลุ่มรวมทั้งแบคทีเรียกรดแลคติก เป็นสารที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง นอกจากนั้นยังไม่ก่อให้เกิดปัญหาการตกค้างในสิ่งแวดล้อมเนื่องจากสามารถสลายตัวได้น้ำและออกซิเจน [5]

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มของแบคทีเรียเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ รวมทั้งชนิดของแบคทีเรีย ชนิดวัสดุที่เป็นพื้นผิวสำหรับการเกาะติดและเกาะเกาะแวดล้อม มีรายงานว่าแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในถังหมักเอทานอลที่ใช้วัตถุดิบเป็นข้าวโพดที่ผ่านการเตรียมแบบ wet mill สามารถสร้างไบโอฟิล์มบนผิว stainless steel ได้ โดยแบคทีเรียเหล่านี้ประกอบด้วยแบคทีเรียกรดแลคติกและแบคทีเรียกลุ่มอื่น [6] นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยพบว่าแบคทีเรียกรดแลคติกจำนวน 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis* และ *L. fructivorans* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียสร้างไบโอฟิล์มบนผิวแก้วได้ และพบว่าเซลล์ที่อยู่ในรูปไบโอฟิล์มทนต่อสภาวะเครียดที่เกิดจากกรดอะซิติกและเอทานอลได้ดีกว่าเซลล์ที่ไม่ได้อยู่ในรูปไบโอฟิล์ม [7] และมีรายงานการใช้ H_2O_2 ที่ความเข้มข้น 1-10 mM ในการยับยั้งการเจริญของ *L. fermentum* ที่แยกได้จากโรงงานเอทานอลที่ใช้มันสำปะหลังและข้าวบาร์เลย์เป็นวัตถุดิบ [8] แต่ยังไม่มีการศึกษาความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มของแบคทีเรียกรดแลคติกสายพันธุ์ที่แยกได้จากโรงงานเอทานอลที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบและการศึกษาประสิทธิภาพของ H_2O_2 ในการยับยั้งการสร้างหรือการกำจัดไบโอฟิล์มของแบคทีเรียกลุ่มนี้

3. วิธีการวิจัย

3.1 การเตรียมเซลล์แบคทีเรียทดสอบ

แบคทีเรียกรดแลคติกที่นำมาใช้ในการศึกษาได้แก่ *Lactobacillus fermentum* และ *L. plantarum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากโรงงานเอทานอลแห่งหนึ่งของประเทศไทยที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต เชื้อถูกเก็บรักษาในสถานะแช่แข็งใน 30% glycerol ที่อุณหภูมิ $-80^{\circ}C$ นำแบคทีเรียแต่ละสปีชีส์เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth (Difco, USA) 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ $35^{\circ}C$ ใน anaerobic jar นาน 48 ชั่วโมงเพื่อฟื้นสภาพก่อนนำมาฉีดแยกให้ได้โคโลนีเดี่ยวบน MRS agar (Difco, USA) และเพาะ 2-3 โคโลนีลงใน MRS broth ปรับความขุ่นของเซลล์โดยเครื่องวัดความขุ่น (Densimat, bioMerieux, France) ให้ได้ค่า 0.5 MacFarland (มีเซลล์ประมาณ 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

3.2 การทดสอบการสร้างไบโอฟิล์ม

ทำการทดสอบการสร้างไบโอฟิล์มบนวัสดุ 2 ชนิด ได้แก่พลาสติกชนิด polystyrene (PS) โดยใช้ 96-well plate (Nunc MicroWell Plates, Thermo Fisher Scientific, USA) โดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ molasses medium ที่ประกอบด้วยกากน้ำตาลความเข้มข้น 20°Brix ที่มี $(NH_4)_2SO_4$ 0.1% ปรับ pH เป็น 4.5 ด้วย 2N H_2SO_4 ฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ $121^{\circ}C$ นาน 15 นาที ถ่ายอาหารทดสอบลงใน 96-well plate หลุมละ 150 ไมโครลิตร เติมเซลล์แบคทีเรียทดสอบแต่ละสปีชีส์หลุมละ 20 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ $30^{\circ}C$ นาน 48 ชั่วโมง และตรวจวัดปริมาณไบโอฟิล์ม สำหรับการทดสอบการสร้างไบโอฟิล์มบน SS ทำได้โดยล้างแผ่น SS เกรด 304 ขนาด 1x7 cm ด้วยน้ำยาซักผ้าเด็ก ล้างออกด้วยน้ำกลั่น จากนั้นจึงแช่ใน 70% ethanol นาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นและทำให้ปราศจากเชื้อที่อุณหภูมิ $121^{\circ}C$ นาน 30 นาที นำแผ่น SS แช่ลงใน molasses medium ปริมาตร 27 มิลลิลิตร เติมเซลล์แบคทีเรียทดสอบแต่ละสปีชีส์ 3 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ $30^{\circ}C$ นาน 48 ชั่วโมง ตรวจวัดปริมาณไบโอฟิล์มโดยการย้อมด้วยสี crystal violet ตามวิธีในข้อ 3.5 โดยมีชุดควบคุมเป็น molasses medium ที่ไม่เติมเชื้อทดสอบ

3.3 ผลของ H₂O₂ ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์ม

ทำการทดสอบการสร้างไบโอฟิล์มเช่นเดียวกับในข้อ 3.2 โดยใช้ molasses medium ที่เติม H₂O₂ ให้มีความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4% โดยมีชุดควบคุมเป็น molasses medium ที่ไม่เติม H₂O₂ (0% H₂O₂) ตรวจสอบปริมาณไบโอฟิล์มโดยวิธีการย้อมสี crystal violet

3.4 ผลของ H₂O₂ ต่อการกำจัดไบโอฟิล์ม

เตรียมแผ่นวัสดุแต่ละชนิดที่มีไบโอฟิล์มอายุ 48 ชั่วโมง ตามขั้นตอนในข้อ 3.1 นำมาแช่ในสารละลาย H₂O₂ ความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4% เป็นเวลา 15 นาที โดยมีน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม (0% H₂O₂) ตรวจสอบปริมาณไบโอฟิล์มที่เหลืออยู่โดยวิธีการย้อมสี crystal violet

3.5 การตรวจวัดปริมาณไบโอฟิล์ม

วัดปริมาณไบโอฟิล์มของ *L. fermentum* และ *L. plantarum* บนผิววัสดุแต่ละชนิดโดยวิธีการย้อมด้วยสี crystal violet ตามวิธีที่อ้างอิงจาก [9] โดยขั้นตอนในการวัดปริมาณไบโอฟิล์มบน PS เริ่มจากการใช้ปิเปตดูดส่วน molasses medium ออกจากหลุมของ 96-well plate และล้างผิวกันหลุมด้วยน้ำกลั่นจำนวน 2 รอบ นำไปทำให้แห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65°C นาน 30 นาที นำออกมาเติม 0.1% crystal violet หลุมละ 200 ไมโครลิตร ทิ้งไว้นาน 30 นาที ดูดสีส่วนเกินออกและล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 รอบ ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิ 37°C นาน 1 ชั่วโมง เติม 95% ethanol หลุมละ 200 ไมโครลิตรเพื่อละลายสี crystal violet นำสารละลายสีไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (OD₆₀₀) โดยใช้เครื่อง Microplate Reader (Spectro Star Nano, BMG, USA) สำหรับการวัดปริมาณไบโอฟิล์มบนแผ่น SS ทำโดยล้างแผ่น SS ด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 รอบ ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำไปแช่ใน 0.1% crystal violet 30 มิลลิตร นาน 10 นาที ล้างสีส่วนเกินด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 รอบ นำแผ่น SS แช่ใน 95% ethanol 10 มิลลิตร นาน 1 นาที ดูดส่วนสีนำไปวัด OD₆₀₀ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Herious Gamma, Thermolectron, USA)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล และวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลโดยวิธี Tukey test โดยใช้โปรแกรม SPSS Statistics Version 22 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

Lactobacillus fermentum และ *L. plantarum* ที่นำมาทดสอบสามารถก่อตัวเป็นไบโอฟิล์มบนผิวพลาสติกชนิด polystyrene (PS) ได้ เมื่อเชื้อเจริญอยู่ใน molasses medium บ่มนาน 48 ชั่วโมง โดยสังเกตได้จากค่า OD₆₀₀ ที่สูงกว่าในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และพบว่า OD₆₀₀ ที่ได้จาก *L. plantarum* สูงกว่าที่ได้จาก *L. fermentum* สำหรับบน stainless steel (SS) นั้นไม่พบการสร้างไบโอฟิล์มของ *L. fermentum* เนื่องจากให้ค่า OD₆₀₀ ไม่แตกต่างกับของชุดควบคุม ในขณะที่พบการสร้างไบโอฟิล์มของ *L. plantarum* รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ผลทดสอบการเติม H₂O₂ ลงใน molasses medium ที่ความเข้มข้น 1-4% ต่อการยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มบน PS และ SS ของแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งสองสปีชีส์แสดงในตารางที่ 2 พบว่าเมื่อทดสอบกับ PS ที่ความเข้มข้น 1% วัด OD₆₀₀ ของ *L. plantarum* ได้เท่ากับ 0.934 ซึ่งต่ำกว่า OD₆₀₀ ของชุดควบคุม (0% H₂O₂) อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) คิดเป็น 76.43% ของชุดควบคุม แต่ 1% H₂O₂ ไม่มีผลยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มของ *L. fermentum* ซึ่งสังเกตได้จากค่า OD₆₀₀ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม เมื่อมีความเข้มข้นของ H₂O₂ ใน molasses medium เพิ่มขึ้นจะยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มของแบคทีเรียทั้งสองสปีชีส์ได้เพิ่มขึ้น โดยเห็นได้จากค่า OD₆₀₀ ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเป็นลำดับ โดยที่ 4% H₂O₂ ทำให้ค่า OD₆₀₀ ที่ได้จาก *L. fermentum* และ *L. plantarum* ลดลงเป็น 0.611 และ 0.737 ซึ่งคิดเป็น 68.73% และ 60.31% ของชุดควบคุมตามลำดับ สำหรับไบโอฟิล์มบน SS นั้นทำการทดสอบเฉพาะใน *L. plantarum* เนื่องจากในการทดลองที่ผ่านมาพบว่า *L. fermentum* ไม่สร้างไบโอฟิล์มบนผิววัสดุชนิดนี้ ผลการทดสอบพบว่า การเติม H₂O₂ ใน molasses medium

ตั้งแต่ 1-4% ทำให้ปริมาณไบโอฟิล์มบน SS ของสปีชีส์นี้ลดลงเป็นลำดับอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อใช้ที่ความเข้มข้น 1% ทำให้ค่า OD₆₀₀ ลดลงเป็น 0.491 คิดเป็น 62.31% ของชุดควบคุม (0% H₂O₂) และที่ 4% H₂O₂ ทำให้ค่า OD₆₀₀ ลดลงเป็น 0.347 คิดเป็น 44.04% ของค่าที่ได้จากชุดควบคุม

ตารางที่ 1 ปริมาณไบโอฟิล์ม (OD₆₀₀) บน polystyrene (PS) และ stainless steel (SS) ของ *Lactobacillus fermentum* และ *Lactobacillus plantarum* เมื่อบ่มใน molasses medium นาน 48 ชั่วโมง

ชนิดพื้นผิว	OD ₆₀₀ *		
	Control**	<i>L. fermentum</i>	<i>L. plantarum</i>
Polystyrene (PS)	0.394 ± 0.023 ^c	0.898 ± 0.027 ^b	1.224 ± 0.043 ^a
Stainless steel (SS)	0.393 ± 0.000 ^b	0.475 ± 0.034 ^b	0.785 ± 0.103 ^a

* หาปริมาณไบโอฟิล์มโดยการย้อมด้วยสี crystal violet และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

** ได้จาก molasses medium ที่ไม่ได้เติมเชื้อทดสอบ

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (^{a,b,c}) ภายในแถวเดียวกันหมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 2 ปริมาณไบโอฟิล์ม (OD₆₀₀) บน polystyrene (PS) และ stainless steel (SS) ของ *Lactobacillus fermentum* และ *Lactobacillus plantarum* เมื่อบ่มใน molasses medium ที่เติม H₂O₂ ความเข้มข้นต่างกัน นาน 48 ชั่วโมง

H ₂ O ₂ (%)	OD ₆₀₀ *		
	Polypropylene (PS) <i>L. fermentum</i>	Polypropylene (PS) <i>L. plantarum</i>	Stainless steel (SS) <i>L. plantarum</i>
0	0.889 ± 0.079 ^a	1.222 ± 0.032 ^a	0.788 ± 0.021 ^a
1	0.845 ± 0.053 ^a	0.934 ± 0.049 ^b	0.491 ± 0.003 ^b
2	0.737 ± 0.040 ^b	0.853 ± 0.034 ^c	0.425 ± 0.020 ^c
3	0.707 ± 0.038 ^b	0.819 ± 0.026 ^c	0.386 ± 0.005 ^d
4	0.611 ± 0.026 ^c	0.737 ± 0.034 ^d	0.347 ± 0.012 ^e

* หาปริมาณไบโอฟิล์มโดยการย้อมด้วยสี crystal violet และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (^{a,b,c,d,e,f}) ภายในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพของ H₂O₂ ที่ความเข้มข้น 1-4% ต่อการกำจัดไบโอฟิล์มอายุ 48 ชั่วโมงของ *L. fermentum* และ *L. plantarum* ที่สร้างบน PS และ SS โดยให้ไบโอฟิล์มสัมผัสกับ H₂O₂ เป็นเวลา 15 นาที และมีน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม (0% H₂O₂) พบว่าไบโอฟิล์มของแบคทีเรียทั้งสองสปีชีส์ที่สร้างบน PS มีความไวต่อ H₂O₂ โดยการใส่ 1% H₂O₂ ทำให้ค่า OD₆₀₀ ต่ำกว่าในชุดควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 0.956 และ 1.232 ในแบคทีเรียแต่ละสปีชีส์ ตามลำดับ หรือคิดเป็น 96.66% และ 93.62% ของชุดควบคุม และเมื่อเพิ่มความเข้มข้น H₂O₂ จะกำจัดไบโอฟิล์มบน PP ได้เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยการใส่ 4% H₂O₂ ทำให้ OD₆₀₀ ลดลงเป็น 0.771 และ 1.114 หรือคิดเป็น 77.96% และ 84.65% ของชุดควบคุมตามลำดับ สำหรับการกำจัดไบโอฟิล์มบน SS นั้นทำการทดสอบเฉพาะไบโอฟิล์มของ *L. plantarum* เช่นเดียวกันเนื่องจาก *L. fermentum* ไม่สร้างไบโอฟิล์มบนวัสดุชนิดนี้ พบว่าการใส่ 1% H₂O₂ ทำให้ค่า OD₆₀₀ ลดลงแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเป็น 0.478 หรือเท่ากับ 60.89% ของชุดควบคุม และเมื่อเพิ่มความเข้มข้น H₂O₂ เป็น 4% ทำให้ค่า OD₆₀₀ ลดลงเป็น 0.294 หรือลดลงเหลือ 37.45% ของชุดควบคุม รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณไบโอฟิล์ม (OD_{600}) บน polystyrene (PS) และ stainless steel (SS) ของ *Lactobacillus fermentum* และ *Lactobacillus plantarum* หลังสัมผัส H_2O_2 ความเข้มข้นต่างกันนาน 15 นาที

H_2O_2 (%)	OD_{600}^*	
	Polystyrene (PS)	Stainless steel (SS)
	<i>L. fermentum</i>	<i>L. plantarum</i>
0	0.989 ± 0.061^a	1.316 ± 0.044^a
1	0.956 ± 0.043^b	1.232 ± 0.036^b
2	0.896 ± 0.037^c	1.187 ± 0.060^c
3	0.813 ± 0.037^d	1.164 ± 0.007^d
4	0.771 ± 0.030^e	1.114 ± 0.028^e

* หาปริมาณไบโอฟิล์มโดยการย้อมด้วยสี crystal violet และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ตัวอักษรภาษาอังกฤษ ที่แตกต่างกัน (^{a,b,c,d,e}) ภายในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ความสามารถของแบคทีเรียในการยึดเกาะพื้นผิววัสดุและก่อตัวเป็นไบโอฟิล์มเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ รวมทั้งสปีชีส์และชนิดของวัสดุ [3] ในงานวิจัยนี้ทดสอบการสร้างไบโอฟิล์มของ *L. fermentum* และ *L. plantarum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกที่พบเป็นนิจในกระบวนการผลิตเอทานอลชีวภาพของโรงงานที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยมีสมมติฐานว่าไบโอฟิล์มอาจเป็นแหล่งที่มีแหล่งหนึ่งของเชื้อที่ปนเปื้อนในถังหมัก โดยเลือกทดสอบการสร้างไบโอฟิล์มบนวัสดุ 2 ชนิด ได้แก่ พลาสติกชนิด polystyrene (PS) และ stainless steel (SS) เกรด 304 ซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมใช้ทำถังหมักและอุปกรณ์ต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มของแต่ละสปีชีส์ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ โดย *L. plantarum* สร้างไบโอฟิล์มบนวัสดุทั้งสองชนิดนี้ ในขณะที่ *L. fermentum* ไม่สร้างไบโอฟิล์มบน SS สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่พบว่า *Lactobacillus* ต่างสปีชีส์กันมีความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มบนผิววัสดุชนิดเดียวกันได้แตกต่างกัน และ *Lactobacillus* สปีชีส์เดียวกันสร้างไบโอฟิล์มบนวัสดุต่างชนิดกันได้แตกต่างกัน [10]

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่ความเข้มข้น 1-4% สามารถยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มบน PS ของแบคทีเรียทั้ง 2 สปีชีส์ได้ โดยประสิทธิภาพการยับยั้งขึ้นอยู่กับสปีชีส์และความเข้มข้นของ H_2O_2 กล่าวคือ 4% H_2O_2 ลดการสร้างไบโอฟิล์มบน PS ของ *L. plantarum* เหลือ 60.31% และลดการสร้างไบโอฟิล์มของ *L. fermentum* เหลือ 68.73% รวมทั้งมีผลยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มของ *L. plantarum* บน SS ได้มากกว่าบน PS (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ H_2O_2 ยังมีประสิทธิภาพในการทำลายไบโอฟิล์มของแบคทีเรียแต่ละสปีชีส์ที่สร้างขึ้นบนวัสดุแต่ละชนิดได้ด้วย โดยทำลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ในความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และกำจัดไบโอฟิล์มของ *L. plantarum* ที่สร้างบน SS ได้มากกว่าไบโอฟิล์มที่สร้างบน PS (ตารางที่ 3) ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าไบโอฟิล์มของแบคทีเรียสปีชีส์หนึ่งที่ตั้งบนวัสดุต่างชนิดกันมีความแข็งแรงต่างกัน ในกรณีนี้ไบโอฟิล์มของ *L. plantarum* บน SS มีความแข็งแรงน้อยกว่าไบโอฟิล์มที่สร้างบน PP จึงถูกกำจัดออกไปได้มากกว่า การที่ H_2O_2 มีผลยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มและทำลายไบโอฟิล์มที่สร้างขึ้นแล้วได้เนื่องจากสารนี้มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียโดยเมื่อผ่านเข้าไปในเซลล์ H_2O_2 จะเปลี่ยนรูปเป็น hydroxyl free radical ซึ่งสามารถออกซิไดซ์องค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์ เช่น โปรตีน เอนไซม์ และ DNA รวมทั้งยังมีกลไกทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ส่งผลให้เซลล์ตายในที่สุด [5] แบคทีเรียที่มีเอนไซม์คะตะเลสจะสามารถสลายความเป็นพิษของ H_2O_2 ได้โดยเปลี่ยนให้เป็นน้ำและออกซิเจน อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบคทีเรียกรดแลคติกไม่มีเอนไซม์คะตะเลส (catalase) ทำให้มีความไวต่อความเป็นพิษของสารนี้และถูกทำลายได้ สอดคล้องกับรายงานอื่นที่พบว่า H_2O_2 ที่ความเข้มข้น 1-5 mM สามารถทำลายเซลล์ *Lactobacillus* spp. ได้ [8] และเมื่อเซลล์ใน molasses medium มีจำนวนลดลงเนื่องจากฤทธิ์ยับยั้งของ H_2O_2 จึงเหลือเซลล์ที่สามารถเกาะติดกับผิววัสดุและก่อตัวเป็นไบโอฟิล์มได้น้อยลง ส่งผลให้พบไบโอฟิล์มในชุดทดลองที่เติม H_2O_2 ใน molasses medium

น้อยกว่าในชุดควบคุมที่ไม่เติมสารชนิดนี้ และ H_2O_2 ยังมีผลทำลายไบโอฟิล์มที่สร้างขึ้นบนผิววัสดุแต่ละชนิดได้ด้วย เนื่องจากเมื่อนำผิววัสดุทดสอบที่มีไบโอฟิล์มสัมผัสกับ H_2O_2 ความเข้มข้น 1-4% จะลดปริมาณไบโอฟิล์มได้ แสดงให้เห็นว่าสารเคมีชนิดนี้อาจสามารถผ่านชั้นสารพอลิเมอร์ที่ปกคลุมเซลล์ในไบโอฟิล์มและเข้าไปออกฤทธิ์ทำลายเซลล์บางส่วนได้ ผลการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียกรดแลคติกที่ปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเอทานอลชีวภาพของโรงงานที่ตั้งอยู่ในประเทศไทยที่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบมีความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มบนผิว PS และ SS ได้แตกต่างกัน และ H_2O_2 ที่ความเข้มข้น 1-4% มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างไบโอฟิล์มของแบคทีเรียทั้งสองสปีชีส์รวมทั้งสามารถลดปริมาณไบโอฟิล์มที่สร้างขึ้นบนวัสดุทั้งสองชนิดได้ การศึกษาต่อไปควรทดสอบการสร้างไบโอฟิล์มในสภาวะการหมักเอทานอลจำลองที่มียีสต์สายพันธุ์ที่ใช้ผลิตเอทานอลอยู่ร่วมด้วยเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ H_2O_2 ที่มีประสิทธิภาพและไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อยีสต์ เพื่อนำไปสู่การใช้สารนี้เป็นทางเลือกในการควบคุมไบโอฟิล์มในกระบวนการผลิตเอทานอลชีวภาพต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. คู่มือการพัฒนาและการลงทุนการผลิตพลังงานทดแทน, 2559, สืบค้นจาก webke.dede.go.th/testmax/node/961
- [2] Beckner, M., Ivey, M.L. and Phister, T.G. Microbial contamination of fuel ethanol fermentations. *Letters in Applied Microbiology*, 2011, doi:10.1111/j.1472-765X.2011.03124.x, p.p. 387-394.
- [3] Simoes, M., Simoes, L. and Vieira, M.J. A review of current and emergent biofilm control strategies. *LTW-Food Science and Technology*, 2010, 43(4), 573-583.
- [4] Thungkao, S. and Roanchaoren, N. The occurrence and identification of lactic acid bacteria in molasses-based ethanol production plants in Thailand. In *Proceeding of Burapha University International Conference*, 2015, 743-749.
- [5] Linley, E., Denyer, S.P., McDonnell, G., Simons, C. and Maillard, J.-Y. Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 2012, doi:10.1093/jac/dks129, 1-8.
- [6] Skinner-Nemec, K.A., Nichols, N.N. and Leathers, T.D. Biofilm formation by bacterial contaminants of fuel ethanol production. *Biotechnology Letters*, 2007, 29, 379-383.
- [7] Kubota, H., Senda, S., Nomura, N., Tokuda, H. and Uchiyama, H. Biofilm formation by lactic acid bacteria and resistance to environmental stress. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2008, 106(4), 381-386.
- [8] Chang, I. S., Kim, B.H. and Shin, P.K. Use of sulfite and hydrogen peroxide to control bacterial contamination in ethanol fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 1997, 63(1), 1-6.
- [9] Rich, J.O., Leathers, T.D., Nunnally, M.S. and Bischoff, K. M. Rapid evaluation of the antibiotic susceptibility of fuel ethanol contaminant biofilms. *Bioresource Technology*, 2011, 102, 1124-1130.
- [10] Ibarreche, M.P., Castellano, P. and Vignolo, G. Evaluation of anti-*Listeria* meat borne *Lactobacillus* for biofilm formation on selected abiotic surfaces. *Meat Science*, 2014, 96(1), 295-303.

ประสิทธิภาพของกรดเปอร์อะซิติกในการลดจำนวนแบคทีเรียรวม โคลิฟอร์ม และ *Escherichia coli* บนใบโหระพา

EFFICACY OF PERACETIC ACID ON REDUCTION OF TOTAL BACTERIA, COLIFORMS AND ESCHERICHIA COLI ON SWEET BASIL

ศิริโฉม ทุ่งแก้ว^{*1} และพัชรา สายทอง¹

Sirichom Thungkao^{*1} and Patchara Saitong¹

¹ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

*sirichom@buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกรดเปอร์อะซิติกเข้มข้น 100, 200 และ 300 mg/L ในการลดจำนวนแบคทีเรียรวม โคลิฟอร์มและ *Escherichia coli* บนใบโหระพา โดยนำใบโหระพาที่ผ่านการล้างด้วยน้ำประปาแช่ในสารทดสอบแต่ละความเข้มข้นเป็นเวลา 10 และ 30 นาที และล้างออกด้วยน้ำเปรียบเทียบกับแช่ในน้ำกลั่น นับจำนวนแบคทีเรียรวมโดยวิธี pour plate ด้วยอาหาร Plate Count Agar นับจำนวนโคลิฟอร์มโดยวิธี spread plate บนอาหาร Violet Red Bile Lactose Agar และนับจำนวน *E. coli* โดยวิธี conventional MPN พบว่าการแช่กรดเปอร์อะซิติกแต่ละความเข้มข้นนาน 10 นาที ทำให้จำนวนแบคทีเรียรวมลดลง 0.97 1.17 และ 1.17 log CFU/g ตามลำดับ จำนวนโคลิฟอร์มลดลง 0.24 0.34 และ 0.41 log CFU/g ตามลำดับ และจำนวน *E. coli* ลดลง 0.19 0.20 และ 0.21 log MPN/g ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มเวลาแช่เป็น 30 นาที จำนวนแบคทีเรียรวมลดลง 1.13 1.24 และ 2.16 log CFU/g ตามลำดับ จำนวนโคลิฟอร์มลดลง 0.51 0.72 และ 0.74 log CFU/g ตามลำดับ และจำนวน *E. coli* ลดลง 0.36 0.52 และ 0.57 log MPN/g ตามลำดับ ในขณะที่การแช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) จำนวนจุลินทรีย์ทุกกลุ่มไม่แตกต่างจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การแช่ในกรดเปอร์อะซิติกทุกความเข้มข้นทั้งสองช่วงเวลาไม่ทำให้ลักษณะทางกายภาพของใบโหระพาเปลี่ยนแปลง

คำสำคัญ: กรดเปอร์อะซิติก แบคทีเรียรวม โคลิฟอร์ม *Escherichia coli* โหระพา

ABSTRACT

This research investigated efficacy of peracetic acid at 100, 200, 300 mg/L on reduction of total bacteria, coliforms and *Escherichia coli* on sweet basil. The pre-washed basil leaves were treated with each acid concentration for 10 and 30 min, after which they were washed with distilled water, compared with distilled water (control experiment). After each treatment, total bacteria on the leaves were counted by pour plating with Plate Count Agar, coliforms were counted by spread plating on Violet Red Bile Lactose Agar, whereas *E. coli* numbers were quantified using the conventional MPN method. The results showed that treatment with each acid concentration for 10 min reduced total bacteria by 0.97 1.17, 1.17 log CFU/g, coliforms by 0.24, 0.34 and 0.41 log CFU/g, and *E. coli* by 0.19 0.20 and 0.21 log MPN/g, respectively. Increasing treatment time to 30 min resulted in a greater bacterial reduction efficacy, i.e. total bacteria were reduced by 1.13 1.24 and 2.16 log CFU/g, coliforms by 0.51 0.72 and 0.74 log CFU/g and *E. coli* by 0.36 0.52 and 0.57 log MPN/g, respectively, whereas in distilled water control treatment, no significant difference from initial counts of all bacterial groups was observed.

Moreover, 100-300 mg/L peracetic treatment caused no physical changes of the sweet basil leaves.

Keywords: Peracetic acid, Total bacteria, Coliforms, *Escherichia coli*, Sweet basil

1. บทนำ

ปัจจุบันการบริโภคผักสดหรือผักดิบได้รับความนิยมเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากผู้บริโภคมีแนวโน้มสนใจอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ผักดิบที่เตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่บริโภคได้จัดเป็นอาหารที่ผ่านการแปรรูปขั้นต่ำ (minimally processed food) ซึ่งยังคงคุณค่าทางอาหารของผักไว้ได้อย่างค่อนข้างครบถ้วน ผักที่นิยมบริโภคแบบดิบมีหลายชนิด โหระพา (sweet basil) เป็นผักอีกชนิดหนึ่งที่บริโภคแบบดิบได้ โดยเป็นส่วนประกอบของอาหารไทยหลายชนิด ใบของโหระพามีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ เป็นผักที่มีคุณค่าทางสารอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุดมไปด้วยเบตาแคโรทีน วิตามินและแร่ธาตุชนิดต่างๆ นอกจากนี้โหระพายังมีคุณค่าทางสมุนไพร กล่าวคือ ช่วยขับลมในลำไส้ แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ [1] ผักสดมีจุลินทรีย์อยู่ตามธรรมชาติมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง เช่น แหล่งที่มา วิธีการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการจำหน่าย จุลินทรีย์ที่พบได้ในผักสดมีทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ราและปรสิตซึ่งมีทั้งกลุ่มที่เป็นเชื้อประจำถิ่นที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและกลุ่มที่เป็นเชื้อก่อโรค เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคุณภาพทางจุลชีววิทยาโดยรวมของผักสด ได้แก่ จำนวนของแบคทีเรียทั้งหมดหรือแบคทีเรียรวม (total bacteria) นอกจากนี้ยังตัดสินจากจำนวนจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะอาหาร (sanitary indicators) ซึ่งได้แก่ โคลิฟอร์ม (coliforms) และ *Escherichia coli* รวมทั้งการพบแบคทีเรียก่อโรคผ่านทางอาหาร เช่น *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ในผักสดเพื่อประเมินความปลอดภัย ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขผักดิบที่เตรียมในสภาพที่บริโภคได้ควรมีจำนวนแบคทีเรียรวมน้อยกว่า 1×10^6 cfu/g และจำนวน *E. coli* น้อยกว่า 100 MPN/g และไม่พบแบคทีเรียก่อโรค [2] โดยทั่วไปก่อนนำผักสดมารับประทานแบบดิบจะต้องล้างผักด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง แต่การล้างน้ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการทำให้จุลินทรีย์บนผักลดลงจนเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพดังกล่าว มีรายงานพบว่าโหระพาที่ซื้อมาจากตลาดนัดเมื่อนำมาล้างด้วยน้ำประปาเพียงพบปริมาณแบคทีเรียรวม โคลิฟอร์มและ *E. coli* สูงเกินเกณฑ์กำหนด [3] ดังนั้น จึงมีการใช้วิธีการต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ของผักสด ซึ่งรวมทั้งการเติมสารบางชนิดที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อที่มีความปลอดภัยลงไปบนน้ำล้างผัก โดยสารฆ่าเชื้อที่นิยมเติมลงในน้ำล้างผัก ได้แก่ สารประกอบคลอรีน (chlorine compounds) เนื่องจากออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อได้กว้าง หาได้ง่ายและราคาถูก [4]

กรดเปอร์อะซิติก (peracetic acid) หรือกรดเปอร์ออกซิอะซิติก (peroxyacetic acid) เป็นสารฆ่าเชื้อชนิดหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาใช้การล้างผักเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์เนื่องจากเป็นสารที่ปลอดภัยและได้รับอนุญาตให้ใช้สัมผัสกับอาหารได้โดยตรงในน้ำล้างผักและผลไม้ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรีย เชื้อราและไวรัส และมีการทดลองนำมาใช้เป็นทางเลือกในการเป็นสารฆ่าเชื้อบนผักและผลไม้เพื่อทดแทนสารประกอบคลอรีนซึ่งยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัย [5] และเนื่องจากประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อชนิดต่างๆ เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ รวมทั้งความเข้มข้นของสารและระยะเวลาการสัมผัส ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องการเปรียบเทียบการใช้กรดเปอร์อะซิติกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาการสัมผัสแตกต่างกันในการลดจำนวนแบคทีเรียบนผักสด โดยเลือกทดสอบกับใบโหระพาซึ่งเป็นผักที่นิยมบริโภคแบบดิบ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาพิจารณาเป็นทางเลือกในการล้างผักก่อนการนำไปบริโภคแบบดิบต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีรายงานการศึกษาประสิทธิภาพของกรดเปอร์อะซิติกที่ความเข้มข้น 30 40 และ 50 mg/L ในการลดจำนวนโคลิฟอร์มและ *E. coli* บนผลมะเขือเทศและผักกาดหอม เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น พบว่าการแช่กรดแต่ละความเข้มข้นทำให้โคลิฟอร์มบนมะเขือเทศลดลง 3.68, 4.04 และ 3.94 log cfu/g ตามลำดับ และ *E. coli*

ลดลง 3.86, 4.39 และ 4.48 log cfu/g ตามลำดับ เมื่อใช้ระยะเวลาการแช่ 10 นาที สำหรับผักกาดหอมพบว่าการแช่กรดแต่ละความเข้มข้นลดจำนวนโคลิฟอร์มและ *E. coli* ได้ 2.05 2.28 และ 2.40 log cfu/g ตามลำดับ และลดจำนวน *E. coli* ได้ 2.13 2.33 และ 2.47 log cfu/g ตามลำดับ [6] และมีรายงานเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดเปอร์อะซิติกและสารฆ่าเชื้อชนิดอื่นต่อ *E. coli* O157:H7 และแบคทีเรียรวมบนแครอทหั่นฝอยเปรียบเทียบกับกรดล้างด้วยน้ำประปาพบว่ากรดแช่น้ำประปาอย่างเดียวนาน 2 นาทีลดแบคทีเรียแต่ละกลุ่มได้ 0.79 log และ 0.3-0.4 log ตามลำดับ แต่การแช่ในกรดเปอร์อะซิติกเข้มข้น 80 mg/L ลดเชื้อได้เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 0.84 log และ 1 log ตามลำดับ [7]

3. วิธีการวิจัย

3.1 การเตรียมใบโหระพาและสารละลายกรดเปอร์อะซิติก

เตรียมใบโหระพาโดยซื้อกิ่งโหระพาสด นำมาล้างด้วยน้ำประปา 2 รอบ สบัดน้ำออกจากกิ่ง ใช้กรรไกรปราศจากเชื้อตัดเฉพาะส่วนใบของโหระพา นำมาวางผึ่งในตะกร้าพลาสติกที่รองด้วยกระดาษทิชชูที่ปราศจากเชื้อนาน 30 นาที สุ่มใบโหระพามา 25 กรัม นำมาทำเจือจางและนับจำนวนแบคทีเรียรวม จำนวนโคลิฟอร์มและ *E. coli* ตามวิธีในข้อ 3.3 ใบโหระพาสวนที่เหลือบรรจุใส่ถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ ถุงละ 25 กรัม สำหรับทดสอบด้วยกรดเปอร์อะซิติก เตรียมสารละลายกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 100 200 และ 300 mg/L จากกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 5% โดยเจือจางด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกรดเปอร์อะซิติก

เติมสารละลายกรดแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 300 มิลลิลิตร ลงในถุงบรรจุใบโหระพา เขย่าถุงตัวอย่างเป็นครั้งคราว เมื่อครบเวลา 10 และ 30 นาที เทสารที่ใช้แช่ออกและเติมน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 300 มิลลิลิตร ลงในถุง เขย่า เทน้ำที่ใช้ล้างทิ้ง และทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง นับจำนวนแบคทีเรียรวม จำนวนโคลิฟอร์ม และจำนวน *E. coli* บนใบโหระพาตามวิธีในข้อ 3.3 บันทึกลักษณะทางกายภาพของใบโหระพาส่งแช่สารที่ระยะเวลาต่างๆ โดยมีชุดควบคุมเป็นน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ

3.3. การวิเคราะห์จุลินทรีย์

นับจำนวนแบคทีเรียรวม จำนวนโคลิฟอร์มและจำนวน *E. coli* โดยใช้วิธีที่อ้างอิงจาก Bacteriological Analytical Manual [8] โดยมีรายละเอียดโดยย่อดังนี้คือ จำนวนแบคทีเรียรวมใช้วิธีเจือจางตัวอย่างเป็นลำดับแบบ 10 เท่า (serial 10-fold dilution) นำมาเพาะโคโลนีด้วยวิธี pour plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar บ่มที่อุณหภูมิ 35°C นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนี (colony forming unit, cfu) และรายงานผลในหน่วย log cfu/g การนับโคลิฟอร์มใช้วิธีเจือจางตัวอย่างและเพาะโคโลนีด้วยวิธี spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Violet Red Bile Lactose Agar บ่มที่อุณหภูมิ 35°C นาน 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่คาดว่าจะโคลิฟอร์มซึ่งลักษณะสีแดง มีตะกอนสีแดงล้อมรอบหรือไม่มี สุ่มโคโลนีลักษณะดังกล่าวมาทำการยืนยันโดยเพาะลงในอาหาร Brilliant Green Lactose Bile Broth เพื่อทดสอบความสามารถในการหมักแลคโตส (lactose fermentation) ของโคลิฟอร์ม รายงานผลจำนวนโคลิฟอร์มในหน่วย log cfu/g สำหรับ *E. coli* ใช้วิธี conventional Most Probable Number (MPN) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบขั้นต้น (presumptive test) เป็นการทดสอบความสามารถในการหมักแลคโตสที่อุณหภูมิ 35°C โดยใช้อาหาร Lauryl Tryptose Broth ขั้นยืนยัน (confirmed test) เป็นการทดสอบการหมักแลคโตสที่อุณหภูมิสูง (44.5°C) และขั้นสมบูรณ์ (completed test) เป็นการตรวจดูโคโลนี *E. coli* บนอาหาร Eosin Methylene Blue Agar และนำมาทดสอบทางชีวเคมี (IMViC test) อาหารเลี้ยงเชื้อทุกชนิดที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของ Difco & BBL, USA

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยของข้อมูล เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's test ที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรม SPSS Statistics 17.0

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนแบคทีเรียรวมบนใบโหระพาหลังผ่านการแช่ในกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้น 100 200 และ 300 mg/L นาน 10 และ 30 นาที เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) พบว่าการแช่กรดแต่ละความเข้มข้นนาน 10 นาที และ 30 นาทีทำให้จำนวนแบคทีเรียรวมบนใบโหระพาลดลงแตกต่างจากการแช่ในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการแช่กรดเข้มข้น 200 mg/L นาน 10 นาทีลดจำนวนแบคทีเรียจาก 7.30 เป็น 6.13 log cfu/g แตกต่างจากการแช่กรดเข้มข้น 100 mg/L อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นกรดเป็น 300 mg/L ไม่ทำให้จำนวนแบคทีเรียลดลงเพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนไม่แตกต่างจากชุดการทดลองที่ใช้กรดเข้มข้น 200 mg/L อย่างมีนัยสำคัญ คิดเป็นจำนวนแบคทีเรียที่ลดลงเมื่อใช้กรดแต่ละความเข้มข้นเท่ากับ 0.97, 1.17 และ 1.17 log cfu/g ตามลำดับ เมื่อเพิ่มระยะเวลาการแช่กรดเป็น 30 นาที มีลดจำนวนแบคทีเรียบนใบโหระพาได้มากกว่าที่เวลา 10 นาทีในทุกความเข้มข้นของกรดยกเว้นความเข้มข้น 200 mg/L โดยจำนวนแบคทีเรียที่เหลืออยู่เท่ากับ 6.19, 6.06 และ 5.31 log cfu/g คิดเป็นจำนวนที่ลดลง 1.13 1.24 และ 1.98 log cfu/g ตามลำดับ ในขณะที่การแช่ในน้ำกลั่นจำนวนแบคทีเรียบนใบโหระพาไม่แตกต่างกันในทุกช่วงเวลา

ตารางที่ 1 จำนวนแบคทีเรียรวมบนใบโหระพาที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดเปอร์อะซิติกที่ความเข้มข้นและระยะเวลาสัมผัสกรดแตกต่างกัน เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่น

ระยะเวลาการแช่ (นาที)	แบคทีเรียรวม (log cfu/g \pm SD)			
	น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)	กรดเปอร์อะซิติก (mg/L)		
		100	200	300
0	7.36 \pm 0.03 ^{Aa}	7.32 \pm 0.07 ^{Aa}	7.30 \pm 0.12 ^{Aa}	7.29 \pm 0.11 ^{Aa}
10	7.33 \pm 0.03 ^{Aa}	6.35 \pm 0.11 ^{Bb}	6.13 \pm 0.11 ^{Bc}	6.12 \pm 0.02 ^{Bc}
30	7.29 \pm 0.12 ^{Aa}	6.19 \pm 0.02 ^{Cc}	6.06 \pm 0.01 ^{Bc}	5.31 \pm 0.03 ^{Cd}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (a,b,c,d) หมายถึงข้อมูลในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (A,B,C) หมายถึงข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จำนวนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มบนใบโหระพาหลังผ่านการแช่ในกรดเปอร์อะซิติกความเข้มข้นแตกต่างกันแสดงในตารางที่ 2 พบว่าการแช่กรดแต่ละความเข้มข้นมีผลลดจำนวนโคลิฟอร์มได้เช่นเดียวกัน โดยกรดความเข้มข้น 100 mg/L แช่นาน 10 นาที สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มจากเริ่มต้น 5.18 เหลือ 4.94 log cfu/g และกรดที่ความเข้มข้น 200 และ 300 mg/L ลดจำนวนโคลิฟอร์มได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเหลือ 4.84 และ 4.74 log cfu/g ตามลำดับ คิดเป็นจำนวนโคลิฟอร์มที่ลดลง 0.24, 0.34 และ 0.41 log cfu/g เมื่อใช้กรดแต่ละความเข้มข้นตามลำดับ เมื่อเพิ่มระยะเวลาการแช่กรดเป็น 30 นาที ทำให้จำนวนโคลิฟอร์มลดลงได้มากกว่าการแช่ 10 นาที โดยกรดแต่ละความเข้มข้นทำให้โคลิฟอร์มลดลงเป็น 4.67, 4.46 และ 4.41 log cfu/g คิดเป็นจำนวนที่ลดลงจากเริ่มต้นเท่ากับ 0.51 0.72 และ 0.74 log cfu/g ตามลำดับ และการแช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) ไม่มีผลลดจำนวนโคลิฟอร์ม

สำหรับ *E. coli* นั้นพบว่ากรดเปอร์อะซิติกสามารถลดจำนวนเชื้อที่อยู่บนใบโหระพาได้เช่นเดียวกัน โดยที่ระยะเวลาการแช่ 10 นาที กรดเข้มข้น 100 mg/L ทำให้จำนวนเชื้อลดลงจาก 1.72 เป็น 1.53 log MPN/g และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นกรดเป็น 200 mg/L จำนวน *E. coli* ลดลงได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเหลือ 1.48 log MPN/g แต่จำนวนเชื้อที่เหลืออยู่เมื่อใช้กรด 300 mg/L ไม่แตกต่างกับเมื่อใช้กรด 200 mg/L อย่างมีนัยสำคัญ และกรดเข้มข้น 100 mg/L ที่เวลาการแช่ 30 นาที จำนวน *E. coli* ลดลงไม่แตกต่างจากที่เวลา 10 นาที อย่างมีนัยสำคัญ แต่ลดลงได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้กรดเข้มข้น 200 และ 300 mg/L คิดเป็นจำนวนเชื้อที่ลดลง

0.36 0.52 และ 0.57 log MPN/g เมื่อแช่กรดแต่ละความเข้มข้นนาน 30 นาที ตามลำดับ และในชุดควบคุม จำนวน *E. coli* ไม่แตกต่างจากเริ่มต้นทั้งการแช่นาน 10 นาทีและ 30 นาที รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3 สำหรับลักษณะทางกายภาพของไบโโหระพาหลังผ่านการแช่ในสารละลายกรดนั้นพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงจาก เริ่มต้นในทุกความเข้มข้นของกรดทั้งสองระยะเวลาการแช่

ตารางที่ 2 จำนวนโคลิฟอร์มบนไบโโหระพาหลังแช่ในสารละลายกรดเปอร์อะซิติกที่ความเข้มข้น และระยะเวลา สัมผัสกรดแตกต่างกัน เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่น

ระยะเวลา การแช่ (นาที)	โคลิฟอร์ม (log cfu/g ± SD)			
	น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)	กรดเปอร์อะซิติก (mg/L)		
		100	200	300
0	5.22 ± 0.05 ^{Aa}	5.18 ± 0.05 ^{Aa}	5.18 ± 0.03 ^{Aa}	5.15 ± 0.11 ^{Ab}
10	5.16 ± 0.04 ^{Aa}	4.94 ± 0.06 ^{Bb}	4.84 ± 0.02 ^{Bc}	4.74 ± 0.03 ^{Bd}
30	5.19 ± 0.06 ^{Aa}	4.67 ± 0.09 ^{Cb}	4.46 ± 0.04 ^{Cc}	4.41 ± 0.00 ^{Cd}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (a,b,c,d) หมายถึงข้อมูลในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (A,B,C) หมายถึงข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)
SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3 จำนวน *Escherichia coli* บนไบโโหระพาหลังแช่ในสารละลายกรดเปอร์อะซิติกที่ความเข้มข้นและ ระยะเวลาสัมผัสกรดแตกต่างกัน เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่น

ระยะเวลา การแช่ (นาที)	<i>Escherichia coli</i> (log MPN/g ± SD)			
	น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)	กรดเปอร์อะซิติก (mg/L)		
		100	200	300
0	1.78 ± 0.34 ^{Aa}	1.72 ± 0.22 ^{Aa}	1.68 ± 0.44 ^{Aa}	1.66 ± 0.33 ^{Aa}
10	1.64 ± 0.15 ^{Aa}	1.53 ± 0.38 ^{Aa}	1.48 ± 0.06 ^{ABa}	1.45 ± 0.12 ^{ABa}
30	1.53 ± 0.25 ^{Aa}	1.36 ± 0.07 ^{Aab}	1.16 ± 0.26 ^{Bb}	1.09 ± 0.08 ^{Bb}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (a,b) หมายถึงข้อมูลในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน (A,B) หมายถึงข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)
SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ในการศึกษานี้ นำไบโโหระพามาล้างด้วยน้ำประปา ก่อนนำไปทดสอบผลของการแช่ในกรดเปอร์อะซิติก พบว่าหลังการล้างด้วยน้ำประปาไบโโหระพามีจำนวนแบคทีเรียรวมอยู่ระหว่าง 7.29-7.36 log cfu/g ซึ่งมีค่าสูงเกิน เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่กำหนดให้พบได้น้อยกว่า 1×10⁶ cfu/g หรือ 6 log cfu/g โดยแบคทีเรียเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม เนื่องจากพบบนไบโโหระพาในช่วง 5.15-5.22 log cfu/g นอกจากนี้ยังพบว่าไบโโหระพามี *E. coli* ที่ระดับ 1.66-1.78 log MPN/g ซึ่งแม้ว่าจะมีจำนวนไม่ เกินเกณฑ์ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่กำหนดให้พบน้อยกว่า 100 MPN/g หรือ 2 log cfu/g แต่ก็ชี้ให้เห็นว่า การล้างผักด้วยน้ำเพียงอย่างเดียวไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

การแช่ไบโโหระพาในกรดเปอร์อะซิติกเข้มข้น 100, 200 และ 300 mg/L นาน 10 และ 30 นาที สามารถลดจำนวนแบคทีเรียรวม โคลิฟอร์มและ *E. coli* ได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรแช่ในน้ำกลั่นที่เป็นชุดควบคุม

แสดงให้เห็นว่ากรดเปอร์อะซิติกมีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียที่มีอยู่ในใบโหระพาได้ กรดชนิดนี้มีกลไกการทำลายเชื้อโดยทำให้เกิด reactive oxygen species ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์แบคทีเรีย เช่น ดีเอ็นเอและไขมัน ทำให้การทำงานของเซลล์ผิดปกติ รวมทั้งทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ ขัดขวางระบบเอนไซม์และระบบขนส่งของเซลล์ และทำให้โปรตีนและเอนไซม์เสียหาย ส่งผลให้แบคทีเรียตายในที่สุด [9] กรดชนิดนี้ยังมีความปลอดภัยต่อการใช้งานเนื่องจากสามารถสลายตัวได้กรดอะซิติก น้ำและออกซิเจนซึ่งเป็นสารที่ไม่มีพิษ และการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียของกรดเปอร์อะซิติกขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาการสัมผัส โดยเมื่อใช้ระยะเวลาสัมผัสเท่ากันกรดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นมีแนวโน้มลดจำนวนแบคทีเรียแต่ละกลุ่มได้เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น เมื่อใช้ระยะเวลาการแช่ 10 นาที กรดเข้มข้น 100 mg/L ลดจำนวนแบคทีเรียรวมได้ 0.97 log cfu/g และลดได้เพิ่มขึ้นเป็น 1.17 log cfu/g เมื่อใช้กรดเข้มข้น 200 mg/L สอดคล้องกับรายงานอื่นที่พบว่า *E. coli* O157:H7 บนใบกะหล่ำปลีที่แช่ในกรดเปอร์อะซิติกเข้มข้น 50, 100, 150 mg/L นาน 1 นาที มีจำนวนลดลง 0.54, 0.84 และ 0.89 log cfu/g ตามลำดับ [10] และเมื่อพิจารณากรดที่ความเข้มข้นเดียวกันพบว่าระยะเวลาการแช่ 30 นาทีมีแนวโน้มทำให้จำนวนแบคทีเรียแต่ละกลุ่มลดลงได้มากกว่าระยะเวลาการแช่ 10 นาที เช่น กรดเข้มข้น 200 mg/L แช่นาน 10 นาที ลดแบคทีเรียรวมและโคลิฟอร์มได้ 1.17 และ 0.37 log cfu/g ตามลำดับ และเมื่อแช่นาน 30 นาที ลดแบคทีเรียแต่ละกลุ่มได้เพิ่มขึ้นเป็น 1.24 และ 0.72 log cfu/g ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากรดเปอร์อะซิติกจะช่วยลดจำนวนแบคทีเรียที่อยู่บนใบโหระพาได้แต่ก็ยังพบแบคทีเรียเหลืออยู่จำนวนมาก โดยต้องใช้กรดที่มีความเข้มข้น 300 mg/L ระยะเวลาสัมผัส 30 นาที จึงจะทำให้จำนวนแบคทีเรียรวมของใบโหระพาลดลงเหลือน้อยกว่า 6 log cfu/g ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการใช้สารฆ่าเชื้อเพื่อล้างผักอาจไม่สามารถกำจัดแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากแบคทีเรียตามธรรมชาติบนผักมักเกาะติดกับผิวผักและก่อตัวเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า “ไบโอฟิล์ม (biofilm)” ซึ่งเซลล์แบคทีเรียจะฝังตัวอยู่ในสารพอลิเมอร์ที่แบคทีเรียสร้างขึ้นทำให้สารฆ่าเชื้อเข้าไปทำลายเซลล์ได้ยากขึ้น นอกจากนั้นแบคทีเรียยังอาจฝังตัวอยู่ในรอยแยก ร่องหรือบริเวณปากใบพืช ทำให้ยากต่อการเข้าทำลายของสารฆ่าเชื้อ [4,9] ดังนั้น หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียบนผิวผักให้มากกว่านี้อาจทำได้โดยการเพิ่มความเข้มข้นกรดให้สูงขึ้น หรือการใช้สารฆ่าเชื้อมากกว่า 1 ชนิดร่วมกัน รวมทั้งการใช้วิธีทางกายภาพ เช่น การเขย่า การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasound) เป็นต้น ร่วมด้วย ทั้งนี้โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัส การตกค้างของสาร ตลอดจนต้นทุนการผลิตต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิกีพีเดีย. โหระพา. สืบค้นจาก <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%82%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9E%E0%B8%B2>
- [2] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2, สืบค้นจาก <http://dmsc2.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/dmscguide1.pdf>
- [3] จันทรฉาย มากสมบูรณ์. การสำรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์มและ *Escherichia coli* ในโหระพาที่จำหน่ายในตลาดสดใกล้บริเวณมหาวิทยาลัยบูรพา. โครงการทางจุลชีววิทยา, 2558, ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี, 34 หน้า.
- [4] Gil, M.I., Selma, M.V., Lopez-Galvez, F. and Allende, A. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection : Problems and solutions, 2009, 134, 37-45.

- [5] Warburton, R. Peracetic acid in the fresh food industry. สืบค้นจาก <http://www.foodsafetymagazine.com/signature-series/peracetic-acid-in-the-fresh-food-industry/>
- [6] Keeratipibul, S., Phewpan, A., & Lursinsap, C. Prediction of coliforms and *Escherichia coli* on tomato fruits and lettuce leaves after sanitizing by using artificial neural networks. *LWT-Food Science and Technology*, 2011, 44, 130-138.
- [7] Gonzalez, R.J., Luo, Y., Ruiz-Cruz, S. and McEvoy, J.L. Efficacy of sanitizers to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 on fresh-cut carrot shreds under simulated process water conditions. *Journal of Food Protection*, 2004, 67(11), 2375-2380.
- [8] U.S. Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. สืบค้นจาก <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>
- [9] Banach, J.L., Sampers, I., Van Haute, S. and van der Fels-Klerx, H.J. Effect of disinfectants on preventing the cross-contamination of pathogens in fresh produce washing water. *International Journal of Research in Public Health*, 2015, 12, 8658-8677.
- [10] Lee, H.-H., Hong, S.-I. and Kim, D. Microbial reduction efficacy of various disinfection treatments on fresh-cut cabbage. *Food Science and Nutrition*, 2014, 2(5), 585-590.

ความหลากหลายของราทะเลบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำประแส จังหวัดระยอง

DIVERSITY OF MARINE FUNGI IN MANGROVE AREA AT PRASAE RIVERMOUNT, RAYONG PROVINCE

อภิรดี ปิรันธนาภาคย์

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ม.บูรพา

Apiradee Pilantanapak

Department of Microbiology Faculty of Science, Burapha University

* E-mail: apiradee@buu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาราทะเลบนเศษไม้ที่สุ่มเก็บจากบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำประแสร์ อำเภอกแกลง จังหวัดระยอง จำนวน 400 ตัวอย่าง พบราทั้งหมด 78 ชนิด/แทกซา เป็นราในชั้นแอสโคไมซีตัส 43 ชนิด/แทกซา เป็นอะนามอร์ฟ 34 ชนิด/แทกซา และเป็นราในเบสิดิโอไมยคอตตา 1 ชนิด โดยราที่พบบ่อยที่สุด คือ *Periconia prolifica* (ร้อยละ 28.0) ตามด้วย *Eutypa bathurstensis* like (ร้อยละ 8.75) *Hydea pygmea* (ร้อยละ 7.75)

คำสำคัญ : ราทะเล ป่าชายเลน ประแสร์ เศษไม้

ABSTRACT

Diversity of fungi from driftwood in Prasae Rivermouth area; Rayong Province, revealed 78 species/taxa: 43 Ascomycetes, 34 anamorphic fungi and 1 Basidiomycota. *Periconia prolifica* was recorded at the highest frequency of occurrence (28.0%) followed with *Eutypa bathurstensis* like (8.75%) and *Hydea pygmea* (7.75%).

Keywords: Marine fungi, Mangrove, Prasae, Driftwood

1. บทนำ

ราทะเลแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก คือ obligate marine fungi เป็นราทะเลที่แท้จริง สามารถเจริญและสร้างสปอร์ในน้ำทะเล และบริเวณปากแม่น้ำหรือน้ำกร่อย ส่วนอีกกลุ่ม คือ facultative marine fungi เป็นราทะเลที่สามารถเจริญในน้ำทะเลและอาจสร้างสปอร์ในน้ำทะเลและน้ำกร่อย [1] มีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของราทะเลบนไม้ เช่น ชนิดของไม้ ความเค็ม บริเวณที่พบ [2] ราทะเลมักเจริญได้ดีในแถบเขตร้อนมากกว่าเขตอบอุ่น และเจริญได้ดีบริเวณผิวน้ำมากกว่าบริเวณทะเลลึกซึ่งมีปริมาณออกซิเจนจำกัด และมีอุณหภูมิต่ำ [3]

ป่าชายเลนและเขตน้ำกร่อยเป็นระบบนิเวศที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์หลายชนิด รวมทั้งเป็นแหล่งที่อยู่ของราทะเลด้วย ราทะเลอาศัยส่วนต่างๆ ของพืชที่ขึ้นแถบป่าชายเลนเป็นสับสตรทในการเจริญ เช่น รากพืช เนื้อไม้ เศษไม้ ใบไม้ รวมถึงหญ้าทะเล สาหร่ายทะเล ดิน ปะการัง สัตว์กระดองแห้ง หรือส่วนหุ้มเปลือกแข็งของสัตว์ [3] ทำให้ป่าชายเลนและบริเวณน้ำกร่อยเป็นแหล่งที่พบราทะเลได้มาก มี

รายงานการศึกษาราทะเลบนไม้และเศษไม้จำนวนมาก เนื่องจากสามารถพบได้ง่าย โดยเฉพาะไม้ที่นำมาศึกษานั้นอาจลอยอยู่บริเวณน้ำขึ้นน้ำลง จมอยู่ในน้ำ หรือฝังตัวในหาดทราย [4]

ป่าชายเลนปากแม่น้ำประแสร์ เป็นสถานที่อนุรักษ์ป่าโกงกาง ใกล้กับที่ตั้งของเรือรบหลวงประแสร์ บริเวณปากแม่น้ำประแสร์ยังคงสภาพธรรมชาติได้มาก มีความสวยงามและมีลักษณะพื้นที่หลายรูปแบบ ทั้งป่าชายเลน หาดทราย และหาดโคลน นอกจากนี้ยังมีต้นโกงกางอยู่เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันมีประชาชนเข้ามาท่องเที่ยวในบริเวณนี้มากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้ระบบนิเวศราทะเลในอนาคตเปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานถึงการสำรวจราทะเลในบริเวณนี้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดราทะเลบนเศษไม้บริเวณป่าชายเลน ปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง เป็นฐานข้อมูลและเป็นเครื่องมือประเมินหรือติดตามการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพของราทะเลบริเวณนี้ในอนาคต และเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์ราที่มีประโยชน์ในสภาพธรรมชาติ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Alias et al. (1995) รายงานราทะเลที่เจริญบนไม้ในป่าชายเลน แถบเขตศูนย์สูตรและใกล้เขตศูนย์สูตร ประเทศมาเลเซีย พบราทะเลมีจำนวนมากกว่า 100 ชนิด โดยปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ของการพบรานั้นมีหลายชนิด เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาการได้รับแสง ชนิดของไม้ และตำแหน่งของป่าชายเลน [5]

Prasannaria and Sridhar (2001) ศึกษาความหลากหลายของราทะเลในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ตามแนวชายฝั่งตะวันตกของอินเดีย โดยเก็บตัวอย่างไม้ทั้งหมด 3,327 ชิ้น จาก 13 แหล่งตัวอย่าง พบรา 88 สายพันธุ์ ราที่พบได้บ่อยมี 5 ชนิด ซึ่งพบได้มากกว่า 10% [6]

Sakayaroj et al. (2004) รวบรวมราทะเลที่พบในประเทศไทย 147 สายพันธุ์ พบเป็นราในกลุ่มแอสโคไมโคตา 118 ชนิด เบสิดิโอไมโคตา 3 ชนิด ราที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ 26 ชนิด คิดเป็น 29% ของข้อมูลสายพันธุ์ราทะเลที่มีรายงานไว้ทั่วโลก ราที่มีการศึกษามากในประเทศไทยเป็นราในกลุ่มแอสโคไมโคตา [7]

Dethoup and Manoch (2009) ศึกษาความหลากหลายของราทะเลบนกิ่งไม้ในภาคตะวันออกของประเทศไทยโดยทำการเก็บตัวอย่าง 6 แหล่ง คือ ชายหาดจันทบุรี ชายหาดศรีราชา ชายหาดบางเสร่ ชายหาดสัตหีบ หาดทรายแก้ว และหาดแม่พิมพ์ พบราทะเลทั้งหมด 31 ชนิด ซึ่งราทะเลที่พบทั้ง 6 แหล่งเก็บตั้งอย่างคือ *Dactylospora haliotrepha*, *Halosphaeria quadricornuta*, *Lulworthia grandispora*, *Torpedospora radiata* และ *Verruculina enalia* [8]

3. วิธีการวิจัย

1. แหล่งเก็บตัวอย่างและรายละเอียดของแหล่งที่เก็บตัวอย่าง

แหล่งตัวอย่างที่ศึกษา เป็นบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำประแสร์ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง จุดเก็บตัวอย่างอยู่ใกล้กับเรือรบประแสร์ (12°41'46.7"N 101°42'23.8"E) ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของสถานที่เก็บตัวอย่าง เป็นสภาพของป่าชายเลนปากแม่น้ำ มีน้ำท่วมขัง สภาพดินโคลนปนทราย พืชที่พบส่วนใหญ่เป็นต้นโกงกาง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของแหล่งเก็บตัวอย่าง

2. ตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นเศษไม้ โดยเลือกเก็บตัวอย่างที่จมน้ำหรือเขตที่น้ำท่วมถึง 2 ครั้งคือในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 และ มกราคม พ.ศ. 2558 จำนวน 400 ตัวอย่าง ก่อนเก็บตัวอย่าง สังเกตสีของน้ำ วัดความเค็ม ความเป็นกรดด่าง และอุณหภูมิของน้ำในแหล่งตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกกลับมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ ล้างตัวอย่างด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดโคลนและอินทรีย์สารต่างๆ ที่ติดมา จากนั้นผึ่งจนหมดแล้วเปลี่ยนใส่ถุงพลาสติกสะอาดและปิดสนิท รองด้วยกระดาษเพื่อซับน้ำส่วนเกิน พรมน้ำทะเลเป็นระยะเพื่อไม่ให้ไม้แห้ง บ่มที่อุณหภูมิ 25°C - 28 °C เป็นระยะเวลา 1 เดือน

3. การศึกษาและจัดจำแนกสายพันธุ์ราทะเล

นำไม้มาตรวจสอบชนิดของราที่เจริญและทำการจัดจำแนกสายพันธุ์รา โดยดูจากลักษณะของฟรูตบอดี แอสคัส แอสโคสปอร์ และ/หรือพิกนิตีเย โคนิตีเย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ และกล้องจุลทรรศน์ชนิดคอมพาวด์ ถ่ายรูปและบันทึกข้อมูลของราแต่ละสายพันธุ์ที่พบอย่างละเอียดเพื่อจัดจำแนกชนิดของราที่พบ [3] ร่วมกับวารสารทางราวิทยาอื่นๆ

4. การคำนวณค่าความถี่ของการพบราทะเลแต่ละชนิด

ร้อยละของความถี่ของการพบราทะเลแต่ละชนิด คำนวณได้จากสูตร

$$\left(\frac{\text{จำนวนตัวอย่างไม้ที่พบรา}}{\text{จำนวนตัวอย่างไม้ทั้งหมด}} \right) \times 100 \quad (1)$$

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยแบ่งราที่พบเป็น 4 กลุ่ม ตามความถี่ของการพบ ราที่พบมีความถี่สูงสุด คือ ความถี่ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป จัดเป็นราที่พบบ่อยมาก ราที่พบความถี่ตั้งแต่ร้อยละ 30 ขึ้นไป จัดเป็นราที่พบบ่อย ความถี่ร้อยละ 10 ขึ้นไป จัดเป็นราที่พบได้ปานกลาง และราที่พบได้น้อยเป็นราที่พบความถี่ต่ำกว่าร้อยละ 10

4. ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแหล่งเก็บตัวอย่าง

จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพ อุณหภูมิของน้ำ สีของน้ำ รวมทั้งวัดความเค็ม ความเป็นกรดต่าง

ของน้ำในแหล่งตัวอย่างทั้ง 2 ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง พบว่าลักษณะทางกายภาพไม่แตกต่างกันมาก สีของน้ำปกติ ค่าความเค็มของน้ำทะเลอยู่ที่ 30-32 ส่วนในพันส่วน (30-32 ppt) ค่าความเป็นกรดต่างและอุณหภูมิของน้ำทั้ง 2 ช่วงเวลาที่เก็บเท่ากับ 7 และ 30 °C

2. ความหลากหลายของราทะเลที่พบ

จากการสำรวจราทะเลในบริเวณป่าชายเลนทั้งสองครั้ง พบราทะเลทั้งหมด 78 ชนิด / taxa เป็นราแอสโคไมซีต 43 ชนิด อะนามอร์ฟ 34 ชนิด และเบสิดีโอไมซีต 1 ชนิด (ตารางที่ 1) ราที่พบความถี่สูงสุด 9 อันดับแรกพบความถี่ระหว่าง 28.0-2.0% แสดงใน ตารางที่ 2 ราที่พบได้บ่อยครั้งที่สุดคือ *Periconia prolifica* โดยพบได้บ่อยปานกลาง (28.0 %) ตามด้วย *Eutypa bathurstensis* like 2 (8.75 %) และ *Hydea pygmaea* (ร้อยละ 7.75) ราอื่นๆ มีโอกาสพบได้น้อย (<2%) ส่วนเบสิดีโอไมซีต *Halocyphina vilosa* พบน้อยมาก (0.75%) (ตารางที่ 1) พบว่าราอะนามอร์ฟส่วนหนึ่งไม่สามารถ จัดจำแนกได้ โดยที่ Unidentified 1, Unidentified 2, Unidentified 3 และ Unidentified 4 อาจเป็น new species

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากงานวิจัยนี้ ราที่พบมากเป็นกลุ่มราทะเลแอสโคไมซีต เนื่องจากพบได้ง่ายบนสับสเตรทในป่าชายเลน โดยเฉพาะบนไม้ สอดคล้องกับที่ Sakayaroj *et al.* (2004) เคยศึกษา นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ Dethoup และ Manoch (2009) รายงานราทะเลบนกิ่งไม้ในภาคตะวันออกของประเทศไทย นอกจากราทะเลเจอพบได้บนไม้ยังสามารถพบบนสับสเตรทอื่น เช่น สาหร่าย หญ้าทะเล หรือเป็นปรสิตของสัตว์ทะเล แม้ราแอสโคไมซีตจะเป็นราเด่น แต่ราที่พบได้บ่อยครั้งที่สุด *Periconia prolifica* ยังคงเป็นราในกลุ่มอะนามอร์ฟ ซึ่งเป็นราช่วงชีวิตที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของราแอสโคไมซีต ราที่มีรายงานเป็นราเด่นบนไม้ที่พบในป่าชายเลน ทั้งจากประเทศไทย และทั่วโลก

ข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้จากการศึกษานี้ เป็นเพียงข้อมูลเริ่มต้น เป็นฐานข้อมูลและเป็นเครื่องมือประเมินหรือติดตามการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพของราทะเลบริเวณนี้ในอนาคต เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์ราในสภาพธรรมชาติ ราจากป่าชายเลนที่พบในธรรมชาติที่สมบูรณ์ ยังมีรายงานว่า เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพใหม่ๆ หลากหลายชนิด [8] โดยเฉพาะอย่างยิ่งราที่พบว่าเป็นราชนิดใหม่ ที่ยังไม่มีผู้จัดจำแนกไว้ (unidentified) ซึ่งในงานวิจัยนี้พบหลายชนิด อย่างไรก็ตามการจะทราบแน่ชัดว่าเป็นราชนิดใหม่จริงหรือไม่ ยังต้องการการจัดจำแนกทางพันธุศาสตร์ในโอกาสต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอบคุณ คุณนันทิพัฒน์ สุริยะวงศ์ ผู้ช่วยวิจัย ที่ตั้งใจช่วยงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kohlmeyer, J. 1974. On the definition and taxonomy of higher marine fungi. *Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung, Bremerhaven, Germany*. Supplement 5, 263-286.
- [2] Jones, E.B.G. and Kuthubutheen, A.J. 1989. Malaysian mangrove fungi. *Sydowia*. 4,160-169.
- [3] Kohlmeyer, J. and Kohlmeyer, E. 1979. *Marine Mycology - The Higher Fungi*. Academic Press, New York.
- [4] Jones, E. B. G. 2000. Marine fungi: some factors influencing biodiversity. *Fungal Diversity*. 4, 53-73
- [5] Alias, S.A., Kuthubutheen, A.J. and Jones, E.B.G. (1995). Frequency of occurrence of fungi on wood in Malaysian mangroves. *Hydrobiologia*, 295, 97-106.
- [6] Prasannaria, K. and Sridhar, K. R. (2001). Diversity and abundance of higher marine fungi on

- woody substrates along the west coast of India. *Current Science*. 81, 304-311.
- [7] Sakayaroj, J., Jones, E.B.G., Chatmala, I. and Phongpaichit, S. (2004). Marine fungi. In E. B. G. Jones, M. Tanticharoen and K. D. Hyde (Eds.), Thai fungal diversity (pp 107-117). Bangkok: BIOTEC.

ตารางที่ 1 ความถี่ของราทะเลที่พบในป่าชายเลนปากแม่น้ำประแส อำเภอกะลา จังหวัดระยอง จากการเก็บตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 400 ตัวอย่าง

ชนิดของราที่พบ	จำนวนครั้งที่พบ	ความถี่ (ร้อยละ)
Basidiomycota		
<i>Halocyphina villosa</i>	3	0.75
Ascomycota		
<i>Acrocordiopsis patilii</i>	2	0.50
<i>Aigialus grandis</i>	3	0.75
<i>Aniptodera chesapeakeensis</i>	3	0.75
<i>Aniptodera longispora</i>	2	0.50
<i>Aniptodera mangrovei</i>	5	1.25
<i>Aniptodera</i> -like	3	0.75
<i>Aniptodera</i> -like1	4	1.00
<i>Aniptodera</i> -like2	1	0.25
<i>Ascocratera manglicola</i>	3	0.75
<i>Cryptovalsa mangrovei</i>	5	1.25
<i>Dactylospora haliotrepha</i>	7	1.75
<i>Dyfrlomtces marinospora</i>	6	1.50
<i>Dyfrlomycetes rhizophorae</i>	6	1.50
<i>Eutypa bathurstensis</i>	2	0.50
<i>Eutypq bathurstensis</i> like 1	4	1.00
<i>Eutypq bathurstensis</i> like 2	35	8.75
<i>Haloroselina oceanica</i>	2	0.50
<i>Kallichroma tethys</i>	4	1.00
<i>Kirschsteiniothelia maritime</i>	2	0.50
<i>Leptosphaeria australiensis</i>	2	0.50
<i>Leptosphaeria</i> -like	2	0.50
<i>Lignincola laevis</i>	3	0.75
<i>Lignincola tropica</i>	4	1.00
<i>Lulworthia grandispora</i>	21	5.25
<i>Lulworthia</i> sp.1	3	0.75
<i>Lulworthia</i> sp.2	6	1.50
<i>Marinosphaera mangrovei</i>	6	1.5
<i>Massarina thalassiae</i>	2	0.50

<i>Nais glistra</i>	2	0.50
---------------------	---	------

ตารางที่ 1 ความถี่ของราทะเลที่พบในป่าชายเลนปากแม่น้ำประแส อำเภอกแกลง จังหวัดระยอง จากการเก็บตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 400 ตัวอย่าง (ต่อ)

ชนิดของราที่พบ	จำนวนครั้งที่พบ	ความถี่ (ร้อยละ)
Ascomycota	รวม	
<i>Nemania maritima</i>	21	5.25
<i>Pedumispora rhizophorae</i>	3	0.75
<i>Phaeosphaeria oraemaris</i>	3	0.75
<i>Phomopsis</i> -like	6	1.50
<i>Quintaria lignatilis</i>	4	1.00
<i>Rimora mangrovei</i>	4	1.00
<i>Rhizophila marina</i>	5	1.25
<i>Saagaromyces ratnaginensis</i>	8	2.00
<i>Savoryella lignicola</i>	5	1.25
<i>Savoryella longispora</i>	1	0.25
<i>Trematosphaeria malaysiana</i>	2	0.50
<i>Verruculina enalia</i>	13	3.25
<i>Zopfiella marina</i>	1	0.25
Ascomycota 2	3	0.75
Anamorphic		
<i>Blodgettia confervoides</i>	9	2.25
<i>Cirrenalia fusca</i>	2	0.50
<i>Halenospora varia</i>	5	1.25
<i>Helicorhoidion nypicola</i>	3	0.75
<i>Hydea pygmea</i>	31	7.75
<i>Moromyces varius</i>	12	3.00
<i>Periconia prolifica</i>	112	28.00
<i>Phomopsis araucariae</i>	7	1.75
<i>Phomopsis</i> -like	7	1.75
<i>Trichocladium melhae</i>	6	1.50
Hyphomycetes 1-5	6	1.5
Coelomycete 1-12	27	6.75
Unidentified 1-7	12	3

ตารางที่ 2 ราทะเลที่พบด้วยความถี่สูงสุด 9 อันดับ ในป่าชายเลนปากแม่น้ำประแสร์ อำเภอกะลา จังหวัดระยอง
จำนวนทั้งหมด 400 ตัวอย่าง

ชนิดของราที่พบ	ความถี่ (ร้อยละ)	
<i>Periconia prolifica</i>	28.0	ปานกลาง
<i>Eutypa bathurstensis-like 2</i>	8.75	น้อย
<i>Hydea pygmea</i>	7.75	น้อย
<i>Lulworthia grandispora</i>	5.25	น้อย
<i>Nemania maritima</i>	5.25	น้อย
<i>Verruculina enalia</i>	3.25	น้อย
<i>Moromyces varius</i>	3.00	น้อย
<i>Blodgettia confervoides</i>	2.25	น้อย
<i>Saagaromyces ratnaginensis</i>	2.0	น้อย

ชนิดและปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินสอสี

THE TYPES AND QUANTITIES OF HEAVY METALS CONTAMINATED IN CRAYONS

วิกรม จันทะเนาวิ พัฒนา อนุรักษ์พงษ์ศธร
WikromChanthanao, PatanaAnurakpongsatorn

ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Email: wikrom_ch@hotmail.com

บทคัดย่อ

จากการศึกษาชนิดและปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในส่วนต่างๆของดินสอสี ที่ซื้อตามร้านสะดวกซื้อ จำนวน 7 ยี่ห้อ 84 ตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ได้แยกองค์ประกอบของดินสอสีออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นผิวดินสอ และส่วนที่เป็นไส้ดินสอ จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 7 ชนิด ได้แก่ โครเมียม สารหนู ซีลีเนียม แคดเมียม พลวง แบเรียม และ ตะกั่ว โดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma -Mass Spectrometer (ICP-MS) พบว่ามีปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินสอสี คือ โครเมียม มีค่าอยู่ระหว่าง 2.04-40.39มก./กก.สารหนู มีค่าอยู่ระหว่าง 0.24-6.22มก./กก. ซีลีเนียม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.15-1.40มก./กก แคดเมียม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-1.19 มก./กก. พลวง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01- 0.25มก./กก. แบเรียม มีค่าอยู่ระหว่าง 64.02-2846.24 มก./กก. และ ตะกั่วมีค่าอยู่ระหว่าง 0.29-13.81มก./กก. จากผลการทดลอง แบเรียม มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ [3]ร้อยละ 32 โครเมียม และ ตะกั่ว มีค่าค่อนข้างสูง แต่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ จากข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินสอสีไปเป็นข้อมูลในเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการสัมผัสสารโลหะหนักได้

คำสำคัญ: การปนเปื้อน, ดินสอสี, โลหะหนัก

ABSTRACT

The types and quantities of heavy metals contaminated of crayons purchased from convenience stores were 7 brands 84 samples. In this study, crayons were separated into two parts, skin and lead. Determined of heavy metals: chromium, arsenic, selenium, cadmium, antimony, barium and lead, using Inductively Coupled Plasma -Mass Spectrometry (ICP-MS). It was found that the heavy metals contamination in crayons were chromium ranged 2.04 to 40.39mg/kg for arsenic 0.24 to 6.22mg/kg for selenium 0.15 to 1.40 mg/kg for cadmium 0.01 to 1.19mg/kg for antimony 0.01 to 0.25 mg/kg for barium 64.02-2846.24 mg/kg and lead 0.29-13.81 mg/kg. The samples with barium higher than standard value were 32 percentages from the total. Chromium and lead were relatively high, but still within standard value. Data from this can be further used in the analysis of the risk of exposure to heavy metals.

Keywords: Contaminated, Crayons, Heavy metals

บทนำ

ปัจจุบันนี้ มีผลิตภัณฑ์ของเล่นสำหรับเด็กหลายชนิดที่มีสารเคมีอันตรายที่เป็นพิษต่อร่างกายและ พัฒนาการทางด้านสติปัญญา สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(สมอ.)ได้กำหนดค่ามาตรฐานสำหรับ สารเคมีที่ผสมในของเล่นเด็ก อันตรายต่อสุขภาพไว้ เล่นเด็กบางชนิดมีการ ผลิตแบบไม่ได้มาตรฐาน ตรวจสอบคุณภาพก่อนออก อันตรายต่อสุขภาพของเด็กทั้งทางด้านร่างกายและ พัฒนาการทางด้านต่างๆ โดยเฉพาะโลหะหนัก โลหะหนักส่วนใหญ่ จะเป็นส่วนประกอบของสี สารเคลือบเงาและใช้เป็นวัสดุที่ผลิตของเล่น[1]

ชนิดของสารโลหะ หนัก	ปริมาณที่กำหนด มก./กก.
พลวง	60

ในระดับที่คาดว่าไม่เป็น อย่างไรก็ตาม พบว่า ของ ลักลอบนำเข้า หรือมีการ ตามที่กำหนด ไม่ผ่านการ ว่างจำหน่าย ทำให้ส่งผล

ในการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในส่วนต่างๆ ของดินสอสี ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญเนื่องจาก ดินสอสี เป็นอุปกรณ์ในการเสริมสร้างทักษะการขีดเขียน และ จิตนาการของเด็ก แต่ถ้าดินสอสีที่ใช้ ไม่ได้มาตรฐาน หรือมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของเด็กได้ไม่มากนักน้อยทั้งในระยะสั้น และ ระยะยาว ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัส โลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินสอสี ในเด็กได้ต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โลหะหนักจัดว่าเป็นสารพิษต่อสิ่งมีชีวิต ไม่สลายตัวด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ สามารถสะสมได้ในทั้ง ดิน น้ำ และสิ่งมีชีวิต การได้สัมผัสและรับสารโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย จะส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆของร่างกายเช่น มีพิษต่อผิวหนัง ระบบสมอง ระบบประสาท และกล้ามเนื้อ และ โลหะหนักบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น สารหนู โครเมียม แมงกานีส เป็นต้น โลหะหนักเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะส่งผลกระทบต่ออวัยวะต่างๆของร่างกายได้ เช่น ตะกั่ว จะส่งผล ต่อระบบประสาทส่วนกลางและส่วนปลาย ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ มึนงง ทำให้เกิดกรวยไตอักเสบ แคดเมียม ส่งผลต่อ ตับ ไต ระบบประสาท กระดูก ทำให้ปวดกระดูก และไตวายได้ สารหนู ส่งผลต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบผิวหนัง ระบบเลือด นอกจากนี้ยังพบว่า สารหนูอนินทรีย์ยังเป็นสารก่อมะเร็งอีกด้วย[2]

ดินสอสี เป็นเครื่องเขียนที่ใช้ในการระบาย หรือวาด ช่วยในการเสริมสร้างจินตนาการของเด็ก ส่วนประกอบของดินสอสีสามารถแบ่งได้ 2ส่วนคือ ส่วนผิวด้านนอกและไส้ดินสอสีด้านใน ในการผลิตดินสอสีจะทำการเติมผงสีในส่วนประกอบเพื่อทำให้ได้ไส้ดินสอสีที่มีสีแตกต่างกัน ตามความต้องการของผู้ผลิต และส่วนของผิวด้าน นอกของดินสอสีแต่ละแท่งจะทำการทาสีให้ตรงกับไส้ดินสอสีที่อยู่ภายใน

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3481(พ.ศ. 2549) เรื่องการแก้ไขมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินสอสี(แก้ไขครั้งที่ 1) ว่าด้วยเรื่องสารเป็นพิษ วัสดุที่ใช้เคลือบผิวดินสอสีและไส้ดินสอ ต้องปราศจากสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยเมื่อทดสอบ ปริมาณโลหะหนัก ตาม ISO 8124-3 Safety of toys part3: migration of certain elements โดยปริมาณสารโลหะหนักที่สกัดได้ต้องไม่เกินตามที่กำหนดดังใน ตารางที่1

ตารางที่ 1มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินสอสี

สารหนู	25
แบเรียม	1000
แคดเมียม	75
โครเมียม	60
ตะกั่ว	90
ซิลิเนียม	500

ที่มา: กระทรวงอุตสาหกรรม (2549)[3]

จากรายงานของสำนักระบาด กรมควบคุมโรค สถานการณ์การสัมผัสพิษสารตะกั่วในเด็กไทย มักเกิดจากการกินอาหารที่ปนเปื้อนตะกั่ว จากของเล่นเด็กต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กอายุระหว่าง 1-6 ปี มีพฤติกรรมการกินหรือหยิบของเข้าปาก ส่วนการหายใจรับไอตะกั่วพบได้น้อย สารตะกั่วก่อผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะการมีผลกระทบต่อความเจริญเติบโตของระดับสติปัญญาและการพัฒนาด้านสมองของเด็ก พบว่าถ้าระดับตะกั่วในเลือดเพิ่มขึ้น 10 ไมโครกรัม/เดซิลิตร มีผลให้คะแนนระดับสติปัญญาลดลง 2-3 จุด [4]

มีการศึกษาในประเทศไนจีเรียถึงการปนเปื้อนโลหะหนักในของเล่นที่ทำจากพลาสติกโดยทำการศึกษาของเล่นจำนวน 51 ตัวอย่าง ที่ผลิตจากประเทศต่างๆ เช่น จีน สหรัฐอเมริกา เวียดนาม โรมาเนีย และประเทศสหราชอาณาจักร โดยได้ทำการวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของ ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และ นิกเกิล พบว่า มีการปนเปื้อนของตะกั่ว อยู่ในช่วง 28.5-12600 มก./กก. แคดเมียม อยู่ในช่วง 0.15-9.55 มก./กก. โครเมียม อยู่ในช่วง 1.30-394.50 มก./กก. และ นิกเกิล อยู่ในช่วง 5.9-1911 มก./กก. ตามลำดับ[5]

ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสารโลหะหนักที่มีการปนเปื้อนในสีที่ซื้อจากร้านค้าทั่วไป โดยแบ่งเป็นสีที่ใช้ในการวาดภาพ จำนวน 54 ตัวอย่าง และ สีทาหน้า 12 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์หาสารโลหะหนักจำนวน 8 ชนิด คือ ตะกั่ว แคดเมียม โคบอล โครเมียม นิกเกิล แมงกานีส ทองแดง และ สังกะสี โดยใช้เครื่อง Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer(GFAAS)และเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS)ได้ผลการวิเคราะห์เฉลี่ยดังต่อไปนี้ 1.98, 0.30, 1.47, 9.40, 3.10, 718.0, 1458.0 และ 3478.0 ไมโครกรัมต่อกรัมตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย[6]

วิธีการวิจัย

สถานที่เก็บตัวอย่าง

สำรวจร้านสะดวกซื้อในเขต พื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี และเก็บตัวอย่างดินสอสีจากร้านสะดวกซื้อ จากนั้นนำมาตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณโลหะหนัก

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำดินสอสีที่ซื้อจากร้านสะดวกซื้อทั้งหมด 7 ยี่ห้อจำนวน 84 ตัวอย่าง ไปวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของโลหะหนัก โดยในการตรวจวิเคราะห์ จะแบ่งตัวอย่างออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นสีเคลือบภายนอก กับส่วนที่เป็นไส้ดินสอสีตามภาพที่ 1 จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดินสอสีตัวอย่างละ 3 ซ้ำตามวิธีการวิเคราะห์ซึ่งมีขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นที่1นำดินสอสีที่ซื้อจากร้านสะดวกซื้อ มาขูดส่วนที่เป็นสีเคลือบภายนอกออกให้หมด หลังจาก
ที่ขูดสีเคลือบออกหมด ผ่าเอาไส้ดินสอสี นำไปบดให้ละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น 24
ชั่วโมง

ขั้นที่ 2นำตัวอย่างที่ได้ มาชั่งด้วยเครื่องชั่ง4 ตำแหน่ง0.4-0.5 กรัม ใส่ในปิ๊กเกอร์ ขนาด100 มิลลิตร

ขั้นที่ 3นำตัวอย่างในขั้นตอนที่ 2 เติม กรดไนตริก 4 มิลลิตร และ กรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
1มิลลิตร นำไปย่อยบนแผ่นให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที

ขั้นที่ 4นำตัวอย่างดินสอสีจากขั้นตอนที่3 ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเติมน้ำปราศจากไอออน
10 มิลลิตร นำไปกรองแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิตร

ขั้นที่ 5นำตัวอย่างที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma
-Mass Spectrometry (ICP-MS)เพื่อหาปริมาณสารโลหะหนักปนเปื้อนดินสอสี[6]



ภาพที่1ส่วนต่างๆ ของดินสอสี

ผลการวิจัย

การศึกษาตัวอย่างดินสอสีโดยการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของโลหะหนักที่ปนเปื้อน โดยศึกษาส่วนที่เป็น
ผิวด้านนอก และส่วนที่เป็นไส้ดินสอ ชนิดและปริมาณโลหะหนักที่ผิวดินสอสีมีความเข้มข้น แตกต่างกันขึ้นอยู่กับ
ชนิด ยี่ห้อ ตามตารางที่ 2

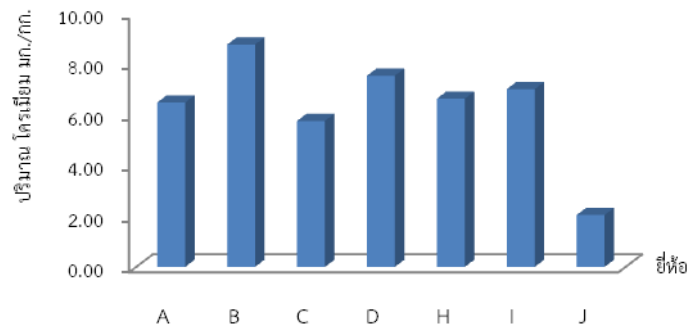
ตารางที่2 ชนิด/ปริมาณโลหะหนักที่ผิวดินสอสีแต่ละยี่ห้อ จำนวน 84 ตัวอย่าง

ยี่ห้อ	ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./กก.)						
	โครเมียม	สารหนู	ซิลิเนียม	แคดเมียม	พลวง	แบเรียม	ตะกั่ว
A	6.49	1.29	0.98	<LoD*	0.13	1329.27	1.22
B	8.77	0.24	1.40	0.43	0.21	1161.94	0.29
C	5.76	0.62	0.32	ND*	0.08	64.02	0.60
D	7.54	0.91	0.41	<LoD*	0.25	2846.24	0.70
H	6.64	0.29	0.26	0.17	0.01	603.87	1.67

I	7.01	0.43	0.15	0.17	0.01	878.27	2.73
J	2.05	1.12	0.51	0.19	<LoD*	2638.07	4.94
Ref.**	60	25	500	75	60	1000	90

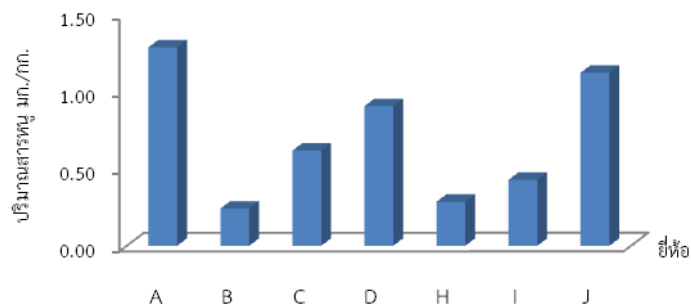
*LoD(Limit of Detection); Cd =0.01 มก./กก. :Sb =0.01 มก./กก.

**มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินสอสี[3]



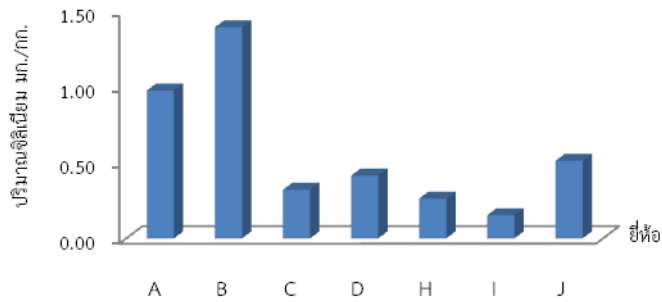
ภาพที่ 2 ปริมาณโครเมียมที่ผิวดินสอ

จากภาพที่ 2 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของโครเมียม ที่ผิวของดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 6.48 มก./กก. ยี่ห้อ B 8.76 มก./กก. ยี่ห้อ C 5.75 มก./กก. ยี่ห้อ D 7.54 มก./กก. ยี่ห้อ H 6.63 มก./กก. ยี่ห้อ I 7.01 มก./กก. และยี่ห้อ J 2.04 มก./กก.



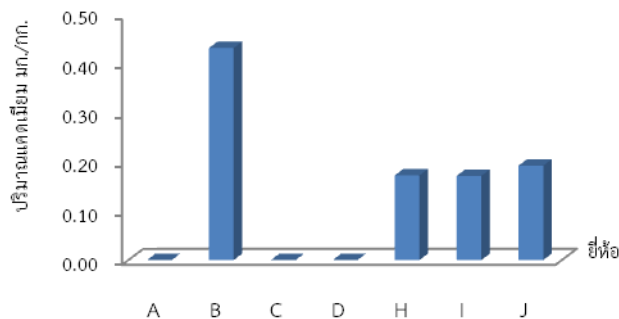
ภาพที่ 3 ปริมาณสารหนูที่ผิวดินสอ

จากภาพที่ 3 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของสารหนู ที่ผิวของดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 1.29 มก./กก. ยี่ห้อ B 0.24 มก./กก. ยี่ห้อ C 0.62 มก./กก. ยี่ห้อ D 0.91 มก./กก. ยี่ห้อ H 0.29 มก./กก. ยี่ห้อ I 0.43 มก./กก. และยี่ห้อ J 1.12 มก./กก.



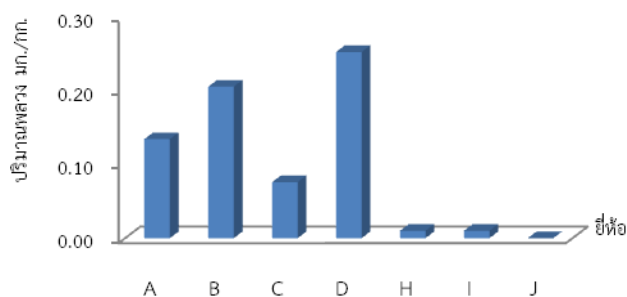
ภาพที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนที่ผิวดินสอ

จากภาพที่ 4 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของไนโตรเจน ที่ผิวดินของดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 0.98 มก./กก. ยี่ห้อ B 1.40 มก./กก. ยี่ห้อ C 0.32 มก./กก. ยี่ห้อ D 0.41 มก./กก. ยี่ห้อ H 0.26 มก./กก. ยี่ห้อ I 0.15 มก./กก. และยี่ห้อ J 0.51 มก./กก.



ภาพที่ 5 ปริมาณแคดเมียมที่ผิวดินสอ

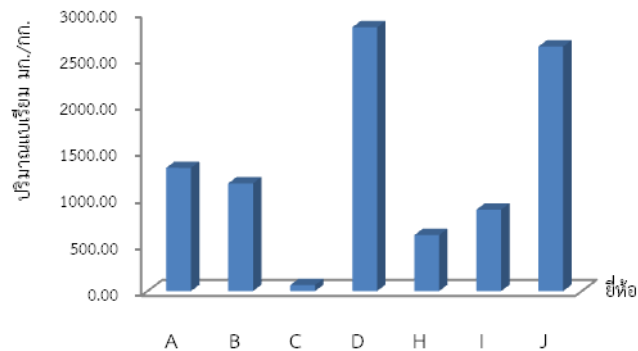
จากภาพที่ 5 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียม ที่ผิวดินของดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ B 0.43 มก./กก. ยี่ห้อ H 0.17 มก./กก. ยี่ห้อ I 0.17 มก./กก. และยี่ห้อ J 0.19 มก./กก. และในส่วนของยี่ห้อ A, C และ D มีปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมที่ปนเปื้อนที่ผิวดินสอสี น้อยกว่าความเข้มข้นต่ำสุดของเครื่องมือที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ (LoD) คือน้อยกว่า 0.01 มก./กก.



ภาพที่ 6 ปริมาณพลวงที่ผิวดินสอ

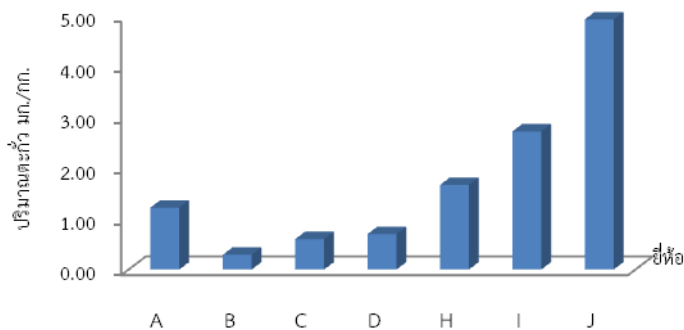
จากภาพที่ 6 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของพลวง ที่ผิวดินของดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 0.13 มก./กก. ยี่ห้อ B 0.21 มก./กก. ยี่ห้อ C 0.08 มก./กก. ยี่ห้อ D 0.25 มก./กก. ยี่ห้อ H 0.01 มก./กก. ยี่ห้อ I 0.01 มก./กก. และ

ยี่ห้อ J มีปริมาณความเข้มข้นของพลวงที่ปนเปื้อนที่ผิวดินสอสี น้อยกว่าความเข้มข้นต่ำสุดของเครื่องมือที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้(LoD) คือน้อยกว่า 0.01 มก./กก.



ภาพที่ 7 ปริมาณแบเรียมที่ผิวดินสอ

จากภาพที่ 7 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของแบเรียม ที่ผิวของดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 1329.27 มก./กก. ยี่ห้อ B 1161.94 มก./กก. ยี่ห้อ C 64.02 มก./กก. ยี่ห้อ D 2846.24 มก./กก. ยี่ห้อ H 603.87 มก./กก. ยี่ห้อ I 878.27 มก./กก. และยี่ห้อ J 2638.07 มก./กก.



ภาพที่ 8 ปริมาณตะกั่วที่ผิวดินสอ

จากภาพที่ 8 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว ที่ผิวของดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 1.22 มก./กก. ยี่ห้อ B 0.29 มก./กก. ยี่ห้อ C 0.60 มก./กก. ยี่ห้อ D 0.70 มก./กก. ยี่ห้อ H 1.67 มก./กก. ยี่ห้อ I 2.73 มก./กก. และยี่ห้อ J 4.94 มก./กก.

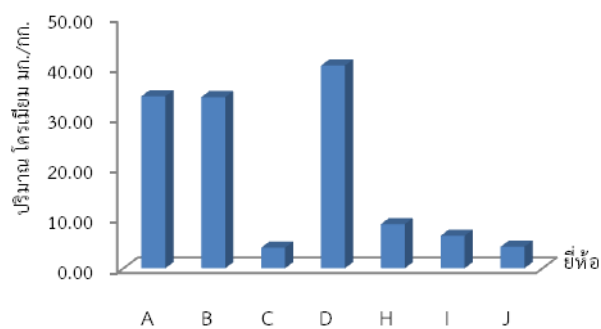
ตารางที่ 3 ชนิด/ปริมาณโลหะหนักในไส้ดินสอสีแต่ละยี่ห้อ จำนวน 84 ตัวอย่าง

ยี่ห้อ	ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./กก.)						
	โครเมียม	สารหนู	ซิลิเนียม	แคดเมียม	พลวง	แบเรียม	ตะกั่ว
A	34.28	0.85	1.40	<LoD*	<LoD*	2695.58	9.39
B	34.11	0.33	0.99	<LoD*	<LoD*	217.96	2.40
C	4.11	0.13	0.20	<LoD*	0.02	101.59	0.47

D	40.39	0.72	0.99	<LoD*	0.04	521.31	4.45
H	8.80	6.22	0.34	1.20	<LoD*	1031.87	3.00
I	6.49	0.34	1.03	0.09	<LoD*	16.57	6.11
J	4.30	0.80	0.68	0.09	<LoD*	193.87	13.81
Ref.**	60	25	500	75	60	1000	90

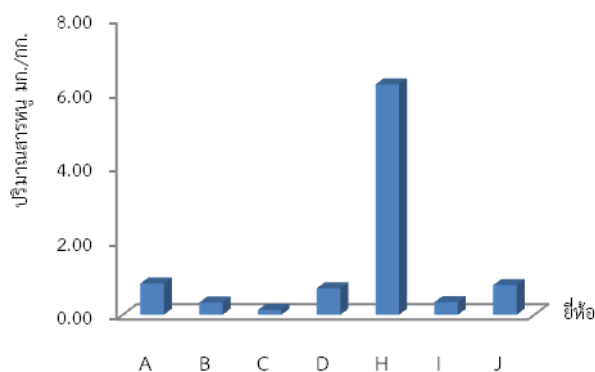
*LoD (Limit of Detection); Cd =0.01 มก./กก. :Sb =0.01 มก./กก.

**มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินสอสี[3]



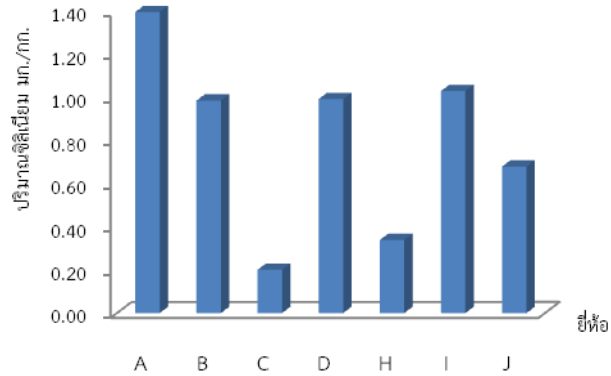
ภาพที่ 9 ปริมาณโครเมียมในไส้ดินสอ

จากภาพที่9 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของโครเมียม ในไส้ดินสอสีแต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 34.28 มก./กก.ยี่ห้อ B 34.11 มก./กก.ยี่ห้อ C 4.11 มก./กก.ยี่ห้อ D 40.39 มก./กก. ยี่ห้อ H 8.80มก./กก.ยี่ห้อ I 6.49 มก./กก.และยี่ห้อ J 4.30 มก./กก.



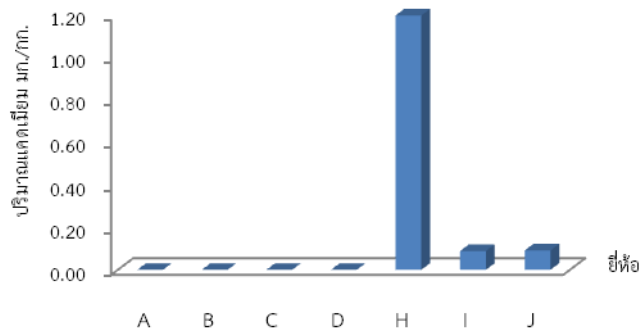
ภาพที่ 10 ปริมาณสารหนูในไส้ดินสอ

จากภาพที่10 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูในไส้ดินสอสี แต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 0.85 มก./กก. ยี่ห้อ B 0.33 มก./กก.ยี่ห้อ C 0.13 มก./กก.ยี่ห้อ D 0.72 มก./กก. ยี่ห้อ H 6.22มก./กก.ยี่ห้อ I 0.34มก./กก.และยี่ห้อ J 0.84 มก./กก.



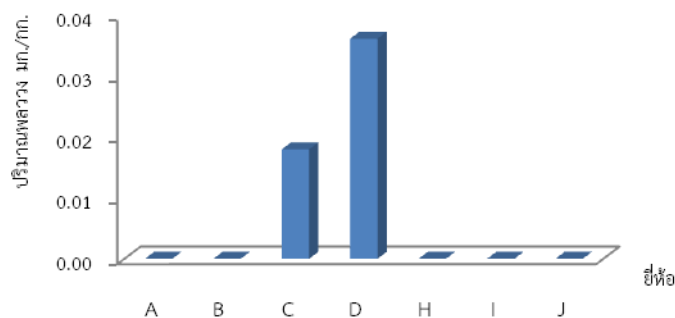
ภาพที่ 11 ปริมาณซิติเนียมในไส้ดินสอ

จากภาพที่ 11 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของซิติเนียมในไส้ดินสอสี แต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 1.40 มก./กก. ยี่ห้อ B 0.99 มก./กก. ยี่ห้อ C 0.20 มก./กก. ยี่ห้อ D 0.99 มก./กก. ยี่ห้อ H 0.34 มก./กก. ยี่ห้อ I 1.03 มก./กก. และ ยี่ห้อ J 0.68 มก./กก.



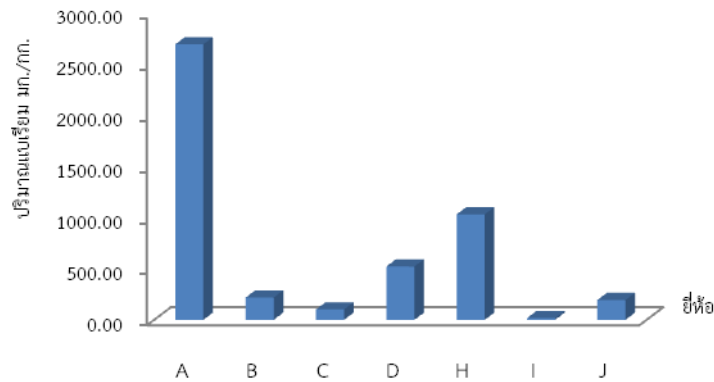
ภาพที่ 12 ปริมาณแคดเมียมในไส้ดินสอ

จากภาพที่ 12 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในไส้ดินสอสี แต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ H 1.20 มก./กก. ยี่ห้อ I 0.09 มก./กก. และยี่ห้อ J 0.09 มก./กก. ในส่วนของยี่ห้อ A, B, C และ D มีปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียม ที่ปนเปื้อนในไส้ดินสอสีน้อยกว่าความเข้มข้นต่ำสุดของเครื่องมือที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ (LoD) คือน้อยกว่า 0.01 มก./กก.



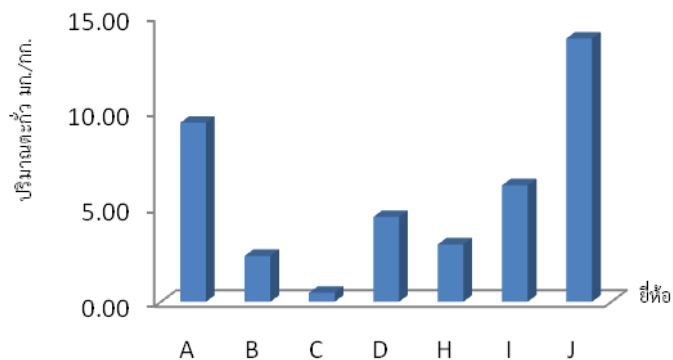
ภาพที่ 13 ปริมาณพลวงในไส้ดินสอ

จากภาพที่13 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของพลวงในไส้ดินสอสี แต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ C 0.02 มก./กก ยี่ห้อ D 0.04 มก./กก ในส่วนของยี่ห้อ A, B, H, และ J มีปริมาณความเข้มข้นของพลวงที่ปนเปื้อนในไส้ดินสอสี น้อยกว่าความเข้มข้นต่ำสุดของเครื่องมือที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้(LoD) คือน้อยกว่า0.01 มก./กก.



ภาพที่ 14 ปริมาณแบเรียมในไส้ดินสอ

จากภาพที่14 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของแบเรียม ในไส้ดินสอสี แต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 2695.58 มก./กก.ยี่ห้อ B 217.96 มก./กก.ยี่ห้อ C 101.59 มก./กก.ยี่ห้อ D 521.31 มก./กก. ยี่ห้อ H 1031.87 มก./กก.ยี่ห้อ I 16.57 มก./กก.และยี่ห้อ J 193.87 มก./กก.



ภาพที่ 15 ปริมาณตะกั่วในไส้ดินสอสี

จากภาพที่15 พบมีปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว ในไส้ดินสอสี แต่ละยี่ห้อเฉลี่ยดังนี้ ยี่ห้อ A 9.39 มก./กก. ยี่ห้อ B 2.40 มก./กก.ยี่ห้อ C 0.47 มก./กก.ยี่ห้อ D 4.45 มก./กก. ยี่ห้อ H 3.00 มก./กก.ยี่ห้อ I 6.11มก./กก.และยี่ห้อ J 13.81 มก./กก.

ตารางที่ 4 ชนิด/ปริมาณโลหะหนักในไส้และผิวดินสอสีแต่ละยี่ห้อ

บริเวณที่วิเคราะห์	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักที่ผิวและไส้ (มก./กก.)						
	โครเมียม	สารหนู	ซิลิเนียม	แคดเมียม	พลวง	แบเรียม	ตะกั่ว
ผิวดินสอ	6.32	0.70	0.58	0.24	0.10	1360.24	1.74
ไส้ดินสอ	18.92	1.34	0.80	0.46	0.01	682.68	5.66
**Ref.	60	25	500	75	60	1000	90

**มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินสอสี[3]

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การศึกษาชนิดและปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในส่วนต่างๆของดินสอสี ที่ซื้อตามร้านสะดวกซื้อ จำนวน 7 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 84ตัวอย่าง วิเคราะห์โลหะหนัก 7 ชนิด ได้แก่ โครเมียม สารหนู ซีรีเนียม แคดเมียม พลวง แบเรียม และ ตะกั่ว จะเห็นได้ว่า ปริมาณของโลหะหนักที่ปนเปื้อนที่ผิวและไส้ดินสอสี จะมีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักที่แตกต่างกัน (ตารางที่4) โดยเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมและมาตรฐานของ ASTM-F963-11[7](มาตรฐานของ ASTMและ มาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมีค่าการปนเปื้อนของโลหะหนักเท่ากัน) พบว่า มีปริมาณการปนเปื้อนของแบเรียม ที่ผิวของดินสอสีเท่ากับ 1360.24 มก./กก.ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยค่ามาตรฐานกำหนดไว้ที่ 1000 มก./กก.และคิดเป็น ร้อยละ 32 ของจำนวนตัวอย่างที่ทำการตรวจวิเคราะห์และพบว่า โครเมียม และ ตะกั่ว มีปริมาณการปนเปื้อน อยู่ค่อนข้างสูง แต่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อระยะยาวได้ จากการสังเกตดินสอสีที่ซื้อจากร้านสะดวกซื้อ ส่วนมาก ผลิตจากประเทศจีน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ว่าประเทศจีนเป็นแหล่งผลิตของเล่นเด็กที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยมีโรงงานกว่า 8,000โรง และมีแรงงานด้านนี้กว่า 3 ล้านคน [5] อาจจะเป็นสาเหตุให้ราคาที่ย่อมมีราคาถูก ลักษณะสีเคลือบของแท่งดินสอจะมีสีไม่สม่ำเสมอ และหลุดร่อนง่าย ในส่วนของไส้ดินสอเมื่อนำมาเขียนกับกระดาษสีจะไม่ติดกับกระดาษที่เท่าที่ควร ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสัมผัสโลหะหนัก ของผู้ที่ใช้งานดินสอสีได้ข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินสอสีไปเป็นข้อมูลในเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการสัมผัสสารโลหะหนักได้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยบางส่วนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นลินี ศรีพวง, มาลี พงษ์โสภณ, เพ็ญศรี อนันตกุลณณี, สมปอง ยวงสอาด, อารีพิศ พรหมรัตน์, สาธิต นามวิชา และ คมกฤษ เกิดจันทิก. **พิษและอันตรายต่อสุขภาพในของเล่นเด็ก**. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2552.
- [2] ฐิติมา แซ่ป้ง. **พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม**. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.
- [3] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องแก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินสอสี(แก้ไขครั้งที่1)ฉบับที่ 3481**. กระทรวงอุตสาหกรรม, 2549.
- [4] แสงโถม ศิริพานิช. **สถานการณ์การสัมผัสพิษสารตะกั่วในเด็กไทยปี พ.ศ.2529-2556**. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์, 2557, 45 หน้า 529-533.
- [5] Sindiku and Osibanjo. **Some priority heavy metals in children toy's imported to Nigeria**, Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences, 2011, p.p. 109-115.
- [6] Rebelo, Pinto, Silva. and Almeida. **Chemical safety of children's play paints: Focus on selected heavy metals**, Microchemical Journal, 2015, p.p 203–210.

[7] Al Kaufman. **Update on Changes to ASTM F963 - The U.S. Toy Safety Standard**, 2013.

สืบค้นจากhttp://www.toyassociation.org/app_themes/tia/pdfs/safety/tf13seminar/kaufman.pdf

การขจัดความขุ่นของตะกอนในน้ำมันล้างหมึกพิมพ์ด้วยสารรวมตะกอน
THE ELIMINATION TURBIDITY OF SEDEMENT'S INK WASH-UP BY COAGGULANT

นายปฏิพากย์ ปุ่ณอุตม¹ นางไพบูลย์ กลมกล่อม²
MR.PATIPAK PHUNUDOM¹, MISS PAIBOON KLOMKLOM²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

*patipak.p@mutk.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการรวมตะกอนสารปนเปื้อนของน้ำมันล้างหมึกพิมพ์ที่ผ่านการกรอง แปรผันชนิดและปริมาณของสารรวมตะกอน ทดสอบด้วยวิธีจาร์เทสต์ สารเคมีที่ใช้ทดสอบคือ โปแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 10% และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10% ผลการทดลองพบว่าในกระบวนการรวมตะกอนสารเคมีที่มีสภาวะที่เหมาะสมในการรวมตะกอนในน้ำมันล้างหมึกพิมพ์คือ โปแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 10% ปริมาณ 6 มิลลิลิตร มีประสิทธิภาพในการรวมตะกอนคือ ร้อยละ 61.8 และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 10% ปริมาณ 8 ml มีประสิทธิภาพในการรวมตะกอนมากที่สุด ร้อยละ 86.8

คำสำคัญ: ความขุ่น, การกรอง, สารรวมตะกอน, น้ำมันล้างหมึกพิมพ์

ABSTRACT

This research aims to study the efficacy of chemicals to reduce the amount of contaminants in oil by measuring the turbidity of the oil washes. The type and amount of flocculation, tests with Jar test. The chemical is Potassium aluminium sulphate and Poly aluminium chloride concentration, 10% for test the difference samples between 2-20 ml. The results showed that in the process of flocculation chemicals are the optimum conditions for flocculation in oil for clearing ink is Potassium aluminium sulphate with concentration of 10% volume is 6 ml and efficient flocculation the highest is 61.8 percentage. And Poly aluminium chloride concentration of 10% volume 8 ml the highest efficient flocculation is 86.8 percent.

Keywords: Turbidity, Filtration, Coagulation, Wash-up solution

1. บทนำ

ในการกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ของโรงพิมพ์ทั่วไปนั้น มีการใช้วัสดุหลายประเภทเพื่อผลิตสิ่งพิมพ์ให้มีคุณภาพตามความต้องการของผู้จ้างพิมพ์ การผลิตสิ่งพิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ที่แตกต่างกันอาจทำให้ใช้วัสดุทางการพิมพ์แตกต่างกันบ้าง แต่สิ่งที่ใช้เหมือนกันทุกระบบคือ หมึก เพราะหมึกพิมพ์เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดสีของภาพ ในหมึกพิมพ์เกือบทุกประเภทจะมีองค์ประกอบที่เหมือนกันคือสารให้สี ตัวพาและสารเติมแต่ง สารให้สีมี 2 ประเภทคือ ผงสีและสีย้อม ซึ่งหมึกพิมพ์ส่วนมากจะใช้ผงสีเป็นสารให้สี ในกระบวนการพิมพ์เมื่อพิมพ์สิ่งพิมพ์

เรียบร้อยแล้วต้องทำความสะอาดหน่วยพิมพ์ด้วยน้ำมันล้างหมึกเพื่อให้หน่วยพิมพ์มีความสะอาดสามารถพิมพ์งานพิมพ์อื่นต่อไปได้ หลังจากการใช้งานแล้วในน้ำมันล้างจะมีลักษณะขุ่นเพราะมีตะกอนหมึกพิมพ์ผสมอยู่ โรงพิมพ์ส่วนมากถือว่าน้ำมันล้างหมึกพิมพ์เป็นของเสียที่เกิดจากการใช้งานแล้วส่วนใหญ่จะนำไปทิ้งโดยไม่ผ่านการบำบัดซึ่งทำให้เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อม[1]

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความขุ่น คือ สมบัติทางออปติกของสารแขวนลอย(Suspension)ซึ่งทำให้แสงกระเจิงมากกว่าจะผ่านสารตัวอย่างนั้นสำหรับเม็ดของสารที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1/20 ของความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบแสงที่กระเจิงไปจะมีความเข้ม ความขุ่นเกิดจากการที่ในน้ำมีสารที่ไม่ละลายน้ำขนาดเล็กแขวนลอยซึ่งเป็นไปได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ดิน ทรายละเอียดมาก แพลงค์ตอน สารอินทรีย์ขนาดเล็ก หรือจุลินทรีย์ เป็นต้น ถ้าในน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยดังกล่าวอยู่ในปริมาณมากเมื่อแสงส่องมากระทบสารแขวนลอยนี้จะทำให้เกิดการหักเหของแสงกระเจิดกระจายไปทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น [2]

วิธีการตรวจวัดความขุ่นของน้ำจำแนกออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีแรกเป็นวิธีการตรวจวัดความขุ่นด้วยวิธีการเปรียบเทียบกับสายตา (Visual Method) เป็นวิธีที่วัดความขุ่นของน้ำโดยการให้แสงสีขาวส่องผ่านตัวอย่างน้ำแล้วเปรียบเทียบกับแสงซึ่งส่องผ่านสารละลายความขุ่นมาตรฐาน (Standard Suspension) วิธีนี้เป็นวิธีการวัดผลของแสงที่ผ่านออกมา (Transmission of Light) เครื่องมือวัดความขุ่นด้วยวิธีนี้ได้แก่ แจ็คสัน แคนเดิล เทอบิดิเตอร์(Jackson Candle Turbidimeter) และขวดมาตรฐาน (Standard Bottle) [3]

2.2 สารรวมตะกอน การรวมตะกอนทางเคมีจัดเป็นขบวนการสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยสารรวมตะกอนจะทำให้มีการเกาะกันเป็นกลุ่มใหญ่ของอนุภาคคอลลอยด์ ทำให้อัตราเร็วในการตกตะกอนเร็วยิ่งขึ้น สารเคมีที่นิยมใช้ได้แก่

2.2.1 Ammonium sulphateและ Potassium sulphate คือ เกลือเชิงซ้อนของสารประกอบที่มีธาตุอะลูมิเนียม และ ซัลเฟต เป็นส่วนประกอบหลัก หรือ รู้จักกันในนามว่าสารส้ม (alum) หรือ ผลึกเกลือ มีสูตรทางเคมีทั่วไปคือ $[M(III)(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ จำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือโพแทสเซียม อลัม(Potash alum, Potassium aluminium sulphate) มีสูตรทางเคมี $KAl_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$

2.2.2 โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ชื่อในภาษาอังกฤษว่า Poly Aluminium Chloride , PAC) เป็นเกลืออะลูมิเนียมที่มีสูตรเคมี คือ $[Al_n(OH)_mCl_{(6-n)}]_m$ ประเภทสารโพลีอนินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวโดยนิวเคลียสหลายตัว เช่น $(Al_6(OH)_{15})^{3+}$ สารโพลีอะลูมิเนียมดังกล่าวนี้มีความเป็นด่างสูงและประจุไฟฟ้าบวกมีคุณสมบัติจับตัวสูงและมีเสถียรภาพมาก ลักษณะทั่วไปของ PAC อาจอยู่ในรูปของสารละลายใสหรือขุ่นเล็กน้อย และอาจอยู่ในรูปของผงละเอียดสีขาว PAC ทำให้สารต่างๆ ที่แขวนลอยในน้ำจับตัวกันได้โดยตะกอนสกปรกในน้ำที่มีประจุเป็นลบ จะรวมตัวกับประจุไฟฟ้าบวกของ PAC ในทุกขนาดของอนุภาคตะกอน PAC มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ และมีหลายนิวเคลียสทำให้เกิดตะกอนหนัก จึงสามารถตกตะกอนได้อย่างรวดเร็ว

2.2.3 Ferric chloride ($FeCl_3$) ส่วนใหญ่นำมาใช้ในรูปของสารละลายเจือจาง โดยใช้เป็นสารช่วยจับตะกอน(flocculating agent) และสารรวมตะกอน(precipitating agent) ในระบบบำบัดน้ำ โดย $FeCl_3$ จะทำปฏิกิริยากับความเป็นด่างในน้ำเกิดเป็น $Fe(OH)_3$ ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดซับของแข็งที่มีขนาดเล็กและอนุภาคของคอลลอยด์ $FeCl_3$ มีประสิทธิภาพที่ดีโดยเฉพาะในการตกตะกอนสารโลหะหนัก และซัลไฟด์ นอกจากนี้ในกรณีของน้ำมันและสารโพลีเมอร์ที่ยากต่อการย่อยสลาย ก็สามารถถูกดูดซับบน $Fe(OH)_3$ ได้[4]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาญจนา ธนิกกุล [5] ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการบำบัดและการลดการใช้สารเคมีในกระบวนการสร้างและรวมตะกอนทางเคมี กรณีตัวอย่างโรงงานฟอกย้อมเส้นใยธรรมชาติใน จ.ราชบุรี พบว่า เมื่อแยกบำบัดน้ำเสียออกจากน้ำรวมทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นและสีมีค่าสูงขึ้นและค่าใช้จ่ายสารเคมีลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารส้ม สารโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ และแอนไอออนโพลีเมอร์ทำให้

ประสิทธิภาพในการบำบัดดีขึ้นและมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุดที่ pH 8.0 สภาวะที่เหมาะสมที่สุดทั้งในด้านประสิทธิภาพการบำบัดและค่าสารเคมี คือ ปริมาณสารส้ม 300 มก./ล. pH8.0 และแอนไอออนโพลิเมอร์ 0.15 มก./ล. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดมากที่สุดคือชนิดและความเข้มข้นของสารสร้างตะกอน

ราชิต สราทพันธ์ และ ตุลวิทย์ สถาปนจารุ [6] ได้ศึกษาการหาจุดเหมาะสมของกระบวนการตกและรวมตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของอุตสาหกรรมฟอซโฟอ้อม โดยสถิติวิธีการตอบสนองที่พื้นผิว ใช้สารรวมตะกอน 4 ชนิดคือ Ca(OH)_2 , CaCO_3 , FeCl_3 และ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ในปริมาณ 20 – 60 กรัมต่อลิตร ถูกนำมาทดสอบการตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์จากสี reactive black 5 (RB5) ที่ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทดสอบประสิทธิภาพของสารทั้ง 4 ชนิดในการบำบัดสีย้อม ค่า COD ความขุ่น และ ของแข็งละลายทั้งหมด (Total dissolved solids, TDS) จากการศึกษาพบว่า Ca(OH)_2 มีประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อม และ COD ได้สูงที่สุดที่ 98.15% และ 90.78% ตามลำดับ จากนั้นทำการศึกษาเพื่อหาจุดเหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียโดยใช้ Ca(OH)_2 ด้วยสถิติวิธีการตอบสนองที่พื้นผิว เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณสารรวมตะกอนที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อม RB5 จากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดคือ ใช้ Ca(OH)_2 ปริมาณ 41 กรัมต่อลิตร ที่ pH 10.5 มีค่าประสิทธิภาพในการบำบัดสี และ COD เท่ากับ 99.47 % และ 91.89 % ตามลำดับ

ศุภนุช ยงทรัพย์ และคณะ [7] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบกระบวนการกรองตรงระหว่างการแยกอนุภาคความขุ่นและการแยกอิมัลชันน้ำมันออกจากเฟสน้ำ พบว่า ถึงกรองทรายแบบกรองเร็วสามารถแยกอนุภาคความขุ่นได้ดีถึงร้อยละ 96.65 ในขณะที่สามารถแยกอิมัลชันของน้ำมันได้เพียงร้อยละ 45.52 เนื่องจากอนุภาคน้ำมันมีขนาดเล็กกว่าอนุภาคความขุ่นและมีเสถียรภาพสูงจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่ถังกรองด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอนเพื่อทำลายเสถียรภาพของอนุภาคน้ำมันก่อนเข้าสู่ถังกรองโดยพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารส้มประสิทธิภาพของถังกรองเพิ่มขึ้นเนื่องจากฟล็อกของสารส้มจับตัวกับอนุภาคน้ำมันและสะสมอยู่ด้านบนและภายในช่องว่างของชั้นกรองทำให้ความพรุนลดลงซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพการชนและการเกาะติดของอนุภาคภายในชั้นกรอง

3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการแยกกากตะกอนของน้ำมันล้างหมักพิมพ์ด้วยวิธีการกรองเพื่อแยกตะกอนผงสีจากน้ำมันล้างสีด้วยผ้าขาวบางซึ่งน้ำหนักของตะกอนที่ได้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมสารสร้างตะกอน ได้แก่ โพลแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$) โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ($\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{(6-n)})_m$ ความเข้มข้น 10% ปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาปัจจัยการจัดความขุ่นโดยใช้สารรวมตะกอน 2 ชนิด โดยวิธีจาร์เทสต์ กวนเร็ว 120 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที วัดความขุ่น และตั้งทิ้งไว้ 60 นาที เปรียบเทียบประสิทธิภาพการรวมตะกอนหลังตั้งทิ้งไว้ 60 นาที โดยมีอัตราส่วนของสารรวมตะกอน : ปริมาณของน้ำมันล้างหมักพิมพ์ ดังนี้ สารรวมตะกอนโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 มิลลิลิตร: น้ำมันล้างหมักพิมพ์ 150 มิลลิลิตร และสารละลายโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 มิลลิลิตร: น้ำมันล้างหมักพิมพ์ 150 มิลลิลิตร


ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการรวมตะกอนก่อนและหลังการใช้สารรวมตะกอน บันทึกผลการทดลอง

ผลการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณตะกอนน้ำมันล้างหมักพิมพ์

โดยการนำน้ำมันล้างหมึกพิมพ์ ปริมาณ 20 ลิตร กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปซึ่งตะกอนที่ได้ด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

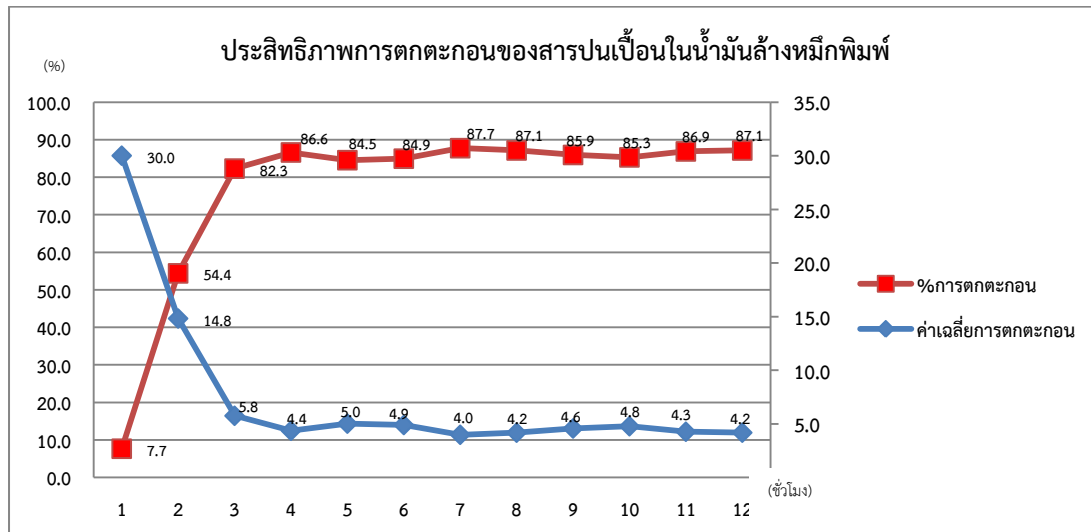
ตารางที่ 1 ปริมาณและลักษณะตะกอนของน้ำมันล้างหมึกพิมพ์

น้ำหนักตะกอน		ลักษณะตะกอน
ขณะเปียก	หลังตากระยะเวลา 12 ชั่วโมง	
7g.	5g.	 ผงสีเทาเข้ม

จากการศึกษาการกรองน้ำมันล้างหมึกพิมพ์ด้วยผ้าขาวบาง พบว่า น้ำมันล้างหมึกพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซตจำนวน 20 ลิตร มีตะกอนที่กรองได้มีลักษณะเป็นตะกอนผงสีเทาเข้ม เมื่อชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลพบว่าตะกอนของเสีย ขณะเปียกมีน้ำหนัก 7 กรัม และเมื่อนำไปตากแห้งในเวลา 12 ชั่วโมง เหลือน้ำหนัก 5 กรัม

2. การศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนของสารปนเปื้อนในน้ำมันล้างหมึกพิมพ์

การศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนของการใช้สารเคมีรวมตะกอนสารปนเปื้อนในน้ำมันล้างหมึกพิมพ์ โดยนำน้ำมันล้างหมึกพิมพ์ที่ผ่านการกรองด้วยผ้าขาวบางมาวัดความขุ่นภายในระยะเวลา 1-12 ชั่วโมง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความขุ่นที่เปลี่ยนแปลง ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 1

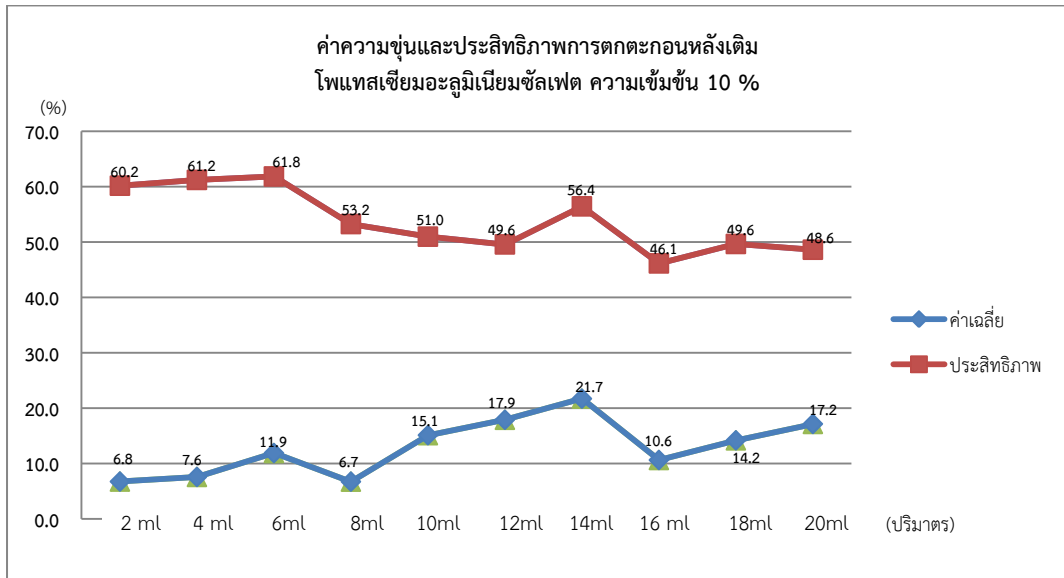


ภาพที่ 1 ค่าความขุ่นและประสิทธิภาพการตกตะกอนของน้ำมันล้างหมึกพิมพ์เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1- 12 ชั่วโมง

จากภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าความขุ่นของเสียหลังการกรองด้วยผ้าขาวบาง วัดความขุ่นพบว่าน้ำมันล้างหมึกพิมพ์มีค่าความขุ่นลดลงใน 1-3 ชั่วโมงแรกคือ 30.0, 14.8 และ 5.8 NTU ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการตกตะกอนของน้ำมันล้างหมึกพิมพ์ 1-3 ชั่วโมงแรกคิดเป็น 7.7%, 54.4% และ 80.3% ตามลำดับ หลังจากนั้นค่าความขุ่นมีการเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อย เมื่อครบ 12 ชั่วโมง มีค่าความขุ่น 4.2 NTU ประสิทธิภาพในการตกตะกอนคิดเป็น 87.1% เนื่องจากลักษณะของตะกอนที่ปนเปื้อนในน้ำมันล้างเป็นสารให้สีประเภทผงสี (pigment) ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายในตัวทำละลายใดยังคงมีอนุภาคขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำมันล้างทำให้ยังคงมีค่าความขุ่นอยู่

3. การศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนของสารปนเปื้อนในน้ำมันล้างหมักพิมพ์ด้วยสารรวมตะกอน

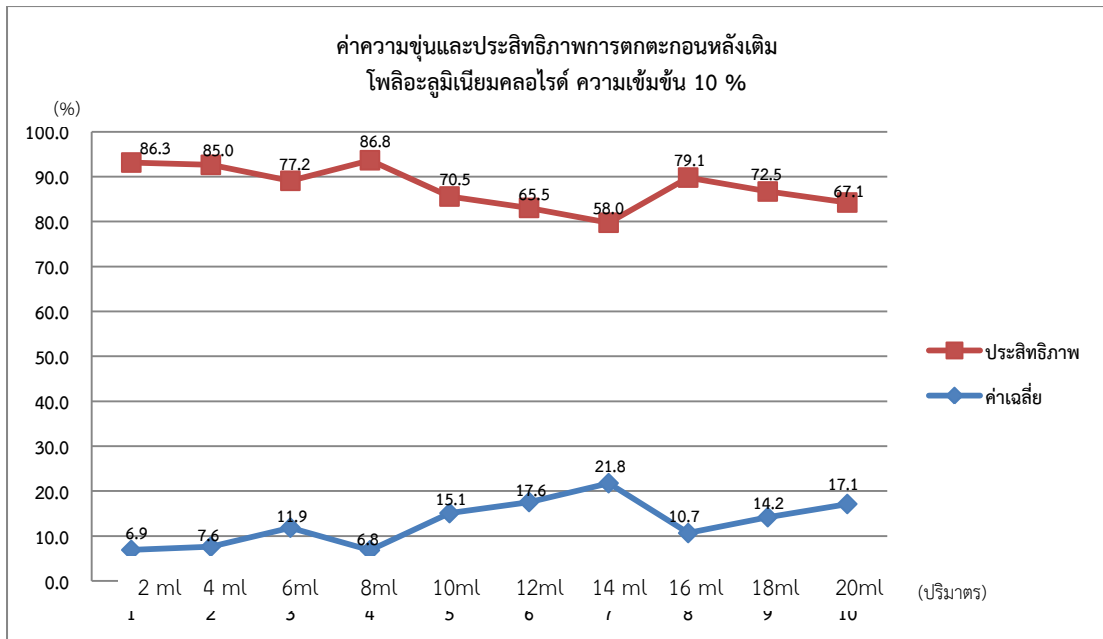
3.1 การศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนของสารปนเปื้อนในน้ำมันล้างหมักพิมพ์ด้วยสารรวมตะกอน ทำการทดลองด้วยวิธีจาร์เทสต์ โดยนำน้ำมันล้างหมักพิมพ์ที่ผ่านการกรองด้วยผ้าขาวบางและเติมสารรวมตะกอน คือ โพลีแทสเซียมอะลูมิเนียม ซัลเฟต ความเข้มข้น 10 % แปรผันปริมาณในช่วง 2-20 มิลลิลิตร กวนเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 60 นาที วัดค่าความขุ่นและและวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตกตะกอน ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ค่าความขุ่นและประสิทธิภาพหลังจากเติมสารรวมตะกอนโพลีแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 10 % และตั้งทิ้งไว้ 60 นาที

จากภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยของความขุ่นที่ลดลงหลังใส่สารโพลีแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 10 % แปรผันปริมาณต่างกัน วัดค่าความขุ่นหลังตั้งทิ้งไว้ 60 นาที พบว่ามีค่าความขุ่นลดลงทุกอัตราส่วน หลังเติมสารรวมตะกอนลงไปมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 6.7 NTU เมื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการลดความขุ่นโดยพิจารณาค่าความขุ่นก่อนเติมสารรวมตะกอน และหลังการทดลองเมื่อตั้งทิ้งไว้ 60 นาที พบว่าเมื่อเติมโพลีแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 10 % ปริมาณ 6 ml. มีประสิทธิภาพการตกตะกอนของสารปนเปื้อนสูงที่สุดคือ 61.8 %

3.2 การศึกษาประสิทธิภาพการตกตะกอนของสารปนเปื้อนในน้ำมันล้างหมักพิมพ์ด้วยสารรวมตะกอน ทำการทดลองด้วยวิธีจาร์เทสต์ โดยนำน้ำมันล้างหมักพิมพ์ที่ผ่านการกรองด้วยผ้าขาวบางและเติมสารรวมตะกอน คือ โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 10 % แปรผันปริมาณในช่วง 2-20 มิลลิลิตร กวนเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 60 นาที วัดค่าความขุ่นและและวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตกตะกอน ได้ผลการทดลองดังภาพที่3

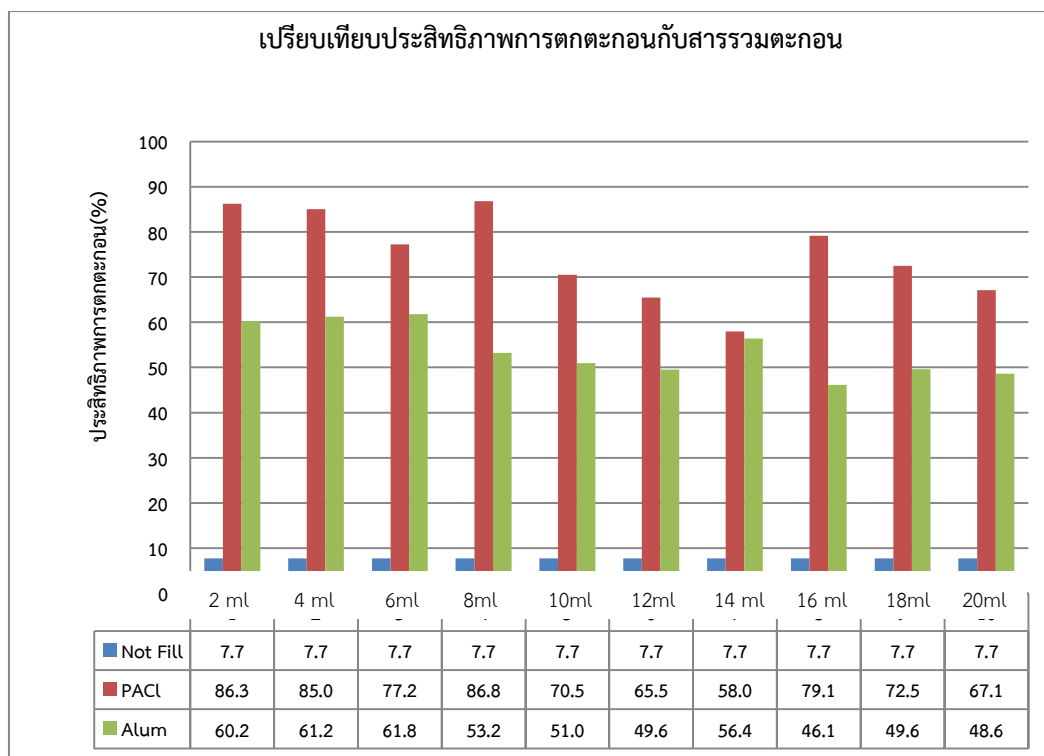


ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ค่าความขุ่นและประสิทธิภาพหลังจากเติมสารรวมตะกอนโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 10 % และตั้งทิ้งไว้ 60 นาที

จากภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ค่าเฉลี่ยของความขุ่นที่ลดลงหลังใส่สารละลายโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10% แปรผันปริมาณต่างกัน วัดค่าความขุ่นหลังตั้งทิ้งไว้ 60 นาที พบว่ามีค่าความขุ่นลดลงทุกอัตราส่วน หลังเติมสารรวมตะกอนลงไปมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 6.8 NTU เมื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการลดความขุ่นโดยพิจารณาความขุ่นก่อนเติมสารรวมตะกอน และหลังการทดลองเมื่อตั้งทิ้งไว้ 60 นาที พบว่าเมื่อเติมโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10% ปริมาณ 8 ml. มีประสิทธิภาพการตกตะกอนของสารปนเปื้อนสูงที่สุดคือ 86.8%

4. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการรวมตะกอนก่อนและหลังการใช้สารรวมตะกอน

การตกตะกอนของสารปนเปื้อนของน้ำมันล้างหมักพิมพ์พบว่าเมื่อตั้งน้ำมันล้างหมักพิมพ์ทิ้งไว้ 60 นาที โดยพิจารณาจากค่าความขุ่น มีประสิทธิภาพในการตกตะกอน 7.7 % และเมื่อใช้สารเคมีรวมตะกอนคือ โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 10 % ปริมาณ 8 มิลลิลิตร มีประสิทธิภาพการตกตะกอนสูงสุด 86.8 % และ โพลีแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 6 มิลลิลิตร มีประสิทธิภาพการตกตะกอนสูงสุด 61.8 % ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตกตะกอนของน้ำมันล้างหลังจากเติมสารรวมตะกอนตั้งทิ้งไว้ 60 นาที

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ความขุ่นที่แขวนลอยในน้ำมันล้างหมักพิมพ์ประกอบด้วยผงสีที่ไม่ละลายในตัวทำละลาย ขุยกระดาษแขวนลอยอยู่ในน้ำมันล้างการขจัดความขุ่นของของเสียจากการล้างหมักพิมพ์เบื้องต้นสามารถทำได้โดยการกรองเพื่อแยกตะกอนของเสียที่มีขนาดใหญ่่ออกหลังผ่านการกรองได้ตะกอนขณะเปียก จำนวน 7 กรัม แต่ยังพบตะกอนละเอียดที่ผ่านการกรองปะปนแขวนลอยอยู่ในน้ำมันล้างหมักพิมพ์ทำให้น้ำมันมีลักษณะขุ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1-12 ชั่วโมง พบว่าความขุ่นมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องภายใน 3 ชั่วโมงแรกและหลังจากตั้งไว้ 12 ชั่วโมงพบว่า มีความขุ่นลดลง วัดค่าความขุ่นเท่ากับ 4.2 NTU แสดงว่าสารแขวนลอยในน้ำมันล้างหมักพิมพ์สามารถตกตะกอนได้แต่ต้องใช้เวลานานในการตกตะกอนมาก

ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารรวมตะกอน 2 ชนิด คือ การใช้สารละลาย โพลีแซคคาไรด์โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 10 % แปรผันปริมาณตามอัตราส่วน 2,4,6,8,10,12,14,16,18 และ 20 มิลลิลิตร ต่อ น้ำมันล้างหมักพิมพ์ 150 มิลลิลิตร ทำการทดลองโดยวิธีจาร์เทสต์ กวนเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที ตั้งไว้ 60 นาที พบว่าปริมาณ 6 ml ต่อปริมาตรน้ำมันล้างหมักพิมพ์ 150 ml มีประสิทธิภาพการรวมตะกอนได้ดีที่สุด (61.8%) และในการใช้สารละลายโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10 % พบว่า ปริมาตร 8 ml ต่อปริมาตรน้ำมันล้างหมักพิมพ์ 150 ml มีประสิทธิภาพการรวมตะกอนได้ดีที่สุด (86.8 %) จากผลการศึกษาในช่วงเริ่มต้นของการใส่สารรวมตะกอนน้ำมันล้างหมักพิมพ์มีค่าความขุ่นค่อนข้างสูงและค่อยๆลดลงตามปริมาณสารรวมตะกอนและระยะเวลาการตกตะกอน โดยปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียมากที่สุดคือชนิดและความเข้มข้นของสารสร้างตะกอน[5]

คำขอบคุณ

การวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่มอบทุนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ชนิษฐา เจริญลาภ ที่ให้ความอนุเคราะห์แนะนำ และให้คำปรึกษาในการดำเนินการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประทุมทิพย์ ปราบพาล และสาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วยและขอขอบพระคุณบริษัท ทริเน็ต พับลิชชิ่ง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำมันล้างตัวอย่างที่ใช้ในวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] วราภรณ์ พงษ์ประดิษฐ์ และ คณะ, 2558. "การศึกษากระบวนการบำบัดของเสียจากเครื่องพิมพ์ออฟเซต ป้อนแผ่นด้วยวัสดุธรรมชาติ" มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- [2] ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข, การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเบื้องต้น, [ออนไลน์] เข้าถึงข้อมูลได้ที่ <https://goo.gl/TzMhL0> สืบค้นเมื่อ 7 ธค.59
- [3] อรณชา ศรีจันทร์, 2553 , การประยุกต์ใช้เครื่องวัดความชื้นในการตรวจวัดปริมาณสารแขวนลอยในระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [4] วนิดา ชูอักษร , 2555 , “เทคโนโลยีการกำจัดสีในน้ำเสียอุตสาหกรรม”. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ปีที่17 . ฉบับที่ 1. หน้า 181-191.
- [5] กาญจนา ธนิกกุล,2553“ การปรับปรุงประสิทธิภาพการบำบัดสีและการลดการใช้สารเคมีในกระบวนการสร้างและรวมตะกอนทางเคมี กรณีตัวอย่างโรงงานฟอกย้อมเส้นใยธรรมชาติใน จ.ราชบุรี”วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร
- [6] ราชิต สราทพันธ์ และ ตูลวิทย์ สถาปนจารุ, 2553 ,“การหาจุดเหมาะสมของกระบวนการตกและรวมตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของอุตสาหกรรมฟอกย้อม โดยสถิติวิธีการตอบสนองที่พื้นผิว” , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .
- [7] ศุภนุช ยงทรัพย์ และคณะ, 2556. “การเปรียบเทียบกระบวนการกรองระหว่างการใช้กากความชื้นและการแยกไขมันน้ำมันออกจากเฟสน้ำ”วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 4หน้า 1-18

ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนา Biodegradable plate โดยใช้กากข้าวโพด

Development of Biodegradable Plate Made From Corn Waste

จันทนา สันตพร¹, อรอนงค์ ช่วยงาน¹, ธัญญา รัตนารักษ์¹, เพลงพิณ เพียรภูมิพงศ์¹
Jantana Suntudprom¹, Onanong Chauyngan¹, Thananya Ratanunrat¹, Plengpin Pienpompong¹

^{*1} คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

*744 ถนนสุรนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 xanta_na@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาขยะได้ถูกจัดเป็นวาระแห่งชาติ เพื่อเร่งรัดการแก้ไขปัญหาที่มีมากถึงวันละ 7,000 ตันต่อวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะพลาสติก นับเป็นขยะหลักสำคัญที่ก่อให้เกิดมลภาวะทั้งทางน้ำ อากาศ อีกทั้งยังทำลายระบบนิเวศน์ ปัจจุบันรัฐบาลและหน่วยงานภาครัฐต่างให้ความสำคัญกับการลดการใช้พลาสติก โดยเฉพาะโฟมเพื่อการบรรจุอาหาร เนื่องจากโฟมสามารถอาจปลดปล่อยสารเคมีที่เป็นบ่อเกิดแห่งโรคมะเร็งสู่อาหาร ดังนั้นจึงมีการส่งเสริมและรณรงค์ลดการใช้โฟมบรรจุอาหารด้วยการนำภาชนะที่ผลิตจากธรรมชาติมาใช้แทน จากที่มาและความสำคัญนี้ กอปรกับการพบเห็นขยะที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปอาหาร เช่น กากข้าวโพด จึงนำมาสู่การศึกษาวิจัยนี้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาภาชนะบรรจุที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพที่ผลิตจากเศษเหลือกากข้าวโพด กระบวนการศึกษาพัฒนาเริ่มจากนำกากข้าวโพดเหลือทิ้งจากผู้ประกอบการผลิตน้ำนมข้าวโพดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มาล้างและอบที่ 80°C นาน 8 ชม. บดละเอียดและทำการแยกขนาดกากข้าวโพด แล้วผสมกับตัวประสาน (แป้งมันสำปะหลัง) แล้วขึ้นรูปด้วยความร้อนที่ 150°C นาน 5 นาที จะได้ขึ้นทดสอบ แล้วนำขึ้นทดสอบที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติทางกล (แรงดึงและแรงกระแทก) และคุณสมบัติทางกายภาพ (ความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ) แล้วพิจารณาคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อเลือกอัตราส่วนและขนาดของกากข้าวโพดที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็น biodegradable plate ต่อไป จากการศึกษาพัฒนาพบว่า ขึ้นทดสอบที่มีกากข้าวโพดเป็นส่วนผสมมาก จะได้ชิ้นงานที่ต้านทานแรงดึง แรงกระแทก และค่า Young's modulus สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ กากข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่ มีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความแข็งแรงกระแทกและค่าความหนาแน่น อีกทั้งยังมีสมบัติการดูดซึมน้ำต่ำ ขนาดของกากข้าวโพดที่เหมาะสมต่อกระบวนการอัดขึ้นรูป biodegradable plate คือ กากข้าวโพดขนาด 1 มม. ที่อัตราส่วนกากข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง 50:50%wt. เนื่องจากจะทำให้ได้ชิ้นงานที่ค่าการต้านแรงกระแทกได้สูงกว่าสัดส่วนอื่น ๆ

คำสำคัญ: ย่อยสลายทางชีวภาพ กากข้าวโพด คุณสมบัติทางกล คุณสมบัติทางกายภาพ พลาสติกโพลีสไตรีน

ABSTRACT

Presently, garbage is the environmental problem which Thai Government is trying to overcome this problem. About 7,000 tons of garbage are producing daily resulting in water and air pollution including ecosystem depletion. Currently, Thai Government has been issued garbage management as a national term. Also, Thai Government encourages public to reduce the PS plastic usage because it is corned about carcinogen released by this plastic affecting consumer. Furthermore, public is focusing in biodegradable material that could replace plastic for daily life usage. Therefore, this study was conducted and aimed to developed biodegradable plate from corn waste. This waste is produced by corn milk processing which later would be thrown away as

garbage. Firstly, this corn waste was washed and dried at 80°C for 8 hr. Then, it was grinded using food processor and sieved using sieves. There were 3 sizes of corn powder; 250 and 500 micron, and 1 mm. Later, these corn powders were produced specimens by mixing with cassava starch at two different ratios. These mixtures were heated at 150°C for 5 min., and then cooled down. Later, these specimens were evaluated their mechanical (tensile and impact tests) and physical properties (density and water absorption tests). The results shown that high corn powder proportion samples displayed a high resistance during tensile and impact tests. Also, they had slightly higher Young's modulus than others. The specimens made from a large corn particle resulted in increasing resistance of impact force and showing higher density with lower water adsorption rate. Summary, based on high resistance of impact force and lower water absorption properties, the suitable condition to develop biodegradable plate were 50:50 ratio with using of 1 mm. diameter of corn powder.

Keywords: biodegradable, corn waste, mechanical property, physical property, polystyrene plastic

1. บทนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันวิถีในการดำเนินชีวิตได้เปลี่ยนแปลงไป การดำรงชีวิตที่ต้องเร่งรีบ ความจำเป็นที่ต้องมีการประกอบอาชีพเพื่อดูแลครอบครัว ทำให้ต้องมีการใช้ชีวิตนอกบ้าน ซึ่งนำไปสู่การใช้จ่ายไม่ว่าจะเป็น อาหารการกิน เครื่องใช้สอย เครื่องอุปโภคต่างๆ เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวก ง่ายต่อการใช้ชีวิต พลาสติกจึงเป็นตัวเลือก ประเทศไทยมีปริมาณขยะพลาสติกและโฟมมากถึง 2.7 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 7,000 ตันต่อวัน แบ่งเป็นถุงพลาสติกร้อยละ 80 หรือ 5,300 ตันต่อวัน หรือประมาณ 2 ล้านตัน ส่วนที่เหลือเป็นขยะโฟมประมาณ 700,000 ตัน ใช้เวลาย่อยสลายนานถึง 450 ปี ทั้งนี้ พบว่าขยะพลาสติกร้อยละ 50 ถูกกำจัดไม่ถูกวิธี ที่สำคัญขยะพลาสติกและโฟม (Polystyrene) หากใช้วิธีฝังกลบจะใช้พื้นที่มากกว่าขยะปกติถึง 3 เท่า หรือหากนำไปเผาทำลายจะทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เมื่อมุ่งเน้นไปที่บรรจุภัณฑ์อาหาร ประเทศไทยมีร้านอาหารเพิ่มขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะในห้างสรรพสินค้า สถานที่ท่องเที่ยว หรือตามตลาดทั่วไป การบรรจุอาหารของผู้ประกอบการร้านค้ายังคงใช้บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุโฟม หรือพลาสติกสังเคราะห์ ซึ่งวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ หากมันย่อยสลายได้ จำเป็นต้องใช้เวลาหลายร้อยปี ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาขยะพลาสติกและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การนำโฟมมาบรรจุอาหารที่ร้อนหรือน้ำมัน สารประกอบเคมีในการผลิตโฟมจะถูกปลดปล่อยออกมาจากโฟมปนเปื้อนไปในอาหารที่รับประทาน เมื่อมีการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนเป็นระยะเวลานาน สารเคมีเหล่านั้นจะสะสมและกลายเป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) ซึ่งสารเคมีเหล่านั้น ได้แก่ styrene phthalate และ benzene

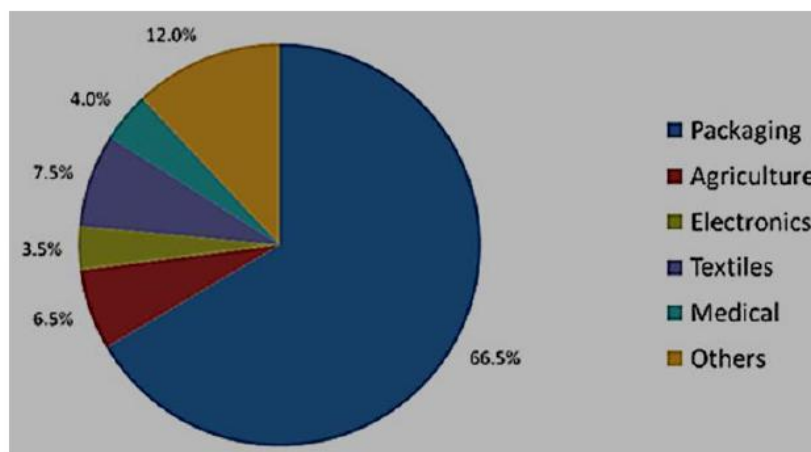
อ้างอิงหนังสือ เลขที่ นม 0013.2/2559 เรื่อง งดการใช้โฟมบรรจุอาหารโดยมีเนื้อความว่า “ตามที่รัฐบาลได้กำหนดนโยบายในการรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากร และการสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์กับการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน โดยได้กำหนด เรื่อง **ขยะมูลฝอยเป็นวาระแห่งชาติ** ที่ให้ทุกหน่วยงาน ทุกภาคส่วน ต้องถือปฏิบัติและให้ความร่วมมือในการลดปริมาณขยะมูลฝอย เนื่องจากปริมาณขยะประเภทโฟมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและจัดเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ จากที่มาและความสำคัญนี้ นำมาซึ่งแนวคิดในการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการแปรรูปอาหารมาต่อยอดให้เกิดมูลค่า นั่นก็คือการนำเอาเศษกากข้าวโพด ที่เหลือใช้จากกระบวนการผลิตน้ำข้าวโพดมาพัฒนาเป็นภาชนะบรรจุที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ จากการสำรวจเบื้องต้นทำให้ทราบข้อมูลว่า ผู้ผลิตน้ำนมข้าวโพดในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา ร้อยละ 75 มีได้นำเศษกากข้าวโพดไปใช้ประโยชน์แต่อย่างใด ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการนำเศษกากข้าวโพดนี้มาผ่านกระบวนการผลิตเพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์ และให้ความร่วมมือกับรัฐบาล

ในการดำเนินกิจกรรม งดการใช้โฟม polystyrene บรรจุอาหารภายในสถาบันการศึกษา อีกทั้งยังเป็นการรณรงค์เรื่องการรักษาสุขภาพ การลดปริมาณขยะ และยังสามารถเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษวัสดุเหลือใช้ รวมถึงเป็นการส่งเสริมนโยบาย กลยุทธ์การวิจัยที่ 8 การส่งเสริมการผลิตแบบยั่งยืน ด้านการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการและการใช้ประโยชน์จากของเสียและวัสดุเหลือใช้ (By-product utilization management) อีกประการหนึ่งด้วย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษพบว่า แต่ละปีมีขยะพลาสติกและโฟม 2.7 ล้านตัน ในจำนวนนี้เป็นถุงพลาสติกถึงร้อยละ 80 หรือ 5,300 ตันต่อวัน ถุงพลาสติกเป็นขยะที่หาวิธีกำจัดยากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับถุงพลาสติกกับขยะประเภทอื่นๆ การกำจัดถุงพลาสติกโดยวิธีฝังกลบ คาดว่าพลาสติกต้องใช้เวลาย่อยสลายไม่ต่ำกว่า 400 ปี ทำให้เกิดข้อจำกัดด้านพื้นที่ฝังกลบและกลายเป็นมลภาวะในระยะยาว อีกทั้งพลาสติกไม่สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักได้เหมือนขยะจากของสด เศษอาหาร ใบไม้ กิ่งไม้ [4]

หากนำขยะพลาสติกมาเผาทำลายจะได้แก๊ส CO₂ ซึ่งก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก จนนำไปสู่ภาวะโลกร้อน แนวทางหนึ่งเพื่อแก้ปัญหา คือ การใช้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการย่อยสลายก็ยังมีแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบในการผลิต ขนาดของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนลักษณะการใช้งาน และที่สำคัญยังขึ้นกับพื้นที่ที่นำไปทิ้งหรือฝังกลบด้วย ถ้านำผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาใช้ประโยชน์แต่มีการจัดการหลังการใช้งานที่ไม่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาจยังคงสภาพเป็นขยะพลาสติกที่ไม่ต่างจากผลิตภัณฑ์พลาสติกโดยทั่วไป [1] ปัจจุบันมีการให้ความสนใจบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยมีการรณรงค์การงดใช้โฟม polystyrene บรรจุอาหาร [3] ซึ่งสอดคล้องกับการคาดการณ์การใช้งานพลาสติกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1 สัดส่วนการใช้งานบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายทางชีวภาพ หรือ Biodegradable packaging มีมากเป็นอันดับหนึ่ง นั่นคือมีสัดส่วนการใช้งานประโยชน์ถึงร้อยละ 66.5 และมีการนำมาใช้งานในด้านต่างๆ คือ การเกษตร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ ทางการแพทย์ และอื่นๆ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 33.5 [5]



ภาพที่ 1 แผนภูมิสัดส่วนการนำพลาสติกแตกสลายได้ทางชีวภาพไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ใน พ.ศ. 2559

ที่มา: http://packaging.oie.go.th/admin_control/analysis_file/9321586074.pdf

ปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเศษเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เศษลำต้นพืชหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเปลือกห่อหุ้มผลผลิตทางการเกษตรไปผลิตชีวมวลได้อย่างมีประสิทธิภาพ [13,11,8,9] รวมถึงเศษวัสดุเหลือจากกระบวนการผลิตและแปรรูปอาหาร จากการศึกษาวิจัยเรื่องนํ้านมข้าวโพดและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของนํ้านมข้าวโพด [2] พบว่าจากกระบวนการผลิตนํ้านมข้าวโพด จะมีเศษวัตถุดิบจากกระบวนการแปรรูปเป็นจำนวนมาก ซึ่งก็คือ กากข้าวโพด และจากการสอบถาม (สำรวจเบื้องต้น) ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์นํ้านมข้าวโพดเพื่อจำหน่ายในเขต

อำเภอเมืองนครราชสีมา พบว่า 75% ของจำนวนผู้ผลิตไม่ได้นำกากข้าวโพดมาใช้ประโยชน์ใดๆ ทั้งสิ้น และมีเพียง 25% เท่านั้นที่นำกากข้าวโพดมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงโคนเนื้อ

ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพด สามารถแบ่งได้ดังนี้ 1) starch 71.7%, 2) cellulose, 2.4%, 3) hemicellulose 5.5%, 4) protein 10.3%, 5) oil 4.3%, 6) lignin 0.2%, 7) ash 1.4% และ อื่นๆ 4.2% [12] จะเห็นว่าส่วนประกอบที่ละลายได้ในเมล็ดข้าวโพดจะถูกสกัดไปเป็นน้ำนมข้าวโพด สิ่งที่เหลือการแปรรูป ส่วนใหญ่คือ cellulose และ hemicellulose ซึ่งทั้งสองส่วนประกอบนี้มีคุณสมบัติในการเป็นตัวที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเมล็ดข้าวโพด ซึ่งมีลักษณะเป็นเครือข่ายผลสานกันไปมา [15,7,14] ซึ่งหากนำเอาส่วนประกอบนี้มาเป็นส่วนประกอบหลักเพื่อใช้เป็นส่วนที่ทำให้เกิดโครงสร้างที่มีรูปร่างภาชนะบรรจุได้และสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ [10] หรือนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัสในอาหาร ก็นับว่าน่าจะก่อให้เกิดประโยชน์และเป็นการต่อยอดองค์ความรู้

จากการค้นคว้าพบว่าการนำเอากากข้าวโพดสดผสมผลิตภัณฑ์กุ้งเชียง และมีการศึกษาการปนเปื้อนทางชีววิทยาของการเสริมกากข้าวโพดสดในผลิตภัณฑ์กุ้งเชียง โดยมีการศึกษาความแตกต่างของลักษณะสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของกุ้งเชียงที่เสริมกากข้าวโพดสดหลังจากการแปรรูปน้ำนมข้าวโพด ในระดับต่าง ๆ กันคือ 0 10 15 และ 20% (สูตร 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ) จากผลการศึกษาพบว่า สีของกุ้งเชียงเสริมกากข้าวโพด สูตร 1 2 และ 3 มีค่าคะแนนสีไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับสูตรที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนคุณภาพกลิ่นรสของกุ้งเชียงสูตรที่ 1 2 และ 3 มีค่าคะแนนกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในส่วนของเนื้อสัมผัสของกุ้งเชียงทุกสูตรพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ผลจากการศึกษาจากการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบเชื้อจุลินทรีย์ในกุ้งเชียงเสริมกากข้าวโพดสดในสูตรที่ 2 3 และ 4 รวมทั้งไม่พบยีสต์และราในกุ้งเชียงทั้ง 4 สูตร ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อ สี และ กลิ่นรส ของกุ้งเชียงเสริมกากข้าวโพดสดไม่เกิน 20% [6]

3. วิธีการวิจัย

3.1. กากข้าวโพด

กากข้าวโพดสดที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพดถูกนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 10 นาที และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C นาน 8 ชม. แล้วนำไปบดด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์นาน 3 นาทีที่ความเร็วระดับกลาง แล้วนำกากข้าวโพดบดร้อนด้วยตะแกรงร่อน

3.2. อัตราส่วน กากข้าวโพด:แป้งมันสำปะหลัง

กากข้าวโพดที่ได้จากจะถูกผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆ ตารางที่ 1 การเตรียมน้ำแป้งมันสำปะหลังจะใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำเปล่าในอัตรา 1 : 4

ตารางที่ 1 อัตราส่วนโดยร้อยละ(%wt.) ของผงกากข้าวโพด:แป้งมันสำปะหลัง

ขนาดกากข้าวโพด	ผงกากข้าวโพด (%wt.)	แป้งมันสำปะหลัง (%wt.)
250 ไมครอน	50	50
	70	30
500 ไมครอน	50	50
	70	30
1 มม.	50	50
	70	30

3.3. กระบวนการอัดขึ้นรูปขึ้นทดสอบมาตรฐาน

จากอัตราส่วนแสดงในตารางที่ 1 เตรียมส่วนผสมให้ได้น้ำหนักสุดท้ายประมาณ 100-150g. เพื่อให้เพียงพอต่อการขึ้นรูปขึ้นทดสอบ (ภาพที่ 2) เตรียมแม่พิมพ์และแผ่นรองแม่พิมพ์สำหรับอัดขึ้นรูป ตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องอัด

ขึ้นรูปร้อนที่ 150°C เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องก่อนขึ้นรูปนาน 30 นาที แล้วนำวัสดุที่ผสมเรียบร้อยแล้วมาใส่ลงในแม่พิมพ์ แล้วอัดขึ้นงานให้แน่นนาน 5 นาที นำแม่พิมพ์ที่อัดขึ้นร้อน มาอัดให้เย็นอีกครั้ง จะได้ชิ้นทดสอบที่มีขนาดประมาณ $12 \times 63 \times 3$ มม. ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D828-97



ภาพที่ 2 ชิ้นงานเพื่อทดสอบคุณสมบัติ

3.4. การทดสอบคุณสมบัติทางกายและทางกล

3.4.1. การทดสอบแรงดึง (Tensile test)

การทดสอบคุณสมบัติการต้านแรงดึงทดสอบด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ โดยมีเงื่อนไข คือ gauge length 50 มม. โหลดเซลล์ขนาด 5 kN และระยะห่างระหว่างที่จับยึดชิ้นทดสอบ 250 มม.

3.4.2. การทดสอบแรงกระแทก (Impact test)

การทดสอบการต้านทานแรงกระแทกโดยใช้เครื่องทดสอบความต้านแรงกระแทก (Basic Pendulum Impact Tester) ตามมาตรฐาน ASTM D256 โดยใช้เครื่องทดสอบแบบไอซอด (Izod test) ติดด้วยหัวค้อน (Hammer) ขนาด 2.7J

3.4.3. การทดสอบความหนาแน่น (Density)

การทดสอบความหนาแน่นจะคำนวณจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและปริมาตร โดยชั่งน้ำหนักขึ้นทดสอบด้วยเครื่องชั่งความละเอียดสูง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ส่วนปริมาตรของชิ้นทดสอบสามารถคำนวณได้จากขนาดจริงของชิ้นทดสอบ

3.4.4. การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water absorption test)

เป็นการทดสอบตามมาตรฐาน ISO 535 (1991) โดยการนำชิ้นทดสอบชั่งน้ำหนักแล้วนำไปแช่น้ำที่ปราศจากไอออน (Deionized water) เป็นเวลา 60 นาที โดยให้น้ำท่วมชิ้นทดสอบขณะทดสอบ และชั่งน้ำหนักหลังจากครบกำหนดเวลาอีกครั้ง ค่าปริมาณการดูดซึมน้ำจะคำนวณจากอัตราส่วนน้ำที่ชิ้นทดสอบดูดซึมไว้ต่อน้ำหนักชิ้นทดสอบ

3.5. การขึ้นรูปชิ้นงาน

การขึ้นรูปชิ้นงาน biodegradable plate จะใช้พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ ซึ่งขนาดของชิ้นงานที่ได้จะมี \varnothing 100 มม. สูง 10 มม. ขั้นตอนในการขึ้นรูปเริ่มจากการเตรียมส่วนผสมต่างที่อุณหภูมิ $70 \pm 2^{\circ}\text{C}$ แล้วเทใส่พิมพ์ตัวเมียที่ทำให้ร้อนก่อนที่ 100°C นาน 30 นาที ซึ่งรองพิมพ์ด้วยผ้าตาข่ายไนลอน เคลือบให้ทั่วแล้วประกบด้วยพิมพ์ตัวผู้ แล้วอบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 5 ชม. นำออกมาทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำชิ้นงานออกจากพิมพ์

3.6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

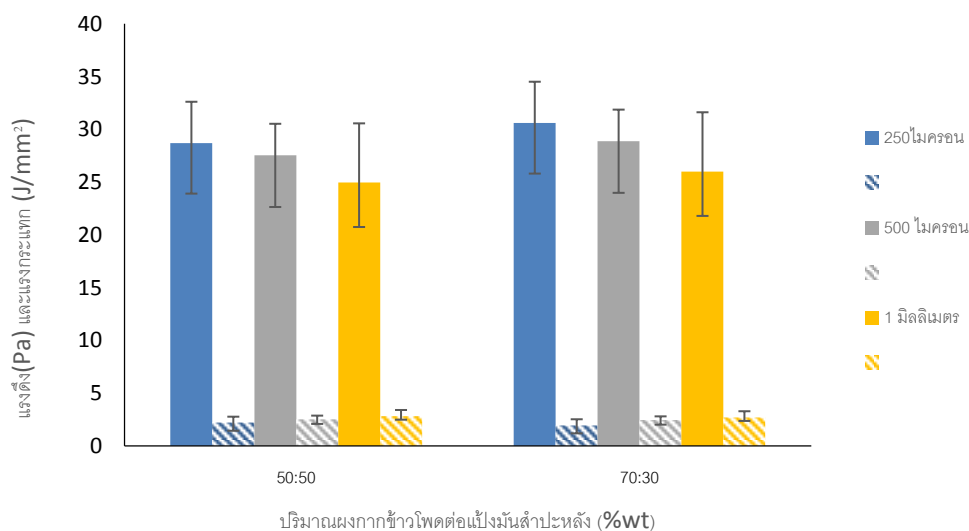
ค่าตัวแปรศึกษาของการออกแบบทดลอง มีการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ นำไปคำนวณค่าความสำคัญทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และแสดงความสำคัญทางสถิติด้วย ค่าเฉลี่ย \pm SD

ผลการวิจัย

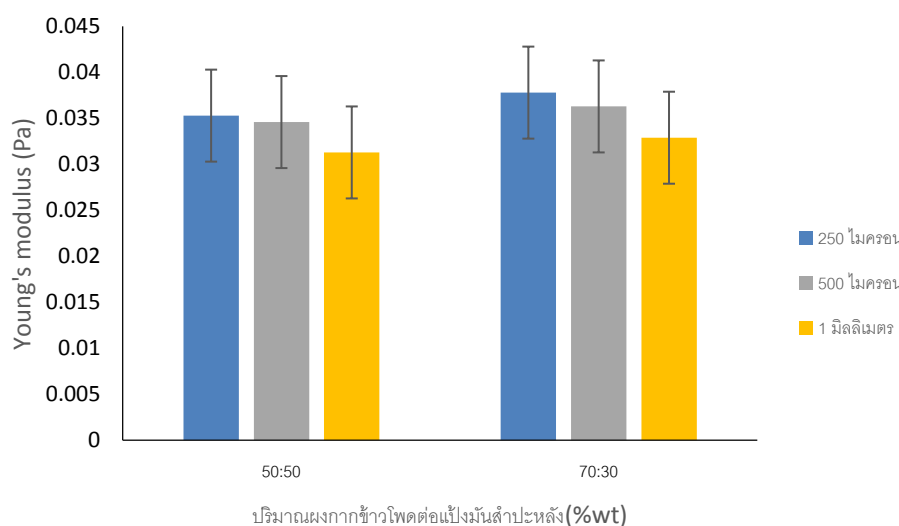
ผงกากข้าวโพดที่ผลิตได้มีจำนวน 3 ขนาด และได้ถูกนำไปผสมที่อัตราส่วนต่าง (ตารางที่ 1) แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นชิ้นทดสอบ เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกล ได้แก่ การทดสอบแรงดึงและการทดสอบแรงกระแทก และนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกาย คือ ความหนาแน่นและความสามารถในการดูดซึมน้ำ

1. คุณสมบัติทางกล

จากการศึกษาพบว่าความสามารถของชั้นทดสอบต่อแรงดึง อยู่ระหว่าง 20-35 Pa (ภาพที่ 3) โดยจะสังเกตว่าในแต่ละตัวอย่างค่าความสามารถด้านแรงดึงมีค่า SD ที่ใกล้เคียงกัน แต่ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีกากข้าวโพด 50% โดยรวมมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างที่มีกากข้าวโพด 70% ขนาดของกากข้าวโพดมีผลต่อความสามารถด้านแรงดึงเช่นกัน กล่าวคือ กากข้าวโพดที่มีขนาด 250 ไมครอนสามารถด้านแรงดึงได้มากกว่ากากข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่กว่า ในภาพรวมอาจกล่าวได้ว่า ในทุกตัวอย่างมีความสามารถด้านทานแรงดึงได้ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากค่า SD ความสามารถด้านแรงกระทำของชั้นทดสอบอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 J/mm^2 อาจจะกล่าวได้ว่าในภาพรวมทุกตัวอย่างมีความสามารถด้านทานแรงกระทำใกล้เคียงกัน ส่วนค่า Young's modulus ของทุกชั้นทดสอบมีค่าน้อยกว่า 0.05 Pa (0.025-0.04 Pa) (ภาพที่ 4) โดยที่ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างชั้นทดสอบที่มีกากข้าวโพดเป็นส่วนผสม 70% มีค่าสูงกว่า ตัวอย่างชั้นทดสอบที่มีกากข้าวโพดเป็นส่วนผสม 50% และตัวอย่างชั้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่มีขนาด 250 ไมครอน จะมีค่า Young's modulus สูงที่สุด



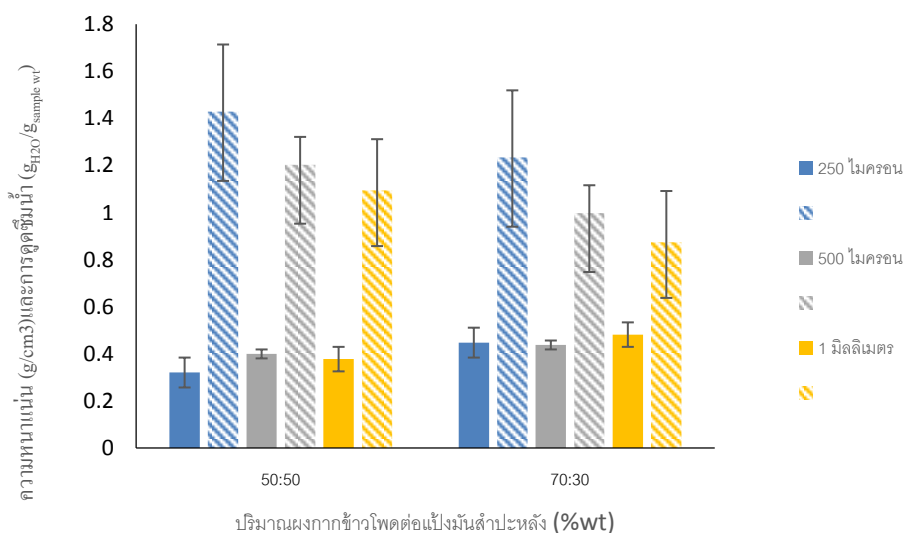
ภาพที่ 3 คุณสมบัติทางกลด้านแรงดึง (แทบสีทึบ) และแรงกระทำ (แทบสีระบาย) ของชั้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพด



ภาพที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Young's modulus ของชิ้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดต่างๆ

2. คุณสมบัติทางกายภาพ

ความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำของชิ้นทดสอบที่ผลิตจากสัดส่วนต่างๆ โดยใช้ผงกากข้าวโพดที่มีขนาดต่างกัน แสดงดังภาพที่ 5 จากการศึกษาพบว่าชิ้นทดสอบที่ผลิตจากส่วนผสมที่มีกากข้าวโพด 70% มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นสูงกว่าชิ้นทดสอบที่ผลิตจากส่วนผสมที่มีกากข้าวโพด 50% และชิ้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่มีขนาด 1 มม. มีค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นสูงกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับชิ้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่มีขนาดเล็กกว่า สำหรับความสามารถในการดูดซึมน้ำ พบว่าในชิ้นทดสอบที่ผลิตจากส่วนผสมที่มีกากข้าวโพด 50% จะมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าชิ้นทดสอบที่ผลิตจากส่วนผสมที่มีกากข้าวโพด 70% เล็กน้อย และในชิ้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่มีขนาด 250 ไมครอนจะมีค่าเฉลี่ยของการดูดซึมน้ำสูงกว่าชิ้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

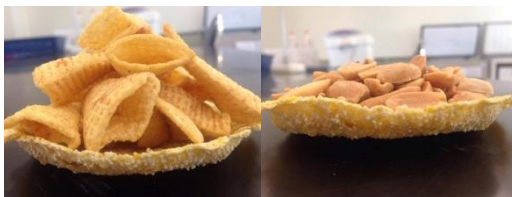


ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่น (แทบสีทึบ) และการดูดซึมน้ำ (แทบสีระบาย) ของชิ้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่สัดส่วนต่างๆ

3. การขึ้นรูปชิ้นงาน biodegradable plate

ผลจากการทดสอบคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพ พบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมในการพัฒนาภาชนะย่อยสลายทางชีวภาพจากกากข้าวโพดที่มีขนาด 1 มม. และสัดส่วนกากข้าวโพด:แป้งมันสำปะหลัง คือ 50:50 (%wt.) เป็นเงื่อนไขที่ดีที่สุด เนื่องจากจะได้ชิ้นงานที่จะมีความสามารถในการต้านแรงกระแทกได้สูงกว่า และมีการดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าสัดส่วนอื่นๆ ซึ่งการศึกษาวิจัยนี้ได้ให้ความสำคัญกับความสามารถทั้งสองด้านนี้เป็นหลัก เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติต่างๆ จึงได้ทำการผลิตชิ้นงาน ภาพที่ 6 แสดงชิ้นงานพัฒนาได้และตัวอย่างการใช้งาน





ภาพที่ 6 biodegradable plate (บน) และการทดลองใช้บรรจุอาหารแห้ง (ล่าง)

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ขึ้นทดสอบที่มีกากข้าวโพดเป็นส่วนผสมมาก และโดยเฉพาะมีส่วนผสมของกากข้าวโพดขนาดเล็ก ขึ้นงานจะมีความต้านแรงดึง แรงกระแทก และค่า Young's modulus สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ ขนาดกากข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่จะมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงต่อกระแทกและความหนาแน่น อีกทั้งยังมีคุณสมบัติการต้านทานการดูดซึมน้ำของขึ้นงานให้ดีขึ้นตามไปด้วย ซึ่งขนาดของกากข้าวโพดที่เหมาะสมต่อกระบวนการอัดขึ้นรูป คือขนาดผงกากข้าวโพด 1 มม.

ขึ้นทดสอบที่ผลิตจากส่วนผสมที่มีกากข้าวโพดในสัดส่วนที่มากจะมีความหนาแน่นสูง และจะดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าขึ้นทดสอบที่ผลิตจากส่วนผสมที่มีกากข้าวโพดน้อยกว่า และถ้าขึ้นงานที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่มีขนาดเล็กและมีปริมาณมากจะมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับขึ้นทดสอบที่ผลิตจากกากข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่จะมีอัตราการดูดซึมน้ำมากกว่า อาจเนื่องมาจากพื้นที่ผิวจำนวนมากของกากข้าวโพดที่มีขนาดเล็ก ทำให้เกิดรูพรุนมากจึงดูดซึมน้ำได้มาก การเพิ่มขึ้นของปริมาณผงกากข้าวโพด ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของวัสดุ มีค่าเพิ่มขึ้น และมีค่าการต้านทานการดูดซึมน้ำของวัสดุมากขึ้นไปด้วย แต่เมื่อลดปริมาณกากข้าวโพดลง ทำให้มีค่าการต้านแรงกระแทกได้มากกว่า ดังนั้นอัตราส่วนกากข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาขึ้นรูป biodegradable plate คือ 50:50 (%wt.) โดยใช้กากข้าวโพดขนาด 1 มม.ซึ่งสามารถเป็นภาชนะที่จะถูกนำมาใช้ในการบรรจุอาหารแห้งได้เป็นอย่างดี และสามารถที่จะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต คณะผู้วิจัยขอแนะนำว่าเนื่องจากภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ได้จากการทดลองยังมีข้อจำกัดทางด้านการใช้งานกับผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นในปริมาณมาก จึงควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารเติมแต่งที่มีสมบัติในการทนต่อน้ำ หรือศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเคลือบผิวภาชนะด้วยวัสดุย่อยสลายได้ทางชีวภาพ พิมพ์ที่ใช้ควรเป็นสแตนเลสเพื่อช่วยในการขึ้นรูปได้ดี และควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเส้นใย เพื่อเพิ่มในส่วนผสมเพื่อสร้างความแข็งแรงให้แก่ภาชนะ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา ในการให้โอกาสดำเนินการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กมลทิพย์ ชื่นหมื่นไวย และ อุไรวรรณ อินทร์ม่วง. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการคัดแยกขยะเทศบาลตำบลเทพาลัย อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์. 2554. 4-2, 39-46.
- [2] จันทนา สันทัตพร้อม นพวรรณ เกตุใหม่ วิจิตรดา เรียนชาติ รุ่งโรจน์ ่องอาจ และ เพลงพิน เพียรภูมิพงษ์. นวัตกรรมข้าวโพดผลิตจากข้าวโพดหวานพันธุ์สตาร์. ประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ครั้งที่ 7 (ESTACON 7th). ก.ค. 2559. (หน้า 549-551). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [3] ประกาศจังหวัดนครราชสีมา. การงดใช้โฟม polystyrene บรรจุอาหาร. ประกาศ วันที่ 11 กรกฎาคม 2559 ลงนามประกาศโดยผู้ว่าราชการจังหวัดนครราชสีมา นายวิเชียร จัทรโณทัย.
- [4] ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. กรมควบคุมมลพิษเผยแพร่ไทยขยะพลาสติก-โฟม 2.7 ตันต่อปี เป็นถุงพลาสติกย่อยสลาย 80

- หรือ 5,300 ตันต่อวัน. ค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2559, จาก <http://news.thaipbs.or.th/content/5647>
- [5] ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. โอกาสทางการตลาดของบรรจุภัณฑ์แตกสลายได้ทางชีวภาพ. ค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2559, จาก http://packaging.oie.go.th/admin_control/analysis_file/9321586074.pdf
- [6] วิรัตน์ สุมน ัญญาพร สุมน ทิพย์มนต์ ไยเกษ เสาวลักษณ์ ผ่องลำเจียก และเนรมิตร สุขมณี. การใช้กากข้าวโพดสดภายหลังจากการแปรรูปนํ้านมข้าวโพด เสริมในผลิตภัณฑ์กุนเชียง. ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2549. 766 หน้า.
- [7] Caffall, K.H. and Mohnen, D.. **The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides.** Carbohydrate research. Vol. 344-14. 1879-1900. September 2009.
- [8] Pauly, M. and Keegstra, K.. **Cell-wall carbohydrates and their modification as a resource for biofuels.** The plant journal. Vol. 54-4. 559-568. May 2008.
- [9] Pauly, M. and Keegstra, K.. **Plant cell wall polymers as precursors for biofuels.** Current opinion in plant biology. Vol. 13-3. 304-311. June 2010.
- [10] Pérez, J. Muñoz-Dorado, J., de la Rubia, T. and Martinez, J.. **Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview.** International microbiology. Vol. 5-2. 53-63. June 2002.
- [11] Rubin, E.M.. **Genomics of cellulosic biofuels.** Nature. 454. 841-845 (14 August 2008).
- [12] Schwietzke, S., Kim, Y., Ximenes, E., Mosier, N. and Ladisch, M. Ethanol production from maize. In Kris, A.L. and Larkins, B.A. (Eds). *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Part VI, biomass and energy.* 2009. (pp.348-357). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [13] Saha, B.C.. **Hemicellulose bioconversion.** Journal of Industrial microbiology and biotechnology. Vol. 30-5. 279-291. May 2003.
- [14] Scheller, V.H. and Ulvskov, P. **Hemicellulose.** Plant Biol. (2010). 61:263-89.
- [15] Whitney, S.E.C., Gothard, M.G.E., Mitchell, J.T., and Gidley, M.J.. **Roles of cellulose and xyloglucan in determining the mechanical properties of primary plant cell walls.** Plant Physiology. October 1. (1999). Vol. 121. No. 2 657-664.

ยืดอายุข่าเหลืองด้วยการเก็บรักษาแบบสภาวะบรรยากาศดัดแปลงที่อุณหภูมิต่ำ ร่วมกับเทคนิคการแช่น้ำอุ่น

Yellow Galangal Shelf Life Extension Using Modified Atmosphere Packaging Combined with Intermittent Warming Technique and Low Temperature Storage

จันทนา สันต์พร้อม¹ จิรานูวัฒน์ เอสันเทียะ¹ ทศพร รายพิมาย¹ จันทรวัทน์ มหาวาน¹ เพลงพิณ เพียรภูมิพงศ์¹
Jantana Suntudprom¹, Jiranuwat Asunthia¹, Tossaporn Raipimai¹, Jantawat Mahawan¹,
Plengpin Pienpompong¹

*¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
*744 ถนนสุรนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 xanta_na@yahoo.com

บทคัดย่อ

ตลาดข่าเหลืองในประเทศไทยกำลังขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ความต้องการบริโภคมีทั้งจากตลาดภายในและภายนอกประเทศ เช่น จีนและตะวันออกกลาง เพราะข่าเหลืองของไทยมีคุณสมบัติที่ดีเช่น ไม่เผ็ดมาก หอม เนื้อไม้เป็นเส้น มีสารต้านอนุมูลอิสระ ข่าเหลืองมีอัตราการหายใจต่ำ แต่ก็มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเพียงแค่ 7 วัน ดังนั้นการส่งออกจึงมีข้อจำกัดและยังขาดข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ด้วยเหตุนี้จึงจัดทำงานวิจัยขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุข่าเหลืองด้วยการแช่น้ำอุ่นและบรรจุด้วยสภาวะบรรยากาศดัดแปลง เก็บรักษาที่ 15°C ข่าเหลืองสุภาพดีจากแปลงปลูกถูกล้างทำความสะอาดและตัดแต่ง แช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 10 และ 20 นาที บรรจุถุง PP ผนึกแบบ ±สุญญากาศ เก็บรักษาจนกว่าจะแสดงอาการเน่าเสีย ทุกๆ 3 วันมีการสุ่มตัวอย่างทดสอบเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของ น้ำหนัก สี ($L^* a^* b^* c^* h^*$) ความแน่นเนื้อ และ pH พบว่าการสูญเสียน้ำหนักต่ำหากแช่น้ำอุ่นไม่เกิน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ หากบรรจุแบบ +สุญญากาศพบในอัตราสูงและความแน่นเนื้อลดลงและมีอายุสั้น การแช่น้ำอุ่นไม่เกิน 10 นาที ทำให้มีสีสว่าง (L^*) ขึ้นกว่า control แต่ความสว่างลดลงมากในตัวอย่างที่บรรจุแบบ +สุญญากาศ การเปลี่ยนแปลงค่า a^* สูงเมื่อแช่น้ำอุ่นนานไม่เกิน 10 นาที บรรจุ +สุญญากาศ การแช่น้ำอุ่นไม่เกิน 10 นาที ส่งผลให้ข่าเหลืองมีสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น และพบว่าความเข้มของสี (c^*) เพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่มีเก็บรักษาได้ 12 วันในข่าเหลืองที่มีการบรรจุแบบ ±สุญญากาศ การแช่น้ำอุ่นนาน ๆ ส่งผลให้ค่า h^* ลดลง ส่วนการบรรจุแบบ +สุญญากาศไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง h^* ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน จากการศึกษาที่สรุปได้ว่าการจุ่มน้ำร้อนที่ 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ จะสามารถช่วยยืดอายุข่าเหลืองได้นานถึง 24 วัน ที่อุณหภูมิ 15°C โดยที่ข่าเหลืองยังมีสีเหลืองและเนื้อข่ายังแข็งอยู่

คำสำคัญ: ยืดอายุ ข่าเหลือง บรรยากาศดัดแปลง แช่น้ำอุ่น แฉนวนเนื้อ

ABSTRACT

Thai yellow galangal production is demanded from foreign countries such as China and Middle-Asia country due to its aroma, less fiber, less spice and nutraceutical properties. Despite, yellow galangal is non climacteric plant, it has a short life at room temperature storage. Additionally, there is a limit number of related research, hence, this study was conducted and aimed to extend shelf life yellow galangal using intermittent warming (IW) (40°C for 0, 10 and 20 min.) and store at low temperature (15°C) in the polypropylene (PP) w/wo vacuum pack. Fresh and absent from disease yellow galangal was harvested from local farm, and then they were washed and trimmed, packed in PP w/wo vacuum conditions. They were stored at 15°C until

they presented rot and spoil. During storage, changes of weight loss, colour (L^* , a^* , b^* , c^* , h°), firmness and pH were determined at 3 days interval. The results showed that low percentage of weight loss was found from 10-min. IW wo-vac. condition. This sample had longer shelf life (24 days) than other samples. Also, the lightness of this sample was higher than control. Reduction of lightness was found in w-vac. condition. Increasing of a^* was showed by samples dipped less than 10 min., w-vac. packs. Interestingly, the 10 min. IW treatment resulted in increasing yellowness and chroma after 12 days of storage. However, longer dip resulted in reduction of h° and packing condition did not affect h° value. pH of all samples showed changes with similar trends. Summary, IW at 40°C for 10 min., wo-vac. pack was the best condition to extend shelf life yellow galangal for 24 days at 15°C storage. The final appearance of yellow galangal was acceptable quality in term of with yellowing skin and firm texture.

Keywords: extend shelf-life, galangal, modify atmosphere, intermittence warming, firmness

บทนำ

ณ สถานการณ์ปัจจุบันความต้องการข้าเหลืองมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น เนื่องด้วยคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว เช่น เวลานำไปปรุงอาหาร ข้าเหลืองมีสีที่สวยกว่าข้าหยวก (ซึ่งข้าหยวกจะมีสีขาว) รวมถึงการนำข้าเหลืองไปทำน้ำพริกแกงประเภทต่างๆ ซึ่งจะได้น้ำพริกแกงที่มีความหอม ไม่เผ็ดมากเกินไป และข้าเหลืองยังมีเนื้อที่ไม่เป็นเส้น ทำให้ได้ น้ำพริกที่มีเนื้อเนียน [1] นอกจากนี้แล้วข้าเหลืองยังถูกนำไปใช้ปรุงเพื่อผลิตยาสมุนไพร ด้วยสรรพคุณทางยา กล่าวคือมีสารบำรุงร่างกายที่สำคัญหลายชนิด รวมทั้งมีสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ข้าเหลืองถูกนำไปใช้ใน โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร เช่น โรงงานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปและโรงงานผลิตน้ำพริกแกงปรุงสำเร็จ [3] ใน ภูมิภาคอีสานโดยเฉพาะจังหวัดนครราชสีมาและขอนแก่น มีต้องการข้าเหลืองถึงปีละ 400 ไร่ แต่กำลังการผลิตยังไม่ ถึง 100 ไร่ เพื่อรองรับตลาดใหม่ในภูมิภาคอื่นๆ ซึ่งเป็นตลาดที่มีการผลิตเวชภัณฑ์ [1]

ผู้ประกอบการผลิตข้าเหลืองซึ่งเป็นผู้ผลิตและผู้รับซื้อข้าเหลืองรายใหญ่รายหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัด นครราชสีมา ให้ข้อมูลว่าปัจจุบันพื้นที่ปลูกภายในจังหวัดนครราชสีมาได้ครอบคลุมทุกอำเภอ รวมทั้งสิ้นประมาณ 400 ไร่ การซื้อขาย ณ ตลาดสุรนคร อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นตลาดค้าปลีกและค้าส่งที่ใหญ่แห่งหนึ่งของอีสานตอนล่าง มีราคาจำหน่ายข้าเหลืองอยู่ที่กิโลกรัมละ 25 บาท ความต้องการตลาดข้าเหลืองขยายเพิ่มมากขึ้นและต่อเนื่องตามลำดับ ส่งผลให้ปริมาณข้าเหลืองที่ผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ปัจจุบันตลาดข้าเหลืองยัง เปิดกว้างสู่ตลาดส่งออกซึ่งประเทศที่มีความต้องการสูง ในขณะนี้ คือ ลาว ญี่ปุ่น จีน และกลุ่มประเทศตะวันออก กลาง กลุ่มผู้ผลิตข้าเหลืองโคราชรายนี้กำลังจะขยายตลาดสู่ประเทศเพื่อนบ้านในอาเซียน แต่ประสบกับอุปสรรคใน การขยายตลาด กล่าวคือยังขาดความรู้ทางด้านวิชาการและงานวิจัยที่ช่วยแนะนำวิธีและเทคนิคการปฏิบัติหลังการ เกี่ยว เพื่อช่วยยืดอายุเก็บรักษาให้นานยิ่งขึ้น ปัจจุบันหลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว ข้าเหลืองจะถูกตัดแต่ง ล้างทำความสะอาด และถูกบรรจุลงในถุงใสขนาด 5 กิโลกรัมแบบมีรูเปิด ซึ่งข้าเหลืองมีอายุเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติได้เพียง 7 วันเท่านั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความต้องการขยายตลาดส่งออกสู่ตลาดอาเซียน ข้าเหลืองจำเป็นต้องมีอายุเก็บรักษาได้นานกว่า 7 วัน เนื่องจากกระยะทางในการขนส่งไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นตลาดจากกลุ่มประเทศตะวันออก กลางและยุโรป (บทสัมภาษณ์ส่วนตัว, 2559)

ด้วยเหตุความต้องการด้านวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญและโอกาสในการศึกษาวิจัยซึ่งสามารถใช้ความรู้ ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญเฉพาะทางที่มีอยู่ เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการจุ่มน้ำร้อน เลือกสภาพบรรจุที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ข้าเหลืองเพื่อรองรับการขยายตลาดในภูมิภาคเอเชีย และอื่นๆ ในการเพิ่มโอกาสทางการค้า

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พบการศึกษาอายุการเก็บรักษาข้าวอ่อนพร้อมบริโภคด้วยสารส้ม และ/หรือโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ร่วมกับการใช้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ Polypropylene (PP) แบบสุญญากาศ พบว่าข้าวอ่อนที่ผ่านการแช่สารละลายสารส้มร่วมกับโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ มีอายุการเก็บรักษามากที่สุดคือ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 5°C ส่วนการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทำให้ O₂ ลดลง 2-6% และ CO₂ เพิ่มขึ้น 8-10% [6]

เทคนิคการจุ่มน้ำร้อนได้ถูกนำมาใช้ในการลดปฏิกิริยาเคมี ที่จะเกิดขึ้นภายในผลิตภัณฑ์หลังจากที่มีการเก็บเกี่ยวมาแล้ว ผลไม้หลายประเภทเกิดสีน้ำตาลหลังจากเก็บเกี่ยวหรือมีการตัดแต่ง เช่น ลิ้นจี่ แอปเปิ้ล มะม่วง มะพร้าว ฝรั่ง ละมุด เป็นต้น ปฏิกิริยาสีน้ำตาลนี้เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีของ Polyphenol oxidase (PPO) การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้จะมีมากที่สุดที่อุณหภูมิ 70°C อย่างไรก็ตามในการใช้ความร้อนสูง (>90°C) สามารถช่วยยับยั้งการทำงานของ PPO ได้ [8] มีรายงานการจุ่มน้ำร้อนในฝรั่งแป้นสีทอง โดยนำฝรั่งล้างด้วยสารละลายเกลือ (NaCl) ที่ความเข้มข้น 200 mMol. และจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 30 40 และ 50°C เป็นเวลา 0 10 20 30 และ 60 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเย็น 5°C นาน 5 นาที ผึ่งให้แห้งและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 30 วัน วิเคราะห์คุณภาพทุก 5 วัน พบว่าการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 40°C สามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักผลและลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และพบว่าการจุ่มน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 50°C ทำให้เกิดสีน้ำตาลที่เปลือกของผลฝรั่ง การศึกษานี้ยังรายงานอีกว่าการจุ่มนาน 10 นาทีที่อุณหภูมิ 40 และ 50°C มีผลในการช่วยรักษาคุณภาพของผลได้ดีในระหว่างการเก็บรักษา [4] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า ซึ่งศึกษาในมะเขือเทศ โดยการจุ่มมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 42.5°C นาน 30 นาที ก่อนการบรรจุลง low density polyethylene (LDPE) (หนา 0.02 mm.) สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิเก็บรักษา 10°C ทั้งนี้การจุ่มน้ำร้อนสามารถลดการติดเชื้อ การแตก และการเน่าเสียได้เป็นอย่างดี [7]

ถุง Polyethylene (PE) ความหนา 90 μ m. ถูกนำมาบรรจุหัวแค้นตะวันตก เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพหลังการเก็บเกี่ยว โดยบรรจุถุงละ 1 กิโลกรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 4 และ 29 \pm 2°C พบว่าหัวแค้นตะวันตกมีอายุการเก็บรักษา 4-7 วัน ที่อุณหภูมิ 29 \pm 2°C มีการเน่าเสียจากราสีขาวและเกิดการงอก ส่วนการเก็บรักษาที่ -18 และ 4°C พบว่าปริมาณความชื้น ฟรุคแทนของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่เปลี่ยนแปลง แต่น้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกัน L* และ b* และความแน่นเนื้อ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [5]

พบการรายงานผลของอุณหภูมิและการระบายอากาศในบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อคุณภาพของหัวแค้นตะวันตก โดยมีการบรรจุในถุง PE ขนาด 5x8 นิ้ว เจาะรู \varnothing 0.5 cm. จำนวน 0 4 8 รู เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C และอุณหภูมิห้อง (28 \pm 2°C) พบว่าหัวแค้นตะวันตกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเสื่อมสภาพที่เร็ว ส่วนแค้นตะวันตกที่เก็บในถุงไม่เจาะรูเกิดการงอกและเน่าเสียในสัปดาห์ที่ 2 แบบเจาะรู 4 และ 8 รู สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 7 และ 4 สัปดาห์ตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 10 สัปดาห์ โดยไม่มีการเสื่อมสภาพ [2]

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีค่อนข้างน้อย ข้อมูลการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับข้าเหลียงยังพบเห็นได้ในจำนวนจำกัด ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลของผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40°C และการใช้ถุงพลาสติกประเภท LDPE PP ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถช่วยยืดอายุเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรได้

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างข้าเหลียง

ข้าเหลียงอายุ 8-10 เดือนถูกเก็บเกี่ยวจากไร่ของเกษตรกรจาก อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา นำมาล้างทำความสะอาดเศษสิ่งเจือปนและตัดแต่ง ข้าเหลียงที่สมบูรณ์ ไม่เป็นโรคและไม่เกิดเชื้อราได้ถูกคัดเลือกเพื่อทำการศึกษาวิจัย ข้าที่มีคุณภาพดีถูกล้างด้วยน้ำกลั่นและผึ่งให้แห้ง แต่ละตัวอย่างมีน้ำหนัก 300 ± 10 กรัม

2. วิธีการศึกษาทดลอง

2.1. **Control** ข้าเหลียงจากข้อ 1 ถูกบรรจุถุง PP จำนวน 300 ± 10 กรัม ปิดผนึกด้วยขดลวดความร้อน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C และอุณหภูมิห้องปกติ ($\sim 35^{\circ}\text{C}$)

2.2. **น้ำอุ่น+สภาพบรรยากาศตัดแปลง** ข้าเหลียงจากข้อ 1 ถูกนำมาแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 40°C นาน 0 10 20 นาที หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงด้วยน้ำสะอาดนาน 10 นาที เพื่อลดผลกระทบของ heat residue ต่อเนื้อเยื่อข้าเหลียง และผึ่งให้แห้ง บรรจุถุง PP จำนวน 300 ± 10 กรัม ปิดผนึกแบบ \pm สูญญากาศ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C และอุณหภูมิห้องปกติ ($\sim 35^{\circ}\text{C}$)

3. คุณภาพข้าเหลียงขณะเก็บรักษา

3.1. **น้ำหนัก** ทุก 3 วันระหว่างการเก็บรักษา มีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก และแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเป็นร้อยละ

3.2. **สี ($L^* a^* b^* c^* h^{\circ}$)** ถูกตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 3 วันตลอดการเก็บรักษา ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยกำหนดจุดวัดสี จำนวน 5 จุดบนแ่งข้า และมีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสี ณ จุดเดิมตลอดการเก็บรักษา

3.3. **ความแน่นเนื้อ (Firmness)** การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของข้าเหลียงตลอดการเก็บรักษาถูกตรวจสอบทุก 3 วัน ด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยใช้หัวกดชนิดหัวตัด ขนาด 8 มม. ทำการวัดจำนวน 5 จุดบนแ่งข้าเหลียง

3.4. **pH** การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของข้าเหลียงตลอดการเก็บรักษาถูกตรวจสอบทุก 3 วัน ด้วยเครื่องวัด pH โดยมีการสกัดน้ำข้าเหลียง จำนวน 20 มล.ต่อการวัดแต่ละครั้ง

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

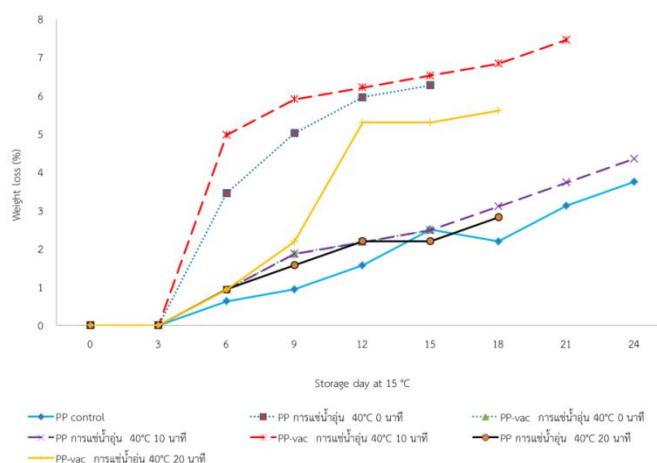
ค่าตัวแปรศึกษาของการออกแบบทดลอง มีการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ นำไปคำนวณค่าความสำคัญทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และแสดงความสำคัญทางสถิติด้วย ค่าเฉลี่ย \pm SE

ผลการวิจัย

1. สูญเสียน้ำหนัก (Weight loss, %)

ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ นาน 24 วัน โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าตัวอย่างทดสอบสามารถเป็น 2 กลุ่มชัดเจน เมื่อเทียบ control ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักที่ค่อนข้างแตกต่างกัน (ภาพที่ 1) กล่าวคือ ตัวอย่างทดสอบกลุ่มแรกมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักที่ค่อนข้างต่ำและคงที่ ส่วนกลุ่มที่สองมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักที่ค่อนข้างสูงและเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ตัวอย่างทดสอบที่มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักต่ำและใกล้เคียงกับ control คือ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่นนาน 10 และ 20 นาที ปิดผนึกแบบ - สูญญากาศ และ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่นนาน 0 นาที ปิดผนึกแบบ + สูญญากาศ



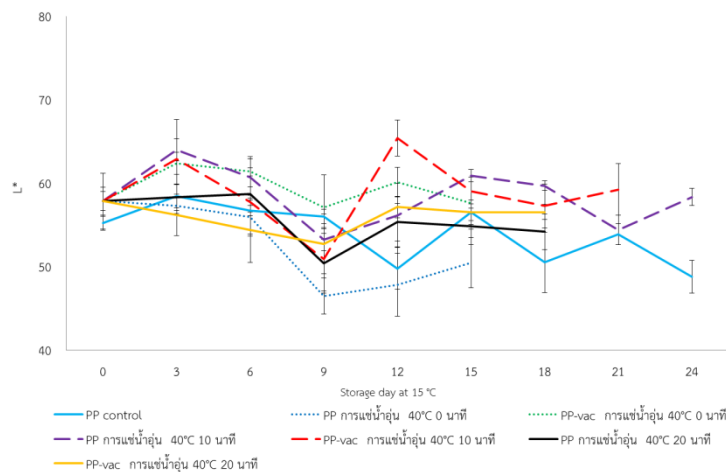
ซึ่งมีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 4% โดยเฉลี่ยในภาพรวมและค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับ control ซึ่งมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก ณ วันสุดท้ายของการเก็บรักษาประมาณ 3% ตลอดการเก็บรักษาพบว่า ในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น นาน 20 นาที ปิดผนึกแบบ -สุญญากาศ และ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่นนาน 0 นาที ปิดผนึกแบบ +สุญญากาศ มีอายุการเก็บรักษา 15 และ 18 วัน ตามลำดับ

ภาพที่ 1 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักในข้าวเหลืองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

2. การเปลี่ยนแปลงค่าสี (Color)

2.1. ความสว่าง (Lightness, L*)

การเปลี่ยนแปลงความสว่างในตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการแช่น้ำอุ่นเป็นเวลานานต่างกัน พบว่าค่าความสว่างจะอยู่ในช่วง 55-78 โดยที่ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน ความสว่างของข้าวเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก (ภาพที่ 2) อย่างไรก็ตามในช่วง 3 แรกของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงความสว่างสามารถแบ่งเป็นสองกลุ่มชัดเจน กล่าวคือ กลุ่มแรก ความสว่างลดลงเล็กน้อยในตัวอย่าง คือ control รวมถึงตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ และ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 20 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ สำหรับกลุ่มที่สอง พบว่าความสว่างเพิ่มขึ้นค่อนข้างชัดเจน ได้แก่ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ และ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ อย่างไรก็ตามไม่พบการเปลี่ยนแปลงความสว่างระหว่างการเก็บรักษา 6 วันแรกในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 20 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ หลังจากเก็บรักษาได้ 6 วัน ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดมีค่าความสว่างลดลงอย่างต่อเนื่อง ในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างที่มีความแปรปรวนค่อนข้างมาก และมีอายุเก็บรักษาสั้นกว่า control กล่าวคือ สามารถเก็บได้นาน 21 วัน



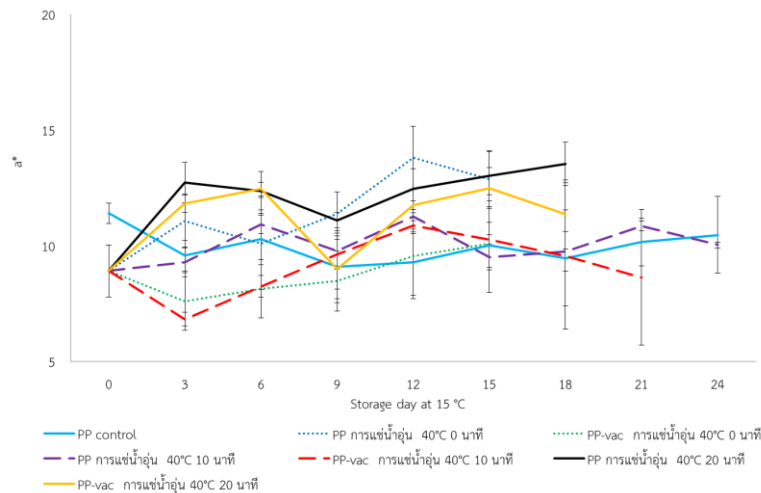
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความสว่างในข้าวเหลืองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

2.2 ค่า a*

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ค่อนข้างมากตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าค่า a* ของตัวอย่างทดสอบอยู่ระหว่าง 6-15 (ภาพที่ 3) สังเกตพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า a* ภายหลัง 3 วันของการเก็บรักษา สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีค่า a* เพิ่มขึ้นแล้วลดลง ได้แก่ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 20 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ และ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่มีค่า a*

ลดลงแล้วเพิ่มขึ้น ได้แก่ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 20 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ และกลุ่มที่ 3 คือ ค่า a^* ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ค่า a^* ส่วนใหญ่จะลดลง ตลอดการเก็บรักษาตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 บรรจุแบบ ±สุญญากาศ มีแนวโน้มที่ค่า a^* เพิ่มขึ้น และมีอายุการเก็บรักษาเพียง 15 วัน ตัวอย่างที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า a^* เล็กน้อยเมื่อเทียบกับ control ตลอดการเก็บรักษา คือ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ

ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ในข้าเหลืองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C

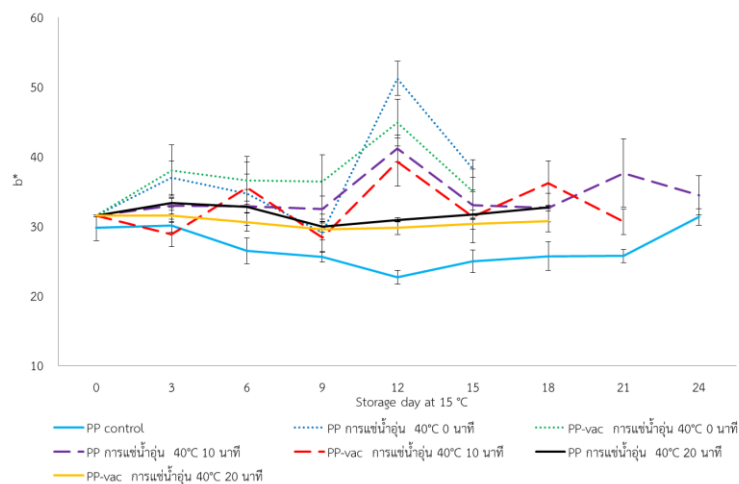


นาน 24 วัน

2.3 ค่า b^*

พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่า b^* มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 10 นาที บรรจุแบบ ±สุญญากาศ แต่พบการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 20 นาที บรรจุแบบ ±สุญญากาศ เมื่อเทียบกับ control (ภาพที่ 4)

ค่า b^* มีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 20 – 50 ตลอดการเก็บรักษาที่ 15°C หลังจากเก็บรักษาได้ 9 วัน ค่า b^* เพิ่มขึ้นและลดลงหลังจากวันที่ 15 อย่างชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวอย่างที่ผ่านการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 10 นาที บรรจุแบบ ±สุญญากาศ และสำหรับค่า b^* ในวันสุดท้ายที่เก็บรักษา (15 วัน) สูงกว่าวันแรกของการเก็บรักษา คือ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 นาที บรรจุแบบ ±สุญญากาศ



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า b^* ในขาเหลืองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

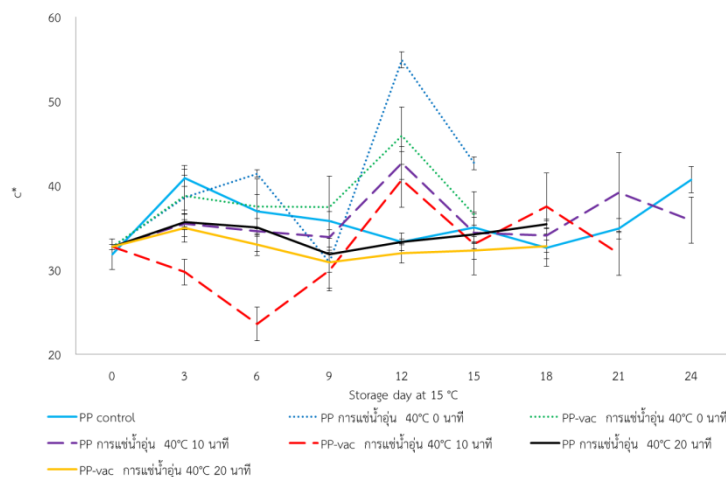
2.4 ค่า c^*

จากการศึกษาพบว่า ค่า c^* ของตัวอย่างทดสอบที่ผ่านแช่น้ำอุ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่พบว่าในตัวอย่างทดสอบที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ ค่า c^* ลดลงในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 5)

ในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา พบว่าตัวอย่างทดสอบแสดงการเปลี่ยนแปลงค่า c^* อย่างชัดเจน โดยที่บางตัวอย่างทดสอบและ control มีค่า c^* เพิ่มขึ้นมาก และอีกบางส่วนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 นาที บรรจุแบบ \pm สุญญากาศ แสดงการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของค่า c^* ณ วันที่ 12 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และแสดงค่า c^* สูงที่สุดที่ 55 ในขณะที่ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ แสดงการลดลงของ c^* ต่ำที่สุด ณ วันที่ 6 ของการเก็บรักษา

2.2 ค่า h°

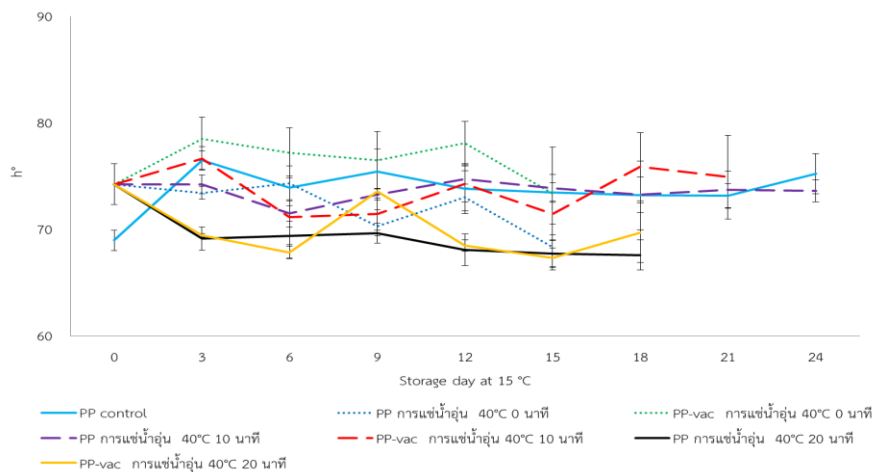
การเปลี่ยนแปลง h° ของทุกตัวอย่างทดสอบอยู่ระหว่าง $65-80^{\circ}$ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C ค่า h° เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างต่อเนื่องและไม่สามารถระบุได้ถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 6) แต่สังเกตพบว่า h° มีค่าต่ำที่สุดและแสดงการลดลงอย่างต่อเนื่องในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 20 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ ซึ่งใกล้เคียงกับการเปลี่ยนแปลงในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 20 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ หากแต่มีข้อแตกต่างกันตรงที่ ตัวอย่างนี้ที่มีการบรรจุแบบสุญญากาศ ค่า h° จะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ณ วันที่ 9 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยและไม่มีความแตกต่างตลอดการเก็บรักษา คือ ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่า c^* ในขาเหลืองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

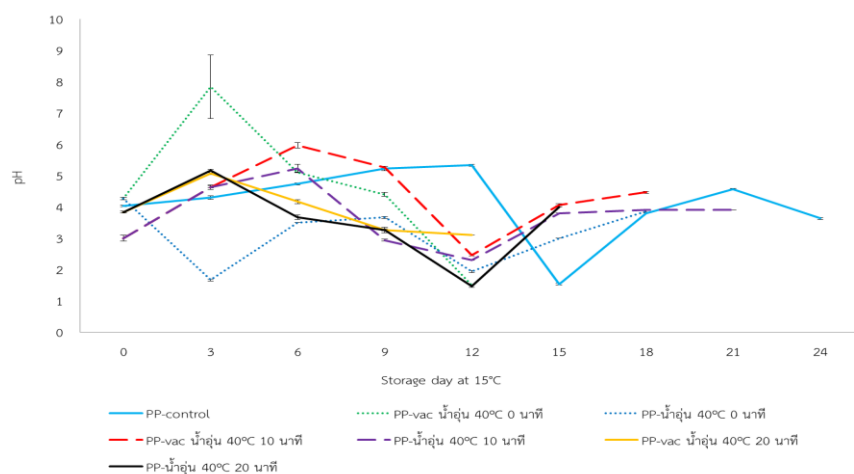
2.2 ค่า pH

พบการเปลี่ยนแปลงของ pH ไม่ค่อยเด่นชัด ในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา pH มีการเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างมีนัยสำคัญในบางตัวอย่างทดสอบ ในบางตัวอย่างทดสอบไม่พบการเปลี่ยนที่ชัดเจน (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่า h° ในข้าเหลือองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

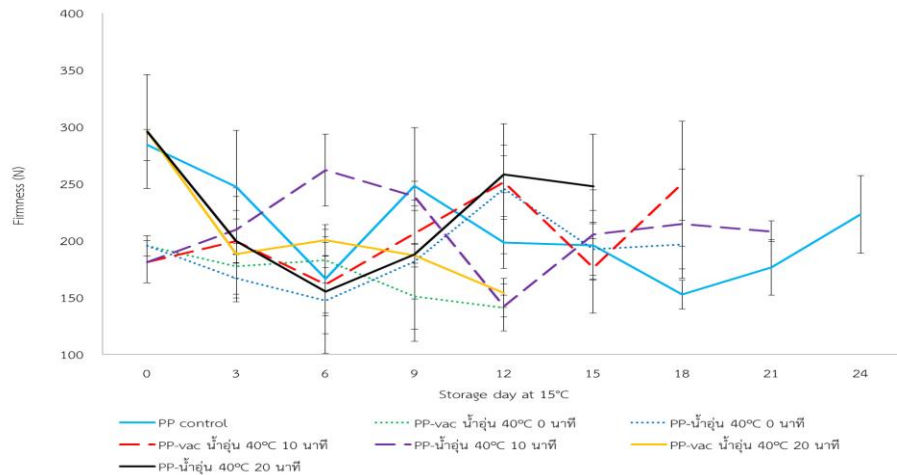
ช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา ตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ ค่า pH เพิ่มขึ้นจากวันแรก (pH= 4.3) เป็น 7.8 ในวันที่ 3 หลังจากนั้น พบว่า pH ลดลงอย่างต่อเนื่อง สำหรับตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 นาที บรรจุแบบ +สุญญากาศ พบว่า pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ณ วันที่ 3 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้น ค่า พบว่า pH เพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับ pH ในวันแรกของการเก็บรักษา และยังคงมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ไม่สามารถระบุแนวโน้มได้อย่างชัดเจน ในการศึกษาครั้งนี้สังเกตพบว่ ทุกตัวอย่างทดสอบ ยกเว้น control มี pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนาน 12 วัน



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในข้าเหลือองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

2.3 ค่าแน่นเนื้อ (Firmness)

ในการศึกษานี้พบว่าโดยรวมความแน่นเนื้อของตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C บรรจุแบบ \pm สุญญากาศ ยกเว้นตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ มีค่าความแน่นเนื้อลดลง (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของข้าเหลืองที่ได้รับการแช่น้ำอุ่น เป็นเวลานานต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

ในการศึกษาครั้งนี้มีการทดสอบค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้ตัวอย่างเดิมตั้งแต่เริ่มเก็บรักษาซึ่งต่างชุดกัน อย่างไรก็ตามแต่ผลการศึกษาพบว่า ความแน่นเนื้อของตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 10 และ 20 นาที บรรจุแบบ ±สุญญากาศ และ control มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C แต่จะพบการลดลงของความแน่นเนื้ออย่างชัดเจนในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 20 นาที บรรจุแบบ ±สุญญากาศ หลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการวิจัยนี้อาจกล่าวได้ว่า การนำข้าเหลืองผ่านกระบวนการแช่น้ำอุ่น 40°C ส่งผลเล็กน้อยต่อการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งมีความใกล้เคียงกับ control แต่การบรรจุแบบสุญญากาศส่งผลให้ข้าเหลืองทั้งที่ผ่านการแช่น้ำอุ่นและไม่ผ่านการแช่น้ำอุ่น สูญเสียน้ำหนักค่อนข้างมาก ซึ่งจะพบเห็นความแน่นเนื้อที่ลดลงด้วยเช่นกัน และส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาลดลง การแช่น้ำอุ่นที่ 40°C เป็นเวลานาน ความร้อนอาจส่งผลให้เนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเซลล์ และอาจส่งผลต่อการสูญเสียน้ำในภายหลังในอัตราที่ค่อนข้างสูง ผลที่ตามมาคืออายุการเก็บรักษาที่สั้นลง

ความสว่างของข้าเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำอุ่น อาจกล่าวได้ว่ามีความสว่างลดลงตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน แต่จะพบการลดลงในอัตราที่สูงในตัวอย่างที่มีการสัมผัสกับน้ำอุ่นนาน ๆ การบรรจุแบบสุญญากาศส่งผลให้ความสว่างของข้าเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำอุ่นไม่เกิน 10 นาที สว่างกว่าข้าเหลืองที่ผ่านปัจจัยทดสอบอื่นๆ และยังพบว่าข้าเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ มีความสว่างกว่า control ตลอดอายุการเก็บรักษา 24 วัน ที่อุณหภูมิ 15°C อาจกล่าวได้ว่าความร้อนอาจส่งผลต่อการลดลงของเอ็นไซม์ที่มีผลต่อการเกิดสีคล้ำในข้าเหลืองได้

การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ในข้าเหลืองที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 10 นาที บรรจุแบบสุญญากาศมีแนวโน้มสูงขึ้น และพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า a^* ในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบไม่ใช้สุญญากาศใกล้เคียงกับ control ค่า b^* เป็นค่าที่สามารถใช้บ่งบอกความเหลืองของตัวอย่างทดสอบ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การนำข้าเหลืองแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 10 นาที ส่งผลให้ข้าเหลืองมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น การแช่น้ำอุ่น 40°C เป็นเวลานาน 20 นาที ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเหลืองในข้าเหลือง การบรรจุแบบสุญญากาศส่งผลให้ข้าเหลืองมีสีเหลืองขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวอย่างที่มีการแช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 10 นาที เมื่อเก็บรักษาที่

อุณหภูมิ 15°C นาน 12 วัน ความร้อนอาจส่งผลต่อการกระตุ้นรงควัตถุสีเหลืองให้มีการพัฒนาในขณะที่ได้รับความร้อนเพียงระยะเวลาสั้นๆ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจเป็นปัจจัยร่วมต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุสีเหลืองในข้าเหลืองได้ด้วยเช่นกัน

ข้าเหลืองที่แช่น้ำอุ่น 40°C นาน 0 และ 10 นาที บรรจุแบบ ±สุญญากาศ มีความเข้มของสีเพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่มีเก็บรักษาได้ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 15°C ซึ่งสอดคล้องกับค่า b^* ที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน และยังสังเกตพบว่าการที่ข้าเหลืองได้สัมผัสกับความร้อนเพียงเวลาสั้นๆ จะทำให้สีเข้มขึ้นไม่ว่าจะมีการบรรจุแบบสุญญากาศในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำหรือไม่ก็ตาม การจุ่มน้ำร้อน 40°C นาน ๆ ค่า h° จะลดลง ซึ่งอาจหมายความว่าข้าเหลืองมีแนวโน้มของการเกิดสีที่เข้าใกล้สีส้มแดงมากยิ่งขึ้น (45-90° = ส้มแดงถึงเหลือง) ส่วนการบรรจุแบบสุญญากาศอาจกล่าวได้ว่าไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง h° ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 24 วัน ที่อุณหภูมิ 15°C

ค่า pH ของข้าเหลืองโดยทั่วไปจะมีค่าเป็นกลาง ประมาณ 5-6 จากการศึกษาอาจกล่าวได้ว่า การนำข้าเหลืองไปจุ่มน้ำร้อน 40°C เป็นเวลานาน 10 นาที และมีการบรรจุแบบใช้หรือไม่ใช้สุญญากาศก็ตาม จะส่งผลให้ pH ของข้าเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงที่มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับกับในข้าเหลืองที่ผ่านน้ำร้อนนานขึ้น และอาจกล่าวได้ว่า การที่ข้าเหลืองสัมผัสกับความร้อน อาจส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างเซลล์และอาจส่งผลต่อสารละลายภายในเซลล์ในเวลาต่อมา



(ก)

(ข)

ภาพที่ 9 ลักษณะปรากฏของข้าเหลืองที่จุ่มน้ำร้อนที่ 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบ -สุญญากาศ (ก) เปรียบเทียบกับ control (ข) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C นาน 24 วัน

จากการศึกษานี้สรุปได้ว่าการจุ่มน้ำร้อนที่ 40°C นาน 10 นาที บรรจุแบบไม่ใช้สุญญากาศ จะสามารถช่วยยืดอายุข้าเหลืองได้นานถึง 24 วัน ที่อุณหภูมิ 15°C ซึ่งข้าตัวอย่างนี้มีลักษณะและคุณภาพที่ดีกล่าวคือ มีสีเหลือง (ภาพที่ 9) และยังคงมีความแน่นเนื้อที่ดีกว่าตัวอย่างทดสอบอื่นๆ รวมถึงมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของข้าอ่อนพร้อมบริโภคแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าสามารถช่วยยืดอายุข้าเหลืองได้นานกว่าถึง 6 วัน

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยและแนวทางในการทำวิจัยต่อไปดังนี้ ควรเพิ่มการวิเคราะห์ สารหอมระเหย ความเผ็ด และการเกิดของโรคระหว่างการเก็บรักษา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ช่วยในการจัดการก่อนและระหว่างการเก็บรักษา และเพื่อให้แน่ใจถึงคุณภาพที่ดีของข้าเหลืองหลังจากที่มีการเก็บรักษาเป็นเวลานาน ๆ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา ในการให้โอกาสดำเนินการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ทินกร วีระพลศิลป์. ปลุกข้าเหลืองทำเงินล้าน พืชเศรษฐกิจใหม่. สำนักข่าวไทย. 15 เมษายน 2558.

- http://www.farmkaset.org/html5/contents.aspx?con_id=02073.
- [2] มยุรฉัตร เพื่อกไร สายฝน พุดหอม และสนั่น จอกลอย. **ผลของอุณหภูมิและการระบายอากาศในบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อคุณภาพของหัวแค้นตะวัน**.ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.41 (1 ฉบับพิเศษ). 2556. หน้า 197-601.
- [3] ราชพฤกษ์ รักษาการ. **ปลูกข้าเหลือง พืชเศรษฐกิจทำเงินที่น่าลงทุน**. 2559. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.vigotech.co.th>.
- [4] ศรีณยา เฟ่งผล. **ผลของการล้างด้วยสารละลายเกลือและการจุ่มในน้ำร้อนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองระหว่างการเก็บรักษา**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44 (3พิเศษ). 2556. 182-185.
- [5] สมพิศ สายแก้ว รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย และ อัมพร แซ่เอี้ยว. **ผลของอุณหภูมิและคุณภาพในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวแค้นตะวันสดภายหลังการเก็บเกี่ยว**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 (3/1). 2553. 249-252.
- [6] อุบล ชินวัง จริญญา ศิริพานิช และเรวัตติ ชัยราช. **การยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของชาออบพรมบรีโศคด้วย สารเคมีร่วมกับสภาพตัดแปลงบรรยากาศ**. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7. พิษณุโลก. 2551.
- [7] ITOH, S. and ITOH, K. **Combined effects of hot water treatment (HWT) and modified atmosphere packaging (MAP) on quality of tomatoes**. Packaging Technology and Science 2003. Vol. 16: 4, pages 171–178, July/August.
- [8] Mizobutsil, G.P., Fingerll, F.L., Zibeirolll, R.A. PuschmannIV, R., Lafetá de Melo NevesV, L., Ferreira da Motal, W. **Effect of pH and temperature on peroxidase and olyphenoxidase activities of litchi pericarp**. Plant physiology and biochemistry plant physiology and biochemistry. 2010. Vol.67 no.2 Piracicaba Mar./Apr.

การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการสร้างอัลกอริทึม สำหรับค้นหาวิธีการสอนรายวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

Applying Data Mining Technique to develop Algorithm for Searching Instructional Methodologies related Computer Subjects

สุรินทร์ อุ่นแสน

Surin Aunsan

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

surin@vru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอัลกอริทึมสำหรับค้นหาวิธีการสอนรายวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ โดยประยุกต์ใช้วิธีการสร้างกฎความสัมพันธ์ของการทำเหมืองข้อมูลในการสร้างรูปแบบของเงื่อนไขในการเลือกวิธีการสอนที่เป็นไปได้ ชุดข้อมูลสำหรับการทดสอบถูกรวบรวมและสังเคราะห์จากข้อมูลการจัดการเรียนการสอนด้านความรู้ ซึ่งปรากฏอยู่ในเอกสารการจัดรายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) หมวดที่ 4 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555-2558 ของสาขาวิชาทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 50 รายวิชา การสร้างกฎความสัมพันธ์ใช้วิธี Apriori และ FP-Growth โดยคัดเลือกกฎที่มีค่าความเชื่อมั่น ตั้งแต่ 0.75 (confidence \geq 0.75) มาสร้างอัลกอริทึม จำนวน 2 ชุด และนำอัลกอริทึมไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านหน่วยความจำและเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ผลการวิจัย พบว่าอัลกอริทึมที่สังเคราะห์ด้วยกฎความสัมพันธ์จากวิธี Apriori (CPU usage = 231.32%, Run Time = 31.00s) มีประสิทธิภาพมากกว่าอัลกอริทึมที่สังเคราะห์ด้วยกฎความสัมพันธ์จากวิธี FP-Growth (CPU usage = 240.14%, Run Time = 31.80s) ทั้งด้านหน่วยความจำและเวลาที่ใช้ในการประมวลผล อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพจะถูกนำไปสร้างฟังก์ชันการค้นหาวิธีการสอนของระบบบริหารจัดการรายละเอียดของรายวิชาต่อไป

คำสำคัญ: เทคนิคเหมืองข้อมูล, วิธีการสร้างกฎความสัมพันธ์, อัลกอริทึม, วิธีการสอน

ABSTRACT

This research aims to develop algorithm for searching instructional methodologies of computer subjects. The appropriate rules are synthesized by Association Rule methodology of Data Mining technique. The rules related condition for define the instructional methodologies. Datasets for this experiment are collected from the course specification document (TQF-3) of 50 computer subjects. The Association Rule methodology for knowledge extraction is the Apriori and the FP-Growth. However, the rules for development two algorithms are regarded from the confidential level more than 0.75 (confidence \geq 0.75). Then, the algorithms performance is analyzed by the space and time complexity calculation. The research result shown that algorithm of Apriori methodology (CPU usage = 231.32%, Run Time = 31.00s) had a good performance in terms of space and time than algorithm of FP-Growth (CPU usage = 240.14%, Run Time = 31.80s). The good performance algorithm will apply to create instructional methodology searching function of computer program.

Keywords: Data Mining, Association Rule, Algorithm, Instructional Methodology

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนเป็นหน้าที่หลักของสถาบันการศึกษาทุกระดับ และจัดเป็นกระบวนการเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ [1] สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสมและมีความสุข สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแลการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาหรือมหาวิทยาลัย ได้กำหนดกฎเกณฑ์และข้อบังคับต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา หรือ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (มคอ.) ซึ่งกำหนดไว้ทั้งหมด 7 หมวด ซึ่งหมวดที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอาจารย์ผู้สอนโดยตรงคือ หมวดที่ 3 รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) ทั้งนี้เพื่อเป็นการวางแผนในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น [2] อย่างไรก็ตามจัดทำ มคอ.3 ในส่วนการกำหนดการวิธีการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้สอน ซึ่งไม่มีความรู้และประสบการณ์สอนจะไม่สามารถกำหนดวิธีการสอนที่มีความเหมาะสมต่อผู้เรียนนั้นส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นการให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนจึงเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาด้านการเลือกวิธีการสอนมาปรับใช้ในรายวิชา ซึ่งจำเป็นจะต้องพิจารณาบริบทของหลักสูตรและผู้เรียนเป็นหลักในยุคของดิจิทัลการประยุกต์ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการจัดการกระบวนการดังกล่าวนับเป็นอีกแนวทางที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการเลือกวิธีการสอนได้

ในยุคที่ข้อมูลข่าวสารมีจำนวนมากมายมหาศาล ข้อมูลที่ประมวลผลในระบบเครือข่ายถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลได้นำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการมากมาย การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง จุดประสงค์หลักของการทำเหมืองข้อมูลคือ การค้นหารูปแบบหรือกฎ [3] ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลอาจเรียกได้ว่าเป็นการสืบค้นความรู้แบบที่ไม่อิงทฤษฎี การทำเหมืองข้อมูลประกอบไปด้วยวิธีการหลัก 3 วิธี คือ การแบ่งประเภทข้อมูล การจัดกลุ่มข้อมูล และการค้นหากฎความสัมพันธ์ [3] การประยุกต์ความรู้เรื่องเหมืองข้อมูลในการสืบค้นวิธีการสอนจัดเป็นการทำเหมืองข้อมูลทางการศึกษา (Educational Data Mining) ในด้านการศึกษาเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนว่าวิธีการสอนใดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับนักศึกษาในกลุ่มต่าง ๆ ในสภาวะที่แตกต่างกัน [4]

สารสนเทศที่สืบค้นด้วยกระบวนการทำเหมืองข้อมูลมีหลายรูปแบบ เช่น ตัวแบบ (Model) ตาราง และกฎความสัมพันธ์ ทั้งนี้การประยุกต์ใช้งานจะต้องแปลผลสารสนเทศนั้นให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจได้ วิธีการแปลผลสารสนเทศที่ได้ในรูปแบบอัลกอริทึม (Algorithm) เป็นอีกวิธีในการนำสารสนเทศมาใช้งานด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยได้เกิดแนวคิดในการสร้างอัลกอริทึมสำหรับการค้นหาวิธีการสอนที่มีความเหมาะสมต่อรายวิชา โดยเน้นที่รายวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ถูกรวบรวมจากเอกสาร มคอ.3 ที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล วิธีการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในการสร้างข้อมูลสำหรับการสร้างอัลกอริทึมคือการค้นหาความสัมพันธ์ ในขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลสำหรับผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนในด้านความรู้ กฎความสัมพันธ์ที่สังเคราะห์ได้ จะถูกคัดเลือกและนำไปสร้างอัลกอริทึม ซึ่งอัลกอริทึมที่สังเคราะห์ได้จะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบบริหารจัดการ มคอ.3 ในส่วนการค้นหาวิธีการสอน นอกจากนั้นตัวแบบที่ สังเคราะห์ขึ้นสะท้อนภาพรวมการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรได้เป็นอย่างดี

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างอัลกอริทึมสำหรับการค้นหาวิธีการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางการวิจัย ดังนี้

2.1 การทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหารูปแบบ (Pattern) หรือกฎ (Rule) ที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ [5] และเป็นกระบวนการค้นหาความรู้ที่เป็นประโยชน์สำหรับการตัดสินใจ ปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ ประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการและค้นหาข้อมูลในการตัดสินใจ เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่สำคัญและได้รับความนิยม ได้แก่ การแบ่งกลุ่ม (Classification)

การจัดกลุ่ม (Clustering) และการหาความสัมพันธ์ (Association Rule) [6] ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ในการหากฎเพื่อสังเคราะห์อัลกอริทึม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การสร้างกฎความสัมพันธ์ (Association Rule) จัดเป็นเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยการหากฎที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ที่มีเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันอยู่เสมอ ข้อมูลอาจเป็นรายการสินค้าที่มีการสั่งซื้อในแต่ละครั้งหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันภายในรายการ (Transaction) กฎความสัมพันธ์ที่สร้างได้จะระบุถึงความสัมพันธ์ว่าเมื่อเหตุการณ์หนึ่งหรือหลายเหตุการณ์เกิดขึ้น จะมีโอกาสสูงที่เหตุการณ์อีกอย่างหนึ่งหรือหลายเหตุการณ์จะเกิดขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น การหาความสัมพันธ์ของการซื้อสินค้า เป็นต้น วิธีที่ใช้ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ เช่น Apriori และ FP-Growth เป็นต้น [7] วิธีการวัดประสิทธิภาพกฎความสัมพันธ์ที่สำคัญประกอบไปด้วย การวัดค่าความมั่นใจ (confidence) และค่าลิฟท์ (lift) [3]

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธี Apriori และ FP-Growth ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยกำหนดจำนวนกฎและเลือกกฎที่มีค่า confidence สูง เพื่อสร้างอัลกอริทึม

2.2 อัลกอริทึม (Algorithm)

วิชญ ช่างเนียม ได้กล่าวว่า อัลกอริทึม หรือ อัลกอริทึม เป็นวิธีการแสดงลำดับขั้นตอนในการทำงานหรือการแก้ไขปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การกำหนดขั้นตอนเพื่อแก้ไขปัญหาการจัดเรียงเอกสารในแฟ้มข้อมูล หรือการกำหนดอัลกอริทึมในการค้นหาข้อมูลในแฟ้มข้อมูลทั้งหมด การนำอัลกอริทึมมาใช้งานจำเป็นต้องมีการวัดประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพอัลกอริทึมมี 2 เครื่องมือ ดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์หน่วยความจำที่ใช้ในการประมวลผล (Space Complexity Analysis) คือ การวิเคราะห์หน่วยความจำทั้งหมดที่โปรแกรมใช้ในการประมวลผลอัลกอริทึม เพื่อให้ทราบถึงขนาดข้อมูลที่สามารถป้อนหรือส่งข้อมูลเข้ามาให้อัลกอริทึมประมวลผลแล้วไม่เกิดข้อผิดพลาด หรือเพื่อให้ทราบถึงขนาดของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ว่ามีเพียงพอสำหรับเก็บข้อมูลในการประมวลผลของอัลกอริทึมหรือไม่ การวิเคราะห์หน่วยความจำมีองค์ประกอบดังนี้

1) Instruction Space คือ ขนาดหน่วยความจำที่จำเป็นต้องใช้ขณะคอมไพล์เลอร์ (Compiler)

2) Data Space คือ ขนาดของหน่วยความจำที่จำเป็นต้องใช้สำหรับเก็บข้อมูลค่าคงที่และตัวแปรขณะที่ใช้ประมวลผลโปรแกรม

3) Environment Stack Space คือ หน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลเพื่อรอเวลาที่จะนำกลับไปใช้ในโปรแกรม ซึ่งหน่วยความจำประเภทนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้งานเท่านั้น

2.2.2 การวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (Time Complexity Analysis) คือ การวิเคราะห์ขั้นตอนของการดำเนินการที่ต้องการประมวลผลของอัลกอริทึม เพื่อใช้ประมาณการเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการทำงานของโปรแกรมและการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถนำไปใช้เลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการประมวลผลของอัลกอริทึมได้ ประเภทของเวลาที่ใช้ในการประมวลผลแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) Compile Time เป็นเวลาที่ใช้ในตรวจไวยากรณ์ (Syntax) ของโค้ดโปรแกรมว่าเขียนถูกต้องตามหลักโครงสร้างภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมหรือไม่ [8]

2) Run Time หรือ Execution time เป็นเวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลอัลกอริทึม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดข้อมูลและจำนวนตัวแปรที่ใช้

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการประเมินประสิทธิภาพอัลกอริทึมด้านหน่วยความจำประเภท Instruction Space และวัดประสิทธิภาพเวลาในการประมวลผลโดยพิจารณาเวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ในการประมวลผลโปรแกรมหรือ Run time

2.3 วิธีการสอน

ทศนา แคมมณี ได้กล่าว วิธีการสอนคือ ขั้นตอนที่ผู้สอนดำเนินการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันไปตามองค์ประกอบและขั้นตอนอันเป็นลักษณะเฉพาะหรือลักษณะเด่นที่ขาดไม่ได้ของวิธีการสอนนั้น ๆ [9] การเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนจะสนับสนุนส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ วิธีการสอน วิธีการสอนที่ผู้วิจัยใช้สำหรับการสร้างกฎความสัมพันธ์ที่ดังนี้มีดังต่อไปนี้ [10]

ตารางที่ 1 วิธีการสอนที่ใช้ในงานวิจัย

วิธีการสอน	การดำเนินการ
วิธีสอนโดยใช้การบรรยาย (Lecture)	ผู้สอนใช้วิธีพูด บอก เล่า อธิบายเนื้อหาสาระที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียน
วิธีสอนโดยใช้การสาธิต (Demonstration)	ผู้สอนวางแผนการเรียนการสอน โดยแสดงหรือกระทำให้เป็นตัวอย่าง
วิธีสอนโดยใช้การนิรนัย (Deduction)	ผู้สอนยกตัวอย่าง การฝึกการนำทฤษฎี หลักการ หลักเกณฑ์ กฎหรือข้อสรุปไปใช้
วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย (Induction)	ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบ แล้วพิจารณาองค์ประกอบที่เหมือนกันแล้วสรุป
วิธีสอนโดยใช้การไปทัศนศึกษา (Field Trip)	ผู้สอนให้ผู้เรียนออกไปศึกษาเรียนรู้ ณ สถานที่ซึ่งเป็นแหล่งของความรู้
วิธีสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion)	ผู้สอนจัดผู้เรียนให้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 4-8 คน และให้ผู้เรียนพูดคุยกันในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นที่กำหนดและสรุปการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปของกลุ่ม
วิธีสอนโดยใช้การแสดงบทบาทสมมติ (Role Playing)	ผู้สอนสร้างสถานการณ์และบทบาทสมมติขึ้นมาที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงบทบาทสมมตินั้นๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนได้กำหนดไว้
วิธีสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง (Case Study)	ผู้สอนนำเสนอกรณี เรื่องราว ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันให้ผู้เรียนศึกษา วิเคราะห์และแสดงความคิดเห็น
วิธีสอนแบบโครงการ (Project Based Learning)	ผู้สอนให้ผู้เรียนจัดทำโครงการและดำเนินการให้สำเร็จตามเป้าหมาย
วิธีสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning)	ผู้สอนยกตัวอย่างปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระในบทเรียนให้ผู้เรียนระดมความคิดในการแก้ไขปัญหา
การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)	ผู้สอนแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยสมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่แตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และมีความรับผิดชอบร่วมกัน

3. วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างอัลกอริทึมค้นหาวิธีการสอนเกี่ยวกับวิชาคอมพิวเตอร์โดยประยุกต์หลักการทำให้เมืองข้อมูล CRISP-DM เป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) Business Understanding

การจัดรายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) ในรายวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านมา ผู้สอนกำหนดวิธีการสอนโดยพิจารณาจากคำอธิบายรายวิชา [11] และสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นหลัก ดังนั้นวิธีการสอนจึงมีความหลากหลาย บางวิธีทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ ประกอบกับผู้สอนที่ไม่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียน

การสอนไม่สามารถวางแผนวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนได้ การกำหนดวิธีการสอนโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสืบค้นวิธีการสอนที่เหมาะสมและนำมาสร้างอัลกอริทึมเพื่อให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2) Data Understanding

ขั้นตอนนี้ได้รวบรวมข้อมูลวิธีการสอนที่ปรากฏในหมวดที่ 4 ใน มคอ.3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555-2558 ของสาขาวิชาทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 สาขาวิชา ได้แก่ เทคโนโลยีสารสนเทศ และวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยคัดเลือก มคอ.3 ของรายวิชาที่อยู่ในกลุ่มวิชาเฉพาะและเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ จำนวน 50 วิชา คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้สำหรับสร้างกฎ คือ คุณลักษณะด้านความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ [11]

- 1) มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่สำคัญของเนื้อหาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 2) สามารถวิเคราะห์ปัญหา เข้าใจและอธิบายความต้องการในเนื้อหาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมทั้งประยุกต์ความรู้ ทักษะและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา
- 3) สามารถวิเคราะห์ ออกแบบ ติดตั้ง ปรับปรุงและ/หรือประเมินระบบองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบงานที่เกี่ยวข้องในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศได้ตรงตามข้อกำหนด
- 4) สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการและวิวัฒนาการของสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมทั้งการนำไปประยุกต์
- 5) รู้ เข้าใจและสนใจพัฒนาความรู้ ความชำนาญในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างต่อเนื่อง
- 6) มีความรู้ในแนวทางของเนื้อหาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงและเข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 7) มีประสบการณ์ในการพัฒนาและ/หรือการประยุกต์เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานจริงได้
- 8) สามารถบูรณาการความรู้ในเนื้อหาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศกับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3) Data Preparation

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการคัดเลือกข้อมูลเพื่อสร้างเซตข้อมูล (Data Set) จำนวน 2 เซต เพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยวิธีการ Apriori และ FP-Growth ในแต่ละเซตข้อมูลแบ่งเป็นเซตข้อมูลย่อย จำนวน 11 เซต ซึ่งจำแนกตามวิธีการสอน 11 วิธี แอทริบิวต์ของแต่ละเซตข้อมูลย่อยถูกจำแนกออกเป็น 8 แอทริบิวต์ตามจำนวนข้อของผลการเรียนรู้ และค่าแอทริบิวต์ทุกตัวจะระบุเป็น Y และ N สำหรับวิธีการ Apriori และระบุเป็น YES และ NO สำหรับวิธี FP-Growth ข้อมูลที่นำมาสร้างเซตข้อมูลเป็นข้อมูลผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านความรู้ (ระบุเป็นหมายเลขข้อ) และวิธีการสอน ซึ่งเก็บจากรายวิชา จำนวน 50 วิชา รายละเอียดของเซตข้อมูลย่อยมีดังนี้

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8
2	Y	Y	Y	N	N	N	Y	N
3	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N
4	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N
5	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y

ใช้การสอนแบบการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ (Productive learning) เน้นให้ผู้เรียน | สร้างผลงานหรือชิ้นงาน | ที่ประยุกต์ใช้ความรู้...

1	2	3	4	5	6	7	8
●	●	●	○				○

ภาพที่ 1 ตัวอย่างเซตข้อมูลวิธีการสอนแบบโครงงานสำหรับวิธี Apriori

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8
2	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
3	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
4	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
5	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE

ใช้การสอนแบบการเรียนรู้เชิงผลิตภาพ (Productive Learning) เน้นให้ผู้เรียน | สร้างผลงานหรือชิ้นงาน | ที่ประยุกต์ใช้ความรู้...

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	●	●	●	○				○

ภาพที่ 2 ตัวอย่างเซตข้อมูลวิธีการสอนแบบโครงงานสำหรับวิธี FP-Growth

ความหมายค่าของแอทริบิวต์ของเซตข้อมูลย่อยมีดังนี้

Y หรือ YES หมายถึง มีค่าสำคัญ (Keyword) วิธีการสอนแบบโครงการปรากฏอยู่ในเอกสาร

N หรือ NO หมายถึง ไม่มีค่าสำคัญ (Keyword) วิธีการสอนแบบโครงการปรากฏอยู่ในเอกสาร

t1 – t8 หมายถึง คุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านความรู้ข้อที่ 1 ถึง 8

การกำหนดค่าลงในแอทริบิวต์ method ใช้วิธีอ่านข้อความวิธีการสอนใน มคอ.3 ของแต่ละรายวิชาเพื่อค้นหาคำสำคัญ (Key Word) ของวิธีการสอน และนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะการสอนของแต่ละวิธี เพิ่มข้อมูลที่แปลงผล (Instance) ลงในเซตข้อมูลจนครบทุกรายวิชา และบันทึกข้อมูลดังกล่าวในรูปแบบ CSV เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

4) Modeling and Evaluation

หลังจากสร้างเซตข้อมูล ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธี Apriori และ FP-Growth ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ เลือกกฎความสัมพันธ์จากวิธี Apriori จำนวน 11 กฎ และ FP-Growth จำนวน 11 กฎ รวมทั้งสิ้น 22 กฎ โดยพิจารณาเลือกกฎจากค่า confidence ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นของกฎความสัมพันธ์ที่เมื่อรูปแบบความสัมพันธ์ด้านซ้าย (LHS) เกิดขึ้น ความสัมพันธ์ด้านขวา (RHS) จะเกิดขึ้นเสมอ [3] รูปแบบการเขียนกฎความสัมพันธ์ มีดังนี้

confidence (LHS => RSH)

ภาพที่ 3 รูปแบบการเขียนกฎความสัมพันธ์

เมื่อ

LHS (Left Hand Site) คือ กฎความสัมพันธ์ด้านซ้าย

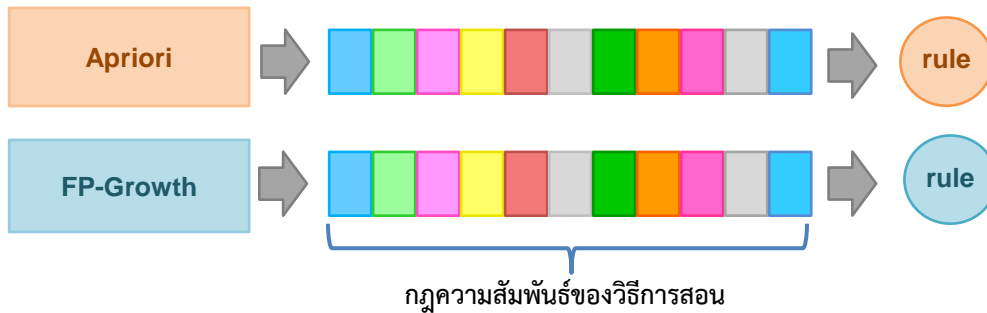
RHS (Right Hand Sit) คือ กฎความสัมพันธ์ด้านขวา

เกณฑ์การเลือกกฎความสัมพันธ์จะพิจารณาจากค่า confidence ของแต่ละกฎ ซึ่งเลือกกฎจำนวนทั้งสิ้น 20 กฎ รายละเอียดค่า confidence จำนวนกฎที่ต้องการ และโปรแกรมที่ใช้ประมวลผล มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 รายละเอียดการสร้างกฎความสัมพันธ์

วิธี	ค่า confidence	จำนวนกฎ	โปรแกรม
Apriori	0.75 – 1.00	20	Weka
FP-Growth	1.00	20	Rapid Miner

รูปแบบในการสร้างกฎความสัมพันธ์สำหรับสร้างอัลกอริทึมจำนวน 2 ชุด แสดงดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 4 รูปแบบการสร้างกฎความสัมพันธ์

4) Algorithm Development and Evaluation

นำตัวแบบทั้งหมดที่เลือกมาแปลงค่าให้เป็นอัลกอริทึมประเภทการทำงานแบบมีเงื่อนไข [12] เขียนให้อยู่ในรูปแบบของรหัสเทียม (Pseudocode) และผังงาน (Flowchart) นำรหัสเทียมมาแปลงเป็นคำสั่งภาษาจาวา และสร้างฟังก์ชัน `evAlgorithm()` เพื่อทดสอบอัลกอริทึม โดยวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากหน่วยความจำ (Space Complexity Analysis) และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (Time Complexity Analysis) [8] การทดสอบประสิทธิภาพจะกำหนดข้อมูลสำหรับทดสอบจำนวน 10 ข้อมูลเท่า ๆ กัน นำไปประมวลผลและพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้เพื่อเลือกอัลกอริทึมที่ดีที่สุดสำหรับการสอน

5) Deployment

อัลกอริทึมที่สังเคราะห์ได้สามารถนำไปเป็นต้นแบบการสังเคราะห์วิธีการสอนด้านอื่น ๆ และประยุกต์ใช้ในการสร้างฟังก์ชันสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน เช่น ระบบจัดการหลักสูตร ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (TQF) เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้โดยเฉพาะอาจารย์ใหม่สามารถเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับรายวิชาและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน นอกจากนั้นผู้บริหารสามารถทราบแนวโน้มในการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตร และนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงนโยบายด้านวิชาการและวิธีการจัดการเรียนการสอน

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการสร้างอัลกอริทึมสำหรับค้นหาวิธีการสอนด้วยเทคนิควิธีการสร้างกฎความสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ กฎความสัมพันธ์และอัลกอริทึม และผลการทดสอบประสิทธิภาพอัลกอริทึม รายละเอียดผลการวิจัยมีดังนี้

4.1 ผลการสร้างกฎความสัมพันธ์และอัลกอริทึม

กฎความสัมพันธ์ที่สร้างจากวิธี Apriori และ FP-Growth ประกอบไปด้วยกฎความสัมพันธ์ของแต่ละวิธี จำนวน 11 กฎ ซึ่งเขียนอยู่ในรูป $LHS \Rightarrow RHS$ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกกฎความสัมพันธ์จำนวน 20 กฎของวิธีการสอนแต่ละวิธีของแต่ละวิธีการหาความสัมพันธ์ ซึ่งมีค่าดังนี้

$$20 \text{ กฎ} \times 11 \text{ วิธีสอน} \times 2 \text{ วิธีหาความสัมพันธ์} = 440 \text{ กฎ}$$

ภาพที่ 5 จำนวนกฎความสัมพันธ์ทั้งหมด

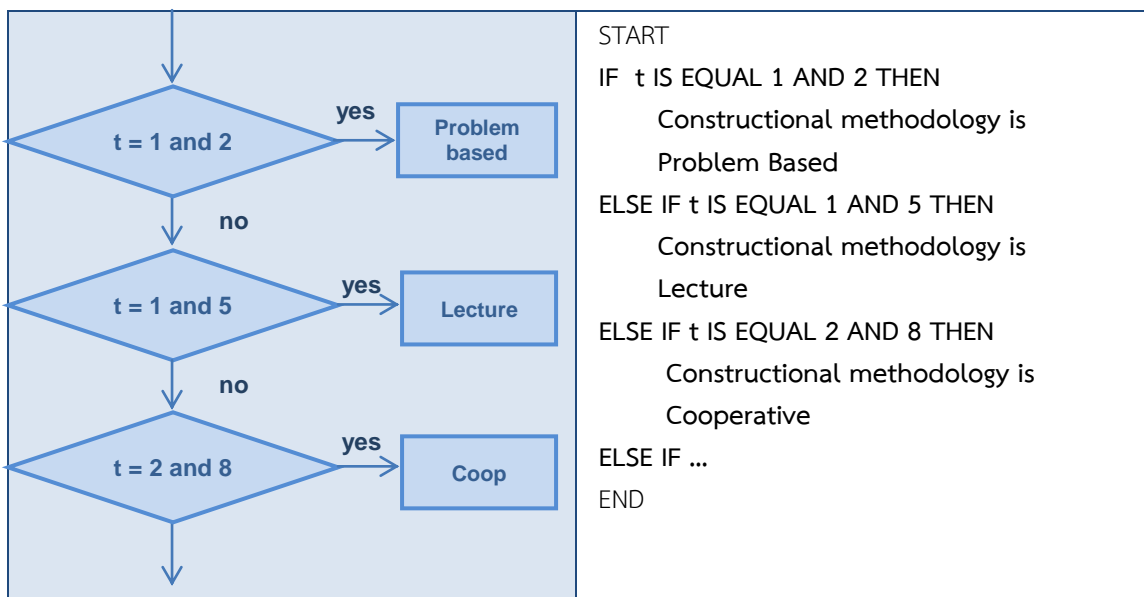
จากนั้นพิจารณากฎความสัมพันธ์เพื่อลดความซ้ำซ้อนของกฎที่ด้านซ้ายและด้านขวาที่ไม่แตกต่างกัน โดยรวมกฎที่เหมือนกันของแต่ละวิธีเข้าด้วยกัน เช่น $t1 \Rightarrow t2$ มีค่าเท่ากับ $t2 \Rightarrow t1$ เป็นต้น เมื่อรวมกฎ

ความสัมพันธ์ จะมีกฎความสัมพันธ์ของวิธี Apriori จำนวน 40 กฎ และกฎความสัมพันธ์ของวิธี FP-Growth จำนวน 45 กฎ ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์ของวิธีการสอนแบบโครงการที่สังเคราะห์ได้มีดังนี้

project based learning	project based
1. t2=Y 12 ==> t1=Y 12 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	Association Rules
2. t1=Y12 ==> t2=Y 12 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t7] --> [t4] (confidence: 0.800)
3. t3=Y 10 ==> t1=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t4] --> [t7] (confidence: 1.000)
4. t5=N 10 ==> t1=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t8] --> [t7] (confidence: 1.000)
5. t6=N 10 ==> t1=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t6] --> [t7] (confidence: 1.000)
6. t7=N 10 ==> t1=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t5] --> [t7] (confidence: 1.000)
7. t3=Y 10 ==> t2=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t3] --> [t7] (confidence: 1.000)
8. t5=N 10 ==> t2=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t8] --> [t4] (confidence: 1.000)
9. t6=N 10 ==> t2=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t6] --> [t5] (confidence: 1.000)
10. t7=N 10 ==> t2=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t5] --> [t6] (confidence: 1.000)
11. t5=N 10 ==> t3=Y 10 <conf:(1)> lift:(1.2) lev:(0.14) [1] conv:(1.67)	[t6] --> [t3] (confidence: 1.000)
12. t3=Y 10 ==> t5=N 10 <conf:(1)> lift:(1.2) lev:(0.14) [1] conv:(1.67)	[t3] --> [t6] (confidence: 1.000)
13. t6=N 10 ==> t3=Y 10 <conf:(1)> lift:(1.2) lev:(0.14) [1] conv:(1.67)	[t5] --> [t3] (confidence: 1.000)
14. t3=Y 10 ==> t6=N 10 <conf:(1)> lift:(1.2) lev:(0.14) [1] conv:(1.67)	[t3] --> [t5] (confidence: 1.000)
15. t6=N 10 ==> t5=N 10 <conf:(1)> lift:(1.2) lev:(0.14) [1] conv:(1.67)	[t8] --> [t7, t4] (confidence: 1.000)
16. t5=N 10 ==> t6=N 10 <conf:(1)> lift:(1.2) lev:(0.14) [1] conv:(1.67)	[t7, t8] --> [t4] (confidence: 1.000)
17. t2=Y t3=Y 10 ==> t1=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t4, t8] --> [t7] (confidence: 1.000)
18. t1=Y t3=Y 10 ==> t2=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t6] --> [t7, t5] (confidence: 1.000)
19. t3=Y 10 ==> t1=Y t2=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t7, t6] --> [t5] (confidence: 1.000)
20. t2=Y t5=N 10 ==> t1=Y 10 <conf:(1)> lift:(1) lev:(0) [0] conv:(0)	[t5] --> [t7, t6] (confidence: 1.000)
	[t7, t5] --> [t6] (confidence: 1.000)

ภาพที่ 6 ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์ของวิธีการสอนแบบโครงการ

กฎความสัมพันธ์ที่ได้จะถูกนำมาสร้างเป็นอัลกอริทึมโดยนำกฎด้านซ้ายและด้านขวามาเชื่อมด้วย และ หรือ AND เช่น กฎความสัมพันธ์ $t1 \Rightarrow t2$ จะถูกแปลให้เป็น $t1 \text{ AND } t2$ เนื่องจากเมื่อ $t1$ คือ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ข้อที่ 1 ถูกเลือก $t2$ คือ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ข้อที่ 2 จะต้องถูกเลือกเสมอ จำนวนเงื่อนไขที่ถูกสร้างมีทั้งหมด 40 เงื่อนไขสำหรับวิธี Apriori และ 45 เงื่อนไข สำหรับ FP-Growth เมื่อเขียนอัลกอริทึมในลักษณะของผังงานและรหัสเทียมสามารถเขียนได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 7 ตัวอย่างอัลกอริทึม

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพอัลกอริทึม

การทดสอบประสิทธิภาพหน่วยความจำและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลอัลกอริทึม จำนวน 2 ชุด ใช้วิธีเขียนคำสั่งภาษาจาวาลงในโปรแกรม Netbean โดยกำหนดให้ฟังก์ชันการค้นหาวิธีการสอนทำงานแบบวนซ้ำจำนวน 10,000 รอบ ($n = 10000$) และโปรแกรมจะถูกประมวลผลจำนวน 10 ครั้ง ข้อมูลคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านความรู้เป็นข้อมูลของรายวิชา จำนวน 10 รายวิชา ข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเก็บอยู่ในตัวแปรประเภทอาร์เรย์ (Array) ขนาด 10 อัลกอริทึมทั้ง 2 ชุดถูกนำไปเขียนด้วยภาษาจาวา โดยกำหนดวิธีการเขียนโปรแกรมที่เหมือนกัน แต่มีความแตกต่างกันในส่วนของเงื่อนไขซึ่งจะเป็นไปตามกฎความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมมีดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

Performance Method	CPU Usage (%)		Run Time (Seconds)	
	Apriori	FP-Growth	Apriori	FP-Growth
Round 1	230.70	238.50	33.00	36.00
Round 2	237.30	302.80	32.00	33.00
Round 3	230.00	230.90	33.00	31.00
Round 4	231.20	239.90	34.00	32.00
Round 5	231.70	235.50	32.00	32.00
Round 6	240.90	231.70	31.00	31.00
Round 7	227.80	231.50	28.00	31.00
Round 8	227.60	230.30	29.00	30.00
Round 9	228.30	228.60	29.00	32.00
Round 10	227.70	231.70	29.00	30.00
Total	231.32	240.14	31.00	31.80



ภาพที่ 8 ปริมาณหน่วยความจำที่ใช้ในการประมวลผลอัลกอริทึม

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมพบว่า อัลกอริทึมที่สร้างด้วยวิธี Apriori ประมวลผลโดยใช้หน่วยความจำเฉลี่ย 231.32% ใช้เวลาในการประมวลผลเฉลี่ย 31.00 วินาที อัลกอริทึมที่สร้างด้วยวิธี FP-Growth ประมวลผลโดยใช้หน่วยความจำเฉลี่ย 240.14% ใช้เวลาในการประมวลผล 31.80 วินาที ดังนั้นอัลกอริทึมที่สร้าง

ด้วยวิธี Apriori มีประสิทธิภาพดีกว่าอัลกอริทึมที่สร้างด้วยวิธี FP-Growth เนื่องจากใช้หน่วยความจำและระยะเวลาในการประมวลผลน้อยกว่า

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การสร้างอัลกอริทึมสำหรับการค้นหาวิธีการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ โดยประยุกต์ใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ในการทำเหมืองข้อมูล วิธีสร้างกฎความสัมพันธ์ที่นำมาใช้ คือ วิธี Apriori และ วิธี FP-Growth ชุดข้อมูลที่ใช้นำมาใช้สังเคราะห์กฎความสัมพันธ์เป็นข้อมูลรายละเอียดวิชาในส่วนของสอนด้านความรู้ประกอบไปด้วยคุณลักษณะอันพึงประสงค์จำนวน 8 ข้อย่อย เมื่อนำกฎความสัมพันธ์มาแปลความหมายและสร้างอัลกอริทึมจำนวน 2 ชุด พบว่า อัลกอริทึมมีประสิทธิภาพด้านการใช้หน่วยความจำและระยะเวลาในการประมวลผลแตกต่างกัน โดยอัลกอริทึมที่สร้างด้วยวิธี Apriori มีประสิทธิภาพดีกว่าอัลกอริทึมที่สร้างด้วยวิธี FP-Growth อย่างไรก็ตาม อัลกอริทึมที่สังเคราะห์ได้ยังไม่สามารถสนับสนุนเงื่อนไขที่เป็นไปได้ของการกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทุกกรณี ซึ่งการนำไปประยุกต์ใช้ต้องปรับอัลกอริทึมให้มีความเหมาะสม และอัลกอริทึมยังไม่ครอบคลุมการจัดการเรียนการสอนทุกด้าน ดังนั้นการสร้างอัลกอริทึมด้านความรู้จะเป็นแนวทางการสร้างอัลกอริทึมด้านอื่น ๆ เพื่อนำไปสร้างฟังก์ชันสำหรับค้นหาวิธีการจัดการเรียนการสอนของรายวิชาคอมพิวเตอร์ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตโต). การศึกษาเพื่ออารยธรรมที่ยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มูลนิธิพุทธธรรม, 2539.
- [2] อุทุมพร จามรมาน. เอกสารประกอบการบรรยาย โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาเทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การจัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (TQF), 2556.
- [3] เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคดาต้าไมนิ่งเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: เอเชียดิจิตอลการพิมพ์, 2557.
- [4] วิจักขณ์ ศรีสังจะเลิศวาจา และ ดุษฎี ประเสริฐธิตพัฒนา. การทำเหมืองข้อมูลทางการศึกษา (Educational Data Mining). วารสารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ปีที่ 20, 2557.
- [5] เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์. Practical Data Mining with RapidMiner Studio 7 เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ: เอเชียดิจิตอลการพิมพ์, 2559.
- [6] Ian H. Witten, Eibe Frank and Mark A. Hall. Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques, 3rd edition. Elsevier, 2011.
- [7] สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล. การทำเหมืองข้อมูล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2559.
- [8] วิษณุ ช่างเนียม. คู่มือเรียนโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม (Data Structure & Algorithm). นนทบุรี: ไอดีซีพีเมียร์, 2556.
- [9] ทิศนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557.
- [10] รุ่งโรจน์ แก้วอุไร และ ศรัณยู หมั่นเดช. 8 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับโซเซียลมีเดียเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์, 2557, 1(1), หน้า 1-17.
- [11] หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555.
- [12] ธีรวัฒน์ ประกอบผล. โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม (Data Structure & Algorithm). กรุงเทพฯ: ชัคเซตมีเดีย, 2552.

การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร
โดยกระบวนการบำบัดทางชีวภาพร่วมกับแหนแดง

WASTEWATER TREATMENT OF PIGGERY FARM USING BIOLOGICAL TREATMENT
AND
AZOLLA MICOPHYLLA

ธีรวัฒน์ รุ่งกฤษณ์¹ กุสุมา สุเมธี²
Theerawat Runguphan¹, Kusuma Sumethi²

^{*1,2}ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์
และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

*E-mail: trunguphan@cantab.net

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลองในประเทศไทยมีคุณภาพลดลงเป็นผลมาจากการปนเปื้อนของแหล่งกำเนิด เช่น น้ำทิ้งชุมชน การเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม จึงมีงานวิจัยจำนวนมากมุ่งศึกษาการจัดการบำบัดมลพิษทางน้ำที่มาจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้ กิจกรรมทางการเกษตรส่งผลให้เกิดน้ำเสียในปริมาณมากและมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่มีการปนเปื้อนฟอสฟอรัสและไนโตรเจนอยู่ในปริมาณสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการบำบัดทางชีวภาพร่วมกับกระบวนการฟิสิกส์ด้วยพืช เพื่อบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร แหนแดงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นพืชบำบัดได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบบำบัดที่มีการเติมออกซิเจนจากกังหันน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดทางกายภาพ เคมี และชีวเคมีในน้ำเสียพบว่าแหนแดงมีคุณสมบัติในการบำบัดน้ำ สามารถกำจัดสารปนเปื้อนในรูปซีโอไลต์ ฟอสเฟตและไนโตรเจนทั้งหมดได้ในปริมาณร้อยละ 91 ร้อยละ 51 และร้อยละ 63 ตามลำดับ แหนแดงหลังการบำบัดสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยพืชสดแทนปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุอาหารแก่ดิน

คำสำคัญ: การบำบัดทางชีวภาพ การปนเปื้อนฟอสฟอรัสและไนโตรเจน การฟื้นฟูด้วยพืช น้ำเสียจากฟาร์มสุกร แหนแดง

ABSTRACT

As a consequence of deterioration of water quality in canals and rivers in Thailand from point sources including municipalities, agricultures and industries, many research works have been conducted with the aim of managing the pollutants released from these sources.

Agricultural activities cause high volume of wastewater, which affect water quality, especially from pig farms. This study aims to investigate the use of phytoremediation method to biologically treat piggery wastewater. *Azolla microphylla*, more commonly known as water fern was added to the conventional aeration unit and their pollutants removal efficiency measured. From the investigation it was found that the biological treatment unit was effective in removing COD, phosphorous and nitrogen contaminations, measuring 91%, 51% and 63% removal efficiency respectively. Nutrients from by-products after treatment can also be used to help further fertilize soil.

Keywords: Biological treatment; phosphorous and nitrogen contaminations; phytoremediation; piggery wastewater; *Azolla microphylla*.

1. บทนำ

การเลี้ยงสุกรเป็นกิจกรรมทางการเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ แต่ปัญหาอย่างหนึ่งที่เกิดตามมาคือปัญหาด้านสภาวะแวดล้อมอันเนื่องจากมูลสุกรและของเสียที่มีความสกปรกสูง ส่งผลให้เกิดน้ำเสียในปริมาณมาก น้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากขั้นตอนการล้างทำความสะอาดโรงเรือนและปัสสาวะสุกร มีอัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ยต่อตัวละ 10-20 ลิตร/วัน เป็นน้ำที่มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนสูง หากปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยไม่ได้รับการบำบัดจะทำให้แหล่งน้ำดังกล่าวมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ทำลายระบบนิเวศทางธรรมชาติ ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียจึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้มีน้ำเสียมีคุณภาพดีขึ้นก่อนปล่อยกลับสู่แหล่งน้ำ [1]

น้ำเสียจากฟาร์มสุกรมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนสูงจึงเหมาะแก่การบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ ร่วมกับการฟื้นฟูด้วยพืช โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์กับพืชในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนออกจากน้ำเสีย ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาด้วยกระบวนการดังกล่าวพบว่าพืชสามารถดูดซับสารปนเปื้อนและใช้เป็นธาตุอาหารใน การ เ จ ร เ จ ร ญ เ ต ิ บ โ ต [2]- [5] ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการนำแหนแดง (*Azolla microphylla*) ซึ่งเป็นพืชน้ำที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย โดย เฉ พ า ะ ไ น บ ริ เ ว ณ แห ล ่ ง น ้ า น ี ้ ง ห รื อ น้ำท่วมขังมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบบำบัดที่มีการเติมอากาศ เพื่อบำบัดและกำจัดสารปนเปื้อนในรูปซีโอดี ฟ อ ส ฟ อ ร ์ ส แล ะ ไ น โ ต ร เ จ ร น อี ก ท ้ ง ย ้ ง มี ผลพลอยได้จากการใช้แหนแดงเป็นชีวมวลในรูปปุ๋ยพืชสดทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปรับปรุงคุณภาพดินได้อีกด้วย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการทำงานร่วมกันระหว่างระบบบำบัดที่มีการเติมอากาศกับพืช โดยทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มหรือลดของประสิทธิภาพการบำบัด

น้ำเสีย โดยเปรียบเทียบระหว่างชุดทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) คือการปล่อยให้ น้ำเสียเกิดการฟอกตัวตามธรรมชาติ ชุดทดลองที่ 2 การใช้แหนแดง และชุดทดลองที่ 3 การใช้แหนแดงร่วมกับการเติมอากาศ

การทำงานร่วมกันของระบบบำบัดที่มีการเติมอากาศกับแหนแดงเป็นระบบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนไม่ต้องใช้เทคโนโลยีสูง ค่าใช้จ่ายในการควบคุมระบบต่ำสามารถเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์และวิธีการวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

2.1.1 แหนแดงสายพันธุ์ *Azolla microphylla* ได้จากเกษตรกรในจังหวัดนครปฐม เบื้องต้นทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน ก่อนนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยเตรียมแหนแดงใส่ลงในกะละมังเพื่อขยายปริมาณสำหรับใช้เป็นเชื้อพันธุ์ในการทดลอง ใช้กล้าแหนแดงเริ่มต้นปริมาณ 500 กรัม หลังการเพาะเลี้ยงทำการคัดเลือกแหนแดง โดยคัดเลือกลักษณะลำต้น ขนาดใบ สี ที่มีการเจริญเติบโตสมบูรณ์เพื่อนำไปทำการทดลองต่อไป

2.1.2 น้ำเสีย ตัวอย่างน้ำเสียได้จากน้ำเสียก่อนบำบัดของฟาร์มสุกรในพื้นที่จังหวัดนครปฐม

2.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบวิเคราะห์ ประกอบด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดเบส เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส เครื่องชั่ง อุปกรณ์รองรับน้ำตัวอย่าง กะละมัง ถังพลาสติกใส และโหลแก้วเพาะเลี้ยงแหนแดง

2.2 วิธีการวิจัย

2.2.1 การศึกษาลักษณะสัญญาณของแหนแดง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากฟาร์มสุกรปริมาณ 15 ลิตรใส่ถังพลาสติกใส นำแหนแดงที่ได้ผ่านการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณใส่ในโหลแก้ว

ในแต่ละชุดการทดลองใส่แหนแดงน้ำหนักสดปริมาณ 8 กรัมต่อลิตรของน้ำเสีย เพื่อให้ปริมาณแหนแดงเพียงพอที่จะคลุมพื้นผิวน้ำ บันทึกน้ำหนักสดแหนแดงของแต่ละชุดการทดลองในวันแรกก่อนการบำบัดและวันที่ 5,10,15 และ 20 ตามลำดับ

2.2.2 การเตรียมชุดการทดลองเป็นแบบปัจจัยศึกษา (Parametric study) โดยศึกษาถึงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบระหว่างชุดทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ที่มีการปล่อยให้ น้ำเสียเกิดการฟอกตัวตามธรรมชาติ ชุดทดลองที่ 2 การใช้แหนแดง และชุดทดลองที่ 3 การใช้แหนแดงร่วมกับการเติมอากาศ

2.2.3 เก็บตัวอย่างน้ำเสียและ การวิเคราะห์ เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนการบำบัดและในวันที่ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ นำตัวอย่างน้ำเสียที่ได้ไปวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้ใน การ ศึกษา ใน รูป อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดเบส ปริมาณซีโอดี ฟอสเฟต ไนโตรเจนทั้งหมด ตามมาตรฐานการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย APHA และ คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย [6] - [7] รายละเอียดตามตารางที่

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์	การตรวจสอบลักษณะน้ำ ทิ้ง	วิธีการที่ใช้
ทางกายภาพ	อุณหภูมิ	ใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำ วัดค่า
ทางเคมี	ความเป็นกรดเบส	ใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH meter)
ทางชีวเคมี	COD ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟต	เครื่องวัดซีโอดี วิธีเจลดาล์ท วิธีกรดแวนนาโดโมลิบโดฟอสฟอริก

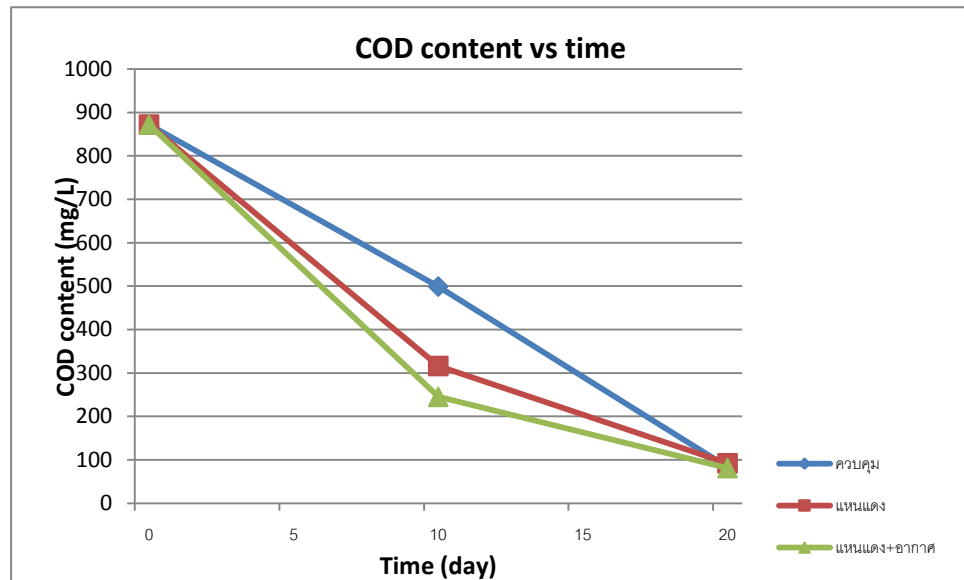
3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการตรวจลักษณะสัญญาณของແໜ່ງແໜ່ງສາຍພັນ *Azolla microphylla* เป็นพืชที่ลอยบนผิวน้ำ ขนาดเล็ก รากของແໜ່ງແໜ່ງจะหย่อนลงในน้ำเพื่อดูดซึมสารอาหารเก็บสะสมไว้ในลำต้น หลังการบำบัดพบว่าอัตราการอยู่รอดของແໜ່ງແໜ່ງอยู่ในเกณฑ์ดี พบແໜ່ງແໜ່ງเจริญเติบโตได้ดี พิจารณาได้จากน้ำหนักสด สภาพใบ ยั ง ค ง เ ป็ น สี เ ขี ย ว ส ด ป ร ิ ม า ณ ແໜ່ງແໜ່ງที่คลุมผิวน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณก่อนการบำบัด

การที่ແໜ່ງແໜ່ງมีปริมาณเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงการนำสารปนเปื้อนในรูปของฟอสเฟตและไนเตรตจากน้ำเสียฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์เป็นธาตุอาหารในการเจริญเติบโต อีกทั้งยังมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น จุลินทรีย์ และจุลสาหร่ายต่างๆ ที่อาศัยอยู่บริเวณรากช่วยย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสีย สอดคล้องกับผลการทดลองที่ค่าซีโอดี ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรมีปริมาณลดลง

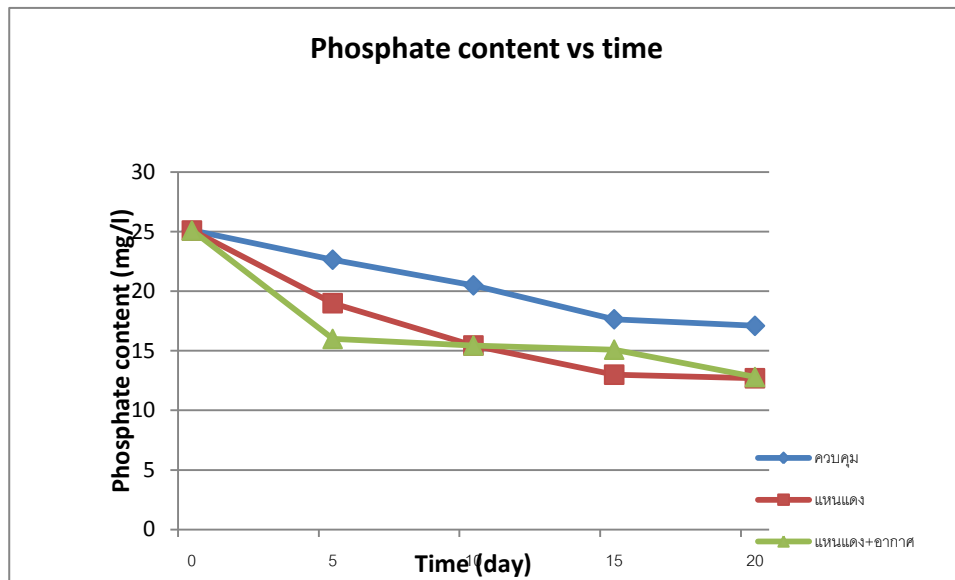
3.2 ซีโอดี (COD) ผลจากการวิจัยพบว่าคุณภาพน้ำเสียจากฟาร์มสุกรภายหลังการบำบัดในชุดทดลองที่ 3 ที่มีการใช้ແໜ່ງແໜ່ງทำงานร่วมกับระบบบำบัดที่มีการเติมอากาศ มีประสิทธิภาพการบำบัดที่ดีที่สุด โดยมีค่าการกำจัดซีโอดีภายหลังการบำบัด 20 วัน อยู่ที่ร้อยละ 91 ปริมาณซีโอดีคงเหลือ 78 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษที่ 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ ปริมาณการลดลงของซีโอดีในชุดทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) และชุดทดลองที่ 2 การเติมແໜ່ງແໜ່ງเพียงอย่างเดียวมีค่าการกำจัดใกล้เคียงกันอยู่ที่ประมาณร้อยละ 89

ในชุดทดลองที่ 3 มีอัตราการลดลงของปริมาณซีโอดี (ค่าความชันของเส้นกราฟปริมาณซีโอดีกับเวลา) มากที่สุด เห็นได้ชัดในช่วงก่อนการบำบัดถึงวันที่ 10 ของการทดลอง (ภาพที่ 1) น้ำหลังการบำบัดจากทั้ง 3 ชุดทดลองมีลักษณะที่ใสขึ้นสอดคล้องกับปริมาณซีโอดีที่ลดลง เพื่อให้การวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังบำบัดมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นควรมีการวัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) รวมด้วย



ภาพที่ 1 ปริมาณซีโอดีกับเวลา

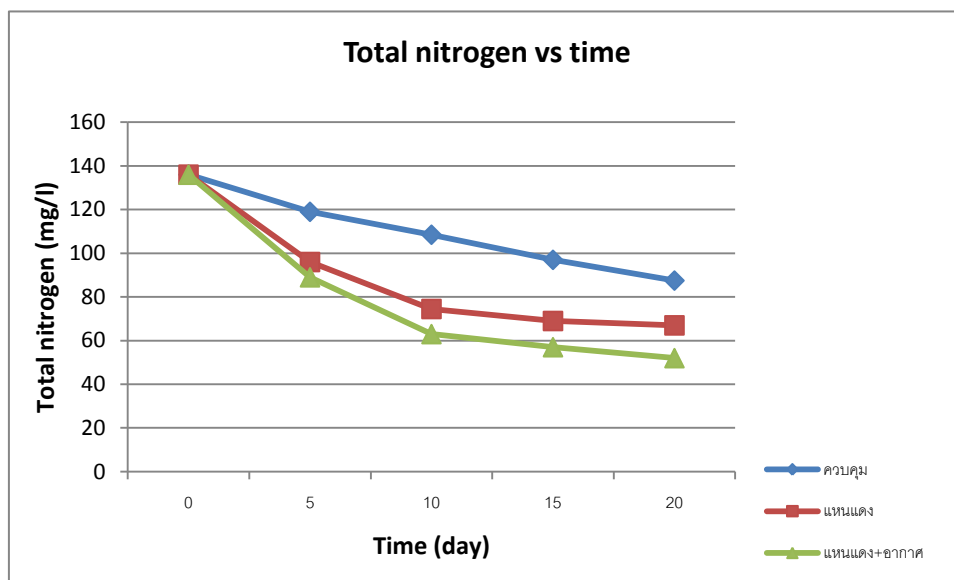
3.3 ฟอสเฟต (Phosphate) ปริมาณฟอสเฟตเริ่มต้นของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรก่อนบำบัดมีค่าเท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายหลังจากทดลองทั้ง 3 ชุดทดลอง พบการลดลงของปริมาณฟอสเฟต โดยมีการลดลงมากที่สุด ชุดทดลองที่ 2 (การเติมแทนแดง) และ 3 (การเติมแทนแดงร่วมกับการให้อากาศ) ซึ่งค่าประสิทธิภาพการบำบัดภายหลัง 20 วันของทั้งสองชุดทดลองอยู่ที่ร้อยละ 51 คิดเป็นปริมาณฟอสเฟตคงเหลือเท่ากับ 13 มิลลิกรัม ในชุดทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสเฟตอยู่ที่ร้อยละ 30 แสดงให้เห็นว่าการเติมแทนแดงในระบบบำบัดช่วยลดปริมาณฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญผ่านการนำฟอสเฟตไปใช้เป็นธาตุอาหารในการเจริญเติบโต (ภาพที่ 2) ทั้งนี้ ค่าฟอสเฟตในน้ำหลังการบำบัดยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำซึ่งในการป้องกันการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำได้กำหนดปริมาณฟอสเฟตไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการวิจัยคาดว่าหากขยายระยะเวลาการบำบัดให้นานขึ้นมีแนวโน้มที่จะลดปริมาณฟอสเฟตได้เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2 ปริมาณฟอสเฟตกับเวลา

3.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) มีความสำคัญต่อคุณภาพน้ำทิ้ง โดยพบว่าเป็นปัญหาสำคัญในน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์และโรงฆ่าสัตว์ ผลการวิจัยการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีการลดลงหลังการบำบัดในทั้ง 3 ชุดทดลอง โดยในชุดทดลองที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดหลัง 20 วัน ดีที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 63 ปริมาณไนโตรเจนคงเหลือหลังบำบัดอยู่ที่ 51 มิลลิกรัมต่อลิตร ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ในส่วนของชุดทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดอยู่ที่ร้อยละ 53 และร้อยละ 37ตามลำดับ

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้แทนแดงร่วมกับการเติมอากาศสามารถลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้ดีกว่าการที่น้ำเสียเกิดการฟอกตัวตามธรรมชาติ นอกจากนั้นน้ำหนักสดของแทนแดงในชุดทดลองที่ 2 และ 3 มีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าแทนแดงนำสารปนเปื้อนในน้ำเสียในรูปไนโตรเจนทั้งหมดไปใช้เป็นธาตุอาหารในการเจริญเติบโต



ภาพที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดกับเวลา

สรุปผลการวิจัย

การใช้แหนแดงร่วมกับการเติมอากาศในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรส่งผลให้มีการเพิ่มคุณภาพน้ำเสีย โดยสามารถลดปริมาณซีโอดี ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนทั้งหมดได้ประมาณร้อยละ 91 ถึงร้อยละ 51 ในช่วงระยะเวลาบำบัด 20 วัน แหนแดงที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียสามารถนำไปเป็นปุ๋ยพืชสดทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน กระบวนการทำงานร่วมกันระหว่างการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพและการฟื้นฟูด้วยพืชช่วยต่อการควบคุมดูแล มีค่าก่อสร้างต่ำ และสามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและสร้างสรรค์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ **คู่มือวิธีการหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสุกร**. 2556 สืบค้นจาก <http://www.pcd.go.th/public/Publications/template/smallfarm56.pdf>
- [2] Arora, A., & Saxena, S. (2005). Cultivation of *Azolla microphylla* biomass on secondary-treated Delhi municipal effluents. *Biomass and Bioenergy*, 29(1), 60-64.
- [2] Forni, C., Chen, J., Tancioni, L., & Caiola, M. G. (2001). Evaluation of the fern *Azolla* for growth, nitrogen and phosphorus removal from wastewater. *Water Research*, 35(6), 1592-1598.
- [3] ธงชัย พรรณสวัสดิ์. การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545.

- [4] เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. **วิศวกรรมกรำจัดน้ำเสีย**. ครั้งที่ 3, กรุงเทพฯ: บริษัท มิตรนราการพิมพ์จำกัด, 2536.
- [5] ศาตราจารย์ ดร.สันทัต ศิริอนันต์ไพบูลย์ **ระบบบำบัดน้ำเสีย**. ฉบับปรับปรุงแก้ไข กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ที่อป จำกัด, 2557.
- [6] APHA-AWWA-WEF. 1998. **Standard methods for examination of water and wastewaters**, 20thed. Washington, DC, USA: American Public Health Association.
- [7] กรมควบคุมมลพิษ **มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม**. 2553 สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html

การประเมินความหนาแน่นเรือนยอดและความเสื่อมโทรมของป่าไม้
โดยใช้ดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน

Evaluating forest canopy density and degradation using satellite - derived
indices in Phusitan wildlife sanctuary

สุวรีย์ ทองซอน¹ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์¹
Suwaree Thongkhon¹, Charat Mongkolsawat¹
¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
E-mail: sthongkhon@gmail.com

บทคัดย่อ

การประเมินและการตรวจสอบความเสื่อมโทรมของป่าไม้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ดัชนีอนุพัทธ์จากภาพถ่ายดาวเทียมมีการทดสอบแล้วว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและลดค่าใช้จ่ายในการติดตามตรวจสอบพื้นที่ป่าไม้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการเสื่อมโทรมจากค่าความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ และจัดทำแผนที่ความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ โดยใช้การบูรณาการดัชนีอนุพัทธ์ภาพถ่ายดาวเทียม ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน การศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 TM เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีพืชพรรณแบบก้าวหน้า ดัชนีพื้นที่โล่ง ดัชนีเงาของต้นไม้และดัชนีความร้อน แล้วบูรณาการดัชนีดังกล่าวด้วยแบบจำลองเพื่อหาค่าความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้โดยวิธีการใช้ข้อมูลดัชนีพืชพรรณแบบก้าวหน้าและดัชนีพื้นที่โล่งเป็นข้อมูลนำเข้าดำเนินการด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis : PCA) จะได้ค่าความหนาแน่นพืชพรรณในขณะเดียวกันดำเนินการซ้อนทับข้อมูลดัชนีความเป็นเงาของต้นไม้และดัชนีความร้อน จะได้ค่าดัชนีช่วงชั้นเงาของต้นไม้ หลังจากนั้นบูรณาการค่าความหนาแน่นพืชพรรณและค่าดัชนีช่วงชั้นเงาของต้นไม้ นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาในภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความหนาแน่นเรือนยอดและการเสื่อมโทรมของป่า ผลการศึกษาพบว่า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐานมีค่าความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ ครอบคลุมพื้นที่คิดเป็น 30.97%, 22.67%, 15.95%, 15.37% และ 10.08% ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับค่าความหนาแน่นมาก หนาแน่นปานกลาง หนาแน่นน้อย และหนาแน่นน้อยมาก ตามลำดับ การประเมินความถูกต้องได้ดำเนินการเปรียบเทียบข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมกับการตรวจสอบข้อมูลการสำรวจภาคสนาม พบว่ามีค่า Overall Accuracy 83.72% โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ Kappa Coefficient 0.755

คำสำคัญ: ความหนาแน่นเรือนยอด, ป่าเสื่อมโทรม, ดัชนีอนุพัทธ์

ABSTRACT

Assessment and monitoring of forest depletion is a prerequisite for management of wildlife sanctuary. Satellite-derived indices are widely used and proved a cost effective means. The purpose of this study is therefore to determine and to map Forest Canopy Density (FCD) using an integration of satellite-derived indices. The study area, Phusitan wildlife sanctuary is located in portions of Kalasin and Mukdahan provinces and covers an area of about 30,326.56 hectares. We used LANDSAT 5 TM to generate the indices of which are vegetation index, bare soil index, shadow index and thermal index. Integration of these indices were digitally performed with a defined model, giving the FCD of the area. The model was created by performing Principal

Component Analysis (PCA) with Advanced Vegetation Index (AVI) and Bare Soil Index (BI) inputs resulting Vegetation Density (VD) (component1). The overlay operation of Shadow Index (SI) and Thermal Index (TI) was analyzed, yielding Scaled Shadow Index (SSI). The integration of the VD and SSI with defined equation results the FCD. The result indicates that the FCD covers 30.97%, 22.67%, 15.95% 15.37% and 10.08% of the area for very high, high, moderate, low and very low respectively. Field investigation was carried out to compare the classified image and ground truth. Accuracy assessment of the results indicates overall accuracy accounting for 83.72% with kappa coefficient of 0.755. This study also provides detailed exploration of forest type, density and volume per area, important value index, volume by land use type and condition.

Keywords: Forest Canopy Density, Degradation

1. บทนำ

พื้นที่ป่าและสังคมพืชตามธรรมชาติที่เหลืออยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่เขตอนุรักษ์ ได้แก่ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และพื้นที่ต้นน้ำลำธาร การบริหารและการจัดการป่าอนุรักษ์ในปัจจุบันจึงต้องการความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณพืชของป่าชนิดต่างๆ เพื่อให้ป่าอำนวยประโยชน์อย่างยั่งยืนและการอนุรักษ์ป่าธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ[1] และยังพบว่าการทำลายป่าและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงขึ้นของป่าไม้มีแนวโน้มว่าจะสูงมากขึ้นหากยังมีการทำลายป่าไม้ในอัตราที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน[2] เนื่องจากพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐานเคยผ่านการสัมปทานเพื่อการทำไม้มาก่อนและมีพื้นที่กว้างขวาง ทำให้เจ้าหน้าที่และยานพาหนะที่มีอยู่ไม่เพียงพอดูแลไม่ทั่วถึง รวมถึงการเข้าถึงพื้นที่ที่ยากลำบาก [3] ทำให้การปกคลุมของเรือนยอดของป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันไปอยู่ตลอดเวลา[4] การวางแผนจัดการทรัพยากรป่าไม้นั้นจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่างๆเกี่ยวกับการป่าไม้เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจ ความหนาแน่นของหมู่ไม้เป็นข้อมูลพื้นฐานชุดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการนำไปใช้วางแผนงานการจัดการทรัพยากรป่าไม้ [5] นอกจากนั้นความหนาแน่นยังสามารถบ่งบอกถึงลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชได้เป็นอย่างดี[6] ซึ่งระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของป่าต่อการให้ปริมาตรไม้[7] และพบว่าค่าความหนาแน่นการปกคลุมเรือนยอดป่าไม้สามารถใช้ประเมินมวลชีวภาพและคาร์บอนของพืชพรรณได้[8] ส่วนการเสื่อมโทรมของป่าเป็นกระบวนการนำไปสู่การเสื่อมสภาพของความหนาแน่นหรือโครงสร้างชนิดพันธุ์การปกคลุมของพืชอย่างชั่วคราวหรือถาวร[9] ซึ่งการเสื่อมโทรมป่าไม้ไม่เกี่ยวข้องกับการลดลงของพื้นที่ป่าไม้แต่สภาพของป่ามีคุณภาพลดลง[10] โดยที่การเสื่อมโทรมของป่าจะถูกวัดในแง่ของการปกคลุมเรือนยอดหรือความหนาแน่นของทรงพุ่ม[11] การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองความหนาแน่นเรือนยอดในการประเมินสถานการณ์เพื่อประเมินความหนาแน่นเรือนยอดของป่าไม้และความเสื่อมโทรมของป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

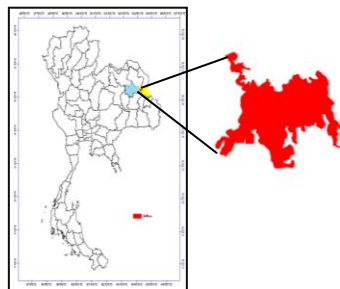
ข้อมูลจากดาวเทียมและการรับรู้จากระยะไกลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการสร้างข้อมูลการปกคลุมเรือนยอดของป่าไม้ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน[12] การสำรวจจากระยะไกลให้ข้อมูลใกล้ความเป็นจริงมีผลครอบคลุมและข้อมูลซ้ำๆ จึงช่วยให้ใช้ประโยชน์และดีกว่าวิธีการแบบเดิม [13] โดยการใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การผสมสีภาพถ่ายดาวเทียม การวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงต่างๆ หรือวิธีอื่นๆ ที่เหมาะสม เนื่องจากสิ่งที่ปรากฏบนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เช่น เงาของต้นไม้ การปกคลุมของไม้พื้นล่าง เป็นต้น ทำให้ความหนาแน่นการปกคลุมเรือนยอดของป่าไม้คล้ายคลึงกัน ซึ่งมีการบูรณาการข้อมูลในหลายช่วงคลื่นสามารถช่วยในการวิเคราะห์ตีความทำให้สามารถตรวจสอบและ Forest Canopy Density Model (FCD Model) เป็นอีกหนึ่งวิธีการที่มีประโยชน์ในการตรวจสอบและประเมินความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ[14] ซึ่งถูกพัฒนาโดยความช่วยเหลือจากองค์กรไม้เขตร้อนระหว่างประเทศ (The International Tropical Timber Organization :

ITTO) เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยสร้างแบบจำลองที่ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat และประเมินสถานะของป่าไม้ที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเรือนยอดผ่านดัชนีที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง[15] และได้มีการนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้เพื่อศึกษาอย่างกว้างขวางและหลายพื้นที่ อาทิเช่น การจัดทำแผนที่ความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ในเขตภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ETM ประเทศฟิลิปปินส์ ด้วยการใช้โปรแกรม FCD Mapper เวอร์ชัน 2 [16] การใช้ซอฟต์แวร์ FCD Mapper โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat และเพื่อประเมินความหนาแน่นเรือนยอดในภูมิภาคประเทศออสเตรเลียและฟิลิปปินส์[17] การประเมินความหนาแน่นเรือนยอดของป่าไม้ในพื้นที่ทางตอนเหนือของประเทศอิหร่านโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IRS [14] การติดตามตรวจสอบความหนาแน่นของเรือนยอดป่าไม้ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM และ ETM+ เพื่อจัดทำแผนที่ความหนาแน่นเรือนยอดและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่สวนป่าเก่าทางตอนเหนือของประเทศอิหร่าน[18] ดังนั้นในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เครื่องมือดังกล่าวสามารถแสดงบทบาทสำคัญในการสร้างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปกคลุมของป่าไม้ และข้อมูลที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับการเสื่อมโทรมของป่าสามารถช่วยในการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ[19]

3. วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐานตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ $16^{\circ} 30'$ ถึง $16^{\circ} 45'$ เหนือ และเส้นลองจิจูดที่ $104^{\circ} 05'$ ถึง $104^{\circ} 25'$ ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด คือ จังหวัดมุกดาหารและจังหวัดกาฬสินธุ์รวมมีเนื้อที่ 30,483.937 ไร่ สภากาฬสินธุ์เป็นภูเขาสูงและที่ราบบนภูเขาอยู่ในแนวเทือกเขาภูพานตอนล่าง[3]



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

3.2 ขั้นตอนดำเนินการ

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM บันทึกภาพเมื่อวันที่ 21 เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 Path/Row 127/48 และ 127/49 แบนด์ 1,2,3,4,5, และ 6 มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร ปรับแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) กำหนดจุดควบคุมภาคพื้นกระจายทั่วทั้งภาพโดยใช้แผนที่ชุด L7018 พิกัดอ้างอิงระบบ UTM WGS84 โซน 48 ปรับแก้ทางเรขาคณิตแบบ second order polynomials กำหนดค่า Root Mean Square Error ไม่เกิน 1 จุดภาพ และปรับค่า resampling แบบ Nearest neighbor

3.2.2 การบูรณาการดัชนีอนุพัทธ์

คำนวณดัชนีพืชพรรณแบบก้าวหน้า (Advanced Vegetation Index: AVI) โดยนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่นสีแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ มาคำนวณหาค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณ ดังสมการ (1) [21]

$$AVI = ((B4+1) \times (100-B3) \times B43)^{1/3} \quad (1)$$

เมื่อ $B3 = \text{Band } 3$, $B4 = \text{Band } 4$, $B43 = B4 \times B3$

คำนวณดัชนีพื้นที่โล่ง (Bare Soil Index: BI) นำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่นสีน้ำเงิน, ช่วงคลื่นสีแดง, ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง มาคำนวณหาค่าดัชนีความเป็นดิน ดังสมการ (2) [20]

$$\frac{(B5+B3) - (B4+B1)}{(B5+B3) + (B4+B1)} \times 100+100 \quad (2)$$

เมื่อ B1 = Band 1 , B3 = Band 3 , B4 = Band 4 , B5 = Band 5

คำนวณดัชนีเงาของต้นไม้ (Shadow Index: SI) นำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่นสีน้ำเงิน, ช่วงคลื่นสีเขียว และช่วงคลื่นสีแดง มาคำนวณหาค่าดัชนีความเป็นเงาต้นไม้ ดังสมการ (3)[20]

$$SI = ((256-B1) \times (256-B2) \times (256-B3))^{1/3} \quad (3)$$

เมื่อ B1 = Band 1 , B2 = Band 2 , B3 = Band 3

คำนวณดัชนีความร้อน (Thermal Index: TI) นำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่นความร้อน (แบนด์ 6 ของดาวเทียม Landsat 5TM) มาปรับแก้ให้เป็นมาตรฐาน (Normalized)

คำนวณความหนาแน่นของพืชพรรณ (Vegetation density: VD) โดยบูรณาการระหว่างดัชนีพืชพรรณแบบก้าวหน้า (AVI) และดัชนีพื้นที่โล่ง (BI) ซึ่งจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis: PCA) โดยมี input คือ ดัชนีพืชพรรณ (AVI) และดัชนีพื้นที่โล่ง (BI) หาค่า Eigen vector จะใช้เป็นสัมประสิทธิ์ของ input ดังกล่าว ซึ่งจะได้ผลจากการคำนวณดังสมการ (4)

$$VD = a_1(AVI) + a_2(BI) \quad (4)$$

เมื่อ VD = ค่าความหนาแน่นของพืชพรรณ

a1, a2 = ค่าสัมประสิทธิ์ของ input

จากนั้นกำหนดตำแหน่งที่มีค่ามากที่สุดที่ความหนาแน่นของพืชพรรณเท่ากับ 0 เปอร์เซนต์ และตำแหน่งที่มีค่าน้อยที่สุดที่ความหนาแน่นของพืชพรรณเท่ากับ 100 เปอร์เซนต์

คำนวณค่าดัชนีช่วงชั้นของเงาต้นไม้ (Scaled Shadow Index: SSI) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สมการ (3) และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่นความร้อนที่ทำการปรับแก้ให้เป็นมาตรฐาน (Normalized) แล้ว มาซ้อนทับ(Overlay) ด้วยวิธีการคูณ ผลที่ได้จากการซ้อนทับนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย (mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ดังสมการ (5) [21]

$$SSI = 100 / (SI \max - SI \text{ mean} + 2\sigma) \times (SI - SI \text{ mean} + 2\sigma) \quad (5)$$

เมื่อ SSI = 0 เมื่อ SI mean - 2σ

SSI = 100 เมื่อ SI mean + 2σ

SSI = ค่าดัชนีมาตรฐานความเป็นเงาต้นไม้

SI mean = ค่าเฉลี่ย

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คำนวณค่าความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ (Forest Canopy Density: FCD) โดยนำข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของพืชพรรณ (Vegetation Density: VD) และค่าดัชนีช่วงชั้นของเงาต้นไม้ (SSI) มาคำนวณหาค่าความหนาแน่นเรือนยอดของป่าไม้ ดังสมการ (6) [21]

$$FCD = \sqrt{VD \times SSI + 1} - 1 \quad (6)$$

เมื่อ FCD = ความหนาแน่นเรือนยอดของป่าไม้

VD = ความหนาแน่นของพืชพรรณ

SSI = ค่าดัชนีมาตรฐานความเป็นเงาต้นไม้

จัดกลุ่มค่าความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ที่ได้จากการคำนวณหาจากดัชนีอนุพัทธ์ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น นำข้อมูลความหนาแน่นเรือนยอดของหมู่ไม้มาจัดกลุ่มเป็น 10 ช่วงชั้น ดังนี้ 0-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-80, 81-90 และ 91-100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แล้วจัดทำแผนที่ความหนาแน่นเรือนยอดของป่าไม้และความเสื่อมโทรมของป่า[5]

4. ผลการวิจัย

4.1 ค่าความหนาแน่นของพืชพรรณ (Vegetation Density: VD)

จากการบูรณาการระหว่างดัชนีพืชพรรณแบบก้าวหน้า(AVI) สมการ (1) และดัชนีพื้นที่โล่ง(BI) สมการ (2) ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ซึ่งจะได้ผลจากการคำนวณดังสมการ (4) นั้น เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของ input ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น ได้ผลดังนี้ $a_1=0.1590424*10^{12}$ และ $a_2=0.3988012*10^6$ นำค่าที่ได้แทนในสมการ (4) จะได้สมการ (7) จากสมการจะได้ค่าความหนาแน่นของพืชพรรณ (VD) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100

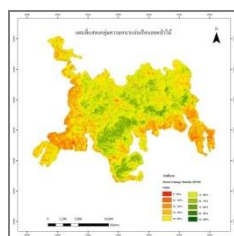
$$VD = 0.1590424*10^{12}(AVI) + 0.3988012*10^6(BI) \quad (7)$$

4.2 ดัชนีช่วงชั้นความเป็นเงาของต้นไม้ (Scaled Shadow Index: SSI)

จากการวิเคราะห์สมการ (3) และนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วงคลื่นความร้อนที่ทำการปรับแก้ให้เป็นมาตรฐาน (Normalized) แล้ว มาซ้อนทับ (Overlay) ด้วยวิธีการคูณ ดังสมการ (5) ปรากฏว่าค่าดัชนีช่วงชั้นความเป็นเงาของต้นไม้ (SSI) มีค่าระหว่าง 0 ถึง 100

4.3 ความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ (Forest Canopy Density: FCD)

จากการบูรณาการระหว่างผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของพืชพรรณ (VD) และค่าดัชนีช่วงชั้นของเงาต้นไม้ (SSI) ดังสมการ (6) สามารถแบ่งช่วงชั้นความหนาแน่นเรือนยอดของป่าไม้ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐานออกเป็น 10 ช่วงชั้น โดยแต่ละช่วงชั้นแบ่งเป็นร้อยละ 10 ต่อช่วงชั้น ผลการประเมินค่าพื้นที่เป็นเฮกแตร์พบว่า ช่วงชั้นร้อยละของความหนาแน่น 51 -60 ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.97 ของพื้นที่ศึกษา ได้แก่บริเวณป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง และช่วงชั้นร้อยละความหนาแน่น 81 -100 ครอบคลุมพื้นที่น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.18 ของพื้นที่ศึกษา ได้แก่บริเวณป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้งที่มีต้นไม้ขึ้นหนาแน่น มีสภาพป่าสมบูรณ์ (ภาพที่ 2) มีรายละเอียดดังตารางที่ 1



ภาพที่ 2 แผนที่ช่วงชั้นร้อยละของความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ (FCD) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน

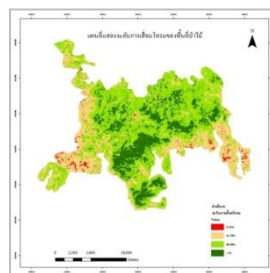
ตารางที่ 1 ช่วงชั้นร้อยละของความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน

Class	ช่วงชั้นร้อยละของ ความหนาแน่นเรือนยอด	เนื้อที่แยกตามช่วงชั้น ความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้	ระดับความ เสื่อมโทรม

		เฮกแตร์ (Ha)	ร้อยละ	
Class 1	0-10	19.544	0.06	เสื่อมโทรมมาก
	11-20	542.679	1.79	
Class 2	21-30	3,057.150	10.08	เสื่อมโทรมปานกลาง
	31-40	4,835.680	15.95	
Class 3	41-50	6,876.910	22.68	เสื่อมโทรมน้อย
	51-60	9,391.100	30.97	
Class 4	61-70	4,661.480	15.37	ไม่เสื่อมโทรมและเป็นป่าสมบูรณ์
	71-80	1,046.210	3.45	
Class 5	81-90	55.227	0.18	
	91-100	0.450	0.00	
	รวม	30,486.430	100.00	

4.4 การเสื่อมโทรมของป่าไม้โดยใช้ค่าความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้

จากการวิเคราะห์ชั้นความหนาแน่นเรือนยอดของป่าไม้และนำมากำหนดช่วงชั้นเพื่อประเมินความเสื่อมโทรมของป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐานโดยแบ่งเป็นระดับ ดังนี้ เสื่อมโทรมมาก (0-20) เสื่อมโทรมปานกลาง (21-40) เสื่อมโทรมน้อย (41-60) และไม่เสื่อมโทรมและเป็นป่าสมบูรณ์ (≥ 61) (ตารางที่ 1) พบว่า พื้นที่ป่าไม้มีการเสื่อมโทรมและยังเป็นป่าสมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 18.84 คิดเป็นเนื้อที่ 5,744.24 เฮกแตร์ โดยพื้นที่ป่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับการเสื่อมโทรมน้อย คิดเป็นร้อยละ 53.49 คิดเป็นเนื้อที่ 16,306.00 เฮกแตร์ รองลงมาคือ อยู่ในระดับเสื่อมโทรมปานกลางคิดเป็นร้อยละ 25.88 คิดเป็นเนื้อที่ 7,891.11 เฮกแตร์ และอยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก คิดเป็นร้อยละ 1.78 คิดเป็นเนื้อที่ 542.59 เฮกแตร์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แผนที่ระดับความเสื่อมโทรมของป่า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน

4.5 การตรวจสอบความถูกต้อง

จากการศึกษาและวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ Kappa โดยการประเมินความถูกต้องในการศึกษานี้ใช้ตาราง Error Matrix และการคำนวณค่าความถูกต้องทางสถิติโดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นเรือนยอดที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับผลจากการสำรวจตัวอย่างในภาคสนามจำนวนทั้งสิ้น 43 จุด พบว่า มีค่า Overall Accuracy 83.72% และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa Coefficient 0.755

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยพบว่า ผลการประเมินความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้ที่ไผ่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับผลการตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนาม เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นช่วงฤดูแล้งทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยการสะท้อนแสงของภาพถ่ายดาวเทียมโดยเฉพาะบริเวณป่าเต็งรังที่มีการผลัดใบ นอกจากนี้ยังรวมถึงบริเวณไร่ร้างที่มีหญ้าและไม้พุ่มปกคลุม ทำให้ค่าสะท้อนแสงของวัตถุในภาพถ่ายดาวเทียมทำให้ได้ค่าที่ได้มีผลคลาดเคลื่อน หรืออาจเกิดขึ้นจากปัจจัยด้านภูมิประเทศ เช่น ระดับความสูง ความลาดชันของพื้นที่ เป็นต้น ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสอบความเสื่อมโทรมของป่าไม้ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีอนุพัทธ์จากภาพถ่ายดาวเทียมกับผลการสำรวจทรัพยากรป่าไม้เพื่อประเมินสถานภาพและศักยภาพของทรัพยากรป่าไม้การสำรวจทรัพยากรป่าไม้โดยใช้เจ้าหน้าที่ของหน่วยงาน[22] ผลที่ได้มีความสอดคล้องตรงกัน และการดำเนินการโดยใช้ดัชนีอนุพัทธ์จากภาพถ่ายดาวเทียมสามารถดำเนินการได้รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และกระชับเวลาได้มากกว่า ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาข้อมูลหลายช่วงเวลาเพื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นและลดลงของป่าไม้โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นเรือนยอดป่าไม้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ธวัชชัย สันติสุข. (2550). **ป่าของประเทศไทย**. สำนักหอพรรณไม้, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. อรรถการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 120 หน้า.
- [2] ลดาวัลย์ พวงจิต. (2543). **ป่าไม้ไทยกับสิ่งแวดล้อมโลก**. สืบค้นจาก http://www.frc.forest.ku.ac.th/cgi_bin/database/100_frc/pdf/006.pdf
- [3] สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. (2552). **กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช**. สืบค้นจาก <http://web3.dnp.go.th/wildlifeweb/animConserveDepView.aspx?depld=183>
- [4] ปรีชา รมานนท์. (2535). **วัฏจักรการเจริญเติบโตของป่าชนิดต่างๆ ในประเทศไทย**. สืบค้นจาก http://www.frc.forest.ku.ac.th/cgi_bin/database/100_frc/pdf/041.pdf
- [5] อนุสรณ์ รั้งสีพานิช. (2545). **การประมาณค่าความหนาแน่นเรือนยอดของหมูไม้ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมบริเวณป่าสาธิตจาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง**. รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2545. 12 น.
- [6] Marod, U., Kutintara, Tanaka, H., and Yarwudhi, C. (1999). **Structure dynamics of a natural mixed deciduous forest in western Thailand**. *Veg. Sci.* 10: 777-786.
- [7] กลุ่มงานวิจัยพันธุ์พืชป่ามีค่า หายาก และใกล้สูญพันธุ์. (2554). **การสำรวจทรัพยากรไม้สักในป่าธรรมชาติด้วยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล ในพื้นที่ลุ่มน้ำของ - ลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- [8] กัมปนาท ตีอุดมจันทร์, ลดาวัลย์ พวงจิต, เชาวลิต ศิลปทอง, อมรชัย ประกอบยา, และยุทธภูมิ โพธิราช. (2554). **การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าด้วยการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2 ประเทศไทยกับภูมิภาคโลก(CTC 2011).
- [9] Grainer, A., (1993). **Controlling Tropical Forest Deforestation**. Earthscan Publications Ltd., London, 310 pp.
- [10] Lanly, J., (2003). **Deforestation and forest degradation factors**. สืบค้นจาก http://www.fao.org/docrep/article/wfc/xii/ms12a-e.htm#P14_73
- [11] Prabhakar, R., Somanathan, E., and Mehta, B.S. (2006). **How degraded are Himalayan forests?** *Current Science*. 91(1), 61-67.
- [12] Saei jamalabad, M. and Abkar, A. A. (2000). **Vegetation Coverage Canopy Density monitoring, Using Satellite images**. ISPRS commission VII, 17, Amsterdam, Holland.
- [13] Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W. (2000). **Remote Sensing and Image Interpretation**. 4rd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.

- [14] Azizia, Z., Najafia, A., Sohrabia, H. (2008). **FOREST CANOPY DENSITY ESTIMATING, USING SATELLITE IMAGES**. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8. P.1127-1130.
- [15] Rikimaru, A. (2002). **Concept of FCD mapping model and semi-expert system**. Paper presented at the International Workshop on Tropical Forest Cover Assessment and Conservation Issues in Southeast Asia, 12.14 February 2002. Dehradun, India, IIRS.
- [16] Manila, R. Merlinda. (2007). **FOREST CANOPY DENSITY MAPPING FOR FOREST CLIMATE CHANGE MITIGATION, FLR AND SFM:PHILIPPINE EXPERIENCE.**, Paper Presented at ITTO Side Event at COP 13 of UNFCCC on Forest Day Bali Room, Ayodya Hotel, Nusa Dua, Bali, Indonesia.
- [17] Baynes, J. (2007). **Using FCD Mapper Software and Landsat Images to Assess Forest Canopy Density in Landscapes in Australia and the Philippines**. Journal Annals of Tropical Research. ISSN 0116-0710 p.9-20.
- [18] Saei jamalabad, M. and Abkar, A. A.. (2014). **FOREST CANOPY DENSITY MONITORING, USING SATELLITE IMAGES**. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/237515696_FOREST_CANOPY_DENSITY_MONITORING_USING_SATELLITE_IMAGES
- [19] Souza Jr., C., Firestone, L., Silva, L.M., and Roberts, D. (2003). **Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models**. Remote Sens. Environ. 87, 494 –506.
- [20] Rikimaru, A. and Miyatake, S. (1997). **Development of Forest Canopy Density Mapping and Monitoring Model using Indices of Vegetation, Bare soil and Shadow**. Proceeding of the 18th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS) 1997. (p.3). Malaysia: Kuala Lumpur.
- [21] Rikimaru, A. (1996). **Landsat TM data processing guide for forest canopy density mapping and monitoring model**. International Tropical Timber Organization (ITTO) workshop on utilization of remote sensing in site assessment and planning for rehabilitation of logged-over forest, Bangkok, Thailand.
- [22] สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 9 (อุบลราชธานี). (2556). **รายงานผลการสำรวจทรัพยากรป่าไม้เพื่อประเมินสถานภาพและศักยภาพของทรัพยากรป่าไม้ และเพื่อติดตั้งระบบติดตามความเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรป่าไม้**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ความเข้มข้นของโลหะในฝุ่นจากอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา จังหวัดราชบุรี

Concentration of Metals in Particulate Matter from a Local Pottery Factory in Ratchaburi Province.

ทวีชัย ลิ้มปสันติเจริญ¹ รัฐพล อันแฉ่ง*¹ มัลลิกา ปัญญาโคโป¹ ผ่องศรี เผ่าภูรี¹ ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล²
Taweechai Limpasanticharoen¹, Rattapon Onchang¹, Mallika Panyakapo¹, Pongsri Paopuri¹,
Prapat Pongkiatkul²

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

² ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

* E-mail rattapon.onchang@gmail.com

บทคัดย่อ

จังหวัดราชบุรี เป็นจังหวัดที่เป็นแหล่งรวมโรงงานเครื่องปั้นดินเผาที่สำคัญแหล่งหนึ่งของประเทศไทย สร้างรายได้ให้กับคนในพื้นที่อย่างมาก แต่สิ่งที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้คือปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดจากควันไฟที่ปล่อยออกจากปล่อง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสภาพแวดล้อมในพื้นที่ จึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ที่ต้องการวิเคราะห์ความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของโลหะที่มีอยู่ในฝุ่นที่ถูกปล่อยออกมาจากอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา โดยเลือกโรงงานเครื่องปั้นดินเผาแห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรีเป็นตัวแทน การเก็บตัวอย่างฝุ่นจะเก็บบริเวณที่ปล่องระบายของเตาเผา โดยใช้กระดาษกรองชนิด Quartz ในการเก็บตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฝุ่นด้วยระบบกราวิเมตริก จากนั้นเตรียมตัวอย่างตามวิธีการ ASTM และวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะในฝุ่น (ทั้งหมด 15 ชนิด ได้แก่ Al As Cd Co Cr Cu Fe Hg Mg Mn Ni Pb Sb Zn และ V) โดยใช้เครื่อง ICP-OES ผลการศึกษาพบว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่ระบายออกจากปล่องของโรงงานเครื่องปั้นดินเผา มีค่าเท่ากับ 83 ± 4.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานการระบายมลพิษ และพบธาตุโลหะที่มีอยู่ในฝุ่นทั้งหมด 8 ชนิด ตามลำดับ ได้แก่ Fe Al Ni Zn Mg Cr Mn และ Cu โดยพบว่ามีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.58 4.40 2.80 2.00 1.84 1.02 0.66 และ 0.12 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: จังหวัดราชบุรี โรงงานเครื่องปั้นดินเผา ฝุ่น องค์ประกอบทางเคมี

ABSTRACT

Ratchaburi has become a well-known province as one of a popular pottery production in Thailand. This makes a remarkable income for local people. However, it also causes air pollution problem unavoidably due to emission from the stacks, effecting both on health and environment in the region. This induces setting an objective of this study to analyze particulate matter (PM) concentration and its metals emitted from the process of the pottery production. A pottery factory located in Muang district, Ratchaburi province was selected to represent this industrial activity. PM emission sampling was performed at the stack's furnace using quartz filters. Concentrations of PM were then quantified by means of gravimetric method. Concentrations of metals in PM (totally 15 elements, i.e., Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, Zn and V) were then analyzed using ICP-OES, followed the ASTM method. The study results that emission of PM average concentration was 83 ± 4.17 mg/m³, not exceeded the emission standard of 320

mg/m³. The metals found in PM were as follow Fe, Al, Ni, Zn, Mg, Cr, Mn and Cu. The corresponding average concentrations were 6.58, 4.40, 2.80, 2.00, 1.84, 1.02, 0.66 and 0.12 ng/m³, respectively.

Keywords: Ratchaburi province, Pottery factory, Particulate Matter (PM), Chemical composition

1. บทนำ

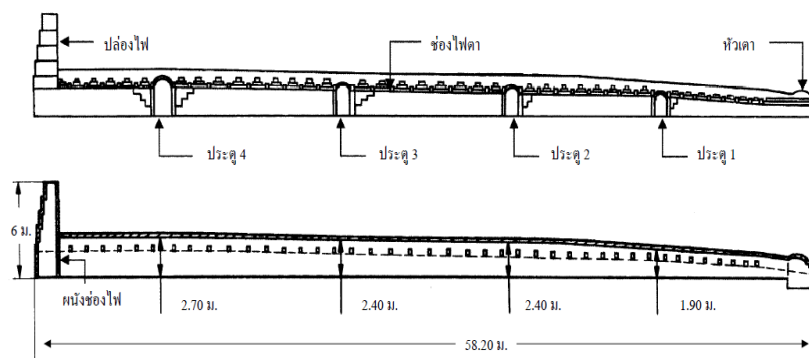
จังหวัดราชบุรีเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในภาคกลางทางด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย ซึ่งถือเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผา ที่มีจำนวนมากที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศ ช่วงแรกเริ่มต้นมาจากอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือนมีการสืบทอดกันมาหลายชั่วอายุ จนพัฒนาขึ้นมาเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างชื่อเสียงระดับประเทศในปัจจุบัน จนเป็นที่ขนานนามว่า “เมืองโอ่งมังกร” [1]

นอกจากอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาจะก่อให้เกิดการสร้างงานสร้างรายได้ให้กับคนในพื้นที่แล้ว สิ่งก็ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้จากกระบวนการผลิตก็คือสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ ซึ่งขั้นตอนการเผาเนื้อถือเป็นขั้นตอนการผลิตที่สำคัญ โดยกระบวนการผลิตของโรงงานที่ใช้เตาเผาแบบดั้งเดิมจะใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ในการเผาแต่ละครั้งจะใช้ฟืนเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดกลุ่มควันที่ระบายนอกจากปล่องเป็นจำนวนมาก โดยสารมลพิษที่สำคัญคืออนุภาคฝุ่นที่สามารถแพร่กระจายและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิทัศน์ของเมืองอีกด้วย [2-3]

เบญจวรรณ [4] ได้ทำการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี จากการรับสัมผัสโลหะในฝุ่นละออง พบว่าประชากรในพื้นที่มีความเสี่ยงจากการเกิดโรคมะเร็ง ซึ่งฝุ่นละอองส่วนหนึ่งเกิดจากการระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ที่ต้องการศึกษาความเข้มข้นและองค์ประกอบของโลหะที่มีอยู่ในฝุ่นละอองที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการประเมินแหล่งที่มาของฝุ่นในพื้นที่ต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องปั้นดินเผาในประเทศไทยมีหลักฐานปรากฏจนเป็นที่น่าเชื่อได้ว่ามีประวัติศาสตร์ยาวนานมากกว่า 10,000 ปี จะเห็นได้จากหลักฐานที่นักโบราณคดีขุดค้นพบพวกเศษดินเผาในหลายแหล่งตามที่อยู่อาศัยของคนตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์จนถึงปัจจุบัน โดยที่รูปแบบของลวดลายจะเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย ในปัจจุบันสามารถพบอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาแพร่หลายในหลายจังหวัด เช่น เครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน จังหวัดนครราชสีมา เครื่องปั้นดินเผาที่ราชบุรี เป็นต้น [5] อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาของจังหวัดราชบุรีเป็นอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นมานานกว่า 70 ปี จากการบุกเบิกของนายจื่อเหม็ง แซ่อึ้ง ซึ่งเป็นชาวจีนที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเรื่องเครื่องปั้นดินเผาเป็นอย่างดี [6] โดยเครื่องปั้นดินเผาที่พบในพื้นที่จังหวัดราชบุรีส่วนใหญ่เป็นแบบสโตนแวร์ (Stone ware) คือ ต้องมีส่วนผสมของดินสโตนแวร์ ดินหินทนไฟ ดินขาว ดินฟันม้า หินแก้ว ดินเหนียวขาว ดินแดง เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ หลายขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมดิน การหมักดิน การกวนและนวดดิน การปั้นขึ้นรูป การตกแต่ง การเขียนหรือทำลายนูน การเคลือบ และการเผา ตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนการเผาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเตาที่ใช้เรียกว่าเตามังกร (ภาพที่ 1) ซึ่งดัดแปลงมาจากเตาจีน อุณหภูมิการเผาประมาณ 1,300 องศาเซลเซียส ซึ่งการเผาแต่ละรอบจะใช้เวลาประมาณ 3 วัน 2 คืน ในการเผาแต่ละครั้งจะใช้ฟืน (เป็นชีวมวลชนิดหนึ่ง) เป็นจำนวนมากทำให้เกิดกลุ่มควันจำนวนมากที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ [2]



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเตาเครื่องปั้นดินเผา (ที่มา: [2])

ฝุ่นละอองที่อยู่ในบรรยากาศประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อนแตกต่างกันไป โดยอาจจะประกอบด้วยธาตุโลหะต่างๆ อินทรีย์คาร์บอน แอมโมเนีย ไนเตรต ซัลเฟต ฝุ่นแร่ โลหะปริมาณน้อย และน้ำ โดยองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญที่เป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของฝุ่นว่าเป็นฝุ่นที่มีพิษหรือไม่มีพิษและนอกจากนี้องค์ประกอบบางตัวยังส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกด้วย [9-11] ซึ่งองค์ประกอบที่พบนั้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของฝุ่นชนิดนั้น จากการศึกษาของ Wangkiat [7] ที่ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลพบว่าโลหะที่เป็นองค์ประกอบเด่นคือ K Fe Zn Al และ Na ตามลำดับ Campa [8] ได้ศึกษาความเข้มข้นของโลหะที่มีอยู่ในฝุ่นที่มาจากอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาของประเทศสเปน ซึ่งใช้ถ่านโค้กเป็นเชื้อเพลิง พบ Si Al Ca Fe K Mg และ Na เป็นโลหะเด่น

โลหะที่พบเป็นองค์ประกอบของฝุ่นนั้นบางชนิดเป็นโลหะที่พบได้ตามดินธรรมชาติ บางชนิดเป็นโลหะที่มาจากผลกระทบของมนุษย์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอันตรายกับมนุษย์เอง เช่น Pb ที่ทำให้เกิดโรคพิษตะกั่ว (Lead poisoning) ผลต่อการสร้างฮีโมโกลบิน ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกได้ง่าย ผลต่อไต และผลกระทบต่อระบบประสาทที่มีหน้าที่จดจำ เรียนรู้ และรับรู้ความรู้สึก Cu จะทำให้เกิดโรควิลสัน ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรมที่มีการสะสมทองแดงในตับมากกว่าปกติ และยังเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง As ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ มะเร็งปอด มะเร็งผิวหนังได้ เป็นต้น [13-15]

3. วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่เก็บตัวอย่าง

การศึกษาในครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นที่ระบายออกจากเตาเผาของโรงงานเครื่องปั้นดินเผาแห่งหนึ่ง (พิกัด N 13°33'03.79" E 99°47'25.24") ตั้งอยู่ในตำบลเจดีย์หัก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาชนิดเคลือบและชนิดไม่เคลือบ ได้แก่ โอ่งขนาดกลาง ขนาดเล็ก ไหและกระถาง โดยมีกำลังการผลิตต่อปี คือ โอ่งขนาดกลาง 22,000-27,000 ชิ้น โอ่งขนาดเล็ก 9,000-18,000 ชิ้น กระถาง 18,000-27,000 ชิ้น และไห 9,000-18,000 ชิ้น โดยเตาเผาที่ใช้เป็นเตามังกร ขนาด 1.5×40 เมตร ความสูงของปล่องระบายควัน 6 เมตร (ภาพที่ 1) ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงในการผลิต [3]

3.2 การเก็บตัวอย่าง

การเก็บฝุ่นที่โรงงานเครื่องปั้นดินเผานั้นจะทำการเก็บ โดยการชักตัวอย่างอากาศผ่านหัวเก็บที่มีกระดาศกรองชนิด Quartz ขนาด 47 นิ้วเป็นตัวรองรับฝุ่น โดยมีอัตราการดูดอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศที่ 4 ลิตรต่อนาที เก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง (ครั้งที่ 1 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 และ ครั้งที่ 2 เดือนมกราคม พ.ศ. 2558) ขณะที่เก็บตัวอย่างฝุ่นได้มีการตรวจวัดความเร็วของกระแสอากาศเพื่อนำมาคำนวณอัตราการไหลและความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นและโลหะในฝุ่น จุดเก็บตัวอย่างอยู่บริเวณปากปล่องระบายควันที่มีขนาด 0.5×2.3 เมตร โดย

ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างครอบคลุมตั้งแต่เริ่มเผาจนสิ้นสุดการเผา ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระยะ ได้แก่ สุ่มหัว (เริ่มจุดไฟที่หัวเตา) เติมนไฟใหญ่ (เปิดช่องอากาศที่หัวเตา) เติมนไฟ (เปิดช่องอากาศที่ข้างเตา) และปิดเตา (ปิดช่องอากาศทั้งหมด) แต่ละระยะได้เก็บตัวอย่าง 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้เวลาในการเก็บ 3 นาที ภายหลังจากการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งกระดาศกรองได้นำมารวมกัน (Composite sampling) เพื่อส่งวิเคราะห์ต่อไป

3.3 องค์ประกอบที่ทำการศึกษา

เมื่อการเก็บตัวอย่างเสร็จสิ้น ตัวอย่างถูกส่งมายังภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นที่อยู่บนกระดาศกรองด้วยวิธีการวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) เมื่อวิเคราะห์แล้วเสร็จทำการเตรียมตัวอย่างตามวิธีการตามของ ASTM [16] และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยองค์ประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์ประกอบด้วยธาตุโลหะจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ Al As Cd Co Cr Cu Fe Hg Mg Mn Ni Pb Sb Zn และ V โดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น 710 Series

4. ผลการวิจัย

4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นที่ระบายออกจากปล่อง

จากการเก็บตัวอย่างฝุ่นที่ระบายออกจากปล่องของโรงงานเครื่องปั้นดินเผา พบว่า ปริมาตรอากาศที่ถูกระบายออกจากปล่องเท่ากับ 0.24 ± 0.02 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีความเข้มข้นของฝุ่นเท่ากับ 83 ± 4.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบฝุ่นจากแหล่งกำเนิด

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นแล้วเสร็จ จากนั้นนำตัวอย่างฝุ่นที่อยู่บนกระดาศกรองเข้าสู่กระบวนการเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์พบความเข้มข้นของโลหะทั้ง 2 ครั้งได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของโลหะในฝุ่นที่ระบายออกจากปล่องของโรงงานเครื่องปั้นดินเผา

โลหะ	ความเข้มข้นที่ตรวจพบ (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	ครั้งที่ 1 (สิงหาคม พ.ศ. 2557)	ครั้งที่ 2 (มกราคม พ.ศ. 2558)	ค่าเฉลี่ย
Al	7.32	1.48	4.40
As	nd	nd	nd
Cd	nd	nd	nd
Co	nd	nd	nd
Cr	1.92	0.12	1.02
Cu	0.12	0.12	0.12
Fe	11.28	1.88	6.58
Hg	nd	nd	nd
Mg	2.60	1.08	1.84
Mn	1.04	0.28	0.66
Ni	2.80	nd	2.80
Pb	nd	nd	nd

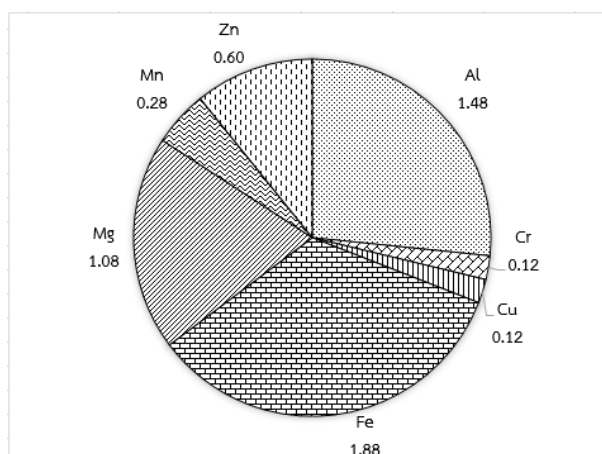
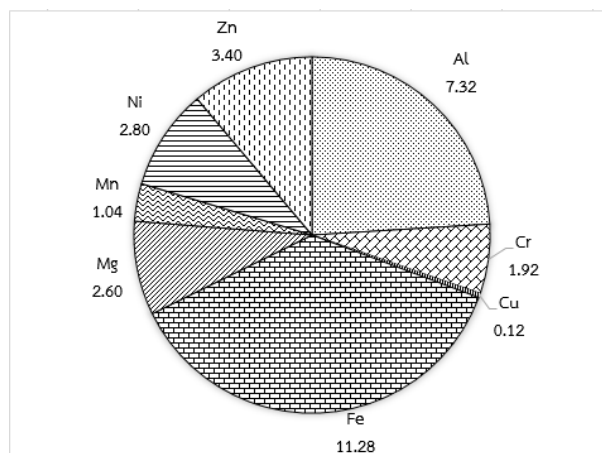
ตารางที่ 1 (ต่อ)

Sb	nd	nd	nd
Zn	3.40	0.60	2.00
V	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd หมายถึง ตรวจไม่พบ (Not detected)

ค่าที่ได้เป็นการตรวจวัดในสภาวะจริง (Actual Condition) ไม่ได้ทำการปรับให้อยู่ในสภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าความเข้มข้นของโลหะในฝุ่นที่ระบายออกจากปล่องของโรงงานเครื่องปั้นดินเผา ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ยกเว้น Cu ที่มีค่าเท่ากัน) จากการตรวจวัดครั้งที่ 1 พบโลหะทั้งหมด 8 ชนิดได้แก่ Al Cr Cu Fe Mg Mn Ni และ Zn โดยพบความเข้มข้นเท่ากับ 7.32 1.92 0.12 11.28 2.60 1.04 2.80 และ 3.40 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ตรวจไม่พบโลหะทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ As Cd Co Hg Pb Sb และ V ส่วนในครั้งที่ 2 พบโลหะทั้งหมด 7 ชนิดได้แก่ Al Cr Cu Fe Mg Mn และ Zn พบความเข้มข้นเท่ากับ 1.48 0.12 0.12 1.88 1.08 2.80 และ 0.60 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (โลหะที่ตรวจไม่พบในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 คือ Ni) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะที่ตรวจพบในครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความเข้มข้นของโลหะในฝุ่น (หน่วย: นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่ระบายออกจากปล่องจากการตรวจวัดครั้งที่ 1 (บน) และครั้งที่ 2 (ล่าง)

จากภาพที่ 2 พบว่าโลหะที่ได้จากการตรวจวัดครั้งแรก โลหะที่พบมากที่สุดคือ Fe โดยพบความเข้มข้นเท่ากับ 11.28 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ Al >Zn >Ni >Mg >Cr >Mn และ Cu น้อยที่สุดที่ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.12 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 พบว่าโลหะที่พบมากที่สุดคือ Fe เช่นเดียวกับครั้งแรกโดยพบความเข้มข้นเท่ากับ 1.88 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่โลหะที่เหลือมีลำดับที่พบแตกต่างกันกับครั้งแรก โดยมีลำดับดังนี้ Al >Mg >Zn >Mn และพบ Cr และ Cu น้อยที่สุดที่ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.12 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นที่ระบายออกจากปล่องของโรงงานเครื่องปั้นดินเผาพบความเข้มข้นของฝุ่นเท่ากับ 83 ± 4.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพบว่ามีความไม่เกินค่ามาตรฐานการระบายมลพิษที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549 [17] ที่กำหนดให้ปริมาณฝุ่นที่ปล่อยต้องไม่เกิน 320 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในแหล่งกำเนิดความร้อนที่มีการเผาไหม้โดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง ส่วนผลการศึกษาความเข้มข้นของโลหะที่เป็นองค์ประกอบของฝุ่นครั้งที่ 1 (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557) พบลำดับของสัดส่วนโลหะคือ Fe >Al >Zn >Ni >Mg >Cr >Mn >Cu ส่วนในครั้งที่ 2 (เดือนมกราคม พ.ศ. 2558) พบลำดับของสัดส่วนโลหะคือ Fe >Al >Mg >Zn >Mn >Cr, Cu จากลำดับสัดส่วนของโลหะที่พบมีความคล้ายคลึงกันคือพบ Fe Al Zn Mg ที่มีสัดส่วนมากกว่าโลหะชนิดอื่นๆ แต่ในครั้งที่ 1 จะพบ Ni ในสัดส่วนที่มากเป็นอันดับที่ 4 ในขณะที่การวิเคราะห์ครั้งที่ 2 ตรวจไม่พบ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะชนิดและสัดส่วนของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้แตกต่างกันไปในแต่ละครั้งจึงพบโลหะที่แตกต่างกันไปบ้าง เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ตารางที่ 2) พบว่า

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบสัดส่วนโลหะ 5 ลำดับแรก จากแหล่งกำเนิดต่างๆ

แหล่งกำเนิด	โลหะที่พบ	อ้างอิง
ฝุ่นจากดิน	Al >K >Fe >Na >Ti	JICA [18]
การเผาเชื้อเพลิงชีวมวล	K >Fe >Zn >Al >Na	Wangkiat [7]
โรงงานเครื่องปั้นดินเผา (มีถ่านโค้กเป็นเชื้อเพลิง)	Si >Al >Ca >Fe >K	Campa [8]
โรงงานเครื่องปั้นดินเผา (มีชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง)	Fe >Al >Ni >Zn >Mg	การศึกษารั้งนี้

โลหะที่พบสัดส่วนมากที่สุด 5 อันดับแรกมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเภท แต่โลหะที่พบเป็นองค์ประกอบอยู่ในทุกกิจกรรม คือ Fe และ Al ซึ่งธาตุโลหะที่พบได้ตามดิน หิน แร่ ตามธรรมชาติ สามารถบ่งชี้ได้ว่าทุกกิจกรรมมีการใช้วัสดุที่มีต้นกำเนิดมาจากดินหรือแร่ธาตุตามธรรมชาติ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลจากการศึกษาในครั้งนี้กับการศึกษาของ Campa [8] ซึ่งจัดเป็นการศึกษาในอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน พบว่า โลหะที่เกิดจากกระบวนการผลิตมีองค์ประกอบทั้งที่เหมือนและแตกต่างกัน เช่น พบ Fe และ Al เหมือนกัน เนื่องจากวัสดุที่นำมาใช้ในการปั้นขึ้นรูปของทั้ง 2 อุตสาหกรรมมาจากดินตามธรรมชาติ Si และ Al นอกจากจะเป็นโลหะที่พบตามธรรมชาติแล้วยังพบได้จากกระบวนการเผาไหม้ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง [19] (ถ่านโค้กจัดเป็นถ่านหินประเภทหนึ่ง) แสดงให้เห็นว่าถ่านจะเป็นอุตสาหกรรมที่คล้ายคลึงกันถ้าหากมีการใช้เชื้อเพลิงที่แตกต่างกันองค์ประกอบทางเคมีที่ปล่อยออกจากกระบวนการเผาไหม้จะแตกต่างกันด้วย หากทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Wangkiat [7] ซึ่งเป็นกระบวนการเผาไหม้ที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเหมือนกัน พบว่าสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามจะพบโลหะที่แตกต่าง เช่น การศึกษารั้งนี้พบ Ni ซึ่งเป็นโลหะที่พบน้อยในตามธรรมชาติ นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ แสดงให้เห็นว่าเชื้อเพลิงประเภทเดียวกัน แต่ถ้ามาจากสถานที่แตกต่างกันจะ

มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันได้ จากการศึกษาในครั้งนี้พบองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นโลหะบางชนิดไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์บางชนิดเป็นอันตราย (เช่น Ni) ดังนั้นควรมีการศึกษาโลหะในฝุ่นที่ระบายออกจากอุตสาหกรรมอื่นๆ ในพื้นที่ด้วย เนื่องจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน อนึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินการสัมผัสและความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสโลหะ และการประเมินแหล่งที่มาของฝุ่นในพื้นที่ศึกษา ที่ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการกำหนดแนวทางป้องกันปัญหามลพิษทางอากาศในพื้นที่ต่อไป

คำขอขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินปี 2557 และขอขอบคุณสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 8 (ราชบุรี) ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างตลอดการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ประกอบการโรงงานเครื่องปั้นดินเผาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าพื้นที่เพื่อดำเนินการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วลัยพร เล็กมณี. (2547). *การวิเคราะห์รูปแบบทางที่ตั้งของอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดราชบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- [2] ชัยศักดิ์ ขาตรีจันทร์สกุล. (2545). *การจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมของเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดราชบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- [3] สุรพล ชามาตย์. (2554). *แนวทางการออกแบบระบบขจัดมลพิษทางอากาศที่เหมาะสม เพื่อการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการประกอบกิจการเครื่องเคลือบดินเผา : กรณีศึกษาจังหวัดราชบุรี*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร.
- [4] เบญจวรรณ ธงรัฐวิ. (2559). *การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสโลหะในฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) บริเวณจังหวัดราชบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- [5] วิศาล บุญประกอบ. (2557). *พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพื่ออนุรักษ์และฟื้นฟูภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนบ้านแก่งเปี้ยว อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์*. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- [6] ปริญญา สมร่าง. (2550). *ศูนย์ต้นแบบผลิตภัณฑ์ และวัตถุดิบอุตสาหกรรมเซรามิก จังหวัดราชบุรี*. วารสาร *เซรามิกส์*, พฤษภาคม-สิงหาคม 2550, 16-19.
- [7] Wangkiat, A. (2003). Characterization of PM₁₀ Composition from Biomass Burning Emissions in Mae Moh area, Thailand. *Proceedings of the 2nd Regional Conference on Energy Technology Towards a Clean Environment*, Retrieved from <http://www.thaiscience.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/4/10004328.pdf>.
- [8] Campa, S A.M., Rosa, J.D., Castanedo, G. Y., Camacho, F. R., Alastuey, A., Querol, X., & Pio, C. (2010). High concentrations of heavy metals in PM from ceramic factories of Southern Spain. *Atmospheric Research*, 96(2010), 633-644.
- [9] U.S. EPA. (1996). *Air Quality Criteria Document for Particulate Matter*. United States Environmental Protection Agency, USA.
- [10] Charistoph, H., Gehrig, R., Baltensperger, U., Gysel, M., Monn, C., & Vonmont, H. (2005). Chemical characterization of PM_{2.5}, PM₁₀ and coarse particles at urban, near-city and rural sites in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 39, 637-651.

- [11] Gupta, A.K., Nag, S. & Mukhopadhyay, U.K.. (2006). Measurements of inhalable particles <math><10\mu\text{m}</math> (PM_{10}) and total suspended particulates (TSP) concentrations along the North-South corridor, in Kolkata, India. *Environ sci*, 41(3), 431-445.
- [12] ยศกิต เรืองทวีป. (2552). การศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากโรงโม่หินที่มีต่อสุขภาพของเด็กนักเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนในตำบลทุ่งหลวง อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- [13] รพีพัฒน์ เกริกไคว้ล. (2543). องค์ประกอบธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในเขตกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [14] มลิวรรณ บุญเสนอ. (2549). *พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [15] ฐิตยา แซ่ปึง. (2551). *พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [16] ASTM (American Society for Testing and Materials). (2006). Section eleven water and environmental technology. *Annual book of ASTM Standards*. V11.03. D4185-83
- [17] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2549). *ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549*. สืบค้นจาก <http://www.diw.go.th/hawk/law/air/A11.pdf>
- [18] Japan International Cooperation Agency. (1991). *The Study on the Air Quality Management Planning for the Samut Prakarn Industrial District in the Kingdom of Thailand*. Final Report prepared for Pollution Control Department, Ministry of Science Technology and Environment. Bangkok, Thailand.
- [19] ปาจริย์ ทองสนิท และวนิดา จีนศาสตร์. (2548). *โครงการองค์ประกอบทางเคมีและสัดส่วนของแหล่งกำเนิดฝุ่น PM_{10} ในเขตเมืองพิษณุโลก*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย ภายใต้ปัจจัยด้านการลงทุนจากต่างประเทศ
การวิจัยและพัฒนาและความสามารถด้านการส่งออก

Thailand Innovativeness: The context of foreign direct investment, R&D, and
Export performance

อนุพงศ์ ทิ้งในธรรม วิภัสสร วินิจฉัยกุล และ อิศเรศ กะการดี

Anupong Thuengnaitham, Wipassorn Vinichayakul, and Isared Kakarndee

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

*E-mail: anupong.thu@hotmail.com ; wipassorn@vru.ac.th ; isared2529@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย ได้แก่ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา และความสามารถในการส่งออก โดยการใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากธนาคารโลก (The World Bank Open Data) ที่มีการเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลา โดยในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2001-2014 มาวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ โดยพยากรณ์ตัวแปรตามด้วยค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

ผลการศึกษาพบว่า จำนวนบุคลากรในด้านการวิจัยและพัฒนาเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบเชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบเชิงลบต่อความสามารถทางนวัตกรรม

คำสำคัญ: ความสามารถทางนวัตกรรม การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ บุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา ความสามารถในการส่งออก

ABSTRACT

The aims of this study is to provide new evidence and finding about the relationship among three factors (foreign direct investment: FDI, R&D personnel, export performance of high technology intensity product) and innovativeness as well as the specific factors that influence on innovativeness. The data were collected in Thailand by World Bank from 2001-2014. Multiple linear regression is used for data analysis.

The empirical results of this study increase the understanding that the relationship between independent variables and innovativeness. The findings reveal that R&D personnel was positively related to innovativeness with highly significant while foreign direct investment was negatively related to innovativeness.

Keywords: innovativeness, foreign direct investment, R&D personnel, export performance

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้เข้าสู่โมเดลใหม่ในการปฏิรูปเศรษฐกิจของประเทศที่เรียกว่า ประเทศไทย 4.0 ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไทยไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม หรือ “Value-Based Economy” โดยใช้การขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสินค้าโภคภัณฑ์เป็นสินค้านวัตกรรม เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้าไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น นอกจากนี้จะเปลี่ยนการขับเคลื่อนประเทศจากการเป็นประเทศที่ขับเคลื่อนด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปเป็นการขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม [1]

จากเดิมที่ประเทศไทยมีความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบในความหลากหลายทางชีวภาพและความหลากหลายทางวัฒนธรรม ประเทศไทย 4.0 นี้จะนำไปสู่ความได้เปรียบเชิงแข่งขันด้วยนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ โดยโมเดลประเทศไทย 4.0 ต้องการยกระดับความสามารถใน 4 กลุ่มเป้าหมายคือการเปลี่ยนจากเกษตรแบบดั้งเดิมไปเป็นเกษตรสมัยใหม่ เปลี่ยนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมให้เป็น Smart SMEs และส่งเสริมให้เกิดธุรกิจใหม่ที่มีนวัตกรรมที่มีศักยภาพสูงหรือ Startups เปลี่ยนจากการบริการมูลค่าต่ำไปสู่บริการมูลค่าสูง และเปลี่ยนจากแรงงานทักษะต่ำไปสู่แรงงานที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญและทักษะสูง ซึ่งรัฐบาลรวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้ง ภาคเอกชน มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย เครือข่ายจากต่างประเทศ และภาคการเงินจำเป็นต้องร่วมมือกันในการขับเคลื่อนวิทยาการทั้ง 5 อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม [1]

จึงเห็นได้ว่าส่วนสำคัญที่จะนำพาประเทศไทยไปสู่ ประเทศไทย 4.0 หรือประเทศที่เศรษฐกิจขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม หรือ “Value-Based Economy” ได้นั้นคือความสามารถทางนวัตกรรมตั้งแต่ระดับบุคคล องค์กร จนถึงระดับประเทศ หนึ่งในกลยุทธ์ที่หลายๆบริษัทนำมาสร้างความได้เปรียบคือนวัตกรรม [2] โดยการนำสินค้าและบริการเข้าสู่ตลาดก่อนคู่แข่ง [3] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่ได้กล่าวไว้ว่าบริษัทใดก็ตามที่สามารถสร้างนวัตกรรมได้อย่างต่อเนื่อง บริษัทจะนั้นจะสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันได้อย่างยั่งยืน [4], [5]

อย่างไรก็ตามประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยที่เป็นประเทศที่ขับเคลื่อนประเทศจากประเทศฐานการผลิต (Production-based country) ไปสู่การขับเคลื่อนประเทศด้วยนวัตกรรม (Value-Based Economy) นั้นจำเป็นต้องมีความร่วมมือและอาศัยวิทยาการหลายศาสตร์ด้วยกัน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลย้อนหลังในระดับมหภาคมาช่วยในการพัฒนา ทั้งการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในประเทศไทย (Foreign Direct Investment: FDI) ข้อมูลสภาพรวมด้านการวิจัยและการพัฒนา ได้แก่ บุคลากรที่มีส่วนในการวิจัยและพัฒนา (R&D Personnel) รวมไปถึงข้อมูลด้านการส่งออกสินค้าที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (Export Intensity - High Technology Intensity Product) ซึ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่จะส่งผลต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศที่เราไม่อาจมองข้าม แต่ยังไม่มีการวิจัยใดที่ศึกษาปัจจัยเหล่านี้โดยการใช้ข้อมูลย้อนหลังที่เป็นข้อมูลระดับประเทศมาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางนวัตกรรมกับปัจจัยดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้

1.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.1.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในประเทศไทย กับความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย

1.1.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา กับความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย

1.1.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการส่งออกสินค้าที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงกับความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน นวัตกรรมถูกนำมาเป็นกลยุทธ์สำคัญอันหนึ่งที่ใช้ในการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันทั้งในระดับประเทศ ภูมิภาคและระดับโลก [6], [7] องค์กรจำนวนมากประสบความสำเร็จจากการสร้างนวัตกรรม และความสามารถทางนวัตกรรมเป็นหนึ่งในแนวทางในการสร้างความสำเร็จให้กับองค์กรในระยะยาว [8], [9] จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการวิจัยจำนวนมากไม่น้อยที่ได้ทำการศึกษาด้านนวัตกรรมและความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย ทั้งในระดับองค์กรและระดับประเทศ เช่น การศึกษาในปี พ.ศ. 2550 ของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติที่ร่วมกับบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พบว่าภาพรวมของประเทศไทยมีขีดความสามารถทางนวัตกรรมอยู่ในระดับปานกลางโดยมีคะแนนอยู่ที่ 57.50 จาก 100 คะแนน หรือการศึกษาจากเวทีเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum: WEF) ในการเปรียบเทียบความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยกับประเทศอื่นๆในภูมิภาคเอเชีย อันได้แก่ สิงคโปร์ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ มาเลเซีย ไต้หวันและฟิลิปปินส์ในปี 2008-2009 พบว่าประเทศ

ไทยมีอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านนวัตกรรมน้อยกว่าประเทศอื่น [10] จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษส่วนใหญ่เป็นการเปรียบเทียบความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยเทียบกับต่างประเทศโดยใช้ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน ต่างช่วงเวลา หรือเป็นการศึกษาโดยการวิเคราะห์ในรายอุตสาหกรรม

2.1 ความสามารถทางนวัตกรรม

ฮัลท์และคณะ [11] ได้ให้ความหมายของความสามารถทางนวัตกรรมไว้ว่าเป็นการนำเสนอแนวความคิดแนวทางหรือกระบวนการใหม่ ตลอดจนนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือเป็นแนวโน้มขององค์กรที่ส่งเสริมให้มีความคิดเกิดขึ้น [12] แต่ความสามารถทางนวัตกรรมเพื่อให้เกิดความสำเร็จมิใช่เป็นเรื่องที่ง่ายสำหรับองค์กร [1] เนื่องจากส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับการรักษานวัตกรรมให้อยู่ในระยะยาว [13] สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือเกิดจากความไม่ชัดเจนของคุณลักษณะของการจัดการนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพ [14] ผลที่ตามมาคือองค์กรทั้งหลายไม่สามารถเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการนวัตกรรมในภาพรวมจึงไม่สามารถนำมาสู่แนวปฏิบัติจริงได้ [1] นอกจากนี้ความสามารถทางนวัตกรรมขององค์กรจะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนความรู้ และความสามารถในการจัดการความรู้ที่มีอยู่ในองค์กรนั้นๆว่ามีประสิทธิผลหรือไม่ [15]

2.2 การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (Foreign Direct Investment: FDI)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อความสามารถของนวัตกรรมก็คือ ปัจจัยด้านการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (Foreign Direct Investment: FDI) เนื่องจากว่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศจะมีการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีให้แก่ประเทศที่เข้าไปลงทุนจากบริษัทแม่ที่อยู่ต่างประเทศ เพื่อสร้างมาตรฐานเดียวกันและให้บริษัทลูกที่อยู่ในประเทศต่าง ๆ นั้นดำเนินงานได้อย่างดี [16], [17] การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีจากการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ อาจส่งผลให้ความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยโดยรวมสูงขึ้นเนื่องจากมีองค์ความรู้และความเชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีที่มากขึ้น จึงเป็นที่มาของสมมติฐานของงานวิจัยนี้

สมมติฐานที่ 1 การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย

2.3 การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายในการสำรวจ สังเคราะห์ หากำตอบพัฒนา และได้ผลิตภัณฑ์ออกมา ซึ่งเราสามารถแยกได้สองคำดังนี้ (1) การวิจัยคือการสำรวจ สังเคราะห์สภาพปัญหาและหากำตอบเกี่ยวกับสภาพปัญหา หรือความต้องการรวมทั้งลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้พัฒนา (2) การพัฒนา คือการนำความรู้ที่ได้จากขั้นตอนของการวิจัยมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย เพราะฉะนั้น กระบวนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงเป็นขั้นตอนหนึ่งในการนำไปสู่นวัตกรรม บุคลากรที่อยู่ในส่วนของการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงมีส่วนขับเคลื่อนและเป็นผลกระทบโดยตรงของความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศ จึงเป็นที่มาของสมมติฐานที่สองของงานวิจัยนี้

สมมติฐานที่ 2 จำนวนบุคลากรในส่วนการวิจัยและพัฒนาที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย

2.4 การส่งออก

การส่งออกเป็นกิจกรรมสำคัญที่จะสร้างรายได้เข้าประเทศ การค้าระหว่างประเทศเกิดขึ้นจากการที่แต่ละประเทศมีการนำเข้าและส่งออก ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกอาหาร อาหารกระป๋อง ข้าวและน้ำตาลเป็นลำดับต้นๆของโลก ในอดีตการค้าจะเน้นที่การผลิตสินค้าและบริการจำนวนมาก ให้มากกว่าคู่แข่งและขายในราคาถูก จากนั้นส่งออกไปต่างประเทศเพื่อนำเงินสู่ประเทศต่อไป ต่อมาพบว่าการทำงานค้าในลักษณะนั้นไม่

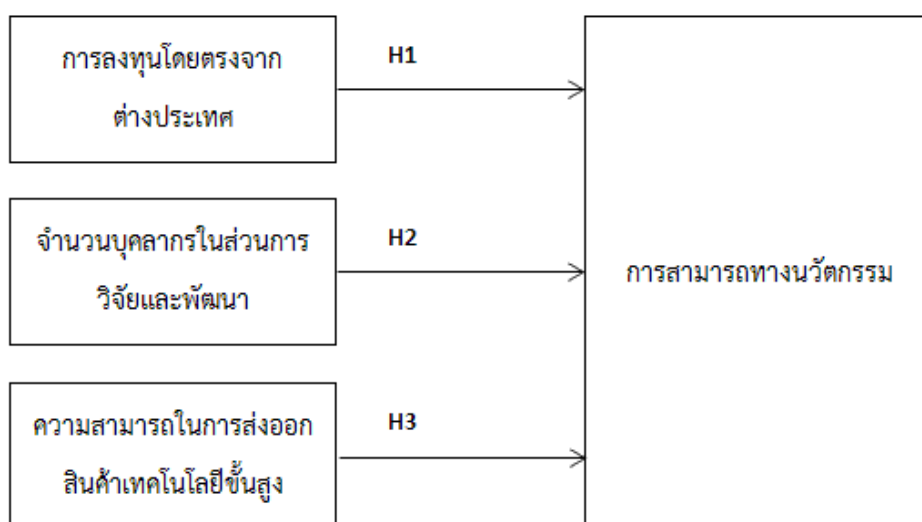
ก่อให้เกิดการได้เปรียบทางการแข่งขันที่ยั่งยืน เนื่องจากคู่แข่งสามารถลอกเลียนแบบและขายตัดราคาได้ไม่ยาก การส่งออกในลักษณะผลิตจำนวนมากและขายราคาถูกจึงไม่ส่งเสริมให้เกิดการค้าที่ได้กำไรอีกต่อไป การส่งออกด้วยสินค้านวัตกรรมและมีความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกลยุทธ์ใหม่ในการสร้างความได้เปรียบที่ยั่งยืน การนำความคิดสร้างสรรค์มาผนวกกับเทคโนโลยี จนได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรมใหม่จึงเป็นสิ่งที่น่าใจ โดยเฉพาะสินค้าที่มีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการออกแบบและผลิต จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ความสามารถทางนวัตกรรมส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการส่งออก แต่มีงานวิจัยจำนวนน้อยที่จะศึกษาผลกระทบของความสามารถในการส่งออกต่อความสามารถทางนวัตกรรม จึงเป็นที่มาของสมมติฐานที่สามของงานวิจัยนี้

สมมติฐานที่ 3 ความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูงมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย

3. วิธีกรวิจัย

ในส่วนวิธีกรวิจัยจะแสดงถึงกรอบแนวคิดในการวิจัย ข้อมูลที่จะใช้ในการศึกษา ตัวแปรและสถิติที่จะใช้ในการศึกษาค้างนี้

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้การศึกษาในครั้งนี้เป็นกรนำข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มาจากธนาคารโลก (The World Bank Open Data) [18], [19] ที่มีการเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลา โดยในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2001-2014 ที่ทางธนาคารโลกได้รวบรวมไว้นำมาวิเคราะห์

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.3.1 ตัวแปรตาม (Dependent variable) ตัวแปรตามในที่นี้เราจะศึกษาความสามารถทางนวัตกรรม (Innovativeness: INNO)

3.3.2 ตัวแปรต้น (Independent variable) ประกอบไปด้วยตัวแปรสามตัว ได้แก่

(1) การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (Foreign Direct Investment: FDI) เราจะใช้ข้อมูลมูลค่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ: Foreign direct investment, net inflows (% of GDP)

(2) จำนวนบุคลากรที่มีส่วนในการวิจัยและพัฒนา (R&D Personnel: R&D) เราจะใช้ข้อมูลจำนวนนักวิจัยและช่างเทคนิคที่อยู่ในขอบเขตงานวิจัยและพัฒนาเมื่อเทียบกับประชากรหนึ่งล้านคน (per million people)

(3) ความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูง (Export Intensity of High Technology Intensity Product: EXP) เราจะใช้ข้อมูลด้านการส่งออกเพื่อหาผลกระทบต่อความสามารถทางนวัตกรรมโดยตัวแปรนี้สามารถวัดได้จากสัดส่วนการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูงต่อการส่งออกทั้งหมด [20]

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) โดยพยากรณ์ตัวแปรตามด้วยค่าความสัมพันธ์ ซึ่งเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple regression analysis) เนื่องจากตัวแปรตามมีมากกว่าสองตัวขึ้นไป โดยการใช้โปรแกรมการคำนวณทางสถิติในการวิเคราะห์

3.4.1 ตัวแบบสมการถดถอย

$$INNO = \beta_0 + \beta_1 FDI + \beta_2 R\&D + \beta_3 EXP + u \quad (1)$$

3.4.2 การตรวจสอบเงื่อนไข

ในงานวิจัยนี้เพื่อป้องกันค่าความเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปร ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเงื่อนไขทั้งหมดสามข้อก่อนจะเริ่มทำการวิจัยดังนี้

- (1) ค่าความเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน (No autocorrelation)
- (2) ค่าความเคลื่อนต้องมีการแจกแจงเป็นปกติ
- (3) ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนต้องคงที่ทุกค่าของ x (Heteroskedasticity)

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลทางสถิติ

รายละเอียดทางสถิติของข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1	2	3	4
1. ความสามารถทางนวัตกรรม	0.29	0.09	1			
2. การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ	3.12	1.12	0.44	1		
3. จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา	608.25	224.87	0.96	0.46	1	
4. ความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูง	25.46	3.97	0.77	0.42	0.84	1

ตารางที่ 2 รายละเอียดแสดงการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ

ตัวแปรต้น	Coef.	Std. Err	t	Sig
การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ	-0.0012	0.0078	-0.16	0.879
จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา	0.0005	0.0001	6.48	0.001
ความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูง	0.0031	0.0036	0.86	0.411
ค่าคงที่	-0.049	0.1302	-0.38	0.714

$R^2 = 0.9247$, $Adj R^2 = 0.9021$, $F = 40.95$, $Sig. = 0.001$

จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณระหว่างตัวแปรต้นคือ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ จำนวนบุคลากรในด้านการวิจัยและพัฒนา ความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูง กับตัวแปรตามคือ ความสามารถทางนวัตกรรม ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) ระหว่างตัวแปรต้นคือการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ กับตัวแปรตามคือความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยมีค่า -0.0012 ซึ่งเป็นค่าลบ โดยมีค่า P-value อยู่ที่ 0.879 นั้นแสดงให้เห็นว่าสมมติฐานที่เราตั้งไว้ว่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยถูกปฏิเสธ เราจึงปฏิเสธสมมติฐานที่ 1

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) ระหว่างตัวแปรต้นคือจำนวนบุคลากรในด้านการวิจัยและพัฒนา กับตัวแปรตามคือความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยมีค่า 0.00043 ซึ่งเป็นค่าบวก โดยมีค่า P-value อยู่ที่ 0.0001 แสดงให้เห็นว่าระดับความมั่นใจที่สนใจที่จะยอมรับสมมติฐานที่ 2 ได้อยู่ที่ 99% นั้นหมายความว่า จำนวนบุคลากรในด้านการวิจัยและพัฒนาความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% เราจึงยอมรับสมมติฐานที่ 2

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) ระหว่างตัวแปรต้นคือความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูงกับตัวแปรตามคือความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยมีค่า 0.00313 ซึ่งเป็นค่าบวก โดยมีค่า P-value อยู่ที่ 0.411 จากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูงส่งผลกระทบต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเราสรุปได้ในขั้นต้นว่า ความสามารถในการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูงมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย เราจึงยอมรับสมมติฐานที่ 3

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้คือเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในประเทศไทยกับความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย การลงทุนโดยตรงจากประเทศเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่ใช้ในการดึงดูดนักลงทุนต่างชาติให้เข้ามาขยายธุรกิจจากประเทศตัวเองเข้าสู่ประเทศไทย โดยการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศนั้นเป็นการแสวงหาสถานที่ที่จะใช้ในการดำเนินธุรกิจตั้งแต่ การผลิต การจัดจำหน่าย การกระจายสินค้า การทำการตลาด ตลอดจนการวิจัยและพัฒนา [21] เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน โดยการเข้ามาลงทุนนั้นบริษัทแม่จะมีการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการดำเนินธุรกิจ [22] และมีส่วนช่วยในการสร้างนวัตกรรมให้กับบริษัทลูกในการที่จะผลิตสินค้าและบริการใหม่ๆ แต่ผลจากการวิจัยพบว่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในประเทศไทยนั้นไม่ได้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทย อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการที่ประเทศไทยเป็นประเทศฐานการผลิตที่มีคุณภาพ มีแรงงานฝีมือจำนวนมาก รวมถึงมีค่าแรงต่ำ ทำให้ธุรกิจต่างชาติที่มาลงทุนจึงมองประเทศไทยเป็นเพียงฐานการผลิตของภูมิภาคเพื่อการ

ส่งออกและกระจายสินค้ามากกว่าเป็นศูนย์กลางในการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม จึงเป็นเหตุให้มีความสัมพันธ์เชิงลบต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศ

เมื่อพิจารณาในด้านการส่งออกที่เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจการค้าโดยใช้ข้อมูลของการส่งออกสินค้าที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถทางนวัตกรรมแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องมาจากว่าสินค้าที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงนั้นจำเป็นต้องใช้พึ่งพาเทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา ส่งผลให้ความสามารถทางนวัตกรรมขององค์กรนั้นๆเพิ่มขึ้นแต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องแยกสินค้าที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงออกมาเป็นกลุ่มอุตสาหกรรม เช่น กลุ่มอุตสาหกรรมยาน คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนอากาศยาน เป็นต้น จึงจะสามารถเห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนขึ้น [23] ความสามารถในการส่งออกสินค้าที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงจึงเป็นตัวแปรที่ยังไม่มีน้ำหนักพอที่จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศ ในขณะที่เดียวกันสิ่งที่ชัดเจนและเป็นผลเกี่ยวเนื่องที่จะทำให้อำนาจความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศเพิ่มขึ้นนั้นก็คือนวัตกรรมที่ทำงานในด้านการวิจัยและพัฒนา เพราะบุคลากรเป็นตัวแปรสำคัญและส่งผลกระทบต่อความสามารถทางนวัตกรรมเพราะหากขาดบุคลากรในการทำวิจัยและพัฒนาแล้ว นวัตกรรมจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ดังนั้นจำนวนบุคลากรในส่วนการวิจัยและพัฒนาที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความสามารถทางนวัตกรรมของประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดด้านข้อมูลเนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากธนาคารโลกที่มีการเก็บรวบรวมแล้วชี้แจงในระดับมหภาค ไม่ได้แจกแจงข้อมูลเป็นรายอุตสาหกรรมจึงทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลจึงเป็นการใช้ข้อมูลที่รายงานตามช่วงเวลาที่ได้มีการเก็บรวบรวมเอาไว้เท่านั้น และศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบเพียง 3 ปัจจัยเท่านั้น ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป คือ ควรมีการศึกษาและพัฒนาตัวแปรอื่นๆที่อาจมีผลกระทบต่อความสามารถทางนวัตกรรมต่อไป ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบรายอุตสาหกรรม และใช้ข้อมูลรายปีมาวิเคราะห์เพื่อนำผลการวิจัยมาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุวิทย์ เมษินทรีย์. อะไรคือ? “ประเทศไทย 4.0”, 2559 สืบค้นจาก <http://www.thairath.co.th/content/613903>
- [2] Wong, S.Y. and Chin, K.S. (2007). Organisation innovation management: An organization-wide perspective. *Industrial Management & Data Systems*, 107(9), 1.
- [3] David, R.L., Ross, L.C. & Terry, R.S. (2007). Inter-relationships between innovation and market orientation in SMEs. *Management Research News*, 30(12), 878.
- [4] Kagan, Okatan. (2012). Managing knowledge for innovation and intra networking: a case study. *Procedia-Social and Behavioural Science*, 59-63.
- [5] Muammer, Z., Selcuk, B.H., & Mete, S. (2008). Intellectual capital and innovation performance: Empirical evidence in the Turkish Automotive Supplier. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(4), 31-40.
- [6] Hult, G.T.M., Snow, C.C., & Kandemir, D. (2003). The role of entrepreneurship in building cultural competitiveness in different organizational types. *Journal of Management*, 29(3), 401-426.
- [7] Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68, 73-93.
- [8] Dorf, R. C. & Byers, T. H. (2008). *Technology Ventures: From Idea to Enterprise*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- [9] Noble, C.H., Sinha, R.K., & Kumar, A. (2002). Market orientation and alternative strategic orientation: a longitudinal assessment of performance implications. *Journal of marketing*, 66(10), 25-39.

- [10] ปรรารถนา หลีกภัย, เกิดศิริ เจริญวิศาล, ชาลี ไตรจันทร์, และโสภณ จิระเกียรติกุล. (2557). ความสามารถทางนวัตกรรมของธุรกิจโรงแรมในภาคใต้ของประเทศไทย. *วารสารวิทยาการจัดการ*, 31(1), 69-95.
- [11] Hult, G.T.M., Hurley, R.F., & Knight, G.A. (2004). Innovativeness: Its antecedents and impact on business performance. *Industrial Marketing Management*, 33, 429-438.
- [12] Matsuo, M. (2006). Customer Orientation, Conflict, and Innovativeness in Japanese Sales Departments. *Journal of Business Research*, 59, 242-250.
- [13] Kathryn, C. & David, O.S. (2004). Groupware architecture for R&D manager. *International Journal of Networking and virtual Organizations* 2(4), 367-386.
- [14] Adam, R., Bessant, J., & Phelps, R. (2006). Innovation management measurement: A review. *International Journal of Management Reviews* 8(10), 21-47.
- [15] Plessis, Marina du. (2007). The Role of Knowledge Management in Innovation. *Journal of Knowledge Management* 11(4): 20-29.
- [16] Williams, C. (2009). Subsidiary-Level Determinants of Global Initiatives in Multinational Corporations, *Journal of International Management*, 15, 92-104.
- [17] Rivera-Vazquez, J., Ortiz-Fournier, L. & Felix Rogelio Flores. (2009). Overcoming cultural barriers for innovation and knowledge sharing. *Journal of Knowledge Management*, 13(5), 257-270.
- [18] World Bank (2016). World Bank Open Data: Thailand. [source]
<http://data.worldbank.org/country/thailand?view=chart>
- [19] World Economic Forum (2010). The Global Competitiveness Report 2009-2010. Geneva, Switzerland.
- [20] OECD (2005). Oslo manual guidelines for collecting and interpreting innovation. OECD Publications.
- [21] Kafouros M.I. (2006). The Impact of the Internet on R&D-Efficiency: Theory and Evidence. *Technovation*, 26(7), 827-835.
- [22] Kessler, E.H. (2003). Leveraging e-R&D processes: a knowledge-based view. *Technovation*, 23, 905-915.
- [23] Suárez-Porto, V. and M. Guisado-González. (2014). Analysis of the determinants of exporting intensity in the field of innovation. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 20(2), 79-86.

อุปกรณ์ทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลังด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

Cooling unit to the specific point to Back Body with Thermoelectric

ชาตรี อินทรพิ้ว¹, ประกาศิต ช่างสุพรรณ², ดุสิต งามรุ่งโรจน์³
Chartri Intaraphiw¹, Prakasit Changsuphan², Dusit Nangrungronj³

- ¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการนวัตกรรมเพื่อธุรกิจและอุตสาหกรรม, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
² อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
³ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
coolsmilecsc@hotmail.com¹, Changsuphan52@gmail.com², Liew_cu@yahoo.com³

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้คือ สร้างชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้แก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลัง ชุดอุปกรณ์ประกอบด้วย ส่วนที่ทำความเย็นให้แก่ร่างกายใช้เทอร์โมอิเล็กทริก รุ่น TEC1-12706 ระบายความร้อน ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยครีบริบายความร้อนแบบสี่เหลี่ยม(rectangular cooling fins หรือ Heat sink) โดยติดพัดลมกับครีบริบายความร้อนเพื่อระบายความร้อนออกสู่บรรยากาศ ด้านเย็นที่ติดกับแผ่นโลหะที่หุ้มด้วยผ้า และแนบกับร่างกายบริเวณหลัง ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่สำรองไฟชนิดพกพา(Power Bank) ขนาด 5 โวลต์ กระแส 2.1 แอมป์ ต่อเข้ากับชุดวงจร DC to DC converter โดยทำการทดสอบ 1) ความเย็นที่ได้จากชนิดของแผ่นโลหะแบ่งการทดลองกับแผ่นโลหะตัวนำ 3 ชนิด คือ อลูมิเนียม ทองแดง และ สแตนเลส 2) ทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม และ 3) ทดสอบหาขนาดแผ่นโลหะที่เหมาะสม ผลของการวิจัยเป็นดังนี้ 1) ความเย็นที่ได้จากแผ่นโลหะตัวนำทั้งสามชนิด พบว่าแผ่นโลหะชนิด สแตนเลสมีความเหมาะสมโดยสามารถลดอุณหภูมิจาก 31 องศาเซลเซียสถึง 24 องศาเซลเซียสภายในเวลา 5 นาที 2) แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมอยู่ที่ 5 โวลต์ 3) ขนาดของแผ่นโลหะที่เหมาะสมจะมีขนาดกว้าง 110 มิลลิเมตร ยาว 160 มิลลิเมตร และหนา 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้ได้อุณหภูมิมีความใกล้เคียงกับตลอดทั้งแผ่น.

คำสำคัญ: ชุดอุปกรณ์ต้นแบบทำความเย็น, เทอร์โมอิเล็กทริก

ABSTRACT

The purpose of this research was creating a prototype cooling unit to the specific point to Back Body. The cooling unit used thermo electric number TEC1-12706 and the heat side of the thermo electric which was attached by cooling fan to drain heat out to the atmosphere. The cold side of thermo electric was attached with metal conductor which transfer cooling to the body. The power supply is 5 VDC and 2.1 amperes power bank connected to DC to DC converter circuit. Test the cooling unit by 1) the cooling of the plaque. Divide experiment with three types of sheet metal, aluminum, copper and stainless steel 2) Find appropriate voltages. 3) Find appropriate side of the cold metal. The results of the research were as follows: 1) the cold metal of the three species found Stainless steel sheet metal is appropriate which can reduce the

temperature from 31 degree to 24 degree Celsius within 5 minutes. 2) The appropriate Voltage is 5 Volt. 3) The size of the sheet metal is a width 110 mm and long 160 mm, which makes equilibrium temperature throughout the plate.

Keywords: prototype of cooling unit, Thermoelectric

1. บทนำ

ในปัจจุบันโลกที่เราอาศัยอยู่มีแนวโน้มอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุหนึ่งเกิดจากภาคครัวเรือนที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นด้วย และอีกสาเหตุเกิดจากภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ และอุตสาหกรรมทำความเย็น มีส่วนทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ด้วยเทคโนโลยีในการทำความเย็นปัจจุบัน ยังอาศัยระบบการทำความเย็นแบบอัดไอด้วยคอมเพรสเซอร์โดยใช้สารทำความเย็นคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (ChloroFluoro Carbon: CFCs) (คณิต,2553) สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอนหากรั่วไหลออกไปจะทำให้เกิดผลต่อการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศจะทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) (มยุรี, 2535) ก่อให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อผู้ที่ต้องปฏิบัติงานในสถานที่โล่ง ที่ต้องสวมเสื้อหรือชุดเพื่อป้องกันตนเองจากรังสีความร้อนที่ส่งผ่านจากชั้นบรรยากาศมายังผิวโลกโดยตรง ก่อให้เกิดความร้อนสะสมและทำให้ไม่สบายตัวแก่ผู้สวมใส่เสื้อหรือชุดดังกล่าว และส่งผลทำให้บางส่วนของร่างกายเกิดความร้อน โดยเฉพาะบริเวณที่ต้องสัมผัสกับความร้อนโดยตรงงานวิจัยชุดนี้จึงทำการศึกษาวิจัย การสร้างชุดอุปกรณ์ทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลังด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก เนื่องจากเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric Cooling: TEC) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถสร้างความเย็น โดยอาศัยหลักการ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก จะทำให้อด้านหนึ่งร้อนเมื่อทำการระบายความร้อนของด้านที่ร้อนออก ทำให้เกิดความเย็นขึ้นที่ด้านเย็นอีกด้านที่เหลือ (ยุทธนา,2555) ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการศึกษา โดยทำการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำความเย็นให้แก่เทอร์โมอิเล็กทริกด้วยวิธีการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่ได้จากเครื่องจ่ายแรงดันชนิดพกพา (Power Bank) ให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก ทำการระบายความร้อนที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยแผ่นครีระบายความร้อน (Heat sink) และใช้พัดลมระบายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อน ด้านเย็นใช้แผ่นโลหะที่เป็นตัวนำความเย็นเข้าสู่ส่วนหลังของร่างกาย ทดสอบการทำความเย็นของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก ที่ถูกจัดเก็บอยู่ภายในชุดอุปกรณ์ทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลังด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อทำให้ผู้สวมใส่เกิดความรู้สึกเย็น สามารถสวมใส่ชุดและทำงานในที่โล่งมีอุณหภูมิสูงได้อย่างปกติ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อิทธิชัย งามขำ. (2553). การประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกปรับอากาศในหมวกนิรภัยสำหรับรถจักรยานยนต์.(วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม).มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ. งานวิจัยได้ทำการติดตั้งระบบทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกโดยติดตั้งภายนอกของหมวกกันน็อกเพื่อความปลอดภัยของผู้สวมใส่และใช้พัดลมในการพาลมเย็นเข้าสู่ภายในหมวกกันน็อก.

ยุทธนา เทพจันทร์ (2555) . การเพิ่มสมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ. งานวิจัยเพื่อศึกษาการเพิ่มสมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อช่วยลดอุณหภูมิของสารทำ

ความเย็นก่อนเข้าเอ็กแพนชันวาล์วให้ต่ำลง เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศรถยนต์ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ กรณีไม่ติดตั้งและติดตั้งระบบเทอร์โมอิเล็กทริก

วันชัย ฉิมฉวี. (2544). การควบคุมเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลสำหรับการประยุกต์ใช้งานเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำความร้อน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ. งานวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการควบคุมเทอร์โมอิเล็กทริกในการประยุกต์ใช้งานเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความร้อน โดยคิดวงจรเสมือนความร้อน-ไฟฟ้า เพื่อวิเคราะห์ระบบทำความเย็นและความร้อนภายใต้สภาวะคงที่

ผศ.คณิต ทองพิสิฐสมบัติ. (2553). การพัฒนาเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก. มหาวิทยาลัยสยาม. กรุงเทพฯ. งานวิจัยเป็นการพัฒนาเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก รุ่น TEC 127-05 โดยให้ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งเข้ากับชุดระบายความร้อนทำขึ้นจากทองแดงขนาด $63 \times 89 \times 68 \text{ mm}^3$ และด้านเย็นประกบด้วยแผ่นความเย็นชนิดอะลูมิเนียมขนาด $50 \times 60 \times 10 \text{ mm}^3$ ซึ่งเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 4 แอมแปร์ สามารถทำให้ผนังด้านเย็นมีอุณหภูมิลดลงติดลบ 4 องศาเซลเซียส

ชาวุทธิย์ อุดมศักดิ์กุล. (2548). การศึกษาพื้นฐานของการถ่ายเทมวลและความร้อนในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบคริบส์เหลี่ยมผืนผ้าในแนวเอียงโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกทำความเย็น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ. งานวิจัยทำการเป็นการสร้างเครื่องลดความชื้นต้นแบบ โดยทำการสร้างชุดทดลอง 2 ชุด ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก 2 โมดูลต่อแบบอนุกรม และ เทอร์โมอิเล็กทริก 8 โมดูลต่อแบบอนุกรม 2 โมดูลขนานกัน 4 ชุด ทำการทดสอบในห้องควบคุมความชื้นที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร ควบคุมความชื้นที่ 70%, 80% และ 90% ศึกษาการถ่ายเทความร้อนและผลของมุมในการติดตั้งเครื่องในแนวตั้งและแนวเอียง 15 องศาจากแนวตั้ง การทดสอบเครื่องลดความชื้นที่ด้านเย็นทั้งสี่ด้านโดยใช้น้ำระบายความร้อน

ปัญญา ยอดโอวาท. (2543). การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ. งานวิจัยเป็นการประเมินศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าด้วยโมดูลเทอร์โมอิเล็กทริก โดยแบ่งการศึกษาออกตามกำลังการผลิตเป็น 2 ขนาดคือ ไมโคร(กำลังการผลิตขนาดร้อยวัตต์) และ แมคโคร(กำลังการผลิตขนาดเมกะวัตต์ขึ้นไป) โดยศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงและศึกษาการนำความร้อนทั้งจากปล่องไฟของระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนแบบเครื่องยนต์ดีเซลและกังหันแก๊สมาใช้เป็นต้นกำลังความร้อนป้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

สัมฤทธิ์ อินอุดม. (2546). การพัฒนาเครื่องลดความชื้นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก.. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ. งานวิจัยเป็นการพัฒนาเครื่องลดความชื้นที่ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก รุ่น MT2-1,6-127 จำนวน 4 โมดูล รูปแบบการถ่ายเทความร้อนที่ด้านเย็นเป็นแบบอิสระและแบบบังคับ ส่วนด้านร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบบังคับทำการทดลองในห้องปิดขนาด 30 m^3 ผลพบว่าเมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าที่ 4 แอมแปร์ ประสิทธิภาพของการลดความชื้น (COP) เท่ากับ 0.27 ลดความชื้นในห้องได้ 0.544 กิโลกรัมต่อวัน

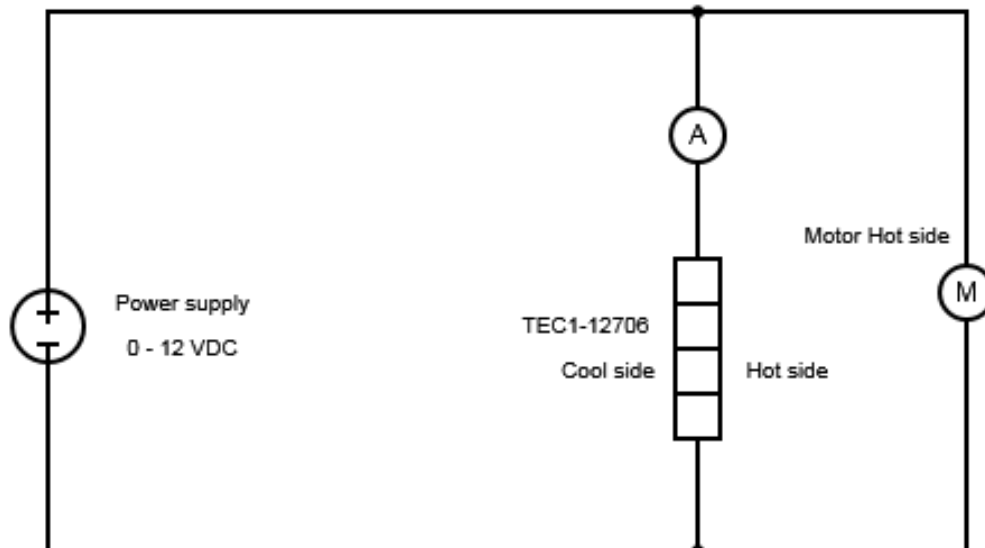
นิตยา อายุยีน. (2549). การออกแบบตู้ทำความเย็นและความร้อนขนาดเล็กโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. งานวิจัยเป็นการศึกษาทิศทางการไหลของอากาศและกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการทำความเย็นและความร้อนด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก ทำการทดลอง 3 เงื่อนไข ทำการปรับเปลี่ยนทิศทางการไหลของอากาศที่ด้านร้อนและเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก และปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่าสามารถประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกกับระบบทำความเย็นหรือทำความร้อนขนาดเล็กที่ไม่สามารถนำเอาคอมเพรสเซอร์มาใช้ได้

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

3.1 ศึกษาและออกแบบชุดอุปกรณ์ทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลังด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดอุปกรณ์ทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลังด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก แสดงดังแผนภาพดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: แผนภาพการออกแบบชุดอุปกรณ์ทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลังด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

ออกแบบชุดอุปกรณ์ทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดบริเวณหลังด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก โดยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งกับแผ่นครีระบายความร้อน (Heat sink) ที่ยึดติดด้วยพัดลมระบายความร้อน และด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกทำการติดแนบชิดกับแผ่นโลหะที่นำมาใช้ในการทดลอง มีขนาดกว้าง 110 มิลลิเมตร ยาว 160 มิลลิเมตร และหนา 0.5 มิลลิเมตร ในการประกอบเทอร์โมอิเล็กทริกเข้ากับครีระบายความร้อนจะใช้สารซิลิโคนทำหน้าที่ยึดติด และ ส่วนด้านเย็นจะเป็นแผ่นโลหะที่ใช้ยึดติดด้วยสกรู

3.2 ทดสอบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของชุดต้นแบบ

โดยมีการทดสอบดังนี้

3.2.1 ทดสอบความเย็นที่ได้จากชนิดของแผ่นโลหะแบ่งการทดลองกับแผ่นโลหะ 3 ชนิด คือ อลูมิเนียม ทองแดง และ สแตนเลส เพื่อทดสอบว่าโลหะแต่ละชนิดสามารถ สามารถส่งผ่านความเย็นแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด โดยรูปแบบของการทดลอง กำหนดให้ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกทำการติดเข้ากับแผ่นครีระบายความร้อน (Heat sink) ที่ประกอบด้วยพัดลมระบายความร้อนทำหน้าที่พาความร้อนออกจากแผ่นครีระบายความร้อน ส่วนด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกติดเข้ากับแผ่นโลหะที่ใช้ในการทดลองทั้งสามชนิด เป็นการระบายความร้อนแบบอิสระเพื่อทำการทดลองหาคุณสมบัติการนำความเย็นของโลหะทั้งสาม

3.2.2 ทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมทำการทดสอบเพื่อหาแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สามารถทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกมีความเย็น โดยทำการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง (AC-DC Power Supply) ชนิดปรับค่าได้ โดยเริ่มทำการปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง (DC Volt) จาก 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 โวลต์ ตามลำดับ ที่กระแสคงที่ 2 แอมแปร์ เพื่อหาแรงดันที่มีความเหมาะสมกับชุดอุปกรณ์ต้นแบบ โดย

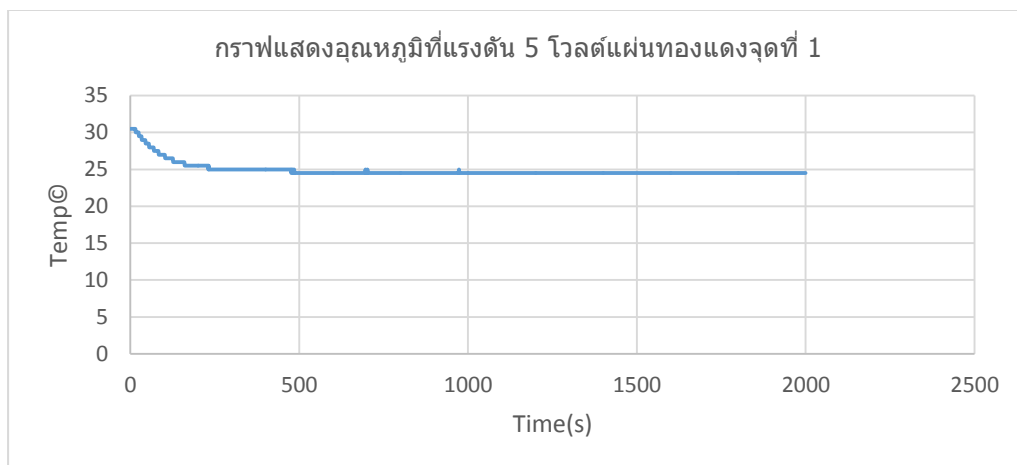
พิจารณาจากความเย็นที่ได้จาก โดยทำการวัดอุณหภูมิที่ได้จากแผ่นโลหะทั้งสามชนิด โดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) ทำการบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิที่แผ่นโลหะที่ติดกับด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก และความแตกต่างของความเย็นที่ได้จากแผ่นโลหะที่ติดกับด้านเย็น โดยทำการในห้องทดลองที่มีสถานะอุณหภูมิแวดล้อมที่ไม่มีลมจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำการวัดอุณหภูมิที่ได้จากการทดลอง ทั้งตำแหน่งด้านลมร้อนที่ออกจากครีบบระบายความร้อน และด้านเย็นที่ผิวของโลหะทั้งสามชนิดที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาความแตกต่างในการระบายความร้อนและความเย็นของแผ่นโลหะทั้งสามชนิด

3.2.3 ทดสอบหาขนาดแผ่นโลหะที่เหมาะสมการทดสอบหาขนาดของแผ่นโลหะ โดยทำการจัดตำแหน่งของการวัดของแผ่นโลหะเพื่อหาระยะเวลาทำความเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ด้วยวิธีการทำการวัดอุณหภูมิที่ผิวของโลหะโดยกำหนดจุด 10 จุด โดยจุด C1 จะอยู่ตำแหน่งกึ่งกลางของแผ่นโลหะ และจุด C2 จะอยู่ห่างจากจุด C1 ไปทางขวามือเป็นระยะห่าง 2.5 เซนติเมตร จุด C3 จะอยู่ห่างจากจุด C2 ออกไปทางขวามือเป็นระยะห่าง 2.5 เซนติเมตร จุด C4 จะอยู่ตำแหน่งปลายสุดของแผ่นโลหะ จุด C5 จะอยู่เหนือจุด C1 สูงขึ้นไปในแนวทแยงมุมของแผ่นโลหะมีระยะห่าง 1.5 เซนติเมตร จุด C6 จะอยู่เหนือจุด C1 ขึ้นไปด้านบนเป็นระยะห่าง 1.5 เซนติเมตร จุด C7 อยู่ห่างจากจุด C6 ขึ้นไปเป็นระยะ 1.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นจุดบนสุดของแผ่นโลหะ จุด C8 จะอยู่ด้านบนสุดทางซ้ายมือของแผ่นโลหะ ส่วนจุด C9 จะอยู่ที่ตำแหน่งขอบล่างด้านซ้ายมือของแผ่นโลหะ จุด C10 เป็นจุดสำหรับใช้วัดอุณหภูมิห้อง

4. ผลการวิจัย

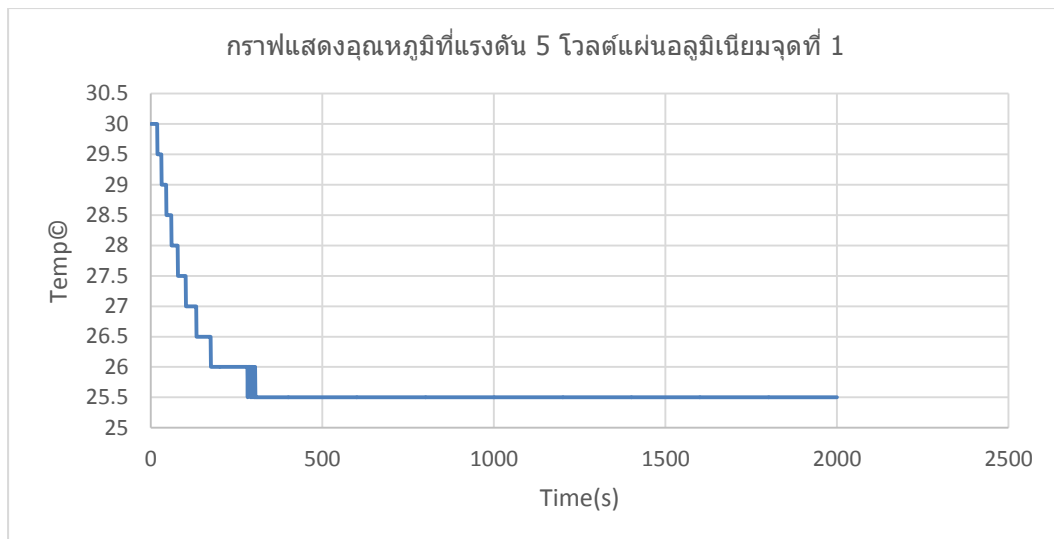
หลังจากได้ทำการออกแบบชุดอุปกรณ์ต้นแบบทำความเย็นแก่ร่างกายด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก ผลการทดสอบเป็นดังนี้

4.1 ผลการทดสอบความเย็นที่ได้จากชนิดของแผ่นโลหะ



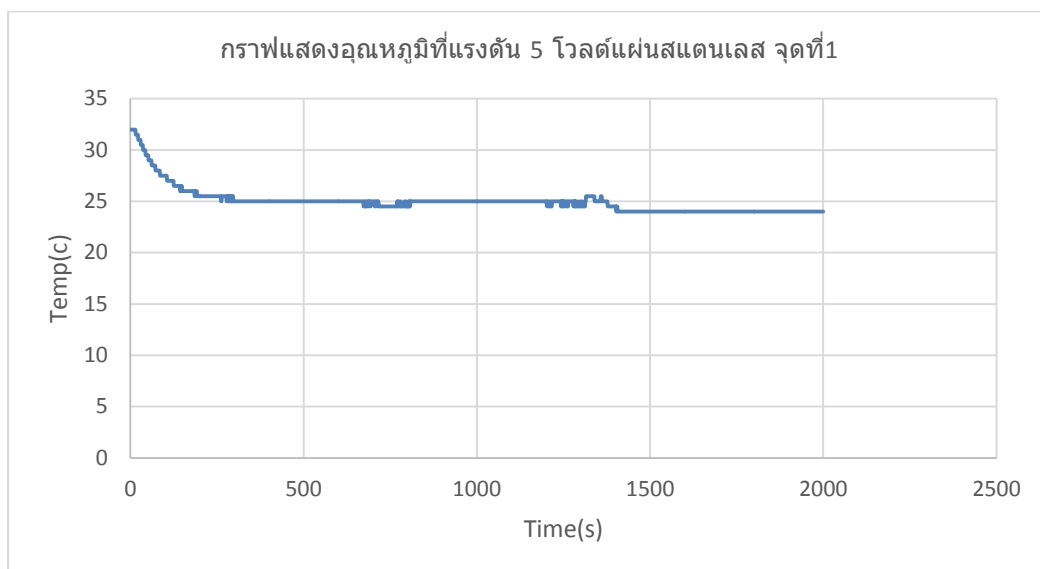
รูปที่ 2: กราฟแสดงอุณหภูมิของแผ่นทองแดง

ผลที่ได้จากการทดสอบกับแผ่นทองแดงพบว่า อุณหภูมิเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจาก 30 องศาเซลเซียส ถึง 24.5 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 8 นาที และอุณหภูมิจะคงที่ไปตลอด



รูปที่ 3: กราฟแสดงความเย็นของแผ่นอะลูมิเนียม

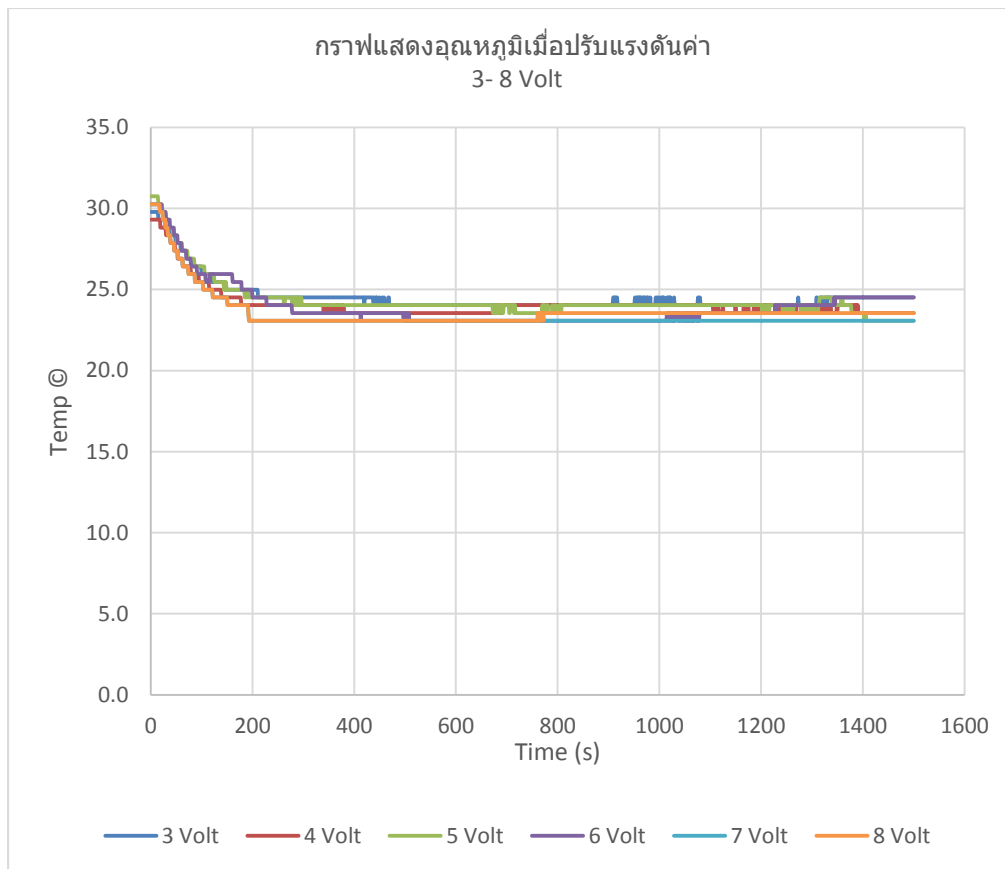
ผลที่ได้จากการทดสอบกับแผ่นอลูมิเนียม พบว่า อุณหภูมิเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจาก 30 องศาเซลเซียส ถึง 25.5 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 5 นาที และอุณหภูมิจะคงที่ไปตลอด



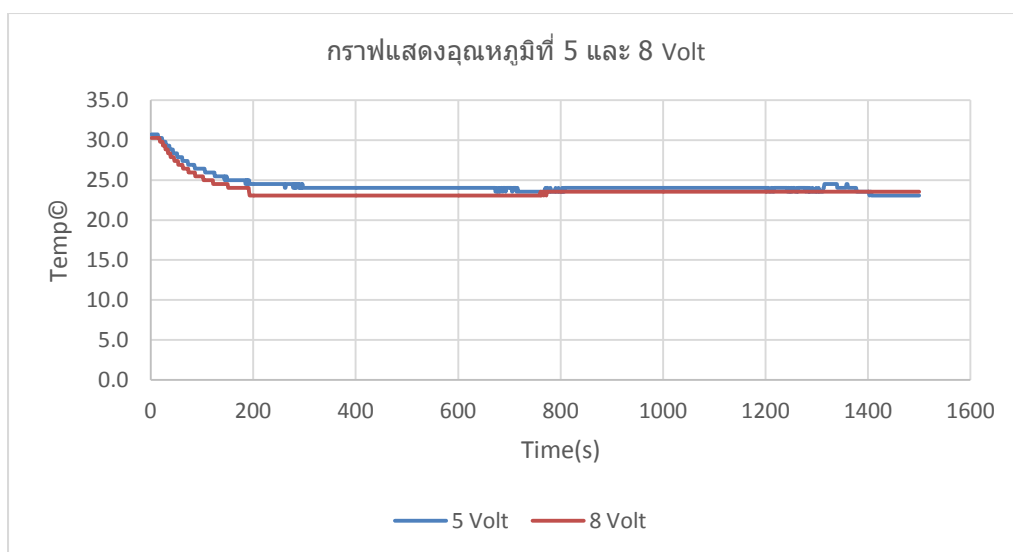
รูปที่ 4: กราฟแสดงความเย็นของแผ่นสแตนเลส

จากการทดสอบกับแผ่นสแตนเลส พบว่าอุณหภูมิเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจาก 31 องศาเซลเซียส ถึง 25 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 5 นาที และลดลงที่ 24 องศาเซลเซียส ในเวลาผ่านไป 20 นาที และจะเริ่มคงที่

4.2 ผลทดสอบแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม



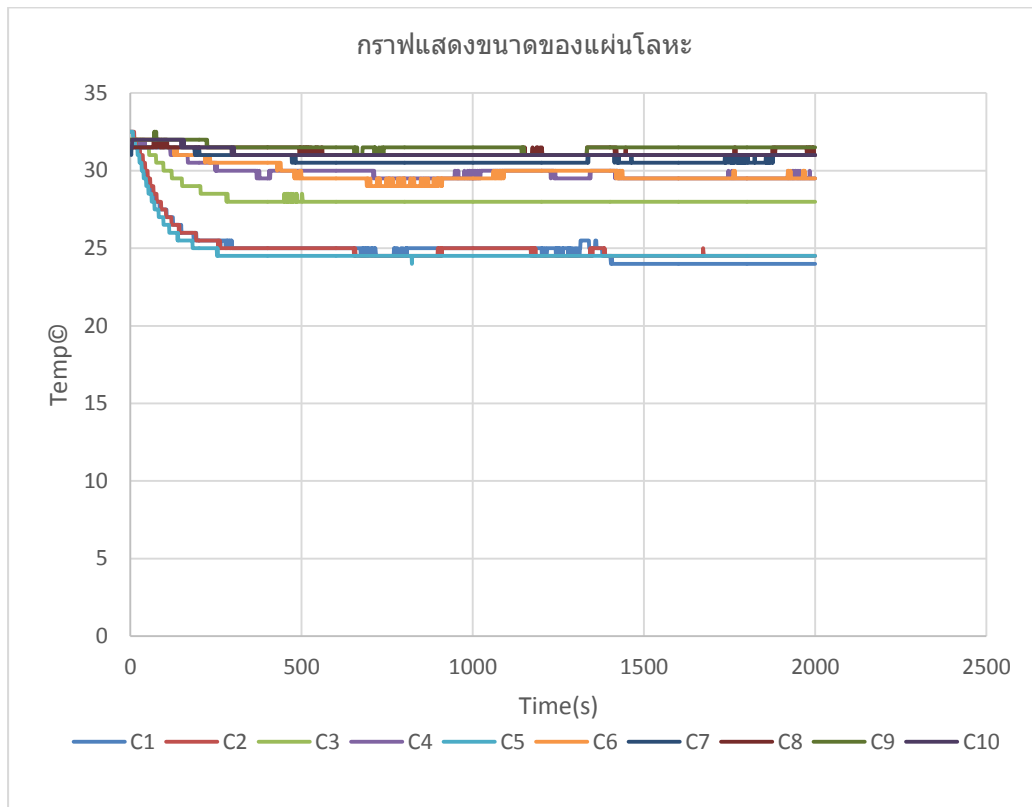
รูปที่ 5: กราฟแสดงอุณหภูมิเมื่อทำการปรับแรงดันในแต่ละค่า



รูปที่ 6: กราฟแสดงอุณหภูมิเมื่อปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 และ 8 โวลต์

จากการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม พบว่า ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และที่ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 8 โวลต์ 2 แอมแปร์ เทอร์โมอิเล็กทริก สามารถทำความเย็นอยู่ที่อุณหภูมิ 23.5 องศาเซลเซียส ได้เท่ากัน จึงได้ทำการเลือกใช้ความเย็นที่แรงดันไฟฟ้าที่ 5 โวลต์ เนื่องจากสอดคล้องกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชนิดพกพา ที่มีขนาดแรงดัน 5 โวลต์ ที่กระแส 2.1 แอมแปร์

4.3 ผลทดสอบหาขนาดแผ่นโลหะที่เหมาะสม



รูปที่ 7: กราฟแสดงตำแหน่งในการหาขนาดแผ่นโลหะ

จากผลการทดสอบเพื่อหาขนาดของแผ่นโลหะ ได้ทำการกำหนดจุด โดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางของแผ่นสแตนเลส พบว่า จุดที่ C1 ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของแผ่นสแตนเลสมีอุณหภูมิอยู่ที่ 24.0 องศาเซลเซียสและจุดที่ C2 มีอุณหภูมิห่างกัน 0.5 องศาเซลเซียสอยู่ที่ 24.5 องศาเซลเซียส และระยะห่างระหว่างจุด C1 และจุด C2 ห่างกัน 2.5 เซนติเมตร และจุดที่ C1 และจุดที่ C3 มีอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ห่างกัน 3.5 องศาเซลเซียส และระยะห่างระหว่างจุด C1 และจุด C3 อยู่ที่ 5 เซนติเมตร และความเย็นที่จุด C1 และจุด C5 ซึ่งมีอุณหภูมิ 24.5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจุด C1 อยู่ที่ 0.5 องศาเซลเซียส และมีระยะห่างกันในแนวทแยงมุมที่ 1.5 เซนติเมตรความเย็นที่จุด C1 และจุด C6 ที่มีอุณหภูมิอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงกว่าจุด C1 อยู่ที่ 5 องศาเซลเซียสและมีระยะห่างในแนวทแยงมุมอยู่ที่ 3 เซนติเมตร

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาในการนำเอาเทอร์โมอิเล็กทริกมาใช้สำหรับทำความเย็นให้กับในชุดอุปกรณ์ต้นแบบทำความเย็นเฉพาะจุด โดยการป้อนแรงดันที่เหมาะสมให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก ทดสอบอุณหภูมิที่ได้จากแผ่นโลหะ และทดสอบเพื่อหาขนาดของแผ่นโลหะ สามารถสรุปได้ดังนี้

แรงดันที่ใช้สำหรับชุดอุปกรณ์ต้นแบบทำความเย็นแก่ร่างกายเฉพาะจุดด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก มีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 5 โวลต์ ทั้งนี้ได้จากการให้ความเย็นที่ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก หากต้องการอุณหภูมิที่ 25 – 27 องศาเซลเซียส เพื่อความเย็นที่ผิวสัมผัส ขนาดของแผ่นโลหะที่เหมาะสมควรอยู่ที่ขนาดกว้าง 110 มิลลิเมตร ยาว 160 มิลลิเมตรและหนา 0.5 มิลลิเมตร และสามารถใช้แหล่งจ่ายไฟสำรอง (Power Bank) ขนาดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ 2.1 แอมแปร์ ความจุ 30000 มิลลิแอมแปร์ต่อชั่วโมง ที่ทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับเทอร์โมอิเล็กทริกและพัดลมระบายความร้อน ต่อร่วมกับ ชุดวงจร DC to DC converter ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันที่จ่ายออกจากแหล่งจ่ายไฟสำรองแบบพกพาให้มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ 5 โวลต์

เอกสารอ้างอิง

- คณิต ทองพิสิฐสมบัติ. (2553). การพัฒนาเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก. มหาวิทยาลัยสยาม. กรุงเทพฯ.
- ชาญวิทย์ อุดมศักดิ์กุล. (2548). การศึกษาพื้นฐานของการถ่ายเทมวลและความร้อนในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีปส์เหลี่ยมผืนผ้าในแนวเอียงโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกทำความเย็น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน).มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.
- มยุรี ภาคลำเจียก. CFC กับปัญหาสิ่งแวดล้อม. (พ.ศ.-ม.ย.2535): 46-47.
- วันชัย ฉิมฉวี. (2544). การควบคุมเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลสำหรับการประยุกต์ใช้งานเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความร้อน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน).มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.
- นิตยา आयูยีน. (2549). การออกแบบตู้ทำความเย็นและความร้อนขนาดเล็กโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต).มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ปัญญา ยอดโอวาท. (2543). การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน).มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.
- สัมฤทธิ์ อินอุดม. (2546). การพัฒนาเครื่องลดความชื้นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ).มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.
- ยุทธนา เทพจันทร์ (2555) . การเพิ่มสมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.
- อิทธิชัย งามขำ. (2553). การประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกปรับอากาศในหมวกนิรภัยสำหรับรถจักรยานยนต์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม).มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.

การตรวจสอบความปลอดภัยบนถนนเลียบบคลองชลประทานโดยใช้ข้อมูลจาก Google Maps
กรณีศึกษาโครงการชลประทานน้ำอูน

Road Safety Audit on Irrigation Canal Service Road using Google Maps Data:
a Case Study Nam-Un Dam

พิทักษ์ ปักษานนท์¹ ก้องรัฐ นกแก้ว² วิรัช หิรัญ³ และ ลีตาภรณ์ พอบุดดี⁴
Pitak Paksanon¹, Kongrat Nokkaew², Wirach Hirun³, Titaporn Pobutdee⁴

*¹²³⁴ คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

*titaporn2525@gmail.com

บทคัดย่อ

ถนนเลียบบคลองชลประทานซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับเขตชุมชนเป็นเส้นทางที่มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณจราจรเดินทางสัญจรผ่านเส้นทางมากขึ้นในอนาคต ซึ่งมีแนวโน้มจะทำให้อุบัติเหตุจากการเดินทางเพิ่มมากขึ้น การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเป็นแนวทางหนึ่งในการลดอุบัติเหตุทางถนนแต่ก็มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยของถนนโดยใช้ข้อมูลจาก Google Maps ซึ่งเป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการตรวจสอบภาคสนาม โดยใช้กรณีศึกษาถนนเลียบบคลองชลประทานในพื้นที่ให้บริการของเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลจาก Google Maps สามารถนำมาใช้ตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนในบางรายการ ได้แก่ 1) แนวทางและรูปตัดของถนน 2) ลักษณะทั่วไปของทางแยก 3) ป้ายจราจร 4) เครื่องหมายจราจร และเครื่องหมายนำทาง 5) สภาพอันตรายข้างทาง และ 6) ทางเชื่อม

คำสำคัญ: ความปลอดภัยทางถนน, คลองชลประทาน, จุดอันตราย

ABSTRACT

Irrigation canal service road which is located close to the community will carry more traffic in the future which leads to increase accidents rate. Road safety audit is a means to reduce road accidents but cost is quite high. This research aims to determine the safety of the road using data from Google Maps which is lower cost than field audit. The Irrigation canal service roads of the Nam-Un Dam in Sakon Nakhon province are used as study site. The result indicated that data from Google Maps can be used to monitor road safety in some of the items include 1) Alignment and cross section of the road, 2) Intersection 3) Traffic sign 4) Road markings 5) Roadside hazard and 6) Connection road.

Keywords: Road safety, Irrigation canal, Black spot

1. บทนำ

การก่อสร้างถนนเลียบบคลองชลประทานมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้ในการสัญจรเพื่อเข้าไปบำรุงรักษาคลองและใช้ในการขนส่งพืชผลทางการเกษตร อย่างไรก็ตามในบางเส้นทางซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับเขตชุมชน เส้นทางดังกล่าวถูกใช้เป็นเส้นทางเชื่อมโยงโครงข่ายการจราจรเพื่อรองรับการเดินทางสัญจรที่มีเพิ่มมากขึ้นเมื่อชุมชนมีการขยายตัว รวมทั้งเส้นทางดังกล่าวยังมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณจราจรเดินทางสัญจรผ่านเส้นทางมากขึ้นในอนาคตอุบัติเหตุจากการเดินทางเป็นสิ่งที่มักเกิดขึ้นมาตามเสมอเมื่อมีปริมาณการเดินทางเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอุบัติเหตุทางถนนก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของผู้เดินทาง ดังนั้นการลดจำนวนอุบัติเหตุจึงเป็นประเด็นท้าทายทั้งในส่วนของภาครัฐและทางด้านวิชาการ แนวทางหนึ่งในการเพิ่มความปลอดภัยทางถนนคือ การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit) โดยวิธีการดังกล่าวมีหลักการสำคัญคือการตรวจสอบเพื่อหาสิ่งที่จะก่อให้เกิดอันตรายบนถนนและดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะอันตรายนั้นจะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูง

ในปัจจุบันแผนที่ Google มีการพัฒนาอย่างมากและมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งในปัจจุบันได้เปิดให้บริการ Street View ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นเส้นทางถนนในมุมมองใกล้เคียงกับการขับขี่บนเส้นทางนั้นๆ โดยสามารถมองในทิศทางต่างๆ รวมทั้งภาพที่แสดงมีความชัดเจนสูง ซึ่งข้อมูลจาก Street View นี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนในบางประเด็นได้ โดยมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการตรวจสอบความปลอดภัยของถนนโดยใช้ข้อมูลจาก Google Street View โดยใช้กรณีศึกษาถนนเลียบบคลองชลประทานในพื้นที่ให้บริการของเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร ผลของการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงเส้นทางเพื่อให้ประชาชนสามารถเดินทางสัญจรได้อย่างปลอดภัย รวมทั้งเป็นการพัฒนาแนวทางใหม่ในการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนที่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการลดลง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

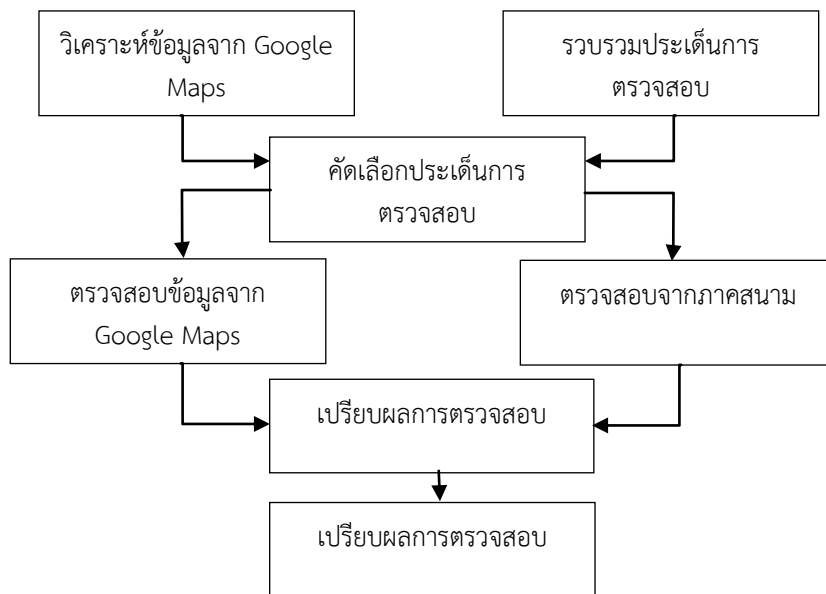
การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุทางถนน โดยการตรวจสอบสามารถดำเนินการได้ในขั้นตอนต่างๆ เช่น การออกแบบ ระหว่างการก่อสร้าง รวมถึงการดำเนินการตรวจสอบถนนที่เปิดดำเนินการแล้ว ในประเทศไทยมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนโดยใช้แนวทางการตรวจสอบที่อ้างอิงจากเอกสารการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน คู่มือปฏิบัติสำหรับประเทศไทย [1] และมีการศึกษาในหลายพื้นที่ อาทิ การตรวจสอบความปลอดภัยบนถนนตีวานนท์จังหวัดนนทบุรี [2] ประเด็นสำคัญในการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน โดยเฉพาะการตรวจสอบถนนที่เปิดให้บริการแล้วคือการดำเนินการตรวจสอบในภาคสนามซึ่งใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง แต่ก็ยังเป็นวิธีการที่เป็นไปตามมาตรฐานของการตรวจสอบ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการตรวจสอบความปลอดภัยบางรายการสามารถตรวจสอบจากภาพถ่ายหรือจากวีดิทัศน์ได้ และในปัจจุบัน Google Maps ได้พัฒนา Google Street View ที่ให้ข้อมูลสภาพของถนนและพื้นที่ด้านข้างถนนโดยละเอียด เทียบได้กับภาพที่ได้จากการถ่ายภาพจากการสำรวจภาคสนาม รวมทั้งการใช้งาน Google Maps สามารถประยุกต์ใช้ในงานจราจรและขนส่งได้หลายแนวทาง ได้แก่ การสร้างตารางค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยสำหรับสร้างแบบจำลองด้านการขนส่ง [3] และส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสภาพแวดล้อม ได้แก่ การศึกษาเพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมของชุมชน 37 แห่งในนครนิวยอร์ก และเปรียบเทียบกับตรวจสอบภาคสนาม โดยพบว่าการตรวจสอบโดยใช้ข้อมูลจาก Google Street View มีความใกล้เคียงกับการตรวจสอบภาคสนาม อย่างไรก็ตามมีบางรายการที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ เช่น ปริมาณจราจร และเสียง [4] การศึกษาเพื่อตรวจสอบสภาพถนนจำนวน 150 เส้นทางในสหรัฐอเมริกา โดยเน้นในด้านที่เกี่ยวข้องกับการเดินและเส้นทางของคนพิการ ผลตรวจสอบพบว่า Google Street view สามารถนำมาใช้ในงานตรวจสอบสภาพของถนนได้ [5] การศึกษาเพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของเด็กจำนวน 120 แห่ง ผลการศึกษาพบว่าการใช้ Google Street View เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและประหยัดค่าใช้จ่าย [6]

3. วิธีการวิจัย

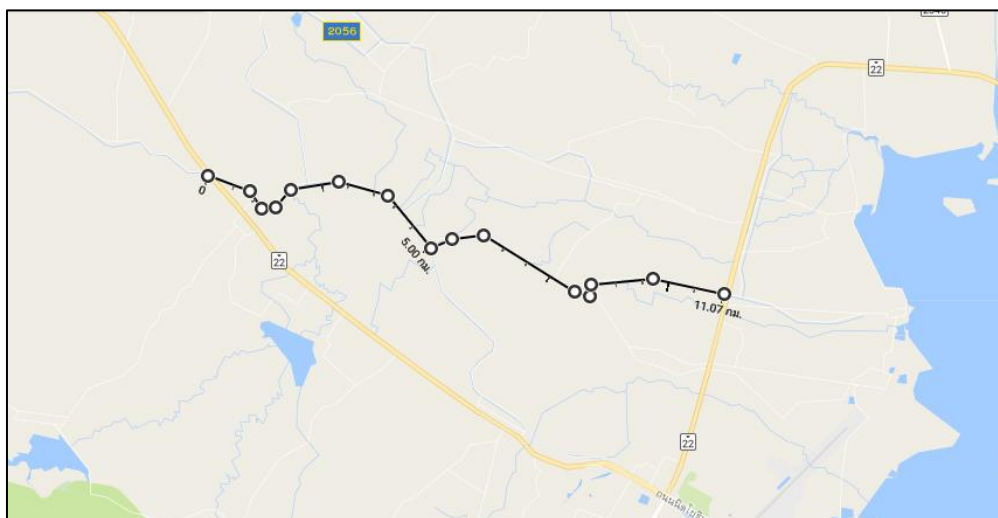
การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว มีประเด็นที่ต้องตรวจสอบจำนวน 13 ประเด็น ได้แก่

1. แนวทางและรูปตัดของถนน ประกอบด้วย แนวทางราบและแนวทางตั้ง ระยะการมองเห็นตามแนวทาง และรูปตัดถนน
2. ลักษณะทั่วไปของทางแยก ประกอบด้วย ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยก การมองเห็น และการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยก และการนำทาง
3. การระบายน้ำ
4. ป้ายจราจร ประกอบด้วย ชนิดและการติดตั้งป้ายจราจร และการมองเห็นป้ายจราจร
5. สัญญาณไฟจราจร ประกอบด้วย การติดตั้งและการทำงานของสัญญาณไฟจราจร และการมองเห็นสัญญาณไฟจราจร
6. เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง ประกอบด้วย ปัญหาทั่วไป เครื่องหมายจราจร เครื่องหมายนำทาง อุปกรณ์บนผิวจราจร (ปุ่มจราจร) และ สันระนาบ (Rumble Strips)
7. สภาพอันตรายข้างทาง ประกอบด้วย เขตปลอดภัย (Clear Zone) อุปกรณ์กันชน และ รั้ว
8. พื้นถนน ได้แก่ สภาพพื้นถนน
9. ไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ ปัญหาทั่วไป
10. คนเดินเท้า คนเดินข้ามถนน คนขี่จักรยาน ประกอบด้วย สิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยสำหรับคนเดินเท้าคนเดินข้ามถนน และ สิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัย สำหรับผู้ขี่จักรยาน
11. ทางเชื่อม ประกอบด้วย ปัญหาทั่วไป ระยะการมองเห็น
12. การจอดรถและที่หยุดรถประจำทาง ประกอบด้วย การจอดรถ และที่หยุดรถประจำทาง
13. อื่นๆ ประกอบด้วย แสงที่สะท้อนเข้าตาผู้ขับขี่ และกิจกรรมข้างทาง

ซึ่งการตรวจสอบภาคสนามจะดำเนินการตรวจสอบทั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ครบทุกประเด็น อาทิ แสงที่สะท้อนเข้าตาผู้ขับขี่ การมองเห็น อย่างไรก็ตามรายการส่วนใหญ่สามารถดำเนินการตรวจสอบได้ในเวลากลางวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ Google Maps มีข้อมูล การดำเนินการตรวจสอบในภาคสนามจะดำเนินการโดยเดินทางไปยังภาคสนามและทำการตรวจสอบในประเด็นต่างๆ ข้างต้น โดยใช้ประสบการณ์ของผู้ตรวจสอบ ซึ่งการตรวจสอบส่วนใหญ่ใช้การพิจารณาจากสภาพแวดล้อมด้วยสายตาร่วมกับข้อมูลทางวิศวกรรมจราจร ซึ่งการตรวจสอบบางรายการสามารถดำเนินการตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายในมุมมองที่เหมาะสมและแสดงรายละเอียดโดยรอบได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูล Google Street View ที่อยู่ใน Google Maps ที่สามารถให้รายละเอียดของภาพถ่ายในมุมมองรอบตัว ทำให้สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมโดยรอบได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตามตำแหน่งถ่ายภาพของ Google มีมุมมองที่สูงกว่าสายตาของผู้ขับขี่เนื่องจากติดตั้งกล้องไว้ที่หลังคารถ ซึ่งอาจทำให้มุมมองของภาพแตกต่างจากความต้องการในการใช้สำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ งานวิจัยนี้จึงแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 7 ขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 1 โดยทำการเก็บข้อมูลบนถนนเลียบบคลองชลประทานจากโครงการส่งน้ำเขื่อนน้ำอูน ระหว่างบ้านพานถึงบ้านฮางโฮง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ระยะทางประมาณ 11 กิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษา

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงโดย Google Maps และ Google Street View แสดงให้เห็นถึงข้อดีและข้อด้อยในการนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าในบางประเด็นของการตรวจสอบทางถนนที่ต้องใช้การตรวจสอบอย่างละเอียดหรือใช้ข้อมูลจากการสังเกตอื่นๆ ในสนามประกอบในการพิจารณา เช่น การระบายน้ำ ไม่สามารถดำเนินการได้โดยใช้ภาพถ่ายเพียงอย่างเดียว หรือกรณีสัญญาณไฟจราจรที่ต้องพิจารณาถึงจังหวะสัญญาณไฟ ก็ไม่สามารถดำเนินการโดยใช้ภาพถ่ายเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อเด่นและข้อด้อยของข้อมูลจาก Google Maps

ข้อเด่น	ข้อด้อย
<ul style="list-style-type: none"> ● Google Maps สามารถใช้หาข้อมูลทางโค้ง โดยประมาณได้ ● Google Street View มีมุมมองรอบตัว Google Street View สามารถให้รายละเอียดความเสียหายของป้ายจราจร และเครื่องหมายนำทางได้ ● Google Street View สามารถให้รายละเอียดของความเหมาะสมของป้ายจราจรและเครื่องหมายจราจรได้ 	<ul style="list-style-type: none"> ● Google Street View ระดับการถ่ายภาพสูงกว่าสายตาคนขับ ● Google Street View ไม่สามารถให้รายละเอียดสภาพถนนในเวลากลางวันได้ ● Google Street View ไม่สามารถให้รายละเอียดของความเสียหายของอุปกรณ์บางชนิด เช่น ปุ่มสะท้อนแสงได้ ● Google Street View ไม่สามารถตรวจสอบด้านการระบายน้ำของถนนได้ ● Google Street View ไม่สามารถให้รายละเอียดความเหมาะสมของสัญญาณไฟจราจรได้ ● Google Street View ไม่สามารถให้รายละเอียดของการจอดรถและรถประจำทางได้ ● Google Street View ไม่สามารถให้รายละเอียดของการข้ามถนนและข้อบกพร่องของทางข้าม เช่น ความต่างระดับของทางข้ามกับพื้นถนนได้

ดังนั้น เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะใช้ข้อมูลจาก Google Maps สำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนโดยพิจารณาจากข้อเด่นและข้อด้อยข้างต้น และวิเคราะห์ถึงข้อมูลที่ต้องการตรวจสอบในแต่ละประเด็น ทำให้สามารถสรุปประเด็นที่จะตรวจสอบ โดยประกอบด้วย 1) แนวทางและรูปตัดของถนน 2) ลักษณะทั่วไปของทางแยก 3) ป้ายจราจร 4) เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง 5) สภาพอันตรายข้างทาง และ 6) ทางเชื่อม ซึ่งจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบภาคสนามต่อไป

การตรวจสอบแนวทางและรูปตัดของถนน เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จาก Google Maps และที่ได้จากภาคสนามมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เนื่องจากความสูงของกล้องที่ได้บันทึกภาพที่ต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 3 อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จาก Google Maps สามารถใช้ประเด็นเกี่ยวกับแนวทางและรูปตัดของถนนได้ รวมทั้งหากใช้ประกอบกับข้อมูลจากแผนที่ของ Google Maps และนำเข้าโปรแกรมประยุกต์อื่น เช่น AutoCAD Civil 3D เพื่อหาองค์ประกอบของโค้ง ก็จะทำให้การประเมินมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบข้อมูลจาก Google และภาคสนามในประเด็นการตรวจสอบแนวทางและรูปตัดของถนน

การตรวจสอบลักษณะทั่วไปของทางแยก ข้อมูลที่ได้จาก Google Maps ให้ข้อมูลที่มีความละเอียดค่อนข้างมาก เนื่องจากสามารถมองเห็นลักษณะ 360 องศา ทำให้สามารถพิจารณาลักษณะของทางโค้งได้ค่อนข้างละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 4 อย่างไรก็ตามสำหรับการตรวจสอบบริเวณที่เฉพาะเจาะจงของทางแยกเป็นข้อจำกัดหนึ่งของการใช้ข้อมูลจาก Google Maps



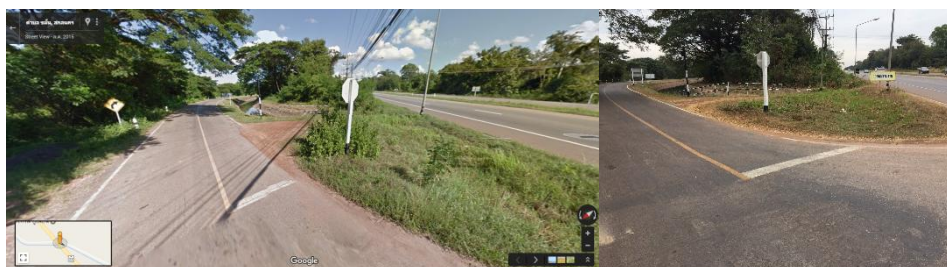
ภาพที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลจาก Google และภาคสนามในประเด็นการตรวจสอบลักษณะทั่วไปของทางแยก

การตรวจสอบป้ายจราจร เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จาก Google Maps และที่ได้จากภาคสนามพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน โดยสามารถตรวจสอบถึงตำแหน่งที่เหมาะสมและความเหมาะสมของการติดตั้งป้ายจราจรได้ ดังแสดงในภาพที่ 5 อย่างไรก็ตามในประเด็นการชำรุดเสียหายของป้าย การใช้ข้อมูลจาก Google Maps อาจไม่เหมาะสมนักเนื่องจากข้อมูลของ Google Maps อาจไม่เป็นข้อมูลปัจจุบันเท่าใดนัก ซึ่งหากป้ายจราจรดังกล่าวได้รับความเสียหายหลังจากที่ Google ได้บันทึกภาพแล้วข้อมูลที่ได้ก็จะไม่ตรงกับความเป็นจริง



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบข้อมูลจาก Google และภาคสนามในประเด็นการตรวจสอบป้ายจราจร

การตรวจสอบเครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง เช่นเดียวกับการตรวจสอบป้ายจราจร ข้อมูลที่ได้จาก Google Maps และที่ได้จากภาคสนามไม่มีความแตกต่างกัน โดยสามารถตรวจสอบถึงตำแหน่งที่เหมาะสมและความเหมาะสมของการติดตั้งเครื่องหมายจราจรได้ ดังแสดงในภาพที่ 6 อย่างไรก็ตามในประเด็นการชำรุดเสียหายของเครื่องหมายจราจร การใช้ข้อมูลจาก Google Maps อาจไม่เหมาะสมนักเนื่องจากข้อมูลของ Google Maps อาจไม่เป็นข้อมูลปัจจุบันเท่าใดนัก



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบข้อมูลจาก Google และภาคสนามในประเด็นการตรวจสอบเครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง

สภาพอันตรายข้างทาง ข้อมูลที่ได้จาก Google Maps และที่ได้จากภาคสนามไม่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะสภาพอันตรายที่เป็นสิ่งก่อสร้างดังแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งเป็นท่อระบายน้ำที่มีปากท่อห่างจากผิวทางไม่มากนัก ซึ่งหากยานพาหนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งจักรยานยนต์ตกลงไปย่อมทำให้เกิดอันตรายขึ้นได้



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบข้อมูลจาก Google และภาคสนามในประเด็นการตรวจสอบสภาพอันตรายข้างทาง

การตรวจสอบทางเชื่อม เช่นเดียวกับการตรวจสอบลักษณะทั่วไปของทางแยก ข้อมูลที่ได้จาก Google Maps ให้ข้อมูลที่มีความละเอียดค่อนข้างมาก เนื่องจากสามารถมองเห็นลักษณะ 360 องศา ทำให้สามารถพิจารณาลักษณะของทางโค้งได้ค่อนข้างละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 8 อย่างไรก็ตามสำหรับการตรวจสอบบริเวณที่เลี้ยวที่เหมาะสมบริเวณทางแยกเป็นข้อจำกัดหนึ่งของการใช้ข้อมูลจาก Google Maps รวมทั้งความต่างระดับของทางเชื่อมและทางหลักก็เป็นอีกประเด็นที่ต้องใช้การตรวจสอบภาคสนาม



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบข้อมูลจาก Google และภาคสนามในประเด็นการตรวจสอบทางเชื่อม

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการเปรียบเทียบข้อมูลการตรวจสอบโดยใช้ข้อมูลจาก Google Maps และจากการสำรวจภาคสนามในประเด็นต่างๆ รวม 6 ประเด็น ได้แก่ 1) แนวทางและรูปตัดของถนน 2) ลักษณะทั่วไปของทางแยก 3) ป้ายจราจร 4) เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง 5) สภาพอันตรายข้างทาง และ 6) ทางเชื่อม พบว่าข้อมูลจาก Google Maps สามารถใช้ในการตรวจสอบได้ในทุกประเด็น แต่มีข้อจำกัดในการตรวจสอบในประเด็นย่อยเล็กน้อย ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูลจาก Google Maps เพื่อตรวจสอบเบื้องต้นก่อนที่จะดำเนินการตรวจสอบภาคสนามเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพรวมทั้งประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตามการตรวจสอบเพื่อแก้ไขจุดอันตรายบนถนนจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลประกอบอื่นๆ ให้ครบถ้วนเพื่อให้การแก้ไขถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

เอกสารอ้างอิง

- [1] พิชัย ธาณีนานนท์ และคณะ. การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน คู่มือปฏิบัติสำหรับประเทศไทย. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : บริษัท ลิมบราเดอร์ การพิมพ์ จำกัด, 2548.
- [2] ทวีศักดิ์ ศรีจันทร์อินทร์. การตรวจสอบความปลอดภัยบนถนนตีวานนท์ จังหวัดนนทบุรี. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17. อุดรธานี. 9-11 พฤษภาคม 2555.

- [3] วิรัช หิรัญ. การพัฒนาตารางข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างพื้นที่โดยใช้ข้อมูลจาก Google Maps. ศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559, หน้า 71-78.
- [4] Rundle A.G., Bader M.D., Richards C.A., Neckerman K.M., and Teitler J.O. **Using Google Street View to Audit Neighborhood Environments.** Am J Prev Med. 2011 Jan; 40(1): 94-100. doi: 10.1016/j.amepre.2010.09.034
- [5] Bader M.D., Mooney S.J., Lee Y.J., Sheehan D., Neckerman K.M., Rundle A.G., Teitler J.O. **Development and deployment of the Computer Assisted Neighborhood Visual Assessment System (CANVAS) to measure health-related neighborhood conditions.** Health Place. 2015 Jan;31:163-72. doi: 10.1016/j.healthplace.2014.10.012.
- [6] Odgers C.L., Caspi A, Bates C.J., Sampson R.J., Moffitt T.E. **Systematic social observation of children's neighborhoods using Google Street View: a reliable and cost-effective method.** J Child Psychol Psychiatry. 2012 Oct;53(10):1009-17. doi: 10.1111/j.1469-7610.2012.02565.x.

การทดสอบความแม่นยำเชิงทฤษฎีของวิธีน้อยสุดมากที่สุดกรณี 4 สถานีฐาน

Theoretical Accuracy Testing of Min-Max Method with 4 Base Stations

วิภััสสร วินิจชัยกุล¹ พิชญ สุพรรณกุล² และอนุพงศ์ ทิ้งในธรรม¹

Wipassorn Vinicchayukul¹, Pichaya Supanakoon², Anupong Thuengnaitham¹

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹Email : wipassorn@vru.ac.th; ²Email : pichaya.su@kmitl.ac.th; ³Email : anupong@vru.ac.th

บทคัดย่อ

การหาตำแหน่งเป็นหนึ่งในหัวข้อวิจัยที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้ งานได้หลากหลายด้าน เช่น การหาตำแหน่งของนักผจญเพลิง รถยนต์ สิ่งของ และการหาตำแหน่งผู้คน เป็นต้น ซึ่ง วิธีการในการหาตำแหน่งก็มีหลากหลายวิธี วิธีการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด (Min-Max localization method) เป็นหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และไม่ต้องการฐานข้อมูล แต่ความแม่นยำของวิธี นี้ก็ยังคงมีความผิดพลาดอันเกิดจากตัววิธีการเอง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการตั้งตำแหน่งของสถานีฐาน แบบใช้ 4 สถานี ในการทดสอบได้ศึกษาความแม่นยำเชิงทฤษฎีของสถานีฐานที่มีตำแหน่งอยู่ที่แต่ละมุมและแต่ละ กึ่งกลางด้านพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 100 m ผลการทดสอบได้แสดงในเทอมของความผิดพลาดระยะทางในแต่ละ ตำแหน่งและฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (CDF) ของความผิดพลาดระยะทาง

คำสำคัญ: การหาตำแหน่งแบบไร้สาย, เทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด, การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ

ABSTRACT

The localization research topic has received attention because the topic can be widely applied in various fields such as firefighter tracking in the fire place, car tracking, item tracking and human tracking. There are a variety of ways to find location. The Min-Max localization method has been very popular because the method is easy, is not complicated and does not require a database. However, the accuracy of the method is still guilty from itself. Therefore, in this paper, the locations of the 4 base stations were proposed. In the test, theoretical accuracy of base stations at each angle and center of each side of 100 m square area were study. The results are shown in terms of distance error in each location and the cumulative distribution function (CDF) of distance error.

Keywords: Wireless localization, Min-Max localization method, Radio wave propagation

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ได้มีการนำทฤษฎีการหาตำแหน่งมาประยุกต์ใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้สามารถทราบ ถึงตำแหน่งของสิ่งที่ต้องการรู้ สามารถติดตาม และทราบตำแหน่งของสิ่งที่ต้องการได้ตลอดเวลา ตัวอย่างการ ประยุกต์ใช้งานด้านการหาตำแหน่ง เช่น การหาตำแหน่งของรถยนต์ ซึ่งจะมีส่วนช่วยในเรื่องของการป้องกันการ โจรกรรมรถยนต์ การหาตำแหน่งของสินค้าในคลังสินค้า เพื่อความสะดวกสบายและความปลอดภัยของสินค้า การ

หาตำแหน่งของนักดับเพลิงซึ่งเข้าไปผจญเพลิงในสถานที่ซึ่งเกิดอัคคีภัย เพื่อชีวิตและทรัพย์สิน เป็นต้น ดังนั้น การหาตำแหน่งจำเป็นจะต้องอาศัยเทคนิคการหาตำแหน่งซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น เทคนิค Fingerprinting, Trilateration, Weight Centroid, และวิธีการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด (Min-Max localization method) เป็นต้น [1-5] จากที่กล่าวมาการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุดก็เป็นหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมมากเช่นกัน เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถหาตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการได้โดยไม่ต้องทำฐานข้อมูล ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงให้ความสนใจกับความแม่นยำของวิธีการการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุดจากการตั้งตำแหน่งของสถานีฐาน (Base stations)

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nerguizian [2006] ได้นำเสนอระบบการหาตำแหน่ง Wide Band Neural Network-Locate (WBNN - Locate) ซึ่งระบบดังกล่าวเป็นการใช้ WLAN ร่วมกับโครงข่ายประสาท ในบทความนี้ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการ range measurement technique และ fingerprinting technique ร่วมกับอัลกอริทึมอื่น ๆ พบว่า ระบบดังกล่าวซึ่งใช้ WLAN ร่วมกับโครงข่ายประสาทให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด ที่ 2 เมตร ประมาณ 80% M.Stella [2009] และคณะ ได้นำเสนอ การใช้ค่าความแรงของสัญญาณร่วมกับวิธีการฟิงเกอร์ปริ้นท์และใช้ WLAN ร่วมกับโครงข่ายประสาทในพื้นที่ขนาด 28x15 ตารางเมตร ใช้ Access Point (AP) 3 ตัว มีค่าผิดพลาดระยะทางเฉลี่ยที่ 1.79 เมตร Mu Zhou [2010] และคณะ ได้นำ WLAN ร่วมกับโครงข่ายประสาท โดยทำการแยกพิกัดให้แต่ละโครงข่ายประสาทเรียนรู้ โดยการแบ่งพื้นที่ในการเรียนรู้ ในพื้นที่ขนาด 8x8 ตารางเมตร มีค่าผิดพลาดระยะทางเฉลี่ยที่ 1.91 เมตร Rodrigues [2011] และคณะ ได้ใช้อัลกอริทึมการจับคู่เป็น K-NN หรือวิธีการวิเคราะห์เพื่อนบ้านใกล้เคียงร่วมกับเทคโนโลยี WLAN, Zigbee และ Bluetooth พบว่าผลของแต่ละเทคโนโลยี WLAN ให้ผลที่ดีที่สุดแต่เมื่อใช้พร้อมกันทั้งสามเทคโนโลยีพบว่ามีค่าผิดพลาดเฉลี่ยของระยะทางเพิ่มขึ้น ซึ่งจากตัวอย่างวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า การหาตำแหน่งนั้นแพร่หลายมาตลอด

จากตัวอย่างที่ได้เห็นนี้ ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์ปริ้นท์ ซึ่งต้องใช้การทำฐานข้อมูล ดังนั้นจึงมีงานวิจัยบางส่วนซึ่งนำเสนอเทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด ซึ่งไม่ต้องใช้การทำฐานข้อมูลและง่ายในการประมวลผล ได้แก่ AlanOliveiradeSa [2016] Langendoen [2003], Keijzer [2003], Will [2012], Xie [2014], Alan O. de Sa [2015], Monta [2016], Promwong [2016] ได้นำเสนอการใช้เทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด ในการหาตำแหน่ง โดยส่วนมากจะทำการหาตำแหน่งในสภาวะแวดล้อมในอาคาร ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยเห็นว่ามีการใช้เทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุดเป็นจำนวนมากจึงได้นำเอาวิธีการดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ความแม่นยำนั่นเอง

3. วิธีการวิจัย

สำหรับวิธีการวิจัยนี้ ได้แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ เทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด การวิเคราะห์ความแม่นยำของการหาตำแหน่ง และแบบจำลองการหาตำแหน่งด้วยวิธีน้อยสุดมากที่สุด

3.1 เทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด (Min-Max localization method)

เทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุดเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดวิธีหนึ่ง โดยการทำงานของวิธีน้อยสุดมากที่สุด ในการหาตำแหน่งจะพิจารณาหาตำแหน่งจากส่วนที่ซ้อนทับกันของขอบเขตต่ำที่สุด และขอบเขตที่สูงที่สุดในแนวแกน x และแกน y ซึ่งขอบเขตนี้จะเกิดจากการแพร่กระจายคลื่นจากสายอากาศส่งอย่างน้อย 3 อัน [6-8] โดยระยะทางระหว่างสายอากาศรับและสายอากาศส่งแต่ละอันสามารถหาได้จากการคำนวณโดยใช้พารามิเตอร์การหาตำแหน่งโดยทั่วไป เช่น ค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้ เป็นต้น ซึ่งจะใช้ในการคำนวณหาขอบเขตที่เกิดจากสถานีฐาน (สถานีส่ง) แต่ละสถานีนั่นเอง

กำหนดให้สถานีฐาน i อยู่ที่พิกัด (x_i, y_i) และระยะทางจากสถานีฐาน i ไปยังเครื่องรับเป็น d_i จะได้ขอบเขตการแพร่กระจายคลื่นประมาณเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้ดังภาพที่ 1 (ซ้าย) และมีสมการพิกัดขอบเขตเป็นดัง

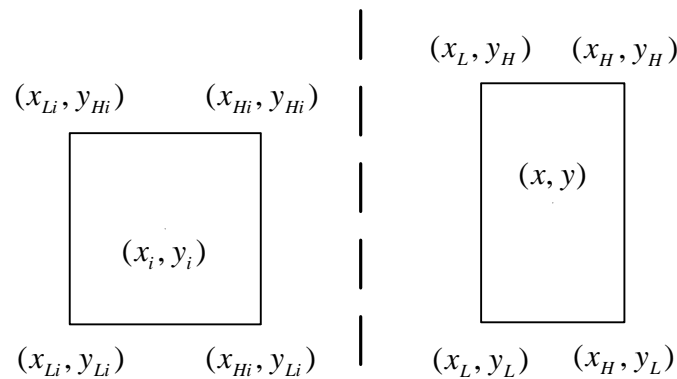
สมการที่ 1 ถึง 4 และสามารถประมาณขอบเขตการแพร่กระจายคลื่นของทุกสถานีที่เกิดจากสี่เหลี่ยมที่ซ้อนทับกันได้เป็นดังสมการที่ 5 ถึง 8 ดังภาพที่ 1 (ขวา)

$$x_{Hi} = x_i + d_i \quad (1)$$

$$x_{Hi} = x_i + d_i \quad (2)$$

$$y_{Li} = y_i - d_i \quad (3)$$

$$y_{Hi} = y_i + d_i \quad (4)$$



ภาพที่ 1 เทคนิคการหาตำแหน่งวิธีน้อยสุดมากที่สุด

$$x_L = \max(x_{Li}) \quad (5)$$

$$x_H = \min(x_{Hi}) \quad (6)$$

$$y_L = \max(y_{Li}) \quad (7)$$

$$y_H = \min(y_{Hi}) \quad (8)$$

จากนั้น สามารถประมาณพิกัดเครื่องรับ (x, y) เป็นพิกัดตรงกลางของสี่เหลี่ยมที่เกิดการซ้อนทับกันของขอบเขตการแพร่กระจายคลื่นได้ดังสมการที่ 9 และ 10

$$x = \frac{x_L + x_H}{2} \quad (9)$$

$$y = \frac{y_L + y_H}{2} \quad (10)$$

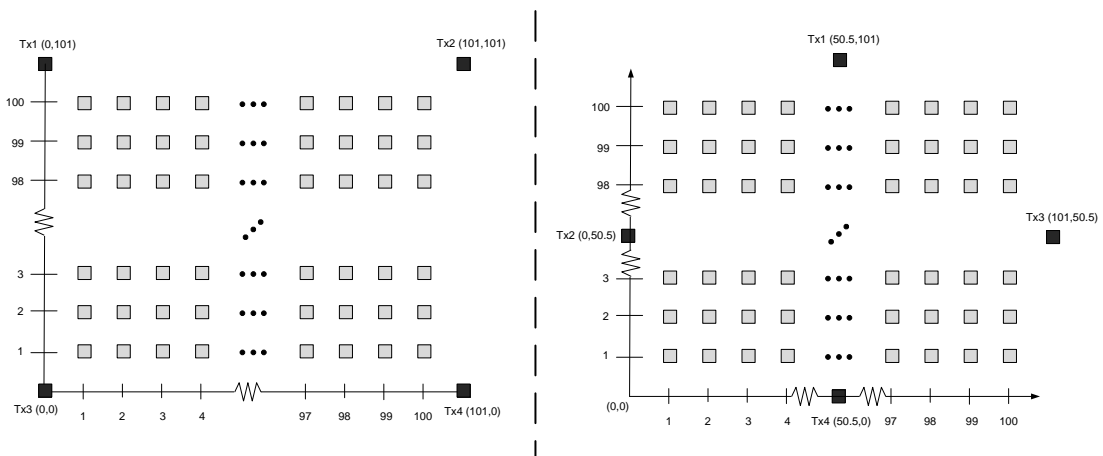
3.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของการหาตำแหน่ง

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ความแม่นยำของการหาตำแหน่งในเทอมของค่าความผิดพลาดของระยะทาง ซึ่งการหาตำแหน่งที่มีความแม่นยำมากจะมีค่าความผิดพลาดของระยะทางที่ต่ำ ซึ่งได้กำหนดให้ (x_e, y_e) คือตำแหน่งที่หาได้ และ (x_c, y_c) คือ ตำแหน่งที่ถูกต้อง ดังนั้นค่าความผิดพลาดของระยะทาง E_D ในหน่วย m จะสามารถได้ดังสมการที่ 11 ดังนี้

$$E_D = \sqrt{(x_c - x_e)^2 + (y_c - y_e)^2} \quad (11)$$

3.3 แบบจำลองการหาตำแหน่งด้วยวิธีน้อยสุดมากที่สุด

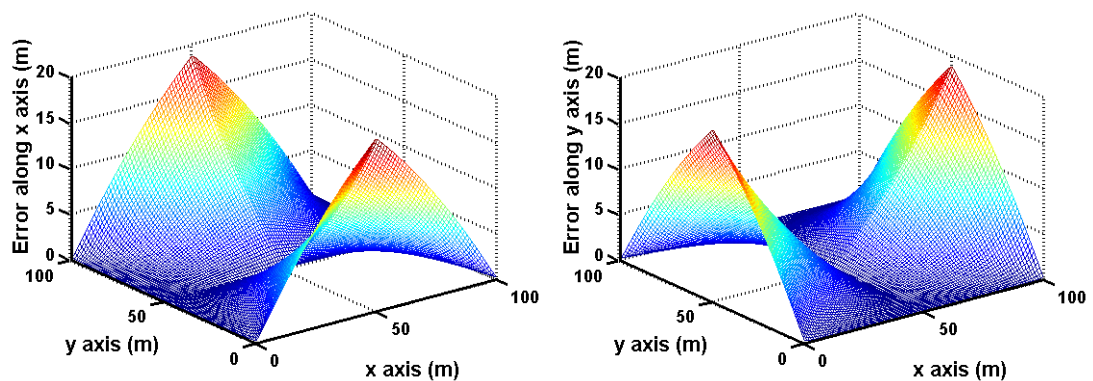
สำหรับแบบจำลองการหาตำแหน่งด้วยวิธีน้อยสุดมากที่สุด กรณีใช้สถานีฐาน 4 สถานีนั้น ได้แสดงในภาพที่ 2 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบจำลอง แบบจำลองทางด้านซ้าย เป็นแบบจำลองซึ่งใช้ในการทดสอบกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ที่ทำการหาตำแหน่ง และแบบจำลองทางด้านขวา เป็นแบบจำลองซึ่งใช้ในการทดสอบกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางแต่ละด้านของพื้นที่ที่ทำการหาตำแหน่ง ซึ่งแบบจำลองทั้งสองนี้ได้ออกแบบโดยใช้กรณีการวางสายอากาศหรือสถานีฐานจากงานวิจัยอื่น ๆ โดยทั้งสองแบบจำลองจะมีตำแหน่งที่ทำการทดสอบในแนวแกน x และ y อยู่ทั้งหมด 100 ตำแหน่ง ระยะห่างระหว่างแต่ละตำแหน่งจะห่างกัน 1 m และมีตำแหน่งที่เป็นสถานีฐานอยู่ 4 ตำแหน่งซึ่งจะอยู่ตำแหน่งตรงแต่ละมุมของพื้นที่ทดสอบ และตรงกึ่งกลางแต่ละด้านของพื้นที่ทดสอบ



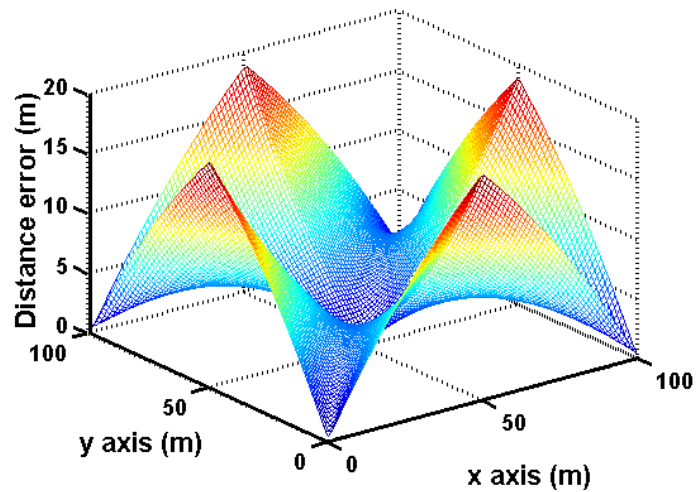
ภาพที่ 2 แบบจำลองการทดสอบในกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณมุมของพื้นที่ที่ทำการหาตำแหน่ง (ซ้าย) และกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางของพื้นที่ที่ทำการหาตำแหน่ง (ขวา)

ผลการวิจัย

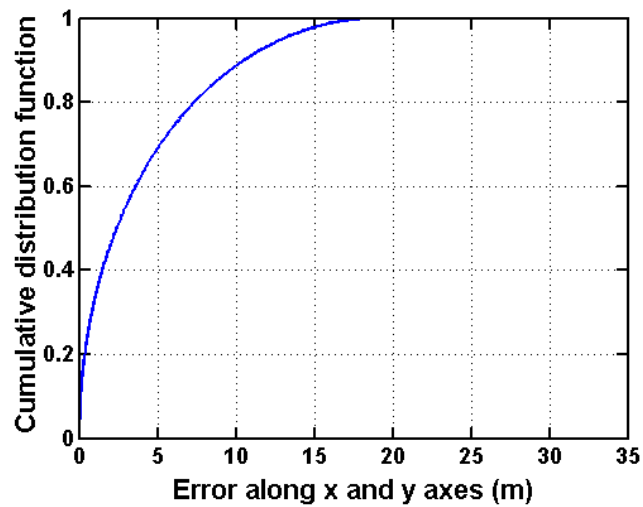
จากการทำการทดสอบวิธีน้อยสุดมากที่สุดได้ผลการทดลองวิจัย ประกอบไปด้วย 2 ผลการทดสอบ โดยผลการทดสอบแรกเป็นผลการทดสอบในกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ที่ทำการหาตำแหน่ง ส่วนอีกผลการทดสอบ เป็นผลการทดสอบในกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางแต่ละด้านของพื้นที่ที่ทำการหาตำแหน่ง



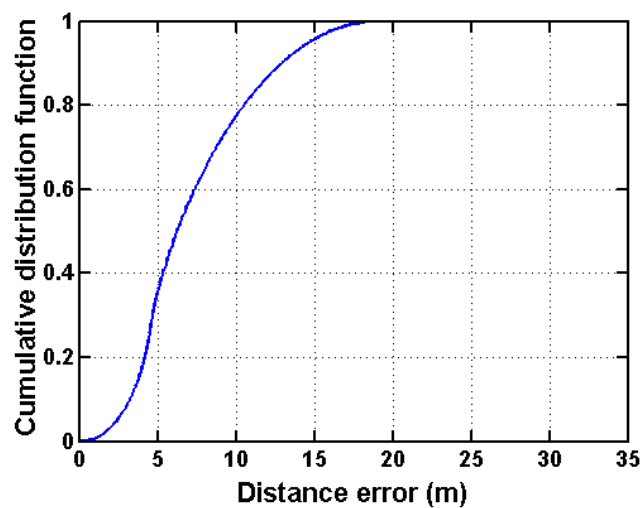
ภาพที่ 3 ค่าความผิดพลาดตามแนวแกน x ในแต่ละตำแหน่ง เมื่อสถานีฐานอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ทดสอบ (ซ้าย) และค่าความผิดพลาดตามแนวแกน y ในแต่ละตำแหน่ง เมื่อสถานีฐานอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ทดสอบ (ขวา)



ภาพที่ 4 ค่าความผิดพลาดระยะทางในแต่ละตำแหน่ง เมื่อสถานีฐานอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ทดสอบ



ภาพที่ 5 CDF ของค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y เมื่อสถานีฐานอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ทดสอบ



ภาพที่ 6 CDF ของค่าผิดพลาดระยะทาง เมื่อสถานีฐานอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ทดสอบ

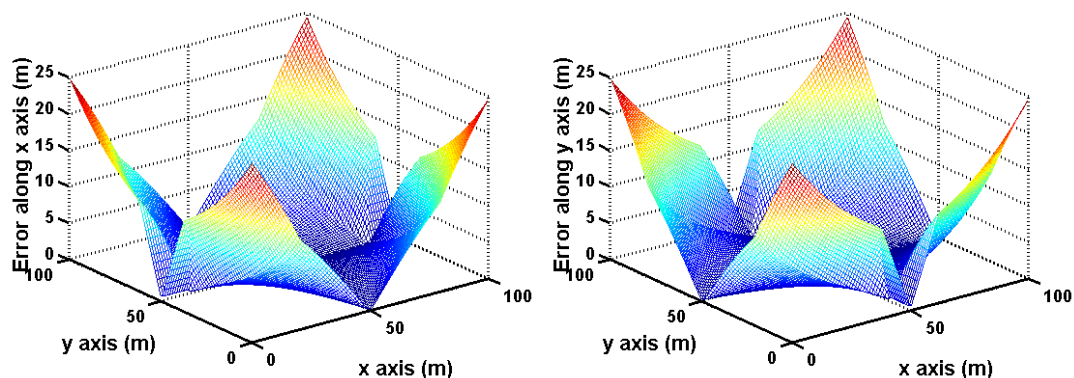
สำหรับผลการทดสอบที่ 1 ซึ่งเป็นวิธีน้อยสุดมากสุดในกรณีที่ตั้งสถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ที่จะทำการหาตำแหน่ง มีดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3 ซ้าย แสดงค่าความผิดพลาดตามแนวแกน x ในแต่ละตำแหน่ง จากภาพพบว่า มีค่าผิดพลาดในแนวแกน x มาก ที่บริเวณกึ่งกลางขอบด้านแกน y ส่วนที่บริเวณขอบด้านแกน x มีค่าผิดพลาดน้อย และภาพที่ 3 ขวา แสดงค่าความผิดพลาดตามแนวแกน y ในแต่ละตำแหน่ง จากภาพพบว่า มีค่าผิดพลาดในแนวแกน y มาก ที่บริเวณกึ่งกลางขอบด้านแกน x ส่วนที่บริเวณขอบด้านแกน y มีค่าผิดพลาดน้อย และภาพที่ 4 แสดงค่าความผิดพลาดระยะทางในแต่ละตำแหน่ง ซึ่งเป็นการพิจารณารวมค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y จากภาพพบว่า มีค่าผิดพลาดระยะทางมากที่สุดที่บริเวณกึ่งกลางด้านแกน x และแกน y

ภาพที่ 5 และ 6 แสดง CDF ของค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y และ CDF ของค่าผิดพลาดระยะทางตามลำดับ จากภาพจะเห็นได้ว่า ค่ามากที่สุดของค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y มีค่าเท่ากับค่าผิดพลาดระยะทาง ซึ่งมีค่าเป็น 18.60 m เนื่องจาก ตำแหน่งที่มีค่าผิดพลาดตามแนวแกน x มากที่สุดจะมี ค่าผิดพลาดตามแนวแกน y เข้าสู่ศูนย์ และตำแหน่งที่มีค่าผิดพลาดตามแนวแกน y มากที่สุด จะมีค่าผิดพลาดตามแนวแกน x เข้าสู่ศูนย์ ซึ่งเป็นผลทำให้ค่ามากที่สุดของค่าผิดพลาดระยะทางมีค่าเท่ากับค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y นอกจากนี้ มีค่าเฉลี่ยของค่าผิดพลาดระยะทางเป็น 7.23 m

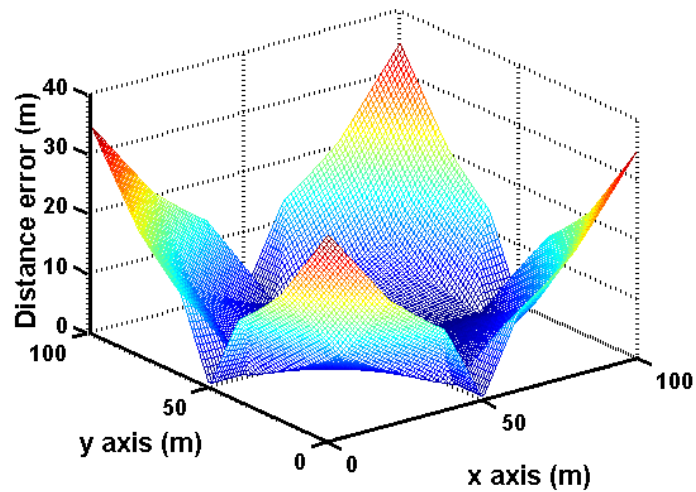
สำหรับผลการทดสอบที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีน้อยสุดมากสุดในกรณีที่ตั้งสถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางแต่ละด้านของพื้นที่ทำการหาตำแหน่ง มีดังต่อไปนี้

ภาพที่ 7 ซ้าย แสดงค่าความผิดพลาดตามแนวแกน x ในแต่ละตำแหน่ง จากภาพพบว่า มีค่าผิดพลาดตามแนวแกน x มาก ที่บริเวณมุมทั้ง 4 มุม ส่วนที่บริเวณกึ่งกลางขอบทั้ง 4 ด้านมีค่าผิดพลาดน้อย ภาพที่ 7 ขวา แสดงค่าความผิดพลาดตามแนวแกน y จากภาพพบว่า มีค่าผิดพลาดตามแนวแกน y มาก ที่บริเวณมุมทั้ง 4 มุม ส่วนที่บริเวณกึ่งกลางขอบทั้ง 4 ด้านมีค่าผิดพลาดน้อย และภาพที่ 8 แสดงค่าความผิดพลาดระยะทางในแต่ละตำแหน่ง จากภาพพบว่า มีค่าผิดพลาดระยะทางมากที่สุดที่บริเวณมุมทั้ง 4 มุม

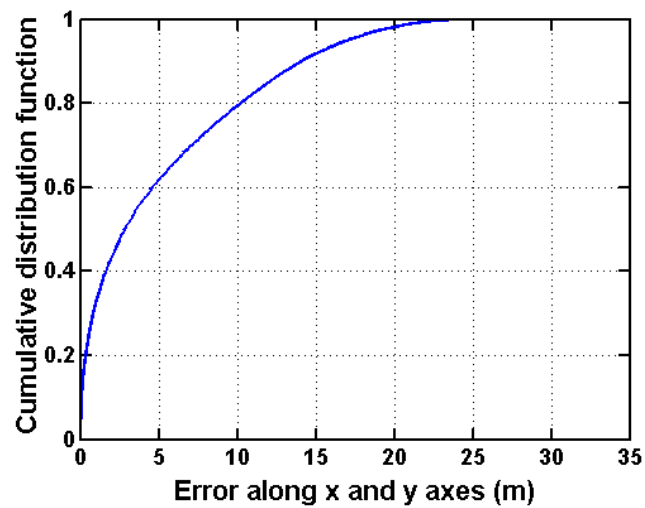


ภาพที่ 7 ค่าความผิดพลาดตามแนวแกน x ในแต่ละตำแหน่ง เมื่อสถานีฐานอยู่ตรงกลางด้านของพื้นที่ทดสอบ (ซ้าย) และค่าความผิดพลาดตามแนวแกน y ในแต่ละตำแหน่ง เมื่อสถานีฐานอยู่ตรงกลางด้านของพื้นที่ทดสอบ (ขวา)

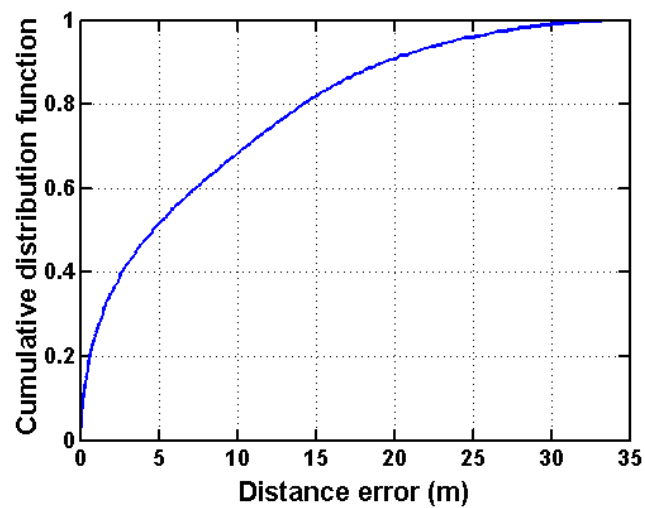
ภาพที่ 9 และ 10 แสดง CDF ของค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y และ CDF ของค่าผิดพลาดระยะทางตามลำดับ จากภาพจะเห็นได้ว่า ค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y มีค่ามากที่สุดเป็น 24.25 m และมีค่าผิดพลาดระยะทางมากที่สุดเพิ่มขึ้นเป็น 34.29 m เนื่องจากค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y มีค่ามากที่สุดที่ตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้น จึงทำให้ค่าผิดพลาดระยะทางซึ่งเป็นการพิจารณารวมค่าผิดพลาดตามแนวแกน x และ y มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ มีค่าเฉลี่ยของค่าผิดพลาดระยะทางเป็น 7.53 m



ภาพที่ 8 ค่าความผิดพลาดระยะทางในแต่ละตำแหน่ง เมื่อสถานีฐานอยู่ตรงกลางด้านของพื้นที่ทดสอบ



ภาพที่ 9 CDF ของค่าผิดพลาดระยะทางตามแนวแกน x และ y เมื่อสถานีฐานอยู่ตรงกลางด้านของพื้นที่ทดสอบ



ภาพที่ 10 CDF ของค่าผิดพลาดระยะทาง เมื่อสถานีฐานอยู่ตรงกลางด้านของพื้นที่ทดสอบ

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการทำการทดสอบวิธีน้อยสุดมากที่สุดซึ่งประกอบไปด้วย 2 ผลการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบในกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ทำการหาตำแหน่ง และการทดสอบกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางแต่ละด้านของพื้นที่ทำการหาตำแหน่ง สามารถสรุปผลได้ว่า ในกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่ทำการหาตำแหน่งมีความแม่นยำสูงกว่ากรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางแต่ละด้านของพื้นที่ทำการหาตำแหน่ง เนื่องจากกรณีที่สถานีฐานอยู่ที่แต่ละมุมของพื้นที่ทำการหาตำแหน่ง ค่าผิดพลาดระยะทางในทุก ๆ ตำแหน่งจะเกิดขึ้นไม่เกิน 18.60 m โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าผิดพลาดระยะทางเป็น 7.23 m ในขณะที่ในกรณีที่สถานีฐานทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่บริเวณตรงกลางแต่ละด้านของพื้นที่ทำการหาตำแหน่งซึ่งมีค่าผิดพลาดระยะทางในทุก ๆ ตำแหน่งจะเกิดขึ้นไม่เกิน 34.29 m โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าผิดพลาดระยะทางเป็น 7.53 m เมื่อทำการเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่า กรณีที่มีสถานีฐานอยู่ที่บริเวณแต่ละมุมของพื้นที่การทดสอบมีความแม่นยำเชิงทฤษฎีดีกว่ากรณีที่มีสถานีฐานอยู่ที่บริเวณแต่ละด้านของพื้นที่การทดสอบ โดยมีค่าความผิดพลาดระยะทางมากที่สุดน้อยกว่ามาก คือน้อยกว่าถึง 15.69 m และยังมีค่าเฉลี่ยของค่าความผิดพลาดระยะทางน้อยกว่าเล็กน้อย คือน้อยกว่า 0.30 m

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดสอบหาความแม่นยำเชิงทฤษฎีของวิธีน้อยสุดมากที่สุดเมื่อใช้สถานีฐาน 4 สถานีมีตำแหน่งอยู่ที่แต่ละมุมและแต่ละด้านของพื้นที่การทดสอบเท่านั้น โดยงานวิจัยในอนาคตจะทำการทดสอบโดยจะทำการศึกษาความแม่นยำเชิงทฤษฎีของวิธีน้อยสุดมากที่สุดเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนของสถานีฐาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Yang and Y. Chen, **Indoor Localization Using Improved RSS-Based Lateration Methods**, IEEE Communications Society, 2009, p.p. 1-6.
- [2] F. Subhan, A. Rozyyez, H. Hasbullah and S. Bakhsh, **Indoor Positioning in Bluetooth Networks using Fingerprinting and Lateration approach**, International Conference on Information Science and Applications, 2011, p.p. 1-10.
- [3] Z. Sahinoglu, S. Gezici and I. Guvenc, "Ultra-wideband Positioning Systems," Cambridge University Press, 2008.
- [4] J. Sangthong, P. Supanakoon and S. Promwong, **Study on Indoor Localization Using UWB Fingerprinting**, The 3rd Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference, 2011, p.p. 1223-1227.
- [5] P. Pivato, L. Palopoli and D. Petri, **Accuracy of RSS-Based Centroid Localization Algorithm in an Indoor Environment**, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 60, October. 2011, p.p. 3451-3460.
- [6] A. de Keijzer, **Localization in Ad Hoc Sensor Networks**, Master Thesis, University of twente, Netherlands, 2003.
- [7] K. langendoen and N. Reijers, **Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison**, Elsevier, 2003.
- [8] Alan Oliveira de Sá, Nadia Nedjahl, Luiza de Macedo Mourellec, **Distributed efficient localization in swarm robotics using Min-Max and Particle Swarm Optimization**, Expert Systems With Applications, 2016, p.p. 55-65.

ระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลราคาต่ำสำหรับการศึกษา
ทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

LOW-COST DATA ACQUISITION SYSTEM
FOR SCIENCE AND ENGINEERING EDUCATION

ปรีชา สาคะรังค์
Preecha Sakarung

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
preecha.sakarung@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในปัจจุบันใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหลักในการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งต้องอาศัยระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัล (Data Acquisition System) เป็นหัวใจสำคัญ ระบบดังกล่าวทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับและส่งสัญญาณไฟฟ้าระหว่างคอมพิวเตอร์และวงจรไฟฟ้าภายนอกต่างๆ เพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย เช่น การวัดค่าสัญญาณทางกายภาพ การควบคุมกระบวนการ เป็นต้น ในอดีตโครงสร้างของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้กับระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลมีราคาสูงและไม่ยืดหยุ่นต่อการใช้งานกับอุปกรณ์ของบริษัทอื่น แต่ปัจจุบันด้วยความสามารถของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีประสิทธิภาพสูง ประกอบกับมีโครงการพัฒนาบอร์ด Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เปิดเผยรหัสทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รวมทั้งโปรแกรม WinFACT ที่สามารถสั่งงานแบบกราฟิกได้ จึงทำให้การสร้างระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลเป็นไปได้โดยไม่ยุ่งยากและราคาถูก ในบทความได้นำเสนอตัวอย่างในการพัฒนาระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลอย่างง่าย โดยมีความสามารถเพียงพอต่อการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี โดยมีอัตราสุ่มสัญญาณสูงสุด ที่ 100 ตัวอย่างต่อวินาที (Samples/Second)

คำสำคัญ: ระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัล Arduino WinFACT

ABSTRACT

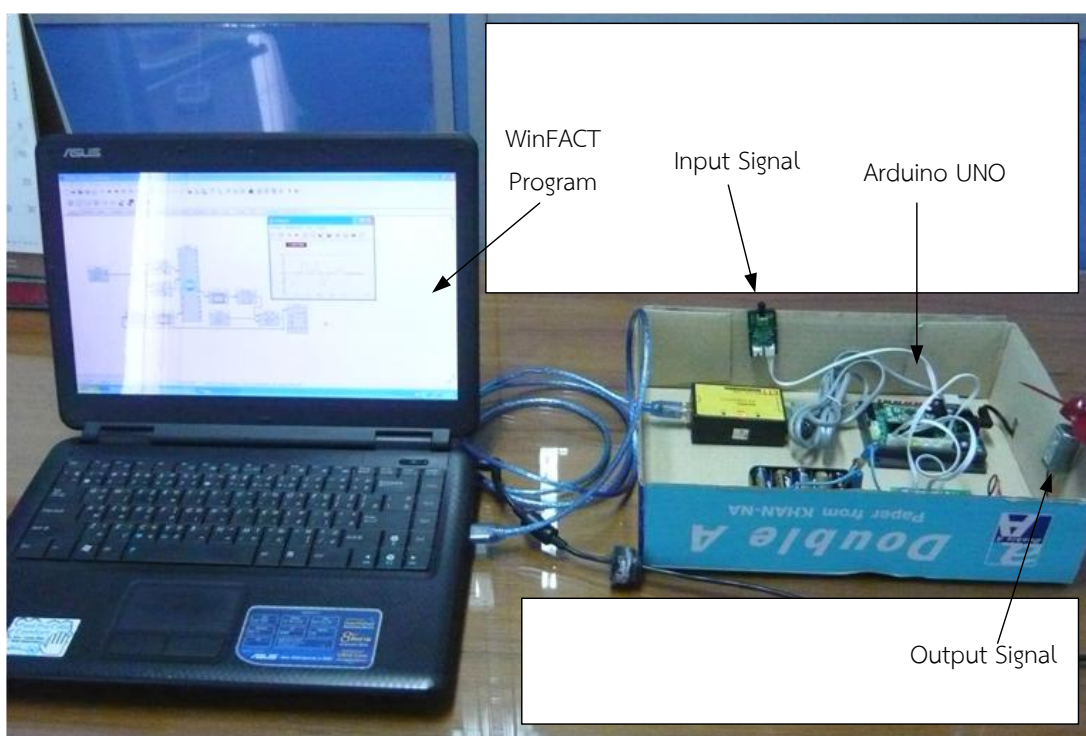
In science and engineering education nowadays, it is undeniable that computers are major tools used as the medium of instruction, especially for almost all laboratory experiments which require the data acquisition system in particular. This must-have system functions as the interface, receiving and transmitting electric signals among the computer and other electrical devices for different objectives e.g., physical signal measurement, process plant control, etc. In the past, both hardware and software platforms used with the data acquisition system were not only costly but also restricted to their own devices. However, owing to high-capacity laptop computers at present together with the developed Arduino board (an open-source micro controller board) and WinFACT (a graphic mathematic-based calculation program), the self-developed data acquisition system becomes more feasible while cheaper. In this paper, a simple but practical model of a self-developed data acquisition system is demonstrated. The example system can be implemented in an undergraduate level covering fundamental contents with the maximum throughput frequency at 100 samples a second.

Keywords: data acquisition system, Arduino, WinFACT

1. บทนำ

ด้วยงบประมาณที่จำกัดทำให้การลงทุนซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเป็นไปได้ยาก สำหรับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการระบบควบคุม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ได้นำแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ โดยได้นำอุปกรณ์เก่าที่ยังใช้งานได้ มาเป็นสื่อการสอนร่วมกับระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลที่ได้พัฒนาขึ้น ข้อดีของการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ขึ้นใช้เองคือ ใบบางการทดลองที่สร้างขึ้นเองผู้พัฒนาสามารถผลิตให้สอดคล้องกับทฤษฎีที่สอนได้อย่างเหมาะสม และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลอย่างง่าย และการประยุกต์ใช้งานกับตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบวงเปิด รูปภาพที่ 1 ประกอบ



ภาพที่ 1 ระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัล

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลมีความสำคัญต่อโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เพราะวาระบบควบคุมที่ใช้ควบคุมกระบวนการจะต้องมีการวัดสัญญาณทางกายภาพและนำสัญญาณดังกล่าวเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล หลังจากนั้นก็จะส่งสัญญาณกระตุ้นออกไปที่ตัวกระทำเพื่อทำให้กระบวนการทำงานตามที่ต้องการต่อไป ระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลมีหลายราคา ขึ้นอยู่กับความเร็วของฮาร์ดแวร์ ความละเอียดของจำนวนบิตในการประมวลผล ความมีเสถียรภาพในการทำงาน ความยืดหยุ่นต่อการใช้งานกับโปรแกรมที่หลากหลาย ความง่ายต่อการโปรแกรมในรูปแบบกราฟิก เป็นต้น ระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลที่มีขายในท้องตลาดเช่น dSPACE, LabVIEW-myRIO, LabJack เป็นต้น [1-3]

3. วิธีการวิจัย

3.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย [4]

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรถอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด (ดูภาพที่ 2 ก) หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) (ดูภาพที่ 2 ข) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย



ก)

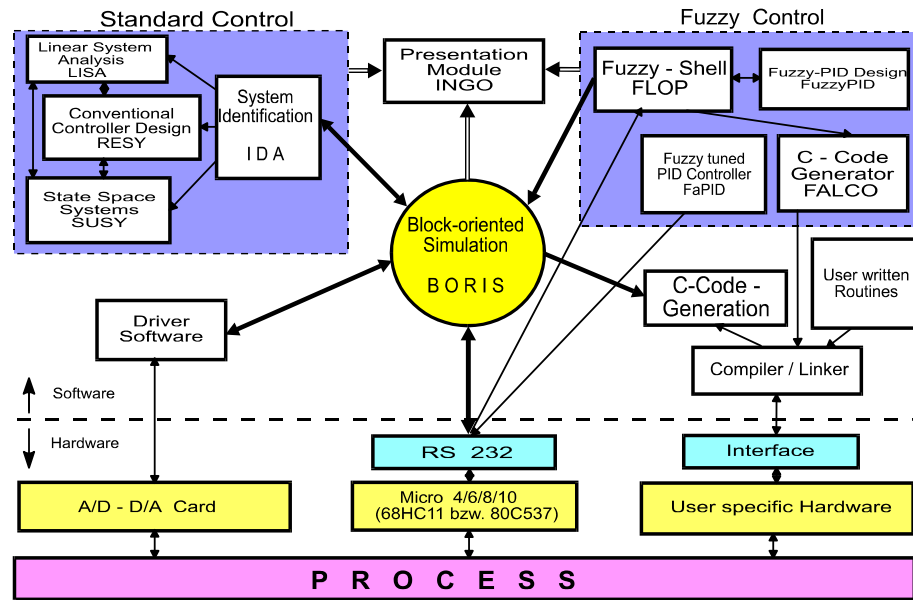


ข)

ภาพที่ 2 บอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ

3.2 โปรแกรม WinFACT

โปรแกรม WinFACT (Windows Fuzzy Control Tools) เป็นกลุ่มของโปรแกรมคำนวณทางระบบควบคุมที่ประกอบด้วยโปรแกรมย่อยต่างๆ เช่น System identification (IDA, การสร้างสมการถ่ายโอนจากข้อมูลอินพุทและข้อมูลเอาต์พุท), Linear system analysis (LISA, การวิเคราะห์ระบบเชิงเส้น), Designing linear control systems (RESY, การออกแบบตัวควบคุมเชิงเส้น), The fuzzy shell FLOP (เครื่องมือการใช้งานระบบฟัซซี่) เป็นต้น โดยมีโปรแกรม Block-ORientated Simulation system (BORIS) เป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมย่อยต่างๆแบบบล็อกไดอะแกรม (Graphic User Interface) [5] ดูภาพที่ 3 ประกอบ



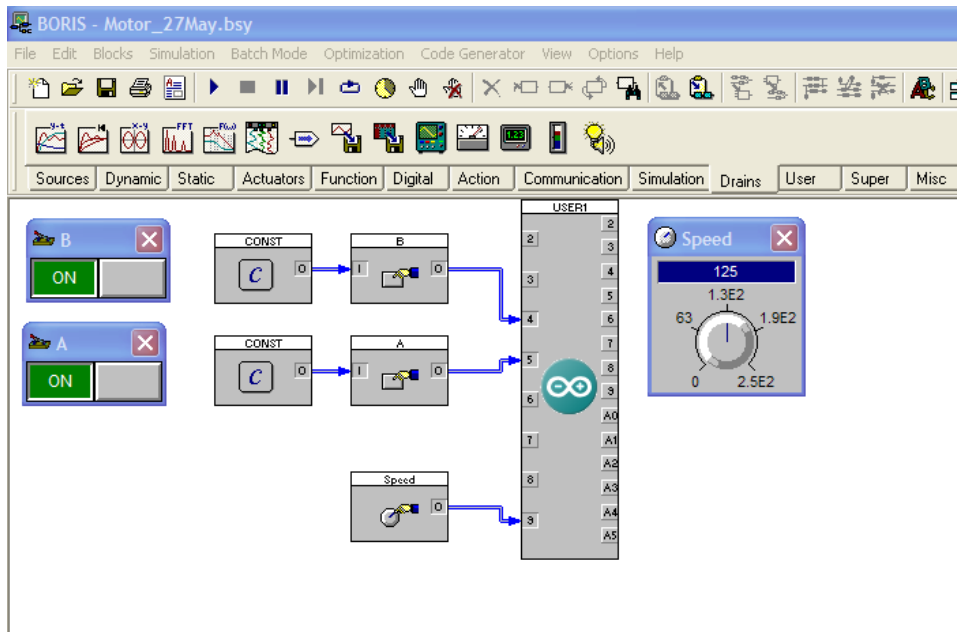
ภาพที่ 3 โครงสร้างของโปรแกรม WinFACT

3.3 การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

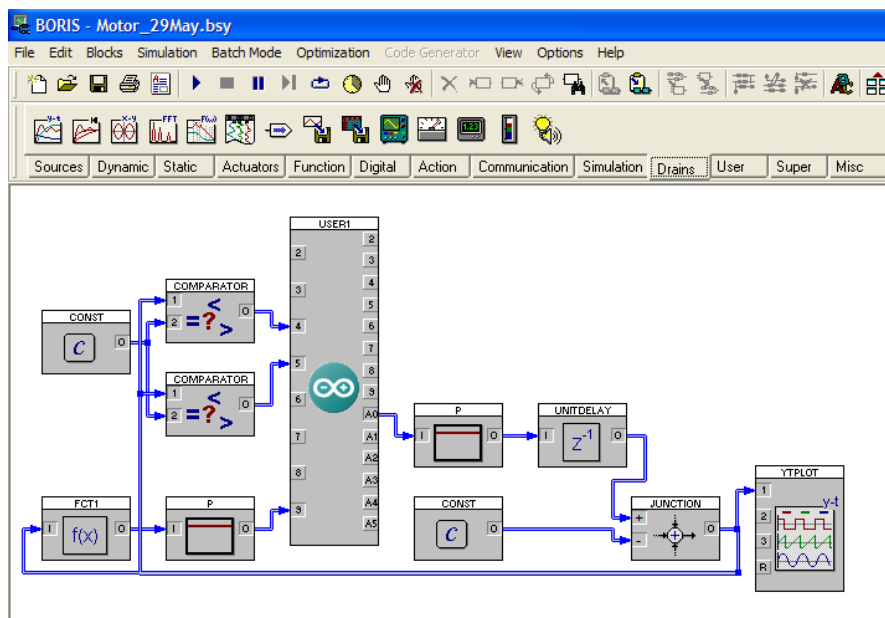
การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงทำได้โดยใช้บอร์ดขับกระแส ซึ่งการควบคุมจะต้องส่งสัญญาณลอจิก 0 V หรือ 5 V เพื่อเลือกว่ามอเตอร์จะหมุนทางด้านซ้าย หรือขวาแสดงดังตารางที่ 1 สำหรับความเร็วจะกำหนดได้โดยใช้ค่า (Pulse Width Modulation, PWM) ที่มีขนาดระหว่าง 0 - 255 ค่า ตัวอย่างการควบคุมมีดังนี้ 1. การควบคุมมอเตอร์ให้หมุนซ้าย หรือขวา โดยมีการปรับความเร็วได้อย่างอิสระ (ดูภาพที่ 4) 2. การควบคุมมอเตอร์ให้หมุนซ้าย หรือขวา และปรับความเร็วให้สอดคล้องกัน โดยรับสัญญาณจากตัวต้านทานปรับค่าได้ที่อยู่นอกคอมพิวเตอร์ (ดูภาพที่ 5)

ตารางที่ 1 สัญญาณควบคุมบอร์ดขับกระแส

สัญญาณ A (V)	สัญญาณ B (V)	การทำงาน
0	0	หยุดหมุน
0	5	หมุนซ้าย
5	0	หมุนขวา
5	5	หยุดหมุน



ภาพที่ 4 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมในโปรแกรม WinFACT ของตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ 5 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมในโปรแกรม WinFACT ของตัวอย่างที่ 2

ผลการวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ด้วยการเขียนบล็อกไดอะแกรมการควบคุมในโปรแกรม WinFACT ของตัวอย่างทั้งสอง พบว่า

การควบคุมมอเตอร์ในตัวอย่างที่ 1 ทำได้ตามวัตถุประสงค์คือเมื่อต้องการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ก็กดปุ่มสัญญาณ A หรือ B ตามตารางที่ 1 เมื่อต้องการเปลี่ยนความเร็วก็เลือกความเร็วได้จากสัญญาณ PWM ซึ่งมีค่าต่ำสุด (0) จนถึงค่าสูงสุด (255)

การควบคุมมอเตอร์ในตัวอย่างที่ 2 ทำได้ตามวัตถุประสงค์คือเมื่อหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้ไปตามเข็มนาฬิกาจนสุดจะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางด้านขวาด้วยความเร็วสูงสุด ถ้าหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้ทวนเข็มนาฬิกา

จนสุดจะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางด้านซ้ายด้วยความเร็วสูงสุด และถ้าหมุนตัวต้านทานปรับค่าอยู่ตรงกึ่งกลางจะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอตัวอย่างในการพัฒนาระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลอย่างง่าย และราคาถูก โดยมีความสามารถเพียงพอต่อการเรียนการสอนทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ในระดับปริญญาตรี โดยมีอัตราสุ่มสัญญาณสูงสุด ที่ 100 ตัวอย่างต่อวินาที (Samples/Second)

จากการทดสอบการทำงานของระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลที่ได้พัฒนาขึ้น กับตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนว่าระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลดังกล่าวมีความสามารถควบคุมมอเตอร์ได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์

ระบบการรวบรวมข้อมูลเชิงดิจิทัลนี้จึงเหมาะสมกับห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยต่างๆ ที่มีงบประมาณที่จำกัด สำหรับการวิจัยต่อเนื่อง แนวทางหนึ่งที่เสนอ คือการนำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อช่วยกระตุ้นนักศึกษาทำให้สนใจ และสนุกกับการเรียนวิชาทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] <https://www.dspace.com/en/pub/start.cfm>
- [2] <http://www.ni.com/en-th.html>
- [3] <https://labjack.com/about/why-labjack>
- [4] <https://www.arduino.cc/>
- [5] http://www.kahlert.com/web/english/e_home.php

ระบบวิเคราะห์ธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อการดำเนินงานของฝ่ายพัฒนาคุณภาพ สินเชื่อกรณีศึกษา บริษัทเงินติดล้อ จำกัด

Business intelligence solution for providing Collection performance and enabling decision making : a case study for Ngerntidlor Company

พิชาภัช เมธาวสุโชค¹ สมบูรณ์ เอนกฤทธิมงคล²
Pichapat Methavasuchoke¹, Somboon Anekritmongkol²

วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยรังสิต
Pichapat.me@gmail.com, somboon.a@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีการแข่งขันทางด้านธุรกิจต่างๆ ค่อนข้างสูง ดังนั้นข้อมูลใช้ในการตัดสินใจที่รวดเร็วและถูกต้องของผู้บริหารระดับสูง (Executive) จึงมีความจำเป็น ปัญหาส่วนใหญ่ของธุรกิจไม่มีข้อมูลเพื่อการตัดสินใจทำให้สูญเสียโอกาสในการทำธุรกิจ เนื่องจากปัจจุบันนี้เทคโนโลยีที่ช่วยในการตัดสินใจ เช่น ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligent) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถให้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจได้รวดเร็ว สามารถดูรายงานได้หลายรูปแบบตรงต่อความต้องการของผู้บริหาร ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาในการทำ Business Intelligent เพื่อนำมาใช้ในธุรกิจของบริษัทเงินติดล้อ จำกัด โดยการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสร้างข้อมูลในรูปแบบหลายมิติ รองรับความต้องการของผู้บริหารช่วยในการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว

คำสำคัญ: ระบบธุรกิจอัจฉริยะ, การตัดสินใจ, คลังข้อมูล

ABSTRACT

The current technology is changing fast and competitive business models. Relatively high, so the information used to make decisions fast and accurate executives (Executive) is necessary. The majority of businesses do not have the information to make the decision to lose the opportunity to do business. Currently, this technology allows decisions such as business intelligence (Business Intelligent), a technology that can provide the information to make decisions quickly. The report can be viewed in multiple formats to meet the needs of executives. Researchers have studied the Business Intelligent made to be used in the company's business is limited by the wheels of gathering information in order to create a multi-dimensional information to meet the needs of executives faster.

Keywords: Business Intelligent, Decisions Making, Data Warehouse

1. บทนำ

เนื่องจากบริษัท เงินติดล้อ จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินการปล่อยสินเชื่อและจำหน่ายเล่มทะเบียนรถยนต์ ซึ่งการปล่อยสินเชื่อให้กับลูกค้าก็จะมีหนี้เสียที่เกิดขึ้นจากการชำระเงินล่าช้าและไม่จ่ายค่างวดตามที่ตกลงไว้ในการจัดทำสินเชื่อกับบริษัท ซึ่งมีจำนวนการค้างชำระของกลุ่มลูกค้านี้เป็นหนี้เสียค่อนข้างมาก ทางหน่วยงานที่ต้องติดตามลูกค้าที่มีการค้างโดยมีข้อมูลที่ต้องนำมาจัดเก็บและวิเคราะห์เป็นจำนวนมาก การใช้ประโยชน์จากข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพ ด้วยการประเมินวิเคราะห์และออกแบบ

ให้ถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้สารสนเทศที่ผู้บริหารต้องการมักเกิดขึ้นจากการตั้งสมมติฐานและหาคำตอบไปเรื่อย ๆ ซึ่งคำถามที่เกิดขึ้นโดยทันที ดังนั้น สารสนเทศที่เหมาะสม

Business Intelligent (BI)[5,6,7,8] เป็นเทคโนโลยีที่สามารถช่วยในการรวบรวมข้อมูลที่สนใจ นำมาวิเคราะห์ได้หลายรูปแบบตามความต้องการของผู้บริหาร และสามารถเปลี่ยนมุมมองของรายงานได้ตามความต้องการ รวดเร็ว สื่อความหมายชัดเจน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนากระบวนการคลังข้อมูลงานด้านการติดตามหนี้ของฝ่ายพัฒนาคุณภาพสินเชื่อ เพื่อแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น โดยเริ่มจากการคัดเลือกข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการระบบ และจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบที่สามารถนำมาประมวลผลด้วยเครื่องมือ ประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (Online Analytic Process: OLAP)[2,4,9] เพื่อให้ข้อมูลพร้อมสำหรับการนำไปใช้งาน คือ ระบบรายงานสารสนเทศที่ใช้ประจำ โดยเรียกดูรายงานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และระบบรายงานสารสนเทศ สำหรับสร้างรายงานเพื่อตอบคำถามที่เกิดขึ้นโดยทันที ด้วยTableau Server[10] ที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานเองได้

ผู้วิจัยจึงนำความสามารถของ Business Intelligent มาประยุกต์ใช้ในธุรกิจของบริษัท เงินติดล้อ จำกัด เพื่อวิเคราะห์รูปแบบของลูกค้าที่มีการค้างชำระ ซึ่งสามารถเลือกดูได้หลายมิติของข้อมูล ดูแนวโน้มของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น หรือลูกค้าที่มีโอกาสจะค้างชำระ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Business Intelligence (BI) คือ เทคโนโลยีสำหรับการรวบรวมข้อมูล จัดเก็บ วิเคราะห์ และการเข้าถึงข้อมูล รวมถึงการดูในหลากหลายมุมมอง (Multidimensional Model) ของแต่หน่วยงาน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานในองค์กรทำการตัดสินใจทางธุรกิจที่ดียิ่งขึ้น BI Application จะรวบรวมการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบสอบถามและสร้างรายงานเพื่อการวิเคราะห์ ได้หลายรูปแบบ ทำให้องค์กรสามารถคาดการณ์การพยากรณ์ความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรเพิ่มสูงขึ้น ทำให้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์และวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ ให้กับธุรกิจในด้านต่าง ๆ ได้โดยสะดวก เช่น

1. วิเคราะห์ผลดำเนินงานของบริษัท ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อการตัดสินใจการลงทุนหรือปรับเปลี่ยนนโยบายของผู้บริหารได้
2. วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real time ทั้งอดีตจนถึงปัจจุบันได้
3. วิเคราะห์ยอดขาย และการตลาด เพื่อประเมินสถานการณ์ และปรับกลยุทธ์การขายหรือการตลาดได้
4. วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์หรือบริการ งบกำไรขาดทุน, เพื่อการวางแผนการขาย, การตลาด, การผลิต และคลังสินค้าได้
5. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อยอดขายของผลิตภัณฑ์และบริการได้วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับคู่แข่ง อัตรากำไรแลกเปลี่ยน ต้นทุน ฯลฯ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence)คือ ระบบหรือกลุ่มซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมไว้ในคลังข้อมูล(Data Warehouse)เพื่อสนับสนุนการวางแผน การตัดสินใจในการบริหารงานของผู้บริหารผ่านการประมวลผลออนไลน์เชิงวิเคราะห์(Online Analytical Processing) ทำให้องค์กรสามารถคาดการณ์ พยากรณ์ความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรเพิ่มสูงขึ้น,(ระวีวรรณ แก้ววิทย์ และศรีสมบัติ แวงชิน,การพัฒนาธุรกิจอัจฉริยะด้วยคลังข้อมูล)

2.2.2 บริษัท เอปซี ดำเนินธุรกิจทางด้านการประกันภัยซึ่งมีสาขาอยู่ต่างประเทศ มากกว่า 130 ประเทศ ซึ่งมีข้อมูลลูกค้าจำนวนมาก การวิเคราะห์ข้อมูล จะนำส่งกันในรูปแบบอีเมล ซึ่งมีความล่าช้าในการจัดส่ง และการเรียกดูข้อมูล ดังนั้น ทางบริษัทจึงต้องการพัฒนาระบบโดยใช้การรูปแบบของระบบคลังข้อมูล และ OLAP

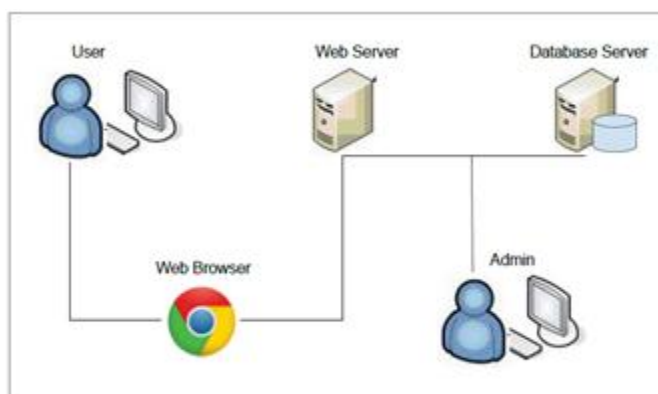
มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างผลกำไรในอนาคต (นพรัตน์ มากพานิชย์ วัฒน์.ระบบคลังข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลประกันภัยรถยนต์,2550)

2.2.3 การศึกษาเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจโครงการตามแผนปฏิบัติการ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิตนี้ ได้นำข้อมูลโครงการตามแผนปฏิบัติการ ประจำปีการศึกษา 2555 และ 2556 จาก 31 คณะ วิชา 59 หน่วยงานของมหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะเชิงคุณภาพและออกรายงาน ตามความต้องการของผู้บริหาร (ปิยะนันท์ อนุสรณ์ และสมชาย เล็กเจริญ.ระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจโครงการตามแผนปฏิบัติการกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิต,2558)

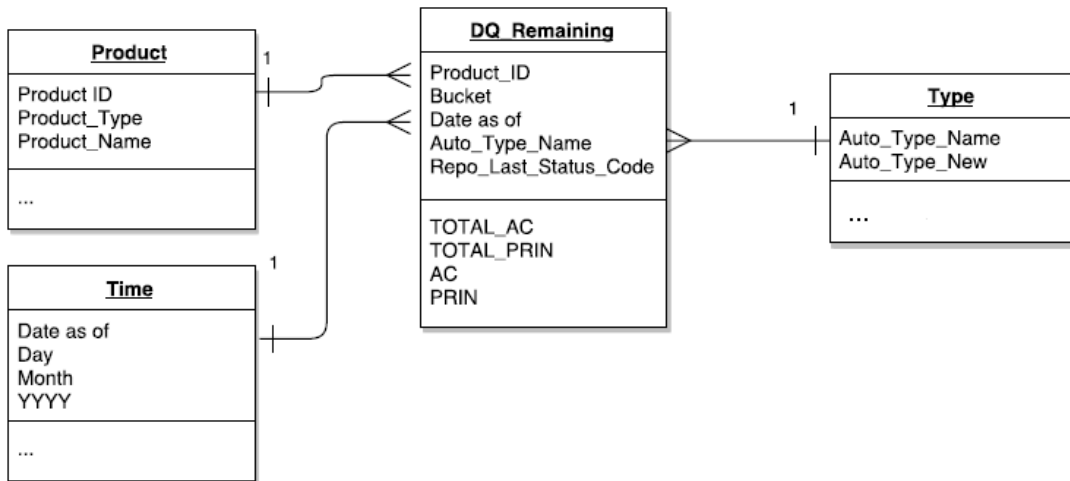
3. วิธีการวิจัย

3.1 วิธีการศึกษา

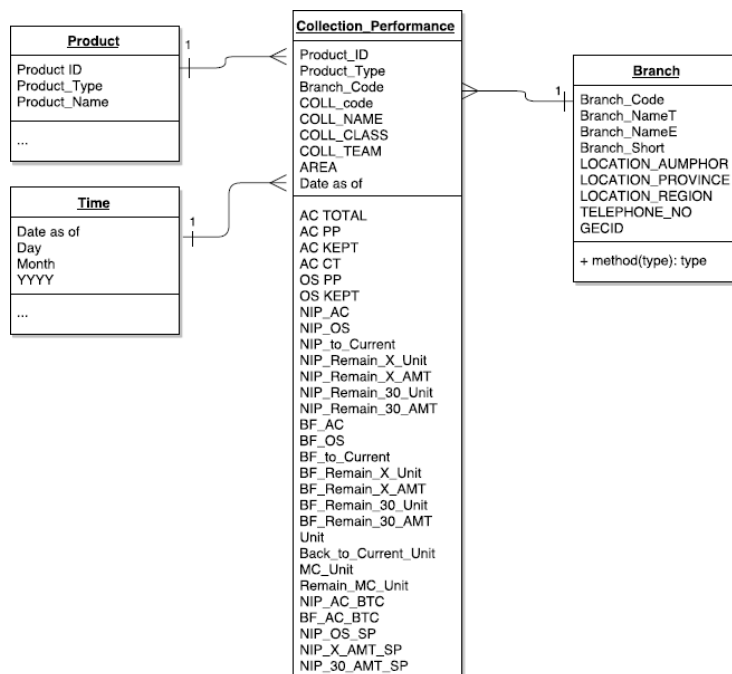
1. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบงานปัจจุบันและรวบรวมความต้องการในระบบงานใหม่จากผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบงานปัจจุบัน
2. วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการสร้างคลังข้อมูลของการติดตามหนี้ในแต่ละแผนกว่า มีการเรียกดูข้อมูลหรือจัดเก็บรายงานแบบใดและจะสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเหล่านั้นได้อย่างไร
3. เตรียม Tableau Desktop และ Tableau Server ในการดึงข้อมูล จำลองข้อมูล การเตรียมข้อมูลในตารางข้อมูลจาก Microsoft Excel
4. ออกแบบรูปแบบรายงานตามความเหมาะสม ให้สอดคล้องกับรูปแบบรายงานเดิมที่นำเสนอเป็น Microsoft PowerPoint
5. สร้างแบบฟอร์มในการจัดเก็บข้อมูลใหม่ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการทำข้อมูลนำเสนอบน Tableau
6. ประมวลผลข้อมูลในคลังข้อมูลด้วย Microsoft Excel
7. ทดสอบการนำเสนอรายงานที่ได้จาก Tableau โดยให้ผู้บริหารทดลองใช้จริง ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
8. จัดทำเอกสารรายละเอียดของระบบและคู่มือการใช้งาน Tableau



ภาพที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ



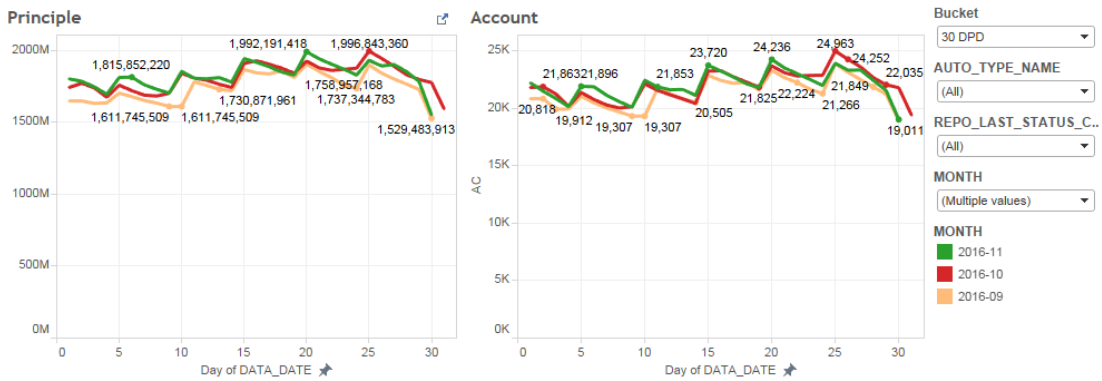
ภาพที่ 2 แผนภาพ Star Schema 1



ภาพที่ 3 แผนภาพ Star Schema 2

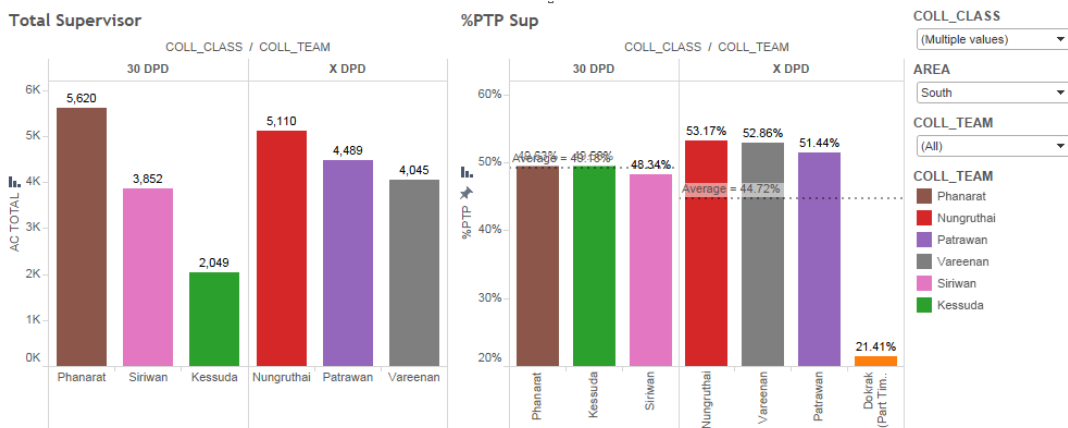
3.2 การออกแบบรายงานหน้าจอสแสดงผล

จากการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานและข้อมูล ตลอดถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นเกี่ยวกับการออกแบบและสามารถนำมาเป็นตัวอย่างรายงาน



ภาพที่ 4 กราฟ Report DQ Remaining

จากภาพที่ 4 Principle คือกราฟรายงานจำนวนเงินต้นของลูกค้ำที่คงค้างอยู่ ที่สาขามีการติดตามหนี้ในแต่ละวันของแต่และเดือนดูแนวโน้มว่ามีการติดตามงานเป็นอย่างไร ซึ่งจากกราฟ จะเห็นว่าในช่วงปลายเดือนของแต่ละเดือนจะมีการเร่งติดตามหนี้ทำให้ออดหนี้ของบริษัทลดลง ซึ่งก็จะสอดคล้องกับกราฟทางขวามือ กราฟ Account คือกราฟรายงานจำนวนบัญชีของลูกค้ำที่คงค้างอยู่ สัมพันธ์กับกราฟ Principle คือ เมื่อหนี้ลดลง บัญชีลูกหนี้ที่คงค้างก็จะลดลงด้วย ผู้บริหารสามารถวิเคราะห์ย้อนหลังเปรียบเทียบเป็นรายเดือนและรายปีได้ และยังสามารถเลือกประเภทในการดูข้อมูลการติดตามหนี้ของสาขาได้อีกด้วย ตัวอย่าง กราฟ2016-11(สีเขียว) แสดงผลการติดตามหนี้เดือนพฤศจิกายน, กราฟ2016-10(สีแดง) แสดงผลการติดตามหนี้เดือนตุลาคม และกราฟ2016-09(สีส้ม) แสดงผลการติดตามหนี้เดือนกันยายน



ภาพที่ 5 กราฟ Performance Supervisor

จากภาพที่ 5 Total Supervisor : รายงานประสิทธิภาพในการติดตามงานของหัวหน้างานทีมติดตามหนี้ทางโทรศัพท์ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบจากการมอบหมายงานให้รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่(Area) แต่ละ Class ของแต่ละทีมเป็นอย่างไร เช่น Class : 30 DPD คือกลุ่มลูกค้ำที่ค้างชำระตั้งแต่ 30 วัน แต่ไม่เกิน 45 วัน หัวหน้างานทั้ง 3 คนสามารถติดตามเพื่อให้ลูกค้ำมาชำระได้เป็นเงินเท่าใด ณ สิ้นสุดเดือนปัจจุบัน โดยผู้บริหารสามารถเปรียบเทียบได้จากแยกเป็นพื้นที่ หรือดูภาพรวมทั้งหมด ในส่วนของกราฟ %PTP Sup คือ เปอร์เซ็นต์การนัดชำระกับลูกค้ำแล้วลูกค้ำมาชำระจริง ซึ่งจะมีการกำหนดค่ามาตรฐานในการทำงานให้กับทีมงานก่อนหรือเป้า ว่าในแต่ละเดือนต้องเก็บได้เท่าไร แล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของเดือนนั้น ๆ ซึ่งก็สามารถวัดผลงานของทีมงานแต่ละทีมได้ชัดเจน โดยแยกตามพื้นที่และ Class ที่ทีมนั้น ๆ รับผิดชอบ จากการทำ BI ทำให้สามารถดูรายงานได้หลายมิติ ถ้านับรวมทุกมิติแล้วจะดูรายงานได้มากกว่า 275 รูปแบบ

ผลการวิจัย

1. จากการพัฒนาระบบ พบว่าคลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจต่อการดำเนินงานของฝ่ายพัฒนาคุณภาพสินค้าตรงตามแผนปฏิบัติการที่สามารถออกรายงานได้ครบถ้วน
2. ผลที่ได้จากแบบสอบถามผลการประเมินความพึงพอใจของระบบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อการดำเนินงานของฝ่ายพัฒนาคุณภาพสินค้ากรณีศึกษาบริษัทเงินติดล้อ จำกัด ได้ประเมินโดยใช้แบบสอบถามโดยผู้บริหารและหัวหน้างานจากฝ่ายพัฒนาคุณภาพสินค้า จำนวน 10 ชุด พบว่า สามารถวิเคราะห์งานได้ตรงตามความต้องการ (Functional Requirement Test) ของผู้ใช้งาน

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

กรณีศึกษานี้ได้พัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจการดำเนินงานของฝ่ายพัฒนาคุณภาพสินค้า โดยใช้เทคโนโลยี Tableau Desktop ในการสร้างรายงาน และติดตั้ง Tableau Sever เพื่อให้เห็นแนวโน้มของการติดตามงานวิเคราะห์ผลดำเนินงานของบริษัท เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารให้ผู้บริหารพิจารณาตามความเหมาะสมและทันเวลาที่ ในการวิเคราะห์หรือตัดสินใจ และยังช่วยคาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อีกด้วย ซึ่งสามารถนำธุรกิจอัจฉริยะไปใช้กับหน่วยงานต่างๆ หรือธุรกิจอื่นๆได้

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมบูรณ์ เอนกสุทธิมงคล ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนงานวิจัยนี้และขอขอบพระคุณ คุณธีรวิทย์ จิตรสถาพร ผู้อำนวยการฝ่ายวิเคราะห์ธุรกิจและบริหารคุณภาพ บริษัทเงินติดล้อ จำกัด ที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ระวีวรรณ แก้ววิทย์ และศรีสมบัติ แวงชิน. การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะด้วยคลังข้อมูล.วารสารนักบริหาร, 2554 , 31(1), หน้า160-165.
- [2] นพรัตน์ มากพานิชย์วัฒน์. ระบบคลังข้อมูลสำหรับกาวิเคราะห์ข้อมูลประกันภัยรถยนต์. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ภาคพิเศษ) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550, หน้า 5-8.
- [3] ปิยะนันท์ อนุสรณ์ และสมชาย เล็กเจริญ. ระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจโครงการตามแผนปฏิบัติการกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิต. 2558, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558, หน้า 1515-1524.
- [4] พิษยภรณ์ พงศกรรังศิลป์. แนวทางการออกแบบแผงหน้าปัดธุรกิจอัจฉริยะสำหรับผู้บริหารระดับสูง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต , เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556 , หน้า 7-20.
- [5] สุธีรา ปานนาค และมาลีรัตน์โสदानิล. การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะสำหรับสำนักอาหาร. ประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10, 2557, หน้า 334-339
- [6] สันติ อาวิทรพิทย์ และคณะ. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจด้วย Business Intelligence. คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2549, หน้า 4-11.
- [7] วิจิตรรา พัชรกายกุล และนิเวศ จิระวิชิตชัย. การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อการวางแผนการขายสินค้าสำหรับบริษัทผู้จัดจำหน่าย. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2558, หน้า 155-164.
- [8] ศรีสมรภัช อินทุจันยง. Business Intelligence กับการบริหารวางแผนการตัดสินใจ. Productivity Forum, ปีที่ 36 ฉบับที่137, 2556, หน้า 3-7.

- [9] ปภาดา โพธิ์คาอภิชัย และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ. การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อการวางแผนการผลิตในองค์กร. การประชุมวิชาการระดับชาติด้าน คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10, 2557, หน้า 982-987.
- [10] อติเทพ โตอติเทพย์ และดร.นิเวศ จิระวิชิตชัย. ระบบข่าวกรองธุรกิจเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารโดยใช้ TABLEAU, สาขาวิชาระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์,คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2557, หน้า 1-8.

ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

PHOTOGRAPHIC MUSEUM SYSTEM OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

มนรดา ศิริมงคล¹ ปิยะ ธิรพันธุ์เมธี² สิริอร นุชผดุง³ สุเมธ ใจเย็น⁴
Monrada Sirimongkol¹, Piya Thirapanmetee², Sirion Nutphadung³, Sumate Jaiyen⁴

*¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

⁴ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

*monrada.s@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จัดทำขึ้นเพื่อให้การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ศิลปะภาพถ่ายมีความน่าสนใจ แปลกใหม่ ช่วยให้ผู้ใช้รับชมข้อมูลเนื้อหาได้หลายรูปแบบในพื้นที่ที่จำกัด โดยแบ่งผู้ใช้งานเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งาน เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย โปรแกรมอพาเช่ ใช้เป็นเครื่องให้บริการเว็บ ภาษาพีเอชพี ใช้ในการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน ระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวเอล ใช้สำหรับเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล จาวาสคริปต์ ใช้ในการประมวลผลฝั่งเครื่องผู้รับบริการ วูฟเรีย เอสดีเคที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบวัตถุและสร้างการโต้ตอบผ่านโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน และซีเอสเอสใช้ในการออกแบบส่วนแสดงผล

โดยผลการประเมินความพึงพอใจของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง แบ่งออกเป็น 3 ด้าน พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจด้านขั้นตอนกระบวนการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: พิพิธภัณฑ์, เทคโนโลยีเสมือนจริง, วูฟเรีย

ABSTRACT

The objective of this project were to present The Development System of Photographic Museum by Virtualization Technologies that makes Museum Audience are an excited and strange help audience take many information in a limit space. We separate audiences into two groups: administrators & users using Apache for as a web server, using PHP as a programming language, using MySQL as database management system ,using JavaScript as processing on client ,using Vuforia SDK to development application for checking the objects and creating interactive via mobile smart phone and using CSS as design the display.

The satisfaction evaluation of Photographic Museum by Virtualization Technologies separate into 3 side. The satisfaction of the Process With an average of 4.37, and standard deviation of 0.59, which is high. The satisfaction of the Data processed with an average of 4.24

and standard deviation of 0.78, which is high. The satisfaction of the quality of management with an average of 4.37 and standard deviation of 0.79, which is high.

Keywords: Museum; Augmented Reality Technology; Vuforia;

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พิพิธภัณฑ์เป็นสถานที่สาธารณะและเป็นสถาบันที่ถือว่าเป็นแหล่งเรียนรู้ของสังคม มีส่วนในการพัฒนาสังคม มีหน้าที่รวบรวมความรู้ สุนทรียภาพ วัฒนธรรมหรือโบราณวัตถุเพื่อการค้นคว้า วิจัย เผยแพร่ความรู้ และการจัดแสดง วัตถุอันเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ เพื่อจุดประสงค์ทางการค้นคว้า การศึกษา และความเพลิดเพลินใจรวบรวมไว้เพื่อประโยชน์ในการศึกษา เช่น โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ภาพถ่าย เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการศึกษาเล่าเรียนและก่อให้เกิดความเพลิดเพลินใจ (ตรงใจ หุตางกูร. 2554: ออนไลน์)

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ ด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติ ที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนแบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงถูกนำมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อและแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีทั้งในลักษณะภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือสื่อที่มีเสียงบรรยายประกอบทำให้มีความน่าสนใจเพิ่มมิติใหม่ในการนำเสนอ (พนิดา ตันศิริ. 2553: 169)

จากการนำเสนอข้อมูลภายในพิพิธภัณฑ์ผ่านการจัดแสดงเพื่อการเรียนรู้ เช่น ภาพถ่ายหรือแบบจำลองนั้นไม่สามารถสื่อสารข้อมูลได้อย่างละเอียดด้วยข้อจำกัดเรื่องพื้นที่และรูปแบบของสื่อที่นำเสนอทำให้นำเสนอผลงานได้โดยมีวิธีการนำเสนอที่จำกัด ปัญหาดังกล่าวผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปินภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ผ่านแพลตฟอร์มวูฟเวีย (Vuforia) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบในรูปแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) สนับสนุนการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) และยูนิตี้ (Unity) เพื่อให้การเข้าชมพิพิธภัณฑ์ศิลปินภาพถ่ายมีความน่าสนใจ แปลกใหม่ ช่วยให้ผู้รับชมข้อมูลเนื้อหาได้หลายรูปแบบในพื้นที่ที่จำกัด

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปินภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

1.3 ขอบเขต

1.3.1 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปินภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) โดยให้ผู้ใช้งานเข้าชมพิพิธภัณฑ์ศิลปินภาพถ่ายสามารถชมภาพเสมือนจริงพร้อมเสียงบรรยายประกอบได้

1.3.2 โปรแกรมประยุกต์สามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานได้ผ่านเพลย์สโตร์ (Play Store) โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

1.3.3 ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลของภาพเป้าหมาย ภาพเสมือน และเสียงบรรยายประกอบภายในพิพิธภัณฑ์ศิลปินภาพถ่ายได้

1.3.4 ภาพเป้าหมายที่อัปโหลดเพื่อตรวจจับต้องเป็นไฟล์ประเภท .jpg

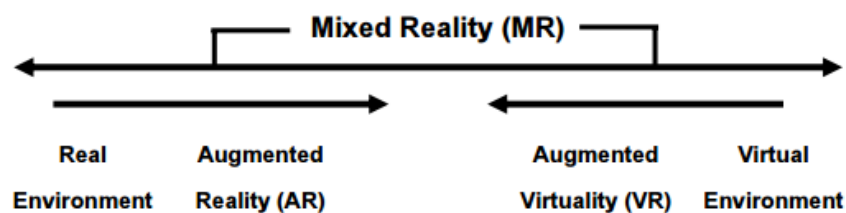
1.3.5 ภาพเสมือนที่ถูกนำมาแสดงอยู่ในรูปแบบภาพสองมิติ

- 1.3.6 ภาพเสมือนที่อัปโหลดเพื่อตรวจจำเป็นต้องเป็นไฟล์ประเภท .jpg, .png
- 1.3.7 เสียงบรรยายประกอบที่นำมาบรรยายเป็นไฟล์ประเภท .mp3
- 1.3.8 ภาพเสมือนถูกแสดงเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่โปรแกรมประยุกต์ แล้วนำกล้องโทรศัพท์มือถือมาอ่านที่ภาพเป้าหมายที่กำหนด
- 1.3.9 หลังจากทีโปรแกรมประยุกต์ทำการแสดงผลบนกล้องโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนโปรแกรมประยุกต์มีการแสดงผลข้อมูลสำคัญของภาพเป้าหมายค้างไว้
- 1.3.10 เสียงบรรยายประกอบสามารถบรรยายไปพร้อมกับข้อมูลที่แสดงบนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน
- 1.3.11 ระยะห่างระหว่างโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนกับภาพเป้าหมาย ในการทำงานของแอปพลิเคชันขึ้นอยู่กับขนาดของภาพเป้าหมายที่แสดงอยู่บนหน้าจอโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ronald Azuma (1997) กล่าวว่าเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นการผสมผสานรูปแบบสภาพแวดล้อมจริงกับสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยเทคโนโลยีเสมือนจริงนั้นไม่สามารถมองเห็นได้จากตาเปล่า วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2554) พบว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงไม่ใช่สิ่งแปลกใหม่แต่เทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ ช่วยลดรอยต่อของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน นักการศึกษาได้พยายามศึกษาวิจัยค้นหาประเด็นเกี่ยวกับเทคโนโลยีนี้เพื่อให้ได้คุณลักษณะ องค์ประกอบ และวิธีการที่เหมาะสมและดีที่สุดในการประยุกต์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) ผสมเข้ากับเทคโนโลยีภาพ เพื่อทำให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอ โดยที่องค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมจริง ผสมผสานกับภาพเสมือนจริง เป็นลักษณะการผสมผสานในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Environments : VE) มีการโต้ตอบแบบเรียลไทม์ ช่วยให้ผู้ใช้เรียนได้ควบคุม (Keep Control) การเห็นโลกจริงรอบๆ ตัวเอง ผู้เรียนมีอิสระในการมองเห็นสิ่งที่เรียนรู้

มิลแกรม (Milgram and A.F.Kishino. 1994) ได้อธิบายรูปแบบการผสมผสานรูปแบบสภาพแวดล้อมจริงกับสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยนำทั้งสองสภาพแวดล้อมมาเชื่อมโยงกันด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงซึ่งเรียกว่า (Mixed Reality: MR)



ภาพที่ 1 MiReality – Virtuality (RV) Continuum
(Milgram, P., Kishino, F. A, 1994)

3. วิธีการวิจัย

ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยประยุกต์ปรับปรุงจากแนวคิดวงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษากระบวนการทำงานของพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่าย และทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารบทความวิชาการ บทความวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

3.2 วิเคราะห์ความต้องการและออกแบบระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โครงสร้างการทำงานของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ขั้นตอนและกิจกรรมการทำงาน

3.3 พัฒนาระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย โปรแกรมออปาเซ่ ใช้เป็นเครื่องให้บริการเว็บ ภาษาพีเอชพี ใช้ในการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน ระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวเอล ใช้สำหรับเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล จาวาสคริปต์ ใช้ในการประมวลผลฝั่งเครื่องผู้รับบริการ วูฟเฟรีย เอสดีเคทีใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบวัตถุและสร้างการโต้ตอบผ่านโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน และซีเอสเอสใช้ในการออกแบบหน้าจอ

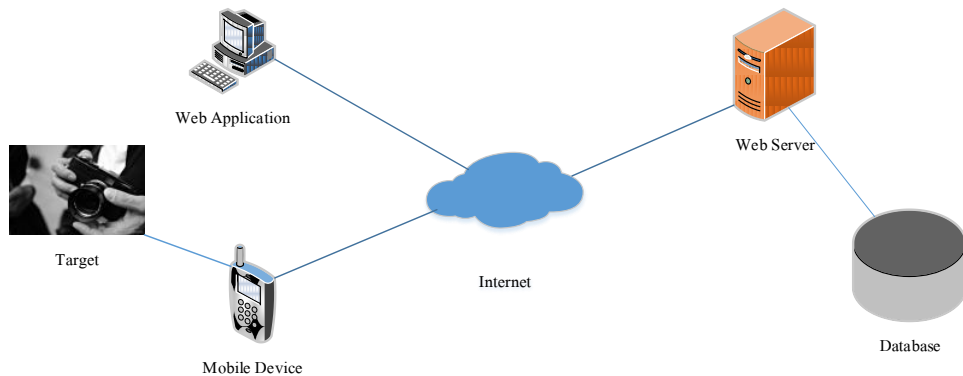
3.4 ติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพการประมวลผลของการแสดงผลภาพเสมือนระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

3.5 ปรับปรุงและประเมินผลประเมินความพึงพอใจของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ผลการวิจัย

3.1 การออกแบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

3.1.1 โครงสร้างการทำงานของระบบสถาปัตยกรรมของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

โครงสร้างของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์การทำงานของสถาปัตยกรรมของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงได้ดังนี้

3.1.1.1 เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูล ทำหน้าที่ส่งข้อมูลภาพเสมือนและเสียงประกอบการบรรยายไปยังโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

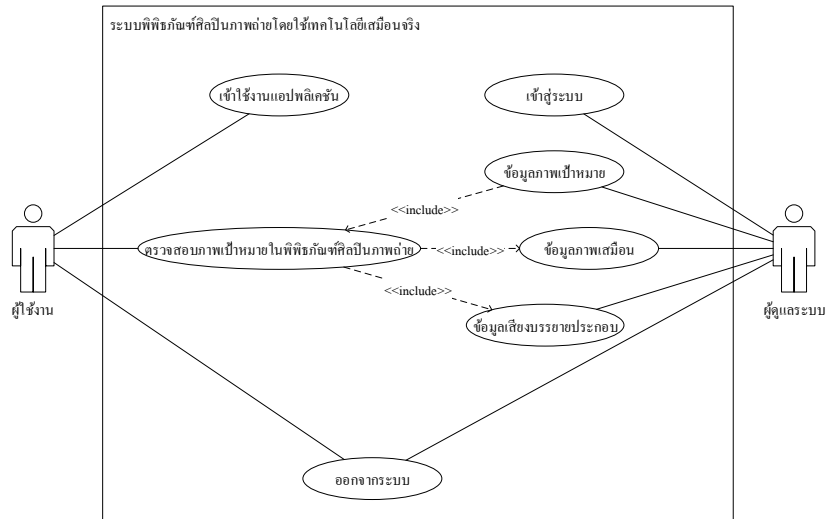
3.1.1.2 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) สำหรับผู้ดูแลระบบ ใช้สำหรับอัปโหลดภาพเป้าหมาย ภาพเสมือนและภาพประกอบการบรรยาย

3.1.1.3 โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Mobile Device) สำหรับผู้ใช้งานใช้สำหรับตรวจสอบภาพเป้าหมายเพื่อแสดงผลภาพเสมือนและเสียงประกอบการบรรยาย

3.1.1.4 ฐานข้อมูล (Database) ใช้สำหรับเก็บข้อมูลการอัปโหลดภาพเป้าหมายภาพเสมือนและเสียงบรรยายประกอบ

3.1.1.5 ภาพเป้าหมาย (Target) เป็นภาพที่ใช้ในการตรวจสอบโดยโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.1.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งได้แก่ ผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบ ดังภาพที่ 3



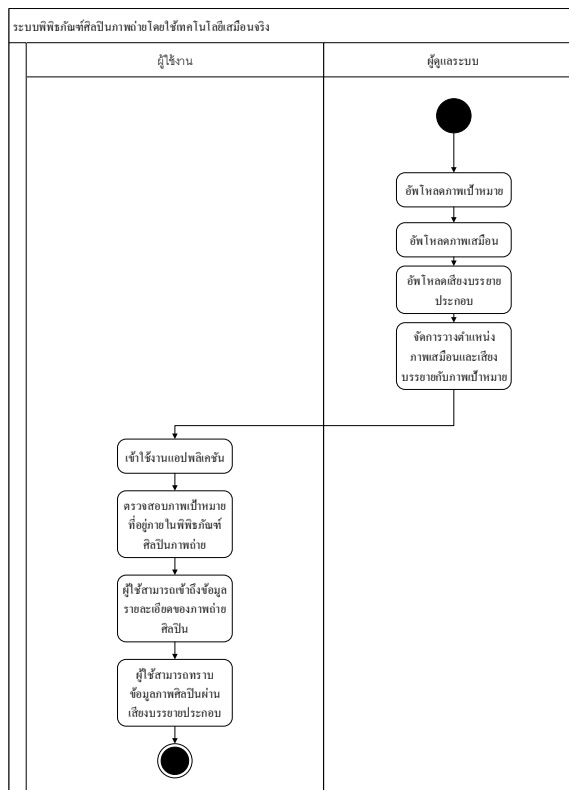
ภาพที่ 3 แผนภาพแผนภาพยูสเคสระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

จากแผนภาพยูสเคส ผู้เกี่ยวข้องกับระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงได้ดังนี้

3.1.2.1 ผู้ดูแลระบบ (Administrator) มีหน้าที่จัดการข้อมูลของภาพเป้าหมาย ภาพเสมือนและเสียงบรรยายประกอบ

3.1.2.2 ผู้ใช้งาน (User) สามารถตรวจสอบภาพเป้าหมายในพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่าย

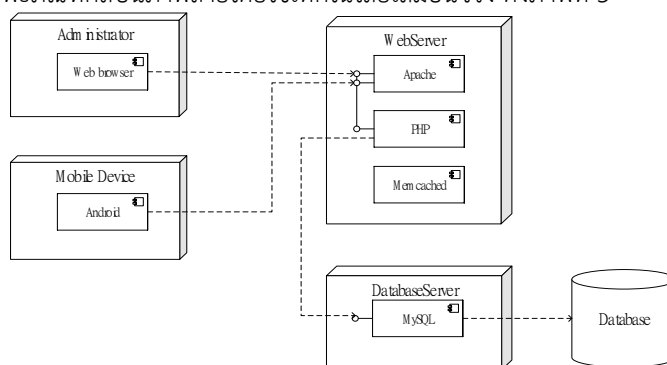
3.1.3 ออกแบบขั้นตอนกิจกรรมในการทำงานของระบบ โดยอาศัยแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภาพกิจกรรมของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

แผนภาพกิจกรรมแสดงลำดับงานของระบบ แสดงถึงขั้นตอนและกิจกรรมที่เกิดขึ้นในลักษณะการไหลของการทำงาน (Workflow) ของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงโดยแสดงกิจกรรมที่กระทำโดยผู้ใช้ 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบ โดยมีส่วนการทำงานของข้อมูลและระบบเข้ามาอัพโหลดภาพเป้าหมายเป็นภาพที่ใช้ในการตรวจสอบ อัพโหลดภาพเสมือนเป็นภาพสองมิติที่เป็นผลการแสดงของการตรวจสอบภาพเป้าหมายและอัพโหลดเสียงบรรยายประกอบเป็นเสียงบรรยายข้อมูลของภาพถ่าย หลังจากนั้นแอปพลิเคชันทำการจัดวางตำแหน่งของภาพเป้าหมายและภาพเสมือนเพื่อเป็นตำแหน่งในการแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนและตั้งค่าเสียงบรรยายประกอบ เพื่อเป็นการแสดงผลเมื่อทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้ว ในส่วนของผู้ใช้งานเมื่อเข้าใช้แอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานทำการตรวจสอบภาพเป้าหมายที่อยู่ภายในพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่าย เมื่อตำแหน่งในการตรวจสอบภาพเป้าหมายถูกต้องแอปพลิเคชันทำการประมวลผลเพื่อแสดงผลภาพเสมือนและเสียงบรรยายประกอบที่อธิบายรายละเอียดของผลงานศิลปะป็นภาพถ่ายนั้นเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจรายละเอียดของภาพเป้าหมายที่จัดแสดงอยู่เบื้องหน้า

3.1.4 แผนภาพดีพลอยเมนต์ (Deployment Diagram) ใช้แสดงสถาปัตยกรรมระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภาพดีพลอยเมนต์ของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วยโหนดดังนี้

3.1.4.1 ผู้ดูแลระบบ (Administrator) มีหน้าที่จัดการข้อมูลของภาพเป้าหมาย ภาพเสมือนและเสียงบรรยายประกอบ ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์

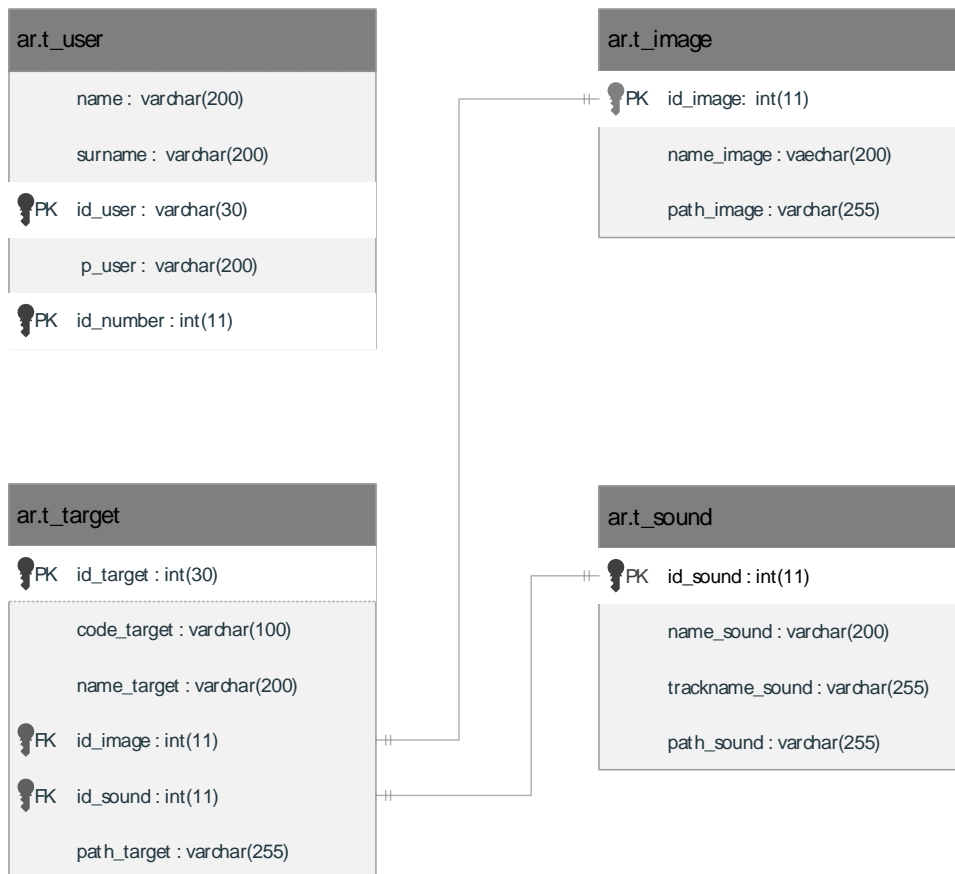
3.1.4.2 เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) มีหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลที่น่าเข้าผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์และส่งออกข้อมูลไปยังโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.1.4.3 เครื่องบริการฐานข้อมูล (Database Server) มีหน้าที่ให้บริการฐานข้อมูลโดยใช้ซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล

3.1.4.4 ฐานข้อมูล (Database) หน้าที่สำหรับเก็บข้อมูลภาพเป้าหมาย ภาพเสมือน และเสียงบรรยายประกอบ

3.1.4.5 โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน (Mobile Device) มีหน้าที่เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งาน โดยเผยแพร่เป็นโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เชื่อมต่อกับเครื่องให้บริการเว็บผ่านทางเอชทีทีพี (HTTP)

3.1.5 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ออกแบบโดยใช้แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (E-R Diagram) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูล ดังภาพที่ 5

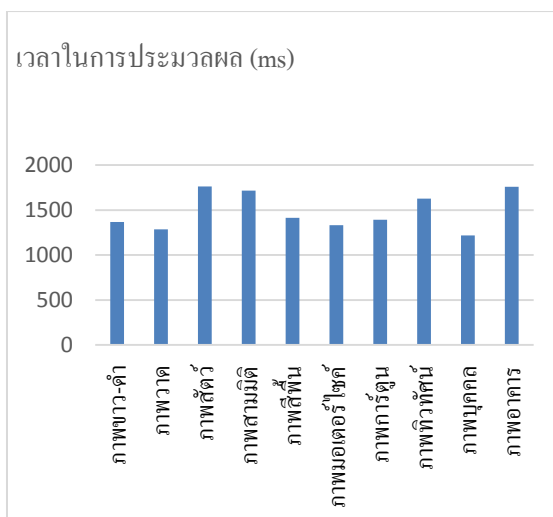


ภาพที่ 6 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (E-R Diagram) ของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลของระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย เอนทิตีจำนวน 4 ชุด ได้แก่(ar.t_image) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลภาพเสมือนและที่ตั้งของภาพเสมือน (ar.t_target) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลภาพเป้าหมายและที่ตั้งของภาพเป้าหมาย (ar.t_sound) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเสียงบรรยายประกอบและที่ตั้งของเสียงบรรยายประกอบ (ar.t_user) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลผู้ดูแลระบบ

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการประมวลผลของการแสดงผลภาพเสมือนระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

การพัฒนาพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ได้ทำการทดสอบระยะเวลาการประมวลผลภาพเสมือนที่แสดงบนหน้าจอแอปพลิเคชัน เมื่อทำการตรวจสอบด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือสมาร์โฟน โดยอาศัยภาพเป้าหมายจำนวน 10 ภาพ ทำการตรวจสอบจำนวน 25 ครั้ง ซึ่งสรุปผลการทดสอบได้ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แผนภูมิแสดงเวลาการประมวลผลของภาพเป้าหมาย

การทดสอบระยะเวลาการประมวลผลภาพเสมือนที่แสดงบนหน้าจอแอปพลิเคชัน เมื่อทำการตรวจสอบด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน โดยอาศัยภาพเป้าหมายจำนวน 10 ภาพ ทำการตรวจสอบจำนวน 25 ครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ยแต่ละภาพ ดังนี้ ภาพขาว-ดำ 1366.8 มิลลิวินาที ภาพวาด 1278.28 มิลลิวินาที ภาพสัตว์ 1762.96 มิลลิวินาที ภาพสามมิติ 1715.16 มิลลิวินาที ภาพสีพื้น 1415.64 มิลลิวินาที ภาพมอเตอร์ไซค์ 1331.4 มิลลิวินาที ภาพการ์ตูน 1393.08 มิลลิวินาที ภาพทิวทัศน์ 1628.28 มิลลิวินาที ภาพบุคคล 1217.04 มิลลิวินาที ภาพอาคาร 1760.72 มิลลิวินาที

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ได้ศึกษาเทคโนโลยีเสมือนจริงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็งและณัฐวิ อุดกฤษฎ์ (2555: 1) ที่ได้ทำเทคโนโลยีเสมือนจริง มาใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย ใช้หลักการในการวิเคราะห์ภาพจากแผ่นสัญลักษณ์ (Marker) โดยระบุว่าระบบช่วยให้อาจารย์ผู้สอนมีวิธีการใหม่ๆ ในการเรียนการสอนพยัญชนะภาษาไทยเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสยาม เจริญเสียงและพีรศิลป์ สันธนะพันธ์ (2552: 1) ได้ทำการพัฒนาระบบความจริงเสริม โดยนำเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) มาประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์เสียง ที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานโดยการสัมผัสแบบหลายจุด (Multi-touch) โดยผลการศึกษช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของจุฑามาศ เมืองแก้ว ปาริชาติ ธารากิจ มยุรี แก่นแก้ว แพรพรรณ สมสู และกนกวรรณ ไทยประดิษฐ์ที่ได้พัฒนาสื่อความรู้เสมือนจริงด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง รอบรู้อาเซียนเป็นรูปแบบสื่อปฏิทินตั้งโต๊ะเพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการให้ความรู้

ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ได้ทำการทดสอบระยะเวลาการประมวลผลภาพเสมือนที่แสดงบนหน้าจอแอปพลิเคชัน เมื่อทำการตรวจสอบด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน โดยอาศัยภาพเป้าหมายจำนวน 10 ภาพ ทำการตรวจสอบจำนวน 25 ครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ยแต่ละภาพ ดังนี้ ภาพขาว-ดำ 1366.8 มิลลิวินาที ภาพวาด 1278.28 มิลลิวินาที ภาพสัตว์ 1762.96 มิลลิวินาที ภาพสามมิติ 1715.16 มิลลิวินาที ภาพสีพื้น 1415.64 มิลลิวินาที ภาพมอเตอร์ไซค์ 1331.4 มิลลิวินาที ภาพการ์ตูน 1393.08 มิลลิวินาที ภาพทิวทัศน์ 1628.28 มิลลิวินาที ภาพบุคคล 1217.04 มิลลิวินาที ภาพอาคาร 1760.72 มิลลิวินาที

ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72)

4.3 ข้อเสนอแนะ

4.3.1 ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ควรพัฒนาให้ระบบมีการรองรับการแสดงผลในรูปแบบสามมิติและวิดีโอ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับผู้ใช้งาน

4.3.2 ระบบพิพิธภัณฑ์ศิลปะป็นภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ควรพัฒนาให้ระบบรองรับบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) เพื่อครอบคลุมการใช้งานของผู้ใช้งาน
ควรตีเส้นกรอบตารางด้วยหมึกดำให้ชัดเจน ตารางทุกตารางจะต้องมีหมายเลขและคำบรรยายกำกับเหนือตาราง เมื่อรวมกันแล้วควรมีความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด ในคำบรรยายเหนือตารางห้ามใช้คำว่า “แสดง” เช่นเดียวกับกรณีรูปภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบเอ็ด. พ.ศ.2555-2559**. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- [2] จันทรขจร แซ่อุ้นและณัฐพงษ์ วารีประเสริฐ. (2551). **Web programming ด้วย Dreamweaver CS3, PHP และ AJAX**. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- [3] ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2542). **การวิเคราะห์การถดถอย**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [4] อ่าง บัวศรี. (2542). **ทฤษฎีหลักสูตร: การออกแบบและพัฒนา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.
- [5] นันทชัย กานตานันทะ. (2555). **การพยากรณ์ด้วยวิธีการเชิงสาเหตุ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในเชิงความเป็นเหตุและผลระหว่างตัวแปร**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [6] บัญชา ปะสีละเตสัง. (2556). **สร้างเว็บไซต์ด้วย HTML5 ร่วมกับ CSS3 และ jQuery**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [7] ประเวศน์ วงษ์คำชัย. (2550). **ใช้งาน CSS แบบมืออาชีพ**. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- [8] ปทีป เมธาคณวุฒิ. (2544). **เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบริหารสถาบันอุดมศึกษา**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] ปิยะ บัณฑิตสกุลชัย. (2555). **ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ**. คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- [10] พีระศักดิ์ เสรีกุล. (2539). **ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลในระบบสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [11] ไพบูลย์ สวัสดิ์ปัญญาโชติ. 2556. **HTML5 developer's cookbook**. กรุงเทพฯ: ทรูไลฟ์.
- [12] วิรัช พานิชวงศ์. (2547). **การวิเคราะห์การถดถอย Regression Analysis**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อ้างอิงจาก Francis Galton. Family Likeness in Stature. Proceeding of Royal Society, London. 1886
- [13] สัตถาภุมิ ไทยพานิช, ผนิรทร เสือแพรและพยุง มีสัจ. (2552). **การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์ความถดถอยร่วมกับตรรกศาสตร์คลุมเครือเพื่อพยากรณ์ การฟื้นสภาพนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ**. คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [14] สำนักงานส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. (2556). **คู่มือนักศึกษาประจำปีการศึกษา 2556**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- [15] สำนักมาตรฐานและคุณภาพอุดมศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2557). “คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายในระดับอุดมศึกษา” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.mua.go.th/users/bhes/DATA%20BHES2558/upload%20file%20IQ/iqa%20manual2557.pdf> (วันที่สืบค้น 1 กันยายน 2558)

- [16] สำอาง เครือสอน. (2555). ความตรงเชิงพยากรณ์ของเกรดเฉลี่ยสะสมในการพยากรณ์คะแนน O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไพโรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [17] อนุชิต ไชยกา. (2556). โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web Application). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [18] อภิภา ประชัญพทธิ. (2555). หลักสูตรและการเรียนการสอนอุดมศึกษา: พาราไดซ์และวิธีการปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: อินทภา.
- [19] อำนาจ วังจัน. (2557). การศึกษาเรื่องปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้นักศึกษาปริญญาตรีในเขตกรุงเทพฯ มีสภาพรอฟินิจ. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- [20] Google Inc. (2015). "Using OAuth 2.0 to Access Google APIs" [Online] Available: <https://developers.google.com/identity/protocols/OAuth2>(Retrieved September 16, 2014)
- [21] Hadlock and Kris. (2007). **Ajax for web application developers**. Sams. Indianapolis. IN.
- [22] Kendall and Kenneth E. (2011). **Systems Analysis and Design**. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River. N.J.
- [23] Pawan Vora. (2009). **Web application design patterns**. Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier: Amsterdam Boston.
- [24] The Core Team. "Getting started" [Online] Available: <http://getbootstrap.com> (Retrieved September 12, 2014)
- [25] vTech Solution Inc. (2006). "We Transform Concepts Into Beautiful Designs" [Online] Available: <https://vtechsolution.com/web-application-development> (Retrieved September 5, 2014)
- [26] Yii Software LLC. (2015). "About Yii" [Online] Available: <http://www.yiiframework.com/about> (Retrieved September 22, 2014)
- [27] Milgram and A.F.Kishino. (1994). **Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays IEICE Transactions on Information and Systems**. E77-D(12), pp.1321-1329.
- [28] Azuma, R. (1997) **A survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, August, pp.355-385.
- [29] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2554) การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2, 119-127.
- [30] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2554) การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2, 119-127.
- [31] ประหยัด จิระวรพงศ์. (2553) เทคโนโลยีผสมผสานความจริงเสมือน, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 12 ฉบับที่ 3, 189-194.

การศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส Study of Learning Achievement in Web Services Technology Course

ณิชานันท์ สมัครไทย^{1*}

Nichanun Samakthai

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*nichanun.s@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

จากการทำวิจัยในชั้นเรียน การศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสผลการทดสอบคะแนนของผู้เรียนมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 26.87 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.943 คะแนน มีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 38.57 คะแนนและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.651 คะแนน

เมื่อพิจารณาหาค่าสัมพัทธ์ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรก่อนเรียนกับหลังเรียนคะแนนทดสอบมีความสัมพันธ์กันและมีทิศทางความสัมพันธ์อยู่ในทิศทางเดียวกันเนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) = 0.414 มีค่าเป็นบวก

ข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ค่าสถิติ t มีค่า 5.598 ค่า Sig. (2-tailed) มีค่า 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันและเมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสแล้วมีคะแนนหลังสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: นักศึกษา การเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ABSTRACT

From classroom research, study the Learning Achievement of Web services technology Course. The results from average pre-test score of students was 26.87 and a standard deviation was 6.943. In addition, the average post-test score was 38.57 points and a standard deviation was 10.651.

Considering the relationship of the pre-test and post-test scores by testing of the correlation of variables. The results show that, they were related in the same direction by the correlation equal to 0.414.

The different of pre-test and post-test score has t-value equal to 5.598 value (2-tailed) significant at 0.000, which is less than the significance level of .05, indicated that the pre-test and post-test score are related, after attended the Web services technology class the post-test score were raised up by the level of significance at .05.

Keywords: Students, Teaching and Learning, Learning Achievement

1. บทนำ

การเรียนการสอนของการศึกษาเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการจะพัฒนาให้ศิษย์มีความรู้ ความสามารถในการรู้จักคิด รู้จักทำ รู้จักการแก้ปัญหา การที่จะให้ประเทศชาติก้าวหน้าได้นั้นจำเป็นต้องมีทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้ความสามารถ ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะสร้างทรัพยากรบุคคล

ให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งสิ่งที่จำเป็นที่สุดคือการพัฒนาการเรียนการสอน เพราะเชื่อว่าอาจารย์ผู้สอนต้องมีวิธีการในการนำการสอนที่ดีและเหมาะสมกับผู้เรียน ย่อมเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและบรรลุเป้าหมายในการเรียนการสอนอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่าการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา ซึ่งปัญหาที่ยังพบเป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนในการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดบรรยายภาคการเรียนการสอนตามเนื้อหาวิชาตามความเหมาะสมและประกอบกับการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี มีความจำเป็นต้องใช้วิธีการเรียนการสอนแบบอาศัยการวิจัยเป็นการเรียนรู้ให้นักศึกษามีส่วนร่วม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยในรายวิชา 405-31-30 เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส โดยการนำแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียนมาประยุกต์ใช้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในกลุ่ม ITS35641N สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี จำนวน 23 คน เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทที่ผู้วิจัยได้เผชิญอยู่

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีการวัด (Measurement Theory) และหลักการวัด [1]

การวัด (Measurement) หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับบุคคล สิ่งของ หรือเหตุการณ์อย่างมีกฎเกณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณหรือคุณภาพของลักษณะที่จะวัด การวัดผลมีองค์ประกอบ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาหรือสิ่งที่จะวัด
2. เครื่องมือวัดหรือเทคนิควิธีในการรวบรวมข้อมูล
3. ข้อมูลเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ หากเป็นข้อมูลเชิงปริมาณจะต้องมีจำนวนและหน่วยวัด

หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจะต้องมีรายละเอียดที่แสดงคุณลักษณะซึ่งอาจจะไม่ใช่ตัวเลข

หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา [2] เพื่อให้การวัดผลและประเมินผลการศึกษาเป็นไปอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้ ควรยึดหลักในการปฏิบัติดังนี้

- 1) การวัดและประเมินผลการศึกษา
- 2) ใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ
- 3) คำนึงถึงความยุติธรรม
- 4) การแปลผลให้ถูกต้อง
- 5) ใช้ผลของการวัดและการประเมินให้คุ้มค่า

2.1.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1.2.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) [3]

2.1.2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน: S.D. [3]

2.1.2.3 การทดสอบหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน โดยใช้ t-test Dependent Sample สามารถหาได้จาก [4]

2.1.2.4 แบบผลการทดลอง One Group Pre-test Post-test Design การศึกษาค้นคว้าได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design [5]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เจตนันท์ ราชเมืองมูล [6] จากงานวิจัยเรื่อง ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนก่อน-หลังเรียนวิชาสถิติของนักศึกษาระดับชั้น ปวส.2 โรงเรียนแพทย์เทคโนโลยีและบริหารธุรกิจ พบว่านักศึกษาที่ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนวิชาสถิติจำนวนทั้งหมด 46 คน มีค่าเฉลี่ยคะแนนของนักศึกษาก่อนเรียนคะแนนเต็ม 60 นักศึกษาสอบได้คะแนนเฉลี่ย 23.39 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.49 ส่วนหลังจากที่เรียนวิชาสถิติแล้วทำการสอบหลังเรียน

นักศึกษาทั้งหมดได้คะแนนสูงขึ้นคือ 39.20 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.58 เมื่อพิจารณาค่าความสัมพันธ์ของคะแนนก่อนและหลังสอบของนักศึกษา พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างคะแนนก่อนสอบและคะแนนหลังสอบของนักศึกษาที่มีทดสอบจำนวน 46 คน อยู่ที่ร้อยละ 71.5 แสดงว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับมากเพราะมีค่ามากกว่า .05 หรือร้อยละ 50

รจนา กวางรัมย์ [7] จากงานวิจัยเรื่อง การปรับพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนและการส่งงาน พบว่า ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาหลักสูตรการบริหารธุรกิจ แขนงวิชาธุรกิจระหว่างประเทศ ชั้นปีที่ 4 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการค้าระหว่างประเทศ ในภาคเรียนที่ 1/2554 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ (pre-test) และแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ (post-test) แบบ 2 คำตอบ คือ ถูกและผิด จำนวน 10 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ผลการวิจัยมีดังนี้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 พบว่ามีพฤติกรรมการศึกษาชั้นเรียนสาย ขาดเรียนบ่อย ไม่ตั้งใจเรียน พูดคุยตนเองและเล่น facebook ผ่านมือถือและ I-pad โดยไม่ยอมจดบันทึกเนื้อหาที่ผู้สอนบรรยาย จากการทดสอบก่อนการเรียนรู้ (pre-test) พบว่า คะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง(5-6 คะแนน) ร้อยละ 50 และ 15.38 ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงพื้นฐานความรู้ก่อน การเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 เกี่ยวกับการค้าระหว่างประเทศอยู่ในระดับปานกลาง ภายหลังจากการปรับพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนและการส่งงานแล้ว ได้ทำการทดสอบหลังการเรียนรู้ (post-test) พบว่า คะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี (7-8 คะแนน) ร้อยละ 23.07 และ 30.76 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) และคะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้ (post-test) แสดงให้เห็นว่าหลังจากปรับพฤติกรรมในชั้นเรียน จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาดีขึ้น

พรศิริ อุปคำ [8] จากงานวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ห้อง EFE 201 โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษ กลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการเปรียบเทียบแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา กลุ่ม ITS35641N สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์สุพรรณบุรี เมื่อได้ทำการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วจึงได้ทำการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 รูปแบบการศึกษา

การวิจัยชั้นเรียนนี้มุ่งศึกษามุ่งศึกษาการเปรียบเทียบแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา กลุ่ม ITS35641N สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์สุพรรณบุรี

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร/กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 23 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดความรู้รายวิชาเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส จำนวน 1 ฉบับ คะแนนเต็ม 70 คะแนน โดยวัดความรู้ความเข้าใจในหลักการสำคัญของเว็บเซอร์วิส ภาษาเกี่ยวกับเว็บเซอร์วิส และการกำหนดนิยามภาษา โปรโตคอลมาตรฐานบนเว็บเซอร์วิส ข้อมูลไต่เร็กทอริบริการรายชื่อเว็บเซอร์วิส

3.4 การทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง หลักการสำคัญของเว็บเซอร์วิส ภาษาเกี่ยวกับเว็บเซอร์วิส และการกำหนดนิยามภาษา โปรโตคอลมาตรฐานบนเว็บเซอร์วิส ข้อมูลไต่เร็กทอริบริการรายชื่อเว็บเซอร์วิส ก่อนการเรียนการสอน 1 ครั้งและทำการเช็คให้คะแนนในตอนต้นของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559
2. ทำการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาหลักการสำคัญของเว็บเซอร์วิส ภาษาเกี่ยวกับเว็บเซอร์วิส และการกำหนดนิยามภาษา โปรโตคอลมาตรฐานบนเว็บเซอร์วิส ข้อมูลไต่เร็กทอริบริการรายชื่อเว็บเซอร์วิส
3. ทำการสอบวัดความรู้อีกครั้งด้วยข้อสอบฉบับเดิม หลังจากได้รับการเรียนการสอนในเนื้อหาหลักการสำคัญของเว็บเซอร์วิส ภาษาเกี่ยวกับเว็บเซอร์วิส และการกำหนดนิยามภาษา โปรโตคอลมาตรฐานบนเว็บเซอร์วิส ข้อมูลไต่เร็กทอริบริการรายชื่อเว็บเซอร์วิส

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งดำเนินการดังนี้

1. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความรู้ และบันทึกคะแนนลงในโปรแกรมสำเร็จรูป
2. ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนน โดยหาค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำคะแนนสอบมาเปรียบเทียบวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test โดยเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (Two-sample test on means)

หลังจากนำข้อมูลมาวิเคราะห์และประมวลผลแล้วทำการสรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขวิธีการสอนหรือเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดความรู้รายวิชาเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส ก่อนการเรียนการสอน 1 ครั้ง และทำการตรวจเช็คให้คะแนนจากนั้นทำการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาและทำการสอบวัดความรู้อีกครั้งด้วยข้อสอบฉบับเดิมได้นำเสนอข้อมูลทั่วไปและผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน ไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

H_1 : คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
ก่อนเรียน	23	26.87	6.943	1.448
หลังเรียน	23	38.57	10.651	2.221

จากตารางที่ 4-1 สรุปได้ว่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 23 คน มีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 26.87 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 38.57 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 6.943 คะแนน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 10.651 คะแนน

ตารางที่ 2 แสดงค่าความสัมพันธ์ของคะแนนก่อนและหลังสอบของนักศึกษา

				N	Correlation	Sig.
Pair 1	ก่อนเรียน	กับ	หลังเรียน	23	0.414	0.049

การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรก่อนเรียนกับหลังเรียน จากผลการวิเคราะห์ค่า Sig.= 0.049 (p -value < 0.05) จึงปฏิเสธ H_0 สรุปว่าคะแนนทดสอบมีความสัมพันธ์กันและมีทิศทางความสัมพันธ์อยู่ในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากค่า Correlation (r) = 0.414 มีค่าเป็นบวก

ตารางที่ 3 แสดงค่าสถิติ t-test dependent ในการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน

		Paired Difference					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
ก่อนเรียน	หลังเรียน	11.70	10.020	2.089	7.363	16.029	5.598	22	0.000

จากตารางที่ 4-3 พบว่าค่าสถิติ t มีค่า 5.598 ค่า Sig. (2-tailed) มีค่า 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันและเมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสแล้วมีคะแนนหลังสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบทีและระดับนัยสำคัญทางสถิติ

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	26.87	6.943	11.70	10.020	5.598*	22	0.000
หลังเรียน	38.57	10.651					

จากตารางที่ 4-4 พบว่าการทดสอบคะแนนของผู้เรียนมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 26.87 คะแนนและมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 38.57 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้งพบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการวิจัยชั้นเรียนในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงการจัดการเรียนการสอนเพราะคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษามีคะแนนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยหลังจากที่นักศึกษาได้รับการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่าคะแนนก่อนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียน

การสอน ซึ่งสอดคล้องกับเจตน์นที่ ราชเมืองมูล [6] จากงานวิจัยเรื่อง ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนก่อน-หลังเรียนวิชา สถิติของนักศึกษาระดับชั้น ปวส.2 โรงเรียนพ่ายเทคโนโลยีและบริหารธุรกิจ พบว่านักศึกษาที่ทำแบบทดสอบก่อน และหลังเรียนวิชาสถิติจำนวนทั้งหมด 46 คน มีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทำนองเดียวกัน อีกทั้งยังได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของรจนา กวางรัมย์ [7] จากงานวิจัยเรื่อง การปรับพฤติกรรมกรรมการเรียนในชั้นเรียนและการส่ง งาน พบว่าประชากรและกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาหลักสูตรการบริหารธุรกิจ แขนงวิชาธุรกิจระหว่างประเทศ ชั้นปีที่ 4 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการค้าระหว่างประเทศ ในภาคเรียนที่ 1/2554 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบทดสอบก่อนการเรียน (pre-test) และแบบทดสอบหลังการเรียน (post-test) เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนน ทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) และคะแนนทดสอบหลังการเรียน (post-test) แสดงให้เห็นว่าหลังจากปรับ พฤติกรรมในชั้นเรียน จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาดีขึ้น และได้สอดคล้องกับงานของ พรศิริ อุป คำ [8] จากงานวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถทางการพูด ภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชา ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ห้อง EFE 201 โรงเรียนลำปาง พณิชยการและเทคโนโลยี ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 20 คน ผลการทดสอบสูงกว่าก่อนเรียนที่ ระดับนัยสำคัญ .05

ข้อเสนอแนะ

ควรขยายขอบเขตการวิจัยไปในวิชาบังคับซึ่งมีนักศึกษาจำนวนมากกว่านี้เพื่อการศึกษาในขนาดของ กลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น เช่น รายวิชา 400-13-01 เทคโนโลยีสารสนเทศบูรณาการ เพื่อวัดประสิทธิภาพการจัดการ เรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอนในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมและดีขึ้นต่อไปใน อนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] พิษิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เ้า ออฟ เคอร์มีส์.
- [2] สมบูรณ์ ต้นยะ. (2545). **การประเมินทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- [3] ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2544). **การวิจัยเพื่อการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : ทิปปบัลเคชั่น.
- [4] บุญชม ศรีสะอาด. (2546). **การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร**. โครงการตำรา คณะ ศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- [5] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [6] เจตน์นที่ ราชเมืองมูล. (2553). **ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนก่อน-หลังเรียนวิชาสถิติของนักศึกษาระดับชั้น ปวส.2 โรงเรียนพ่ายเทคโนโลยีและบริหารธุรกิจ**. คณะช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนพ่ายเทคโนโลยีและบริหารธุรกิจ.
- [7] รจนา กวางรัมย์. (2554). **การปรับพฤติกรรมกรรมการเรียนในชั้นเรียนและการส่งงาน**. คณะวิทยาการ จัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- [8] พรศิริ อุปคำ. (2557). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี**. โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี.

ระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

กรณีศึกษา: สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

THE DURABLE ARTICLES MONITORING SYSTEM VIA ANDROID APPLICATIONS CASE
STUDY: ACADEMIC RESOURCE AND INFORMATION TECHNOLOGY,
PHRANAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

รุ่งเรือง มุศิริ^{1*}, ภัทรพล วรประชา¹, ปวีณา ปรีชญากุล¹, วรจักร สิริวิเศษวรกุล²
Rungruang Musiri^{1*}, Phatarapon Vorapracha¹, Pawena Preechayakul¹, Worajak Sirivisetworakul²

¹ สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

² กองนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

* เลขที่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

E-mail: rungruang@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนา ระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ซึ่งทาง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสารระบบงานครุภัณฑ์เดิมและสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานด้านครุภัณฑ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความต้องการของระบบ และออกแบบระบบงาน ออกแบบฐานข้อมูล สร้างฐานข้อมูล พัฒนาส่วนบริหารจัดการข้อมูลงานครุภัณฑ์สำหรับผู้ดูแลระบบด้วยโปรแกรมซิปโลม์เท็กส์โดยใช้ภาษา พีเอชพีในการเขียนโปรแกรมสำหรับเชื่อมโยงกับโปรแกรมฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล ส่วนระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ได้นำเทคโนโลยีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เข้ามาใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบครุภัณฑ์ด้วยการสแกนบาร์โค้ดจากครุภัณฑ์และทำการบันทึกไปยังฐานข้อมูล ซึ่งระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ จะช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบข้อมูลครุภัณฑ์ของงานด้านครุภัณฑ์ได้อย่างสะดวก ถูกต้อง และแม่นยำ

ผลการนำระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ กรณีศึกษา : สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ไปทดลองใช้และให้ผู้ทดลองใช้ประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน จำนวน 5 คน ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 1 คน เจ้าหน้าที่พัสดุ ประจำกองบริหารงานบุคคล 1 คน เจ้าหน้าที่พัสดุประจำกองพัฒนานักศึกษา 1 คน เจ้าหน้าที่พัสดุประจำกองนโยบายและแผน 1 คน เจ้าหน้าที่พัสดุ ประจำกองกลาง 1 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อการใช้งานระบบโดยรวมพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 3.92$, S.D. = 0.63) แสดงให้เห็นว่าระบบตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบ, ครุภัณฑ์, แอปพลิเคชัน

ABSTRACT

The development of durable articles monitoring the system via Android Applications aims to design and develop durable articles monitoring system of an office academic resource and information technology, Phranakhon Rajabhat University. The researchers studied information from the original durable articles document systems and interviewed the users and then brought data gleaned searching for system requirements and database design create database to develop durable articles for administrators with Sublime Text Program written in PHP Language linked to a database with MySQL. The monitoring system brings in order to Android Technology operating in order to create an application for checking the durable articles by scanning the bar code equipment and records to the database. This system will facilitate the checking the data of durable articles easily and accurately.

The results testing development of durable articles monitoring system via Android Applications of academic resource and information technology, Phranakhon Rajabhat University. That the satisfaction of 5 users of the questionnaire consist of Administration Officer, Procurement Officer of Personnel Management Division, Procurement Officer of Personnel Management Division, and Procurement Officer of Director Division. There is satisfaction in the system is average (\bar{x}) = 3.92 and the standard deviation (S.D.) = 0.63 demonstrating that it is the system matching the requirements of users.

Keywords: Monitoring system, Durable articles, Applications

1. บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เป็นหน่วยงานที่ให้บริการด้านข้อมูลสารสนเทศ และสนับสนุนงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแก่หน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งแต่ละปีทางสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศจะต้องจัดหาครุภัณฑ์ที่ขาดหรือไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เพื่อรองรับการให้บริการหน่วยงานต่างๆ ของมหาวิทยาลัยที่เข้ารับบริการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งครุภัณฑ์ที่ทางสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศจัดหามาเพื่อใช้งานนั้น แต่ละปีทางสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศจะต้องมีการตรวจสอบครุภัณฑ์ประจำปี เพื่อให้ทราบถึงจำนวนครุภัณฑ์ที่อยู่ในความดูแลของตนเอง อีกทั้งเพื่อเป็นการสำรวจครุภัณฑ์ที่ใช้งานได้หรือชำรุดใช้งานไม่ได้และต้องจำหน่าย

สำหรับการตรวจสอบครุภัณฑ์ประจำปีของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มีลักษณะเป็นการบันทึกข้อมูลลงแบบฟอร์มที่เป็นกระดาษ โดยมีเจ้าหน้าที่เดินตรวจสอบรายการครุภัณฑ์ต่างๆ ที่อยู่ในความดูแลของหน่วยงานตนเอง ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าเจ้าหน้าที่ได้ไปตรวจสอบครุภัณฑ์จริงหรือไม่ ครุภัณฑ์เหล่านั้นยังคงมี

อยู่และใช้งานได้จริงหรือไม่ หรือเจ้าหน้าที่อาจจะกรอกข้อมูลผิดพลาดเนื่องจากครุภัณฑ์มีจำนวนมาก ซึ่งถือเป็นความยุ่งยากต่อการบริหารจัดการสำหรับการตรวจสอบครุภัณฑ์

จากการศึกษาข้อมูลทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ กรณีศึกษา: สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครขึ้น โดยเจ้าหน้าที่ตรวจสอบครุภัณฑ์สามารถใช้แอปพลิเคชันแอสแกนบาร์โค้ดจากรายการครุภัณฑ์เพื่อตรวจสอบข้อมูลจากฐานข้อมูลและถ่ายรูปครุภัณฑ์ไปปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลได้ ซึ่งจะทราบถึงการคงอยู่ของรายการครุภัณฑ์นั้นๆ เพื่อเป็นการยืนยันว่าได้ทำการตรวจสอบครุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว หากไม่มีรูปถ่ายของรายการครุภัณฑ์จะไม่สามารถบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูลได้ซึ่งแสดงถึงรายการครุภัณฑ์ดังกล่าวยังไม่ได้รับการตรวจสอบประจำปี ในกรณีที่ครุภัณฑ์เกิดชำรุดเสียหาย เจ้าหน้าที่สามารถพิมพ์ข้อมูลความเสียหายเพื่อส่งข้อมูลกลับมายังฐานข้อมูลได้ ซึ่งแนวทางนี้จะช่วยเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ความถูกต้องแม่นยำในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบครุภัณฑ์ประจำปีของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
2. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจของการใช้งานระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ต้องการพัฒนาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบรายการครุภัณฑ์ประจำปีผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. มีระบบตรวจสอบรายการครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ไว้ใช้งาน
2. เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบรายการครุภัณฑ์ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว
3. ลดความผิดพลาดในการตรวจสอบรายการครุภัณฑ์ของเจ้าหน้าที่

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[1] การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้ระบบ QR Code (Quick Response Code) เพื่อควบคุมครุภัณฑ์ กรณีศึกษากลุ่มสาขาวิชาจิตรกรรมและศิลปกรรม วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล และนำผลการวิจัยไปพัฒนาปรับปรุงระบบ QR Code ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานระบบ QR Code กับระบบ MU-ERP ที่ยังคงใช้งานอยู่ในปัจจุบัน พบว่า ระบบ QR Code สามารถลดปริมาณการใช้กระดาษ ลดระยะเวลาในการตรวจนับครุภัณฑ์ประจำปี ลดกำลังคนได้จริง ในส่วนของความน่าเชื่อถือของระบบ QR Code นั้น สามารถตรวจสอบสิทธิการใช้งานในระบบ QR Code ได้ รวมถึงในระบบ QR Code ยังแสดงรูปภาพของครุภัณฑ์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบทราบถึงรูปลักษณะภายนอกของครุภัณฑ์ว่าเป็นอย่างไร ในขณะที่ระบบ MU-ERP ไม่สามารถแสดงข้อมูลชนิดรูปภาพได้ และความคงทนของข้อมูล ระบบ QR Code จะทำการจัดเก็บข้อมูลโดยการตรวจสอบแต่ละครั้งใน Database มีการ Back up ข้อมูลลงใน Server ส่วนกลาง ดังนั้นถึงหากแม้ข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์สำนักงานได้รับความเสียหาย แต่ระบบ QR Code ยังมีข้อมูลสำรองอยู่

[2] เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีความก้าวหน้ามาก และมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งทำให้ระบบในการทำงาน ต้องนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนช่วยในการทำงานเพื่อความสะดวกรวดเร็ว มีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ระบบสารสนเทศการจัดการงานวัสดุและครุภัณฑ์โรงเรียน

ชลประทานวิทยา สามารถแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 3 ประเภท คือ บุคลากร/อาจารย์ เจ้าหน้าที่พัสดุ และผู้บริหารระดับสูง ระบบสารสนเทศการจัดการงานวัสดุและครุภัณฑ์โรงเรียนชลประทานวิทยา ได้ออกแบบระบบเพื่อครอบคลุมการทำงานของเจ้าหน้าที่พัสดุและบุคลากร ของโรงเรียนชลประทานวิทยาให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วมากขึ้น โดยมีระบบสนับสนุนในการเก็บข้อมูลการขอเบิกวัสดุและครุภัณฑ์และเก็บข้อมูลการสั่งซื้อ ทำให้สามารถออกรายงานการสั่งซื้อได้อย่างถูกต้อง

3. วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การพัฒนาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ เป็นงานวิจัยเชิงพัฒนา (research and development) ซึ่งทำการศึกษาวิเคราะห์ออกแบบระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เป็นกรณีศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการการพัฒนาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์ระบบ
2. การออกแบบระบบ
3. การพัฒนาระบบ
4. การทดสอบ และปรับปรุงระบบ
5. การประเมินผลระบบ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
- กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาครั้งนี้เป็นเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมด จำนวน 5 คน ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไปของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 คน เจ้าหน้าที่พัสดุกองบริหารงานบุคคล 1 คน เจ้าหน้าที่พัสดุกองพัฒนานักศึกษา 1 คน เจ้าหน้าที่พัสดุกองนโยบายและแผนงาน 1 คน และเจ้าหน้าที่พัสดุกองกลาง 1 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัย
2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนที่กำหนด โดยการแจกแบบประเมินผลซึ่งได้ชี้แจงข้อมูลในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียด
3. แบบประเมินผลของโครงการวิจัยที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ตอบเรียบร้อยแล้ว จะส่งคืนให้ผู้วิจัยเพื่อเก็บรวบรวมและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบประเมินผลโครงการวิจัยที่ได้ทำการเก็บรวบรวมจากผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ครบถ้วนแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์เนื้อหาโดยใช้หลักการทางสถิติ เพื่อสรุปผลการประเมินระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ที่ได้พัฒนาขึ้น ดังนี้

1. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

เมื่อกำหนดให้

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \text{ค่าเฉลี่ยรวมของหัวข้อที่ประเมิน} \\ \sum X &= \text{ผลรวมของหัวข้อประเมินที่ได้จากผู้ประเมิน} \\ N &= \text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างของผู้ประเมินทั้งหมดที่ประเมินงานวิจัย} \end{aligned}$$

2. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ โดยใช้สูตร ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}} \quad (2)$$

เมื่อกำหนดให้

$$\begin{aligned} SD &= \text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน} \\ \bar{X} &= \text{ค่าเฉลี่ยรวมของหัวข้อที่ประเมิน} \\ X &= \text{ผลรวมของหัวข้อประเมินที่ได้จากผู้ประเมิน} \\ N &= \text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างของผู้ประเมินทั้งหมดที่ประเมินงานวิจัย} \end{aligned}$$

การประเมินผลการใช้ระบบ

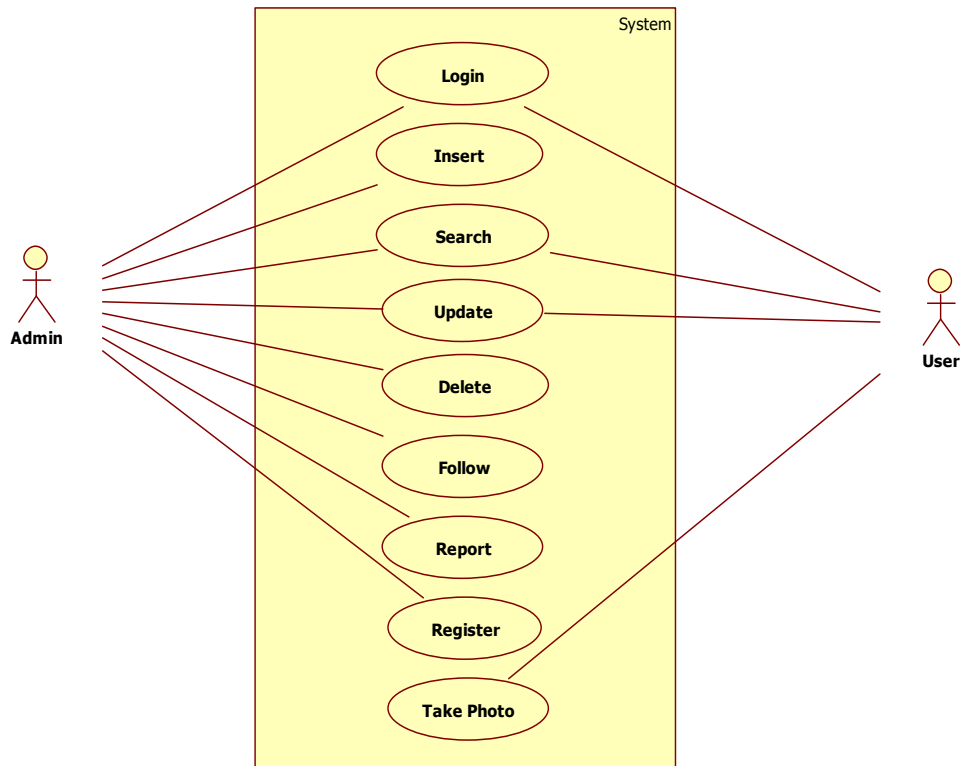
โดยการใช้เครื่องมือวิจัยซึ่งเป็นแบบสอบถามเพื่อทำการประเมินผลความพึงพอใจของระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ที่ได้พัฒนาขึ้น หลังจากให้ผู้เจ้าหน้าที่ทดลองใช้งานระบบ

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบสามารถเขียนเป็นยูสเคสไดอะแกรม แสดงถึงฟังก์ชันการทำงานของระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ กรณีศึกษา: สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบ

และสามารถออกแบบหน้าจอระบบตรวจสอบครุภัณฑ์บนแอนดรอยด์ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 หน้าหลักแอปพลิเคชันระบบตรวจสอบครุภัณฑ์

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการทดลองใช้งานระบบ

การประเมินผลความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ กรณีศึกษา : สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากเจ้าหน้าที่จำนวน 5 คน ซึ่งผลการประเมินระบบแบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 5 ระดับคือ 5 (มากที่สุด) 4 (มาก) 3 (ปานกลาง) 2 (น้อย) และ 1 (น้อยที่สุด) จากผลการประเมินพบว่าค่าความพึงพอใจเฉลี่ยคิดเป็น 3.92 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.63 ซึ่งโดยรวมถือว่าผู้ทดลองใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ทดลองใช้งาน

เกณฑ์การประเมิน	\bar{X}	S.D.
1) ความสะดวก ในการเข้าถึงโปรแกรม	4.4	0.49
2) ความง่าย ต่อการเรียกใช้งานของโปรแกรม	3.6	0.49
3) สามารถสนับสนุนการทำงาน	3.8	0.75
4) ความสวยงามของการนำเสนอ(รูปแบบ/ภาพ/ สีเส้น)	3.6	0.49
5) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	3.8	0.40
6) ความสมบูรณ์ในการแสดงผลจากอุปกรณ์ที่ ต่างกัน	4.4	0.49
7) ความครบถ้วนของผลการทดสอบ	3.4	0.49
8) ความถูกต้องของผลการทดสอบ	3.8	0.40
9) ความสะดวกในการแบ่งปันข้อมูลผลการทดสอบ	4.4	0.49
10) ความน่าเชื่อถือของผลทดสอบ	4.0	0.63
ค่าเฉลี่ย	3.92	0.63

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การพัฒนาาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ กรณีศึกษา: สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ได้นำทฤษฎีการวิเคราะห์และออกแบบระบบมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบเริ่มตั้งแต่กระบวนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ และความต้องการของระบบ โดยศึกษาจากระบบงานเดิม สอบถามผู้ปฏิบัติงานโดยวิธีการสัมภาษณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อช่วยให้การจัดการข้อมูลรายการครุภัณฑ์ของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในการตรวจสอบครุภัณฑ์ประจำปีเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว อีกทั้งสะดวกในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการใช้งานได้ทันที

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิจัยจำเพาะกรณีศึกษาสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ดังนั้นควรมีการกระจายกลุ่มตัวอย่างไปยังหน่วยงานอื่นๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แตกต่างกันและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณบุคลากรของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลด้านการปฏิบัติงานส่วนบริหารจัดการครุภัณฑ์ จนให้การพัฒนาระบบตรวจสอบครุภัณฑ์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉัญญา อุตราภรณ์, เยาวลักษณ์ แก้วเอี่ยม. “ประสิทธิภาพระบบ QR Code เพื่อควบคุมครุภัณฑ์ กรณีศึกษา กลุ่มสาขาวิชาจิตรกรรม และศิลปกรรม วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล” Journal of Professional Routine to Research Volume 2, August 2015: 1-8.
- [2] ธนวิทย์ ฤกษ์อร่าม, สมยศ มานูช (2557). ระบบสารสนเทศการจัดการงานวัสดุและครุภัณฑ์โรงเรียนชลประทานวิทยา. ปริญญาโทปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [3] กิ่งศักดิ์ ภูชัย. การเขียนโปรแกรมสำหรับ Android, 2555. สืบค้นจาก <http://programming-android-phone.blogspot.com/>
- [4] ทินกร อำนวยกิจ. ภาษาที่ใช้ในระบบการจัดการฐานข้อมูล, 2557. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/ntaweera/home>
- [5] ธรรมณูญ วันชะเอม. การเขียนแอปพลิเคชันด้วย Android Studio, 2559. สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=lNyBkwkGbxA&t=1910s>
- [6] สิทธิกานต์ แสงวงศ์. การเขียน Android App ดึงข้อมูลจาก Web Server, 2559. สืบค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=bo4briWYa3A&t=1114s>

การอธิบายขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกคuckoo และการประยุกต์ใช้กับ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

THE WORKING PROCESS EXPLANATION AND HOW TO APPLY A CUCKOO SEARCH ALGORITHM TO TRAVLLING SALESMAN PROBLEM

วิศรุต ปองเสงี่ยม¹ กฤษฎา อธิธิโพธิรัตน์² ยศสุดา บุรณะสิงห์³
Visarut Pongsangiam¹ Kidssada Ittipotirat² Yotsuda Buranasing³

*Department of Materials Handling and Logistics Engineering ,Faculty of Engineering, King
Mongkut University of North Bangkok , Bangkok 10800^{1,2,3}*

E-mail : earthen.ne@gmail.com¹ kidssada ittipotirat@gmail.com² yotsuda.bu@gmail.com³

บทคัดย่อ

วิธีการเมตาฮิวริสติก เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยสามารถใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและประยุกต์ใช้กับปัญหาได้หลากหลาย วิธีเมตาฮิวริสติกมีรูปแบบอัลกอริทึมที่ถูกพัฒนาขึ้นให้เลือกใช้มากมาย ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความสนใจวิธีค้นหาแบบนกคuckoo เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่ถูกพัฒนาขึ้นใหม่และมีการใช้วิธี Lévy flight ซึ่งทำให้การค้นหาคำตอบกระจายและหาค่าเหมาะสมกว้างได้ โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่ออธิบายขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมในการค้นหาคำตอบและการประยุกต์ใช้ผ่านตัวอย่างของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย โดยจะอธิบายการทำงานของอัลกอริทึมแต่ละส่วนซึ่งส่งผลต่อวิธีการค้นหาคำตอบ รวมถึงหลักการการทำงานของวิธีการสุ่มคำตอบเริ่มต้นแบบ Lévy flight ซึ่งถือเป็นจุดเด่นหลักของวิธีการนี้ และแสดงการนำไปใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางโดยกำหนดเป็นสถานการณ์ตัวอย่างที่มีเป้าหมายหลายแห่งแบบไม่มีเงื่อนไข ผลที่ได้ผู้สนใจศึกษาสามารถเกิดความเข้าใจในกระบวนการค้นหาแบบนกคuckoo สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหารูปแบบอื่นที่มีความซับซ้อนหรือเหมาะกับอัลกอริทึมนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เมตาฮิวริสติก,การค้นหาคำตอบแบบนกคuckoo,ปัญหาพนักงานขาย

ABSTRACT

Metaheuristics is the method to develop the best solution for complex problems. It can be applied to solving the problems in various ways. It has algorithm available for a wide variety of uses. The researchers were interested in the so-called cuckoo search method as it was newly developed and used Lévy flight method. The research objectives were to explain the working steps of algorithm in search of the answer and to apply it to the problems faced by the travelling salesman. The way algorithm functioned was explained. The results showed that those interested in the search process in question could apply the format to solve other more complicated problems in an effective way.

Keywords: Metaheuristic,Cuckoo Search,Travelling,Salesman Problem.

1. บทนำ

ในปัจจุบันวิธีการเมตาฮิวริสติกถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งหนึ่งในอัลกอริทึมนั้นคือการค้นหาแบบนกคuckoo ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ คือ การค้นหารังใหม่ที่เหมาะสมและการทำลายไข่ การค้นหา

รังใหม่ที่เหมาะสมจะใช้วิธีการค้นหาแบบ Lévy flight ซึ่งเป็นการสุ่มคำตอบโดยมีการกระจายคำตอบสูง เพื่อสามารถค้นหาคำตอบได้หลากหลายมากขึ้นและลดปัญหาการเกิดจุดต่ำสุดเฉพาะที่ทำให้การค้นหาแบบนกดูเหว่า เป็นอัลกอริทึมที่ได้รับความนิยมอย่างมากเพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและประยุกต์ใช้กับปัญหาได้อย่างหลากหลาย

จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมในการค้นหาคำตอบและการประยุกต์ใช้ผ่านตัวอย่างของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย โดยการสาธิตผ่านทางปัญหาที่มีเป้าหมายเพื่อให้ระยะทางในการเดินทางขนส่งระหว่างจุดหมายต่างๆมีระยะทางรวมสั้นที่สุด ซึ่งมีผู้สนใจและคิดวิธีแก้ไขปัญหานี้อย่างหลากหลาย ทำให้ผู้ต้องการศึกษาง่ายต่อการทำความเข้าใจในกระบวนการค้นหาแบบนกดูเหว่ามากยิ่งขึ้น อธิบายความสำคัญของที่มาและปัญหาของงานวิจัย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[1] การนำเทคนิคการทำงานโครงข่ายใยประสาทเทียม มาใช้ในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบและการจำแนกข้อมูลก็เป็นรูปแบบหนึ่งของการทำงานโครงข่ายใยประสาทเทียม โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกตัวแบบ LS-SVM มาใช้ในการจำแนกข้อมูล ซึ่งตัวแบบเดิมได้ใช้วิธีแบบซิมเพล็กซ์ ปรับค่าตัวแปร มิว และ อีตา ให้กับแกนกลางฟังก์ชันฐานเชิงรัศมีเพื่อจำแนกข้อมูล แต่ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ดีซึ่งติดปัญหาที่ไม่สามารถออกจากค่าต่ำสุดเฉพาะได้ จึงนำเสนอขั้นตอนวิธีค้นหาแบบนกดูเหว่ากับขั้นตอนวิธีแบบหึ่งห้อยสำหรับปรับค่าตัวแปร มิว และ อีตา ให้กับแกนกลางฟังก์ชันฐานเชิงรัศมีเพื่อจำแนกข้อมูล เนื่องจากวิธีดังกล่าวสามารถออกจากค่าต่ำสุดเฉพาะที่ไปหาค่าต่ำสุดครอบคลุมได้

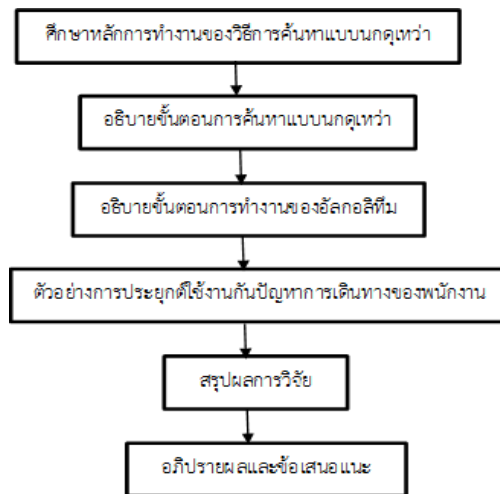
[2] การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดูเหว่าสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยเริ่มต้นจากการวางแผนการเขียนข้อสอบเพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผลหาคำตอบแสดงให้เห็นว่า อัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถประมวลผลคัดเลือกชุดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ตัดสินใจเลือกเป็นแบบทดสอบตามจำนวนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้มากกว่าหนึ่งชุด โดยชุดข้อมูลที่เลือกนั้นเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพทุกชุด

[3] การกำหนดเส้นทางเพื่อใช้เวลาประเมินผลน้อยที่สุดเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญของเทคโนโลยีโมบายล์เอเจนต์เพื่อให้เกิดการประมวลผลมีประสิทธิภาพผู้จัดทำจึงทำการวิจัยเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาพบว่าขั้นตอนการค้นหาแบบนกดูเหว่าสามารถนำคำตอบเดิมมาประมวลผลต่อได้หากโครงสร้างเครือข่ายเกิดการเปลี่ยนแปลง และปัญหาการวางแผนการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ยังเป็นปัญหาการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดอีกด้วย

[4] การค้นหาแบบนกดูเหว่าประกอบด้วย 2 ขั้นตอนสำคัญ คือ การค้นหารังใหม่ที่เหมาะสมและการทำลายไข่ การค้นหารังใหม่ที่เหมาะสมจะใช้วิธีการค้นหาแบบ Lévy flight ซึ่งเป็นการสุ่มคำตอบโดยมีการกระจายคำตอบสูง เพื่อสามารถค้นหาคำตอบได้หลากหลายมากขึ้นและลดปัญหาการเกิดจุดต่ำสุดเฉพาะที่

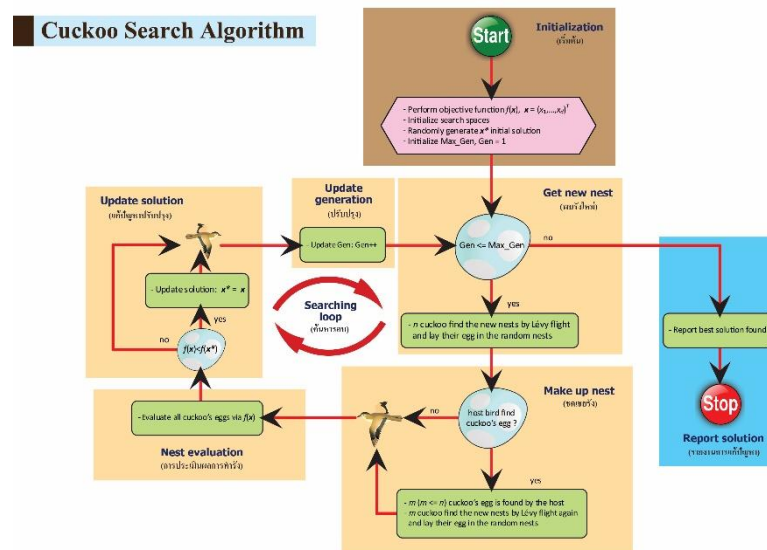
3. วิธีการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสรุปหลักการการทำงานของวิธีการค้นหาแบบนกดูเหว่า สรุปเป็นขั้นตอนการวิจัยได้ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1) ขั้นตอนการทำงานของวิธีการค้นหาแบบนกคูเวหัว



ภาพที่ 2 กระบวนการค้นหาคำตอบแบบนกคูเวหัว

จากภาพที่ 2 เป็นขั้นตอนการค้นหาแบบนกคูเวหัวโดยมีหลักการ คือ ทำการสร้างคำตอบขึ้นมาโดยผ่านกระบวนการค้นหารังใหม่ และเก็บคำตอบที่ดีที่สุดไว้เพื่อใช้ในการสร้างคำตอบชุดใหม่ในรอบต่อไป แยกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการสร้างนกคูเวหัวหรือคำตอบของปัญหา (Solution) ที่มีจำนวน n ชุด $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$

เมื่อ X_i คือ นกคูเวหัวตัวที่ i และกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $f(X_i)$, $X = (x_1, x_2, \dots, x_d)^T$ โดยที่ x_d หมายถึงไขใบที่ d

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบว่าครบจำนวนรอบที่กำหนดไว้ หรือถึงเงื่อนไขการหยุด ถ้าใช่ผลลัพธ์คำตอบสุดท้ายคือคำตอบที่ดีที่สุดของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบนกคูเวหัว แต่ถ้าไม่ใช่ทำการค้นหารังใหม่หรือสร้างคำตอบชุดใหม่โดยใช้หลักการเคลื่อนที่แบบ *Lévy flights*

หลักการค้นหาคำตอบชุดใหม่คำนวณได้จาก

ผลลัพธ์ใหม่ = ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก่อนหน้า + *Lévy flights*

แสดงดังสมการ (1)

$$X_{t+1} = X_t + \text{step size} \oplus N(0,1) \quad (1)$$

เมื่อ X_{t+1} คือ ผลลัพธ์ชุดใหม่
 X_t คือผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก่อนหน้า
 step size คือระยะการเดินสุ่ม
 \oplus คือ entry-wise product โดยที่

$$\text{step size} = 0.01 \times \left(\frac{u}{|v|^{1/\beta}} \right) \oplus (X_i^t - X_{best}) \quad (2)$$

ค่า 0.01 คือปัจจัยที่ควบคุมระยะการเดินสุ่มของนกดูเหว่า

X_{t+1} คือคำตอบในรอบปัจจุบันที่ i ในรอบ t

X_{best} คือคำตอบที่ดีที่สุดตั้งแต่ทำการประมวลผล

\oplus คือ entry - wise product

$$\sigma_u = \left\{ \frac{\Gamma(1+\beta) \sin\left(\frac{\pi\beta}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1+\beta}{2}\right) \beta 2^{(\beta-1)/2}} \right\}^{1/\beta} \quad (3)$$

โดยที่ Γ คือฟังก์ชันแกมมา เป็นส่วนขยายของฟังก์ชันแฟกทอเรียลของจำนวนเชิงซ้อนและตัว β คือ

ตัวแปรที่ควบคุมการกระจายคำตอบของ Lévy flights และ σ_u คือค่าการกระจายคำตอบ

จากนั้น จะทำการสุ่มค่า u และ v จาก $u \sim N(0, \sigma_u^2)$ และ $v \sim N(0,1)$

โดยที่ $u \sim N(0, \sigma_u^2)$ หมายถึง การกระจายตัวแบบปกติ มีค่าความแปรปรวนคือ σ_u^2

ขั้นที่ 3 นำผลคำตอบที่ดีที่สุดในรอบการค้นหานั้นเปรียบเทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดในรอบการค้นหาก่อนหน้า

ขั้นที่ 4 ค้นหาครั้งใหม่อีกครั้ง โดยให้มีความน่าจะเป็นของการค้นพบครั้งใหม่มากกว่าค่า Pa ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 5 บันทึกครั้งที่มีการค้นพบที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 6 เรียงลำดับผลลัพธ์ที่ได้และหาคำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบัน วนกลับไปทำขั้นที่ 2

ขั้นที่ 7 ผลลัพธ์ของคำตอบสุดท้าย คือคำตอบที่ดีที่สุดของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบนกดูเหว่า

2) ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกดูเหว่า

```

1) function [bestnest,fmin]=cuckoo_search(n)
2) if nargin<1,
3) n=25;
4) end
5) pa=0.25;
6) Tol=1.0e-5;
7) nd=15;
8) Lb=-5*ones(1,nd);
9) Ub=5*ones(1,nd);
10) for i=1:n,
11) nest(i,:)=Lb+(Ub-Lb).*rand(size(Lb));
12) end

```

บรรทัดที่ 1 - 3 : เป็นการกำหนดฟังก์ชันเงื่อนไขการเริ่มและกำหนดจำนวนรังหรือจำนวนนกดูเหว่า (กำหนดกลุ่มของคำตอบของสมการวัตถุประสงค์ เช่น ถ้ากำหนดเป็น 10 สำหรับปัญหาเส้นทางหมายถึงในกลุ่มของคำตอบนี้ประกอบด้วยเส้นทางการเดินทาง 10 เส้นทาง ทำการประมวลผลของระยะทาง 10 คำตอบ)

บรรทัดที่ 5 : กำหนดเปอร์เซ็นต์การถูกแมงกิ้งก่าตรวจพบและถูกทำลายไข่ (เปอร์เซ็นต์ที่จะทำลายคำตอบของรังนั้นว่าจะเลือกทำลายคำตอบที่แย่ที่สุดหรือทำลายทิ้งทั้งรังโดยประมวลผลคำตอบจากสมการวัตถุประสงค์)

บรรทัดที่ 6 : กำหนดค่า Tolerance (ค่าพื้นฐานของคำตอบว่าต้องไม่มากไปกว่าค่าที่กำหนดไว้)

บรรทัดที่ 7 - 11 : กำหนดขอบเขตของการค้นหาและกำหนดจุดเริ่มต้นในการค้นหาโดยการสุ่มจากปริภูมิการค้นหา

```

13) fitness=10^10*ones(n,1);
14) [fmin,bestnest,nest,fitness]=get_best_nest(nest,nest,fitness);
15) N_iter=0;
16) while (fmin>Tol),
17)     new_nest=get_cuckoos(nest,bestnest,Lb,Ub);
18)     [fnew,best,nest,fitness]=get_best_nest(nest,new_nest,fitness);
19)     N_iter=N_iter+n;
20)     new_nest=empty_nests(nest,Lb,Ub,pa) ;
21)     [fnew,best,nest,fitness]=get_best_nest(nest,new_nest,fitness);
22)     N_iter=N_iter+n;
23)     if fnew<fmin,
24)         fmin=fnew;
25)         bestnest=best;
26)     end
27) end
28) disp(strcat('Total number of iterations=',num2str(N_iter)));
29) fmin
30) bestnest

```

บรรทัดที่ 14 : รับค่า nest, nest, fitness และประมวลผลด้วยสมการ get_best_nest

โดยที่กำหนดสมการไว้ในส่วนหลังของอัลกอริทึม ส่งค่าออกเป็น fmin, bestnest, nest, fitness

บรรทัดที่ 16 : คำสั่งวนลูปจนกว่าจะถึงเงื่อนไขการหยุด

บรรทัดที่ 17 : คำสั่ง new_nest ด้วยสมการ get_cuckoos เพื่อค้นหาคำตอบใหม่

บรรทัดที่ 18 : ประเมิน new_nest ด้วยสมการ get_best_nest

บรรทัดที่ 19 : อัปเดตจำนวนรอบ

บรรทัดที่ 20 : สุ่มค้นหาคำตอบใหม่

บรรทัดที่ 21 : ประเมิน คำตอบที่สุ่มขึ้นมาใหม่ด้วยสมการ get_best_nest ส่งออกคำตอบเป็น fnew, best, nest, fitness

บรรทัดที่ 22 : อัปเดตจำนวนรอบ

(ลูป while ในบรรทัดที่ 17-22 เป็นการสุ่มค้นหาคำตอบใหม่และประเมินด้วยสมการ get_best_nest

เพื่อใช้เปรียบเทียบกับคำตอบเริ่มต้นในบรรทัดที่ 23)

บรรทัดที่ 23-25 : ลูป if ตรวจสอบเงื่อนไข ถ้า $f_{new} < f_{min}$ (ค่า f ที่ทำการสุ่มและประมวลผลจากบรรทัดที่ 17-22 ถ้ามีค่าน้อยกว่า f ที่เก็บค่าไว้จากคำตอบก่อนหน้า ให้ทำการอัปเดตค่า f_{new} และ $best$ เป็น f_{min} และ $best_{nest}$ เป็นค่าที่ดีที่สุดที่ได้จากการคำนวณในรอบนี้เพื่อเป็นส่งออกไปเปรียบเทียบกับในรอบต่อไป)

บรรทัดที่ 26 : จบเงื่อนไข if (ถ้า f_{min} จากรอบนี้ยังมีค่ามากกว่าค่า Tolerance แสดงว่ายังไม่สามารถออกจากลูป while ต้องทำการวนลูปซ้ำตั้งแต่บรรทัดที่ 17-26 ใหม่ จนกว่าจะผ่านเงื่อนไข)

บรรทัดที่ 27 : จบเงื่อนไขการคำนวณของการค้นหาแบบนกดูเหว่า ค่าที่ได้ในรอบสุดท้ายคือคำตอบที่ดีที่สุด

```

31) function nest=get_cuckoos(nest,best,Lb,Ub)
32) n=size(nest,1);
33) beta=3/2;
34) sigma=(gamma(1+beta)*sin(pi*beta/2)/(gamma((1+beta)/2)*beta*2^((beta-1)/2)))^(1/beta);
35) for j=1:n,
36)  s=nest(j,:);
37)  u=randn(size(s))*sigma;
38)  v=randn(size(s));
39)  step=u./abs(v).^(1/beta);
40)  stepsize=0.01*step.*(s-best);
41)  s=s+stepsize.*randn(size(s));
42)  nest(j,:)=simplebounds(s,Lb,Ub);
43) end
44) function[fmin,best,nest,fitness]=get_best_nest(nest,newnest,fitness)
45) for j=1:size(nest,1),
46)  fnew=fobj(newnest(j,:));
47)  if fnew<=fitness(j),
48)    fitness(j)=fnew;
49)    nest(j,:)=newnest(j,:);

```

หลักการของ *Lévy flights*

บรรทัดที่ 31-34 : กำหนดฟังก์ชันและสมการ

บรรทัดที่ 35-39 : ลูป for สำหรับการคำนวณการเคลื่อนที่แบบ *Lévy flights* โดยใช้ Mantegna's algorithm โดยกำหนด $s = nest(j,:)$ และคำนวณหา $u, v, step$ ตามสมการ

บรรทัดที่ 40 : คำนวณ stepsize จากค่า step คูณกับค่า s ที่ดีที่สุดจากรอบก่อนหน้า (ถ้าเป็นรอบแรกคือค่า $s = nest(j,:)$)

บรรทัดที่ 41 : คำนวณ s ใหม่จากค่า stepsize

บรรทัดที่ 42 : กำหนดให้ในการหารังหรือคำตอบใหม่($nest$) = simplebounds (s) ภายในขอบเขตการค้นหา ฟังก์ชันในการค้นหารังที่เหมาะสม($best_{nest}$)

บรรทัดที่ 44 : กำหนดฟังก์ชัน

บรรทัดที่ 46 : คำนวณ f_{new} จาก $newnest$

บรรทัดที่ 47-50 : ถ้า f_{new} น้อยกว่า $fitness$ จะแทน $fitness$ ด้วย f_{new} และกำหนด $newnest$ เป็น $nest$ เพื่อเปรียบเทียบกับรอบถัดไป

3)แนวคิดการประยุกต์ใช้กับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบไม่มีเงื่อนไข

3.1) การเดินทางของพนักงานขายแบบไม่มีเงื่อนไข

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดเริ่มต้น

ขั้นที่ 2 สุ่มจุดแรกเริ่มต้นขึ้นมาประเมินคุณภาพด้วยคำสั่ง `get_best_nest` เพื่อเก็บเป็นคำตอบเริ่มต้น

ขั้นที่ 3 นกคูดูเห่าบินไปยังรังต่างๆ เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดใช้สมการ Lévy flight โดยใช้คำสั่ง `get_cuckoo` เพื่อบินหารังใหม่ ประเมินคุณภาพรังด้วย `get_best_nest` จากนั้นตรวจสอบการแทนที่ด้วยคำสั่ง `empty_nests` เทียบกับ Pa ถ้าผ่านการตรวจสอบทำการประเมินคุณภาพอีกครั้ง และเปรียบเทียบกับคำตอบก่อนหน้าจากนั้นเก็บคำตอบที่ดีที่สุด

3.2) กระบวนการค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยกำหนดเมือง 5 เมืองได้แก่ A B C D E เป็นจำนวนรัง 5 รัง

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดเริ่มต้น

ขั้นที่ 2 สุ่มจุดแรกขึ้นมาประเมินคุณภาพ และเก็บเป็นคำตอบเริ่มต้น เมื่อเริ่มกระบวนการค้นหาหนาคูดูเห่าจะบินไปยังเมืองต่างๆทั้ง 5 เมือง และทำการตรวจสอบว่าจะเก็บค่าของเมืองนี้ไว้หรือละทิ้งค่าของทั้งเมือง

ขั้นที่ 3 สุ่มเลือกเมืองใดเมืองหนึ่งใน 5 เมือง โดยกำหนดเป็นเมือง B จากนั้นจะบินหาเมืองที่ใกล้เคียงและประเมินระยะทาง

ขั้นที่ 4 ถ้าพบเมือง C ใกล้เคียงกับเมือง B หรือ สรุปได้ว่าเมือง B และเมือง C อยู่ติดกัน จะกำหนดให้เมือง B เป็นเมืองแรกที่ทำกรเลือก

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ซ้ำไปเรื่อยๆ

ขั้นที่ 6 เมืองสุดท้ายที่ทำการเลือกจะถูกกำหนดเป็น `new_nest` หรือเมืองเริ่มต้น

3.3) กระบวนการค้นหาลำดับเส้นทาง

ขั้นที่ 1 สมมติว่าเมืองแรกคือ เมือง B

ขั้นที่ 2 ค้นหาเมืองต่อไปด้วย Lévy flight พบเมือง A

ขั้นที่ 3 ถ้าเมือง A และ B อยู่ติดกันให้กำหนดลำดับการเดินทางเป็น $B \rightarrow A$

ขั้นที่ 4 ถ้าเมือง A และ B ไม่อยู่ติดกัน ให้เก็บค่าระยะระหว่าง $A \rightarrow B$ ไว้ และทำการค้นหาใหม่

ขั้นที่ 5 เปรียบเทียบระยะทางทั้งหมด และสร้างลำดับ

ผลการวิจัย

แสดงการอธิบายขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกคูดูเห่า และ อธิบายการนำอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้กับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

บทความวิชาการนี้ได้นำเสนอประวัติความเป็นมาในการสร้างวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดของอัลกอริทึมการค้นหาแบบนกคูดูเห่าซึ่งเป็นวิธีการหาคำตอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมรวมทั้งอธิบายขั้นตอนการทำงานและแนวคิดการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมผ่านปัญหาการเดินทางของพนักงานขายซึ่งจะทำให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนในขั้นตอนการทำงานของการค้นหาแบบนกคูดูเห่า ซึ่งคาดหวังว่าจะนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาต่างๆได้อย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติพงษ์ จรัญศิริไพศาล. การเพิ่มความถูกต้องของตัวแบบซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน แบบค่ากำลังสองน้อยที่สุดด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบนกคูดูเห่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, 2555.
- [2] มานะ โสภาก และคณะ. การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบนกคูดูเห่าสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ. สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. การประชุมทางวิชาการระดับชาติ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 12 ปี 2016 NCCIT 2015pp.320-325 ขอนแก่น,2558.

[3] เอกจิต แซ่ลิ้ม.การวางแผนย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ ด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบนกคูหา.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2556.

[4] Yang, X.-S., and Deb, S. (2010). **Engineering Optimisation by Cuckoo Search** . *Int. J. Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, Vol. 1, No. 4, 330–343 (2010).

[5] Zhou, Y., Ouyang, X. and Xie, J. (2014) **A discrete cuckoo search algorithm for travelling salesmanproblem** . *Int. J. Collaborative Intelligence*, Vol. 1, No. 1, pp.68–84.

การประเมินหลักสูตรสู่การตัดสินใจในเชิงคุณค่าเพื่อการพัฒนาหลักสูตร:
ในมิติมุมมองของนักศึกษา

CURRICULUM EVALUATION MOVING FORWARD TO VALUE JUDGMENT FOR
CURRICULUM DEVELOPMENT: IN THE PERSPECTIVES OF STUDENTS

เอกชัย เนาวนิช¹ รุจิรา คงนุ้ย²

Ekachai Naowanich¹, Rujira Kongnuy²

*¹ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ² สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*ekachai_n@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในมิติมุมมองของนักศึกษาปัจจุบันในหลักสูตร โดยศึกษาส่วนที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร ด้านผู้สอน ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนและด้านปัจจัยสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 216 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำแนกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของนักศึกษา และตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบคุณภาพเพื่อหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผลโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการคำถามกับวัตถุประสงค์การประเมินหลักสูตร มีค่าเท่ากับ 0.88 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9605 สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

ผลการวิจัยพบว่า ระดับความเหมาะสมโดยภาพรวมหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในมิติมุมมองของนักศึกษาปัจจุบันในหลักสูตร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 3.84$ $SD = .492$) เมื่อจำแนกแต่ละด้านพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกประเด็น คือ ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร ($\bar{X} = 3.81$ $SD = .573$) ด้านผู้สอน ($\bar{X} = 4.04$ $SD = .592$) ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{X} = 3.81$ $SD = .558$) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน ($\bar{X} = 3.81$ $SD = .571$) และด้านปัจจัยสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ($\bar{X} = 3.75$ $SD = .668$) โดยจุดเด่นของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ คือ ด้านผู้สอน มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.03 และจุดด้อยของหลักสูตร คือ ด้านปัจจัยสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.75

คำสำคัญ: หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ การประเมินหลักสูตร นักศึกษาพัฒนาหลักสูตร

ABSTRACT

The main purpose of this research was to evaluate a Bachelor of Science Program in Computer Science (Curriculum Revised in 2011), Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi in the perspectives of Students. Education Curriculum in 5 aspects; contents and course management in the curriculum, instructor, the method of teaching and instructional activities, instructional measurement and evaluation and learning support resources. The samples comprised of 216 who associated with purposive sampling. The study instruments was questionnaire which consisted of 2 parts: the first part was the status information, generally of the students and the second part was the opinion towards the learning management for the Bachelor of Science Program in Computer Science (Curriculum Revised in 2011), Faculty of Science and Technology with the index of item objective congruence (IOC) 0.88 and the reliability of 0.9605. The collected data were analyzed by Frequency, Percentage, Mean, Standard Deviation and Weighted Mean.

The results were found that: a Bachelor of Science Program in Computer Science Curriculum, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, in the perspectives of students was at highly satisfied ($\bar{X} = 3.84$ SD = .492). When consider each dimension, all of dimensions were appropriated at a high level such as the contents and course management in the curriculum ($\bar{X} = 3.81$ SD = .573), the instructor ($\bar{X} = 4.04$ SD = .592), the method of teaching and instructional activities ($\bar{X} = 3.81$ SD = .558), the instructional measurement ($\bar{X} = 3.81$ SD = .571), evaluation and learning support resources ($\bar{X} = 3.75$ SD = .668). The strengths of the curriculum was the instructor which had the weighted mean equals 4.03 and the weaknesses of the curriculum was learning support resources with the weighted mean equals 3.75.

Keywords: Bachelor of Science Program in Computer Science , Curriculum Evaluation , Students, Curriculum Development

1. บทนำ

การศึกษาในระดับอุดมศึกษาเป็นการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาความรู้ความสามารถในสาขาต่าง ๆ ในระดับสูง โดยเฉพาะการประยุกต์ทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติ การจัดการศึกษาในประเทศใดก็ตามจะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ตามที่กำหนดไว้ ถ้าขาดหลักสูตรที่เป็นเครื่องมือในการกำหนดแนวทางการศึกษา [1] การศึกษาในระดับอุดมศึกษาก็เช่นเดียวกับการศึกษาในระดับอื่น ๆ ที่จะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษาของชาติ ปรัชญาของการอุดมศึกษา ปรัชญาของสถาบันอุดมศึกษาและมาตรฐานวิชาการและวิชาชีพที่เป็นสากล นอกจากนี้การศึกษาระดับอุดมศึกษาจะต้องเน้นการพัฒนาให้นักวิชาการและนักวิชาชีพที่มีความรู้ ความสามารถระดับสูงในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยกระบวนการวิจัยเพื่อให้สามารถบุกเบิกแสวงหาความรู้ใหม่ได้อย่างอิสระ รวมทั้งมีความสามารถในการสร้างสรรค์โรงความก้าวหน้าทางวิชาการ เชื่อมโยงและบูรณาการศาสตร์ที่ตนเชี่ยวชาญกับศาสตร์อื่นได้อย่างต่อเนื่อง มีคุณธรรมและจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ [2]

กระบวนการพัฒนาหลักสูตรแบบครบวงจรมี 3 ระบบโดยเริ่มต้นจากระบบการร่างหลักสูตร ระบบการนำหลักสูตรไปใช้ และระบบการประเมินหลักสูตรซึ่งแต่ละระบบมีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) ระบบการร่างหลักสูตร ประกอบด้วย การกำหนดหลักสูตร โดยดูความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา สภาพสังคม เศรษฐกิจ และ

การเมือง หลังจากนั้นกำหนดรูปแบบหลักสูตร ได้แก่ การกำหนดหลักการ โครงสร้าง องค์ประกอบหลักสูตร วัตถุประสงค์ เนื้อหา ประสบการณ์การเรียนรู้และการประเมินผล หลังจากนั้นดำเนินการตรวจสอบคุณภาพหลักสูตร โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญ หรือการสัมมนาและมีการทดลองนำร่อง พร้อมทั้งรวบรวมผลการวิจัยและปรับแก้หลักสูตรก่อนนำไปใช้ 2) ระบบการใช้หลักสูตร ประกอบด้วย การขออนุมัติหลักสูตรจากหน่วยงานหรือกระทรวงดำเนินการวางแผนการใช้หลักสูตร โดยเริ่มจากการประชาสัมพันธ์หลักสูตร การเตรียมความพร้อมของบุคลากร จัดงบประมาณ และวัสดุหลักสูตร บริหารสนับสนุนจัดเตรียมอาคารสถานที่ ระบบบริหารและจัดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และติดตามผลการใช้หลักสูตร หลังจากนั้นเข้าสู่ระบบการบริหารหลักสูตร โดยการดำเนินการตามแผน กิจกรรมการเรียนการสอน แผนการสอน คู่มือการสอน คู่มือการเรียนเตรียมความพร้อมของผู้สอน ความพร้อมของผู้เรียนและการประเมินผลการเรียน 3) ระบบการประเมินผล ซึ่งประกอบด้วย การวางแผนการประเมินผลการใช้หลักสูตร ทั้งการประเมินย่อย การประเมินระบบหลักสูตร ระบบการบริหารและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน หลังจากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และรายงานข้อมูลตามลำดับ การประเมินหลักสูตรเป็น 1 ใน 3 ระบบของระบบการพัฒนาหลักสูตรดังกล่าวข้างต้นเพื่อให้ได้ข้อมูลนำมาซึ่งการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการพัฒนาหลักสูตรโดยภาพรวมทั้งระบบ [3]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2548 มีเป้าหมายหลักในการผลิตกำลังคนระดับกลางและระดับสูงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นบัณฑิตนักปฏิบัติ เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์และเป้าหมายการพัฒนาประเทศ โดยเปิดสอน 6 คณะ คือ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร คณะบริหารธุรกิจและ เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ และคณะศิลปศาสตร์ รวมทั้งมีหน่วยงานสนับสนุนอื่นๆ ได้แก่ สถาบันวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน และสำนักงานอธิการบดี

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เป็นหลักสูตรในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มีปรัชญาของหลักสูตร คือ การมุ่งเน้นผลิตบัณฑิตทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ให้มีความรู้และทักษะในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การประยุกต์ใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่น ด้วยจรรยาบรรณวิชาชีพมุ่งเน้นผลิตบัณฑิตทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ให้มีความรู้และทักษะในการพัฒนาและประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตลอดจนมีความสามารถในการสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยจรรยาบรรณวิชาชีพ โดยเน้นการตอบสนองต่อพันธกิจของมหาวิทยาลัยในด้านการจัดการศึกษาสายวิชาชีพทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ในระดับสากล เพื่อพัฒนาบุคลากรทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ให้มีความรู้ความสามารถในวิชาชีพ สามารถบูรณาการเทคโนโลยีทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และศาสตร์ต่างๆมาใช้ในการปฏิบัติงานได้ทันทีด้วยความมุ่งมั่นถึงผลสัมฤทธิ์โดยคำนึงถึงจริยธรรม คุณธรรมและจรรยาบรรณในวิชาชีพและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องในลักษณะการเรียนรู้ตลอดชีวิต อีกทั้งยังสนับสนุนพันธกิจในด้านงานวิจัย บริการวิชาการ ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และการบริหารอย่างมีประสิทธิภาพตามหลักธรรมาภิบาล โดยเปิดสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 2546 และได้ทำการปรับปรุงหลักสูตรครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2551 และหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554 ตามลำดับ หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554 ได้ใช้สำหรับนักศึกษาเข้าศึกษาต่อตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 เป็นต้นมา

จากเหตุผลและความสำคัญของการพัฒนาหลักสูตร ผู้วิจัยจึงได้จัดทำวิจัยเรื่องการประเมินหลักสูตรสู่การตัดสินใจในเชิงคุณค่าเพื่อการพัฒนาหลักสูตร ในมิติมุมมองของนักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศในการวิเคราะห์ เพื่อวินิจฉัย จุดเด่น จุดด้อยของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ อันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงกระบวนการของหลักสูตรระหว่างการใช้หลักสูตร เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจคุณค่าของหลักสูตรโดยภาพรวม ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงหลักสูตรให้มีคุณค่าและคุณภาพที่ดีขึ้น อันจะเป็นผลในการนำหลักสูตรไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้และเกิดประโยชน์สูงสุดกับ

การศึกษาและการผลิตบุคลากรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปพัฒนา และปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เพื่อจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงหลักสูตรให้มีความทันสมัยทางวิชาการ ทันการเปลี่ยนแปลงของโลกและตอบสนองความต้องการของสังคมอย่างแท้จริงต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในมิติมุมมองของนักศึกษา ปัจจุบันในหลักสูตร

3. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการประเมินหลักสูตรสู่การตัดสินใจในเชิงคุณค่าเพื่อการพัฒนาหลักสูตรในครั้งนี้เป็นการ นำเสนอผลการประเมินเฉพาะหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554) ในมิติมุมมองของนักศึกษา

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 245 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 216 คน โดยเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ความคิดเห็นต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในด้านต่างๆดังนี้ คือ 1) ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร 2) ด้านผู้สอน เกี่ยวกับความสามารถของผู้สอน 3) ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน 4) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน 5) ด้านปัจจัยสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 216 คน โดยเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4. เครื่องมือการวิจัย คือ แบบสอบถามเพื่อการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในมิติมุมมองของนักศึกษาปัจจุบันในหลักสูตร โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของนักศึกษา และตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. วิธีการวิจัย

การประเมินหลักสูตรสู่การตัดสินใจในเชิงคุณค่าเพื่อการพัฒนาหลักสูตร ในมิติมุมมองของ ดำเนินการวิจัยดังนี้

1) แบบสอบถามเพื่อการประเมิน ผู้วิจัยพัฒนามาจากงานวิจัยของ อัจฉราพร โชติพิทักษ์ [4] อุไรวรรณ แอ็บปลิงและเสาวลักษณ์ ไชยเมฆา [5] เกวลี ผังดีและพิมพ์ธาดา ครองยุติ [6] รัตนา พรหมภาพ [7] ภัทธีรา อีร์สวัสดิ์ [8] ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารการพัฒนาหลักสูตร การประเมินหลักสูตร หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิและงานวิจัยเกี่ยวข้องเพื่อกำหนด นิยามตัวแปรและพฤติกรรมบ่งชี้

ขั้นที่ 2 นำพฤติกรรมบ่งชี้ในนิยามตัวแปร มาสร้างเป็นประเด็นในการตั้งคำถามและใช้คำถามที่สอดคล้องและครอบคลุมทุกประเด็นที่ต้องการสอบถาม

ขั้นที่ 3 นำประเด็นคำถามให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยจำแนกเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ทั้งนี้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ พิจารณาจากการตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างรายการคำถามกับวัตถุประสงค์การประเมินหลักสูตร และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 นำแบบสอบถามที่ได้จากการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) จำนวน 116 คน มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9605

ขั้นที่ 5 นำแบบสอบถามเพื่อการประเมินหลักสูตรมาจัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์และนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

2) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง จากการแจกแบบสอบถามให้นักศึกษาปัจจุบันในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ทุกชั้นปี ในเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2559

3) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ วิเคราะห์สถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ความถี่และร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้วิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของหลักสูตรด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์จุดเด่นของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากลำดับความสำคัญมากที่สุดและมีระดับความสำคัญตั้งแต่ 3.41 ขึ้นไป และจุดด้อยของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ รายด้าน เมื่อลำดับความสำคัญน้อยที่สุด กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย คือ

4.21 - 5.00 หมายถึง มีความสำคัญในระดับมากที่สุด

3.41 - 4.20 หมายถึง มีความสำคัญในระดับมาก

2.61 - 3.40 หมายถึง มีความสำคัญในระดับปานกลาง

1.81 - 2.60 หมายถึง มีความสำคัญในระดับน้อย

1.00- 1.80 หมายถึง มีความสำคัญในระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัย สรุปเป็นประเด็น ดังนี้

1) ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของนักศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 - ชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวน 216 คน ข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถามเมื่อจำแนกตามเพศ จำแนกเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 45.83 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 54.17 โดยมีอายุเฉลี่ย 20.32 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.555 และเมื่อจำแนกตามชั้นปี พบว่าเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 30.09 นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 18.98 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 15.28 และนักศึกษาชั้นปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 35.65 โดยส่วนใหญ่มีผลการเรียนเฉลี่ยสะสม อยู่ระหว่าง 2.01-2.50

2) ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ความเหมาะสมจากความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับความคิดเห็นว่าในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.84$ $SD = .492$) และสรุปจำแนกในแต่ละด้าน ดังนี้

2.1 ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร ความคิดเห็นโดยภาพรวมทุกประเด็นในด้านเนื้อหา สาระของรายวิชาในหลักสูตร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.81$ $SD = .573$) และเมื่อพิจารณาราย ประเด็นมีระดับความคิดเห็น ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกประเด็น คือ เนื้อหาในรายวิชาเหมาะสมกับจำนวน หน่วยกิต ($\bar{X} = 3.88$ $SD = .625$) เนื้อหารายวิชามีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง ($\bar{X} = 3.82$ $SD = .693$) รายวิชาที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการศึกษา $\bar{X} = 3.79$ $SD = .729$) รายวิชาที่มีความเหมาะสม กับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน ($\bar{X} = 3.64$ $SD = .733$) รายวิชาที่มีประโยชน์ต่อการนำไปประกอบอาชีพ ($\bar{X} = 3.91$ $SD = .819$) เมื่อพิจารณาลำดับความสำคัญรายประเด็น ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร ลำดับความสำคัญ มากที่สุด คือ ประเด็นรายวิชาที่มีประโยชน์ต่อการนำไปประกอบอาชีพ มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.91 ลำดับความสำคัญ รองลงมา คือ เนื้อหาในรายวิชาเหมาะสมกับจำนวนหน่วยกิต มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.88 เนื้อหารายวิชาที่มีความ ทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.82 และประเด็นที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุด คือ ประเด็นรายวิชาที่มีความเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.64

2.2 ด้านผู้สอน ความคิดเห็นโดยภาพรวมทุกประเด็น ด้านผู้สอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.04$ $SD = .592$) เมื่อพิจารณารายประเด็น มีระดับความคิดเห็น ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกประเด็น คือ ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า ($\bar{X} = 4.05$ $SD = .699$) ผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ช่วยให้เกิด การเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา ($\bar{X} = 3.96$ $SD = .711$) ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี ($\bar{X} = 4.06$ $SD = .712$) ผู้สอนมีความรอบรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ $\bar{X} = 4.01$ $SD = .689$) ผู้สอนมีความ เป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น ($\bar{X} = 4.09$ $SD = .737$) เมื่อพิจารณาลำดับความสำคัญรายประเด็น ในด้านผู้สอน ลำดับความสำคัญมากที่สุด คือ ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น มี ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.07 ลำดับความสำคัญรองลงมา คือ ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี มีค่าเฉลี่ย ถ่วงน้ำหนัก 4.06 ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.03 ตามลำดับ และประเด็นที่มี ลำดับความสำคัญน้อยที่สุด คือ ผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา มี ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.96

2.3 ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดเห็นโดยภาพรวมทุกประเด็นในด้านวิธีการ สอนและกิจกรรมการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.81$ $SD = .558$) พิจารณาราย ประเด็นมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกประเด็น คือ มีการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการจัดการศึกษา ($\bar{X} = 3.85$ $SD = .673$) มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักศึกษามีส่วนร่วม ในกิจกรรม ได้คิดวิเคราะห์ปฏิบัติกิจกรรม ($\bar{X} = 3.82$ $SD = .726$) มีการใช้สื่อและเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมในการ สอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่ นักศึกษาอย่างเหมาะสม $\bar{X} = 3.91$ $SD = .729$) มีการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้รู้มาเข้าร่วม เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติได้จริง ($\bar{X} = 3.60$ $SD = .783$) ใช้วิธีการสอนหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่เรียน ($\bar{X} = 3.96$ $SD = .711$) มีกิจกรรม การเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ได้อภิปราย ชักถามและแสดงความคิดเห็น ($\bar{X} = 3.86$ $SD = .779$) มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ($\bar{X} = 3.84$ $SD = .761$) มีกิจกรรมการ เรียนการสอนส่งเสริมการค้นคว้าและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ($\bar{X} = 3.85$ $SD = .787$) มีกิจกรรมการเรียน การสอนส่งเสริมให้มีการใช้ภาษาอังกฤษและการสืบค้นข้อมูลความรู้ต่างๆ $\bar{X} = 3.78$ $SD = .774$) มีกิจกรรมการเรียน การสอนที่เชื่อมโยงและบูรณาการกับการบริการวิชาการแก่สังคมหรือการวิจัย หรือการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ($\bar{X} = 3.81$ $SD = .743$) เมื่อพิจารณาลำดับความสำคัญรายประเด็น ในด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ลำดับความสำคัญมากที่สุด คือ มีการใช้สื่อและเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมในการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่ นักศึกษาอย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.91 ลำดับความสำคัญรองลงมา คือ มีกิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ได้อภิปราย ชักถาม และแสดงความคิดเห็น มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.86 และ ประเด็นที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุด คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้รู้มาเข้า ร่วม เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติได้จริง มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.60

2.4 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน ความคิดเห็นโดยภาพรวมทุกประเด็น ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.81$ SD = .571) พิจารณารายประเด็นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกประเด็น คือ ใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย ($\bar{X} = 3.77$ SD = .74) มีการประเมินผลการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนตามพัฒนาการของผู้เรียน ($\bar{X} = 3.79$ SD = .676) ให้ข้อมูลย้อนกลับคะแนนที่ได้จากการวัดผล ($\bar{X} = 3.78$ SD = .768) ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง ($\bar{X} = 3.81$ SD = .734) การวัดและประเมินผลการเรียนมีความชัดเจนและยุติธรรม ($\bar{X} = 3.90$ SD = .712) เมื่อพิจารณาลำดับความสำคัญรายประเด็น ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน ลำดับความสำคัญมากที่สุด คือ การวัดและประเมินผลการเรียนมีความชัดเจนและยุติธรรม มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.90 ลำดับความสำคัญรองลงมา คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.81 และประเด็นที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุด คือ การใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.77

2.5 ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ความคิดเห็นโดยภาพรวมทุกประเด็นในด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.75$ SD = .668) พิจารณารายประเด็นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกประเด็น ได้แก่ สาขาวิชามีห้องเรียน สื่อ และสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องเรียนอย่างเหมาะสมและเพียงพอ ($\bar{X} = 3.81$ SD = .820) สาขาวิชามีหนังสือ ตำรา สำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ ($\bar{X} = 3.62$ SD = .779) สาขาวิชามีงานวิจัย/โครงการ สำหรับการศึกษา ค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ ($\bar{X} = 3.76$ SD = .762) สาขาวิชามีเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตอย่างเหมาะสมและเพียงพอ ($\bar{X} = 3.79$ SD = .872) เมื่อพิจารณาลำดับความสำคัญรายประเด็น ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ลำดับความสำคัญมากที่สุด คือ สาขาวิชามีห้องเรียน สื่อ และสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องเรียนอย่างเหมาะสมและเพียงพอ มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.75 ลำดับความสำคัญรองลงมา คือ สาขาวิชามีเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตอย่างเหมาะสมและเพียงพอ มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.68 และประเด็นที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุด คือ สาขาวิชามีหนังสือ ตำรา สำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.51 ความคิดเห็นภาพรวมทุกด้าน หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ในมิติมุมมองนักศึกษา พบว่า ลำดับความสำคัญมากที่สุด คือ ด้านผู้สอน มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.03 ลำดับความสำคัญรองลงมา คือ ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.81 และด้านที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุด คือ ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.75

ภาพรวมรายประเด็น หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากความคิดเห็นของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ พบว่า ลำดับความสำคัญมากที่สุด 5 ลำดับแรก คือ ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.07 ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.06 ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.03 ผู้สอนมีความรอบรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 4.01 และผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก 3.96 และประเด็นที่มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุด 5 ลำดับ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้รู้มาเข้าร่วมเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติได้จริง มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.60 ในสาขาวิชาหนังสือ ตำรา สำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.63 รายวิชาที่มีความเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.64 สาขาวิชางานวิจัย โครงการ ในการศึกษา ค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.76 และใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย มีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนัก 3.77

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

อภิปรายผล

1. ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร จากการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในมิติมุมมองของนักศึกษาปัจจุบันในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ นักศึกษามีความเห็นว่าเป็นเนื้อหาสาระในรายวิชาต่างๆมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากนักศึกษามองเห็นว่าเนื้อหาสาระต่างๆมีความเหมาะสมกับจำนวนหน่วยกิต มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง สอดคล้องตามความต้องการของผู้เรียน และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการนำไปประกอบอาชีพต่อไป จุดเด่นของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร คือ ประเด็นรายวิชาที่มีประโยชน์ต่อการนำไปประกอบอาชีพ จุดด้อยของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตร คือ ประเด็นรายวิชาที่มีความเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน แม้จะเป็นจุดด้อยที่มีลำดับความสำคัญ น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเด็นอื่นๆ แต่ยังคงมีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักอยู่ในระดับความสำคัญมาก ซึ่งประเด็นจุดเด่นของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุณี อภิวัฒน์ไพศาล [9] ที่ได้ศึกษาความคาดหวังของนายจ้างที่มีต่อบัณฑิตในด้านความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยี พบว่า นายจ้างมีความคาดหวังด้านความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ และด้านความสามารถในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งสอดคล้องตามเนื้อหาสาระของรายวิชาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ดังกล่าว

2. ด้านผู้สอน ผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี มีความรอบรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ และมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น จุดเด่นของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้านผู้สอน คือ ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น จากคุณสมบัติดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า อาจารย์ผู้สอนมีความตั้งใจในการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีความเป็นกันเองกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกล้าแสดงออก กล้าซักถาม มีผลให้ความสามารถในการรับความรู้และประสบการณ์ต่างๆจากผู้สอนอย่างเต็มที่นั่นเอง และจุดด้อยของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้านผู้สอน คือ ผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักอยู่ในระดับความสำคัญมากเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ เอกชัย เนาวนิช [10] ได้กล่าวว่า คุณภาพผู้สอนเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้การปฏิรูปการศึกษาเป็นไปตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ

3. ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้ประเมินมีความเห็นว่า การสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการจัดการศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้คิดวิเคราะห์ปฏิบัติกิจกรรม การใช้สื่อและเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่ นักศึกษาอย่างเหมาะสม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้รู้มาเข้าร่วม เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติได้จริง ใช้วิธีการสอนหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่เรียน มีกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ได้อภิปราย ซักถามและแสดงความคิดเห็น กิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมการค้นคว้าและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้มีการใช้ภาษาอังกฤษและการสืบค้นข้อมูลความรู้ต่างๆ กิจกรรมการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงและบูรณาการกับการบริการวิชาการแก่สังคมหรือการวิจัยหรือการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม มีความเหมาะสม สำหรับจุดเด่นของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน คือ การใช้สื่อและเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมในการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่ นักศึกษามีอย่างเหมาะสม จุดด้อยของหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน คือ ประเด็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้รู้มาเข้าร่วม เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติได้จริง ซึ่งมีค่าถ่วงเฉลี่ยน้ำหนักน้อยสุด แต่ยังคงมีระดับความสำคัญอยู่ในระดับมาก ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการ

คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรส่งเสริมประเด็นนี้ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้รู้มาให้ความรู้แก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติได้จริงมากขึ้น ทั้งนี้จุดเด่นของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คือ การใช้สื่อและเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมในการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้แก่ศึกษามีอย่างเหมาะสมสอดคล้องกับการศึกษาของปีหมา ทองสม [11] พบว่าหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนตลอดจนความสุขในการเรียนของนักศึกษาประกอบด้วยวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนส่วนหนึ่งเป็นสำคัญ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนานักศึกษาให้เป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการศึกษา อีกทั้งยังเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนตามรายละเอียดของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เช่น การใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย การประเมินผลการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนตามพัฒนาการของผู้เรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับคะแนนที่ได้จากการวัดผล การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเองตลอดจนการวัดและประเมินผลการเรียนมีความชัดเจนและยุติธรรม จากความคิดเห็นของนักศึกษา จุดเด่นหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน คือ การวัดและประเมินผลการเรียนมีความชัดเจนและยุติธรรม จุดด้อยหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน คือ การใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย ถึงแม้ตามเกณฑ์ที่กำหนดการใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลายจะเป็นจุดด้อยของหลักสูตรก็ตาม แต่หากมีระดับความสำคัญอยู่ในระดับมาก ซึ่งควรได้รับการพัฒนาเพื่อให้หลักสูตรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อ สำหรับด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อ ผู้ประเมินมีความเห็นว่าเป็นประเด็นในด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เช่น สาขาวิชามีห้องเรียน สื่อ และสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องเรียนที่เหมาะสมและเพียงพอ สาขาวิชามีหนังสือ ตำรา สำหรับค้นคว้าที่เหมาะสมและเพียงพอ สาขาวิชามีงานวิจัย/โครงการ ในการศึกษาค้นคว้าที่เหมาะสมและเพียงพอ และสาขาวิชามีเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตที่เหมาะสมและเพียงพอ จากความคิดเห็นของนักศึกษา จุดเด่นหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ สาขาวิชามีห้องเรียน สื่อ และสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องเรียนที่เหมาะสมและเพียงพอ และจุดด้อยหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ วิชาหนังสือ ตำรา สำหรับค้นคว้ายังไม่เหมาะสมและเพียงพอ ซึ่งเป็นประเด็นที่หลักสูตรต้องพัฒนาปรับปรุงต่อไป ซึ่งโดยภาพรวมทุกด้านของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากความคิดเห็นของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ พบว่า จุดเด่นของหลักสูตร คือ ด้านผู้สอน และสิ่งที่ควรพัฒนาปรับปรุงคือ ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้อ โดยรายประเด็นหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากความคิดเห็นของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ พบว่า จุดเด่นของหลักสูตร คือ ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า ผู้สอนมีความรอบรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ และผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา และประเด็นที่ควรพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มเติม คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้รู้มาเข้าร่วมให้มากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติได้จริง สาขาวิชาหรือหลักสูตรควรมีหนังสือ ตำรา สำหรับค้นคว้าให้นักศึกษาอย่างเหมาะสมและเพียงพอขึ้น ตรวจสอบความเหมาะสมของรายวิชากับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน สาขาวิชาหรือหลักสูตรควรมีงานวิจัยหรือโครงการ ในการศึกษาค้นคว้าให้เพิ่มมากขึ้น และผู้สอนควรใช้เทคนิคหรือวิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลายมากขึ้น ซึ่งจากการวิจัยการประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2554 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในมิติมุมมองของ

นักศึกษาปัจจุบันในหลักสูตร เป็นการประเมินระหว่างการใช้หลักสูตร โดยมุ่งศึกษาความก้าวหน้าของการใช้หลักสูตรเป็นช่วงๆว่าการดำเนินการใช้หลักสูตรเป็นไปตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้หรือไม่ ตามมิติมุมมอง นักศึกษาปัจจุบัน สอดคล้องตามการศึกษาของ พิชิต ฤทธิ์จรูญ [12] ได้กล่าวไว้ว่าการประเมินหลักสูตรเป็นกระบวนการในการจัดเตรียมสารสนเทศสำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วย 5 ระยะ คือ การประเมินก่อนพัฒนาหลักสูตร การประเมินร่างหลักสูตรหรือการวิเคราะห์หลักสูตร การประเมินก่อนการใช้หลักสูตร การประเมินระหว่างการใช้หลักสูตร และการประเมินหลังการใช้หลักสูตรครบวงจร

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ : ผู้บริหารหลักสูตรตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ควรเพิ่มกลยุทธ์หรือพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรในแต่ละประเด็นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รักษาคุณภาพของจุดเด่นของหลักสูตรและพัฒนาจุดด้อยของหลักสูตร เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของหลักสูตร

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป : ควรมีการประเมินหลักสูตรทุกหลักสูตรวิชาเพื่อการพัฒนาหลักสูตรและควรมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- [1] อนุชัย ตั้งศุภพรชัย. การประเมินผลหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร พุทธศักราช 2539. ปรียญานิพนธ์ สาขาวิชาบริหารอาชีวและเทคนิคศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- [2] สำนักมาตรฐานและคุณภาพอุดมศึกษา. เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรอุดมศึกษา พ.ศ. 2548. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2553.
- [3] วิชัย วงษ์ใหญ่. การพัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองธรรม, 2533.
- [4] อัจฉราพร โชติพิทักษ์. การติดตามผลผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรบัญชี คณะบัญชีมหาวิทยาลัยศรีปทุม ภาค ปกติ ระหว่างปีการศึกษา 2539-2542. กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2544.
- [5] อุไรวรรณ แอ็บปลั่งและเสาวลักษณ์ ไชยเมฆา. การติดตามผลบัณฑิตเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2556. เชียงใหม่:มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556.
- [6] เกวลี ผังดีและพิมพ์รดา ครองยุติ. ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรของภาควิชา สถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2556. ขอนแก่น:มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.
- [7] รัตนา พรหมภาพ. ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรของภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2550. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551.
- [8] ภัทธีรา อีรสวัสดิ์. การพัฒนาหลักสูตรการสื่อสารนวัตกรรม สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี วิทยาลัย นวัตกรรมสื่อสารสังคม. ปรียญานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.
- [9] จารุณี อภิวัฒน์ไพศาล. ความคาดหวังของนายจ้างที่มีต่อบัณฑิตบัญชีในด้านความรู้ความสามารถทาง เทคโนโลยีสารสนเทศ. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 2555, 32(3), 17-32.
- [10] เอกชัย เนาวนิช. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการทำวิจัยในชั้นเรียนตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง กรณีศึกษา: สำหรับอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 2559, 36(2) : 84-95.
- [11] ปัทมา ทองสม. การพัฒนาดัชนีชี้วัดความสุขในการเรียนของนิสิต หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต

สังกัดกระทรวงสาธารณสุข. วารสารการพยาบาลการศึกษา 2554, 4(1) : 88-110.

- [12] พิชิต ฤทธิจรรณ. การประเมินหลักสูตร: แนวคิด กระบวนการและผลการใช้ผลการประเมิน. วารสาร
ศึกษาศาสตร์ มสธ 2558, 8(1) : 13-28.

การผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจ
และตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15
ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร)

Video 3D with 3D camera mapping techniques to promote understanding
and King's speech of Chakri Dynasty in Banknote,
15 Series importance awareness for Bank of Thailand

วรัญญา เดชพงษ์¹ ประทีป วิจิตรศรีไพบูลย์² พนิตย์ ทองดี³
ปรียาภรณ์ วินิจบุตร⁴ กัญฐิกา ณรงค์ชัยเจริญ⁵

Waranya Dathpong¹, Pratheep Vijitsribhaiboon², Panit Thongdee³,
Preeyapond Vinitbutr⁴, Kanthika Narongchajjarean⁵

^{1,2,3,4,5} สาขาวิชาเทคโนโลยีมีลติมีเดีย คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจรัลพงษานุวรณ

waranya_dat@cpc.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) และ (2) ส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ของ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) วิธีดำเนินการวิจัยแบ่ง 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) ระยะที่ 2 การศึกษาผลของการรับชมสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ประชาชนทั่วไปที่เข้ามาเยี่ยมชมนิทรรศการกิจการธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ และแบบสอบถาม เป็นคำถามชนิดปลายปิดและปลายเปิด สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า (1) สื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) มีคุณภาพอยู่ในระดับพึงพอใจมาก (2) ประชาชนที่ได้รับชมสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : วีดิทัศน์ 3 มิติ, พระราชดำรัส, ธนบัตร, สายออกบัตรธนาคาร

ABSTRACT

This research is Quantitative research. The objective is to (1) Video 3D with 3D camera mapping techniques to promote understanding and King's speech of Chakri Dynasty in Banknote, 15 Series importance awareness for Bank of Thailand and (2) To promote understanding and

King's speech of Chakri Dynasty in Banknote, 15 Series importance awareness for Bank of Thailand. The first phase is the development of Video 3D with 3D camera mapping techniques to promote understanding and King's speech of Chakri Dynasty in Banknote, 15 Series importance awareness for Bank of Thailand and. The second phase effects of using video 3D with 3D camera mapping techniques. The sample used are people visiting the exhibition of banknote in Bank of Thailand from a sampling of 30 people. The tools used consisted of Video 3D and questionnaire open ended question, close ended question. Statistics used to Descriptive statistics by Frequency Percentage Mean and S.D.

The results revealed that (1) Video 3D with 3D camera mapping techniques to promote understanding and King's speech of Chakri Dynasty in Banknote, 15 Series importance awareness for Bank of Thailand, quality is very satisfied (2) People who have been watching Video 3D with 3D camera mapping techniques, quality is very satisfied.

Keywords : Video 3D, King's speech, Banknote

บทนำ

นับตั้งแต่อดีตเมื่อเกิดเศรษฐกิจการค้ำรูปแบบใหม่ ทำให้ระบบเงินตราแบบโบราณของสยามไม่สามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ นำมาสู่การปรับปรุงระบบมาตราของเงินตราและการริเริ่มที่จะนำเงินกระดาษเข้ามาใช้เป็นสื่อกลางใหม่ในระบบเศรษฐกิจการค้ำ โดยเริ่มต้นจาก หมาย, ใบพระราชทานเงิน ตรา, อัฐกระดาษ, บัตรธนาคาร, เงินกระดาษหลวง จนพัฒนามาสู่รูปแบบของธนบัตรในที่สุด ตอนนี้นธนบัตรไทยได้ออกมาถึงรุ่นล่าสุดเป็นแบบที่ 16 แล้ว แต่อาจจะไม่มีใครสังเกตว่า ธนบัตรบางรุ่นนอกจากจะเป็นพระมหากษัตริย์รัชกาลต่างๆ และพระราชกรณียกิจ หรือเหตุการณ์ในสมัยรัชกาลนั้นแล้ว บางแบบยังมีพระบรมราชโองการ พระราชดำรัส หลังธนบัตรไทย ที่มีคุณค่ามากอีกด้วย จากอดีตจนถึงปัจจุบัน ก็มุ่งเน้นที่การรวบรวมข้อมูลธนบัตรแต่ละแบบ แต่ละรุ่นว่ามีรูปร่างหน้าตา เทคนิคการพิมพ์ ลายเซ็น วันประกาศที่ใช้ สี สัน ลวดลาย รูปภาพ หรือรูปลักษณะอะไรบ้างเพียงเท่านั้น โดยละเลยคุณค่าหรือความนัยที่แฝงอยู่บนธนบัตร โดยธนบัตรแบบ 15 นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อเผยแพร่พระราชกรณียกิจของพระมหากษัตริย์แห่งพระราชวงศ์จักรีที่ทรงพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ อาทิ เกษตรกรรม วิทยาศาสตร์ การศาสนา และการคลัง เป็นต้น และเป็นแบบที่เริ่มปรับขนาดความกว้างของธนบัตรให้เท่ากันทุกชนิดราคา เพื่อความสะดวกในการพกพา

จากความสำคัญข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 และตั้งใจร่วมส่งเสริมค่านิยมที่ดี ปลุกฝังคุณค่าของธนบัตรไทย ที่มีตราสัญลักษณ์ คือ ประทับตราพระราชสัญลักษณ์ประจำพระราชวงศ์จักรีรูปพระแสงจักร และพระราชลัญจกรประจำพระองค์รูปพระมหาพิชัยมงกุฎ และยังคงมีจุดมุ่งหมายเพื่อเผยแพร่พระราชดำรัสของพระมหากษัตริย์แห่งพระราชวงศ์จักรีที่ทรงพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ ให้แก่คนรุ่นหลังหรือคนในสังคมไทยในปัจจุบันได้รับรู้เรื่องราวและความสำคัญของธนบัตรไทย ได้อย่างมีคุณค่าภายใต้พระราชวงศ์จักรีสืบไปชั่วกาลนาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร)
2. เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ของ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร)

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ประชาชนทั่วไปที่เข้ามาเยี่ยมชมนิทรรศการกิจการธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย
กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชาชนทั่วไปที่เข้ามาเยี่ยมชมนิทรรศการกิจการธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping

ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำริในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลเกี่ยวกับธนบัตรไทยแบบ 15 จากธนาคารแห่งประเทศไทย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรกฎ จำเนียร 2558 บทบาทของสื่อวีดิทัศน์กับการสร้างการมีส่วนร่วมในกิจกรรมชุมชนของกลุ่มเยาวชนทูป็นัมเวอร์วัน ตำบลรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช กล่าวว่า การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งประเด็นศึกษาสื่อวีดิทัศน์ที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของเยาวชนในการเข้ามาทำกิจกรรมชุมชน โดยกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาในตำบลรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเห็นว่า สื่อวีดิทัศน์ เป็นสื่อที่มีคุณลักษณะที่พิเศษ ที่สามารถแสดงได้ทั้งภาพและเสียง นอกจากนี้ ยังสามารถถ่ายทอดในลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหวที่เป็นธรรมชาติและสามารถพัฒนาการส่งสัญญาณไปยังสถานที่ที่อยู่ห่างไกลได้อย่าง รวดเร็ว ทำให้ผู้ดูเกิดการรับรู้และเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง นอกจากนี้ ยังสามารถเลือกดูภาพที่ต้องการได้ง่ายอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำริในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน สนั่น สระแก้ว และ ปรัชญา เฉลิมวัฒน์. (2550).

1. ขั้นตอนก่อนการผลิต (Pre-Production)

1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นกับประเด็นเรื่องราวของการผลิตสื่อวีดิทัศน์ รวมถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพระราชดำริในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15

1.2 ติดต่อธนาคารแห่งประเทศไทย สายออกบัตรธนาคาร ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์ ประสานงานด้านการขออนุญาตในการทำวีดิทัศน์ และการขอข้อมูลจำเป็นทางด้านต่างๆ รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการทำหนังสือขออนุญาตไปยัง ผู้อำนวยการฝ่ายกลยุทธ์และวางแผน สายออกบัตรธนาคาร ธนาคารแห่งประเทศไทย

1.3 คัดเลือกภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่ตรงกับความหมายที่จะสื่อไปยังผู้ชม

1.4 การลำดับภาพ โดยผ่านการคัดเลือกภาพที่มีความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา เป็นการกำหนดภาพกับเนื้อหาให้มีความสอดคล้อง และตรงความหมายมากที่สุด

1.5 สร้าง Story Board

ลำดับ	รูปภาพ	บทบรรยาย
5		ธนบัตรไทยแบบ 15 มุ่งเผยแพร่พระราชกรณียกิจด้านต่างๆ ของพระมหากษัตริย์แห่งราชวงศ์จักรี
6		อาทิ เกษตรกรรม

ภาพที่ 1.1 การ Render งานบนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

2. ขั้นตอนการผลิต (Production)

2.1 การทำแอนิเมติก (Animatic) การนำเอาภาพนิ่งทุกภาพมาเรียงร้อยต่อกันและทำให้เป็นเรื่องราวโดยมีการใส่เวลาจริงรวมทั้งเสียงพากย์ และ Sound Effect เบื้องต้นเพื่อให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการผลิต



ภาพที่ 2.1 ลำดับภาพการทำแอนิเมติก

2.2 เตรียมภาพอ้างอิง โดยจะกำหนดภาพแต่ละช็อตว่าจะมีภาพอ้างอิงแบบใด ใช้สิ่งประกอบที่จำเป็นกับภาพนั้นๆ

2.3 ปรับแต่งแก้ไขภาพและแยกชิ้นงานเลเยอร์ เช่น การแก้ไขภาพที่มีรอยยับหรือลบบรอยสิ่งสกปรกบนชิ้นงานภาพปรับอัตราส่วนของภาพให้เหมาะสมกับงานที่กำหนด จากนั้นเป็นขั้นตอนการแยกชิ้นส่วนของภาพ ตามความลึกตื้น หรือมิติของภาพ โดยจะใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในการปรับแต่ง แก้ไขภาพ และแยกชิ้นงานเลเยอร์

2.4 นำไฟล์ภาพที่ได้มาเข้าสู่โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้าง Motion Graphic เพื่อให้ภาพทั้งหมดเกิดการเคลื่อนไหว

3. ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-Production)

3.1 นำส่วนประกอบทั้งหมดมารวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดผลงานที่มีทั้งภาพและเสียงที่ลงตัว

3.2 ทำการตัดต่อภาพและเสียงที่เหมาะสมกับฉากต่างๆ

ระยะที่ 2 การศึกษาผลของการชมสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำริสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) เป็นคำถามชนิดปลายเปิดและชนิดปลายปิด เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่เข้ามาเยี่ยมชมนิทรรศการกิจการธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย โดยมีการดำเนินงาน ดังนี้

1. นำแบบสัมภาษณ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 2 คน รวมถึงนางสาวโสภี สงวนศักดิ์กุล ผู้อำนวยการ ฝ่ายกลยุทธ์และวางแผนธนบัตร สายออกบัตรธนาคาร เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วน ความชัดเจนของคำถามก่อนนำไปใช้จริง
2. ติดต่อเพื่อขอให้สถานที่ในการเก็บข้อมูล จัดเตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปิดสื่อวีดิทัศน์
3. เตรียมการแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งก่อนแจกแบบสอบถามนั้นจะมีการเปิดสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ให้ดูผ่านทางอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้
4. ดำเนินการเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างหลังจากที่ดูสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ พร้อมกับบันทึกภาพเพื่อเก็บข้อมูล
5. นำข้อมูลที่ได้จากการแจกแบบสอบถามมาสรุปและวิเคราะห์เพื่อเขียนรายงานสรุปผลการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. วีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับพระราชดำริสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15

2. แบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเป็นข้อคำถามปลายเปิดและปลายปิด เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจหลังจากการได้รับชมสื่อ วิดีทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ คำถามเกี่ยวกับด้านเทคนิคในการผลิตสื่อวีดิทัศน์ มีจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ (1) สื่อวีดิทัศน์ที่ผลิตขึ้นมีความสวยงาม ทันสมัย (2) ความสอดคล้องกันระหว่างภาพและเสียงบรรยาย (3) มีการนำเสนอเรื่องราวชัดเจนเข้าใจง่าย (4) ความเหมาะสมของเสียงดนตรีและเสียงบรรยาย (5) ความเหมาะสมของระยะเวลาในการรับชมสื่อ และคำถามเกี่ยวกับด้านความรู้ที่ได้รับหลังจากการชมสื่อวีดิทัศน์ มีจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ (1) ประโยชน์ที่ได้รับจากการรับชมสื่อวีดิทัศน์ (2) ท่านคิดว่ามีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของธนบัตรไทยแบบ 15 (3) ท่านตระหนักถึงพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีของแต่ละพระองค์มากขึ้น (4) ท่านคิดว่าจะมีการนำแนวคิดของพระราชดำรัสไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (5) ท่านสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการชมวีดิทัศน์

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นอื่นๆ

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	14	46.6
หญิง	16	53.4
รวม	30	100.0

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเป็นเพศหญิง มากที่สุด มีจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.4 และเป็นเพศชายน้อยที่สุด มีจำนวน 14 คน คิดเป็น ร้อยละ 46.6

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
15 - 25 ปี	16	53.4
26 - 35 ปี	8	26.6
มากกว่า 35 ปี	6	20.0
รวม	30	100.0

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 15-25 ปี มากที่สุด โดยมีจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.4 รองลงมาอยู่ในช่วงอายุ 26-35 ปี โดยมีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.6 และอยู่ในช่วงอายุมากกว่า 35 ปี น้อยที่สุด โดยมีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
นักเรียน/นักศึกษา	15	50.0
รัฐวิสาหกิจ	4	13.4
ธุรกิจส่วนตัว	3	10.0
ข้าราชการ	6	20.0
อื่นๆ	2	6.6
รวม	30	100.0

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นนักเรียนและนักศึกษา มากที่สุด โดยมีจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 รองลงมาอาชีพเป็นข้าราชการ โดยมีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ถัดมาอาชีพเป็นรัฐวิสาหกิจ โดยมีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.4 มีอาชีพเป็นธุรกิจส่วนตัว โดยมีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 และ มีอาชีพเป็นอื่นๆ น้อยที่สุด โดยมีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.6

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจหลังจากการได้รับชมสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจในการรับชมสื่อ					ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่าระดับการมีส่วนร่วมในการรับชมสื่อ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
ด้านเทคนิคในการผลิตสื่อวีดิทัศน์								
2.1 สื่อวีดิทัศน์ที่ผลิตขึ้นมา มีความสวยงาม ทันสมัย	17 (56.66)	13 (43.34)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.57	0.50	มากที่สุด
2.2 ความสอดคล้องกันระหว่างภาพและเสียงบรรยาย	13 (43.33)	16 (53.33)	1 (3.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.40	0.55	มากที่สุด
2.3 มีการนำเสนอเรื่องราวชัดเจนเข้าใจง่าย	11 (36.66)	13 (43.33)	6 (20.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.17	0.73	มาก
2.4 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีและเสียงบรรยาย	9 (30.00)	15 (50.00)	5 (16.66)	1 (3.33)	0 (0.00)	4.07	0.77	มาก
2.5 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการรับชมสื่อ	2 (6.66)	15 (50.00)	11 (36.66)	2 (6.66)	0 (0.00)	3.57	0.72	มาก
รวม						4.15	0.65	มาก
ด้านความรู้ที่ได้รับ								
2.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการรับชมสื่อวีดิทัศน์	13 (43.33)	16 (53.33)	1 (3.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.40	0.56	มากที่สุด
2.7 ท่านคิดว่ามีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของธนบัตรไทยแบบ 15	10 (33.33)	16 (53.33)	3 (10.00)	1 (3.33)	0 (0.00)	4.17	0.75	มาก
2.8 ท่านตระหนักถึงพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีของแต่ ละพระองค์มากขึ้น	10 (33.33)	18 (60.00)	2 (6.66)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.27	0.58	มากที่สุด
2.9 ท่านคิดว่าจะมีการนำแนวคิดของพระราชดำรัสไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	6 (20.00)	19 (63.33)	5 (16.66)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.03	0.61	มาก
(5) ท่านสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการชมวีดิทัศน์	7 (23.33)	19 (63.33)	4 (13.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.10	0.61	มาก
รวม						4.19	0.62	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่า ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความคิดเห็นโดยรวม อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยแบ่งออกเป็นด้านเทคนิคในการผลิตสื่อวีดิทัศน์ ($\bar{X} = 4.15$, S.D. = 0.65) โดยพิจารณาความพึงพอใจของรายการประเมินพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยมากที่สุด คือ สื่อวีดิทัศน์ที่ผลิตขึ้นมีความสวยงามทันสมัย ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.50) ความสอดคล้องกันระหว่างภาพและเสียงบรรยาย ทันสมัย ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.55) ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยมาก คือ มีการนำเสนอเรื่องราวชัดเจนเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.73) ความเหมาะสมของเสียงดนตรีและเสียงบรรยาย ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.77) ความเหมาะสมของระยะเวลาในการรับชมสื่อ ($\bar{X} = 3.57$, S.D. = 0.72) ด้านความรู้ที่ได้รับ ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.62) โดยพิจารณาความพึงพอใจของรายการประเมินพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยมากที่สุด คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการรับชมสื่อวีดิทัศน์ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.56) ท่านตระหนักถึงพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีของแต่ละพระองค์มากขึ้น ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.58) ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยมาก คือ ท่านคิดว่ามีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของธนบัตรไทยแบบ 15 ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.75) ท่านคิดว่าจะมีการนำแนวคิดของพระราชดำรัสไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.61) ท่านสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการชมวีดิทัศน์ ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.61)

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นอื่นๆ

จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน มีผู้ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และผู้ไม่แสดงความคิดเห็นเป็นจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80.0 โดยมีข้อสรุป คือ สื่อที่ผลิตเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ที่น่าชื่นชมเพราะมีแนวคิดและความตั้งใจที่จะถ่ายทอดให้ผู้ชมตระหนักและเห็นความสำคัญในพระราชดำรัส ผ่านเรื่องราวของธนบัตรไทย ภาพที่ใช้ประกอบสวยและสื่อนี้เหมาะแก่การนำไปเผยแพร่แต่ควรมีการปรับเสียงในช่วงเพราะฟังแล้วยังไม่ชัดเจน

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) กลุ่มตัวอย่างที่รับชมสื่อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทั้งทางด้านเทคนิคการนำเสนอและทางด้านความรู้ที่ได้รับ เนื่องจากการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ด้วยสื่อประเภทนี้ ทำให้เกิดความน่าสนใจเพราะยังไม่เคยมีการผลิตสื่อในรูปแบบวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เป็นการนำภาพนิ่งมาทำในรูปแบบเป็นภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ทำให้ภาพดูมีชีวิตชีวามากขึ้น และน่าสนใจขึ้น รวมถึงมีการถ่ายทอดเรื่องความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ซึ่งคนส่วนมากอาจจะยังไม่ทราบว่า มีธนบัตรแบบ 15 นั้นมีเรื่องราวความสำคัญเกี่ยวกับพระราชกรณียกิจของพระมหากษัตริย์แห่งพระราชวงศ์จักรีที่ทรงพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ อยู่ด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ สุขญา บุญพิพัฒน์, 2556 กล่าวว่าวีดิทัศน์เป็นสื่อที่มีความพร้อมในลักษณะของมัลติมีเดีย ซึ่งได้รวมเอาความโดดเด่นของรูปแบบ และแนวทางการนำเสนอที่สมบูรณ์ครบถ้วนไว้ทั้งภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบ คอมพิวเตอร์กราฟิก และเทคนิคพิเศษอีกมากมาย สามารถกระตุ้นความสนใจ ดึงดูดได้เป็นอย่างดี สามารถนำมาเปิดซ้ำได้ตามความต้องการ

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง ผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความ

เข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) และเพื่อผลิตสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 ให้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย (สายออกบัตรธนาคาร) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ประชาชนทั่วไปที่เข้ามาเยี่ยมชม นิทรรศการกิจการธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping และแบบสอบถามเป็นคำถามชนิดปลายปิดและปลายเปิด ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามสามารถสรุปได้ว่า สื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping มีคุณภาพอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และ ประชาชนที่ได้รับชมสื่อวีดิทัศน์ 3 มิติ ด้วยเทคนิค 3D Camera Mapping มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความรู้แก่บุคลากรทางสายวิชาการเพื่อสร้างสรรค์ผลงานวิจัย และขอขอบคุณข้อมูลพระราชดำรัสในราชวงศ์จักรีบนธนบัตรไทยแบบ 15 จากธนาคารแห่งประเทศไทยเพื่อนำมาใช้ประกอบการเขียนบทความวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรกฎ จำเนียร 2558 บทบาทของสื่อวีดิทัศน์กับการสร้างการมีส่วนร่วมในกิจกรรมชุมชนของกลุ่มเยาวชนทูปิ่นมเวอร์วัน ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช หลักสูตรนิเทศศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
- [2] การแอนิเมชัน 3 มิติ และงาน 3 มิติ. (ม.ป.ป). [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลวันที่ 5 มีนาคม 2559. จาก https://archive.cmu.ac.th/ful/t/2552/mdad1052ap_ch2.pdf
- [3] ธนาคารแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป). ธนบัตรไทยแบบ 15 [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลวันที่ 4 มีนาคม 2559. จาก <https://www.bot.or.th/Thai/Pages/default.aspx>
- [4] แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตรายการโทรทัศน์ (ม.ป.ป). [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลวันที่ 10 มีนาคม 2559. จาก <https://www.gotoknow.org/posts/124467>
- [5] ปิติมนัส บรรลือ. (2554). โครงการวิจัยและพัฒนาสื่อวีดิทัศน์ปลุกจิตสำนึกรักบ้านเกิดชุมชนตลาดเก่าศาลายา อาเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.
- [6] ภาพยนตร์สั้นเพลงธงชาติสามมิติ ร้อยใจไทยรักสามัคคี โดยนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ [ออนไลน์]. 2557. เข้าถึงข้อมูลวันที่ 7 มีนาคม 2559. จาก <http://daily.bangkokbiznews.com/detail/196979>
- [7] สนั่น สระแก้ว และ ปรัชญา เฉลิมวัฒน์. (2550). ขั้นตอนในการทำแอนิเมชัน. สืบค้นจาก <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=36&chap=7&page=t36-7-infodetail04.html>
- [8] สุขญา บุญพิพัฒน์, 2556, การสร้างสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง ประโยคสนทนา 3 ภาษา ในร้านสะดวกซื้อ สำหรับการจัดการเรียนการสอนทางไกล ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปี ที่ 1, วิทยาลัยเทคโนโลยีปัญญาภิวัฒน์

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของผู้นำชุมชน
กรณีศึกษาตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

The Factors Influencing in Information and Communication Technology
Acceptance of Community Leaders :- Case Study in Thap Rat Sub-district,
Ta Phraya District, Sa Kaeo Province

สุทธิรักษ์ สุขเกษม¹ กุลธิดา มะลิซ้อน² สาโรช ห่วงนุ่ม³
Sutthirak Sookkhasem¹, Kulthida Malison (ภาษาอังกฤษ)², Sarote Wangnoom³

*¹ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

² คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

³ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

*sutthirak@cpc.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของผู้นำชุมชนตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว และเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของผู้นำชุมชนตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้นำชุมชน ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และประธาน อบต. ในตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว โดยมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 31 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ คือ แบบสอบถาม ซึ่งมีค่าความน่าเชื่อถือ 0.924 และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-Test และ F-Test ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

ในภาพรวม ผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอยู่ในระดับมาก ด้านที่มีระดับสูงที่สุด คือ ด้านความคาดหวังในประสิทธิภาพการทำงาน (Performance Expectancy) เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีในด้านต่างๆ ของผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว จำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่า ผู้นำชุมชน ที่มีตำแหน่ง เพศ และอายุ แตกต่างกัน มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยี ในภาพรวม และในแบบเป็นรายด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบตามวุฒิการศึกษา และประสบการณ์ฝึกอบรมด้านคอมพิวเตอร์ พบว่า ผู้นำชุมชนที่มีวุฒิการศึกษา และประสบการณ์ฝึกอบรมด้านคอมพิวเตอร์ แตกต่างกันมีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแตกต่างกัน ในด้านอิทธิพลทางสังคม (Social Influence)

คำสำคัญ: ปัจจัยที่มีอิทธิพล การยอมรับ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผู้นำชุมชน

ABSTRACT

This research aims to study the level and the influencing factors in information and Communication Technology acceptance of community leaders in Thap Rat Sub-District, Ta Phraya District, Sa Kaeo Province. The sample were 31 community leaders including Village Headman, Assistant Village Headman, and Chairman of Sub-district Administrative Organization. The research

instrument was questionnaire, which has the reliability 0.924. The data were analyzed by Percentage, S.D., t-Test, and F-Test.

The acceptance of information and Communication Technology was in high level. The highest influencing factors of Information and Communication Technology acceptance was Performance Expectancy. According to comparing technology acceptance level of the community leaders with the statistical significance at 0.05 level, it was found that the acceptance level of the leaders divided by different position, gender, and age was not different. Yet, after comparing by educational background and training experience, it was found that the acceptance level of the leaders was significantly different in the factor of Social Influence.

Keywords: Influencing Factors, Acceptance, Communication Technology, Community Leaders

1. บทนำ

จากการบริการวิชาการโครงการการจัดการระบบสารสนเทศสร้างความเข้มแข็งสู่ชุมชน ที่ตำบลทัพราช อำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี ของทางสาขาวิชาการระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจรัลพิษณุพนารณ ระหว่างวันที่ 6 – 10 เมษายน 2557 ที่ผ่านมา ทางสาขาวิชาได้ดำเนินกิจกรรมจัดการความรู้ของชุมชน โดยอาศัยเครือข่ายสังคมเป็นเครื่องมือในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และถ่ายทอดองค์ความรู้ของชุมชน ซึ่งทางคณะผู้วิจัยพบว่า ผู้นำชุมชนส่วนหนึ่งมีการใช้เครือข่ายสังคมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และถ่ายทอดองค์ความรู้ของชุมชน แต่ก็มีผู้นำชุมชนจำนวนไม่น้อยที่ไม่ได้นำเครือข่ายสังคมไปใช้ ทำให้การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และถ่ายทอดองค์ความรู้ของชุมชนไม่ครบถ้วน

จากอุปสรรคดังกล่าว ทำให้ทางคณะผู้วิจัยต้องการหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของผู้นำชุมชน ที่อยู่ในพื้นที่ตำบลทัพราช อำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อจะหาแนวทางในการพัฒนากระบวนการในการจัดการองค์ความรู้ของชุมชนโดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ จำนวนปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับเวลาว่าจะเป็นเมื่อใด และแนวทางการใช้งานเทคโนโลยีนั้น ๆ มี 2 ปัจจัย คือการยอมรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness : PU) และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of User : PEOU)

2.2 แบบจำลองการใช้ประโยชน์เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Model of PC utilization : MPCU) เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากแบบจำลอง The theory of inter- personal behavior ของ Triandis ใช้ศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ ทั้งนี้ Thompson และคณะได้นำมาปรับใช้ศึกษาในบริบทของระบบสารสนเทศ เพื่อพยากรณ์การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล อย่างไรก็ตามแบบจำลอง MPCU เหมาะสำหรับนำมาใช้พยากรณ์การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของแต่ละบุคคล Thompson และคณะจึงใช้แบบจำลอง MPCU เพื่อการพยากรณ์พฤติกรรมการใช้มากกว่าที่จะศึกษา และอธิบายความตั้งใจ หลักการของ MPCU คือการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนบุคคลได้รับแรงขับเคลื่อนจาก

1 ผลลัพธ์ที่ตามมา ในระยะยาว (Long term consequence)

2 ความสามารถของระบบสารสนเทศที่แต่ละบุคคลเชื่อว่า การใช้ระบบสารสนเทศจะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ (Job- fit)

3 นวัตกรรมนั้นมีความยากหรือง่ายต่อการใช้งาน (Complexity)

4 ผลของการใช้งานที่ส่งผลให้เกิดความรู้สึกสนุกสนาน อิมเมจ ประทับใจ หรืออึดอัดใจ ความกลัว หรือความไม่พอใจ (Affect toward use)

5 ปัจจัยทางสังคมที่เป็นสัมพันธ์ภาพระหว่างบุคคลที่แสดงออกถึงวัฒนธรรมและการได้ปฏิบัติต่อกันใน สถานการณ์สังคมนั้นๆ (Social factor)

.6 สภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitation conditions) เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิด ความง่ายในการปฏิบัติงาน เช่นการจัดเตรียมระบบการสนับสนุนด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

2.3 ทฤษฎีรวมของการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology หรือ UTAUT) นำเสนอโดย Venkatesh และคณะ

หลักการของทฤษฎี UTAUT ศึกษาพฤติกรรมการใช้ที่ได้รับแรงขับเคลื่อนจากความตั้งใจแสดงพฤติกรรม โดยปัจจัย ที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจแสดงพฤติกรรม ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ประการ ได้แก่

1. ความคาดหวังในประสิทธิภาพ (Performance expectancy)

2. ความคาดหวังในความพยายาม (Effort expectancy)

3. อิทธิพลของสังคม (Social influence) ส่วนสภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อพฤติกรรมการใช้สำหรับตัวแปรเสริม/ตัวผันแปร มีจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่

1. เพศ

2. อายุ

3. ประสบการณ์

4. ความสมัครใจในการใช้งาน

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พุดิพงษ์ พิพัฒน์วงศ์ (2548) ทำวิจัยเรื่อง ระดับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการตำรวจ ที่ปฏิบัติหน้าที่ในสายงานฝ่ายอำนวยการและสนับสนุน สังกัดตำรวจภูธรภาค 2 พบว่า ระดับการยอมรับเทคโนโลยี สารสนเทศของข้าราชการตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่ในสายงานฝ่ายอำนวยการและสนับสนุน สังกัดตำรวจภูธรภาค 2 ใน ภาพรวม อยู่ในระดับมาก และนอกจากนี้ ยังพบว่า ข้าราชการตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่ในสายงานฝ่ายอำนวยการและ สนับสนุน สังกัดสำนักงานภูธรภาค 2 ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานการศึกษาบรมที่เกี่ยวข้อง และวุฒิ การศึกษาต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นพรัตน์ บุญช่วยพิทักษ์ (2549) ทำวิจัย เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ ของ ข้าราชการสังกัดกระทรวงคมนาคม เขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อการยอมรับเทคโนโลยี สารสนเทศของข้าราชการในชั้นความสนใจ ได้แก่ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง นโยบายและ/หรือวัตถุประสงค์ทางด้าน เทคโนโลยี การสนับสนุนของผู้บริหาร สภาพสังคมในหน่วยงาน สำหรับแนวโน้มเกี่ยวกับรายได้เฉลี่ยต่อเดือนและ ประสบการณ์ในการทำงานสูงขึ้น ในขณะที่การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศในชั้นความสนใจจะลดลง นอกจากนี้ เพศ อายุ ตำแหน่ง การสนับสนุนของผู้บริหาร ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลต่อการ ยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศในชั้นการยืนยัน

พนิดา น้อยศรี (2549) ทำวิจัย เรื่อง ปัจจัยในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาของครู โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2 พบว่า ปัจจัยในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศทาง การศึกษาของครูโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2 ในด้านผู้รับ สภาพแวดล้อมทางสังคม คุณลักษณะของเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา และการเผยแพร่ของเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา ตลอดจนภาพรวมทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมาก เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศทาง

การศึกษาของครูโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2 ทั้ง 4 ด้าน จำแนกตาม อายุ ประสบการณ์ในการสอน และรายได้ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พรรณทิพา แอดำ (2549) ทำวิจัยเรื่อง “การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการสำนักงาน ปลัดกระทรวงพลังงาน” มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศในการ ปฏิบัติงานของ ข้าราชการสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ ของข้าราชการสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน จำแนกตาม สถานที่ปฏิบัติงาน อายุ ระดับตำแหน่ง อายุราชการ วุฒิการศึกษา ลักษณะงานที่รับผิดชอบ ประสบการณ์อบรมด้านคอมพิวเตอร์ ทักษะความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า การวิจัยระดับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการปฏิบัติงาน ของข้าราชการสำนักงาน ปลัดกระทรวงพลังงาน โดยรวมทุกด้าน ข้าราชการมีการยอมรับอยู่ใน ระดับมาก ในด้านการใช้ประโยชน์จาก เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ปฏิบัติงาน ด้านนโยบายของสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน ด้าน สภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ตามลำดับ สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยี สารสนเทศในการปฏิบัติงาน ของข้าราชการสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน จำแนกตาม สถานที่ปฏิบัติงาน อายุ ระดับ ตำแหน่ง วุฒิการศึกษา ลักษณะงานที่รับผิดชอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ ประสบการณ์อบรมด้านคอมพิวเตอร์ ในด้านการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความสัมพันธ์กับการ ยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ และทักษะความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ในด้านการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี สารสนเทศ และในด้านสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยี สารสนเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสิทธิ์ เลาะมิง และคณะ (2554) ทำวิจัยเรื่องการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่มีต่อการพัฒนาชุมชนของพัฒนากรในจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง งานวิจัยนี้พบว่า 1) กระบวนการตัดสินใจการยอมรับ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของพัฒนากร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาแต่ละขั้นตอน สรุปได้คือ ขั้นการรับรู้ พัฒนาการมีความคิดเห็นว่าเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีประโยชน์ต่องานพัฒนา ชุมชน ขั้นการสนใจ พัฒนาการมีความกระตือรือร้นที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้เพื่อการ ปฏิบัติงานในอนาคตมากขึ้น ขั้นการตัดสินใจ พัฒนาการมีความตั้งใจศึกษาการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ของ กรมการพัฒนาชุมชน ขั้นการปฏิบัติ พัฒนาการมีความสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ของกรมการพัฒนาชุมชน และขั้นการยืนยัน พัฒนาการติดตามข่าวสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นประจำ 2) พัฒนาการที่มี อายุ ตำแหน่ง อายุราชการ และประสบการณ์อบรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยภาพรวมมีการ ยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) พัฒนาการมีการนำความรู้แฟงส่วนบุคคลและองค์กรมา จัดการความรู้และพัฒนาเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วม รวบรวม ประมวล จัดเก็บเป็น ฐานข้อมูล และถ่ายทอดความรู้ ผ่านการ ประชุม การอบรม เว็บไซต์ เพื่อนำความรู้ที่ได้รับนั้นไปเผยแพร่ต่อชุมชน 4) พัฒนาการมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และเต็มใจที่จะเข้ารับการ อบรม เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในองค์กรและระหว่างองค์กร โดยมุ่งเน้นให้เกิดประโยชน์กับองค์กรและชุมชน

อรทัย เลื่อนวัน (2555) ทำวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ : กรณีศึกษา กรมการพัฒนาชุมชน ศูนย์ราชการแจ้งวัฒนะ พบว่า เพศและรายได้ต่อเดือนที่แตกต่างกันมีผลต่อการยอมรับ เทคโนโลยีสารสนเทศในด้านการรับรู้ความง่ายต่อการใช้งาน ระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน มีผลต่อการยอมรับ เทคโนโลยีสารสนเทศในด้านการรับรู้ประโยชน์ และเพศที่แตกต่างกัน มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศใน ภาพรวม ส่วนปัจจัยอื่นเกี่ยวกับงานไม่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศทุกด้าน

อาทิพย์ เกียรติกำจร และ ดร.ภูมิพร ธรรมสถิตเดช (2557) ทำวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยี: กรณีศึกษาการใช้เทคโนโลยี Interactive Whiteboard ในการเรียนการสอนของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล การวิจัยนี้อยู่ภายใต้แบบจำลองทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: UTAUT) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยี Interactive Whiteboard มากที่สุด คือ ปัจจัยด้านความคาดหวังด้านประสิทธิภาพ (Performance Expectancy) ลำดับที่ 2 คือปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม (Social Influence) ลำดับที่ 3 คือ ปัจจัยด้านการคาดหวังในการใช้งาน (Effort Expectancy) ลำดับสุดท้ายคือ ปัจจัยด้านทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน (Attitude Toward of Use) โดยทั้ง 4 ปัจจัย สามารถอธิบายถึงการยอมรับเทคโนโลยี Interactive Whiteboard ได้

จากการศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรม ทางคณะผู้วิจัยเลือกหลักการของทฤษฎี UTAUT มาศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งตามทฤษฎี UTAUT อธิบายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจแสดงพฤติกรรม ประกอบด้วยปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ ความคาดหวังในประสิทธิภาพ (Performance expectation) ความคาดหวังในความพยายาม (Effort expectancy) อิทธิพลของสังคม (Social influence)

3. วิธีการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัย ทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้นำชุมชน ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และประธาน อบต. ในตำบลทพรราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือในการทำวิจัย คือ แบบสอบถาม ที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน เป็นข้อคำถามที่มุ่งสอบถามลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ หมู่ที่ ตำแหน่ง เพศ ตำแหน่ง อายุ วุฒิการศึกษา อายุการทำงาน ประสบการณ์ฝึกอบรมด้านคอมพิวเตอร์ การใช้สมาร์โฟน และโปรแกรมที่ใช้ในสมาร์โฟน ส่วนที่ 2 ระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของผู้นำชุมชน เป็นข้อคำถามที่มุ่งสอบถามเกี่ยวกับระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความคาดหวังในการพยายามใช้เทคโนโลยี (Effort Expectancy) ความคาดหวังในประสิทธิภาพการทำงาน (Performance expectancy) และอิทธิพลทางสังคม (Social Influence) และส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นข้อคำถามปลายเปิดที่ถามความคิดเห็นของผู้นำชุมชนเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการปฏิบัติงาน

3.3 การจัดทำตาราง

1. ข้อมูลพื้นฐานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการปฏิบัติงานของผู้นำชุมชนที่เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์หาค่าความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)
2. ข้อมูลระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของผู้นำชุมชน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
3. ทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์สถิติที (t-Test) สำหรับข้อมูลที่มี 2 กลุ่ม และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ด้วยสถิติเอฟ (F-Test) สำหรับข้อมูลที่มีมากกว่า 2 กลุ่ม และในกรณีที่พบความแตกต่างจะทำการทดสอบรายคู่ด้วยวิธีเชฟเฟ (Scheffe')

ผลการวิจัย

ระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของผู้นำชุมชน พบว่า ผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสูงสุด โดยอยู่ในระดับมาก คือ ด้านความคาดหวังในประสิทธิภาพการทำงาน (Performance Expectancy) โดยเฉพาะในเรื่องการใช้โทรศัพท์มือถือทำให้การติดต่อกับญาติหรือเพื่อนฝูงสะดวกขึ้น รองลงมา คือ ด้านความคาดหวังในการพยายามใช้เทคโนโลยี (Effort Expectancy) พบว่า อยู่ในระดับน้อย โดยประเด็นที่มีระดับความคิดเห็นสูงสุดในด้านนี้ คือ คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่ใช้งานได้ไม่ยาก และด้านที่มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้วระดับต่ำที่สุด คือ ด้านอิทธิพลทางสังคม (Social Influence) สำหรับในด้านนี้ ประเด็นที่มีระดับความคิดเห็นสูงสุด คือ คิดว่าคอมพิวเตอร์เป็นเรื่องที่ทุกคนต้องรู้

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีในด้านต่างๆ ของผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว จำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่า ผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว ที่มีตำแหน่ง เพศ และอายุ แตกต่างกัน มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยี ในภาพรวม และในแบบเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านความคาดหวังในการพยายามใช้เทคโนโลยี (Effort Expectancy) ด้านความคาดหวังในประสิทธิภาพการทำงาน (Performance Expectancy) และด้านอิทธิพลทางสังคม (Social Influence) ไม่แตกต่างกันในทุกๆ ด้าน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบตามวุฒิการศึกษา พบว่า ในภาพรวม และในด้านความคาดหวังในการพยายามใช้เทคโนโลยี (Effort Expectancy) และด้านความคาดหวังในประสิทธิภาพการทำงาน (Performance Expectancy) ผู้นำชุมชนที่มีวุฒิการศึกษาแตกต่างกันมีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน แต่ในด้านอิทธิพลทางสังคม (Social Influence) พบว่า ผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว ที่มีวุฒิการศึกษาต่างกัน มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแตกต่างกัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบตามการได้รับการฝึกอบรมด้านคอมพิวเตอร์ พบว่า ผู้นำชุมชน ตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว ที่ไม่เคยได้รับการฝึกอบรมด้านคอมพิวเตอร์ มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านความคาดหวังในการพยายามใช้เทคโนโลยี (Effort Expectancy) และด้านความคาดหวังในประสิทธิภาพการทำงาน (Performance Expectancy) ไม่แตกต่างจากผู้นำชุมชนที่เคยได้รับการฝึกอบรมด้านคอมพิวเตอร์ แต่มีระดับการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในภาพรวม และในด้านอิทธิพลทางสังคม (Social Influence) แตกต่างกัน อธิบายเหตุผลที่ได้จากการศึกษา แสดงความเชื่อมโยง โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและหลักทฤษฎี หรือแนวคิด ตลอดจนเปรียบเทียบและอธิบายความเหมือนหรือความต่างในสาระสำคัญกับผลการศึกษาของผู้อื่น ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยและแนวทางในการทำวิจัยต่อไป

คำขอบคุณ

ทางคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณผู้นำชุมชนในตำบลทัพราช อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการตอบแบบสอบถาม และขอขอบคุณท่านอาจารย์ประสาน เลือดทหาร ผู้อำนวยการโรงเรียนทัพราชวิทยา และอาจารย์พิกุล เพ็ชรประเสริฐ อาจารย์โรงเรียนทัพราชวิทยา ที่ช่วยประสานกับผู้นำชุมชนในการสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณท่านรศ.ดร.พัชรี ชยากรโสภิต อดีตคณบดีคณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยผลักดันเงินทุนสนับสนุนงานวิจัยจากคณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อสร้างงานวิจัยที่สร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- [1] นพรัตน์ บุญช่วยพิทักษ์. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ ของข้าราชการสังกัดกระทรวงคมนาคม เขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2549.
- [2] พุฒิพงษ์ พิพัฒน์วงศ์. **ระดับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่ในสายงานฝ่ายอำนวยการและสนับสนุน สังกัดตำรวจภูธรภาค 2.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. 2548.
- [3] พนิดา น้อยศรี. **ปัจจัยในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาของครูโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต2.** วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. 2549.
- [4] พรรณทิพา แอดำ. **การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการสำนักงาน ปลัดกระทรวงพลังงาน.** ปัญหาพิเศษประกอบการศึกษาระดับปริญญา รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารทั่วไป วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา. 2549.
- [5] อรทัย เลื่อนวัน. **ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ : กรณีศึกษา กรมการพัฒนาชุมชน ศูนย์ราชการแจ้งวัฒนะ.** 2555.
- [6] อาทิตย์ เกียรติกำจร และ ภูมิพร ธรรมสถิตเดช **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยี: กรณีศึกษาการใช้เทคโนโลยี Interactive Whiteboard ในการเรียนการสอนของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล.** งานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2557.
- [7] เอกสิทธิ์ เสาะมิง และคณะ. **การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีต่อการพัฒนาชุมชนของพัฒนากรในจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง.** วารสารวิชาการคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (ก.ค.-ธ.ค. 2554) หน้า 101-110

การพัฒนากระบวนการจัดการสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

The Developing Information Management System for the Research and
Development Institute of Valaya Alongkorn Rajabhat University
under the Royal Patronage

ปณณรัตน์ วงศ์พัฒนานิภาส
Pannarat Wongpattananipas

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
pannarat.wong@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาถึงปัญหาของระบบการจัดการสารสนเทศรูปแบบเดิมของสถาบันวิจัยและพัฒนาและนำปัญหาวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนาที่มีประสิทธิภาพ การทำงานหลักของระบบ คือ งานด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย ซึ่งจำแนกการทำงานออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้ระบบที่เป็นนักวิจัย กระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาระบบประยุกต์จากกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ SDLC (Software Development Life Cycle) เพื่อพัฒนาโปรแกรมในลักษณะการโปรแกรมเชิงวัตถุด้วยภาษา PHP และใช้ Yii Framework ในการจัดการทดสอบระบบแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันโดยผู้พัฒนาระบบ และการทดสอบการทำงานของระบบโดยผู้ใช้ที่เป็นนักวิจัย ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ได้จากวิธีการเลือกแบบเจาะจงแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ อยู่ในระดับ ดี ($x = 4.42$) โดยผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อต้านความง่ายต่อการใช้งานระบบมากที่สุด ($x = 4.52$) ผู้วิจัยมุ่งหวังในการนำข้อเสนอแนะและผลการประเมินไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: ระบบการจัดการสารสนเทศ, SDLC , การโปรแกรมเชิงวัตถุ

ABSTRACT

This research aims to study a problem of the previous Information System under the Research and Development Institute. The researcher is gathered the information to analyze the problems and design the system, and then develop efficiency program. The main function of this system is research management. The system divided user to two levels is administrator and researcher. The researcher used SDLC process to develop system that applied this processes with the Object Oriented Programing (OOP) principle. The principle is appended with PHP language under Yii framework controller. For testing and evaluation process, two types of functional test is defined are developer test and user test to ensure that the system can provided thoroughly methodology. For user test, 30 samples group is defined that collected by specific user. The overall average result of satisfaction survey is good ($x = 4.42$) and then considered into subject

matter, user satisfy usability of system ($x = 4.52$). However, the researcher purpose result and useful suggestion of testing to improve and develop system.

Keywords: information Management System, SDLC, Object Oriented Programming

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วที่เกิดขึ้นกับสังคมในยุคปัจจุบันทำให้ข้อมูลข่าวสารและความรู้ ซึ่งประกอบกันเป็น “สารสนเทศ” นั้น สามารถสื่อสาร และแพร่กระจายได้สะดวก รวดเร็ว มีการนำไปใช้งานตั้งแต่ระดับบุคคลขึ้นไปจนถึงระดับองค์กร สังคม ตลอดจนในระดับประเทศและระหว่างประเทศ ล้วนแล้วแต่เป็นอิทธิพลที่เกิดจากการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศดังกล่าว สามารถนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งการประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ของแต่ละหน่วยงานนั้น ถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก [1] หากหน่วยงานใดมีการนำเอาระบบสารสนเทศไปใช้งานก็จะส่งผลให้มีความได้เปรียบในการแข่งขันและยังสามารถรักษาเสถียรภาพของการแข่งขันเอาไว้ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

สถาบันวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ก็เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของการนำเอาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการดำเนินงาน ประกอบกับระบบงานสำนักงานทางด้านเอกสารเดิมที่ยังไม่เป็นระบบสารสนเทศมีการใช้งานที่ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานได้อย่างครบถ้วน เช่น การจัดเก็บเอกสารที่ยังไม่เป็นดิจิทัล ยังมีการจัดเก็บในรูปแบบของกระดาษ แฟ้มงาน จึงทำให้เกิดการสูญหายได้ และผู้วิจัยที่ได้ส่งโครงการขออนุมัติทุนวิจัยไม่สามารถติดตามผลการขออนุมัติได้ ทำให้เกิดความล่าช้า

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในระบบงานเดิมของสถาบันวิจัยและพัฒนาเบื้องต้นนี้ ที่มีการทำงานยังไม่เป็นระบบสารสนเทศที่เอื้ออำนวยต่อความสะดวกในการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในหน่วยงานอย่างแท้จริง เพื่อให้ทราบถึงปัญหาต่างๆ อย่างถ่องแท้ และสามารถนำปัญหาเหล่านั้นไปหาทางแก้ไข และดำเนินการพัฒนาระบบการจัดการสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้แก้ปัญหาที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ นำมาใช้ในหน่วยงานต่อไปในอนาคตได้ ส่งผลให้การปฏิบัติงานของหน่วยงานนั้น ดำเนินไปอย่างเป็นระบบ มีความถูกต้อง ตอบสนองความต้องการ และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานของสถาบันวิจัยและพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้มีการศึกษาถึงปัญหาของระบบการจัดการสารสนเทศรูปแบบเดิมของสถาบันวิจัยและพัฒนา
2. เพื่อให้มีการพัฒนาระบบการจัดการสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่มีประสิทธิภาพตอบสนองการทำงานของหน่วยงานได้เป็นอย่างดี
3. เพื่อให้สามารถประเมินระบบการจัดการสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนา นำไปสู่การปรับปรุงการทำงานของหน่วยงานได้เป็นอย่างดี

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุญฤทธิ์ คิตหงัน (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบสารสนเทศสถานศึกษาแบบเรียนโรงเรียนเชียงใหม่เทคโนโลยี การศึกษาครั้งนี้ได้นำความรู้มาทำการทดลองปฏิบัติกับระบบงานจริง โดยการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ โดยเข้าไปศึกษาระบบงานเดิม ที่ผู้ใช้ได้ให้ความต้องการ ศึกษาตัวอย่างรายงาน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์ระบบงานของผู้ใช้ทำการออกแบบระบบงานใหม่ โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ได้แก่ แผนผังบริบท รายการเหตุการณ์ แผนผังกระแสข้อมูล และแผนผัง

ความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทีซี สำหรับออกแบบฐานข้อมูล โดยได้ใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server ในการจัดการกับฐานข้อมูล และเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ และฐานข้อมูล ผลจากการศึกษาสามารถนำไปเพิ่มประสิทธิภาพในระบบงานทะเบียนและระบบงานรับสมัครข้อเสนอนะ ปัจจุบันระบบ Internet เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการใช้งานเกี่ยวกับงานสารสนเทศ การพัฒนาของโปรแกรมระบบงานทะเบียน ควรมีการพัฒนาบน Internet หรือ Intranet ในองค์กร เพื่อให้เกิดความ สะดวกรวดเร็วในการทำงาน [2]

ปัทมา สุขศรี (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (คณะศึกษาศาสตร์) โดยใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้เกิดการกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียน ทำให้กิจกรรมอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาของโรงเรียนเป็นที่น่าสนใจของผู้ที่จะศึกษาค้นคว้า นอกจากนี้อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษายังมีอิสระในการรับรู้ข้อมูลตามความสนใจส่วนตัวช่วยให้ค้นข้อมูลใหม่ๆ ได้ง่ายและการฝึกหรือเรียนการสร้างโฮมเพจยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจ [3]

สุภคตี สุวรรณย์ (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบลงทะเบียนเรียนและสอบถามผลการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเกริก งานวิจัยจัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบลงทะเบียนและสอบถามผลการเรียนทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งถือว่าเป็นระบบสารสนเทศที่สำคัญ อย่างยิ่งในสถาบันการศึกษา ระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้เรียกว่า Tools Register โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ Creating Information for the Registration, Generating the Register และ Report ส่วนแรกเป็นการสร้างข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนเช่น ข้อมูลประวัตินักศึกษา หลักสูตร และค่าใช้จ่าย เป็นต้น ส่วนที่ 2 เป็นระบบการลงทะเบียนโดยใช้ฐานข้อมูลจากส่วนที่สร้างไว้ และส่วนที่ 3 คือ ส่วนที่เป็นรายงานในการลงทะเบียน และค่าใช้จ่ายในภาคการศึกษานั้นๆ Application Software นี้ สร้างขึ้นด้วยภาษา Visual Basic 6.0 ซึ่งสามารถสร้างการเชื่อมต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphic User Interface) ให้มีความง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้และใช้ MS-Access 97 เป็นฐานข้อมูล ระบบนี้ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบลงทะเบียน และสอบถามผลการเรียนด้วยตัวเองผ่านเครือข่าย Internet ผ่านทาง Web site ของมหาวิทยาลัยเกริก โดยส่งจากเครื่องลูกข่าย (Client) ไปยังแม่ข่าย (Server) ที่เก็บฐานข้อมูลไว้ จากการทดลองใช้ระบบโดยกลุ่มผู้ใช้คือเจ้าหน้าที่ฝ่ายทะเบียนและนักศึกษาจำนวน 30 คน พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยในการทำงานด้านการลงทะเบียนและสอบถามผลการเรียน ให้มีความสะดวกรวดเร็ว ระบบนี้จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้านการลงทะเบียนและสอบถามผลการเรียนได้เป็นอย่างดีและสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศต่างๆ ของมหาวิทยาลัยต่อไป [4]

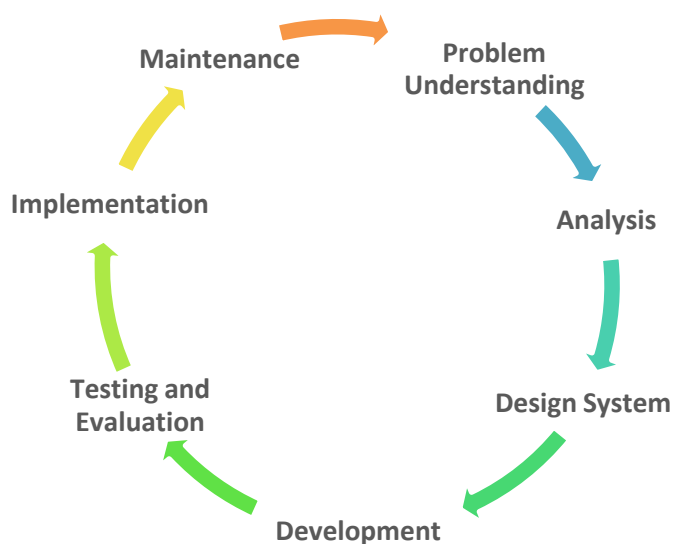
สุวัฒน์ บันลือ (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบงานลงทะเบียนเรียนในสถาบันการศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ซอฟต์แวร์ทุก ประเภทพีแรว์ ระบบที่พัฒนานี้เป็นการทำงานแบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ ที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ ได้เลือกใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) ระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL โปรแกรมออปาเซิร์ฟเซิร์ฟเวอร์ โปรแกรมภาษาเพิร์ล เป็นซอฟต์แวร์ทุก และในส่วนของไคลเอนต์ ที่ครอบคลุมการทำงานเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียนอย่างครบถ้วน จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้วย วิธีการประเมินแบบ Black-Box พบว่าระบบงานนี้มีประสิทธิภาพในระดับดี และสามารถที่นำไปประยุกต์ใช้งานในสถาบันการศึกษาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [5]

ไอรดา เจนจิตราวงศ์ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศและระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับงานทะเบียนประมวลผลการศึกษา โดยใช้งานทะเบียนและประมวลผลการศึกษา งานบริการ การศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นกรณีศึกษาในการวิจัย เริ่มจากการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ประกอบกับความต้องการของผู้ใช้ จากนั้น จึงออกแบบและพัฒนาระบบใหม่โดยใช้ไมโครซอฟต์แอกเซสในการพัฒนาฐานข้อมูลรวมทั้งต้นแบบโปรแกรมประยุกต์สำหรับการบริหารจัดการฐานข้อมูลระบบอินเทอร์เน็ตพัฒนาเป็นระบบที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows. NT. โดยมี Internet Information Server เป็นตัวให้บริการเว็บ และใช้โปรแกรม Active Server Page ในการเขียนโปรแกรมสำหรับติดต่อกับ

ฐาน ข้อมูล เว็บ ผลที่ได้จากการวิจัยได้แก่ ต้นแบบระบบฐานข้อมูล และระบบอินเทอร์เน็ต ระบบฐานข้อมูล ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องความซ้ำซ้อนและความไม่สอดคล้องของข้อมูล โดยมีโปรแกรมประยุกต์ สำหรับการคำนวณประมวลผลที่มีประสิทธิภาพแบบ Graphic User Interface ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานให้กับเจ้าหน้าที่ ซึ่งส่งผลให้งานบริการการศึกษาสามารถประกาศผล การศึกษาและออกเอกสารด้านการศึกษาได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น [6]

3. วิธีการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยประยุกต์ใช้หลักการ SDLC (Software Development Life Cycle) [7] ในการออกแบบและพัฒนาระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการพัฒนาระบบสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนา

3.1 Problem Understanding

ผู้วิจัยทำการศึกษาปัญหาและอุปสรรคของระบบงานเดิมที่ใช้ในสถาบันวิจัยและพัฒนา โดยการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ คือ ผู้ปฏิบัติงานมีความยุ่งยากในการจัดเก็บเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน รวมไปถึงนักวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีความยุ่งยากในการติดตามสถานะของการของบประมาณ จุดประสงค์ของการศึกษาความเป็นไปได้ก็คือ การกำหนดว่าปัญหาคืออะไรและตัดสินใจว่า การพัฒนาสร้างระบบสารสนเทศ หรือการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมมีความเป็นไปได้หรือไม่ โดยเสียค่าใช้จ่าย และเวลาน้อยที่สุด และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีความเป็นไปได้ ทางเทคนิคและบุคลากร ซึ่งปัญหาทางเทคนิคก็จะเกี่ยวข้องกับเรื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือเก่าๆ ถ้ามี รวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ด้วย นอกจากนั้นควรจะทำให้ความสนใจว่าผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นอย่างไรกับการเปลี่ยนแปลงรวมทั้ง ความเห็นของผู้บริหารด้วยและต้องวิเคราะห์ว่าความเป็นไปได้เรื่องค่าใช้จ่าย รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ และผลประโยชน์ที่จะได้รับ

ซึ่งจากปัญหาที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา คือ ผู้ปฏิบัติงานมีความยุ่งยากในการจัดเก็บเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน รวมไปถึงนักวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีความยุ่งยากในการติดตามสถานะของการของบประมาณนั้น ควรมีการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับหน่วยงานเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของเอกสารต่างๆ เหล่านั้นโดยใช้ทรัพยากรเดิมที่มีอยู่ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ใน

เครือข่าย (Client) ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานได้ทั้งการจัดเก็บเอกสารในรูปแบบดิจิทัล และสามารถติดตามสถานะของการขอขออนุมัติโครงการได้ตามที่ปรารถนาได้อีกด้วย

3.2 Analysis

จากการศึกษาปัญหาและความต้องการระบบสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยสามารถระบุความต้องการของผู้ใช้และประยุกต์เป็นการทำงาน ซึ่งระบบประกอบไปด้วยผู้ใช้ 2 ระดับ ได้แก่ นักวิจัย (Researcher) และผู้ดูแลระบบ (Administrator) รายละเอียดความต้องการในระบบมีดังนี้

3.2.1 นักวิจัย

- นักวิจัยสามารถดำเนินการจัดการฐานข้อมูลนักวิจัย เช่น การสมัครเป็นนักวิจัย และการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของนักวิจัยได้

- นักวิจัยสามารถดำเนินการยื่นโครงการวิจัยและติดตามผลหรือสถานะของการขออนุมัติโครงการ

- นักวิจัยสามารถค้นหาผลงานวิจัย และประวัติของนักวิจัยท่านอื่น ๆ ได้

3.2.2 ผู้ดูแลระบบ

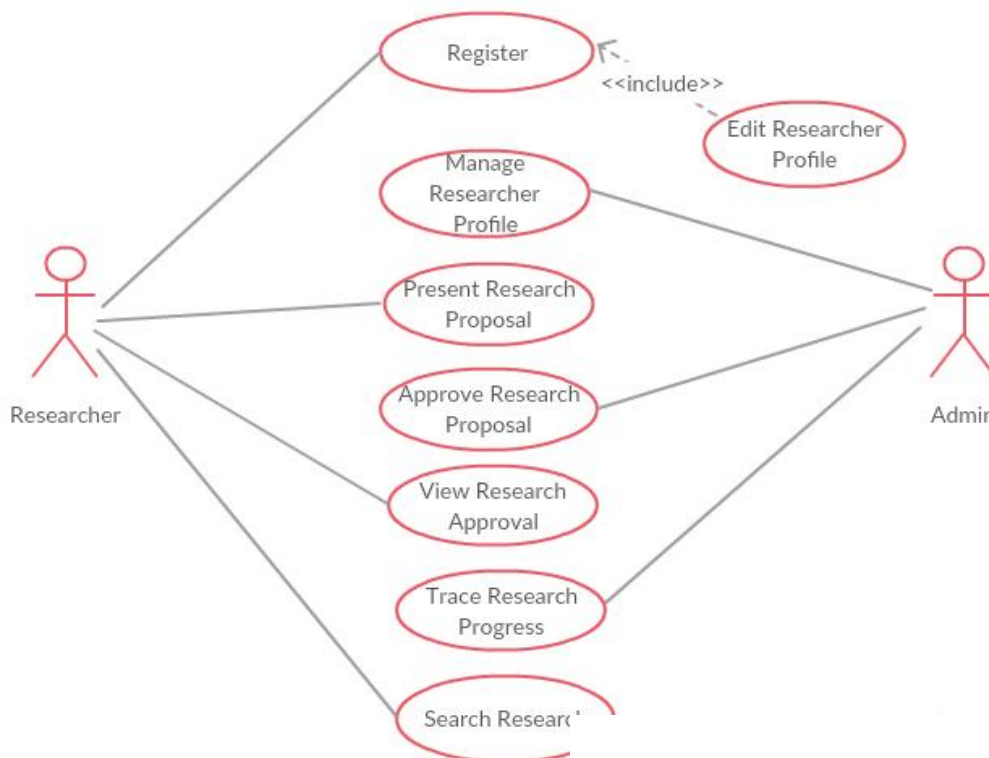
- ผู้ดูแลระบบสามารถดำเนินการจัดการฐานข้อมูลนักวิจัย เช่น การสมัครเป็นนักวิจัย การแก้ไขข้อมูลส่วนตัว และการลบข้อมูลนักวิจัย ได้

- ผู้ดูแลระบบสามารถเปลี่ยนสถานะของการยื่นขออนุมัติโครงการได้

- ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลการส่งเอกสารโครงการวิจัย เพื่อปิดโครงการวิจัยได้

3.3 Design System

ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำความต้องการของระบบมากำหนดเป็นการทำงานของระบบ ซึ่งผู้วิจัยใช้หลักการออกแบบโปรแกรมเชิงวัตถุในการออกแบบระบบการทำงานของระบบโดยภาพรวมของระบบแสดงโดยใช้ Usecase Diagram มีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 Usecase Diagram ระบบสารสนเทศของสถาบันวิจัยและพัฒนา

รายละเอียดของแต่ละ Usecase Diagram มีดังต่อไปนี้

- Register ผู้ใช้ที่เป็นนักวิจัยต้องสมัครสมาชิกของระบบเพื่อใช้งานเสมอ

- Edit Researcher Profile ผู้ใช้ที่เป็นนักวิจัยสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ ซึ่งการทำงานในยูสเคสนี้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้สมัครสมาชิกเท่านั้น
- Manage Research Profile ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไข เปลี่ยนแปลง และลบข้อมูลนักวิจัย
- Present Research Proposal นักวิจัยสามารถนำเสนอโครงร่างโครงการวิจัยผ่านระบบ
- Approve Research Proposal ผู้ดูแลระบบจะตรวจดูรายการงานวิจัย นำเสนอต่อที่ประชุมเพื่อพิจารณาอนุมัติและนำผลการอนุมัติแจ้งให้นักวิจัยรับทราบ
- View Research Approve นักวิจัยสามารถติดตามผลการพิจารณาโครงการวิจัยผ่านระบบ
- Trace Research Progress ผู้ดูแลระบบจะติดตามสถานการณ์ดำเนินโครงการวิจัยภายหลังที่โครงการได้รับการอนุมัติ การติดตามจะแสดงสถานการณ์วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการ
- Search Research ผู้วิจัยสามารถค้นหาผลงานวิจัยของนักวิจัยคนอื่น ๆ ได้

3.4 Development

ผู้วิจัยพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา Yii PHP Framework และดำเนินออกแบบคลาสได้อาแกรมและฟังก์ชันการทำงานตามวิธีการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ นอกจากนั้นยังใช้ภาษาโปรแกรมประเภทอื่น ๆ ได้แก่ Java Script, CSS และ Boot Strap โดยในขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้วิจัยได้สร้างระบบบนเครื่องแม่ข่ายจำลองที่ถูกติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Appserve เมื่อพัฒนาเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยทดสอบระบบเบื้องต้นโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Unit test ทดสอบฟังก์ชันการทำงานก่อนนำระบบไปติดตั้งบนระบบเครือข่าย

3.4 Testing and Evaluation

หลังจากทดสอบระบบเบื้องต้น ผู้วิจัยนำระบบไปติดตั้งบนระบบเครือข่ายและทำการทดสอบระบบโดยให้ผู้ใช้ทดลองใช้เพื่อตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานกับความต้องการของผู้ใช้ โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ใช้งานระบบ จำนวน 30 คน วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยขั้นตอนการตรวจสอบโดยผู้ใช้ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ เป็นแบบสอบถาม 5 ระดับ (Likert Scale) โดยกำหนดช่วงคะแนนดังนี้

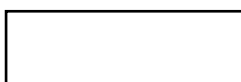
- คะแนน 4.50 – 5.00 ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับ มากที่สุด
- คะแนน 4.00 – 4.49 ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับ มาก
- คะแนน 3.50 – 3.99 ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับ ปานกลาง
- คะแนน 2.50 – 3.49 ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับ น้อย
- คะแนน 1.00 – 2.49 ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับ น้อยที่สุด

ในการกำหนดข้อความในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดให้การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ [9]

- ด้านที่ 1 ด้านตรงความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)
- ด้านที่ 2 ด้านการใช้งานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)
- ด้านที่ 3 ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)
- ด้านที่ 4 ด้านความพึงพอใจด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

ผลการประเมินจะถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายละเอียดสูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้ [10]

ค่าเฉลี่ย คือผลรวมของข้อมูลทั้งหมดหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด คำนวณได้จากสูตรดังนี้



$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	คือ	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	คือ	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นการวัดการกระจายที่นิยมมาก สามารถนำไปใช้ได้มากในการวิจัย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือรากที่สองของค่าเฉลี่ยของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ	S	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	คือ	คะแนนแต่ละตัว
	\bar{x}	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	N	คือ	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	\sum	คือ	ผลรวม

3.5 Implementation

ขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำระบบไปติดตั้งเพื่อใช้งานจริง โดยระหว่างการติดตั้งได้กำหนดให้มีการประเมินระบบทุก ๆ ปี เพื่อนำความต้องการหรือข้อเสนอแนะของผู้ใช้ที่ได้มาปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาาระบบให้ดีและตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

3.6 Maintenance

การบำรุงรักษาระบบจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการประเมินระบบโดยผู้ใช้ และผู้วิจัยปรับปรุงซอฟต์แวร์ระบบทุกปีเพื่อรองรับเทคโนโลยีเว็บไซต์รูปแบบใหม่และเพื่อให้การทำงานทั้งหมดของโปรแกรมสามารถดำเนินต่อไปได้

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศของสำนักวิจัยและพัฒนา ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ผลลัพธ์ของโปรแกรม และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานซึ่งจัดอยู่ในขั้นตอนของการทดสอบระบบ รายละเอียดผลการวิจัยมีดังต่อไปนี้

4.1 ระบบจัดการสารสนเทศของสำนักวิจัยและพัฒนา

ระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาประกอบไปด้วยหน้าเว็บไซต์ จำนวน 20 หน้า ซึ่งถูกออกแบบและพัฒนาให้ตรงกับความต้องการของระบบที่วิเคราะห์ ตัวอย่างการทำงานของระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมีดังนี้



ภาพที่ 3 หน้าแรกของระบบ



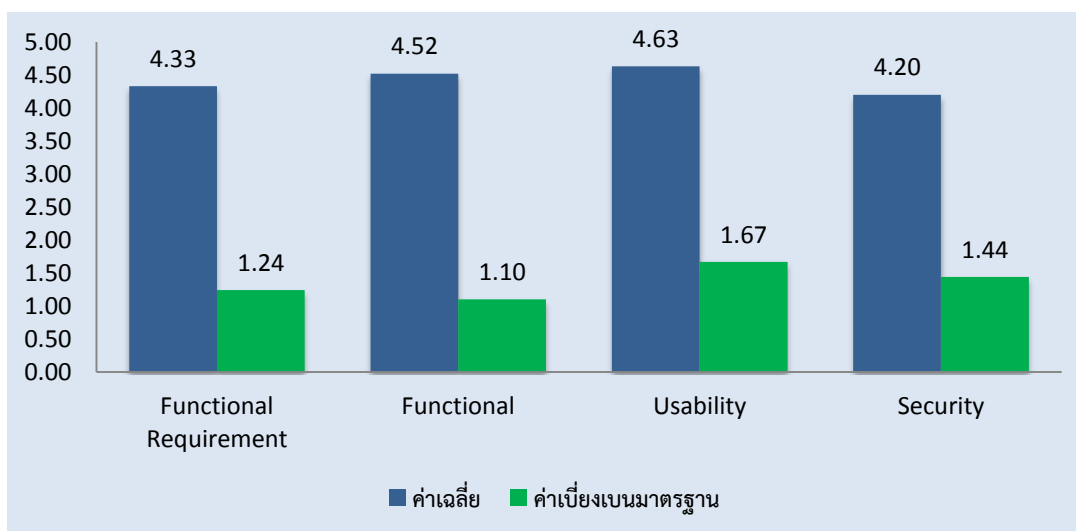
ภาพที่ 4 หน้าจอค้นหางานวิจัยในส่วนผู้ใช้ที่เป็นนักวิจัย



ภาพที่ 5 หน้าจออนุมัติงานวิจัยในส่วนผู้ดูแลระบบ

4.2 สรุปแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจัดการสารสนเทศของสำนักวิจัยและพัฒนา

เมื่อนำระบบที่พัฒนาไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ และให้ทำแบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงเป็นเพศชาย จำนวน 10 คน และเพศหญิงจำนวน 20 คน นำผลจากการประเมินไปวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏผลลัพธ์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งแสดงในรูปแบบกราฟดังนี้



ภาพที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจภาพรวม

จากผลการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวม พบว่าผู้มีความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 รองลงมาคือ ด้านการใช้งานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional) ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และ ด้านตรงความต้องการของผู้ใช้ระบบ ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ตามลำดับ

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การพัฒนาการจัดการสารสนเทศของสำนักวิจัยและพัฒนาประกอบไปด้วยผู้ใช้งานระบบ 2 ชั้น ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ และนักวิจัยซึ่งจัดเป็นผู้ใช้ทั่วไป ระบบการทำงานหลัก คือ การส่งโครงการวิจัย การอนุมัติโครงการวิจัย และการรายงานผลความคืบหน้าการวิจัย การวิเคราะห์และออกแบบใช้หลักการโปรแกรมเชิงวัตถุเพื่อพัฒนาฟังก์ชันการทำงานให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด โดยใช้ร่วมกับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP ทั้งนี้เพื่อให้เข้ากับระบบงานเดิมที่อยู่ ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกทดสอบโดยผู้พัฒนาและผู้ใช้ ในขั้นตอนการทดสอบของผู้พัฒนาจะพิจารณาฟังก์ชันการทำงานเป็นหลัก เมื่อนำระบบไปทดสอบโดยให้ผู้ใช้ประเมินความพึงพอใจ พบว่าผู้มีความคิดเห็นที่ตรงกันว่าระบบมีความง่ายต่อการใช้งาน สามารถลดกระบวนการการนำเสนอโครงการวิจัยได้จริง เนื่องจากกระบวนการงานจริงมีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลาในแต่ละกระบวนการมาก ประกอบกับการมีระบบติดตามความก้าวหน้าของโครงการผ่านระบบจะช่วยลดปัญหาความล้มเหลวของโครงการได้ ดังนั้นระบบที่พัฒนาจะเป็นประโยชน์ต่อสถาบันวิจัยและพัฒนาในด้านการบริหารจัดการงานวิจัย อย่างไรก็ตามการนำระบบไปใช้ในระยะแรกอาจต้องทำควบคู่กับระบบงานเดิมที่ต้องใช้เอกสาร และปรับปรุงพัฒนาการทำงานตามที่ใช้ใช้งานให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กฤชียากร เตชะปิยะพร. การวิจัยและพัฒนางานวิชาการ (R&D). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2552.
- [2] บุญฤทธิ์ คิดหังน. การพัฒนาระบบสารสนเทศงานทะเบียนโรงเรียนเชียงใหม่เทคโนโลยี, 2544.
- [3] ปัทมา สุขศรี. การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (คณะศึกษาศาสตร์), 2544.
- [4] สุภคต์ สุวรรณย์. การพัฒนาระบบลงทะเบียนเรียนและสอบถามผลการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเกริก, 2544.
- [5] สุวัฒน์ บันลือ. การพัฒนาระบบงานลงทะเบียนเรียนในสถาบันการศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต, 2544.
- [6] ไอรดา เจนจิตราวาศ. ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศและระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับงานทะเบียนประมวลผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541.
- [7] Victor M. Font Jr. *The Ultimate Guide to the SDLC (Paperback)*. Lightning Source, Inc., USA, 2012.
- [8] รังสิต ศิริรังสี. *คู่มือการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML*. เชียงใหม่: นพบุรีศรี การพิมพ์, 2557.
- [9] อัมพิกา ใจก่อง. การประเมินระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556.
- [10] กัลยา วาณิชย์บัญชา. *สถิติสำหรับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดมิติของข้อมูลเข้า ระหว่างวิธีสกัดคุณลักษณะของข้อมูล
แบบรวม แยกและผสมช่องสัญญาณ เพื่อจำแนกรูปแบบการเคลื่อนไหวของมือ
ด้วยคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัส

Efficiency Comparison of Reducing Dimension of Input Data Between Combine, Separate
and Mix Channel of EMG's Features Extraction Technique to Identify Hand Movement
Patterns with Muscle Surface EMG

ยศภัทร เรืองไพศาล¹ ณัฐธยาน์ รุจิรานาพัฒน์² ชานนท์ ดวงพายัพ³ พัชรสิดา ศิรวงศ์ภัสสร⁴
Yotsapat Ruangpaisarn¹, Nuttaya Rujiratanapat², Chanond Duangpayap³,
Patsita Sirawongphatsara⁴

*^{1,2,3,4} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ru.yotsapat@gmail.com

บทคัดย่อ

การเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อจำแนกรูปแบบการเคลื่อนไหว จำเป็นต้องเก็บข้อมูลปริมาณมาก ซึ่งส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการประมวลผล รวมถึงอาจมีข้อมูลที่เป็นคลื่นสัญญาณรบกวนแทรกมากับข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการลดปริมาณการนำเข้าข้อมูลและเลือกคุณลักษณะเฉพาะของข้อมูลที่ต้องการ โดยในการวิจัยนี้ได้นำตัวอย่างข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการเคลื่อนไหวมือ 6 รูปแบบจากฐานข้อมูล UCI ก่อนการสกัดคุณลักษณะของข้อมูลมีจำนวน 5,000 คุณลักษณะ จากนั้นใช้วิธีวีทูเอ็ม-เอสวีดี (V2M-SVD feature extraction) มาสกัดคุณลักษณะของข้อมูลสำหรับการลดปริมาณของข้อมูล แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของข้อมูลนำเข้า 3 รูปแบบ คือ แบบรวมช่องสัญญาณ แบบแยกช่องสัญญาณ และแบบผสม พบว่าจำนวนคุณลักษณะที่ได้หลังการสกัดคุณลักษณะมีจำนวน 71 100 และ 171 ตามลำดับ และใช้อัลกอริทึมในการจำแนกประเภท 2 อัลกอริทึมสำหรับวัดประสิทธิภาพข้อมูลนำเข้าพบว่าอัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest Neighbour) ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกที่ 80.66% 86.83% และ 87.33% ตามลำดับ และอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน(Support Vector Machine) ให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกที่ 84.66% 87.83% และ 90.33% ตามลำดับ

คำสำคัญ: คลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัส, การสกัดคุณลักษณะ, การเคลื่อนไหวมือ, อัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุด, ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ABSTRACT

Data Collection of Electromyography for movement of classification. Need to collect large amounts of data but the result was a slow process. This information is subject of noise signal with data. Therefore, it must reduce the amount of data and a special feature selection of the desired information. In this research, the sample data electromyography signal in motion for six forms from UCI databases. Before 5000 features a number of feature extraction data extracted feature data with V2M-SVD feature extraction and then compare the effectiveness of three different formats of input channels as well. Separate channel and mixed with K-Nearest Neighbour and Support Vector Machine. the number of feature after feature extraction amounted to 71 100 and. 171 respectively to the accuracy of classification by algorithms neighbors close at 80.66%, 86.83% and 87.33% respectively and the accuracy of the classification with algorithm support vector machines to 84.66%. 87.83% and 90.33% respectively.

Keywords: sEMG, feature extraction, hand-movement, k-NN, SVM

1. บทนำ

การใช้งานคลื่นสัญญาณไฟฟ้าจำเป็นต้องเก็บข้อมูลคลื่นสัญญาณมาจำนวนหนึ่ง หากการประมวลข้อมูลแต่ละครั้งใช้ข้อมูลที่มีปริมาณมาก จะส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการประมวลผล นอกจากนี้ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นคลื่นสัญญาณยังสามารถมีคลื่นสัญญาณรบกวน (noise) ต่าง ๆ ปะปนมากับข้อมูลได้ ซึ่งทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการประมวลผลได้อีกด้วย ดังนั้นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูลด้วยการลดจำนวนคุณลักษณะ (feature reduction) สามารถทำได้ 2 วิธีคือ การเลือกคุณลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ (feature selection) และการแปลงคุณลักษณะของข้อมูล (feature extraction)

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลนำเข้า ที่ได้รับการสกัดคุณลักษณะของข้อมูลด้วยการใช้วิธีเอ็มเอสวีดี (V2M-SVD) ในลักษณะต่างๆ แล้วใช้อัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุดและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในการจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพ

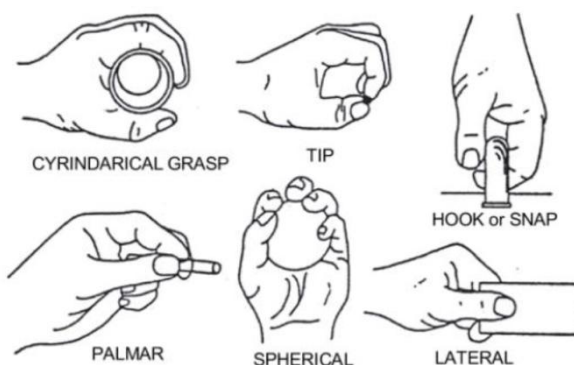
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การลดมิติของข้อมูลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและอัลกอริทึมที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการจำแนก สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ Payman และคณะ[1] ได้เสนอการเปรียบเทียบอัลกอริทึมในการจำแนกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 5 อัลกอริทึมคือ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machines : SVM) ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree : DT) เพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest Neighbour : k-NN) การวิเคราะห์จำแนกประเภทเชิงเส้น (Linear Discriminant Analysis:LDA) และเบย์ (Bayes) โดยผลลัพธ์ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลจากมากที่สุดไปหาน้อยสุด คือ LDA k-NN SVM DT และ Bayes Yao Zhang และคณะ[2] ได้เสนออัลกอริทึมที่ใช้ในการจำแนกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัสที่ใช้ในการเคลื่อนไหวมือ ด้วยการรวมอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic-Algorithm : GA) ซึ่งผลลัพธ์ของการจำแนกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 85% จีรพงศ์ [3] ได้เสนอ Neighborhood Components Analysis (NCA) ซึ่งมีการคำนวณโดยการวัดระยะทางเช่นเดียวกับการจำแนกข้อมูลแบบเพื่อนบ้านใกล้สุดเป็นขั้นตอนวิธีที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในการจำแนกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขา Yotsapat และคณะ[4] ได้เสนอรูปแบบการนำข้อมูลเข้าด้วยแยกช่องสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัสก่อนการสกัดคุณลักษณะของข้อมูลด้วยวิธีเอ็มเอสวีดีให้ผลการจำแนกที่ดีกว่าข้อมูลก่อนการสกัดคุณลักษณะและลดจำนวนคุณลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่เดิมจาก 6000 คุณลักษณะ เป็น 50 คุณลักษณะ

3. วิธีการวิจัย

3.1 ที่มาของข้อมูลงานวิจัย

ชุดข้อมูลงานวิจัยที่ใช้เป็นข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล UCI [5] เป็นข้อมูลที่เก็บคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัสในการเคลื่อนไหวของมือ 6 รูปแบบ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้ Spherical Tip Palmar Lateral Cylindrical Hook ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเคลื่อนไหวของมือ 6 รูปแบบ (ที่มา: [1])

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ชุดข้อมูลที่เก็บจากผู้เข้าร่วมการทดลองคนเดียว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ข้อมูลประกอบด้วยคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัสจำนวน 3 วันติดต่อกัน แต่ละวันจะเก็บคลื่นสัญญาณไฟฟ้าแบบผิวสัมผัสบริเวณ ในแต่ละรูปแบบจะเก็บ 100 ครั้งต่อ 1 ช่องสัญญาณ จำนวน 2 ช่องสัญญาณ โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง 5 วินาที บริเวณที่เก็บคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ Flexor Capri Ulnaris and Extensor Capri Radialis, Longus and Brevis

3.2 เทคนิคการสกัดคุณลักษณะของข้อมูล

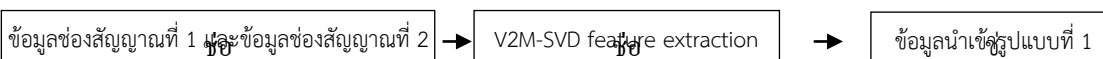
ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการสกัดข้อมูลด้วยวิธีวีทูเอ็มเอสวีดี (V2M-SVD feature extraction) เป็นเทคนิคการแปลงข้อมูลจากข้อมูลเวกเตอร์เป็นข้อมูลเมทริกซ์ โดยคำนวณมิติของข้อมูลได้ดังสมการที่ (1)

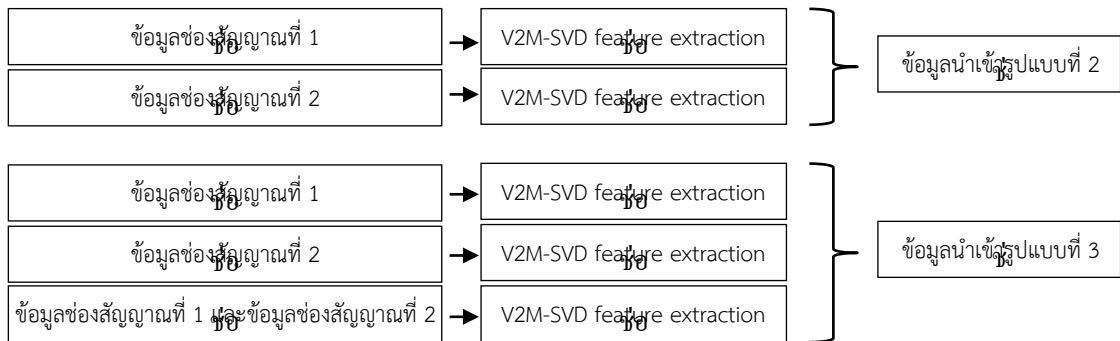
$$\text{จำนวนมิติของข้อมูล} = \left\lceil \sqrt{\text{ความยาวของข้อมูลเวกเตอร์}} \right\rceil \quad (1)$$

ข้อมูลเวกเตอร์จะถูกนำมาเรียงใหม่ให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์โดยการตัดข้อมูลเวกเตอร์ตามจำนวนมิติของข้อมูลเพื่อมาขึ้นแถวใหม่ แล้วทำไปจนครบความยาวของข้อมูลเวกเตอร์ สำหรับข้อมูลแถวสุดท้ายที่ว่างจะถูกเติมด้วยค่าศูนย์ เมื่อได้ข้อมูลในรูปแบบเมทริกซ์แล้ว จะถูกนำเข้าอัลกอริทึมการแยกค่าแบบเดี่ยว (Singular Value Decomposition : SVD) หลังการเข้าอัลกอริทึมจะได้ข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์กลับมา

3.3 กระบวนการสกัดคุณลักษณะของข้อมูลในแต่ละรูปแบบ

รูปแบบของข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพของข้อมูลเข้า มี 3 รูปแบบคือ 1. แบบรวมช่องสัญญาณ ข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัสช่องสัญญาณที่ 2 จะถูกนำมารวมต่อเข้ากับช่องสัญญาณที่ 1 ก่อนถูกสกัดคุณลักษณะของข้อมูล 2. แบบแยกช่องสัญญาณ ข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัสแต่ละช่องสัญญาณจะถูกนำไปสกัดคุณลักษณะของข้อมูลแล้วจึงนำมารวมกันในภายหลัง 3. แบบผสม จะเหมือนกับรูปแบบที่ 2 แต่จะรวมข้อมูลในรูปแบบรวมช่องสัญญาณเข้าไปด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2

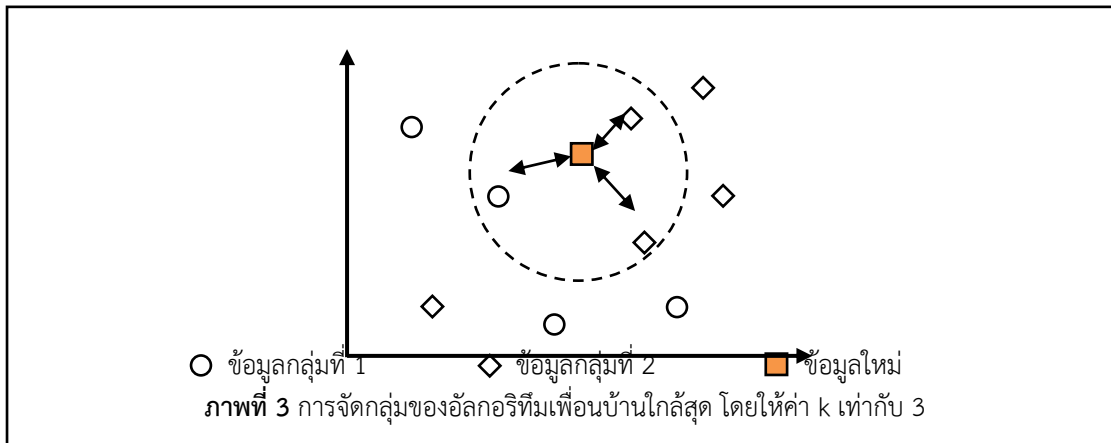




ภาพที่ 2 รูปแบบของข้อมูลนำเข้า

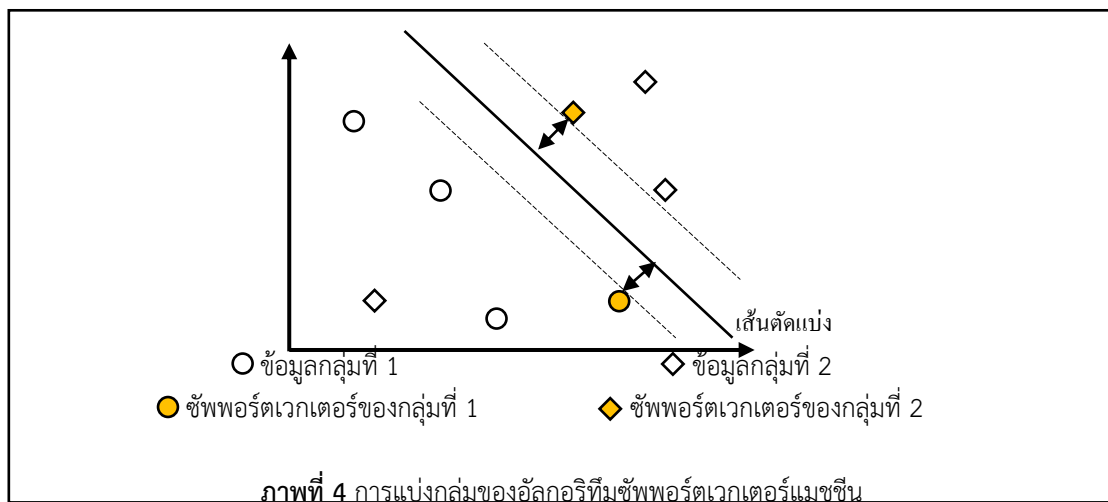
3.2 อัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุด

อัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest Neighbour : k-NN) มีหลักการ คือ การใช้ข้อมูลเดิมในการอ้างอิงข้อมูลที่เข้ามาใหม่โดยใช้วิธีการวัดระยะห่างของข้อมูลจำนวน k ตัว ข้อมูลที่เข้ามาใหม่ใด ๆ จะถูกเลือกให้เป็นประเภทของข้อมูลในกลุ่มข้อมูลที่มีระยะที่อยู่ใกล้เป็นจำนวนที่มากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3



3.3 อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine : SVM) มีหลักการ คือ การหาเส้นตัดแบ่งที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการแบ่งแยกกลุ่มของข้อมูล โดยอาศัยข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มที่อยู่ใกล้กับเส้นตัดแบ่งมากที่สุดในการคำนวณ ซึ่งจะทำให้เกิดระยะมารจินของข้อมูลทั้ง 2 ด้าน ข้อมูลใดที่ทำให้เกิดมารจินมากที่สุด จะถูกเรียกว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม weka โดยได้ใช้อัลกอริทึม SMO [6] ที่มีพื้นฐานอัลกอริทึมของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน



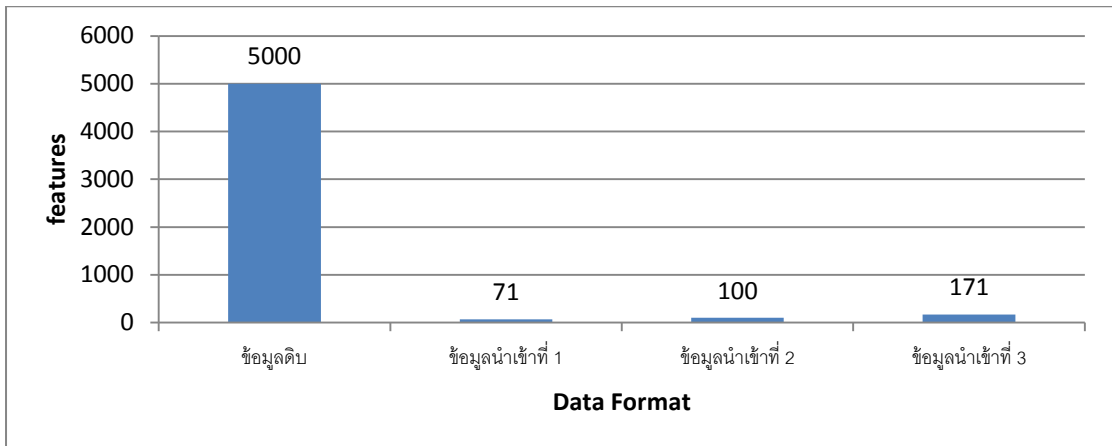
3.4 การวัดประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูล

ในการวิจัยนี้ได้วัดประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทโดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ (K-fold cross-validation) ร่วมกับอัลกอริทึมที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งกำหนดใช้ 10-fold cross-validation และวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy)

ผลการวิจัย

4.1 จำนวนของคุณลักษณะของข้อมูล

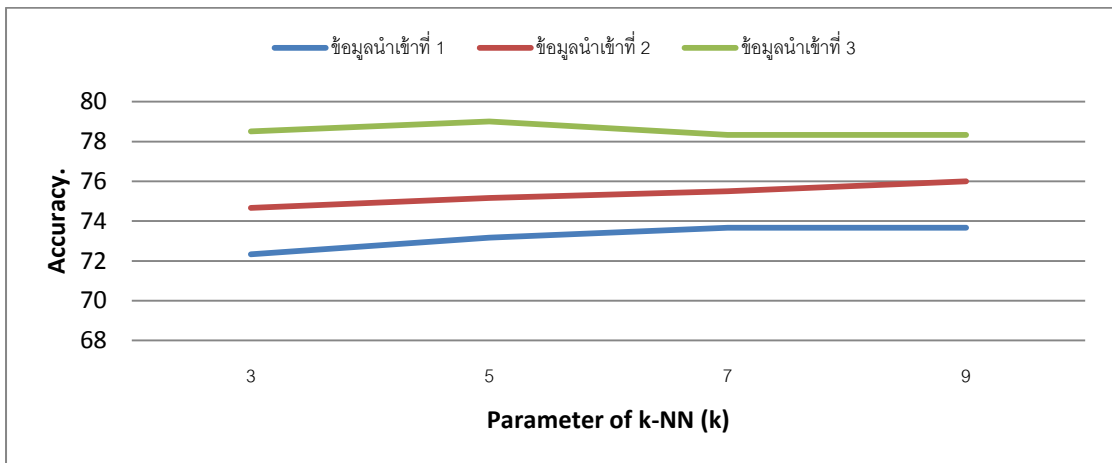
จำนวนของคุณลักษณะของข้อมูลก่อนการสกัดคุณลักษณะมีจำนวน 5000 คุณลักษณะ ซึ่งหลังจากสกัดคุณลักษณะตามรูปแบบที่กล่าวข้างต้น ทำให้รูปแบบข้อมูลเข้าที่ 1 2 และ 3 มีจำนวนคุณลักษณะของข้อมูลที่ 71 100 และ 171 คุณลักษณะ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบจำนวนคุณลักษณะในแต่ละข้อมูลนำเข้า

4.2 การเลือกค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุด

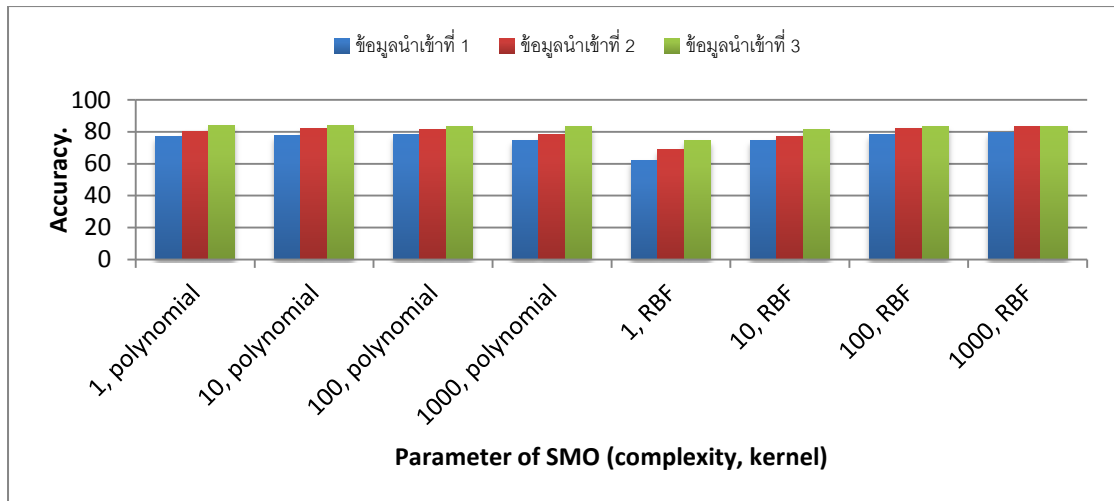
ในการทดลองด้วยอัลกอริทึม k-NN กับข้อมูลนำเข้าทั้ง 3 รูปแบบโดยกำหนดค่า k ที่ 3 5 7 และ 9 ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมคือ ค่า k เท่ากับ 5 โดยที่ให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลกับข้อมูลนำเข้าที่ 3 สูงถึง 79% ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ต่างกันของ k-NN ในวันที่ 1

4.2 การเลือกค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ในการทดลองด้วยอัลกอริทึม SMO กับข้อมูลนำเข้าทั้ง 3 รูปแบบโดยกำหนดค่าความซับซ้อน (Complexity) ที่ 1 10 100 และ 1000 และฟังก์ชันเคอร์เนล (kernel function) ที่นำมาทดสอบมีด้วยกัน 2 เคอร์เนล คือ polynomial kernel และ RBF kernel โดยใช้ค่าเริ่มต้นของโปรแกรม ผลการทดลองปรากฏว่าค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดคือ ค่าความซับซ้อนที่ 1000 และฟังก์ชันเคอร์เนลเป็น RBF kernel



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ต่างกันของ SMO ในวันที่ 1

4.3 ผลลัพธ์ของการจำแนกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ในการทดลองได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากผู้เข้ารับการทดลอง 1 คนเป็นเวลา 3 วัน ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาสกัดคุณลักษณะของข้อมูลใน 3 รูปแบบ คือ ข้อมูลรูปแบบที่ 1 สกัดคุณลักษณะของข้อมูลแบบรวมช่องสัญญาณ ข้อมูลรูปแบบที่ 2 สกัดคุณลักษณะของข้อมูลแบบแยกช่องสัญญาณ ข้อมูลรูปแบบที่ 3 สกัดคุณลักษณะของข้อมูลแบบผสม โดยการนำผลลัพธ์ของข้อมูลรูปแบบที่ 1 และข้อมูลรูปแบบที่ 2 มารวมกัน ซึ่งผลลัพธ์ในการจำแนกด้วย k-NN และ SMO ดังแสดงได้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของการจำแนกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

	ข้อมูลวันที่ 1		ข้อมูลวันที่ 2		ข้อมูลวันที่ 3	
	kNN Acc. (%)	SMO Acc. (%)	kNN Acc. (%)	SMO Acc. (%)	kNN Acc. (%)	SMO Acc. (%)
ข้อมูลรูปแบบที่ 1	73.16	79.66	78.00	85.5	80.66	84.66
ข้อมูลรูปแบบที่ 2	75.16	83.16	85.33	91.16	86.83	87.83
ข้อมูลรูปแบบที่ 3	79.00	83.16	85.66	91.66	87.33	90.33

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบข้อมูลเข้านำที่ได้รับการสกัดคุณลักษณะของข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิวสัมผัสในการเคลื่อนไหวมือ 6 รูปแบบด้วยวิธีวีทูเอ็มเอสวีดี ทำการเปรียบเทียบด้วยกัน 3 รูปแบบคือ รูปแบบรวมช่องสัญญาณ รูปแบบแยกช่องสัญญาณ และรูปแบบผสม แสดงให้เห็นว่าข้อมูลนำเข้ารูปแบบผสมให้ผลการจำแนกด้วยวิธี k-NN และ SMO ที่ดีกว่า โดยให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลรูปแบบผสมสูงกว่าข้อมูลรูปแบบรวมช่องสัญญาณ 4%-6% โดยประมาณและสูงกว่าข้อมูลรูปแบบแยกช่องสัญญาณ 1%-2% โดยประมาณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Payman Azaripasand และคณะ. **Classification of ADLs Using Muscle Activation Waveform Versus Thirteen EMG Features**, 22nd Iranian Conference on Biomedical Engineering(ICBME), 2015.
- [2] Yao Zhang และคณะ. **The impact of sEMG feature weight on the recognition of similar grasping gesture**. International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM), 2016.
- [3] จิรพงศ์ มานิตย์. **ขั้นตอนวิธีแบบอัจฉริยะสำหรับปรับลดจำนวนมิติของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบพื้นผิวโดยใช้การเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์**. สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2554.
- [4] Yotsapat Ruangpaisarn และคณะ. **sEMG Signal Classification Using SMO Algorithm and Singular Value Decomposition**. 7th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE), 2015.
- [5] Christos Sapsanis และคณะ, **sEMG for Basic Hand movements Data Set**, สืบค้นจาก <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/sEMG+for+Basic+Hand+movements>
- [6] John C. Platt. **Sequential Minimal Optimization:A Fast Algorithm for Training Support Vector Machines**. Microsoft Research, 1988.

เครื่องต้นแบบประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายควบคุมอัตโนมัติ

Prototype of Wireless Automatic Railway Gate Control

จักรพนธ์ อบมา*¹ เอกพล ชันสาลี² พรพรหม สร้อยนา² กฤษณะพงศ์ พันธุ์ศรี²
Jagrapon Obma*¹, Ekkapol Khansalee², Phornprom Soynak², Krisanapong punsri²

*¹สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

²สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

*ที่อยู่ E-mail jagrapon.ob@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายที่ควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับระบบการส่งข้อมูลแบบไร้สายและอุปกรณ์รับรู้แบบวัดระยะทางในการวัดทดสอบอุปกรณ์รับรู้ทั้ง 3 ชั้น ที่ระยะทาง 10 เซนติเมตร ถึง 410 เซนติเมตร มีค่าความผิดพลาดในการวัดระยะทางเฉลี่ย 4.7 เซนติเมตร อุปกรณ์รับรู้ทั้ง 3 ชั้นถูกติดตั้งเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายเพื่อสร้างเป็นชุดเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้แบบไร้สายและทำงานร่วมกับชุดควบคุมประตูเปิด-ปิดที่กั้นสำหรับการทดสอบเครื่องต้นแบบได้ติดตั้งให้ชุดเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้แบบไร้สายมีระยะห่างจากชุดประตูเปิด-ปิดที่กั้นสำหรับการทดสอบเครื่องต้นแบบได้ติดตั้งให้ชุดเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้แบบไร้สายมีระยะห่างจากชุดประตูเปิด-ปิดที่กั้น 250 เมตร เพื่อสาธิตการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของรถไฟก่อนรถไฟจะผ่านทางข้ามทางรถไฟ โดยผลการทดสอบเครื่องต้นแบบสามารถเปิด-ปิดเครื่องกั้นได้อย่างสมบูรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้

คำสำคัญ: ประตูกั้นทางรถไฟ, เครือข่ายอุปกรณ์รับรู้แบบไร้สาย, อุปกรณ์รับรู้แบบอัลตราโซนิก, ไมโครคอนโทรลเลอร์

ABSTRACT

This paper presents a design and implementation of a wireless automatic railway gate control system. The system is controlled by microcontrollers and wireless sensor networks that are installed the ultrasonic sensor in the system to detect the trains and send the signal to close and open automatically the railway gate. The three ultrasonic sensors are tested to detect the distance of the desired object from 10 cm to 410 cm. The measured distance of the three sensors have average error of 4.7 cm. To demonstrate the wireless communication for controlling the gate, the distance between the gate and the two sensor networks are set to be 250 m. The gate can be completely closed and opened following the design.

Keywords: railway gate, wireless sensor network, ultrasonic sensor device, microcontroller

1. บทนำ

การขนส่งและโดยสารทางรางนั้นมีความสำคัญต่ออนาคตของประเทศไทย ระบบโครงสร้างพื้นฐานก้าวกวไกล สู่ใจประชารัฐ (2559) ยุทธศาสตร์และแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งของไทย พ.ศ. 2558-2565 ได้กล่าวถึงการพัฒนาและปฏิรูประบบขนส่งทางรางเป็นหนึ่งในการพัฒนาาระบบด้านคมนาคมของประเทศไทย เพื่อให้มีการขยายเส้นทางระบบขนส่งทางรางให้มากยิ่งขึ้น และเป็นระบบรางคู่ตามแผน 5 ปีของประเทศไทยที่วางไว้ ระบบการขนส่งทางรางมีความปลอดภัยสูงแต่จำเป็นต้องเดินทางผ่านเขต ชุมชน หมู่บ้าน จาก

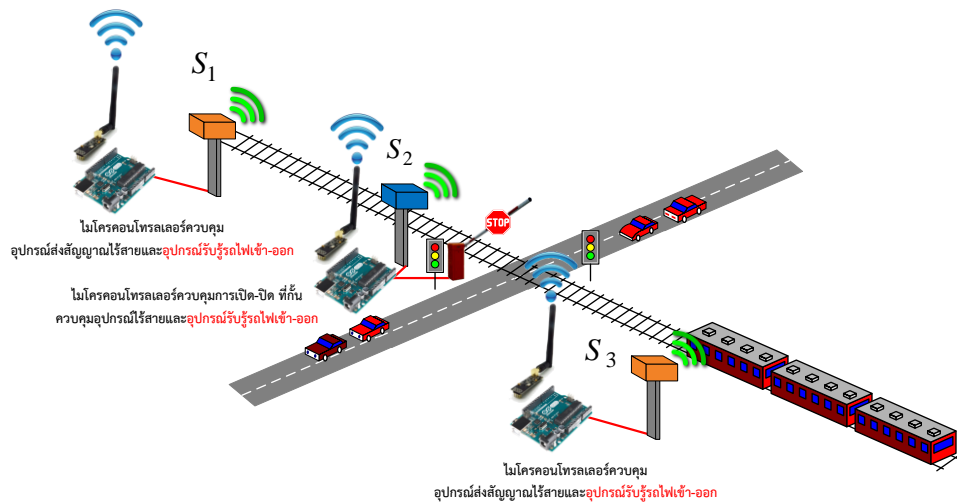
ข้อมูลของศูนย์กลางข้อมูลข่าวสารความปลอดภัยทางถนน (2557) พบว่าในประเทศไทยมีเครื่องกั้นทางตัดผ่านทางรถไฟทั้งประเทศ 2,517 จุด แต่ยังคงอุบัติเหตุกับทางตัดผ่านถึงร้อยละ 87 สาเหตุเนื่องจากบางแห่งไม่มีที่กั้นและสัญญาณเตือนทางตัดผ่านทางรถไฟ

การสร้างเครื่องกั้นทางรถไฟในจุดตัดผ่านเป็นทางเลือกหนึ่งของการลดอุบัติเหตุ การสูญเสียสำหรับชีวิตและทรัพย์สิน โดยมีเทคโนโลยีในปัจจุบันที่แตกต่างกันไป แต่เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการ เช่น ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาสูง และไม่มีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ นักวิจัยบางกลุ่มจึงคิดค้นทำต้นแบบ Karthik Krishnamurthi และ คณะ (2015) สร้างต้นแบบเครื่องกั้นทางรถไฟแบบอัตโนมัติโดยใช้ตัวรับรู้แบบ IR วางไว้เป็นจุดตั้งแต่จุดเริ่มให้ปิดไม้กั้นไปยังจุดให้เปิดไม้กั้นแต่เป็นเพียงแนวคิดที่สร้างแบบจำลองขึ้นมา ต่อมา Krishna Shashi และ คณะ (2014) ออกแบบและสร้างเครื่องกั้นทางรถไฟแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยวางตัวรับรู้ไว้ก่อนทางตัดผ่านทางรถไฟเพื่อขับมอเตอร์ไม้กั้นให้เปิดทำงานขึ้นได้ และปิดการทำงานเมื่อผ่านตัวรับรู้ตัวหลัง เมื่อรถไฟหมดขบวน แต่ระบบดังกล่าวยังต้องการวางระบบซึ่งระยะทางของตัวรับรู้จะต้องอยู่ก่อนทางตัดผ่านทางรถไฟ ไม่น้อยกว่า 100 -500 เมตรซึ่งเป็นระยะที่ปลอดภัยสำหรับความเร็วของรถไฟจนถึงทางตัดผ่าน ทำให้เกิดการพัฒนามากขึ้น Jitender Grover (2015) ได้พัฒนาเครือข่ายอนาล็อกสัญญาณแบบไร้สายเพื่อให้สัญญาณรถไฟจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งในระยะ 7-10 กิโลเมตร แต่เมื่อระยะทางมากขึ้นข้ามจังหวัดทำให้เครือข่ายมีโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นและงบประมาณสูงตามไปด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวคณะวิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายที่ควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานทั้งระบบ ทำงานด้วยตัวรับรู้แบบวัดระยะเมื่อมีวัตถุเข้ามาใกล้ระยะที่กำหนด แล้วส่งสัญญาณแบบไร้สายความถี่ 2.4 GHz ไปยังชุดควบคุมไม้กั้นเพื่อปิดประตูทางกั้น และมีการตรวจสอบเมื่อรถไฟผ่านหมดทุกขบวน ตัวรับรู้แบบวัดระยะทางตรวจสอบและส่งสัญญาณเพื่อเปิดประตู โดยระบบนี้สามารถเป็นระบบควบคุมไร้สาย ราคาประหยัด ลดค่าใช้จ่ายการนำเข้าระบบเครื่องกั้นจากต่างประเทศสามารถนำไปติดตั้งในหลายจุดที่ยังไม่มีเครื่องกั้นทางรถไฟ และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

2. วิธีการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายที่ควบคุมอัตโนมัติ แนวคิดคณะวิจัยได้คิดออกแบบงานวิจัยดังกล่าวจากทางถนนที่ขนานทางรถไฟ ระยะทางไกลระดับหนึ่งซึ่งรถไฟสามารถเผื่อระยะจุดตัดดังกล่าวได้ คือ ระยะทาง 250 เมตร ไม่มีการติดตั้งระบบที่อยู่ยาก เพื่อความสะดวกในการใช้งาน เน้นการใช้ระบบสื่อสารแบบไร้สายเพื่อส่งข้อมูลวัตถุที่ผ่านไปยังชุดควบคุมเพื่อทำการปิดไม้กั้นและมีการตรวจสอบวัตถุในขบวนสุดท้ายเพื่อตรวจสอบว่าไม่มีวัตถุแล้วสามารถส่งข้อมูลไปยังชุดควบคุมเพื่อทำการเปิดไม้กั้น ซึ่งออกแบบเป็นภาพรวมได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบรวมเครื่องต้นแบบประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายที่ควบคุมอัตโนมัติ

การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายที่ควบคุมอัตโนมัติมีการออกแบบอยู่ 2 ประเด็นหลักคือ ชุดอุปกรณ์และโปรแกรมการทำงาน ในส่วนชุดอุปกรณ์การทำงานคณะวิจัยเลือกอุปกรณ์ที่มีขายตามท้องตลาด ราคาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพคณะวิจัยได้สร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Atmel รุ่น ATmega328P และชุดส่งสัญญาณแบบไร้สาย NRF ความถี่ 2.4 GHz เพื่อรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์รับรู้วัดแบบอัลตราโซนิกแยกการควบคุมออกเป็น 3 ชุด อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ดังภาพที่ 2 (A) คือชุดตัวรับรู้แบบวัดระยะชุดที่ 1 และ 3 เพื่อทำการตรวจสอบวัตถุเข้าและออกจากอุปกรณ์รับรู้วัดแบบอัลตราโซนิก และส่งสัญญาณไปยังชุดตัวรับรู้แบบวัดระยะชุดที่ 2 โดยรับข้อมูลจากชุดที่ 1 เพื่อทำการควบคุมมอเตอร์ให้เปิดไม่กั้นและรับข้อมูลจากชุดที่ 3 เพื่อปิดไม่กั้นออกแบบดังภาพที่ 2 (B)



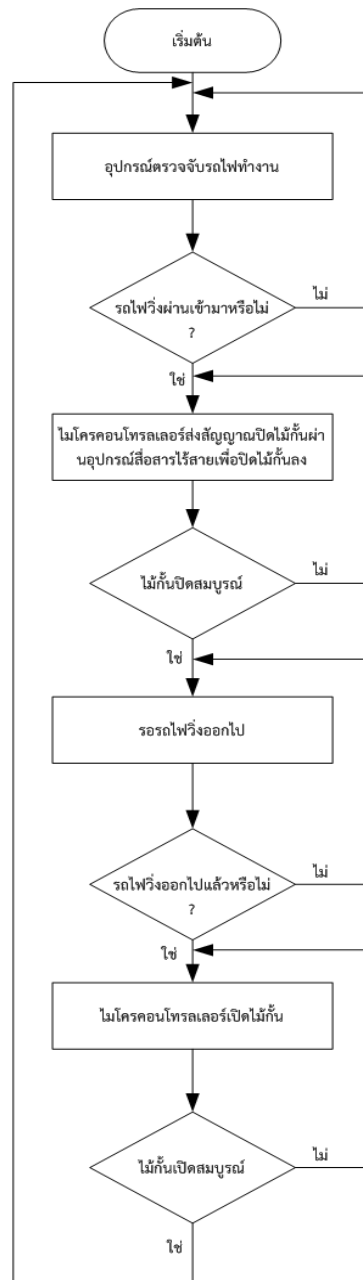
ภาพที่ 2 (A)



ภาพที่ 2 (B)

ภาพที่ 2(A) ชุดตัวรับรู้แบบวัดระยะชุดที่ 1 และ 3 เพื่อทำการตรวจสอบวัตถุเข้าและออก
ภาพที่ 2(B) ชุดตัวรับรู้แบบวัดระยะชุดที่ 2 และรับข้อมูลจากชุดที่ 1 และ 3 เพื่อทำการควบคุมมอเตอร์เปิด-ปิด ส่วนที่ 2 คือโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยภาพรวมของการทำงานได้ออกแบบผังงานระบบโปรแกรม ดังภาพที่ 3 โดยทำการเขียนเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ชุดควบคุมที่ 1 ควบคุมตัวรับรู้ตัวที่ 1 ทำการตรวจสอบเพื่อจับวัตถุ รถไฟ วิ่งเข้ามาในตัวรับรู้ วนไปเรื่อยๆ และเมื่อตัวรับรู้ตรวจสอบเจอรถไฟหรือวัตถุวิ่งเข้า จะทำการส่งสัญญาณแบบไร้สายไปหาชุดที่ 2
- ชุดควบคุมที่ 2 รับสัญญาณแบบไร้สายจากชุดที่ 1 เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของไม้กั้นโดยใช้มอเตอร์กระแสตรง มีการตรวจสอบการเปิดไม้กั้นว่าสมบูรณ์หรือไม่ ตัวรับรู้ตัวชุดที่ 2 มีการตรวจสอบวัตถุออกระยะที่ 1
- ชุดควบคุมที่ 3 ตรวจสอบรถไฟหรือวัตถุออกระยะที่ 2 และส่งสัญญาณกลับมายัง ชุดควบคุมที่ 2 เพื่อปิดไม้กั้นทางรถไฟและส่งสัญญาณเพื่อการกลับคืนระบบเพื่อรับการผ่านของวัตถุครั้งต่อไป



ภาพที่ 3 การออกแบบแผนผังการทำงานของโปรแกรมการทำงาน

คณะวิจัยได้ทำการทดลอง 2 รูปแบบคือ ตัวรับรู้วัตถุระยะแบบอัลตราโซนิกทำการทดสอบแบ่งช่วงระยะที่ 20 เซนติเมตรโดยเริ่มจากตั้งแต่ระยะ 10 - 410 เซนติเมตรเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการวัดระยะวัตถุผ่านระยะใดมีเสถียรภาพมากที่สุด โดยนำตัวรับรู้ทั้งชุดที่ 1, 2 และ 3 มาทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การทดสอบการวัดระยะของตัวรับรู้ทั้ง 3 ชุดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

ต่อมาคือการทดสอบการทำงานทั้งระบบแบบอัตโนมัติ โดยมีระยะห่างของชุดควบคุมที่ 1 (S1) ชุดควบคุมที่ 2 (S2) ชุดควบคุมที่ 3 (S2) โดยมีระยะห่างจากชุดควบคุมที่ 2 (S2) ระยะห่างด้านละ 250 เมตร ส่งข้อมูลแบบไร้สาย ดังภาพที่ 5 และ 6 เพื่อทำการทดสอบระยะเวลาการทำงาน เสถียรภาพของตัวรับรู้ และการเปิด-ปิดมอเตอร์แบบกระแสดตรงสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ต้องการ



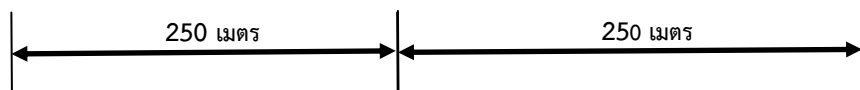
อุปกรณ์ตัวรับรู้ที่ 1 (S1)



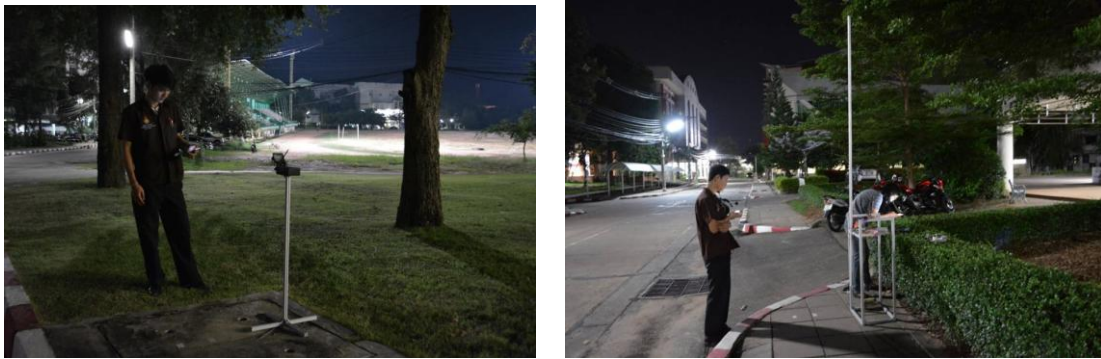
ไม้กั้นเปิด-ปิดทางรถไฟ และ
อุปกรณ์ตัวรับรู้ที่ 2 (S2)



อุปกรณ์ตัวรับรู้ที่ 3 (S3)



ภาพที่ 5 การทดสอบระบบเปิด-ปิดไม้กั้นทั้งระบบ โดยตัวรับรู้ระยะห่าง 250 เมตร



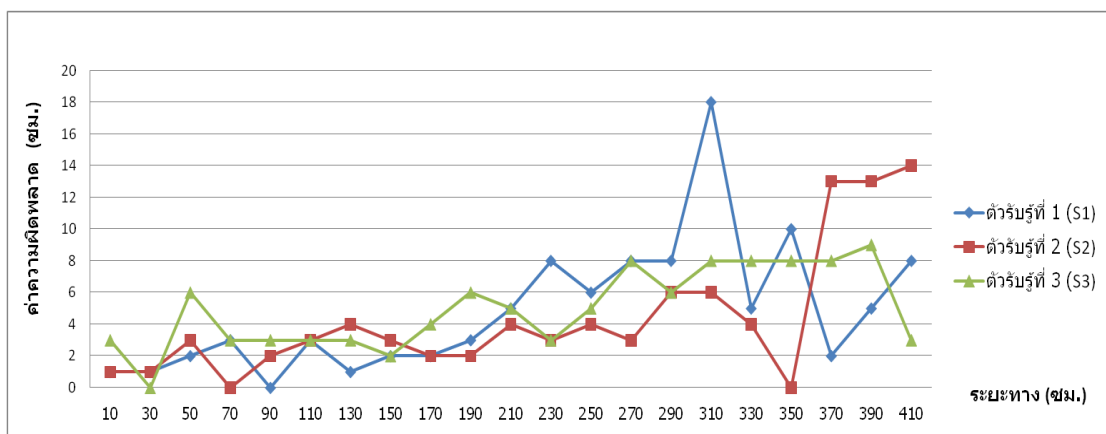
(A)

(B)

ภาพที่ 6 การทดสอบจริงในระยะ 250 เมตร ทั้งชุดตัวรับรู้ (A) และ (B)

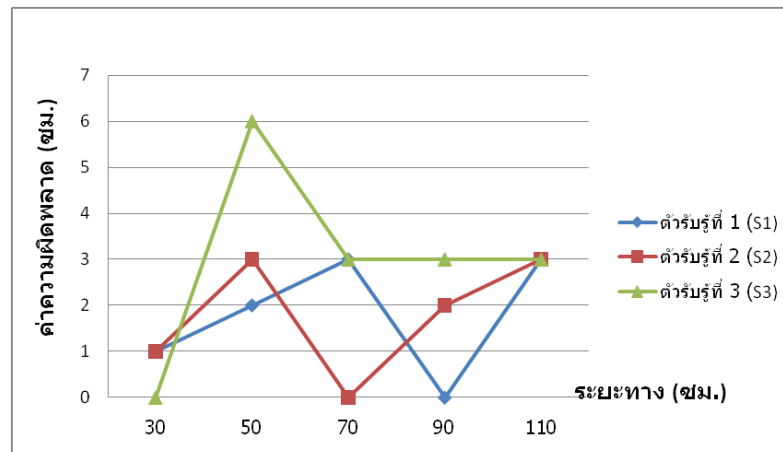
3. ผลการวิจัย

การทดสอบตัวรับรู้วัดระยะแบบอัลตราโซนิกสามารถตรวจสอบวัตถุได้ โดยการทดสอบตัวรับรู้ทั้ง 3 ตัวมีระยะ 21 ช่วง ช่วงละ 20 เซนติเมตร โดยเริ่มต้นจาก 10 - 410 เซนติเมตรผลการทดสอบตัวรับรู้ตัวที่ 1 มีค่ามีความผิดพลาดเฉลี่ย 4.809 เซนติเมตรคิดเป็น 2.72% ต่อมาตัวรับรู้ตัวที่ 2 มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 4.333 เซนติเมตรคิดเป็น 2.52% และต่อมาตัวรับรู้ตัวที่ 3 มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 4.952 เซนติเมตรคิดเป็น 4.03% โดยค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของตัวรับรู้ทั้ง 3 ชุดทั้งหมด คิดเป็น 3.09 % แสดงดังภาพที่ 7 โดยบางระยะมีการตรวจสอบผิดพลาดสูงถึง 18 เซนติเมตร คณะวิจัยจึงต้องเลือกระยะที่เหมาะสมในการทำงานของเงื่อนไขการตรวจสอบการเปิด-ปิดมอเตอร์แบบกระแสดตรงที่มีเสถียรภาพมากที่สุด



ภาพที่ 7 การทดสอบค่าความผิดพลาดในตัวรับรู้ ตัวที่ 1 , 2 และ 3 จากระยะ 10 - 410 เซนติเมตร โดยบางเป็น 21 ช่วง ช่วงละ 20 เซนติเมตร

ระยะตัวรับรู้ที่คณะวิจัยได้นำมาใช้งานเพื่อทำตามเงื่อนไขให้ทำงานเปิด-ปิดมอเตอร์แบบกระแสดตรง คือช่วง 30 - 110 เซนติเมตร โดยเป็นช่วงระยะที่เริ่มตรวจสอบวัตถุตามระยะของความกว้างรถไฟ ทำการตรวจสอบและทำงานใน 5 ช่วง ช่วงละ 20 เซนติเมตร 30 - 110 เซนติเมตร ผลการทดสอบตัวรับรู้ตัวที่ 1 มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 1.80 เซนติเมตรคิดเป็น 2.87 % ต่อมาตัวรับรู้ตัวที่ 2 มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 1.8 เซนติเมตร คิดเป็น 2.87 % และต่อมาตัวรับรู้ตัวที่ 3 มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 3.00 เซนติเมตรคิดเป็น 4.47 % ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การทดสอบค่าความผิดพลาดในตัวรับรู้ ตัวที่ 1, 2 และ 3 ระยะในเงื่อนไขการเปิด-ปิดมอเตอร์กระแสดตรง คือ 30 - 110 เซนติเมตร โดยบางเป็น 5 ช่วง ช่วงละ 20 เซนติเมตร

ต่อมาเป็นผลการทดสอบการทำงานเปิด-ปิดที่กั้นทั้งระบบ โดยมีระยะห่างของชุดควบคุมที่ 1 (S1) ชุดควบคุมที่ 2 (S2) ชุดควบคุมที่ 3 (S3) โดยมีระยะห่างจากชุดควบคุมที่ 2 (S2) ระยะห่างด้านละตั้งแต่ 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 เมตร ทดสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์และสั่งให้มีการส่งการทำงานเปิดและปิด ระยะละ 10 ครั้ง โดยสังเกตจากการทำงานทั้งระบบ โดยผลการทดลองสามารถทำงานได้ทุกครั้งตามระยะที่กำหนด ตามตารางที่ 1 โดยระยะทางสูงสุดที่ทำงานได้มีเสถียรภาพคือ 250 เมตร และเมื่อทดสอบในระยะทาง 300 เมตร อุปกรณ์ไม่มีเสถียรภาพในการเชื่อมต่อจึงทำให้การส่งข้อมูลเพื่อสั่งการเปิด-ปิด ไม่ดีเท่าที่ควร

ตารางที่ 1 เป็นการแสดงผลการทดสอบการทำงานการเปิด-ปิด ตามระยะที่กำหนด

ระยะของอุปกรณ์ (เมตร)	การทำงานของอุปกรณ์ศูนย์กลาง S2 เพื่อควบคุมมอเตอร์ทดสอบ 10 ครั้ง
50	10
100	10
150	10
200	10
250	10
300	4

4. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมระบบการทำงาน การออกแบบการทำงานใช้ตัวรับรู้วัดระยะแบบอัลตราโซนิก 3 ชุด โดยชุดที่ 1 (S1) และ 3 (S3) เป็นชุดตรวจจับวัตถุตั้งแต่วัตถุเข้าจนวัตถุออก ส่งข้อมูลแบบไร้สายมายังชุดที่ 2 (S2) เป็นชุดรับข้อมูลและควบคุมมอเตอร์แบบกระแสดตรงเพื่อเปิด-ปิดไม่กั้น

ผลการทดสอบในส่วนของตัวรับรู้แบบอัลตราโซนิก วัดระยะได้ตามที่ต้องการโดยมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ไม่เกิน 5% แต่เมื่อนำมาใช้งานในระยะที่ทำงานคือ 30 - 110 เซนติเมตร มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ไม่เกิน 4% ยังสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขการปิด-เปิดที่ต้องการได้

ต่อมาคือผลการทดสอบการทำงานเปิด-ปิดที่กั้นทั้งระบบ โดยมีระยะห่างของชุดควบคุมที่ 1 (S1) ชุดควบคุมที่ 2 (S2) ชุดควบคุมที่ 3 (S2) โดยมีระยะห่างจากชุดควบคุมที่ 2 (S2) โดยระยะทางสูงสุดที่ทำได้คือ 250 เมตร มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์และทำงานตามจำนวนครั้งที่ทดสอบอย่างสมบูรณ์ ส่วนระยะทางที่ขยายเพิ่มขึ้นอีก 50 เมตรเป็น 300 เมตรเมื่อทดสอบเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้จำนวน 4 ครั้งจากจำนวน 10 ครั้งที่ทำการเชื่อมต่อ

จากผลการทดสอบทั้ง 2 รูปแบบ คือ การทดสอบเสถียรภาพระยะการทำงานของตัวรับรู้ กับการทำงานทั้งระบบของงานวิจัยนี้ สรุปและอภิปรายได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการสร้างประตูเปิด-ปิดที่กั้นทางรถไฟแบบไร้สายควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมระบบการทำงาน ที่สามารถใช้งานอุปกรณ์ทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาดเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสร้างอุปกรณ์เครื่องกั้นให้กับทางรถไฟแห่งประเทศไทยที่มีจุดตัดทางรถไฟเป็นหลายพันแห่ง แต่ในส่วนค่าความผิดพลาดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพอุปกรณ์ที่ใช้งาน การรบกวนจากสภาพแวดล้อมระยะวัตถุที่ไม่ต้องการให้อ่านแต่มีการอ่านวัตถุเกิดขึ้น ความถี่การในส่งสัญญาณข้อมูลแบบไร้สายความถี่ 2.4 GHz ซึ่งบริเวณการทดสอบมีการใช้งานในระบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN) อย่างหนาแน่นทำให้เกิดการรบกวนได้ง่าย เพิ่มเติมการออกแบบสายอากาศความถี่ 2.4 GHz ที่มีประสิทธิภาพรับ-ส่งแบบทิศทาง การตรวจสอบวัตถุที่ตามระยะที่กำหนดมีความคลาดเคลื่อน บางช่วงระยะไม่สามารถตรวจสอบได้ต้องมีการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้งานดีที่สุดและอุปกรณ์ชุดนี้สามารถพัฒนาไปถึงการเชื่อมโยงในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นการควบคุมสถานีต่อสถานีที่มีระยะทางไกลได้ โดยคณะวิจัยจะนำข้อมูลดังกล่าวมาแก้ไขเพื่อพัฒนางานวิจัยให้มีประสิทธิภาพงานต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยระบบขนส่งทางราง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ระบบโครงสร้างพื้นฐานก้าวไกล สู่ใจประชารัฐ.2559 .สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2559, จากhttp://www.mot.go.th/file_upload/2559/infra_mot_20160427.pdf
- [2] ทางตัดผ่านรถไฟ .2557. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2559 , จาก <http://www.accident.or.th/datacenter/index.php/2015-10-13-04-59-28/88-2015-10-16-03-27-42>
- [3] Karthik Krishnamurthi, Monica Bobby, Vidya V, Edwin Baby, "Sensor based automatic control of railway gates," International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 4 Issue 2, February 2015.
- [4] Hnin Ngwe, Yee Pwint, ZawMyoTun and HlaMyoTun, "Automatic Railway Gate Control System Using Microcontroller," International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 3, Issue 5, May 2014.
- [5] Krishna, ShashiYadav and Nidhi, " Automatic Railway Gate Control Using Microcontroller," Oriental journal of computer science & technology, December 2013, Vol. 6, No. (4): pp. 435-440.
- [6] J. Grover, Anjali, "Wireless Sensor Network in Railway Signalling System," in Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 2015 Fifth International Conference on , vol., no., pp.308-313, 4-6 April 2015.

การควบคุมตำแหน่งด้วยกล้อง

POSITION CONTROL WITH CAMERA

นภัสดล สิงหะตา¹
Napassadol Singhata¹

*¹ คณะ/สังกัด วิศวกรรมอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
*เลขที่ 1 หมู่ 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
passadol@hotmail.com

บทคัดย่อ

กล้องได้เข้ามามีบทบาทในการทำงานร่วมกับเครื่องจักรกล หุ่นยนต์มากขึ้น โดยเฉพาะงานที่ต้องการติดตามวัตถุกล้องจะเป็นเซนเซอร์สำคัญที่ถูกเลือกมาใช้ เพราะสามารถนำภาพมาวิเคราะห์โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์กับวัตถุที่สนใจทำให้ไม่มีผลกระทบใดๆเข้าไปรบกวนระบบเดิม ฐานกล้องจะถูกติดกับมอเตอร์เพื่อให้กล้องหมุนติดตามวัตถุ ดังนั้นตำแหน่งการหมุนของกล้องต้องมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยบทความนี้ใช้วิธีการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ด้วยวิธีการควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงป้อนไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 7 โวลต์ จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อวัตถุเคลื่อนออกจากจุดโฟกัสในการจับภาพ กล้องจะหมุนตามและพยายามให้วัตถุกลับมาอยู่จุดโฟกัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากบอร์ดมีขนาดเล็ก ราคาถูก 07'เหมาะสมกับงานที่มีพื้นที่จำกัด

คำสำคัญ: ระบบวิชั่น ตัวชดเชยแบบปรับค่า การควบคุมตำแหน่ง

ABSTRACT

Vision camera has increasingly played the important roles in machinery and robots. Specially, these vision sensors are used for object tracking task which can analyze the images without installing any devices within the interested target area and non disturbance in the interest system as well. The camera is attached for the motor to rotate the camera and tracks so the rotating position of the camera must have associated with the movement of objects and the subject when the subject moves. The 7V DC motor is used for the implementation. Apparently, when an object moves away from the focal point of capture, the camera will effectively trace the object and try to give back to the focal point. It is not complicated to use, according to the size of the board, inexpensive and appropriate for small operation.

Keywords: vision system, adaptive compensation, position control

1. บทนำ

ระบบวิชั่นได้มีการใช้งานแพร่หลายมากขึ้นในงานอุตสาหกรรม เพราะผลของสัญญาณภาพ ลดปัญหาการติดตั้งเซนเซอร์เข้ากับวัตถุที่ต้องการติดตาม และสัญญาณภาพยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ทำให้

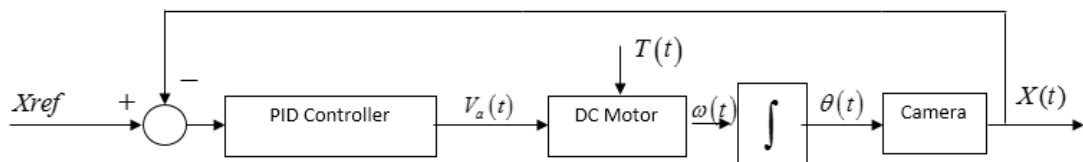
ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นในงานได้ ในงานติดตามตำแหน่งวัตถุจึงนิยมใช้กล้องมาจับสัญญาณการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพราะวัตถุที่ติดตามอาจมีขนาดเล็กติดตั้งเซนเซอร์ได้ลำบาก และเซนเซอร์ที่ติดตั้งอาจทำให้พฤติกรรมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป การเฝ้าติดตามวัตถุตำแหน่งการหมุนของกล้องจำเป็นต้องมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพราะฐานกล้องยึดติดกับมอเตอร์เพื่อให้กล้องหมุนติดตามวัตถุเมื่อวัตถุมีการย้ายตำแหน่ง กล้องจะทำการแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุจากสัญญาณภาพให้อยู่ในรูปพิกัด และส่งสัญญาณให้กับตัวประมวลผล ได้วิเคราะห์และส่งสัญญาณไปที่ตัวควบคุมให้จ่ายกำลังให้มอเตอร์หันตามวัตถุ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมแบบพีไอดีได้รับความนิยมและแพร่หลาย ซิกเลอร์และนิโคลส์ [1942] ได้เสนอการปรับค่าตัวควบคุมพีไอดี หลังจากนั้นได้นำวิธีการดังกล่าวประยุกต์กับงานควบคุมต่างๆ Mohammad and al-mashhadani [2013] ได้วิจัยเกี่ยวกับการใช้ พีไอดีในการควบคุมตำแหน่งกล้องใน อากาศยานไร้คนขับ (UAV) โดยการทดลองจากผลการจำลองด้วยโปรแกรม MATLAB พบว่า เมื่อใช้ PID เข้าร่วมทำงานกับระบบ ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพ และข้อมูลไม่มีการสูญหายเมื่อกำลังมีการเคลื่อนที่ Junqin Lin [2015] ควบคุมการบินของบอลบินได้ขนาดเล็ก โดยใช้กล้องร่วมกับ วิธี Kalman filter ในการวัดและทำนายตำแหน่งเพื่อรักษาระดับการบินให้คงที่ และใช้ PID ในการควบคุมการบินผลการทดสอบระบบมีประสิทธิภาพและรักษาตำแหน่งการบินได้ N.G. Adar and R. Kozan [2016] ได้ปรับปรุง PID ให้เหมาะสมกับแขนกล ซึ่งวิธีการควบคุมดังกล่าวมีประสิทธิภาพเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนถ้าเทียบกับวิธีการอื่น Di Tan, Chao Lu, Xueyi Zhang[2016] ใช้การควบคุมพีไอดีแบบสองลูป เพื่อควบคุมล้อรถ ทำให้รถมีเสถียรภาพในการเคลื่อนที่ Linhuan Zhang[2016] โดยจะใช้ระบบวิชั่นในการติดตามรถคันหน้าเพื่อเก็บเกี่ยวผลทางการเกษตร และใช้ PID เพื่อรักษาระยะห่างของรถ ผลปรากฏว่ารถคันหลังสามารถตามรถคันหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ การควบคุมดังกล่าวสามารถเลือกให้เป็นแบบ PI หรือ PD เพื่อให้เหมาะสมกับงานได้อีกด้วย

3. วิธีการวิจัย

การทำงานของระบบ จะใช้กล้องตรวจสอบตำแหน่งที่อยู่ของลูกบอลเมื่อตำแหน่งของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง กล้องจะส่งสัญญาณให้กับระบบควบคุม ระบบควบคุมจะทำการประมวลผลค่าระยะการหมุนของมอเตอร์ แล้วสั่งให้หมุนฐานกล้องเพื่อลดค่าความผิดพลาดและปรับวัตถุมายังตำแหน่งโฟกัส ดังนั้นระบบจะประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้ 1. ระบบจริงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2. กล้อง 3. ตัวควบคุม



ภาพที่ 1 แผนภาพการทำงานของระบบควบคุม

1. ระบบจริงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ตำแหน่งที่กำหนดไว้จะเป็นสัญญาณอินพุต (X_{ref}) และตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ที่ติดกับฐานกล้องจะเป็นสัญญาณเอาต์พุต $X(t)$ ไปควบคุมระบบตามที่กำหนดไว้
2. กล้อง ทำหน้าที่รับ - ส่งสัญญาณ เมื่อวัตถุออกจากตำแหน่งจุดโฟกัสของกล้องจะส่งสัญญาณไปยังตัวประมวลผลเพื่อเพิ่มกำลังให้หมุนตามวัตถุ

3. ตัวควบคุม ตัวประมวลผลเมื่อได้รับสัญญาณค่าความผิดพลาดจากกล่องตัวควบคุมจะทำการหมุนฐานกลิ้งให้หมุนไปตามวัตถุ พบว่าเป็นระบบอันดับ 1 (type-1) ซึ่งมีทรานเฟอร์ฟังก์ชัน

$$G(s) = \frac{K_t}{s[(L_a s + R_a)(Is + b) + K_t K_b]} \quad (1)$$

ตารางที่ 1. ตารางเอกลักษณ์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

Parameter	Value	
I	0.074 kg.m^2	คือโมเมนต์ความเฉื่อย
K_t	$21.3 \times 10^{-3} \text{ N.m/A}$	คือค่าคงที่ของแรงบิด
L_a	$0.63 \times 10^{-3} \text{ H}$	คือความเหนี่ยวนำของอาร์เมเจอร์
b	0.043 N.m.s/rad	คือความหน่วง
R_a	2.96Ω	คือความต้านทานของอาร์เมเจอร์
K_b	$18.2 \times 10^{-3} \text{ V.s/rad}$	คือค่าคงที่ของ Electromotive Force

เมื่อ T_L คือแรงบิดที่เปลี่ยนแปลง ($N.m$) , i_a คือกระแสไฟฟ้าของอาร์เมเจอร์ (A) , ω คือความเร็วรอบ (rad/s) , V_a คือความต่างศักย์ของอาร์เมเจอร์ (V) , V_b คือความต่างศักย์ back emf (V)

ค่าความผิดพลาดเมื่อเทียบกับสัญญาณอ้างอิงจะเท่ากับศูนย์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ระบบควบคุมแบบพีไอดี โดยทั่วไปตัวควบคุมแบบพีไอดี[3] สามารถอธิบายได้ด้วยสมการ

$$G_c(S) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$

$$s^2 + \frac{(b + K_d)s}{I} + \frac{K_p}{I} = s^2 + 2\xi\omega s + \omega^2 \quad (2)$$

ระบบมีค่าความหน่วง $\xi = 0.81$ ที่ความถี่ธรรมชาติ $\omega = 3.76$ เรเดียน/วินาที โดย พิจารณา K_i จากระบบมีความนิ่งเมื่อเข้าสู่สภาวะสมดุล

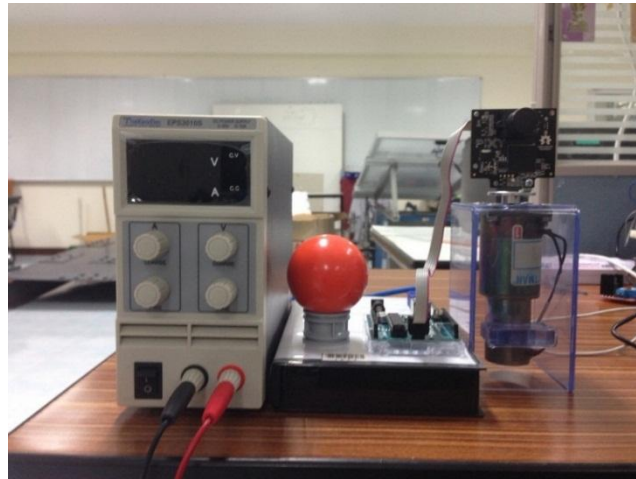
$$K_p = 1.05, K_i = 0.48, K_d = 0.02$$

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบการประมาณค่าที่เปลี่ยนไปของมอเตอร์ประกอบด้วย 1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2. กล้อง Pixy CMUcam5 3. ลูกบอล 4. บอร์ดประมวลผล Arduino Uno การทดสอบการจับตำแหน่งของวัตถุจะพิจารณาการเคลื่อนที่ของลูกบอลแบ่งออกเป็น 2 กรณี

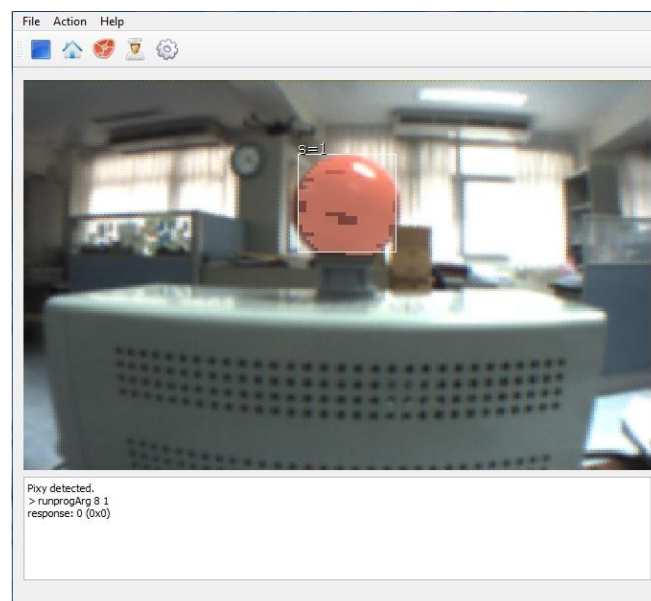
กรณีที่ 1 ลูกบอลเคลื่อนที่

กรณีที่ 2 กล้องหมุนทำให้ลูกบอลเคลื่อนออกจากจุดโฟกัส



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ในการทดลอง

เมื่อลูกบอลเคลื่อนออกนอกจุดโฟกัสบนเฟรมกล้อง กล้องจะส่งสัญญาณไปให้บอร์ดควบคุมเพื่อประมวลผลให้มอเตอร์หันไปตามวัตถุลูกบอล ข้อจำกัดในการทดสอบการเคลื่อนที่ของกล้องจะพิจารณาการเคลื่อนที่ของลูกบอลอยู่ระหว่างตำแหน่ง $[-8,8]$ ซม. กล้องจะอยู่ห่างจากวัตถุ 12 ซม. และลูกบอลมีรัศมีขนาด 2.5 ซม.

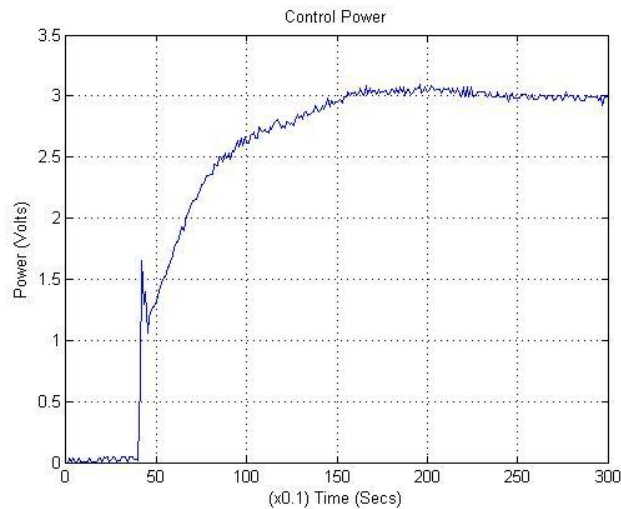


ภาพที่ 3 กล้องทำการจับวัตถุ

4. ผลการวิจัย

หัวข้อนี้จะแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวควบคุม แบบพีไอดีเพื่อให้กล่องหมุนตามวัตถุโดยพิจารณาการจ่ายกำลังของตัวควบคุมและค่าความผิดพลาดเมื่อวัตถุออกจากจุดโฟกัสของกล้อง

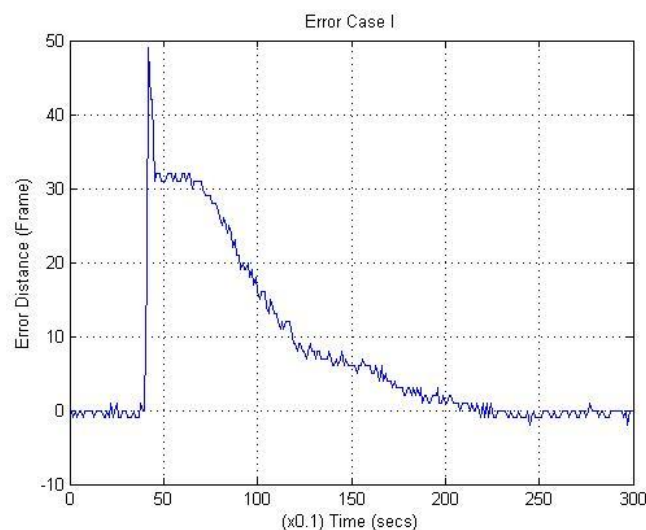
4.1 กรณีที่ 1 ลูกบอลเคลื่อนที่ จับลูกบอลให้เคลื่อนที่เลื่อนออกจากจุดโฟกัส เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของตัวควบคุมต้องเพิ่มกำลังเพื่อให้กล่องหมุนตามวัตถุ



ภาพที่ 4 ตัวควบคุมจ่ายกำลังไฟฟ้าในกรณีที่ 1

เมื่อลูกบอลเคลื่อนที่ที่ตัวควบคุมจะเพิ่มกำลังให้กับระบบเพื่อให้กล่องหมุนตามวัตถุจนกระทั่งลูกบอลอยู่ที่จุดโฟกัสกำลังในการจ่ายไฟจะคงที่เพื่อให้คงสถานะของลูกบอลให้อยู่ที่ตำแหน่งโฟกัสของกล้อง

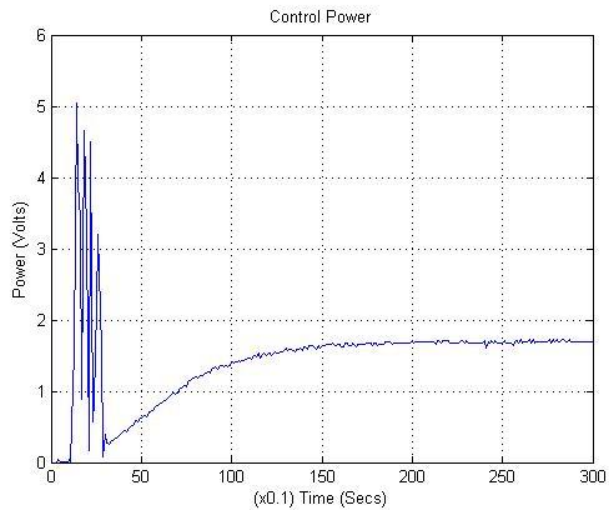
4.2 การลดค่าผิดพลาดในกรณีที่1 จะเกิดความผิดพลาดเมื่อลูกบอลเคลื่อนออกจากจุดโฟกัสของกล้องดังนี้



ภาพที่ 5 การลดค่าความผิดพลาดของระบบกรณีที่ 1

เมื่อลูกบอลอยู่ห่างจากจุดที่ไฟกั้วค่าความผิดพลาดจะมากขึ้นตัวควบคุมจะบังคับให้กล้องหมุนตามวัตถุ เพื่อลดความผิดพลาดลงจนค่าความผิดพลาดมีค่าเป็นศูนย์หรือวัตถุอยู่ที่ตำแหน่งที่ไฟกั้วไว้

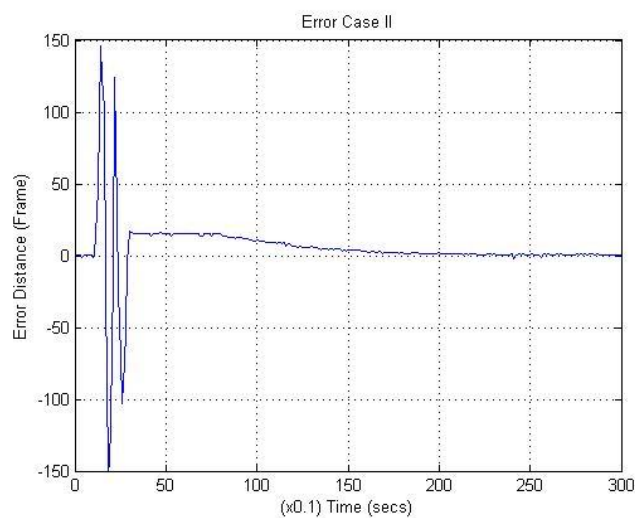
4.3 กรณีที่ 2 กล้องหมุนทำให้ลูกบอลเคลื่อนออกจากจุดไฟกั้ว จะเกิดความผิดพลาดเมื่อกล้องขยับ



ภาพที่ 6 ตัวควบคุมจ่ายกำลังไฟฟ้าในกรณีที่ 2

เมื่อมีแรงกระทำทำให้กล้องหมุน ตัวควบคุมจะพยายามเพิ่ม-ลดกำลัง เพื่อให้ลูกบอลกลับมาอยู่ตำแหน่งจุดไฟกั้วของกล้องเหมือนเดิมแล้วจะคงกำลังไว้เพื่อรักษาให้วัตถุคงตำแหน่งไฟกั้ว

4.4 การลดค่าผิดพลาดในกรณี 2



ภาพที่ 7 การลดค่าความผิดพลาดของระบบกรณีที่ 2

เมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้นตัวควบคุมพยายามลดค่าความผิดพลาดโดยการสั่งกล้องให้หมุนจนกว่าวัตถุ กลับมายังตำแหน่งโฟกัสโดยค่าความผิดพลาดจะค่อยๆลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการทดลองทั้ง 2 กรณี ภาพที่ 4 และ ภาพที่ 6 เมื่อวัตถุไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่งโฟกัสของกล้องตัวควบคุม จะเพิ่ม-ลดกำลัง เพื่อให้กล้องหมุนตามวัตถุจนกว่าวัตถุจะกลับมาอยู่ที่จุดโฟกัส เมื่อพิจารณาการลดค่าความผิดพลาดจากภาพที่ 5 และ ภาพที่ 7 การควบคุมแบบ PID เมื่อระบบเข้าสู่สมดุลค่าความผิดพลาดไม่แกว่งมี ประสิทธิภาพ แต่การตอบสนองช้าในช่วงเวลาที่มีค่าความผิดพลาดค่าความผิดพลาดคงที่สักระยะก่อนจะลดค่าความผิดพลาดนั้นลง เมื่อพิจารณาการเพิ่มกำลังของตัวควบคุมในขณะนั้น จะมีการเพิ่มกำลังการขับมอเตอร์อย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากกำลังขยับยังไม่เพียงพอ มอเตอร์จึงหยุดนิ่งไปชั่วขณะและเมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนค่าความผิดพลาดจะค่อยๆ ลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ซึ่งวัตถุจะอยู่ในตำแหน่งโฟกัสบนเฟรมกล้อง เมื่อระบบเข้าสู่สมดุลค่าความผิดพลาดไม่แกว่ง ระบบจะคงที่ จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาผลการตอบสนองตัวควบคุมจะควบคุมให้กล้องหมุนตามวัตถุได้ตาม เป้าหมาย ซึ่งเป็นวิธีการการควบคุมที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนา ออกแบบตัว ควบคุมและเส้นทางการเคลื่อนที่ติดตามวัตถุด้วยอุปกรณ์วิชั่น เพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงานในการควบคุมต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Mohammad and al-mashhadani. OPTIMAL AND PID CONTROLLER FOR CONTROLLING CAMERA'S POSITION IN UNMANNED AERIAL VEHICLES, International Journal of Information Technology, Modeling and Computing (IJITMC) Vol.1,No.4,November 2013
- [2] ธนากร บุญทัน และ จิระพล ศรีเสริฐผล. การประมาณแรงบิดโพลด์ที่กระทำบนข้อต่อของแขนกลหุ่นยนต์โดยใช้วิธีการชดเชยแบบปรับตัวได้. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 8, 2558, หน้า 100-106.
- [3] วโรตม ตูจินดา. ระบบควบคุมฝังตัว Embedded Control systems. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559.
- [4] สันติ หุตะมาน พรจิต ประทุมสุวรรณ และวัชรินทร์ โพธิ์เงิน. การสร้างชุดประลองที่ใช้ในการเรียนแบบโครงการเป็นฐาน เรื่องการควบคุมอุณหภูมิด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี ผ่านโปรแกรม MATLAB. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7, 2557, หน้า 62-67.
- [5] ทศพร พรหมสิทธิ์ และประสิทธิ์ นางทิน. การควบคุมความเร็วดีซีมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6, 2557

ตัวแสดงผล 3 มิติแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 8x8x8 ใช้แอลอีดีชนิดอาร์จีบี

8x8x8 RGB LED 3D Cubic Display

สมศักดิ์ อภิรักษ์สมบัติ

Somsak Aphiraksombat

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

Somsak.a@bu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างตัวแสดงผล 3 มิติ แบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 8x8x8 ใช้แอลอีดีแบบอาร์จีบี วงจรขับใช้ชิพ PCA9635 ซึ่งเป็นชิพ I²C ที่สามารถขับแอลอีดีด้วยเทคนิคมอดูเลตความกว้างพัลส์ (PWM) 16 ช่องอิสระ จำนวน 32 ชิป ทำให้ได้วงจรขับแอลอีดีแบบอาร์จีบี ขนาด 8x8 จุด จำนวน 2 ชุดขนานกันเพื่อเพิ่มอัตราการแสดงผล การควบคุมการแสดงผลและการกวาดถูกรวมโดยบอร์ดควบคุม Arduino M0 PRO ข้อมูลการแสดงผลถูกส่งไปยังวงจรขับที่ใช้ชิพ PCA9635 ผ่านบัส I²C ในโหมดความเร็ว Fm+ (Fast mode plus) ที่ความเร็วประมาณ 1Mbps ผลการทำงานที่ได้ คือ ตัวแสดงผลสามารถทำงานได้เป็นที่น่าพอใจ คุณภาพของเฉดสีที่แสดงอยู่ในระดับพอใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของแอลอีดีที่ใช้

คำสำคัญ: ตัวแสดงผล 3 มิติ ตัวแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ แอลอีดีแบบอาร์จีบี

ABSTARCT

This paper presents a design and constructs of 8x8x8 3D cubic display using RGB LED. Drive circuit use 32 chip of PCA9635, which is able to drive 16 LED channel independently with pulse width modulation techniques (PWM). These make a dual of 8x8 RGB LED drive circuit in parallel, which increase a display rate. Display and sweep control is controlled by the controller board Arduino M0 PRO. Displayed data is transmitted to the drive circuit (chip PCA9635) through the I2C bus at speed mode Fm + (Fast mode plus) at a speed of about 1Mbps. The working result of display is satisfactory. The quality of the colors displayed is fair, which depends on the quality of the RGB LED.

Keyword: 3D Display, Cubic display, RGB LED

1. บทนำ

ปัจจุบันนำเสนอข้อมูลของหน่วยงานหรือบริษัทต่างๆ ผู้สาธารณะชนหรือกลุ่มเป้าหมายเพื่อการประชาสัมพันธ์มีหลากหลายรูปแบบและวิธีการ ตั้งแต่แบบธรรมดาพื้นๆ จนถึงการใช้เทคโนโลยีทันสมัยต่างๆ เข้าช่วยซึ่งมักจะสร้างประสบการณ์ใหม่ๆ แก่ผู้บริโภคผู้นั้นๆ เมื่อจำกัดขอบเขตของสื่อต่างๆ เหล่านี้ลงมาให้เหลือเฉพาะสื่อประเภทที่เป็นตัวแสดงผลประเภทใช้การเปล่งแสงโดยใช้หลอด LED จะพบว่า มีอยู่หลากหลายแบบ เช่น แผงแสดงผลแบบ 2 มิติ ซึ่งมักใช้ในการแสดงข้อความและภาพกราฟิกแบบง่ายๆ แสดงสีได้ตั้งแต่สีเดียวจนถึงหลายๆ สี หรือ ตัวแสดงผลแบบใช้หลักการแสดงภาพจลนตติภาพ หรือ POV (Persistence Of Vision) ซึ่งตัวแสดงผลติดตั้งบนทรงกระบอกที่กำลังหมุน เป็นต้น ตัวแสดงผลแบบหนึ่งที่น่าสนใจ คือ ตัวแสดงผลแบบ 3 มิติ ได้แก่ ตัวแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ซึ่งเป็นตัวแสดงผลที่ใช้หลอด LED วางอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์โดยตำแหน่งที่วางมีลักษณะสมมาตร สมมาตร และมิระยะห่างเท่าๆ กัน จำนวน LED ที่ใช้จะแสดงให้เห็นถึงความ

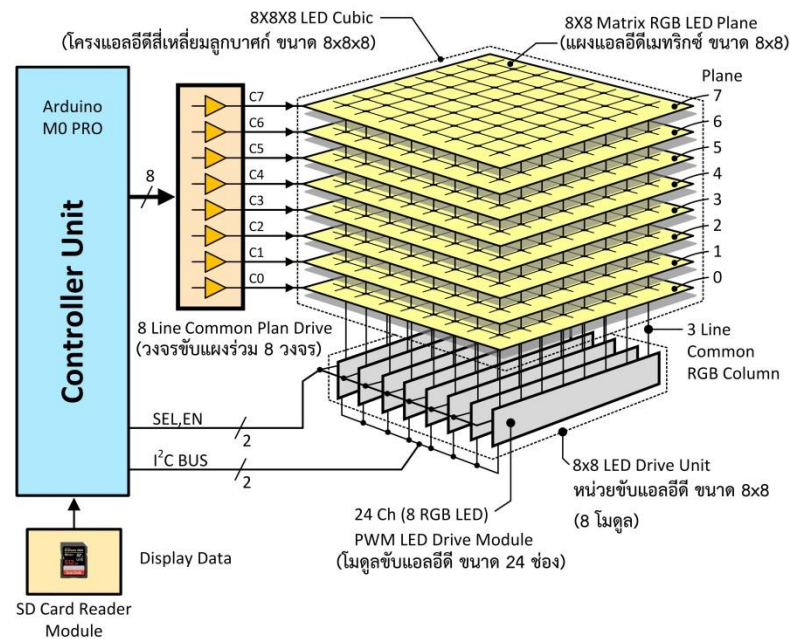
ละเอียดของภาพที่แสดง แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นตัวแสดงผล 3 มิติ ตัวแสดงผล LED สามารถบังคับเองได้ ดังนั้น ถ้ามีการใช้จำนวน LED มากเพื่อเพิ่มความละเอียด ระยะห่างระหว่าง LED แต่ละหลอดต้องเพิ่มมากขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการบังกันและการรบกวนกันของแสง ดังนั้น ขนาดของสี่เหลี่ยมลูกบาศก์จะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นตามไปด้วย ตัวแสดงผลแบบนี้สร้างประสบการณ์ใหม่และแปลกแก่ผู้สังเกตได้ เนื่อง LED อยู่ในตำแหน่ง 3 มิติจริงๆ เมื่อเทียบกับผู้สังเกต

ถึงแม้ว่า ตัวแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์จะสามารถสร้างประสบการณ์แปลกใหม่แก่ผู้สังเกตได้ แต่ตัวแสดงผลแบบนี้มีอุปสรรคในการสร้างค่อนข้างมาก เช่น การยึดให้ LED อยู่ในตำแหน่งต่างๆ ภายในสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ซึ่งมักจะใช้วิธีการเดินสายลวดตัวนำที่มีความแข็งแรงพอเป็นโครงร่างเพื่อให้ LED ทุกหลอดภายในสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เชื่อมเกาะกับลวดตัวนำดังกล่าวในตำแหน่งที่กำหนด และวงจรขับจะใช้ลวดตัวนำต่างๆ ดังกล่าวในการขับ LED ที่อยู่ภายในลูกบาศก์ ถ้าใช้ LED สีเดียวการขึ้นโครงรูปดังกล่าวจะง่ายแต่ LED สีเดียวย่อมมีข้อจำกัดมากในการสร้างความน่าสนใจในการแสดงผล การเปลี่ยนจาก LED สีเดียวมาเป็น LED แบบมี LED 3 หลอดที่ให้แสงที่เป็นแม่สี 3 สีอยู่ภายในหรือที่เรียกสั้นๆ ว่า RGB LED จะทำให้ตัวแสดงผลสามารถแสดงลูกเล่นในเรื่องของเฉดสีที่แสดงได้ด้วย ซึ่งจะสามารถดึงดูดความสนใจจากผู้สังเกตได้มากกว่ามาก แต่การเปลี่ยนไปใช้ RGB LED จะต้องเพิ่มจำนวนเส้นลวดตัวนำภายในลูกบาศก์มากกว่าเดิมอีกกว่า 3 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากต้องใช้จำนวนสัญญาณมากขึ้นเพื่อขับ LED แบบ RGB นอกจากนี้ปัญหาในเรื่องการเดินลวดตัวนำภายในลูกบาศก์แล้ว เพื่อให้สามารถควบคุมเฉดสีของ LED แบบ RGB จำเป็นต้องใช้วงจรขับที่ใช้เทคนิคการขับแบบมอดูเลตความกว้างพัลส์ หรือ PWM (Pulse Width Modulation) ซึ่งเป็นวงจรที่มีความซับซ้อนมากกว่าวงจรขับแบบเปิด/ปิดธรรมดาทั่วไป

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น คุณภาพของ LED แบบ RGB และจำนวน LED ที่ใช้ก็เป็นอีกปัญหาหนึ่ง ปัญหาอื่นๆ ที่พบเห็นสำหรับ RGB LED ที่มีคุณภาพไม่ดีพอ คือ LED แต่ละหลอดให้เฉดสีและความสว่างที่ต่างกันซึ่งเมื่อนำ LED ดังกล่าวมาต่อขึ้นรูปเป็นรูปลูกบาศก์จะสังเกตเห็นความไม่สม่ำเสมอของความสว่างได้ชัดเจน ตัวแสดงผลแบบนี้ใช้จำนวน LED มาก เช่น ตัวแสดงผลเพียงขนาด $8 \times 8 \times 8$ จะต้องใช้จำนวน LED มากถึง 512 หลอด ดังนั้น ถ้าใช้ LED แบบ RGB งบประมาณที่ใช้สำหรับ LED เพียงอย่างเดียวมีค่าสูง ถ้าเลือกใช้ LED ที่มีคุณภาพจะใช้งบประมาณสูงกวานี้ ด้วยเหตุผลเชิงเทคนิคทำให้ขนาดของตัวแสดงผลแบบนี้มักจะเป็นตัวเลขจำนวนเท่าของ 2 ได้แก่ 2 4 8 16 32 . . . ดังนั้น สำหรับงานชิ้นนี้ขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไปรวมถึงงบประมาณที่ใช้จึงเลือกใช้ขนาด $8 \times 8 \times 8$

2. การออกแบบและการสร้าง

ไดอะแกรมของระบบแสดงดังภาพที่ 2.1 แบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1.) โครง LED สีเหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด $8 \times 8 \times 8$ (8x8x8 LED Cubic) 2.) หน่วยขับ LED ขนาด 8x8 (8x8 LED Drive Unit) 3.) วงจรขับแผง LED ร่วม 8 วงจร (8 Line Common Plan Drive) และ 4.) หน่วยตัวควบคุม (Controller Unit) มีรายละเอียดโดยย่อ ดังนี้



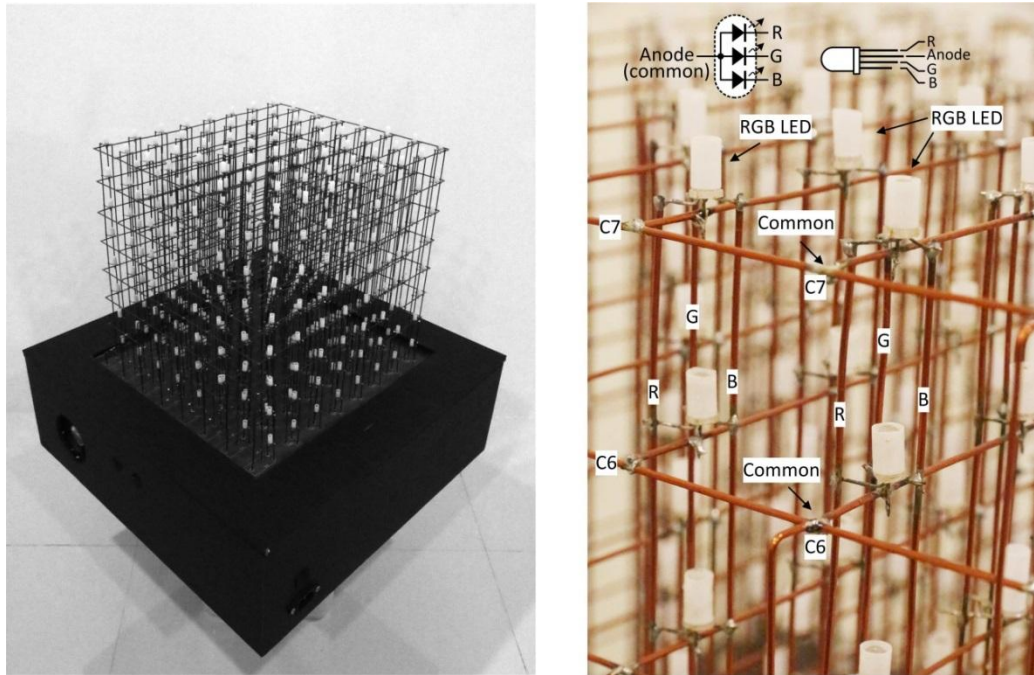
ภาพที่ 2.1 โดอะแกรมระบบของตัวแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 8x8x8

2.1 โครง LED สี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 8x8x8 (8x8x8 LED Cubic)

LED สี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาด 8x8x8 ประกอบขึ้นจากแผง LED ที่ต่อกันแบบเมทริกซ์ขนาด 8x8 จำนวน 8 แผง ใช้ LED หมายเลข AL-L051RGBC/47-AL1 เป็น RGB LED แบบแอนโอดร่วม (Common anode) เป็นหลอดกลมใส (Water clear) ขนาด 5 มม. LED ที่ประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 8x8x8 แสดงดังภาพที่ 2.2 (ซ้าย) รวมจำนวน LED ทั้งหมด 512 หลอด เมื่อมองจากด้านบน สี่เหลี่ยมลูกบาศก์นี้จะประกอบด้วยคอลัมน์ (แถวแนวตั้ง) จำนวน 64 คอลัมน์วางตัวในรูปเมทริกซ์ขนาด 8x8 แต่ละคอลัมน์ประกอบด้วย RGB LED จำนวน 8 หลอดวางตัวในแนวตั้งตามลำดับจากบนลงล่างเป็นระยะห่างเท่าๆ กัน โดยขา R G และ B ของ LED แต่ละหลอดต่อเชื่อมกับลวดทองแดงแข็งแนวตั้ง 3 เส้น R G และ B ตามลำดับ ภาพที่ 2.2 (ขวา) และเนื่องจาก LED ทั้ง 8 หลอดของทุกคอลัมน์วางตัวเป็นระยะห่างเท่าๆ กันและเหมือนกัน ดังนั้น เมื่อมองสี่เหลี่ยมลูกบาศก์นี้ในแนวนอนจะมองเห็น LED ทั้งหมดจัดเรียงตัวเป็นชั้นๆ จำนวน 8 ชั้น (แผง) โดยขาแอนโอดร่วม (Common anode) ของ LED ทุกตัวในแต่ละชั้นจะถูกเชื่อมต่อกันเป็นขาร่วม C0 - C7 (ดูภาพที่ 2.1 ประกอบ) สำหรับควบคุมการติดดับของ LED ในแต่ละชั้น

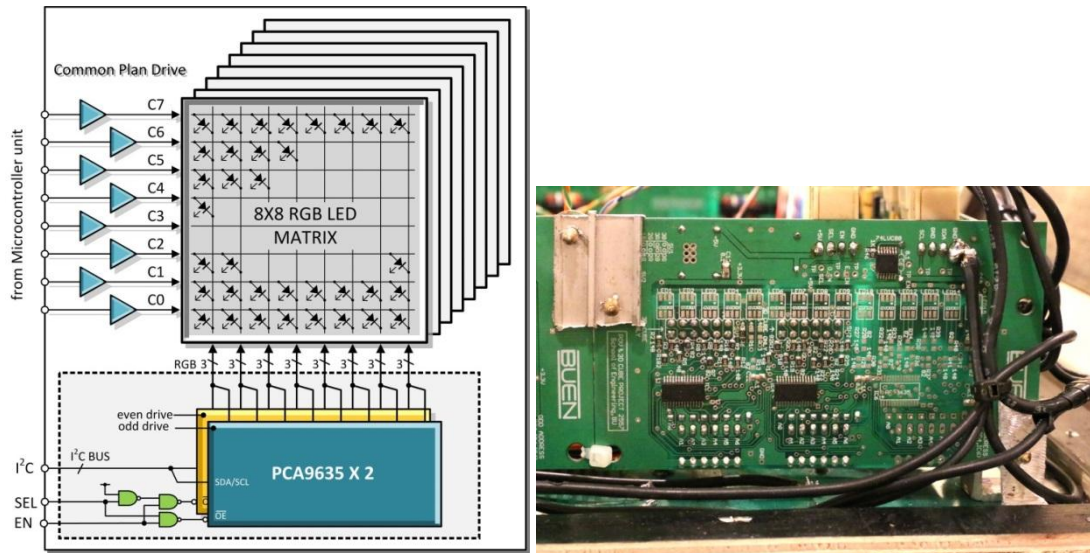
2.2 หน่วยขับ LED ขนาด 8x8 (8x8 LED Drive Unit)

หน่วยขับ LED ขนาด 8x8 ทำหน้าที่รับข้อมูลแสดงผลที่ส่งจากหน่วยควบคุม (Controller unit) ผ่านทางบัส I²C และสัญญาณควบคุมที่ส่งโดยตรงจากหน่วยควบคุม (Controller unit) เพื่อขับ RGB LED จำนวน 64 หลอด



ภาพที่ 2.2 (ซ้าย) LED ที่ประกอบเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 8x8x8 และ (ขวา) ที่แต่ละคอลัมน์ของ LED ประกอบด้วยลวดตัวนำแข็ง 3 เส้นสำหรับต่อเชื่อมร่วมกันของขา R G และ B ของ LED ทั้งหมดในคอลัมน์นั้นๆ

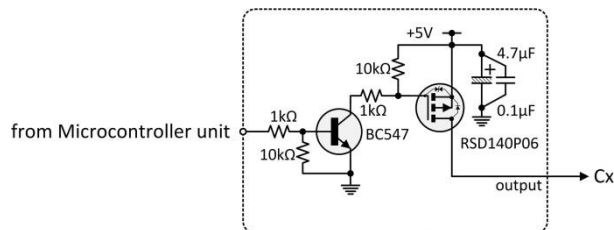
หน่วยขับ LED ขนาด 8x8 นี้ประกอบขึ้นจากโมดูลขับแถวของ RGB LED ขนาด 8 หลอด จำนวน 8 โมดูล และเพื่อให้สามารถควบคุมการแสดงเฉดสีของ RGB LED แต่ละหลอดได้ วงจรขับทุกวงจรถูกออกแบบให้มีคุณสมบัติการขับแบบมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์ หรือ เรียกว่า PWM (Pulse Width Modulation) โดยสำหรับในงานนี้เลือกใช้ชิพหมายเลข PCA9635 ซึ่งสามารถขับเอาต์พุตแบบ PWM จำนวน 16 เอาต์พุตแยกอิสระในการทำหน้าทีนี้ โมดูลของวงจรขับ RGB LED ขนาด 8 หลอด แสดงดังภาพที่ 2.3 จากไดอะแกรมจะเห็นว่าใน 1 โมดูลประกอบด้วยวงจรขับ RGB LED ขนาด 8 หลอด จำนวน 2 ชุดทำงานสลับกัน เรียกว่า ชุดขับคู่ (even drive) และชุดขับคี่ (odd drive) ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความเร็วในการกวาดตัวแสดงผล ใน 1 ชุดจะใช้ชิพ PCA9635 จำนวน 2 ชิป โดยใน 1 ชิปจะใช้ 12 เอาต์พุตจากทั้งหมด 16 เอาต์พุตเพื่อขับ RGB LED จำนวน 4 หลอด (3 เอาต์พุต/1 RGB LED) มีสัญญาณ EN สำหรับเปิดปิดโมดูล และสัญญาณ SEL เพื่อเลือกขับด้วยชุดขับคู่หรือคี่ ซึ่งสัญญาณเหล่านี้ถูกส่งตรงมาจากหน่วยควบคุม (Controller unit) โมดูลขับที่ประกอบแล้วแสดงในภาพที่ 2.3 (ซ้าย)



ภาพที่ 2.3 (ซ้าย) โมดูลขับ RGB LED แบบ PWM ขนาด 8 หลอด (2 ชุดขนาน) และ (ขวา) โมดูลขับ RGB LED ที่สร้างขึ้นและติดตั้งในเครื่อง

2.3 วงจรขับแผง LED ร่วม 8 วงจร (8 Line Common Plan Drive)

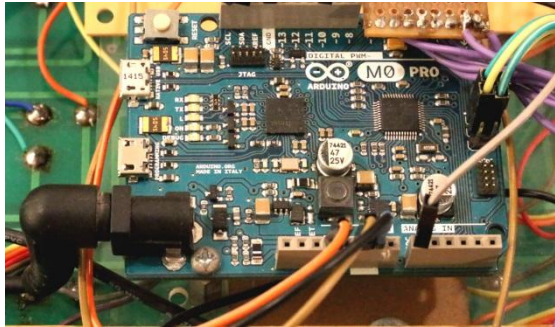
วงจรขับแผง LED ร่วม ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟตรงที่เพียงพอให้แก่แผง LED ขนาด 8x8 ตัวแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์นี้มีจำนวน 8 ชั้น (แผง) ดังนั้น ต้องใช้วงจรขับทั้งหมดจำนวน 8 วงจร ตัวอย่าง 1 วงจรแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 วงจรขับแผง LED ร่วม 1 วงจร

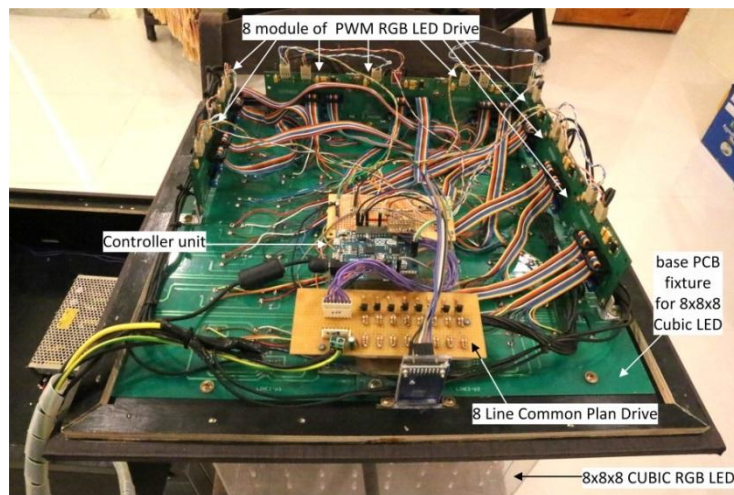
2.4 หน่วยตัวควบคุม (Controller Unit)

หน่วยตัวควบคุม (Control unit) ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาดูโย (Arduino) รุ่น M0 PRO ซึ่งใช้ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ ATSAM D21G18, 32-Bit ARM Cortex M0+ แต่ลักษณะสำคัญที่เลือกใช้ในงานนี้ คือ ฮาร์ดแวร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สนับสนุนความเร็วในการสื่อสารอนุกรมแบบ I²C ถึงระดับ Hs-mode (High speed mode) หรือ 3.4 Mbps ทำให้สามารถส่งข้อมูลการแสดงผลไปยังโมดูลขับ RGB LED ซึ่งใช้ชิพ PCA9635 ที่สนับสนุนความเร็วบนบัส I²C ในโหมด Fm+ (Fast mode plus) หรือที่ 1 Mbps ได้ ซึ่งจะช่วยให้อัตราการแสดงผลภาพบนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ (Cubic rate) ให้สูงขึ้นได้ ภาพที่ 2.5 แสดงบอร์ดควบคุม Arduino M0 PRO ที่ใช้



ภาพที่ 2.5 บอร์ดควบคุม Arduino M0 PRO

จากทั้ง 4 ส่วนที่กล่าวมา เมื่อประกอบและติดตั้งร่วมกันแสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 แสดงส่วนต่างๆ เมื่อประกอบเข้าด้วยกัน

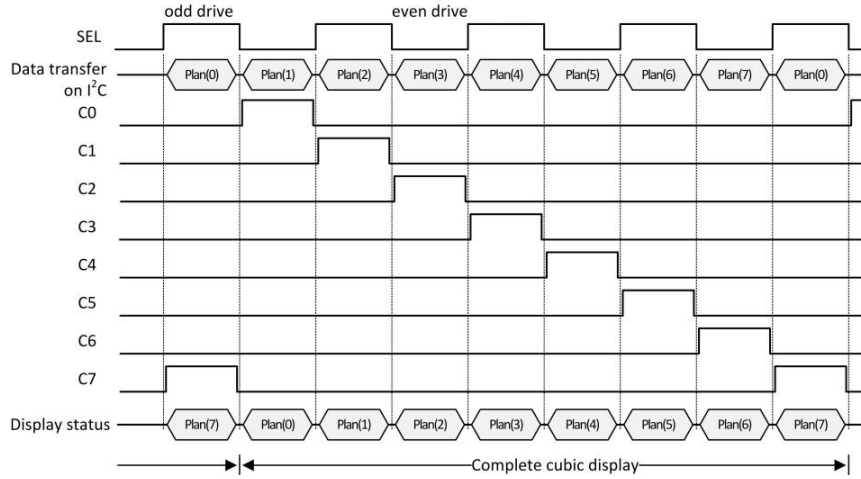
2.5 โปรแกรมควบคุม (Control program)

โปรแกรมควบคุมพัฒนาขึ้นด้วยภาษาซี ไม่มีความซับซ้อน สิ่งที่ต้องคำนึงคือการพยายามเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลจากบอร์ดควบคุมไปยังหน่วยขับ LED ขนาด 8x8 ซึ่งประกอบด้วยโมดูลขับ RGB LED จำนวน 8 โมดูลผ่านบัส I²C ทั้งนี้เพื่อให้เวลาที่ใช้ไปในการส่งข้อมูลไปแสดงบน LED ครบ 1 ลูกบาศก์ขนาด 8x8x8 น้อยที่สุด ซึ่งก็คือการเพิ่มอัตราการแสดงภาพบนตัวแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์นั่นเอง หรือ cubic rate ซึ่งสำหรับตัวแสดงผลนี้มี 2 ประการ คือ

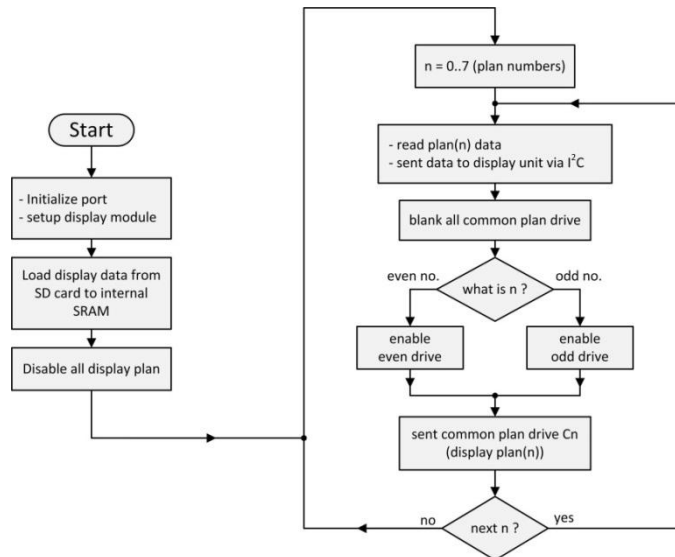
1. การเพิ่มความเร็วในการสื่อสารบนบัส I²C ให้สูงเทียบเท่าความสามารถของชิพ PCA9635 ซึ่งอยู่ที่โหมด Fm+ (Fast mode plus) หรือที่ความถี่สัญญาณนาฬิกาประมาณ 1 MHz และเนื่องจากโปรแกรมควบคุมพัฒนาบน Arduino IDE และใช้ไลบรารี Wire มาตรฐานซึ่งสนับสนุนความเร็วของสัญญาณนาฬิกาบนบัส I²C ที่โหมด standard หรือที่ความเร็วเพียง 100kHz เท่านั้น ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีแก้ไข/ดัดแปลงไลบรารีมาตรฐานภายในไฟล์ Wire.h โดยเปลี่ยนค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาของตัวแปร TWI_CLOCK จาก 100000 เป็น 2000000

2. โมดูลขับ RGB LED ขนาด 8 LED ได้ออกแบบให้มีวงจรขับจำนวน 2 ชุดขนานกัน เรียกชุดขับคู่ และชุดขับคี่ ทั้ง 2 ชุดต้องทำงานสลับกัน ชุดขับคู่ (even drive) สำหรับขับ LED ชั้น (แถว) หมายเลขคู่ (C0, C2, C4, C6) ชุดขับคี่ (odd drive) สำหรับขับ LED ชั้น (แถว) หมายเลขคี่ (C1, C3, C5, C7) โดยใช้ช่วงเวลาสำหรับการค้างแสดงผลที่ชั้น (แถว) ใดๆ ในการส่งข้อมูลการแสดงผลสำหรับชั้นถัดไป ดังไดอะแกรมเวลาในภาพที่ 2.7

ในส่วนของโปรแกรมไม่มีความซับซ้อนใดๆ เพียงควบคุมจังหวะการแสดงผลและการส่งผ่านข้อมูลให้เป็นที่



ภาพที่ 2.7 ไดอะแกรมเวลาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงผลบน LED และการส่งผ่านข้อมูลไปยังโมดูลขับ RGB LED

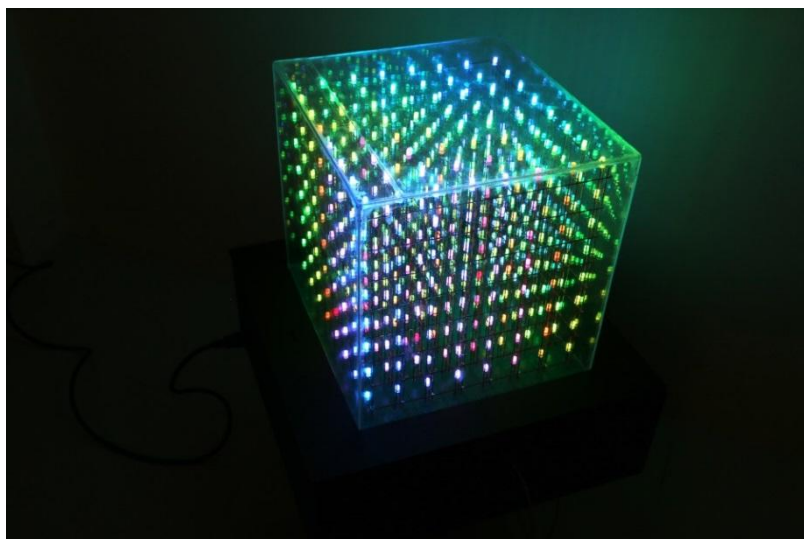


ภาพที่ 2.8 โฟลวการทำงานของโปรแกรมควบคุม

ตามไดอะแกรมเวลาในภาพที่ 2.7 ซึ่งจะได้ผังการทำงานตามภาพที่ 2.8

3. ผลการทดสอบ

เนื่องจากเป็นตัวแสดงผลที่ใช้เพื่อการประชาสัมพันธ์ ดังนั้น ผลจึงจะแสดงในรูปของการแสดงผลดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพตัวแสดงผลขณะแสดงการเปลี่ยนเฉดสีที่เกิดจากการผสมจากแม่สีเพียง 2 สี

4. สรุป

ตัวแสดงผล 3 มิติแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นเป็นตัวแสดงผลที่สามารถใช้เพื่อนำเสนอทั้งในลักษณะของรูปแบบการแสดงผลและการควบคุมเฉดสี รวมถึงการแสดงผลในลักษณะภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถสร้างประสบการณ์แก่ผู้สังเกตที่แตกต่างจากตัวแสดงผลแบบอื่นๆ ปัญหาที่พบ ได้แก่

- 1.) LED แบบ RGB ที่ใช้ยังมีคุณภาพไม่ดึ๊ง ทำให้ความสว่างและเฉดสี ของ LED แต่ละหลอดยังมีความแตกต่างกันถึงแม้ว่าจะถูกขับด้วยเงื่อนไขเดียวกัน
- 2.) ถ้าพัฒนาโปรแกรมควบคุมโดยอาศัยไลบรารีมาตรฐานของ Arduino ไลบรารีดังกล่าวสนับสนุนความเร็วในการสื่อสารบนบัส I²C ที่มาตรฐาน 100 Kbps ซึ่งต่ำเกินไป ทำให้ภาพที่แสดงเกิดการกระพริบ
- 3.) การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการแสดงผลในรูปแบบที่ต้องการยังมีความยุ่งยาก เนื่องจากภาพที่แสดงมีลักษณะของ 3 มิติ ข้อมูลที่ใช้ในการแสดงจึงมีความซับซ้อน การจัดเตรียมข้อมูลจำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยเหลือ ถ้าเป็นภาพเคลื่อนไหวข้อมูลที่ใช้ในการแสดงยังมีความซับซ้อนและมากขึ้น โปรแกรมควบคุมที่พัฒนาขึ้นยังสนับสนุนได้ไม่ดี

สิ่งที่ควรพัฒนาต่อ ได้แก่

- 1.) เลือกใช้ LED แบบ RGB ที่มีคุณภาพสูงขึ้น
- 2.) พัฒนาระบบควบคุมโดยเปลี่ยนไปใช้วงจรควบคุมที่โปรแกรมบนอุปกรณ์ FPGA เนื่องจากมีความเร็วในการทำงานสูงกว่าระบบที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 3.) พัฒนาซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ภายนอกเพื่อช่วยจัดการข้อมูลภาพที่ใช้แสดงบนตัวแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว และสามารถเชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุมของตัวแสดงผลผ่านพอร์ต USB เพื่อถ่ายโอนข้อมูลไปยังตัวแสดงผล

5. บรรณานุกรม

1. NXP Semiconductors. PCA9635: 16-bit Fm+ I²C-bus LED Driver. ค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2559, จาก http://www.nxp.com/documents/data_sheet/PCA9635.pdf

2. Atmel Corporation. SMART ARM-Based Microcontrollers: SAM D21E/SAM D21G/SAM D21J
ค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.atmel.com/devices/ATSAMD21G18.aspx>
3. บริษัท อิเลคทรอนิกส์ ซอร์ซ จำกัด. AL-L051RGB/47-AL1: LED Lamp 5mm Round RGB.
ค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.es.co.th/detail.asp?Prod=098300019>
4. Dongguan Zhiding Electronics Technology Co., TD. 5mm LED RGB Color.
ค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2559, จาก http://en.zhidingled.com/_d276684486.htm

ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวเพื่อการจัดกลยุทธ์การท่องเที่ยวแบบเศรษฐกิจพอเพียง

The Tourist Behavior Analysis System for Tourism Strategies Arrangements in the Sufficiency Economy

จิรศักดิ์ พุ่มเจริญ¹ ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ¹
Jeerasak Phumcharoen¹, Pradit Songsangyos¹

^{*1} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
^{*}ที่อยู่ E-mail: jeerasak.ph@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวเพื่อการจัดกลยุทธ์การท่องเที่ยวแบบเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อสร้างแบบสำรวจพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว ต่อการเดินทางท่องเที่ยวในมิติเศรษฐกิจพอเพียงรูปแบบออนไลน์ และเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล พัฒนาระบบฐานข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวโดยการเปรียบเทียบจัดทำระบบแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว กรณีศึกษา จังหวัดสุพรรณบุรี ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดสุพรรณบุรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เก็บข้อมูลเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จากนักท่องเที่ยวตามสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นที่นิยมแหล่งต่างๆ ในจังหวัดสุพรรณบุรี ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้คือ ระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว ทำให้เกิดการพัฒนาศักยภาพยกระดับคุณภาพอุตสาหกรรมบริการและการท่องเที่ยว ในมิติเศรษฐกิจพอเพียงให้เกิดการสร้างรายได้และการบริหารทรัพยากรการท่องเที่ยว ด้านความสามารถในการใช้งานระบบมีความน่าเชื่อถือ ใช้งานง่าย มีสะดวกรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล ในเชิงคุณภาพพบว่าค่าความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับดีมาก ได้ค่าเฉลี่ย 4.42 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองนโยบายรัฐบาล และส่งเสริมอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศ เป็นไปตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของแผนงานวิจัยที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: พฤติกรรมนักท่องเที่ยว กลยุทธ์การท่องเที่ยว เศรษฐกิจพอเพียง

ABSTRACT

This study presents the Tourist Behavior Analysis System for Tourism Strategies Arrangements in the Sufficiency Economy. To create a poll of tourist behavior for traveling on website, and collected analyzed information into the database. The development of database system for analyze tourist behavior in response to the needs of the tourists: a case study of Suphanburi province. The population in the study were the tourists in Suphanburi province. The data collection by Stratified Random Sampling. Collected from the tourists who visited the popular tourist attractions in Suphanburi. The study found that, the DATB has to manage tourism strategy, readiness to build the ASEAN community. The economic development potential, quality of service industry and tourism in the dimensions of sufficiency. The goal has to achieved income generation and management of tourism attractions. The DATB has reliable, easy to use, with fast data processing. The qualitative aspects found that: the satisfaction with the system in a very high, average 4.42, shows that DATB can analyzed travel behavior, public attractions, can explore

the tourist information, evaluate the satisfaction of users to use DATB, display the analysis of tourists behavior for Individual with multi-languages effective on Network. To support universal applications. Create a channel for the tourism promotion in the new format to preparation of the ASEAN community. The convenience in choosing the tourist attractions, to support the distribution of income to tourism and local communities to support government policy. Besides, promote the tourism industry of the country.

Keywords: Tourist Behavior, Tourism Strategies, Sufficiency Economy

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความสมบูรณ์พูนสุขทางด้านทรัพยากรธรรมชาติมากมาย ประกอบด้วย ความมีมิตรไมตรีที่ติดมากับนานาชาติ ทำให้ธุรกิจทางด้านอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของประเทศมีแนวโน้มการเติบโตอย่างมาก ปัจจุบันตลาดการท่องเที่ยวที่ไม่สามารถมองข้าม คือ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือกลุ่ม AEC ที่เริ่มมีเศรษฐกิจที่แข็งแกร่ง ทั้งประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย โดยเฉพาะประเทศอินโดนีเซียที่มีการเติบโตดีที่สุดในขณะนี้ จากข้อมูลดังกล่าวประเทศไทยมีการวางนโยบายเพื่อกระตุ้น เร่งสร้างส่วนแบ่งการตลาดในจังหวัดที่ภายในกลุ่ม AEC เอง กำลังเตรียมตัวเข้าร่วมเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี 2558 โอกาสสำหรับตลาด AEC ด้านการท่องเที่ยวไทย คือ การใช้ข้อได้เปรียบในการเป็นประตูสู่ภูมิภาค (Gateway to Asean) ของ AEC และรวมถึงความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับประเทศเพื่อนบ้านอย่าง พม่า และกัมพูชา ที่มีนโยบายเปิดประเทศมากขึ้น ทำให้ไทยยังมีโอกาสจับกลุ่มนักท่องเที่ยวเชื่อมโยงมาไทยก่อนกระจายไปสู่เพื่อนบ้านได้

จากแผนพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว และวิถีชีวิตของสังคม ชุมชนในประเทศไทย ด้วยการมีแนวคิดของการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง โดยมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ๆ เข้ามาผสมผสานเพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่สามารถปรับตัวได้อย่างกลมกลืน และยั่งยืนในกระแสการเปลี่ยนแปลง ในการพัฒนาระบบฯ คณะผู้วิจัยมีแนวความคิดเริ่มจากการสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลปฐมภูมิ จัดทำฐานข้อมูล และพัฒนาระบบวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวขึ้น เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ ตอบสนองความต้องการ เผยแพร่แหล่งท่องเที่ยว ตอบรับนโยบายการพัฒนาการท่องเที่ยวไทยในระดับมหภาค และมีการบูรณาการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการท่องเที่ยว และความสอดคล้องกับนโยบายรัฐบาล สร้างรายได้ โดยส่งเสริมการท่องเที่ยวจากทั้งภายนอกและภายในประเทศให้เกิดการพัฒนาการท่องเที่ยวและแหล่งท่องเที่ยวอย่างมั่นคง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ของแผนงานวิจัย

การพัฒนาระบบฯ ทำให้เกิดการพัฒนาศักยภาพระดับคุณภาพบริการในอุตสาหกรรมบริการและการท่องเที่ยว ในมิติเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อยกระดับทางเศรษฐกิจการท่องเที่ยว สร้างรายได้ การบริหารทรัพยากรการท่องเที่ยว และการสร้างความพร้อมในการเข้าสู่ AEC

2.2 ยุทธศาสตร์การท่องเที่ยว

การพัฒนาด้านการท่องเที่ยวประกอบด้วยยุทธศาสตร์การท่องเที่ยว ที่มีการวางแผนการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวจากหลากหลายภาคส่วน ทั้งระดับประเทศและนานาชาติเป็นสัดส่วน ดังนี้

1) แผนประชาคมอาเซียน โดยประชาคมอาเซียนประกอบด้วย 3 เสาหลัก ได้แก่ ASEAN Political-Security Community: APSC, ASEAN Socio-Cultural community: ASCC, ASEAN Economic Community: AEC

2) แผนด้านการท่องเที่ยวของอาเซียน ประกอบด้วย ยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวอาเซียน พ.ศ. 2554 – 2558 (ASEAN Tourism Strategic Plan 2011 – 2015), ข้อตกลงอาเซียนด้านบุคลากรวิชาชีพท่องเที่ยว (ASEAN MRA on Tourism Professionals) ในการประชุมรัฐมนตรีท่องเที่ยวอาเซียน (M-ATM) ครั้งที่ 12, แผนด้านการท่องเที่ยวประเทศไทย เกิดจากการประสานงานจากทุกภาคส่วนโดยมีนโยบายการท่องเที่ยวแห่งชาติเป็นฐาน

2.3 ทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียง

“เศรษฐกิจพอเพียง” เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงมีพระราชดำริชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่ พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดนานกว่า 25 ปี ตั้งแต่ก่อนวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ และเมื่อภายหลังได้ทรงเน้นย้ำแนวทางการแก้ไขเพื่อให้รอดพ้น และสามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์ และความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ [1]

การท่องเที่ยวในมิติเศรษฐกิจพอเพียง คือ รูปแบบหนึ่งของการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน ซึ่งเหมาะสมกับสังคมชาวนา โดยยึดการเกษตรแบบผสมผสานเป็นอาชีพหลัก การจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวเป็นอาชีพเสริม ดำเนินธุรกิจภายใต้เงื่อนไขของการพัฒนาอย่างยั่งยืน และปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง [2]

ทฤษฎีใหม่ คือ ระบบการเกษตรแบบผสมผสานครบวงจร ซึ่งป้องกันความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจโดยใช้หลักการมีเหตุผลพอประมาณและมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี แต่ต้องมีเงื่อนไขของความรู้คู่คุณธรรมในการประกอบอาชีพ ทฤษฎีใหม่มี 3 ระดับ คือ ระดับครัวเรือนหรือการผลิตเพื่อพอยู่พอกินและพึ่งตนเอง, การรวมพลัง (ระดับชุมชน), ประสานแหล่งเงินทุนและการตลาด (ระดับประเทศ)

2.4 สถิติการท่องเที่ยวของประเทศไทย

จากสถิติการท่องเที่ยว [3] ของจำนวนนักท่องเที่ยวต่างประเทศที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย พบว่ามีปริมาณนักท่องเที่ยวต่างประเทศจำนวนรวมในปี พ.ศ. 2545 จาก 10,799,067 และมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปีเป็น 26,735,583

2.5 สถิติการท่องเที่ยวของจังหวัดสุพรรณบุรี

สรุปสถานการณ์ท่องเที่ยวภายในประเทศ จังหวัดสุพรรณบุรี [4], [5] พ.ศ. 2552 – 2554 จากการรวบรวมข้อมูลทางสถิติพบว่ารายได้จากการท่องเที่ยวทั้งหมดของจังหวัดสุพรรณบุรี 1,707.39 ล้านบาท กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนล่าง 1 ทั้งหมด 12,236.05 ล้านบาท รวมรายได้จากการท่องเที่ยวของกลุ่มภาคกลางตอนล่างทั้งหมด 13,943.44 ล้านบาท

จากการค้นคว้าข้อมูลย้อนหลังดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าเม็ดเงินจากการท่องเที่ยวมีปริมาณที่สูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับปริมาณนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี จากยุทธศาสตร์ของประเทศที่มุ่งพัฒนาด้านการท่องเที่ยวและบริการ เพื่อเป็นประตูสู่การค้า การแข่งขัน และการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศในอนาคต

มีหลากหลายงานวิจัยที่ทำการศึกษาด้านการท่องเที่ยว [6] เกี่ยวกับการศึกษาแหล่งท่องเที่ยวหมู่บ้านข้างในอีสานใต้ ศึกษาจุดอ่อน จุดแข็ง โอกาส และอุปสรรคในการพัฒนาพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวหมู่บ้านข้างในอีสานใต้

ศึกษาแนวทางการพัฒนาพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวหมู่บ้านช้างในอีสานใต้ และศึกษายุทธศาสตร์พึ่งพาตนเอง ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวของชาวไทย พ.ศ. 2557 ทำการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวของชาวไทย [3], [7] ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติในจังหวัดเพชรบูรณ์อย่างยั่งยืน ผลปรากฏว่าสภาพปัจจุบันของการจัดการสภาพแวดล้อมในอุทยานแห่งชาติเขาค้อ (น้ำตกธารทิพย์) อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ มีลักษณะการจัดการด้านการท่องเที่ยวธรรมชาติ ประเภทน้ำตกที่มีการบริหารจัดการด้านการท่องเที่ยว ในระดับดีมาก นอกจากนี้มีการศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร [8]

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มีการศึกษาในด้านของปัจจัยที่มีอิทธิพลผลกระทบต่อการท่องเที่ยว แนวทางการพัฒนาและสำรวจพฤติกรรมนักท่องเที่ยว แต่ไม่มีงานวิจัยใดเลยที่จะนำระบบสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและสนับสนุนด้านการท่องเที่ยว งานวิจัยชิ้นนี้เป็นชิ้นแรกที่น่าจะรวบรวมข้อมูล มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว

3. วิธีการวิจัย

การสร้างและการพัฒนาระบบฯ เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ ตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว เผยแพร่แหล่งท่องเที่ยว สนองต่อการกำหนดนโยบายการพัฒนาการท่องเที่ยวไทยในระดับมหภาค ซึ่งสามารถแบ่งการดำเนินงานโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย ประกอบด้วย 2 โครงการวิจัยคือ การสำรวจพฤติกรรมนักท่องเที่ยวและเศรษฐกิจแบบพอเพียง กับการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว กรณีศึกษาเขตจังหวัดสุพรรณบุรี โครงการวิจัยทั้งสองได้ดำเนินการตามสัดส่วนของระยะเวลา ทำให้สามารถพัฒนาระบบได้อย่างสมบูรณ์และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัยอย่างเหมาะสม

คณะวิจัยได้จัดการโครงการด้วยแนวทาง Scrum Process [9] โดยการนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ของแผนงานวิจัยการพัฒนาระบบ ในการนำ Scrum Process มาใช้นั้นมีการให้ความสำคัญกับ 3 ส่วนหลักคือ

- 1) บทบาทของทีมงาน (Role) คือ Scrum team, Product owner, Scrum master
- 2) วิธีการทำงาน (Process) คือ feature reports, user request ช่วงการทำ iteration มีการนำ product backlog ที่ได้มาจัดลำดับความสำคัญ (Sprint phase) เน้นด้านการประชุม พบปะพูดคุยกัน คล้ายกับ standup meeting และจัดการ assign task ให้กับทีมงาน (Daily scrum)
- 3) การประเมินและติดตามงาน (Demonstration and Evaluation) สามารถวัดผลของการทำงานได้

4. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโครงการภายใต้แผนงานวิจัย มีดังนี้

4.1 การสำรวจพฤติกรรมนักท่องเที่ยวในมิติเศรษฐกิจพอเพียง กรณีศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ตอน ดังนี้ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม, ปัจจัยด้านพฤติกรรมนักท่องเที่ยวในมิติเศรษฐกิจพอเพียงในจังหวัดสุพรรณบุรี, ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อปัจจัยในมิติเศรษฐกิจพอเพียงในจังหวัดสุพรรณบุรี, ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสถานภาพส่วนบุคคลกับปัจจัยในมิติเศรษฐกิจพอเพียง, ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลพฤติกรรมนักท่องเที่ยว

4.2 ผลการสร้างระบบฐานข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว ที่ตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว: กรณีศึกษา จังหวัดสุพรรณบุรี [10] แสดงดังภาพที่ 1

THE DEVELOPMENT OF SYSTEM ANALYZE OF TOURIST BEHAVIOR TOMAKE ARRANGEMENT FOR TOURISM STRATEGIES IN THE DIMENSION OF SUFFICIENCY ECONOMY TOWARDS ASEAN COMMUNITY

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SUVARNABHUMI
Faculty of Science and Technology

THE DEVELOPMENT OF DATABASE SYSTEM FOR ANALYZE TOURIST BEHAVIOR IN RESPONSE TO THE NEEDS OF THE TOURISTS
A CASE STUDY OF SUPHANBURI PROVINCE

Trend Behavior Analysis

Result Analyze Travel

Name Travel
is
Samchuk 100 years market

Status Questions			
1. Sex	Male	Number 447	Percent 44
	Female	Number 569	Percent 56
2. Age	Under 20 Year	Number 6	Percent 0
	21 - 30 Year	Number 431	Percent 34
	31 - 40 Year	Number 490	Percent 41
	41 - 50 Year	Number 129	Percent 12
	51 - 60 Year	Number 183	Percent 18
	More 60 Year	Number 28	Percent 3
3. Education	Primary or lower	Number 6	Percent 0

ภาพที่ 1 ผลการสร้างระบบฐานข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว

4.3 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยวก่อน และหลังการใช้งานระบบ DATB

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลสถิตินักท่องเที่ยวในประเทศ (รายจังหวัด) พบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวอยู่ในเกณฑ์ที่ดี คือ มีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี

4.4 การสำรวจความพึงพอใจต่อระบบ DATB

จากตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจผู้ใช้ต่อการใช้งานระบบ แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ได้ค่าเฉลี่ย 4.42

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ

No.	Topics	Point Average	S.D.	Meaning of Satisfaction
1.	The website is finely and appropriately designed.	4.62	0.54	Excellent
2.	Data organization on the website is appropriate, easily understandable and convenient to use.	4.12	0.73	Very good
3.	The information showed on the website is credible.	4.35	0.61	Excellent
4.	Website processes and shows results speedily.	4.46	0.63	Excellent
5.	The website is easy to use.	4.16	0.74	Very good
6.	Users can add, delete and/or adjust an information filled on a website efficiently.	4.54	0.66	Excellent
7.	Website supports country's efficiency in tourism.	4.38	0.62	Excellent
8.	An information provided on website is useful for assessing tourist behavior	4.5	0.64	Excellent
9.	Website is useful to community, society and country's economy.	4.6	0.52	Excellent
10.	You are overall satisfied with the DATB system.	4.56	0.67	Excellent
<i>Total average (10 questions)</i>		<i>4.42</i>	<i>0.63</i>	<i>Excellent</i>

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบสำรวจพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว ต่อการเดินทางท่องเที่ยวในมิติเศรษฐกิจพอเพียงออนไลน์ โดยใช้การสำรวจจากนักท่องเที่ยว เพื่อเก็บข้อมูลในฐานะข้อมูล: กรณีศึกษา จังหวัดสุพรรณบุรี พัฒนาระบบฐานข้อมูล วิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว จัดทำระบบแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ที่ตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว และทำให้เกิดการพัฒนาศักยภาพระดับคุณภาพบริการ ในอุตสาหกรรมบริการและการท่องเที่ยว ในมิติเศรษฐกิจพอเพียง ยุกระดับทางเศรษฐกิจการท่องเที่ยว ที่มุ่งเน้นให้เกิดการสร้างรายได้และการบริหารทรัพยากรการท่องเที่ยว ตลอดจนเป็นการสร้างความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน แนวทางในการทำวิจัยต่อไป

ควรมีการพัฒนาฐานข้อมูล วิเคราะห์พฤติกรรมนักท่องเที่ยว ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบงานด้านการท่องเที่ยวของจังหวัดอื่นๆ เพื่อสร้างคุณค่าของสารสนเทศ และสนับสนุนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น มีการพัฒนาเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์ระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อใช้ในการแสดงผลอย่างสะดวก รวดเร็ว และขยายการใช้งานของผู้ใช้บนสังคมออนไลน์ให้กว้างยิ่งขึ้น ควรเพิ่มแหล่งสถานที่ท่องเที่ยวอื่นๆ ภายในจังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ให้นักท่องเที่ยวรู้จัก เป็นการเพิ่มตัวแปรในการวิเคราะห์ข้อมูล และขยายขอบเขตของกลุ่มนักท่องเที่ยว ควรมีการประยุกต์ใช้ในงานด้านพัฒนาการท่องเที่ยวส่วนท้องถิ่น หรือจังหวัดอื่น ๆ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] อุดมพร อมรธรรม. **ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงพระเจ้าอยู่หัว**. กรุงเทพมหานคร: แสงดาว, 2549.
- [2] สุเมธ ตันติเวชกุล. **ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง : ทิศทางใหม่ของการพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน**. วารสารอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – มีนาคม 2548, 2549.
- [3] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. **การสำรวจพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวของชาวไทย พ.ศ. 2557**. กรุงเทพมหานคร: การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2557.
- [4] สำนักงานพัฒนาการท่องเที่ยว. **เอกสารชุดฝึกอบรมทางไกลหลักสูตรการจัดการท่องเที่ยวชุมชน**. กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ : สำนักงาน, 2546.
- [5] การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. **การท่องเที่ยวจังหวัดสุพรรณบุรี**, 2558. สืบค้นจาก <http://thai.tourismthailand.org/>
- [6] สมภาพ คล้ายวิเชียร และคณะ. **แนวทางการพัฒนาท่องเที่ยวหมู่บ้านข้างในอีสานใต้**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2550.
- [7] สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์ และสุรางค์รัตน์ พันแสง. **การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติในจังหวัดเพชรบูรณ์อย่างยั่งยืน**. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2553.
- [8] ลิขัย ปัญญาวงศ์งาม. **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, 2553.
- [9] Roger S Pressman. **Software Engineering**. 6th ed. Boston: Mc Graw Hill, 2005. pp. 117.
- [10] P. Luxsanan, and S. Mayuree. **Analyzing Tourist Behavior System in Sustainable Tourism**. “Proceedings of 2016 6th International Workshop on Computer Science and Engineering (WCSE 2016)” Tokyo, Japan, 17-19 June, 2016, pp. 545-551.

การพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม

THE DEVELOPMENT OF 3D ARCHITECTURAL MODEL ON CHAIWUTTANARAM TEMPLE

สรชัย ชวรังกูร¹ ชัชฎา ชวรังกูร² อธิษฐ์ คุุเจริญถาวร³
Sorrachai Shawarangkoon¹, Chatchada Chawarangkoon², Atis Kucharoenthavorn³

*¹ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

² สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*tek_design5@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม และ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนารามโดยผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม แบบประเมินสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพด้านเนื้อหาของแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนารามอยู่ในระดับดีมาก และ 2) ประสิทธิภาพด้านเทคนิคของแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: วัดไชยวัฒนาราม สถาปัตยกรรม แบบจำลอง 3 มิติ

ABSTRACT

The objective of this research were to 1) development of 3D architectural model on Chaiwuttanaram temple, and 2) validate the efficiency of 3D architectural model on Chaiwuttanaram temple with specialist. The research tool comprises of the 3D architectural model on Chaiwuttanaram temple, and media assessment form in content and technical. The data analysis were elementary statistics include the mean and standard deviation.

The results of the research showed that: 1) efficiency in content of the 3D architectural model on Chaiwuttanaram temple in the very good level, 2) efficiency in Technical of the 3D architectural model on Chaiwuttanaram temple in the good level.

Keywords: Chaiwuttanaram temple, Architecture, 3D Model

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นอดีตราชธานีของไทย โดยมีร่องรอยของที่ตั้งโบราณสถาน โบราณวัตถุ และเรื่องราวเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ที่มีความเจริญทางการเมือง การปกครองและมีวัฒนธรรมที่รุ่งเรือง ปัจจุบันคณะกรรมการมรดกโลก ได้มีมติให้จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นเมืองมรดกโลก จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จึงกลายเป็นเมืองท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ ที่มีโบราณสถาน โบราณวัตถุหลายแห่งที่คงความเป็นราชธานีเก่า จึงทำให้มีนักท่องเที่ยวและนักประวัติศาสตร์ทั้งชาวต่างชาติและชาวไทยเข้ามาศึกษาประวัติความเป็นมาของโบราณสถานต่างๆ [1-2] โดยเฉพาะที่วัดไชยวัฒนารามที่มีการวางรากฐานการก่อสร้างและสถาปัตยกรรมที่มีเอกลักษณ์ของช่างในสมัยอยุธยา จนทำให้เชื่อว่าวัดไชยวัฒนารามเป็นวัดที่มีความงดงามมากแห่งหนึ่งในกรุงศรีอยุธยา สร้างโดยสมเด็จพระเจ้าปราสาททอง โดยมีพระปรางค์ขนาดใหญ่ เป็นประธานของวัด เนื่องมาจากพระองค์ทรงได้ชมระฆังอยู่ใต้อานาจจึงมีการนำรูปแบบสถาปัตยกรรมขอมเข้ามาใช้ในการก่อสร้างพระปรางค์ นอกจากนี้ยังมีพระระเบียงรอบปรางค์ประธาน พระอุโบสถอยู่ด้านหน้าของวัดภายในมีซากพระประธานเป็นพระพุทธรูป และเจดีย์ย่อมุมไม้สิบสอง ทางด้านหน้าพระอุโบสถมีเจดีย์ 2 องค์ ซึ่งถือเป็นศิลปะที่เริ่มมีแพร่หลายตั้งแต่สมัยสมเด็จพระเจ้าปราสาททอง ปัจจุบันวัดไชยวัฒนารามได้รับการประกาศขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถานของชาติ ในลักษณะโบราณสถาน แต่ยังคงมองเห็นเค้าแห่งความสวยงามยิ่งใหญ่ตระการตา

ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบันนี้มีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองภาพ (Computer Generated Imagery) ในลักษณะ 3 มิติ ที่สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวในลักษณะ 3 มิติ หมุนได้รอบทิศทาง มองเห็นทั้งความกว้าง ความสูงและความลึก นำเสนอภาพที่มีความซับซ้อนมากกว่าแบบ 2 มิติ โดยสร้างจากคอมพิวเตอร์ ภาพที่แสดงออกมาจะมีความสมจริงและมีความสวยงาม [3] โดยเทคโนโลยีนี้ แสดงผลงานภาพ 3 มิติ ที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้ง แอนิเมชันการ์ตูน เกม สื่อการสอนต่างๆ รวมถึงในการนำเสนอ หากนำโบราณสถานในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ถูกเผาหรือถูกทำลายตามกาลเวลา สภาพปัจจุบันเหลือแต่ซากปรักหักพังและไม่เห็นความรุ่งเรืองในอดีตเช่นวัดไชยวัฒนาราม มาวิเคราะห์และพัฒนาเป็นแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ

ดังนั้นผู้วิจัยได้พัฒนา จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม ในสมัยกรุงศรีอยุธยาที่มีความสวยงาม เป็นเอกลักษณ์ ให้ปรากฏในลักษณะแบบจำลอง 3 มิติขึ้นมา ให้เห็นถึงรูปแบบของแบบจำลอง 3 มิติ ว่ามีความสวยงาม ลักษณะรูปลักษณ์อย่างไร ลักษณะของส่วนต่างๆ ภายในวัด เพื่อเป็นสื่อให้คนรุ่นหลังได้ศึกษา เพราะในปัจจุบันนี้ สามารถหาชมได้ในลักษณะโบราณสถาน ที่มีลักษณะเป็นเพียงแต่ซากปรักหักพังเท่านั้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม
- 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนารามโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1) การพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนารามที่ประกอบอาคารประกอบของวัดได้แก่ ปรางค์ประธาน ปรางค์บริวาร เมรุ พระอุโบสถ ระเบียงคต เจดีย์ย่อมุมไม้สิบสอง เจดีย์ทรงระฆังกลม กำแพงแก้ว และส่วนประกอบอื่นๆ
- 2) รูปแบบการนำเสนอเป็นรูปแบบวีดิทัศน์ ความยาวประมาณ 10 นาที ในลักษณะภาพประกอบเสียง โดยการนำเสนอแบบจำลองและส่วนประกอบต่างๆของวัด ใช้โปรแกรมทางด้าน 3 มิติ เป็นโปรแกรมหลัก
- 3) การหาประสิทธิภาพของแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม ดำเนินการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคจำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินสื่อ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัดไชยวัฒนาราม [1-2]

- 2.1.1 ประวัติวัดไชยวัฒนาราม
- 2.1.2 รูปแบบการตั้งอาคารต่างๆ ของวัดไชยวัฒนาราม
- 2.1.3 สถาปัตยกรรมของวัดไชยวัฒนาราม

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 3 มิติ [3-4]

- 2.2.1 ขั้นตอนการทำงานสร้างภาพ 3 มิติ
- 2.2.2 ประเภทของแอนิเมชัน 3 มิติ
- 2.2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ

3. วิธีการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 การพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม

การพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1) ขั้นศึกษา โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาจากสถานที่จริง ศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ อันได้แก่ หนังสือวัดไชยวัฒนารามของอุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยาสำนักงานศิลปากรที่ 3 กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรมและหนังสืออื่นที่เกี่ยวข้อง ศึกษาแบบจำลองจากศูนย์ศึกษาประวัติศาสตร์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและแบบจำลองภายในวัดไชยวัฒนาราม

2) ขั้นเตรียมการผลิต ดำเนินการโดย เขียนโครงเรื่อง เขียนบทดำเนินเรื่อง จัดทำสตอรี่บอร์ด

3) ขั้นการผลิต ดำเนินการสร้างแบบโปรแกรมกราฟิก 3 มิติ ได้แก่ ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ การใส่พื้นผิว การจัดแสงและมุมมอง การบันทึกเสียง ตัดต่อวิดีโอ

4) ขั้นนำเสนอ ดำเนินการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสถาปัตยกรรมวัดไชยวัฒนาราม และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการสร้างงาน 3 มิติ

3.1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

1) ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินหาประสิทธิภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบ่งเป็นแบบประเมินประสิทธิภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านเทคนิค

2) ออกแบบรูปแบบการประเมินพฤติกรรมเป็นมาตราประเมินค่า 5 ระดับ และส่วนของข้อเสนอแนะ

3) เขียนรายการประเมินพฤติกรรม ให้ครอบคลุมข้อมูลเกี่ยวกับประเมินสื่อในด้านเนื้อหาและเทคนิค พร้อมทั้งเขียนคำชี้แจงและข้อมูลเบื้องต้น รวบรวมทั้งหมดเป็นแบบประเมินสื่อ

4) ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ พร้อมปรับปรุงแก้ไขรายการประเมินตามคำแนะนำ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพของสื่อ ใช้ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [5] โดยเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล [6] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแปลผลประสิทธิภาพ

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 - 5.00	ดีมาก
3.50 - 4.49	ดี
2.50 - 3.49	พอใช้
1.50 - 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 - 1.49	ควรปรับปรุงอย่างยิ่ง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม

ในแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม โดยจะแบ่งการนำเสนอออกเป็นสองช่วงคือช่วงแรกจะเป็นภาพของวัดไชยวัฒนารามในปัจจุบัน และช่วงที่สองจะอยู่ในรูปแบบของแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ แสดงดังภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1 แสดงส่วนเปิดเรื่อง



ภาพที่ 2 แสดงส่วนนำเสนอแบบจำลอง 3 มิติ

4.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม

4.2.1 ผลการหาประสิทธิภาพเกี่ยวกับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา การพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ที่มีต่อการพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม

รายละเอียด	ประสิทธิภาพ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
1. การเลือกรูปแบบที่นำมาพัฒนา	5	0	ดีมาก
2. ความน่าสนใจของเรื่องวัดไชยวัฒนาราม	4.67	0.57	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาที่นำเสนอ	4	0	ดี
4. การเรียงลำดับของเนื้อหา	4.33	0.57	ดี
5. ความถูกต้องของข้อมูลที่นำเสนอ	4	0	ดี
6. ความน่าสนใจของรูปแบบในการนำเสนอ	4.67	0.57	ดีมาก
7. การเลือกรูปภาพที่นำมาประกอบการนำเสนอ	5	0	ดีมาก
8. ความถูกต้องของชื่ออาคารต่างๆ ในวัด	5	0	ดีมาก
9. ความถูกต้องในการจัดวางรูปแบบของวัด	5	0	ดีมาก
10. ความสวยงามของวัด	4.67	0.57	ดีมาก
11. สาระความรู้ และข้อคิดที่ได้จากการชม	4.33	0.57	ดี
12. ความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อประชาสัมพันธ์วัดไชยวัฒนาราม	4.33	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ	4.58	0.28	ดีมาก

จากตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม พบว่าค่าเฉลี่ยของแบบประเมินทั้งฉบับเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.28 แปลผลประสิทธิภาพด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

4.2.2 ผลการหาประสิทธิภาพเกี่ยวกับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค การพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ที่มีต่อการพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม

รายละเอียด	ประสิทธิภาพ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
1. ความเหมาะสมในการใช้ภาพ 3 มิติในการนำเสนอ	4.67	0.57	ดีมาก
2. ความชัดเจนของภาพในการนำเสนอ	4.67	0.57	ดีมาก
3. ความสมจริงของภาพ	4.33	0.57	ดี
4. กำหนดสีและลวดลาย ของอาคาร	4.00	1	ดี
5. การกำหนดมุมมองกล้อง	4.33	0.57	ดี
6. การจัดแสง	3.67	0.57	ดี
7. คุณภาพของเสียงบรรยาย	3.33	0.57	ปานกลาง
8. ความเหมาะสมของดนตรีประกอบ	4	0	ดี
9. คุณภาพในการผสมเสียงบรรยายและดนตรีประกอบ	3.33	0.57	ปานกลาง
10. ระยะเวลาในการนำเสนอ	4	1	ดี
11. ความต่อเนื่องในการดำเนินเรื่อง	4	1	ดี

12.ความสอดคล้องระหว่างภาพและเสียง	3.67	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ	4	0.63	ดี

จากตารางที่ 3 จากการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาแบบจำลองเชิงสถาปัตยกรรม 3 มิติ วัดไชยวัฒนาราม พบว่าค่าเฉลี่ยของแบบประเมินทั้งฉบับเท่ากับ 4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.63 แปลผลประสิทธิภาพด้านเทคนิคอยู่ในเกณฑ์ดี

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) ประเด็นประสิทธิภาพด้านเนื้อหาสำหรับผู้เชี่ยวชาญ พบว่าประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากการศึกษาที่เป็นระบบ มีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ทำให้เกิดความถูกต้องของชื่อและการจัดวาง ส่วนต่างๆ ภายในวัดการพัฒนาแบบจำลองมีความน่าสนใจสามารถเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยววัดไชยวัฒนาราม การเลือกรูปภาพที่นำมาประกอบการนำเสนอ

2) ประเด็นประสิทธิภาพด้านเทคนิคสำหรับผู้เชี่ยวชาญ พบว่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง 3 มิติ อยู่ในระดับดี เนื่องด้วย เนื่องจากการจัดทำแต่ละชั้นตอนมีความละเอียด ทำให้แต่ละส่วนมีความสอดคล้องกัน มีความเหมาะสมในการใช้ภาพ 3 มิติ ในการนำเสนอ มีระยะเวลาในการนำเสนอที่เหมาะสม โดยเฉพาะความสมจริงของภาพ ทำให้ภาพที่ออกมาสามารถนำไปใช้สำหรับเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ได้อย่างเหมาะสม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การเลือกเรื่องเชิงการศึกษาประวัติศาสตร์มีความน่าสนใจ และหากพิจารณาสื่อได้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ย่อมส่งผลให้วัดกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ

2) ปัจจุบัน เทคโนโลยี 3 มิติ สามารถประยุกต์สามารถนำไปประยุกต์เทคนิคได้สื่อที่มีความหลากหลาย เช่น เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นต้น ควรทดลองวิจัยการประยุกต์สื่อเพื่อให้เกิดความน่าสนใจยิ่งขึ้น

3) ควรมีการศึกษาการใช้สื่อที่พัฒนาขึ้นในแง่มุมการศึกษา เช่นเมื่อใช้แล้วสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา หรือมีความพึงพอใจมากยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณปลัดจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ให้การอนุเคราะห์เข้าไปถ่ายรูปแบบเดลของวัดไชยวัฒนาราม ในศูนย์ศึกษาประวัติศาสตร์เพื่อเก็บรายละเอียดสถาปัตยกรรมวัดไชยวัฒนารามซึ่งช่วยให้ผลงานมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณอุทยานประวัติศาสตร์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ให้การอนุเคราะห์รายละเอียดและเนื้อหาต่างๆของวัดไชยวัฒนาราม ทำให้ได้ทราบประวัติความเป็นมาของวัดไชยวัฒนาราม รายละเอียดต่างๆของวัด ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วย

ขอบคุณนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่มาช่วยดำเนินการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานองค์การนครประวัติศาสตร์จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและฝ่ายวิชาการกองโบราณคดี กรมศิลปากร.วัดไชยวัฒนาราม.พิมพ์ครั้งที่ 1 , 2537
- [2] อุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา สำนักงานศิลปากรที่ 3 กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม.วัดไชยวัฒนาราม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประชาชน จำกัด , 2546.
- [3] พูนศักดิ์ ธนพันธ์พานิช. Maya Reference ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : เอก.พี.ซี.บุ๊ค, 2550

- [4] ชัชฎา ขวรางกูร. การพัฒนาวิดีโอแอนิเมชันสามมิติ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552
- [5] พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- [6] ชูศรี วงศ์รัตน์. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์, 2541

การพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
รายวิชากลศาสตร์วิศวกรรมโดยใช้ผังมโนทัศน์

THE DEVELOPMENT IN SOLVING PROBLEM ANALYSIS ABILITY IN
ENGINEERING MECHANIC COURSE BY CONCEPT MAPPING

อิมรอน หะยียูโซ๊ะ¹
IMRON HAYIYUSOH¹

*¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

*imron.hayiyusoh@gmail.com (Corresponding Author)

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางกลศาสตร์วิศวกรรมโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรมของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนการรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรมโดยใช้เครื่องมือผังมโนทัศน์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ผู้วิจัยกำหนดประชากรสุ่มในการทดลองเป็น 2 กลุ่มๆละ 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหากลศาสตร์โจทย์ของกลุ่มที่ควบคุมและกลุ่มทดลองการสอบแบบปกติ 2) ผังความคิดในบทเรียนของการแก้ปัญหากลศาสตร์โจทย์ต่างๆ การวิจัยนี้มีการทดสอบทั้งการสอบในกลุ่มควบคุมและการสอนแบบปกติที่มีการทดสอบผลก่อนมีการสอน เมื่อมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มค้นพบว่าค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ t-test ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยการนำผังความคิดนำเรื่องมีความสามารถในการแก้ปัญหากลศาสตร์โจทย์ปัญหามากกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา, กลศาสตร์วิศวกรรม ผังมโนทัศน์

ABSTRACT

This article presents the development in solving problem analysis ability in Engineering Mechanic course by comparing learning achievement of students were taught by concept mapping and regular methodologies. The research was conducted with 36 students of semester 2, academic years 2558, department of Civil Engineering, Princess of Naradhiwas University selected by simple random sampling. These students were randomly classified the control and the experimental groups of 18 each. The instruments used in this research were 1) achievement test for comparing the ability of solving problem analysis between the control and the experimental groups, 2) concept mapping with solving problem lesson. The research started by both the control and the experimental groups students had to do pre- test before they were taught by concept mapping and regular methodologies .At the end they had to do post-test again to compare learning achievement of those two groups. The finding was found by the average, standard deviation and t-test that students who were taught by concept mapping had

more solving problem analysis ability than students those who were taught by regular methodologies through statistical significance.

Keywords: solving problem, Engineering Mechanic, concept mapping

1. บทนำ

กลศาสตร์วิศวกรรมเป็นความรู้พื้นฐานของการเรียนของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มีการใช้ทักษะการคิด การจินตนาการ การคำนวณ รวมทั้งการศึกษาจากสภาพความเป็นจริง เป็นพื้นฐานการวิเคราะห์เพื่อให้ขนาดและทิศทางของแรง สมบัติเชิงหน้าตัด นำไปสู่การวิเคราะห์ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง และการออกแบบขนาดหน้าตัดที่เหมาะสม แข็งแรง แข็งแกร่ง และคงทนต่อไป

การเรียนการสอนของวิชากลศาสตร์วิศวกรรมนั้นพบว่า ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำสูงมาก ทำให้ผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่จะพินสภาพ และทำให้การเรียนในวิชาต่อเนื่องขึ้นไปมีปัญหา สภาพปัญหาดังกล่าวนั้นแสดงให้เห็นปัญหาการเรียนการสอนควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรมสัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ตามมาตรฐานการพัฒนาระดับปริญญาตรี 5 ด้าน ได้แก่ ทักษะด้านคุณธรรมจริยธรรม ทักษะด้านปัญญา ทักษะด้านความรู้ ทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะด้านการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปัญหาการเรียนของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนครราชสีมา พบว่า ทักษะพื้นฐานที่ต่ำแล้ว ผู้สอนยังประสบกับปัญหาการถ่ายทอดความรู้ การอธิบาย รวมทั้งการจินตนาการที่มาของแผนภาพอิสระ (Free body diagram) เมื่อเกิดปัญหาการเรียนที่ไม่เข้าใจทำให้ผู้เรียนมีความเบื่อหน่ายในการเรียน ไม่ให้ความร่วมมือกิจกรรมในห้องเรียน คัดลอกแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากผู้สอน

งานวิจัยในชั้นเรียนเล่มนี้นำเสนอการใช้เครื่องมือเทคนิคแผนที่ความคิด (Mind mapping technique) เพื่อช่วยในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแรงต่างๆในแผนภาพอิสระ ขั้นตอนลำดับความสำคัญ โดยเทคนิคแผนที่ความคิดเป็นวิธีหนึ่งในการพัฒนาความคิดวิเคราะห์ของบุชาน [1] เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ. 1970 มีการพยายามจำลองการทำงานของสมองลงบนแผ่นกระดาษ ซึ่งเขาเชื่อว่าการคิดของมนุษย์มีการเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหทุกทิศทุกทางไม่มีที่สิ้นสุด เป็นการคิดแบบรอบทิศทาง (radiant thinking) ในการใช้เทคนิคดังกล่าว อาศัยการกำหนดสัญลักษณ์ คำสำคัญหรือคำหลัก และเชื่อมโยงความคิดเหล่านี้ร่วมกัน รวมทั้งมีการขยายความคิดได้ทุกทิศทางในปริมาณไม่จำกัดตามความต้องการ การใช้เทคนิคแผนที่ความคิด สามารถใช้ประโยชน์ในกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การจดบันทึก การวางแผน การตัดสินใจ การแก้ปัญหา เป็นต้น [1] มีขอบเขตของประชากรตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมโยธาชั้นปีที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 36 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม มีการทดสอบทั้งก่อนและหลังการใช้เครื่องมือของกลุ่มที่ใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่องและกลุ่มที่สอนแบบปกติ เปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของผังความคิด

วิทย์ เทียงบุญธรรม [2] ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์คือภาพที่นึกขึ้นมาแล้วนำไปวาดในใจหรือความคิด ประดิษฐ์ต่างๆ เมื่อนำคำมารวมกันตั้งคำ ผังมโนทัศน์จึงหมายถึงแผนผังลำดับขั้นที่นึกขึ้นมาในใจ ซึ่งจะสอดคล้องกับความหมายทางภาษาอังกฤษว่า Mind mapping จะเรียกกันง่ายๆว่า “ผังความคิด”

ชาติรี สำราญ [3] ได้กล่าวว่า แผนที่ความคิด คือการเรียนที่ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความคิดพร้อมๆ กับการขีดเขียนลากเส้น สร้างความเชื่อมโยงระหว่างกัน ทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะต่างๆพร้อมๆ กับการจินตนาการทำให้มีการพัฒนาการทำงานของสมองด้านซ้ายและด้านขวา

2.2 การใช้ผังความคิดเพื่อพัฒนาการเรียน

กมลพร จินดาหลวง [1] ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา อำเภอสี จังหวัดลำพูน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 40 คนก่อนและหลังที่ได้เรียนโดยการสร้างผังความคิด ทั้งนี้ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยการสร้างผังความคิด ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงผลโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วทำการทดสอบ t - test ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01 เมื่อเทียบผลการทดสอบก่อนเรียน ส่วนทัศนคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มที่ดีขึ้น มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น

เพียงดาว เมื่องคำ [4] ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวชิรวิทย์ จังหวัดเชียงใหม่ มีการแบ่งกลุ่มทดลอง ใช้เครื่องมือแผนการสอนโดยใช้ผังโน้ตทัศน์เปรียบเทียบการสอนแบบปกติ และมีการทดสอบความสัมฤทธิ์เรื่องรูปทรงและปริมาตร ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า t- test พบว่า กลุ่มที่ใช้ผังโน้ตทัศน์มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

ในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ว่าจะเป็นเรื่องการทำงาน การบริหาร หรือปัญหาใดๆ ล้วนต้องใช้ความคิดทั้งสิ้น ตามลักษณะปัญหาโดยมีตัวแปรที่มีอิทธิพลในการแก้ปัญหาดังนี้ [5]

1. ผู้แก้ปัญหา (Subject variable) โดยมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้แก่ ความสามารถในการวิเคราะห์สังเคราะห์ การให้เหตุผล รวมทั้งยังมีทักษะการอ่าน การคิดคำนวณ และเลือกใช้กลวิธีได้อย่างเหมาะสม

2. ลักษณะของโจทย์ปัญหา (Task variable) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้แก่ ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร รูปภาพเพื่อแสดงข้อมูลของโจทย์ปัญหา ตัวแปรที่โจทย์กำหนดและตัวแปรที่โจทย์ต้องการ

3. กลวิธีการสอน (Process variable) ที่ช่วยให้การสอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ผลดีเป็นที่ยอมรับนั่นคือ การฝึกคิด การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยจะมีการมุ่งเน้นกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องโดยจะไม่เน้นเพียงองค์ประกอบเพียงหนึ่งเดียว เราเรียกว่าเทคนิคสอนแบบนี้ว่า เทคนิคการสอนที่ประยุกต์การฝึกการรู้คิด (Cognitive Training)

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม

1. การหาความยากง่าย ดังสมการที่ 1.

$$P = \frac{R}{N} \quad (1)$$

เมื่อ P = ค่าความยากของแบบทดสอบ

R = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูก

N = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

2. การหาค่าอำนาจการจำแนก ดังสมการที่ 2

$$r = \frac{R_u - R_l}{f} \quad (2)$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนก

R_u = จำนวนคนสูงสุดที่ตอบถูกในข้อนั้น

R_l = จำนวนคนต่ำสุดที่ตอบถูกในข้อนั้น

f = จำนวนคนในกลุ่มสูงสุดเท่ากับจำนวนในกลุ่มต่ำสุดที่จำนวนเท่ากัน

3.การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน KR-20 (Kuder Richardson Formular 20) [1] ดังสมการที่ 3

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\} \quad (3)$$

เมื่อ r_{tt} = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนของแบบทดสอบ

p = สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ทำถูกต้องจำนวนทั้งหมด

q = สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ทำผิดต่อจำนวนทั้งหมด

S_t = ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

4.ค่าเฉลี่ย ดังสมการที่ 4

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (4)$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ย

X = คะแนน

N = จำนวนของแบบทดสอบ

5.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังสมการที่ 5

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N-1}} \quad (5)$$

เมื่อ X = คะแนน

N = จำนวนของแบบทดสอบ

6.การวิเคราะห์ t-test [1] ดังสมการที่ 6

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (6)$$

เมื่อ $\sum D$ = คะแนน

N = จำนวนของแบบทดสอบ

3. วิธีการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางกลศาสตร์วิศวกรรมโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในรายวิชาการกลศาสตร์วิศวกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมปีที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 36 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 18 คน โดยใช้เครื่องมือผังมโนทัศน์นำการสอน และอีกกลุ่มจำนวน 18 คน ใช้การสอนแบบปกติ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้แก่

1.แผนการเรียนแบบปกติใช้เวลาเรียนทั้งหมด 6 ชั่วโมงในเนื้อหาสมดุลอนภาค 3 มิติ

2.แผนการเรียนแบบใช้ผังมโนทัศน์นำการสอนใช้เวลาเรียนทั้งหมด 6 ชั่วโมงในเนื้อหาสมดุลอนภาค 3 มิติ

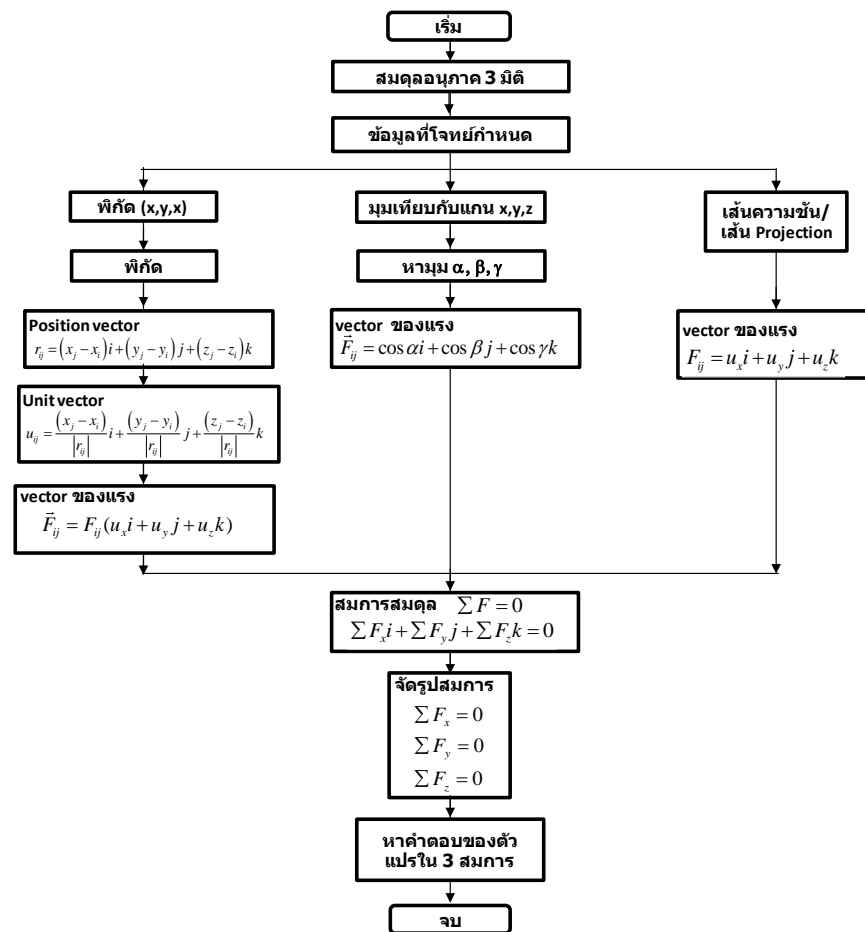
3. แบบทดสอบวัดผลก่อนการเรียนรู้เพื่อวัดทักษะพื้นฐานจากรายวิชาฟิสิกส์วิศวกรรม 1 โดยใช้เวลาสอบ 2 ชั่วโมง
4. แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนรู้ทั้งกลุ่มที่ใช้การสอนแบบปกติและกลุ่มที่ใช้การสอนแบบใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง โดยใช้เวลาสอบ 2 ชั่วโมง แบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.27-0.80 ค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.25-0.97 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสันเท่ากับ 0.71
5. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเครื่องมือของงานวิจัยครั้งนี้

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัยดังนี้

1. การสร้างเอกสารประกอบการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง

ศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียด หลักการ รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการเรียน เพื่อที่จะให้ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย จากนั้นเริ่มศึกษาเนื้อหาในหัวข้อที่สนใจ และทำความเข้าใจการสร้างผังมโนทัศน์เพื่อที่จะเชื่อมโยงเนื้อหาอันวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาโดยคัดเลือกส่วนที่สำคัญว่าเนื้อหาใดเป็นมโนทัศน์หลัก ส่วนใดเป็นมโนทัศน์เฉพาะ ทำการจัดเรียนเนื้อหาโดยใช้มโนทัศน์หลักอยู่ตำแหน่งบนสุด ส่วนมโนทัศน์รองจะอยู่ในลำดับต่ำลงมา หากคำหรือสมการที่เหมาะสม กระชับ อ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย ใส่ลงไปในพื้นที่พิจารณาไว้ และสุดท้ายมีการตรวจสอบความถูกต้องโดยภาพรวม ตัวอย่างดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผังมโนทัศน์ของการเรียนสมดุลอนุภาค 3 มิติ

2. การสร้างเอกสารประกอบการสอนแบบปกติ

การสอนแบบปกตินั้นผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนที่เคยใช้มาแบบปกติ โดยศึกษาตามระเบียบของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมโยธา ฉบับปรับปรุง 2557 โดยให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านคุณธรรมจริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ [6]

3. การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียนเป็นการวัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อนำไปประเมินทักษะความสามารถของแต่ละคนที่แตกต่างกันไป อีกทั้งเพื่อต้องการกระตุ้นการเรียนรู้ ทบทวนเนื้อหาพื้นฐานก่อนหน้า โดยเนื้อหาส่วนใหญ่มาจากรายวิชาฟิสิกส์วิศวกรรม 1

4. การสร้างแบบทดสอบหลังการเรียนทั้งการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่องและการสอนแบบปกติ

แบบทดสอบหลังการเรียนทั้งกลุ่มการสอนแบบปกติและกลุ่มการสอนแบบใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

5. แบบสำรวจความพึงพอใจต่อการใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง

มีการสำรวจความพึงพอใจของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง คุณลักษณะที่ดีของผู้สอน สื่อการสอนที่เหมาะสม เข้าใจง่าย และทันสมัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือแจ้งรองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย และหัวหน้าสาขาวิศวกรรมโยธา เพื่อให้ทราบรายละเอียดของการเก็บข้อมูลเพื่องานวิจัย รวมถึงวิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้
2. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนพร้อมๆ กันทั้ง 2 กลุ่ม
3. ดำเนินการสอนตามแผนการสอนที่ได้เขียนไว้ทีละกลุ่มต่างที่ได้แบ่งไว้ โดยดำเนินการสอนกลุ่มที่ใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่องก่อน และตามด้วยกลุ่มที่ใช้การสอนแบบปกติ คาบละ 2 ชั่วโมง
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการสอนทั้งกลุ่มใช้ผังมโนทัศน์และกลุ่มการสอนแบบปกติ
4. นำคะแนนที่ได้จากผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มการทดลองเพื่อไปวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ โดยวิธีการทางสถิติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในรายวิชาการศาสตร์วิศวกรรมของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง และนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากคะแนนผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของรายวิชาการศาสตร์ดังนี้

- 4.1 ผลการทดสอบก่อนเรียนของรายวิชาการศาสตร์วิศวกรรมของกลุ่มการสอนแบบปกติและกลุ่มการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการทดสอบที ของคะแนนผลสัมฤทธิ์การทดสอบก่อนเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

กลุ่มทดลอง	N	\bar{X}	SD
แบบปกติ	18	14.50	2.43
มโนทัศน์	18	13.98	1.63

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มใช้แผนการสอนแบบปกติและใช้ผังมโนทัศน์ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 14.50 และ 13.98 คิดเป็นร้อยละ 65 และ ร้อยละ 62 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.43 และ 1.63 ตามลำดับ พบว่าเกณฑ์การเรียนรู้ของผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ พื้นฐานการคำนวณยังไม่มากพอ

4.2 ผลการทดสอบหลังเรียนของรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรมของกลุ่มการสอนแบบปกติและกลุ่มการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการทดสอบที ของคะแนนผลสัมฤทธิ์การทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน

กลุ่มทดลอง	N	\bar{X}	SD	t
แบบปกติ	18	20.33	2.91	0.474
มโนทัศน์	18	25.39	1.61	

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มใช้แผนการสอนแบบปกติและใช้ผังมโนทัศน์ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 20.33 และ 25.39 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.91 และ 1.61 ตามลำดับ พบว่าสมมุติฐานของการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรมมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้การสอนแบบปกติสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางกลศาสตร์วิศวกรรมหลังการเรียนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่องและกลุ่มที่สอนแบบปกติ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ผลของการทดสอบโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง

กลุ่มทดลอง	N	\bar{X}	SD	ค่าร้อยละ	ระดับความสามารถ
หลังทดลอง	18	25.39	1.61	84.63	พอใช้

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มใช้แผนการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่องค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 25.39 คิดเป็นค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.91

4.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่ใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่อง

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียน

หัวข้อการสำรวจ	คะแนน	ระดับความพอใจ
1.สภาพแวดล้อมในห้องเรียน	4.52	ดีมาก
2.กิจกรรมในห้องเรียนสอดคล้องกับเนื้อหา	3.76	พอใช้
3.การถามตอบในห้องเรียน	4.12	ดี
4.มีทักษะการคำนวณ	3.24	พอใช้
5.การมองภาพทิศทางของแรง	3.84	พอใช้
6.สามารถคาดเดาทิศทางของคำตอบได้	3.54	พอใช้
7.มีความเข้าใจในการอ่านผังมโนทัศน์	4.33	ดีมาก

จากตารางที่ 4 ผลสรุปของสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการเรียนโดยผังมโนทัศน์นำเรื่อง ผลการตอบรับอยู่ในเกณฑ์ที่ดี การตอบสนองข้อผู้เรียนมีมากขึ้น สร้างบรรยากาศของห้องเรียนที่น่าเบื่อให้น่าเรียนมากขึ้น มีการถามตอบระหว่างผู้สอนและผู้เรียน การมองภาพทิศทางและคำตอบของแรงได้ และสามารถเขียนผังมโนทัศน์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการเรียนการสอนอื่นๆได้

5.อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาในรายวิชาการศาสตร์วิศวกรรมด้วยการใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่องในการสอนพบว่า คะแนนของการทดสอบเมื่อเทียบกันระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนมีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรายวิชาการศาสตร์วิศวกรรมระหว่างกลุ่มที่มีการเรียนแบบปกติกับกลุ่มที่ใช้ผังมโนทัศน์นำเรื่องพบว่าคะแนนที่ได้มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการสำรวจความพึงพอใจนั้นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี มีความความตั้งใจ ชื่นชม ชื่นชอบรูปแบบการเรียนรู้อย่างใหม่ๆ มีแนวทางที่จะให้ผู้เรียนเดินตามอย่างมีเหตุผล ผู้เรียนเริ่มที่จะกล้าแสดงออก มีความสามัคคี มีความเอื้ออาทรต่อกันและกัน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาและลำดับขั้นตอนต่างๆที่สำคัญ อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองต่างๆ การเรียนรู้กับของที่ที่อยู่จริง อาทิเช่น เครื่องจักรกล อาคาร โครงสร้างที่รับแรงต่างๆ โดยมีผู้สอนคอยให้คำชี้แนะ และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาใดๆให้ประสบผลสำเร็จนั้น นอกจากผู้เรียนต้องมีทักษะความชำนาญในการคำนวณแล้ว ผู้เรียนยังต้องมีความเข้าใจปัญหา ที่มาที่ไปของปัญหา เข้าใจลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา นำไปสู่การเลือกใช้กลยุทธ์ต่างๆของการแก้ปัญหา และใช้กลยุทธ์นั้นในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วได้ดังนี้

1.ผู้สอนควรมีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถ่องแท้ก่อนที่จะนำไปเขียนผังมโนทัศน์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของรายวิชาที่สอน

2.ควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้ผ่อนคลาย ให้ผู้เรียนร่วมให้ความเห็นของความสัมพันธ์ต่างๆเกี่ยวกับผังความคิด และให้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ร่วมกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว

3.ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้อย่างต่อเนื่องและใช้เวลาได้อย่างเหมาะสม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ในปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

- [1] นางสาวกมลพร จินดาหลวง. การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการสร้างผังความคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การค้นคว้าแบบอิสระศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.
- [2] วิทย์ เทียงบูรณธรรม. พจนานุกรมภาษาไทย. กรุงเทพฯ, 2536.
- [3] ชาตรี สำราญ. การสอนการเรียนรู้ คนสอนคน. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2542.
- [4] เพียงดาว เมืองคำ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้มนิมนิต้นำเรื่อง. การค้นคว้าแบบอิสระศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.
- [5] สมเดช บุญประจักษ์. การแก้ปัญหา. สถาบันราชภัฏพระนคร, 2543.
- [6] คณะวิศวกรรมศาสตร์. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 2557.

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้
แบบโครงงานเชิงสร้างสรรค์ วิชา การสร้างเว็บไซต์

A DEVELOPMENT OF WEB-BASED INSTRUCTION USING PROJECT BASED CREATIVE
SUBJECT CREATE WEBSITE

นฐา ศรีนวล¹ จิรพันธ์ ศรีสมพันธ์²
Natha Srinuan¹, Jiraphan Srisomphan²

*¹ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*natchanon.srinual@gmail.com, jpp@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อประเมินความคิดเห็นต่อรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบโครงงานเชิงสร้างสรรค์ วิชา การสร้างเว็บไซต์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อประเมินคุณภาพของผลงานระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น 4) เพื่อประเมินกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น 5) เพื่อประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งบทเรียนที่พัฒนาขึ้นได้นำแนวคิดของบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและทฤษฎีกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยนำมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 37 คน การดำเนินงานได้ผลดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี 2) ผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ.05 3) คุณภาพของผลงานระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี 4) กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับดี 5) คุณภาพของผลงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน, กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) to the Development of web-based instruction's format by using the learning techniques on project based creativity in create website subject. 2) to the compare learning achievement of the student after using of web-based instruction's with the model that has been developed. 3) to evaluate product quality of the student between using of web-based instruction's with the model that has been developed. 4) to evaluate **Creative process** of the student using of web-based instruction's with the model that has been

developed. 5) to evaluate product quality of the student after using of web-based instruction's with the model that has been developed. Base on web-based instruction's and project based together with Creative Problem Solving. The web-based instruction's was tested with a class of 37 Matayomsuksa 3/2 students that were Sample Random selected. The findings demonstrated that 1) an evaluation to web-based instruction's format using the learning techniques on project based creative subject create website, the experts agrees with the format that develops reported a good quality. 2) there was significantly higher learning achievement of the students in the post-test than in the pre-test at .05 levels. 3) the evaluation product quality of the student between using of web-based instruction's with the model that has been developed reported a good quality 4) the evaluation **Creative process** of the student using of web-based instruction's with the model that has been developed reported a good quality 5) the evaluation product quality of the student after using of web-based instruction's with the model that has been developed reported a very good quality.

Keywords: Web-Based Instruction, project based, Creative Problem Solving

1. บทนำ

โลกในปัจจุบันเป็นโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกๆด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวงการการศึกษา ที่ได้นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะในการใช้เทคโนโลยี ผสมผสานกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ตามความต้องการไม่จำกัดเวลาและสถานที่ แต่สังคมในปัจจุบันเด็กไทยยังขาดความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้า ขาดทักษะการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ขอบเขตเรียนแบบและขาดการสร้างเอกลักษณ์ของตน (นฤมล จันทร์สุขวงศ์, 2551) เนื่องจากเด็กยังคงยึดติดกับการเรียนแบบท่องจำ ทำให้ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (จิราภรณ์ ศิริทวี, 2554)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคลองลานวิทยา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ในรายวิชา การสร้างเว็บไซต์ ในปีที่ผ่านมา จากการตรวจผลงานการสร้างเว็บไซต์ของนักเรียน พบว่า ผลงานของนักเรียนขาดความคิดแปลกใหม่ รูปแบบของงานมีลักษณะของการเลียนแบบกันมา อีกทั้งยังขาดการสร้างเอกลักษณ์ของชิ้นงาน ซึ่งรายวิชานี้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลให้การประเมินการประกันคุณภาพภายนอกสถานศึกษา ในด้านคุณภาพของผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ มีผลการประเมินต่ำกว่ามาตรฐานอื่น สำนักรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพสถานศึกษาจึงได้เสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาสถานศึกษา ในมาตรฐานที่ 4 ว่าควรพัฒนาและสอดแทรกทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอทั้งปรับปรุงและเพิ่มกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจะต้องสอดแทรกการจัดกิจกรรมเสริมความรู้พร้อมทั้งกิจกรรมโครงงานอย่างจริงจัง (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประกันคุณภาพการศึกษา, 2550)

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการที่มุ่งหาคำตอบ เพื่อแก้ไขปัญหา รวมถึงการพัฒนาภาวะที่เป็นอยู่ของผู้เรียนให้ดีขึ้น โดยคิดให้ลึกและหลากหลายปราศจากการตัดสินความคิดต่างๆว่าดีหรือไม่ดี จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิเคราะห์ ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุด ในการแก้ปัญหา **การพัฒนาความคิดของเด็กในวัยมัธยมศึกษาตอนต้น**ที่เน้นให้เด็กคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พึ่งตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมาตราที่ 24

ระบุให้สถานศึกษาฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการคิด คือ มีความคิดสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542)

ในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียนเอง เป็นระบบ มีขั้นตอนต่อเนื่อง มีการวางแผนแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จนได้ข้อสรุป (ลัดดา ภูเกียรติ, 2544) โดยมีครูผู้สอนแนะนำและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด การทำโครงงานที่มีลักษณะเป็นกลุ่มจะทำให้ผู้เรียนช่วยกันคิด ช่วยกันทำ ทุกคนมีส่วนร่วมพัฒนางานและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาาร่วมกันเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์และออกแบบในการสร้างชิ้นงาน ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และรู้จักการปรับตัวในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (ภัทรพร นุชน้อย, 2554)

จากความสำเร็จและปัญหาที่พบผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนาชิ้นงานให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อส่งเสริมทักษะงานด้านการออกแบบเว็บไซต์และเพื่อเป็นแนวในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะในการเรียนรู้ต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นำเทคโนโลยีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาช่วยในการศึกษา นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดพื้นที่และเวลา โดยอาศัยเครื่องมือระบบเครือข่ายช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอด เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงาน เป็นการจัดให้นักเรียนรวมกลุ่มกันทำกิจกรรมโดยมีจุดมุ่งหมายการศึกษาหาความรู้ และลงมือปฏิบัติตามความสนใจ ความถนัดในการผลิตชิ้นงาน นำเสนอผลงานและปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการเรียนรู้ มีขั้นตอนดำเนินงาน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 วางแผนโครงงาน ขั้นที่ 4 ปฏิบัติโครงงาน ขั้นที่ 5 สรุปโครงงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอผลงาน

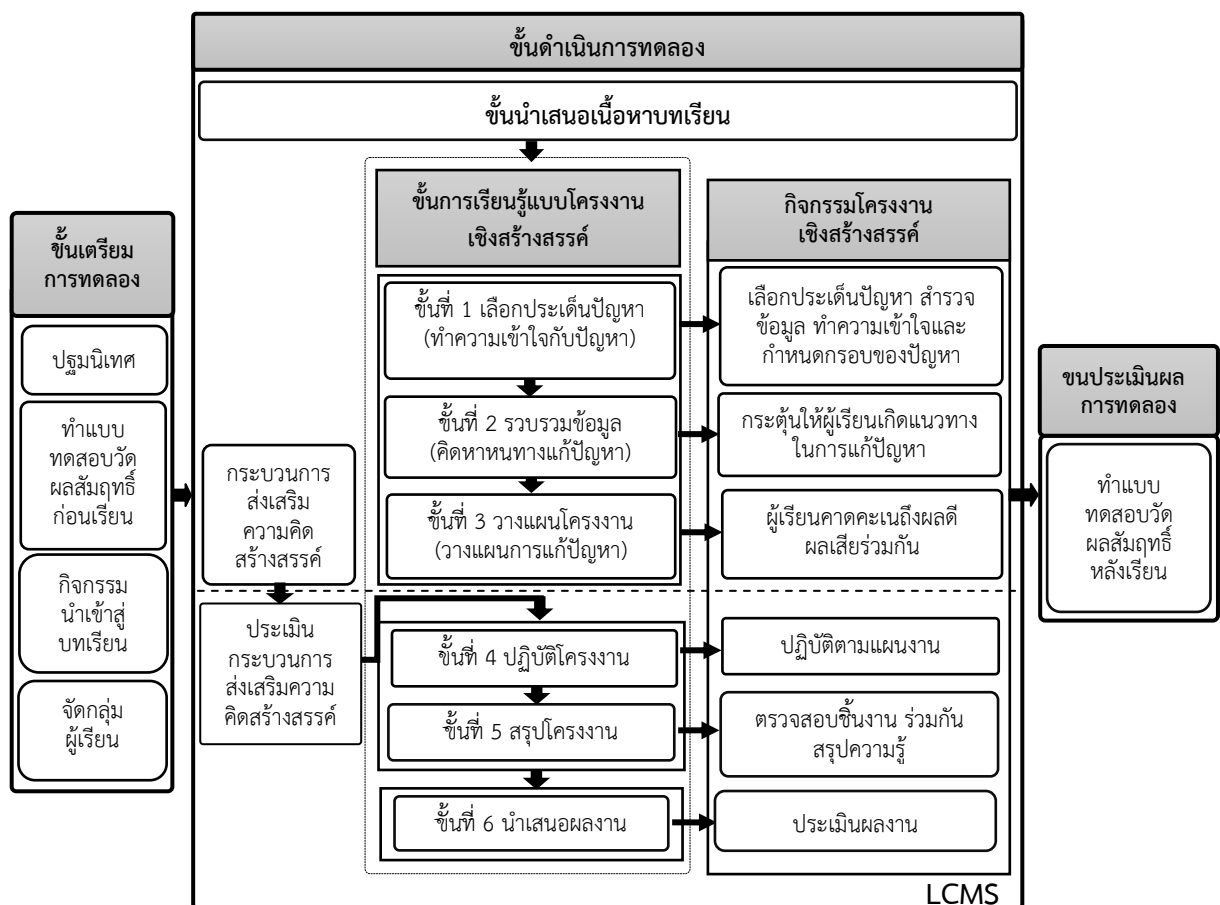
แนวคิดและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ การขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่สู่ความคิดใหม่ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น ความคิดสร้างสรรค์สามารถพิจารณาได้ 2 ลักษณะ คือ ด้านที่ 1 ด้านกระบวนการ เป็นการพิจารณาเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา การพยายามสร้างแนวคิดนำเสนอผลงานให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้านที่ 2 ด้านผลงาน เป็นการพิจารณาผลงานที่เป็นงานแปลกใหม่และมีคุณค่า Guilford (1969) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดแบบอนกนัย ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

แนวคิดและทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึงตามทฤษฎี Isaksen, Dorval and Treffinger การแก้ปัญหาของบุคคลหรือกลุ่มบุคคล โดยใช้วิธีการค้นหาคำตอบที่ซับซ้อน มีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ในขณะนั้น ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ (สิทธิชัย, 2553) ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ประกอบด้วย ก) สร้างโอกาส ข) สืบหาข้อมูล ค) การกำหนดกรอบของปัญหา ขั้นที่ 2 การก่อกำเนิดความคิด (Generating ideas) คือ ความพยายามคิดหาทางแก้ปัญหาให้มีความหลากหลาย แปลกใหม่ มองหาความเป็นไปได้ในการสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหา ขั้นที่ 3 วางแผนปฏิบัติการ (Planning for action) ประกอบด้วย ก) ค้นหาวิธีแก้ปัญหา ข) ค้นหาการยอมรับ และขั้นที่ 4 การประเมินงานและผลงาน (Appraising tasks)

3. วิธีกรวิจัย

3.1 ศึกษาเนื้อหาและรวบรวมข้อมูล ในการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำข้อมูลสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา แนวคิด และทฤษฎี ได้แก่ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทฤษฎีโครงงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544) ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Isaksen and Treffinger, 1985) ศึกษาเนื้อหาบทเรียน การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหา วิชา การสร้างเว็บไซต์ ด้วยโปรแกรม Adobe Dreamweaver ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ศึกษาการประเมินผลงานแบบรูบริค (กิงกาญจน์, 2550) ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลงานระหว่างเรียน ประเมินโครงงานเชิงสร้างสรรค์ และประเมินผลงานหลังเรียน

3.2 ออกแบบรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำรูปแบบกิจกรรมที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ประเมินความเหมาะสม ได้รูปแบบการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบโครงงานเชิงสร้างสรรค์ วิชา การสร้างเว็บไซต์

3.3 ออกแบบเนื้อหา แบบวัดผลสัมฤทธิ์ ใบบาง แบบประเมินคุณภาพผลงาน แบบประเมินกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และแบบประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังเรียน

3.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในบทเรียนเป็นเนื้อหา วิชา การสร้างเว็บไซต์ ด้วยโปรแกรม Adobe Dreamweaver โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบโครงงานเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งมีเนื้อหาบทเรียนแบ่งตามสมรรถนะ 5 งาน โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีการนำมาคำมามาตรฐานตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์(IOC) อยู่ในช่วง .067-1.0 จากนั้นนำไปหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกกับผู้เรียนที่เคยเรียนวิชานี้ไปแล้ว คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.22-0.80 และค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.33-0.61

3.3.3 ใบงานกิจกรรมโครงการเชิงสร้างสรรค์ตามสมรรถนะ 5 งาน ผ่านประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.3.4 แบบประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.3.5 ประเมินกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.3.6 แบบประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.4 พัฒนาบทเรียน ตามรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น โดยใช้ระบบการจัดการบทเรียนออนไลน์ (Learning Course Management System,LCMS) ได้แก่ Moodle ร่วมกับเว็บไซต์เครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยพัฒนาบทเรียนและได้จัดทำขั้นการเรียนรู้แบบโครงการเชิงสร้างสรรค์ ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.5 ตรวจสอบบทเรียน นำบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.6 ทดลองกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง นำบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ไปทดลองกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนคลองลานวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร ที่เรียนในวิชา การสร้างเว็บไซต์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามสมรรถนะงาน 5 งาน

3.7 สรุปผลการวิจัย มีการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อรูปแบบบทเรียน ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียน ผลการประเมินกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังจากเรียน

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น ดังภาพที่ 1 สามารถนำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบโครงการเชิงสร้างสรรค์ วิชา การสร้างเว็บไซต์ ผ่าน <http://owl-ed.com> ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา การสร้างเว็บไซต์

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ของกลุ่มตัวอย่างโดยการทดสอบค่า (t-test แบบ dependent) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.74 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 1.68 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน

แบบทดสอบ	กลุ่มตัวอย่าง (n)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(S.D.)	df	t-test	Sig. (1-tailed)
แบบทดสอบก่อนเรียน	37	25.00	4.23	36	13.74	0.0000
แบบทดสอบหลังเรียน	37	33.89	5.36			

3. ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนระหว่างเรียนด้วยบทเรียน

ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสมรรถนะงาน 5 งานมีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนระหว่างเรียนด้วยบทเรียน

รายการ	คะแนนชิ้นงานจากการเรียนสมรรถนะ 5 งาน (50 คะแนน)					
	1(10)	2(10)	3(10)	4(10)	5(10)	รวม(50)
คะแนนรวม	265	250	247	239	254	1,255
คะแนนเฉลี่ย	7.16	6.76	6.68	6.46	6.86	6.78
แปลผล	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี

4. ผลการประเมินกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน

ผลการประเมินกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน

รายการประเมิน (ข้อที่)	กลุ่มกิจกรรมโครงงานเชิงสร้างสรรค์ (กลุ่มที่)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
คะแนนรวม	84	76	81	78	78	77	85	83	77	719
คะแนนเฉลี่ย	28.00	25.33	27.00	26.00	26.00	25.66	28.33	27.66	25.66	26.62
แปลผล	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี

5. ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน

ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน

รายการ	กลุ่มกิจกรรมโครงงานเชิงสร้างสรรค์ (กลุ่มที่)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
คะแนนรวม	162	159	154	150	164	158	172	163	160
คะแนนเฉลี่ย	54.00	53.00	51.33	50.00	54.66	52.66	57.00	54.33	53.33
แปลผล	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	53.40 (ดีมาก)								

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบโครงงานเชิงสร้างสรรค์ วิชา การสร้างเว็บไซต์ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น ร้อยละ 90 เนื่องจากผู้สอนใน วิชา การสร้างเว็บไซต์ มีความเห็นว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ถือเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ หลากหลาย และมีเอกลักษณ์เฉพาะชิ้นงาน เนื่องจากบทเรียนเรียนรู้ตามลำดับขั้น มีการนำเสนอเนื้อหาตามสมรรถนะงาน พร้อมทั้งวิดีโอสาธิตวิธีการสร้างชิ้นงาน ผู้เรียนสามารถเรียนและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน เป็นสื่อที่สามารถเรียนรู้ได้ง่ายและสะดวก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น จากผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.23 และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายบทเรียน (Posttest) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.36 สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลัดดาวัลย์ (2550 : บทคัดย่อ) ซึ่งได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อการเรียนรู้เป็นทีมของผู้เรียนระดับปริญญาโทมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยดังกล่าว เนื่องจากบทเรียนผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาตามกระบวนการซึ่งประกอบด้วยความรู้และทักษะการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ดียิ่งขึ้น

ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น จากการเรียนของผู้เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสมรรถนะงาน 5 งาน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี จากผลการวิจัยดังกล่าว เนื่องจากบทเรียนมีการวิเคราะห์เนื้อหาออกเป็นสมรรถนะงาน พร้อมทั้งสาธิตวิธีการสร้างชิ้นงาน ให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน ทำให้สามารถเรียนรู้เข้าใจ ลงมือปฏิบัติชิ้นงานในแต่ละขั้น และยังสามารถกลับมาทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา

ผลการประเมินกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น จากการทำกิจกรรมตามกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเชิงสร้างสรรค์ มีผลการประเมินกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอยู่ในระดับดี จากผลการวิจัยดังกล่าว เนื่องจากกิจกรรมโครงงานเชิงสร้างสรรค์มีกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้น พร้อมทั้งครูทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาอย่างเต็มที่ ฝึกให้ผู้เรียนได้คำตอบและวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เปิดกว้างทางความคิด ผู้เรียนสามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายไม่มีการสกัดกั้นความคิดว่าถูกหรือผิด ทำให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกทางความคิดและอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรม จึงช่วยเพิ่มสมรรถนะของความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมส่วนใหญ่ในการทำโครงงานเชิงสร้างสรรค์จะต้องอาศัยการระดมสมองจะช่วยให้ผู้เรียนคิดและแสดงความคิดเห็น มีการคิดริเริ่ม การคิดต่อ หรือปรับความคิดที่มีมาก่อน เพื่อให้ผู้เรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เน้นความแปลกใหม่ และแตกต่างจากที่มีอยู่ จากการที่ผู้เรียนได้ระดมสมองอย่างเป็นประจำและต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้เรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงงานเชิงสร้างสรรค์มีกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ยิ่งขึ้น

ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ นฤมล(2551 : บทคัดย่อ) ซึ่งได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และคุณภาพผลงาน ระหว่างนักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงงานที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และนักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรม

โครงการปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานกลุ่มและคุณภาพของผลงานสูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงการแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 จากผลการวิจัยดังกล่าว พบว่ากิจกรรมโครงการเชิงสร้างสรรค์สามารถพัฒนา ทักษะพัฒนาคุณภาพของผลงานที่สูงขึ้น เนื่องจากผู้เรียนมีการเปิดกว้างทางความคิดโดยมีครูผู้สอนคอยส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนร่วมกัน เมื่อค้นพบวิธีการที่แปลกใหม่มีคุณค่า การที่นักเรียนได้รับการยอมรับจะทำให้นักเรียนลองและสร้างสิ่งใหม่ๆ ทำให้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ หลากหลาย และมีเอกลักษณ์เฉพาะชิ้นงาน ขึ้นมาได้

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยชิ้นนี้ สามารถนำรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ แต่การจะนำไปใช้นั้นควรพิจารณาพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้เรียนเพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และควรให้มีการประเมินผลงานโดยให้ผู้อื่นมีส่วนร่วมในการประเมิน เช่น เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองประเมินผลงานผู้เรียน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานรับรองมาตรฐานและประกันคุณภาพการศึกษา. รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน(พ.ศ. 2549-2553). กรุงเทพมหานคร : สำนักงานฯ, 2550.
- [2] กิ่งกาญจน์ สิริสุนทร. วิชาชีพหรือธุรกิจการให้คะแนน. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2550.
- [3] จิราภรณ์ ศิริทวี. เผยเด็กไทยขาดทักษะการใช้ชีวิต แกรมคิดเองไม่เป็น. ASTVผู้จัดการออนไลน์ 31 พฤษภาคม 2554.
- [4] นฤมล จันทร์สุขวงศ์. การวิจัยและพัฒนาแผนกิจกรรมโครงการที่ประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและคุณภาพผลงานของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [5] ภัทรพร นุชน้อย. การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเว็บช่วยสอนแบบทบทวน ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน รายวิชา การออกแบบกราฟิก เพื่อส่งเสริมทักษะด้านงานออกแบบกราฟิกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.
- [6] ลัดดา ภูเกียรติ. โครงการเพื่อการเรียนรู้ : หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- [7] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการทำและการจัดงานแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544.
- [8] สิทธิชัย ชมพูพาทย์. การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.
- [9] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2551 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี, 2545.
- [10] อนิรุทธ์ สติมัน. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีต่อการเรียนรู้แบบนำตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.
- [11] Guilford, J.P. Fundamental statistics in psychology and education. New York: McGrawHill, 1969.
- [12] Isaksen, S. G. and Treffinger, D. J. Creative Problem Solving: The Basic Course. 2nd ed. New York : Bearly, 1985.

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม
ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Development of Activities Packages through Questioning Techniques Based on
Revised Bloom's Taxonomy to Promote the Analytical Reading Skill of Figurative
Language of Thai Literature for Mathayomsuksa 3 Students
at Koh Samui School, Suratthani Province

ภารตี โพธิ์ราม¹ กฤตกาฬ ชาร์ลีย์ ทปภูผา² มัทนียา พงศ์สุวรรณ³
PHARATEE PHORAM¹, Krittagan Charlie Dhoppupa² Mattaniya Phongsuwan³

*¹บัณฑิตวิทยาลัย สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

³คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

*โรงเรียนเกาะสมุย 14 ม.1 ต.ลิปะน้อย อ.เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี 84140

E-mail : hussamee388@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับการเรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้การอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทย ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ ในวรรณคดีไทย และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละและสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/ E2 เท่ากับ 84.49/84.19 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ในการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ ในวรรณคดีไทยของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทยระหว่างการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูมสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม อ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop activities packages through questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy to promote the analytical reading skill of figurative language of Thai literature for mathayomsuksa 3 students in order to have the 80/80 efficiency, 2) to compare students' learning achievement of mathayomsuksa 3 students before and after using the activities packages through questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy to promote the analytical reading skill of figurative language of Thai literature and 3) to compare students' learning achievement between mathayomsuksa 3 students who studied by the activities packages through questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy to promote the analytical reading skill of figurative language of Thai literature and the traditional method. The research tools were lesson plans, an achievement test and the activities packages through questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy to promote the analytical reading skill of figurative language of Thai literature for mathayomsuksa 3 students. The statistics applied in the study were mean, standard deviation, percentage and t-test for dependent.

The results of the study were 1) the activities packages through questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy to promote the analytical reading skill of figurative language of Thai literature for mathayomsuksa 3 students attained the efficiency index at 84.49/84.19 higher than the given criteria. 2) students' learning achievement after using the activities packages through questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy to promote the analytical reading skill of figurative language of Thai literature for mathayomsuksa 3 students was significantly higher than before at a .05 level and 3) students' learning achievement who studied by the activities packages through questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy to promote the analytical reading skill of figurative language of Thai literature for mathayomsuksa 3 students was significantly higher than the traditional method at a .05 level.

Keywords: Activities packages, Questioning techniques based on revised Bloom's taxonomy, Analytical reading skill

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันเป็นยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยี ทำให้การติดต่อสื่อสารได้รวดเร็วและเป็นวงกว้าง ส่งผลให้ข้อมูลข่าวสารเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและทำให้ขาดความน่าเชื่อถือ ดังนั้นมนุษย์จึงจำเป็นต้องมีทักษะการคิดวิเคราะห์และการอ่าน เพื่อรับข้อมูลข่าวสารอย่างละเอียดรอบคอบ การอ่านย่อมเป็นพื้นฐานสำคัญยิ่งของผู้เรียนที่จะแสวงหาความรู้ที่สูงขึ้นไป เพราะไม่ว่าจะเรียนรู้ในสาขาวิชาใด ก็ต้องอาศัยการอ่านเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ทั้งสิ้น (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2553 : 2) การอ่านจะช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนไทยให้มีนิสัยใฝ่เรียนรู้ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2551 : 3)

การอ่านเป็น 1 ใน 5 สาระของกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน เนื่องจากการอ่านเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ และเป็นรากฐานในการเรียนแต่ละสาขาวิชา เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ประสบการณ์และความสามารถของคน การอ่านจึงเป็นทักษะที่จำเป็นในการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น การรู้จักฝึกฝนอ่านอย่างสม่ำเสมอก็จะช่วยให้ผู้อ่านมีพื้นฐานในการอ่านที่ดี (สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์. 2551 : 1)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการอ่านของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นหรือในแต่ละช่วงวัยก็มีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการอ่านที่แตกต่างกันออกไป การสอนอ่านในระดับชั้นมัธยมศึกษา นักเรียนจะต้องรู้จักการวินิจฉัย พินิจพิจารณา ไตร่ตรองและใคร่ครวญสิ่งที่ได้จากการอ่านอย่างลึกซึ้งและแตกฉาน (ศรีรัตน์ เจริญจันทร์. 2542 : 26) สอดคล้องกับความคิดเห็นของ Ginsburgs and Oppen. (1969 : 206) ที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่เกี่ยวข้องกับการอ่านเชิงวิเคราะห์ว่าเป็นทักษะที่นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีอายุประมาณ 12-15 ปี

การวิเคราะห์เป็นการอ่านขั้นหนึ่งที่สูงกว่าการอ่านในระดับพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เพราะการอ่านเชิงวิเคราะห์จะช่วยให้ผู้อ่านได้เห็นรายละเอียดต่าง ๆ ของเนื้อหาที่อ่านและเข้าใจสิ่งที่ผู้เขียนต้องการสื่อสารออกมาได้อย่างถูกต้องชัดเจน การอ่านเชิงวิเคราะห์งานเขียนต่าง ๆ มิได้มีรูปแบบคงที่ตายตัว เนื่องจากงานเขียนแต่ละประเภทมักจะพิจารณางานเขียนในประเด็นสำคัญ 4 ประการ คือ รูปแบบ เนื้อหา กลวิธี และการใช้ภาษา ซึ่งในงานเขียนทางด้านศาสตร์ภาษาไทย เช่น งานเขียนวรรณคดีและวรรณกรรม บทร้อยกรองหรืองานเขียนประเภทต่าง ๆ มักจะมีกลวิธีการนำเสนอสารโดยใช้ภาษาที่ทำให้ผู้อ่านเกิดภาพในใจ เกิดความประทับใจ เกิดความรู้สึกละเอียด ทำให้เห็นภาพอย่างชัดเจนใช้ภาษาที่สละสลวย และสื่อความหมายโดยการเปรียบเทียบ ซึ่งเรียกงานเขียนที่มีลักษณะการใช้ภาษาดังกล่าวนี้ว่า โวหารภาพพจน์ (จิรวัดน์ เพชรรัตน์. 2556 : 36) อีกทั้งโวหารภาพพจน์เป็นงานเขียนที่นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาจะต้องศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านให้สอดคล้องกับเป้าหมายที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดไว้

การอ่านและศึกษาวรรณกรรมหรือวรรณคดี ผู้อ่านต้องเข้าใจศิลปะแห่งการแต่งวรรณกรรมและวรรณคดีประเภทนั้น ๆ หรือโวหารภาพพจน์ที่ผู้เขียนได้แต่งขึ้น เพื่อให้ได้รับอรรถรสในการอ่าน และเห็นคุณค่าของวรรณกรรมเรื่องที่อ่าน โดยควรไตร่ตรองด้วยเหตุผล ใช้วิจารณ์ญาณในการอ่าน รู้จักแยกแยะความเหมาะสมขององค์ประกอบในการเขียน ทั้งเนื้อหาและรูปแบบ เข้าใจจุดประสงค์และทัศนะของผู้เขียน เพื่อเป็นการฝึกทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ และประเมินค่า อันจะนำไปสู่การวิจักษ์และวิจารณ์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหลักการอ่านวรรณกรรมและวรรณคดี จะมีกระบวนการวิเคราะห์แตกต่างกันไปตามรูปแบบของวรรณกรรมและวรรณคดีนั้น ๆ (จิรวัดน์ เพชรรัตน์. 2556 : 134-135)

ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานหรือ O-NET ที่สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าคะแนนการทดสอบในรายวิชาภาษาไทยของโรงเรียนเกาะสมุย ปี 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.6 และปี 2557 มีค่าเฉลี่ย 35.60 โดยคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างมาก และจากการวิเคราะห์แบบทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานหรือ O-NET ในรายวิชาภาษาไทยของปีพ.ศ. 2555 – 2557 พบว่าแบบทดสอบมุ่งเน้นทักษะด้านการอ่านเชิงวิเคราะห์เป็นสำคัญ โดยผลจากการเก็บข้อมูลของครูที่ได้ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โวหารภาพพจน์จากวรรณคดีไทยเรื่องต่าง ๆ และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ไม่สามารถวิเคราะห์โวหารภาพพจน์ได้ ขาดทักษะในการอ่านเชิงวิเคราะห์ ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญ ส่งผลให้คะแนนจากการทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (วัชรภรณ์ ศรีสิทธิยานนท์, สัมภาษณ์. 27มกราคม 2559)

ดังนั้นการอ่านเชิงวิเคราะห์จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ควรฝึกฝนให้นักเรียนเกิดเป็นทักษะที่คงทนติดตัวตลอดไป สอดคล้องกับความคิดเห็นของกรรณิการ์ พัฒนนิติศักดิ์. (2550 : 44) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การอ่านเชิงวิเคราะห์เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักใช้เหตุผลในการแยกแยะสิ่งสำคัญจากเรื่องที่ได้อ่านและสามารถประเมินค่าความน่าเชื่อถือในเรื่องที่อ่านได้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมและพัฒนาการอ่านเชิงวิเคราะห์สามารถดำเนินการได้หลายวิธี โดยวิธีที่นิยมใช้กันมากคือ การใช้คำถามพัฒนาการอ่านและกระบวนการคิด เพราะคำถามเป็นสิ่งสำคัญที่จะจุดประกายให้ยูเรียนได้แสวงหาความรู้ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (สุกัญญา ศรีสืบสาย. 2557 : 14) ในการศึกษาทางการอ่าน การใช้คำถามตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวคิดของบลูมเป็นที่ยอมรับและได้รับความนิยมในการนำมาปรับใช้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการอ่าน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552 : 46) โดยบลูมได้จัดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาไว้ 3 ด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งในด้านพุทธิพิสัยนั้น บลูมได้จัดระดับ

จุดมุ่งหมายตามระดับความรู้จากต่ำไปสูงไว้ 6 ระดับ คือ ระดับ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล (ทีศนา แคมมณี. 2557 : 400)

เทคนิคการใช้คำถามของครูผู้สอน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด ค้นคว้าหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา และพัฒนาผู้เรียนให้มีความคิดในระดับสูง ตลอดจนช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน (วัฒนาพร ระวังทุกข์. 2545 : 87-88) การพัฒนาทักษะการอ่านโดยอาศัยกระบวนการคิดทั้ง 6 ชั้น ของบลูม จะเป็นการกำหนดพฤติกรรมในการอ่านอย่างมีระดับขึ้น ดังนั้น ในการอ่านจึงต้องตั้งวัตถุประสงค์ไว้ในลักษณะที่สามารถสังเกตและวัดพฤติกรรมได้ ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบจากการอ่านเชิงวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552 : 47)

ผู้วิจัยในฐานะครูสอนภาษาไทยในโรงเรียนเกาะสมุยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมที่มองเห็นเป็นรูปธรรมและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของฉวีวรรณ กินาวงศ์. (2542 : 2) ที่ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาวิชาที่ซับซ้อน ผักการตัดสินใจด้วยการวิเคราะห์เหตุผลมาประกอบ ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของจันทิญา ภาธา. (2555 : 1) ที่ได้ทำการศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะการอ่านภาษาไทย เพื่อจับใจความ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการอ่านภาษาไทยเพื่อจับใจความ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ และเป็นการพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทยของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวกับการอ่านเชิงวิเคราะห์

ไพฑูริย์ สีนลาร์ตันและคณะ. (2557 : 9) ได้สรุปเกี่ยวกับความหมายของการอ่านเชิงวิเคราะห์ไว้ว่า การอ่านเชิงวิเคราะห์เป็นการคิดแยกแยะข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกเป็นส่วนย่อยๆและมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูลเหล่านั้น

หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวกับการสอนโดยตั้งคำถามของบลูม

บุญชม ศรีสะอาด. (2554 : 74) กล่าวว่า การใช้คำถามเป็นการสอนที่ผู้สอน ป้อนคำถามให้ผู้เรียนตอบ อาจตอบเป็นรายบุคคลหรือตอบเป็นกลุ่มย่อย หรือตอบทั้งชั้นซึ่งถือได้ว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวกับไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย

พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน. (2554 : 867) ได้ให้ความหมายของคำว่า ภาพพจน์ ว่าถ้อยคำที่เป็นสำนวนโวหารทำให้นักเห็นเป็นภาพ, ถ้อยคำที่เรียบเรียงอย่างมีชั้นเชิงเป็นโวหาร มีเจตนาให้มีประสิทธิผลต่อความคิด ความเข้าใจ ให้จินตนาการและถ่ายทอดอารมณ์ได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งกว่าการบอกเล่าที่ตรงไปตรงมา"

หลักการและแนวคิดที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. (2551 : 118) กล่าวว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อประสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะที่จะสอนโดยมีระบบการผลิตและการนำไปใช้ให้สอดคล้องกับวิชาหน่วยหัวเรื่องและวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่มิมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการอ่านเชิงวิเคราะห์ เป็นการมุ่งเน้นพัฒนาทักษะด้านการอ่านของนักเรียน โดยให้สอดคล้องกับสภาพบริบทสิ่งแวดล้อมของโรงเรียนนั้น ๆ โดยตัวอย่างลักษณะงานวิจัยประเภทนี้ได้แก่

ลำตวน วงศ์ภักดี. (2556 : 97-104) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้เทคนิคการตั้งคำถามตามทฤษฎีของบลูม พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นมีความสอดคล้องกับหลักสูตร และมีขั้นตอนที่เน้นการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3. วิธีการวิจัย

1.แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองแบบสองกลุ่ม ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Pretest – Posttest Control Group Design)

ตารางที่ 1 รูปแบบการวิจัย

กลุ่ม	Pre-test	Treatment	Post-test
E	T _{1E}	X	T _{2E}
C	T _{1C}	-X	T _{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนการทดลอง

X	แทน	การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์วิเคราะห์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี
-X	แทน	การสอนแบบปกติ
E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
T _{1E}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง
T _{1C}	แทน	การสอบก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม
T _{2E}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง
T _{2C}	แทน	การสอบหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

2.1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ การอ่านเชิงวิเคราะห์วิเคราะห์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม เป็นแผนที่มขั้นตอนการดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551และหลักสูตรสถานศึกษา

2.1.2 วิเคราะห์และดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งครอบคลุมเวลาเรียนทั้งหมด 16 ชั่วโมง

2.1.3 ผู้วิจัยได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาแผนการสอนและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้

2.1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC

2.1.6 หลังจากผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลอง

2.2 การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ ในวรรณคดีไทย

2.2.1 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.2.2 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2.2.4 นำแบบทดสอบแบบปรนัย ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

2.2.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิเคราะห์คะแนนความสอดคล้องหาค่า IOC

2.2.6 นำแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและหาค่าอำนาจจำแนก

2.2.7 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจหาค่าความยากง่ายและหาค่าอำนาจจำแนก จำนวน 30 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งค่าที่ได้คือ 0.92 แสดงว่าแบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นที่มีค่าเข้าใกล้ 1

2.2.8 นำแบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3 การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีลักษณะและขั้นตอนการสร้างตามลำดับดังนี้

2.3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างชุดการสอน จากเอกสารและงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำ

2.3.2 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูมในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์โหราภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 1 ชุด

2.3.3 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาและให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.3.4 ตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมด้านต่างๆ โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2.3.5 วิเคราะห์ผลการประเมินชุดการสอน โดยนำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3.6 ปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไปทดลองแบบเดี่ยว (1 : 1 : 1) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน คละความสามารถ โดยให้นักเรียนทดลองใช้ชุดการสอน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา เนื้อหา และความเหมาะสมของเวลาที่กำหนด

2.3.7 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงจากข้อ 2.3.6 ไปทดลองแบบกลุ่มย่อย (3 : 3 : 3) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน คละความสามารถ เพื่อตรวจหาประสิทธิภาพ 80/80 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.8 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปฝึกจริงกับนักเรียนกลุ่มทดลอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ในโรงเรียนเกาะสมุย อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนที่ได้ไปดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ ดังนี้

3.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 หากคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ การอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทย ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม โดยพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญโดยหาค่า IOC

3.3 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2

3.4 ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทย จำนวน 30 ข้อ ชนิด 4 ตัวเลือก ได้แก่ หาค่าระดับความยากง่าย หาค่าอำนาจจำแนก ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใน KR - 20

3.5 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทยของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม โดยใช้สูตรสถิติใช้ในการทดสอบค่าที่

3.6 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทยของนักเรียนกลุ่มควบคุมก่อนและหลังเรียนโดยการสอนแบบปกติ โดยใช้สูตรสถิติใช้ในการทดสอบค่าที่

3.7 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทยระหว่างการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม กับการสอนแบบปกติ โดยใช้สูตรสถิติใช้ในการทดสอบค่าที่

ผลการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ $E1/E2$ เท่ากับ 84.49/84.19 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ ในวรรณคดีไทยของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทยระหว่างการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูมสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยอภิปรายผล 3 ประเด็นตามข้อค้นพบดังนี้

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านพบว่าของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิง

วิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดี และผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 27 คน พบว่าของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของจันเพ็ญ ภาธา. (2555 : 1) ที่ได้ทำการศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะการอ่านภาษาไทยเพื่อจับใจความ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการอ่านภาษาไทยเพื่อจับใจความ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย จำนวน 30 ข้อ ชนิด 4 ตัวเลือก พบว่า ผลการสอบหลังการใช้ชุดกิจกรรม สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าประสิทธิผล 0.57 สอดคล้องกับผลการวิจัยของดิยาภรณ์ หัวจันทิก. (2553 : 92) ได้พัฒนาความสามารถด้านการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม และพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่องการอ่านจับใจความ โดยการใช้คำถามตามแนวคิดของบลูม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ ในการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทยระหว่างการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูมสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของธีรภัทร์ พุ่มพลอย. (2557 : 65-66) ได้ศึกษาการสอนเรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามสูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การอ่านเชิงวิเคราะห์เป็นทักษะการอ่านที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนในช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนั้นนักเรียนควรได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง เพราะเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง จะเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนเกิดเป็นนิสัยรักการอ่าน

1.2 การคัดเลือกเรื่องสำหรับให้นักเรียนอ่าน ควรมีความหลากหลาย อาจเป็นเนื้อหานอกบทเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการปลูกฝังนิสัยรักการอ่านแก่ผู้เรียน

1.3 ครูผู้สอนควรเป็นคนช่างสังเกตและเป็นคนช่างถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่างๆที่ครูต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย ควรผสมผสานกับเทคนิคหรือวิธีการสอนรูปแบบอื่นๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดทักษะทางภาษาในด้านอื่นๆ

2.2 การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูม ในการส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ไวยากรณ์ภาพพจน์ในวรรณคดีไทย สามารถปรับเปลี่ยนในนวัตกรรมอื่นๆที่ช่วยส่งเสริมทักษะการอ่านให้ผู้เรียนได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

2.3 เทคนิคตั้งคำถามตามแนวคิดของบลูมสามารถส่งเสริมทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ที่واهرภาพพจน์
ในวรรณคดีไทยได้ จึงควรมีการวิจัยความสามารถด้านการอ่านควบคู่กับการเขียน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ginsburg, H. & Opper, S. (1969). *Piaget's theory of intellectual development : An introduction*. New Jersey : Prentice-hall.
- [2] จีรวัดน์ เพชรรัตน์. (2556). *การอ่านเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- [3] จีราพร ดีช่วย. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเขียนสะกดคำที่ไม่ตรงตามมาตรฐานตัวสะกดกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- [4] จันเพ็ญ ภารา. (2555). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาไทยเพื่อจับใจความ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- [5] ฉวีวรรณ คูหาภินันท์. (2545). *วรรณกรรมสำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ : ศิลปะบรรณาการ.
- [6] ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2556). *หลักการสอนที่ทรงประสิทธิภาพ*. ปัตตานี : สถาบันเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ.
- [7] ดวงใจ ไทยอุบุญ. (2552). *ทักษะการเขียนภาษาไทย (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- [8] ทิศนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 18)*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ : เจเนซิส เอ็ดดูเคชั่น.
- [10] ไพฑูรย์ สีนลรัตน์และคนอื่นๆ. (2557). *จิตวิเคราะห์ สอนและสร้างได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [11] ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2554*. กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน.
- [12] เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2551). *กรอบทิศทางการพัฒนาการศึกษา ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ที่สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559) ฉบับสรุป*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [13] วัชรภรณ์ ศรีสิทธิยานนท์. (27มกราคม 2559). *สัมภาษณ์*. ครูชำนาญการ. โรงเรียนเกาะสมุย.
- [14] วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนัก. (2553). *เรียนรู้บูรณาการ*. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- [15] ศรีรัตน์ เจิงกลิ่นจันทร์. (2542). *การอ่านและการสร้างนิสัยรักการอ่าน*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- [16] ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2552). *2552 ทศวรรษที่สองของการปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- [17] สุกัญญา ศรีสืบสาย. (2557). *การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการอ่านและการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- [18] สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์. (2551). *หลักวิธีการสอนอ่านภาษาไทย (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้ปัญหาปลายเปิด

A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS IN RATIO AND PERCENTAGE WITH OPEN-ENDED PROBLEM

ณัฐภาวี นิลสวัสดิ์¹ ธัญญา กาครุณ² เอนก สุดจันทน์³

Natthapawee Ninsawat¹, Thanya Kadroon², Anake Sudejamnong³

¹นักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

²ปร.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

³ปร.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

* ama_june@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียน ในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มย่อยในบริบทนอกชั้นเรียน โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 9 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ให้แต่ละกลุ่มแก้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดจำนวน 4 สถานการณ์ปัญหาที่ละกลุ่มโดยไม่มีการแทรกแซงจากผู้วิจัย ด้วยวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกับการพูด ทำการเก็บข้อมูลโดยการบันทึกวิธีที่ค้นของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหา ข้อมูลหลักที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ โปรโตคอลจำนวน 12 โปรโตคอล และงานเขียนของนักเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบของโพลยา (Polya, 1957)

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา มีการรวบรวมข้อมูลที่โจทย์ให้มา ซึ่งสังเกตได้จากคำสำคัญที่นักเรียนใช้ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ระบุรายละเอียดจากสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ (2) ชั้นวางแผน พบว่านักเรียนทุกกลุ่มแสดงพฤติกรรมแก้ปัญหโดยนักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหที่ตนเองคิดว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุด มีการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง และอาศัยประสบการณ์การเดิม (3) ชั้นดำเนินการตามแผน พบว่านักเรียนทุกกลุ่มแสดงพฤติกรรมแก้ปัญห โดยนักเรียนได้ปฏิบัติตามวิธีการที่ตนเองวางไว้ ถ้าแก้ปัญหไม่ได้จะย้อนกลับไปในชั้นวางแผน และดำเนินการตามแผนจนสามารถแก้ปัญหได้ (4) ชั้นตรวจสอบ พบว่านักเรียนเพียงบางกลุ่มแสดงพฤติกรรมแก้ปัญห โดยนักเรียนมีการตรวจสอบคำตอบของตนเองให้สอดคล้องกับเงื่อนไข และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ชั้นตรวจสอบนี้ นักเรียนจะทำควบคู่กับชั้นวางแผน และดำเนินการตามแผน จนสามารถแก้ปัญหได้สำเร็จ

คำสำคัญ: ทักษะการแก้ปัญหา ปัญหาปลายเปิด

ABSTRACT

The objective of this research was to study of mathematical problem solving skills ratio and percentage with open-end problem. The research methodology was qualitative approach emphasizing on protocol analysis. The target group were seven-grade students at Satthasamut School, Samutsongkhram province, and 9 students voluntarily participated in this research and

were divided into 3 groups. Each small group was asked to solve three open-ended problems by thinking aloud method and solved the problems out of classroom without the researcher's intervention. Data were collected by video recording while the students solved the problems. Major data for analysis were 12 protocols of 4 open-ended problems and students' written work analysed by The framework for analytic mathematical problem solving processes (Polya, 1957)

The results of the research are: (1) Understand the Problem: all student groups knew the problem situations and gathered information problems, in addition students also had details and identified what question needs. (2) Devise a Plan: all student groups acted in solving mathematical problems. They made choices as possible to solve this problem by their experience. (3) Carry Out the Plan: all student groups acted to solve mathematic problem by following the plan. When they couldn't solve the problem, they were back in the planning stage and implemented the plan until the problem was resolved successfully. (4) Look Back: some student groups behaved like solving math problems since they checked validity results of the calculation. Students concurrently worked in the stage of examination together with planning stage, and implemented the plan until the problem was successfully resolved.

Keywords: PROBLEM SOLVING SKILLS, OPEN-ENDED PROBLEM

1. บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้ให้เหตุผลหรือความจำเป็นว่าทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนคือ กล่าวคือ คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถ่องแท้ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 56) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาในส่วนของจัดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำเป็น คิดเป็น รักการอ่าน และเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) แนวการจัดการศึกษาดังกล่าวนี้ให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งในทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่เน้นผลสัมฤทธิ์ไม่ได้เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ดังนั้นนักเรียนในชั้นเรียนไม่สามารถหาคำตอบและวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย การเปลี่ยนแปลงสภาพชั้นเรียนแบบนี้ จำเป็นต้องอาศัยนวัตกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละคนได้รับอิสระในการทำกิจกรรม ในการคิดเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเต็มศักยภาพ และมีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ, 2546) ปัญหาและสาเหตุที่กล่าวข้างต้นพบว่ารูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งคือ การใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended Problem) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Groot (1999) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 12 ผลการทดลองพบว่าปัญหาปลายเปิดนั้นสามารถเพิ่มความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหารวมถึงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

การศึกษาแนวทางสำหรับจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งในวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตรประจำวัน นักเรียนสามารถมอง

เป็นรูปธรรมได้ง่าย เช่น การทำอาหารในปริมาณที่แตกต่างจากสูตรอาหาร การลดราคาสินค้าในห้างสรรพสินค้า และการคิดดอกเบี้ยเงินกู้ เป็นต้น (ประภัสสรเข้าซารี , 2554) จากการสอบถามครูผู้สอนในโรงเรียนพบว่า เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดกระบวนการที่ดีในการหาคำตอบ และแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ ทักษิณี ชื่นยง (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การศึกษาข้อบกพร่องและความมั่นใจในการตอบโจทย์ปัญหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครราชสีมา” ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เรียงตามลำดับคำร้อยละจากมากไปหาน้อยดังนี้ บกพร่องในการตีความบกพร่อง ในการตรวจสอบ ในการแก้โจทย์ปัญหา บกพร่องในการใช้สมบัติ กฎ สูตร และนิยาม และข้อบกพร่องในการคิดคำนวณ

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจ การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้ปัญหาปลายเปิด

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบและแนวทางในการวิจัยในด้านต่างๆ ตามลำดับดังนี้

1. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957: 16-17) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนคือขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาเป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไรปัญหากำหนดอะไรให้บ้างมีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้างคำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใดการทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆเช่นการเขียนรูปเขียนแผนภูมิการเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใดจะแก้ปัญหาอย่างไรปัญหาที่ทำให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่แล้ว กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผนเป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาและมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่

2. สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากปัญหาที่พบโดยทั่วไปในห้องเรียน โดยมีลักษณะเป็นปัญหาที่มีคำตอบ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ คือไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนมีข้อมูลไม่ครบหรือไม่มีกำหนดวิธีการที่แน่นอนในการหาคำตอบ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546 ; ปานจิตร รัตนพล, 2547 ; Becker & Shimada, 1997)ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ชนิด (Nohda, 2000 : 6 - 8) คือ1. กระบวนการเปิด (Process is open) ปัญหาชนิดนี้เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาคณิตศาสตร์ทุกปัญหาต่างเป็นปัญหาปลายเปิดโดยนัยนี้ แต่ในโรงเรียนทั่วไปมักจะเน้นพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นแง่มุมเชิงกระบวนการ ดังนั้นในปัญหาปลายเปิดชนิดนี้จึงมีการระบุดำถามเพื่อให้นักเรียนได้พยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ได้หลากหลาย2. ผลลัพธ์เปิด (End product are open) ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Way to develop are open) เป็นปัญหาที่หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาแล้วนักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้จะเรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา” ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปลายเปิด

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ในบริบทนอกชั้นเรียน โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 9 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ซึ่งมีพฤติกรรมเรียนแตกต่างกัน โดยมีขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความคุ้นเคยกับนักเรียนห้องเป้าหมาย ผู้วิจัยติดตามครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ไปสังเกตพฤติกรรม พูดคุยสร้างความคุ้นชินระหว่างผู้วิจัยกับห้องเป้าหมาย เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ขั้นที่ 2 เลือกกลุ่มเป้าหมายโดยสอบถามข้อมูลนักเรียนจากครูประจำชั้น ครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ และสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 9 คน มีรายละเอียดมีดังนี้

เป้าหมายที่ 1 จำนวน 3 คน มีลักษณะชอบคิด ขณะที่ครูสอนในห้องเรียนจะชอบคิดตามถ้าหากเกิดข้อสงสัยจะซักถามครูจนกว่าจะเข้าใจ ชอบแสดงแนวคิดของตนเองโดยที่ทำไมผิดทำไมถูกไม่สำคัญ ชอบคิดแก้ปัญหาต่างๆ มีความกระตือรือร้นในการทำงาน และทำงานร่วมกับเพื่อนได้

เป้าหมายที่ 2 จำนวน 3 คน มีลักษณะจะตั้งใจขณะเรียน แต่ไม่ค่อยถามครูผู้สอน มีลักษณะชอบคิด ชอบค้นหา ชอบคิดคนเดียวมากกว่าเป็นกลุ่ม ไม่ชอบแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งกับเพื่อน มีความกระตือรือร้นในการทำงาน และทำงานร่วมกับเพื่อนได้

เป้าหมายที่ 3 จำนวน 3 คน มีลักษณะชอบคิด มีข้อสงสัยก็จะคุยกับเพื่อนมากกว่าจะสอบถามครู ความคิดจะคล้อยตามเพื่อน แสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งกับเพื่อนบางครั้ง มีความกระตือรือร้นในการทำงาน และทำงานร่วมกับเพื่อนได้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด จำนวน 4 สถานการณ์ปัญหาซึ่งครอบคลุมด้านเนื้อหาและตัวชี้วัดในเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ประกอบไปด้วย สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ 1 เรื่อง บอกได้หรือไม่ มีอัตราส่วนอะไรบ้าง สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ 2 เรื่อง เรียนคณิตศาสตร์ต้องรู้ทันแม่ค้าสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ 3 เรื่อง ทำอย่างไรเมื่อคำขอพรเป็นจริง และ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ 4 เรื่อง บอกซิเธอ เธอจะขายเท่าไร โดยผ่านการตรวจสอบเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

2.2 กล้องบันทึกวีดิทัศน์ บันทึกวีดิทัศน์ในขณะที่กลุ่มเป้าหมายทำกิจกรรมปัญหาปลายเปิดตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุด โดยจะต้องจับภาพสิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรมสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูลโดยให้กลุ่มเป้าหมายทำกิจกรรมสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 4 สถานการณ์ปัญหา แต่ละสถานการณ์ปัญหาใช้เวลาในห้องเรียน ระยะเวลาที่ทำกิจกรรมจะกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมละ 1 ชั่วโมงต่อ 1 กลุ่ม โดยผู้วิจัยไม่เข้าไปแทรกแซงในระหว่างกลุ่มเป้าหมายทำกิจกรรม เพียงแต่ทำการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรม

4. โปรโตคอล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการบันทึกวีดิโอมาถอดภาพและเสียงเป็นภาษาเขียนที่ได้ เรียกว่า โปรโตคอล โดยบันทึกเป็นเหตุการณ์เกี่ยวกับพฤติกรรม คำพูด ในระหว่างการทำปัญหาของกลุ่มเป้าหมายตั้งแต่เริ่มถึงสิ้นสุดการแก้ปัญหา

5. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรโตคอล และข้อมูลที่เป็นงานเขียนหรือร่องรอยการทำงานของกลุ่มเป้าหมายในขณะร่วมกันแก้ปัญหา

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 ข้อมูลในรูปแบบโปรโตคอลที่ได้จากการถอดคำพูดจากเทปวีดิทัศน์ระหว่างแก้ปัญหา

6.2 ข้อมูลในรูปงานเขียนของนักเรียน

6.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายของนักเรียน

6.4 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนในห้องเรียน

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ตามกรอบของโพลยา

สถานการณ์ปัญหา	กลุ่มของนักเรียน	ขั้นตอนการแก้ปัญหา			
		ทำความเข้าใจ	วางแผน	ดำเนินการตามแผน	ตรวจสอบ
1	กลุ่มที่ 1	✓	✓	✓	✓
	กลุ่มที่ 2	✓	✓	✓	✓
	กลุ่มที่ 3	✓	✓	✓	✓
2	กลุ่มที่ 1	✓	✓	✓	
	กลุ่มที่ 2	✓	✓	✓	
	กลุ่มที่ 3	✓	✓	✓	
3	กลุ่มที่ 1	✓	✓	✓	✓
	กลุ่มที่ 2	✓	✓	✓	✓
	กลุ่มที่ 3	✓	✓	✓	
4	กลุ่มที่ 1	✓	✓	✓	✓
	กลุ่มที่ 2	✓	✓	✓	✓
	กลุ่มที่ 3	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งแยกตามขั้นตอนได้ดังนี้

(1) ขั้นทำความเข้าใจ พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการรวบรวมข้อมูลที่โจทย์ให้มา ซึ่งสังเกตได้จากคำสำคัญที่นักเรียนใช้ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ระบุรายละเอียดจากสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้

(2) ขั้นวางแผน พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาโดยนักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองคาดว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุด มีการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง และอาศัยประสบการณ์การเดิม

(3) ขั้นดำเนินการตามแผน พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหา โดยนักเรียนได้ปฏิบัติตามวิธีการที่ตนเองวางไว้ ถ้าแก้ปัญหาไม่ได้จะย้อนกลับไปขั้นวางแผน และดำเนินการตามแผนจนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ

(4) ขั้นตรวจสอบ พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหา โดยนักเรียนมีการตรวจสอบคำตอบของตนเองให้สอดคล้องกับเงื่อนไข และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ขั้นตรวจสอบนี้ นักเรียนจะทำควบคู่กับขั้นวางแผน และดำเนินการตามแผน จนสามารถแก้ปัญหาจนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของโพลยา โดยใช้ปัญหาปลายเปิดซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น เนื่องจากในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มย่อยในการนำเสนอแนวคิดของตนเอง มีการสนับสนุนแนวคิดของเพื่อน มีการเพิ่มเติมประเด็นบางประเด็นที่เพื่อนขาดไป และมีการแสดงเหตุผลโต้แย้งกันเมื่อคิดว่าแนวคิดที่เพื่อนนำเสนอยังไม่ถูกต้องลักษณะการอภิปรายโต้แย้งกันเช่นนี้ส่งผลให้คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาเป็นคำตอบที่ดีกว่าคำตอบที่ได้จากการที่

นักเรียนคิดเพียงลำพัง ประกอบกับสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นสถานการณ์ที่เหมาะสมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างหลากหลาย และแสดงออกถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมียุทธวิธีที่หลากหลาย รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถขยายความคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมากขึ้นส่งผลให้ผลที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนจะมีทักษะในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นดังนี้ (1) ขั้นทำความเข้าใจ นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ได้แสดงพฤติกรรมรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้มาโดยสังเกตจากคำสำคัญที่นักเรียนใช้นอกจากนี้นักเรียนยังได้ระบุรายละเอียดจากสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ กัตตัญญา บางโท (2550) ที่กล่าวไว้ว่า การระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมองเห็นตำแหน่งของปัญหาและเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาวงด้วยวิธีการของตนเอง (2) ขั้นวางแผนนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ได้แสดงพฤติกรรมโดยเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองคิดว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุดสำหรับสถานการณ์ปัญหาที่พบและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีชา เยาว์เย็นผล (2537: 62) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา (3) ขั้นดำเนินการตามแผนนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ได้แสดงพฤติกรรมโดยขั้นนี้เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องมีการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ในการคิดคำนวณหาคำตอบนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะการคิดคำนวณ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร ซึ่งนักเรียนได้ปฏิบัติตามวิธีการที่ตนเองวางไว้หากยังไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหานักเรียนจะมองย้อนกลับไปขั้นทำความเข้าใจและขั้นวางแผนอีกครั้งจนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2555, 11-13) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง จะช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์โดยตรงและสามารถสร้างแนวทางพื้นฐานในการแก้ปัญหาของตนเองได้ (4) ขั้นตรวจสอบ พบพฤติกรรมเพียงบางกลุ่ม ซึ่งขั้นนี้เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาวงว่าถูกต้องหรือไม่ นักเรียนบางกลุ่มได้มองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือวิธีการคิดเป็นอย่างอื่นได้อีกหรือไม่

ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของโพลยา โดยใช้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ในระดับชั้นอื่นๆเพื่อให้นักเรียนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
2. ควรศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาปลายเปิดในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆต่อไป
3. ในระหว่างการเรียนการสอน ครูควรสอดแทรกสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดหรือวิธีการคิดโดยไม่ปิดกั้นความคิดของนักเรียน

คำขอบคุณ

งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.ธัญญา กาสรุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.เอนก สุดจางงค์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณ ดร.เจนสมุทร แสงพันธ์ ดร.สุวรรณี เปลี่ยนรัมย์ และนางสุเมตตา ฉิมพาลี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- [2] คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545**. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.
- [3] สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, (2551). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: พิมพ์ครั้งที่ 2, โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [4] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ (2546). **การวิจัยเพื่อปฏิรูปการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [5] Groot, W. (1999). **Using Open-ended task in grade twelve mathematics**. [Online]. Available : <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/14426> [2010, February 22].
- [6] ประภัสสร เป้าซารี. (2554). การปรับปรุงการเรียนการสอนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้การสอนแบบ ปฏิบัติการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์. ค้นคว้าแบบอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [7] ทศนีย์ ชื่นยง. (2541). **การศึกษาข้อบกพร่องและความมั่นใจในการตอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครราชสีมา** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [8] Polya, George. (1957). **How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method**. New York : Doubleday and Company Garden City.
- [9] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). **การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [10] ปานจิต รัตนพล. (2547). **ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุรุศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [11] Becker, J., & Shimada, Y. (1997). **The open-ended approach : A new proposal for teaching mathematics**. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- [12] Nohda, N. (2000). **A Study of "Open-Approach" Method in School Mathematics Teaching**. Makuhuri : University of Tsukuba.
- [13] กตัญญูตา บางโท. (2550). **การศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [14] ปรีชาเนาว์ เย็นผล. (2537). **"หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์," ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ และวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์หน่วยที่ 12-15**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- [15] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2555). **การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน เพื่อการพัฒนาเครือข่ายครูคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง
ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ

A Development of Android Operating System Application Using Simulation
and Virtual Reality Technology in Discovery Learning Management
on the Topic “Arts Doctrine” for Vocational Certificate Students

ศิริระ ประเสริฐศักดิ์¹, สรัญญา เชื้อทอง²
Sira Prasertsak¹, Saranya Chuathong²

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
*¹sira.1st@mail.kmutt.ac.th, ²saranya_chu@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.) สร้างและหาคุณภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2.) เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันฯ 3.) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันฯ 4.) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อแอปพลิเคชันฯ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 คณะศิลปกรรม สาขาคอมพิวเตอร์กราฟิก วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี ที่ศึกษาในรายวิชา 2300-1003 ศิลปนิยม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีการจับฉลาก ได้มาจำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงฯ มีทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ 1.) ขั้นตอนการก่อนเรียน 2.) ขั้นตอนการระหว่างเรียน ซึ่งเป็นขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่มีทั้งหมด 6 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 2.1) ขั้นรับรู้ปัญหา 2.2) ขั้นตั้งสมมติฐาน 2.3) ขั้นรวบรวมข้อมูล 2.4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 2.5) ขั้นพิสูจน์ 2.6) ขั้นสรุปและการนำไปใช้ 3.) ขั้นตอนการหลังเรียน ซึ่งมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x} = 4.32$, S.D. = 0.24) คุณภาพด้านสื่ออยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 0.59) คุณภาพด้านการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x} = 4.19$, S.D. = 0.62) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.06/82.78 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ผู้เรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันมีค่าเท่ากับ ($\bar{x} = 3.96$, S.D. = 0.43) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี จากผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันมีคุณภาพดี และใช้เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน, สถานการณ์จำลอง, เทคโนโลยีเสมือนจริง, การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ, ลัทธิทางศิลปะ

ABSTRACT

This research aimed to 1) create and evaluate the quality of Android operating system application using simulation and virtual reality technology in discovery learning management on the topic “Arts Doctrine” for vocational certificate students, 2) study the efficiency of Android operating system application using simulation and virtual reality technology in discovery learning management, 3) to study the learning achievement by comparing the pretest and posttest score,

and 4) evaluate the satisfaction of the students who studied from Android operating system application using simulation and virtual reality technology in discovery learning management on the topic “Arts Doctrine”. The 30 samples were first year students of computer graphic program, department of Arts, Suratthani Vocational College, who were studying a course 2300-1003 “Art Appreciation” in the 1st semester of 2016 academic year, derived from simple random sampling. The data was statistically analyzed by percentage, mean and standard deviation. The research findings were that the Android operating system application using simulation and virtual reality technology in discovery learning management composed of 3 steps: 1) pre-study, 2) study step which composed of 6 sub-steps: 2.1 problem perception, 2.2 hypothesizing, 2.3 data collection, 2.4 data analysis, 2.5 proofing, and 2.6 summarization and application, and 3) post study. The quality on content was at the level of “good” (mean = 4.32, S.D. = 0.24) and the quality on media was at the level of “good” (mean = 4.13, S.D. = 0.59), and the quality on learning management was at the level of “good” (mean = 4.19, S.D. = 0.62). The efficiency of Android operating system application using simulation and virtual reality technology in discovery learning management on the topic “Arts Doctrine” was at 82.06/82.78 which gained the standard efficiency of instructional media. The posttest score was significantly higher than the pretest score at the level of .05. The students satisfied Android operating system application using simulation and virtual reality technology in discovery learning management on the topic “Arts Doctrine” at the level of “much”. The research findings can be concluded that the Android operating system application using simulation and virtual reality technology in discovery learning management on the topic “Arts Doctrine” gained “good” quality and be able to develop the learning achievement of the students.

Keywords: Application, Simulation, Virtual Reality (VR), discovery method, Culture of art

1. บทนำ

สื่อและเทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกระดับและทุกระบบของการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบโรงเรียน นอกโรงเรียน และการศึกษาดูตามอัธยาศัยพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 การปฏิรูปการศึกษานั้น ต้องมุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญให้เกิดการพัฒนาตามศักยภาพความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละบุคคล โดยในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 9 ได้กล่าวถึงเรื่องเทคโนโลยี เพื่อการศึกษา มาตรา 63-69 ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ของการใช้เทคโนโลยีเพื่อปฏิรูปการศึกษาในรูปแบบใหม่ที่มีความครอบคลุม กว้างขวาง และมีความเป็นเอกภาพ ทั้งการสนับสนุนปัจจัยพื้นฐาน การจัดตั้งกองทุน การสร้างมาตรฐานทางเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ตลอดจนการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถในการปรับใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อปฏิรูปการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บังเกิดประสิทธิภาพสูงสุด [1] จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ จะสามารถกล่าวได้ว่า การปฏิรูปการศึกษาถือเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยในการจัดการศึกษาทั้งรัฐบาล สถานศึกษา ผู้สอน ผู้เรียนต่างต้องให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีการศึกษาซึ่งเป็นแขนงหนึ่งที่จะช่วยปฏิรูปและปรับปรุงระบบการศึกษาได้ เพื่อให้ระบบการศึกษามีประสิทธิภาพและพัฒนาหรือยกระดับประชากรในประเทศชาติให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นไป

ในยุคปัจจุบัน แนวโน้มการใช้งานอุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างสมาร์ตโฟนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาแอปพลิเคชัน และเทคโนโลยีของตัวเครื่องโทรศัพท์จากค่ายผู้ผลิตโทรศัพท์ที่หลากหลาย ที่แข่งขันกันเพื่อชิงความเป็นหนึ่งในตลาดด้านสมาร์ตโฟน โดยสมาร์ตโฟนในปัจจุบัน มีคุณสมบัติการทำงานได้หลากหลายด้านทั้งด้านความบันเทิง การอำนวยความสะดวก การทำงาน

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำสมาร์ตโฟนทำงาน ผ่านโปรแกรมแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาและการเรียนรู้ โดยสุชาดา พลาชัยภิมยศิลป์ ได้ให้ความหมายของ Mobile Application ไว้ว่า [2] เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้ บนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่นโทรศัพท์มือถือ ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านั้นจะทำงานบนระบบปฏิบัติการ (OS) ที่แตกต่างกันไป โดยการนำแอปพลิเคชันมาใช้ในด้านการศึกษานั้น ได้รับความนิยมอยู่เป็นจำนวนมากในวงการการศึกษา ที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถศึกษาหาความรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ตโฟน

ปัจจุบัน ช่วงยุคดิจิทัลที่มีการพัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยีสารสนเทศที่ส่งผลต่อวงการการศึกษา ได้มีการเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับการใช้ภาพจำลอง 3 มิติมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพเทคโนโลยีสารสนเทศให้มีการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งการผนวกรวมระหว่างเทคโนโลยีสารสนเทศและภาพจำลอง 3 มิติที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา คือการนำสถานการณ์จำลองมาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาภายในสื่อประกอบการเรียนการสอน ซึ่งจะมีเหตุการณ์ที่ผู้เรียนสามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลง และมีการโต้ตอบผ่านตัวแปรจำนวนหนึ่งภายในสื่อประกอบการเรียนการสอน [3] ซึ่งการนำสถานการณ์จำลองมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอน จะสามารถช่วยให้เกิดแรงดึงดูดและแรงจูงใจของผู้เรียนที่ทำให้ผู้เรียนสนใจต่อการเรียนและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality Technology : VR) เป็นกลุ่มของเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้ เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยกิดานันท์ มลิทอง [4] ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ว่า เป็นกลุ่มของเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์ โดยพัฒนาการของเทคโนโลยีเสมือนจริงได้รับอิทธิพลมาจากแนวความคิด แต่มีอำนาจมากเกี่ยวกับการที่จะเสนอสารสนเทศอย่างไรให้ดีที่สุด

แนวโน้มวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนนักศึกษาในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก นั่นคือจะเน้นตัวผู้เรียนเป็นหลัก แทนการเน้นตัวผู้สอนที่สอนนักศึกษาจำนวนมากพร้อมกันทั้งห้อง ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดขึ้นมาพร้อมกับการปฏิวัติอุตสาหกรรมเมื่อประมาณสองศตวรรษก่อน วิธีการเรียนในคริสต์ศตวรรษที่ 21 นี้จะเป็นการเรียนรู้แบบสร้างประสบการณ์โดยเน้นให้นักศึกษาค้นพบด้วยตัวเอง (Learning by Discovery) [5] โดยในการเรียนการสอน นอกเหนือจากผู้สอนจะต้องทำการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้แล้วนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นมากกว่าการเรียนการสอนแบบบรรยายรูปแบบธรรมดา โดยการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายรูปแบบหนึ่ง คือการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Method) ซึ่งสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ [6] ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบเป็นกระบวนการในการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการศึกษาหาความรู้และค้นพบคำตอบด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยผู้ที่ทำหน้าที่สอนจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์ในลักษณะที่ผู้เรียนจะเผชิญกับปัญหา ซึ่งในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะใช้กระบวนการที่ตรงกับธรรมชาติของวิชาหรือปัญหานั้น ฉะนั้นแล้ว การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบจึงเป็นวิธีจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ เหมาะสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นหลัก แต่ก็ยังสามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบไปใช้กับวิธีอื่น ๆ ได้ ในการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปเพื่อให้ได้ข้อค้นพบใหม่หรือเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น

ในแผนการเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี ตามโครงสร้างหลักสูตรพุทธศักราช 2556 นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 คณะศิลปกรรม แผนกคอมพิวเตอร์กราฟิก จะต้องศึกษาหมวดวิชาศึกษาทักษะวิชาชีพ รหัสวิชา 2300-1003 วิชาศิลปะป็นิยม ซึ่งถือเป็นวิชาพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องรู้ถึงรูปแบบ ต้นกำเนิด คุณค่าของงานศิลปะ ความสัมพันธ์ระหว่างศิลปะและธรรมชาติ วัฒนธรรม ชีวิตประจำวัน สังคม กลุ่ม การเมืองและเศรษฐกิจ ศิลปะร่วมสมัย และลัทธิศิลปะ ซึ่งในการเรียนการสอนมักเกิดปัญหาเกี่ยวกับความเบื่อหน่ายของนักเรียน ที่จะต้องศึกษาความเป็นมาของลัทธิศิลปะแต่ละยุคผ่านหนังสือ ตำรา หรือเอกสาร และส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นลำดับต่อไปได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน และช่วยแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำให้ดีขึ้น โดยการนำสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้งาน ที่ผู้เรียนสามารถชมสถานการณ์จำลองที่เต็มไปด้วยผลงานศิลปะยุคต่าง ๆ และข้อมูลที่น่าสนใจ ในมุมมองภาพ 360 องศารอบทิศทาง ผ่านแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการวิจัยจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งเอกสาร บทความ ตำรา วารสาร และการสืบค้นผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้วิจัยสามารถรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ แอปพลิเคชัน, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, สถานการณ์จำลอง, เทคโนโลยีเสมือนจริง, การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ, รายวิชา 2300-1003 ศิลปนิยม, ลัทธิทางศิลปะ, วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี, การสร้างแบบสอบถาม, การหาคุณภาพของสื่อ, การวัดประสิทธิภาพของสื่อ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทฤษฎีความพึงพอใจ และการวัดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. วิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นงานวิจัยเชิงเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

3.1 ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และผู้เชี่ยวชาญ

3.1.1 ประชากร

นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 คณะศิลปกรรม สาขาคอมพิวเตอร์กราฟิก วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี ที่ศึกษาในรายวิชา 2300-1003 ศิลปนิยม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 58 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 คณะศิลปกรรม สาขาคอมพิวเตอร์กราฟิก วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี ที่ศึกษาในรายวิชา 2300-1003 ศิลปะนิยม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 รวม 30 คน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก

3.1.3 ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญในที่นี่ คือผู้ที่รู้ความสามารถเพื่อการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ยินดีที่จะมาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการนำเสนอ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ด้านละ 3 ท่าน รวมจำนวนทั้งสิ้น 9 ท่าน โดยวิธีการเลือกอย่างเจาะจง (Specified Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2. แบบประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ และแบบประเมินด้านการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลองร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการ-เรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ

3.3 วิธีการดำเนินการศึกษา

แบบแผนในการทดลองในงานวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้แบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	การทดลอง (Treatment)	ทดสอบหลังเรียน (Posttest)
ER	T ₁	X	T ₂

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม, การหาค่าอำนาจจำแนก, การหาค่าความยากง่าย, การหาค่าร้อยละ, การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

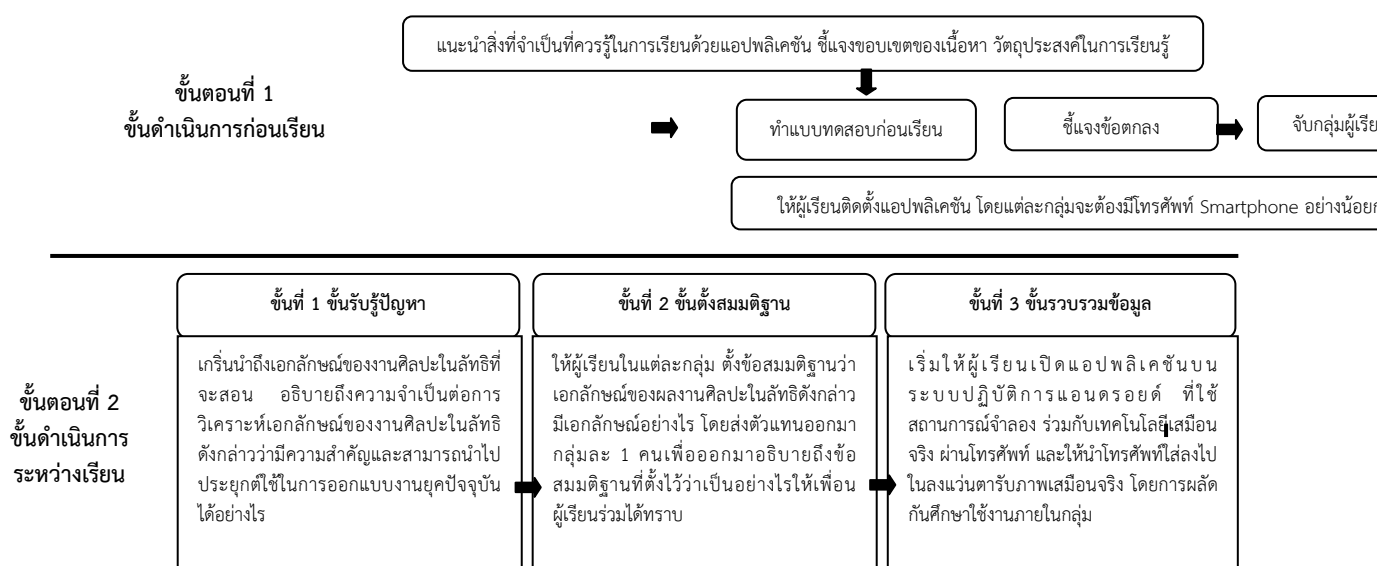
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

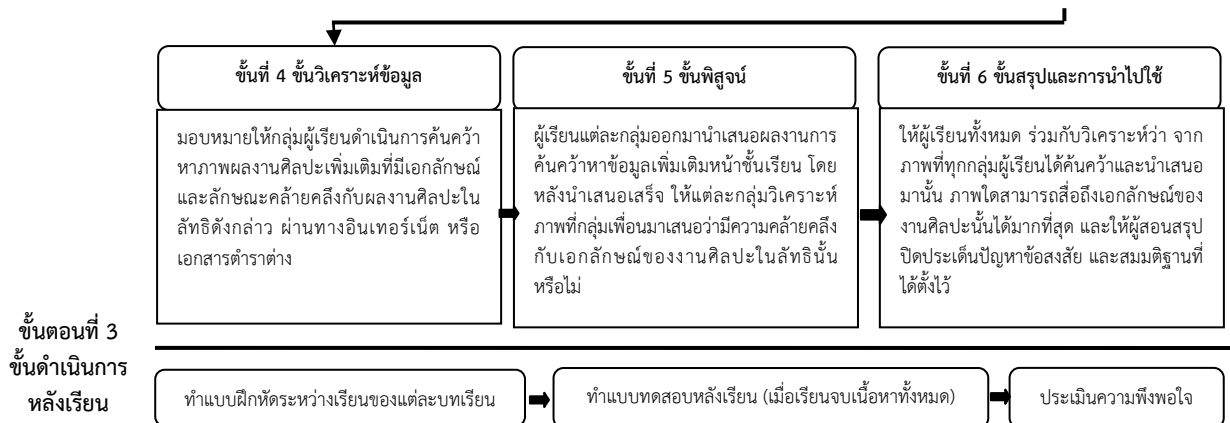
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ประกอบไปด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของนวัตกรรมและแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม, การหาค่าอำนาจจำแนก และการหาค่าความยากง่าย
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วย การหาค่าร้อยละ, การหาค่าเฉลี่ย, การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, การหาค่าประสิทธิภาพของสื่อ และสูตร t-test Dependent

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างและหาคุณภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ผลการสร้างแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังภาพ





ภาพที่ 1 ขั้นตอนของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่อง ลัทธิทางศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หลังจากพัฒนาแอปพลิเคชันเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้นำให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ ด้านเนื้อหา และด้านการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ จำนวนด้านละ 3 ท่าน ทำการตรวจสอบและประเมินคุณภาพโดยใช้แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ ด้านเนื้อหา และด้านการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.57 อยู่ในเกณฑ์ดี ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.24 อยู่ในเกณฑ์ดี และผลการประเมินคุณภาพด้านการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.62 อยู่ในเกณฑ์ดี

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ผู้วิจัยนำแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไปหาประสิทธิภาพ พบว่า การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง มีค่า E_1/E_2 อยู่ที่ 75.63/76.11 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก มีค่า E_1/E_2 อยู่ที่ 78.34/83.50 และแบบภาคสนาม ค่า E_1/E_2 อยู่ที่ 82.06/82.78 โดยเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ลัทธิทางศิลปะ ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยการทดสอบค่า t-test ซึ่งผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนอยู่ที่ 17.83 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 4.51, ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ที่ 49.67 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 5.70 แสดงว่า แอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สร้างขึ้น สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้น

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน โดยผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้สถานการณ์จำลอง ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.43 อยู่ในเกณฑ์ดี

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

1.) ผลการวิจัยด้านคุณภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้คือ คุณภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ผ่านการประเมินด้านสื่อ ด้านเนื้อหา และด้านการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ ด้านละ 3 ท่าน รวมทั้งสิ้น 9 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับดีขึ้นไปทั้ง 3 ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวรรณี พลิกามิน [7] ที่ได้ทดลองผ่านการกำหนดกิจกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้จากการทำกิจกรรม

- 2.) ผลการวิจัยด้านประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ค่าประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยนันท์ ปานนัม [8] ที่ได้ค่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์
- 3.) ผลการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ลัทธิทางศิลปะ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรณัฐ์ แสงอ่อน [9] ที่งานวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้ที่เรียนผ่านแอปพลิเคชันมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
- 4.) ผลการวิจัยความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ค่าความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.43 ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า มีความพึงพอใจระดับดีขึ้นไป ซึ่งผลวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพิมล ใช้สงวน และมาลีรัตน์ โสคานิล [10] ที่ได้ผลการหาความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างได้เกณฑ์มาก

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปที่ น่าจะมีการพัฒนาแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่ใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่มีความสมจริงและมีการแทรกกิจกรรมเกมเข้าไปเสริม มีการปรับปรุงเนื้อหาให้เข้ากับหลากหลายวิชาและหลากหลายกลุ่มเป้าหมาย และทำให้แอปพลิเคชันรองรับกับระบบปฏิบัติการที่หลากหลายระบบอาทิเช่น IOS หรือ Windows Phone เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] อรวรรณ สุวรรณภาค, เทคโนโลยีกับการปฏิรูปการศึกษา, 2546 สืบค้นจาก: <http://www.nectec.or.th/schoolnet/library/create-web/10000/generalty/10000-8892.html>.
- [2] สุชาติ พลาชัยภิมย์ศิลป์, "แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน", วารสารนักบริหาร, ปีที่ 31, ฉบับที่ 4, 2554, หน้า 110.
- [3] วิศรุต กุลระักษ์, การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสถานการณ์จำลอง เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาการเรียนเรื่อง "การจัดแสงเพื่อถ่ายภาพบุคคลในสตูดิโอ" สำหรับนักศึกษาปริญญาโท, วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2556, หน้า 3.
- [4] กิดานันท์ มลิทอง, เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา .พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์, 2543, หน้า 303-310.
- [5] นิภาภรณ์ คำเจริญ, เทคโนโลยีสารสนเทศกับการเรียนการสอน, 2552 สืบค้นจาก: <https://www.gotoknow.org/posts/291315>.
- [6] อรทัย มูลคำ และสุวิทย์ มูลคำ, 21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์, 2546, หน้า 29-38.
- [7] สุวรรณี พลิกามิน, ชุดการเรียนแบบค้นพบโดยการแนะแนวทางเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550, หน้า 35.
- [8] ปิยนันท์ ปานนัม, "การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องพยัญชนะและสระไทย สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้", วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 10, ฉบับที่ 3, 2559, หน้า 246.
- [9] พัชรณัฐ์ แสงอ่อน, การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนนิชาวจรอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างการเรียนโดยใช้การค้นพบเป็นฐานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่กับห้องเรียนปกติ, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2556, หน้า ช-ค.

[10] พรพิมล ใช้สงวน และมาลีรัตน์ โสตานิล, "การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันการดูแลสุขภาพช่องปากและฟันสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน", การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11 ปี 2015, 2558, หน้า 571.

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เพื่อส่งเสริมความเข้าใจ
ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

LEARNING MANAGEMENT ON SCIENCE TECHNOLOGY AND SOCIETY (STS)
APPROACH TO PROMOTE ON STUDENT'S UNDERSTANDING OF NATURE OF
SCIENCE FOR MATTAYOMSUKSA SIXTH STUDENTS.

เบญจวรรณ สงกา¹ นันทวุฒิ นียมวงษ์²
Benchawan Songkathee¹ Nanthavut Niyomvong²

*¹ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
* btuka_51@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจองค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Lederman โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบเพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มตามระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ ได้แก่ เข้าใจถูกต้องชัดเจน เข้าใจบางส่วน และเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน ในองค์ประกอบด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในองค์ประกอบของกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และการสังเกตและการลงข้อสรุป การศึกษาในครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่าแผนการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในครั้งนี้สามารถส่งผลต่อความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้พัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate understanding Nature of Science's Element of sixth grade students and study the effects of improving Understanding Nature of Science of learning on the Science Technology and Society (STS) Approach. The subject were twenty-three grade 12 students in Science-Mathematic program. The research instruments were the lesson plans on nuclear physics topic which developed base on science technology and society (STS) approach. The Nature of Science's questionnaire were according to Lederman's

framework. For the data from the test were sort by three levels of understanding including informed, adequate, inadequate.

The results indicated that the student had informed in understanding the nature of science issues scientific knowledge can change and inadequate understanding of the nature of science in the aspects of observation and inferences for building scientific knowledge are different approaches as laws and theories are different scientific knowledge. This study shown that the lesson plans are effective at developing student's understanding of nature of science with statistical significant of .05 after learning.

Keywords: Nature of Science, Teaching Science Technology and Society.

1. บทนำ

ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนทั้งในและต่างประเทศต่างก็ได้มีการเน้นการส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science (AAAS),1990) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือสสวท, 2551, น.1) ในคุณลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกลไกความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี คือ การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) ซึ่งนอกจากจะช่วยเข้าใจกลไกความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงแล้ว ยังส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจถึงลักษณะเฉพาะของ (สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2555, น. 1) ดังที่ American Association for the Advancement of Science (AAAS),1989 ได้ระบุไว้ในเอกสาร Science for all Americans ในปี 1990 ว่าความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทุกคนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (กาญจนา มหาลี, 2553, น. 11) รวมไปถึงความสามารถในการที่จะนำเอาความรู้ไปใช้ตัดสินใจแก้ปัญหามาในการดำเนินชีวิตในสังคมได้อย่างเหมาะสม (National Research Council (NRC), 1996

จากเป้าหมายที่กล่าวมาข้างต้น หากผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีมากขึ้น ซึ่งแนวความคิดที่จะสามารถทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไปสู่เป้าหมายได้ คือ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society (STS) Approach) โดยเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้อ้างอิงว่าการสร้างกลุ่มคนให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Literacy) ผู้เรียนสามารถเลือกวิเคราะห์ ประเมินข้อมูลที่จะนำไปใช้และสามารถวางแผนเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ (Zoller, 1993 ; อ้างถึงใน ญัฐวิทย์ พจนตันติ, 2544) ซึ่งการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) จะส่งผลให้ผู้เรียนที่มีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้ ผลคะแนนการสอบ o-net (สทศ.) พบว่าผลการสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียน มีคะแนนต่ำกว่าระดับประเทศ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงการเรียนการสอนที่เน้นเรื่องกระบวนการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงความรู้การบูรณาการในเนื้อหาวิชาให้มากขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการสอนให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ในแง่มุมต่างๆ ที่แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ โดยทั่วไปแล้ว การศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะแบ่งออกเป็นองค์ประกอบธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใน

แง่มุมต่างๆ ซึ่งจากกรอบแนวคิดของ Lederman ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดที่ได้รับการยอมรับและใช้ในงานวิจัยหลายชิ้น ได้กล่าวว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็นดังนี้ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน 3) ความเป็นอัตนัยและการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 5) วิทยาศาสตร์สังคมและวัฒนธรรมจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน 6) การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป 7) กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน 8) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สูตรตายตัว

งานวิจัยนี้ มุ่งศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นระบุประเด็นทางสังคม 2) ชั้นระบุศักยภาพแนวทางการหาคำตอบ 3) ชั้นต้องการความรู้ 4) ชั้นทำการตัดสินใจ 5) ชั้นกระบวนการทางสังคม

3. วิธีกรวิจัย

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลคือ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจบหน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลจากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในข้อมูลเชิงคุณภาพ (Content analysis) และแบ่งกลุ่มความเข้าใจของผู้เรียนออกเป็น 3 ระดับ จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์เพื่ออธิบายสิ่งที่ค้นพบ

ผลการวิจัย

จากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เป็นประเด็นที่นักเรียนเข้าใจถูกต้องชัดเจนมากที่สุด จำนวนร้อยละ 78.26 (18 คน) ดังตัวอย่างของการแสดงความคิดเห็นดังต่อไปนี้

“ทฤษฎีนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลหรือหลักฐานอื่นมาสนับสนุนความรู้ใหม่ๆ หรือความรู้ใหม่เกิดขึ้นมีการพิสูจน์ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่นำเชื่อกว่า แต่ที่ต้องมีการศึกษานั้นเพราะเป็นแนวทางในการอธิบายที่ดีที่สุดในเวลานี้และเป็นที่ยอมรับ” (นักเรียนA)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีความรู้ใหม่เกิดขึ้นโดยมีหลักฐานที่น่าเชื่อถือกว่ามายืนยันความรู้ และยังตระหนักถึงความสำคัญของเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถหาหลักฐานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ในองค์ประกอบด้านหลักฐานนั้น พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเท่ากับองค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 56.52 (13 คน) ตัวอย่างของการให้เหตุผลดังต่อไปนี้

“ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้หลักฐาน การทดลอง เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลอง ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีหลักฐานแล้วว่าโครงสร้างของอะตอมตรงกลางเป็นนิวเคลียส ซึ่งประกอบไปด้วย โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งมีอิเล็กตรอนโคจรรอบๆ นิวเคลียส ทำให้เขาแน่ใจว่าโครงสร้างของอะตอมเป็นดังกล่าว” (นักเรียนB)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานนั้นเป็นองค์ประกอบพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการพิสูจน์หรือต้องมีหลักฐานมายืนยันความรู้นั้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่านักเรียนบางส่วนที่เข้าใจบางส่วนว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอาศัยหลักฐานแต่ได้มาจากจากสังเกตอย่างเดียวก็เพียงพอ

ประเด็นวิทยาศาสตร์สังคมและวัฒนธรรมจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน ร้อยละ 47.83 (11 คน) นักเรียนสามารถอธิบายได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“มีอิทธิพล เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และกลัวผลเสียที่จะตามมามากกว่าผลดี เช่นประชาชนกังวลว่าสารกัมมันตรังสีจะรั่วไหลออกมา และจะส่งผลเสียเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต” (นักเรียน C)

แง่มุมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สูตรตายตัว ในส่วนที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนร้อยละ 39.13 (9 คน) โดยตัวอย่างที่นักเรียนระบุในแบบวัดมีดังนี้

“ความรู้้อาจมาจากการสังเกต ความบังเอิญ การเรียนรู้สิ่งรอบตัว การวิจัยต่างๆ หรือจากการสำรวจพฤติกรรมสัตว์จากการเรียนรู้ เช่น การค้นพบธาตุกัมมันตรังสีที่ได้จากความบังเอิญอีกด้วย” (นักเรียนD)

และพบอีกว่านักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนเป็นส่วนมาก จากการตอบแบบวัดพบว่านักเรียนตอบเพียงว่าไม่ใช่จากการทดลองเพียงอย่างเดียวแต่ไม่ได้ให้เหตุผลอื่นๆ อีกว่าความรู้ได้มาจากสิ่งใด

องค์ประกอบด้านความเป็นอัตโนมัติและการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจชัดเจนร้อยละ 34.78 (8 คน) ซึ่งระบุในแบบวัดว่า

“นักวิทยาศาสตร์มีแนวคิดที่แตกต่างกันรวมถึงทีมงานของนักวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่มก็มีความรู้เดิมความสามารถ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกันไม่เท่ากัน มีแบบแผนในการดำเนินการพิสูจน์ที่แตกต่างกัน จึงได้ข้อสรุปที่ไม่ตรงกัน” (นักเรียนE)

ซึ่งจากหลักฐานดังกล่าว พบว่านักเรียนเข้าใจว่าแก่นักวิทยาศาสตร์มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่แตกต่างกัน การสังเกตหรือตั้งสมมติฐานในเรื่องเดียวกันอาจแตกต่างกันได้เพราะมีความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่ไม่เหมือนกัน

และประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุปมีผู้เข้าใจถูกต้องเท่ากับประเด็นกฎกับทฤษฎี คือร้อยละ 13.04 (3 คน) ซึ่งประเด็นนี้มีนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุดและสอดคล้องกับการตอบคำถามที่เป็นปลายเปิด โดยส่วนใหญ่เข้าใจกฎคือข้อบังคับที่เป็นความจริงสมบูรณ์ ไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงได้อีก ดังนี้

“กฎคือข้อบังคับหรือสิ่งที่ได้รับการพิสูจน์มาแล้วถูกต้อง แต่ทฤษฎีข้อสันนิษฐานที่เราตั้งให้ไว้หรือความคิดที่เราคาดการณ์ไว้ อาจมีทฤษฎีเกิดขึ้นใหม่ได้อีก” (นักเรียนF)

จากข้อคำถามพบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีความหมายคล้ายกันใช้เหมือนกัน ซึ่งกฎไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้จากความเข้าใจของนักเรียนที่พบ และการสังเกตและการลงข้อสรุปนั้นก็เช่นเดียวกันที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากเนื่องจากนักเรียนบางส่วนไม่สามารถที่จะอธิบายได้ว่าข้อมูลใดที่ได้จากการสังเกตและข้อมูลใดที่ได้จากการลงข้อสรุป

การวิเคราะห์คำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ในส่วนระดับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบต่างๆ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 8 องค์ประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	เข้าใจถูกต้องชัดเจน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจ	
	จำนวนคน	ร้อยละ	จำนวนคน	ร้อยละ	จำนวนคน	ร้อยละ
1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	18	78.26	5	21.74	0	0.00
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐาน	13	56.52	9	39.13	1	4.35
3. ความเป็นอัตโนมัติและการถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	8	34.78	15	65.22	0	0.00
4. การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ	13	56.52	10	43.48	0	0.00

5. วิทยาศาสตร์สังคมและวัฒนธรรมจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน	11	47.83	12	52.17	0	0.00
6. การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการสังเกตและการลงข้อสรุป	3	13.04	20	86.96	0	0.00
7. กฎและทฤษฎีเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน	3	13.04	20	86.96	0	0.00
8. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่สูตรตายตัว	9	39.13	14	60.87	0	0.00

2. ผลของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผู้วิจัยมีการพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สนใจในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เพราะเนื่องจากมีการนำประเด็นทางสังคมเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นเพราะมีการสอดแทรกเนื้อหาในบทเรียนพร้อมกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ขึ้น เพื่อตอบคำถามในกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการการวิจัยพบว่า ประเด็นการสังเกตและการลงข้อสรุปมีค่าของจำนวนผู้ที่เข้าใจถูกต้องเท่ากับประเด็นกฎกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด จำเป็นต้องพัฒนาอย่างเป็นอย่างยิ่ง จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษานั้นพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้สนใจในประเด็นนี้ เนื่องจากนักเรียนไม่สนใจเกี่ยวกับกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพราะการศึกษามีความยุ่งยาก และนักเรียนไม่ได้สนใจในความหมายของกฎและทฤษฎีแต่นักเรียนส่วนใหญ่สนใจในการจำกฎและทฤษฎีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอบวัดผลประเมินผลเพียงเท่านั้น เช่นเดียวกับการสังเกตและการลงข้อสรุป ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สนใจในข้อสรุปเพียงอย่างเดียวไม่ได้สนใจที่มาซึ่งความรู้ที่ ได้มาจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใดๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประภาส รุมประระ และคณะ (2558) ที่ศึกษาความเข้าใจมุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า องค์ประกอบความแตกต่างระหว่างกฎเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ขณะที่องค์ประกอบอื่นๆส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน

ประเด็นที่ประเด็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยนี้เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนที่สุดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริรักษา กิจเกื้อกุล ,นฤมล ยุตาคม และ อรุณี อิงคากุล (2548) ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการศึกษาค้นคว้าทดลองเพื่อหาหลักฐานพิสูจน์สนับสนุนแนวคิดนั้น และในส่วนผลของการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยครั้งนี้ แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สามารถพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภัทรวรรณ ไวสาหลง และ วิมล สำราญวานิช (2555) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพกับการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 32 คน พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ

ขนิษฐา ปาโท. (2555) จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) ของ Yuenyong (2006) บ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ทั้ง 9 ประเด็น จะพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ทั้ง 9 ประเด็น สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ ในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ชั้น มีความสอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในตัว ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนมีการนำประเด็นปัญหาทางสังคมมาเรียนรู้และหาวิธีการแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือประเด็นที่หยิบยกมานั้นเป็นประเด็นที่เกิดผลกระทบต่อสังคมหรือเป็นประเด็นที่สังคมมีความสนใจ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเกิดมาจากความเจริญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรืออาจเกิดจากความต้องการของสังคม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความสัมพันธ์และส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน จากที่กล่าวมาจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดีจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยและแนวทางในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ไปใช้ในวิชาอื่นๆทางสาขาวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ครั้งนี้นั้นผู้วิจัยได้ศึกษาประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็นซึ่งมีความยุ่งยากและซับซ้อนมาก ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาสละเวลาให้ความช่วยเหลือและแนะนำ ให้ข้อคิดที่ดี และมีประโยชน์ในการปรับปรุงงานการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). **Benchmarks for Science Literacy**. New York: Oxford University.
- [2] American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). **Benchmarks for Science Literacy**. New York: Oxford University.
- [3] Bell, R.L. (n.d.) **Teaching the nature of science through process skills activities for grades 3-8**. United States of America: Pearson Education.
- [4] Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. and Schwartz, R.(2002). **Views of nature of Science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science**. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- [5] McComas, W.F. (1998). The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. In W.F. McComas (ed) **The nature of science in science education: rationales and strategies**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [6] Yager, R.E. and Roy, R. (1993). STS : Most Pervasive and most radical of reform approaches to "science" education. In R.E. Yager (Ed), *The science, technology, society movement*.
- [7] Washington, DC.: The National Science Teacher Association.
- [8] Yuenyong, C. (2006). *Teaching and Learning about Energy : Using STS approach*. Doctor of Education Thesis in Science Education, Graduate School, Kasetsart University.

- [9] กรรณก วงศ์ทอง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์ นิวเคลียร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, พิษณุโลก.
- [10] กระทรวงศึกษาธิการ. (2551ก). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง
- [11] กาญจนา มหาลี. (2553). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนความคิด. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [12] ชนิษฐา ปาโท. (2555). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้เรื่องพลังงาน โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม(STS Approach) และบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [13] ชวนชื่น โชติไธสง. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อปัญหามลพิษ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- [14] โชคชัย ยืนยง. (2550). การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วารสารวิชาการสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 10(2), หน้า 29-34.
- [15] นฤมล ยุตาคม. (2542, เมษายน). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society-STS Model). วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 14(3) ,หน้า 29-48.
- [16] ประภาส รวมประระ และคณะ (2558). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อวินิจฉัยความเข้าใจมุมมองธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีอัจฉริยภาพด้านวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ,การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตครั้งที่ 4 การพัฒนางานวิจัยบนพื้นฐานแนวคิดใหม่เพื่อก้าวหน้าสู่ประชาคม อาเซียน
- [17] ปริณดา ลิ้มปานนท์. (2547). การศึกษาการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครู ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต(การศึกษา วิทยาศาสตร์), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [18] ภพ เลหาไฟบุลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- [19] ภัทธวรรณ ไวสาหลง และวิมล สำราญวานิช. (2555). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพกับการส่งเสริม ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน. ใน International Science Education Symposium (ISES) 2012. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- [20] ลี้อา ลดาชาติ และลลภา สุธกกุล. (2555). การสำรวจและการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, วารสาร Princess of Narathiwat University Journal, 4 (2), หน้า 73-90.
- [21] สกธรัตน์ สวัสดิ์มูล. (2545). การศึกษาลักษณะความ รอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- [22] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5**. กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.

- [23] สิริินภา กิจเกื้อกุล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม), 26(2), หน้า 133-145.
- [24] สุธาวัลย์ มีศรี. (2550). ผลของโปรแกรมอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอน เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์. วิจัยทางการศึกษา *คณะศึกษาศาสตร์ มศว*, 2(1), 101-110.
- [25] สุภารัตน์ น้อยนาง. (2554). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมและการบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- [26] สุรียน ประกอบทรัพย์. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์หลังสูตรการผลิตครู 5 ปี. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต(การสอนวิทยาศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [27] อรวรรณ พิมพ์จันทร์, (2557). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียน เรื่องชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

การศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาแคลคูลัส 1
เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติ
Study of the Efficiency for Teaching Calculus 1
on Integrals of Function by Using Mathematical Skill Package

ณัฐกาญจน์ บุญสถิตย์
Nattakan Boonsatit

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
nattakanokae@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน วิชา แคลคูลัส 1 และ ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ปีการศึกษา 2559 จำนวน 56 คน ซึ่งงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะ หน่วยที่ 5 หัวข้อการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต เครื่องมือที่ใช้ศึกษาประกอบด้วย 1) ชุดฝึกปฏิบัติจำนวน 5 ชุด 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต และ 3) แบบทดสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกปฏิบัติทั้ง 5 ชุด สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คำสำคัญ: ชุดฝึกปฏิบัติ

ABSTRACT

The purposes of this research were developing skill of learning for the students on Calulus 1 and the satisfaction questionnaire 19 items for the mathematical skill package. The sample students of Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi 56 were selected for this research by using the mathematical skill package. A case study of this research was Integrals of algebraic function.

The research instrument were 1) 5 of mathematical skill packages on Integrals of algebraic function 2) the achievement test on Integrals of algebraic function 3) the satisfaction questionnaire toward the use of mathematical skill. The statistical analysis were percentage, mean and standard deviation.

Keywords: mathematical skill packages

1. บทนำ

วิชาแคลคูลัส 1 เป็นวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนในหลายหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนของสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต รายวิชาแคลคูลัส 1 มีเนื้อหาวิชาที่มุ่งศึกษาเกี่ยวกับฟังก์ชันค่าจริง ลิมิตและความต่อเนื่อง อนุพันธ์และปริพันธ์ของฟังก์ชันค่าจริง การประยุกต์อนุพันธ์ เทคนิคของการหาปริพันธ์และการประยุกต์ของปริพันธ์ ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในเชิงวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้รับผิดชอบการสอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยรายวิชาแคลคูลัส 1 เป็นวิชาบังคับก่อนการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 2 และ แคลคูลัส 3 ต่อไป การเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1 ให้เข้าใจได้ ดันนั้นจึงมีความสำคัญอย่างมาก การทำความเข้าใจเนื้อหาและการทำแบบฝึกหัดท้ายบท อาจไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำชุดฝึกปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษาฝึกทักษะเพื่อเป็นการเรียนรู้ โดยการทำความเข้าใจแบบเดิมๆ มากขึ้น

ชุดฝึกปฏิบัติหรือแบบฝึกทักษะ คือ สื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่ง ที่ใช้ฝึกทักษะให้กับผู้เรียน หลังจากเรียนจบเนื้อหาในช่วงหนึ่ง ๆ เพื่อฝึกฝนให้เกิดความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งเกิดความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ อย่างกว้างขวางมากขึ้น [1]

ด้วยเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาแคลคูลัส 1 เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชันโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาให้เพิ่มสูงขึ้น และให้มีความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ อย่างถ่องแท้ จะได้นำไปต่อยอดในการเรียนและการประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาชีพของตนเองในอนาคตต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรีชวี สวามิวัศด์ [2] ได้ให้ความหมายของชุดฝึกไว้ว่า เป็นสื่อหรือนวัตกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ฝึก ทักษะให้กับผู้เรียน หลังจากเรียนจบเนื้อหาในช่วงๆหนึ่งๆ เพื่อฝึกฝนให้เกิดความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งเกิด ความชำนาญในเรื่องนั้นๆ อย่างกว้างขวาง ชุดฝึกจึงมีความสำคัญต่อผู้เรียนในการที่จะช่วยเสริมทักษะให้กับผู้เรียน ทำให้การสอนของครู อาจารย์ และการเรียนของนักศึกษาประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

อภิภู สิทธิภูมิมงคล [3] ได้ให้ความหมายของชุดฝึกไว้ว่า เป็นสื่อการศึกษาประเภทหนึ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้เป็นชุดประสบการณ์สำหรับการฝึกอบรม ชุดฝึกอาจจะประกอบด้วยสื่อเดียวหรือสื่อประสมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยผู้ให้การฝึกอบรมใช้ประกอบกิจกรรมในการฝึกอบรมหรือช่วยผู้รับการฝึกอบรมสามารถ ที่จะศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

ถวัลย์ มาศจรัส [4] ได้กล่าวถึงการสร้างและจัดทำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระสำหรับการจัดทำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ
2. วิเคราะห์เนื้อหาสาระโดยละเอียด เพื่อกำหนดจุดประสงค์ในการจัดทำ
3. ออกแบบการจัดทำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะตามจุดประสงค์
4. สร้างแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น แบบทดสอบก่อนฝึก บัตรคำสั่ง ขั้นตอนกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ แบบทดสอบหลังเรียน

5. นำแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปรับปรุง พัฒนา ให้สมบูรณ์

จากแนวคิดข้างต้น นั่นคือ หลักการสร้างชุดฝึกปฏิบัติควรคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ และเหมาะสมกับผู้เรียน จัดทำหลายๆแบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

ศศิธร สุทธิแพทย์ [5] กล่าวถึง ลักษณะของชุดฝึกทักษะที่ดีนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจและสมาธิของนักเรียน เรียงลำดับจากง่ายไปหายากเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเฉพาะอย่างใช้ภาษาเหมาะสมกับวัย วัฒนธรรม ประเพณี ภูมิหลังทางภาษาของนักเรียน ชุดฝึกทักษะที่ดีควรจะเป็นแบบฝึกสำหรับนักเรียนที่เรียนเก่ง และซ่อมเสริม

สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนในขณะเดียวกัน นอกจากนี้แล้วควรใช้หลายลักษณะและมีความหมายต่อผู้ฝึกอีกด้วย นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะชุดฝึกทักษะที่ตีไว้ดังนี้

1. ให้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อการไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. คิดไว้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตัวเอง

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาแคลคูลัส 1 เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติ ดำเนินการทดลองในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ดำเนินกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม EE15931N และ EE15932N นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ซึ่งลงทะเบียนรายวิชาแคลคูลัส 1 กับผู้วิจัย เดือน กันยายน – พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 โดยผู้วิจัยได้สอนคู่ขนานกับการเรียนปกติ โดยเพิ่มชุดฝึกปฏิบัติ เก็บข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับ

3.1 ขอบเขตการวิจัย

1. นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ จำนวน 53 คน สอนโดยให้ทำแบบฝึกหัดในชุดปฏิบัติ 30 คน

2. ขอบเขตเนื้อหาในรายวิชา 401 – 12- 04 แคลคูลัส 1 เรื่อง การหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต

ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้เรื่อง ปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน อย่างละ 10 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มที่ทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติ

ในคาบที่ 1 สอบก่อนเรียน สอนเนื้อหา แล้วยกตัวอย่างให้นักศึกษาดู ถาม –ตอบ ในขณะที่สอน แล้วให้นักศึกษาทำชุดฝึกปฏิบัติชุดที่ 1 ในห้องเรียน สังเกตพฤติกรรมนักศึกษา เมื่อนักศึกษาทำเสร็จเรียบร้อย เฉลยชุดฝึกปฏิบัติที่ 1 หลังจากนั้นยกตัวอย่างถัดมา ซึ่งมีความยากขึ้น แล้วให้นักศึกษาทำชุดฝึกปฏิบัติที่ 2 จำนวน 5 ข้อ หลังจากนั้น สอนตัวอย่างถัดมาอีก 3 ตัวอย่าง แล้วให้นักศึกษาทำชุดฝึกปฏิบัติ ชุดที่ 3 – 5 ชุดละ 2 ข้อ ที่เหลือให้นักศึกษากลับไปทำเป็นการบ้าน โดยได้เน้นย้ำให้นักศึกษาได้ลองทำด้วยตนเอง

คาบที่ 2 ผู้วิจัยสอบถามผลการทำชุดฝึกปฏิบัติจากนักศึกษา พบว่านักศึกษาเกิดข้อสงสัยหลายข้อ ผู้วิจัยจึงได้เฉลยในชั้นเรียน และพบข้อบกพร่องในเรื่องพื้นฐานของนักศึกษา เช่น การบวกลบเศษส่วน การตั้งตัวร่วม

คาบที่ 3 ดำเนินการสอบหลังเรียน พร้อมเก็บรวบรวมผล และดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป

กลุ่มที่ไม่ได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ

ในคาบที่ 1 สอบก่อนเรียน สอนเนื้อหา แล้วยกตัวอย่างให้นักศึกษาดู ถาม –ตอบ ในขณะที่สอน ยกตัวอย่างในหนังสือ และให้ทดลองทำด้วยตนเอง พร้อมให้การบ้าน แต่ไม่ได้ให้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ

คาบที่ 2 ดำเนินการสอบหลังเรียน พร้อมเก็บรวบรวมผล และดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป

4. ผลการวิจัย

4.1 เปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต

4.1.1 เปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (ค่านัยสำคัญอยู่ที่ 0.608) กลุ่มที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติมีระดับคะแนนเฉลี่ย 2.72 กลุ่มที่ไม่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติระดับคะแนนเฉลี่ย 2.71 ดังนั้นจึงมีพื้นฐานด้านการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิตที่ใกล้เคียงกัน

4.1.2 การศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต นักศึกษา 2 กลุ่ม

การศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต นักศึกษา 2 กลุ่ม พบว่า 100/44 ซึ่งไม่เป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด (70/60)

4.2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต นักศึกษา 2 กลุ่ม วัดจากคะแนนสอบหลังเรียน กลุ่มที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ มีคะแนนสอบเฉลี่ย 7.23 , s.d. = 1.431 กลุ่มที่ไม่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติมีคะแนนเฉลี่ย 7.48, s.d. = 0.873 จะเห็นว่า กลุ่มที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติมีคะแนนต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ เฉลี่ย 0.25

การศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต นักศึกษา 2 กลุ่ม วัดจากการนำคะแนนสอบหลังเรียนลบกับคะแนนสอบก่อนเรียนเพื่อดูพัฒนาการพบว่า กลุ่มที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ มีคะแนนเฉลี่ย 4.55 , s.d. = 2.114 กลุ่มที่ไม่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติมีคะแนนเฉลี่ย 4.89, s.d. = 1.329 จะเห็นว่า กลุ่มที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติมีคะแนนต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติ เฉลี่ย 0.34

4.3 ความพึงพอใจของการใช้ชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต

สรุปความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต เป็น 5 ประเด็น คือ ด้านวัตถุประสงค์ของเนื้อหา ด้านขั้นตอนและกระบวนการ ด้านผู้สอน ด้านผู้เรียน และด้านการวัดและประเมินผล

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 เรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต พบว่า ผลความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมากในทุกๆด้าน ด้านวัตถุประสงค์ของเนื้อหา ($\bar{X} = 4.55$) ด้านขั้นตอนและกระบวนการ ($\bar{X} = 4.49$) ด้านผู้สอน ($\bar{X} = 4.69$) ด้านผู้เรียน ($\bar{X} = 4.51$) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.49$)

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 อภิปรายผล

จากการศึกษานักศึกษาที่มีพื้นฐานใกล้เคียงกันด้านการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต โดยกลุ่มทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติ และกลุ่มที่ไม่ได้ทดลองใช้ชุดฝึกปฏิบัติ พบว่า กลุ่มที่ไม่ได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีกว่า และพัฒนามากกว่า และเมื่อวัดผลความพึงพอใจในการใช้ชุดฝึกปฏิบัติพบว่า นักศึกษาพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดในการใช้ชุดฝึกปฏิบัติ

ข้อสันนิษฐานจากผู้วิจัยคาดว่า ผลอาจเป็นเพราะนักศึกษาที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติเรียนเรื่องปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิตผ่านไป 1 สัปดาห์ และได้เรียนในหัวข้ออื่นผ่านไปแล้วจึงมาสอบเรื่องปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิต ในสัปดาห์ที่ 3 แต่ในขณะที่นักศึกษากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ชุดฝึกปฏิบัติได้เรียนเรื่องการหาปริพันธ์ฟังก์ชันพีชคณิตสัปดาห์แรก แล้วสอบในสัปดาห์ที่สอง โดยยังไม่ได้อ่านในหัวข้ออื่น จึงทำให้ได้คะแนนมากกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ระยะเวลาในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาต่างกัน การวิจัยครั้งต่อไปควรใช้ระยะเวลาที่เท่ากัน และสอนในเนื้อหาที่วิจัยและวัดผลสัมฤทธิ์ทันทีโดยยังไม่เรียนในเนื้อหาอื่นแทรก

2. ควรมีการศึกษาและพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม และทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มอื่น

คำขอบคุณ

งานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาแคลคูลัส 1 เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติ ได้ศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาทุกคนที่ให้ความร่วมมือ และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.รุจิรา คงนุ้ย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณา เครือหงส์ และอาจารย์กัญญาลักษณ์ ทรัพย์กระจำว ที่ให้คำแนะนำตลอดการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2544). การผลิตนวัตกรรมการเรียนการสอน การสร้างแบบฝึก.: ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบกฎหมาย.
- [2] ปรีชวี สวามีวงศ์. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการและการแก้สมการโดยใช้ชุดฝึกเสริม ทักษะคณิตศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- [3] อภิภู สิทธิภูมิมงคล. (2545). การพัฒนาชุดฝึกอบรมการวิจัยขั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาและการทดลองใช้นวัตกรรม เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [4] ถวัลย์ มาศจรัส. (2546). นวัตกรรมการศึกษา ชุดแบบฝึกหัด – แบบเสริมทักษะ.กรุงเทพฯ: ธารอักษร
- [5] ศศธรี สุทธิแพทย์. 2517. “แบบฝึกสำหรับการสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (สำเนา).
- [6] จิรเดช เหมือนสมาน. (2551). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์จากสื่อสิ่งพิมพ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดทองเพลง. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเขตคลองสาน
- [7] ประยูร เทพนवल, จุไรศิริ ชูรักษ์, ปรีดา เบ็ญญูคาร และจุฑารัตน์ คชรัตน์ .(2556) .ผลของการใช้ชุดฝึกการทำวิทยานิพนธ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจ ในการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา .บทความวิจัยเสนอในการประชุมมหาดใหญ่วิชาการ
- [8] รุจิรา คงนุ้ย. (2558). การศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติรายวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชชมงคลสุวรรณภูมิ นนทบุรี

**การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด
รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**

**Development of Instructional Activities Based on Cognitive Guided Instruction
in Statistics for Science Course along the Sufficiency Economy Philosophy**

ทักษิณา เครือหงส์¹

Tugsina Kruehong¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*neabtk@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มีกระบวนการสรุปได้ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ การบูรณาการ การเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และการประเมินผลตามสภาพจริง ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง โดยบูรณาการเนื้อหาเรื่องการประมาณค่ากับสถิติพื้นฐาน ยึดหลักความพอประมาณ ความมีเหตุผล การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว บนพื้นฐานของเงื่อนไขความรู้และคุณธรรม ผลการประเมินหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญได้ค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและมีความสอดคล้อง ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มเป้าหมาย คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2558 และขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

คำสำคัญ : ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง การสอนแนะให้รู้คิด

ABSTRACT

The main purpose of this research was to develop instructional activities based on cognitive guided instruction in statistics for science course along the Sufficiency Economy Philosophy. There were 4 steps as the following : the first was to study the fundamental data from documents and the research which concerned the Sufficiency Economy Philosophy, The National Education Act, Thai Qualifications Framework for Higher Education, integration, cognitive guided instruction (CGI) and authentic assessment. The second was to produce instructional activities based on cognitive guided instruction (CGI) in statistics for science course along the Sufficiency Economy Philosophy which the content of estimation unit was integrated into the fundamental Statistics with the sufficiency, reasonableness and self – immunity as follow the knowledge condition and moral. The instructional activities draft was considered by expertise in its appropriation and consistency. The third was to implement instructional activities based on cognitive guided instruction (CGI) in statistics for science course along the Sufficiency Economy

Philosophy. The target group was the Bachelor's degree students; computer science in faculty of science and technology at Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi in academic year 2015. The fourth was to evaluate and revise the instructional activities based on cognitive guided instruction (CGI) in statistics for science course along the Sufficiency Economy Philosophy which were able to apply for instruction organization further effectively.

Keywords : Sufficiency Economy Philosophy, cognitive guided instruction (CGI)

1. บทนำ

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานแก่พสกนิกรชาวไทย โดยมีหลัก 3 ประการ คือ ประการที่ 1 ใช้เหตุผลเป็นเครื่องนำทาง ประการที่ 2 มีความพอประมาณ ยึดเส้นทางสายกลาง และประการที่ 3 มีภูมิคุ้มกันตลอดเวลา มีเงื่อนไขประกอบ 2 ประการ คือ จริยธรรม คุณธรรม และธรรมาภิบาล ดำเนินชีวิตด้วยความรอบรู้รอบคอบ ซึ่ง [1] ได้สรุปเศรษฐกิจพอเพียงกับหนทางข้างหน้าไว้ 5 ประเด็น คือ (1) เป็นปรัชญาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการจัดความยากจนและการลดความเสี่ยงทางเศรษฐกิจของคนจน (2) เป็นพื้นฐานของการสร้างพลังอำนาจของชุมชน และการพัฒนาศักยภาพชุมชนให้เข้มแข็งเพื่อเป็นฐานรากของการพัฒนาประเทศ (3) ช่วยยกระดับความรับผิดชอบต่อสังคมของบริษัทด้วยการสร้างข้อปฏิบัติในการทำธุรกิจที่เน้นผลกำไรระยะยาวในบริบทที่มีการแข่งขัน (4) มีความสำคัญยิ่งต่อการปรับปรุงมาตรฐานของธรรมาภิบาล และ (5) เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายชาติ เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันต่อสถานการณ์ที่เข้ามากระทบโดยฉับพลัน และเพื่อปรับปรุงนโยบายต่างๆ ให้เหมาะสม และ [2 - 3] กล่าวว่า การน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาสู่การเรียนรู้ที่ดำเนินการอย่างสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 และเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สถาบันอุดมศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงต้องปรับปรุงและพัฒนากระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสมในการผลิตบัณฑิตให้มีคุณลักษณะตามความต้องการของสังคม ให้เป็นบัณฑิตที่มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดสำคัญของการขับเคลื่อนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสู่การเรียนรู้ 3 ประการ คือ (1) ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นกลไกของการเรียนรู้ การสร้างอุดมการณ์ และการสร้างจิตสำนึกการพึ่งตนเอง (2) การจัดการทรัพยากร การมีส่วนร่วม ความสัมพันธ์อันดีของผู้คนที่ถูกร้อยรัดขนบธรรมเนียม ประเพณีเป็นพื้นฐานของการสร้างสามัคคีธรรม และ (3) การทำกิจกรรมร่วมกัน มีการพึ่งตนเองของครอบครัวและชุมชนเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้แบบประสานพลังเพื่อการนำไปสู่ชุมชนเข้มแข็ง

การจัดการเรียนรู้เพื่อชี้แนะการรู้คิด (Cognitive Guided Instruction : CGI) เป็นนวัตกรรมจัดการการเรียนการสอนแนวทางหนึ่งซึ่งไม่ใช่วิธีการสอนที่มีรูปแบบตายตัว แต่อยู่บนพื้นฐานปรัชญาที่ว่า การเรียนการสอนต้องเกิดมาจากความรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ การเรียนได้ดีที่สุดต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความเข้าใจและความสามารถในการคิดของผู้เรียน ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่พบในตัวผู้สอนที่ใช้การสอนแบบนี้ คือ (1) มีความรู้เกี่ยวกับตัวผู้เรียนมากขึ้น (2) ได้ทบทวนบทบาทของตนเองที่แตกต่างออกไป เพื่อแสวงหาความรู้ที่จะนำมาใช้กับการพัฒนาการเรียนรู้อันผู้เรียนที่ตนเองรับผิดชอบ และ (3) มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนของตนเอง [4] ทั้งนี้ [5] ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดไว้ 4 ขั้นตอน คือ (1) ผู้สอนนำเสนอปัญหา (2) ผู้เรียนทำการแก้ปัญหา (3) ผู้เรียนรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล และ (4) ผู้สอนและผู้เรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปราย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ มีเจตคติที่ดีและเห็นความสำคัญของรายวิชาที่มีต่อชีวิตจริง

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศูนย์นันทบุรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรณีรายวิชา 409 - 31 - 08 สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านมาการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นเนื้อหา

ทฤษฎีให้ความสำคัญกับการวัดและประเมินผลการเรียนจากการทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยเป็นประเด็นหลัก ดังนั้นผู้สอนจึงมีแนวคิดในการพัฒนาการเรียนรู้อย่างวิซาดังกล่าวโดยจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในส่วนเนื้อหาเรื่องการประมาณค่าที่เชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวัน คือ การประมาณค่ารายรับรายจ่ายเป็นรายบุคคลที่นำมาสะท้อนในภาพของการประมาณค่าเฉลี่ยรายกลุ่มตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ดังที่ [6] กล่าวว่า หลักการของสถิติกับหลักพิจารณาของเศรษฐกิจพอเพียงนั้นมีความสอดคล้องในทุกประเด็น กล่าวคือ (1) ความพอประมาณเป็นหลักการที่ต้องมีในกระบวนการทางสถิติเสมอ (2) ความมีเหตุผลก็เป็นหลักการที่สำคัญของหลักสถิติที่เน้นย้ำการพิสูจน์ด้วยหลักฐานของข้อมูลที่มี และ (3) การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตัวนั้นสถิติศาสตร์ก็สามารถแสดงความเป็นไปได้โดยใช้หลักความน่าจะเป็นของสถานการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

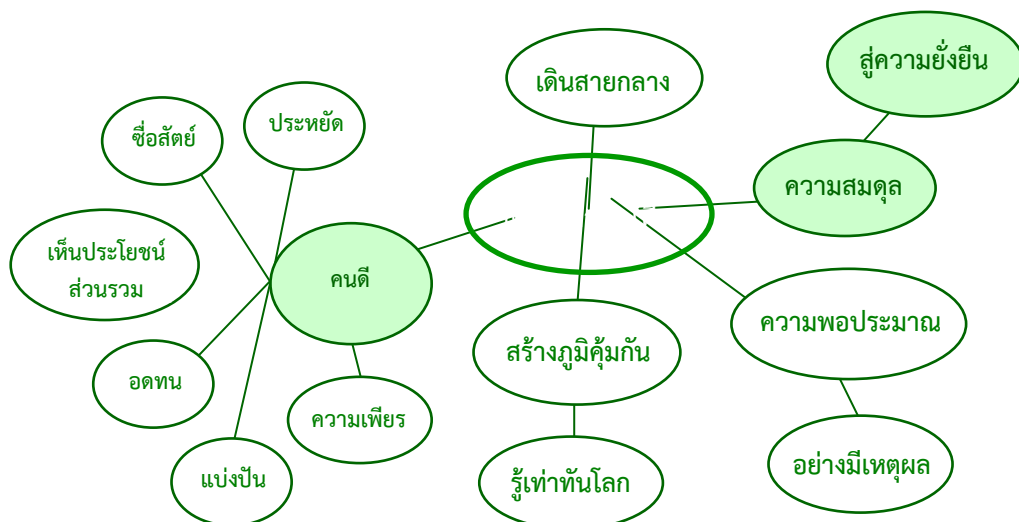
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานแก่พสกนิกรชาวไทย ได้ทรงชี้แนวทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ซึ่ง [3] กล่าวถึงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไว้ว่ามีหลักพิจารณา 5 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 กรอบแนวคิด ส่วนที่ 2 คุณลักษณะ ส่วนที่ 3 คำนิยาม ส่วนที่ 4 เงื่อนไข และส่วนที่ 5 แนวทางปฏิบัติ/ผลที่คาดว่าจะได้รับ ดังภาพที่ 1 – 2



ภาพที่ 1 ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (ที่มา : [3])



ภาพที่ 2 ความเชื่อมโยงหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (ที่มา : [7])

2.2 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 แยกเป็น 9 หมวด สำหรับหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มีมาตราที่สำคัญ ได้แก่ มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 23 การจัดการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา มาตรา 24 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ โดยดำเนินการดังนี้ (1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ฝึกทักษะและการประยุกต์ความรู้มาป้องกันและแก้ไขปัญหา (3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง (4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างสมดุล (5) สนับสนุนผู้สอนให้สามารถอำนวยความสะดวกเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ รวมทั้งใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ และ (6) จัดการเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และมาตรา 26 ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรม และการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

2.3 กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552

[8] กล่าวถึงกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (Thai Qualifications Framework for Higher Education, TQF : HEd) ว่าประกอบด้วย ระดับคุณวุฒิ ความเชื่อมโยงต่อเนื่องจากคุณวุฒิระดับหนึ่งไปสู่ระดับที่สูงขึ้น การแบ่งสายวิชา มาตรฐานผลการเรียนรู้ของแต่ละระดับคุณวุฒิซึ่งเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของคุณวุฒิ ปริมาณการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเวลาที่ต้องใช้ ลักษณะของหลักสูตรแต่ละระดับคุณวุฒิ การเปิดโอกาสในเทียบโอนผลการเรียนรู้จากประสบการณ์ รวมทั้งระบบและกลไกที่ให้ความมั่นใจในประสิทธิผลการดำเนินงานว่าสามารถผลิตบัณฑิตให้บรรลุคุณภาพตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างน้อย 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านคุณธรรม จริยธรรม หมายถึง การพัฒนานิสัยในการประพฤติอย่างมีคุณธรรม จริยธรรม และด้วยความรับผิดชอบทั้งในส่วนตนและส่วนรวม ความสามารถในการปรับวิถีชีวิตในความขัดแย้งทางค่านิยม การพัฒนานิสัย และการปฏิบัติตามศีลธรรมทั้งในเรื่องส่วนตัวและสังคม 2) ด้านความรู้ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจ การนึกคิด และการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์และจำแนกข้อเท็จจริงในหลักการทฤษฎี ตลอดจนกระบวนการต่างๆ และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ 3) ด้านทักษะทางปัญญา หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ และใช้ความรู้ความเข้าใจในแนวคิด หลักการ ทฤษฎี และกระบวนการต่างๆ ในการคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อน 4) ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ หมายถึงความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม การแสดงถึงภาวะผู้นำ ความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ความสามารถในการวางแผน และรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง และ 5) ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ความสามารถในการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์และสถิติ และความสามารถในการสื่อสาร ทั้งการพูด การเขียน และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.4 ลักษณะรายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์

รายวิชา 409 – 31 – 08 สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ (Statistics for Science) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มีเนื้อหาดังนี้ หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานทางสถิติ หน่วยที่ 2 ความน่าจะเป็น หน่วยที่ 3 ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น หน่วยที่ 4 การเลือก

ตัวอย่างและการแจกแจงของตัวอย่างสุ่ม หน่วยที่ 5 การประมาณค่า หน่วยที่ 6 การทดสอบสมมติฐาน หน่วยที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน และหน่วยที่ 8 การถดถอยและสหสัมพันธ์

2.5 การบูรณาการ

การบูรณาการ หมายถึง การนำเอาศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเข้าด้วยกัน การรวมเนื้อหาหรือทักษะวิชาที่เรียนภายใต้จุดประสงค์เดียวกันเข้าด้วยกันให้ผู้เรียนศึกษา ดังนั้นหลักสูตรบูรณาการจึงหมายถึง หลักสูตรที่นำเอาเนื้อหาของวิชาต่างๆ มาหลอมรวมเข้าด้วยกันทำให้เอกลักษณ์ของแต่ละรายวิชาหมดไป และเกิดการเชื่อมโยงความรู้ ความคิดรวบยอด และทักษะในวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยองค์โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียนเป็นสำคัญ [9] และ Fogarty (1991 อ้างถึงใน [10]) ได้แบ่งการบูรณาการไว้ 10 รูปแบบ คือ แบบแยกรายวิชา (Cellular หรือ Fragment) แบบเชื่อมโยง(Connected) แบบเน้นรายวิชา (Nested) แบบเรียงลำดับ (Sequenced) แบบแบ่งปัน (Shared) แบบโยงใย (Webbed) แบบร้อยเรียง (Threaded) แบบบูรณาการ (Integrated) แบบลุ่มลึก (Immersed) และแบบเครือข่าย (Networked) เป็นต้น

2.6 การจัดการเรียนรู้เพื่อชี้แนะการรู้คิด

การจัดการเรียนรู้เพื่อชี้แนะการรู้คิด (Cognitive Guided Instruction : CGI) เป็นนวัตกรรมหนึ่งที่มีมุ่งประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับบริบทของผู้เรียนเป็นสำคัญ อยู่บนพื้นฐานปรัชญาที่ว่า การเรียนการสอนต้องเกิดจากความรู้อันผู้เรียน ให้มีความสำคัญกับการคิด การแก้ปัญหาด้วยตัวของผู้เรียนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีโอกาสนำเสนอความคิดของตนเอง ร่วมกันอภิปราย ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนให้สัมพันธ์และสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง หลักการของการเรียนรู้แบบชี้แนะการรู้คิดกับการสอนโดยทั่วไป สรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบชี้แนะการรู้คิด (CGI) กับการสอนโดยทั่วไป (ที่มา : Hanks. 2000 : online อ้างถึงใน [4])

หลักการ	การเรียนการสอนโดยทั่วไป	การเรียนรู้เพื่อชี้แนะการรู้คิด
บทบาทผู้สอน	ผู้สอนเป็นผู้ที่กระจายข้อมูลให้ผู้เรียน	ผู้สอนเป็นผู้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเป็นสื่อกลางให้ผู้เรียนได้เข้าถึงสิ่งแวดล้อมต่างๆ เพื่อการเรียนรู้
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน	ผู้เรียนทำงานเป็นรายบุคคล	ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มและได้รับการส่งเสริมให้มีการสะท้อน อภิปรายเกี่ยวกับการคิดของตนเองและบุคคลอื่น
หลักสูตร	กิจกรรมหลักสูตรมุ่งเน้นที่แบบเรียนและแบบฝึกหัด	กิจกรรมหลักสูตรมุ่งเน้นแหล่งข้อมูลพื้นฐานและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการ
เวลา	มีการกำหนดเวลาในแต่ละวันเป็นช่วงและครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งถือว่าเวลาในการทำกิจกรรมมีความสำคัญ	เวลาในชั้นเรียนใช้ไปกับการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซับซ้อน ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนอภิปรายความคิดเห็นของตนเองและบุคคลอื่น
ข้อมูลด้านความคิดรวบยอด	ความคิดรวบยอดเสนอลักษณะย่อยๆ ไปสู่แบบรวม โดยอาศัยทักษะพื้นฐาน	ความคิดรวบยอดเสนอแบบรวมไปสู่ลักษณะย่อยๆ โดยเน้นแนวคิดสำคัญ (big ideas) ต่างๆ
มุมมองเกี่ยวกับตัวผู้เรียน	ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ขาวสะอาด ผู้สอนสามารถใส่ข้อมูลลงไปได้	ผู้เรียน คือ นักคิดที่จะเป็นผู้สร้างทฤษฎีต่างๆ และผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้เบื้องต้น
การเปรียบเทียบหลักการด้านต่างๆ	การเรียนการสอนโดยทั่วไป	การเรียนรู้เพื่อชี้แนะการรู้คิด
การประเมินผล	การประเมินผู้เรียนจะแยกออกจากการสอนจะประเมินด้วยการทดสอบ เมื่อการสอนสิ้นสุดลง การสอบจะเป็นการแบ่งแยก	การประเมินผลเป็นการสอดประสานระหว่างการสอน สิ่งที่เกิดขึ้นจากการตั้งประเด็นคำถามและการสังเกตงานของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับการเรียนการสอน

	ผู้เรียนและทำให้เกิดการแข่งขัน	ตามระดับการเรียนรู้ที่เหมาะสมของแต่ละคน มีการแข่งขันกับผู้อื่นน้อย
--	--------------------------------	--

2.7 การประเมินผลตามสภาพจริง

การประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการประเมินผลจะเน้นที่การวัดทักษะ ความรู้ความคิดระดับสูง เพื่อให้สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษา มีลักษณะสำคัญคือ 1) เป็นการประเมินที่เน้นการปฏิบัติภาระงานที่มีความซับซ้อน มีความหมาย มีคุณค่า และมีประโยชน์อย่างแท้จริงแก่ผู้เรียน 2) เป็นการประเมินที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะหรือความรู้ความคิดระดับสูง หรือบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ในการสร้างความรู้ 3) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญกับความคิดเบื้องต้นหลังการปฏิบัติงาน สะท้อนตนเองในการปฏิบัติงาน และ 4) เป็นการประเมินที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการประเมิน [11 – 12] และ [13] กล่าวว่า การประเมินต้องอาศัยข้อมูลสารสนเทศของบุคคลที่เกี่ยวข้อง 3 กลุ่ม คือ ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ปกครอง สำหรับคุณสมบัติที่โดดเด่นของการประเมินแบบใหม่ คือ มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับผลและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและหน่วยเนื้อหาที่เรียนโดยตรง ผู้สอนและผู้เรียนจะไตร่ตรองทุกครั้งที่ได้มีการวิเคราะห์และตั้งข้อสงสัยในบทเรียน ทำให้เกิดความเข้าใจแนวคิดและกระบวนการของการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และยังเป็นการสร้างโอกาสให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้องานเรียนที่หลากหลาย อาจกล่าวได้ว่าเป็นการประเมินผลตามแบบบูรณาการที่มุ่งเน้นการให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปปรับปรุงพัฒนาตนเองมากกว่าการทดสอบแบบถูก – ผิด การสอบผ่าน – ไม่ผ่าน ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินไปพัฒนาการเรียนรู้ของตนต่อไปได้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง

[14] ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการใช้แนวคิดตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาพระพุทธศาสนา โดยใช้การสอนแบบอริยสัจกับการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ [15] ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง [16] ศึกษาผลการใช้วิธีการเอ็มพีในการเสริมสร้างพฤติกรรมการประหยัดตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 [17] พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์วิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อสร้างค่านิยมด้านกรมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [18] พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์สังคมศึกษาด้วยวิธีสตอรี่ไลน์เพื่อสร้างค่านิยมด้านความพอประมาณตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 [19] ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง [20] พัฒนาหน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการสำรวจความคิดเห็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นบูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง [21] พัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่องเงิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 [22] พัฒนาหลักสูตรบูรณาการตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 [23] พัฒนาแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ [24] พัฒนาหลักสูตรสาระเพิ่มเติมเรื่องสถิติเพื่อความพอเพียงกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ [25] ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้อยู่อย่างพอเพียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสอนแบบโครงงานร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นต้น

2.8.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

[4] ศึกษาเรื่องการพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศเพื่อสร้างเสริมการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย กรุงเทพมหานคร [5] ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแย้มวิทยการ [26] ศึกษาผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ [27] ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนทรายมูลหนองกุ้งทรายศรีพิทยา จังหวัดสกลนคร [28] ศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสายน้ำทิพย์ กรุงเทพมหานคร โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน [29] ศึกษาเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นต้น และ [30] ศึกษาเรื่องการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮม (Badham)

3. วิธีการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ได้แก่ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2552 การบูรณาการ การเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด และการประเมินตามสภาพจริง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (ฉบับร่าง 1) ดังนี้ ขั้นตอนที่ 2.1) วัตถุประสงค์ กำหนดตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 และกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2552 ขั้นตอนที่ 2.2) เนื้อหาสาระ กำหนดตามหลักการบูรณาการเนื้อหา 2 รูปแบบ คือ การบูรณาการภายในวิชา และการบูรณาการระหว่างวิชา ขั้นตอนที่ 2.3) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ดำเนินการตามแนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และขั้นตอนที่ 2.4) การประเมินผล ดำเนินการตามหลักการประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลความเหมาะสมและความสอดคล้อง และปรับปรุงแก้ไข (ฉบับร่าง 2) ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยประเมินผลงานกิจกรรมรายบุคคลและรายกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ใบบันทึกคะแนนและใบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) รายวิชาสถิติ สำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ผลลัพธ์ที่ได้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป

4. ผลการวิจัย

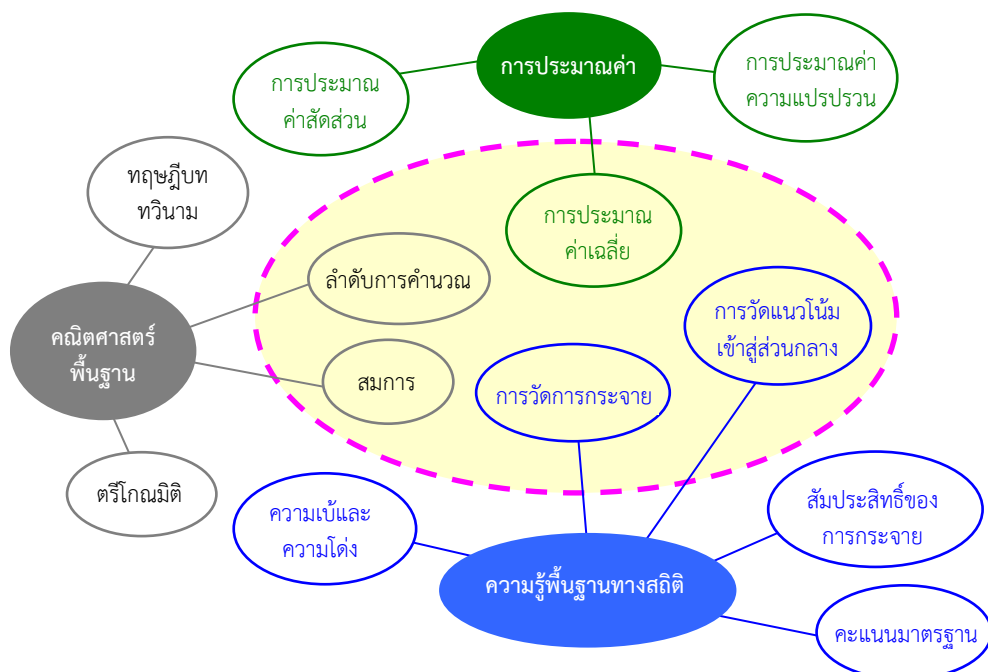
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สรุปได้ว่าการพัฒนาการศึกษาในทุกระดับของประเทศได้น้อมนำหลักหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ โดยดำเนินการในหลายรูปแบบ ได้แก่ การนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต การพัฒนาเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง รวมทั้งการสังเคราะห์งานวิจัยหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นต้น รวมทั้งการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง โดยดำเนินการให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาดังกล่าว

ขั้นตอนที่ 2 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สรุปดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

ด้าน	ประเด็นที่พัฒนา
1. คุณธรรมจริยธรรม	ความพอเพียง
2. ความรู้	เนื้อหาวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์เรื่องความรู้พื้นฐานทางสถิติและการประมาณค่า
3. ทักษะทางปัญญา	การแก้ไขปัญหาตามขั้นตอนทางสถิติ และเลือกใช้สารสนเทศที่เหมาะสม
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	การทำงานเป็นทีม
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี	การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูล แผลผลข้อมูล การสืบค้นและนำเสนอสารสนเทศ



ภาพที่ 2 การบูรณาการภายในวิชาและการบูรณาการระหว่างวิชาสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.76$ และ $sd = 0.16$) และมีความสอดคล้อง (IOC = 0.95)

ขั้นตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สรุปผลดังนี้ จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ผู้เรียนมีคะแนนรายบุคคลจากการบันทึกรายรับรายจ่ายส่วนใหญ่ คือ 9 คะแนน (ร้อยละ 52.63) ได้คะแนนเฉลี่ย 8.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 ทั้งนี้ผู้เรียนทุกคนส่งงานตามระยะเวลาที่กำหนด และคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากสูตรได้ถูกต้อง สิ่งที่ต้องแก้ไขกรณีรายบุคคล คือ บางรายยังวิจารณ์ความพอเพียงของตนเองไม่ชัดเจน จัดทำรูปเล่มบันทึกรายรับรายจ่ายไม่เรียบร้อย เป็นต้น และกรณีงานกลุ่ม ได้คะแนนรายกลุ่มจากการบันทึกรายรับรายจ่าย คะแนนสูงสุด คือ 27 คะแนน และคะแนนต่ำสุด คือ 24 คะแนน ผู้เรียนบางกลุ่มแสดงขั้นตอนการคำนวณการประมาณค่ารายรับและรายจ่ายไม่ละเอียด รวมทั้งการฝึกเปิดตาราง t ยังไม่คล่องแคล่วเท่าที่ควร จึงให้เพื่อนในกลุ่มเดียวกันและต่างกลุ่มที่มีความเข้าใจช่วยอธิบาย สรุปดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการบันทึกรายรับรายจ่ายในระยะเวลา 1 เดือน ได้สะท้อนให้ผู้เรียนบางรายได้ตระหนักถึงการใช้จ่ายในหลายรายการที่ไม่จำเป็น ขาดเหตุผลที่เพียงพอ สำหรับการน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันนั้น สามารถดำเนินการได้หลายลักษณะ ได้แก่ การปลูกพืชผักปลอดสารในบริเวณบ้าน การใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า รวมทั้งการอดออมอย่างสมเหตุผล เป็นต้น สรุปดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความพอเพียงในรูปแบบที่หลากหลาย

ขั้นตอนที่ 4 ผลการปรับปรุงและแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง โดยนำผลจากการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์ที่ได้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป ได้แก่ การเพิ่มส่วนการวัดประเมินโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน ใบงาน รวมทั้งการประเมินจากเพื่อนๆ ที่ร่วมกิจกรรมและการสะท้อนตนเองของผู้เรียน

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ “ประมาณค่า...ประมาณตนอย่างพอเพียง” สรุปได้ว่าผู้เรียนมีความรับผิดชอบเรื่องงานตามเวลาที่กำหนดทั้งในกรณีรายบุคคลและรายกลุ่ม ภายหลังจากการนำเสนอผู้สอนได้สะท้อนแนวปฏิบัติที่ดีและแนวทางแก้ไขให้ผู้เรียนได้ปรับปรุง เป็นการประยุกต์การเรียนรู้เนื้อหาสถิติตามแนวตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เช่น [21] ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่องเงิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ [24] ได้พัฒนาหลักสูตรสาระเพิ่มเติม เรื่องสถิติเพื่อความพอเพียง เป็นต้น สำหรับผลการจัดกิจกรรมนี้ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้จ่ายของตนเองจากการบันทึกรายรับรายจ่าย สะท้อนแนวคิดเรื่องความพอเพียงของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม นอกจากนี้เรื่องการใช้จ่าย สิ่งสะท้อนจากการนำเสนอรายกลุ่ม ผู้สอนได้แนะนำผู้เรียนในลักษณะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถึงข้อดี ได้แก่ การแสดงขั้นตอนการคำนวณการประมาณค่ารายรับรายจ่าย การเปิดตาราง t อย่างละเอียด มีรายละเอียดของเนื้อหาโดยเฉพาะเรื่องความพอเพียง เป็นต้น ส่วนข้อปรับปรุง ได้แก่ การคำนวณการประมาณค่ารายรับรายจ่ายต้องแสดงรายละเอียดทุกขั้นตอน การแนะนำตัวผู้นำเสนอและบอกหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มรวมทั้งเทคนิคในการนำเสนอที่ให้ความสนใจผู้ฟัง การใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมชี้ข้อความ เป็นต้น

จากผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงครั้งนี้ ได้นำข้อสังเกตเพิ่มเติมมาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมดังกล่าวเป็น 2 ประเด็นหลัก กล่าวคือ ในส่วนของเนื้อหาวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์นั้นจะจัดทำในส่วนการสร้างชุดฝึกเพิ่มเติมเพื่อทบทวนเนื้อหาเรื่องสถิติพื้นฐานที่เชื่อมโยงสู่การเรียนรู้เรื่องการประมาณค่า การเปิดตาราง Z และ t รวมทั้งการฝึกปฏิบัติใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณจากสูตร เป็นต้น ในส่วนปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงจะดำเนินการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และน้อมนำปรัชญานี้กับการดำรงตนอย่างสมดุลในชีวิตประจำวัน ผลลัพธ์ที่ได้คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรวิจัยและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) รายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าสารสนเทศ ฝึกสรุปประเด็น และนำเสนอแนวคิดในการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียง โดยดำเนินการแบบเชื่อมโยงกับรายวิชาต่างๆ ได้แก่ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือวิชาเฉพาะในแต่ละสาขาวิชา
2. ควรพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติในด้านอื่นๆ โดยมุ่งเน้นการสร้างกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริง

6. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกิจกรรมการสอนแนะให้รู้คิดรายวิชาสถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุเมธ ดันติเวชกุล. (2551, มิถุนายน – กันยายน). “เศรษฐกิจพอเพียง” วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.
19(3) : 1 – 6.
- [2] เกษม วัฒนชัย. (2553). เศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริ. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการสัมมนา

- เชิงปฏิบัติการ การพัฒนาหลักสูตรการศึกษาเชิงบูรณาการตามหลักสหวิทยาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เมื่อ 23 สิงหาคม 2553.
- [3] ปรียานุช พิบูลสรารุช. (2553). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง. สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2553, จาก <http://www.sufficiencyeconomy.org/learning.pdf>.
- [4] เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์. (2551). การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศเพื่อสร้างเสริมการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินพนธ์การศึกษาคุษภูบับณตติ (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [5] เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา. ปรินญาณินพนธ์การศึกษาคุษภูบับณตติ (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [6] สุชาติ กิระนันท์. (2553). สถิติกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2553, จาก <http://www.stat.sc.su.ac.th>.
- [7] วิชัย วงษ์ใหญ่. (2554). การพัฒนาหลักสูตรระดับอุดมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อาร์ แอนด์ พรินท์ จำกัด.
- [8] สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2556). “การเรียนรู้และการประเมินตามสภาพจริง” ใน เอกสารประกอบการบรรยายโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสมาคมเครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรระดับอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย (คกอท).
- [9] วิเศษ ชินวงศ์. (2544, พฤษภาคม). "การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ" วารสารวิชาการ. 4(5) : 22 – 29.
- [10] สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์. (2546). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ : บุ๊คพอทย์ จำกัด.
- [11] ทรงศรี ตุ่นทอง. (2545). การพัฒนารูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของนักเรียน ปรินญาณินพนธ์การศึกษาคุษภูบับณตติ (การทดสอบและวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [13] บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- [14] พระขวัญชัย ศรีพรรณ (เกตุธมโม). (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการใช้แนวคิดตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาพระพุทธศาสนาโดยใช้การสอนแบบร้อยสัจกับการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์. ปรินญาณินพนธ์การศึกษามหาบัณตติ (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [15] พักตร์วิภา ตะเพียนทอง. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณตติ (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [16] ยรรยงค์ ณ บางช้าง. (2551). ผลการใช้วิธีการเอ็มทีในการเสริมสร้างพฤติกรรมประหยัดตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 – 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณตติ (วิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [17] วิไลลักษณ์ ชาตวิเชียร. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อสร้างค่านิยมด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณตติ (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [18] ศรีวิมล สุรัสดีวรการ. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บวิชาสังคมศึกษาด้วยวิธีสตอรี่ไลน์

- เพื่อสร้างค่านิยมด้านความพอประมาณตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [19] จิรภัทร กิรีติเตาแกิงสกุล. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด
- แก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [20] เมธาวิ ศรีปลัดทอง. (2552). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการสำรวจความคิดเห็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นบูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [21] วาสนา พงษ์ประเทศ. (2552). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่องเงิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [22] วิไลรัตน์ หยอด้อย. (2552). การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การวิจัยและประเมิน). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- [23] วันทนีย์ หมวดเมือง. (2553). การพัฒนาแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อิงเรื่องระบบนิเวศโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. การค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาสารคาม.
- [24] สุนทร ปิ่นทอง. (2552). การพัฒนาหลักสูตรสาระเพิ่มเติม เรื่องสถิติเพื่อความพอเพียงกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปริญญาโทครุศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). ลพบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- [25] ดารานี อุดชา. (2555). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้อย่างพอเพียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร จังหวัดหนองบัวลำภู โดยใช้การสอนแบบโครงการร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [26] ชัยวัฒน์ อัยปาอาจ. (2553). ผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [27] วารี ธนะคำดี. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- [28] กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด(CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [29] อัมภารัตน์ ผลาวรรณ. (2556, เมษายน – กันยายน). “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด

(CGI) เรื่องความน่าจะเป็นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 8(1) : 239 – 251.

- [30] ชุติมา ฉุนอิม และ วรินทร์ สุภาพ. (2558). “การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของบาดแฮม (Badham)” วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์). 8(3) : 104 – 115.

ความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชา แคลคูลัส 1

The Satisfaction of Undergraduate Students in Rajamangala University of
Technology Suvarnabhumi on Interviewing
Technique of Calculus 1

สมชาย สมโภชพิสุทธิ์^{1*}
Somchai Somphotphisut^{1*}

^{*1} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ
* somphot_sc@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 72 คน เครื่องมือที่ใช้ในการในการวิจัยคือเอกสารประกอบการสอนและแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 โดยแบ่งแบบประเมินความพึงพอใจออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนจำแนกเป็นคำถามด้านลักษณะรูปเล่ม 5 ข้อ ด้านเนื้อหาจำนวน 10 ข้อและด้านส่งเสริมการเรียนรู้ 5 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คำสำคัญ: เอกสารประกอบการสอน, แคลคูลัส 1

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the satisfaction of students attending undergraduate at Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi on Interviewing Technique of Calculus 1. The sample group of 72 first year for Bachelor of Engineering Program during the academic year 2015 were selected. The research instruments were the teaching document for calculus 1 and a questionnaire about satisfaction on Interviewing Technique of Calculus 1 that was divided the contents into 2 parts. The first part was general information and the second part was the satisfaction information of students to the teaching document for calculus 1, the feature 5 articles, the contents 10 articles, and the promotion of learning 5 articles. The frequency, the percentage, the arithmetic mean, and standard deviation were used for data analysis.

Keywords: Teaching documents, Calculus 1

1. บทนำ

เนื่องจากวิชาทางคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาแคลคูลัส 1 ที่นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์เกือบทุกสาขาจำเป็นต้องเรียนเป็นรายวิชาพื้นฐานก่อนที่จะเรียนวิชาซีพระดับสูง ซึ่งการศึกษาในรายวิชาต่างๆได้รับผลลัพธ์สัมฤทธิ์ที่ดีหรือไม่นั้นเกิดจากปัจจัยหลายๆอย่าง ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อสภาพการเรียนรู้การสอนโดยตรงคือเรื่องของเอกสารประกอบการสอน ซึ่งเอกสารประกอบการสอนนี้เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญยิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนหรือไม่ ดังนั้นการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเอกสารประกอบการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเอกสารประกอบการสอนให้ดียิ่งขึ้นซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยตรง และเพื่อให้เป็นไปตามหลักการที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และเน้นความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญจึงควรรู้ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อเอกสารประกอบการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและนำไปใช้ในปีการศึกษาถัดๆไป

ด้วยเหตุนี้ในฐานะอาจารย์ผู้สอน จึงต้องการทำการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์นนทบุรี ที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชา แคลคูลัส 1 โดยการทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเอกสารประกอบการสอนดังกล่าวต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่วิจัย ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องตลอดจนผลงานวิจัยอื่นๆ ดังนี้

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่วิจัย

1. ความหมาย คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา
 2. เนื้อหาของรายวิชา
 3. ความหมายของเอกสารประกอบการสอน
1. ความหมาย คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา
 - 1.1 ความหมายของรายวิชาแคลคูลัส 1

รายวิชาแคลคูลัส 1 รหัสวิชา 401-12-04 เป็นรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาพื้นฐานวิชาชีพ ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบจัดการเรียนการสอนโดยสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

 - 1.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับศึกษาเกี่ยวกับฟังก์ชันค่าจริง ลิมิตและความต่อเนื่อง อนุพันธ์และปริพันธ์ของฟังก์ชันค่าจริงของตัวแปรจริง รูปแบบยังไม่กำหนด การประยุกต์อนุพันธ์ เทคนิคของการหาปริพันธ์ การประยุกต์ของปริพันธ์

 - 1.3 จุดประสงค์รายวิชา
 - 1) เข้าใจเรื่องฟังก์ชัน ลิมิตและความต่อเนื่อง
 - 2) เข้าใจเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ฟังก์ชันชี้กำลัง ฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน และฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิก ทฤษฎีบทค่าเฉลี่ย
 - 3) นำการประยุกต์ของอนุพันธ์และผลต่างอนุพันธ์ ไปประยุกต์ใช้ได้
 - 4) เข้าใจเรื่องการหาปริพันธ์
 - 5) ปฏิบัติการมีระเบียบและขั้นตอนการคิดอย่างมีเหตุผล
 2. เนื้อหาของรายวิชา

รายวิชาแคลคูลัส 1 ประกอบด้วยเนื้อหา 7 หน่วยเรียน ได้แก่

 - 1) ฟังก์ชันค่าจริง ลิมิต และความต่อเนื่อง
 - 2) อนุพันธ์ของฟังก์ชันค่าจริง
 - 3) อนุพันธ์ของฟังก์ชันอดิศัย

- 4) การประยุกต์ของอนุพันธ์
 - 5) การหาปริพันธ์
 - 6) เทคนิคการหาปริพันธ์
 - 7) บทประยุกต์ปริพันธ์จำกัดเขต
3. ความหมายและวิธีการสร้างเอกสารประกอบการสอน

ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของเอกสารประกอบการสอนไว้ต่างๆ โดยรวมแล้วเอกสารประกอบการสอนเป็นผลงานทางวิชาการที่ใช้ประกอบการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งของสถาบันอุดมศึกษาแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาของวิชา และวิธีการสอนอย่างเป็นระเบียบ ซึ่งเป็นเครื่องมือของผู้สอนเพื่อใช้ในกระบวนการการเรียนการสอน ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนนำ เนื้อหา ส่วนอ้างอิง และส่วนเพิ่มเติมอื่นๆ เช่น แผนการสอน แผนภูมิ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น ประคอง ศรีสาขายทอง [1] ได้กล่าวถึงประโยชน์

เอกสารประกอบการสอนไว้ดังนี้

1. เป็นผลงานทางวิชาการที่เปิดโอกาสให้ผู้สอนได้มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการพัฒนา สิ่งต่างๆ เพื่อช่วยในการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางให้ผู้สอนจัดกิจกรรมเสริมความรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุ จุดประสงค์ที่วางไว้
3. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนตำราเรียนของผู้เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีเอกสารสำหรับศึกษาทำความเข้าใจในบทเรียนและฝึกปฏิบัติ
5. ช่วยสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีความสนใจ และศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง
6. ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

นอกจากนี้ สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ [2] ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเอกสารประกอบการสอนไว้ดังนี้

1. ใช้เพื่อให้นักศึกษานำเอกสารประกอบการเรียนการสอนไปใช้ในการศึกษาทบทวนทั้งในระหว่างเรียน และหลังเรียน
 2. ใช้เพื่อแสดงถึงความสามารถหรือความเชี่ยวชาญทางวิชาการของผู้สอน
- จากการศึกษาประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียนสรุปได้ว่า เอกสารประกอบการเรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ ทั้งในระหว่างเรียนและหลังเลิกเรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ ของการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง

ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

คำว่า “ความพึงพอใจ” ในพจนานุกรมได้มีการให้ความหมายไว้ว่า รัก ชอบใจ และพึงใจ อันหมายถึง พอใจ ชอบใจ ซึ่งได้มีผู้ศึกษาและให้คำจำกัดความไว้ต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น

ดิเรก ฤกษ์สาหร่าย [3] ได้ให้ความหมายของคำว่าความพึงพอใจไว้ส่วนหนึ่งว่า ความพึงพอใจหมายถึงทัศนคติในทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปในความพอใจในการปฏิบัติต่อสิ่งนั้น

พิทักษ์ ตรุษทิม [4] กล่าวเกี่ยวกับความพึงพอใจไว้ตอนหนึ่งว่า ความพึงพอใจเป็นปฏิกิริยาด้านความรู้สึกต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นที่แสดงผลออกมาในลักษณะของผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการประเมิน โดยบ่งบอกทิศทางของผลการประเมินว่าเป็นไปในลักษณะทิศทางบวกหรือทิศทางลบหรือไม่มีปฏิกิริยาคือเฉยๆต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งที่มากระตุ้น

ทวีพงษ์ หินคำ [5] ได้ให้ความหมายของคำว่า “ความพึงใจ” ไว้ว่าเป็นความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถลดความตึงเครียดและตอบสนอง ตามความต้องการของบุคคลได้ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อสิ่งนั้น

วิรุฬ พรรณเทวี [6] ได้ให้ความหมายของคำว่า “ความพึงพอใจ” ไว้ตอนหนึ่งว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งหนึ่ง สิ่งใด อย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมาก แต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่งเมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

บุญเรือง ขจรศิลป์ [7] ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับเรื่องการวัดความพึงพอใจว่า ทักษะคิดหรือเจตคติเป็นนามธรรม เป็นการแสดงออกค่อนข้างซับซ้อนจึงเป็นการยากที่จะวัดทัศนคติได้โดยตรง แต่เราสามารถที่จะวัดทัศนคติได้โดยอ้อม โดยวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทน ฉะนั้นการวัดความพึงพอใจก็มีขอบเขตที่จำกัดด้วย อาจมีความคลาดเคลื่อนขึ้น ถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัดโดยทั่วไป

ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสรีย์ ตูประกาย [8] ได้ศึกษาความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาการสำรวจภาคสนาม (CVE5401) โดยประชากรคือนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 และ 2 ระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 73 คน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือเอกสารประกอบการสอน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาต่อเอกสารประกอบการสอน และใช้ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชา การสำรวจภาคสนาม อยู่ในเกณฑ์มีความพึงพอใจมากทั้งด้านเนื้อหา และด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ โดยส่วนที่นักศึกษาให้คะแนนมากที่สุดคือหัวข้อ สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์ ส่วนประเด็นที่ได้คะแนนน้อยที่สุดในด้านเนื้อหา คือ มีภาพประกอบช่วยให้สื่อความหมายได้ชัดเจน ส่วนด้านการส่งเสริมการเรียนรู้คือ ส่งเสริมให้มีคุณธรรม จริยธรรม

อุษณีย์ โภคา [9] ได้ศึกษาผลการใช้เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการออกแบบโปรแกรมใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาดังกล่าว โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบโปรแกรมใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปีการศึกษา 2553 ถึงปีการศึกษา 2554 จำนวน 31 คน โดยพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ประเมินความพึงพอใจต่อวิชาการออกแบบโปรแกรมใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจในระดับมาก (เฉลี่ย 4.36) และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากวิชาการออกแบบโปรแกรมใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มมากขึ้นจากค่าเฉลี่ย 46.70 เป็นค่าเฉลี่ย 106.41

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์นนทบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 72 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบสอบถามเรื่องความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ สาขาวิชาของนักศึกษา การศึกษาก่อนระดับปริญญาตรี ระดับผลการเรียนเฉลี่ย และผลการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1
2. ความคิดเห็นและความพึงพอใจเกี่ยวกับเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านได้แก่ความคิดเห็นและความพึงพอใจในด้านรูปเล่ม ด้านเนื้อหา และด้านส่งเสริมการเรียนรู้

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเรื่องการศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของนักศึกษาในเรื่องความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ด้วยตนเองจากกลุ่มเป้าหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ

พื้นฐานได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้เกณฑ์การแปลความหมายของ วิเชียร เกตุสิงห์ [10] (วิเชียร เกตุสิงห์, 2538) โดยมีกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

- 1.00 – 1.49 หมายถึง เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด
- 1.50 – 2.49 หมายถึง เห็นด้วยระดับน้อย
- 2.50 – 3.49 หมายถึง เห็นด้วยระดับปานกลาง
- 3.50 – 4.49 หมายถึง เห็นด้วยระดับมาก
- 4.50 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยระดับมากที่สุด

ผลการวิจัย

จากการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์นนทบุรี ต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชา แคลคูลัส 1 สรุปได้ 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปที่สำคัญของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์นนทบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2558 พบว่าเป็นชายร้อยละ 77.78 หญิงร้อยละ 22.22 มีอายุตั้งแต่ 18 ถึง 23 ปีโดยพบว่าส่วนใหญ่มีอายุ 19 ปี คิดเป็นร้อยละ 65.28 ของกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาในระดับก่อนปริญญาตรีมาจากการศึกษาในระดับมัธยมปลายแผนการเรียนวิทย์-คณิตฯ คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของกลุ่มตัวอย่าง และรองลงมาคือมาจากสายอาชีพในระดับ ปวช. ร้อยละ 27.78 ของกลุ่มตัวอย่าง ผลการเรียนสะสมโดยมากอยู่ในช่วง 2.51-3.00 ซึ่งมีจำนวน 29 คนคิดเป็นร้อยละ 40.28 ของกลุ่มตัวอย่าง ผลการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1 โดยมากอยู่ในระดับ C คิดเป็นร้อยละ 23.61 ของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลส่วนอื่นแสดงให้เห็นในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความถี่และร้อยละของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 72 คน จำแนกตามข้อมูลส่วนตัว

ข้อมูลส่วนตัว	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	56	77.78
หญิง	16	22.22
อายุ		
18 ปี	6	8.33
19 ปี	47	65.28
20 ปี	15	20.83
21 ปี	3	4.17
22 ปี	0	0.00
23 ปี	1	1.39
หลักสูตร (สาขาวิชาที่นักศึกษาเรียน)		
วิศวกรรมโยธา	15	20.83
วิศวกรรมเครื่องกล	14	19.44
วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม	5	6.94
วิศวกรรมไฟฟ้า	19	26.39
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	14	19.44
วิศวกรรมอุตสาหการ	5	6.94
การศึกษาก่อนระดับปริญญาตรี		
สามัญ วิทย์-คณิต	51	70.83

อาชีวะ (ระดับปวช.)	20	27.78
ไม่ระบุ	1	1.39
ระดับผลการเรียนเฉลี่ย		
น้อยกว่า 2.01	7	9.72
ตั้งแต่ 2.01 ถึง 2.50	11	15.28
ตั้งแต่ 2.51 ถึง 3.00	29	40.28
3.01-3.50	17	23.61
3.51-4.00	7	9.72
ไม่ระบุ	1	1.39

ตารางที่ 1 ความถี่และร้อยละของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 72 คน จำแนกตามข้อมูลส่วนตัว (ต่อ)

ข้อมูลส่วนตัว	จำนวน	ร้อยละ
ผลการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1 ในภาคเรียน 1/2558		
A	10	13.89
B+	10	13.89
B	6	8.33
C+	7	9.72
C	17	23.61
D+	8	11.11
D	14	19.44
F	0	0.00
W	0	0

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของนักศึกษาในเรื่องความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ในด้านรูปเล่ม ด้านเนื้อหาและด้านส่งเสริมการเรียนรู้แสดงให้เห็นดังในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2 ความถี่และร้อยละของระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

รายการ	ระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจ					ไม่ตอบ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1.1 รูปเล่มสวยงาม	10(13.89)	39(54.17)	17(23.61)	3(4.17)	3(4.17)	-(0.00)
1.2 จำนวนหน้าและขนาดมีความเหมาะสมต่อการเรียน	18(25.00)	38(52.78)	14(19.44)	2(2.78)	-(0.00)	-(0.00)
1.3 รูปแบบตัวอักษรและขนาดเหมาะสมกับการอ่าน	27(37.50)	34(47.22)	10(13.89)	1(1.39)	-(0.00)	-(0.00)
1.4 เนื้อกระดาษมีความเหมาะสมกับการอ่าน	23(31.94)	35(48.61)	12(16.67)	2(2.78)	-(0.00)	-(0.00)
1.5 การจัดระยะห่างต่างๆในเอกสารประกอบการเรียนมีความเหมาะสม	20(27.78)	40(55.56)	12(16.67)	-(0.00)	-(0.00)	-(0.00)
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับ	28(38.89)	38(52.78)	6(8.33)	-(0.00)	-(0.00)	-(0.00)

จุดประสงค์รายวิชา						
2.2 เนื้อหาที่มีความถูกต้องและชัดเจน	26(36.11)	32(44.44)	13(18.06)	1(1.39)	-(0.00)	-(0.00)
2.3 การเรียงลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอน เข้าใจง่าย	17(23.61)	39(54.17)	16(22.22)	-(0.00)	-(0.00)	-(0.00)

ตารางที่ 2 ความถี่และร้อยละของระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจ					ไม่ตอบ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
2.4 ภาษาและรูปแบบการเขียน เหมาะสมกับผู้เรียน	25(34.72)	32(44.44)	15(20.83)	-(0.00)	-(0.00)	-(0.00)
2.5 เนื้อหามีการประยุกต์และ สอดคล้องเข้ากับรายวิชาอื่นๆ	19(26.39)	33(45.83)	20(27.78)	-(0.00)	-(0.00)	-(0.00)
2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับความรู้ พื้นฐานของผู้เรียน	17(23.61)	45(62.50)	8(11.11)	1(1.39)	-(0.00)	1(1.39)
2.7 ตัวอย่างเข้าใจง่ายเหมาะสำหรับ ทำความเข้าใจ	21(29.17)	37(51.39)	12(16.67)	1(1.39)	-(0.00)	1(1.39)
2.8 ตัวอย่างมีการเรียงลำดับจากง่าย ไปยาก	19(26.39)	34(47.22)	15(20.83)	3(4.17)	-(0.00)	1(1.39)
2.9 ตัวอย่างมีความหลากหลายช่วยให้ เข้าใจเนื้อหา	12(16.67)	32(44.44)	23(31.94)	4(5.56)	-(0.00)	1(1.39)
2.10 แบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับ เนื้อหาที่เรียน	27(37.50)	30(41.67)	14(19.44)	-(0.00)	-(0.00)	1(1.39)
3. ด้านส่งเสริมการเรียนรู้						
3.1 การส่งเสริมให้เกิดความต้องการ เรียนรู้	27(37.50)	29(40.28)	15(20.83)	-(0.00)	-(0.00)	1(1.39)
3.2 การคิดวิเคราะห์ปัญหา	20(27.78)	38(52.78)	13(18.06)	-(0.00)	-(0.00)	1(1.39)
3.3 การฝึกทักษะการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	23(31.94)	36(50.00)	11(15.28)	1(1.39)	-(0.00)	1(1.39)
3.4 การฝึกทักษะการคำนวณ	27(37.50)	33(45.83)	10(13.89)	1(1.39)	-(0.00)	1(1.39)
3.5 การสร้างให้เกิดจินตนาการและ ความคิดสร้างสรรค์	18(25.00)	33(45.83)	16(22.22)	4(5.56)	-(0.00)	1(1.39)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

รายการ	n	\bar{X}	sd	ความหมาย
1. ด้านรูปเล่ม				
1.1 รูปเล่มสวยงาม	72	3.69	0.91	มาก
1.2 จำนวนหน้าและขนาดมีความเหมาะสมต่อการเรียน	72	4.00	0.75	มาก

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 (ต่อ)

รายการ	n	\bar{X}	sd	ความหมาย
1. ด้านรูปเล่ม				
1.3 รูปแบบตัวอักษรและขนาดเหมาะสมกับการอ่าน	72	4.21	0.73	มาก
1.4 เนื้อกระดาษมีความเหมาะสมกับการอ่าน	72	4.10	0.77	มาก
1.5 การจัดระยะห่างต่างๆในเอกสารประกอบการเรียนมีความเหมาะสม	72	4.11	0.66	มาก
2. ด้านเนื้อหา				
2.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา	72	4.31	0.62	มาก
2.2 เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	72	4.15	0.76	มาก
2.3 การเรียงลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	72	4.01	0.68	มาก
2.4 ภาษาและรูปแบบการเขียนเหมาะสมกับผู้เรียน	72	4.14	0.74	มาก
2.5 เนื้อหามีการประยุกต์และสอดคล้องเข้ากับรายวิชาอื่นๆ	72	3.99	0.74	มาก
2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน	71	4.10	0.64	มาก
2.7 ตัวอย่างเข้าใจง่ายเหมาะสำหรับทำความเข้าใจ	71	4.10	0.72	มาก
2.8 ตัวอย่างมีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	71	3.97	0.81	มาก
2.9 ตัวอย่างมีความหลากหลายช่วยให้เข้าใจเนื้อหา	71	3.73	0.81	มาก
2.10 แบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	71	4.18	0.74	มาก
3. ด้านส่งเสริมการเรียนรู้				
3.1 การส่งเสริมให้เกิดความต้องการเรียนรู้	71	4.17	0.76	มาก
3.2 การคิดวิเคราะห์ปัญหา	71	4.10	0.68	มาก
3.3 การฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	71	4.14	0.72	มาก
3.4 การฝึกทักษะการคำนวณ	71	4.20	0.79	มาก
3.5 การสร้างให้เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	71	3.92	0.84	มาก

จากตารางดังกล่าวพบว่าความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ในด้านต่างๆเป็นดังนี้

ด้านรูปเล่ม

จากตารางที่ 2 นักศึกษาส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านรูปเล่มของเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ในแต่ละหัวข้อดังนี้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากจำนวน 39 คนคิดเป็นร้อยละ 54.17, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องรูปแบบตัวอักษรและขนาดเหมาะสมกับการอ่านจำนวน 34 คนคิดเป็นร้อยละ 47.22, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องรูปแบบตัวอักษรและขนาดเหมาะสมกับการอ่านจำนวน 34 คนคิดเป็นร้อยละ 47.22, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องเนื้อกระดาษมีความเหมาะสมกับการอ่าน 35 คนคิดเป็นร้อยละ 48.61, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องการจัดระยะห่างต่างๆในเอกสารประกอบการเรียนมีความเหมาะสม 40 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 ของกลุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 3 พบว่ามีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 อยู่ในระดับมากทุกเรื่องในด้านรูปเล่มโดยเรื่องที่มีความพึงพอใจเฉลี่ยมากที่สุดคือเรื่อง รูปแบบตัวอักษรและขนาดเหมาะสมกับ

การอ่าน (ระดับมาก, $\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.73) และเรื่องที่นักศึกษามีความพึงพอใจเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านรูปเล่มคือเรื่องรูปเล่มสวยงาม (ระดับมาก, $\bar{X} = 3.69$, S.D. = 0.91)

ด้านเนื้อหา

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ในด้านเนื้อหาในระดับมากในทุกหัวข้อย่อยซึ่ง นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในแต่ละหัวข้อย่อยดังนี้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชาจำนวน 38 คนคิดเป็นร้อยละ 52.78, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องเนื้อหาที่มีความถูกต้องและชัดเจนจำนวน 32 คนคิดเป็นร้อยละ 44.44, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องการเรียงลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอนเข้าใจง่ายจำนวน 39 คนคิดเป็นร้อยละ 54.17, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องภาษาและรูปแบบการเขียนเหมาะสมกับผู้เรียนจำนวน 32 คนคิดเป็นร้อยละ 44.44, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องเนื้อหาที่มีการประยุกต์และสอดคล้องเข้ากับรายวิชาอื่น ๆ จำนวน 33 คนคิดเป็นร้อยละ 45.83, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องเนื้อหาเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนจำนวน 45 คนคิดเป็นร้อยละ 62.50, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องตัวอย่างเข้าใจง่ายเหมาะสำหรับทำความเข้าใจจำนวน 37 คนคิดเป็นร้อยละ 51.39, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่อง ตัวอย่างมีการเรียงลำดับจากง่ายไปยากจำนวน 34 คนคิดเป็นร้อยละ 47.22, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องตัวอย่างมีความหลากหลายช่วยให้เข้าใจเนื้อหาจำนวน 32 คนคิดเป็นร้อยละ 44.44, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องแบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนจำนวน 30 คนคิดเป็นร้อยละ 41.67 ของกลุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 3 พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 อยู่ในระดับมากทุกเรื่องในด้านเนื้อหาโดยเรื่องที่มีความพึงพอใจเฉลี่ยมากที่สุดคือเรื่องเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา (ระดับมาก, $\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.62) และเรื่องที่นักศึกษามีความพึงพอใจเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านเนื้อหาคือเรื่องตัวอย่างมีความหลากหลายช่วยให้เข้าใจเนื้อหา (ระดับมาก, $\bar{X} = 3.73$, S.D. = 0.81)

ด้านส่งเสริมการเรียนรู้

จากตารางที่ 2 พบว่าในแต่ละหัวข้อย่อยของความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ด้านส่งเสริมการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจดังต่อไปนี้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องการส่งเสริมให้เกิดความต้องการเรียนรู้จำนวน 29 คนคิดเป็นร้อยละ 40.28, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องการคิดวิเคราะห์ปัญหาจำนวน 38 คนคิดเป็นร้อยละ 52.78, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องการฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์จำนวน 36 คนคิดเป็นร้อยละ 50.00, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องการฝึกทักษะการคำนวณจำนวน 33 คนคิดเป็นร้อยละ 45.83, มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในเรื่องการสร้างให้เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์จำนวน 33 คนคิดเป็นร้อยละ 45.83 ของกลุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 3 พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 อยู่ในระดับมากทุกเรื่องในด้านส่งเสริมการเรียนรู้โดยเรื่องที่มีความพึงพอใจเฉลี่ยมากที่สุดคือเรื่องการฝึกทักษะการคำนวณ (ระดับมาก, $\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.79) และเรื่องที่นักศึกษามีความพึงพอใจเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านเนื้อหาคือเรื่องการสร้างให้เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (ระดับมาก, $\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.84)

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 นี้ในระดับมากในด้านรูปเล่มด้านเนื้อหาและด้านส่งเสริมการเรียนรู้ในทุกหัวข้อย่อย ซึ่งหัวข้อที่นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีความเห็นตรงกันมากที่สุดคือในหัวข้อ เนื้อหาเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ซึ่งมีนักศึกษาแสดงความคิดเห็นอยู่ในระดับมากเป็นจำนวน 45 คนคิดเป็นร้อยละ 62.50 ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง และมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ที่ $\bar{X} =$

3.92 และ S.D. = 0.84 แต่หากพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยเลขคณิตในแต่ละหัวข้อแล้วพบว่าหัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตมากที่สุดได้แก่หัวข้อ เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา ซึ่งมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 4.31$ และ S.D. = 0.62 ซึ่งในหัวข้อนี้เป็นหัวข้อที่นักศึกษาเห็นตรงกันมากที่สุดของระดับความพึงพอใจมากที่สุดในแต่ละหัวข้อ และเรื่องที่นักศึกษามีความพึงพอใจเฉลี่ยน้อยที่สุดคือเรื่องรูปแบบสวยงาม ซึ่งมีระดับพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 3.69$ และ S.D. = 0.91)

จากการวิจัยนี้สามารถสรุปข้อเสนอแนะจากความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาเอกสารประกอบการสอนดังนี้

1. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนในเรื่องเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชาและเรื่องเนื้อหาเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนที่อยู่แล้วแต่ในด้านรูปแบบยังต้องพัฒนาเพื่อให้รูปแบบมีความสวยงามดึงดูดใจผู้อ่านมากขึ้น และด้านเนื้อหาควรมีตัวอย่างที่มีความหลากหลายเพื่อช่วยให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้นและด้านส่งเสริมการเรียนรู้ควรส่งเสริมการคิดให้เกิดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มากกว่านี้ดังเห็นได้จากเรื่องทั้ง 3 นี้มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในแต่ละด้าน

2. ถึงแม้ว่าความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 นี้จะมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกเรื่องทุกด้านแต่อย่างไรก็ตามจะพบว่าไม่มีเรื่องใดที่นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดดังนั้นจึงเป็นการดีที่จะพัฒนาเอกสารประกอบการสอนในเรื่องต่างๆต่อไปเพื่อให้นักศึกษาเกิดความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 มากที่สุด และควรมีการวิจัยความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 หลังจากได้มีการปรับปรุงเอกสารประกอบการสอนเพื่อเปรียบเทียบผลของการปรับปรุงเอกสารประกอบการสอน

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ต่อเอกสารประกอบการสอนรายวิชา แคลคูลัส 1 ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ปีการศึกษา 2558 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาเอกสารประกอบการสอนรายวิชาแคลคูลัส 1 ให้มีประสิทธิภาพต่อการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนและสอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษา ในอนาคตผู้วิจัยหวังว่าจะได้นำผลจากการวิจัยครั้งนี้ไปพัฒนาเอกสารประกอบการสอนให้ดียิ่งขึ้นและเป็นที่ต้องการของนักศึกษาต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณา เครือหงส์ และดร.รุจิรา คงนุ้ย สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศูนย์นนทบุรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประคอง ศรีสายทอง. 2545. การพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนภาษาอังกฤษเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2545.
- [2] สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.
- [3] ดิเรก ฤกษ์สาหร่าย. 2527. แนวคิดความพึงพอใจตามความต้องการพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนกรุงเทพมหานคร, 2527.
- [4] พิทักษ์ ตรุษทิม. ความพึงพอใจของประชาชนต่อการบริการงานทะเบียนศึกษาเฉพาะกรณีสำนักทะเบียน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกริก, 2538.
- [5] ทวีพงศ์ หินคำ. ความพึงพอใจของประชาชนต่อการควบคุมการจราจรด้วย ระบบคอมพิวเตอร์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. รัฐศาสตรมหาบัณฑิต การเมืองและการปกครอง บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2541.

- [6] วิรุฬห์ พรรณเทวี. การออกแบบ. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- [7] บุญเรือง ขจรศิลป์. วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- [8] เสรีย์ ตู่ประกาย. ความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนการสำรวจภาคสนาม (CVE5401), 2556 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [9] อุษณีย์ โภคา. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบ โปรแกรมใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ, 2554, วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวัฒนาบริหารธุรกิจ.
- [10] วิเชียร เกตุสิงห์. 2538. ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย: เรื่องง่ายๆ ที่บางครั้งก็พลาดได้. ข่าวสารการวิจัยการศึกษา, 2538, 18(3) หน้า 8 – 11.

การพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สู่การเรียนรู้วิชาแคลคูลัส
และการประยุกต์ โดยใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

Development Basic Mathematics Knowledge toward to Calculus and
Application Course by Using the Authentic Assessment.

กัญญลักษณ์ ทรัพย์กระจ่าง

Khanyaluck Subkrajang

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

papa_kab23@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สู่การเรียนรู้วิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ประชากรที่ศึกษาคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษาที่ 2558 จำนวน 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 3 เรื่อง ดังนี้ 1) การบวก ลบ คูณ ทหาร จำนวนจริง 2) เลขยกกำลังและทศนิยม 3) การบวก ลบ คูณ ทหาร เศษส่วน ซึ่งมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.73 0.97 และ 0.93 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วย t-test แบบ Dependent วิเคราะห์แบบประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน และวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

ผลการศึกษาพบว่า ผลการทดสอบสมมติฐาน ข้อมูลผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วย t-test แบบ Dependent ทั้งสามครั้ง คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกครั้ง

คำสำคัญ: วิจัยในชั้นเรียน ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ABSTRACT

This study aimed to solve the basic mathematics knowledge to learning calculus and applications of the Diploma Students at Rajamangala University of Technology, Nonthaburi Center. The population was 14 diploma students who enrolled second semester of calculus and applications in academic year 2015. The research instrument were pre and post achievement tests such as. 1) the combined of real number. 2) the exponents and decimals. and 3) the fractions. Which has the IOC of 0.73 0.97 and 0.93 respectively. Analyzed the results before and after learning by using the experiment with different between pretest and posttest scores by t-test Dependent. Analysis evaluated the activities of the students and analyzed the behavior of the students.

The study indicated that the hypothesis testing pre-test and post-tests scores by t-test Dependent. All of results for three times , the post-tests were higher than the pre-tests.

Keywords: classroom research, Knowledge of basic mathematics, Assessment for learning authentic.

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผลและสามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับทักษะการคำนวณ หรือแม้แต่ตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้นยังช่วยส่งเสริมการสร้างและใช้หลักการรู้จักการคาดคะเนแก้ปัญหา ไม่จำกัดการคิดคำนวณว่าต้องออกมาเพียงคำตอบเดียวหรือวิธีการเดียว คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาศักยภาพทางการคิด ให้มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบและมีแบบแผน สามารถช่วยวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ คณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญ ในการศึกษาเรื่องราวต่างๆที่อยู่รอบตัว รวมถึงศาสตร์อื่นๆ ในหลักสูตรทุกระดับการศึกษา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์จึงเป็นส่วนสำคัญในทุกระดับการศึกษา

เนื่องจากการเรียนวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี เป็นวิชาพื้นฐาน พบว่านักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้ มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์น้อยมาก ซึ่งถ้าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์น้อยจะส่งผลกระทบต่อเรียนรายวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ โดยผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน และไม่สามารถทำโจทย์แบบฝึกหัดได้ ก็จะทำให้การเรียนในวิชาดังกล่าว ไม่สามารถเรียนรู้และนำไปใช้ได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มาจัดกระบวนการเรียนการสอน โดยมีการเสริมกิจกรรม ฝึกทักษะ และมีการวัดผลการเรียนรู้ที่มีวิธีหลากหลาย โดยผู้วิจัยจะจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวทางของวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งเมื่อนำวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงมาใช้ จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการเรียนเนื้อหาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น สามารถทำโจทย์ปัญหาได้ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถนำไปใช้ในการเรียนวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนวิชาอื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุณี วัฒนพิมล [1] ได้ทำการวิจัย เรื่อง วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของผู้สอนที่สัมพันธ์กับขอบเขตการเรียนรู้ในวิชาหลักสถิติระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พบว่า มีกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผนการสอน ศึกษาวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2552 2) การใช้การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงระหว่างการสอน ได้แก่ การใช้การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงก่อนการสอน การใช้การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงระหว่างการสอน และภายหลังสิ้นสุดการสอน 3) การวัดและตรวจสอบผลการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง และพิจารณาผลย้อนกลับ และพบว่าวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของผู้สอนด้านพุทธิพิสัย วิธีการประเมินที่ใช้มากที่สุด คือ วิธีการใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์พฤติกรรม ด้านทักษะพิสัย วิธีการประเมินคือ วิธีการสังเกตพฤติกรรม ด้านจิตพิสัย คือ วิธีการสังเกตด้านพุทธิพิสัยร่วมกับด้านจิตพิสัย คือ วิธีการทำแบบฝึกหัด ด้านพุทธิพิสัยร่วมกับด้านทักษะพิสัย คือ วิธีการทำแบบฝึกหัด ด้านจิตพิสัยร่วมกับด้านทักษะพิสัย คือ วิธีการสังเกตพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัยร่วมกับด้านจิตพิสัยร่วมกับด้านทักษะพิสัย คือวิธีการใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์

สุรินดา บรรจงรักษา [2] ได้ทำการวิจัยเรื่องประสิทธิผลของการประเมินตามสภาพจริงในกระบวนการเรียนรู้วิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ภาษาไทยโดยวิธีธรรมชาติบูรณาการกับการประเมินตามสภาพจริงมีความเข้าใจในการอ่านภาษาไทยและมีความสามารถในการเขียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนภาษาไทยในระดับมาก ประสิทธิผลของการประเมินตามสภาพจริงในกระบวนการเรียนรู้วิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. นักเรียนที่

ได้รับการเรียนรู้ภาษาไทยโดยวิธีธรรมชาติบูรณาการกับการประเมินตามสภาพจริงมีความเข้าใจในการอ่านภาษาไทยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ภาษาไทยโดยวิธีธรรมชาติบูรณาการกับการประเมินตามสภาพจริงมีความสามารถในการเขียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ภาษาไทยแบบธรรมชาติบูรณาการกับการประเมินตามสภาพจริงมีความพึงพอใจในการเรียนภาษาไทยอยู่ในระดับมาก

สุปราณี เพชร [3] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพและ ประสิทธิผลของการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง ได้แก่ แบบประเมินรูปแบบการประเมินตามสภาพจริงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการประเมินตามสภาพจริงสำหรับครูผู้สอนและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.82 แบบทดสอบระหว่างเรียน 3 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่น 0.73 0.74 และ 0.75 ตามลำดับ แบบวัดความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.94 ส่วนแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรายบุคคล แบบบันทึกการตรวจงาน ใบงานและแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 – 1.00 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติพื้นฐานและทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test for dependent samples และ One-way ANOVA ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในระดับมากที่สุด 2. การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงมีประสิทธิภาพ 84.67/85.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 3. ประสิทธิภาพของการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง พิจารณา 3 ด้าน 3.1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการประเมินตามสภาพจริงสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น 3.3 ด้านความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการประเมินตามสภาพจริง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาเรื่อง “การพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สู่การเรียนรู้วิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ โดยใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง” เป็นการศึกษากลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษาที่ 2558 กลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 14 คน

เครื่องมือในการวิจัยประกอบไปด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ การหาคุณภาพเครื่องมือ ดำเนินการโดย ประเมินเครื่องมือการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดผล การศึกษา 1 ท่าน โดยค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ แบ่งเป็นดังนี้

1) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหาร จำนวนจริง ค่าความสอดคล้อง เท่ากับ 0.73 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลังและทศนิยม ค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.97 3) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหาร เศษส่วน ค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.93 และแบบฝึกความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลผลคะแนนก่อนเรียน - หลังเรียน ด้วยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน กับหลังเรียน ด้วย t-test แบบ Dependent [4]

แบบประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน พฤติกรรมที่สังเกต เช่น การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น มีความกระตือรือร้นในการทำงาน รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ ใช้เวลาในการทำงานได้อย่างเหมาะสม

และแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พฤติกรรมที่สังเกต เช่น ความสนใจในการเรียน การมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในการอภิปราย การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การตอบคำถาม ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย โดยผู้สอนเป็นผู้สังเกต

4. ผลการวิจัย

วิเคราะห์ผลการทดสอบสมมติฐาน ข้อมูลผลคะแนนก่อนเรียน - หลังเรียน ด้วยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน กับหลังเรียน ด้วย t-test แบบ Dependent ทั้ง 3 ครั้ง 3 เรื่อง ผลเป็นดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ก่อนและหลังการเรียนการสอนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหาร จำนวนจริง

การทดสอบ	n	\bar{X}	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	12	5.67	31	133	4.080**
หลังเรียน	12	8.26			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนหลังการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียนการสอนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2 เรื่อง เลขยกกำลังและทศนิยม

การทดสอบ	n	\bar{X}	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	14	1.64	56	318	5.566**
หลังเรียน	14	5.64			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนหลังการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ก่อนและหลังการเรียนการสอนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 3 เรื่อง การบวก ลบ คูณ เศษส่วน

การทดสอบ	n	\bar{X}	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	12	6.5	21	127	2.116**
หลังเรียน	12	8.25			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนหลังการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์แบบประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับดีและระดับปานกลาง และการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับดีขึ้นจากสอนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4 ผลจากการประเมินพฤติกรรมการทำงานกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน

ผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน	จำนวน(กลุ่ม)
พฤติกรรมอยู่ในระดับดี	2
พฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง	2
พฤติกรรมอยู่ในระดับต้องปรับปรุง	-
รวม	4

ตารางที่ 5 ผลจากการประเมินพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

ผลการประเมินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นรายบุคคล	จำนวน(คน)
ทำงานอยู่ในระดับดี	8
ทำงานอยู่ในระดับพอใช้	6
ทำงานอยู่ในระดับต้องปรับปรุง	-
รวม	15

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ครั้ง ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 เรื่อง ดังนี้ เรื่อง 1) การบวก ลบ คูณ หาร เลขจำนวนจริง 2) เลขยกกำลังและทศนิยม 3)การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญส่วนหนึ่งในการเรียนวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ ผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนมาพร้อมด้วย และใช้สูตร t-test แบบ Dependent ในการวิเคราะห์ผลจากการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน พบว่าจากการทดสอบทั้งสามครั้ง คะแนนหลังการสอนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนทั้งสามครั้ง

จากการวิเคราะห์แบบประเมินการทำงานกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน จากพฤติกรรมที่สังเกต ดังนี้ การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น มีความกระตือรือร้นในการทำงาน รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ ใช้เวลาในการทำงานได้อย่างเหมาะสม โดยผู้สอนเป็นผู้สังเกต พบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับดีและระดับปานกลาง นอกจากนี้ผู้สอนยังพบว่าผู้เรียนบางรายเวลาทำกิจกรรมกลุ่มจะไม่ค่อยช่วยเพื่อนทำงาน จะใช้เวลาในการทำงานนานเป็นบางกลุ่ม

จากวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ความสนใจในการเรียน การมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในการอภิปราย การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การตอบคำถาม ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย โดยผู้สอนเป็นผู้สังเกตพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับดีขึ้นจากสอนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผู้สอนยังพบว่า ผู้เรียนบางรายขาดการรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น และผู้เรียนบางรายพอไม่เข้าใจเนื้อหาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ก็ทำให้ไม่อยากทำแบบฝึกหัดในวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ แต่หลังจากที่ได้สอนเนื้อหาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไปแล้วทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและทำโจทย์แบบฝึกหัดได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการผลการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาแคลคูลัสและการประยุกต์ หรือรายวิชาอื่นๆ ด้านการสอนเสริมหรือการพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย ควรมีการส่งเสริมและพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อนเข้าเรียน และระหว่างเรียน ให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ หรือแม้แต่ในรายวิชาอื่นๆ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์สุณี วัฒนพิมล อาจารย์ทักษิณา เครือหงส์ อาจารย์รุจิรา คงนุ้ย และอาจารย์สมชาย สมโภชพิสุทธิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศูนย์นนทบุรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิทุกท่าน ที่สละเวลาให้คำปรึกษาการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุณี วัฒนพิมล. วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของผู้สอนที่สัมพันธ์กับขอบเขตการเรียนรู้ในวิชาหลักสถิติระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, 2558.
- [2] สุรินดา บรรจงรักษา. ประสิทธิภาพของการประเมินตามสภาพจริงในกระบวนการเรียนรู้วิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.
- [3] สุปราณี เพชรา. การพัฒนารูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพมหานคร. ปริญญาโท กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.
- [4] อนุวัติ คุณแก้ว. การทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วย t-test แบบ Dependent. 2557. สืบค้นจาก <http://research.pcru.ac.th/researchV2/index.php/forum/22/16-t-test>. วันที่สืบค้น 18 เมษายน 2559.

การประเมินความเสี่ยงของการประกันภัยทางทะเลและการขนส่งสินค้า
ด้วยความน่าจะเป็นรูอินเวลาจำกัด โดยที่ค่าสินไหมทดแทนมีการแจกแจงแบบพารีโต

Risk Assessment of Marine Cargo Insurance
by Finite-Time Ruin Probability with Pareto claim

นายก้องภพ ศิริบุตร¹
Kongpop Siribute¹

^{*1} คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
*Thaipu_undong@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการประเมินความเสี่ยงของการประกันภัยทางทะเลและการขนส่งสินค้า ด้วยความน่าจะเป็นรูอินเวลาจำกัด โดยใช้ข้อมูลจากบริษัทไทยรับประกันภัยต่อ จำกัด (มหาชน) ที่มีการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนตั้งแต่ 3 ล้านบาทขึ้นไป โดยให้การเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนมีการแจกแจงแบบพารีโต และเวลาของการเกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนมีการแจกแจงแบบปัวซอง และทำการจำลองสถานการณ์ 20,000 สถานการณ์ ซึ่งกำหนดเวลาในการจำลองสถานการณ์เป็น 2 กรณีคือ 6 เดือน 1 ปี เพื่อพิจารณาเงินส่วนเกิน (เงินทุน) ณ เวลาที่เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน จากกระบวนการส่วนเกิน

$$U_0 = u, U_n = U_{n-1} + cZ_n - Y_n, n = 1, 2, 3, \dots$$

จากนั้นผู้วิจัยจะทำการหาสมการการถดถอยระหว่างความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่อง กับเงินทุน เริ่มต้นในรูปแบบเลขชี้กำลัง $h(u) = \gamma e^{-\delta u}$

คำสำคัญ: ความน่าจะเป็นรูอิน, กระบวนการส่วนเกิน, การประกันภัยทางทะเลและการขนส่งสินค้า

ABSTRACT

The objective of this research is to risk assessment by finite-time ruin probability of Marine Cargo Insurance that has a claim size more than three million baht of Thai Reinsurance Public Company Limited. Giving of the claim size is pareto distribution. And determining surplus six months, one year and five years with 20,000 iterations, from surplus process.

$$U_0 = u, U_n = U_{n-1} + cZ_n - Y_n, n = 1, 2, 3, \dots$$

After that we estimate the parameters of ruin probability density function, $h(u) = \gamma e^{-\delta u}$, by using least square method.

Keywords: ruin probability, surplus process, Marine Cargo Insurance

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบเศรษฐกิจของทุกประเทศจะต้องมีการซื้อขายสินค้าไม่ว่าจะเป็นการนำเข้าสินค้าหรือการส่งออกสินค้า และสินค้าพวกนี้ต้องได้พึ่งพาการขนส่งซึ่งมีอยู่หลายประเภทเช่น การขนส่งด้วยรถยนต์ การขนส่งด้วยเครื่องบิน การขนส่งด้วยเรือ เป็นต้น จะเห็นว่า การขนส่งด้วยเรือ มีความสำคัญมากเพราะสามารถเชื่อมโยงได้ในหลายๆประเทศหรือขนส่งสินค้าข้ามทวีปได้ สามารถขนส่งสินค้าได้ทีละเยอะๆและมีราคาถูกจึงเป็นที่นิยมสำหรับสินค้าทางการเกษตร งานอุตสาหกรรม หรืองานที่ต้องอาศัยการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งบริษัทที่รับขนส่งจะต้องทำประกันภัยกับบริษัทรับประกันภัยเพื่อป้องกันการสูญเสียระหว่างการขนส่ง ซึ่งความสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้นบริษัทที่รับประกันภัยจะต้องรับผิดชอบ ดังนั้นความสูญเสียที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อสภาพคล่องของบริษัทที่รับประกันภัย นั่นคือจะเกิดความเสียหายว่าบริษัทจะมีเงินทุนสำรองเพียงพอหรือไม่ในกรณีที่เกิดการสูญเสียที่มีมูลค่ามากๆ

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการประเมินความเสี่ยงให้กับบริษัทที่รับประกันภัยทางทะเลและขนส่งสินค้า เพื่อศึกษาแนวโน้มค่าสินไหมทดแทนที่เกิดขึ้นตลอดจนอาจเป็นแนวทางเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากเงินทุนเริ่มต้นของการรับประกันภัยทางทะเลและการขนส่งสินค้า

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากกระบวนการความเสี่ยงสมัยเก่าเราพิจารณาให้ขนาดของความเสียหาย Y_n เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลา T_n ที่ซึ่ง $0 \leq T_1 \leq T_2 \leq \dots \leq T_n \leq \dots$ ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องจะเกิดขึ้น ณ เวลา $T_n, n \in \mathbb{N}$ และสามารถนิยามกระบวนการความเสี่ยงแบบไม่ต่อเนื่องได้เป็น [1]

$$U_n = u + cT_n - \sum_{i=1}^n Y_i, \quad U_0 = u; \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

ใน ค.ศ. 2007 Wai-Sum Chan and Lianzeng Zhang ได้พิจารณากระบวนการความเสี่ยงแบบไม่ต่อเนื่องภายใต้สมมติฐาน $T_n = n$ ซึ่งได้กระบวนการความเสี่ยง หรือกระบวนการส่วนเกิน

$$U_n = u + cn - \sum_{i=1}^n Y_i, \quad U_0 = u; \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

และได้เสนอสูตรเวียนเกิดและสูตรที่ชัดเจนสำหรับตัวแบบความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่อง โดยที่มูลค่าของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนให้มีการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง หรือแบบเรขาคณิต [2]

ใน ค.ศ. 2012 ก้องภพ ศิริบุตร และวัชรินทร์ คล่องดี ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงด้วยความน่าจะเป็นรู้นเวลาจำกัดในการประกันอัคคีภัยที่มีขนาดของค่าสินไหมทดแทนมากกว่า 20 ล้านบาท จากกระบวนการส่วนเกิน

$$U_0 = u, U_n = U_{n-1} + cZ_n - Y_n, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

โดยที่พิจารณาให้ Y_n มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ Z_n เป็นเวลาระหว่างการเกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนครั้งที่ n กับ ครั้งที่ $n-1$, ให้ Z_n มีการแจกแจงแบบปัวซอง และ c คืออัตราเบี้ยประกันต่อหนึ่งหน่วยเวลา [3]

3. วิธีการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากบริษัทไทยรับประกันภัยต่อ จำกัด (มหาชน) ที่มีการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนตั้งแต่ 3 ล้านบาทขึ้นไป โดยพิจารณาให้การเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนมีการแจกแจงแบบพารีโต และเวลาของการเกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนมีการแจกแจงแบบปัวซอง จากนั้นทำการจำลองสถานการณ์ 20,000 สถานการณ์ ซึ่งกำหนดเวลาในการจำลองสถานการณ์เป็น 2 กรณีคือ 6 เดือน 1 ปี เพื่อพิจารณาเงินส่วนเกิน (เงินทุน) ณ เวลาที่เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน จากกระบวนการส่วนเกิน

$$U_0 = u, U_n = U_{n-1} + cZ_n - Y_n, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

โดยที่ c เป็นอัตราเบี้ยประกันต่อหนึ่งวัน Y_n มีการแจกแจงแบบพารีโต มีพารามิเตอร์เป็น $\beta = 3.00$, $\alpha = 0.9461$ และ $Z_n = T_n - T_{n-1}$ มีการแจกแจงแบบปัวซองซึ่งได้พารามิเตอร์เป็น $\lambda = 15.102$

ซึ่งจะศึกษาความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องเวลาจำกัดภายใต้ข้อกำหนด

$$0 \leq T_1 \leq T_2 \leq \dots \leq T_n \leq T$$

โดยให้ $T = 6$ เดือนและ 1 ปี กล่าวคือจะพิจารณาความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องในเวลาจำกัดเป็น 2 กรณี คือ

1. $T = 6$ เดือน พิจารณาจาก

$$P\left(U_n < 0, \exists n = 1, 2, 3, \dots, U_0 = u, \sum_{i=1}^n Z_i \leq 183\right)$$

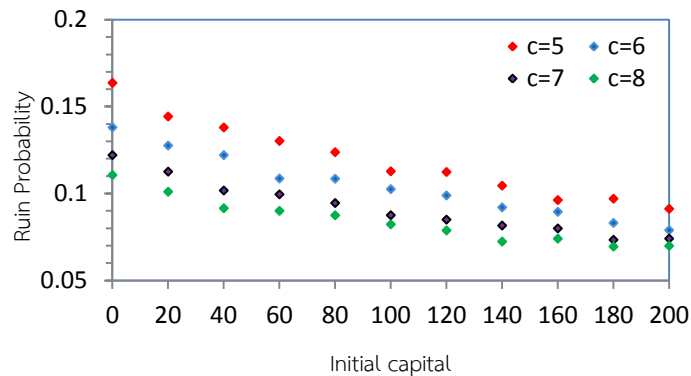
2. $T = 1$ ปี พิจารณาจาก

$$P\left(U_n < 0, \exists n = 1, 2, 3, \dots, U_0 = u, \sum_{i=1}^n Z_i \leq 365\right)$$

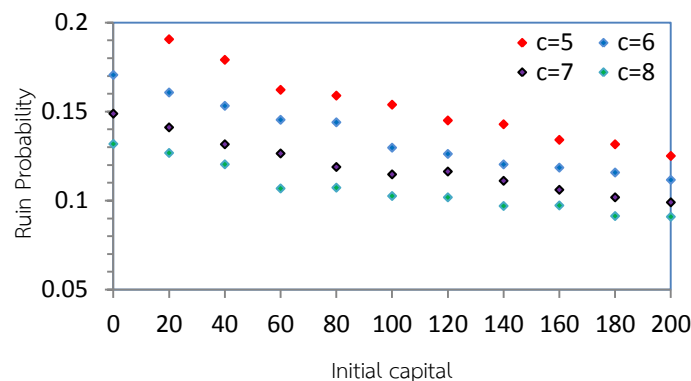
จากนั้นผู้วิจัยจะทำการหาสมการการถดถอยระหว่างความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่อง กับเงินทุนเริ่มต้นในรูปแบบเลขชี้กำลัง $h(u) = \gamma e^{-\delta u}$

ผลการวิจัย

จากการทดลองที่ได้จะแสดงผลเป็นกราฟ โดยให้แกนนอนเป็นเงินทุนเริ่มต้น และแกนตั้งเป็นความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่อง ซึ่งกำหนดให้เบี้ยประกัน $c = 5, 6, 7, 8$ ล้านบาท มีผลการทดลองดังนี้



ภาพที่ 1 ความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องในเวลา 6 เดือน

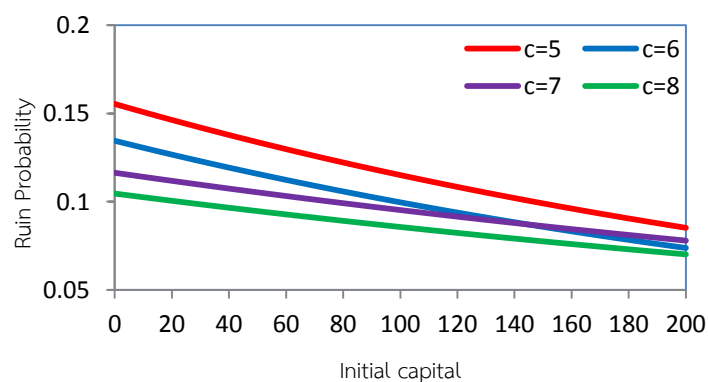


ภาพที่ 2 ความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องในเวลา 1 ปี

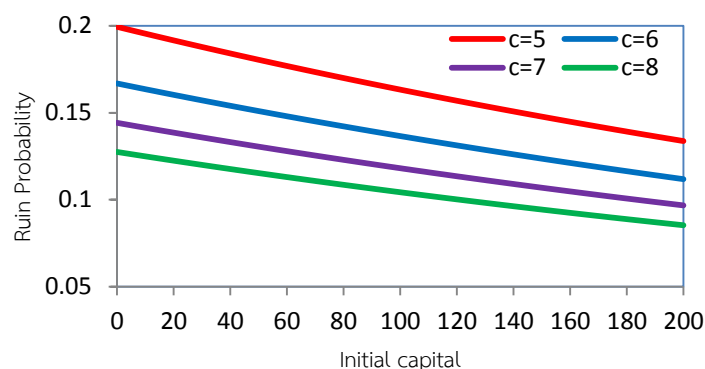
จากนั้นเมื่อได้ความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการหาสมการการถดถอยระหว่างความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่อง กับเงินทุนเริ่มต้นในรูปแบบเลขชี้กำลัง $h(u) = \gamma e^{-\delta u}$ ซึ่งจะได้ค่าประมาณของฟังก์ชัน $h(u) = \gamma e^{-\delta u}$ ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของสมการการถดถอยจากการจำลองสถานการณ์

premium rate	6 month		1 year	
	γ	δ	γ	δ
$c = 5$	0.3526	0.0889	0.3526	0.0889
$c = 6$	0.3191	0.0916	0.3191	0.0916
$c = 7$	0.3021	0.0953	0.3021	0.0953
$c = 8$	0.2681	0.0987	0.2681	0.0987



ภาพที่ 3 ความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องจากสมการการถดถอยในเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 4 ความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่องจากสมการการถดถอยในเวลา 1 ปี

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการทำวิจัยครั้งนี้สามารถประเมินความเสี่ยงในการลงทุนเกี่ยวกับการประกันภัยทางทะเลและการขนส่งสินค้าโดยการกำหนดเงินทุนเริ่มต้นและอัตราเบี้ยประกัน ซึ่งสะท้อนผลออกมาในรูปแบบของความน่าจะเป็นที่จะขาดสภาพคล่อง และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการลงทุนด้านต่างๆได้ เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อน

แต่วิธีการนี้เป็นเพียงแค่วิธีการหรือแนวทางหนึ่งเท่านั้นในการหาความเสี่ยงของการประกันภัยทางเรือ และการขนส่งสินค้า และเนื่องจากช่วงเวลาที่ใช้ศึกษาวิจัยก็เป็นเพียงช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ถ้าเพิ่มหรือเปลี่ยนช่วงเวลาศึกษาวิจัยผลวิจัยที่ได้อาจมีค่าเปลี่ยนแปลงก็ได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัทไทยรับประกันภัยต่อ จำกัด (มหาชน) ที่กรุณาให้ข้อมูลในการทำวิจัย และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Klongdee, W., Sattayatham P., Sangaroon, K. **A value function of discrete-time surplus process under investment and reinsurance credit risk.** For East Journal of Theoretical Statistics, 2010, 32(2), p.p. 183-198.
- [2] Chan, W. S., Zhang L. **Direct derivation of finite-time ruin probabilities in the discrete risk model with exponential or geometric claims.** North American Actuarial Journal, 2007, 10(4), p.p. 269-279.
- [3] Siribute, K., Klongdee, W. **Risk assessment with finite-time ruin probability in fire-insurance.** 25th National Graduate Research Conference, 2012.
- [4] Mikosch, T. **Non-Life Insurance Mathematics: An Introduction with the Poisson Process.** Springer, Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
- [5] ชีระพร วีระถาวร. **ความน่าจะเป็นเบื้องต้น ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- [6] ประสิทธิ์ พัทธ์พงษ์. **สถิติเชิงคณิตศาสตร์ ทฤษฎีและการประยุกต์.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.
- [7] สายชล สินสมบูรณ์ทอง. **สถิติคณิตศาสตร์ 1.** กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์, 2549.
- [8] สุณี อัญญาอุธ. **การวิเคราะห์เชิงตัวเลข 1.** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542.
- [9] ศิริรัตน์ วงศ์ประกรณ์กุล. **การเสี่ยงและการประกันภัย.** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- [10] บริษัทไทยรับประกันภัยต่อจำกัด. **สถิติรายไตรมาส การประกันภัยทางทะเลและการขนส่งสินค้า,** 2555.

SHAPOVALOV'S ALGORITHM WITH SMALL INITIAL CONDITION

ขั้นตอนวิธีของชาโปวาลอฟ สำหรับค่าเริ่มต้นไม่เกิน 100,000

นางสาวหทัยพันธ์ หงษ์เจ็ด

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

*hathaipan.hong@samakkhi.ac.th

บทคัดย่อ

ขั้นตอนวิธีของชาโปวาลอฟ กำหนด $a_f = \frac{f(1) + f(2) + f(3) + \dots + f(n)}{n}$ เมื่อ $f(1)=1$ ซึ่งเป็นฟังก์ชัน

หนึ่งต่อหนึ่งและทั่วถึง ดังนั้น คำถามที่น่าสนใจ คือ ค่า $f(1)$ ของการเรียงสับเปลี่ยน f ที่มีสมบัติข้างต้น สามารถเป็นจำนวนนับใดได้บ้าง จึงพิจารณาฟังก์ชัน f เมื่อค่าเริ่มต้น $k < 100,000$ โดยสร้างฟังก์ชันในโปรแกรม excel spread sheet เป็นตัวช่วยคำนวณ และซึ่งพบว่า มีบางสมบัติที่สอดคล้องกับ f เมื่อ $k=1$ และยังพบสมบัติเพิ่มเติมนอกเหนือจาก f เมื่อ $k=1$ อีกด้วย

คำสำคัญ: Shapovalov's algorithm , number theory, integral average

ABSTRACT

Shapovalov's algorithm define $a_f(n) = \frac{f(1) + f(2) + f(3) + \dots + f(n)}{n}$, $f(1)=1$. Then

Venkatachala can proof that function is bijection. It is interesting to know whether these behaviors carry across any initial condition k . So we consider function f when the initial is less than 100,000. We also use the computer calculation to calculate the value of $f(n)$ and show the graph of f . Finally , we found some properties that relate with the properties of f when $k=1$. We also found some more consequences when k is any natural number.

Keywords: Shapovalov's algorithm , number theory, integral average

1. บทนำ

In this work, we are interested in an integral function with integral average, that is, a function f on the set of positive integers \mathbb{N} such that its average function a_f defined by $a_f(n) = \frac{1}{n}(f(1) + \dots + f(n))$ is also a function on \mathbb{N} . Trivial examples of such functions are constant functions and eventually constant functions. Thus, we will exclude these functions from our study. Specifically, we are interested in constructing these functions using Shapovalov's algorithm[1] and Venkatachala's algorithm[2].

Shapovalov define, recursively, a function on \mathbb{N} which we will denoted by $f_{1,1}$ via

$$f_{1,1}(n) = \begin{cases} a_f(n) & , a_f(n) \notin \{f(1), \dots, f(n-1)\} \\ a_f(n) + n & , \text{otherwise} \end{cases} \quad , \text{with } f_{1,1}(1)=1.$$

He then show that $f_{1,1}$ is a bijective function on \mathbb{N} with integral averages. Venkatachala, on the other hand, define a function on \mathbb{N} which we will denoted by $f_{k,\infty}$ for $k=1$ via a greedy algorithm by setting $f_{k,\infty}(1)=k$ and $f_{k,\infty}(n)$ is the least number $m \in \mathbb{N}$ such that $m \notin \{f_{k,\infty}(1), \dots, f_{k,\infty}(n-1)\}$ and n divides $f_{k,\infty}(1)+\dots+f_{k,\infty}(n-1)+m$. He then show that $f_{1,1}=f_{1,\infty}$ and, moreover, $a_{f_{1,\infty}}(n) \notin \{f_{1,\infty}(1), 2, \dots, f_{1,\infty}(n-1)\}$ if and only if $a_{f_{1,\infty}}(n+1)=a_{f_{1,\infty}}(n)$ while $a_{f_{1,\infty}}(n) \in \{f_{1,\infty}(1), 2, \dots, f_{1,\infty}(n-1)\}$ if and only if $a_{f_{1,\infty}}(n+1)=a_{f_{1,\infty}}(n)+1$.

It is interesting to know whether these behaviors carry across any initial condition k . Due to the complexity of the algorithm, we will be using both mathematical proofs and computer calculations to solve the problem for small k , say $k \leq 100, 1000$.

The initial segments of these sequences will be published publicly online using [googlesheets](https://docs.google.com/spreadsheets/) which will allow any interested readers to download a copy and easily change the initial condition.

For the rest of this work, we will denote the set of integers by \mathbb{Z} and the set of positive integers by \mathbb{N} . We will use the notation $a|b$ for a divides b and $a \% b$ for the remainder of a divided by b . Also, we will define

$$f_{k,l}(n) = \begin{cases} a_{f_{k,l}}(n-1) \% n & , a_{f_{k,l}}(n) \% n \notin \{k, f_{k,l}(1), f_{k,l}(n-1)\} \\ a_{f_{k,l}}(n-1) \% n & , \text{otherwise} \end{cases}$$

and

$$f_{k,l+1}(n) = \begin{cases} f_{k,l}(n) & , f_{k,l}(n) \notin \{f_{k,l}(1), \dots, f_{k,l}(n-1)\} \\ f_{k,l}(n) + n & , \text{otherwise} \end{cases}$$

where $f_{k,l+1}(1)=k$ for all $l \in \mathbb{N}$.

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

From the relative journal we have function f and function h that satisfy to the equation

$$h(n) = \frac{f(1) + f(2) + \dots + f(n)}{n} \quad \text{for the initial } f(1) = 1 \quad \text{and we have lemma 1 ,}$$

1. h is nondecreasing and $h(n) \leq n$
2. $h(n+1) = h(n)$ or $h(n)+1$ for all $n \in \mathbb{N}$
3. $h(n+1) = h(n)$ if and only if $f(n+1)=h(n)$ for all $n \in \mathbb{N}$
4. $h(n+1) = h(n)+1$ if and only if $f(n+1)=h(n)+n+1$ for all $n \in \mathbb{N}$

Theorem 1 f and h also satisfy for all $n \in \mathbb{N}$

5. $h(h(n))+h(n+1) = n+2$
6. $f(f(n))=n$
7. $h(h(n)+n) = n+1$

And by theorem 1.5 , value of h also relate with Golden ratio and h is uniquely

3. Research methodology

To know whether these behaviors carry across any initial condition k. Due to the complexity of the algorithm, we will be using both mathematical proofs and computer calculations to solve the problem for small k, say $k < 100,000$. The initial segments of these sequences will be published publicly online using ([excelcalculator](#)) which will allow any interested readers to download a copy and easily change the initial condition.

Result

Proposition 1

Let $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ be a function with integral average. For any $n \in \mathbb{N}$,

$$a_f(n) = a_f(n-1) + t \quad \text{if and only if} \quad f(n) = a_f(n-1) + tn.$$

Moreover, if $f(n) = a_f(n-1) + tn$, for some $t \in \mathbb{N} \cup \{0\}$, and $a_f(n-1) = a_f(n-1) + sn$ for some $s \in \mathbb{N} \cup \{0\}$, then $a_f(n) = a_f(n-1) + t + s$.

Proposition 2

The function $f_{k,\infty}$ is always injective. The function $f_{k,\infty}$ is injective if and only if $f_{k,l} = f_{k,l'}$. In which case, we also have $f_{k,l} = f_{k,l'}$ for all $l' > l$.

Proof

By definition of $f_{k,\infty}$, $f_{k,\infty}(n) \in \{f_{k,\infty}(1), \dots, f_{k,\infty}(n-1)\}$ for all $n \in \mathbb{N}$. Thus $f_{k,\infty}$ must be injective. we suppose $f_{k,l} < f_{k,\infty}$ and $f_{k,l}$ is injective. Let $f_{k,\infty}(n) = f_{k,l}(n) + tn$ then by definition $f_{k,l}(n) \in \{f_{k,\infty}(1), \dots, f_{k,\infty}(n-1)\}$ suppose $j < n$ such that $f_{k,l}(n) = f_{k,l}(j)$ so it's contradict to $f_{k,l}$ is injective

By the ways , if $f_{k,l}(n) \in \{f_{k,1}(1), f_{k,1}(2), \dots, f_{k,1}(n-1)\}$ then by definition (1) we have $f_{k,l}(n) = f_{k,1}(n) + tn$.

Proposition 3

If $f_{k,\infty} = f_{k,1}$, then $k \in \{2,3,5,7,11,13,17,29,31,37,41,43,53,61,67,71,73,79,83,89\} \cup \{4,6,8,12,24,25,26,33,38,48,49,57,68,69,87,88,91\}$ ([excelcalculator](#))

Theorem 4

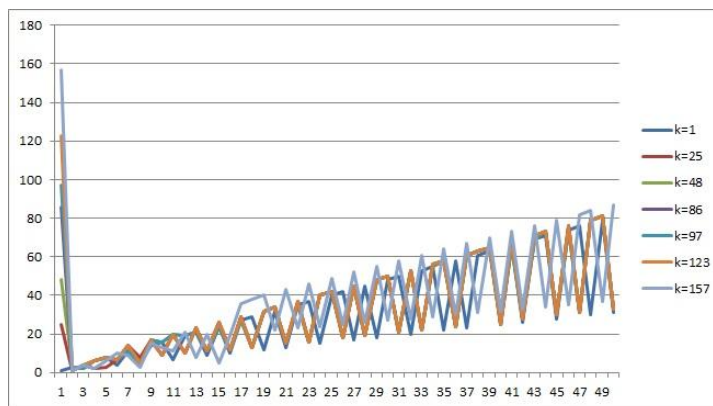
Let $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ with integral averages. Assume that there is n_f such that $a_f(n_f) \leq n_f$, and $a_f(n-1) \leq f(n) \leq a_f(n-1) + n$, for all integers $n_f < n \leq 2n_f$, Particularly, we have

Lemma 5

$$f_{k, \uparrow}(n) = \begin{cases} a_{f_{k, \uparrow}}(n-1) & , a_f(n) = a_f(n-1) \\ a_{f_{k, \uparrow}}(n-1) + n & , a_f(n) = a_f(n-1) + 1 \end{cases}$$

For example, when $k=14$, $n_{f_{k, \infty}}=9$. Actually, we have $a_{f_{k, \infty}}(9)=8$, $a_{f_{k, \infty}}(18)=13$, and $\max\{f_{k, \infty}(1), \dots, f_{k, \infty}(n^0)\} = f_{k, \infty}(8) = 22$. Actually, $n_{f_{k, \infty}}$ always exists for $k \leq 100, 000$.

The graph of $n_{f_{k, \infty}}$ vs k is shown below.



The graph compares the value of f between different initial $f(n)$ with different initial ($k=1, 25, 48, 86, 97, 123, 157$). So we have 7 lines graph on the chart but when n is approaching to infinity you will see only 3 lines graph. This chart also show us that there exist some of $f_{k, \infty}$ with the different initial are similar. (the table of f with different initial was show table of $f(n)$)

We conjecture that $n_{f_{k, \infty}}$ always exists for all k . We have yet able to prove this, however.

Corollary 6

Let $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ with integral averages. Assume that there is n_f such that $a_f(n_f) \leq n_f$, and $a_f(n-1) \leq f(n) \leq a_f(n-1) + n$, for all integers $n_f < n \leq 2n_f$. Then the following results hold.

1. For all $n > n_f$, $a_f(n+2) > a_f(n)$
2. The range of the function a_f is

$$\{a_f(1), \dots, a_f(n_f - 1)\} \cup \{a_f(n_f), a_f(n_f) + 1, a_f(n_f) + 2, \dots\}.$$

3. The range of the function f is

$$\{f(1), f(2), \dots, f(n_f - 1)\} \cup \{a_f(n_f), a_f(n_f) + 1, a_f(n_f) + 2, \dots\}.$$

4. The function f is surjective if and only if

$$\{1, 2, \dots, a_f(n_f) - 1\} \subseteq \{f(1), \dots, f(n_f - 1)\}. \quad [\text{Corollary 6.4}]$$

Proof

(Corollary 6.1)

Let $n \geq n_f$, Following to [Lemma 5

$$a_f(n+1) \leq a_f(n+2) \text{ and } a_f(n+2) = a_f(n+1) \text{ or } a_f(n+1)+1$$

If $a_f(n+2) = a_f(n+1)$, then $f(n+2) = a_f(n+1)$ and hence $a_f(n+1)$ is not in the set $\{f(1), \dots, f(n), f(n+1)\}$, by definition. But if $a_f(n+1) = a_f(n)$, then $f(n+1) = a_f(n) = a_f(n+1)$, it follow by $a_f(n+1) \in \{f(1), \dots, f(n), f(n+1)\}$. It's contradict to the definition of f , then $a_f(n+2) \geq a_f(n+1) = a_f(n) + 1$ so it follow by $a_f(n+2) > a_f(n) + 1$.

(Corollary 6.2)

For $n > n_f$, following to [Lemma 5

$$a_f(p) = \begin{cases} a_f(n_f)+2 & , a_f(m)+1 = a_f(p) \\ a_f(n_f)+1 & , \text{otherwise} \end{cases} \quad [?]$$

And by [Lemma 5

For $n \leq n_f$ the range of $a_f(n)$ is $\{a_f(1), a_f(2), a_f(3), \dots, a_f(n_f - 1)\}$. Now we can conclude that the range of the function a_f is $\{a_f(1), \dots, a_f(n_f - 1)\} \cup \{a_f(n_f), a_f(n_f)+1, a_f(n_f)+2, \dots\}$.

(Corollary 6.3)

When we consider the range of f , we also consider the same case as $a_f(n)$, first case, when $n > n_f$, following to Section [0], suppose $m = n_f + 1$ and $a_f(m) = a_f(n_f)$ or $a_f(n_f) + 1$.

Suppose $p = m + 1 = n_f + 2$ by Section [0], we know that

$$\begin{aligned} a_f(n_f) + p, a_f(m) &= a_f(n_f) \\ f(p) = a_f(n_f) + 1, a_f(m) = a_f(p) &= a_f(n_f) + 1 \\ a_f(n_f) + p + 1, &\text{ otherwise} \end{aligned}$$

And by [Lemma 5

Next we will prove that the function f is surjective if and only if

$$\{1, 2, 3, \dots, a_f(n_f) - 1\} \subseteq \{f(1), 2, \dots, f(n_f - 1)\}.$$

And for $n < n_f$, the range of f is $\{f(1), 2, f(2), 3, \dots, f(n_f - 1)\}$. Now we can conclude that the range of the function f is

$$\{a_f(1), 2, \dots, a_f(n_f - 1)\} \cup \{a_f(n_f), a_f(n_f) + 1, a_f(n_f) + 2, \dots\}.$$

Next we will prove that the function f is surjective if and only if

$$\{1, 2, 3, \dots, a_f(n_f) - 1\} \subseteq \{f(1), 2, \dots, f(n_f - 1)\}.$$

For $n \leq n_f$, suppose that f is surjective and let $y = a_f(n_f) - l \in \{1, 2, \dots, a_f(n_f) - 1\}$, $l \in \mathbb{N}$, but $y \notin \{f(1), \dots, f(n_f - 1)\}$, suppose $y = f(n_f + j)$, following to [Theorem 4

$$y = a_f(n_f) + j \text{ or } a_f(n_f) + j + 1. \text{ So it's contradict to } y = a_f(n_f) - l$$

For $n > n_f$, let $m \in \{f(n_f + 1), f(n_f + 2), \dots\}$ and $m = a_f(l)$, we can find l because by [Theorem 4 $a_f(l)$ increase in the step 0 or 1 then $a_f(l)$ is surjective on $\{a_f(n_f), a_f(n_f) + 1, a_f(n_f) + 2, \dots\}$ and [Theorem 4

also show that there exist $m = a_f(l) \in \{f(n_f + 1), f(n_f + 2), \dots\}$

Now we finish proving Corollary 7

Note that the range of f is not the same as the range of a_f in general. For example, when $k = 14, 3$ belongs to the range of $f_{k, \infty}$ but not the range of its average function while 7 belongs to the range of its average function but not the range of $f_{k, \infty}$. We end our work with the result regarding the surjectivity of $f_{k, \infty}$.

Theorem 7

For $k < 100, 000$, the function $f_{k, \infty}$ is surjective if and only if $k = 1, 3, 6$

For $k = 1$, f is surjective by the proof of [Venkatachala, 2009]

For $k = 3$, showed on the table below

n	$f(n)$	$a_f(n)$
1	3	3
2	1	2
3	2	2
4	6	3

following to Section Theorem 4

we have $a_f(3) \leq 3, a_f(3(3)) + 2(3) > \max\{f(1), f(2)\}$, and $a_f(n_f - 1) \leq f(n) \leq a_f(n_f - 1) + n \forall n > n_f$, so $n_f = 3$

So we have $\{1, 2, 3\} \subseteq \{f(1), f(2), f(3)\} = \{f(1), f(2), \dots, f(n_f - 1)\}$, then by Section Theorem 4

f for k=3 is surjective.

,we have $\{1,2,3\} \subseteq \{f(1),f(2),f(3)\}$, following to [Corollary 6.4] then f for k=3 is surjective.

For k=6

n	f(n)	af(n)
1	2	4
2	1	3
3	3	3
4	8	4

following to Section **Theorem 4**

$a_f(9) \leq a_f(2(9)) + 2(9) > \max\{f(1), f(2), \dots, f(8)\}$, and

$a_f(n-1) \leq f(n) \leq a_f(n-1) + n$ for all integers $3 < n \leq 6$, and

$a_f(n-1) \leq f(n) \leq a_f(n-1) + n_f \forall n > n_f$, so $n_f = 9$

we have $\{1,2,3,4,5,6\} \subseteq \{f(1), f(2), f(3), \dots, f(8)\} = \{f(1), f(2), \dots, f(n_f-1)\}$,

then by Section **Theorem 4**

f for k=6 is surjective.

For other initial,

Let $n < n_f$ following to **Proposition 1**

$a_f(n) = af(n-1) + t$, when $t > 1$ or $t < 0$ then $a_f(n)$ is not increase in step 0 or 1.

So $\exists t \in \mathbb{N}, \forall n \in \mathbb{N}, t \neq a_f(n) - a_f(n-1) = t, t > 1$, $a_f(n)$ is not surjective ,

hence $f(n) = af(n-1) + tn$

thus f is not surjective $\exists l \in \mathbb{N}, \forall n \in \mathbb{N}, l \neq f(n) = af(n-1) + nt, t > 1$

for example , k= 5

n	f(n)	af(n)
1	5	5
2	1	3
3	3	3
4	7	4
5	4	4
6	10	5
7	12	6
8	6	6
9	15	7

$n_f = 3$, we have $\{5, 1\} \subseteq \{f(1), f(2)\} = \{f(1), f(n_f-1)\}$, there is $2 \notin \{f(1), \dots, f(n_f-1)\}$

, And for $n > n_f, f(n) > 2$, because $f(n) = a_f(n-1)$ or $a_f(n-1) + n$ then following to

(Corollary 6.4) then f for $k=5$ is not surjective. Find more example on the calculation program calculate f .

Conclusions, discussion and suggestions

We found that f is bijection if and only if $k=1,3,6$. For any initial there exist n_f such that $n > n_f$, moreover for all $n > n_f$, $f(n)$ can be calculate in the same ways as $f_{1,1}$. By the ways this topic is an open problem.

คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอบคุณ ผศ.ดร.สันติ ทาเสนา อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และช่วยให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะสำหรับบทความนี้

Reference

- [1] N.J.A Sloane. The on-line encyclopedia of integer sequence,2016
- [2] B.J Venkatachala, A curious bijection on Natural Number, Journal of Integer sequence,2009.

การศึกษาอัตราผลตอบแทนรายวันของดัชนีราคาหุ้น
ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในกรณีสุดโต่ง

A study on daily returns of the Stock Exchange of Thailand
in case of extreme events

นิภาพร ปัญญาองค์¹ พวงรัตน์ ฉันทวิโรจน์²
Nipaporn Panyayong¹, Puangrat Chanthaweeroaj²

*^{1,2} ภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยรังสิต

* me.nipapom@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการแจกแจงของอัตราผลตอบแทนรายวัน และศึกษาความถี่ของการเกิดอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่ง (มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า 3.5 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) รวมถึงทดสอบความสัมพันธ์และทดสอบความแตกต่างของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งจำแนกตามวันในสัปดาห์ เดือน และปี โดยใช้ข้อมูลราคาปิดของ SET index จากโปรแกรม efin stock pickup ตั้งแต่ 30 เมษายน 2518 จนถึงวันที่ 16 ธันวาคม 2559

จากการวิจัยพบว่า อัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index มีการแจกแจงแบบโด่งสูง (leptokurtic) โดยอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าหรือมากกว่า 5% มีโอกาสเกิดขึ้นถึง 0.47-0.70% ซึ่งมากกว่าโอกาสที่เกิดจากการแจกแจงแบบปกติประมาณ 18-28 เท่า เฉลี่ยในหนึ่งปีจะมีประมาณ 1-2 วันที่อัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า 5% และพบว่าอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งไม่มีความสัมพันธ์กับ วันในสัปดาห์ และ ปี แต่มีความสัมพันธ์กับเดือนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และวันที่มีโอกาสเกิดเหตุการณ์นี้มากที่สุดคือวันจันทร์ เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายเดือนพบว่าประมาณ 60% ของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งในทางลบที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน และเมื่อพิจารณาโดยจำแนกเป็นรายปีพบว่าอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงปีพ.ศ. 2533 และช่วงปีพ.ศ. 2540-2542

คำสำคัญ: ผลตอบแทนรายวัน ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย สุดโต่ง

ABSTRACT

This research aims to study the distribution of daily returns and the occurrence of daily returns in case of extreme events, less or greater than 3.5 times the standard deviation, including the relationships and the mean difference test of daily returns in case of extreme events grouped by the day of a week, month, and year. The 10,227 closing prices of the SET index, from April 30, 1975 to December 16, 2558, use in this research export from software efin stock pickup.

This research finds that the daily returns of SET index has a leptokurtic distribution which the probability of extreme events that less than or greater than 5% are about 0.47-0.70%. It's greater than the normal distribution about 18-28 times that means there are 1-2 days per

year which the daily returns will less than or greater than 5%. In addition, it finds that the daily returns of SET index in case of extreme events has no relations to the days of the week and months, but there is a significant relationship with the year. The most daily returns in case of extreme events occur on Monday. Considering classify by month found that about 60% of the negative daily returns in case of extreme occur during August to November and the most daily returns in case of extreme grouped by year occur during 1990 and from the period of 1997-1999.

Keywords: daily returns, SET index, extreme, fat tails.

1. บทนำ

ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (The Stock Exchange of Thailand, SET) จัดตั้งขึ้นเพื่อเป็นศูนย์กลางการซื้อขายหลักทรัพย์ และส่งเสริมการออมทรัพย์และการระดมเงินทุนในประเทศ เปิดทำการซื้อขายอย่างเป็นทางการครั้งแรกในวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2518 โดยมีดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET Index) เป็นดัชนีที่สะท้อนการเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ทั้งหมด (Composite Index) ในช่วงแรกมีหลักทรัพย์ซื้อขายประมาณ 10 กว่าตัว แต่ปัจจุบันนี้มีหลักทรัพย์ที่จดทะเบียนอยู่ในตลาดมากกว่า 600 ตัว

การซื้อขายหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์นั้น มีดัชนีราคาหลักทรัพย์ที่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของตลาดโดยภาพรวมอยู่ด้วยกันหลายตัว แต่ที่น่าสนใจคือ SET index ซึ่งเป็นดัชนีราคาที่สามารถคำนวณจากหุ้นสามัญทุกตัว รวมทั้งหน่วยลงทุนของกองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยใช้วิธีถ่วงน้ำหนักด้วยมูลค่าตามราคาตลาดด้วยการเปรียบเทียบมูลค่าตลาดในวันปัจจุบันของหลักทรัพย์กับมูลค่าตลาดหลักทรัพย์ในวันฐานคือวันที่ 30 เมษายน 2518 ที่มีค่าดัชนีเริ่มต้นที่ 100 จุด โดยมีสูตรในการคำนวณคือ

$$\text{SET Index ณ เวลาปัจจุบัน} = (\text{มูลค่าตลาดรวมวันปัจจุบัน} / \text{มูลค่าตลาดรวมวันฐาน}) \times 100$$

เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของราคาปิดของ SET ในแต่ละวันในรูปของอัตราผลตอบแทนรายวัน โดยคำนวณจากร้อยละของผลต่างระหว่างราคาปิดในวันปัจจุบันกับราคาปิดวันที่ผ่านมา พบว่าถ้าอัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index นี้แจกแจงแบบปกติแล้วจะมีโอกาสที่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่า 3.5 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพียงแค่ 0.0005 เท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าถ้ามีการซื้อขายตั้งแต่ 30 เมษายน 2518 จนถึงวันที่ 16 ธันวาคม 2559 รวมทั้งหมด 10,227 วันทำการ จะมีโอกาสเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากดังกล่าวเพียง 5 ครั้งโดยประมาณ แต่จากข้อมูลจริงที่รวบรวมได้และสังเกตพบว่าการเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวมากกว่าที่คาดไว้หลายสิบเท่า

การเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนรายวันที่เปลี่ยนแปลงอย่างมากหรือสุดโต่งเหล่านี้ เป็นทั้งโอกาสดีและเป็นทั้งหายนะที่ร้ายแรงมากสำหรับนักลงทุน ยกตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจนเช่น ถ้านักลงทุนฝากเงินกับธนาคารแบบออมทรัพย์โดยได้ดอกเบี้ยทบต้น 0.50% ต่อปี หรือฝากเงิน 100 บาทเป็นเวลา 1 ปีจะได้ผลตอบแทนซึ่งก็คือดอกเบี้ย 0.50 บาท ถ้านำเงินเหล่านี้ไปลงทุนในการซื้อขายหลักทรัพย์และเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบสุดโต่งโดยสมมติว่าราคาหลักทรัพย์เปลี่ยนแปลงไป 5% ภายใน 1 วัน ถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางบวก นักลงทุนจะได้รับผลตอบแทนมากกว่าการฝากธนาคารนับ 10 เท่าโดยภายในเวลาหนึ่งวัน ในขณะที่มองในมุมกลับถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางลบ นักลงทุนอาจสูญเสียผลตอบแทนจากการฝากธนาคารเป็นเวลา 10 ปีภายในเวลาเพียงแค่วันเดียว เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนเหล่านี้จึงเปรียบได้กับอาวุธชั้นดีของนักลงทุน แต่ขณะเดียวกันก็เป็นเสมือนดาบสองคม พร้อมทั้งจะให้ประโยชน์อย่างมหาศาลสำหรับผู้ที่มีพร้อมรับมือ และอาจทำให้ผู้ที่ไม่ได้เตรียมพร้อมรับสถานการณ์อาจขาดทุนมหาศาลได้ภายในเวลาที่ไม่นานภายใต้ความเสี่ยงที่รู้จักกันดีในชื่อว่า tail risk

ในมุมมองของเทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่าการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงอย่างรวดเร็วและรุนแรงของอัตราผลตอบแทนรายวันเหล่านี้มีผลกระทบกับการลงทุนอย่างมาก เนื่องจากปัจจุบันกองทุนต่างๆ เช่น กองทุนบำเหน็จบำนาญ กองทุนรวม หรือกองทุนประกันความเสี่ยง ล้วนแต่นิยมใช้ Program Trading หรือ Algorithm Trading มากขึ้นเรื่อยๆ โปรแกรมเหล่านี้เป็นชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์สำหรับการเสนอซื้อขายโดยอัตโนมัติ ถ้านักวิเคราะห์ระบบ

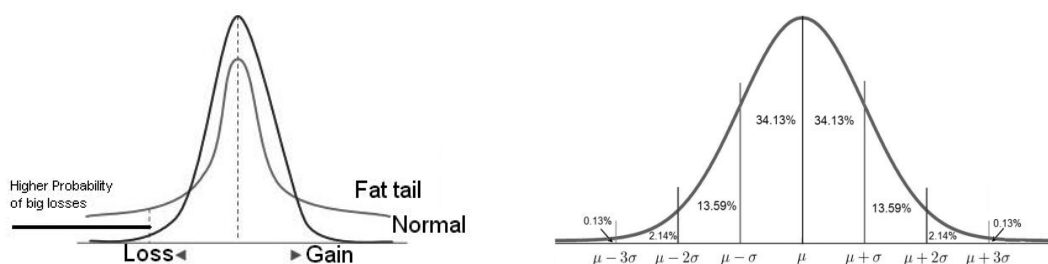
หรือโปรแกรมเมอร์ที่พัฒนาโปรแกรมขาดความรู้ขาดความรอบคอบในการออกแบบระบบที่ดีพอ และไม่ได้เพื่อมาตรการรองรับการร่วงลงอย่างรุนแรงของราคาหลักทรัพย์ภายในเวลาที่รวดเร็วแล้ว อาจทำให้เกิดผลเสียหายร้ายแรงแบบที่คาดไม่ถึง เหตุการณ์ลักษณะนี้เคยเกิดขึ้นแล้วหลายครั้งในอดีต ตัวอย่างเช่น วันที่ 24 สิงหาคม 2558 ราคาหุ้นในตลาดหุ้นเอเชียร่วงลงมาก ส่งผลกระเพื่อมไปยังตลาดหุ้นยุโรปและอเมริกา พื้นที่ที่ตลาดเปิดดัชนีดาวนิโจนส์ร่วงลงกว่า 1,000 จุดภายในนาทีแรกของการเริ่มซื้อขาย (เรียกเหตุการณ์ลักษณะนี้ว่า Flash Crash) สาเหตุของการร่วงลงอย่างรุนแรงของราคาหุ้นในครั้งนี้อาจมาจากระบบ Algorithm Trading ที่เกิดความผิดพลาด เพราะไม่ได้ระวังการขายที่ผิดพลาดเล็กน้อยในจุดเล็กๆ และผลจากความผิดพลาดนี้นำไปสู่การสั่งขายหุ้นตัวอื่นในตลาดต่อเนื่องกันไป ทำให้กองทุนต่างๆ ขายตามๆ กัน ประกอบกับนักลงทุนในตลาดเกิดความกลัวเนื่องจากราคาร่วงลงอย่างหนักจึงทำให้ตัดสินใจขายตาม ส่งผลให้ภาพรวมของตลาดเกิดการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างรุนแรงและรวดเร็ว

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมา นักลงทุนส่วนใหญ่จึงให้ความสนใจกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่ง เพื่อที่จะได้ทราบว่า การเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นจะเกิดขึ้นเมื่อใด มีโอกาสหรือความถี่ในการเกิดมากน้อยเพียงใด มีช่วงเวลาระหว่างการเกิดแต่ละครั้งนานเท่าใด หรือมีความสัมพันธ์กับวันเดือนปีที่เกิดเหตุการณ์หรือไม่ ซึ่งถ้าสามารถคาดการณ์ได้จะนำไปสู่การวางแผนการลงทุนเพื่อลดการขาดทุนและเพิ่มผลกำไรได้อย่างเหมาะสม

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจาก SET Index เป็นดัชนีราคาที่น่าราคาหลักทรัพย์ที่มีการซื้อขายในแต่ละวันมาใช้ในคำนวณโดยการเปลี่ยนแปลงของราคาในแต่ละวันนั้นอาจเพิ่มขึ้น คงที่ หรือลดลง ด้วยโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่แตกต่างกันจากการศึกษาค้นคว้าพบว่า [1] ได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของราคาฝ่าย และหลักฐานอีกหลายประการที่เกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ ความไม่แน่นอนของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ รวมถึงการแกว่งของราคาต่างๆ ในทางตลาดเงินตลาดทุน โดยได้สรุปว่า เหตุการณ์เหล่านี้ล้วนไม่ได้แจกแจงแบบปกติ แต่มีการแจกแจงแบบ power laws หรือ Fat tail ที่เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นที่มีโอกาสสูงที่จะเกิดความแตกต่างอย่างสุดโต่งหรือแตกต่างกันมากที่บริเวณส่วนปลาย โดยมีสาเหตุจากความแบ้หรือความโด่งที่มีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับ การแจกแจงแบบปกติ

นอกจากนั้น [2] พบว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์นั้นไม่ได้แจกแจงแบบปกติ แต่มีการแจกแจงแบบ fat tail ซึ่งเป็นการแจกแจงที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงแบบสุดโต่ง ถึงแม้ว่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมากแต่ทำให้เกิดความเสียหายสูงมาก และ [3] พบว่าอัตราผลตอบแทนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของราคาในแต่ละวันมีการแจกแจงแบบ Leptokurtic และมีโอกาสที่อัตราผลตอบแทนเหล่านี้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงมากๆ แบบสุดโต่งในลักษณะเดียวกับ fat tail ซึ่งโอกาสที่เกิดเหตุการณ์เหล่านี้จะมีค่ามากกว่าที่คำนวณได้จากการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 (ซ้าย) การแจกแจงแบบ Fat tail เปรียบเทียบกับการแจกแจงแบบปกติ
(ขวา) การหาความน่าจะเป็นภายใต้โค้งปกติโดยใช้ empirical rule

3. วิธีการวิจัย

3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. เพื่อศึกษารูปแบบการแจกแจงของอัตราผลตอบแทนรายวันและอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่ง
2. เพื่อศึกษาความถี่ของการเกิดอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งและ ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งแต่ละครั้ง
3. เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งกับวันในสัปดาห์ เดือน และปี
4. เพื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งจำแนกตาม วันในสัปดาห์ เดือน และปี

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยราคาปิดในแต่ละวันของ SET index โดยรวบรวมจากโปรแกรม efin stock pickup ภายในช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มทำการซื้อขายวันแรกของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยคือวันที่ 30 เมษายน 2518 จนถึงวันที่ 16 ธันวาคม 2559 รวมทั้งหมด 10,227 วันทำการ หรือประมาณ 41 ปี 7 เดือน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่รวบรวมมาได้สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ โดยสรุปเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

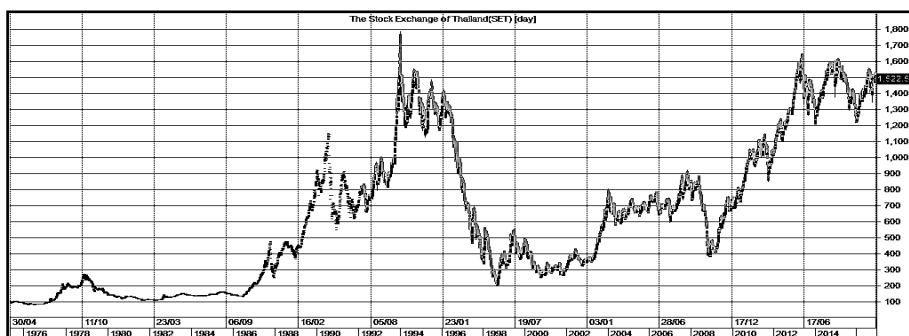
1. นำข้อมูลราคาปิดแต่ละวันของ SET index มาใช้คำนวณหาอัตราผลตอบแทนรายวัน โดย

$$\text{อัตราผลตอบแทนรายวัน} = 100 * \left(\frac{\text{ราคาปิดในปัจจุบัน}}{\text{ราคาปิดย้อนหลัง 1 วัน}} - 1 \right)$$

2. คำนวณหาอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งโดยเลือกเฉพาะอัตราผลตอบแทนรายวันที่มีค่าน้อยกว่า และมากกว่า 3.5 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. แจกแจงความถี่ พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลของอัตราผลตอบแทนรายวันและอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งในรูปแบบของตารางหรือกราฟ
4. นำอัตราผลตอบแทนรายวันและอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งมาประมวลผลเพื่อหาค่าสถิติต่างๆ
5. ทดสอบการแจกแจงของอัตราผลตอบแทนรายวัน โดยใช้ Kolmogorov-Smirnov test และ กราฟ Quantile-Quantile plot
6. ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งกับ วันในสัปดาห์ เดือน และปี
7. ทดสอบความแตกต่างของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่ง โดยจำแนกตามวันในสัปดาห์ เดือน และปี

ผลการวิจัย

จากข้อมูลราคาปิดของ SET index เมื่อนำมาคำนวณหาอัตราผลตอบแทนรายวัน และอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้นำมาเสนอ วิเคราะห์และทดสอบสมมติฐานต่างๆได้ดังต่อไปนี้

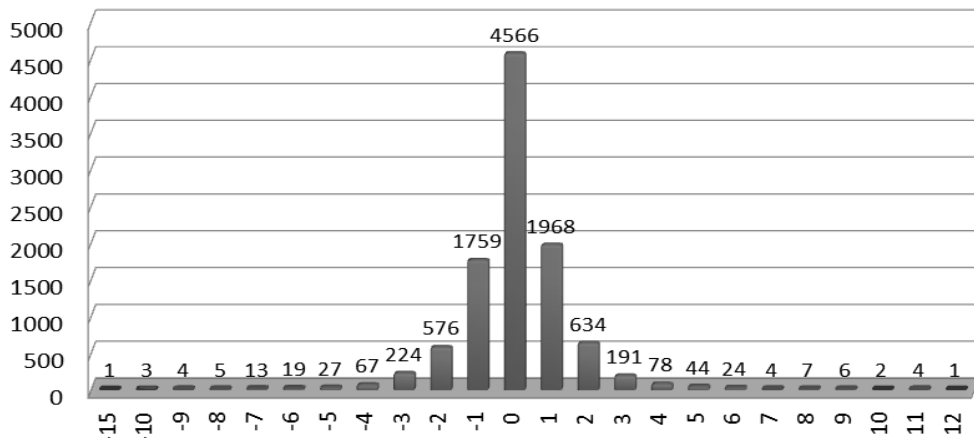
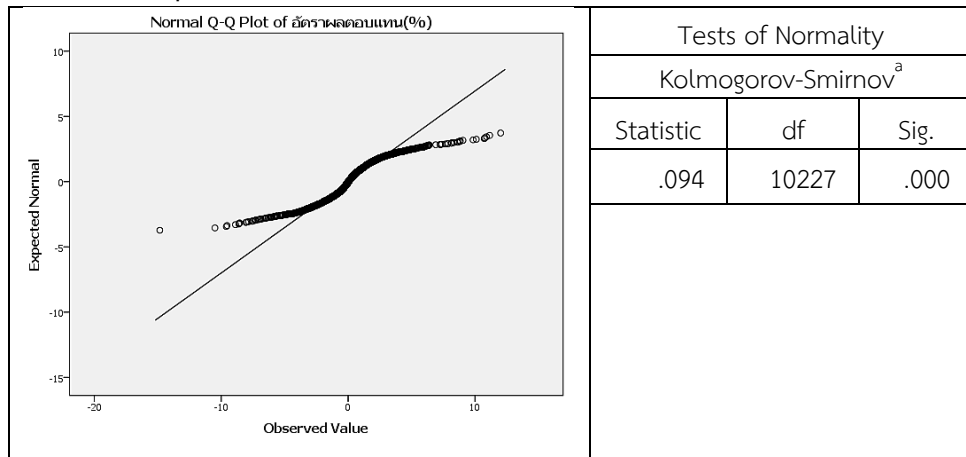


ภาพที่ 2 กราฟดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET Index) ตั้งแต่ 30/04/2518 ถึง 16/12/2559

ตารางที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของอัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index

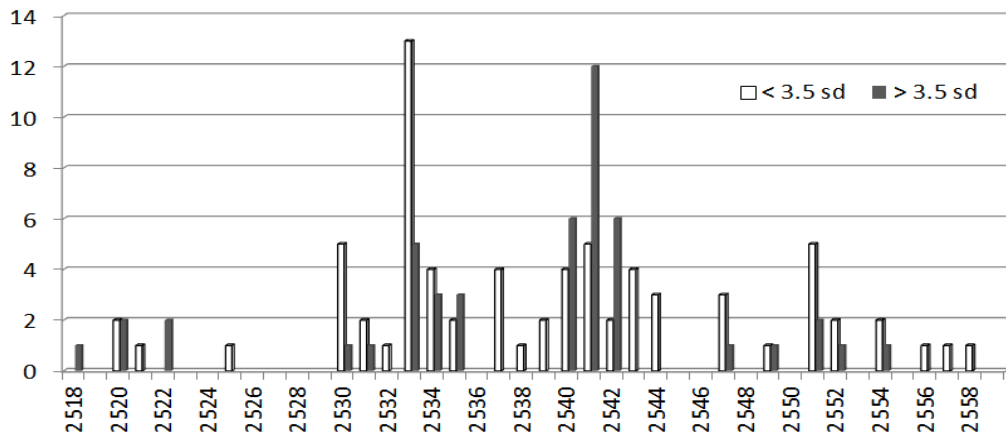
	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	มัธยฐาน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความโด่ง	ความเบ้
อัตราผลตอบแทน ^a	10,227	12.02	-14.84	0.04	0.02	1.43	8.8	0.1

ตารางที่ 2 กราฟ Q-Q plot และผลทดสอบการแจกแจงแบบปกติของอัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index



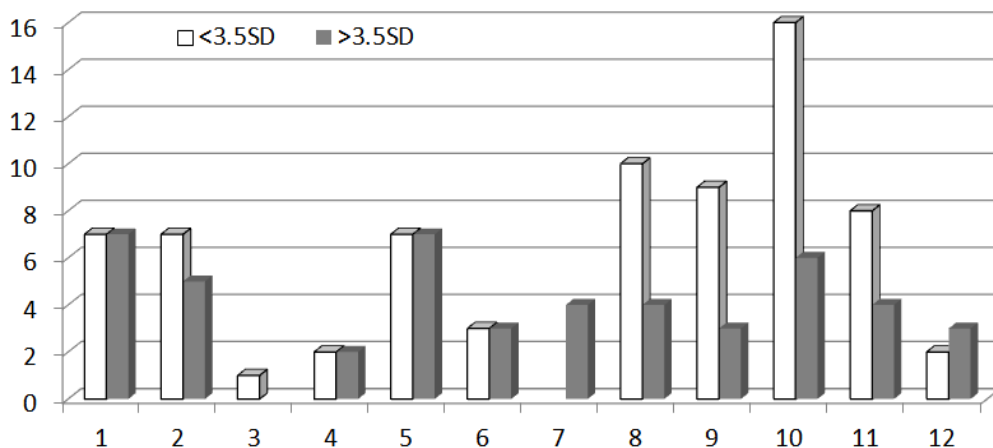
ภาพที่ 3 ความถี่ของอัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index โดยจำแนกเป็นร้อยละ

จากตารางที่ 1-2 และภาพที่ 3 พบว่าอัตราผลตอบแทนรายวันมีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความโด่ง และ ความเบ้เท่ากับ 0.04, 1.43, 8.8 และ 0.1 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาประกอบกับกราฟ Q-Q plot และการทดสอบการแจกแจงแบบปกติโดย Kolmogorov-Smirnov แล้วพบว่า อัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index ไม่ได้แจกแจงแบบปกติ แต่เป็นการแจกแจงแบบโด่งสูง (Leptokurtic) ที่มีส่วนปลายเป็นแบบ fat tail ซึ่งมีโอกาสเกิดเหตุการณ์แบบสุดโต่งหรือมีค่าน้อยกว่าและมากกว่า 3.5 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่เท่ากับ 72 และ 48 วันจากทั้งหมด 10,227 วัน คิดเป็นความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.70 และ 0.47 ตามลำดับ ขณะที่การแจกแจงแบบปกติจะมีความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์แบบนี้เพียง 0.00025 ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งนี้ มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยการแจกแจงแบบปกติประมาณ 18 ถึง 28 เท่า



ภาพที่ 4 ความถี่ของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งของ SET index โดยจำแนกเป็นรายปี

จากภาพที่ 4 พบว่าตั้งแต่ตลาดหลักทรัพย์เปิดทำการจนถึงวันที่ 16 ธันวาคม 2559 รวมเวลากว่า 41 ปี อัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในช่วงปี พ.ศ. 2530, 2533-2535, 2537, 2540-2544, 2547 และ 2551 โดยมีจำนวนครั้งในการเกิดอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งที่น้อยกว่าและมากกว่า 3.5 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูงสุดในปีพ.ศ.2533 และ 2541 ตามลำดับ



ภาพที่ 5 ความถี่ของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งของ SET index โดยจำแนกตามลำดับเดือน

จากภาพที่ 5 พบว่าอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งโดยส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน โดยมีจำนวนครั้งในการเกิดที่น้อยสุดและมากสุดในเดือนมีนาคมและตุลาคม ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความถี่ของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งของ SET index โดยจำแนกเป็นวันในสัปดาห์

วัน	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	รวม
<math>< 3.5\text{sd}</math>	25	13	12	14	8	72
$> 3.5\text{sd}$	12	7	10	11	8	48
รวม	37	20	22	25	16	120

จากตารางที่ 3 พบว่าโอกาสเกิดอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งโดยภาพรวมจะมีค่าน้อยที่สุดในวันศุกร์ และมากที่สุดในวันจันทร์

ตารางที่ 4 ผลทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งกับ วันในสัปดาห์ เดือน และปี

	Chi-Square	df	Asymp. Sig. (2-sided)
วันในสัปดาห์	15.409	8	.052
เดือน	49.129	22	.001
ปี	3.651	1	.056

จากตารางที่ 4 เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งกับ วันในสัปดาห์ เดือน และปี โดยใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งไม่มีความสัมพันธ์กับ วันในสัปดาห์ และปี แต่อัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งจะมีความสัมพันธ์กับเดือน ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนจากภาพที่ 5

ตารางที่ 5 ผลทดสอบความแตกต่างของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งโดยจำแนกตาม วันในสัปดาห์ เดือน และปี โดยใช้ Kruskal-Wallis Test

	Chi-Square	Df	Asymp. Sig. (2-sided)
วันในสัปดาห์	2.179	4	.703
เดือน	12.585	11	.321
ปี	34.433	26	.124

จากตารางที่ 5 เมื่อทดสอบความแตกต่างของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งโดยจำแนกตาม วันในสัปดาห์ เดือน และปี โดยใช้ Kruskal-Wallis Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า อัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะจำแนกตามวันในสัปดาห์ เดือน หรือปี

ตารางที่ 6 จำนวนครั้งที่อัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index มีการเปลี่ยนแปลงแบบสุดโต่งสองวันติดต่อกัน

วันเดือนปี	ราคาปิด	อัตราผล ตอบแทน วันปัจจุบัน	อัตราผล ตอบแทน วันถัดไป	อัตราผล ตอบแทน รวม2วัน	เหตุการณ์สำคัญ
SET index เพิ่มขึ้นมากกว่า 5% สองวันติดกัน					
25/5/2522	174.26	6.20	10.90	17.10	
27/8/2533	756.92	8.78	8.83	17.61	
2/7/2540	568.79	7.87	8.65	16.52	รัฐบาลไทยได้ประกาศลอยตัวค่าเงินบาท นับเป็นจุด เริ่มของวิกฤตการณ์ทางการเงินในเอเชีย พ.ศ. 2540 SET index สร้างจุดสูงสุดที่ 1,789.16 จุดในเดือน มกราคม 2537 หลังจากนั้นเริ่มปรับตัวลดลง ประมาณ 4 ปี 8 เดือน ทำให้เกิดจุดต่ำสุดใหม่ที่ 204.59 จุดในเดือนกันยายน 2541 (โดยในช่วงนี้ได้ เกิดวิกฤตเศรษฐกิจต้มยำกุ้ง เริ่มตั้งแต่ 2/07/2540 จนถึงสิ้นปี2541)
3/7/2540	617.98	8.65	6.33	14.98	
16/1/2541	383.01	5.18	9.85	15.03	
30/1/2541	495.23	10.73	12.02	22.75	
17/6/2541	272.94	6.02	8.14	14.16	
7/10/2541	263.23	6.08	8.35	14.43	
5/1/2542	378.51	6.12	6.35	12.47	
30/4/2542	459.35	6.21	10.10	16.31	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วันเดือนปี	ราคาปิด	อัตราผลตอบแทน วันปัจจุบัน	อัตราผลตอบแทน วันถัดไป	อัตราผลตอบแทน รวม 2 วัน	เหตุการณ์สำคัญ
SET index เพิ่มขึ้นมากกว่า 5% แต่วันถัดไปลดลงมากกว่า 5%					
11/11/2541	356.26	5.83	-6.51	-0.68	
SET index ลดลงมากกว่า 5% แต่วันรุ่งขึ้นเพิ่มขึ้นมากกว่า 5%					
24/8/2533	695.81	-5.38	8.78	3.40	
25/2/2534	734.24	-7.25	5.71	-1.54	เกิดเหตุรัฐประหารในประเทศไทย
10/11/2541	336.62	-7.48	5.83	-1.65	
19/12/2549	622.14	-14.84	11.16	-3.68	เกิดมาตรการกันสำรอง 30%
SET index ลดลงมากกว่า 5% สองวันติดกัน					
20/10/2530	422.37	-7.98	-7.32	-15.30	19/10/2530 ดัชนีดาวโจนส์ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วกว่า 509.32 จุดในวันเดียว (วันจันทร์ทมิฬ) ส่งผลให้ผู้ลงทุนหมดความเชื่อมั่น มีการซื้อขายหุ้นจำนวนมาก SET index ลดต่อเนื่องเป็นเวลาเกือบ 2 เดือน
26/10/2530	368.18	-7.84	-8.56	-16.40	
6/8/2533	1,009.04	-8.06	-8.59	-16.65	เกิดสงครามอ่าวเปอร์เซีย SET index ลดต่อเนื่องเป็นเวลา 3 เดือน ปิดตลาดที่ 544.3 จุดต่ำสุดในรอบปี ในวันที่ 30/11/2533
22/8/2533	795.40	-8.61	-7.54	-16.15	
13/9/2544	308.17	-6.72	-6.51	-13.23	ภายหลังเกิดวินาศกรรม 11/09/2544 มูลค่าตามราคาตลาดของตลาดหุ้นไทย 11-20/09/2544 เสียหายกว่า 2.51 แสนล้านบาท
14/9/2544	288.10	-6.51	-6.07	-12.58	
24/10/2551	432.87	-6.96	-10.50	-17.46	ต่างชาติดึงเงินสดกลับประเทศ หุ้นลงตามตลาดในภูมิภาคเอเชีย กังวลการถดถอยของเศรษฐกิจโลก

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาเหตุการณ์ที่เกิดอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งติดต่อกันตั้งแต่สองวันขึ้นไป พบว่าจะแยกออกได้เป็น 4 แบบย่อยๆ รวมทั้งหมด 22 วันจาก 10,227 วัน หรือคิดเป็นความน่าจะเป็นที่จะเกิดเท่ากับ 0.22 ซึ่งถ้าพิจารณาโดยภาพรวมพบว่าเหตุการณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในปีพ.ศ. 2530, 2533, 2540, 2541, 2542 และ 2544

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้ผลสรุปว่าการแจกแจงของอัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index มีการแจกแจงแบบโด่งสูง (leptokurtic) โดยอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าหรือมากกว่า 5% ในหนึ่งวันนั้นมีโอกาสเกิดขึ้นถึง 0.47-0.70% มากกว่าโอกาสที่เกิดจากการแจกแจงแบบปกติประมาณ 18-28 เท่า หรืออาจกล่าวให้เข้าใจได้ง่ายๆว่า ในหนึ่งปีนั้นจะมีประมาณ 1-2 วันที่อัตราผลตอบแทนรายวันของ SET index จะมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า 5%

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งกับวันในสัปดาห์ เดือน และปี พบว่าอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งไม่มีความสัมพันธ์กับ วันในสัปดาห์ และ ปี แต่มีความสัมพันธ์กับเดือนเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าถ้าอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งเกิดขึ้นมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นมากที่สุดในวันจันทร์ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าสาเหตุที่วันจันทร์มีโอกาสเกิดมากกว่าวันอื่นๆนั้น เนื่องจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเปิดทำการวันจันทร์ถึงวันศุกร์ แต่เหตุการณ์ต่างๆทั้งเศรษฐกิจและการเมืองที่อาจมีผลกระทบต่อ SET index นั้นมีโอกาสเกิดขึ้นได้ทุกวัน ถ้าเหตุการณ์เหล่านั้นมีการเกิดแบบสุ่มหรือแบบกระจายอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ผลกระทบที่เกิดขึ้น

จากเหตุการณ์ในวันเสาร์และอาทิตย์จะไปปรากฏผลในวันจันทร์แทน ทำให้วันจันทร์มีโอกาสมากกว่าวันอื่นๆตามผลที่ได้จากการวิเคราะห์

เมื่อพิจารณาอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งโดยแยกเป็นรายเดือนพบว่า ประมาณ 60%ของอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งในทางลบทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน โดยเดือนตุลาคมนั้นมีโอกาสเกิดมากกว่าเดือนอื่นๆเกือบเท่าตัว ส่วนอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งในทางบวกนั้นจะเกิดขึ้นบ่อยที่สุดในเดือนมกราคมและพฤษภาคม แต่จะไม่มีเกิดขึ้นเลยในเดือนมีนาคม

ถ้าพิจารณาโดยจำแนกเป็นรายปีจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเหตุการณ์เหล่านี้ ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงปี 2533 ซึ่งอาจจะมีผลกระทบมาจากการเกิดสงครามอ่าวเปอร์เซียในเดือนสิงหาคม และช่วงปี 2540-2542 ซึ่งอาจมีผลกระทบมาจากวิกฤติต้มยำกุ้ง ทำให้เข้าใจได้ว่าเหตุการณ์ต่างๆทั้งเศรษฐกิจ การเมือง และเหตุการณ์ที่สำคัญๆล้วนมีผลกระทบกับอัตราผลตอบแทนรายวันที่สุดโต่งของ SET index ไม่มากก็น้อย ดังนั้นผู้ที่ต้องการลงทุนจึงควรระวังและใช้ปัจจัยต่างๆที่สำคัญทั้งทางเศรษฐกิจและการเมืองเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการลงทุนด้วย

นักลงทุนส่วนใหญ่มักจะได้รับคำเตือนเสมอๆว่า การลงทุนนั้นมีความเสี่ยงและความเสี่ยงเหล่านี้ต้องเกิดขึ้นอย่างแน่นอนไม่วันใดก็วันหนึ่งไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ เพียงแต่ถ้ามีความรู้และใช้ความรู้อย่างรอบคอบระมัดระวังแล้วอาจมีส่วนช่วยในการลดหรือจำกัดความเสี่ยงให้อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ หรืออาจใช้จังหวะเหล่านี้เปลี่ยนวิกฤติเป็นโอกาสใช้ความเสี่ยงเหล่านี้ให้เป็นประโยชน์ในการทำกำไรจากการลงทุนได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ อาจารย์วีรวัฒน์ เหลี่ยมมณี สาขาวิชาสารสนเทศการลงทุน และ คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่สนับสนุนการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] B.Mandelbrot and R. Hudson. **The (mis)Behavior of Markets:A Fractal View of Risk Ruin and Reward.** New York: Perseus Books Group, 2004.
- [2] Carolyn Kousky and Roger M. Cooke. **The Unholy Trinity: Fat Tails, Tail Dependence, and Micro-Correlations.** Resources for the Future, 2009.
- [3] วีรวัฒน์ เหลี่ยมมณี นิสากร จุฬารักษ์. **การศึกษาการแจกแจงของผลต่างระหว่างราคาปิดและเปิดของ SET index และ SET50 index.** วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2558, 2(1), หน้า 33-44.

**ผลกระทบของการควบคุมคุณภาพที่มีต่อผลการดำเนินงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน :
เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)**

EFFECTS OF QUALITY CONTROL ON PERFORMANCE OF THE AUDITOR GENERAL OF
THAILAND : THE GOVERNMENT ORGANIZATIONS IN NAKHON RATCHASIMA, THAILAND

นิศารัตน์ รอนสันเทียะ¹ สมใจ บุญหมื่นไวย²
Nisarat Ronsantia¹ Somjai Boonmunewai²

¹ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรบัญชีมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

E-mail : tookta_ronsan@hotmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการบัญชีคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

E-mail : s_omjai@hotmail.com

บทคัดย่อ

การควบคุมคุณภาพ เป็นปัจจัยสำคัญที่สะท้อนถึงผลการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงในการบริหารงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมาย มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล โดยเฉพาะสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ซึ่งถือเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบการใช้จ่ายเงินงบประมาณแผ่นดินของส่วนราชการต่าง ๆ การควบคุมคุณภาพการปฏิบัติงานจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นว่าเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรถูกนำไปใช้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด การศึกษารังนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อต้องการทดสอบความสัมพันธ์ของการควบคุมคุณภาพที่มีต่อผลการดำเนินงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากข้าราชการระดับปฏิบัติการถึงระดับผู้อำนวยการสำนักของสำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 จำนวน 100 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบพหุคูณ และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า 1) การควบคุมคุณภาพทุกด้านมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงาน และด้านที่มีความสัมพันธ์สูงสุดคือด้านทรัพยากรบุคคล 2) การควบคุมคุณภาพด้านการบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น ด้านทรัพยากรบุคคล และด้านการปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น มีผลกระทบเชิงบวกกับผลการดำเนินงานโดยรวม

คำสำคัญ : การควบคุมคุณภาพ ผลการดำเนินงาน สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน

Abstract

Quality control is an important factor that reflects the organization performance. It is an important tool for prevent, reduce the risk of administration and lead to organization goals. The main purpose of this research was to study the effects of quality control on the performance of the Auditor General of Thailand: the Government Organizations in Nakhon Ratchasima, Thailand. A questionnaire was constructed to collect data from 100 expert practitioner of the Government Organizations in Nakhon-Ratchasima, Thailand. The statistics used for the data analysis were multiple correlation and multiple regression analysis.

The results found that: 1) in all part of the quality control had relationship with performance of the Auditor General of Thailand: the Government Organizations in Nakhon

Ratchasima ,Thailand. 2) The quality control in aspect of management and other work, human resources and performance monitoring and other have a positive impact on performance as a whole.

Key words : Quality Control, Performance, Office the Auditor General of Thailand

1. บทนำ

การบริหารงานในยุคปัจจุบันขององค์กรต่างๆ ต้องประสบกับความเสี่ยงในการบริหารงาน ทั้งด้านการขาดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน การไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดจรรยาบรรณ การขาดความเป็นอิสระในการปฏิบัติงาน และการทุจริตคอร์รัปชัน ซึ่งสาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการปฏิบัติงานภายในองค์กรเองที่ส่งผลต่อชื่อเสียง ความน่าเชื่อถือ และการปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร ดังนั้น ในการบริหารงานขององค์กร จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงในการบริหารงาน เช่น ระบบกลไกที่เป็นมาตรฐานสากล และบุคลากรที่มีความเป็นมืออาชีพ เป็นต้น โดยเฉพาะหน่วยงานภาครัฐที่ได้รับจัดสรรเงินงบประมาณจากรัฐบาลที่เป็นเงินภาษีของประชาชนเพื่อใช้ในการบริหารงาน ยังต้องอาศัยเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบการใช้จ่ายเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งเครื่องมือ ดังกล่าวได้แก่ สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน

สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เป็นส่วนราชการที่เป็นหน่วยงานอิสระตามรัฐธรรมนูญ มีฐานะเป็นกรมตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน มีอำนาจหน้าที่เกี่ยวกับราชการทั่วไปของคณะกรรมการ และตรวจสอบการเงินแผ่นดิน(ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 116 ตอนที่ 115ก. 2542 : 16)

ปัจจุบันสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพการปฏิบัติงานการตรวจเงินแผ่นดินมาใช้ในการบริหารงานองค์กรให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ขององค์กร โดยการควบคุมคุณภาพการปฏิบัติงานการตรวจเงินแผ่นดิน ถือเป็นกิจกรรมที่ใช้เพื่อควบคุมการปฏิบัติงานการตรวจเงินแผ่นดินให้มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล เพื่อให้คุณภาพของงานเป็นไปตามมาตรฐานอย่างสม่ำเสมอ ผลงานมีความน่าเชื่อถือ และส่งผลให้การปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมาย รวมทั้งเพื่อให้สามารถบริหารจัดการความเสี่ยงที่มีผลต่อการตรวจเงินแผ่นดินให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 129 ตอนที่ 105ก. 2555 : 47)

สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) เป็นส่วนงานภูมิภาค จากการแบ่งส่วนราชการภายในสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน มีหน้าที่ในการดำเนินการตรวจสอบการจัดซื้อจัดจ้างตามแผนงาน งานหรือโครงการของหน่วยรับตรวจว่าเป็นไปตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ หรือมติ คณะรัฐมนตรีหรือไม่ และแสดงความเห็นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ เป็นไปโดยประหยัด ได้ผลตามเป้าหมายและมีผลคุ้มค่าหรือไม่ โดยดำเนินการเกี่ยวกับการรับและพิจารณาเรื่องร้องเรียนและการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น ตรวจสอบกรณีที่มีเหตุที่น่าเชื่อว่าจะมีการทุจริต ซึ่งได้ข้อมูลจากการตรวจสอบลักษณะอื่นหรือแหล่งข้อมูลอื่น ศึกษาและเสนอความเห็นเกี่ยวกับแผนงาน งานโครงการที่จะมีผลกระทบต่อการจัดทำงบประมาณ ตรวจสอบเฉพาะกรณีตามที่คณะกรรมการตรวจเงินแผ่นดิน ผู้ว่าการตรวจเงินแผ่นดินสั่งการ ตรวจสอบการใช้จ่ายเงินและทรัพย์สินอื่นของหน่วยรับตรวจ เพื่อแสดงความเห็นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยมีประสิทธิภาพ ประหยัด ได้ผลตามเป้าหมายและคุ้มค่า ศึกษาและเสนอความเห็นเกี่ยวกับแผนงาน งาน โครงการในเขตพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการจัดทำงบประมาณ ตรวจสอบการรับและใช้จ่ายเงิน ทรัพย์สินอื่น รวมทั้งตรวจสอบการดำเนินงานตามที่คณะกรรมการตรวจเงินแผ่นดิน ผู้ว่าการตรวจเงินแผ่นดินสั่งการ และปฏิบัติงานร่วมกับหรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของส่วนราชการภายในอื่นที่เกี่ยวข้องหรือที่ได้รับมอบหมาย

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าแม้สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินจะได้นำระบบการควบคุมคุณภาพมาปฏิบัติ แต่ก็ยังประสบกับปัญหาในเรื่องความล่าช้าในการรายงานผลการปฏิบัติราชการ ส่งผลต่อการปฏิบัติงานขององค์กรโดยรวม จึงเป็นที่น่าสงสัยว่าการปฏิบัติงานตามกรอบการควบคุมคุณภาพ ส่งผลต่อผลการดำเนินงานของสำนักงาน

การตรวจเงินแผ่นดิน อย่างไรก็ตาม ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่าการปฏิบัติตามการควบคุมคุณภาพจะทำให้การปฏิบัติงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินบรรลุผล ผู้ศึกษาจึงตัดสินใจเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) เนื่องจากเป็นภูมิภาคหนึ่งที่ประสบปัญหาในเรื่องการรายงานผลการปฏิบัติราชการ โดยทำการศึกษาผลกระทบของการควบคุมคุณภาพที่มีต่อผลการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นได้ว่าสถาบันการตรวจสอบแห่งนี้ได้ปฏิบัติงานเป็นไปตามอำนาจหน้าที่ ด้วยความอิสระ โปร่งใส เป็นกลาง และมีความเป็นมืออาชีพ คุณภาพของงานมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ เป็นไปตามมาตรฐานอย่างสม่ำเสมอ ผลงานมีความน่าเชื่อถือ และเป็นประโยชน์กับผู้บริหารในการพัฒนาระบบการควบคุมคุณภาพงานการตรวจเงินแผ่นดินต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)
2. เพื่อศึกษาผลการดำเนินงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)
3. เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของการควบคุมคุณภาพกับผลการดำเนินงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

การควบคุมคุณภาพ มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ

สำนักงานตรวจเงินแผ่นดินได้กำหนดมาตรฐานการตรวจเงินแผ่นดิน เรื่อง การควบคุมคุณภาพ (2555) ซึ่งระบุกรอบของการควบคุมคุณภาพ ว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ความรับผิดชอบของผู้บริหารสูงสุดต่อคุณภาพงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ข้อกำหนดด้านจรรยาบรรณ การบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น ทักษะบุคคล การปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น และการติดตามผล ซึ่งผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบของการควบคุมคุณภาพดังกล่าวนี้กำหนดเป็นตัวแปรอิสระสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลการดำเนินงาน

ตามประกาศสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เรื่อง แผนยุทธศาสตร์สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (พ.ศ. 2558 – 2561) ได้ให้ความหมาย ผลการดำเนินงาน ว่าหมายถึง แนวทางในการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายภารกิจขององค์กร ประกอบด้วย สาระสำคัญ ดังนี้

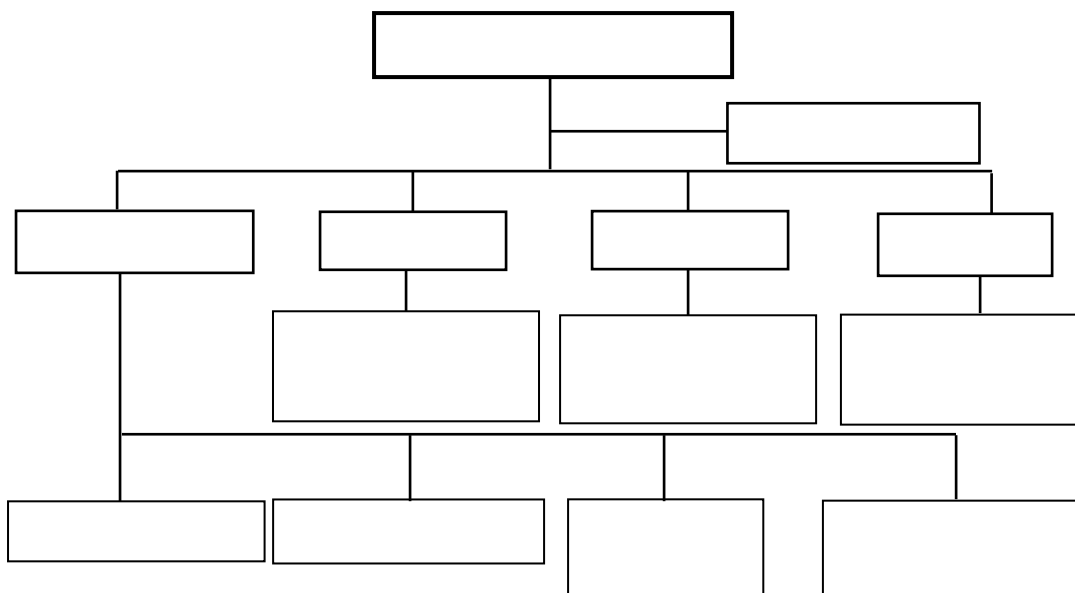
1. ด้านประสิทธิผลตามยุทธศาสตร์ ได้แก่ การตรวจสอบครอบคลุมและทันกาล ผลงานเป็นที่ยอมรับ เชื่อถือได้ และนำไปใช้ประโยชน์ สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินเป็นองค์กรธรรมาภิบาล และมีสถาบันธรรมาภิบาลเพื่อพัฒนาบุคลากรทั้งภายในและภายนอก
2. ด้านคุณภาพการให้บริการ ได้แก่ การตรวจสอบเป็นไปตามมาตรฐานสากล และหน่วยรับตรวจพึงพอใจ
3. ด้านประสิทธิภาพของการปฏิบัติราชการ ได้แก่ คู่มือและแนวปฏิบัติการตรวจสอบเป็นมาตรฐาน และทันสมัย การติดตามประเมินผลการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบและกลไกการตรวจเงินแผ่นดิน ความร่วมมือระหว่างเครือข่ายในประเทศและต่างประเทศ การรณรงค์สื่อสารประชาสัมพันธ์มีประสิทธิภาพ การบริหารแผนงานมีประสิทธิภาพ และการบริหารเครื่องมืออุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพและเพียงพอ
4. ด้านการพัฒนาองค์กร ได้แก่ บุคลากรมีเพียงพอและมีสมรรถนะ ตลอดจนความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานตามภารกิจ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและฐานข้อมูลสนับสนุนการบริหารและการตรวจสอบ

การจัดการความรู้ในองค์กรเป็นระบบและต่อเนื่อง วัฒนธรรมและค่านิยมองค์กรมีความเข้มแข็ง และระเบียบข้อบังคับที่ได้รับการยอมรับ และถือปฏิบัติร่วมกันอย่างเสมอภาคและเป็นธรรม

ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยกำหนดให้ผลการดำเนินงานของสำนักงานตรวจเงินแผ่นดินคือการบรรลุเป้าหมายตามภารกิจ 4 ด้านขององค์กร ได้แก่ด้านประสิทธิผลตามยุทธศาสตร์ ด้านคุณภาพการให้บริการ ด้านประสิทธิภาพของการปฏิบัติราชการ และด้านการพัฒนาองค์กร

2.3 สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)

สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) มีลักษณะเป็นส่วนภูมิภาค เป็นส่วนหนึ่งของการแบ่งส่วนราชการภายในสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน โดยมีโครงสร้างองค์กร ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 แผนภูมิโครงสร้างองค์กรของสำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ พบว่าในอดีตการศึกษาเรื่องการควบคุมคุณภาพมุ่งเน้นให้มีการปรับปรุงการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง บริหารงานอย่างเป็นระบบ ค้นหาสาเหตุของปัญหา และการทำงานเป็นทีม เพื่อผลสำเร็จของงาน เช่น ในการศึกษาของ อรรชรธร (2552) ซึ่งทำการศึกษาผลกระทบของประสิทธิภาพการบริหารคุณภาพที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของสำนักงานบัญชี โดยทำการศึกษาในกลุ่มผู้ประกอบการสำนักงานบัญชีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการบริหารคุณภาพด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ด้านการบริหารอย่างเป็นระบบ ด้านการค้นหาสาเหตุของปัญหา และด้านการทำงานเป็นทีม มีผลกระทบเชิงบวกกับความสำเร็จในการดำเนินงาน หรือในงานของ วรณา (2553) ซึ่งได้ศึกษาการประเมินระบบการควบคุมคุณภาพของสำนักงานสอบบัญชี พบว่า ประสิทธิภาพการวางแผนงบประมาณ ด้านลดความซ้ำซ้อนและความสิ้นเปลืองในการดำเนินงาน และด้านกำหนดมาตรฐานในการควบคุม มีความสัมพันธ์และผลกระทบเชิงบวกกับผลการดำเนินงานโดยรวมของธุรกิจ SMEs นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยที่ทำการศึกษาผลกระทบของการควบคุมคุณภาพการสอบบัญชีที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงาน ได้แก่ ปิยะรัตน์ (2552), พวงพยอม (2554), นภาพร(2555), สุนิสา (2557) ซึ่งพบว่าปัจจัยที่มีผลกับการควบคุมคุณภาพ ได้แก่ การติดตามดูแลด้านจรรยาบรรณที่เกี่ยวข้อง ด้านการตอบรับงานและการคงไว้ซึ่งความสัมพันธ์กับลูกค้า ด้านทรัพยากรบุคคล และด้านการติดตามดูแล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น ข้าราชการระดับปฏิบัติการ ถึง ระดับผู้อำนวยการสำนักของสำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) จำนวนทั้งสิ้น 100 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยพัฒนามาจากแนวคิด ทฤษฎี และผลงานที่เกี่ยวข้อง โดยมีเนื้อหาครอบคลุม ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของข้าราชการระดับปฏิบัติการ ถึง ระดับผู้อำนวยการสำนักของสำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) จำนวน 6 ข้อ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ(Checklist) ซึ่งประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพการสมรส ระดับการศึกษา ระดับตำแหน่ง และระยะเวลาปฏิบัติราชการ

2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ ของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรับผิดชอบของผู้บริหารสูงสุดต่อคุณภาพงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ด้านข้อกำหนดด้านจรรยาบรรณ ด้านการบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น ด้านทรัพยากรบุคคล ด้านการปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น และด้านการติดตามผล จำนวน 24 ข้อ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale)

3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการดำเนินงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิผลตามยุทธศาสตร์ ด้านคุณภาพการให้บริการ ด้านประสิทธิภาพของการปฏิบัติราชการ และด้านการพัฒนาองค์กร จำนวน 15 ข้อ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้วยค่าสหสัมพันธ์แบบพหุคูณ (Multiple Correlation Analysis) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มประชากร พบว่า ข้าราชการของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง(ร้อยละ 80) อายุ 31-40 ปี(ร้อยละ 41) รองลงมาอายุ 51 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 32) สถานภาพสมรส(ร้อยละ 50) รองลงมาสถานภาพโสด (ร้อยละ 39) การศึกษาระดับปริญญาตรี(ร้อยละ 69) ระดับตำแหน่งส่วนใหญ่เป็นระดับชำนาญการ(ร้อยละ 69) และมีระยะเวลาการปฏิบัติราชการ 10 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 54) รองลงมามีระยะเวลาการปฏิบัติราชการ 6-10 ปี (ร้อยละ 27)

2. จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพพบว่า ข้าราชการของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) มีความคิดเห็นด้วยเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน ยกเว้น ด้านข้อกำหนดด้านจรรยาบรรณ ซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

3. จากการศึกษาผลการดำเนินงานพบว่า ข้าราชการของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) มีความคิดเห็นด้วยเกี่ยวกับผลการดำเนินงานโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ด้านประสิทธิผลตามยุทธศาสตร์ ด้านคุณภาพการให้บริการ ด้านการพัฒนาองค์กร และด้านประสิทธิภาพของการปฏิบัติราชการ

4. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของการควบคุมคุณภาพและผลการดำเนินงานโดยรวม พบว่า การควบคุมคุณภาพทุกด้านมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) เมื่อแยกรายด้านพบว่า การควบคุม

คุณภาพที่มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานในระดับสูง ได้แก่ ด้านการบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น ด้านทรัพยากรบุคคล และด้านการปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น ส่วนการควบคุมคุณภาพที่มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานในระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านความรับผิดชอบของผู้บริหารสูงสุดต่อคุณภาพงาน ด้านข้อกำหนดด้านจรรยาบรรณ และด้านการติดตามผล

5. จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ พบว่า การควบคุมคุณภาพ ด้านการบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น และด้านทรัพยากรบุคคล มีผลกระทบเชิงบวกกับผลการดำเนินงานโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนด้านการปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น มีผลกระทบเชิงบวกกับผลการดำเนินงานโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการควบคุมคุณภาพกับผลการดำเนินงานโดยรวมของ สำนักงาน การตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)

การควบคุมคุณภาพ	ผลการดำเนินงานโดยรวม		t	p-value
	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน		
ค่าคงที่ (a)	0.529	0.192	2.761	0.007**
ด้านความรับผิดชอบของผู้บริหารสูงสุดต่อคุณภาพงาน	0.002	0.055	0.036	0.972
ด้านข้อกำหนดด้านจรรยาบรรณ	0.123	0.066	1.870	0.065
ด้านการบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น	0.227	0.081	2.815	0.006**
ด้านทรัพยากรบุคคล	0.319	0.078	4.098	0.000**
ด้านการปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น	0.156	0.076	2.068	0.041*
ด้านการติดตามผล	0.031	0.072	0.435	0.664

F = 45.929 p = 0.000 AdjR² = 0.731

**p<0.01, *p<0.05

จากผลการศึกษาข้างต้น ดังนั้นจึงยอมรับสมมุติฐานที่กำหนดว่า การควบคุมคุณภาพ มีความสัมพันธ์ต่อผลการดำเนินงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา)

การอภิปรายผล

1. ข้าราชการของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) มีความคิดเห็นด้วยเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพด้านข้อกำหนดด้านจรรยาบรรณอยู่ในระดับมาก เนื่องจาก ในการบริหารงานองค์กรให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์จำเป็นต้องมีหลักการพื้นฐานและวิธีปฏิบัติของจรรยาบรรณวิชาชีพ เช่น ยึดมั่นความเป็นอิสระ เป็นกลาง เที่ยงธรรม เพื่อให้ผลงานมีความน่าเชื่อถือ พร้อมทั้งการปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภาพร(2555) ที่พบว่า การควบคุมคุณภาพงาน ในด้านของจรรยาบรรณ ได้แก่ การมีนโยบายและวิธีปฏิบัติในการส่งเสริมหลักการพื้นฐานของจรรยาบรรณวิชาชีพ เช่น ยึดมั่นความเป็นอิสระ เป็นกลาง เที่ยงธรรม และซื่อสัตย์สุจริต จะทำให้ผลงานที่ออกมาดูมีความน่าเชื่อถือ มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

2. ข้าราชการของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน : เขตพื้นที่สำนักตรวจสอบพิเศษภาค 4 (นครราชสีมา) มีความคิดเห็นด้วยเกี่ยวกับผลการดำเนินงานด้านประสิทธิผลตามยุทธศาสตร์ และด้านคุณภาพการให้บริการอยู่ในระดับมาก อาจเนื่องจาก สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินเป็นหน่วยงานที่ต้องมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นสำนักงานต้องมีระบบการบริหารจัดการองค์กร โดยยึดหลักคุณธรรม นิตินธรรม ความโปร่งใส ความมีส่วนร่วม ความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อให้มีผลงานที่ออกมาคุณภาพเป็นที่ยอมรับ เชื่อถือได้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นำไปสู่การบรรลุเป้าหมาย ตามภารกิจขององค์กร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พวงพยอม (2554) ที่ศึกษาเกี่ยวกับสำนักงาน

สอบบัญชีในประเทศไทยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยเกี่ยวกับความสำเร็จในการดำเนินงานโดยรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจาก ลักษณะการดำเนินงานของสำนักงานสอบบัญชีต้องดำเนินงานด้วยความละเอียดรอบคอบ เพื่อให้ผลงานมีความถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้ข้อมูลหรือรายงานทางการเงิน รวมทั้ง มีความถูกต้องตรงตามมาตรฐานการบัญชี และ เชื่อถือได้

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมคุณภาพและผลการดำเนินงาน ผลการวิจัยพบว่าการควบคุมคุณภาพทุกด้านมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงาน เนื่องจากว่า เมื่อสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินได้ปฏิบัติงานการตรวจเงินแผ่นดินเป็นไปตามกรอบของการควบคุมคุณภาพ ย่อมส่งผลต่อผลการดำเนินงานที่ดี และมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล คุณภาพของงานเป็นไปตามมาตรฐาน และบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภาพร (2555) พบว่า การควบคุมคุณภาพมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานโดยรวม และนอกจากนี้ยังพบว่าการควบคุมคุณภาพด้านทรัพยากรบุคคล มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานโดยรวมสูงสุด ($r=0.792$) เนื่องจาก สำนักงานที่มีทรัพยากรบุคคลอย่างเพียงพอ มีทักษะความรู้ ความสามารถ และยึดมั่นในหลักจรรยาบรรณ ปฏิบัติงานเป็นไปตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ย่อมแสดงให้เห็นว่าสำนักงานนั้นมีศักยภาพในการปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ และมีผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภาพร (2555) ที่พบว่า ทรัพยากรบุคคลถือเป็นสิ่งสำคัญในงานบริการของสำนักงานสอบบัญชี เมื่อมีการพัฒนาความรู้ความสามารถของบุคลากรให้เกิดความชำนาญและเชี่ยวชาญสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ย่อมส่งผลทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ว่าสำนักงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลให้การดำเนินงานขององค์กรประสบความสำเร็จด้วย

4. การศึกษาผลกระทบของการควบคุมคุณภาพที่มีต่อผลการดำเนินงาน ผลการวิจัยพบว่า การควบคุมคุณภาพด้านการบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น และด้านทรัพยากรบุคคล มีผลกระทบเชิงบวกกับผลการดำเนินงานโดยรวม เนื่องจากว่า สำนักงานมีการพิจารณาประเมินความเสี่ยงถึงความสามารถ เวลา ทรัพยากร ตลอดจนความซื่อสัตย์ของหน่วยรับตรวจ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาวางแผนทางวิธีปฏิบัติงานที่เหมาะสม พร้อมทั้งคัดเลือกบุคลากรที่มีทักษะความรู้ความสามารถ เหมาะสมกับลักษณะงาน เพื่อให้ผลงานออกมามีคุณภาพ และน่าเชื่อถือ ส่งผลให้มีผลการดำเนินงานที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรวรรณ (2552) ซึ่งศึกษาผลกระทบของประสิทธิภาพการบริหารคุณภาพ ที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของสำนักงานบัญชีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ประสิทธิภาพการบริหารคุณภาพ ด้านการบริหารอย่างเป็นระบบ และด้านทรัพยากรบุคคล มีผลกระทบเชิงบวกกับความสำเร็จในการดำเนินงานโดยรวม นอกจากนี้ด้านการปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น มีผลกระทบเชิงบวกกับผลการดำเนินงานโดยรวมเช่นกัน อาจเนื่องจากว่า สำนักงานที่มีการปฏิบัติงานตรวจสอบเป็นไปตามมาตรฐานและข้อบังคับทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และรายงานมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ พร้อมทั้งมีความรับผิดชอบในการควบคุมงาน และสอบทานงาน ย่อมส่งผลให้รายงานผลการปฏิบัติราชการมีความน่าเชื่อถือ เช่น สำนักงานมีการกำหนดให้มีการสอบทานคุณภาพงานที่ตรวจสอบทุกงาน และกำหนดเป้าหมายความสำเร็จของงานตรวจสอบและงานอื่นให้ทันเวลา ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกิดคุณภาพและส่งเสริมการเรียนรู้ พร้อมทั้งพัฒนาบุคลากรให้มีความเชี่ยวชาญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พวงพยอม (2554) ซึ่งศึกษาผลกระทบของการควบคุมคุณภาพการสอบบัญชี ที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของสำนักงานสอบบัญชีในประเทศไทย พบว่าการควบคุมคุณภาพการสอบบัญชี ด้านความชำนาญและความรู้ความสามารถ มีผลกระทบเชิงบวกกับความสำเร็จในการดำเนินงานโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้บริหารสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ควรให้ความสำคัญกับการควบคุมคุณภาพด้านการบริหารงานตรวจสอบและงานอื่น ด้วยการประเมินความเสี่ยงถึงความสามารถ เวลา ทรัพยากร ตลอดจนความซื่อสัตย์และความเป็นอิสระของหน่วยรับตรวจ เพื่อพิจารณาวิธีปฏิบัติงานที่เหมาะสมให้ได้งานที่มีคุณภาพ พร้อมปรับปรุงคู่มือและแนวปฏิบัติการตรวจสอบให้เป็นมาตรฐาน และทันสมัย

2. ผู้บริหารสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ควรให้ความสำคัญกับการควบคุมคุณภาพด้านทรัพยากรบุคคล เพราะถือเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งควรมีระบบการคัดเลือกบุคลากรที่มีทักษะความรู้ ความสามารถ ที่เหมาะสมกับลักษณะการตรวจสอบตามอำนาจหน้าที่ตามกฎหมาย พร้อมทั้งมีการฝึกอบรม พัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน และประเมินผลการปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมและเป็นธรรม

3. ผู้บริหารสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ควรให้ความสำคัญกับการควบคุมคุณภาพด้านการปฏิบัติงานตรวจสอบและงานอื่น เพราะรายงานต้องมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ และทันเวลา จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดเป้าหมายในความสำเร็จของงานตรวจสอบและงานอื่น ให้ชัดเจน พร้อมทั้งมีการสอบทานงานที่ตรวจสอบทุกงาน เพื่อให้ผลงานมีคุณภาพ ลดความผิดพลาด และส่งเสริมให้มีเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพ และเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] นภาพร กุลสุวรรณ. ผลกระทบของการควบคุมคุณภาพที่มีต่อผลการดำเนินงานของสำนักงานสอบบัญชีในประเทศไทย, 2555. วิทยานิพนธ์บัญชีมหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- [2] ปิยะรัตน์ อนุศักดิ์ไชย. ผลกระทบของประสิทธิภาพการวางแผนงบประมาณที่มีต่อผลการดำเนินงานของธุรกิจ SMEs ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย, 2552. วิทยานิพนธ์บัญชีมหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- [3] พวงพะยอม วนาพัฒนสิน. ผลกระทบของการควบคุมคุณภาพการสอบบัญชีที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของสำนักงานสอบบัญชีในประเทศไทย, 2554. วิทยานิพนธ์บัญชีมหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- [4] วรณา อารีประยูรกิจ. การประเมินระบบการควบคุมคุณภาพของสำนักงานสอบบัญชี:กรณีศึกษา บริษัท ABC, 2553. การศึกษาค้นคว้าอิสระบัญชีมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [5] สุนิสา จันทร์तीयง. ความเห็นของผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบที่มีต่อการควบคุมคุณภาพการสอบบัญชีและคุณภาพการสอบบัญชีของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน, 2557. การศึกษาค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการบัญชี. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- [6] อรวรรณ วิชาลัย. ผลกระทบของประสิทธิภาพการบริหารคุณภาพที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของสำนักงานบัญชีในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2552. วิทยานิพนธ์บัญชีมหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- [7] ประกาศคณะกรรมการตรวจเงินแผ่นดิน ว่าด้วยมาตรฐานการตรวจเงินแผ่นดิน เรื่อง การควบคุมคุณภาพ พ.ศ.2555. (2555, 9 พฤศจิกายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 129, ตอนที่ 105ก. หน้า 47.
- [8] พระราชบัญญัติประกอบรัฐธรรมนูญว่าด้วยการตรวจเงินแผ่นดิน พ.ศ.2542 (2542,18 พฤศจิกายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 116, ตอนที่ 115ก. หน้า 16-17.
- [9] สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน. (2554). ลักษณะงานตรวจสอบของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน จากรายงานผลการปฏิบัติงานของสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2554. สืบค้นจาก : <http://www.oag.go.th>.
- [10] สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน. (2557). แผนยุทธศาสตร์สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน (พ.ศ. 2558-2561). สืบค้นจาก : <http://www2.oag.go.th/html/files/Strategic.pdf>.

แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยีของลูกค้าในธุรกิจธนาคาร THE CONCEPT OF CUSTOMER'S TECHNOLOGY ACCEPTANCE IN BANK BUSINESS.

วสุธิดา นูริตมนต์^{1*} จันทิมา เอกวงษ์² และ ชุติมา กลั่นไพฑูรย์³
คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Wasutida Nurittamont^{1*} Chantima Akewong² and Chutima Klanpaitoon³
Faculty of Business administration and Information Technology
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
*E-mail: Wasutida_9919@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในยุคปัจจุบันสังคมไทยกำลังก้าวสู่การเปลี่ยนแปลงสู่ยุคเทคโนโลยีสารสนเทศและการติดต่อสื่อสาร (Information and Communication Technology : ICT) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็ว สามารถติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันได้อย่างง่ายดาย นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของผู้คนในสังคมไทยอย่างชัดเจน ทำให้ได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารจากทั่วทุกมุมโลก ข้อมูลข่าวสารจำนวนมากเข้าสู่การรับรู้ของคนในสังคมอย่างต่อเนื่อง ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีดังกล่าว ได้นำมาใช้ในการดำเนินงานของธุรกิจเพิ่มมากขึ้น โดยเป็นกลยุทธ์สำคัญในการสร้างประสิทธิภาพ ตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจสูงสุดให้แก่ลูกค้า นำไปสู่ความได้เปรียบในการแข่งขัน สำหรับภาคธุรกิจธนาคารได้มีการตื่นตัวและนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในส่วนของระบบการดำเนินงานของธนาคาร และการให้บริการลูกค้า โดยเฉพาะการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการติดต่อสื่อสารมาประยุกต์ใช้ในการให้บริการแก่ลูกค้า นั้น ถือได้ว่าเป็นเรื่องที่กำลังได้รับความสนใจ เพราะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดต้นทุนและเวลา ทั้งนี้ธุรกิจธนาคารจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดในการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance) ของผู้บริโภคและนำไปสู่พฤติกรรมการใช้เทคโนโลยี แนวคิดดังกล่าวสามารถนำไปปรับใช้สำหรับการสร้างการยอมรับบริการในรูปแบบธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งธุรกิจธนาคารและลูกค้าในอนาคต

คำสำคัญ: การยอมรับเทคโนโลยี ธนาคารอิเล็กทรอนิกส์

Abstract

In the recently, Thailand is moving towards social change which is an information and communication technology era. It's has important role to links information quickly and communication to each other easily. The growth of technology has occurred to change the lifestyle of people in Thailand. Perceived information around the world, a lot of information into the awareness of the society continued through internet network channel. The advancement of technology can be used for business operations increasing as a key strategy to creating effectiveness. In order to respond customers need, create higher satisfaction and establish competitive advantage. For banking business area, It's has active substances and technologies

widely used, in terms of the operation of the banking and customer service. Especially, the adaptation technology system to customer service is the interest issues. Because of it can be respond customer need quickly, saving cost and time. Therefore, the business should be attempt understanding the concept of technology acceptance and lead to using behavior of customer, and adapting to concept as a guideline to building electronic banking acceptance of customer, which will be benefit to bank business and customer.

Keywords –Technology Acceptance, Internet Banking

1. บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในปัจจุบัน (Information and Communication Technology : ICT) ส่งผลให้การเชื่อมโยงจากซีกโลกหนึ่งไปยังอีกซีกโลกหนึ่งได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ทำให้การติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันเป็นไปอย่างง่ายดาย นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของคนในสังคมไทย และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับเศรษฐกิจ โดยเฉพาะการดำเนินงานของธุรกิจ ที่สามารถติดต่อสื่อสาร เจริญทางธุรกิจผ่านเทคโนโลยีการสื่อสาร การสั่งซื้อสินค้า จองตั๋วรถโดยสาร ตัวเครื่องบิน ตัวภาพยนตร์ล่วงหน้า ผ่านระบบออนไลน์ รวมถึงการส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งข้อมูลข่าวสารจากทั่วโลกมีการส่งถึงกันอย่างรวดเร็ว ข้อมูลข่าวสารจำนวนมากเข้าสู่การรับรู้ของคนในสังคมอย่างต่อเนื่อง ผ่านช่องทางการสื่อสารเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการให้บริการนี้เรียกว่า การให้บริการทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Service)

นอกจากนั้นความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทำให้การดำเนินธุรกิจมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะบทบาทของการให้บริการของธนาคารที่สนับสนุนการดำเนินงานแก่ธุรกิจที่ซื้อขายผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การซื้อขายสินค้าออนไลน์ (Online Shopping) และการประมูลสินค้าออนไลน์ (Online Auction) เป็นต้น ทั้งนี้การนำเสนอบริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์จะทำให้เกิดความได้เปรียบในการดำเนินงาน ไม่ว่าจะเป็นความรวดเร็วในการทำธุรกิจ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่ค่อนข้างต่ำ [1] นอกจากนี้บริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการดำเนินธุรกรรมเชิงพาณิชย์รูปแบบหนึ่งที่แตกต่างไปจากการบริการเดิมที่เคาน์เตอร์ของสาขาธนาคาร ซึ่งเป็นการให้บริการแก่ลูกค้าโดยสามารถดำเนินการด้วยตนเอง ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งช่วยทำให้สามารถทำรายการทางการเงินในลักษณะได้ต่อกับระบบของธนาคารได้เองโดยอัตโนมัติ เป็นช่องทางใหม่ของธุรกิจธนาคารในการรักษาลูกค้า และนำเสนอผลิตภัณฑ์และบริการใหม่แก่ลูกค้า [2] ซึ่งลูกค้าจะต้องรับรู้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้เทคโนโลยีว่ามีความสำคัญต่อลูกค้า จึงจะนำไปสู่การยอมรับและยินดีที่จะใช้บริการธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ต [3, 4] โดยในปัจจุบันเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสะดวกจากลูกค้า

สำหรับในบริบทของธนาคารพาณิชย์ การนำเสนอบริการของธนาคารผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั้น ถือได้ว่าเป็นช่องทางที่สามารถสร้างประโยชน์ในการดำเนินงาน เพราะค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพื่อให้บริการผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั้น มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการให้บริการผ่านสาขาของธนาคาร และยังใช้จำนวนพนักงานที่น้อยกว่า [5] ช่วยให้การดำเนินงานของธนาคารมีความหลากหลาย เกิดความได้เปรียบในการลงทุน เนื่องจากการให้บริการในลักษณะดังกล่าวมีต้นทุนในการดำเนินงานต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการดำเนินงานของธนาคารในรูปแบบเดิม ตลอดจนยังส่งผลต่อภาพลักษณ์ของธนาคารให้มีความโดดเด่น มีความทันสมัยและสามารถแข่งขันกับธนาคารอื่นได้ในสภาพแวดล้อมที่การแข่งขันมีความรุนแรงอย่างในปัจจุบัน ดังนั้นการให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ต จึงเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการเพิ่มรายได้แก่ธนาคาร โดยลูกค้าจะได้รับประโยชน์ในการใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตที่มีความสะดวก รวดเร็ว ไม่มีข้อจำกัดช่วงเวลาในการให้บริการ เพราะสามารถให้บริการได้ตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้

การทำธุรกรรมทางการเงินสามารถทำได้ง่ายขึ้น สะดวกมากขึ้น ประหยัดเวลาในการเดินทางไปยังสาขาของธนาคาร และลดค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ซึ่งเป็นจุดเด่นที่สำคัญของการให้บริการ ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ และเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาด [6, 7, 8] เป็นการนำเสนอบริการที่ดีแก่ลูกค้าอันจะนำไปสู่การสร้างรายได้เปรียบทางการแข่งขันให้แก่ธนาคาร [9] และยิ่งถือเป็นโอกาสในการดำเนินธุรกิจ เพราะในปัจจุบันการทำธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั้นกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างแพร่หลาย [10] นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการสนับสนุนการซื้อขายสินค้าออนไลน์ (online shopping) การประมูลออนไลน์ (online auction) การซื้อขายหุ้น และการลงทุน

สอดคล้องกับรายงานของ Data of digital 2016 ซึ่งเป็นการสำรวจของบริษัทที่เก็บข้อมูลในประเทศสิงคโปร์ ได้รายงานข้อมูลการสำรวจว่า ประเทศไทยมีประชากรประมาณ 63 ล้านคน มีผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ประมาณ 38 ล้านคน ซึ่งเป็นอันดับที่ 13 ของโลกในการใช้อินเทอร์เน็ต โดยกิจกรรมที่นิยมมากที่สุดคือ การซื้อสินค้า การค้นหาข้อมูล การติดต่อสื่อสาร และความบันเทิง ทั้งนี้ยังมีกิจกรรมอื่น ๆ ให้บริการผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ตที่ผู้บริโภคให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น เช่น การทำธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยแนวโน้มในอนาคตคาดว่าจะมีการใช้บริการเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ธนาคารพาณิชย์ควรจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีของลูกค้า เพราะถือได้ว่าเป็นช่องทางที่มีประสิทธิภาพในการทำธุรกรรมทางการเงินด้วยตนเอง [11] ดังนั้นการศึกษาในบริบทของการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance) ของลูกค้าในธุรกิจธนาคารจึงมีความน่าสนใจ ตลอดจนเพิ่มเติมวรรณกรรมการยอมรับเทคโนโลยีการนำมาใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการภาคธุรกิจให้เกิดประสิทธิภาพ

2. แนวคิดการพัฒนารับเทคโนโลยีของผู้บริโภคในภาคธุรกิจธนาคาร

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการทำธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet Banking)

ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตได้มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว ทำให้ช่องทางการส่งมอบสินค้าและบริการมีการเปลี่ยนไปจากในอดีต ซึ่งไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าเท่านั้น ยังรวมถึงอุตสาหกรรมบริการด้วย ในบริบทของธุรกิจบริการนั้น ได้ให้ความสำคัญ และพิจารณาถึงนวัตกรรมบริการเพิ่มมากขึ้น คำนี้ถึงความรวดเร็วของข้อมูลข่าวสารที่ทันสมัย ความสะดวก และน่าเชื่อถือ ซึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญต่อการจัดการธุรกิจสมัยใหม่อย่างมาก หลายธุรกิจได้รับประโยชน์จากการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่และปรับใช้เป็นช่องทางในการติดต่อกับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ [12] และยังสร้างโอกาสให้แก่ธุรกิจโดยเป็นช่องทางในการสื่อสาร ที่สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ตลอดเวลา ซึ่งในบริบทของธนาคารสิ่งที่น่าสนใจคือ รูปแบบการทำธุรกรรมทางการเงินได้เปลี่ยนจากการทำธุรกรรมในแต่ละสาขาของธนาคาร มาเป็นการทำธุรกรรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพในการตอบสนองความต้องการได้ตลอดเวลาและสร้างความพึงพอใจแก่ผู้บริโภค ซึ่งการให้บริการรูปแบบเดิมไม่สามารถนำเสนอให้แก่ลูกค้าได้ เนื่องด้วยมีข้อจำกัดในช่วงเวลาให้บริการ นอกจากนี้การทำธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ตยังมีความได้เปรียบในด้านค่าใช้จ่ายหรือค่าธรรมเนียมที่ไม่สูง และยังสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้าด้วยการนำเสนอบริการและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และสามารถทำธุรกรรมได้อย่างรวดเร็ว [13, 14] ทั้งนี้เหตุผลสำคัญที่ธนาคารควรสนับสนุนให้ลูกค้าใช้บริการการทำธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้น ก็คือ ประการแรก ช่วยประหยัดต้นทุนเมื่อเปรียบเทียบกับ การให้บริการของธนาคารในรูปแบบหรือช่องทางเดิม ประการที่สอง ช่วยลดสาขาของธนาคาร และต้นทุนที่เกี่ยวข้องพนักงาน [15] ทั้งนี้การศึกษาที่ผ่านมาได้ให้คำนิยามศัพท์ของการทำธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ต หมายถึง การใช้บริการของธนาคารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเครื่องมือต่าง ๆ (เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เป็นต้น) ซึ่งสามารถนำเสนอบริการต่าง ๆ ของธนาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึง และง่ายต่อการใช้เทคโนโลยี [16,17] นอกจากนี้ยังหมายถึงการออกแบบหน้าจอการทำงานของเว็บเพจ (web page) เพื่อให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสินค้าและบริการของธนาคาร ซึ่งมีขั้นตอนในการให้บริการที่

สะดวกและเข้าใจได้ง่ายในการทำธุรกรรมทางการเงินในลักษณะต่าง ๆ [18] โดยในการให้บริการนั้นอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งสามารถนำมาใช้ในการยกระดับความพึงพอใจของลูกค้าและความจงรักภักดี [19]

สำหรับสถานการณ์ปัจจุบันในประเทศไทย พบว่าตั้งแต่ปี 2553 ได้มีการนำรูปแบบการให้บริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็นครั้งแรกคือ ธนาคารเอเชีย และได้ขยายไปยังธนาคารพาณิชย์อื่น ๆ เพื่อให้บริการแก่ลูกค้า โดยรายงานของธนาคารแห่งประเทศไทยในปี 2559 พบว่าลูกค้าที่ใช้บริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ของธนาคารพาณิชย์เพิ่มขึ้นมากกว่าในปี 2555 อย่างมากและคาดการณ์ว่าจะมีแนวโน้มของมูลค่าในการทำธุรกรรมและปริมาณของการทำธุรกรรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการให้บริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย เป็นเพียงหนึ่งในวิธีการที่ธนาคารนำเสนอบริการสำหรับลูกค้า ในขณะที่สาขาของธนาคารยังคงเป็นช่องทางปกติหรือช่องทางหลักในการให้บริการ ทั้งนี้สำหรับการดำเนินธุรกิจธนาคารในประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่สนับสนุนธนาคารอิเล็กทรอนิกส์โดยตรง ธนาคารพาณิชย์ยังคงต้องมีสาขาและสำนักงานในการให้บริการทางการเงินเป็นหลัก ดังนั้นในการให้บริการธนาคารทางอินเทอร์เน็ตในอนาคตจึงเป็นช่องทางหนึ่งที่มีความน่าสนใจ สามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเลือกใช้ช่องทางดังกล่าวในการทำธุรกรรมทางการเงินและบริการอื่น ๆ

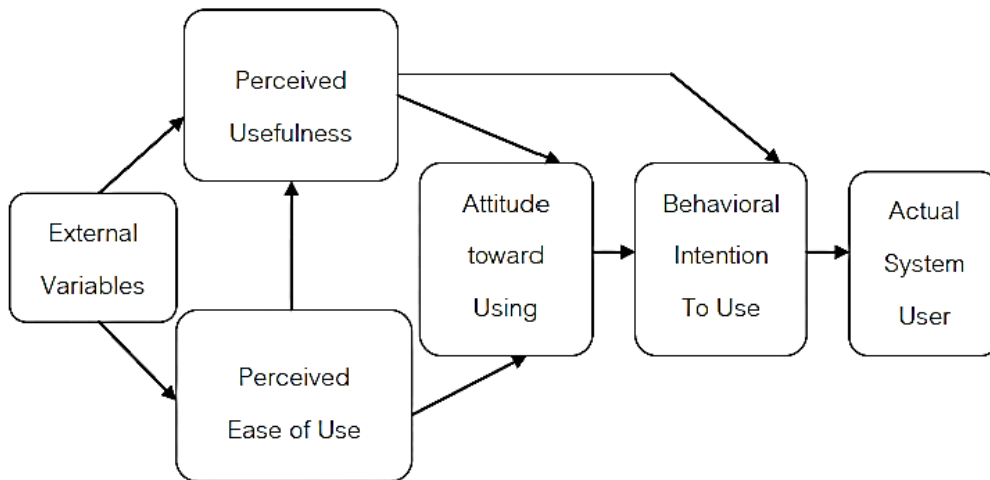
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีของลูกค้าในธุรกิจธนาคาร

ในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีนั้น มีนักวิชาการหลายท่านให้ความสนใจและได้นำเสนอแนวคิด ทฤษฎี และแบบจำลองทางจิตวิทยาสังคม เพื่อใช้ในการพยากรณ์พฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยีของบุคคล โดยผลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน ทั้งนี้แนวคิดของ Davis [20] ได้นำเสนอ Technology Acceptance Model (TAM) ซึ่งเป็นแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี ซึ่งได้รับความนิยม และใช้อย่างกว้างขวางในการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการยอมรับเทคโนโลยีในหลากหลายธุรกิจ เช่น การซื้อสินค้าออนไลน์ การเรียนออนไลน์ การจองตั๋วเครื่องบิน การจองที่พักออนไลน์ เป็นต้น ทั้งนี้เพราะแนวคิดดังกล่าวง่ายในการทำความเข้าใจและความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ของเหตุและผลในการยอมรับเทคโนโลยี จึงกลายเป็นเหตุผลให้มีการนำแนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีของ Davis [20] ไปใช้งานอย่างแพร่หลาย

ทั้งนี้จากภาพที่ 1 ซึ่งเป็นแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis มีหลักการสำคัญคือการศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจและนำไปสู่การใช้เทคโนโลยีซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบแรก คือ ปัจจัยภายนอก (External Factors) เป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้บุคคลเกิดการยอมรับเทคโนโลยี ได้แก่ ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ประสบการณ์ในด้านต่าง ๆ ตัวแปรการยอมรับเทคโนโลยี องค์ประกอบ 2 การยอมรับเทคโนโลยีของบุคคล ประกอบด้วยตัวแปร 2 ตัวแปร คือ การรับรู้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับ (Perceived Usefulness) และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้บุคคลเกิดพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยีนั้นหมายถึงมีทัศนคติ (Attitude) ในเชิงบวกที่นำไปสู่การใช้เทคโนโลยี องค์ประกอบ 3 คือ ทัศนคติในการใช้ (Attitude toward Using) และองค์ประกอบ 4 คือ การนำไปสู่พฤติกรรมความตั้งใจที่จะใช้เทคโนโลยี (Behavioral Intention to Use) และองค์ประกอบสุดท้ายคือผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของตน (Actual System User)

โดยแบบจำลองยังได้นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ 2 ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลให้บุคคลเกิดการยอมรับเทคโนโลยี ทั้งนี้ Davis [20] ได้เสนอไว้ว่า การที่บุคคลรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) คือการที่บุคคลมีความเชื่อว่าเทคโนโลยีสามารถเข้าใจและใช้งานได้ง่าย ซึ่งจะส่งผลให้บุคคลมีการรับรู้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้เทคโนโลยี (Perceived Usefulness) โดยเชื่อมั่นว่าการใช้เทคโนโลยีจะเกิดประโยชน์แก่ตนเอง อย่างไรก็ตามในการศึกษาของ Agarwal [21] ได้นำเสนอแนวคิดในการศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีของบุคคลนั้น การออกแบบวิจัยเชิงสำรวจควรจะศึกษาถึงพฤติกรรมการตั้งใจใช้บริการของผู้บริโภคว่ามีความเหมาะสมมากกว่าการศึกษาถึงการใช้งานเทคโนโลยีนั้น ซึ่งแนวคิดดังกล่าวได้ถูกนำมาพัฒนาเพื่อศึกษางานวิจัย

ทางการตลาด เนื่องด้วยเป็นลักษณะการวิจัยพฤติกรรมของผู้บริโภคที่จะนำไปสู่การดำเนินธุรกิจ ตอบสนองความต้องการได้อย่างแท้จริง และเป็นการแสวงหาโอกาสทางการตลาด



ภาพที่ 1 Technology Acceptance Model

ที่มา: Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 329.

3. สรุปและข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีถือได้ว่าเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย และมีนักวิชาการได้ศึกษาแนวคิดต่าง ๆ ไขว่มาหลาย แต่สำหรับแนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีของ Davis ถือได้ว่าเป็นการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เพราะสามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้บริโภคในบริบทของการประยุกต์ใช้กับภาคธุรกิจได้อย่างเหมาะสม และทำให้เข้าใจถึงเหตุผลในการยอมรับเทคโนโลยีที่นำไปสู่ทัศนคติและพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีนั้น ซึ่งธุรกิจสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นช่องทางหนึ่งในการสื่อสารข้อมูลข่าวสาร นำเสนอสินค้าและบริการ สร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า และการซื้อหรือใช้บริการผ่านเทคโนโลยี ทั้งนี้ในการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในภาคธุรกิจนั้น สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การนำมาใช้ในระบบการดำเนินงานภายในองค์กรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และ 2) การให้บริการแก่ลูกค้าเพื่อตอบสนองความต้องการ โดยในปัจจุบันได้มีการนำแนวคิดดังกล่าวมาศึกษาในหลากหลายธุรกิจ เช่น ธุรกิจการซื้อสินค้าออนไลน์ ธุรกิจสายการบิน (การจองตั๋วเครื่องบินและบริการเสริม การเช็คอิน ฯลฯ) ธุรกิจท่องเที่ยวและโรงแรม และยังรวมถึงการนำแนวคิดดังกล่าวมาปรับใช้ในธุรกิจธนาคาร ซึ่งเป็นสถาบันทางการเงินที่ให้บริการทางการเงินแก่ผู้บริโภค จึงจะต้องให้ความสำคัญต่อระบบการให้บริการที่สามารถตอบสนองผู้บริโภคแล้วยังต้องคำนึงถึงความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยในการทำธุรกรรมทางการเงิน นอกจากนั้นยังต้องพัฒนาระบบเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความต้องการโดยต้องคำนึงถึงความง่ายในการใช้บริการ มีขั้นตอนไม่ซับซ้อน หน้าเว็บเพจสามารถใช้งานได้ง่าย รวมถึงต้องนำเสนอประโยชน์ที่ลูกค้าจะได้รับจากการใช้บริการผ่านเทคโนโลยี เช่น ค่าธรรมเนียมที่ถูกลงกว่า ประหยัดเวลา สามารถใช้บริการได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ ซึ่งทำให้การบริการของธนาคารไม่ถูกจำกัดว่าจะต้องใช้บริการเฉพาะสาขา ซึ่งเป็นช่องทางการให้บริการแบบดั้งเดิม

ส่วนข้อเสนอแนะในการนำแนวคิดการยอมรับเทคโนโลยีมาปรับใช้สำหรับการดำเนินงานทางการตลาดนั้น ควรศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการและขั้นตอนการตัดสินใจของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าหรือบริการ ควบคู่ไปกับการยอมรับเทคโนโลยี เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดการยอมรับบริการผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นระบบเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินธุรกิจในปัจจุบัน ทั้งนี้หากเข้าใจผู้บริโภคอย่างแท้จริงจะทำให้ธุรกิจสามารถกระตุ้นให้ผู้บริโภคยอมรับบริการที่น่าเสนอแล้ว ยังสามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างแท้จริง โดยเฉพาะในบริบทของธนาคารที่ให้บริการทางการเงินผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั้น เป็นบริบทที่มีความแตกต่างจากบริบทอื่นเนื่องด้วยเป็นบริการที่ต้องการความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัย หากเข้าใจถึงปัจจัยสาเหตุที่ทำให้ลูกค้าเกิดการยอมรับเทคโนโลยี เช่น แรงจูงใจด้านเหตุผล-ด้านอารมณ์ ลักษณะส่วนบุคคลของลูกค้า ประสบการณ์ในด้านต่าง ๆ ของลูกค้าที่มีต่อธนาคาร (ความประทับใจ ความเชื่อถือในบริการ ความเชื่อมั่นต่อระบบความปลอดภัย เป็นต้น) ย่อมทำให้ลูกค้ามีทัศนคติเชิงบวก และนำไปสู่ความตั้งใจที่จะใช้บริการดังกล่าว นอกจากนี้ควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยสำคัญในการยอมรับเทคโนโลยี คือ การรับรู้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับการใช้เทคโนโลยี (Perceived Usefulness) ซึ่งธนาคารจะต้องนำเสนอข้อมูล เลือกใช้วิธีการสื่อสารแก่ลูกค้า ช่องทาง และรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการรับรู้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การยอมรับบริการ ส่วนการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ธนาคารจะต้องนำเสนอรูปแบบการใช้งานที่เข้าใจได้ง่าย กระบวนการไม่ซับซ้อนแต่ยังคงมีความปลอดภัยในการใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ง่ายต่อการใช้งาน เช่น เว็บไซต์มีการออกแบบที่ใช้งานได้ง่าย ขั้นตอนในการใช้งานไม่ยุ่งยาก เป็นต้น ซึ่งทั้งนี้จะต้องมีการปรับใช้แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยีให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของธนาคาร และกลุ่มลูกค้า เพื่อจะนำไปสู่การพัฒนาบริการให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นกลยุทธ์สำคัญในการตอบสนองความต้องการ และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kalakota R, and Whinston AB, Electronic commerce: A manager's guide. Reading, MA: Addison Wesley. 1997.
- [2] Tan, M., and Teo, T.S.H. **Factors influencing the adoption of internet banking.** Journal of Mobile Communication, 2000, 8(5),p.p. 507-527.
- [3] Lee, M.C. **Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit.** Electronic Commerce Research and Applications, 2009, 8(3), p.p.130-141.
- [4] Liao, Z., and Cheung, M.T. **Internet-based e-banking and consumer attitudes: An empirical study.** Information and Management, 2002, 39(4), p.p.130-141.
- [5] Aladwani, A.M. **Online banking: a field study of drivers, development challenges, and expectations.** International Journal of Information Management, 2001, 21 (3), p.p. 213–225.
- [6] Xue, M., Hitt, L.M. and Chen, P. **Determinants and outcomes of internet banking adoption.** Management Science, 2011, 57(2), p.p. 291-307.
- [7] Khalfan, A., Yaqoub, S.Y., AlRefaei, Y., Al-Hajery, M. **Factors influencing the adoption of Internet banking in Oman: a descriptive case study analysis.** International Journal of Financial Services Management, 2006, 1 (2), p.p. 155–172.
- [8] Almogbil, A., **Security, perceptions, and practices: challenges facing adoption of online banking in Saudi.** Unpublished Ph.D. Thesis, George Washington University, Washington. 2005.

- [9] lu-cheung Chan and Ming-te Lu. **Understanding internet banking adoption and use behavior: A Hong Kong perspective.** Global Information Management, 2004, 12(3), p.p.21-43.
- [10] Cheng, T.C.E., Lam, D. Y.C., and Yeung, C.L. (2006). Adoption of internet banking: An empirical study in Hong Kong. Decision Support Systems, 42, 1558-1572.
- [11] Huang S-M, Hung Y-C, and Yen DC. (2005). **A study on decision factors in adopting an online stock trading system by brokers in Taiwan.** Decision Support System, 2005, 40(2), p.p. 315- 328.
- [12] Martins, C., Olkiveira, T., and Popovic A. **Understanding the internet banking adoption: A unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application.** International Journal of Information Management, 2014, 34, p.p. 1-13.
- [13] Huang S-M, Hung Y-C, Yen DC. **A study on decision factors in adopting an online stock trading system by brokers in Taiwan.** Journal of Decision Support Systems, 2005, 40 (2), p.p. 315–28.
- [14] Kalakota R, Whinston AB. **Electronic commerce: A manager’s Guide.** Reading, MA: Addison Wesley, 1997.
- [15] Pikkarainen, T., Pikkarainen, K., Karjaluoto, H., & Pahnla, S. **Consumer acceptance of online banking: An extension of the technology acceptance model.** Internet Research, 2004, 14(3), p.p. 224–235.
- [16] Aladwani, A.M. **Online banking: a field study of drivers, development challenges, and expectations.** International Journal of Information Management, 2001, 21 (3), p.p. 213–225.
- [17] Yiu, C.S., Grant, Y.K., Edgar, D. **Factors affecting the adoption of internet banking in Hong Kong implications for the banking sector.** International Journal of Information Management, 2007, 2, p.p. 336–351.
- [18] Sathye, M. **Adoption of internet banking by Australian consumer: an empirical investigation.** International Journal of Bank Marketing, 1999, 17 (7), p.p. 324–334.
- [19] Anggraeni and Kerti Yasa, **E-service quality terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan dalam penggunaan internet banking.** Jurnal Keuangan dan Perbankan, 2012, 16 (2): p.p. 329-343.
- [20] Davis, F.D. **Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance on information technology.** MIS Quarterly, 1989, 13(3), p.p. 319-339.
- [21] Agarwal, R. and Prasad, J. **Are individual difference germane to the acceptance of new information technology: a replication.** MIS Quarterly, 1999, 30, p.p. 361-391.

ความสัมพันธ์ของคุณภาพบริการกับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
The Relationship between Service Quality and Reuse Intention of Hotel Service
in Pranakon Sri Ayutthaya Provicen

นนุช อาคมวัฒน์¹ และวสุธิดา นุริตมนต์²

Nongnuch Arkomewattana¹ and Wasutida Nurittamont^{2*}

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*E-mail: Wasutida_9919@hotmail.com

บทคัดย่อ

คุณภาพการบริการถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้ผู้รับบริการเกิดความประทับใจ สร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ธุรกิจ และนำไปสู่ความภักดีต่อโรงแรมในการที่ลูกค้าจะกลับมาใช้บริการซ้ำ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการบริการกับความตั้งใจที่จะกลับมาใช้บริการซ้ำของผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 385 คน สุ่มตัวอย่างด้วยวิธีบังเอิญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และสถิติการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณในการทดสอบสมมติฐาน ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพการบริการ ด้านการให้ความมั่นใจ และด้านการเอาใจใส่มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจจะกลับมาใช้บริการซ้ำของผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านสิ่งสัมผัสได้ ด้านความน่าเชื่อถือ และด้านการตอบสนอง ไม่มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจใช้บริการซ้ำ

คำสำคัญ: คุณภาพการบริการ ความตั้งใจกลับมาใช้บริการซ้ำ

ABSTRACT

The service quality is very important to creating impression, good business image and hotel loyalty in order to reuse service intention. The objective of this research study to the relationship between service quality and reuse service intention of user's hotel Phranakhon Si Ayutthaya province. The questionnaire as a tool to collected information 385 participants are customer who have use hotel service, non-probability sampling by accidental sampling and analyzed by descriptive statistics and analytical statistics for test hypothesizes. The result found that service quality including assurance and empathy related to reuse service intention of user's hotel Phranakhon Si Ayutthaya province at the level of significance 0.05. But the service quality including tangibles, reliability and responsiveness not related to reuse service intention.

Keywords: Service Quality, Reuse Service Intention.

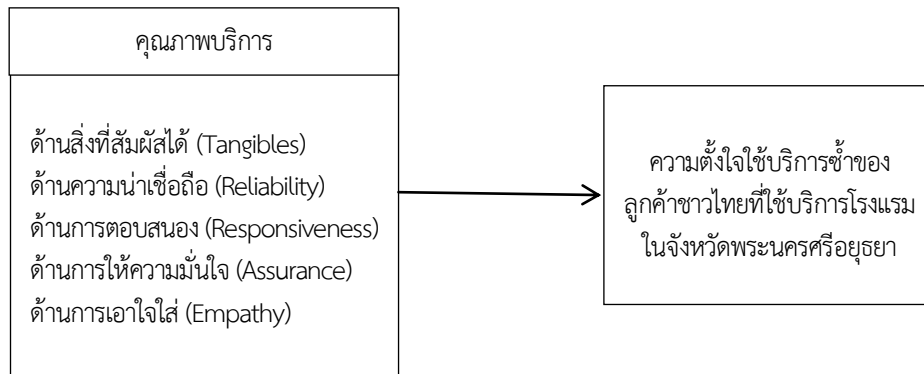
1. บทนำ

ปัจจุบันหลายประเทศเริ่มให้ความสำคัญกับการพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เพราะเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศทั่วโลก ส่งผลให้รัฐบาลในแต่ละประเทศพยายามเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันเพื่อช่วงชิงส่วนแบ่งตลาดโดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียและอาเซียนต่างกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อดึงนักท่องเที่ยวทั่วโลกเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศตนเพิ่มมากขึ้น [1] มุ่งพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว จัดการแหล่งท่องเที่ยวและธุรกิจที่เกี่ยวข้องให้โดดเด่น และตรงกับความต้องการของลูกค้า เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับในประเทศไทยอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมมาอย่างยาวนาน นำมาซึ่งรายได้อย่างมหาศาลให้แก่ประเทศไทย และยังเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดธุรกิจที่เกี่ยวข้องอีกมากมาย อาทิ โรงแรมและที่พัก ภัตตาคารอาหารร้านอาหาร ร้านจำหน่ายของที่ระลึก และการคมนาคมขนส่ง เป็นต้น ซึ่งเป็นผลให้เกิดการลงทุน การจ้างงาน รวมถึงการกระจายรายได้สู่ท้องถิ่น โดยในแต่ละปีมีมูลค่าทางเศรษฐกิจปีละหลายแสนล้านบาท [2]

การขยายตัวของการท่องเที่ยวเชื่อมโยงไปยังกับธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะธุรกิจโรงแรม ซึ่งอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและธุรกิจโรงแรมมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันอย่างมาก โดยโรงแรมเป็นธุรกิจหลักที่ส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว [2] โรงแรมที่มีคุณภาพจะสามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวใช้เวลาพำนักนานขึ้น จับจ่ายใช้สอยเพิ่มขึ้นและเป็นปัจจัยที่ทำให้นักท่องเที่ยวกลับมาใช้บริการซ้ำ จึงส่งผลให้ธุรกิจโรงแรมต้องมีการเตรียมพร้อมในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านการบริการที่มีมาตรฐาน สิ่งอำนวยความสะดวก และ พนักงานเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว คุณภาพการให้บริการจึงเป็นสิ่งสำคัญของความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจ ดังนั้น คุณภาพของการบริการจึงเป็นอาวุธในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive Advantage) [1] เพราะนอกจากจะช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดี และทำให้ลูกค้ายินดีที่จะจ่ายมากขึ้นเพื่อแลกกับบริการที่เหนือกว่า แล้วยังเป็นสิ่งที่ทำให้ลูกค้าเกิดความจงรักภักดีต่อโรงแรม เพราะความภักดีเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดการซื้อซ้ำและอาจทำให้เกิดการซื้อมากขึ้น ลูกค้ากลุ่มนี้จะไม่หันเหต่อราคาของคู่แข่งที่ต่ำกว่า และนอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการโฆษณาให้ลูกค้าใหม่ๆ เข้ามาใช้บริการด้วยการบอกต่อ (Word of mouth) ดังนั้น ภายใต้ภาวะการแข่งขันที่รุนแรงของธุรกิจโรงแรม การยกระดับคุณภาพบริการจึงเป็นกลยุทธ์สำคัญที่ผู้ประกอบการควรคำนึงถึง [1]

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการสนับสนุนและส่งเสริมการท่องเที่ยวเพราะจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีแหล่งท่องเที่ยวทางศิลปวัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ ซึ่งยังมีร่องรอยหลักฐานที่แสดงให้เห็นตามสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ และยังมีนักท่องเที่ยวมาเยี่ยมเยือนและพักแรมโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างต่อเนื่อง โดยโรงแรมในเขตอำเภอพระนครศรีอยุธยามีจำนวนมาก และมีการแข่งขันกันเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพบริการกับความตั้งใจใช้บริการซ้ำของลูกค้าชาวไทยที่ใช้บริการโรงแรมใน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพบริการมีความสัมพันธ์กับความตั้งใจใช้บริการซ้ำของลูกค้าชาวไทยที่ใช้บริการโรงแรมในเขตอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งทำการเก็บข้อมูลจากนักท่องเที่ยวชาวไทยที่ใช้บริการโรงแรมในเขตอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำหรับผลที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในธุรกิจโรงแรมในเขตอำเภอ โดยเข้าใจถึงระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพบริการและความภักดีของลูกค้า รวมถึงเข้าใจในระดับความสัมพันธ์ของคุณภาพบริการที่มีผลต่อความภักดีของลูกค้าในการกลับมาใช้บริการซ้ำ อันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการให้บริการของผู้ประกอบการในอนาคตต่อไป



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการบริการกับความตั้งใจใช้บริการซ้ำของลูกค้าชาวไทยที่ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการบริการกับความตั้งใจใช้บริการซ้ำของผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยจากกรอบแนวคิดในการศึกษาแสดงตัวแปรอิสระคือ คุณภาพการบริการ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามคือ ความตั้งใจใช้บริการซ้ำ ซึ่งได้มีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

คุณภาพการบริการ

คุณภาพการให้บริการมีความสำคัญมากต่อธุรกิจบริการที่ต้องการมุ่งความสำเร็จในด้านการบริการ Martin [4] ซึ่งกล่าวได้ว่าการเจริญเติบโตของธุรกิจบริการในปัจจุบันให้ความสำคัญต่อการบริการ เพราะถือว่าเป็นการบริการเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ซึ่งการบริการที่ดีเป็นกลยุทธ์ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างข้อได้เปรียบทางการแข่งขันหากธุรกิจ ก่อให้เกิดความประทับใจแก่ลูกค้าก็จะทำให้เกิดการกลับมาใช้บริการความภักดีต่อสินค้าของธุรกิจนั้นจนกระทั่งก่อให้เกิดการบอกต่อแบบปากต่อปาก ทั้งนี้คุณภาพการให้บริการสะท้อนถึงความมั่นคงของธุรกิจบริการ เนื่องจากคุณภาพของการบริการที่ดีส่งผลต่อการซื้อซ้ำและกลับมาใช้บริการอีก นอกจากจะสามารถรักษฐานลูกค้าเดิมไว้ได้แล้วยังก่อให้เกิดกลุ่มลูกค้ารายใหม่เพิ่มขึ้นอีกด้วยส่งผลให้สถานะของธุรกิจเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้นเรื่อยๆ

ส่วนการศึกษา ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคนอื่น ๆ [5] กล่าวว่า การสร้างบริการให้เกิดคุณภาพเพื่อให้ลูกค้าพึงพอใจ (Satisfaction) มีลักษณะดังนี้ 1. การเข้าถึงลูกค้า (Access) บริการที่ให้กับลูกค้าต้องอำนวยความสะดวกในด้านเวลาและสถานที่ 2. การติดต่อสื่อสาร (Communication) มีการอธิบายอย่างถูกต้อง โดยใช้ภาษาที่ลูกค้าเข้าใจง่าย 3. ความสามารถ (Competence) บุคลากรที่ให้บริการต้องมีความชำนาญ และมีความรู้ความสามารถในงาน 4. ความมีน้ำใจ (Courtesy) บุคลากรต้องมีมนุษยสัมพันธ์ความเป็นกันเอง และความมีวิจารณ์ญาณ 5. มีความน่าเชื่อถือ (Creditability) บริษัทและบุคลากรต้องสามารถสร้างความเชื่อมั่นและความไว้วางใจในบริการ โดยการเสนอบริการที่ดีที่สุดแก่ลูกค้า 6. ความไว้วางใจ (Reliability) บริการที่ให้กับลูกค้าต้องมีความสม่ำเสมอและถูกต้อง 7. การสนองตอบลูกค้า (Responsiveness) พนักงานต้องให้บริการและแก้ปัญหาให้ลูกค้าอย่างรวดเร็วตามที่ลูกค้าต้องการ 8. ความปลอดภัย (Security) บริการที่ให้ต้องปราศจากอันตราย ความเสี่ยง และปัญหาต่าง ๆ 9. การสร้างบริการให้เป็นรูปธรรม (Tangible) บริการที่ลูกค้าได้รับจะทำให้เขาสามารถคาดคะเนถึงคุณภาพการบริการดังกล่าวได้ 10. การเข้าใจและรู้จักลูกค้า (Understanding knowing customer) พนักงานต้องพยายามเข้าใจถึงความต้องการของลูกค้าและให้ความสนใจตอบสนองความต้องการ

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของ Parasuraman และคณะ [6] (1988) ซึ่งประกอบด้วยมิติ 5 ด้าน ดังนี้

1) สิ่งที่มีสัมผัสได้ (Tangibles) คือ การบริการที่นำเสนอในลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏให้เห็นถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และสามารถสัมผัสได้ ซึ่งได้แก่ เครื่องมือ อุปกรณ์ บุคลากร และการใช้สัญลักษณ์ หรือเอกสารที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสาร

2) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) คือ ความสามารถในการให้บริการนั้นตรงกับสัญญาที่ให้ไว้กับผู้รับบริการ บริการที่ทุกครั้งมีความถูกต้อง เหมาะสม และมีความสม่ำเสมอในทุกครั้งของบริการ ที่จะทำให้ผู้รับบริการรู้สึกว่าการบริการที่ได้รับมีความน่าเชื่อถือ สามารถให้ความไว้วางใจได้

3) การตอบสนอง (Responsiveness) คือ ผู้ให้บริการมีความพร้อม และเต็มใจที่จะให้บริการโดยสามารถตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการได้อย่างทันท่วงที ผู้รับบริการสามารถเข้าถึงบริการได้ง่ายและได้รับความสะดวกจากการมาใช้บริการ

4) การให้ความมั่นใจ (Assurance) คือ ผู้ให้บริการมีทักษะความรู้ ความสามารถในการให้บริการ และตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการด้วยความสุภาพ รวมทั้งการเอาใจใส่ มีกิริยาท่าทางและมารยาทที่ดี ในการให้บริการ รวมทั้งสามารถทำให้ผู้รับบริการเกิดความไว้วางใจและเกิดความมั่นใจในการรับบริการได้

5) การเอาใจใส่ (Empathy) คือ ความสามารถในการดูแล ความเอื้ออาทร เอาใจใส่ผู้รับบริการตามความต้องการที่แตกต่างกันของผู้รับบริการ

ความตั้งใจใช้บริการซ้ำ

ความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ เป็นส่วนหนึ่งความจงรักภักดีของลูกค้า (Customer Loyalty) ซึ่งประกอบด้วย ทัศนคติของลูกค้าและพฤติกรรมของลูกค้าที่แสดงให้เห็นว่า มีความชอบ ความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำหรือการซื้อสินค้าหรือบริการเพิ่มเติม ความตั้งใจแนะนำสินค้าหรือบริการของธุรกิจให้กับผู้อื่น ความมุ่งมั่นดังกล่าวนำไปสู่การสร้างภูมิป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการซื้อหรือใช้บริการกับธุรกิจอื่น [7] Aaker [8] ได้กล่าวไว้ในเรื่องความภักดีต่อตราสินค้าว่า ความภักดีของลูกค้าต่อตราสินค้าว่าเป็นสิ่งที่แสดงถึงความยึดมั่นที่ผู้บริโภคมีต่อตราสินค้า หรือบริการของธุรกิจใด ธุรกิจหนึ่ง Oliver [9] กล่าวได้ว่า การที่ลูกค้าผูกพันต่อผลิตภัณฑ์หรือบริการ หรือตราที่ยี่ห้อตนเอง ซึ่งวัดจากความเต็มใจ (willingness) ในรูปแบบของการซื้อหรืออุดหนุน (patronage) และการแนะนำหรือบอกต่อผู้อื่น (recommendation) การสร้างความภักดี (building loyalty) กิจการจะต้องสร้างสายสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้น แข็งแรงกับผู้บริโภคให้ได้ เพื่อความสำเร็จในระยะยาว แม้ว่าการสร้างสายสัมพันธ์ต้องทำหลายสิ่งที่แตกต่างกันไปตามกลุ่มลูกค้า โดยกระบวนการในการสร้างความภักดีและรักษาลูกค้าไว้ จะต้องอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจและพฤติกรรมของผู้บริโภคความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำแสดงให้เห็นถึงความตั้งใจของแต่ละบุคคลที่จะทำการซื้อสินค้าหรือบริการจาก บริษัทเดียว ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ก่อนหน้านี้ของแต่ละบุคคล ความตั้งใจยังเป็นการแข่งขันในธุรกิจอันเป็นผลประโยชน์ของธุรกิจจากการได้รับจากความภักดีของลูกค้า และการเก็บรักษาความตั้งใจใช้บริการซ้ำของลูกค้าไว้ [10]

จากการศึกษาที่ผ่านมาคุณภาพการบริการส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความภักดีของผู้ใช้บริการหรือลูกค้า ศรายุทธ โชคชัยวรรธน์ และคณะ (2556) คุณภาพการบริการที่ตื้นเขินสร้างความไว้วางใจให้แก่ลูกค้าเพียงน้อย พู่วณิชย์ และ วิโรจน์ เจริญลักษณ์ (2558) ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ ซึ่งเกิดจากการที่ธุรกิจบริการสามารถให้การบริการที่ตรงกับความต้องการ และตอบสนองลูกค้าได้เหนือกว่าความคาดหวัง โดยเฉพาะในธุรกิจโรงแรม ซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่จะคาดหวังว่าจะได้รับบริการที่ดี ทั้งในสิ่งที่สัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัส ไม่ว่าจะเป็นการตกแต่งสถานที่ จัดเตรียมพื้นที่ อุปกรณ์ในการอำนวยความสะดวก นอกจากนี้การให้บริการจะต้องสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ลูกค้า บริการด้วยความถูกต้องทุกครั้ง ของศรายุทธ โชคชัยวรรธน์ และคณะ (2556) ซึ่งสำคัญที่สัมพันธ์กับคุณภาพของบริการโดยตรงก็คือ ผู้ให้บริการหรือพนักงานจะต้องมีทักษะความรู้ ความสามารถในการให้บริการ ให้บริการด้วยความสุภาพ เอาใจใส่ต่อลูกค้าทุกท่านอย่างเท่าเทียมกัน และตอบสนองความต้องการให้แก่ลูกค้า [6]

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพบริการกับความตั้งใจใช้บริการซ้ำของผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในครั้งนี้ เป็นการวิจัยด้วยวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้คือ ผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 385 ตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการแจกแบบสอบถาม ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) โดยใช้วิธีสะดวก ซึ่งมีระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่เดือนมีนาคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2559 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยได้มีการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามโดยการทดสอบความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เมื่อพิจารณาค่า IOC พบว่า มีค่ามากกว่า 0.5 ทุกข้อคำถาม และได้ดำเนินการทดลองใช้แบบสอบถาม (Try out) จำนวน 30 ชุด และนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบรัชอัลฟา (Cronbach's alpha) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งพบว่ามีค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.90-0.93 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์พิจารณา 0.7 (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2549) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบบสอบถามมีความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือ และสามารถนำไปเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษา สำหรับสถิติที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งใช้ในการบรรยายประกอบด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

4. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 385 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 226 คิดเป็นร้อยละ 57.70 มีอายุระหว่าง 20- 30 ปี จำนวน 155 คน คิดเป็นร้อยละ 40.26 ระดับการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับปริญญาตรี จำนวน 236 คน คิดเป็นร้อยละ 61.30 เป็นพนักงานบริษัทเอกชน จำนวน 155 คน คิดเป็นร้อยละ 40.26 รายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่มีรายได้ 10,000 – 35,000 บาท จำนวน 181 คน คิดเป็นร้อยละ 47.01 ใช้บริการมากที่สุด คือ ช่วงวันเสาร์-วันอาทิตย์ จำนวน 210 คน คิดเป็นร้อยละ 54.54 และวัตถุประสงค์ในการใช้บริการเพื่อท่องเที่ยว/พักผ่อน จำนวน 237 คน คิดเป็นร้อยละ 61.56 ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการโรงแรม ที่มีต่อคุณภาพบริการ

ตัวแปร	สิ่งที่สัมผัสได้ (1)	ความน่าเชื่อถือ (2)	การตอบสนอง (3)	การให้คำแนะนำ (4)	การเอาใจใส่ (5)	ตั้งใจใช้บริการซ้ำ (6)	VIF	Tolerance	Durbin Watson
1.	1.00	0.65*	0.48*	0.46*	0.38*	0.36*	1.58	0.47	
2.		1.00	0.52*	0.46*	0.48*	0.41*	1.87	0.54	
3.			1.00	0.49*	0.47*	0.39*	2.03	0.49	1.72
4.				1.00	0.49*	0.41*	1.64	0.61	
5.					1.00	0.48*	1.59	0.63	
6.						1.00	1.53	0.65	

*ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า VIF ค่า Tolerance ค่า Durbin-Watson และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณภาพการบริการและความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้บริการโรงแรมในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.36 – 0.65 ซึ่งมีค่าเกิน 0.80 แต่เมื่อพิจารณาพร้อมกับค่า VIF พบว่าค่า VIF อยู่ระหว่าง 1.53 – 2.03 ซึ่งไม่เกิน 10 พิจารณาร่วมกับค่า

Tolerance พบว่าค่า Tolerance อยู่ระหว่าง 0.49 – 0.65 ซึ่งอยู่ระหว่าง 0 – 1 และพิจารณาพร้อมกับค่า Durbin-Watson พบว่าค่า Durbin-Watson คือ 1.72 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.5 – 2.5 เพราะฉะนั้นผลการตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปรอิสระ แสดงว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระไม่ก่อให้เกิดปัญหา Multicollinearity จึงสามารถนำไปทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ได้ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการบริการกับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($r=36, r=41, r=39, r=41, r=48$)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพการบริการ ประกอบด้วย ด้านสิ่งที่สัมผัสได้ ด้านความน่าเชื่อถือ ด้านการตอบสนอง ด้านการให้ความมั่นใจ และด้านการเอาใจใส่ มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

คุณภาพการบริการ	ความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ		t	p-value
	สัมประสิทธิ์การถดถอย	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน		
ค่าคงที่ (a)	0.50	0.35	1.42	0.16
1. ด้านสิ่งที่สัมผัสได้	0.12	0.09	0.95	0.34
2. ด้านความน่าเชื่อถือ	0.14	0.08	1.72	0.09
3. ด้านการตอบสนอง	0.12	0.08	1.49	0.14
4. ด้านการให้ความมั่นใจ	0.17	0.07	2.33	0.02*
5. ด้านการเอาใจใส่	0.34	0.07	4.68	0.00*

Adjusted $R^2 = 0.29$

*ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพการบริการ ประกอบด้วย ประกอบด้วย ด้านสิ่งที่สัมผัสได้ ด้านความน่าเชื่อถือ ด้านการตอบสนอง ด้านการให้ความมั่นใจ และด้านการเอาใจใส่ มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้ใช้บริการโรงแรมใน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า คุณภาพในการทำงาน มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยที่ตัวแปรอิสระร่วมกันอธิบายความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ได้ร้อยละ 29.0 ซึ่งพิจารณาจากค่า Adjusted R^2 เท่ากับ 0.29 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบแต่ละด้านพบว่า ด้านการให้ความมั่นใจ และด้านการเอาใจใส่ มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้ใช้บริการโรงแรมในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($\beta = 0.17, p < 0.05$; $\beta = 0.34, p < 0.05$) ส่วนด้านสิ่งที่สัมผัสได้ ด้านความน่าเชื่อถือ และด้านการตอบสนอง ไม่มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้ใช้บริการโรงแรมในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ($\beta = 0.12, p > .05$; $\beta = 0.14, p > .05$; $\beta = 0.12, p > .05$)

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าคุณภาพการบริการ ด้านการให้ความมั่นใจ และด้านการเอาใจใส่ มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้ใช้บริการโรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งสอดคล้องกับ สอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยพงศ์ พุฒินิชย์ และ วิโรจน์ เจริญลักษณ์ [11] พบว่าผู้ใช้บริการที่มีความเชื่อมั่น ไว้วางใจต่อบริการ

จะมีอิทธิพลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในการใช้บริการมากกว่า 1 ครั้ง ซึ่งเป็นกลับมาใช้บริการซ้ำนั่นเอง โดยเกิดจากการโรงแรมใจให้ความสำคัญในการสร้างชื่อเสียงและได้รับรางวัลต่างๆ เพื่อเป็นการรับประกันคุณภาพในการให้บริการ มีการจัดระบบรักษาความปลอดภัยที่ทำให้ลูกค้ารู้สึกถึงความปลอดภัยเมื่อเข้าใช้บริการ ทำให้ลูกค้ารู้สึกสบายใจ ไม่กังวลในการเข้ารับบริการ ส่วนด้านการเอาใจใส่ สอดคล้องกับการศึกษาของฉงจิง หลี [12] ซึ่งพบว่าคุณภาพการบริการด้านการเอาใจใส่มีความสำคัญต่อการตั้งใจใช้บริการซ้ำ ทั้งนี้การโรงแรมให้ความช่วยเหลือคำแนะนำแก่ลูกค้าด้วยความเต็มใจเสมอ ให้บริการลูกค้าอย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกัน แก้ปัญหาให้ลูกค้าอย่างจริงจัง ดูแล และใส่ใจในการให้บริการกับลูกค้าอย่างจริงจัง จนทำให้ลูกค้ารู้สึกประทับใจในบริการที่ได้รับจากทางโรงแรม ดังนั้นการที่โรงแรมนำเสนอคุณภาพการบริการ ด้านการเอาใจใส่จึงมีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่ผู้ใช้บริการโรงแรมจะใช้บริการซ้ำ โรงแรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ส่วนคุณภาพบริการ ด้านสิ่งที่สัมผัสได้ ด้านความน่าเชื่อถือ และด้านการตอบสนองไม่มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ ของผู้ใช้บริการโรงแรมในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา นั้น สอดคล้องกับการศึกษาของปรียาภรณ์ หารบุรุษ [13] ซึ่งพบว่าคุณภาพการบริการด้านสิ่งที่สัมผัสได้ ไม่ส่งผลต่อการตั้งใจที่จะใช้บริการซ้ำ เนื่องจากทุกโรงแรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดสถานที่ของโรงแรมไว้อย่างสวยงาม ตลอดจนจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวก อุปกรณ์ที่มีความพร้อมในการใช้ จัดพื้นที่สำหรับจอดรถไว้คอยให้บริการแก่ลูกค้าอยู่แล้ว และโดยส่วนใหญ่ลูกค้าที่มาใช้บริการจากโรงแรมก็คาดหวังว่าจะได้รับบริการดังกล่าวจากทุกโรงแรม และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของศรายุทธ โชคชัยวรรธน์ และคณะ [14] ซึ่งการที่พนักงานโรงแรมสามารถให้บริการอย่างถูกต้องรวดเร็ว ตรงกับความต้องการของลูกค้าทุกครั้ง และให้บริการตามที่ได้เสนอไว้ตั้งแต่แรกนั้น เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการให้บริการของลูกค้า เป็นสิ่งที่โรงแรมทุกแห่งควรให้ความสำคัญอยู่แล้ว ดังนั้นการที่โรงแรมนำเสนอคุณภาพการบริการด้านความน่าเชื่อถือ จึงไม่มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่ผู้ใช้บริการโรงแรมจะใช้บริการซ้ำ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของนันทพร กุดหินนอก [15] พบว่าการตอบสนองต่อผู้ใช้บริการไม่ส่งผลต่อการใช้บริการโรงแรม 5 ดาวซ้ำ เนื่องด้วยการที่พนักงานมีความสามารถในการแนะนำขั้นตอนการรับบริการต่างๆ แก่ลูกค้าได้เป็นอย่างดี มีความพร้อมและเต็มใจในการให้บริการแก่ลูกค้า และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันท่วงที ไม่ปล่อยให้ลูกค้ารอนานนั้น ซึ่งโรงแรมจะต้องให้การดูแลลูกค้าที่เข้ามาพักแรมทุกท่าน เพื่อให้ได้รับความพึงพอใจในการใช้บริการ

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำเสนอ เพื่อเป็นแนวทางในสร้างความตั้งใจที่จะกลับมาใช้บริการซ้ำโรงแรมของผู้ใช้บริการ ดังนี้ โรงแรมควรสร้างความมั่นใจในการให้บริการแก่ผู้มาใช้บริการ โดยเฉพาะระบบรักษาความปลอดภัยทั้งภายในห้องพัก และบริเวณโดยรอบโรงแรม รวมถึงจุดที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากมิจฉาชีพ เช่น ลานจอดรถที่จะต้องจัดให้มีแสงสว่างให้เพียงพอ และมีพนักงานรักษาความปลอดภัยคอยดูแล และพร้อมให้บริการตลอดเวลา เพื่อให้ผู้ใช้บริการรู้สึกเชื่อมั่น และคลายกังวลในการเข้ารับบริการ ตลอดจนมุ่งเน้นให้พนักงาน ดูแลเอาใจใส่ผู้มาใช้บริการอย่างจริงจัง ด้วยความมีมิตรไมตรีที่ดี พร้อมให้คำแนะนำ แก้ปัญหาต่างๆ ตลอดจนต้องให้บริการด้านต่างๆ อย่างทั่วถึง และเท่าเทียมกัน เพื่อให้ผู้ใช้บริการเกิดความประทับใจในการใช้บริการ และตั้งใจที่จะกลับมาใช้บริการอีก และควรให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมให้การบริการแก่ลูกค้า ด้วยการบริการที่มุ่งเน้นคุณภาพการ เพื่อให้เกิดความพึงพอใจ ประทับใจ และนำไปสู่ความจงรักภักดีต่อบริการของโรงแรม มีความตั้งใจที่จะกลับมาใช้บริการซ้ำโรงแรมในอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

6. คำขอบคุณ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วสุธิดา นุริตมนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเล่มนี้ที่ได้ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิจัย ตลอดจนได้รับสนับสนุนจาก คณะ

บริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ในการดำเนินการวิจัย โดยให้การสนับสนุนด้านต่างๆ ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่า และให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2558.
- [2] กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2557.
- [3] รสสุคนธ์ แซ่เฮีย. ปัจจัยพฤติกรรมการใช้บริการโรงแรม คุณภาพการ บริการ ส่วนผสมการตลาดบริการ และคุณค่าตราสินค้าที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าชาวต่างชาติที่ ใช้บริการโรงแรมระดับห้าดาวแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร. ค้นคว้าอิสระ. หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2556.
- [4] Martin, W.B. Quality Customer Service for Front Line Staff. (reprinted). Menlo Park, CA: Crisp Publication, Inc, 1995.
- [5] ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. การบริหารการตลาดยุคใหม่. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีระฟิล์ม และโซเท็กซ์ จำกัด. 2541.
- [6] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985, Fall). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49, pp. 41 - 50.
- [7] Narayandas, D. Measuring and Managing the Benefits of Customer Retention. *Journal of Service Research*. 1998. (12): 162-169.
- [8] Aaker, D.A. Measuring Brand Equity Across Products and Markets. *California Management Review*. 1996. 38(3): 102-120.
- [9] Oliver, R. L. Whence consumer loyalty. *Journal of Marketing*. 1999, 63, 33-44.
- [10] Hellier, P. K., Geursen, G. M., Carr, R. A., and Rickard, J. A. Customer repurchase intention: a general structural equation model. *European journal of marketing*, 2003. 37(11/12), 1762-1800.
- [11] ปิยพงศ์ พุฒินิชย์ และ วิโรจน์ เจริญลักษณ์ อิทธิพลของการกำกับดูแลกิจการที่ดีและการรับรู้คุณภาพการบริการของลูกค้าที่มีผลต่อความไว้วางใจและความจงรักภักดีของลูกค้าธนาคารออมสิน. วารสารวิทยาการจัดการ สมัยใหม่. 2558.
- [12] ฉงจิ่ง หลี่. คุณภาพการบริการของบริษัทนำเที่ยวประเทศจีนที่มีผลต่อความความไว้วางใจในบริษัทนำเที่ยวและความตั้งใจในการใช้บริการซ้ำของนักท่องเที่ยวชาวไทย. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2556.
- [13] ปรียาภรณ์ ทารบุษ. ภาพลักษณ์และคุณภาพการให้บริการของโรงแรมที่ส่งผลต่อการตั้งใจใช้บริการซ้ำโรงแรมขนาดกลางในเขตกรุงเทพมหานคร ของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2558.
- [14] ศรายุทธ โชคชัยวรรรัตน์ และคณะ. คุณภาพการบริการของธุรกิจโรงแรมใน สปป. ลาว เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวจากประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนกรณีศึกษา นครหลวงเวียงจันทน์. วารสารวิทยาลัยพาณิชยศาสตร์บูรพาปริทัศน์. 2556.
- [15] นันทพร กุดหินนอก. คุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อการรับรู้คุณค่าของตราสินค้าและความภักดีในตราสินค้าของธุรกิจโรงแรมห้าดาวซ้ำของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติในกรุงเทพมหานคร. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2558.

โครงการระดับอุดมศึกษา

การทดสอบประสิทธิภาพของ Google speech to text API ในการรู้จำคำภาษาไทย
โดยใช้ชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรีเป็นกรณีศึกษา

PERFORMANCE EVALUATION OF GOOGLE SPEECH TO TEXT API IN RECOGNIZING THAI SPOKEN
WORDS: A CASE STUDY OF WATERFALL NAME IN KANCHABURI PROVINCE

นางสาวอรสา แก้วสอาด¹ นางสาวชัยพร สีนาค² ดร. นภา แซ่เบ้³
Miss Orasa Kawsaoad¹, Miss Chamaiphon Sinak², Dr. Napa Sae-Bae³

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
*ที่อยู่ E-mail ผู้รับผิดชอบบทความ (thangmay.nan@gmail.com)

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ เราทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบการรู้จำคำพูดภาษาไทยของ Google API ซึ่งการรู้จำคำพูดภาษาไทยเป็นงานที่มีความซับซ้อนเนื่องจากในการออกเสียงภาษาไทยนั้นมีระดับเสียงที่แตกต่างกันถึง 5 ระดับและมีสระทั้งหมดถึง 32 สระ ซึ่งคำภาษาไทยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยชื่อน้ำตก 21 ชื่อในจังหวัดกาญจนบุรี ตัวอย่างเช่น น้ำตกกระเต็งเจง น้ำตกจ๊อกกระดิ่น น้ำตกแม่ขมิ้น เป็นต้น โดยในการศึกษาครั้งนี้เราได้ทำการทดสอบการออกเสียงน้ำตกดังกล่าวในสำเนียงทั้งหมด 4 สำเนียงคือ สำเนียงคนกรุงเทพฯ สำเนียงคนท้องถิ่น สำเนียงคนอีสาน และสำเนียงชาวตะวันตก จากผู้ร่วมทดสอบ 33 คน ผลการทดสอบพบว่า ระบบการรู้จำคำพูดภาษาไทยของ Google API มีประสิทธิภาพสูงในการรู้จำคำพูดภาษาไทยโดยมีความแม่นยำถึง 96.5% โดยค่าที่มีความแม่นยำต่ำสุดคือ น้ำตกโดช่องถ่อง ซึ่งมีความถูกต้องที่ 72.8%

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพของระบบรู้จำคำพูดภาษาไทย, การแปลงเสียงให้เป็นข้อความ, Google API

ABSTRACT

In this paper, we study the performance of Google speech recognition API in recognizing Thai word which is not a trivial task since Thai pronunciation has up to 5 tones and 32 vowels. The case study we use here is the set of 21 Waterfall name in Kanchanaburi province. Example of these name are Kra-Teng-Jeng waterfall, Jokkradin waterfall, and Mae-Kha-Min waterfall. The test was conducted on 33 participants with 4 accents: Bangkok accent, local accent, Thai Isan (north-eastern) accent, and western accent. The results confirm that Google voice recognition API is an effective tool in recognizing Thai word with the overall recognition accuracy of 96.5% where the lowest accuracy was found in the word "Dai chong thong waterfall" with the accuracy of 72.8%.

Keywords: Performance, Speech recognition, Google API

1. บทนำ

Google speech to text เป็นระบบการแปลงเสียงให้เป็นข้อความที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Google โดยยึดแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม สามารถใช้ได้ถึง 80 ภาษาทั่วโลก ซึ่งภาษาไทยได้มีการพัฒนาขึ้นและเปิดให้ใช้งานสาธารณะเมื่อ พุทธศักราช 2557 ซึ่งทางผู้พัฒนาได้รวบรวมคำพูดพร้อมทั้งกับปรับปรุงให้ตรงตามหลักไวยากรณ์ของภาษาไทย

เนื่องจากภาษาไทยเป็นภาษาที่ประมวลผลค่อนข้างยาก โดยเฉพาะคำที่เป็นภาษาท้องถิ่น จะเป็นการออกเสียงที่ยาก และเป็นคำเฉพาะ ที่มีตัวสะกด วรรณยุกต์ และการออกเสียง ที่ไม่ได้ใช้ทั่วไป การออกเสียงจึง

ค่อนข้างลำบาก เมื่อนำมาประมวลผลในการรู้จำจากเสียงพูดมาเป็นข้อความแล้วจึงเป็นที่ควรตรวจสอบว่าระบบ Google speech to text จะสามารถใช้งานในการแปลงเสียงให้เป็นข้อความได้แม่นยำไถ่เพียงไร ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจสำหรับผู้พัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป ในการเลือกที่จะนำเอาเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งานบริการอัตโนมัติต่างๆ ในภาษาไทย

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาและดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของ Google speech to text API ในการรู้จำคำภาษาไทย โดยใช้ชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรีเป็นกรณีศึกษา โดยทำการพัฒนา android application เพื่อรองรับการใช้ Google Voice Search ในการรับเสียงเพื่อแปลงเป็นข้อความจากอาสาสมัครที่ได้คัดเลือกไว้ ในการอ่านออกเสียงตามชื่อน้ำตกนั้น ๆ และทำการทดสอบการแปลสัญญาณเสียงเป็นข้อความของ application ดังกล่าวจากอาสาสมัคร 33 คนในสำเนียงทั้งหมด 4 สำเนียงคือ สำเนียงคนกรุงเทพฯ สำเนียงคนท้องถิ่น สำเนียงคนอีสาน และสำเนียงชาวตะวันตก และทำการวิเคราะห์ค่าความแม่นยำของ Google speech to text API ดังกล่าวเป็นลำดับสุดท้าย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการค้นหาคำในภาษาไทยมีพื้นฐานมาจากระบบรู้จำเสียง ในส่วนนี้จะอธิบายถึงประเภทและเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการรู้จำเสียง ดังนี้

การรู้จำเสียง (Speech Recognition) คือ การประมวลผลโดยแปลงสัญญาณเสียงพูดให้อยู่ในรูปแบบของคำมีการเรียงลำดับต่อกันด้วยอัลกอริธึมที่ไซในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Wikipedia, 2007) เช่น การป้อนเสียงที่แปดตัวเลขของชั้นบนลิฟต์โดยสารอัจฉริยะ ผ่านไมโครโฟน เมื่อระบบรู้จำเสียงได้รับเสียงเขาก็ทำการประมวลผลให้ลิฟต์โดยสารขึ้นลงตามเลขชั้นที่ได้รับเข้ามา โดยตัวเลขชั้นต่าง ๆ จะต้องมีการสอน (Training) ให้ระบบรู้จำก่อนเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้เสียงพูดจากคน ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของคน เช่น เพศ อายุ แล้วจดจำเอาไว้ในอนาคต เนื่องจากข้อจำกัดดังกล่าว จึงทำให้ระบบรู้จำเสียงในยุคแรก มีความสามารถแยกแยะคำได้อย่างถูกต้องก็ต่อเมื่อผู้พูดจะต้องมีการเว้นจังหวะคำพูด หรือพูดทีละคำ (Isolated Word) ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบรู้จำเสียงให้สามารถรู้จำเสียงพูดแบบต่อเนื่อง (Continuous Speech) ได้

ประเภทของระบบรู้จำเสียง (Speech Recognition) สามารถแบ่งตามลักษณะการรู้จำเสียงได้ 3 ประเภท คือ

1) การรู้จำเสียงพูดจากสัญญาณเสียงพูดแบบคำโดด (Isolated speech) เป็นการฝึกฝนให้ระบบรู้จำเสียงพูดเป็นคำพูดสั้น ๆ หรือรู้จำคำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง เพื่อให้ระบบสามารถโต้ตอบกับมนุษย์ได้รวดเร็ว เช่น ระบบที่ใช้เสียงในการระบุตัวบุคคล (ชัย วุฒิวีวัฒน์ชัย, สุทัศน์ แซ่ตั้ง และวารินทร์ อัจฉริยะกุลพร 2543, น. 24-35) โดยระบบสามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าเสียงของผู้นั้นเป็นเสียงของบุคคลใด ระบบการควบคุมการปฏิบัติการของแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ด้วยคำสั่งเสียงภาษาไทย (ชมทิพ พรพนมชัย, ธรรมรัตน์ แสงโสภี และธีรวิษ วงษเสรี, 2548, น.1-8) โดยการรู้จำเสียงมาใช้ควบคุมการปฏิบัติงานของแขนกล หุ่นยนต์ด้วยคำสั่งเสียงรวมทั้ง 6 คำสั่ง ได้แก่ ขึ้น ลง หยิบ ปล่อย ซ้าย และ ขวา และ ระบบ d-Ear Attendant (d-Ear Technologies, 2005) ซึ่งเป็ระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ เมื่อมีผู้โทรศัพท์เข้ามา ระบบจะให้ผู้นั้นบอกชื่อของผู้ที่ต้องการจะสนทนาด้วย จากนั้นระบบจะโอนสายไปยังผู้ที่ถูกระบุชื่อ เป็นต้น

2) การรู้จำเสียงพูดจากสัญญาณเสียงแบบพูดต่อเนื่อง (Continuous speech) เป็นการฝึกฝนให้ระบบรู้จำมีความสามารถเพิ่มขึ้น โดยสามารถรู้จำคำทุกคำจากเสียงพูดแบบต่อเนื่อง และทำการพิจารณาวาสัญญาณเสียงที่เข้ามานั้นประกอบด้วยคำอะไรบ้าง เช่น โปรแกรมระบบ VoiceNotes (Lisa J. Stifelman, Barry Arons, Chris Schmandt and Eric A. Hulteen, 1993) สำหรับคอมพิวเตอร์มือถือ (Hand-Held Computer) ซึ่งโปรแกรมนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานที่อยู่สภาวะที่ไม่สามารถไขปากกา และกระดาษ เพื่อจดบันทึกข้อความโดยผู้ใช้สามารถทำการจดบันทึกข้อความด้วยเสียงพูดแทน เช่น ผู้ที่กำลังขับซึ่รถยนต์ เป็นต้น โดยก่อนที่โปรแกรมจะบันทึกข้อความเสียงนั้นลงในคอมพิวเตอร์มือถือ โปรแกรมจะทำการพิจารณาข้อความเสียงนั้น ก่อนวาจะบันทึก

ลงหมวดหมู่ใด ตามหมวดหมู่ที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ก่อนแล้ว และระบบรู้จำเสียงพูดภาษาไทยต่อเนื่องแบบเฉพาะบุคคล สำหรับการเข้าถึงอีเมล (ฐนียา สัตยพานิช และ อัศนีย์ กอตระกุล, 2546) โดยการใช้เสียงพูด ทั้งชายและหญิง ส่งงานอีเมลด้วยคำสั่งที่กำหนดขึ้นจำนวน 23 คำสั่ง เป็นต้น

3) การรู้จำเสียงพูดจากสัญญาณเสียงพูดแบบคำอุทาน (Spontaneous speech) เป็นการฝึกฝนระบบ ใหญ่รู้จำคำจากเสียงพูดที่มีคำอุทาน เพื่อให้ระบบรู้จำสามารถรู้จำและเข้าใจเนื้อหาสำคัญที่อยู่ในสัญญาณเสียง เช่น ประโยคเสียงว่า “เออ ผมของจองทองพักหนึ่งทอง” มีเนื้อหาสำคัญในเสียงคือ “ผมของจองทองพักหนึ่งทอง” สวน “เออ” เป็นคำอุทาน ซึ่งไม่ใช่เนื้อหาสำคัญในสัญญาณเสียง ตัวอย่างเช่น ระบบสรุปข้อความในเสียงพูดแบบคำอุทาน (Sadaoki Furui, 2005) งานวิจัยนี้จะทำการถอดข้อความในสัญญาณเสียงพูดภาษาญี่ปุ่นแบบมีคำอุทานมาเป็นแฟ้มข้อความด้วยวิธีการสร้างโมเดลเสียง และโมเดลภาษาจากฐานข้อมูลคำอุทานภาษาญี่ปุ่น (Corpus of Spontaneous Japanese :CSJ) เป็นต้น

ความยากง่ายในการรู้จำเสียง (Speech Recognition) ยังมีปัจจัยประกอบอื่น ๆ เช่น อารมณ์และ น้ำเสียงของผู้พูดในขณะนั้น ซึ่งจะทำให้คำคำเดียวมีการออกเสียงที่ต่างกันไปได้อีกด้วย อีกทั้งระบบรู้จำเสียงที่กล่าว ข้างต้นทั้งหมดจำเป็นต้องอาศัยฐานข้อมูลเสียงขนาดใหญ่ เพื่อจะทำให้ระบบรู้จำเสียงได้มากที่สุด ดังนั้นจำเป็นที่ ต้องใช้เนื้อที่จัดเก็บ และใช้เวลามากในการสอน (Training) คอมพิวเตอร์ ใหญ่รู้จำเสียง เนื่องจากประสิทธิภาพของ ระบบรู้จำจะขึ้นอยู่กับจำนวนของคำที่ต้องการให้ระบบรู้จำ ตัวอย่างเช่น ในงานการควบคุมการปฏิบัติการของแขน กลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ด้วยคำสั่งเสียงภาษาไทย (ชมทิพ พรพนมชัย และคณะ, 2548) ถ้าต้องการควบคุม ปฏิบัติงานของแขนกลหุ่นยนต์ใหม่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ขึ้น 5 เซนติเมตร จำเป็นต้องสอนให้หุ่นยนต์รู้จำเพิ่มใน เรื่องของระยะทางนอกเหนือจากคำสั่งที่กำหนดไว้เพียง 6 คำสั่ง

ดังนั้นเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของระบบรู้จำที่จะต้องรู้จำเสียงจากฐานข้อมูลเสียงขนาดใหญ่และต้องใช้ เวลาในการฝึกฝนคอมพิวเตอร์ผันแปรตามขนาดของฐานข้อมูลเสียง ในการวิจัยเกี่ยวกับค้นหาคำหลัก (Keyword Spotting) ในเสียงพูดนั้น จะอยู่บนพื้นฐานการฝึกฝนของระบบรู้จำเสียง โดยการสอนคอมพิวเตอร์ใหญ่รู้จำเฉพาะ คำหลักที่ต้องการเท่านั้น จึงทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ และประหยัดเวลาในการสอน เนื่องจากระบบไม่ จำเป็นเรียนรู้คำทุกคำ แต่ถาคำหลักที่ต้องการค้นหาไม่ได้ถูกสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จัก ก็จะทำให้ระบบค้นหาคำหลัก นั้นไม่พบ จำเป็นจะต้องสอนคอมพิวเตอร์ใหญ่รู้จำคำหลักที่เพิ่มเข้ามาใหม่ ดังนั้นถ้าระบบค้นหาคำหลักสามารถสร้าง คำหลักที่ไม่ได้ถูกสอนได้อัตโนมัติ ก็จะทำให้ประหยัดเวลาในการสอนคอมพิวเตอร์ทุกครั้งเมื่อมีคำหลักใหม่เข้ามา โดยขนาดของฐานข้อมูลเสียงตามจำนวนคำศัพท์ในฐานข้อมูล ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงขนาดของฐานข้อมูลเสียงตามจำนวนคำศัพท์ในฐานข้อมูล

ขนาด	จำนวนคำศัพท์ในฐานข้อมูล
ขนาดเล็ก (small vocabulary)	10 คำ
ขนาดกลาง (medium vocabulary)	100 คำ
ขนาดใหญ่ (large vocabulary)	1,000 คำ
ขนาดใหญ่มาก (very-large vocabulary)	10,000 คำ

ที่มา Andrew Hunt, 2004

ความสามารถของระบบรู้จำเสียง ในการที่จะรู้จำคำพูดว่าผู้พูดพูดอะไรนั้น และคำพูดแต่ละคำมี ความแตกต่างกันอย่างไรนั้น ได้มีการนำเทคนิคหลายเทคนิคเข้ามาใช้ เช่น การใช้เทคนิคโมเดลของมาร์คอฟ (Hidden Markov Model : HMM) การใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) และ การใช้เทคนิคโดยให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ด้วยตนเอง (Machine Learning) เป็นต้น

ซึ่งเทคนิคที่ Google นำมาใช้ในการพัฒนาระบบเป็นเทคนิคที่พัฒนาต่อยอดมาจาก เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ที่มีชื่อเฉพาะว่า Deep Neural Networks (DNNs) (ที่มา: <https://research.googleblog.com/2015/08/the-neural-networks-behind-google-voice.html>. (12/12/2559)

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยฉบับนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการรู้จำคำในภาษาไทย เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ Google Voice Recognition API โดยการใช้ Google Voice Search เป็นตัวรับข้อมูลเสียงและนำมาประมวลผล โดยใช้ชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรี เป็นตัวทดสอบ ซึ่งคำส่วนใหญ่จะเป็นภาษาท้องถิ่น ที่มีตัวสะกด วรรณยุกต์ และการออกเสียงที่เฉพาะ ซึ่งรายละเอียดจะประกอบไปด้วย ขั้นตอนการวิจัยที่สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Pre-processing)
2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (Process research)
3. ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพ (Evaluation)

ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้คือ

3.1 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Pre-processing)

ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล มีจุดประสงค์เพื่อเตรียมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ก่อนการทดลองในขั้นต่อไป ซึ่งการจัดเตรียมข้อมูลจะเป็นขั้นตอนที่ทำเพียงครั้งเดียว โดยประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

3.1.1 พัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกเสียง (Voice Memos) โดยทำการจัดเตรียมแอปพลิเคชันบันทึกเสียง เพื่อนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลเสียงของอาสาสมัคร



ภาพที่ 3.1 แอปพลิเคชันบันทึกเสียง (Voice Memos)

3.1.2 จัดเตรียมอาสาสมัครเพื่อทดสอบการรู้จำ โดยการจัดเตรียมอาสาสมัครเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของ Google speech to text API ในการรู้จำคำภาษาไทย (ชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรี) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- 1) อาสาสมัครในการพูดภาษากลาง จำนวน 20 คน
- 2) อาสาสมัครในการพูดสำเนียงท้องถิ่น จำนวน 5 คน
- 3) อาสาสมัครในการพูดภาษาอีสาน จำนวน 5 คน
- 4) อาสาสมัครในการพูดภาษาต่างประเทศ จำนวน 3 คน

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (Process research)

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมเสียงบันทึกของอาสาสมัครในการ ออกเสียงชื่อน้ำตกใน จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 เลือกโดเมนคำหลัก และสร้างพจนานุกรมคำหลัก ซึ่งจุดประสงค์ของการเลือกโดเมน คำหลักเพื่อแสดงรายการคำหลักโดเมนที่ต้องการทดสอบคำใดบ้าง ด้วยการอ่านเพิ่มรายการคำหลักทีละคำ จากที่ สร้างไว้ทั้งหมด 21 คำ โดยเป็นรายชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรี เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการทดลองการค้นหาใน Google Voice Search โดยข้อมูลเสียงที่ใช้ในการทดลองคือ ชุดแฟ้มที่เป็นเสียงการพูดชื่อน้ำตกต่างๆ ในจังหวัด กาญจนบุรีทั้งหมด 21 น้ำตก ดังนี้

- 1) น้ำตกตะเคียนทอง (TAKIEN THONG WATERFALL)
- 2) น้ำตกไถช่องถ่อง (DAI CHONG THONG WATERFALL)
- 3) น้ำตกเกริงกระเวีย (KROENGKAWIA WATERFALL)
- 4) น้ำตกเขาใหญ่ (KHAO YAL WATERFALL)
- 5) น้ำตกคลิตี้ (CLINIC WATERFALL)
- 6) น้ำตกกระเต็งเจ็ง (KRA TENG JENG WATERFALL)
- 7) น้ำตกจ๊อกกระดิ่น (JOKKRADIN WATERFALL)
- 8) น้ำตกห้วยแม่ขมิ้น (MAEKHAMIN WATERFALL)
- 9) น้ำตกผาแป (PURLIN WATERFALL)
- 10) น้ำตกโป่งกระด้าง (PONGKRADANGNGA WATERFALL)
- 11) น้ำตกดิบใหญ่ (LARGE RAW WATERFALL)
- 12) น้ำตกทุ่งนางครวญ (THUNG NANG KRUAN WATERFALL)
- 13) น้ำตกปีเต็ง (PI TENG WATERFALL)
- 14) น้ำตกไตรตรีงษ์ (TRAI TRUENG WATERFALL)
- 15) น้ำตกผาลาด (PHALAD WATERFALL)
- 16) น้ำตกผาตาด (PHATAD WATERFALL)
- 17) น้ำตกธารเงิน-ธารทอง (THAN NGERN – THAN THONG WATERFALL)
- 18) น้ำตกเอราวัณ (ERAWAN WATERFALL)
- 19) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (SAI YOK NOI WATERFALL)
- 20) น้ำตกไทรโยคน้อย (SAI YOK YAI WATERFALL)
- 21) น้ำตกผาสวรรค์ (PHA SAWAN WATERFALL)

3.2.2 บันทึกเสียง

เป็นการให้อาสาสมัครอ่านเพิ่มรายการคำหลักที่สร้างไว้ ทั้งหมด 21 คำ จากรายชื่อน้ำตกใน จังหวัดกาญจนบุรี และทำการบันทึกทีละคน และแบ่งตามหมวดหมู่ที่กล่าวไว้ข้างต้น



ภาพที่ 3.2 เสียงที่บันทึกได้

3.3 ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพ (Evaluation)

เป็นการประเมินประสิทธิภาพของการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อความของ Google API ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.3.1 จัดทำตารางการออกเสียง เป็นการแสดงรายการอ่านออกเสียงของอาสาสมัคร ในรูปแบบตารางถึงหลักความถูกต้องของเสียงของอาสาสมัครแต่ละคน โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- 1) อาสาสมัครในการพูดภาษากลาง จำนวน 20 คน
- 2) อาสาสมัครในการพูดสำเนียงท้องถิ่น จำนวน 5 คน
- 3) อาสาสมัครในการพูดภาษาอีสาน จำนวน 5 คน
- 4) อาสาสมัครในการพูดภาษาต่างประเทศ จำนวน 3 คน

3.3.2 ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อความของ Google API โดยนำเอาความถูกต้องดังกล่าวมาทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของการแปลงตามรายชื่อน้ำตก และตามสำเนียงการออกเสียง โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\% \text{ ความถูกต้อง (Accuracy)} = \frac{\text{จำนวนคำที่ออกเสียงถูกต้อง}}{\text{จำนวนคำทั้งหมด}}$$

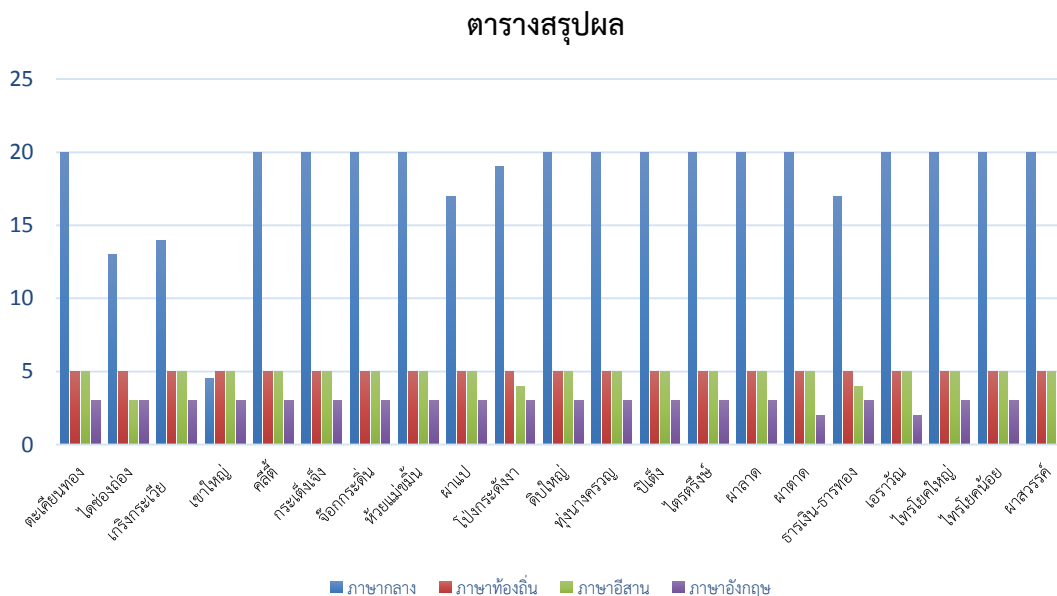
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของอาสาสมัครในการอ่านออกเสียง

น้ำตก	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	คนที่6	คนที่7	คนที่8	คนที่9	คนที่10
ตะเคียนทอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ไผ่ช่องถ้อง	✓	✓	✓	ไผ่ช่องถ้อง	ไผ่ช่องถ้อง	ไผ่ช่องถ้อง	ไผ่ช่องถ้อง	ไผ่ช่องถ้อง	✓	✓
เกรียงกระเวีย	✓	✓	✓	เกรียงกระเวีย	เกรียงกระเวีย	✓	✓	✓	✓	✓
เขาใหญ่	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
คลี่ตี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
กระตังเจี้ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
จ้อกระด็น	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ห้วยแม่ขมิ้น	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ผาแป	ผาแป	✓	✓	ผาแปบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
โป่งกระดิงงา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ดืบใหญ่	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ทุ่งนางครวญ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ปีเตี้ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ไทรตริงซ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ผาลาด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ผาดาด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ธารเงิน-ธารทอง	✓	✓	✓	✓	ธารเงิน-ธารทอง	ธารเงิน-ธารทอง	✓	✓	✓	✓
เอราวัณ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ไทรโยคใหญ่	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ไทรโยคน้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ผาสวรรค์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ผลการวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพของ Google speech to text API ในการรู้จำคำภาษาไทย (ชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรี) เป็นการทดสอบการรู้จำเสียงของ Google Voice Search จากคำในภาษาไทยโดยใช้ชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรี ได้ผลการทดลองการออกเสียง ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และได้สรุปผลการค้นหาด้วยเสียงโดยใช้ Google Voice Search ไว้ในตาราง 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการค้นหารายชื่อร้านค้าด้วยเสียง



ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปผลการค้นหาด้วยเสียงโดยใช้ Google Voice Search

ภาษา	% ความถูกต้อง
สำเนียงกรุงเทพ	95%
สำเนียงกรุงเทพท้องถิ่น	100%
สำเนียงกรุงเทพอีสาน	95%
สำเนียงชาวตะวันตก	96%

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของ Google speech to text API ในการรู้จำคำภาษาไทยโดยอาสาสมัคร 33 คน จาก 4 กลุ่มสำเนียง จากกรณีศึกษาคือชื่อน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรีจำนวน 21 ชื่อ ซึ่งคำที่ใช้ทดสอบมีการออกเสียงค่อนข้างยาก เพราะเป็นคำเฉพาะที่ใช้ในท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ผู้ทดสอบจะออกเสียงผิดเพี้ยนไปบ้าง แต่คำจำกัดที่ได้กลับมา ค่อนข้างจะตรงกับคำที่ต้องการ มีเพียงบางคำ เล็กๆ น้อยๆ เท่านั้น ที่ไม่สามารถ ออกเสียงให้แสดงข้อความตรงตามความต้องการได้ โดยคำที่มีความแม่นยำต่ำสุดคือ น้ำตกไถช่องถ่อง ซึ่งมีความถูกต้องที่ 72.8%

จึงสรุปได้ว่าการทำงานของ Google Voice Search มีความแม่นยำสูง (ค่าความแม่นยำเฉลี่ยที่ 96.5%) เหมาะสมในการนำมาใช้งานเพื่อการพัฒนาแอปพลิเคชันที่อาศัยการรู้จำเสียงภาษาไทย อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้เป็นเพียงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ speech to text เพียงระบบเดียว ดังนั้น ในขั้นต่อไปของการวิจัยจึงควรทำการศึกษาดูการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบ speech to text อื่นๆ ในการรู้จำคำภาษาไทย เพื่อเป็นทางเลือกในการนำมาใช้งานให้กับนักพัฒนาโปรแกรมและระบบมาประยุกต์ใช้งานบริการอัตโนมัติต่างๆ ในภาษาไทยต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณอาสาสมัคร ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการทดสอบประสิทธิภาพของ Google Voice Recognition นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้ทั้งหมด จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] รุณิยา สัตยพานิช และ อศินีย์ ก่อตระกูล ระบบรู้จำเสียงพูดภาษาไทยต่อเนื่องแบบเฉพาะบุคคลสำหรับการเข้าถึงอีเมล, หน่วยปฏิบัติการวิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะดารประมวลผลภาษาธรรมชาติและเทคโนโลยีสารสนเทศ อัจฉริยะ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546, หน้า 1-6.
- [2] ภัสริภา คชสำโรง, ตริภพ สรรเพชรนิยม, ศวิต กาศุริยะม ณ์ฐนนท์, ทัดพิทักษ์กุล และ ชัย วุฒวิวัฒน์ชัย, **ฐานข้อมูลเสียงขนาดใหญ่สำหรับระบบรู้จำเสียงพูดภาษาไทยต่อเนื่อง**, 2005, หน้า 7-8.
- [3] ชมทิพ พรพนมชัย, ธรรมรัตน์ แสงโสภี และ อีริวิรัช วงษ์เสรี การควบคุมการปฏิบัติการของแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ด้วยคำสั่งเสียงภาษาไทย The Proceeding of the 1st Northeastern Computer Science and Engineering Conference (NECSEC2005) มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 2548
- [4] ชัยวุฒิ วิวัฒน์ชัย, et al. "ความก้าวหน้าของการพัฒนาระบบระบุผู้พูดภาษาไทย." (2011).
- [5] Stifelman, Lisa J., et al. "VoiceNotes: a speech interface for a hand-held voice notetaker." Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 conference on Human factors in computing systems. ACM, 1993.
- [6] Furui, Sadaoki. "50 years of progress in speech and speaker recognition." SPECOM 2005, Patras (2005): 1-9.

ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า
Warehouse Management System

กุลจิรา พลเสน, ขนิษฐา ภูักดี, อุทาน บูรณศักดิ์ศรี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
e-mail: kunjira-st@rmutsb.ac.th, khanittha@rmutsb.ac.th, utharn.b@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศการบริหารจัดการคลังสินค้า บริษัท บี.โอ.เอส. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ระบบนี้ได้ทำการปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับการค้นหา และเพิ่มข้อมูล เช่น การจัดการข้อมูลของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล ของโครงการฉบับนี้ ได้แก่ MySQL ร่วมกับภาษา PHP เป็นเครื่องมือในการจัดทำระบบ ผลการดำเนินงาน คือระบบที่สามารถบันทึกข้อมูล เพิ่มข้อมูล ลบข้อมูล แก้ไขข้อมูล ในส่วนของ การเพิ่มวัตถุดิบ และสามารถตรวจสอบประวัติใบเบิกผลิตภัณฑ์ได้

Abstract

The objective of this project is to develop the information system of warehouse management system for B.O.S Engineering Co. Ltd. The system was designed to improve the efficiency on searching and adding data such as the management of raw materials and products.

The information system makes use of MySQL and PHP to create this system. The result showed that the system can create, retrieve, update, and delete the raw material data in addition to recheck the requisition history of the products.

1. บทนำ

เนื่องจากบริษัท บี.โอ.เอส. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ดำเนินการประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตแม่พิมพ์งานหล่อ แม่พิมพ์อลูมิเนียมและอุปกรณ์ไฟฟ้าและขายการตลาดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขึ้นส่วนจักรกลการเกษตรขึ้นส่วนยานยนต์ในรูปแบบ mass production ให้กับบริษัทฯชั้นนำ พร้อมทั้งบริการเขียนแบบ produce design, design part, create งาน drawing งานเครื่องกล เครื่องจักรต่างๆ บริษัท บี.โอ.เอส. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด สร้างผลิตภัณฑ์มากมายแต่ยังขาดการบริหารจัดการคลังสินค้าที่ทันสมัยทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้งาน เช่น การจัดการยอดสินค้าในคลัง การเบิกวัตถุดิบในคลัง การส่งออกของผลิตภัณฑ์ การจัดสรรจำนวนวัตถุดิบให้เพียงพอต่อการใช้งาน

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสินค้าให้กับบริษัท บี.โอ.เอส. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัดและเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการคลังสินค้าให้กับบริษัท บี.โอ.เอส. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

ขอบเขตของระบบการติดตั้งซอฟต์แวร์นี้จะครอบคลุมในเรื่องของงานภายในบริษัท บี.โอ.เอส. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เริ่มตั้งแต่การบริหารจัดการวัตถุดิบ การบริหารจัดการการผลิตภัณฑ์ การทำงานของระบบจะอาศัยการคำนวณ โดยแบ่งตามการทำงานได้ 3 ระบบ คือ

ระบบพิสูจน์ตัวตน เป็นระบบที่ผู้ใช้งานในหน่วยงานต่าง ๆ เช่น ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายขาย ฝ่ายผลิต ฝ่ายสำนักงาน และผู้ดูแลระบบ ทำการพิสูจน์ตัวตนเพื่อเข้าสู่ระบบได้

ระบบบริหารวัตถุดิบ แบ่งบทบาทการทำงานตามประเภทของผู้ใช้ โดยผู้ดูแลระบบจะเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลวัตถุดิบ ดูจำนวนวัตถุดิบคงเหลือในคลัง และทำการอนุมัติการเบิกวัตถุดิบได้ แต่ผู้ใช้ทั่วไปจะมีลักษณะการทำงานที่ไม่เหมือนกัน ได้แก่ ฝ่ายจัดซื้อสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลวัตถุดิบ และดูจำนวนวัตถุดิบคงเหลือในคลังได้ ฝ่ายผลิตทำการเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลวัตถุดิบ และดูจำนวนวัตถุดิบคงเหลือในคลังได้และฝ่ายสำนักงานสามารถดูจำนวนวัตถุดิบคงเหลือในคลังและทำการอนุมัติการเบิกวัตถุดิบได้แต่ไม่สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลวัตถุดิบได้

ระบบบริหารจัดการการผลิตภัณฑ์ แบ่งบทบาทการทำงานตามประเภทของผู้ใช้ โดยผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และดูจำนวนการผลิตภัณฑ์ได้ เรียกดูประวัติการส่งออกการผลิตภัณฑ์ ทำการอนุมัติการเพิ่มข้อมูลและเบิกการผลิตภัณฑ์ได้ ในขณะที่ผู้ใช้ทั่วไป เช่น ฝ่ายผลิตสามารถเพิ่มจำนวนการผลิตภัณฑ์ พิมพ์ใบนำเข้าการผลิตภัณฑ์ และดูจำนวนการผลิตภัณฑ์คงเหลือในคลังได้ ส่วนฝ่ายขายสามารถเบิกการผลิตภัณฑ์และดูจำนวนการผลิตภัณฑ์คงเหลือในคลังได้และฝ่ายสำนักงานทำการอนุมัติการเบิกวัตถุดิบได้และดูจำนวนการผลิตภัณฑ์คงเหลือในคลังได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารและการปฏิบัติงานให้กับกระบวนการทำงานและผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบจำนวนวัตถุดิบหรือการผลิตภัณฑ์ของบริษัทได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและหลักการ

เป็นการอธิบายถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

คลังสินค้า[1] (warehouse) หมายถึง พื้นที่ที่ได้วางแผนแล้วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและการเคลื่อน ย้ายสินค้าและวัตถุดิบ แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการคลังสินค้า การจัดการคลังสินค้า เป็นกิจกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อ การจัดการคลังสินค้าผ่านกิจกรรมย่อย

2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ฐานข้อมูล MySQL [2] คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท Oracle มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ

CSS Cascading Style Sheets ย่อมาจาก Cascading Style Sheets เป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียน Syntax ที่เฉพาะ และถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C (World Wide Web Consortium) เป็นคำสั่งที่ใช้คู่กับ HTML เพื่อให้คุณใช้จัดรูปแบบของเว็บเพจของคุณได้ดีขึ้น และแก้ไขได้ง่ายขึ้น ในหมวดนี้คุณสามารถใช้ CSS เพื่อเปลี่ยนรูปแบบหน้าเว็บเพจของคุณได้แบบง่ายๆ

ภาษา PHP เดิมทีนั้นภาษา PHP[3] เป็นชื่อย่อของภาษาโปรแกรมมิ่งชนิดหนึ่งที่มีเรียกชื่อว่า Professional Homepages แต่ในปัจจุบันภาษาชนิดนี้ถูกพัฒนาต่อมาจากกลายเป็นภาษาโปรแกรมมิ่งชนิดใหม่ซึ่งมีชื่อว่า Personal Hypertext Processor : PHP ภาษาชนิดใหม่นี้เป็นที่นิยมในการนำมาใช้เขียนสคริปต์

Apache Web Server อาปาเช่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์เพียงหนึ่งเดียวที่อยู่คู่กับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ทุกดิสทริบิวชันมา เป็นเวลาหลายปีแล้วเช่นเดียวกับลินุกซ์เรดแฮทที่ได้นำเอาโปรแกรมอาปาเช่ไว้ในชุดติดตั้งพร้อม ให้เราใช้งานได้ทันทีไม่ต่างอะไรกับบะหมี่สำเร็จรูป แค่นี้ร้อนลงไปก็รับประทานได้ทันทีจึง ไม่ใช่เรื่องยากเลยที่เราจะตั้งเครื่องพีซีสักตัวหนึ่งขึ้นเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ให้บริการเว็บได้ทั้ง ระบบ อินทราเน็ตภายในองค์กรไปจนถึงจัดตั้งเว็บไซต์เผยแพร่ข้อมูลไปทั่วโลกและนี่คืออีกหนึ่งการ นำเอาลินุกซ์มาใช้งานที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับวันนี้

Bootstrap คือ Front-end Framework ตัวหนึ่ง คำว่า front-end หมายถึง ส่วนที่แสดงผลให้ผู้ใช้งานเห็น ส่วนคำว่า framework นั้นจะหมายถึง สิ่งที่เข้ามาช่วยกำหนดกรอบของการทำงานให้เป็นไปในทางเดียวกัน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เราสามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็วและดูสวยงาม UI (User Interface) นั้นถูกออกแบบมาเพื่อให้ทันสมัยตลอดเวลา สามารถนำไปใช้ได้กับเว็บที่ทั่วไป และ เว็บสำหรับมือถือ

jQuery เป็น JavaScript Library ที่มีการรวบรวม function ของ JavaScript ต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบ Patterns Framework ที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน มีความยืดหยุ่นรองรับต่อการใช้งาน Cross Browser คือไม่ว่าจะใช้งานบน Web Browser ใด ใน Library ของ jQuery จะมีการเลือกใช้ function ที่สามารถ เหมาะสมต่อการทำงาน และแสดงผลใน Web Browser ที่กำลังรันอยู่ ซึ่งช่วยลดปัญหาการทำงานที่ผิดพลาดในฝั่งของ Client ได้

Xampp คืออะไร เป็นโปรแกรม Apache web server ไว้จำลอง web server เพื่อไว้ทดสอบ สคริป หรือเว็บไซต์ในเครื่องของเรา โดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายใดๆ ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งานโปรแกรม Xampp จะมาพร้อมกับ PHP ภาษาสำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่เป็นที่นิยม , MySQL ฐานข้อมูล, Apache จะทำหน้าที่เป็นเว็บ เซิร์ฟเวอร์, Perl อีกทั้งยังมาพร้อมกับ OpenSSL , phpMyadmin (ระบบบริหารฐานข้อมูลที่พัฒนาโดย PHP เพื่อใช้เชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล สนับสนุนฐานข้อมูล MySQL และ SQLite โปรแกรม Xampp จะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ Zip, tar, 7z หรือ exe โปรแกรม Xampp อยู่ภายใต้ใบอนุญาตของ GNU General Public License

W3C คือ องค์กรระหว่างประเทศที่ทำงานด้านการพัฒนาเทคโนโลยี เวิลด์ ไรด์ เว็บ (www) โดยที่ W3C ย่อมาจาก คำว่า World Wide Web Consortium เป็นองค์กรที่ประกอบด้วย 3 สถาบันชั้นนำของโลก ได้แก่ MIT ใน สหรัฐอเมริกา INTRIA ในยุโรป และ Keio University ในญี่ปุ่น ปัจจุบัน W3C มีองค์กรสมาชิกมากกว่า 450 องค์กร ไม่ว่าจะเป็น Microsoft, Sun Microsystems, Apple, Google ฯลฯ มาตรฐานของ W3C ประกอบด้วย

ภาพที่ 1 แสดงหน้าเลือกวัตถุประสงค์

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ[3] เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพราะเป็นการศึกษาหาความต้องการ (Requirements) ของระบบสารสนเทศเดิมที่ใช้ในการศึกษาถึงปัญหาปัญหาที่เกิดจากระบบงานเดิม หรือต้องการระบบงานเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพหลังจากวิเคราะห์ระบบแล้ว สิ่งที่จะต้องทำเป็นลำดับต่อไปคือ การออกแบบ ประกอบด้วยการทำงานในด้านอะไรบ้างเมื่อมีการวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างการทำงาน ก็ย่อมต้องมีการจัดเก็บข้อมูลของระบบเป็นระบบการทำงานภายใน ซึ่งฐานข้อมูลก็นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์และการออกแบบระบบงาน เนื่องจากฐานข้อมูลเป็นส่วนที่ใช้จัดเก็บข้อมูลนำเข้าของทุกระบบงาน ดังนั้นการวิเคราะห์และการออกแบบจึงต้องให้ความสำคัญต่อการออกแบบฐานข้อมูลด้วย ในการวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างระบบและการทำงานจำเป็นต้องใช้ แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ (Flowchart) เพื่อแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) เพื่อออกแบบการรับเข้าข้อมูลและการส่งออกข้อมูลแผนภาพจำลองข้อมูล (ER - Diagram) ดังที่แสดงในภาพที่ 1 เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีในระบบพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) เพื่อแสดงรูปแบบการจัดวางข้อมูลของระบบงาน

4. ผลการดำเนินงาน

การจัดทำเว็บไซต์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า ส่งเสริมการบริหารจัดการคลังสินค้า บริษัท บี.โอ.เอส. เอ็นจิเนียริง จำกัด เพื่อพัฒนาเข้าสู่การใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ให้เกิดผลงานที่มีคุณภาพ

และมาตรฐานการบริหารจัดการคลังสินค้า จึงจัดทำขึ้นในรูปแบบเว็บไซต์เพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บ ทั้งนี้เว็บไซต์ได้มีระบบ เพิ่ม ลบ แก้ไข ซึ่งขั้นตอนและผลของการดำเนินงานโครงการนี้มี 3 ระบบ ได้แก่ ระบบพิสูจน์ตัวตน ระบบบริหารจัดการวัตถุดิบ และระบบบริหารจัดการผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 2 แสดงหน้ากรอกจำนวนวัตถุดิบที่ต้องการเบิก

จากภาพที่ 2 แสดงหน้ากรอกจำนวนวัตถุดิบที่ต้องการเบิก จะแสดงรายการวัตถุดิบที่ต้องการและทำการกรอกจำนวนที่ต้องการ

5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึงผลของการดำเนินงานที่ผ่านมาทั้งหมด ว่ามีปัญหาในระหว่างการทำงานอย่างไรบ้าง และผลสรุปของการดำเนินงานเป็นอย่างไร พร้อมทั้งบอกประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการรวมไปถึงอุปสรรคต่าง ๆ ของการดำเนินงานปริญญาโทครั้งนี้

สรุปผล

จากศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการต่าง ๆ ของ ระบบบริหารจัดการคลังสินค้าโดย

ขั้นตอนที่ 1. ได้ศึกษากระบวนการทำงานของเว็บไซต์และได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการใช้งานเพื่อ

ออกแบบระบบบริหารจัดการคลังสินค้า

ขั้นตอนที่ 2. เริ่มทำการพัฒนาระบบ โดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver เป็นเครื่องมือในการพัฒนาเว็บไซต์ และใช้ Xampp ในการจัดการ

ขั้นตอนที่ 3. เมื่อทำการเขียนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการทดลองให้ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมอย่างละเอียด เพื่อหาข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อพบข้อผิดพลาดก็จะทำการแก้ไข

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

การประมวลผลคอมพิวเตอร์เกิดความล่าช้าในการเข้าใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ เนื่องจากคุณสมบัติคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ การออกแบบเว็บไซต์ ไม่ตรงตามความต้องการของผู้ดูแลระบบ จึงมีการออกแบบเว็บไซต์ใหม่และการแสดงผลของ Web Browser มีการรองรับคำสั่งของ CSS และ JQuery มีความแตกต่างกัน

บรรณานุกรม

- [1] สุภาวรรณ วัฒนชัย. 2559. ความหมายของคลังสินค้า [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://sites.google.com/site/chatchawanza57/bth-thi-2-wasdu-laea-xupkm-sanakngan/khwam-hmay-khxng-xupkm-sanakngan> (19 สิงหาคม 2559)
- [2] ปัญญา ปะสิตะเตสัง. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย PHP ร่วมกับ MySQL. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2553.
- [3] กรอบเกียรติ สระอุบล. กลเม็ดเทคนิคPHPสำหรับ เว็บไซต์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2552.
- [4] อนุวัฒน์ จันทะ. 2551. ทฤษฎีการออกแบบ. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://pirun.ku.ac.th/~g5166317/home%20work/06.%20webpage.doc>
- [5] ฤชงค์ จันทร์เปล่ง, “การใช้ การใช้งานโปรแกรม Editplusจาก<https://earthshowtime.wordpress.com/>”, (2550 : 230).
- [6] บุญเลิศ อรุณพิบูลย์. (2556). XAMPP โปรแกรมจำลองเครื่องแม่ข่ายเว็บ. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2559, จาก <http://www.thailibrary.in.th/2013/09/06/xampp/>

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ Development of Android Application for salubrious of the elderly person

ทิพวรรณ เอี่ยมเที่ยง¹, มณีนรัตน์ แก้วเนตร², ภิญญาพัชญ์ ทาสานัตย์ตระกูล³
Thippawan Aimyhiang¹, Maneerat Kaewnet², Pinyaphat Tasatanattakool³

^{*1,2,3} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
^{*E-mail} thippawan3042@gmail.com¹, lookaewzii@gmail.com², namemoon@msn.com³

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้ ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ เป็นแนวคิดที่จะสร้างแอปพลิเคชันสำหรับกลุ่มคนสูงอายุ และผู้ป่วยที่เกิดอาการหลงลืม โดยแอปพลิเคชันนี้จะมีจุดเด่นที่มุ่งเน้นการสร้างแอปพลิเคชันสองกลุ่มผู้ใช้งาน ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุและบุตรหลานหรือผู้ดูแล ซึ่งจะมีการแจ้งเตือนในเรื่องการกินยา เนื่องจากผู้วิจัยได้ลงไปสำรวจความต้องการของผู้สูงอายุหลายคนมีอาการหลงลืมการกินยา และบุตรหลานมีความห่วงในเรื่องดังกล่าว และแอปพลิเคชันนี้ยังมีการเพิ่มเรื่องการแนะนำทำโยคะ, ข้อมูลโรคที่พบในผู้สูงอายุ, บันทึกสุขภาพ ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ได้นำไปประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้สูงอายุจำนวน 30 คน มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน 4.32 อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, สุขภาพ, โยคะ

ABSTRACT

In this paper, we study research the development of applications on Android to promote the health care of the elderly. The concept is to build applications for the elderly. And patients with severe amnesia. The application will feature a focus on building applications, user groups, including the elderly and children or caregivers. This is a warning about the drug. Since the research was to explore the needs of the elderly, people with amnesia pills and children are concerned in the matter. And applications are also increasing about the introduction of yoga postures, more common diseases in the elderly, health records. This application, which has led to a satisfaction rating of 30 elderly people with an average overall performance of the application on the 4.32 level.

Keywords: elderly, health, yoga

1. บทนำ

สังคมของประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่ “ ผู้สูงอายุ ” เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้จึงต้องให้ความสำคัญกับผู้สูงอายุเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้สูงอายุเป็นวัยที่ต้องได้รับการดูแลและใส่ใจสุขภาพมากกว่าช่วงวัยอื่น ๆ เนื่องจากคนเราอายุมากขึ้นสุขภาพร่างกายก็ต้องทรุดโทรมร่วงโรยลงตามวัยมีโรคประจำตัวและปัญหาสุขภาพที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ก็เริ่มเข้ามา ดังนั้นการที่ผู้สูงอายุจะมีสุขภาพที่ดีนั้น แม้ว่าจะทานยาปฏิชีวนะในการบรรเทาหรือรักษาได้ แต่ร่างกายก็ยังต้องการดูแลรักษาสุขภาพที่แข็งแรงควบคู่กันไป อีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจจึงกลายเป็น “ โยคะของผู้สูงอายุ ” โดยเฉพาะกระบวนการบริหารร่างกายที่ช่วยทำให้เกิดความผ่อนคลายที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุเป็นอย่างมาก

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงการนำเสนอผ่านทางแอปพลิเคชัน ของโทรศัพท์แบบสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีการพัฒนาแอปพลิเคชันกันอย่างต่อเนื่องและเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก เนื่องจากพกพาสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการช่วยเข้าถึงแหล่งเรียนรู้และองค์ความรู้ได้ โดยบางครั้งไม่ต้องทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก็สามารถใช้งานได้อีกด้วย ถือได้ว่าระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้ มีหลากหลายแอปพลิเคชันให้เลือกดาวน์โหลดและติดตั้งลงเครื่องกันได้อย่างมากมาย โดยไม่มีการเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น สิ่งที่สำคัญยิ่งให้อิสระในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกได้ง่ายต่อการใช้งาน

การบริหารร่างกายโดยใช้โยคะสำหรับผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะไม่ค่อยใช้โยคะในการออกกำลังกาย จึงต้องอาศัยเทคโนโลยีมาตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อศึกษาและทำความเข้าใจในเรื่องของการออกกำลังกายโดยใช้โยคะของผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น ผู้จัดทำจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพในผู้สูงอายุบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ให้มีความแตกต่างจากเว็บไซต์หรือแหล่งข้อมูลข่าวสารที่มีในสื่อออนไลน์ต่าง ๆ จึงเน้นการดูแลสุขภาพให้เหมาะกับบุคคลที่ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการแนะนำข้อมูลด้านข้อบ่งบอกอาการที่พบใน 10 โรคของผู้สูงอายุ และยังสามารถเพิ่มการแนะนำด้านการเล่นโยคะที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุได้อีกด้วย ในส่วนของแอปพลิเคชันจะออกแบบให้มีสีสันที่สดใสและมีลูกเล่นตัวการ์ตูนน่ารักเหมาะกับการคลายเครียดไปในตัวของผู้ใช้งาน การใช้งานโดยรวมก็จะมีมาให้จดบันทึกข้อมูลส่วนตัวโดยสามารถบอกโรคประจำตัวและดัชนีมวลกายของผู้ใช้งานได้ อีกทั้งยังสามารถให้ผู้ใช้ค้นหาข้อมูลของอาการหรือโรคที่เป็นผ่านกล่องค้นหา จุดเด่นที่สำคัญคือสามารถบอกอาการที่บ่งบอกว่าผู้ใช้เป็นโรค 10 โรค ในผู้สูงอายุและอาหารที่ควรหลีกเลี่ยงสำหรับผู้ใช้เป็นได้และผู้ใช้ยังสามารถเพิ่มรายการบันทึกสุขภาพประจำวันหรือบันทึกการกินยา และที่สำคัญยังช่วยแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้งานได้อีกด้วย ซึ่งผู้จัดทำมีความคาดหวังว่าแอปพลิเคชันนี้จะมีส่วนส่งเสริมให้ผู้ใช้งานมีความใส่ใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปกติร่างกายคนเราจะเริ่มมีการเสื่อมของอวัยวะต่างๆ ตั้งแต่อายุ 30 ปีขึ้นไป การเสื่อมลงของระบบในร่างกายนี้เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคหลายชนิด นอกจากภาวะทางด้านร่างกายแล้ว ทางด้านจิตใจก็มีผลต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุ มักเกิดกับผู้มีโรคเรื้อรังทางกาย ทำให้ไม่สามารถพึ่งตนเองได้ หรืออาจเกิดจากการที่ต้องอยู่คนเดียวตามลำพัง การเตรียมพร้อมในการดูแลรักษาสุขภาพที่ถูกต้อง ลดปัญหาทางด้านสุขภาพต่างๆ ที่มักเกิดขึ้นเมื่อย่างเข้าสู่วัยสูงอายุได้ โรคที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ 10 โรค ได้แก่

1) โรคกล้ามเนื้อตาอ่อนล้า ตาพร่า ตาลาย ปวดกระบอกตา โรคตาที่ผู้สูงอายุเป็นกันมาก คือ โรคจอประสาทตาเสื่อม โรคต้อกระจก โรคต้อหิน และน้ำวุ้นตาเสื่อม ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ และมีอาการที่แตกต่างกัน แต่สาเหตุส่วนใหญ่ของโรคต้อเกิดจากความเสื่อม เนื่องจากอายุที่มากขึ้น ทำให้การมองเห็นลดลง

2) โรคข้อเข่าเสื่อม ความจำเสื่อม อัลไซเมอร์ โรคทางสมอง พบมากในผู้ที่มีความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง เบาหวาน โรคอ้วน โรคหัวใจ เครียด ขาดการออกกำลังกาย สูบบุหรี่ คนในครอบครัวมีประวัติเป็นโรคสมอง และการเสื่อมของเซลล์สมองส่วนใหญ่จะพบในคนอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป

3) โรคหุื้อ หูน้ำหนวก การที่ผู้สูงอายุมีความสามารถในการรับเสียงแยลง หรือพูดย่างๆ ก็คือ หุื้อ หรือหูตึงนั่นเอง และเนื่องจากเป็นภาวะที่ค่อยเป็นค่อยไป ทำให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตในการสื่อสารกับผู้อื่นน้อยลงโดยไม่

รู้ตัว ญาติของผู้สูงอายุเอง อาจมีปัญหาอื่นตามมาได้ จากการที่ต้องตะโกนสื่อสารกันเป็นเวลานาน ได้แก่ เสียงแหบ เจ็บคอ ไอ และระคายคอเรื้อรัง เป็นต้น

4) โรคหัวใจ (หัวใจขาดเลือด ไขมันอุดตันในหลอดเลือดหัวใจ) **โรคหัวใจขาดเลือด** สาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคนี้ มาจากหลอดเลือดหัวใจตีบ ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ พบมากในผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง สูบบุหรี่ อ้วนลงพุง ขาดการออกกำลังกาย หรือคนในครอบครัวเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ ยิ่งทำให้โอกาสเป็นโรคสูงขึ้น อาการสำคัญคือ เจ็บแน่นหน้าอกระหว่างราวนม ลึนปี่ คล้ายมีอะไรมากดทับ หายใจไม่สะดวก อาจจำไปที่ออกกำลังกาย แขนซ้ายด้านใน และมีอาการอื่นร่วมด้วย เช่น เหงื่อออก ตัวเย็น เย็นศีรษะ หน้ามืด เหนื่อยหอบ นอนราบไม่ได้ ใจสั่น ดังนั้น เมื่อเกิดอาการเจ็บแน่นหน้าอก ควรรีบพบแพทย์โดยเร็วที่สุด

5) โรคความดันโลหิตสูง **โรคความดันโลหิตสูง** คนปกติจะมีความดันโลหิต 120/80-139/89 มิลลิเมตรปรอท หากมีค่าความดันมากกว่านี้จัดว่าเป็นผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตสูง ซึ่งโรคนี้ส่วนใหญ่มักไม่มีอาการแสดง แต่บางครั้งจะมีอาการใจสั่น ปวดศีรษะ หน้ามืด ตาพร่า ถ้าไม่รักษาตั้งแต่เบื้องต้นอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ เช่น อัมพฤกษ์ ตาบอด ไตวาย หัวใจวาย เป็นต้น

6) โรคมะเร็ง โรคมะเร็งที่พบบ่อยในประเทศไทย ได้แก่ มะเร็งปากมดลูก มะเร็งเต้านม มะเร็งตับ มะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก มะเร็งช่องปาก มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งต่อมน้ำเหลืองและมะเร็งผิวหนัง

7) โรคไตวาย ในช่วงแรกมักไม่แสดงอาการ แต่เมื่อไตเริ่มเสื่อมมากขึ้น จะทำหน้าที่ลดลง เกิดการคั่งของเสียมากขึ้น ความผิดปกติและอาการแสดงจะมากขึ้น เช่น อ่อนเพลีย บวม เบื่อง่าย ความดันโลหิตสูง ถ้าเป็นมากใกล้เป็นไตวายเรื้อรัง จะเพิ่มอาการซีด ค้นตามตัว เบื่ออาหาร อันจะนำไปสู่การล้างไต ฟอกเลือด และเปลี่ยนไตในที่สุด

8) โรคเบาหวาน เป็นความผิดปกติของร่างกายที่มีการผลิตฮอร์โมนอินซูลินไม่เพียงพอ อันส่งผลทำให้ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสูงเกิน ก่อให้เกิดอาการต่างๆ เช่น ปัสสาวะและกระหายน้ำบ่อย ตื่นน้ำในปริมาณมากต่อครั้ง อ่อนเพลีย น้ำหนักตัวลดโดยไม่มีสาเหตุ และอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนตามมาได้ เช่น ตาพร่ามัว หรือตาบอด ไตเสื่อม ขาดตามปลายมือปลายเท้าและอาจติดเชื้อได้ง่าย

9) โรคไขข้ออักเสบ ข้อเสื่อม โรคเกาต์ มักพบในชายสูงอายุมากกว่าหญิง ทำให้เกิดอาการปวดตามข้อชนิดหนึ่ง เกิดจากมีการครดยูริกสะสมในร่างกายจำนวนมากโดยเฉพาะตามข้อ ซึ่งคนแต่ละวัยมีระดับกรดยูริกในเลือดที่แตกต่างกัน

10) โรคขาดเบา ภาวะขาดเบาหรือขาดเบา **โรกระบบทางเดินปัสสาวะ** ในผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นต่อมลูกหมากโต จนกรดท่อปัสสาวะทำให้ปัสสาวะลำบาก ปัสสาวะบ่อยโดยเฉพาะกลางคืน ปัสสาวะออกไม่หมดทำให้เหลือบางส่วนไว้ในกระเพาะปัสสาวะ อันเป็นสาเหตุของการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะได้ ในผู้สูงอายุ มักจะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ หรือทางเดินปัสสาวะผิดปกติ

สำหรับการเล่นโยคะ 15 ท่าที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุนั้น จะมี ประมาณ 15 ท่าที่เหมาะสม ดังนี้

ท่าที่ 1 ท่าบริหารกล้ามเนื้อใบหน้าและดวงตา

ท่าที่ 2 ท่าบริหารกล้ามเนื้อต้นคอ

ท่าที่ 3 ท่าบริหารไหล่

ท่าที่ 4 ท่าก้มตัว

ท่าที่ 5 ท่ากางแขน

ท่าที่ 6 ท่าบริหารข้อเท้าและข้อเข่า

ท่าที่ 7 ถ้ามือแตะเท้าสลับกัน

ท่าที่ 8 ท่าบริหารข้อเท้า

ท่าที่ 9 ท่าก้มตัว

ท่าที่ 10 ยกเท้า

ท่าที่ 11 ต้นไม้

ท่าที่ 12 วีรบุรุษ

ท่าที่ 13 ยืดส่วนหลัง

ท่าที่ 14 ปิดตัว

ท่าที่ 15 ผ่อนคลาย

3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการจัดทำ การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพในผู้สูงอายุบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถสรุปขั้นตอนได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1 แผนภาพกระแสข้อมูล

แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) คือ แบบจำลองกระบวนการ (Process Model) ประเภทหนึ่ง มักนำมาใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบเชิงโครงสร้าง โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการกับข้อมูล ซึ่งเป็นการแสดงการเคลื่อนที่ของข้อมูลจากกระบวนการหนึ่งไปยังกระบวนการหนึ่งโดยไม่อิงเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูล

3.1.1 ขั้นตอนการทำงานโดยรวมของแอปพลิเคชัน

ในภาพที่ 3-1 จะมีการอธิบายขั้นตอนการทำงานโดยรวม เมื่อเริ่มโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วยหน้าหลักเข้าสู่แอปพลิเคชันก็จะให้ผู้ใช้งาน login เลือกประเภทผู้ใช้งาน 2 ประเภทคือ ผู้ใช้งานหลักหรือบุคลากรและผู้ใช้งานร่วมหรือบุตร ในส่วนของแอปพลิเคชันจะสามารถเลือกรายการได้ดังนี้

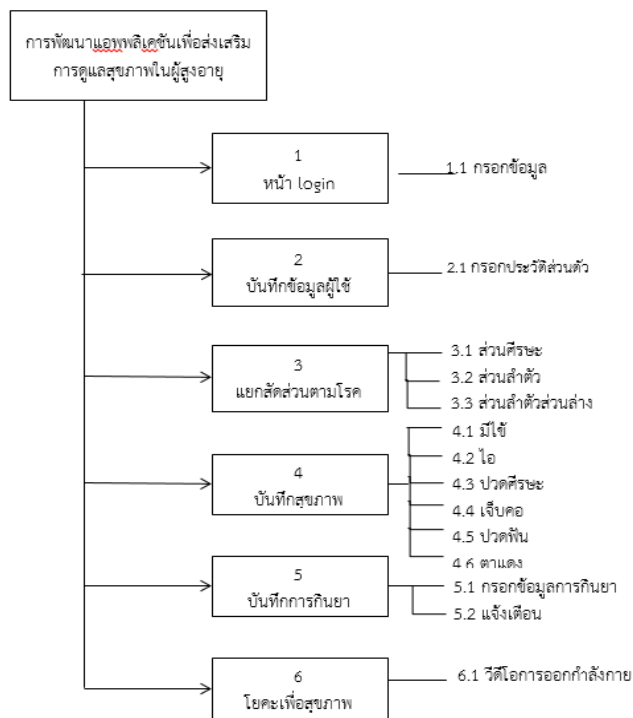
1) บันทึกข้อมูลส่วนตัว คือแสดงหน้าจอหลักเพื่อให้ผู้ใช้บันทึกข้อมูลส่วนตัวของตนเอง เช่น ชื่อ, เพศ, แล้วบันทึกข้อมูล เพื่อไปยังหน้าบอกอาการที่ผู้ใช้

2) บอกอาการตามส่วน คือ เมื่อเข้าสู่หน้านี้ก็จะสามารถเลือกอาการตามสัดส่วนได้อย่างง่ายดาย และสามารถมีหมายเหตุบอกว่าอาหารและยาที่ควรหลีกเลี่ยงทาน เมื่อผู้ใช้ได้กรอกโรคประจำตัวในหน้าบันทึกข้อมูลส่วนตัวไป

3) บันทึกสุขภาพ คือ สามารถเลือกอาการที่ผู้ใช้เป็นวันนี้ โดยสามารถเลือกได้หลายอาการต่อครั้งแล้วก็สามารถบันทึกอาการในแต่ละวันได้ โดยมีรายละเอียดของยาที่สามารถรักษาอาการนั้น ๆ ได้

4) การแจ้งเตือนการกินยา คือ การแสดงอาการที่ผู้ใช้เลือกสามารถบันทึกการกินยา โดยมีรายละเอียดของข้อบ่งใช้ การบันทึกการรับประทานยาละก็เม็ด ก่อนอาหารหรือหลังอาหาร ในช่วงเวลา เช้า, กลางวัน, เย็น และยังมีการแจ้งเตือนการกินยาไปยังผู้เข้าร่วม เช่น บุตร ได้ บันทึกสุขภาพของผู้ใช้ในแต่ละวันได้

5) โยคะเพื่อผู้สูงอายุ คือ การเลือกทำโยคะที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุทั้งหมด 15 ท่า โดยมีรูปประกอบพร้อมวีดีโอและรายละเอียดของกระบวนการทำโยคะ



ภาพที่ 1 แสดงการทำงานโดยรวมของแอปพลิเคชัน

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชันใช้ 5 ระดับ (Rating Scale) ดังนี้

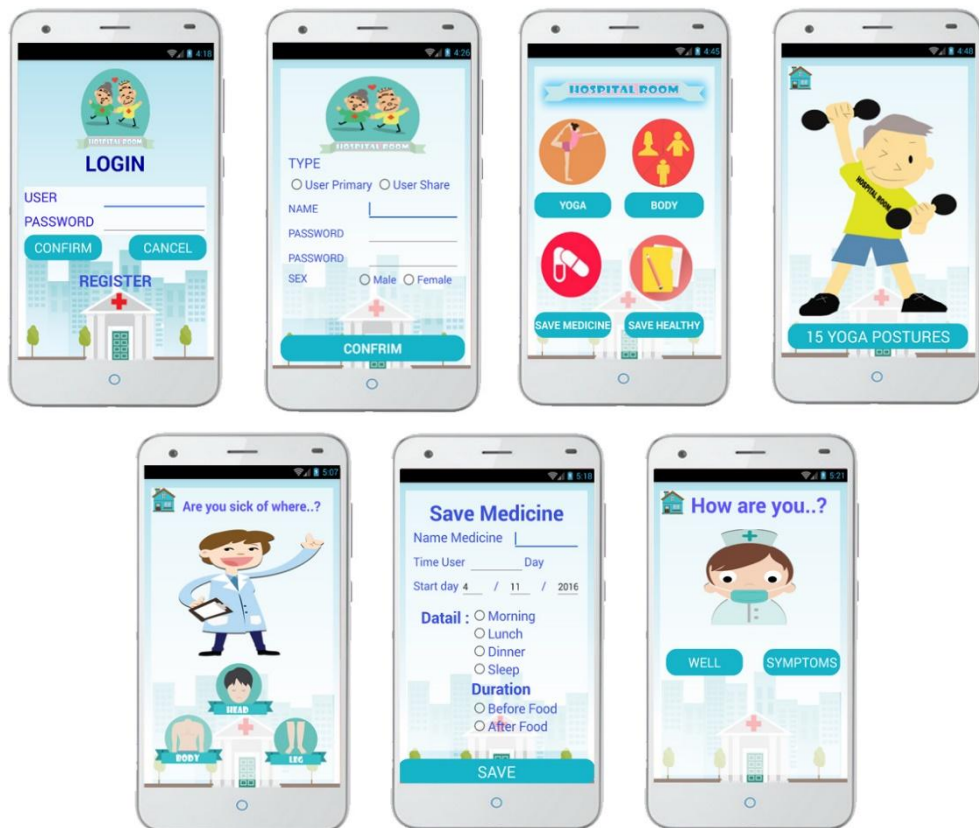
- 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับดีมาก
- 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับดี
- 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
- 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย
- 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

จากที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพในผู้สูงอายุบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพในผู้สูงอายุบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ให้สามารถใช้งานได้จากหน้าหลัก ซึ่งภายในหน้าหลักจะประกอบไปด้วยปุ่มลิงค์ไปสู่หน้าเนื้อหาอื่น ๆ ดังนี้

1. หน้าจอแสดงไอคอนของแอปพลิเคชัน Hospital Room
2. หน้าโฮมดเข้าสู่แอปพลิเคชัน
3. หน้า Login เข้าใช้งาน
4. หน้าสมัครสมาชิก
 - 1) หน้าแจ้งเตือนการกรอกข้อมูลไม่ครบ
 - 2) หน้าแจ้งเตือนการเลือกข้อมูลผู้ใช้ไม่ครบ
 - 3) หน้าแจ้งเตือนการกรอกยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกัน
 - 4) หน้ายืนยันข้อมูลของผู้ใช้งาน

5. หน้าแสดงเมนูทั้งหมดของแอปพลิเคชัน
6. หน้าจอหลักเมนูโยคะ
 - 1) หน้าจอเลือกเมนูโยคะทั้ง 15 กระบวนท่า
 - 2) หน้าจอแสดงรูปภาพประกอบและรายละเอียดของกระบวนท่าโยคะ
 - 3) หน้าจอแสดงวีดีโอโยคะ
7. หน้าจอเมนูหลักของสัดส่วนของร่างกาย
 - 1) หน้าจอแสดงโรคที่เกี่ยวกับศีรษะ
 - 2) หน้าจอแสดงรายละเอียดอาการและสาเหตุของโรคข้อหลังขี้ถ้ำ
8. หน้าจอแสดงเมนูหลักหน้าบันทึกการกินยา
 - 1) หน้าแจ้งเตือนการกรอกข้อมูลการกินยาไม่ครบ
 - 2) หน้าจอการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้ไม่ได้เลือกเวลาการกินยา
 - 3) หน้าจอการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานไม่ได้เลือกเวลาก่อนหรือหลังอาหาร
9. หน้าจอแสดงเมนูหลักหน้าบันทึกสุขภาพ
 - 1) หน้าจอแสดงการบันทึกสุขภาพเมื่อมีอาการ
10. สรุปการประเมิน



ภาพที่ 2 ภาพรวมแอปพลิเคชัน

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ โดยผู้ใช้ตอบแบบสอบถามจำนวน 30 คน ได้นำข้อมูลมาสรุปผลการประเมินได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน เท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	ระดับ
ด้านความสวยงามในการออกแบบ			
1. สีสันทันภายในแอปพลิเคชัน	4.47	0.59	ดี
2. มีการจัดประเภทของเนื้อหาที่มีความน่าสนใจ	4.39	0.49	ดี
3. การออกแบบอินเตอร์เฟซสวยงาม	4.42	0.52	ดี
4. ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.27	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ยด้านความสวยงามในการออกแบบ	4.39		ดี
ด้านข้อมูลของแอปพลิเคชัน			
1. กลุ่มประเภทของแอปพลิเคชันตรงต่อความต้องการ	4.29	0.71	ดี
2. ข้อมูลของแอปพลิเคชันสามารถตอบสนองความเข้าใจผู้ใช้แอปพลิเคชันได้	4.32	0.35	ดี
3. การจัดประเภทของข้อมูลทำให้ค้นหาได้ง่าย	4.48	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยด้านข้อมูลของแอปพลิเคชัน	4.36		ดี
ด้านการทำงานของระบบงานแอปพลิเคชัน			
1. ความเร็วในการใช้งานของแอปพลิเคชัน	4.41	0.57	ดี
2. สามารถเข้าถึงข้อมูลภายในแอปพลิเคชันได้ง่าย	4.11	0.61	ดี
3. การจัดรูปแบบภายในแอปพลิเคชันง่ายต่อการใช้งาน	4.22	0.54	ดี
4. ความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยรวม	4.15	0.66	ดี
ค่าเฉลี่ยด้านการทำงานของระบบงานแอปพลิเคชัน	4.22		ดี
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน	4.32		ดี

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการวิจัย “การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ” สามารถใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพึงพอใจ โดยมีลักษณะของการใช้งานของโปรแกรมจะเป็นเมนูมาให้เลือก ลักษณะการใช้งาน ทั้งการแนะนำทำโยคะ, ข้อมูลโรคที่พบในผู้สูงอายุ, บันทึกและแจ้งเตือนการทานยา, บันทึกสุขภาพ แล้วแต่ความต้องการที่จะรู้รายละเอียดอะไรให้เลือกหัวข้อนั้นโดยการกดไปที่เมนูนั้น ซึ่งหากใช้ไฟล์รูปภาพที่มีขนาดใหญ่เกินไป อาจทำให้แอปพลิเคชันเกิดข้อผิดพลาด จึงทำให้แอปพลิเคชันหยุด และในการทดสอบแอปพลิเคชัน โปรแกรมจำลองอุปกรณ์แท็บเล็ต (Emulator) ไม่สามารถเล่นไฟล์วิดีโอได้ ส่วนข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการประเมินความพึงพอใจ พบว่า ควรเพิ่มเนื้อหาและควรเพิ่มเสียงคำพูดภายในแอปพลิเคชันให้มีระดับเสียงที่ดังขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการช่วยเหลือจากอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กัลยา วานิชย์บัญชา, “การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร”, พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- [2] อนุรักษ์ วีระมงคลเลิศ, พงษ์ศธร จันทร์ยอย, ดร. จักรชัย โสอินทร์. **คู่มือพัฒนาแอปพลิเคชัน Android อย่างมืออาชีพ**. กรุงเทพฯ : ไอดีซีฯ, 2555
- [3] ศุภชัย สมพาณิชย์. **Basic Android Programming**. กรุงเทพฯ : ไอดีซีฯ, 2555
- [4] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. **คู่มือเขียนแอป Android ฉบับรวมโค้ด**. นนทบุรี : โปรวิชั่น, 2556

เว็บไซต์

- [4] “ Android GIF Animation ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
<http://developer.android.com/guide/topics/graphics/drawable-animation.html>
(วันที่สืบค้น 5 กันยายน 2559)
- [5] “ ติดตั้ง Android Studio Setup ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
<http://androidthai.in.th/conternt-android/239-install-android-studio-windows-7.html>
(วันที่สืบค้น 5 กันยายน 2559)

แอปพลิเคชันเพื่อการส่งเสริมรณรงค์การคัดแยกขยะ
APPLICATION FOR PROMOTING WASTER MAWUAL SORTING

แสงอรุณ ฟักหอม¹, เจนจิรา สิงห์โตทอง²,
อภิชาติ โชคเหรียญสุข³, ภิญญาพัชญ์ ทาสานัตย์ตระกูล⁴

Sangaroom Fakhom¹, Janjira Singtothong²,
Apichart Chokriensukchai³, Pinyaphat Tasatanattakool⁴

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
Sangarun.phukkad@gmail.com

บทคัดย่อ

การคัดแยกขยะมูลฝอย เป็นปัญหาสำคัญที่หลายประเทศต่างประสบปัญหา เกิดขึ้นจากการเพิ่มของประชากรในประเทศ เกิดการทำลายทรัพยากรทางธรรมชาติในสิ่งแวดล้อม ผู้พัฒนาเห็นความสำคัญจึงพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการส่งเสริมรณรงค์การคัดแยกขยะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพิ่มช่องทางให้สำหรับเด็กในช่วงอายุ 5-7 ปี ใช้สื่อเข้ามาช่วยให้เกิดการตระหนักและ ปลูกฝังในเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอยในสังคมให้รู้จักวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้อง นำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกวิธี มีเนื้อหาในการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นสื่อหรือแนวทางในการให้ความรู้ คือนิทานแอนิเมชัน แบบฝึกหัด คำศัพท์ ในเรื่อง การคัดแยกขยะมูลฝอย

การวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิจัยและพัฒนาสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย เพื่อหาประสิทธิภาพจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี จำนวน 23 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย \bar{X} ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติ t sigผลการวิจัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี หลังเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบทักษะได้คะแนนเฉลี่ย 23.83 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.34 คะแนน มากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนรู้ 15.91 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.52 คะแนน ซึ่งคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00

คำสำคัญ: แอนดรอยด์,คัดแยกขยะมูลฝอย,นิทาน,แบบฝึกหัด,คำศัพท์

ABSTRACT

Sorting waste is a major problem, a problem caused by the increase of population in the country, the destruction of natural resources in the development of environmental importance, therefore, to develop applications on the operating system of Android to add the channel. the children range in age from 5-7 years of media to help raise awareness about waste segregation and disposal of solid waste and solve problems correctly and to perform on a daily basis. And media education. Animation is storytelling vocabulary in sorting waste.

Research media applications on the operating system Android on the separation of solid waste for the performance of children aged 5-7 years, the number 23 was used in the research. Media applications on the Android operating system and achievement test data analysis to learn the average standard deviation and statistics. The average score for children ages 5-7 years after

learning the skill test averaged 23.83 points and 4.34 points more than the standard deviation of the average prior learning 15.91 points and a standard deviation of 4.52 points, which was the first class. And after learning differences are statistically significant.

Keywords: Android, Story, Training, Terminology, and Waste Segregation

บทนำ

การคัดแยกขยะมูลฝอย เป็นปัญหาที่สำคัญในระดับโลกที่หลาย ๆ ประเทศ ต่างประสบปัญหาเนื่องจากประชากรเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ บนโลกนั้นเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี ปัญหาที่พบบนนั้นทั้งปัญหาการทำลายทรัพยากรทางธรรมชาติในสิ่งแวดล้อม และ ปัญหามลพิษที่เกิดจากการอุตสาหกรรม การเกษตร คริวเรือน และ สารเคมีอันตราย ซึ่งล้วนแต่เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนได้ เช่น การทำลายมลพิษ ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ การทำลายสิ่งแวดล้อม ในหลาย ๆ ประเทศ จึงมีการคิดค้นหาวิธีที่จะแก้ไขปัญหานี้ให้น้อยลง สิ่งแรกที่ควร--ตระหนักถึง คือ การปลูกฝังให้รู้จักการพัฒนาสังคมโดยเริ่มจากสิ่งเล็ก ๆ รอบตัวเรานั้นก็คือ การคัดแยกขยะมูลฝอย เพื่อลดปัญหาต่าง ๆ ที่ส่งผลก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนซึ่งทำลายต่อทรัพยากรต่าง ๆ ทางธรรมชาติการทำลายสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยเป็นอีกหนึ่งประเทศที่ประสบปัญหาเหล่านี้ เนื่องจากประชากรในประเทศไทยไม่มีวินัยในตนเองในการปฏิบัติในเรื่องของการคัดแยกขยะมูลฝอย เช่น การไม่ใส่ใจในการทิ้งขยะให้ถูกวิธี และ ในการลดการใช้ถุงพลาสติก โฟม ฯลฯ ที่เป็นปัญหาที่ยากต่อการย่อยสลายหรือการกำจัดเพราะขยะบางประเภทต้องใช้เวลานานกว่าจะย่อยสลาย ประชากรยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้อง และ ภูมิวิธีในการรักษาอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ดี

ซึ่งปัจจุบันองค์กรต่าง ๆ ในภาครัฐหรือภาคเอกชนก็ล้วนแต่ตระหนักถึงปัญหาต่าง ๆ ในเรื่องของการคัดแยกขยะเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น และ คิดค้นหาวิธีในการแก้ไขปัญหานี้ เพื่อความเข้าใจที่ดี และ ในความถูกต้องภูมิวิธีในการรักษาอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ดีด้วยการส่งเสริมแรงจูงใจ การคัดแยกขยะมูลฝอย โดยเห็นได้จากสื่อต่าง ๆ ที่เป็นสื่อกลางในการรับรู้ข่าวสาร เช่น โทรทัศน์ วิทยุ อินเทอร์เน็ต บนเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาให้ทันสมัยในความสะดวกสบายของประชาชน ดังนั้นในการปลูกฝัง จูงใจให้ประชาชนหันมาสนใจหรือใส่ใจในการคัดแยกขยะมูลฝอย เพราะให้รู้เข้าใจในการลดหรือการแก้ไขปัญหานี้ การทำลายทรัพยากรทางธรรมชาติในสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจึงนำประเด็นหลักของปัญหาต่าง ๆ ในเรื่องของการคัดแยกขยะมูลฝอย เช่น การรีไซเคิลขยะ ประโยชน์ในการต่อยอดของขยะให้มีคุณค่า และมีมูลค่าได้ หรือในรูปแบบของเกมเพื่อสร้างเสริมทักษะความรู้ความสามารถให้เป็นเรื่องที่น่าสนใจ เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถในการช่วยลดหรือแก้ไขปัญหานี้ได้ไม่มากนักน้อยแต่คนไทยส่วนใหญ่ไม่ใส่ใจ และ ความสนใจ ไม่ตระหนักปัญหานี้เท่าที่ควรจึงได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อให้เป็นสื่อกลางเพื่อลดปัญหาให้สภาพแวดล้อมเป็นมลพิษ ทั้งในน้ำ ในอากาศ และในดิน ซึ่งเป็นผลเสียของผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้นๆให้มีความหน้าอยู่อาศัย

จากการสำรวจทางผู้พัฒนาได้มองเห็นถึงในเรื่องของการคัดแยกขยะมูลฝอย ทางผู้พัฒนาจึงจัดทำแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เพราะด้วยความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีนั้นสามารถเป็นสื่อกลางการเรียนรู้หรือเป็นสื่อให้ความรู้ความคิดเพื่อปลูกฝังมนุษย์ในเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย จาก แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์แนวความคิดทางด้านการพัฒนาสังคมเพื่อให้กลุ่มเป้าหมายตระหนักถึงปัญหาความสำคัญ และประโยชน์ในการคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกเกิดจากฝีมือมนุษย์ดังนั้นจึงพัฒนาโลกให้น่าอยู่ไม่มากนักน้อยอยู่ต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย [1]

ขยะมูลฝอย คือ ขยะหรือของเสีย แบ่งเป็น มูลฝอยธรรมดาทั่วไป ได้แก่ มูลฝอยสด เศษอาหาร กระดาษ โฟม พลาสติก ขวด แก้ว โลหะ ฯลฯ และของเสียอันตราย ได้แก่ มูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาล กากสารเคมี

สารเคมีกำจัดแมลง กากน้ำมัน หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบตเตอรี่ใช้แล้ว แหล่งกำเนิดของเสียที่สำคัญ ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม

ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอย ทุกวันนี้คนไทยกว่า 60 ล้านคน สามารถสร้างขยะได้มากถึง 14 ล้านตันต่อปี แต่ความสามารถ ในการจัดเก็บขยะกลับไม่ถึง 70 % ของขยะที่เกิดขึ้น จึงทำให้เกิดปริมาณมูลฝอยตกค้างตามสถานที่ต่าง ๆ หรือมีการนำไปกำจัดโดยวิธีกองบนพื้นซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม คือ

อากาศเสีย เกิดจากการเผามูลฝอยกลางแจ้งทำให้เกิดควันและสารมลพิษทางอากาศ

น้ำเสีย เกิดจากการกองมูลฝอยที่ตกค้างบนพื้นเมื่อฝนตกจะเกิดน้ำเสียซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำทำให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำ

แหล่งพาหะนำโรค จากมูลฝอยตกค้างบนพื้นจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนูและแมลงวัน ซึ่งเป็นพาหะนำโรคติดต่อทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

เหตุรำคาญ และความไม่น่าดู จากการเก็บขยะมูลฝอยไม่หมดทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน

ตารางที่ 1 ระยะเวลาที่ขยะแต่ละชนิดย่อยสลายตามธรรมชาติ

ชนิดของขยะ	ระยะเวลาย่อยสลาย
เศษกระดาษ	2-5 เดือน
เปลือกส้ม	6 เดือน
ถ้วยกระดาษเคลือบ	5 ปี
ก้นกรองบุหรี่	12 ปี
รองเท้าหนัง	25-40 ปี
กระป๋องอะลูมิเนียม	80-100 ปี
ถุงพลาสติก	450 ปี
โฟม	ไม่ย่อยสลายควรหลีกเลี่ยงการใช้

ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอยอันตราย คือ ของเสียที่มีส่วนประกอบหรือเจือปนด้วยวัตถุอันตราย ซึ่งตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ระบุว่ามี 10 ประเภท ได้แก่ วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเบร้ออกไซด์ วัตถุพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และวัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งอื่นใดอาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม

ปัญหามลพิษจากของเสียอันตราย ที่สำคัญซึ่งกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีดังนี้

1) ของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ สารเคมี เศษวัตถุพิษ เศษผลิตภัณฑ์ น้ำเสีย อากาศเสีย

2) ของเสียอันตรายจากสถานพยาบาล ได้แก่ มูลฝอยติดเชื้อ เศษชิ้นส่วนอวัยวะต่าง ๆ เศษเนื้อเยื่อ สารกัมมันตรังสี ซากสัตว์ทดลองและสิ่งขับถ่ายหรือของเหลวจากร่างกายผู้ป่วย

3) ของเสียอันตรายจากบ้านเรือน เมื่อหมดอายุการใช้งานแล้ว ได้แก่ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์ น้ำยาทำความสะอาด เครื่องสุขภัณฑ์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ สารเคมี กำจัดแมลง

4) ของเสียอันตรายจากภาคเกษตรกรรม ได้แก่ ภาชนะบรรจุสารเคมี ประเภทสารเคมี กำจัดศัตรูพืช

วิธีการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย ก่อนจะทิ้งขยะ หยุดคิดสักนิดว่าเราจะสามารถลดปริมาณขยะ และนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ได้ไหมมีแนวคิดอยู่ 7R คือ

- 1) REFUSE การปฏิเสธหรือหลีกเลี่ยงสิ่งของหรือบรรจุภัณฑ์ที่จะสร้างปัญหาขยะรวมทั้งเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เช่น กล่องโฟม หรือ ขยะมีพิษอื่น ๆ
- 2) REFILL การเลือกใช้สินค้าชนิดเติมซึ่งใช้บรรจุภัณฑ์น้อยกว่า ขยะก็น้อย
- 3) RETURN การเลือกใช้สินค้าที่สามารถส่งคืนบรรจุภัณฑ์กลับสู่ผู้ผลิตได้ เช่น ขวดเครื่องดื่มประเภทต่าง ๆ
- 4) REPAIR การซ่อมแซมเครื่องใช้ ให้สามารถใช้ประโยชน์ต่อไปได้
- 5) REUSE การนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใช้ถุงผ้าแทนถุงก๊อบแก๊บ
- 6) RECYCLE การแยกขยะที่ยังใช้ประโยชน์ได้ให้ส่งต่อการจัดเก็บ และส่งแปรรูป เช่น บรรจุภัณฑ์ พลาสติก แก้ว กระจก เครื่องดื่มต่าง ๆ
- 7) REDUCE การลดการบริโภค และหาทางเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ

ทั้งขยะในที่ที่จัดไว้ให้ ควรมีการคัดแยกขยะ

1) มูลฝอยทั่วไป หมายความว่า มูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยากหรืออาจจะย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ แต่ไม่คุ้มกับต้นทุนในการนำกลับมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น กล่องบรรจุนมพร้อมดื่ม โฟม ขงหรือถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารด้วยวิธีสุญญากาศ ขงหรือถุงพลาสติกสำหรับบรรจุเครื่องอุปโภคด้วยวิธีรีดความร้อน เป็นต้น



ภาพที่ 1 ตราสัญลักษณ์ของขยะมูลฝอยทั่วไป

2) มูลฝอยย่อยสลาย หมายความว่า มูลฝอยที่ย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ และสามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น เศษอาหาร มูลสัตว์ ซากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ เป็นต้นแต่ไม่รวมถึงซากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 2 ตราสัญลักษณ์ของขยะมูลฝอยย่อยสลาย

3) มูลฝอยที่ยังใช้ได้ (รีไซเคิล) หมายความว่า มูลฝอยที่สามารถนำกลับมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น เศษเหล็ก แก้ว พลาสติก กระดาษ เป็นต้น



ภาพที่ 3 ตราสัญลักษณ์ของขยะมูลฝอยรีไซเคิล

4) มูลฝอยอันตราย หมายความว่า มูลฝอยที่ปนเปื้อน หรือมีส่วนประกอบของวัตถุดังต่อไปนี้ วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกไซด์และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่



ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรืออาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืชหรือทรัพย์สิน เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ ภาชนะที่ใช้บรรจุสารกำจัดแมลงหรือวัชพืช กระจกสเปร์ยบรรจุสีหรือสารเคมี เป็นต้น

ภาพที่ 4 ตราสัญลักษณ์ของขยะมูลฝอยอันตราย

ผลกระทบของขยะมูลฝอย คือ ปัญหากลิ่นเหม็นจากขยะมูลฝอยสร้างความรำคาญให้แก่ชุมชนพักอาศัย แหล่งน้ำเน่าเสียจากการที่ขยะมูลฝอยมีอินทรีย์สารเน่าเปื่อยปะปนอยู่ เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์น้ำ รวมทั้งผลเสียในด้านการใช้น้ำเพื่อการนันทนาการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคและสัตว์น้ำโรคต่างๆ เช่น หนู แมลงวัน เป็นต้น การกำจัดมูลฝอยที่ไม่ถูกหลักวิชาการจะสร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้ที่ย้ายข้างเคียง รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน ทำให้ชุมชนขาดความสะอาด สวยงามและเป็นระเบียบ และไม่อยู่การสูญเสียทางเศรษฐกิจ เช่น ชุมชนจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บขนและกำจัดขยะ มูลฝอย ค่าชดเชยความเสียหายในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ และค่ารักษาพยาบาลหากประชาชนได้รับโรคร้ายไข้เจ็บจากพิษของขยะมูลฝอย

การลดและ การใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย

1) การลดปริมาณขยะมูลฝอย คือ การลดปริมาณขยะมูลฝอยให้ได้ผลดีต้องเริ่มต้นที่การคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน ทำให้ได้วัสดุเหลือใช้ที่มีคุณภาพสูง สามารถนำไป Reused-Recycle ได้ง่าย รวมทั้งปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัดมีปริมาณน้อยลงด้วย ซึ่งการคัดแยกขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดนั้นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของแต่ละชุมชน เช่น คริวเรือน ร้านค้า ห้างสรรพสินค้า สำนักงาน

บริษัท สถานะที่ราชการต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งปริมาณ และลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้การคัดแยกขยะมูลฝอยสามารถดำเนินการได้ 4 ทางเลือก คือ

- ทางเลือกที่ 1 การคัดแยกขยะมูลฝอยทุกประเภทและทุกชนิด
- ทางเลือกที่ 2 การคัดแยกขยะมูลฝอย 4 ประเภท (Four cans)
- ทางเลือกที่ 3 การคัดแยกขยะสด ขยะแห้ง และ ขยะอันตราย (Three cans)
- ทางเลือกที่ 4 การคัดแยกขยะสดและขยะแห้ง (Two cans)

2) การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ คือ การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับสภาพและลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 5 แนวทางหลัก ๆ คือ

-การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Material Recovery) เป็นการนำมูลฝอยที่สามารถคัดแยกได้กลับมาใช้ใหม่ โดยจำเป็นต้องผ่านกระบวนการแปรรูปใหม่ (Recycle) หรือแปรรูป (Reuse) ก็ได้

-การแปรรูปเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน (Energy Recovery) เป็นการนำขยะมูลฝอยที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนหรือเปลี่ยนเป็นรูปก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์

-การนำขยะมูลฝอยจำพวกเศษอาหารที่เหลือจากการรับประทานหรือการประกอบอาหารไปเลี้ยงสัตว์

-การนำขยะมูลฝอยไปปรับสภาพให้มีประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาดิน เช่น การนำขยะมูลฝอยสดหรือเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ย

-การนำขยะมูลฝอยปรับปรุงพื้นที่โดยนำขยะมูลฝอยมากำจัดโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักวิชาการ (Sanitary landfill) จะได้พื้นที่สำหรับใช้ปลูกพืช สร้างสวนสาธารณะ สนามกีฬา เป็นต้น

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการตามรูปแบบแบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อน-หลัง (One-Group Pretest-Posttest Design)

ประชากร เด็กช่วงอายุ 5-7 ปี

กลุ่มตัวอย่าง เด็กช่วงอายุ 5-7 ปี จำนวน 23 คน ได้มาโดยการสุ่มเลือก

ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรต้น คือ การเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย สำหรับเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี

2) ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดหลังจากการใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ได้แก่

-ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปีที่เรียนรู้จากสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย

-ประเมินผลความสามารถการเรียนรู้ของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปีที่มีต่อการเรียนรู้จากสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เนื้อหาเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย
- 2) คู่มือการใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้มีลักษณะเป็น แบบทดสอบเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว จำนวน 10 ข้อ

4) แบบประเมินความรู้ความสามารถของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้การใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย

การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ติดต่อประสานงานกับทางโรงเรียนเพื่อขออนุญาตดำเนินการวิจัย จากนั้นประสานงานกับคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อออกหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนรู้ออกไปทดสอบกับเด็กช่วงอายุ 5-7 ปีที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง ก่อนที่จะเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย และเก็บรวบรวมคะแนนของกลุ่มตัวอย่างไว้

3) ดำเนินการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย

4) หลังจากการทำแบบทดสอบความรู้ของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปีแล้วให้ทำแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์การทดสอบเป็น แบบทดสอบหลังการเรียนรู้โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดิม

5) นำแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์การทดสอบให้ผู้วิจัยดำเนินการประเมินเพื่อหาความรู้ที่ได้ที่มีต่อการใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายข้อ แสดงผลการวิเคราะห์ ข้อมูล

2) วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการทำแบบทดสอบการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย โดยวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดย เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และแสดงผลข้อมูล

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินในทุกด้านของการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ของผู้วิจัย

รายการ	ความพึงพอใจ
ด้านสื่อการเรียนรู้	ดี
ด้านแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ก่อนเรียน	พอใช้
ด้านแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์หลังเรียน	ดีมาก

ตารางที่ 3 สรุปผลการประเมินคะแนนก่อนเรียนรู้อะไรและคะแนนหลังเรียนรู้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี จำนวน 23 คน

รายการ	คะแนนรวม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ด้านแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ก่อนเรียนรู้อะไรและหลังเรียนรู้ จำนวน 23 คน	366	548	15.91	23.83

จากตารางที่ 3 พบว่าคะแนนก่อนเรียนรู้อะไรมีคะแนนเฉลี่ย 15.91 คะแนน โดยคะแนนอยู่ระหว่าง 5 ถึง 24 คะแนน ส่วนคะแนนหลังเรียนรู้อะไรมีคะแนนเฉลี่ย 23.83 คะแนน โดยคะแนนอยู่ระหว่าง 16 ถึง 30 คะแนน

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนรู้และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนรู้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี จำนวน 23 คน

ก่อนเรียนรู้		หลังเรียนรู้		t	sig
คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.88	0.00
15.91	4.52	23.83	4.34		

จากตารางที่ 4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี หลังเรียนรู้โดยใช้ชุดแบบทดสอบได้คะแนนเฉลี่ย 23.83 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.34 คะแนน มากกว่าคะแนนเฉลี่ยของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี ก่อนเรียนรู้ 15.91 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.52 คะแนน ซึ่งคะแนนก่อนเรียนรู้และหลังเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00



ภาพที่ 5 ภาพรวมของแอปพลิเคชัน

ผลการวิจัย

แอปพลิเคชันเพื่อการส่งเสริมรณรงค์การคัดแยกขยะ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี เนื้อหาภายในแอปพลิเคชันสามารถแนะนำเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอยและ บอกแนวทางการแก้ไขปัญหาวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยได้ถูกต้องและ ถูกวิธี ภายในแอปพลิเคชันยังมีเนื้อหาเพิ่มเติมในเรื่องของสิ่งประดิษฐ์จากสิ่งของเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์และ ยังมีนิทานแอนิเมชันในเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย การทำแบบทดสอบฝึกทักษะ คำศัพท์น่ารู้ทั้ง 3 ภาษา เช่น ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ภาษาจีน ที่ยังสามารถฟังการออกเสียงได้ทั้ง 3 ภาษาอีกด้วย

และได้ทำการวิจัยแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในรูปแบบการทำแบบทดสอบความรู้ที่ได้จากแอปพลิเคชันจากเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี โดยการสุ่มตัวตัวอย่างมา 23 คน ให้ทำแบบทดสอบความรู้ในการใช้แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ก่อนเรียนรู้และ หลังเรียนรู้ นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาทำการประเมินวัดผลสัมฤทธิ์โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

การทำแบบทดสอบก่อนเรียนรู้แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ในภาพรวมในการตอบคำถามอยู่ในระดับการพอใช้ทุกด้าน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า เด็กช่วงอายุ 5-7 ปี มีการตอบคำถามผิดในเรื่องของประเภทขยะมูลฝอยและ สัญลักษณ์ของประเภทขยะมูลฝอย คำศัพท์

การทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ในภาพรวมในการตอบคำถามอยู่ในระดับดีมากในทุกด้าน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า เด็กช่วงอายุ 5-7 ปี มีการตอบคำถามได้ถูกต้องในเรื่องของประเภทขยะมูลฝอยและ สัญลักษณ์ของประเภทขยะมูลฝอย คำศัพท์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ประสิทธิภาพของสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือระดับดีมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับดีและหลังเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังการเรียนโดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือระดับดีมาก ผลรวมที่ได้อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปผลการวิจัย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี หลังเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบทักษะได้คะแนนเฉลี่ย 23.83 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.34 คะแนน มากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนรู้ 15.91 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.52 คะแนน ซึ่งคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์จากการทำแบบทดสอบของเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี ในแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ระหว่างก่อนเรียนรู้และ หลังเรียนรู้ ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์จากแบบทดสอบปรากฏว่าเด็กช่วงอายุ 5-7 ปี จำนวน 23 คน โดยการสุ่มตัวเลือกมาทำการทำแบบทดสอบได้ดีจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ในแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในเรื่องของประเภทขยะมูลฝอย สัญลักษณ์ประเภทขยะมูลฝอย คำศัพท์ ที่ได้รับความรู้ความเข้าใจในการใช้แอปพลิเคชันเพื่อการส่งเสริมรณรงค์การคัดแยกขยะมูลฝอย ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา จึงทำให้ทราบว่าแอปพลิเคชันเพื่อการส่งเสริมรณรงค์การคัดแยกขยะมูลฝอย เด็กช่วงอายุ 5-7 ปี มีความสนใจที่จะเรียนรู้เนื้อหาภายในแอปพลิเคชันทำให้เด็กช่วงอายุ 5-7 ปี มีการพัฒนาความรู้ความเข้าใจมากขึ้นจากความรู้เดิมและ สามารถเพิ่มความรู้ในเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอย ได้ถูกต้องถูกวิธี สามารถนำไปปฏิบัติตนเองในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย จึงทำให้ผู้พัฒนาแอปพลิเคชันหรือผู้วิจัยทำงานได้ตรงจุดประสงค์ของผลที่คาดหวังไว้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะทั่วไป จากผลการศึกษาที่พบว่าสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ผู้พัฒนาแอปพลิเคชันสร้างขึ้นมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการปฏิบัติตนตามแบบสื่อเป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้ดูแลเด็กที่สนใจแอปพลิเคชันและ ต้องการนำสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ผู้พัฒนาสร้างขึ้นนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์จึงมีความจำเป็นจะต้องให้ความสำคัญต่อสิ่งนี้

ข้อเสนอแนะผู้ดูแลเด็ก

1) ผู้ดูแลเด็กสามารถใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และ แนวทางการปฏิบัติตนตามแบบสื่อเป็นอย่างมากผู้ดูแลเด็กสามารถนำสื่อแอปพลิเคชันมาจัดกิจกรรมในเรื่องของสิ่งแวดล้อมสามารถนำไปร่วมกิจกรรมให้ความรู้ในเรื่องการคัดแยกขยะมูลฝอยได้อีกด้วยหรือใช้สื่อนี้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมด้านการพัฒนาความรู้การเรียนรู้ในเรื่องหลักการทำงานของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แต่ผู้ดูแลต้องคอยกำกับอย่างใกล้ชิดเพื่อให้เด็กบรรลุตามจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

2) ผู้ดูแลจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์อย่างถ่องแท้โดยพยายามศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอและพยายามออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทของเนื้อหาให้มากที่สุดเพื่อทำให้การเรียนรู้ประสบความสำเร็จสูงสุด

3) ผู้ดูแลจะต้องสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ของเด็กโดยจัดหาวัสดุอุปกรณ์และสถานที่สำหรับทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เด็กเกิดการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองให้มากที่สุดให้ได้มีโอกาสบูรณาการความรู้การเรียนรู้ยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะเด็ก เด็กจะต้องให้ความร่วมมือในการศึกษาเรียนรู้และทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จึงจะทำให้การเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเด็กสามารถเรียนรู้จากสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้ได้ด้วยตนเองโดยมีผู้ดูแลคอยให้คำแนะนำบางประการเท่านั้นดังนั้นเด็กที่มีความสนใจพัฒนาความสามารถด้านการเรียนรู้ก็สามารถนำสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปศึกษาได้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่น่าเสนอไว้ในสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการนำแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปขยายผลใช้กับการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ และระดับช่วงอายุอื่นๆ เพื่อเป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีต่อทักษะการใช้ โปรแกรมอย่างแท้จริง ควรมีการนำเสนอภาษาในรูปแบบหลากหลายของภาษาเพื่อฝึกทักษะการใช้ภาษาของผู้เรียนรู้ต่อไป ควรศึกษารูปแบบการพัฒนาผู้ดูแลเพื่อใช้เทคนิคการสอนหรือการถ่ายทอดความรู้ผ่านสื่อแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปพร้อมกับการพัฒนาตัวบทเรียน

คำขอบคุณ

งานวิจัยที่ได้รับการช่วยเหลือจากอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

เอกสารอ้างอิง

[1] แหล่งข้อมูลการคัดแยกขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษ (สำนักจัดการของเสีย และสารอันตราย)

สืบค้นจาก <http://www.pcd.go.th/about/divisionthai.htm>

โครงการค่ายอนุรักษ์ป่าชายเลน (การแยกขยะ ขยะมูลฝอย)

สืบค้นจาก <http://arts.kmutt.ac.th>

คู่มือประชาชน เพื่อการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยในชุมชน

สืบค้นจาก <http://www.bangsrimumang.go.th>

การค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยใช้ Google API สำหรับสถานที่ท่องเที่ยว

Finding the shortest path using the Google API for attractions.

นิตยา ผาเงิน1*, นพดล สถานนิกกุล1, ทิฆัมพร ทรัพย์สอน1, กฤตณัฐ หมั่นกิจการ1, กรมวูฒิ นงนุช1

Nitiya Phangeon1*, Noppadol Tikumpornsapson1, Kittanat Mankitjakarn1 ,Krommavut Nongnuch1

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยใช้ Google API โดยทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวที่กำหนดโดยใช้หาระยะทางสั้นที่สุด ซึ่งทฤษฎีที่สามารถค้นหาสถานที่โดยใช้ Google API การเจาะจงสถานที่นี้คือช่องทางการเชื่อมต่อ ช่องทางการเชื่อมต่อ ช่องทางหนึ่งที่จะเชื่อมต่อกับเว็บไซต์ผู้ให้บริการ API จากที่อื่น เป็นตัวกลางที่ทำให้โปรแกรมประยุกต์เชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์อื่น หรือเชื่อมการทำงานเข้ากับระบบปฏิบัติการและจะใช้เทคนิคการหาเส้นทางแบบสั้นที่สุด (Shortest Path Routing) ข้อกำหนดต่างๆทำให้การคำนวณหาที่โอกาสจะได้เส้นทางสำหรับผลงานวิจัยที่ได้ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการเกิดผลการกระทำ และการแสดง loop ในการทำงานที่ใกล้เคียงที่สุดอย่างชัดเจน เพื่อคำนวณหาระยะทางที่เกิดขึ้นในระยะใกล้เคียงที่สุด และใช้ระยะทางในการเดินทางน้อยที่สุด โดยใช้อัลกอริทึมในการหาเส้นทางแบบสั้นที่สุด (Shortest Path Routing)

คำสำคัญ: Google API การหาเส้นทางแบบสั้นที่สุด

Abstract

This research aims to analyze the search shortest path using the Google API research on finding sights set on finding the shortest distance. Theory that can search a specific location using Google API, this place is a channel connection. Channel Connect One way to connect to a service provider from another is an API that allows applications to connect to other applications. Or to work with the operating system and is used to find the shortest path. Make regulations determining the chance to get directions for research to be made aware of the factors that cause actions, and the effect loop to run closest well. To calculate distance that closest place in stages. The distance to travel as little as possible. The algorithm for finding the shortest path.

Keywords: Google API Shortest Path Routing

1คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ นนทบุรี 11000

1Faculty of Science and Technology,Rajamangala University of Technology, Suvarnabhumi, Nonthaburi, 11000, Thailand

1 Corresponding author. E-mail: krommavut.n@rmutsb.ac.th

1.บทนำ

การค้นหาเส้นทางโดยใช้ Google Maps API นั้นเป็นบริการของ Google อีกรูปแบบหนึ่งที่เราสามารถนำข้อมูลของ Google Maps ที่ทางบริษัท Google ให้บริการนำมาพัฒนา เพื่อใช้กับงานของผู้พัฒนาโดย API (Application Programming Interface) ช่วยให้มีการใช้ข้อมูลร่วมกันแลกเปลี่ยนและพัฒนาข้อมูลต่างๆ โดยการส่งข้อมูลเข้าไปเพื่อประมวลผล โดยใช้งานบริการ API จะกำหนดขอบเขตในการเข้าถึงบริการต่างๆ ของ API สามารถแบ่งออกมาได้หลายรูปแบบ พร้อมทั้งช่วยให้นักพัฒนาเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน ทำได้ง่ายและรวดเร็ว

ผู้พัฒนาจึงได้ใช้บริการของ Google Maps API มาพัฒนา โดยใช้การหาเส้นทางบนแผนที่ ที่สั้นที่สุด (Shortest Path Routing) ในการเดินทางให้มีความสะดวก ประหยัดค่าใช้จ่าย เวลา ในการเดินทางไปสถานที่ท่องเที่ยว เพราะอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เป็นอุตสาหกรรมที่สร้างมูลค่า และรายได้ให้ประเทศ

2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นักพัฒนาได้นำเสนอระบบเครือข่ายโลจิสติกส์ขึ้นโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Google Maps API โดยระบบแบ่งเป็น โมดูลสอบถามข้อมูล สามารถสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับรถบรรทุก คลังสินค้าช่วยให้สามารถเลือกเส้นทางที่เหมาะสมได้ โมดูลนำทางช่วยใ้คนขับรถสามารถทราบเส้นทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดได้ โมดูลติดตาม ช่วยให้ทราบว่าสินค้าที่ต้องการใกล้จะมาถึง โดยจะทราบตำแหน่งของรถบรรทุกได้แบบ real-time และโมดูลแสดงจุดอ้างอิง เพื่อให้สามารถทราบที่ตั้งของบริษัท สถานที่ จอctrสำหรับรถบรรทุก คลังสินค้าย่อยต่างๆ และข้อมูลจุดอ้างอิงอื่นๆ ได้ตามต้องการ[2]

Hofstede และ Fioreze [3] ได้พัฒนาระบบ SURF map เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามความหนาแน่นของการจราจรบนเครือข่าย เพื่อให้ผู้จัดการเครือข่ายสามารถบริหารจัดการเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครือข่ายได้อย่างเหมาะสม โดยระบบนี้สามารถให้ข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์ได้เป็นการเพิ่มมุมมองอีกหนึ่งมุมมองให้กับข้อมูลโดยใช้ Google Maps API ซึ่งมีความสามารถในการขยายได้หลายระดับ

สารัตถ [4] ได้พัฒนาระบบที่นำเอาข้อมูลสถานที่ราชการและสถานที่เอกชน รวมถึงสถานที่ท่องเที่ยวภายในจังหวัดเชียงใหม่มาเสนอข้อมูลในรูปแบบเชิงแผนที่โดยใช้ Google Maps ในการนำเสนอข้อมูลโดยสามารถแสดงแผนที่แบบย่อขยาย สามารถนำข้อมูลเชิงบรรยายเข้าไปจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยผ่านหน้าจอรระบบได้ สามารถแสดงรายละเอียดพร้อมรูปภาพประกอบของสถานที่ได้

API (Application Programming Interface) เป็นลักษณะการเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุแล้ว เหมือนกับเป็นอินเตอร์เฟซของคลาสต่างๆ ซึ่งผู้ให้บริการจะมีไลบรารีหรือคลาสเพื่อให้บริการ โดยการเรียกใช้ผ่านอินเตอร์เฟซที่จัดไว้ให้ แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1. แสดงการเชื่อมต่อกับ API ของ Google

จะเห็นได้ว่า Google Maps API สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ในงานด้านต่างๆ โดยอ้อมมีประสิทธิภาพ

3.ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

การคัดเลือกข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ศึกษาในเรื่อง การค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยใช้ Google Maps API สำหรับสถานที่ท่องเที่ยว มีขั้นตอนดังนี้

ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาเส้นทาง โดยใช้ Google Maps API

เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ Google เพื่อเรียกอ่านข้อมูลทางภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นบริการที่ Google จัดเตรียมไว้ให้โดยจะอิมพลีเมนต์ด้วยภาษา JavaScript และรับส่งข้อมูลด้วยภาษา XML ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ จากรูปที่ 2 จะอธิบายถึงการทำงานกับ Google API โดยในการเรียกดูแผนที่แต่ละครั้งจำเป็นต้องมีการระบุ Google Map API Key ตามที่ไ้ลงทะเบียนไว้กับ Google เพื่อแจ้ง ความต้องการขอใช้ Google Maps API เพื่อทำการประมวลผลจากนั้น Google ก็จะส่งข้อมูลแผนที่กลับมาเพื่อแสดงข้อมูลที่ให้กับผู้ที่ร้องขอ

รูปที่ 2. แสดงการทำงานกับ Google API

การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) วัดในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี เพื่อเป็นต้นแบบในการนำเสนอประวัติของสถานที่ การสรุปผลของข้อมูล ตามแนวคิดการคิดวิเคราะห์การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) ซึ่งเป็นกระบวนการใช้เหตุผล โดยสรุปแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และวิถีชีวิตความเป็นอยู่ โดย การบูรณาการศาสตร์ทางด้านการรับรู้ระยะไกลร่วมกับศาสตร์ด้านสังคม โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth เพื่อให้ได้มาซึ่งเรื่องความเป็นมาของสถานที่

ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) ประกอบด้วย ชื่อสถานที่ท่องเที่ยว จังหวัด ภาพ คำบรรยาย แหล่งข้อมูล ตำแหน่งสถานที่ท่องเที่ยว และเรื่องเล่าหรืออัตลักษณ์และวิถี ชีวิตชุมชนของแหล่งท่องเที่ยว จากนั้นนำข้อมูลที่นำมาเชื่อมโยงตาราง (Joins) เพื่อเพิ่มรายละเอียดของเขตข้อมูลชุด ใหม่ โดยใช้เขตข้อมูลร่วม (Common filed) ที่มีค่าเหมือนกันเป็นตัวเชื่อมโยง ใช้ชื่อสถานที่และระยะทางเป็น ตัวเชื่อมข้อมูลเข้าด้วยกัน

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางในการพัฒนาระบบเพื่อสามารถประมวลผลและให้สารสนเทศในรูปแบบของฐานข้อมูล โดยผู้พัฒนาได้ใช้ภาษา Java ที่ต้องพัฒนาให้เป็นในรูปแบบ Mobile Application ของ Android ร่วมกับแผนที่ Google Maps API จาก Google ในการพัฒนาระบบ โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นประเภทแอปพลิเคชัน ซึ่งการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้จะใช้ความสามารถของ โครงสร้างภาษา XML ในการพัฒนาระบบ และเชื่อมต่อข้อมูลแผนที่ภูมิศาสตร์

การออกแบบและจัดทำแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Google Map Services เพื่อบูรณาการข้อมูลการท่องเที่ยววัดในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งได้ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบแอปพลิเคชัน โดยแบ่งการทำงานออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และส่วนของการประมวลผล ดังนี้ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Graphic User Interface) จะประกอบด้วย 3 เมนูคือ 1.ค้นหาวัดในอำเภอเมืองนนทบุรี จะเน้นการนำเสนอข้อมูลตำแหน่งสถานที่ แสดงสัญลักษณ์อ้างอิงพิกัดผ่าน Google Maps API เมื่อคลิกเลือกสัญลักษณ์ (Icon) จะแสดงชื่อและภาพของสถานที่ และสามารถคลิกปุ่ม 2.ค้นหา 9 วัดโดยอัตโนมัติ แสดงแผนที่ตำแหน่งที่ผู้ใช้งานอยู่ และตำแหน่งของวัดที่ใกล้ที่สุด พร้อมทั้งเส้นทางและรายละเอียดของสถานที่นั้น ส่วนของการประมวลผลเป็นการให้บริการแผนที่ (Web Map Services: WMS) มีหน้าที่สนับสนุนในการร้องขอข้อมูลจากผู้ใช้บริการ (Client) เป็นการรับคำสั่งจากผู้ใช้งานและส่งข้อมูลยังผู้ใช้ผ่าน Google Maps API ในการแสดงข้อมูล โดยใช้ GeoServer เป็นตัวแม่ข่ายซึ่งจะทำหน้าที่ในการนำข้อมูลในรูปของ Shape file จัดเก็บไว้ใน Data Stores ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Application-based user interface) ของระบบ การพัฒนาระบบ และเชื่อมต่อข้อมูลแผนที่ภูมิศาสตร์ และการปัก หมุดสถานที่ท่องเที่ยวโดยการสร้างสัญลักษณ์อ้างอิงพิกัดจากค่าละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) บน แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมบน Google Maps API แสดงป๊อปอัพแสดงรูปภาพสถานที่ท่องเที่ยวของผู้มาเยือน การแสดงผลส่วนนี้จะเชื่อมโยงกับหน้าแสดงรายละเอียดของสถานที่ประวัติของสถานที่ และ แผนที่ทั้งหมดของอำเภอเมืองนนทบุรี

4. ผลการวิจัย

ภาพรวมโปรแกรม

โปรแกรมที่เขียนขึ้นจัดทำในรูปแบบแอปพลิเคชัน โดยแบ่งเป็น 3 เมนู ดังนี้ 1.ค้นหาวัดในอำเภอเมืองนนทบุรี 2.ค้นหา 9 วัดโดยอัตโนมัติ 3.แผนที่ทั้งหมดของอำเภอเมืองนนทบุรี ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ภาพเมนูการทำงานของแอปพลิเคชัน ค้นหาเส้นทางท่องเที่ยว 9 วัดในอำเภอเมืองนนทบุรี
เนื่องจากสามารถกำหนดและสามารถบอกตำแหน่งของสถานที่ท่องเที่ยวได้อย่างชัดโดยผ่าน Google Map ในแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ซึ่งจะใช้ Google Maps Api เป็นตัวกลางการสื่อสารโดยการดึงข้อมูล ละเอียด และ ลองติจุด ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลแบบ SQLite นำมาประมวลผลและสามารถไปสถานที่ท่องเที่ยวที่กำหนดไว้นำมาแสดงผลดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ภาพเมนูการทำงานของ google maps นำทาง
5.สรุป

การพัฒนาแอปพลิเคชันโดยอาศัยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อช่วยแก้ปัญหาการเชื่อมโยงเชิงพื้นที่ของข้อมูล โดยการสร้างระบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว พร้อมทั้งมีระบุตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งท่องเที่ยว เผยแพร่แอปพลิเคชันเพื่อเพิ่มช่องทางให้นักท่องเที่ยวและผู้สนใจสามารถเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้สะดวกขึ้น แม้ว่ากรมการท่องเที่ยวและกีฬาได้จัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวของประเทศไทยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (กรมการท่องเที่ยว, 2554) รวมทั้งสิ้น 4,776 แห่ง พร้อมทั้งแสดงตำแหน่งสถานที่ท่องเที่ยว ภาพ และ เนื้อหาของแหล่ง เช่นเดียวกับแอปพลิเคชันแผนที่ระบบสารสนเทศเพื่อการท่องเที่ยวในพื้นที่กรุงเทพมหานคร (กอง การท่องเที่ยว สำนักวัฒนธรรม กีฬา และการท่องเที่ยว, 2557) และมีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ สุรางค์รัตน์ เชาวน์ โคกสูงและจักรกฤษณ์ เสน่ห์ (2554) ได้พัฒนาระบบบริการข้อมูลการท่องเที่ยวและแนะนำกำหนดการท่องเที่ยวในเขต พื้นที่ภาคเหนือ แสดงข้อมูลรายละเอียดในรูปแบบภาพ ข้อความ เสียง และแอนิเมชัน(Animation) ซึ่งข้อมูลเหล่านั้น เป็นเพียงข้อมูลทั่วไป ไม่ได้บ่งบอกถึงเรื่องเล่าหรืออัตลักษณ์และวิถีชีวิตชุมชนของแหล่งท่องเที่ยว อีกทั้งภาพถ่ายเป็น เพียงรูปภาพทั่วไปของสถานที่นั้น ไม่มีการอัปเดตข้อมูลเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่เพิ่งเปิด ใหม่ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาให้ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวมีความน่าสนใจและความดึงดูดมากขึ้น โดยการเลือกรูปแบบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจาก Google Maps API และได้นำเสนอในรูปแบบการบูรณาการ ข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์สถานที่ ร่วมกับการศึกษาวิจัยรวบรวม และกลั่นกรองข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เหล่านั้น ก่อนเผยแพร่ความรู้สู่สาธารณะ และการศึกษาวิจัยโดยใช้ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เชิงลึก เพื่อผลิตผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ในการประชาสัมพันธ์ สถานที่ท่องเที่ยวของอำเภอเมืองนนทบุรี บนพื้นฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้ (Data Reliability) มุ่งเน้นให้นักท่องเที่ยวรับรู้เรื่องเล่าหรืออัตลักษณ์ ในสถานที่ท่องเที่ยวและสะท้อน ดังนั้นผู้ที่สนใจทั้ง ภาครัฐและเอกชนสามารถ นำข้อมูลเหล่านี้ไปสู่การวางรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาการท่องเที่ยวแบบบูรณาการอย่างยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมการท่องเที่ยว. (2554). ระบบฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว. ค้นหาออนไลน์เมื่อ 1 พฤศจิกายน 2558

<http://www.tourism.go.th/>

กองการท่องเที่ยว สำนักรวัฒนธรรม กีฬา และการท่องเที่ยว. (2557). เว็บไซต์แผนที่ระบบสารสนเทศเพื่อการท่องเที่ยว (GIS). ค้นหาออนไลน์เมื่อ 5 พฤศจิกายน 2558, จาก: www.bangkoktourist.com

Google. "Google Maps", Accessed on October 15, 2008

<http://maps.google.com>.

Google. "Google Maps API". Accessed on October 17, 2008

<http://www.xn--12cg1cxhd0a2gzc1c5d5a.net/api/>

สารัตถ์ ชัดติยะ. ระบบฐานข้อมูลสถานที่ส่วนราชการและเอกชนภายในจังหวัดเชียงใหม่โดยแสดงผ่านแผนที่

ภูมิศาสตร์ภูเก็ล. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551

Choi, S., Lehto, X. Y., and Morrison, A. M. (2007). Destination image representation on the web: Content analysis of Macau travel related websites. *Tourism Management*, 28(1), 118-129.

การใช้แผนผังการตัดสินใจและตารางการตัดสินใจ เพื่อสร้างกฎการตัดสินใจสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิต

Using Decision Tree and Decision Table to Creating Decision Rules For Diabetics and Hypertension

จิราพร ปราณีต¹, สุกัญญา สารมนต์¹, พงศ์กรณ์ ปุบผาโสมตระกุล¹
Jiraporn Praneet¹, Sukanya Saramon¹, Phongkorn Pubphasomtrakool¹

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี¹

ที่อยู่ E-mail Nut.jirapornpraneet@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างกฎการตัดสินใจสำหรับนำไปใช้ในการทำระบบแจ้งเตือนความเสี่ยงตามระดับน้ำตาลสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานและระดับความดันโลหิตสำหรับผู้เป็นโรคความดันโลหิตได้ เพื่อแจ้งเตือนระดับน้ำตาลในเลือดและแจ้งเตือนระดับความดันโลหิต ให้ผู้ป่วยสามารถดูแลตนเอง ในการวิจัยทำการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับค่าระดับน้ำตาลและความดันโลหิตของผู้ป่วยที่จำเป็นต้องพบแพทย์โดยข้อมูลค่าต่างๆเหล่านั้น นำมาวิเคราะห์หากฎการตัดสินใจ โดยอาศัย Decision tree และ Decision table ในการสร้างกฎการตัดสินใจ เมื่อนำกฎการตัดสินใจที่ได้ไปประเมินกับผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ 10 ท่าน พบว่ามีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.14 ดังนั้นกฎที่ได้ จากการสร้างโดยอาศัย Decision tree หรือ Decision table มีค่าความพึงพอใจในระดับปานกลาง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนผู้เป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิตได้

คำสำคัญ : เบาหวาน , ความดันโลหิตสูง , ระดับน้ำตาล , ระดับความดันโลหิต , แผนผังการตัดสินใจ

ABSTRACT

The propose of the research is to creating rules of decision to inform the risking of the sugar level of the Diabetics and blood pressure of the Hypertension to take care of themselves. The research is about sugar level and blood pressure of the patient that need to see the Doctor by can use all the information to make the decision by use the Decision tree or Decision table. The specialist evaluate rules of the decision. The result pf the evaluate by 10 specialists found that the average of satisfaction value is 3.65 and standard deviation is 0.14 . So, The result by use the Decision tree or Decision table has the satisfaction in the middle level and can apply to develop warning system to the Diabetics and Hypertension.

Keywords : Diabetics, Hypertension , Blood Sugar Level, Blood Pressure Level, Decision Tree

1.บทนำ

เบาหวานและความดันโลหิตเป็นโรคเรื้อรังที่รักษาไม่หายขาดและเกิดภาวะแทรกซ้อนได้มากมาย จากการที่ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ และไม่สามารถควบคุมระดับความดันโลหิตได้ สำหรับประเทศไทยพบผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงรายใหม่จำนวนมาก ก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจและครอบครัวเป็นอย่างมาก การที่จะให้ความรู้และสนับสนุนสำหรับผู้ป่วยเบาหวานและความดันโลหิต สามารถจัดการเบาหวานและความดันโลหิตด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการดูแลรักษาและควบคุมเบาหวานและความดันโลหิต [1]

จากปัญหาดังกล่าวจึงนำ Decision tree และ Decision table มาช่วยในการตัดสินใจสำหรับระบบแจ้งเตือนผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิต โดยจะใช้ Decision tree และ Decision table ช่วยในการสร้างกฎการตัดสินใจในการพบแพทย์หรือการแจ้งเตือนตามช่วงระดับ (สูง,ปกติ,ต่ำ) ของผู้ใช้งานได้ เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถมีเครื่องมือที่เป็นตัวช่วยในการแจ้งเตือนระดับน้ำตาลและผู้เป็นความดันโลหิตด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคาดว่าจะงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเป็นตัวช่วยการแจ้งเตือนของผู้เป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิต และมีส่วนช่วยในการลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนของผู้เป็นเบาหวานที่อยู่ในความดูแลที่จะนำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

2.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลซึ่งมีลักษณะเหมือน โครงสร้างต้นไม้ ที่มีโหนดแสดงถึงคุณลักษณะของ ข้อมูล (Attribute) แต่ละโหนดจะมีกิ่งเพื่อแสดงผลใน การทดสอบของข้อมูล และลิฟโหนด (Leaf Node) แสดงถึงประเภทของข้อมูลที่กำหนดไว้ ซึ่งต้นไม้ ตัดสินใจสามารถสร้างกฎได้ง่าย และเลือกเฉพาะ คุณลักษณะของข้อมูล (Attribute) ที่สำคัญในการสร้าง โมเดล [2]

ตารางตัดสินใจ (Decision table) วิธีการตัดสินใจแบบตารางเป็นตารางแบบ 2 มิติ โดยที่แถวตั้งด้านซ้ายเป็นเงื่อนไข และแถวบนเป็นรายละเอียดของเงื่อนไขและผลของการตัดสินใจ เงื่อนไขก็คือ สิ่งที่มีค่าเปลี่ยนแปลงได้ [3]

เบาหวาน โรคเบาหวานคือโรคที่เซลล์ร่างกายมีความผิดปกติในขบวนการเปลี่ยนน้ำตาลในเลือดให้เป็นพลังงาน เมื่อน้ำตาลไม่ได้ถูกใช้จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นกว่าระดับผิดปกติ ในปัจจุบันหลายประเทศใช้เกณฑ์ระดับน้ำตาลที่ >126 มก./ดล. โดยมีข้อแม้ว่าเป็นค่าของน้ำตาลในน้ำเลือดหลังจากอดอาหารมาอย่างน้อย 8 ชม. แล้ว แต่ถ้าบังเอิญท่านไม่ได้อดอาหารมาก่อน แต่ต้องการตรวจเลยโดยไม่อยากกลับมาใหม่ในวันรุ่งนี้ ก็จะสามารถเจาะเลือดได้เลยโดยใช้ค่า 200มก./ดล.เป็นเกณฑ์ [4]

ความดันโลหิต หรือ ความดันเลือด (Blood pressure) คือ ความดันในหลอดเลือดเมื่อหัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือดเข้าสู่หลอดเลือด ซึ่งเรียกว่า ความดันโลหิตซิสโตลิก (Systolic blood pressure) และเมื่อหัวใจพักคลายตัว ซึ่งเรียกว่า ความดันโลหิตไดแอสโตลิก (Diastolic blood pressure) ดังนั้น การรายงานผลความดันโลหิต จึงประกอบด้วยตัวเลข 2 ตัวเสมอ โดยจะบันทึกความดันซิสโตลิกเป็นตัวแรก หรือ ตัวบน ส่วนความดันไดแอสโตลิกจะบันทึกเป็นตัวตาม หรือ ตัวล่าง เช่น วัดความดันโลหิตได้ 120/80 [5]

งานวิจัยที่ใช้ Decision Tree

วิณา คงพิช และ จริญญา แสนราช (2558) การวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานรายวิชา การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์และวิทยาการสารสนเทศ โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล และใช้ต้นไม้การตัดสินใจในว่าผู้เรียนที่มีพฤติกรรมกรเข้าเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทำการสร้างตัวแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจ

ในการจัดกลุ่มผู้เรียนที่มีพฤติกรรมเข้าเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และทันต่อเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีด้านการสื่อสารที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว [6]

3.วิธีการวิจัย

1.การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้า ข้อมูลระดับน้ำตาลในเลือดของผู้เป็นเบาหวานและระดับความดันโลหิตของผู้เป็นความดันโลหิตผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของระดับน้ำตาลในเลือดของผู้เป็นเบาหวานและระดับความดันโลหิตของผู้เป็นความดันโลหิตโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลและมีการเก็บข้อมูลระดับน้ำตาลและระดับความดันโลหิต ในระดับที่สูง,ปกติและต่ำ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างกฎการตัดสินใจสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิต

2.การวิเคราะห์และออกแบบ

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้เงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวกับระดับน้ำตาลในเลือดของผู้เป็นโรคเบาหวาน มาแบ่งตามเงื่อนไขของแต่ละช่วงระดับน้ำตาล (สูง,ปกติ,ต่ำ) โดยแสดงค่าระดับน้ำตาล [7] ในตารางที่ 1

เงื่อนไขของแต่ละช่วงระดับน้ำตาล		
การตรวจวัดค่าน้ำตาลในเลือด	ค่าน้ำตาลในเลือด	แสดงการแจ้งเตือน
หลังรับประทานอาหารได้ 2 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล > 140	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดสูง
หลังรับประทานอาหารได้ 2 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล < 80	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดต่ำ
หลังรับประทานอาหารได้ 2 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล 80-140	แจ้งเตือนแสดงค่าน้ำตาลในเลือดปกติ
หลังรับประทานอาหารไม่ถึง 2 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล > 160	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดสูง
หลังรับประทานอาหารไม่ถึง 2 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล < 100	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดต่ำ
หลังรับประทานอาหารไม่ถึง 2 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล 100-160	แจ้งเตือนแสดงค่าน้ำตาลในเลือดปกติ
ก่อนรับประทานอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล > 120	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดสูง
ก่อนรับประทานอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล < 80	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดต่ำ
ก่อนรับประทานอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล 80-120	แจ้งเตือนแสดงค่าน้ำตาลในเลือดปกติ
ก่อนรับประทานอาหารไม่ถึง 8 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล > 120	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดสูง
ก่อนรับประทานอาหารไม่ถึง 8 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล < 80	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าน้ำตาลในเลือดต่ำ
ก่อนรับประทานอาหารไม่ถึง 8 ชั่วโมง	ค่าน้ำตาล 80-120	แจ้งเตือนแสดงค่าน้ำตาลในเลือดปกติ

ตารางที่ 1 เงื่อนไขของแต่ละช่วงระดับน้ำตาล

และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้เงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวกับระดับความดันโลหิตของผู้เป็นโรคความดันโลหิตมาแบ่งตามเงื่อนไขของแต่ละช่วงระดับความดันโลหิต (สูง,ปกติ,ต่ำ) โดยแสดงค่าระดับความดันโลหิต [8] ในตารางที่ 2

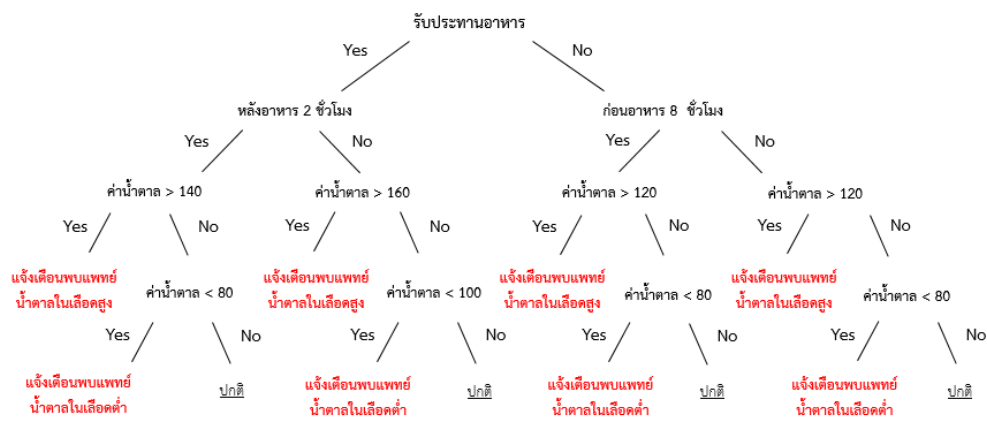
เงื่อนไขของแต่ละช่วงระดับความดันโลหิต		
การตรวจวัดค่าความดันโลหิต	ค่าความดันโลหิต	แสดงการแจ้งเตือน
วัดขณะนั่งพักอย่างน้อย 15 นาที	ความดันบน >180/ ความดันล่าง >110	แจ้งเตือนพบแพทย์ทันที ค่าความดันโลหิตระดับอันตราย

วัดขณะนั่งพักอย่างน้อย 15 นาที	ความดันบน >160/ ความดันล่าง >100	แจ้งเตือนพบแพทย์ภายใน 1 เดือน ค่าความดันโลหิตระดับสูง และ อันตราย
วัดขณะนั่งพักอย่างน้อย 15 นาที	ความดันบน >140/ ความดันล่าง >90	แจ้งเตือนพบแพทย์ ค่าความดันโลหิตระดับสูงมาก
วัดขณะนั่งพักอย่างน้อย 15 นาที	ความดันบน >120/ ความดันล่าง >80	แจ้งเตือนปรึกษาแพทย์ ค่าความดันโลหิตระดับระดับค่อนข้างสูง
วัดขณะนั่งพักอย่างน้อย 15 นาที	ความดันบน <90 / ความดันล่าง < 60	แจ้งเตือนพบแพทย์ทันที ค่าความดันโลหิตระดับต่ำมาก
วัดขณะนั่งพักอย่างน้อย 15 นาที	ความดันบน 120/ ความดันล่าง 80	แจ้งเตือนแสดงค่าความดันโลหิตปกติ

ตารางที่ 2 เงื่อนไขของแต่ละช่วงระดับความดันโลหิต

3.การสร้างกฎการตัดสินใจโดยอาศัยเทคนิค Decision tree และ Decision table

จากการรวบรวมข้อมูลระดับน้ำตาลในเลือดของผู้เป็นเบาหวานและนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และออกแบบ แล้วนำมาสร้างเป็น Decision tree ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Decision tree การตัดสินใจแบบต้นไม้เพื่อแจ้งเตือนตามช่วงระดับน้ำตาล

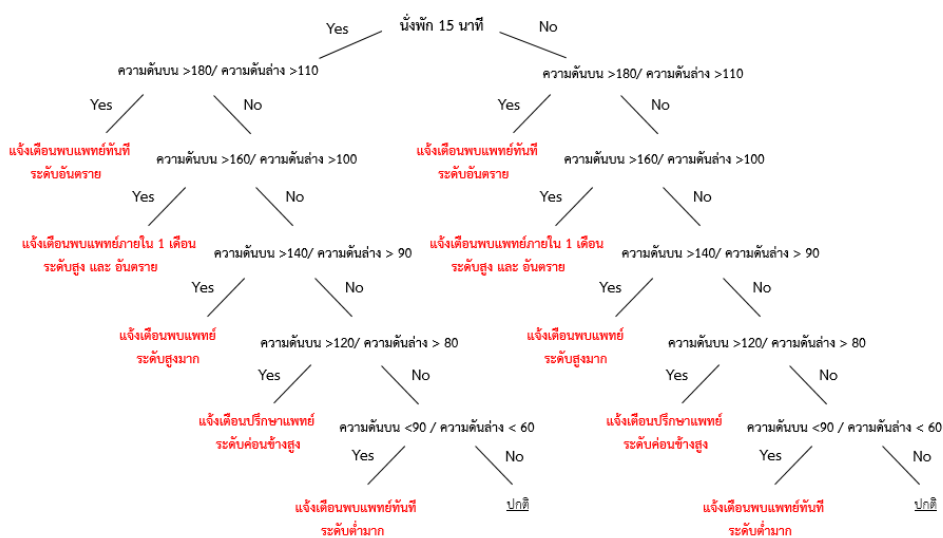
และนำมาสร้างเป็น Decision table ซึ่งสามารถนำไปสร้างเป็นกฎการตัดสินใจสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานช่วยในการสร้างกฎการตัดสินใจในการพบแพทย์หรือการแจ้งเตือนตามช่วงระดับน้ำตาล (สูง,ปกติ,ต่ำ) ของผู้ใช้งาน ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conditions										
รับประทานอาหาร	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N
หลังอาหาร 2 ชั่วโมง	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N
ก่อนอาหาร 8 ชั่วโมง	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N	N
น้ำตาล > 140	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N
น้ำตาล > 160	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N

ค่าน้ำตาล > 120	N	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N
ค่าน้ำตาล < 80	N	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	N
ค่าน้ำตาล < 100	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	N
Actions										
แจ้งเตือนพบแพทย์	X	X		X	X	X	X	X	X	
แสดงค่าปกติ			X							X
แสดงค่าสูง	X			X		X		X		
แสดงค่าต่ำ		X			X		X		X	

ตารางที่ 3 Decision table แจ้งเตือนตามช่วงระดับน้ำตาล

จากการรวบรวมข้อมูลระดับความดันโลหิตของผู้เป็นความดันโลหิตและนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และออกแบบ แล้วนำมาสร้างเป็น Decision tree ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Decision tree การตัดสินใจแบบต้นไม้เพื่อแจ้งเตือนตามช่วงความดันโลหิต

และนำมาสร้างเป็น Decision table ซึ่งสามารถนำไปสร้างเป็นกฎการตัดสินใจสำหรับผู้เป็นโรคความดันโลหิต ช่วยในการสร้างกฎการตัดสินใจในการพบแพทย์หรือการแจ้งเตือนตามช่วงระดับความดันโลหิต (สูง,ปกติ,ต่ำ) ของผู้ใช้งาน ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conditions												
นั่งพัก 15 นาที	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N
ความดันบน >180/ ความดันล่าง >110	Y	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	N
ความดันบน >160/ ความดันล่าง >100	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	N
ความดันบน >140/ ความดันล่าง > 90	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	N	N

ความดันบน >120/ ความดันล่าง > 80	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	N
ความดันบน <90 / ความดันล่าง < 60	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N
Actions												
แจ้งเตือนพบแพทย์ทันที	X				X		X				Y	
แจ้งเตือนพบแพทย์ภายใน 1 เดือน		X						X				
แจ้งเตือนพบแพทย์			X						X			
แจ้งเตือนปรึกษาแพทย์				X						X		
แสดงค่าระดับอันตราย	X						X					
แสดงค่าระดับสูง และ อันตราย		X						X				
แสดงค่าระดับสูงมาก			X						X			
แสดงค่าระดับค่อนข้างสูง				X						X		
แสดงค่าระดับต่ำมาก					X						X	
แสดงค่าระดับปกติ						X						X

ตารางที่ 4 Decision table การตัดสินใจแบบตารางแบบ 2 มิติ เพื่อแจ้งเตือนตามช่วงความดันโลหิต

4.ผลการวิเคราะห์

นำผลการตัดสินใจสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิต โดยใช้ Decision tree และ Decision table ไปทำแบบสำรวจจากผู้เชี่ยวชาญ มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนผู้เป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิตได้

4.ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเมื่อได้ผลการตัดสินใจแล้วจึงนำผลไปประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่าน ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจ พบว่า มีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.14 แสดงรายละเอียด ในตารางที่ 5

ประเด็นความพึงพอใจ	\bar{x}	S.D	ความหมาย
1. ความครบถ้วนของข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์	3.9	0.74	ปานกลาง
2. ความถูกต้องของข้อมูลที่วิเคราะห์	3.9	0.74	ปานกลาง
3. ความสามารถในการช่วยในการตัดสินใจ	3.5	0.53	ปานกลาง
4. ความถูกต้องของกฎการตัดสินใจ	3.3	0.48	ปานกลาง
โดยรวม	3.65	0.14	ปานกลาง

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจ

5.อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากฎการตัดสินใจสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานและผู้เป็นโรคความดันโลหิต โดยใช้ Decision tree และ Decision table อยู่ในระดับดี และได้นำกฎไปใช้ในการพัฒนาระบบในการแจ้งเตือนพบแพทย์ หรือการแจ้งเตือนตามช่วงระดับ (สูง,ปกติ,ต่ำ) ของผู้ใช้งาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการดูแลตนเองเป็นระบบที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เป็นเบาหวานและผู้เป็นความดันโลหิต ช่วยให้ผู้เป็นเบาหวานและผู้เป็นความดันโลหิตสามารถจัดการตนเอง เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและระดับความดันโลหิตได้ดีขึ้น ช่วยลดภาวะแทรกซ้อน ลดค่าใช้จ่ายจากการรักษาและมีคุณภาพชีวิตที่ดี

6.เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ [2559] “กลุ่มโรค NCDs (Non-Communicable diseases)” สืบค้นจาก <http://www.thaihealth.or.th/microsite/categories/5/ncds/2/173/176-กลุ่มโรค+NCDs.html> [20 ธันวาคม]
- [2] Mr. Automated [2559] “เหมืองข้อมูล (data mining)” สืบค้นจาก <http://www.autosoft.in.th/data-warehouse/เหมืองข้อมูล-data-mining> [20 ธันวาคม]
- [3] เว็บสอนวิชาคอมพิวเตอร์ (ครูเอก) [2555] “วิธีการตัดสินใจแบบตาราง (Decision Tables)” สืบค้นจาก <http://krueakcom.blogspot.com/2012/07/decision-tables.html> [20 ธันวาคม]
- [4] สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย [2559] “รู้จักโรคเบาหวาน” สืบค้นจาก <http://www.diabassocthai.org> [25 ธันวาคม]
- [5] ศาสตราจารย์เกียรติคุณ แพทย์หญิง พวงทอง ไกรพิบูลย์ ว.รังสิรักษา และเวชศาสตร์นิวเคลียร์ [2557] “ความดันโลหิต ความดันเลือด (Blood pressure)” สืบค้นจาก haamor.com/th/ความดันโลหิต [25 ธันวาคม]
- [6] วิณา คงพิช และ จริญญา แสนราช [2558] “การวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานรายวิชา การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์และวิทยาการสารสนเทศ โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล” สืบค้นจาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/JournalGradVRU/article/download/64510/52909> [26 ธันวาคม]
- [7] Nakornping Hospital [2011] “โรคเบาหวาน” สืบค้นจาก http://www.nkp-hospital.go.th/institute/7-2/article_4.php [26 ธันวาคม]
- [8] กระทรวงสาธารณสุข [2556] “รู้จักและเข้าใจกับตัวเลข...ความดันโลหิตของเรา ต้นตอของโรคร้าย ที่ป้องกันได้” สืบค้นจาก <http://www.thaiemsinfo.com> [26 ธันวาคม]

ฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัล

DIGITAL SIGNAGE HARDWARE

ผกาวรรณ พรหมป้อ¹ ศิโรรัตน์ ปลื้มปลั่ง² สุทิน เกษตรรัตนชัย³

Pagaywan Prompor¹, Sirorat plumplang², Suthin Kasetratanachai³

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*ที่อยู่ E-mail ผู้รับผิดชอบบทความ (pp.serbet@gmail.com)

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ศึกษาเกี่ยวกับ Digital Signage ป้ายประชาสัมพันธ์รูปแบบใหม่เพื่อทดแทนการประชาสัมพันธ์ด้วยสื่อแบบเก่า เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ที่สิ้นเปลืองทรัพยากร สิ้นเปลืองเวลา ในส่วนการทำงาน Digital Signage มีเครื่องผู้ให้บริการ server และเครื่องผู้ให้บริการ client เชื่อมต่อกัน มี sever ที่มี Web application Xibo ที่เป็น open source ในการบริหารจัดการตัวระบบ และส่วนของ client เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดง Output โดยมี บอร์ด Raspberry เป็นตัวรับข้อมูลและแสดง Output ผ่านจอ LED และ LED Touch screen โดยได้มีการทดสอบนำอุปกรณ์ติดตั้งในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี และทดสอบการใช้งานพบว่า ตัวระบบ Digital Signage มีความเสถียรคงที่ ทั้งนี้อาจมีปัญหานี้เนื่องจากองค์ประกอบภายนอก เช่น Internet และสถานที่

คำสำคัญ: Digital Signage, open source, Web application Xibo

ABSTRACT

In this research, we learn about the digital signage Public Relations new format to replace the Public Relations, such as print media that cause a waste of human resources time in the working digital signage is the system server and client has a sever the web application xibo open source in the management of the system and the part of the client is used to display the output. With a raspberry board is the information and displays the output through the LED display LED and the touch screen by we have to test the device installed in the University of Rajamangala campuses Suvarnabhumi Nonthaburi and trial use found that the system digital signage is stable fixed there may be a problem because the external components such as the internet and the place.

Keywords: Digital Signage, open source, Web application Xibo

1. บทนำ

เนื่องจากการใช้สื่อประชาสัมพันธ์มีความจำเป็นต่อการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร และโฆษณาต่างๆ ส่วนใหญ่ จะเห็นการใช้กระดาษ ป้ายโฆษณา สื่อสิ่งพิมพ์ ซึ่งก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองของต้นทุน อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในการเผยแพร่ข้อมูล และยังมีสื่อประชาสัมพันธ์อีกรูปแบบหนึ่ง คือ ป้ายดิจิทัลที่มีความทันสมัยแต่มีราคาค่อนข้างสูง ระบบการจัดการที่มีข้อจำกัดเรื่องการบริหารจัดการนอกพื้นที่ และไม่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้โดยตรงเพราะตัวอุปกรณ์ไม่สามารถรองรับระบบทัชสกรีนได้

ทางผู้จัดทำจึงได้จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ทางจอภาพรูปแบบใหม่ คือ ฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัลซึ่งมีการประยุกต์ใช้ Raspberry Pi เพื่อที่นำมาเป็นตัวจัดการบริหาร ลดต้นทุน และเพิ่มศักยภาพในการทำงานของ

ฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัล โดยมีการเพิ่มการใช้ระบบทัชสกรีนเพื่อโต้ตอบกับผู้ใช้งาน และพัฒนาระบบทำให้สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ระบบฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัลให้ทำงานสะดวกมากขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการเรื่องฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัล ได้ค้นคว้ารวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ Digital Signage เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ในงานประชาสัมพันธ์ได้ในทุกองค์กรและทุกสถานที่ที่มีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้าถึงได้ นอกจากนี้ ยังเป็นการประหยัดงบประมาณในส่วนของการจัดพิมพ์เอกสารประชาสัมพันธ์ ซึ่งวัสดุที่ใช้ส่วนมากไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระบบการทำงานของฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัล โดยทั่วไปเรียกว่า Digital Signage คือ สื่อประชาสัมพันธ์ทางจอภาพรูปแบบใหม่ ที่นำมาแทนป้ายประกาศ สามารถแสดงข้อมูล สินค้า และ บริการที่เป็นภาพนิ่ง หรือ ภาพเคลื่อนไหว เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้พบเห็น สามารถบริหารจัดการผ่านทางระบบเครือข่าย ได้ สามารถแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของ Server และ Client

2.1 Server เป็นส่วนการรวบรวมจัดเก็บและรับส่งข้อมูล รวมถึง Content ต่างๆ ซึ่งระบบจะประกอบด้วย ระบบฐานข้อมูล (Database System) ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ บนระบบปฏิบัติการ Linux ได้เลือกใช้ Ubuntu เป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้ในการ Server เพราะมีการทำงานที่รวดเร็ว และเป็น Open Source ใช้งานโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ในการติดตั้ง Server ต้องมี Apache, PHP, MySQL และ PHP Myadmin เป็นองค์ประกอบการทำงาน และเครือข่ายส่วนตัวเสมือน Virtual Private Network (VPN) เพื่อให้การทำงานของระบบสามารถทำงานได้จากภายนอกเครือข่าย อีกทั้งยังมีตัว Virtual Network Computing (VNC) เป็นตัวรีโมทการทำงานของตัว Client มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการแสดง Output โดยทั้งหมดนี้มี Web Application เป็นตัวจัดการระบบทั้งหมด

Xibo คือ Digital Signage ที่เป็น Open Source สามารถปรับปรุงแก้ไข ตัวโปรแกรมได้ สามารถใช้ได้ทั้ง Windows, Mac, Linux และใช้ได้ฟรี ลักษณะการทำงานที่เป็นระบบ Server-Client โดยมี Webserver เป็นอินเตอร์เฟซกลาง โดยมี client เป็น Media Player ในการจัดการแสดง output



ภาพที่ 1 ภาพแสดงตัวอย่างการบริหารระบบอินเตอร์เฟซกลาง โดยมี client เป็น Display แสดง output

2.2 Client หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องลูกข่าย เป็นคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายที่ร้องขอ บริการไฟล์ข้อมูลจัดเก็บในเซิร์ฟเวอร์ ในส่วนการทำงานของ Client ในระบบฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัลได้มีการนำบอร์ดราสเบอร์รี่พาย มาเป็น client มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.2.1 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีขนาดเพียงเท่ากับบัตรเครดิต ที่สำคัญราสเบอร์รี่พายนี้นี้มีราคาที่ถูก เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปปกติ ทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่าง โดยสามารถต่อบอร์ดราสเบอร์รี่พาย นี้เข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีที่รองรับ HDMI นอกจากต่อจอแสดงผลแล้ว ก็ต้องต่ออุปกรณ์รับข้อมูล raspberry pi นี้ก็สามารถรองรับเมาส์และคีย์บอร์ดผ่าน USB port ปกติ เพราะฉะนั้นสามารถนำเมาส์และคีย์บอร์ดที่มีอยู่แล้วมาต่อได้เลย ส่วนระบบจ่ายไฟของราสเบอร์รี่พาย เพียงเสียบสาย Mini

USB ที่ใช้ชาร์จมือถือและอุปกรณ์อื่นๆ อยู่ทุกวันเข้ากับคอมพิวเตอร์หรือเข้ากับหัวชาร์จไฟมือถือ โดยรับไฟ 5 โวลต์ จาก USB แล้วใช้วงจรแหล่งจ่ายบนบอร์ดไฟสร้างแรงดัน 3.3, 2.5 และ 1.8 โวลต์ขึ้นใช้งาน

ในครั้งนี้นำ Raspberry pi มาประยุกต์ใช้กับระบบ Digital Signage เป็น media player ในการแสดง output บนจอ LED Touch screen และ จอ LED ปกติ

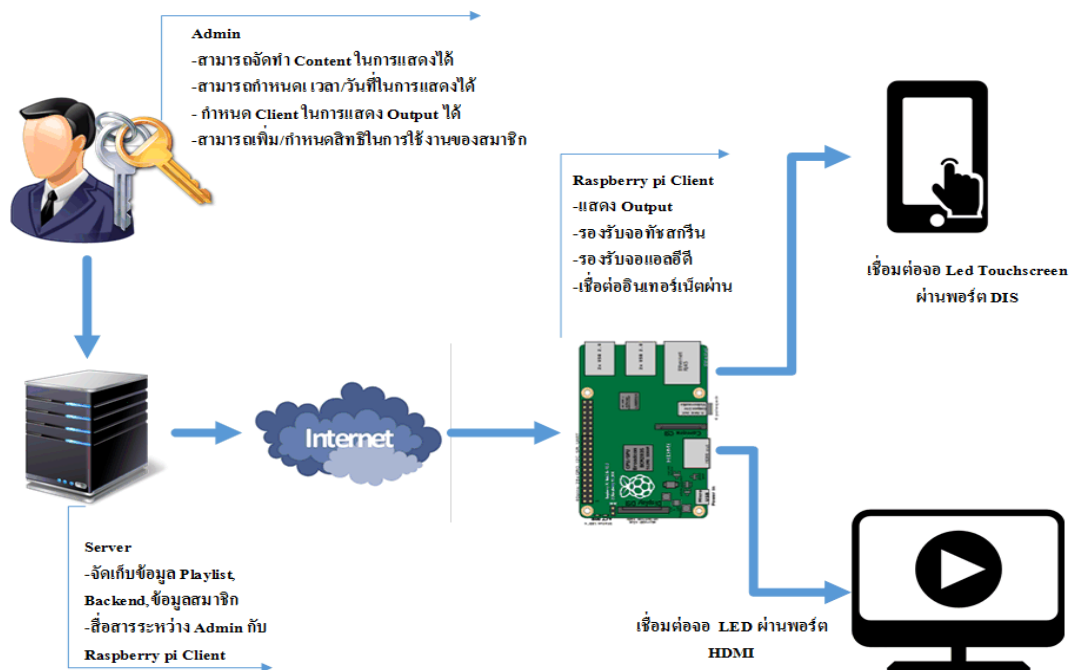


ภาพที่ 2 ภาพแสดงลักษณะบอร์ดบอร์ดราสเบอร์รี่พาย

3. วิธีการวิจัย

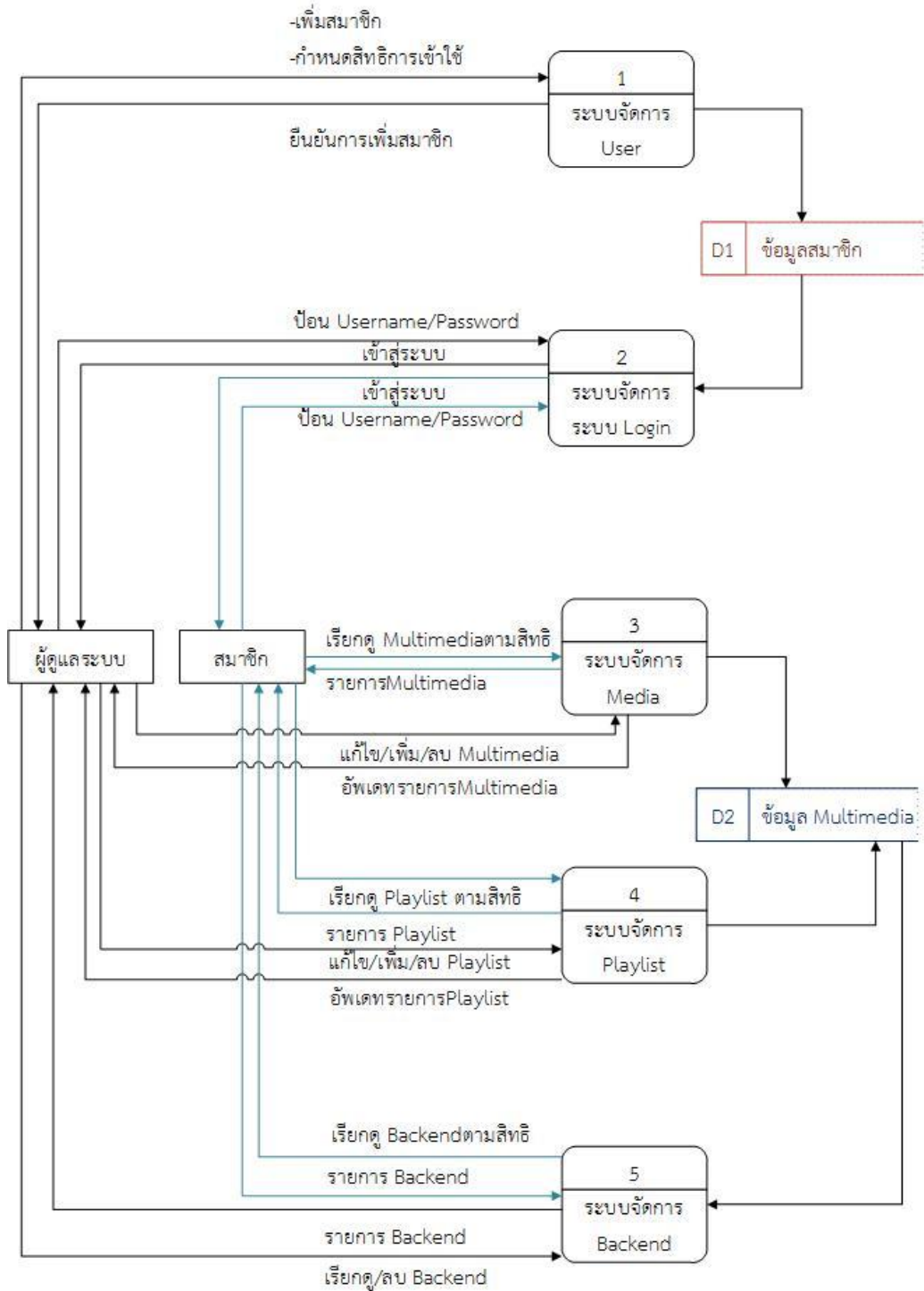
การทดสอบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ได้ดำเนินการทดสอบ โดยดำเนินการจัดทำตามวิธีการดำเนินงานที่ได้วางแผนไว้ สามารถใช้งานได้ดังต่อไปนี้

3.1 แผนภาพโดยรวมการทำงานของบอร์ดบอร์ดราสเบอร์รี่พาย และระบบ Digital Signage แผนภาพนี้แสดงหลักการทำงานของระบบ Digital Signage โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ Admin, Server และ Client



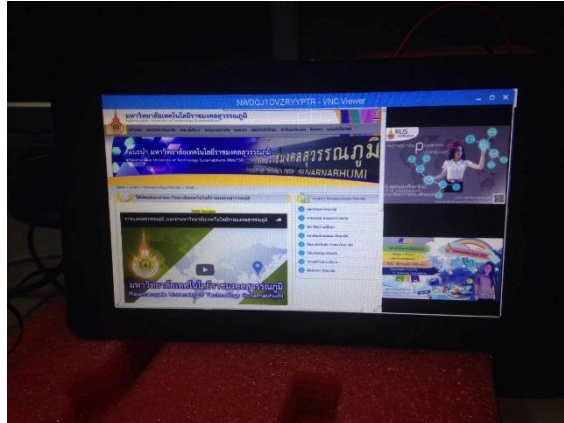
ภาพที่ 3 แผนภาพโดยรวมการทำงานของบอร์ดบอร์ดราสเบอร์รี่พายและระบบ Digital Signage

3.2 แผนภาพการไหลของข้อมูล Level 1 (Data Flow Diagram)



ภาพที่ 4 แผนภาพการไหลของข้อมูล Level 1 (Data Flow Diagram)

3.3 ทดสอบในส่วนของการแสดงผลแบบทัชสกรีนผ่านบอร์ดราสเบอร์รี่พาย

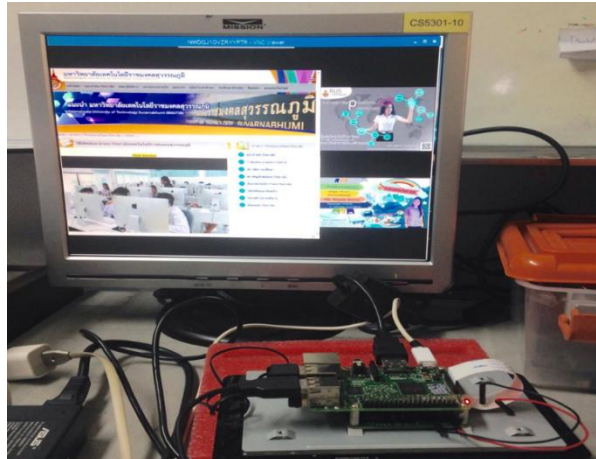


ภาพที่ 5 จอแสดงผลแบบทัชสกรีนผ่านบอร์ดราสเบอร์รี่พาย



ภาพที่ 6 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดราสเบอร์รี่พาย กับจอทัชสกรีนผ่าน

3.4 ทดสอบในส่วนของการแสดงผลแบบ LED ผ่านบอร์ดราสเบอร์รี่พาย



ภาพที่ 7 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดราสเบอร์รี่พาย กับจอ LED ผ่านพอร์ต HDMI

ผลการวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพของ ระบบฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัลพบว่าการระบบการทำงานประสิทธิภาพ ทั้งด้านระบบบริหารจัดการ และด้านอุปกรณ์สามารถรองรับการแสดงสื่อในรูปแบบต่างๆได้เป็นอย่างดี ผู้ใช้งาน สามารถจัด content กำหนดตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดง Output ได้ด้วยตนเองทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน และเป็นไปตามขอบเขตที่ต้องการ

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัลหลังจากที่ได้ทดลองติดตั้งอุปกรณ์และ เชื่อมต่อกับระบบ Digital Signage และทดสอบการทำงาน โดยการจัดทำสื่อในรูปแบบต่างๆที่มีความจำเป็น เช่น รูปภาพและเสียง ฟีด เว็บไซต์ วิดีโอ เป็นต้น และเหมาะสมในการเผยแพร่ ไม่เกิดปัญหาหรือข้อบกพร่องในการ นำเสนอใดๆ

จึงสรุปได้ว่าการทำงานของฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัลนั้น ที่มีการประยุกต์ใช้ บอร์ดราสเบอร์รี่พาย มาเป็นตัว จัดการนั้นมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เพื่องานวิจัยฮาร์ดแวร์ป้ายดิจิทัล ที่แสดงสื่อที่มีหลายรูปแบบและการ ทำงานแบบต่อเนื่องอย่างไรก็ดี ในการทดลองนี้เป็นเพียงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ Digital Signage เพียง ระบบเดียว ดังนั้น ในขั้นต่อไปของการวิจัยจึงควรทำการศึกษาดูการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบ Digital Signage อื่นๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการนำมาใช้งานให้กับนักพัฒนาโปรแกรมและระบบมาประยุกต์ใช้งาน Digital Signage ต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยที่ได้รับการช่วยเหลือจากอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้ทั้งหมด จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] เกติขุสฺส เกติโกคา, วรรณภรณ์ เทียรท้าว, สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร, การประยุกต์ XIBO ในการดำเนินงานประชาสัมพันธ์ห้องสมุดผ่านจอแสดงผล เครื่องรับโทรทัศน์ LED, PULINET journal Vol.1 No.1 January-April 2014 pp.7-11, 2557
- [2] กิตติศักดิ์ แก้วเนียม นักวิทยาศาสตร์ at สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลลา, Xibo กับการพัฒนาบบป้าย ประชาสัมพันธ์ดิจิทัลในงานห้องสมุด, <http://www.slideshare.net/noung/ss-34109995>, 2558

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Decision Support System for Selecting Bachelor degree in Computer Subject

ณัฐราวดี นาคประสิทธิ์ศักดิ์¹, สุทธิดา รุ้งศรี², พินทุสร ปัสนะจะโน³
Natthawadee Nakprasitsak¹, Suttida Ruraksri², Pinthusorn Pasanajano³

*¹ คณะ/สังกัด วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี
**ที่อยู่ E-mail ผู้รับผิดชอบบทความ (natthawadee7045@gmail.com)

บทคัดย่อ

การเลือกสาขาการเรียนของผู้ที่ต้องการสมัครเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย ในสถาบันอุดมศึกษานั้นที่สนใจเข้าศึกษาหลักสูตรต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยราชภัฏ นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะส่งผลโดยตรงกับผู้ที่เข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย สาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์ มีการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นตัวช่วยในการเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นมหาวิทยาลัย โดยมีการสำรวจข้อมูลที่ใช้จำนวน 10 คน จากผู้ที่กำลังจะจบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า จากผลการวิจัยพบว่าคุณภาพโดยรวมของแอปพลิเคชันมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.19$)

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, หลักสูตรของสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์, แอนดรอยด์

ABSTRACT

The selection of people who want to apply to study in university. In the higher education institutions that are interested in courses in The Department of Computer Technology of Rajamangala University of Technology and Rajabhat University are very important. Because it will be directly affect the people to study in a university in Computer Major. This research develops decision support systems that are in the Subject of the computer for admission into a university on the operating system Android. The survey used data of 10 people who will be graduated from high school or equivalent. The result showed that this application was 3.19.

Keywords: Decision Support System, Bachelor degree, Android

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นไปด้วยความรวดเร็ว สมาร์ทโฟนคือหนึ่งในเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นมา และด้วยความสามารถของสมาร์ทโฟนที่ทำให้การติดต่อสื่อสารหรือการค้นหาข้อมูลเป็นไปด้วยความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นจึงทำให้มีผู้ใช้งานทุกเพศทุกวัย ซึ่งแทบทุกคนต้องมีสมาร์ทโฟนครบตัว สมาร์ทโฟนจะทำงานไม่ได้ถ้าขาดแอปพลิเคชัน จึงเกิดแอปพลิเคชันมากมายที่สามารถรองรับการทำงานและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้สมาร์ทโฟน

เนื่องด้วยทุกปีจะมีผู้ที่จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมปลายหรือเทียบเท่าเป็นจำนวนมากที่สนใจในการเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยทางด้านคอมพิวเตอร์ ปัญหาหนึ่งคือการเลือกเรียนมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนทางด้านคอมพิวเตอร์ หนึ่งในมหาวิทยาลัยอาจจะมีการเรียนการสอนทางด้านคอมพิวเตอร์หลายสาขาด้วยกัน ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพราะมีผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบนสมาร์โฟนเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัญหาที่อาจเกิดขึ้นคือการเข้าดูข้อมูลอาจต้องหาข้อมูลจากหลายที่ดูประกอบกันอาจทำให้เสียเวลาและส่งผลให้การตัดสินใจผิดพลาดได้

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการจัดทำแอปพลิเคชัน “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์” เป็นการแสดงข้อมูลของมหาวิทยาลัยหรือสาขาและจุดเด่นในเรื่องการเรียนการสอนของ มหาวิทยาลัยราชภัฏ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีมีเดียและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ เพื่อเป็นตัวช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสาขาทางด้านคอมพิวเตอร์ในการเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย แอปพลิเคชันจะช่วยให้ผู้ใช้งานตัดสินใจง่ายขึ้นและลดเวลาในการหาข้อมูล ซึ่งภายในแอปพลิเคชันจะมีตัวช่วยในประกอบการตัดสินใจ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันการพัฒนาแอปพลิเคชันนั้นทำให้เลือกใช้งานมากมาย ในด้าน Software ที่นำมาใช้งาน เพื่อให้มีความสะดวกรวดเร็วในการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และเห็นความสำคัญของการพัฒนาระบบโดยใช้เทคโนโลยีอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ได้ศึกษาเพื่อช่วยในการทำโครงการ ซึ่งมีหัวข้อ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์
- 2.2 Android Studio
- 2.3. SQLite
- 2.4 Decision Support System
- 2.5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)

2.1. หลักสูตรวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์

2.1.1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั่วประเทศ

- 1) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
- 2) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 3) สาขาเทคโนโลยีมีเดีย
- 4) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ

2.1.2 มหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศ

- 1) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
- 2) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 3) สาขาเทคโนโลยีมีเดีย

2.2. Android Studio

Android Studio ซึ่งเป็น IDE Tool จาก Google ไว้พัฒนา Android สำหรับ Android Studio เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือ ต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหาในอยู่ในปัจจุบัน

2.3. SQLite

SQLite เป็น Database ขนาดเล็กที่ได้รับความนิยมอย่างมากกับ Application ที่ทำงานบน Smart Phone ประเภทต่าง ๆ รูปแบบการทำงานของ SQLite เป็นแบบ Standalone ทำงานอยู่ใน Application นั้น ๆ SQLite มีโครงสร้างง่ายต่อการจัดเก็บและนำไปใช้ และไฟล์ที่จัดเก็บนั้นก็มีความเล็กมาก เกือบเท่ากับการเก็บข้อมูลจริง เพราะฉะนั้น SQLite Database จึงเหมาะสมกับ Application ที่ทำงานบน Smartphone อย่างยิ่ง โดยเฉพาะอันเนื่องจากข้อจำกัดทางด้าน Hardware และ Memory รวมทั้งความสามารถในการ Process ข้อมูลต่าง ๆ ใน Smartphone ย่อมน้อยกว่า PC Desktop เป็นธรรมดา

2.4. Decision Support System

DSS เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อน ภายใต้ซอฟต์แวร์เดียวกัน นอกจากนี้ DSS ยังเป็นการประสานการทำงานระหว่างบุคลากรกับเทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ โดยเป็นการกระทำโต้ตอบกัน เพื่อแก้ปัญหาแบบไม่มีโครงสร้าง และอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นถึงสิ้นสุดขั้นตอนหรืออาจกล่าวได้ว่า DSS เป็นระบบที่ได้ตอบกันโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อหาคำตอบที่ง่าย สะดวก รวดเร็วจากปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน ดังนั้นระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ จึงประกอบด้วยชุดเครื่องมือ ข้อมูล ตัวแบบ (Model) และทรัพยากรอื่นๆ ที่ผู้ใช้หรือนักวิเคราะห์นำมาใช้ในการประเมินผลและแก้ไขปัญหา ดังนั้นหลักการของ DSS จึงเป็นการให้เครื่องมือที่จำเป็นแก่ผู้บริหาร ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีรูปแบบที่ซับซ้อน แต่มีวิธีการปฏิบัติที่ยืดหยุ่น DSS จึงถูกออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ไม่เพียงแต่การตอบสนองในเรื่องความต้องการของข้อมูลเท่านั้น

2.5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต หมายถึง การหารผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตสามารถหาได้ 2 วิธี

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{x} (เอ็กซ์บาร์) คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ คือ ผลบวกของข้อมูลทุกค่า

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{n}$$

เมื่อ \bar{x} (เอ็กซ์บาร์) คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

f คือ ความถี่ของข้อมูล

x คือ ค่าของข้อมูล (ในกรณีการแจกแจงความถี่ไม่เป็นอันตรภาคชั้น) หรือ จุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้น(ในกรณีการแจกแจงความถี่เป็นอันตรภาคชั้น) หาได้จาก

$$\frac{\text{ค่าสูงสุดของอันตรภาคชั้น} + \text{ค่าต่ำสุดของอันตรภาคชั้น}}{2}$$

n คือ ผลรวมความถี่ทั้งหมด หรือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) [3]

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าวัดการกระจายที่สำคัญทางสถิติ เพราะเป็นค่าที่ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลได้ดีกว่าค่าพิสัย และค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถทำได้ 2 วิธี

1. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในกรณีข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่ สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{สูตรที่ 1 } S.D = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \text{ หรือ}$$

$$\text{สูตรที่ 2 } S.D = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูล (ตัวที่ 1,2,3...,n)

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงความถี่ สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{สูตรที่ 1 } S.D = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \text{ หรือ}$$

$$\text{สูตรที่ 2 } S.D = \sqrt{\frac{n\sum fx^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

f คือ ความถี่

x คือ จุดกึ่งกลางชั้น

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n คือ จำนวนข้อมูล

3. วิธีการวิจัย

การวิเคราะห์ระบบงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ อย่างละเอียด โดยใช้การออกแบบระบบอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งานตามวัตถุประสงค์ และพัฒนาระบบมีกระบวนการออกแบบดังนี้

3.1 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Pre-processing)

3.2 อีอาร์ไดอะแกรม (ER-Diagram)

3.3 Storyboard การพัฒนาแอปพลิเคชัน

3.1 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Pre-processing)

ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลมีจุดประสงค์เพื่อเตรียมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ก่อนการทดลองในขั้นต่อไป ซึ่งการจัดเตรียมข้อมูลจะเป็นขั้นตอนที่ทำเพียงครั้งเดียว โดยประกอบไปด้วยเนื้อหาหลักสูตรดังต่อไปนี้

3.1.1 หลักสูตรวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์

3.1.1.1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั่วประเทศ

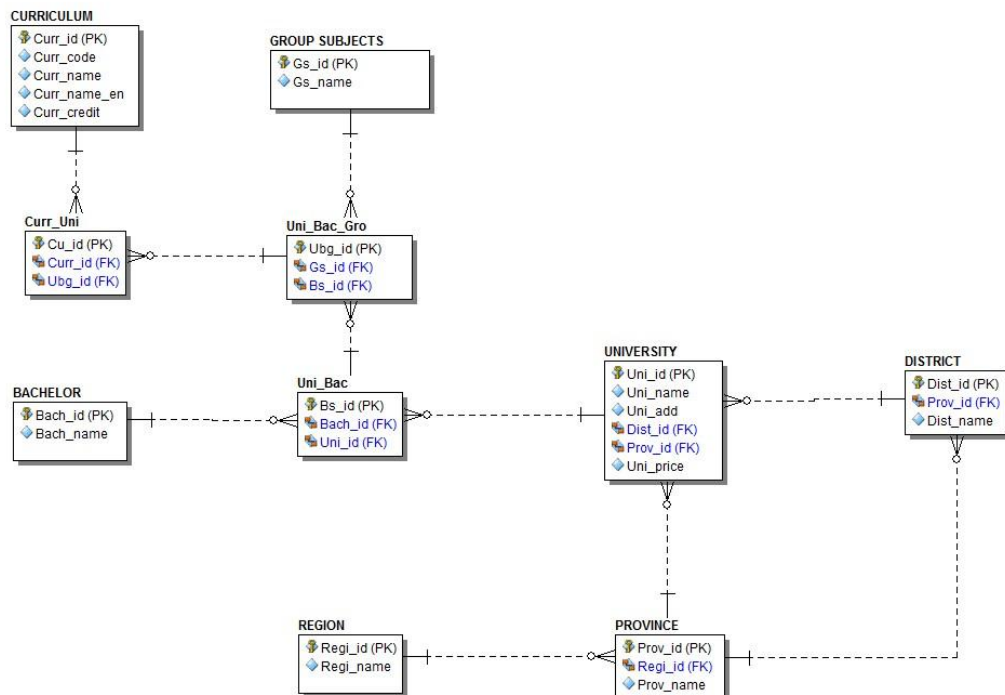
- 1) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
- 2) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 3) สาขาเทคโนโลยีมีัลติมีเดีย
- 4) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ

3.1.1.2 มหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศ

- 1) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
- 2) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 3) สาขาเทคโนโลยีมีัลติมีเดีย

3.2 อีอาร์ไดอะแกรม (ER-Diagram)

(Entity Relationship Model) หรือ E-R Model เป็นวิธีการแสดงความต้องการสารสนเทศในระบบธุรกิจให้เป็นแผนภาพ ในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบฐานข้อมูล เน้นตัวข้อมูลที่มีอยู่จริงโดยไม่คำนึงถึงรายละเอียดในการ ติดตั้ง, ความต้องการพิเศษอื่นในแง่การใช้งาน และความเร็วในการสืบค้นข้อมูล หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าโมเดลข้อมูลเชิงตรรกะเป็นการสร้างโครงร่างวิของผู้ใช้ (Skeletal User View) จะแสดงข้อมูลในขอบเขตที่ผู้ออกแบบสนใจโดยมีสิ่งที่จะต้องกำหนดเป็นพื้นฐานได้แก่ เอนทิตี, รีเลชันชิป, แอททริบิวต์ ในแง่ของ ER-Diagram Model ช่วยอธิบายโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์



ภาพที่ 3-1 อีอาร์ไดอะแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.3 Storyboard การพัฒนาแอปพลิเคชัน

Storyboard คือ รูปร่างหน้าจอของโปรแกรมส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน และแสดงรายละเอียดที่จะปรากฏในแต่ละฉากหรือแต่ละหน้าจอ เช่น ปุ่มต่างๆ ในโปรแกรม หรือหน้าจอโปรแกรม การออกแบบ Storyboard จึงต้องออกแบบให้มีการใช้งานที่ง่าย และสะดวกสบายไม่มีความซับซ้อนมากนัก และยังรวมไปถึงการออกแบบให้มีความสวยงามให้เกิดความน่าใช้งาน

หน้าจอแรกของโปรแกรม



ภาพที่ 3-2 ภาพหน้าจอแสดงแอปพลิเคชัน

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5 นิ้ว

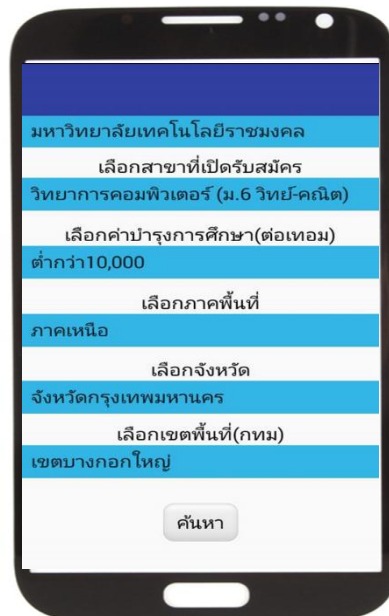
คำอธิบาย : หน้าแรกแสดงโลโก้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 3 วินาที ให้ทำการไปหน้าถัดไป



ภาพที่ 3-3 หน้าหลักแอปพลิเคชัน

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5 นิ้ว

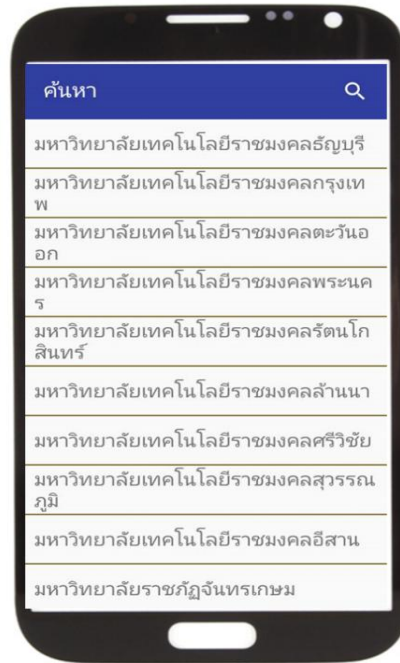
คำอธิบาย : หน้าจอหลักเป็นการแสดงเมนูของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3-4 หน้าจอตัวเลือกในการตัดสินใจ

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5 นิ้ว

คำอธิบาย : หน้าจอตัวเลือกในการตัดสินใจ



ภาพที่ 3- หน้าจอค้นหารายชื่อมหาวิทยาลัย

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5 นิ้ว

คำอธิบาย : หน้าจอค้นหารายชื่อมหาวิทยาลัยเป็นการคนรายชื่อของสองมหาวิทยาลัยที่ผู้ใช้งานต้องการเรียกดู

ผลการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิธีการเกี่ยวกับ
ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย
บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

คำชี้แจง: โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมรายการต่าง ๆ ด้วยการทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องว่างที่
ตรงกับความคิดเห็นที่เป็นจริงของท่านมากที่สุดและโปรดตอบทุกข้อ

เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{x}	SD	ระดับคะแนน
1) ด้านเนื้อหาของแอปพลิเคชัน	3.3	0.21	ปานกลาง
1.1 รูปแบบตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน	3.1	0.57	ปานกลาง
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	3	0.47	ปานกลาง
1.3 เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการเข้าศึกษาต่อในระดับชั้น ปริญญาตรี	4	0.82	ดี
1.4 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของแอปพลิเคชัน	3.1	0.32	ปานกลาง
2) การนำเสนอเนื้อหา	3.28	0.15	ปานกลาง
2.1 การนำเสนอเนื้อหา มีความชัดเจน	3.4	0.52	ปานกลาง
2.2 ความเหมาะสมของลำดับในการนำเสนอเนื้อหา	3.1	0.74	ปานกลาง
2.3 ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหา	3.2	0.42	ปานกลาง
2.4 รูปแบบของการนำเสนอกระตุ้นความสนใจ	3.6	0.70	ปานกลาง
2.5 ภาษาที่ใช้นำเสนอมีความเหมาะสม	3.2	0.42	ปานกลาง
2.6 เรียงลำดับการนำเสนอสอดคล้องวัตถุประสงค์	3.2	0.42	ปานกลาง
3) ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน	3.09	0.19	ปานกลาง
3.1 เมนูเลือกใช้งานเข้าใจง่ายและสะดวกในการใช้งาน	3.4	0.52	ปานกลาง
3.2 การจัดรูปแบบในแอปพลิเคชันง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน	3.3	0.48	ปานกลาง
3.3 สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสม และความน่าสนใจของแอปพลิเคชัน	2.7	0.48	น้อย
3.4 ภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน และสามารถสื่อความหมายได้	3.1	0.57	ปานกลาง
3.5 การแบ่งหมวดหมู่ในแอปพลิเคชันชัดเจน ใช้งานได้ง่าย	3	0.00	ปานกลาง
3.6 รูปแบบตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน	3.2	0.63	ปานกลาง
3.7 ภาพนิ่งที่ใช้ประกอบ ขนาดเหมาะสมกับหน้าจอ	2.8	0.42	น้อย
3.8 การจัดวางองค์ประกอบแต่ละส่วนภายในหน้าจอมีความเหมาะสม	3.2	0.42	ปานกลาง
4) ด้านการใช้งาน	3.13	0.18	ปานกลาง
4.1 แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ถูกต้อง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับใด	3	0.47	ปานกลาง
4.2 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในความเร็วของการตอบสนองของแอปพลิเคชัน มากน้อยเพียงใด	2.7	0.67	น้อย
4.3 แอปพลิเคชันมีประโยชน์ต่อท่านมากน้อยเพียงใด	3.7	0.82	ปานกลาง
เฉลี่ยโดยรวม	3.19	0.18	ปานกลาง

จากตารางผลการประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จำนวน 10 ท่าน พบว่า คุณภาพโดยรวมของแอปพลิเคชันมีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.19$) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านของการประเมินสรุปผลได้ดังนี้

ส่วนด้านเนื้อหาของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.3$)

ส่วนด้านการนำเสนอเนื้อหาอยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.28$)

ส่วนด้านการออกแบบแอปพลิเคชันอยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.09$)

ส่วนด้านการใช้งานอยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.13$)

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ พัฒนาระบบ โดยมุ่งเน้นที่จะนำเสนอข้อมูลหลังสูตรของมหาวิทยาลัยสาขาวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยราชภัฏ เพื่อเกิดความสะดวกและรวดเร็วในการตัดสินใจในการเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นมหาวิทยาลัยให้สามารถใช้งานง่าย ทำให้ผลการตัดสินใจของผู้ใช้งานส่วนใหญ่ไปในทางที่ดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] นายไพฑูรย์ จันทร์เรือง “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสาขาวิชาการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ” สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2550
- [2] พอเจตน์ ธรรมศิริขวัญ,ดร.ปริญญา ทองสอน,ดร.ประชา อึ้ง “การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างพฤติกรรมเชิงจริยธรรมของนักเรียน”
- [3] วิชัย คุ่มมณี. (2544). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.). วิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [4] เกษรา โพธิ์เย็น. (2550). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. การศึกษาค้นคว้าอิสระ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [5] ทิพวรรณ นันตระกูล.(2544). ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของนักศึกษาที่เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรการศึกษาต่อเนื่องระดับปริญญาตรีคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.การศึกษาค้นคว้าอิสระ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [6] สมชัย เจตจตุรงค์. (2542). แรงจูงใจในการศึกษาต่อระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของนักศึกษาในวิทยาลัยพัฒนวิชาการ สังกัดกรมอาชีวศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร :ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร ทวีโรฒ ประสานมิตร.
- [7] นิภา เมธธาวิชัย และคณะ. ความต้องการเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในสถาบันราชภัฏธนบุรี จังหวัดสมุทรปราการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร : สถาบันราชภัฏธนบุรี 2545.
- [8] ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์. การศึกษาความต้องการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดบุรีรัมย์. บุรีรัมย์ : สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ 2543.
- [9] ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean). สืบค้นจาก <http://www.stvc.ac.th/elearning/stat/csu2.html>
- [10] ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) สืบค้นจาก <http://www.stvc.ac.th/elearning/stat/csu3.html>

ระบบจัดการข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด

IPad Management System

ฐิติวัลค์ ชัยสิทธิดำรงสุข^{1*} ธิดารัตน์ ทองรอด¹ วรารัตน์ นียมคำ¹ ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ¹
Titiwan Chaisitthidumrongsuk^{1*}, Thidarat Thongrod¹ Wararat Niyomkha¹ Pradit Songsangyos¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
feefazai@gmail.com*

บทคัดย่อ

การพัฒนาสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด (IPad Management System) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายมีระบบที่สามารถทำการ ยืม-คืน อุปกรณ์ไอแพด และลดระยะเวลาในการทำเอกสารแบบฟอร์มการ ยืม-คืน รวมถึงการจัดเก็บบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด โดยระบบเดิมนั้น จะต้องมีการสร้างเอกสารแบบฟอร์มการ ยืม-คืน ขึ้นมาโดยใช้กระดาษและป้อนข้อมูลจากเอกสารเพื่อจัดเก็บข้อมูล อุปกรณ์ไอแพด การพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพดผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานโดยการรวบรวมข้อมูล จากการสอบถามเจ้าหน้าที่พนักงานแล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้หลักวงจรการพัฒนา System Development Life Cycle :SDLC ทั้ง 7 ขั้นตอนเพื่อพัฒนาระบบตามต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุดหลังจากการพัฒนาเสร็จสิ้น ผู้ใช้ได้ทำงานทดสอบประสิทธิภาพของระบบ โดยให้เจ้าหน้าที่ที่ดูแลและผู้ที่มีสิทธิ์ในการยืม อุปกรณ์ไอแพด เป็นผู้ทดสอบระบบและประเมินผล ระบบจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพดทำการออกแบบและพัฒนาขึ้น เพื่อพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้สะดวก ค้นหาได้รวดเร็ว และป้องกันการสูญหายของข้อมูล

คำสำคัญ: ระบบจัดการข้อมูล, อุปกรณ์ไอแพด, วงจรการพัฒนา

ABSTRACT

The development of iPad Management System is intended to support the computer systems and network systems that can be borrowed - return the iPad device and shorten the time to document the Lending - borrowing form of the iPad device. The system then created forms of lending - borrowing to the iPad.

The development of iPad device, the developers have studied the process by gathering information. The staff employees were then analyzed using the development cycle System Development Life Cycle: SDLC. The seven steps to develop a system based on the needs of the users after completed the development. The user operates the system performance test. The officer in charge and who is eligible to borrow iPads. A system test and evaluation. The iPad Management System was designed and developed. To develop a system of iPad Management System allowing convenient use, rapidly search and prevent loss of data.

Keywords: Data Management System, iPad, system development life cycle

1. บทนำ

บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) เดิมใช้ชื่อว่า การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย หรือ ทอท. เป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงคมนาคม เป็นองค์กรบริหารงานท่าอากาศยานระดับแห่งชาติของไทย เพื่อดำเนินกิจการท่าอากาศยานต่างๆ ให้มีมาตรฐานและประสิทธิภาพ ต่อมา ทอท. ได้แปลงสภาพเป็นบริษัทภายใต้ นโยบายการแปรรูปรัฐวิสาหกิจไทย โดยได้จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลชื่อ "บริษัทท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)" และปรับตราสัญลักษณ์ใหม่ ส่วนชื่อภาษาอังกฤษคือ Airports of Thailand Public Company Limited ใช้ชื่อย่อว่า AOT บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) มีพนักงานมากมายหลากหลายระดับและหลายตำแหน่ง ซึ่งทางบริษัทมีนโยบายอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารสำหรับผู้บริหารระดับสูง จึงมีการดำเนินการให้ยืมอุปกรณ์ไอแพดพร้อมซิมการ์ดคู่สัญญาที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ ในการยืม และให้ทำการส่งคืนเมื่ออุปกรณ์ไอแพดหมดสัญญา โดยต้องทำการกรอกเอกสารแบบฟอร์มการยืมอุปกรณ์

จากระบบเดิมจะต้องมีการสร้างเอกสารแบบฟอร์มการยืม-คืนขึ้นมา โดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายงานระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย การสร้างแบบฟอร์มการยืม-คืนให้แก่ผู้ที่ทำการยืม-คืนโดยใช้กระดาษ เป็นวิธีการที่สิ้นเปลืองทรัพยากร เนื่องจากต้องใช้กระดาษเป็นจำนวนมาก และใช้คนในการดูแลการกรอกแบบฟอร์มยืม-คืน และการป้อนข้อมูลการยืม-คืนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูล นอกจากนี้บางครั้งแบบฟอร์มการยืม-คืนที่เป็นเอกสารทั้งตัวจริงและสำเนาเกิดการสูญหาย หรือไม่ทราบกำหนดการคืนที่แน่นอน และระยะเวลาในการดำเนินการรวบรวมเอกสารและและจัดเก็บบันทึกข้อมูลใช้เวลานาน จึงทำให้ยากต่อการเก็บข้อมูลที่แน่นอน ยากต่อการค้นหาข้อมูลอุปกรณ์ที่ยืมและผู้ยืม และใช้ทรัพยากรในการจัดทำเอกสารแบบฟอร์มการยืม-คืนจำนวนมาก

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้พัฒนาระบบจึงมีแนวคิดที่จะนำระบบการยืมคืนอุปกรณ์ไอแพดแบบออนไลน์ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายงานระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายมีระบบที่สามารถทำการยืมคืนอุปกรณ์ไอแพดและลดระยะเวลาในการทำเอกสารแบบฟอร์มการยืมคืน รวมถึงการจัดเก็บบันทึกข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด ได้ศึกษาจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด ดังต่อไปนี้

วงจรการพัฒนาาระบบ (System development Life Cycle : SDLC) ที่มักถูกนำไปใช้หลายๆ องค์กรด้วยกัน ซึ่งทั่วไป การพัฒนาซอฟต์แวร์ มักจะประกอบด้วยกลุ่มกิจกรรม 3 ส่วนหลักๆ 1) การวิเคราะห์ 2) การออกแบบ และ 3) โดยกิจกรรมทั้ง 3 เหล่านี้สามารถนำไปใช้งานได้ดีกับโครงการซอฟต์แวร์ขนาดเล็ก ในขณะที่โครงการซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ มักจำเป็นต้องใช้แบบแผนการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามแนวทางของ SDLC จนครบทุกกิจกรรม

วงจรการพัฒนาาระบบ System development Life Cycle : SDLC ซึ่งประกอบด้วยระยะต่างๆ และมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: การศึกษาระบบงานเดิม ขั้นตอนในการศึกษาการกำหนดปัญหาาระบบงานเดิม หรือเข้าใจปัญหาาระบบงานเดิมเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการพัฒนาระบบ ซึ่งนักพัฒนาระบบจะต้องทำความเข้าใจของปัญหาาระบบงานเดิมที่เกิดขึ้น และความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อหาแนวทางของระบบใหม่ที่จะต้องสนองความต้องการของผู้ใช้งาน และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับธุรกิจได้

ขั้นตอนที่ 2: วิเคราะห์ระบบ เริ่มเข้าสู่การวิเคราะห์ระบบ การวิเคราะห์ระบบเริ่มตั้งแต่การศึกษาระบบการทำงานของธุรกิจนั้น ในกรณีที่ระบบที่เราศึกษานั้นเป็นระบบสารสนเทศอยู่แล้วจะต้องศึกษาว่าทำงานอย่างไร เพราะเป็นการยากที่จะออกแบบระบบใหม่โดยที่ไม่ทราบว่าจะระบบเดิมทำงานอย่างไร หรือธุรกิจดำเนินการอย่างไร หลังจากนั้นกำหนดความต้องการของระบบใหม่ ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องใช้เทคนิคในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ศึกษา

เอกสารที่มีอยู่ ตรวจสอบวิธีการทำงานในปัจจุบัน สัมภาษณ์ผู้ใช้และผู้จัดการที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ การศึกษาวิธีการทำงานในปัจจุบันจะทำให้นักวิเคราะห์ระบบรู้ว่าระบบทำงานอย่างไร เพื่อให้เข้าใจ ว่าขั้นตอนการทำงานเป็นอย่างไร ซึ่งจะทำให้นักวิเคราะห์ระบบค้นพบจุดสำคัญของระบบว่าอยู่ที่ใด การสัมภาษณ์เป็นอย่างหนึ่งที่นักวิเคราะห์ระบบควรจะต้องมีเพื่อเข้ากับผู้ใช้ได้ง่าย และสามารถดึงสิ่งที่ต้องการจากผู้ใช้ได้ เพราะว่าการต้องการของระบบคือ สิ่งสำคัญที่จะใช้ในการออกแบบต่อไป ถ้าเราสามารถกำหนดความต้องการได้ถูกต้อง การพัฒนาระบบในขั้นตอนต่อไปก็จะง่ายขึ้น

ขั้นตอนที่ 3: ออกแบบระบบ ในระยะแรกของการออกแบบ นักวิเคราะห์ระบบจะนำการตัดสินใจ ของฝ่ายบริหารที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์การเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ด้วย (ถ้ามีหรือเป็นไปได้) หลังจากนั้นนักวิเคราะห์ระบบจะนำแผนภาพต่างๆ ที่เขียนขึ้นในขั้นตอนการวิเคราะห์มาแปลงเป็นแผนภาพลำดับขั้น (แบบต้นไม้) ดังรูปข้างล่าง เพื่อให้มองเห็นภาพลักษณะที่แน่นอนของโปรแกรมว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร และโปรแกรมอะไรบ้างที่จะต้องเขียนในระบบ หลังจากนั้นก็เริ่มตัดสินใจว่าควรจัดโครงสร้างจากโปรแกรมอย่างไร การเชื่อมระหว่างโปรแกรมควรจะทำอย่างไร ในขั้นตอนการวิเคราะห์นักวิเคราะห์ระบบต้องหว่า "จะต้องทำอะไร (What)" แต่ในขั้นตอนการออกแบบต้องรู้ว่า "จะต้องทำอะไร (How)" ในการออกแบบโปรแกรมต้องคำนึงถึงความปลอดภัย (Security) ของระบบด้วย เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น "รหัส" สำหรับผู้ใช้ที่มีสิทธิ์สำรองไฟล์ข้อมูลทั้งหมด เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4: การพัฒนาระบบ จะเป็นการสร้างส่วนประกอบแต่ละส่วนของระบบโดยเริ่มเขียนโปรแกรม และทดสอบโปรแกรมพัฒนาการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบและฐานข้อมูลจากข้อมูลต่างๆ ของระบบ โปรแกรมเมอร์จะเขียนโปรแกรมตามข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ซึ่งควรมีการตรวจสอบผลการทำงานของโปรแกรมร่วมกับนักวิเคราะห์ระบบ เพื่อค้นหว่าอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นที่ใดบ้าง ในการทดสอบโปรแกรมนั้นเป็นหน้าที่ของโปรแกรมเมอร์ ที่จะต้องทดสอบกับข้อมูลที่เลือกแล้วชุดหนึ่ง ซึ่งอาจจะเลือกโดยผู้ใช้ก็ได้ เพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรมจะต้องไม่มีความผิดพลาด ภายหลังจากการเขียนและทดสอบโปรแกรมดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการเขียนคู่มือการใช้งาน พจนานุกรม ส่วนของการขอความช่วยเหลือ บนจอภาพ เป็นต้น ดังนั้น ภายหลังจากเสร็จสิ้นในขั้นตอนนี้ ก็จะได้โปรแกรมที่ทำงานของระบบใหม่ คู่มือการใช้งาน และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบใหม่

ขั้นตอนที่ 5: การทดสอบระบบ เป็นขั้นตอนของการทดสอบระบบก่อนที่จะนำไปปฏิบัติการใช้งานจริง ทีมงานจะทำการทดสอบข้อมูลเพิ่มต้นก่อน ด้วยการสร้างข้อมูลจำลองเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็จะย้อนกลับไปในขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมใหม่ โดยการทดสอบระบบนี้ จะมีการตรวจสอบอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือการตรวจสอบรูปแบบภาษาเขียน และการตรวจสอบวัตถุประสงค์งานกับความ ต้องการ

ขั้นตอนที่ 6: การติดตั้งระบบ จะเป็นการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ได้สร้างไว้ในขั้นตอนของการสร้างหรือการพัฒนาระบบมาติดตั้งเพื่อใช้ทำงานจริง ในการติดตั้งระบบสามารถทำได้ 2 วิธี คือวิธีที่ 1 ติดตั้งและใช้ระบบใหม่ควบคู่ไปกับระบบเก่า วิธีนี้เป็นวิธีที่ปลอดภัยที่สุดสามารถป้องกันความเสียหายจากการทำงานที่ผิดพลาดของระบบใหม่ได้ แต่ก็เป็วิธีที่เสียค่าใช้จ่ายมาก และผู้ใช้ก็ไม่ชอบทำงานซ้ำ ๆ ในขณะเดียวกันวิธีที่ 2 เปลี่ยน (Conversion) ไปใช้ระบบใหม่โดยหยุดทำงานระบบเก่า ซึ่งวิธีนี้ มีความเสี่ยงสูงมากต่อการเกิดความเสียหาย ถ้าระบบใหม่เกิดทำงานผิดพลาดขึ้น และความผิดพลาดนั้น ก็เกิดขึ้นได้ง่าย เพราะผู้ใช้ยังไม่ชินกับการทำงานกับระบบใหม่นอกจากนี้จะต้องมีการฝึกอบรมผู้ใช้งาน ให้มีความเข้าใจ สามารถใช้งานและทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดหรือปัญหาใด

ขั้นตอนที่ 7: บำรุงรักษาระบบ การบำรุงรักษาระบบได้แก่ การแก้ไขโปรแกรมหลังจากการใช้งานแล้ว สาเหตุที่ต้องแก้ไขโปรแกรมหลังจากใช้งานแล้วมี 2 ข้อ คือ 1. มีปัญหาในโปรแกรม (Bug) และ 2. การดำเนินงานในองค์กรหรือธุรกิจเปลี่ยนแปลงไป เมื่อธุรกิจขยายตัวมากขึ้น ความต้องการของระบบอาจจะเพิ่มมากขึ้น เช่น ต้องการ

รายงานเพิ่มขึ้น ระบบที่ดีควรจะแก้ไขเพิ่มเติมสิ่งที่ต้องการได้การบำรุงรักษาระบบ ควรจะอยู่ภายใต้การดูแลของนักวิเคราะห์ระบบ [2]

3. วิธีการดำเนินงาน

การพัฒนากระบวนการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพดให้สามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน จะดำเนินการตามขั้นตอน SDLC 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาระบบงานเดิม

จากการศึกษาระบบงานเดิมของการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด เพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนการปฏิบัติงาน โดยการสอบถามจากพนักงานที่ปรึกษาในฝ่ายระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลที่ได้คือ ระบบงานเดิมของทางบริษัทที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล เป็นการจัดเก็บข้อมูลแบบเอกสาร ซึ่งทำให้ค้นหาได้ยาก และใช้เวลานาน ข้อมูลสามารถผิดพลาดได้ เอกสารสามารถเสียหายและสูญหายได้

3.2 การวิเคราะห์ระบบ

จากการศึกษาระบบงานและรวบรวมความต้องการของระบบงานใหม่ กลุ่มผู้พัฒนาได้นำข้อมูลที่ได้มีการวางแผนในการออกแบบและพัฒนาระบบใหม่ โดยพัฒนาเป็นการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล และมีพัฒนาเว็บไซต์ เพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ไอแพด และบุคคลที่ทำการยืมอุปกรณ์ไอแพด จากการศึกษาและวิเคราะห์ระบบจากระบบงานเดิม ทำให้ทราบถึงกระบวนการในการทำงาน และความต้องการของระบบในแต่ละด้านแล้ว การจัดการข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูลทำให้ ระบบมีประสิทธิภาพ การออกแบบระบบใหม่โดยใช้แผนภาพบริบทและแผนภาพกระแสข้อมูลในการบรรยายภาพรวมของระบบ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรเซสและข้อมูล แต่ไม่ได้แสดงถึงรายละเอียดของข้อมูลว่ามีอะไรบ้างในการออกแบบ

3.3 การออกแบบระบบ

เป็นขั้นตอนการออกแบบหน้าการทำงานของระบบในส่วนต่างๆ ให้มีความสวยงาม และสามารถใช้งานได้ง่าย เพื่อสร้างความรวดเร็วและสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน

3.4 การพัฒนาระบบ

จากการออกแบบโครงสร้างของระบบ ผู้พัฒนาได้เริ่มต้นพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด โดยมีการใช้โปรแกรมต่างดังนี้

3.4.1 โปรแกรม XAMPP คือโปรแกรมสำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ให้ทำงานในลักษณะของ Webserver เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นทั้งเครื่องแม่ และเครื่องลูกในเครื่องเดียวกัน ทำให้ไม่ต้องเชื่อมต่อกับ Internet ก็สามารถทดสอบเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นได้

3.4.2 Editplus Text Editor คือโปรแกรม text editor ตัวหนึ่ง) ที่ใช้ในการพัฒนาสคริปต์โปรแกรมต่าง ๆ เขียนและแก้ไข Source code ในการสร้างเว็บเพจ ด้วยภาษา HTML, PHP, Java เป็นต้น

3.5 การทดสอบระบบ

เป็นการทดสอบโปรแกรมที่ใช้งานในระบบว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่ก่อนที่จะดำเนินการติดตั้งระบบ อาจมีความจำเป็นต้องจำลองสถานการณ์ดำเนินงานขึ้นมา เพื่อให้เกิดเหตุการณ์และมีการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบพร้อมกับข้อมูลที่จำลองขึ้นมาเพื่อใช้งานในการทดสอบระบบ

การทดสอบโดยผู้ใช้ระบบ เป็นการทดสอบโดยผู้ที่เกี่ยวข้องทดสอบระบบในด้านต่างๆ หลังจากการทดสอบผู้ทดสอบจะทำแบบประเมินให้คะแนนประสิทธิภาพของระบบ ประกอบด้วยคำถามปลายปิด แบ่งคำตอบเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนประสิทธิภาพของแบบประเมิน

คะแนน	ความหมาย
5	ดีมาก
4	ดี
3	ปานกลาง
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

3.6 การติดตั้งระบบ

เมื่อทำการทดสอบระบบจนมีความสมบูรณ์แล้ว การเชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูลต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนการปฏิบัติงานและจัดทำรายงานต่างๆ ที่ได้รับการพัฒนานั้นก็พร้อม ที่จะถูกติดตั้งลงบน Server ของฝ่ายระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย โดยติดตั้งเป็นระบบใหม่ที่ไม่มีการแทนที่ระบบใด ๆ

3.7 การบำรุงรักษาระบบ

การบำรุงรักษาระบบเป็นขั้นตอนสุดท้ายของวงจรการพัฒนาแบบ SDLC ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีการปรับปรุงและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในส่วนของขั้นตอนการทำงานของระบบหลังการติดตั้งระบบใหม่ ผู้พัฒนาจะต้องทำการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น มีการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ และอาจมีการพัฒนาให้ดีขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้ ส่วนการเริ่มดำเนินการซ่อมบำรุงสามารถเริ่มดูแลได้ทันทีหลังจากการเริ่มใช้งานระบบใหม่ แต่จะซ่อมบำรุงเป็นระยะเวลานานเท่าใดขึ้นอยู่กับผู้ดูแลระบบ เพื่อให้ระบบใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4. ผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด โดยการทดสอบจากผู้ใช้งานจริง โดยทดสอบการทำงานของระบบในด้านต่างๆ หลังจากการที่ผู้ทดสอบให้คะแนนประสิทธิภาพของระบบสามารถสรุปได้ว่าเว็บแอปพลิเคชันระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด อยู่ในเกณฑ์ ดี ตรงตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อสร้างเว็บแอปพลิเคชันระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพดของ ฝ่ายระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย

ณ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

เว็บแอปพลิเคชันระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด คือระบบจะเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพดของฝ่ายระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย ณ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) โดยจะเก็บข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์ไอแพด และข้อมูลของผู้ที่ทำการยืมหรือคืนอุปกรณ์ไอแพด สามารถทำการบันทึกข้อมูลและออกรายงานให้แก่ผู้ดูแลได้ โดยมีประโยชน์ที่ได้รับ ดังนี้

1. ได้เว็บแอปพลิเคชันระบบการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพด
2. ประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไอแพดของ ฝ่ายระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย ณ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) เพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ความรู้พื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรม สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
2. ศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถตอบสนองการใช้งานได้มากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. **ระบบฐานข้อมูล**. พิมพ์ครั้งที่12. กรุงเทพฯ : บริษัท ส่งเสริมเทคโนโลยี, สนพ.สมาคม, 2548.
- [2] โสภาส เอี่ยมสิริวงศ์. **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ : เคทีพีคอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2551.

ระบบการจัดการครุภัณฑ์โดยใช้รหัส QR Code

Asset Management System By QR Code System

ธนา จันทร์อบ¹, ราเมศวร์ พร้อมชินสมบัติ², พินทุสร ปัสนะจะโน³
Tana Janop¹, Ramek Promchinsombut², Pinthusorn Pasanajano³

คณะ/สังกัด...วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี...มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ...ศูนย์นนทบุรี
Email ที่อยู่ ball123659@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาการจัดการครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเป็นเครื่องมือในการจัดการ และตรวจสอบข้อมูลครุภัณฑ์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์ นนทบุรี โดยพัฒนาระบบเป็นแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์โฟนด้วยภาษาจาวาและใช้มายเอสคิวแอลเป็นระบบจัดการ ฐานข้อมูล ระบบได้รับการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 10 คน จากผลการประเมินระบบข้างต้นสามารถที่จะสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพสามารถที่จะนำไป ประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการครุภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบจัดการครุภัณฑ์, คิวอาร์โค้ด, แอนดรอยด์

Abstract

This paper proposed to develop the durable articles management system using QR Code technology, that is developed as a tool, for manage and able to examine durable articles in the faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi Nonthaburi Campus. The system is developed as application on android phone which is used Java programming language and MySQL as a database management. The performance system is tested by 10 peoples, the result indicated that the developed system has efficiency at a good level. In addition, it can be efficiently applied for the durable articles management system.

Keywords: Durable Articles Management System, QR Code Technology, Android.

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีบาร์โค้ดเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านของธุรกิจต่าง ๆ เพราะง่ายต่อการใช้งานในการเก็บข้อมูลของสินค้า หรือใช้งานในด้านการจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องของทางองค์กร บาร์โค้ดมีหลายประเภทให้เลือกใช้งาน การใช้งานบาร์โค้ดแต่ละประเภทมีการใช้งานแตกต่างกันไป เช่น EAN-8 EAN-13 UPC-A UPC-E เป็นต้น ซึ่งจะเลือกใช้งานแบบไหนขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรูปแบบงานธุรกิจ ซึ่งส่วนใหญ่การอ่านบาร์โค้ดนั้นต้องใช้เครื่องอ่านข้อมูลที่ถูกรับรู้โดยบาร์โค้ดนั้น ทำให้คณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงปัญหาในการเก็บข้อมูล แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบ QR Code หรือ Quick Response เป็นบาร์โค้ด 2 มิติ และสามารถสแกนผ่านทาง Application บนมือถือได้ ทำให้การอ่านข้อมูลเป็นไปอย่างสะดวก และง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากในปัจจุบัน ระบบการจัดการครุภัณฑ์ภายในสาขานั้น เป็นระบบการจัดการโดยใช้เอกสารในการจัดเก็บข้อมูลครุภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้ข้อมูลบางส่วนมีการชำรุด สูญหาย เกิดการสิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บเอกสารครุภัณฑ์ แต่ปัญหาของผู้ใช้ปัจจุบันคือไม่ทราบที่อยู่ของครุภัณฑ์ชิ้นนั้น อีกทั้งยังไม่มีระบบแก้ไขข้อมูลของครุภัณฑ์ภายในเอกสารที่บันทึกให้สอดคล้องกับที่เป็นอยู่จริง ณ ปัจจุบัน

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นปัญหาของระบบในปัจจุบัน และ ประโยชน์ของเทคโนโลยี QR Code จึงต้องการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการพัฒนาระบบจัดการครุภัณฑ์ในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ผ่านทางเว็บไซต์ และ แสแกนข้อมูลผ่านทางแอปพลิเคชัน เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ ครุภัณฑ์ภายในสาขา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการจัดการครุภัณฑ์ภายในในสาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเว็บ แอปพลิเคชัน และ แอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการจัดการครุภัณฑ์ภายในสาขาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทางผู้จัดทำได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการพัฒนาซึ่งกล่าวสรุปตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 Android Studio เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา Application

Android Studio คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา Java ซึ่งโปรแกรม Android Studio เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนา Application Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นซอฟต์แวร์ OpenSource ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้โดยนักพัฒนาเอง ทำให้ความก้าวหน้าในการพัฒนาของ Android Studio เป็นไปอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว

2.2 MySQL ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลและจัดการข้อมูล

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้

2.3 Xampp เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองเซิร์ฟเวอร์

Xampp คือโปรแกรมสำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเรา ให้ทำงานในลักษณะของ WebServer นั่นคือเครื่องคอมพิวเตอร์ของเราจะเป็นทั้งเครื่องแม่ และเครื่องลูกในเครื่องเดียวกัน ทำให้ไม่ต้องเชื่อมต่อกับ Internet คุณก็สามารถทดสอบเว็บไซต์ที่คุณสร้างขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา

2.4 Sublime Text เป็น Tool ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

Sublime Text เป็นโปรแกรมเขียนโค้ดซึ่งสนับสนุนภาษาที่หลากหลาย C, C++, C#, CSS, D, Erlang, HTML, Groovy, Haskell, HTML, Java, JavaScript, LaTeX, Lisp, Lua, Markdown, Matlab, OCaml, Perl, PHP, Python, R, Ruby, SQL, TCL, Textile และ XML หน้าตาโปรแกรมสวยและใช้งานง่าย

2.5 Genymotion เป็นตัวจำลองการแสดงผลของ Application

Genymotion เป็น Android Emulator ที่มาพร้อมกับ Android System Image และ AVD สำเร็จรูปมากกว่า 10 ตัว ช่วยให้นักพัฒนาไม่ต้องกังวลเรื่องการตั้งค่า AVD อีกต่อไป ที่สำคัญ Genymotion ทำงานเร็วกว่า Emulator ที่มากับ Android SDK มาก ๆ

2.6 QR Code เป็นเทคโนโลยีที่นำข้อมูลมาบีบอัดเป็นรูปแบบรูปภาพสี่เหลี่ยมและสามารถสแกนได้

QR Code เป็นบาร์โค้ด 2 มิติ (2D CODE) ชนิดหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทในประเทศญี่ปุ่น นั่นคือ DENSO WAVE (ปัจจุบัน เป็นแผนกหนึ่งใน DENSO Corporation) มีการผลิตออกมารั้งแรกในปี 1994 มีวัตถุประสงค์ตามชื่อ QR นั่นคือ Quick response หรือการตอบสนองที่รวดเร็ว

2.7 ครุภัณฑ์ เป็นสินทรัพย์ที่มีไว้เพื่อใช้ในการดำเนินงานมีลักษณะคงทนและมีอายุการใช้งานเกินกว่า1ปี

ครุภัณฑ์ หมายถึง สินทรัพย์ที่ส่วนงานมีไว้เพื่อใช้ในการดำเนินงานมีลักษณะคงทนและมีอายุการใช้งานเกินกว่า 1 ปี โดยให้บันทึกครุภัณฑ์ที่มีมูลค่าตั้งแต่ 5,000 บาท ขึ้นไป ตามราคาทุนเป็นรายการสินทรัพย์ ถาวร ในบัญชีของส่วนงาน โดยบันทึกรายละเอียดครุภัณฑ์ในทะเบียนคุมทรัพย์สิน และให้คำนวณค่าเสื่อมราคาประจำปี

3. วิธีการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์ระบบงานของเว็บไซต์และแอปพลิเคชันการจัดการครุภัณฑ์ภายในสาขาโดยใช้หลักการออกแบบ Infographics อย่างละเอียด โดยใช้การออกแบบระบบอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งานตามวัตถุประสงค์ และพัฒนาระบบมีกระบวนการ ออกแบบดังนี้

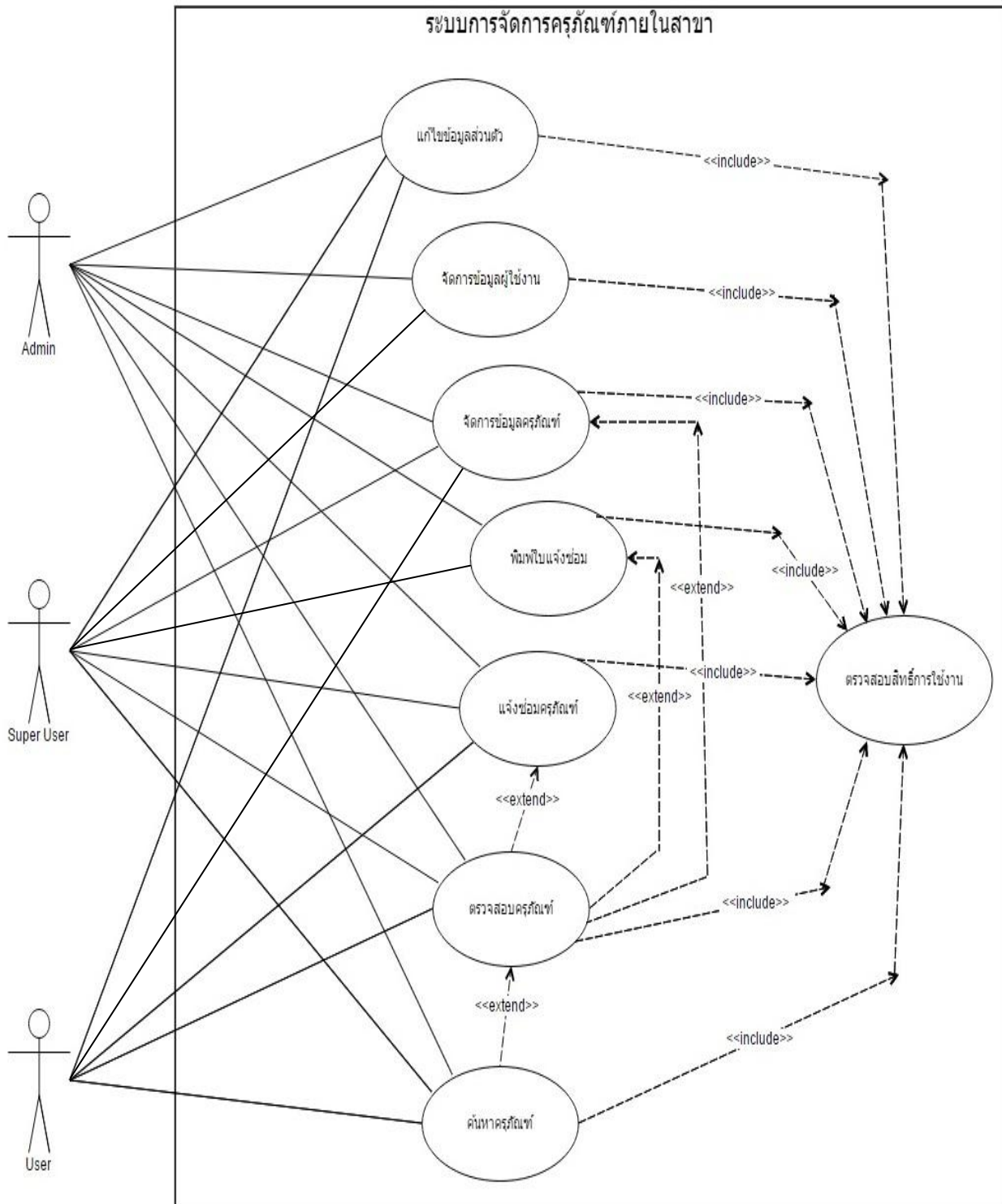
3.1 แผนภาพยูสเคสไดอะแกรม (Use-Case Diagram)

3.2 อีอาร์ไดอะแกรม (ER-Diagram)

3.3 Storyboard การพัฒนาแอปพลิเคชัน

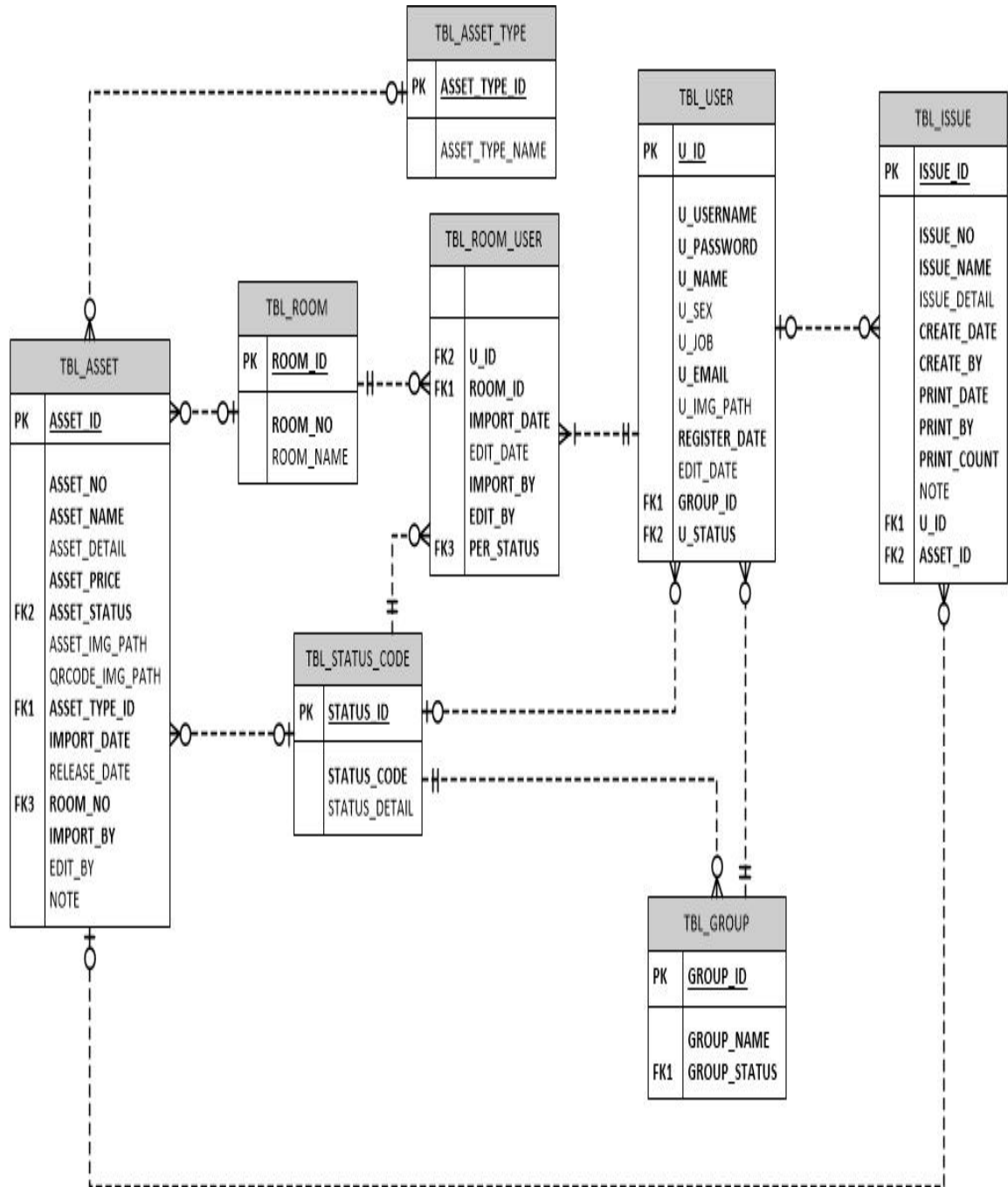
3.1 แผนภาพยูสเคสไดอะแกรม (Use-Case Diagram)

แผนภาพยูสเคสไดอะแกรม คือ แผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้งานระบบและความสัมพันธ์กับระบบย่อย (Sub systems) ภายในระบบใหญ่ซึ่งในการเขียนยูสเคสไดอะแกรมผู้ใช้งานระบบจะถูกกำหนดให้เป็นแอ็คเตอร์ (Actor) และระบบย่อย (Sub systems) คือยูสเคส (Use Case) จุดประสงค์หลักของการเขียนยูสเคสไดอะแกรมก็เพื่อเล่าเรื่องราวทั้งหมดของระบบว่ามีการทำงานอะไรบ้าง เป็นการดึงความต้องการของระบบ (Requirement) หรือเรื่องราวต่าง ๆ จากผู้ใช้งานระบบ ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ สัญลักษณ์ที่ใช้ในยูสเคสไดอะแกรมจะใช้สัญลักษณ์รูปคนแทน Actor ใช้สัญลักษณ์วงรีแทน Use Case และใช้เส้นตรงในการเชื่อมแอ็คเตอร์กับยูสเคสเพื่อแสดงการใช้งานของยูสเคสของแอ็คเตอร์ นอกจากนั้นยูสเคสทุก ๆ ตัวจะต้องอยู่ภายในสี่เหลี่ยมเดียวกันซึ่งมีชื่อของระบบระบุอยู่ด้วยเพราะถือว่าเป็นการกำหนดขอบเขตของระบบ



ภาพที่ 3-1 ยูสเคสไดอะแกรมระบบบริหารจัดการครุภัณฑ์ภายในสาขา

3.2 แผนภาพอีอาร์ไดอะแกรม (ER Diagram)

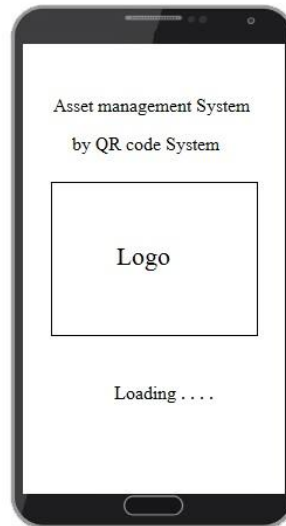


ภาพที่ 3-2 อีอาร์ไดอะแกรมระบบบริหารจัดการครุภัณฑ์ภายในสาขา

3.3 Storyboard การพัฒนาแอปพลิเคชัน

Storyboard คือ รูปร่างหน้าจอของโปรแกรมส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน เช่น ปุ่มต่างๆ ในโปรแกรม หรือหน้าจอโปรแกรม การออกแบบ Storyboard จึงต้องออกแบบให้มีการใช้งานที่ง่าย และสะดวกสบายไม่มีความซับซ้อนมากนัก และยังรวมไปถึงการออกแบบให้มีความสวยงามให้เกิดความน่าใช้งาน

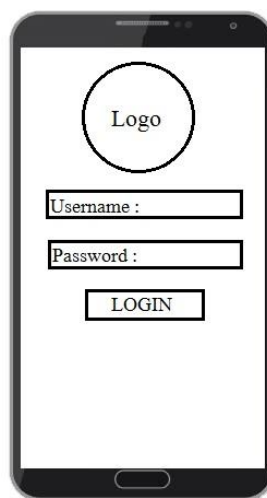
หน้าจอแรกของโปรแกรม



ภาพที่ 3-3 ภาพหน้าจอแสดงแอปพลิเคชัน

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5.5 นิ้ว

คำอธิบาย : หน้าแรกแสดงโลโก้ กำหนดระยะเวลาประมาณ 3 วินาที ให้ทำการไปหน้าถัดไป



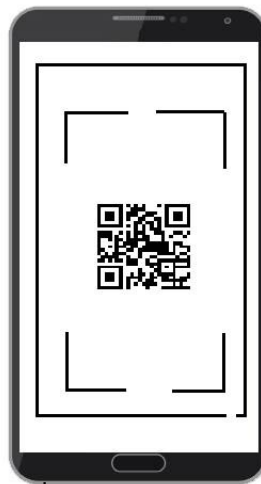
ภาพที่ 3-4 หน้าล็อกอิน

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5.5 นิ้ว
คำอธิบาย : เป็นหน้าสำหรับล็อกอินเข้าไปใช้งานในแอปพลิเคชัน



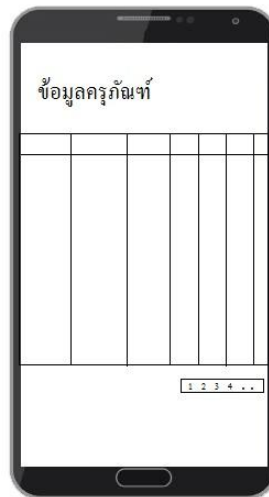
ภาพที่ 3-5 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5.5 นิ้ว
คำอธิบาย : หน้าจอหลักเป็นการแสดงชื่อผู้ใช้และเมนูของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3-6 หน้าจอกล้อง

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5.5 นิ้ว
คำอธิบาย : หน้าจอกำลังเป็นการสแกน QR code เพื่อเข้าถึงครุภัณฑ์



ภาพที่ 3-7 หน้าจอข้อมูลครุภัณฑ์

ชนิดอุปกรณ์ : โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ขนาด 5.5 นิ้ว
คำอธิบาย : หน้าจอข้อมูลครุภัณฑ์แสดงครุภัณฑ์ทั้งหมด

ผลการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิธีการเกี่ยวกับ
ระบบการจัดการครุภัณฑ์โดยใช้รหัสคิวอาร์โค้ด

คำชี้แจง: โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมรายการต่าง ๆ ด้วยการทำเครื่องหมาย ✓
ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นที่เป็นจริงของท่านมากที่สุดและโปรดตอบทุกข้อ

เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{x}	SD	ระดับคะแนน
1. เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่	3.8	0.42	ปานกลาง
2. ความถูกต้องของข้อมูลครุภัณฑ์	3.9	0.57	ปานกลาง
3. รูปแบบของการนำเสนอแสดงผลภาพมีความเหมาะสม	3.9	0.57	ปานกลาง
4. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหา	4.1	0.74	ดี
5. องค์ประกอบการนำเสนอเว็บไซต์	3.8	0.42	ปานกลาง
6. รูปแบบของการนำเสนอกระตุ้นความสนใจ	4	0.67	ดี
7. ภาษาที่ใช้นำเสนอมีความเหมาะสม	4.2	0.63	ดี

8. ปุ่มการใช้งานสามารถสนับสนุนการทำงานของระบบ	3.8	0.42	ปานกลาง
9. เทคนิคการนำเสนอข้อมูล	3.7	0.48	ปานกลาง
10. การจัดการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	3.9	0.57	ปานกลาง
11. หน้าจอแสดงผลเข้าใจง่ายและง่ายต่อการใช้งาน	4	0.67	ดี
12. ระบบการค้นหาครุภัณฑ์ง่ายต่อการค้นหา	4	0.67	ดี
13. การออกแบบหน้าจอโดยรวม	4	0.47	ดี
14. เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ระบบ	4.1	0.32	ดี
เฉลี่ยโดยรวม	3.94	0.12	ปานกลาง

จากตารางผลการประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 ท่าน พบว่า คุณภาพโดยรวมของการพัฒนาระบบจัดการครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.94$) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านของการประเมินสรุปผลได้ดังนี้

ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหา รูปแบบของการนำเสนอกระตุ้นความสนใจ ภาษาที่ใช้นำเสนอมีความเหมาะสม หน้าจอแสดงผลเข้าใจง่ายและง่ายต่อการใช้งาน ระบบการค้นหาครุภัณฑ์ง่ายต่อการค้นหา การออกแบบหน้าจอโดยรวม และ เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ระบบ อยู่ในระดับ ดี

เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ความถูกต้องของข้อมูลครุภัณฑ์ รูปแบบของการนำเสนอแสดงผลจอภาพมีความเหมาะสม องค์กรประกอบการนำเสนอเว็บไซต์ ปุ่มการใช้งานสามารถสนับสนุนการทำงานของระบบ เทคนิคการนำเสนอข้อมูล และ การจัดการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว อยู่ในระดับ ปานกลาง

โดยผลเฉลี่ยโดยรวม อยู่ในระดับ ปานกลาง ($\bar{X} = 3.94$)

เอกสารอ้างอิง

- [1] “ความหมายของวัสดุและครุภัณฑ์”
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://sites.google.com/site/chatchawanza57/bth-thi-2-wasdu-laea-xupkrn-sanakngan/khwam-hmay-khxng-xupkrn-sanakngan> (21 ธันวาคม 2559).
- [2] “งานวิจัย วิทยานิพนธ์ ที่น่าสนใจ”
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.softbizplus.com/thesis>
(01 มกราคม 2560).
- [3] “รูปแบบการเขียนรายการอ้างอิงประกอบการค้นคว้า วิจัย - คณะบริหารธุรกิจ”
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.mof.go.th/social/mof_newgov_policy.htm
(01 มกราคม 2560).
- [4] “แอนดรอยด์ (ระบบปฏิบัติการ) (คืออะไร หมายถึง ความหมาย)”
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://guru.sanook.com/7982/>
(20 ธันวาคม 2559).
- [5] “MySQL มีความสำคัญอย่างไรกับเซิร์ฟเวอร์”
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
<http://www.th.easyhostdomain.com/dedicatedservers/mysql.html>
(20 ธันวาคม 2559).
- [6] “QR Code คืออะไร?”
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://km.lib.kmutt.ac.th/index.php/look-good-a-feel-good/253-qr-code> (21 ธันวาคม 2559).
- [7] “Xampp คืออะไร เอ็กซ์เอเอ็มพีพี?”
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.mindphp.com/732637-xampp.html>
(21 ธันวาคม 2559).

การพัฒนากระบวนสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

The Development of Decision Support System for Selection of Co-Operative Education by Decision Tree Technique

พรทิพย์ ผาติเสนา¹, มณฑารัตน์ ตรีมงคล², พฤตพิงศ์ เพ็งศิริ³

Phonthip Phatisena¹, Montharat Trimongkon², Prudtipong Pengsiri³

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จ. พระนครศรีอยุธยา

¹phonthip_jeab@outlook.com, ²ann_montharat@hotmail.com, ³prudtipong.p@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษาของนักศึกษาแต่ละคน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ แบบสอบถาม เกี่ยวกับสายงานเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งหมด 50 ข้อ โดยการเปรียบเทียบโมเดลที่ถูกสร้างขึ้น จากอัลกอริธึมต้นไม้ตัดสินใจ คือ C4.5(J48) เพื่อหาความถูกต้องก่อนพัฒนาระบบ ระบบนี้ถูกพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) ซึ่งได้นำข้อมูลจากแบบสอบถามที่ผู้ใช้กรอกลงไปโดยใช้โปรแกรม Weka เป็นเครื่องมือในการสร้างกฎ ดังนั้นจะได้กฎ จำนวน 13 ข้อ ผลที่ได้คือ โมเดลที่ถูกสร้างจากอัลกอริธึม C4.5(J48) โดยมีค่าความถูกต้อง (Correctly Classified Instances) เมื่อทดสอบกับกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) กลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน เท่ากับ 80% จะนำไปพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ต่อไป

คำสำคัญ: สหกิจศึกษา, ต้นไม้ตัดสินใจ, เว็บแอปพลิเคชัน

ABSTRACT

This article aims to develop a decision support system with decision tree technique in selected areas of co-operative education. This was guided in deciding which areas of co-operative education of each student. The data used in the analysis. The data used in the analysis of the questionnaire on-line information technology by comparing the total 50 models were built by algorithm is a decision tree C4.5 (J48) which was funded correct pre-development system. This system was developed as a web application with a database to a SQL (MySQL), which can lead to data from questionnaires filled out using Weka was instrumental in establishing rules. So rule number 13 is the result is a model that was created by the algorithm C4.5 (J48) with accuracy (Correctly Classified Instances) when tested with data for learning (Training Data.) sample of 200 people, 80% will be used to develop a decision support system in selected areas of cooperative education and using a decision tree further.

Keywords: Co-Operative Education, Decision Tree, Web Application

1. บทนำ

สหกิจศึกษา (Co-Operative Education : Co-Op) เป็นระบบการศึกษา ที่จัดให้มีการผสมผสานระหว่างการเรียนรู้ของนักศึกษาในห้องเรียน เข้ากับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการเพื่อให้ได้ประสบการณ์ตรง โดยกำหนดให้นักศึกษาออกปฏิบัติงานในสถานประกอบการ เสมือนเป็นพนักงานในองค์กรนั้นเป็น ระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา หรือ ประมาณ 16 สัปดาห์ ซึ่งนักศึกษาจะได้มีโอกาสสร้างความเข้าใจและคุ้นเคย กับสถานการณ์แห่งความเป็นจริงของการทำงาน และเรียนรู้ให้ได้มาซึ่งทักษะของงานอาชีพ และทักษะทางการพัฒนาตนเอง เป็น

การศึกษาที่บูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษา กับการให้นักศึกษาไปปฏิบัติงานจริงเต็มเวลา ณ สถานประกอบการ เพื่อให้ได้ประสบการณ์ในการทำงานในอนาคตต่อไป

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น การเลือกสายงานสหกิจศึกษาของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทุกคนจำเป็นต้องเลือกสายงานที่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถและทักษะที่ตนเองถนัดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและความต้องการของตัวนักศึกษาเอง แต่ในปัจจุบันสายงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นมีหลากหลายสายงานให้นักศึกษาได้เลือกตัดสินใจ อาทิ เช่น สายงานทางด้าน System Analysis, Programming, Web Design, Graphic and Animation และ Network เป็นต้น จึงเป็นเรื่องที่ยากแก่การตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา เพราะปัญหาที่พบส่วนใหญ่ของนักศึกษา คือ นักศึกษาบางคน ยังขาดทักษะในบางด้านของแต่ละสายงาน นักศึกษาบางคนยังขาดความมั่นใจในความสามารถของตนเอง จึงมักเกิดคำถามขึ้นเสมอว่า “ควรสหกิจด้านใด” หากเรามีระบบสารสนเทศที่สามารถช่วยวิเคราะห์ความสามารถ ความถนัดของนักศึกษาแต่ละคนว่ามีความสามารถหรือความถนัดในสายงานด้านใดมากที่สุด ก็จะทำให้ นักศึกษาสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้น ว่าตนเองเหมาะสมที่จะเลือกสายงานสหกิจศึกษาในด้านใด เพื่อให้การ สหกิจศึกษาของนักศึกษามีศักยภาพและเป็นการพัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะของนักศึกษาให้มากยิ่งขึ้น

จากปัญหาดังกล่าว ทางคณะผู้จัดทำได้ลงความเห็นว่าเป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับนักศึกษาที่จะเลือกสายงานสหกิจศึกษา จึงได้คิดโครงการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Technique) ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้คือข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เพื่อช่วยให้นักศึกษาสามารถตัดสินใจในการเลือกสายงานสหกิจศึกษาได้อย่างเหมาะสมกับความรู้ ความสามารถและทักษะของตัวนักศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การสหกิจศึกษาที่บรรลุเป้าหมายและความต้องการของนักศึกษาแต่ละคน และส่งผลต่อการออกไปประกอบอาชีพของตนเองต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
2. เพื่อประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาในการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา ของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) [1] เป็นระบบย่อยหนึ่งในระบบสารสนเทศเพื่อจัดการ โดยที่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะช่วยให้ผู้บริหารในเรื่องการตัดสินใจเหตุการณ์หรือกิจกรรมทางธุรกิจที่ไม่มีโครงสร้างแน่นอน หรือกึ่งโครงสร้าง ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอาจจะใช้ได้กับบุคคลเดียว หรือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเป็นกลุ่ม นอกจากนั้นยังมีระบบ สนับสนุนผู้บริหารเพื่อช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ได้เริ่มขึ้นในช่วง ปี ค.ศ. 1970 โดยมีหลายบริษัทเริ่มที่จะ พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อที่จะช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจปัญหาที่มีโครงสร้างที่ไม่แน่นอน หรือกึ่งโครงสร้างโดยข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดซึ่งระบบสารสนเทศเดิมที่ใช้ในลักษณะระบบการประมวลผลรายการ (Transaction Processing System) ไม่สามารถกระทำได้ นอกจากนั้นยังมี วัตถุประสงค์เพื่อลดแรงงาน ต้นทุนที่ต่ำลงและยังช่วยในเรื่องการวิเคราะห์การสร้างตัวแบบ (Model) เพื่ออธิบายปัญหาและตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1980 ความพยายามในการใช้ระบบ นี้เพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจได้แพร่ออกไป ยังกลุ่มองค์กรต่าง ๆ

3.2 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล [2] คือ ขบวนการทำงานในการกลั่นกรองข้อมูล จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Large Information) เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ยังไม่รู้ เป็นสารสนเทศที่สามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งเป็นสิ่ง สำคัญที่ช่วยตัดสินใจใน

การทำธุรกิจ โดยการทำให้มีข้อมูลเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการค้นหาองค์ความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Database) หรือที่เรียกว่า KDD เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรมในการซื้อสินค้าของผู้บริโภค การพยากรณ์อากาศ เป็นต้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เป็นการแก้ไขข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์

3.2.2 การจัดรูปแบบข้อมูล (Data Transaction Identification) เป็นการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมก่อน

3.2.3 การรวบรวมข้อมูล (Data Integration) เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการ ซึ่งอาจอยู่ในหลายฐานข้อมูล หลายระบบปฏิบัติการ ให้อยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน หรือ ตารางเดียวกัน อาจใช้ในลักษณะของคลังข้อมูล (Data Warehouses) ในการรวบรวมข้อมูล

3.2.4 การแปลงข้อมูล (Data Transformation) เป็นการปรับเปลี่ยนข้อมูลให้มีค่าที่ เหมาะสมในการ

3.2.5 การค้นหารูปแบบ (Pattern Discovery) เป็นการกำหนด รูปแบบในการค้นหา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.2.6 การวิเคราะห์รูปแบบ (Pattern Analysis) เป็นรูปแบบการนำผลลัพธ์จากการค้นหาทำการวิเคราะห์ เพื่อช่วยในการตัดสินใจหรือการวางแผนธุรกิจ

3.3 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

กระบวนการทางด้านเหมืองข้อมูลนั้น (Data mining) [3] ได้นำการตัดสินใจแบบโครงสร้างต้นไม้มาช่วยในการทำงานด้านการตัดสินใจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านระบบธุรกิจหรือด้านอื่น ๆ โดยปกติมักประกอบด้วยกฎในรูปแบบ “ถ้า เงื่อนไข แล้ว ผลลัพธ์” เช่น “If Income = High and Married No THEN Risk = Poor” โดยลักษณะของการตัดสินใจแบบโครงสร้างต้นไม้มีลักษณะคล้ายกับต้นไม้กลับหัว โดยโหนดแรกสุดจะเป็นรากของต้นไม้ (Root node) แต่ละโหนดแสดงคุณลักษณะ (attribute) แต่ละกิ่งจะแสดงค่าผลในการทดสอบ และโหนดใบ (Leaf node) แสดงคลาสที่กำหนดไว้

3.4 อัลกอริทึม J48

อัลกอริทึม J48 [3] Decision Tree หรือ อัลกอริทึมของ C4.5 ซึ่งเป็นอัลกอริทึมอันหนึ่งที่ใช้สร้าง Decision Tree ที่พัฒนาโดย Ross Quinlan โดย C4.5 นี้ คือส่วนขยายที่เพิ่มเติมมาจาก อัลกอริทึม ID3 Decision Tree โดยโครงสร้างนี้สามารถถูกใช้สำหรับการคัดแยกกลุ่มข้อมูล (Classification) และด้วยเหตุผลนี้ C4.5 ถูกเรียกใช้บ่อย ๆ สำหรับตัว Statistical Classifier ในส่วนของอัลกอริทึม C4.5 สร้าง Decision Tree มาจากกลุ่มของ Training Data เหมือน ID3 ที่ใช้หลักการของ Information Entropy โดย C4.5 ใช้ความถูกต้องของแต่ละแอททริบิวต์ของข้อมูล เพื่อใช้เป็นการตัดสินใจแบ่งกลุ่มข้อมูลไปยังกลุ่มย่อย ๆ ซึ่ง C4.5 จะพิจารณาตรวจสอบ Normalized Information Gain (ความแตกต่างใน entropy) ผลลัพธ์จากการเลือกแอททริบิวต์สำหรับแบ่งกลุ่มข้อมูล โดยคุณลักษณะด้วยค่า normalized information gain ที่สูงที่สุดนั้นคือหนึ่งในการสร้างการตัดสินใจ ผู้จัดทำไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีการหรือเทคนิคใดดีที่สุด ดังนั้นการทำวิจัยจะต้องทำการทดลองสร้างโมเดลหลาย ๆ ครั้งแล้วนำมาเปรียบเทียบกันว่าโมเดลใดใช้ทำนายค่า (Prediction) ได้ดีที่สุด

3.5 โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบรองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script)

3.6 โปรแกรม Weka

โปรแกรม Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) [5] เริ่มพัฒนามาตั้งแต่ปี 1993 โดยมหาวิทยาลัย Waikato ประเทศนิวซีแลนด์ เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จ ประเภทฟรีแวร์ อยู่ภายใต้การควบคุมของ GPL License โปรแกรมถูกเขียนมาโดยเน้นกับการงานทางด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) และ

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำงานในการทำดาต้าไมนิงที่รวบรวมแนวคิดอัลกอริทึมมากมาย ซึ่งอัลกอริทึมสามารถเลือกใช้งานโดยตรงได้จาก 2 ทาง คือ จากชุดเครื่องมือที่มีอัลกอริทึมมาให้ หรือเลือกใช้อัลกอริทึมที่ได้เขียนเป็นโปรแกรมลงไปเป็นชุดเครื่องมือเพิ่มเติม และชุดเครื่องมือมีฟังก์ชันสำหรับการทำงานร่วมกับข้อมูลได้แก่ Pre-Processing, Classification, Regression, Clustering, Association rules, Selection และ Visualization

ข้อดีของโปรแกรม WEKA คือ มีอัลกอริทึมที่รู้จักกันดีของการทำดาต้าไมนิงให้เลือกใช้อย่างครบถ้วน และสามารถเขียนฟังก์ชันเพิ่มเข้าไปในโปรแกรมเองได้ ทำให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ฟังก์ชันตามความต้องการของข้อมูลได้อย่างชัดเจน

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติ โฉมฉาย และ มณฑิยา รัตนศิริวงศ์วุฒิ [6] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก โดยใช้เทคนิค Decision Tree Classification พบว่าระบบถูกพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้ใช้ระบุความต้องการในการตัดสินใจเลือกซื้อ และระบบจะแสดงผลการวิเคราะห์เป็นรุ่นต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งานระบบพบว่ามีความเฉลี่ย 4.12 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 และสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง

วีระถล ชาญโชติช่วง ธนาวิทย์ รักธรรมานนท์ และ กฤษณะ ไวยมัย [7] เทคนิคการนำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์ (Associative Classification) เป็นเทคนิคหนึ่งในการจำแนก ประเภทข้อมูล (Data Classification) ที่น่าสนใจ ให้ความแม่นยำในการทำนายสูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยการพิจารณากฎความสัมพันธ์หลายกฎพร้อมกันในการทำนายและจะให้ความสำคัญกับกฎความสัมพันธ์ที่มีความยาวมากที่สุด (Maximal Frequent Item Sets) ก่อน จากผลการทดลอง พบว่าเทคนิคของเรา มีความแม่นยำในการทำนายสูงขึ้น โดยเปรียบเทียบกับ CMAR (Classification Based on Multiple Class Association Rules) และ CBA (Classification Based Association Rules) ซึ่งเป็นเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์อื่นที่มีประสิทธิภาพสูงในปัจจุบัน

บุญมา เฟ่งชวน [8] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาตัวแบบเพื่อใช้ในการทำนายแนวโน้มเลือกอาชีพแรกหลังสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี และนำข้อมูลรายบุคคล นักศึกษา ของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ปีการศึกษา 2548 มาวิเคราะห์ตัวแบบที่สร้างได้ และนำเสนอในรูปแบบของรายงานแบบตารางและกราฟ เพื่อนำไปสนับสนุนการตัดสินใจในด้านการผลิตบัณฑิต ผลการวิจัยพบว่า สามารถนำตัวแบบที่พัฒนาขึ้นมาหาแนวโน้มเลือกอาชีพแรกหลังสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้ และนำข้อมูลรายบุคคลนักศึกษามาประมวลผลกับตัวแบบเพื่อนำไปสนับสนุนการตัดสินใจด้านการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาตรีต่อไปได้

อนุชิต และ วงกต [9] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้คือ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากเว็บไซต์ siamphone.com ซึ่งเป็นข้อมูลโทรศัพท์มือถือ ที่มีจำหน่ายตั้งแต่ปี 2009-2011 ระบบนี้ถูกพัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) เพื่อให้ระบบสามารถแนะนำโทรศัพท์มือถือให้กับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. วิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย สามารถแบ่งวิธีการดำเนินงานออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ ดังภาพที่ 1

4.1. การกำหนดปัญหา

การพัฒนาสนับสนุนการตัดสินใจตัดสินใจนี้ ต้องทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสายงานในการสหกิจศึกษา เนื่องจากสายงานทางด้านเลือกสายงานในการสหกิจศึกษาโดยใช้เทคนิคต้นไม้เทคโนโลยีสารสนเทศมีหลากหลาย จึงเป็นเรื่องยากในการตัดสินใจ และมีความสำคัญอย่างมากและจำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถ

และทักษะที่ตนเองถนัด ปัญหาที่พบบคือนักศึกษาบางคนขาดทักษะ ความสามารถ และความรู้ ในแต่ละสายงาน

4.2 รวบรวมข้อมูล

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลและความรู้ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ดังนี้

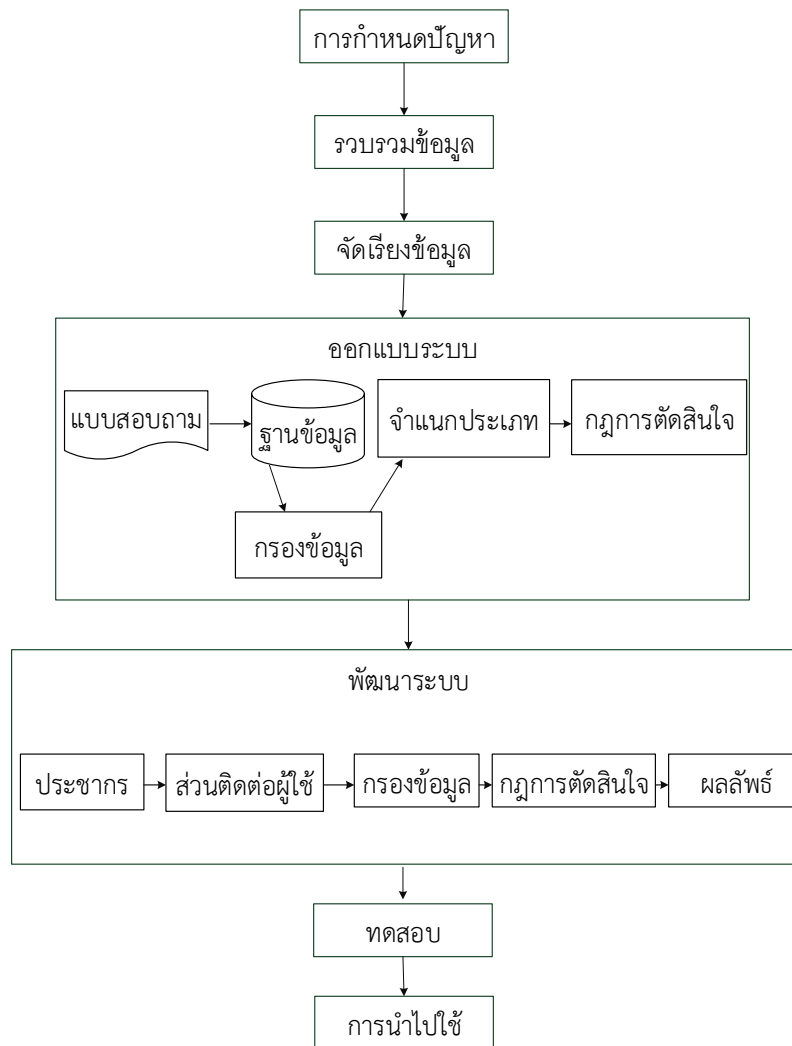
4.2.1 ศึกษา และทบทวนวรรณกรรมหรือผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review Literature)

4.2.2 ศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ และอัลกอริธึมของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจแต่ละตัว

1) ศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ
2) ศึกษาถึงเครื่องมือ หรือซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ สร้างโมเดล และทดสอบอัลกอริธึม ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้ ได้เลือกใช้เครื่องมือ คือซอฟต์แวร์โปรแกรม Weka

3) ศึกษา สายงานจากเว็บไซต์สถานประกอบการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ และ ศึกษาจากหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554) และได้แบ่งสายงาน 5 สายงานดังต่อไปนี้

- สายงานนักเขียนโปรแกรม
- สายงานนักวิเคราะห์และออกแบบระบบ
- สายงานเว็บไซต์
- สายงานการออกแบบ/เขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์/งานสามมิติ/Animation
- สายงานเทคโนโลยีโทรคมนาคมและเครือข่าย



ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินงาน

4.3 แหล่งที่มาของข้อมูล

ทำการจัดเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างโมเดล และทดสอบอัลกอริทึม มีรายละเอียด ดังนี้

4.3.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวน 200 คน

4.3.2 กำหนดกลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์वासกรี จำนวน 33 คน

4.4 ออกแบบระบบ

เมื่อได้ข้อมูลจากแบบสอบถามแล้วจากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นจะทำการกรองข้อมูล และเข้าสู่กระบวนการของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจได้เป็นกฎการตัดสินใจ โดยใช้โปรแกรม Weka 3.6 ในการวิเคราะห์ข้อมูลและ สร้าง Model ซึ่งใช้ในการจำแนกสายงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการทดสอบหาอัลกอริทึม

4.5 การพัฒนาระบบ

การดำเนินการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ นั้นผู้ใช้จะให้ข้อมูลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ จากนั้นจะทำการกรองข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้มาเป็นข้อมูลที่ให้ระบบเรียนรู้ และเข้าสู่กระบวนการกฎการตัดสินใจ และได้การพยากรณ์ผลลัพธ์แก่ผู้ใช้ การพัฒนานั้นจะพัฒนาด้วย

ภาษา PHP ในการสร้างเว็บไซต์ และสร้างโมดูลที่เกี่ยวข้องกับระบบงานทั้งหมด และใช้ร่วมกับ โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล My SQL ในการจัดการและออกแบบฐานข้อมูลของระบบ โดยแสดงผลลัพธ์ผ่านทางโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์

5. ผลการศึกษา

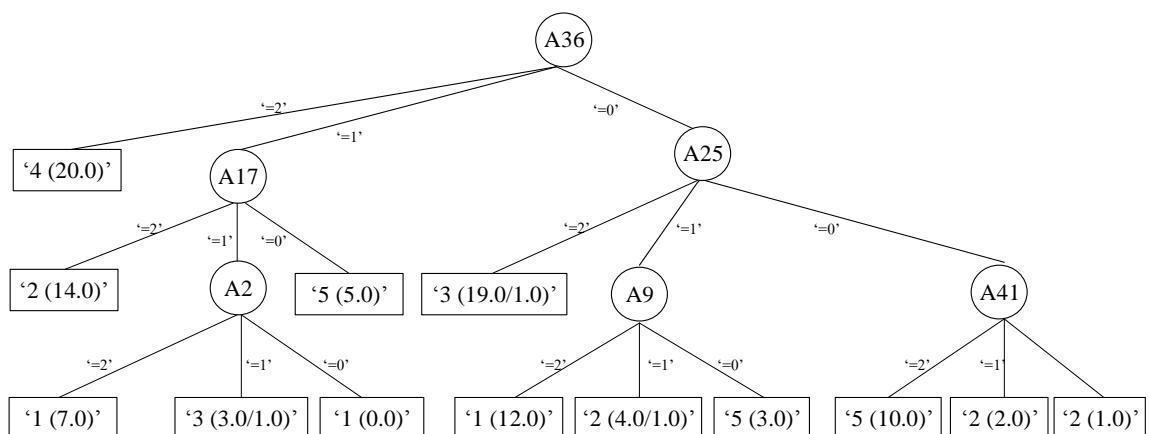
จากการศึกษาโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์หากฎการตัดสินใจและเข้าสู่กระบวนการใช้โปรแกรมสร้างโมเดล คือ โปรแกรม Weka เพื่อหาค่าความถูกต้อง โดยจะพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยจะพัฒนาเป็น Web Application ร่วมกับ SQL ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือคำตอบในการช่วยตัดสินใจ

6. อภิปรายกรอบการศึกษา

กฎที่ได้จากการทำแบบสอบถามระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการสหกิจศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจของผู้กรอกแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอัลกอริทึมที่ใช้

Training		Test	Accuracy	Error
Perentry	66%	25%	73%	26%
	75%	20%	80%	20%
	50%	32%	64%	36%
Use training	-	-	97%	3%
Cross-validation	10	-	82%	18%
	20	-	88%	12%
	30	-	84%	16%



ภาพที่ 2 โครงสร้างต้นไม้ ที่ได้จากผลการประมวลผล

กฎที่ได้จากการประมวลผล ได้ทั้งหมด 13 กฎ ดังนี้

1. IF A36 = 2 THEN Class is 4
2. IF A36 = 1 AND A17 = 2 THEN Class is 2
3. IF A36 = 1 AND A17 = 1 AND A2 = 2 THEN Class is 1
4. IF A36 = 1 AND A17 = 1 AND A2 = 1 THEN Class is 3
5. IF A36 = 1 AND A17 = 1 AND A2 = 1 THEN Class is 1
6. IF A36 = 1 AND A17 = 0 THEN Class is 5
7. IF A36 = 2 AND A25 = 1 THEN Class is 3
8. IF A36 = 2 AND A25 = 1 AND A9 = 2 THEN Class is 1
9. IF A36 = 2 AND A25 = 1 AND A9 = 1 THEN Class is 2
10. IF A36 = 2 AND A25 = 1 AND A9 = 5 THEN Class is 5
11. IF A36 = 2 AND A25 = 1 AND A41 = 2 THEN Class is 5
12. IF A36 = 2 AND A25 = 1 AND A41 = 1 THEN Class is 2
13. IF A36 = 2 AND A25 = 1 AND A41 = 0 THEN Class is 2

7. สรุปผลการศึกษา

ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานในการสหกิจศึกษาโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ได้นำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมาประยุกต์ใช้ ในการหากฎการตัดสินใจ โปรแกรมที่นำมาใช้ในการสร้างโมเดล คือ โปรแกรม Weka จากอัลกอริธึม C4.5(J48) พบว่าค่าความถูกต้อง เท่ากับ 80% โดยจะพัฒนาเป็น Web Application ทำงานร่วมกับฐานข้อมูล SQL หลังจากการพัฒนาเสร็จสิ้น จะนำไปใช้ผ่านเว็บไซต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เพื่อเป็นตัวช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสายงานสหกิจศึกษาของนักศึกษาต่อไป

คำขอขอบคุณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลนักศึกษาภายในสาขาวิชาฯ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทวีศักดิ์ นาคม่วง ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems)
- [2] สิทธิชัย คำคง “การทำเหมืองข้อมูล” เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทางเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [3] ชัดชัย แก้วตา และ อัจฉรา มหาวิวัฒน์. การวินิจฉัยคดีด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553
- [4] จิโรจน์ ภาคศิริ และ กาญจนา วิริยะพันธ์. การวิเคราะห์รูปแบบการบุกรุกข้อมูลบนเครือข่าย โดยใช้เทคนิคดาต้า ไมน์นิ่ง, วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550
- [5] มาโนช ห้วยหงษ์ทอง, วิภารัตน์ กุลที และ สรารัตน์ แก้วมานพ “Weka” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- [6] กิตติ โฉมฉาย และ มณฑิรา รัตนศิริวงศ์วุฒิ. “การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กโดยใช้เทคนิค Decision Tree Classification”, งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6, 2553

- [7] วีระถล หาญโชติช่วง, ธนาวิรินทร์ รักษธรรมานนท์ และ กฤษณะ ไวยมัย. การเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับเทคนิค การจำแนกข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [8] บุญมา เฟ่งชวน. การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านผลิตภัณฑ์ระดับปริญญาตรี, ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548
- [9] อนุชิต ศรีวิชัย และ วงกต ศรีอุไร. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ, ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556

การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

The Development of 3D Animation on Respiratory System

ดาร์รัตน์ สมจินดา¹ พัทชรารณณ์ จำปา¹ อมรพันธุ์ สุกุลพรหมณ์¹ วรารณณ์ มั่นทุ่ง^{1*} สุนทรีย์ แก่นแก้ว¹ อองอาจ
อุ้นอนันต์¹
Dararut Somjinda¹, Pucharaporn Jumpa¹, Amornpun Sakulpram¹, Waraphon Manthung^{*1},
Soontaree Kankaew¹, Aongart Ananan¹

¹สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
*punnut1977@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ในเรื่อง ระบบทางเดินหายใจ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ โดยกลุ่มตัวอย่างได้แก่ กลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ แบบประเมินประสิทธิภาพสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจและ แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ โดยใช้สถิติ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพด้านเนื้อหาของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี 2) ประสิทธิภาพด้านเทคนิคของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: สื่อแอนิเมชัน 3 มิติ, ระบบทางเดินหายใจ

ABSTRACT

The objective of research were to 1) development of 3D Animation Respiratory System. 2) Validate the efficiency of 3D Animation on Respiratory System with specialist. 3) Study the gratification of 3D animation on Respiratory System. The sample of this research was 30 students using the purposive sampling method. The research tool comprises of 3D Animation on Respiratory System. Media Assessment Gratification Assessment Form.

The results of research showed that: 1) efficiency in content and of the 3D Animation Respiratory System in the good level, 2) efficiency in Technical of the 3D Animation Respiratory System temple in the good level, 3) and gratification of students in the good level.

Keywords: 3D Animation, Respiratory

บทนำ

การเรียนการสอนในชั้นเรียนของบทเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีบทเรียนที่มีเนื้อหาหลากหลายมีความยากง่าย ซับซ้อนแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการคิดที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น จำเป็นต้องใช้เทคนิคการสอน ตลอดจนสื่ออุปกรณ์ที่แตกต่างกัน บางเรื่องเนื้อหาบางอย่างไม่สลับซับซ้อน ครูผู้สอนอาจใช้วิธีบรรยายและสื่อเพียงสไลด์ภาพนิ่งก็เพียงพอ แต่ในบางเนื้อหาที่มีความซับซ้อน การใช้วิธีดังกล่าวไม่สามารถก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับนักเรียนได้ จึงจำเป็นต้องใช้สื่อที่สามารถอธิบายให้มองเห็นภาพในมิติต่างๆ เข้ามามีส่วนช่วยในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน ควบคู่ไปกับการอธิบายของครูผู้สอน

มนุษย์ทุกคนต้องหายใจเพื่อมีชีวิตอยู่ การหายใจเข้า อากาศจะผ่านไปตามอวัยวะของระบบหายใจ การดำรงชีวิตของมนุษย์จำเป็นต้องใช้แก๊สออกซิเจน ถ้าร่างกายขาดแก๊สออกซิเจนไปเพียง 2 - 3 นาที ก็จะทำให้ถึงตายได้ ระบบทางเดินหายใจมีหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกแลกเปลี่ยนที่ปอดด้วยกระบวนการแพร่ ในปัจจุบันนี้ผู้ที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ จะต้องศึกษาจากหนังสือหรืออาจารย์ที่ทำการสอนในรายวิชานั้นๆ ที่ต้องใช้หนังสือประกอบการเล่าเรื่อง ทำให้ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการตามเนื้อหาที่ได้ฟัง ยากต่อการจดจำและยากต่อการทำความเข้าใจ แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปมาก การนำแอนิเมชันมาประยุกต์ใช้ในสื่อการเรียนการสอนและด้านต่าง ๆ ได้มากมาย โดยที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเรื่องราวให้มีความชัดเจนมากขึ้น และสามารถให้ความสนุกสนาน ความบันเทิงแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและเกิดการอยากเรียนรู้ในสิ่งต่างๆ เพิ่มขึ้น

กลุ่มผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้จัดทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ ขึ้นมาเป็นการเรียนรู้ที่สามารถเห็นได้จริงแทนการฟังจากการเล่าเรื่องหรือการอ่านหนังสือ เพราะการอ่านในหนังสือหรือฟังบรรยายนั้นผู้ฟังไม่สามารถมองเห็นภาพกระบวนการทำงานของระบบทางเดินหายใจภายในร่างกายได้ สื่อแอนิเมชันเรื่องนี้จะจำลองเหตุการณ์ และการทำงานของระบบทางเดินหายใจเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพในลักษณะที่เหมือนจริงและเข้าใจในเรื่องเรื่องตรงกันว่าความเป็นมาเป็นอย่างไร อธิบายความสำคัญของที่มาและปัญหาของงานวิจัย

ด้วยเหตุผลข้างต้นกลุ่มผู้วิจัยจึงคิดที่จะทำเรื่องนี้ขึ้นเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนแบบการ์ตูนแอนิเมชันเรื่องระบบทางเดินหายใจ ในรูปแบบ 3 มิติ ให้มีเนื้อหาที่กล่าวถึงการทำงานของระบบทางเดินหายใจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ในเรื่อง ระบบทางเดินหายใจ ที่สามารถจำลองระบบทางเดินหายใจภายในร่างกายให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ

ขอบเขต

1. เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ ในบทเรียนเรื่องระบบร่างกายของมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนวมวิทย์วิทยา ตำบลมิตรภาพ อำเภอท่าวุ้ง จังหวัดสระบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระบุรี เขต 2 จำนวน 30 คน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ ประกอบการเรียนการสอนที่มีเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบทเรียน
2. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในส่วนที่อธิบายให้เห็นภาพได้ยาก เนื้อหาที่มีความซับซ้อนเข้าใจยากให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในส่วนที่อธิบายให้เห็นภาพได้ง่าย เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น
3. ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีการวิจัย

การดำเนินงานครั้งนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ การจัดทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง “ระบบทางเดินหายใจ” ผู้พัฒนาได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ
2. การทดลองสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติเรื่อง ระบบทางเดินหายใจ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ขั้นตอนการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ
 - 1.1 ขั้นการศึกษาและวางแผน
 - 1.1.1 ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล
 - 1.1.2 ศึกษากลุ่มเป้าหมาย
 - 1.1.3 เลือกเรื่องที่จะนำมาพัฒนาเป็นสื่อการสอนแอนิเมชัน
 - 1.2 ขั้นการเตรียมการผลิต
 - 1.2.1 เขียนโครงเรื่อง
 - 1.2.2 เขียนบทดำเนินเรื่อง
 - 1.2.3 เขียนสตอรี่บอร์ด
 - 1.2.4 ออกแบบตัวละคร
 - 1.3 ขั้นผลิต
 - 1.3.1 อัดเสียงตัวละคร
 - 1.3.2 พัฒนาผลงานในโปรแกรมกราฟิก 3 มิติ
 - 1.3.3 บันทึกเสียงจริง
 - 1.3.4 ตัดต่อวีดีโอ
 - 1.4 ขั้นหลังจากผลิต
 - 1.4.1 บันทึกลงสื่อ DVD
 - 1.4.2 จัดทำคู่มือการใช้งาน
2. การทดลองสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ
 - 2.1 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาประสิทธิภาพ
 - 2.2 นำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย พร้อมประเมินความพึงพอใจ
 - 2.3 การหาประสิทธิภาพจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้งหมด 6 คน ในการประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญจะแบ่งหัวข้อในการประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาจำนวน 3 คน และด้านเทคนิคจำนวน 3 คน
 - 2.4 การศึกษาความพึงพอใจ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมวกเหล็กวิทยา ตำบลมิตรภาพ อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ที่ศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน
 - 2.5 รูปแบบเกณฑ์การประเมินค่า ลักษณะของแบบประเมินการหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจเป็นรูปแบบของมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยเกณฑ์การประเมินดังนี้

ดีมาก	ให้ 5 คะแนน
ดี	ให้ 4 คะแนน
พอใช้	ให้ 3 คะแนน
ควรปรับปรุง	ให้ 2 คะแนน
ควรปรับปรุงอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน

โดยเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล ผู้พัฒนาให้เกณฑ์ของ รศ.ดร.บุญชม ศรีสะอาด

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 - 5.00	ดีมาก
3.50 - 4.49	ดี
2.50 - 3.49	พอใช้
1.50 - 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 - 1.49	ควรปรับปรุงอย่างยิ่ง

2.4 สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล นาผลที่ได้จากการนำแบบประเมินมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ จากผู้เชี่ยวชาญและหาระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง “ระบบทางเดินหายใจ” ซึ่งมีเนื้อหาการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมวกเหล็กวิทยา ตำบลมิตรภาพ อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี มาทำการหาค่าเฉลี่ยและหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจะต้องใช้สถิติทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ ของสื่อแอนิเมชันในรูปแบบ 3 มิติ และประเมินความพึงพอใจของการจัดทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ โดยผู้พัฒนาทดสอบและหาผลจากการทดสอบ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ
2. ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ
3. ผลการหาความพึงพอใจของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ อธิบายผลการทดลอง

ต่างๆ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล ที่ได้จากการวิเคราะห์ การเสนอผลการวิจัยควรเสนอตามลำดับของวัตถุประสงค์ และหรือสมมติฐาน อาจแสดงในรูปของตาราง หรือภาพประกอบ

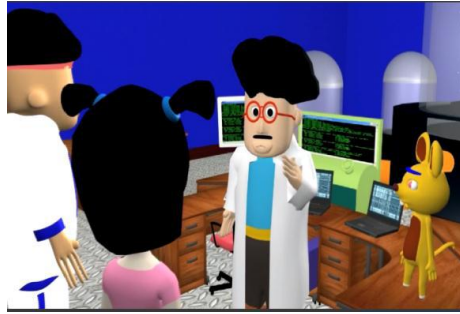
1. ผลการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ครั้งนี้สามารถจำลองระบบทางเดินหายใจภายในร่างกายมนุษย์ โดยผู้วิจัยได้แสดงภาพในการดำเนินงานประกอบเนื้อหาระบบทางเดินหายใจ

- 1.1 ส่วนของไตเต้ระบบทางเดินหายใจ แสดงดังภาพที่ 1



1.2 ส่วนของตัวละครดำเนินเรื่องในระบบทางเดินหายใจ แสดงดังภาพที่ 2

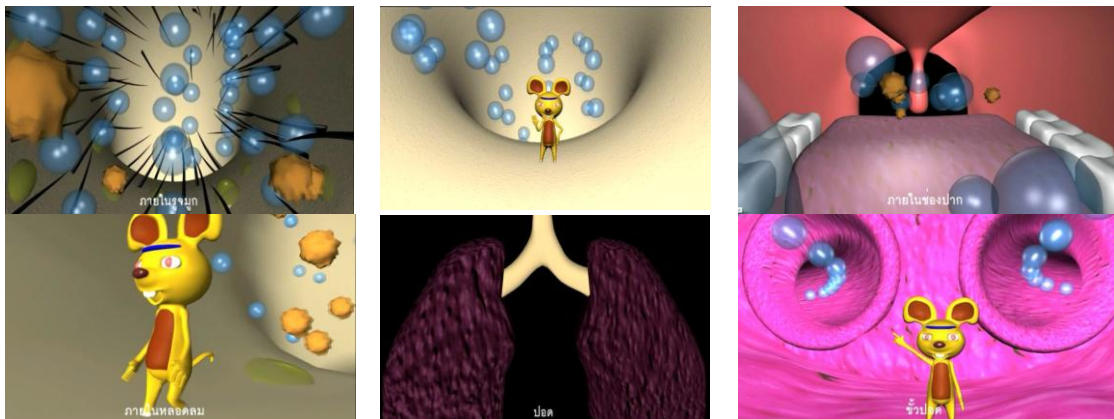


ภาพที่ 2 ส่วนของตัวละครดำเนินเรื่องในระบบทางเดินหายใจ

1.3 ส่วนของกลไกในการหายใจเข้าในระบบทางเดินหายใจ แสดงดังภาพที่ 3

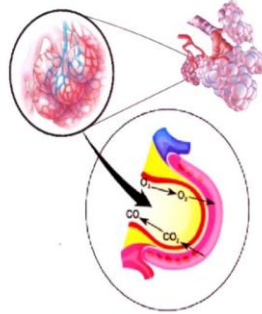


ภาพที่ 3 ส่วนของกลไกในการหายใจเข้า



ภาพที่ 4-9 ส่วนของอากาศเข้าระบบต่างๆของร่างกาย

1.3 ส่วนของโครงสร้างถุงลมภายในปอดในระบบทางเดินหายใจ แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ส่วนของอากาศเข้าระบบต่างๆของร่างกาย

1.4 ส่วนของการแลกเปลี่ยนแก๊สในระบบทางเดินหายใจ แสดงดังภาพที่ 11-13



ภาพที่ 14-16 ส่วนของอากาศเข้าระบบต่างๆของร่างกาย

1.5 ส่วนของกลไกในการหายใจออกในระบบทางเดินหายใจ แสดงดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ส่วนของอากาศเข้าระบบต่างๆของร่างกาย

1.6 ส่วนของตัวละครดำเนินเรื่องมาถึงบทสรุปของเรื่องระบบทางเดินหายใจ แสดงดัง ภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ส่วนของตัวละครดำเนินเรื่องมาถึงบทสรุปของเรื่องระบบทางเดินหายใจ

2. ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

ในการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ครั้งนี้ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ โดยผู้วิจัยสร้างแบบประเมิน ทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่านโดยแบ่งเป็นด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคจำนวน 3 ท่าน และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ที่มีต่อการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

รายละเอียด	ประสิทธิภาพ		
	X	S.D.	การแปลผล
1. การเลือกเรื่องที่จะนำมาพัฒนา	4.66	0.57	ดีมาก
2. การเรียงลำดับของเนื้อหา	4.66	0.57	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.57	ดี
4. ความเหมาะสมของเนื้อหากับกลุ่มเป้าหมาย	4.00	0.00	ดี
5. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในเนื้อเรื่อง	4.33	0.57	ดี
6. ระยะเวลาในการนำเสนอเหมาะสมกับปริมาณเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
7. สาระความรู้จากเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.33	0.57	ดี
9. ความบันเทิงจากเนื้อหา	4.33	0.57	ดี
10. ความเหมาะสมที่ใช้เป็นสื่อในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา	4.33	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ยแบบประเมินทั้งฉบับ	4.49	0.39	ดี

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าเฉลี่ยของด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านภาพและเสียง ที่มีต่อการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

รายละเอียด	ประสิทธิภาพ		
	X	S.D.	การแปลผล
1. ความเหมาะสมของภาพ 3 มิติในการนำเสนอ	4	1.00	ดี
2. ความน่าสนใจของภาพ	3.66	0.57	ดี
3. ความคมชัดของภาพในการนำเสนอ	4.33	0.57	ดี
4. การใส่สีสันฉาก	4.33	0.57	ดี
5. ความสวยงามของฉาก	3.66	1.15	ดี
6. การใส่สีสันของตัวการ์ตูน	4.00	0.00	ดี
7. การเคลื่อนไหวของตัวการ์ตูน	4.00	0.00	ดี
8. ความต่อเนื่องของภาพ	4.33	0.57	ดี

รายละเอียด	ประสิทธิภาพ		
	X	S.D.	การแปลผล
9. การใช้เทคนิคพิเศษ (Special Effect)	4.33	0.57	ดี
10. คุณภาพเสียง	4.33	0.57	ดี
11. ความน่าสนใจของเสียง	3.66	0.57	ดี
12. ความเหมาะสมของเสียงพากษ์ตัวการ์ตูน	3.66	0.57	ดี
13. ความเหมาะสมของเสียงในการนำเสนอ	4.00	0.00	ดี
14. ความเหมาะสมของเสียงดนตรีและเสียงประกอบ	4.33	0.57	ดี
ค่าเฉลี่ยแบบประเมินทั้งฉบับ	4.04	0.52	ดี

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าเฉลี่ยของด้านภาพและเสียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ผลการหาความพึงพอใจของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

ในการพัฒนาครั้งนี้ได้ทดสอบความพึงพอใจของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจโดยผู้วิจัยสร้างแบบประเมินทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมวกเหล็กวิทยาลัย จำนวน 30 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมวกเหล็กวิทยาลัย ที่มีต่อการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ

รายละเอียด	ประสิทธิภาพ		
	X	S.D.	การแปลผล
1. นักเรียนชอบการ์ตูนเรื่องนี้	4.1	0.75	ดี
2. นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นที่ได้ชมการ์ตูนเรื่องนี้	4.23	0.72	ดี
3. นักเรียนรู้สึกสนุกสนานขณะชมการ์ตูนเรื่องนี้	4.2	0.71	ดี
4. นักเรียนชอบภาพของการ์ตูนเรื่องนี้	4.13	0.62	ดี
5. นักเรียนชอบสีของการ์ตูนเรื่องนี้	4.16	0.79	ดี
6. นักเรียนชอบเสียงของการ์ตูนเรื่องนี้	4.53	0.62	ดีมาก
7. นักเรียนมีอารมณ์ร่วมขณะชมการ์ตูนเรื่องนี้	4.16	0.59	ดี
8. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของการ์ตูนเรื่องนี้	4.03	0.75	ดี
9. นักเรียนต้องการให้ครูผู้สอนใช้สื่อแบบนี้ในการเรียน การสอน	4.3	0.70	ดี
ค่าเฉลี่ยแบบประเมินทั้งฉบับ	4.20	0.69	ดี

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมวกเหล็กวิทยาลัย จำนวน 30 คน ที่มีต่อสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.69 ซึ่งอยู่ในระดับดี

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

ในการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลได้ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องดังนี้

ประสิทธิภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าประสิทธิภาพของสื่อเรื่องนี้อยู่ในระดับ ดี โดยวัดจากค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

ความพึงพอใจของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องระบบทางเดินหายใจ จากการประเมิน โดยกลุ่มเป้าหมาย พบว่าอยู่ในระดับ ดี โดยวัดจากค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจ โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมวกเหล็กวิทยา ที่เรียนในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะจากการพัฒนา

ในการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้ทำงานกันเป็นทีม ดังนั้นในการทำงานเป็นทีมจะต้องมีการบริหารงานที่ดี ทุกคนจะต้องได้รับมอบหมายงานตามความสามารถที่แต่ละคนมี

การจัดทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ จะต้องมีความละเอียดในการทำงานทุกๆขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การสร้างโมเดล การใส่พื้นผิว การจัดแสง และมุมมอง รวมไปถึงการตัดต่อและขึ้นตรวจสอบ

การเลือกเรื่องที่น่าสนใจเหมาะกับกลุ่มเป้าหมายย่อมส่งผลให้ผลงานที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ 69

ข้อเสนอในการพัฒนาครั้งต่อไป

การกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการนำเสนอ จะช่วยให้การดูเรื่องนั้นสามารถถ่ายทอดเนื้อหาให้มีความเข้าใจยิ่งขึ้น และช่วยดึงดูดความสนใจจากกลุ่มเป้าหมายได้ดี

การทำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เนื่องจากปัจจุบันมีโปรแกรมและเทคนิคต่างๆ ในการสร้างสรรค์ผลงานแอนิเมชัน 3 มิติที่หลากหลาย วิธีศึกษาอย่างเข้าใจย่อมทำให้สะดวกในการทำงานมากขึ้น

การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ในหัวข้อเรื่องต่อไป เพื่อนำไปต่อยอด คือการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน เรื่องโรคของระบบทางเดินหายใจ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ญัฐพงศ์ วนิชชัยกิจ. ตัดต่อวิดีโอและสร้างเอฟเฟ็กต์ระดับมืออาชีพ. นนทบุรี : บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด, 2554.
- [2] ประดับ นาคแก้ว, ดาวัลย์ เสริมบุญสุข. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.2 กลุ่มสาระ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แม็ก บจก.สพท, 2554.
- [3] สุชีพ วงษ์ตาแสง. MAYA 3D Animation basic. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ NetDesign, 2552.
- [4] เอกชัย วงษ์ศิริ. MAYA 2011 BASIC. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ บริษัท ชัคเชส มีเดีย จำกัด, 2554.
- [5] พูนศักดิ์ ธนพันธ์พานิช. MAYA REFERENCE. กรุงเทพฯ : บริษัท เอส.พี.ซี.บุ๊คส์ จำกัด, 2550.
- [6] ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ [ออนไลน์] www.mwit.ac.th/~t2090107/link/Sheet_HPE30103/Sheet_3.doc
- [7] หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับสื่อการสอน [ออนไลน์] <http://www.northeducation.ac.th/etraining/courses/3/itedu/chap3/index01.php>
- [8] ชีตดู. โปรแกรม Adobe After Effect. [ออนไลน์] www.ziddu.com, 2553
- [9] โปรแกรม Adobe Audition 3.0 (สถานีวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์รัฐสภา, 2553 : เข้าถึงได้จาก [ออนไลน์] <http://www.radioparliament.net>

ปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการผักปลอดสารพิษของ
ผู้บริโภคในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา

Psychological factors and lifestyle affect demand for organic vegetables,
consumers in

Phra Nakhon Sri Ayutthaya

เสาวลักษณ์ ภูมรินทร์¹ กนกนาท เทียนบุชา² ชลธิชา ภาคาวร³ ชุติกกาญจน์ จตุกุล⁴ นิสาทกร คุ่มมณี⁵
ปราชญ์ พวงเงิน⁶ นันทิตา เพชรารณ⁷ วสุธิดา นูริตมนต์⁸

Sawaluk Pummarnin¹ Kanoknart Thienboocha² Chonticha Pakaporn³ Chutikarn Jalakool⁴
nisatorn Kummanee⁵ Prach Phaungngern⁶ Nantita Petcharaporn⁷ Wasutida Nuritlont⁸

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
Faculty of Business Administration and Information Technology Rajamangala University of
Technology Suvarnabhumi

*E-mail : Queenoilzx.fin@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการผักปลอดสารพิษของผู้บริโภค ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างคือประชากรกลุ่มวัยทำงานในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำนวน 400 รายและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคผลการศึกษาที่ได้ ผู้จำหน่ายผักปลอดสารพิษสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจำหน่ายสินค้าผักปลอดสารพิษแก่ผู้บริโภคได้

คำสำคัญ : ความต้องการผักปลอดสารพิษ , ปัจจัยด้านจิตวิทยา , รูปแบบการดำเนินชีวิต

Abstract

This study aimed to examine the psychological factors and lifestyle affect demand for organic vegetables to consumers. In Ayutthaya The questionnaire was used to collect data. The samples Working-age population In Ayutthaya, 400 and analyzed with descriptive statistics. Statistics and Analysis The study indicated that Psychological factors and lifestyle affect demand for organic vegetables to consumers. The study was Supplier of organic vegetables can be used just a guide to selling vegetables to the consumers.

Key word: Demand for organic vegetables, psychological factors, lifestyle patterns.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีแหล่งทรัพยากรที่สำคัญในการผลิตปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์เนื่องจากภูมิประเทศเหมาะในการประกอบอาชีพทางการเกษตร การผลิตพืชผักเป็นแขนงหนึ่งทางการเกษตร พืชผักนำมาใช้ใน

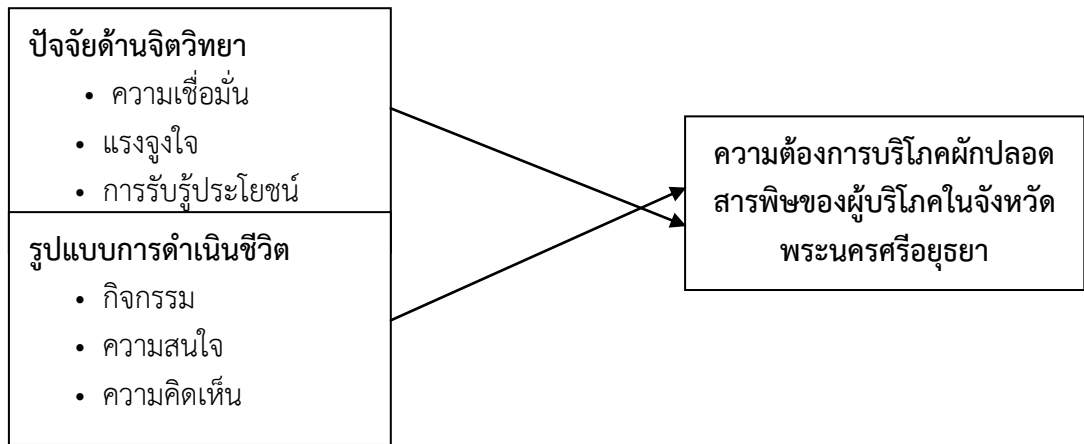
การบริโภคมีคุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถต่อต้านโรคร้ายไข้เจ็บได้ การที่จะให้พืชผักมีคุณภาพมีคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคนั้น ต้องผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ถูกต้องตามหลักการโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปฏิบัติและการดูแลรักษาตั้งแต่การผลิตจนถึงระยะเก็บเกี่ยว รวมทั้งการควบคุมคุณภาพทางด้านโภชนาการ และความปลอดภัยของผู้บริโภค แต่เดิมเกษตรกรปลูกผักโดยใช้ยาฆ่าแมลง นอกจากจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคแล้ว ยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรเอง ภาครัฐเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว (กรมวิชาการเกษตร 2537) โดยได้ดำเนินการส่งเสริมและเผยแพร่ให้ความรู้ในการบริโภคผักที่ปลอดภัยจากสารพิษ ผ่านทางกรมวิชาการเกษตร กรมกระทรวงเกษตร และสหกรณ์ โดยได้ให้คำแนะนำ สอน และสาธิตวิธีการปลูกผักปลอดสารพิษให้กับเกษตรกร ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกได้รับความรู้สามารถดูแลตนเองให้ปลอดภัยจากสารพิษ ส่งผลให้สภาพแวดล้อมทางระบบนิเวศวิทยาดีขึ้น ผู้บริโภคได้บริโภคผักที่สด สะอาด ปลอดภัยจากสารพิษควบคู่กันไป

ปัจจุบันประชาชนส่วนใหญ่มักบริโภคผักที่ทำซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด โดยเลือกความสวยเป็นหลัก ความสด และงามของผลผลิตเหล่านั้น มีจำนวนไม่น้อยที่ต้องอาศัยสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช หรือสารเคมีอื่น ๆ ที่ทำให้ผลผลิตคงความสดไว้นาน เมื่อซื้อมารับประทานได้รับอันตรายจากสารพิษตกค้าง เวียนศีรษะ บางรายมีอาการสะสมไว้ในร่างกายทีละน้อยเมื่อมากเข้าจึงเป็นสาเหตุของอาการเจ็บป่วยต่าง ๆ เช่น มะเร็งหรือโรคเกี่ยวกับระบบประสาท (หุริยา สิริภัทร ไพศาล 2550:1) สำหรับผักปลอดสารพิษนั้น เป็นผักที่ได้ตรวจสอบพิสูจน์แล้วว่าปราศจากสารเคมี ป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างหรือไม่เกินค่าความปลอดภัยตามเกณฑ์ขององค์การอาหาร องค์การอนามัยโลก และเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO Codes) (กรมส่งเสริมการเกษตร 2539) ขณะเดียวกันปริมาณที่เกษตรกรใช้นั้น ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรเอง และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

สาเหตุที่กระแสของการบริโภคเพื่อสุขภาพเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เนื่องมาจากผู้บริโภคใส่ใจในการดูแลสุขภาพมากขึ้น เลือกซื้อผัก ผลไม้ มารับประทาน โดยมุ่งเน้นผัก ผลไม้ที่ปลอดภัยจากสารพิษ อีกทั้งกรมอนามัยได้ออกฉลากสำหรับกลุ่มสินค้าเกษตรปลอดสารพิษผัก ผลไม้อนามัย มีการณรงค์สินค้าเพื่อสุขภาพต่อเนื่องกลุ่มผู้บริโภคอยู่ในระดับกลางและระดับสูงเป็นหลัก ศึกษาได้จากผลการวิจัยของ ธิติมา เทียนไพโร (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพฤติกรรมกรรมการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษของผู้บริโภค ในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี และผลงานวิจัยของ สมศิริวัฒนสิน (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพฤติกรรมกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษของชาวกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นต้น ทั้งนี้เป็นที่รู้กันดีว่า “ผัก” มีประโยชน์ต่อร่างกายมากมายแค่ไหนนอกจากช่วยในเรื่องการขับถ่ายแล้ว ยังช่วยให้ร่างกายได้รับวิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารอื่น ๆ อีกมาก ในผักช่วยเสริมสร้างร่างกายให้มีสุขภาพดี ยิ่งระยะหลังนี้ คนเราหันมาเอาใจใส่ดูแลสุขภาพกันมากขึ้น ความต้องการในการบริโภคผักให้ได้ประโยชน์มากที่สุดนั้นต้องระมัดระวังเรื่องของสารพิษตกค้างในผักด้วย โดยเฉพาะเด็กเล็ก ๆ และมารดาที่ตั้งครรภ์ควรรับประทานอาหารที่สะอาดและปลอดภัย รวมถึงคนชราที่ระบบขับสารพิษตามธรรมชาติของร่างกายเริ่มเสื่อมสภาพแล้ว การรับประทานอาหารปลอดสารพิษ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งแม้ว่าราคาแพงกว่าผักทั่วไปหลายคนยังสับสนอยู่ว่า จะยอมจ่ายแพงกว่าเพื่อให้ได้ผักปลอดจากสารพิษเพื่อสุขภาพนั้นจริงหรือไม่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับผู้บริโภคที่มีความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษ โดยมีการศึกษาถึงปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบในการดำเนินชีวิตที่ส่งผลต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษ เพราะต้องการทราบถึงความเชื่อมั่น แรงจูงใจ และการรับรู้ประโยชน์ และทราบถึงรูปแบบการดำเนินชีวิต ด้านกิจกรรม ด้านความสนใจ และด้านความคิดเห็น โดยมีการศึกษาจากผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา การศึกษาครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตกับความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษ ของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการศึกษา ได้ดังนี้



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตที่มีผลต่อความต้องการผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3. เพื่อศึกษาปัจจัยด้านจิตวิทยาส่งผลต่อความต้องการผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
4. เพื่อศึกษารูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้า หาข้อมูล จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น รายงานการวิจัย เอกสาร โดยจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ นั้นสามารถสรุปได้ ดังนี้

ปัจจัยด้านจิตวิทยา

จิราภา เต็งไตรรัตน์, จิราภา เต็งไตรรัตน์ , วิทยากร เชียงกุล , สงกรานต์ ก่อธรรมนิเวศน์ ได้กล่าวว่า ปัจจัยทางจิตวิทยา เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาที่เกี่ยวกับจิตใจ กระบวนการของจิตใจ กระบวนการความคิด และพฤติกรรมของมนุษย์ที่ศึกษา เช่น การรับรู้ อารมณ์ บุคลิกภาพ พฤติกรรม รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้กับกิจกรรมในด้านต่างๆ ของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น กิจกรรมที่เกิดขึ้นในครอบครัว ระบบการศึกษา การจ้างงาน เป็นต้น รวมไปถึงการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค ซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ที่เป็นปัจจัยที่เกิดจากภายในตัวบุคคลและมีผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้บริโภคโดยตรง การศึกษาปัจจัยทางด้านจิตวิทยาจะช่วยให้การตลาดได้เข้าใจว่า ทำไม (why) และอย่างไร (how) ผู้บริโภคแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งเร้าที่ได้รับ จึงนับว่ามีประโยชน์มากต่อผู้ทำการสื่อสารการตลาด ซึ่งปัจจัยทางจิตวิทยาทั่วไป ประกอบด้วย การสนใจ การรับรู้ การเรียนรู้ ทักษะคติ และบุคลิกภาพ

รูปแบบการดำเนินชีวิต

อาจารย์ รุจีชีพ , วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, Giddens Allen, Karen and Susan ,Ropke , Spaargaren and VanVliet ได้กล่าวว่า รูปแบบการดำเนินชีวิต หมายถึง การที่คนเราพยายามจะมีชีวิตในแบบอย่างที่เขาเชื่อที่ฝันและให้คุณค่ากับการที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับรูปแบบการดำเนินชีวิตที่เรากำลัง

ดำเนินอยู่หรือที่ต้องการจะเป็น ดังนั้นถ้าสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิตได้สำเร็จคนเราก็จะเข้าใจว่าทำไมถึงแสดงออกเช่นนั้น และมีแบบแผนการดำเนินชีวิตเช่นนั้นจะทำให้ชีวิตได้ง่ายขึ้น

ความต้องการ

พจนานุกรมในไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน , ฤชณา ศักดิ์ศรี , วราภรณ์ แสงพลสิทธิ์ , Samuelson , Maslow , Gilmer ได้กล่าวว่า ความต้องการ หมายถึง ความต้องการของคนที่เกิดขึ้นจากสิ่งเร้าต่างๆที่มากระตุ้นทำให้เกิดความต้องการที่จะหาสิ่งต่างๆ มาตอบสนองความต้องการที่เกิดขึ้นโดยวิธีการต่างๆ จนความต้องการนั้นหมดไป และเกิดความต้องการขึ้นมาใหม่ ดังนั้นความต้องการของคนจึงไม่มีที่สิ้นสุด

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาศึกษาปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในครั้งนี้ เป็นการวิจัยด้วยวิธีเชิงคุณภาพ (Quantitative Research) ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ คือ ประชากรกลุ่มวัยทำงาน อายุระหว่าง 20-50 ปี ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาโดยได้เลือกใช้แบบสอบถาม ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง และการสุ่มแบบตามสะดวก โดยได้แบบสอบถามแจกให้กับกลุ่มตัวอย่างคือ ประชากรกลุ่มวัยทำงาน อายุระหว่าง 20-50 ปี ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2559 ซึ่งก่อนที่จะนำแบบสอบถามไปใช้นั้นได้ดำเนินการทดลองใช้แบบสอบถาม (Tryout) จำนวน 30 ชุด และนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบ์รซ์อัลฟา (Cronbach's alpha) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งพบว่ามีความน่าเชื่อถือระหว่าง 0.78-0.91 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์พิจารณา 0.7 (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2549) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษา

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามนั้น เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามดำเนินการตอบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลทั้งหมดจะถูกผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลไว้สำหรับสถิติที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งใช้ในการบรรยายประกอบด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

สรุปผลการวิจัย

สำหรับผลการศึกษาปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในการศึกษานี้ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 400 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 235 คน คิดเป็นร้อยละ 58.80 อายุระหว่าง 21 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 57.30 สถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 41.80 จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 62.00 อาชีพเกษตรกร/รับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 28.87 และมีรายได้อยู่ระหว่าง 10,001 - 35,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 58.50 ตารางที่ 1 แสดงผลรวมระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านจิตวิทยา มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ปัจจัยด้านจิตวิทยา	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านความเชื่อมั่น	4.28	0.66	พึงพอใจอย่างยิ่ง
2. ด้านแรงจูงใจ	4.12	0.78	พึงพอใจอย่างยิ่ง
3. ด้านการรับรู้ประโยชน์	4.26	0.69	พึงพอใจอย่างยิ่ง
รวม	4.22	0.71	พึงพอใจอย่างยิ่ง

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านจิตวิทยาของผู้บริโภคผักปลอดสารพิษในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา ภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.22$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจากมากไปหาน้อย พบว่าด้านที่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านความเชื่อมั่น ($\bar{X} = 4.28$) ด้านการรับรู้ประโยชน์ ($\bar{X} = 4.26$) และด้านแรงจูงใจ ($\bar{X} = 4.21$) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลรวมระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิต มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

รูปแบบการดำเนินชีวิต	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1. ด้านกิจกรรม	3.98	0.83	พึงพอใจอย่างยิ่ง
2. ด้านความสนใจ	4.21	0.76	พึงพอใจอย่างยิ่ง
3. ด้านความคิดเห็น	4.24	0.70	พึงพอใจอย่างยิ่ง
รวม	4.14	0.76	พึงพอใจอย่างยิ่ง

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคผักปลอดสารพิษในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา ภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.14$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจากมากไปหาน้อย พบว่าด้านที่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านความคิดเห็น ($\bar{X} = 4.24$) ด้านความสนใจ ($\bar{X} = 4.21$) และด้านกิจกรรม ($\bar{X} = 3.98$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ความต้องการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1. ท่านจะเลือกซื้อผักปลอดสารพิษทุกครั้งเพราะผักปลอดสารพิษดีต่อร่างกาย	4.32	0.76	พึงพอใจอย่างยิ่ง
2. ท่านจะซื้อผักปลอดสารพิษถึงแม้ว่าจะมีราคาแพงกว่าผักชนิดอื่น	4.08	0.64	พึงพอใจอย่างยิ่ง
3. ท่านจะเลือกซื้อผักปลอดสารพิษเมื่อมีโอกาสเสมอ	4.20	0.72	พึงพอใจอย่างยิ่ง
4. ถ้ามีร้านผักปลอดสารพิษให้ท่านเลือกซื้อท่านจะซื้อแน่นอน	4.36	2.04	พึงพอใจอย่างยิ่ง
รวม	4.24	1.04	พึงพอใจอย่างยิ่ง

จากตารางที่ 3 แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($=4.24$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าทุกข้อมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ถ้ามีร้านผักปลอดสารพิษให้ท่านเลือกซื้อท่านจะซื้อแน่นอน ($=4.36$) ท่านจะเลือกซื้อผักปลอดสารพิษทุกครั้งเพราะผักปลอดสารพิษดีต่อร่างกาย ($=4.32$) ท่านจะเลือกซื้อผักปลอดสารพิษเมื่อมีโอกาสเสมอ ($=4.20$) ท่านจะซื้อผักปลอดสารพิษถึงแม้ว่าจะมีราคาแพงกว่าผักชนิดอื่น ($=4.08$) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านจิตวิทยา และความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร	ความเชื่อมั่น	แรงจูงใจ	การรับรู้ประโยชน์	ความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภค
--------	---------------	----------	-------------------	--

	(1)	(2)	(3)	(4)
(1)	1	0.37**	0.41**	0.30**
(2)		1	0.42**	0.26**
(3)			1	0.32**
(4)				1

**ระดับนัยสำคัญ $p < 0.01$

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการยอมรับปัจจัยด้านจิตวิทยาและความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) พบว่าปัจจัยด้านจิตวิทยา ประกอบด้วย ด้านความเชื่อมั่น (AA1) ด้านแรงจูงใจ (AA2) และด้านการรับรู้ประโยชน์ (AA3) มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($r=0.30$, $r=0.26$, $r=0.32$)

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบการดำเนินชีวิต และความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร	กิจกรรม	ความสนใจ	ความคิดเห็น	ความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภค
	(1)	(2)	(3)	(4)
\bar{x}	3.98	4.21	4.24	4.24
SD.	0.83	0.76	0.70	1.04
(1)	1	0.44**	0.42**	0.33**
(2)		1	0.46**	0.32**
(3)			1	0.41**
(4)				1

**ระดับนัยสำคัญ $p < 0.01$

จากตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบการดำเนินชีวิต และความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) พบว่ารูปแบบการดำเนินชีวิต ประกอบด้วย ด้านกิจกรรม (BB1) ด้านความสนใจ (BB2) และด้านความคิดเห็น (BB3) มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 ($r=0.33$, $r=0.32$, $r=0.41$)

การอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านจิตวิทยาและความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประกอบด้วย ด้านความเชื่อมั่น ด้านแรงจูงใจและด้านการรับรู้ประโยชน์ มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีทางปัจจัยด้านจิตวิทยาของ จีราภา เต็งไตรรัตน์ (2550) ที่กล่าวว่า การศึกษาพฤติกรรมกระบวนการทางจิตเชิงปรนัย เป็นศาสตร์ที่มีขอบเขตกว้างขวาง เป็นองค์ความรู้ทั้งเชิงศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมทุกด้านเกี่ยวกับชีวิตมนุษย์ทั้งทางกาย สังคม อารมณ์ จิตใจ ความคิดสติปัญญา จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาศาสตร์สายนี้คือ เพื่อที่จะเข้าใจ อธิบาย ทำนาย พัฒนาและควบคุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงนุช โกสีย์รัตน์ (2010) ที่ว่าการศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในร้านค้าเพื่อสุขภาพ แขวงศิริราช งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภค

สำหรับรูปแบบการดำเนินชีวิต ประกอบด้วย ด้านกิจกรรม ด้านความสนใจและด้านความคิดเห็น มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีทางรูปแบบการดำเนินชีวิต อาจารย์ รุจิชีพ (2551) ที่กล่าวว่า รูปแบบการดำเนินชีวิต หมายถึง พฤติกรรมการใช้ชีวิต ใช้เงิน และใช้เวลา ของบุคคลคนนั้น ซึ่งแสดงออกมาให้ปรากฏซ้ำๆ กันในสี่มิติต่อไปนี้ คือ มิติทางด้านลักษณะประชากรที่ประกอบกันเข้าเป็นตัวคนคนนั้น (Demographics) กิจกรรมที่เขาเข้าไปมีส่วนร่วม (Activities) ความสนใจที่เขามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Interest) และความคิดเห็นที่เขามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (opinions) มิติทั้ง 3 อย่างหลังนี้ มักนิยมเรียกว่า AIODemographics และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ รอดลอย (2557) ที่ว่าการศึกษาวิจัยเรื่อง รูปแบบการดำเนินชีวิต การรับรู้ข่าวสาร และทัศนคติ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภค ผักกอร์แกนิกของผู้บริโภคในเขตจังหวัดนนทบุรี ที่เห็นได้ว่ารูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเรื่องความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษด้วยวิธีเชิงลึกในครั้งต่อไป
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเรื่อง ความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษ ของผู้บริโภคจากแหล่งอื่นๆ เช่น ร้านอาหารเพื่อสุขภาพ โรงพยาบาล เป็นต้น และพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษของกลุ่มผู้บริโภคแหล่งอื่นๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการตลาดเพื่อตอบสนองให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยเรื่องปัจจัยด้านจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสุธิดา นุริตมนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิจัยมาโดยตลอดผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิไลวรรณ ศรีสงคราม และคณะ, 2549, หน้า 2 จิตวิทยาเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม และกระบวนการทางจิตซึ่งหมายถึง ... พฤติกรรมภายใน โดยที่บุคคลอาจจะไม่รู้ตัวเลยก็ได้ (วิไลวรรณ ศรีสงคราม และคณะ, 2549, หน้า 2). www.novabizz.com >
- [2] วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (2555) <https://www.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/download/.../26632>
- [3] สงกรานต์ ก่อธรรมนิเวศน์, 2552, หน้า 300).จิตวิทยา เป็นวิชาที่ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิญญาณหรือจิตใจของสิ่งมีชีวิต การนึกคิด รับรู้พฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ . www.novabizz.com
- [4] ลักษณ์ สริวัฒน์(2549) ให้ความหมายการรับรู้ หมายถึง การเกิดสัมผัสอย่างมีความหมายความสัมพันธ์ www.rpu.ac.th/Library_web/doc/RC_RR/2552_Manage_Nittaya.pdf
- [5] สงกรานต์ ก่อธรรมนิเวศน์, 2552, หน้า 300).จิตวิทยา เป็นวิชาที่ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิญญาณหรือจิตใจของสิ่งมีชีวิต การนึกคิด รับรู้พฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ . www.novabizz.com
- [6] (เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์,2549:125-126) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจ หมายถึง ความรู้สึกส่วนตัวของบุคคลในการ.202.29.22.172/fulltext/2557/109709/chapter2.pdf
- [7] เสถียร เหลืองอร่าม2549 : 78 – 80) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจไว้ 3 ประการ คือ แรงจูงใจ 202.29.22.172/fulltext/2557/109709/chapter2.pdf
- [8] สุนา บุญหลาย (2550: 45-46) ให้ความหมายของการรับรู้หมายถึงกระบวนการ www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Wutthichai.../fulltext.pdf
- [9] Larzelere& Huston, 1980) ความไว้วางใจ ด้านภาพลักษณ์องค์กรและปัจจัยความภักดีด้านพฤติกรรมผู้บริโภค dspace.bu.ac.th/bitstream/123456789/1179/1/maliwan_saen.pdf
- [10] Moorman, Deshpande, & Zaltman., 1992, p.) แลกเปลี่ยนของคนคนหนึ่งด้วยความเชื่อมั่น thaiejournal.com/journal/2556volumes2M/40.pdf

ส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์
อาหารคลีน ในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Marketing mix and motivation relationship between to consumer's decision
making to purchase clean foods in PhraNakhon Sri Ayutthaya province

กัญญภัทร บุ่งสุด¹ กิตติยา สุทธิภู² จิรัชยา ปานเพ็ชร^{3*} ปัทมาภรณ์ ขาวสุธรรม⁴ ภาณิชา สุขสุรัส⁵ อ.ชุตินันท์ วิลามาศ⁶

อ.นันทิตา เพชรภรณ์⁷ ผศ.ดร.วสุธิตา นูริตมนต์⁸

Kanyapat bungsud¹ Kittiya suddipho² Jirachaya Panpetch³ Pattamaporn kuwsutam⁴

Panicha sukuras⁵ Chutinun Wilamas⁶ Nantita Petcharaporn⁷ Wasutida Nurittamont⁸

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

*E-mail : Jirachaya.foammy@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างจากผู้บริโภคอาหารคลีนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 400 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ผลการศึกษาพบว่า ส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน การศึกษาข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการเดิม และผู้ประกอบการรายใหม่ที่จะเข้ามาลงทุนในการผลิตภัณฑอาหารคลีน และนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจลงทุน

คำสำคัญ : แรงจูงใจ ส่วนประสมทางการตลาด การตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน

Abstract

The purpose of this study aims to find the factors of marketing mix and motivation which has an relation to consumer's decision making to purchase clean foods in PhraNakhon Sri Ayutthaya province. In order to gather information, the questionnaires had been conducted from 400 consumers, who buy clean foods in this area. A descriptive analytic was performed in terms of frequency, percentage, mean, standard deviation, as well as finding a relation between the following variables. As a result, it was found that the factors of marketing mix and motivation has an relationship between to decision making to purchase clean foods. All in all, this study will be remarkably useful for those existing entrepreneurs and the new comers to adapt the information for their decision making to invest on clean food business in the future.

Keyword : motivation , marketing mix (4Ps) , decision making to buy clean food product

1. บทนำ

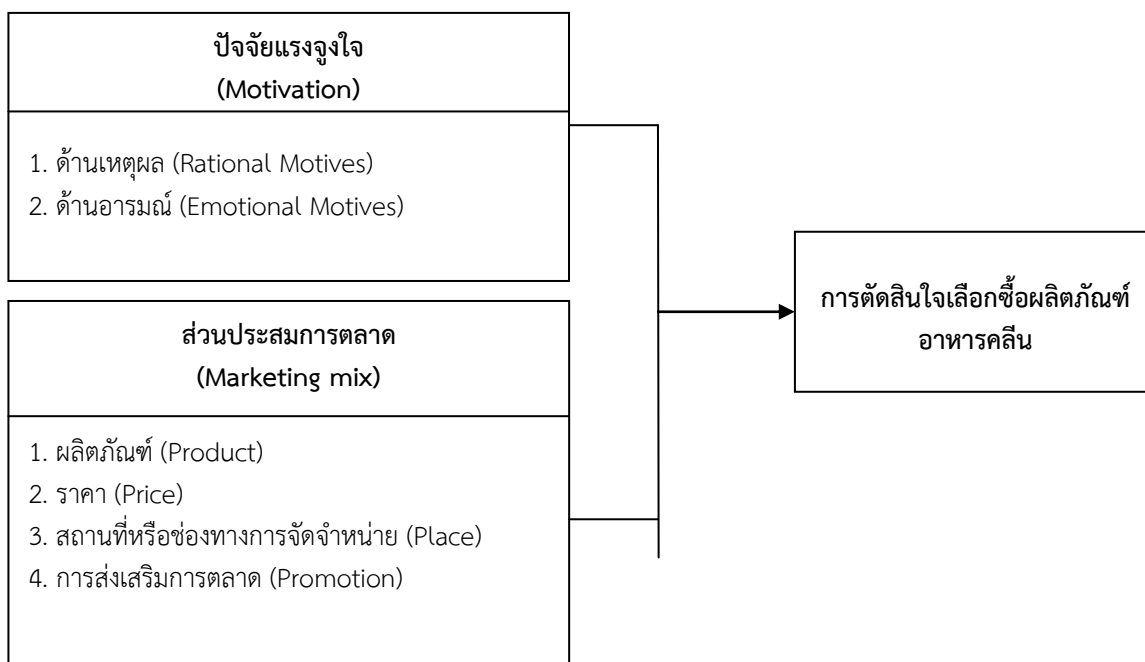
การดำเนินชีวิตของมนุษย์ในสังคมที่มีการแข่งขันและความเร่งรีบ จึงทำให้เกิดการบริโภคอาหารที่ไม่ถูกหลัก ซึ่งเป็นผลให้ร่างกายได้รับสารอาหารไม่ครบ 5 หมู่ โดยเฉพาะอาหารในยุคปัจจุบันที่สามารถหาซื้อได้ง่ายและรวดเร็ว เช่นอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ด หรือที่เรียกกันว่า อาหารขยะ (Junk Food) นั้นเป็นอาหารที่ผ่านการดัดแปลงปรุงแต่งทำให้มีปริมาณไขมันและปริมาณเกลือที่สูง ซึ่งอาหารประเภทย่อมมีส่วนอันตรายต่อร่างกาย ทั้งสิ้นหากได้รับในปริมาณที่ไม่เหมาะสม ถ้าบริโภคสะสมเป็นเวลานานก็จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคร้ายต่างๆ ตามมาในอนาคต เช่น โรคอ้วนหรือโรคไต เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันเด็กและวัยรุ่นมีแนวโน้มที่จะเป็นโรคอ้วนกันมากขึ้น ด้วยสาเหตุนี้ประชากรยุคใหม่จึงเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพมากขึ้น โดยการออกกำลังกายควบคู่ไปกับการใส่ใจในการเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์และสารอาหารที่ร่างกายต้องได้รับ คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ วิตามิน และไขมัน หากได้รับสารอาหารเหล่านี้อย่างเหมาะสมก็จะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ จะเห็นว่ามีการกระแสนิยมการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น และเป็นที่ได้รับความสนใจอย่างมากในขณะนี้ คือ การรับประทานอาหารแบบคลีนฟู้ด เป็นอาหารที่ผ่านการปรุงแต่งหรือดัดแปลงน้อยที่สุด เน้นความเป็นธรรมชาติมากที่สุด เพื่อให้ร่างกายได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วน ได้แก่ อาหาร จำพวก ผัก ผลไม้สด ธัญพืช อาหารที่ไม่ผ่านการขัดสี อาหารที่ไม่ปรุงรสจัด อาหารประเภทยิ่งจัดเป็นอาหารที่เน้นประโยชน์ต่อสุขภาพโดยตรง ทำให้ในปัจจุบันอาหารคลีนจึงได้รับความนิยมจากผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

อาหารคลีน ถือเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและกำลังเป็นที่นิยมอยู่ในปัจจุบัน สง่า ดามาพงษ์ [1] ผู้เชี่ยวชาญด้านโภชนาการ และผู้จัดการโครงการโภชนาการสมวัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) อธิบายว่า “คลีนฟู้ด” (Clean Food) เป็นคำเรียกที่ตั้งขึ้นมาเพื่อให้ผู้คนได้เกิดความตระหนักว่า “การกินอาหารที่ถูกหลักโภชนาการ มีความปลอดภัยไม่มีสารปนเปื้อน และกินอย่างเพียงพอ ครบ 5 หมู่ ควบคู่กับการออกกำลังกาย คือ การนำมาซึ่งสุขภาพที่ดี เพราะการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวโดยไม่คำนึงถึงอาหารการกินนั้นไม่เป็นผล” นอกจากนี้ถ้ามองถึงประโยชน์ของอาหารคลีนจะพบว่าอาหารประเภทยิ่ง เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะให้ผลดีต่อสุขภาพในหลายๆ ด้านอีกด้วย

เนื่องจากกระแสนิยมของคนรักสุขภาพกำลังมาแรงและเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย จากสถิติของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) [2] ระบุว่า สาเหตุการตายของประชากรไทยได้เปลี่ยนไปจากเดิมมาก ในอดีตคนไทยตายมากเพราะโรคติดต่อที่แพร่ระบาดไปได้ทั้งทางน้ำ อากาศ หรือโดยพาหะนำโรคชนิดต่างๆ แต่ในปัจจุบันการตายของประชากรไทยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากพฤติกรรมมารกินอยู่และการใช้ชีวิตของตนเอง การรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้คนส่วนใหญ่มีสุขภาพที่ดีขึ้น และลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล [3] รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมบริโภคอาหารของคนไทย พบว่า ในการรับประทานอาหารสิ่งที่คำนึงถึงเป็นอันดับแรกก่อนเลือกซื้ออาหาร คือ รสชาติ ร้อยละ 24.50 รองลงมาคือ ความสะอาด ร้อยละ 19.40 ความชอบ 17.00 อยากรู้อยากเห็น ร้อยละ 14.90 คุณค่าทางโภชนาการ ร้อยละ 12.80 ความสะดวก รวดเร็วและราคา ร้อยละ 10.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในการเลือกซื้ออาหาร ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเลือกซื้ออาหารเพราะรสชาติ มีเพียงร้อยละ 12.80 เท่านั้นที่คำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการที่ได้รับ นอกจากนี้ องค์การอนามัยโลก [4] ได้รายงานว่า ประชากรทั่วโลกในแต่ละปีจะเสียชีวิตด้วยสาเหตุจากโรคติดต่อ (Non-communicable Diseases: NCD) ประมาณร้อยละ 60.00 ของการเสียชีวิตทั้งหมด ร้อยละ 80.00 จะเกิดขึ้นในคนที่รายได้ต่ำถึงปานกลาง เพราะมักเป็นกลุ่มคนที่มีการดูแลสุขภาพได้ไม่ดี

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อทราบถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคและเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจประกอบธุรกิจเกี่ยวกับอาหารคลีนในอนาคต

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ซึ่งสามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการศึกษา ได้ดังนี้



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้บริโภคที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3. เพื่อศึกษาส่วนประสมทางการตลาดมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
4. เพื่อศึกษาแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้า หาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น รายงานการวิจัย เอกสาร โดยจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ นั้นสามารถสรุปได้ ดังนี้

แรงจูงใจ

Wilkie [5] ได้กล่าวถึงแรงจูงใจว่า หมายถึง กระบวนการที่ทำให้บุคคลปฏิบัติหรือประพฤติในแบบใดแบบหนึ่ง และเพิ่มเติมว่าแรงจูงใจเป็นพื้นฐานของกิจกรรมทุกชนิดของผู้บริโภค แรงจูงใจจะเกี่ยวข้องกับ การเริ่มต้นพฤติกรรมว่าเริ่มต้นได้อย่างไร ถูกผลักดันอย่างไร ยังคงมีพฤติกรรมนั้นอย่างไร มีทิศทางพฤติกรรมอย่างไร และบุคคลนั้นหยุดพฤติกรรมนั้นอย่างไร อาริดา ส่วบุตร [6] ได้ให้ความหมาย แรงจูงใจ หมายถึง สภาวะที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง และเสรี วงษ์มณฑา [7] กล่าวว่า แรงจูงใจ หมายถึง พลังกระตุ้น (Drive) ภายในของแต่ละบุคคล ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติ

แนวคิดเกี่ยวกับแรงจูงใจ มีการกล่าวถึงแนวคิด ดังนี้ การจูงใจและสิ่งจูงใจ Schiffman and Kanuk [8] ได้กล่าวว่า การจูงใจ (Motivation) หมายถึง พลังสิ่งกระตุ้น (Drive) จากภายในของแต่ละบุคคล ซึ่งกระตุ้นให้บุคคลปฏิบัติ ดังนั้นการจูงใจจึงเป็นอิทธิพลภายในตัวบุคคลซึ่งผลักดันให้เขาเกิดพฤติกรรม เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ สิ่งจูงใจ (Motivator) เป็นปัจจัยที่สามารถสร้างให้เกิดความพึงพอใจ (Satisfaction) ซึ่งจะมีอิทธิพลในการชักจูงบุคคลให้แสดงพฤติกรรมต่างๆ เสรี วงษ์มณฑา [7] ได้เสนอแนวคิดในเรื่องธรรมชาติของแรงจูงใจในการซื้อว่า แรงจูงใจเป็นสิ่งที่อยู่เบื้องหลังการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ธรรมชาติของแรงจูงใจ (Nature of Motive) ของมนุษย์ประกอบด้วย 1) แรงจูงใจที่มีพื้นฐานมาจากความต้องการ (Based on needs) คือ มีแรงจูงใจที่เกิดขึ้นจากความต้องการ ซึ่งความต้องการแบบนี้มีหรือไม่มีก็ได้ ซึ่งไม่จัดเป็นแรงจูงใจ เมื่อไหร่ที่ความต้องการมีความรุนแรงขึ้น จนเกิดความตึงเครียดและกลายเป็นแรงจูงใจขึ้นมา 2) แรงจูงใจเป็นความหงุดหงิด หรือความตึงเครียด (Frustration) 3) การมุ่งหมายความสำคัญไปที่เป้าหมาย (Goal-Directed) คือ การพยายามที่จะแก้ไขปัญหาต่างๆ ซึ่งจะต้องมีทิศทางที่แน่ชัดและทิศทางที่ว่านั้นจะต้องมุ่งตรงสู่เป้าหมายของชีวิตเป็นการรวมพลัง 4) การรวบรวมความพยายาม (Muster Up all the Efforts) เมื่อพยายามจะรวมพลัง รวมความพยายามต่างๆ ทั้งหลาย เพื่อจะบรรลุเป้าหมายที่เราต้องการจะแก้ไขให้ได้ การจูงใจเป็นสิ่งกระตุ้นให้บุคคลเกิดพฤติกรรมการแสดงออก พิบูล ทีปะบาล [9] ได้แบ่งประเภทของแรงจูงใจในการซื้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ 1) แรงจูงใจด้านเหตุผล (Rational Buying Motives) เป็นแรงจูงใจที่เกิดจากการใคร่ครวญพิจารณาของผู้ซื้ออย่างมีเหตุผลก่อนว่าทำไมจึงซื้อสินค้าชนิดนั้น 2) แรงจูงใจด้านอารมณ์ (Emotional Buying Motives) แรงจูงใจที่มีผลผลักดันให้ผู้ซื้อตัดสินใจซื้อสินค้า อันเป็นผลมาจากอารมณ์ ความรู้สึก

ส่วนประสมทางการตลาด

ธงชัย สันติวงษ์ [10] กล่าวว่า ส่วนประสมทางการตลาด หมายถึง การประสมที่เข้ากันได้เป็นอย่างดีเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของการกำหนดราคา การส่งเสริมการขาย ผลิตภัณฑ์ที่เสนอขายและระบบการจัดจำหน่าย ได้มีการจัดออกแบบเพื่อใช้สำหรับการเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการ ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ [11] ได้ให้ความหมาย ส่วนประสมทางการตลาด (marketing mix) หมายถึง ตัวแปรทางการตลาดที่ควบคุมได้ซึ่งธุรกิจใช้ร่วมกันเพื่อสนองความพึงพอใจแก่กลุ่มเป้าหมาย และเสรี วงษ์มณฑา [7] ได้อธิบายส่วนประสมทางการตลาด หมายถึง การมีสินค้าที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายได้ในราคาที่ผู้บริโภคยอมรับได้และผู้บริโภคยินดีจ่าย เพราะว่ามันมองเห็นว่าคุ้มค่ารวมถึงการจัดจำหน่ายกระจายสินค้าให้สอดคล้องกับพฤติกรรมในการซื้อหา เพื่อให้ความสะดวกแก่ลูกค้า ด้วยความพยายามจูงใจให้เกิดความชอบในสินค้า

แนวคิดเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาด มีการกล่าวถึงแนวคิด ดังนี้ Kotler [12] ได้เสนอแนวคิด ส่วนประสมทางการตลาด (marketing mix หรือ 4P's) หมายถึง ตัวแปรทางการตลาดซึ่งควบคุมได้ ซึ่งใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจต่อกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยเครื่องมือต่อไปนี้ 1) ผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง สิ่งที่เสนอขายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้พึงพอใจ ผลิตภัณฑ์ที่เสนอขายอาจจะมีตัวตนหรือไม่มีตัวตนก็ได้ ผลิตภัณฑ์จึงประกอบด้วย สินค้า บริการ ความคิด สถานที่ องค์กรหรือบุคคล ผลิตภัณฑ์ต้องมีอรรถประโยชน์ (Utility) มีคุณค่า (Value) ในสายตาของลูกค้า จึงจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้ 2) ราคา (Price) หมายถึง คุณค่าผลิตภัณฑ์ในรูปตัวเงิน ราคาเป็น p ตัวที่สองที่เกิดขึ้นมาจาก Product ราคาเป็นต้นทุน (Cost) ของลูกค้า ผู้บริโภคจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่า (Value) ผลิตภัณฑ์กับราคา (Price) ของผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าคุณค่าสูงกว่าราคา เขาก็จะตัดสินใจซื้อ 3) การจัดจำหน่าย (Place หรือ Distribution) หมายถึง โครงสร้างของช่องทางซึ่งประกอบด้วยสถาบันและกิจกรรมใช้เพื่อเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และบริการจากองค์การไปตลาด สถาบันที่พาผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดเป้าหมาย ก็คือสถาบันการตลาด ส่วนกิจกรรมที่ช่วยในการกระจายตัวสินค้า ประกอบด้วย การขนส่ง การคลังสินค้า และการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง 4) การส่งเสริมการตลาด (Promotion) เป็นการติดต่อสื่อสารเกี่ยวกับข้อมูลระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อ เพื่อสร้างทัศนคติและพฤติกรรมในการซื้อ การติดต่อสื่อสารอาจใช้พนักงานขายทำการขาย (Personal selling) และการติดต่อสื่อสารโดยไม่ใช้คน (Nonpersonal selling)

การตัดสินใจเลือกซื้อ

ฉัตยาพร เสมอใจ และมัทนียา สมมิ [13] ได้กล่าวว่า การตัดสินใจซื้อ หมายถึง กระบวนการในการเลือกที่จะกระทำการใดสิ่งหนึ่งจากทางเลือกต่างๆ ที่มีอยู่ซึ่งผู้บริโภคมักจะตัดสินใจในทางเลือกต่างๆ ของสินค้าและบริการอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน โดยที่ผู้บริโภคจะเลือกซื้อสินค้าหรือบริการตามข้อมูลและข้อจำกัดของ สถานการณ์ ซึ่งถ้ามีการตลาดสามารถทำความเข้าใจและเข้าถึงจิตใจของผู้บริโภค การกระจายสินค้าและสร้างความยอมรับของผู้บริโภคก็จะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และอรชร มณีสงฆ์ [14] กล่าวว่า การตัดสินใจซื้อ คือ กระบวนการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่ผู้บริโภครับรู้ถึงความต้องการของตนเอง ดังนั้นจึงมีการแสวงหาข้อมูล เปรียบเทียบประเมินทางเลือกต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบแล้วจะได้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจซื้อและหลังจากเมื่อซื้อไปแล้วนั้นผู้บริโภคยังมีการประเมินผลการซื้อในครั้งนั้นๆ เพื่อใช้เป็นหนึ่งในองค์ประกอบในการตัดสินใจซื้อครั้งต่อไป

แนวคิดเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกซื้อ มีการกล่าวถึงแนวคิด ดังนี้ กระบวนการตัดสินใจซื้อ ธงชัย สันติวงษ์ [15] ได้อธิบายว่า ก่อนที่ผู้บริโภคจะทำการตัดสินใจซื้อได้นั้นจะต้องผ่านขั้นตอนความคิดอื่นๆ มาก่อน จากการสำรวจผู้บริโภคจำนวนมากในกระบวนการซื้อ พบว่าผู้บริโภคผ่านกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การรับรู้ถึงความต้องการ การค้นหาข้อมูล การประเมินทางเลือก การตัดสินใจซื้อ ความรู้สึกภายหลังการซื้อ และศิริวรรณ เสรีรัตน์ [16] กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค คือ ผู้บริโภคแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างกันของลักษณะทางกายภาพ และสภาพแวดล้อมของแต่ละบุคคล ทำให้การตัดสินใจซื้อของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ดังนั้นนักการตลาดจึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคอย่างเหมาะสม โดยแบ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคออกเป็น 2 ประการ ได้แก่ 1) ปัจจัยภายใน เป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นจากตัวบุคคล ในด้านความคิดและการแสดงออก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากสภาพแวดล้อมต่างๆ 2) ปัจจัยภายนอก หมายถึง ปัจจัยที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวบุคคลซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิดและพฤติกรรมของผู้บริโภค

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีนในครั้งนี้ เป็นการวิจัยด้วยวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริโภคอาหารคลีนในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไม่ทราบจำนวน มีอายุตั้งแต่ 20-60 ปี โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาโดยได้เลือกใช้แบบสอบถาม ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) โดยใช้วิธีบังเอิญ โดยได้แบบสอบถามแจกให้กับกลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ที่บริโภคผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน ถึง เดือนพฤศจิกายน 2559 ซึ่งก่อนที่จะนำแบบสอบถามไปใช้นั้นได้ดำเนินการทดลองใช้แบบสอบถาม (Tryout) จำนวน 30 ชุด และนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาชอัลฟา (Cronbach's alpha) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งพบว่าค่าที่ได้ อยู่ระหว่าง 0.72 - 0.90 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์พิจารณา 0.70 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษา

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามนั้น เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามดำเนินการตอบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลทั้งหมดจะถูกผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ สำหรับสถิติที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งใช้ในการบรรยายประกอบด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 67.00 มีอายุระหว่าง 21–30 ปี คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีสถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 53.00 มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 58.30 มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 37.30 และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ในระหว่าง 15,001–20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 39.30

ตารางที่ 1 แสดงผลรวมระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับแรงจูงใจของผู้บริโภคอาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ปัจจัยด้านแรงจูงใจ	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
แรงจูงใจด้านเหตุผล	4.12	0.60	มาก
แรงจูงใจด้านอารมณ์	3.88	0.64	มาก
รวม	4.00	0.55	มาก

จากตารางที่ 1 แสดงระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับแรงจูงใจของผู้บริโภคอาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งประกอบด้วย แรงจูงใจด้านเหตุผล และแรงจูงใจด้านอารมณ์ เมื่อพิจารณาพบว่า ทั้ง 2 ตัวแปร มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ แรงจูงใจด้านเหตุผล (= 4.12) และแรงจูงใจด้านอารมณ์ (= 3.88) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลรวมระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคอาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1. ด้านผลิตภัณฑ์	4.00	0.64	มาก
2. ด้านราคา	3.89	0.65	มาก
3. ด้านสถานที่	3.70	0.73	มาก
4. ด้านการส่งเสริมการตลาด	3.78	0.66	มาก
รวม	3.84	0.57	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาดของผู้บริโภคอาหารคลีน ในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งประกอบด้วย ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านสถานที่ และด้านการส่งเสริมการตลาด เมื่อพิจารณาพบว่า ทั้ง 4 ตัวแปรมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ด้านผลิตภัณฑ์ (= 4.00) ด้านราคา (= 3.89) ด้านการส่งเสริมการตลาด (= 3.78) และด้านสถานที่ (= 3.70) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลรวมระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
--	-----------	------	----------------------

ท่านชอบบริโภคอาหารคลีนมากกว่าอาหารฟาสต์ฟู้ด	3.91	0.86	มาก
ท่านซื้ออาหารคลีนเพื่อบริโภคอย่างสม่ำเสมอ	3.80	0.88	มาก
หากมีอาหารคลีนให้ท่านเลือกซื้อ ท่านจะเลือกซื้ออาหารคลีนเป็นอันดับแรก	3.77	0.88	มาก
หากมีอาหารคลีนให้ท่านเลือกซื้อท่านจะซื้อแน่นอน	3.84	0.87	มาก
รวม	3.83	0.73	มาก

จากตารางที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับท่านซื้ออาหารคลีนเพื่อบริโภคอย่างสม่ำเสมอ หากมีอาหารคลีนให้ท่านเลือกซื้อท่านจะเลือกซื้ออาหารคลีนเป็นอันดับแรก หากมีอาหารคลีนให้ท่านเลือกซื้อท่านจะซื้อแน่นอน ท่านชอบบริโภคอาหารคลีนมากกว่าอาหารฟาสต์ฟู้ด เมื่อพิจารณาพบว่าทุกตัวแปรมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยสามารถเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ถ้าท่านชอบบริโภคอาหารคลีนมากกว่าอาหารฟาสต์ฟู้ด ($\bar{x} = 3.91$) หากมีอาหารคลีนให้ท่านเลือกซื้อท่านจะซื้อแน่นอน ($\bar{x} = 3.84$) ท่านซื้ออาหารคลีน เพื่อบริโภคอย่างสม่ำเสมอ ($\bar{x} = 3.80$) และหากมีอาหารคลีนให้ท่านเลือกซื้อท่านจะเลือกซื้ออาหารคลีนเป็นอันดับแรก ($\bar{x} = 3.77$) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแรงจูงใจ และการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร	แรงจูงใจ ด้านเหตุผล (1)	แรงจูงใจ ด้านอารมณ์ (2)	การตัดสินใจเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์อาหารคลีน (3)
\bar{x}	4.12	3.88	3.83
S.D	0.60	0.64	0.73
1	1	0.60**	0.49**
2		1	0.54**
3			1

ระดับนัยสำคัญ $p < 0.01$, *ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแรงจูงใจ และการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีนในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแรงจูงใจ ประกอบด้วยแรงจูงใจด้านเหตุผล แรงจูงใจด้านอารมณ์ มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรส่วนประสมทางการตลาด และการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร	ด้านผลิตภัณฑ์ (1)	ด้านราคา (2)	ด้านสถานที่ (3)	ด้านการส่งเสริม การตลาด (4)	การตัดสินใจเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์อาหารคลีน (5)
\bar{x}	4.00	3.89	3.70	3.78	3.83
S.D	0.64	0.65	0.73	0.66	0.73
1	1	0.69**	0.51**	0.61**	0.57**

2	1	0.61**	0.70**	0.59**
3		1	0.71**	0.52**
4			1	0.60**

ระดับนัยสำคัญ $p < 0.01$, *ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

จากตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์สัมพันธระหว่างตัวแปรส่วนประสมทางการตลาด และการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ประกอบด้วย ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านสถานที่ ด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01

การอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าแรงจูงใจ ประกอบด้วย แรงจูงใจด้านเหตุผล และแรงจูงใจด้านอารมณ์ มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า ผู้บริโภคมีความเชื่อว่าการบริโภคอาหารคลีนจะส่งผลดีต่อสุขภาพ อีกทั้งอาหารคลีนมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าอาหารทั่วไป มีแคลอรีต่ำ มีสารปรุงแต่งน้อย และมีกระบวนการปรุงที่สะอาดได้มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของ พิบูล ทีปะपाल [9] ที่ได้กล่าวว่า แรงจูงใจด้านเหตุผล เป็นแรงจูงใจที่เกิดจากการใคร่ครวญพิจารณาของผู้ซื้ออย่างมีเหตุผลก่อนว่าทำไม่จึงซื้อสินค้าชนิดนั้น และแรงจูงใจด้านอารมณ์ เป็นแรงจูงใจที่มีผลผลักดันให้ผู้ซื้อตัดสินใจซื้อสินค้า อันเป็นผลมาจากอารมณ์ ความรู้สึก

สำหรับส่วนประสมทางการตลาด ประกอบด้วย ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านสถานที่ และด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีน ในเขต จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดในทุกด้าน อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของ Kotler [12] ได้เสนอแนวคิดที่ว่า ส่วนประสมทางการตลาด (marketing mix หรือ 4P's) เป็นตัวแปรทางการตลาดที่ควบคุมได้ ซึ่งใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจต่อกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยเครื่องมือต่อไปนี้ 1) ผลิตภัณฑ์ (Product) เป็นสิ่งที่เสนอขายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้พึงพอใจ ผลิตภัณฑ์ที่เสนอขายอาจจะมีตัวตนหรือไม่ตัวตนก็ได้ ผลิตภัณฑ์จึงประกอบด้วย สินค้า บริการ ความคิด สถานที่ องค์กรหรือบุคคล ผลิตภัณฑ์ต้องมอบคุณประโยชน์ มีคุณค่า ในสายตาของลูกค้า จึงจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้ 2) ราคา (Price) เป็นคุณค่าผลิตภัณฑ์ในรูปตัวเงิน ผู้บริโภคจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่าผลิตภัณฑ์กับราคาของผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าคุณค่าสูงกว่าราคาเขาก็จะตัดสินใจซื้อ 3) การจัดจำหน่าย (Place หรือ Distribution) เป็นโครงสร้างของช่องทางซึ่งประกอบด้วยสถาบันและกิจกรรมใช้เพื่อเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และบริการจากองค์การไปตลาด สถาบันที่พาผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดเป้าหมาย ก็คือสถาบันการตลาด ส่วนกิจกรรมที่ช่วยในการกระจายตัวสินค้า ประกอบด้วย การขนส่ง การคลังสินค้า และการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง 4) การส่งเสริมการตลาด (Promotion) เป็นการติดต่อสื่อสารเกี่ยวกับข้อมูลระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อ เพื่อสร้างทัศนคติและพฤติกรรมการซื้อ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีธัญญา เกษวัฒนากุล [17] พบว่า การศึกษาส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคในทุกด้าน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรทราบถึงแรงจูงใจที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารคลีนของผู้บริโภค เพื่อจะนำมาใช้ในการทำธุรกิจอาหารคลีน ว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับแรงจูงใจตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านอารมณ์ ซึ่งเกิดจาก ความชื่นชอบส่วนตัว ความนิยมในปัจจุบัน การเห็นผู้อื่นบริโภค ข้อมูลที่นำเสนอต่างๆ เป็นต้น 2) ด้านเหตุผล เช่น อาหารคลีนมีโภชนาการสูง แต่แคลอรีต่ำ เป็นอาหารที่มีการปรุงรสน้อย มีมาตรฐานความปลอดภัย เป็นต้น

2. ควรให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดในทุกด้านที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจซื้ออาหารคลีนตามลำดับที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ ดังนี้ 1) ด้านการส่งเสริมการตลาด ควรมีการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ แจกแผ่นพับ ใบปลิวให้ข้อมูลข่าวสารและคุณประโยชน์ของอาหารคลีนให้ผู้บริโภคได้รับรู้อย่างทั่วถึง รวมทั้งมีการสาธิตวิธีการทำอาหารให้ผู้บริโภคได้เห็นว่าสะอาด ปลอดภัย ได้มาตรฐาน 2) ด้านราคา ควรมีการตั้งราคาที่หลากหลาย มีความเหมาะสมกับคุณภาพและปริมาณของอาหารคลีน 3) ด้านผลิตภัณฑ์ ควรผลิตอาหารคลีนที่มีความอร่อย สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน ใช้สารปรุงแต่งรสให้น้อยที่สุด และรักษาคุณค่าทางโภชนาการให้มากที่สุด 4) ด้านสถานที่ ควรมีการจำหน่ายในแหล่งชุมชนที่สามารถหาซื้อได้ง่าย รวมทั้งมีบริการส่งแบบ Delivery เพื่อความสะดวกสบายของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วสุธิดา นุริตมนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเล่มนี้ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิจัยมาโดยตลอด รวมถึงได้รับความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สง่า ดามาพงษ์. **คลีนฟู้ด อีกมิติของการกินเพื่อสุขภาพ**, 2557. สืบค้นจาก <http://thaihealth.or.th/Content/25051-'คลีนฟู้ด'%20อีกมิติของการกินเพื่อสุขภาพ.html>
- [2] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. **การเจ็บป่วยและการตาย**, 2555. สืบค้นจาก <http://thaihealth.or.th/Content/20342-การเจ็บป่วยและการตาย.html>
- [3] สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. **พฤติกรรมบริโภคของคนไทย**, 2556. สืบค้นจาก <http://tcijthai.com/news/2013/11/watch/3464>
- [4] องค์การอนามัยโลก. **กลุ่มโรค NCDs**, 2552. สืบค้นจาก <http://thaihealth.or.th/microsite/categories/5/ncds/2/173/176-กลุ่มโรค+NCDs.html>
- [5] Wilkie. **Consumer behavior**, 3rd ed. New York : John Wiley & Sons, Inc, 1996.
- [6] อาริดา สั่วบุตร. **การบริหารการตลาด**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2539.
- [7] เสรี วงษ์มณฑา. **การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค**. กรุงเทพฯ : ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์, 2542.
- [8] Schiffman and Kanuk. **Consumer behavior**. (9th ed.). Upper Saddle River, NJ : Pearson Education International, 2007
- [9] พิบูล ทีปะपाल. **การบริหารการตลาด**. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์, 2537.
- [10] ธงชัย สันติวงษ์. **พฤติกรรมผู้บริโภคทางการตลาด**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2540.
- [11] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. **พฤติกรรมผู้บริโภค ฉบับพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, 2541.
- [12] Kotler. **Marketing management : analysis, planning, implementation and control**. (9th ed.). New Jersey : A Si Schuster Company, 1997.
- [13] ฉัตรยาพร เสมอใจ และมัทนียา สมมิ. **หลักการตลาด**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ประกายพรึก, 2545.

- [14] อรชร มณีสงฆ์. **พฤติกรรมผู้บริโภค**. เชียงใหม่ : ภาควิชาการตลาด คณะบริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.
- [15] ธงชัย สันติวงษ์. **กลยุทธ์การจัดการ**. กรุงเทพฯ : เคล็ดไทย, 2537
- [16] ศิริวรรณ เสรีรัตน์. **กลยุทธ์การตลาดและการบริหารการตลาด**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, 2538.
- [17] ศรีัญญา เกษวัฒนากุล. **ส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่ของผู้บริโภค ในเขตอำเภอ หัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์**. ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด, 2559.

รูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการ
ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทย
ในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Lifestyle and Image of Tourism in relationship between Tourist's need for Self-
Touring of Thailand in PhraNakhon Sri Ayutthaya

สุภาพร พันธุ์รอด^{1*} สุนันทา พรหมสวัสดิ์² อภินันท์ บุญธรรม³ สุเมธ กระจ่างพันธ์⁴

นันทิตา เพชรารภรณ์ วสุธิดา นูริตมณต์ ปราชัญญ์ พวงเงิน

Suphapon Phanrod^{1*} Sunanta Promsawat² Apinan Boontham³ Sumet krajangpat⁴

Nantita Petcharaporn⁵ Wasutida Nurittamont⁶ Prach Phaungngern⁷

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

19 ถ. อุทอง ต. ท่าवासูกรี อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา 13000

Faculty of Business Administration and Information Technology ,Rajamangala University of
Technology Suvarnabhumi

19 Uthong Rd, TaWasukre, PhraNakhon Sri Ayutthaya, PhraNakhon Sri Ayutthaya, 13000

E-mail :Sulovesu2009@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษารูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล กลุ่มตัวอย่างคือนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 400 คน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาผลลัพธ์ควรนำไปใช้เป็นแนวทางการตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันสำหรับธุรกิจท่องเที่ยว

คำสำคัญ: รูปแบบการดำเนินชีวิต, ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the relationship between Lifestyle and Image of Tourism in relationship between Tourist's need for Self-Touring of Thailand in PhraNakhon Sri Ayutthaya. The questionnaires were used to collect the data from 400 tourist and analyzed by descriptive and analytical statistics. The results found that Lifestyle and Image of Tourism have a positive relationship between Tourist's need for Self-Touring of Thailand in PhraNakhon Sri Ayutthaya. The outcome of study should be guideline to tourist respondent and establish to competitive advantage.

Keywords: Lifestyle, Image of Tourism

บทนำ

การท่องเที่ยวเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่น่าไปสู่การพัฒนาทางเศรษฐกิจ ซึ่งประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายทั่วโลกต่างมุ่งหวังให้การท่องเที่ยวเป็นตัวดึงดูดเงินตราเข้าสู่ประเทศ โดยจะเห็นได้จากการที่รัฐบาลและหน่วยงานของกลุ่มประเทศนั้นๆ ต่างพากันจัดตั้งองค์การด้านการท่องเที่ยวเพื่อหวังที่จะนำประเทศไปสู่การจ้างงานสร้างรายได้ที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้คนในท้องถิ่นมีงานทำก่อให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างกว้างขวาง เกิดการสร้างงาน สร้างอาชีพในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการกระจายการพัฒนาและความเจริญไปสู่ท้องถิ่น ทำให้เกิดการพัฒนาด้านสาธารณสุข โภคอาหาร สุขด้านการคมนาคมและสิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐาน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้จ่ายของนักท่องเที่ยวจะทำให้เกิดการกระจายรายได้ไปยังธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ภายในประเทศได้แก่ธุรกิจโรงแรม การขนส่ง ภัตตาคาร การผลิตสินค้าหัตถกรรมและของที่ระลึก รวมถึงบริการด้านอาหารและเครื่องดื่ม เป็นต้น นอกจากนี้การท่องเที่ยวยังทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องศิลปวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณีสังคมและปัญหาเศรษฐกิจ ตลอดจนการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคนได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นการท่องเที่ยวได้เข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนาประเทศอย่างกว้างขวาง ทำให้ประเทศมีรายได้เพิ่มขึ้นโดยอาศัยทรัพยากรทางการท่องเที่ยวของแต่ละประเทศมีอยู่ขึ้นอยู่กับว่าแต่ละประเทศจะรู้จักใช้ทรัพยากรทางการท่องเที่ยวที่ตนมีอยู่นั้นให้เกิดประโยชน์มากที่สุดยิ่งการท่องเที่ยวมีความสำคัญมากขึ้นเพียงใดก็ยิ่งจะเป็นการเผยแพร่ศิลปวัฒนธรรมประเพณีของประเทศให้คนทั้งโลกได้รู้จักมากขึ้น การท่องเที่ยวได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตของมนุษย์มากขึ้นเมื่อมีประชากรที่เพิ่มขึ้นกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันนั้น รูปแบบการดำเนินชีวิตในปัจจุบันก็เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ยิ่งโลกพัฒนาไปไกลเท่าไรเทคโนโลยีก็พัฒนาไปไกลด้วยเช่นกัน นักท่องเที่ยวมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากสื่อออนไลน์ในการท่องเที่ยวมากขึ้น มีทางเลือกเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้นักท่องเที่ยวในปัจจุบันหันมาเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองเพราะเดินทางสะดวก ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีข้อมูลที่สามารถอำนวยความสะดวกในการเดินทางท่องเที่ยว ซึ่งการท่องเที่ยวการท่องเที่ยวก็มีหลายแบบแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ เช่น ต้องการพักผ่อน อาจท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ ทะเล น้ำตก แต่ถ้าเป็นการท่องเที่ยวแบบศึกษาความเป็นมาของอดีตจนถึงยุคปัจจุบันจะเป็นการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ซึ่งในประเทศไทยมีสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่สนใจหลายจังหวัด ซึ่ง 1 ใน 77 จังหวัดนั้นมีจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นจังหวัดที่น่าสนใจในการเดินทางท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ [1]

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมที่มีชื่อเสียงโดยเฉพาะอุทยานประวัติศาสตร์เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับการประกาศขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกจากองค์การยูเนสโก นอกจากนี้ยังมีแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ที่มีคุณค่าทางวัฒนธรรมและมีเรื่องราวที่น่าสนใจ เช่น วัดพระศรีสรรเพชญ์ วัดพุทไธสวรรย์ หมู่บ้านโปรตุเกส วัดใหญ่ชัยมงคล และวัดพนัญเชิงวรวิหารฯลฯ ยังรวมถึงประเพณีต่างๆ ที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมและวิถีชุมชนเช่น พิธีไหว้ครูบูชาเตาของช่างตีเหล็กตีดาบหรือพิธีไหว้ครูมวยไทยโลกฯลฯ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่เอื้อต่อการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

จากข้อมูลที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันรูปแบบการดำเนินชีวิตของนักท่องเที่ยวนั้นมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต จากที่เคยเที่ยวแบบมีแพคเกจ มีไกด์ในการพาเที่ยว แต่ได้เปลี่ยนแปลงเป็นการท่องเที่ยวด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น เพราะมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากสื่อออนไลน์และความสะดวกสบายในการเดินทางเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการท่องเที่ยวด้วยตนเอง ส่วนที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติมักถึงเป็นลำดับต้นๆคือ ภาพลักษณ์ของสถานที่ท่องเที่ยวที่จะดึงดูดใจเดินทางไปท่องเที่ยวในสถานที่นั้น ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะศึกษารูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยคาดหวังว่านอกจากผลการศึกษาที่ได้จะมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาหรือผู้ที่สนใจศึกษาด้านการท่องเที่ยวอื่นๆอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิตที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การทบทวนวรรณกรรม

สำหรับงานการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษารูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ตำรา รายงานการวิจัย เอกสาร โดยจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยต่างๆ นั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิต

อดุลย์ จาตุรงค์กุล [2] ได้ให้ความหมายของรูปแบบการดำเนินชีวิต หมายถึง การดำรงชีวิตของมนุษย์แต่ละยุคมิได้เป็นอย่างไม่มีหลักเกณฑ์ มนุษย์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีกฎหรือเกณฑ์ที่ทุกคนในกลุ่มพึงถือปฏิบัติ พฤติกรรมของแต่ละคนในกลุ่มจึงเป็นไปในทำนองเดียวกัน เมื่อกลุ่ม สังกัดชั้นทางสังคมและวัฒนธรรมของกลุ่มชั้นทางสังคม และวัฒนธรรมที่กล่าวมาแล้วนี้พัฒนาแบบแผนการดำรงชีพหรือใช้ชีวิตตลอดจนถึงแบบแผนของการบริโภคขึ้นมาใช้ในสังคมแบบหรือแบบแผนดังกล่าว เราเรียกว่า “แบบของการใช้ชีวิต” นอกจากนี้อาจารย์ รุจิชีพ [3] ได้กล่าวว่าพฤติกรรมการใช้ชีวิต ใช้เงิน และใช้เวลาของบุคคลคนนั้น ซึ่งแสดงออกมาให้ปรากฏซ้ำๆ กันในสัปดาห์ต่อไปนี้ คือ มิติทางด้านลักษณะประชากรที่ประกอบกันเข้าเป็นตัวคนคนนั้น สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของอดุลย์ จาตุรงค์กุล [2] ซึ่งกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการดำเนินชีวิตได้แก่กิจกรรมที่เขาเข้าไปมีส่วนร่วม (Activities) ความสนใจที่เขามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Interest) และความคิดเห็นที่เขามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (opinions) มิติทั้ง 3 อย่างนี้ มักนิยมเรียกว่า AIO Demographics ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว [4] โดยทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

แนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์การท่องเที่ยว

วิจิตร อวาทกุล [5] ได้ให้ความหมายของภาพลักษณ์ หมายถึง เป็นภาพของสถาบันหน่วยงาน บริษัทห้างร้าน หรือบุคคลที่เรารู้สึกในจิตใจของคนเรารู้ว่าดี ไม่ดี ชอบ ไม่ชอบ เชื่อถือ ไม่เชื่อถือ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ฯลฯ หรือเฉยๆ อยู่ตรงกลางไม่ได้ ไม่เลว ถ้าความเห็นชอบของคนส่วนมากเป็นเช่นไร ภาพลักษณ์ของหน่วยงานก็จะเป็นเช่นนั้น ถ้าผลออกมาไม่ดี หรือปานกลางก็ต้องรีบเร่งสร้างภาพลักษณ์ให้ดีขึ้น มิฉะนั้นหากภาพลักษณ์ตกต่ำลง จะพาให้การดำเนินงานของสถาบันนั้นล้มเหลวได้ นอกจากนี้วีรัช ลิขิตนกุล [6] ได้กล่าวว่าภาพลักษณ์เป็นความประทับใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่มีต่อองค์การ สถาบัน บุคคล กลุ่มบุคคล ซึ่งความประทับใจดังกล่าวมีรากฐานมาจากผลกระทบระหว่างบุคคลกับสิ่งนั้นๆ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของวีรัช ลิขิตนกุล [6] ซึ่งได้กำหนดองค์ประกอบภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวได้แก่ ด้านสถานที่ท่องเที่ยว ด้านร้านอาหาร ด้านที่พัก ด้านของที่ระลึกและของฝากด้านความปลอดภัย ด้านการเดินทาง และด้านงบประมาณการท่องเที่ยว (ค่าใช้จ่าย) ทั้ง 7 ด้านนี้จะสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษดา ชูย์อาทิตย์ [7] โดยทั้ง 7 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

แนวคิดความต้องการ

[8] ได้ให้ความหมายความต้องการ หมายถึง ความอยากได้ ใครได้หรือประสงค์จะได้ และเมื่อเกิดความรูสึกดังกล่าวจะทำให้ร่างกายเกิดการความขาดสมดุล เนื่องมาจากมีสิ่งเร้ามากระตุ้น มีแรงขับภายในเกิดขึ้น ทำให้ร่างกายไม่อาจ อยู่นิ่งต้องพยายามดิ้นรน และแสวงหาเพื่อตอบสนองความต้องการนั้นๆ เมื่อร่างกายได้รับตอบสนองแล้ว ร่างกายมนุษย์ก็กลับสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งหนึ่ง และก็จะเกิดความต้องการใหม่ๆ เกิดขึ้นมา ทดแทนวนเวียนอยู่ไม่มีที่สิ้นสุด นอกจากนี้กฤษณา ศักดิ์ศรี [9] ได้กล่าวว่าความต้องการอันจำเป็น ซึ่งชีวิตจะขาดเสียมิได้ ทุกกริยาท่าทาง หรืออาการที่คนแสดงออกมาเป็นรูปของพฤติกรรมนี้ก็เพราะแรงผลักดันจากความต้องการเป็นกำลังสำคัญให้แสดงออกมา ความต้องการอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่ได้มาภายหลัง และจากสิ่งที่เกิดขึ้นเองโดยไม่ต้องเรียนรู้เป็นความต้องการทางชีววิทยา (Biological Needs) ทั้งที่เป็นสิ่งที่แสดงออกมาให้เห็นได้และเป็นสิ่งที่ซ่อนตัวอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฤทธิหลิม ไพโรจน์[10]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษณา ชูย์อาภัย [7] ได้ศึกษาเรื่องภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดเชียงใหม่โดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจำนวน 400คนโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณผลการศึกษพบว่านักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญด้านสถานที่ท่องเที่ยว รองลงมาด้านร้านอาหาร ด้านที่พัก ด้านความปลอดภัย ด้านการเดินทาง ด้านค่าใช้จ่าย และด้านของที่ระลึกและของฝากตามลำดับ

ฤทธิหลิม ไพโรจน์ [10] ศึกษาเรื่องภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวและความพึงพอใจที่ส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดสุโขทัย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวและความพึงพอใจที่ส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดสุโขทัย โดยใช้วิธีการสำรวจกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวชาวไทยจำนวน 400 คนโดยใช้แบบสอบถามและใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณผลการวิจัยพบว่าภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวด้านสถานที่ท่องเที่ยวส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวในจังหวัดสุโขทัยมากที่สุดตามด้วยความพึงพอใจด้านสิ่งดึงดูดของแหล่งท่องเที่ยวคือสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความสวยงาม

ไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว [4] ศึกษาเรื่องรูปแบบการดำเนินชีวิตของนักท่องเที่ยวชาวไทยส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการดำเนินชีวิตของนักท่องเที่ยวชาวไทยส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาการวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจำนวน 400คนโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณผลการวิจัยพบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่สนใจสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นเชิงวัฒนธรรมที่มีประวัติความเป็นมาทางประวัติศาสตร์ รองลงมือนักท่องเที่ยวต้องการไหว้พระทำบุญ นักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวเพื่อพักผ่อนตามลำดับ

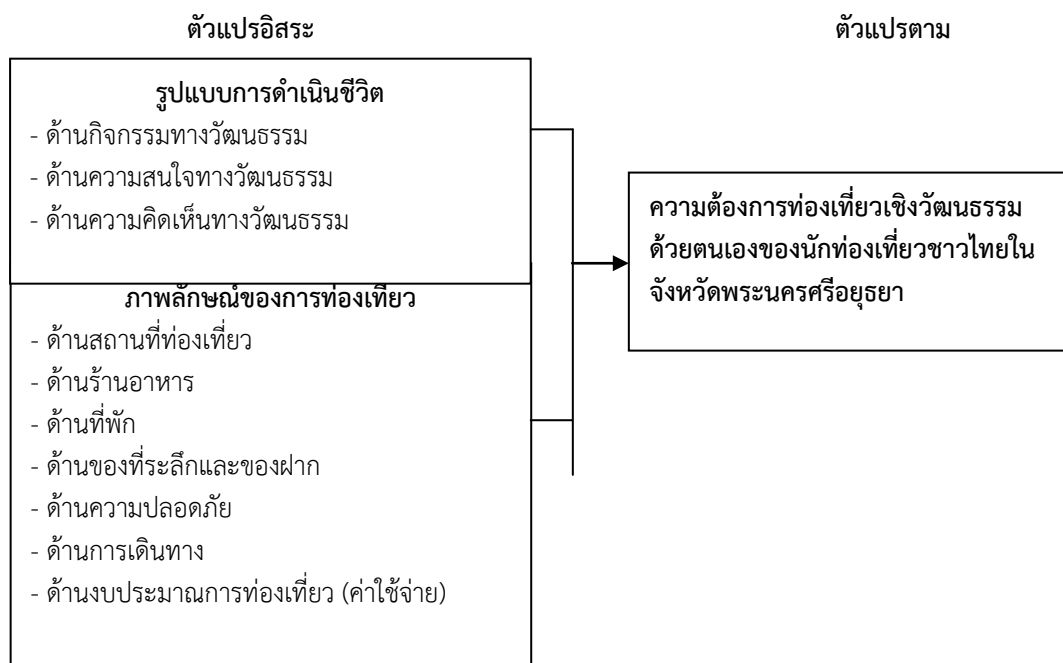
ยุพิน ศรีหรั่ง [11] ได้ศึกษาเรื่องภาพลักษณ์การท่องเที่ยวและความพึงพอใจมีผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดขอนแก่นโดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักท่องเที่ยวชาวไทยจำนวน 400คนโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณผลการศึกษพบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ให้ความสำคัญเรื่องสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความน่าสนใจคือเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความสวยงามด้านธรรมชาติวัฒนธรรมความเก่าแก่ทางประวัติศาสตร์เป็นสิ่งที่ทรงคุณค่าประกอบด้วยโบราณสถานโบราณวัตถุรองลงมาคือการให้บริการมัคคุเทศก์และกิจกรรมด้านการท่องเที่ยวซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการการท่องเที่ยว

พจนา ชัชวาล [12] ได้ศึกษาเรื่องความเชื่อมั่นและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการของนักท่องเที่ยวชาวไทยในอำเภอคาม่วงจังหวัดกาฬสินธุ์โดยใช้วิธีการสำรวจกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวชาวไทย จำนวน 400 คนโดยใช้แบบสอบถามและใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ผลการศึกษาพบว่าความเชื่อมั่นในด้านความปลอดภัยของสถานที่ท่องเที่ยว และนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ให้ความสนใจเรื่องสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความสวยงาม สถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจ

นงนุช รุจิรังสินต์กุล [13] ได้ศึกษาเรื่องความพึงพอใจนักท่องเที่ยวและรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลกระทบต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดปทุมธานีโดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักท่องเที่ยวชาวไทยจำนวน 400 คนโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณผลการศึกษาพบว่าความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวสถานที่พักและด้านความปลอดภัยในระดับเหมาะสมมากทั้งสามด้านเนื่องจากมีความเพียงพอของที่จอดรถและโดยรอบของสถานที่ท่องเที่ยวความสะดวกรวดเร็วในการจองบ้านพักหรือเต็นท์ที่พักและความเหมาะสมของอัตราค่าบริการบ้านพักและรูปแบบการดำเนินชีวิตนักท่องเที่ยวทำกิจกรรมไหว้พระทำบุญ ด้านความสนใจ นักท่องเที่ยวสนใจประวัติความเป็นมาทางประวัติศาสตร์ ด้านความคิดเห็นคนรุ่นใหม่ควรท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมให้มากขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งสามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการศึกษา ได้ดังนี้



วิธีการวิจัย

การศึกษารูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาครั้งนี้ เป็นการวิจัยด้วยวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ คือ นักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ตัวอย่าง ผู้วิจัย

ดำเนินการศึกษาโดยได้เลือกใช้แบบสอบถาม ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) โดยใช้วิธีบังเอิญ ซึ่งมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ซึ่งก่อนที่จะนำแบบสอบถามไปใช้นั้น ได้ดำเนินการทดลองใช้แบบสอบถาม (Tryout) จำนวน 30 ชุด และนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบรชอัลฟา (Cronbach's alpha) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งพบว่าค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.72-0.86 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์พิจารณา 0.70 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษา

ผลการวิจัย

สำหรับผลการศึกษารูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 228 คน คิดเป็นร้อยละ 57.00 เพศชาย จำนวน 172 คน คิดเป็นร้อยละ 43.00

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิตของนักท่องเที่ยว

รูปแบบการดำเนินชีวิตของนักท่องเที่ยว	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
4. ด้านกิจกรรมทางวัฒนธรรม	4.27	0.50	มากที่สุด
5. ด้านความสนใจทางวัฒนธรรม	4.27	0.51	มากที่สุด
6. ด้านความคิดเห็นทางวัฒนธรรม	4.34	0.50	มากที่สุด
รวม	4.29	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิตของนักท่องเที่ยว มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.29$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจากมากไปหาน้อย พบว่าด้านที่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านความคิดเห็นทางวัฒนธรรม ($\bar{X} = 4.34$) ด้านกิจกรรมทางวัฒนธรรมและด้านความสนใจทางวัฒนธรรม ($\bar{X} = 4.27$) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว

ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านสถานที่ท่องเที่ยว	4.34	0.50	มากที่สุด
2. ด้านร้านอาหาร	4.22	0.56	มากที่สุด
3. ด้านที่พัก	4.25	0.53	มากที่สุด
4. ด้านของที่ระลึกและของฝาก	4.29	0.55	มากที่สุด
5. ด้านความปลอดภัย	4.18	0.61	มาก

6. ด้านการเดินทาง	4.24	0.59	มากที่สุด
7. ด้านงบประมาณการท่องเที่ยว(ค่าใช้จ่าย)	4.28	0.53	มากที่สุด
รวม	4.26	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.26$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจากมากไปน้อยพบว่าทุกด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านสถานที่ท่องเที่ยว ($\bar{X} = 4.34$) ด้านของที่ระลึกและของฝาก ($\bar{X} = 4.29$) ด้านงบประมาณการท่องเที่ยว (ค่าใช้จ่าย) ($\bar{X} = 4.28$) ด้านที่พัก ($\bar{X} = 4.25$) ด้านการเดินทาง ($\bar{X} = 4.24$) และด้านร้านอาหาร ($\bar{X} = 4.22$) สำหรับข้อที่มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านความปลอดภัย ($\bar{X} = 4.18$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทย ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1. การเดินทางท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ท่านมีอิสระในการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวด้วยตนเอง	4.34	0.70	มากที่สุด
2. การเดินทางท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาด้วยตนเอง ท่านสามารถบริหารเวลาในการท่องเที่ยวแต่ละแห่งได้	4.11	0.65	มาก
3. การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมทำให้ท่านได้รู้ประวัติศาสตร์ที่ท่านสนใจได้อย่างลึกซึ้ง	4.26	0.77	มากที่สุด
4. ท่านเดินทางมาท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาด้วยตนเองทำให้ท่านไม่ต้องเร่งรีบในการเดินทางท่องเที่ยว	4.19	0.72	มาก
5. สถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถตอบสนองความต้องการของท่านได้อย่างครบถ้วน	4.45	0.70	มากที่สุด
รวม	4.27	0.70	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.27$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ทุกข้อมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ท่านเดินทางมาท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาด้วยตนเองทำให้ท่านไม่ต้องเร่งรีบในการเดินทางท่องเที่ยว ($\bar{X} = 4.19$) และการเดินทางท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาด้วยตนเอง ท่านสามารถบริหารเวลาในการท่องเที่ยวแต่ละแห่งได้ ($\bar{X} = 4.11$) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของรูปแบบการดำเนินชีวิตมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร	ด้านกิจกรรมทางวัฒนธรรม	ด้านความสนใจทางวัฒนธรรม	ด้านความคิดเห็นทางวัฒนธรรม	ความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทย
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	1	.619**	.444**	.380**
2		1	.554**	.383**
3			1	.439**
4				1

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของรูปแบบการดำเนินชีวิตมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) พบว่ารูปแบบการดำเนินชีวิต ประกอบไปด้วย ด้านกิจกรรมทางวัฒนธรรม (1) ด้านความสนใจทางวัฒนธรรม (2) และด้านความคิดเห็นทางวัฒนธรรม (3) มีความสัมพันธ์กับความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 ($r = 0.380$, $r=0.383$, $r=0.439$)

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร	ด้านสถานที่ท่องเที่ยว	ด้านร้านอาหาร	ด้านที่พัก	ด้านของที่ระลึกและของฝาก	ด้านความปลอดภัย	ด้านการเดินทาง	ด้านงบประมาณ (ค่าใช้จ่าย)	ความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	1	.533**	.418**	.381**	.307**	.372**	.421**	.470**
2		1	.560**	.435**	.497**	.455**	.447**	.461**
3			1	.620**	.607*	.568*	.575**	.556**
4				1	.490**	.571**	.496**	.464**
5					1	.651**	.493**	.502**
6						1	.595**	.577**
7							1	.703**
8								1

จากตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) พบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ประกอบไปด้วยด้านสถานที่ท่องเที่ยวด้านร้านอาหาร ด้านที่พัก ด้านของที่ระลึกและของฝาก ด้านความปลอดภัย ด้านการเดินทาง ด้านงบประมาณการท่องเที่ยว (ค่าใช้จ่าย)มี

ความสัมพันธ์กับความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 ($r=0.470$, $r=0.46$, $r=0.556$, $r=0.464$, $r=0.502$, $r=0.577$, $r=0.703$)

อภิปรายผล

ด้านกิจกรรมทางวัฒนธรรม

จากการศึกษาพบว่า รูปแบบการดำเนินชีวิต ด้านกิจกรรมทางวัฒนธรรม มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่นักท่องเที่ยวต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ส่วนหนึ่งเพราะกิจกรรมทางวัฒนธรรมเป็นเหตุผลที่จะทำให้ให้นักท่องเที่ยวชาวไทยต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม เช่น นักท่องเที่ยวต้องการไหว้พระทำบุญ เดินทางมาท่องเที่ยวเพื่อพักผ่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว[4]ซึ่งพบว่า รูปแบบการดำเนินชีวิตของนักท่องเที่ยวชาวไทยส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ด้านความสนใจทางวัฒนธรรม

จากการศึกษาพบว่า รูปแบบการดำเนินชีวิตด้านความสนใจทางวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ส่วนหนึ่งเพราะความสนใจทางวัฒนธรรมเป็นเหตุผลที่จะทำให้ให้นักท่องเที่ยวชาวไทยต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนงนุช รุจิรังสีมันต์กุล [13]ซึ่งพบว่า รูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ด้านความคิดเห็นทางวัฒนธรรม

จากการศึกษาพบว่า รูปแบบการดำเนินชีวิต ด้านความคิดเห็นทางวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ส่วนหนึ่งเพราะความคิดเห็นทางวัฒนธรรมเป็นเหตุผลที่จะทำให้ให้นักท่องเที่ยวชาวไทยต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว [4]ซึ่งพบว่า รูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ด้านสถานที่ท่องเที่ยว

จากการศึกษาพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านสถานที่ท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่สถานที่ท่องเที่ยวมีความสวยงาม มีความเป็นมาทางประวัติศาสตร์สามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษดา ชู่อาย [7]ซึ่งพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ด้านร้านอาหาร

จากการศึกษาพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านร้านอาหารมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่ร้านอาหารมีคุณภาพ สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้เพียงพอ อาหารมีเอกลักษณ์ความเป็นไทยสามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฤดี หลิมไพโรจน์ [10] ซึ่งพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวและความพึงพอใจที่ส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวไทย

ด้านที่พัก

จากการศึกษาพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านที่พักมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่พักมีเอกลักษณ์ มีความปลอดภัยและมีราคาเหมาะสมกับคุณภาพ สามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของยุพิน ศรีหรั่ง [11] ซึ่งพบว่า ภาพลักษณ์การท่องเที่ยวและความพึงพอใจมีผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ด้านของที่ระลึกและของฝาก

จากการศึกษาพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านของที่ระลึกและของฝากมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่ของที่ระลึกและของฝาก มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีความหลากหลาย บรรจุกฎบัตรสวยงาม สามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของยุพิน ศรีหรั่ง [11]ซึ่งพบว่า ภาพลักษณ์การท่องเที่ยวและความพึงพอใจมีผลต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

ด้านความปลอดภัย

จากการศึกษาพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านความปลอดภัยมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่ความปลอดภัย มีความปลอดภัย มีป้ายคำเตือนต่างๆ ให้นักท่องเที่ยวระมัดระวังในการท่องเที่ยว มีสัญญาณเตือนภัย สามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพจนา ชัชวาล [12]ซึ่งพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการของนักท่องเที่ยวชาวไทย

ด้านการเดินทาง

จากการศึกษาพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านการเดินทาง มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่การเดินทางมีหลากหลายเส้นทาง มีป้ายบอกทางชัดเจน มีที่จอดรถเพียงพอต่อนักท่องเที่ยว สามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพจนา ชัชวาล [12]ซึ่งพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ต่อความต้องการของนักท่องเที่ยวชาวไทย

ด้านงบประมาณการท่องเที่ยว (ค่าใช้จ่าย)

จากการศึกษาพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยว ด้านงบประมาณการท่องเที่ยว (ค่าใช้จ่าย) มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าการที่งบประมาณการท่องเที่ยว ประหยัดค่าใช้จ่ายสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้ สามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเลือกสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฤดีหลิมา ไพโรจน์ [10]ซึ่งพบว่า ภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวและความพึงพอใจที่ส่งผลต่อความต้องการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวไทย

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ผลจากการศึกษาเรื่อง รูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. หน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนโดยพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวให้มีความน่าสนใจและดึงดูดนักท่องเที่ยวตั้งแต่เรื่องนโยบายในการพัฒนาตลอดจนขั้นตอนการดำเนินงานโดยที่หน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องนั้นให้การติดตามดูแลเพื่อประเมินผลจากการดำเนินการพัฒนาว่าสำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

2. หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรจัดสรรงบประมาณในการดำเนินงานด้านการพัฒนาการท่องเที่ยวให้มากยิ่งขึ้นเนื่องจากปัจจุบันนี้ปัญหาหลักในเรื่องของการพัฒนาการท่องเที่ยวมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องของงบประมาณที่ใช้ในการพัฒนาหากงบประมาณมีจำกัดการพัฒนาอาจดำเนินไปอย่างไม่ต่อเนื่องส่งผลให้เกิดปัญหาในด้านการพัฒนาการท่องเที่ยวตามมา

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาผลกระทบจากการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. ควรทำการศึกษาปัจจัยอื่นๆเพิ่มเติมที่ช่วยในการศึกษาความต้องการของท่องเที่ยวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

จากการศึกษาวิจัยในหัวข้อเรื่องรูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา วิจัยเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความสนับสนุนจากผศ.ดร. วสุธิดา นิรุตมนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาการวิจัย การตลาด ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆในการทำวิจัยมาโดยตลอด คณะผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [9] กลุขณาคัดศักดิ์ศรี(2550). มนุษย์สัมพันธ์. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.
- [7] กลุขดา ชูยอภักย์. (2552). การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม: กรณีศึกษาบ้านหลวงเหนือ ตำบลหลวงเหนือ อำเภออดอยสะแกต จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเศรษฐศาสตร์ การเมือง, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [4] ไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว (2547). การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม. ภาควิชาการจัดการธุรกิจระหว่างประเทศ. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
- [13] นงนุช รุจิรังสีมันต์กุล(2554). ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวที่มีต่อคุณภาพในการให้บริการด้านการท่องเที่ยว: ศึกษากรณี อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา - เขาวง. ปัญหาพิเศษรัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารทั่วไป, วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจมหาวิทยาลัยบูรพา
- [12] พจนา ชัชวาล(2551). การพัฒนาการท่องเที่ยวแบบยั่งยืน. กรุงเทพฯ: เพรส แอนดดีไซน์.
- [11] ยุพิน ศรีหรั่ง(2552). การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม: กรณีศึกษาหมู่บ้านห้วยโป่งผาลาด อำเภอเวียงป่าเป้าจังหวัดเชียงราย. การค้นคว้าแบบอิสระปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [8] ราชบัณฑิตยสถาน(2525). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานพ.ศ. 2525. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

- [10] ฤดี หลิมไพโรจน์ และไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว. (2553). ศึกษาเรื่องอิทธิพลของภาพลักษณ์และความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่ส่งผลต่อการกลับมาท่องเที่ยวซ้ำของนักท่องเที่ยวที่จังหวัดปทุมธานี. สืบค้นจาก http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG5550047.
- [5] วิจิตร อวระกุล (2534). เทคนิคมนุษย์สัมพันธ์. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- [6] วีรัช ลภีรัตนกุล. (2540). การประชาสัมพันธ์ฉบับสมบูรณ์ (ปรับปรุงเพิ่มเติมใหม่). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [1] สำนักงานพัฒนาการท่องเที่ยว, (2546). ข้อมูล 77 จังหวัด. (ค้นหา 23 กันยายน 2559) แหล่งที่มาจาก <http://www.Ayuttaya.doae.go.th>
- [3] อาจารย์ รุจีชีพ(2551). วิถีไทย : การท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม. กรุงเทพฯ: โครงการวิถีทรรศน์.
- [2] อดุลย์ จาตุรงค์กุล, (2539). เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วิทยาพัฒนา.

คุณค่าตราสินค้าและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยว
ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Brand Equity and Integrated Marketing Communication relationship Between selecting restaurants
service of tourists in phranakhon Sri Ayutthaya prorirce

นางสาววรัญญา ปิ่นแก้ว 1นางสาวศิรินทร์ภรณ์ คำหนัน 2นางสาวสุพัตรา ผุดผ่อง 3* นางสาวสุรรัตน์ คำเคน 4
นางสาวอนุตร ทองมั่ง 5 อ.นภัสสร เช็กชื่นกุล 6 ผศ.บุญส่ง วงษ์ฤทธิ 7ผศ. ดร. วสุธิดา นุริตมนต์ 8

Warunya Pinkeaw 1 Sirinporn Khumnun 2 Supapatra pudpong 3 * Sureerat kumken 4 Anutara
thongmang 5Napasorn Checkuenkul 6 Boonsong wongrith 7 Wasutida Nurittamont 8

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

19 ถ. อุทอง ต. ท่าवासกรี อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา 13000

Faculty of Business Administration and Information Technology ,Rajamangala University of

Technology Suvarnabhumi 19 Uthong Rd, TaWasukre, PhraNakhon Sri Ayutthaya, PhraNakhon Sri
Ayutthaya, 13000

E-mail :popsupapatra-st@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา คุณค่าตราสินค้าและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการ
เลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล โดย
กลุ่มตัวอย่างคือ นักท่องเที่ยว จำนวน 400 คนและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงวิเคราะห์ ผล
การศึกษาพบว่า คุณค่าตราสินค้าและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของ
นักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลลัพธ์ควรนำไปใช้เป็นแนวทางการตอบสนองความต้องการของ
นักท่องเที่ยวและสร้างรายได้เปรียบในการแข่งขันสำหรับธุรกิจท่องเที่ยว

คำสำคัญ คุณค่าตราสินค้า การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ การเลือกใช้บริการของนักท่องเที่ยว

Abstract

The purpose of this research was to Study the relationship between Brand Equity and Integrated
Marketing Communication relationship Between selecting restaurants service of tourists in
phranakhon Sri Ayutthaya prorirce. The questionnaires were used to collect the data from 400
tourists and analyzed by descriptive and analytical statistics. The results found that Brand Equity
and Integrated Marketing Communication relationship Between selecting restaurants service of
tourists in phranakhon Sri Ayutthaya prorirce. The outcome of study should be guideline to
tourists respondent and establish to competitive advantage

Keywords: Brand Equity Integrated Marketing Communication service of tourists

1.บทนำ

ปัจจุบันวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์มีความเปลี่ยนแปลงไป ตามสภาพสังคมที่มีความเร่งรีบมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง
ของธุรกิจ ชีวิตส่วนตัว ซึ่งล้วนแต่จะส่งผลกระทบกันอย่างต่อเนื่อง มาเป็นระยะเวลาหนึ่งในยุคของโลกาภิวัตน์ โดย
เมื่อมองในมุมมองของปัจจัยส่วนบุคคลจะสามารถเห็นได้ถึงความเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน และด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้
มีความต้องการที่มีการขยายตัว และเป็นไปในวงกว้างมากขึ้น และรูปแบบวิถีการใช้ชีวิตเปลี่ยนแปลง เริ่มตั้งแต่สังคม
เมือง ที่ส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มของบุคคลที่มีฐานะทางการเงินสูง และคนวัยทำงาน เพราะไล่ไปจนถึงสังคมแถบชานเมือง
ก็เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน และเมื่อสภาวะดังกล่าวเป็นตัวกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้บุคคลในกลุ่มต่างๆ
ให้ความสำคัญกับบทบาท เรื่องของค่านิยมทางสังคม และการดูแลสุขภาพของตนเองที่มากขึ้น เพราะในการทำงาน
หรือการใช้ชีวิตนั้นเสี่ยงต่อปัจจัยในเรื่องของโรคภัยต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นกับตนเอง ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้เกิดกระแสการ
รักษาสุขภาพมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของปัจจัย 4 ที่เป็นปัจจัยพื้นฐาน และปัจจัยที่ 5 คือเทคโนโลยีที่เอื้อต่อการ

รักษาสิ่งแวดล้อม และสามารถตอบสนองความต้องการต่างๆ ของตนเองได้ทันที และจากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดการขยายตัวของธุรกิจ และสถานประกอบการต่างๆ มากมาย เพื่อมุ่งเน้นการตอบสนองความต้องการในส่วนนี้

ตัวอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจบริการ ร้านค้าปลีกประเภทต่างๆ บริษัทศูนย์วิจัยกสิกรรมไทยจำกัด คาดว่ามูลค่าธุรกิจร้านอาหารในประเทศไทยในปี 2551 สูงถึงประมาณ 100,000 ล้านบาท และมีอัตราการขยายตัวประมาณร้อยละ 5.0 โดยคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการบริโภคอาหารนอกบ้านของคนไทย รวมทั้งค่าใช้จ่ายด้านอาหาร และเครื่องดื่มของนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศกล่าวคือ ค่าใช้จ่ายในการบริโภคอาหารนอกบ้านของคนไทย เฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 927 บาท ต่อครัวเรือน 1 ครัวเรือน ซึ่งค่าใช้จ่ายในการบริโภคอาหารนอกบ้านของคนไทย ในแต่ละครัวเรือน เฉลี่ยต่อเดือนนั้นจะแตกต่างกันในแต่ละภาค กล่าวคือ กรุงเทพฯ และปริมณฑล 2,158 บาท ภาคกลาง 1,007 บาท ภาคใต้ 876 บาท ภาคเหนือ 555 บาท และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 519 บาท สำหรับค่าใช้จ่ายด้านอาหารและเครื่องดื่มของนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศเฉลี่ยต่อปีประมาณร้อยละ 18.0 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดของนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันธุรกิจร้านอาหารมีแนวโน้มการแข่งขันที่รุนแรงเนื่องจากมีผู้ประกอบการรายใหม่ทยอยเข้ามาในตลาด โดยเฉพาะในตลาดร้านอาหารรายย่อย อันเป็นผลมาจากการลงทุนไม่สูงมากและระยะเวลาในการคืนทุนค่อนข้างสั้นทำให้ผู้ประกอบการทั้งรายเก่า และรายใหม่ต้องมีการปรับกลยุทธ์เพื่อช่วงชิงส่วนแบ่งตลาด

ธุรกิจร้านอาหารมีการเติบโตอยู่ในเกณฑ์ดี แนวโน้มของการออกไปรับประทานอาหารนอกบ้านเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากภาวะสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ความเร่งรีบทำให้ไม่มีเวลาในการประกอบอาหารที่บ้าน ความต้องการเปลี่ยนบรรยากาศเพื่อผ่อนคลายความเครียด การแสวงหาความสุขสนุกสนานในครอบครัว หรือในกลุ่มเพื่อนฝูง นอกจากนี้ บรรดาผู้ประกอบการในธุรกิจร้านอาหารต่างก็ต้องเร่งปรับตัวให้สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคที่หันมาใส่ใจในคุณค่าของอาหารที่รับประทานมากขึ้น และยังเน้นประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นธุรกิจประเภทหนึ่งที่มีอัตราการเพิ่มจำนวนที่มากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ การที่นักท่องเที่ยวหันมาให้ความสนใจ นักท่องเที่ยวปัจจุบันต้องการรูปแบบร้านอาหารที่มีความแตกต่าง และมีความแปลกใหม่ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นธุรกิจร้านอาหารจึงต้องเพิ่มรูปแบบการจัดการของร้านอาหาร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยนำเสนอความเป็นเอกลักษณ์ที่แตกต่าง

ดังนั้น ธุรกิจร้านอาหารจึงควรเพิ่มรูปแบบการจัดตกแต่งร้าน และวิธีการบริการซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้มีการนำเสนอเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยขึ้นอยู่กับกลุ่มลูกค้าเป้าหมายของแต่ละร้านนั่นเอง คุณค่าตราสินค้าที่เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ประชากรผู้บริโภคให้ความสนใจด้วยความที่ภาพลักษณ์ตราสินค้า จะบอกถึงความเป็นเอกลักษณ์ของร้านอาหารแต่ละร้านว่ามีบริการอาหารรูปแบบใดบ้าง รวมไปถึงในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าผู้บริโภคนิยมเลือกรับประทานอาหารร้านอาหารด้วยจุดเด่นที่รวมไปถึงมีการนำเอา การบริหารจัดการแนวทางใหม่มาใช้โดยเน้นที่ความเข้าใจ และสามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้า ไม่ว่าจะเป็นการปรับรสชาติที่กำหนดไว้สำหรับให้ทุกวัยสามารถเข้าใช้บริการได้ และเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดความต้องการในการใช้บริการมากขึ้นอย่างต่อเนื่องจากผู้บริโภค รวมไปถึงผู้มีส่วนร่วมนั่นเอง และจากเหตุผลดังกล่าวจึงต้องการที่จะศึกษาปัจจัยด้านคุณค่าตราสินค้า และปัจจัยการสื่อสารการตลาดแบบ-บูรณาการ สัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อเป็นประโยชน์กับธุรกิจ ร้านอาหารภายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จากข้อมูลข้างต้นการทราบถึงปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงแผนการตลาดด้านต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายให้หันมาเลือกใช้บริการร้านอาหารภายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามากขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเรื่องปัจจัยด้านคุณค่าตราสินค้า และปัจจัยการสื่อสารการตลาดแบบ-บูรณาการสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา กรอบแนวคิด

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณค่าตราสินค้าและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้ดังนี้

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลของนักท่องเที่ยวที่เข้ามารับประทานร้านอาหารในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณค่าตราสินค้าสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
4. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. ทบทวนวรรณกรรม

สำหรับงานการศึกษาค้นคว้าวิจัยมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าตราสินค้ามีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า หาข้อมูล จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ตำรา รายงานการวิจัย เอกสาร โดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ นั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

คุณค่าตราสินค้า

มีคนให้ความหมายคุณค่าตราสินค้าไว้ดังนี้ ศิริวรรณ เสรีรัตน์ [1] ได้ให้ความหมายของคุณค่าตราสินค้าไว้ว่า เป็นคุณค่าที่เกิดขึ้นต่อผลิตภัณฑ์ หรือบริการ ซึ่งสะท้อนถึงสิ่งที่ผู้บริโภครู้สึก คิดแสดงคุณค่าโดยการให้ความรู้เรื่องตราสินค้า เช่นเดียวกับด้านราคา ส่วนแบ่งการตลาด และการสร้างกำไร คุณค่าตราสินค้าเป็นคุณค่าด้านจิตวิทยาหรือด้านตัวเลขการเงินของบริษัท และคุณค่าตราเป็นสินทรัพย์ที่ไม่สามารถจับต้องได้ นอกจากนี้ เสรี วงษ์มณฑา [2] ได้ให้ความหมายของคุณค่าตราสินค้าไว้ว่าเป็นการที่ตราสินค้าขององค์กร มีความหมายในเชิงที่ติดต่อสายตาผู้บริโภคซึ่งเป็นผู้ตัดสินใจซื้อ ซึ่งเป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ตลาดที่จะต้องพยายามสร้างคุณค่าในสายตาผู้บริโภคให้มากที่สุดเพื่อดึงดูดให้ผู้บริโภคสนใจในตราสินค้าที่มีคุณค่าที่เหมาะสม และคู่ควร กล่าวคือ การที่ผู้บริโภคมีความรู้เกี่ยวกับคุณค่าตราสินค้า จะส่งผลในการสร้างความแตกต่างให้ตราสินค้า และส่งผลก่อให้เกิดพฤติกรรมของตราสินค้านั้นๆ คุณค่าจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้บริโภคเกิดความคุ้นเคยต่อตราสินค้า มีความรู้สึกที่ดีต่อคุณค่าตราสินค้าอย่างมั่นคง สามารถจดจำตราสินค้าได้ด้วยคุณสมบัติที่ไม่ซ้ำกับตราสินค้าอื่น ๆ สำหรับการศึกษาค้นคว้าวิจัยที่ใช้แนวคิดของ โฉมฉาย ม.ศรีนครินวิโรฒ [3] ซึ่งกำหนดองค์ประกอบของคุณค่าตราสินค้าได้แก่ ด้านการรับรู้ตราสินค้า ด้านคุณภาพที่รับรู้ ด้านความผูกพันกับตราสินค้า ด้านความภักดีกับตราสินค้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤติยา ไตรรัตน์ และนิตนา ฐานิตธนกร [4] โดยทั้ง 4 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ

มีคนให้ความหมายการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการไว้ดังนี้ เสรี วงษ์มณฑา [2] ให้ความหมายของการสื่อสารการตลาด (Integrated Marketing Communication) ว่าหมายถึง กระบวนการของการพัฒนาแผนงานการสื่อสารการตลาดที่ต้องใช้การจูงใจหลายรูปแบบกับกลุ่มเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง เป้าหมาย IMC คือ การที่มุ่งสร้างพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยการพิจารณาวิธีการสื่อสารตราสินค้า (Brand Contracts) เพื่อให้ผู้บริโภคเป้าหมายได้รู้จักสินค้าที่จะนำไปสู่ความรู้ความคุ้นเคย และความเชื่อมั่นในสินค้านั้นๆ หือได้ยี่ห้อหนึ่งซึ่ง IMC เป็นวิธีการพื้นฐานในการสำรวจ นอกจากนี้ ศิริวรรณ เสรีรัตน์ [1] ให้ความหมายว่าการสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการหมายถึงกลยุทธ์การประสานงาน และการรวมความพยายามทางการตลาดของบริษัทเป็นการติดต่อสื่อสาร เพื่อส่งเสริมการตลาดหลายเครื่องมือ เพื่อให้เกิดข่าวสารและภาพลักษณ์ที่สอดคล้องกัน และเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของ สุรคุณ คุณสัถยานนท์ [5] ซึ่งกำหนดองค์ประกอบของการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการไว้ดังนี้ การโฆษณา การขายโดยใช้พนักงานขาย การให้ข่าวสารและการประชาสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณีภุชญา ตั้งงามสกุล และนิตนา ฐานิทรนกร [6] โดยทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้ร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การเลือกใช้บริการ

มีคนให้ความหมายการเลือกใช้บริการไว้ดังนี้ วุฒิชัย จำนงค์ [7] ให้ความหมายของการตัดสินใจ คือ การจัดการซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่วัตถุประสงค์ อาจมีเครื่องมือมีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจมาช่วยในการพิจารณาจากเหตุผลส่วนตัว ความรักใคร่ ความชอบพอ นอกจากนี้ ถวัลย์ วรเทพพุดพิงษ์ [8] ได้ให้ความหมายของการเลือกใช้บริการไว้ว่า เป็นกระบวนการเลือกหนทางปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งจากบรรดาทางเลือกต่างๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยอาศัยหลักเกณฑ์บางประการประกอบการพิจารณาในการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวิทัศน์ สุรสิงห์โตทอง [9]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤติยา ไตรรัตน์ และนิตนา ฐานิทรนกร [4] ได้ศึกษา เรื่องอิทธิพลของคุณค่าตราสินค้า (Brand Equity) การรับรู้การสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการ (IMC) และคุณภาพการให้บริการ (Service Quality) ที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานเสริมความงามของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสอบถามปลายปิดเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคที่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 400 คน และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์การถดถอยพหุผลการวิจัย พบว่า ผู้เคยใช้บริการ และกำลังตัดสินใจในการเลือกใช้บริการสถานเสริมความงาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงอายุระหว่าง 20-25 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 20,001-30,000 บาท สถานเสริมความงามที่มีผู้บริโภคใช้บริการภายในช่วงระยะเวลา 3 เดือนที่ผ่านมาคือ สถานเสริมความงามวุฒิศักดิ์ โดยรับบริการประเภทปรึกษาแพทย์ และไปรักษาเป็นบางครั้ง และประเภทของการสื่อสารการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานเสริมความงามของผู้บริโภคส่วนใหญ่ คือ การสื่อสารการตลาดประเภทสื่อทางโทรทัศน์ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ปัจจัยคุณค่าตราสินค้าด้านความจงรักภักดีต่อตราสินค้า ปัจจัย

การรับรู้การสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการ ด้านกิจกรรมทางการตลาดที่ไม่ใช้สื่อ (Below the Line) และด้านสื่อออนไลน์ (Social Media) ตลอดจนปัจจัยคุณภาพการให้บริการด้านทักษะ และความสามารถในการบริการ และด้านรูปลักษณ์ มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานเสริมความงามของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ปัจจัยคุณค่าตราสินค้าด้านการตระหนักรู้ตราสินค้า ด้านการรับรู้คุณภาพของสถานเสริมความงาม ด้านการเชื่อมโยงตราสินค้า และด้านสินทรัพย์ประเภทอื่นของตราสินค้า รวมถึงปัจจัยการรับรู้การสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการด้านกิจกรรมทางการตลาดที่ใช้สื่อ (Above the Line) และปัจจัยคุณภาพการให้บริการด้านความน่าเชื่อถือ ด้านการดูแลเอาใจใส่ผู้บริโภค และด้านการตอบสนองต่อความต้องการผู้บริโภค ไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานเสริมความงามของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาตามน้ำหนักของผลกระทบของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานเสริมความงามของผู้บริโภคพบว่า ปัจจัยคุณภาพ

การให้บริการด้านรูปลักษณ์มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานเสริมความงามของผู้บริโภคมากที่สุดรองลงมา คือ ปัจจัยด้านทักษะ และความสามารถในการให้บริการ ปัจจัยคุณค่าตราสินค้า ด้านความจงรักภักดีต่อตราสินค้า สถานเสริมความงาม ปัจจัยการรับรู้การสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการด้านกิจกรรมทางการตลาดที่ไม่ใช้สื่อ และด้านสื่อออนไลน์ ตามลำดับ

ณัฐธา ตั้งงามสกุล และนิตนา ฐานิตธนกร [6] ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ของการสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการ และความรับผิดชอบต่อสังคมกับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อภีเกียของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยการสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการ และความรับผิดชอบต่อสังคมที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อภีเกียของผู้บริโภคในเขต กรุงเทพมหานครโดยใช้แบบสอบถามปลายปิด ในการเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคของอภีเกีย (IKEA) จำนวน 220 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมีอายุ 21-30 ปีมีระดับการศึกษาอยู่ในขั้นมัธยมปลาย ประกอบอาชีพเป็นพนักงานรัฐวิสาหกิจ/ข้าราชการ และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,000 – 20,000 บาท ผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อผลิตภัณฑ์ของอภีเกีย น้อยกว่า 1 ครั้งต่อปีโดยมีราคาเฉลี่ยน้อยกว่า 2,000 บาทส่วนผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ปัจจัยทางการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการ ด้านการสื่อสารออนไลน์ด้านการตลาดทางตรง ด้านการประชาสัมพันธ์ด้านการส่งเสริมการขาย และด้านการขายโดยพนักงานมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อภีเกียของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ทางด้านความรับผิดชอบต่อสังคมในระดับองค์กร และระดับสังคมมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อภีเกียของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ปัจจัยทางการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการด้านการโฆษณาไม่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อภีเกียของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร

สุจิรา วรรณศิริรักษ์ [10] ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณค่าตราสินค้าและปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อคูกี้ ร้านเอสแอนด์พีของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีพฤติกรรมด้านความถี่ในการซื้อคูกี้โดยเฉลี่ย 2 ครั้งต่อเดือน ค่าใช้จ่ายในการซื้อโดยเฉลี่ยต่อครั้งเท่ากับ 205 บาท ปัจจัยและเหตุผลสำคัญที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างตัดสินใจซื้อคูกี้ “S&P” มากที่สุด ได้แก่ รสชาติอร่อย คูกี้ที่ซื้อบ่อยที่สุด ได้แก่ คูกี้คลาสสิก “S&P” ส่วนผู้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อคูกี้มากที่สุด ได้แก่ ตัวเอง โดยส่วนใหญ่จะซื้อคูกี้จากซูเปอร์มาร์เก็ต ไฮเปอร์มาร์เก็ต บ่อยที่สุด จากการศึกษาความสัมพันธ์ด้านคุณค่าตราสินค้า พบว่าคุณค่าตราสินค้า “S&P” ด้านความรู้จักตราสินค้า ด้านคุณค่าที่เกิดจากการรับรู้ตราสินค้า ด้านความสัมพันธ์ของ

สุวิทัศน์ สุรสิงห์เททอง [9] ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกร้านอาหารไทยในเขต กรุงเทพมหานคร พบว่า ความถี่ในการใช้บริการคือ 3-4 ครั้งต่อเดือน โดยวันที่บริโภคบ่อยที่สุดคือวันอาทิตย์ รองลงมาคือวันเสาร์ ในช่วงเวลา 11.00-14.00น. โดยจุดประสงค์หลักในการใช้บริการเพื่อพบปะสังสรรค์ จำนวนคนที่ไปด้วยประมาณครั้งละ 3-4 คนค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 201-300 บาท และการศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติของกลุ่มตัวอย่างต่อส่วนประสมทางการตลาดพบว่า ปัจจัยทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์มีความสำคัญมากที่สุด ปัจจัยด้านราคาและช่องทางการจัดจำหน่ายมีความสำคัญมาก และอาชีพมีความสัมพันธ์กับความถี่ในการบริโภคแต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายต่อครั้งในการบริโภคในร้านอาหารไทย และระดับ การศึกษาเป็นปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติของผู้บริโภคในด้านส่วนประสมทางการตลาด

วุฒิมล ทงลิ้ม [11] ศึกษาเรื่อง คุณค่าตราสินค้าที่มีผลต่อพฤติกรรมซื้อโทรศัพท์มือถือ แอลจีของผู้บริโภค ในกรุงเทพมหานคร พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 20-34 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน และมีรายได้เฉลี่ยต่อ เดือน 10,000-20,000 บาท ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็น ด้านการรู้จักตราสินค้า ด้าน คุณภาพตราสินค้าที่รับรู้ อยู่ในระดับดีมาก และมีความคิดเห็นด้านความสัมพันธ์กับตราสินค้า และความภักดีต่อตราสินค้าอยู่ในระดับปานกลาง-น้อย ส่วนใหญ่เลือกซื้อมือถือแอลจีรูปแบบ 37 ทั่วไปราคา 5,001-10,000 บาท วัตถุประสงค์เพื่อใช้งานเป็นเครื่องหลัก ซื้อมือถือแอลจีจากร้าน เจ

มาร์ท ชำระเงินเป็นเงินสด และมีความต้องการใช้งานกล้องถ่ายรูป เล่นเพลง และเครื่องวีดีโอ มากที่สุด ตามลำดับ ในส่วนของผลการทดสอบสมมติฐานที่นัยสำคัญที่ระดับ .05 พบว่าคุณค่า ตราสินค้า ได้แก่ การรู้จักตราสินค้า คุณภาพตราสินค้าที่รับรู้ และความ

ภักดีต่อตราสินค้ามีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อโทรศัพท์มือถือแอลจีในระดับต่ำ ส่วนความสัมพันธ์กับตราสินค้า ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อโทรศัพท์มือถือแอลจี

ศิริเพชร เตชะพาเลศ [12] ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นในเขตจังหวัดปทุมธานีพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทัศนคติในการบริโภค คือ เลือกรับประทานสิ่งที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยมีวัตถุประสงค์หรือโอกาสในการใช้บริการ เพราะต้องการรับประทานร้านอาหารญี่ปุ่น สำหรับจำนวนผู้ที่มาใช้บริการร่วมกันในแต่ละครั้งอยู่ระหว่าง 2-3 คน ซึ่งส่วนใหญ่จะรับประทานร่วมกัน

กับเพื่อนสำหรับความถี่ในการรับประทานมักจะไม่นานหรือนาน ๆ ครั้ง ซึ่งจะนิยมมาใช้บริการในช่วงเวลา 16.01 - 19.00 น. โดยใช้บริการต่อครั้งประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง และมีค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยต่อครั้งประมาณ 200 - 499 บาท ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในระดับมากที่สุด คือ ด้านลักษณะทางกายภาพสำหรับปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในระดับมากลำดับแรก คือ ด้านกระบวนการบริการ รองลงมา คือ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านพนักงาน/บุคลากร ด้านสถานที่/การจัดจำ หน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด และด้านราคา ตามลำดับผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า 1) ปัจจัยพื้นฐานของผู้บริโภคที่แตกต่างกัน ทำให้การตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นแตกต่างกัน ยกเว้นด้านเพศ และสถานภาพการสมรส 2) พฤติกรรมในการบริโภคที่ แตกต่างกันทำให้การตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นแตกต่างกันในทุกปัจจัย แต่ด้านความถี่ในการ รับประทานไม่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่น

เบญจมาภรณ์ แก้วเลื่อนมา [13] ศึกษาเรื่องคุณค่าตราสินค้าที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ GE ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 21-30 ปี ระดับการศึกษาสูงสุด ส่วนใหญ่เป็นผู้มีการศึกษา ระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้ส่วนบุคคลต่อเดือนอยู่ที่ ระดับ 30,001-40,000 บาท ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยต่อคุณค่า ตราสินค้า GE ได้แก่ ด้านการรู้จักตราสินค้า ด้านคุณภาพที่รับรู้ตราสินค้า ด้านความสัมพันธ์กับ ตราสินค้า และด้านความภักดีต่อตราสินค้าวิเคราะห์พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ GE พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีวิธีเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าจากการดูหลายตราสินค้าเพื่อ เก็บข้อมูลแล้วกลับไปซื้อวันหลัง เหตุผลที่ซื้อเพราะต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่ แต่ถ้าของเก่าชำรุด จะใช้วิธีซ่อมแซมจนใช้งานได้ ในขณะที่พฤติกรรมการเกี่ยวกับบัตรเครดิต/สินเชื่อมีวิธีเลือกจากการ เก็บข้อมูลแล้วค่อยกลับไปใช้บริการ เหตุผลที่เลือกใช้บัตรเครดิต/สินเชื่อ GE เพราะได้รับสิทธิ พิเศษ เมื่อบัตรหมดอายุจะเลือกตราสินค้าที่ให้ผลประโยชน์มากกว่า

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาคุณค่าตราสินค้าและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยด้วยวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ คือ นักท่องเที่ยวที่เดินทางท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาโดยได้เลือกใช้แบบสอบถาม ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) โดยใช้วิธีบังเอิญ ซึ่งมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ซึ่งก่อนที่จะนำแบบสอบถามไปใช้นั้น ได้ดำเนินการทดลองใช้แบบสอบถาม (Tryout) จำนวน 30 ชุด และนำข้อมูลที่ได้นำมาทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของครอนบ์ซัลฟา (Cronbach's alpha) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งพบว่ามีค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.72-0.86 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์พิจารณา 0.70 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษา

ผลการศึกษา

สำหรับผลการศึกษาคุณค่าตราสินค้าและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คนพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 231 คน คิดเป็นร้อยละ 57.80 เพศชาย จำนวน 169 คน คิดเป็นร้อยละ 42.30 จบการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 191 คน คิดเป็นร้อยละ 47.8 สถานภาพสมรส จำนวน 185 คน คิดเป็นร้อยละ 46.3 อาชีพพนักงานงานบริษัทเอกชน จำนวน 98 คน คิดเป็นร้อยละ 24.5 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 15,000 บาท จำนวน 208 คน คิดเป็นร้อยละ

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณค่าตราสินค้า

คุณค่าตราสินค้า	S.D.	ระดับ
ความคิดเห็น		
1. ด้านการรู้จักตราสินค้า	3.82	0.91 มาก
2. ด้านคุณภาพที่รับรู้	3.92	0.91 มาก
3. ด้านความผูกพันกับตราสินค้า	3.89	0.92 มาก
4. ด้านความภักดีกับตราสินค้า	3.83	0.89 มาก
รวม	3.87	0.91 มาก

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณค่าตราสินค้า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (= 3.87) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจากมากไปหาน้อย พบว่าด้านที่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการรู้จักตราสินค้า (= 3.82) ด้านคุณภาพที่รับรู้ (= 3.92) ด้านความผูกพันกับตราสินค้า (= 3.89) ด้านความภักดีกับตราสินค้า (= 3.83) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ

การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ	S.D.	ระดับ
ความคิดเห็น		
1. ด้านการโฆษณา	3.20	1.09 ปานกลาง
2. ด้านการขายโดยใช้พนักงานขาย	3.73	0.94 มาก
3. ด้านการให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์	3.59	0.93 มาก
รวม	3.51	0.99 มาก

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (= 3.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจากมากไปหาน้อยพบว่าทุกด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการขายโดยใช้พนักงานขาย (= 3.73) ด้านการให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์ (= 3.59) และพบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านการโฆษณา (= 3.20) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	S.D.	ระดับ
ความคิดเห็น		
1. ท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งเป็นอันแรก	3.87	0.90 มาก
2. ท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งนี้แม้ราคาจะแตกต่างจากอาหารทั่วไป	3.65	0.87 มาก
3. ท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งนี้เมื่อมีโอกาสเสมอ	3.78	1.00 มาก

4. ท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งนี้ในครั้งต่อไปอย่างแน่นอน 3.67 1.07 มาก
รวม 3.74 0.96 มาก

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (= 3.74) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ทุกข้อมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งนี้เป็นอันดับแรก(= 3.87) ท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งนี้แม้ราคาจะแตกต่างจากอาหารทั่วไป (= 3.65) ด้านท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งนี้เมื่อมีโอกาสเสมอ (= 3.78) ด้านท่านจะเลือกใช้บริการร้านอาหารแห่งนี้ในครั้งต่อไปอย่างแน่นอน (= 3.67) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า Variance Inflation Factors ค่า Tolerance ค่า Durbin – Watson และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณค่าตราสินค้าสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร การรู้จักตราสินค้า

- (1) ด้านคุณภาพที่รับรู้
- (2) ด้านผูกพันกับตราสินค้า
- (3) ด้านความภักดีต่อตราสินค้า
- (4) การเลือกใช้บริการร้านอาหาร
- (5)

1	1.00	0.54	0.54**	0.49*	0.54**
2		1.00	0.63**	0.49**	0.36**
3			1.00	0.59**	0.55**
4				1.00	0.55**
5					1

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยคุณค่าตราสินค้าและการสื่อสารตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) พบว่า การรู้จักตราสินค้า(AA) ด้านคุณภาพที่รับรู้ (BB) ด้านผูกพันกับตราสินค้า (CC) และด้านความภักดีต่อตราสินค้า (DD) มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (HH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01($r = 0.54, r=0.36, r=0.55,0.55$)

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า Variance Inflation Factors ค่า Tolerance ค่า Durbin – Watson และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตัวแปร การโฆษณา

- (1) การขายโดยใช้พนักงานขาย
- (2) ด้านการให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์
- (3) การเลือกใช้บริการร้านอาหาร
- (4)

1	1.00	0.46	0.16**	0.12*
2		1.00	0.66**	0.55**
3			1.00	0.60**
4				1

จากตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยคุณค่าตราสินค้า และการสื่อสารตลาดแบบบูรณาการของการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) พบว่า การโฆษณา(EE) ด้านการขายโดยใช้พนักงานขาย (FF) และด้านการให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์ (GG) มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (HH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 ($r = 0.12, r=0.55, r=0.60$)

5. การอภิปรายผล

ด้านการรู้จักตราสินค้า

จากการศึกษาพบว่า คุณค่าตราสินค้า ด้านการรู้จักตราสินค้ามีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการเลือกใช้บริการร้านอาหารส่วนหนึ่งเพราะ การรู้จักตราสินค้า เป็นเหตุผลที่จะทำให้นักท่องเที่ยวเลือกใช้บริการร้านอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสรี วงษ์มณฑา [2] ซึ่งพบว่า คุณค่าตราสินค้าสัมพันธ์ต่อการรู้จักตราสินค้า

ด้านคุณภาพที่รับรู้

จากการศึกษาพบว่า คุณค่าตราสินค้า ด้านคุณภาพที่รับรู้มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการเลือกใช้บริการร้านอาหารส่วนหนึ่งเพราะ คุณภาพการรับรู้ เป็นเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้นักท่องเที่ยวเลือกใช้บริการร้านอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Parasuraman, Zeithaml & Berry [14] ซึ่งพบว่า คุณภาพที่รับรู้สัมพันธ์ต่อคุณภาพที่รับรู้

ด้านความผูกพันกับตราสินค้า

จากการศึกษาพบว่าคุณค่าตราสินค้า ด้านความผูกพันกับตราสินค้ามีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการเลือกใช้บริการร้านอาหารส่วนหนึ่งเพราะ ความผูกพันกับตราสินค้า เป็นเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้นักท่องเที่ยวเลือกใช้บริการร้านอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุณี ธรนิตยกุล [15] ซึ่งพบว่า คุณค่าตราสินค้าสัมพันธ์ต่อการความผูกพันกับตราสินค้า

ด้านความภักดีต่อตราสินค้า

จากการศึกษาพบว่า คุณค่าตราสินค้า ด้านความภักดีต่อตราสินค้ามีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการเลือกใช้บริการร้านอาหารส่วนหนึ่งเพราะ ความภักดีต่อตราสินค้า เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้นักท่องเที่ยวเลือกใช้บริการร้านอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กานดา จันทร์แย้ม [16] ซึ่งพบว่า คุณค่าตราสินค้าสัมพันธ์ต่อการความภักดีต่อตราสินค้า

ด้านการโฆษณา

จากการศึกษาพบว่า การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ ด้านการโฆษณา มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการเลือกใช้บริการร้านอาหารส่วนหนึ่งเพราะ การโฆษณา เป็นเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้นักท่องเที่ยวเลือกใช้บริการร้านอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จินณพัทธ์ โอสถานนท์ [17] ซึ่งพบว่า การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการโฆษณา

ด้านการขายโดยใช้พนักงานขาย

จากการศึกษาพบว่า การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ ด้านการขายโดยใช้พนักงานขาย มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการเลือกใช้บริการร้านอาหารส่วนหนึ่งเพราะ การขายโดยใช้พนักงานขาย เป็นเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้นักท่องเที่ยวเลือกใช้บริการร้านอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วัลลภ เมฆทัพบ [18] ซึ่งพบว่า การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการขายโดยใช้พนักงานขาย

ด้านการให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์

จากการศึกษาพบว่า การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการ ด้านการให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า การที่นักท่องเที่ยวต้องการเลือกใช้บริการร้านอาหารส่วนหนึ่งเพราะ การให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์ เป็นเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้นักท่องเที่ยวเลือกใช้บริการร้านอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉัตยา พรเสมอใจ และ มัทนียา สมมิ [19] ซึ่งพบว่า การสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยด้านคุณค่าตราสินค้าและด้านการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีข้อเสนอแนะดังนี้

วัตถุประสงค์ในการใช้บริการร้านอาหารของผู้บริโภคจะมาใช้เพื่อเป็นสถานที่สังสรรค์ ครอบครัวยุคใหม่ ร้านอาหารควรจัดสถานที่ให้เหมาะสม บรรยากาศในร้านมีความสงบ อีกทั้งควรมีบริการเสริมอื่นๆ เช่น อินเทอร์เน็ตไร้สาย เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ลูกค้า

ด้านผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคควรให้ความสำคัญกับรายละเอียดของอาหาร ส่วนด้านราคานั้นมีผลต่อการตัดสินใจของกลุ่มลูกค้าควรมีราคาหลายทางเลือกที่เหมาะสม กับปริมาณเพื่อให้สามารถเข้าถึง กลุ่มผู้บริโภคเพื่อให้มีกำลังซื้ออาหารได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้เป็น การวิจัยเรื่อง การเลือกใช้ร้านอาหาร โดยใช้การศึกษาจากบทวิจัยในด้านร้านอาหารมาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ให้เกิดความครอบคลุมในระดับหนึ่ง ซึ่งหากต้องการผลวิจัยที่มากขึ้น การออกแบบสอบถามควรมีความละเอียดมากกว่านี้ เพราะการออกแบบสอบถามที่ดีนั้น จะสามารถทำให้ได้รับคำตอบที่ชัดเจนมากขึ้น และควรมีการวิจัยอื่นๆเพิ่มเติม นอกเหนือจากการทำแบบสอบถาม เช่น การสัมภาษณ์ และทำวิจัยโดยเพิ่มปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าไปอีก เช่น ส่วนประสมทางการตลาด และอื่นๆ อันจะทำให้ผลการวิจัยมีความครอบคลุมมากขึ้น ซึ่งตัวแปรมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหาร

ภาครัฐและเอกชนควรให้ความสำคัญและส่งเสริมการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพเป็นอันดับ 1 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ในความรู้สึกของประชาชนผู้บริโภค มีความคิดว่าหากภาครัฐและเอกชนให้ความสำคัญและส่งเสริมการรับประทาน อาหาร จะช่วยให้คนไทยได้รับความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน อาหารที่

ปลอดภัยและหลักโภชนาการจะทำให้พลเมืองของประเทศมีสุขภาพที่ดีมีจิตใจที่ดียิ่งมีการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ
ที่ลดการเปียดเบียนสัตว์แล้วยังยกระดับจิตใจของคนในประเทศมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

จากการศึกษาวิจัยในหัวข้อเรื่องรูปแบบการดำเนินชีวิตและภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวที่มีความสัมพันธ์ต่อความ
ต้องการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทยในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา วิจัยเล่มนี้
สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความสนับสนุนจากผศ.ดร. วสุธิดา นิรุตมนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาการวิจัย
การตลาด ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆในการทำวิจัยมาโดยตลอด คณะผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ
โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ (2550) คุณค่าตราสินค้า กรุงเทพมหานคร:บริษัท ซีระฟิล์มและไซเท็กซ์ จำกัด.
- [2] เสรี วงษ์มณฑา. (2542).การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค. กรุงเทพฯบริษัท ซีระฟิล์ม และไซเท็กซ์จำกัด.
- [3] โฉมฉาย ม.ศรีนครินทรวิโรฒ. (2556). คุณค่าตราสินค้าและปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรม รมการ เลือกใช้
บริการร้านอาหารสี่ฟ้าของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร.สารนิพนธ์ บธ.ม.(การจัดการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- [4] กฤติยา ไตรรัตน์ และนิตนา ฐานิตชนกร (2556) ได้ศึกษา เรื่องอิทธิพลของคุณค่าตราสินค้า (Brand Equity)
การรับรู้การสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการ (IMC) และคุณภาพการให้บริการ (Service Quality) ที่มีผลต่อการ
ตัดสินใจใช้บริการสถานเสริมความงามของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร.
- [5] สุรคุณ คณรัตน์านนท์. (2556).ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการคาร์แคร์.ปริญญาโท คณะ
บริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- [6] ญัญญา ตั้งงามสกุล และนิตนา ฐานิตชนกร (2557) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ของการสื่อสารทางการตลาดแบบ
บูรณาการ และความรับผิดชอบต่อสังคมกับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อภีเกียของผู้บริโภคในเขต
กรุงเทพมหานคร การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยการสื่อสารทางการตลาด
แบบบูรณาการ และความรับผิดชอบต่อสังคมที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อภีเกียของผู้บริโภค
ในเขตกรุงเทพมหานคร.
- [7] วุฒิชัย จำนงค์. (2523).พฤติกรรมกรรมการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- [8] ถวัลย์ วรเทพพิพิงษ์. (2530).แนวความคิด กระบวนการและโครงสร้างการตัดสินใจ. ใน เอกสารทางวิชาการ
ประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อเพิ่มพูนความสามารถของกำนันในการบริหารงานพัฒนาชนบท. ขอนแก่น:
โรงพิมพ์โฆษะขอนแก่น.
- [9] สุวิทัศน์ สุรสิงห์โตทอง.(2543).ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกร้านอาหารไทยใน
เขตกรุงเทพมหานคร.
- [10] สุจิรา วรณศิริรักษ์. (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณค่าตราสินค้า และปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรม
การตัดสินใจซื้อคุกกี้ ร้านเอสแอนด์พีของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร.
- [11] วุฒิกุล ทองลิ้ม (2552) ศึกษาเรื่อง คุณค่าตราสินค้าที่มีผลต่อพฤติกรรมซื้อโทรศัพท์มือถือ แอลจีของผู้บริโภค
ในกรุงเทพมหานคร.
- [12] ศิริเพชร เตชาพาเลิศ. {2551} ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคใน การ
เลือกใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นในเขตจังหวัดปทุมธานี.
- [13] เบญจมาภรณ์ แก้วเลื่อนมา {2551} ศึกษาเรื่อง คุณค่าตราสินค้าที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์
GE ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร.
- [14] Parasuraman, A. & Berry, L. L. (1985). A conceptual model of service quality And its
implications for future research. Journal of Marketin, Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L.

L. (1985, Fall). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*.

[15] จารุณี ธรนิตยกุล. (2541). “ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้อำนาจของหัวหน้ากับความพึงพอใจในงานและความผูกพันต่อองค์กรของผู้ใต้บังคับบัญชา.” *วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 2541.

[16] กานดา จันทร์แย้ม (2538) กานดา จันทร์แย้ม, 2538. ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในการทำงาน และความผูกพันต่อองค์กรกับการไม่มาทำงานของพนักงานในสถานีวิทยุโทรทัศน. *วิทยานิพนธ์ จิตวิทยา อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.

[17] จินณพัทธ์ โอสถานนท์ (2550) ระบบสารสนเทศการจัดการฝ่ายตลาด. *บัณฑิตวิทยาลัยนครศรีธรรมราช, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*.

[18] วลัยภ เมฆทับ.(2545).การวิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จในกระบวนการขายของพนักงานขายผลิตภัณฑ์. *วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจบัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.

[19] ฉัตยา พรเสมอใจ และ มัทนียา สมมิ (2545) ฉัตยาพร เสมอใจและมัทนียา สมมิ. (2545). *พฤติกรรมผู้บริโภค*. กรุงเทพฯ : เอ็กซ์เปอร์เนท

ศึกษาการนำไฟฟ้าและวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก โดยการเผาซินเตอร์
To Study the Electrical Properties and Analysing the Microstructure of
Thermoelectric Material Using the Sintering Process.

สุพจน์ สิริอนันตระกุล และ ดร.พิมพ์พร จันทร์ผง แซนเดอร์ส
Supot Sirianantakun and Dr.Pimporn Janpong Sanders

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
pimpornjunphong@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการนำไฟฟ้าของตัวอย่าง $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ ชนิด n-type โดยผ่านกระบวนการ Ball milling ด้วยเครื่องบดละเอียด เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และเผา sinter ด้วยเครื่อง Alarge รุ่นQSH-1200M / 1400M / 1700M ที่อุณหภูมิ 200 °C 275 °C 350 °C 425 °C และ 500 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก และวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ทำการวัดสมบัติทางไฟฟ้าโดยอาศัยเครื่องมือวัดแบบ 4 จุด โดยการจ่ายค่าศักย์ไฟฟ้า (V) และวัดค่ากระแสไฟฟ้า (I) ณ อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 40 °C และ 50 °C ตามลำดับ นำมาหาค่าความต้านทาน และค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน พบว่า วัสดุ $Sb_2Te_{2.6}Se_{0.3}$ ที่เผาที่อุณหภูมิ 275 °C มีการนำไฟฟ้าที่ดี เนื่องจากมีค่าความต้านทานไฟฟ้า 4.664 kΩ ที่อุณหภูมิการวัดที่ 25 °C เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 30 °C 40 °C 50 °C และ 60 °C ค่าความต้านทานจะลดลง 3.45 kΩ 0.095 kΩ 0.96 kΩ และ 0.42 kΩ ตามลำดับ ซึ่งค่าความต้านทานจะแปรผกผันตามค่าการนำไฟฟ้า วัสดุ $Sb_2Te_{2.6}Se_{0.3}$ ที่เผาที่อุณหภูมิ 275 °C สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ดีที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานเท่ากับ $5.7 \times 10^2 \Omega \cdot cm$ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของเทอร์โมอิเล็กทริก ผลสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านการผลิตไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริก

ABSTRACT

This research to study the electrical properties of $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ semiconductor n-type was made using process Ball milling (BM) and the sintering process. The Ball milling was used by mixing the $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ for 2 hours. Furthermore, sintering in the oven model Alarge QSH-1200M / 1400M / 1700M was carried out with temperatures at 200 °C, 275 °C, 350 °C, 425 °C and 500 °C for 1 hour. The Scanning Electron Microscope (SEM) was used for phase analyzing. The electric properties are measured using technique 4 probe by applying the voltage (V) and collecting the current (I) at temperatures 20 °C, 30 °C, 40 °C and 50 °C respectively. The resistant and the electrical resistivity were investigated. The result show the $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ sintered at 275 °C has the highest performance for conductivity, since the resistor is 4.664 kΩ at the temperature measured at 25 °C. When increasing the temperature measurement to 30 °C, 40 °C, 50 °C and 60 °C the resistant decreased to 3.45 kΩ, 0.0095 kΩ, 0.96 kΩ and 0.42 kΩ respectively. The resistivity is the inversed law of the conductivity. The conclusion is the $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ at the sintering temperature of 275 °C gave the best current at a measured temperature of 40 °C and the electrical resistivity is $5.7 \times 10^2 \Omega \cdot cm$, which is the characteristic for thermoelectric material. Henceforth, this technique can be applied in the production of thermoelectric materials.

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันมีการวิจัยและศึกษาค้นคว้าหาแหล่งพลังงานทดแทน เนื่องจากความต้องการการใช้พลังงานมีเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในรูปของพลังงานไฟฟ้า ในขณะที่แหล่งพลังงานหลักที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันกำลังจะหมดลงไม่ว่าจะเป็นน้ำมัน ถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติ รวมถึงการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น มลภาวะทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงน้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ มลภาวะทางดินและน้ำ จากการปนเปื้อนของแหล่งพลังงานจำพวกถ่านหิน เป็นต้น การวิจัยทางด้านพลังงานทางเลือกใหม่ จึงหาแหล่งพลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการนำพลังงานที่สูญเสียไปจากกระบวนการผลิตต่างๆ หมุนเวียนกลับเข้าสู่ระบบเพื่อสร้างพลังงานรอบใหม่

สารกึ่งตัวนำ semiconductor เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่างตัวนำและฉนวน เป็นวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบด้วย germanium, selenium, silicon เป็นวัสดุที่มีสมบัติเป็นตัวนำ หรือมีการนำไฟฟ้าระหว่างโลหะกับโลหะหรือฉนวน การนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ วัสดุกึ่งตัวนำจะมีความต้านทานไฟฟ้าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะตรงข้ามกับโลหะ

วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก Thermoelectric Material [1] เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำไปใช้งานเป็นแหล่งพลังงานได้ เรียกว่า “เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล (Thermoelectric module)” เริ่มต้นจากการนำวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก ชนิดเอ็น (N- type) และชนิดพี (P- type) ขึ้นเล็กๆ มาต่อกันเป็นคู่ๆ โดยวางสลับกัน และมีโลหะขนาดเล็กเชื่อมต่อทั้งคู่เข้าด้วยกัน ซึ่งแต่ละคู่ที่ต่อกันจะมีการเชื่อมต่อกันแบบอนุกรมทางไฟฟ้าตั้งแต่ตัวแรกถึงตัวสุดท้าย เมื่อนำมาต่อเข้ากับโหลด (Load) หากมีกระแสไฟฟ้าไหลก็จะครบวงจรพอดี ที่ด้านบนและด้านล่างถูกประกบด้วยแผ่นเซรามิค ปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าที่โมดูลผลิตได้เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างแผ่นด้านบนและด้านล่าง และขึ้นอยู่กับจำนวนคู่ของ เอ็น-พี ในโมดูลนั้น วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก ชนิดเอ็น (N-type) และชนิดพี (P-type) ผลิตจากสารตั้งต้น เช่น ธาตุบิสมัท (Bismuth) ธาตุเทลลูเรียม (Tellurium) และธาตุพลวง (Antimony) การใช้เทอร์โมอิเล็กทริกเป็นอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดมีต้นทุนต่ำ เป็นความร้อนเหลือทิ้งจากการใช้งานประจำวันเช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้า จากความร้อนเหลือทิ้งในท่อไอเสียของรถยนต์ การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเตาหุงต้ม เป็นต้น เนื่องด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกแต่ละโมดูลสร้างจากวัสดุสารกึ่งตัวนำชนิด P-type และ N-type หลายตัว โดยจัดโครงสร้างให้ ผนังด้านใดด้านหนึ่งนั้นรับความร้อน และอีกด้านหนึ่งจะเกิดคามเย็นสม่ำเสมอตลอดทั้งโมดูล

ดังนั้นงานวิจัย สนใจที่จะนำผง เทลลูเรียม (Te) พลวง (Sb) และซีลีเนียม (Se) มาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อศึกษาการนำความร้อน และการนำไฟฟ้า อีกทั้งศึกษากระบวนการเตรียมวัสดุ N-type เพื่อศึกษาโครงสร้างและศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของวัสดุ N-type

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการนำไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริก

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 วัดค่ากระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์การวัดแบบเข็มวัด 4 จุด (Four Point Probe)

1.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของวัสดุ n-type ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด Scanning electron microscope ; (SEM)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ศึกษากระบวนการและขั้นตอนในการผลิตชิ้นงาน N-type

1.5.2 ได้ศึกษาโครงสร้างผลึกของ N-type และสมบัติการนำไฟฟ้า

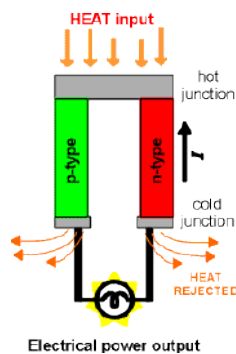
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทอร์โมอิเล็กทริก (thermoelectric) [2]

เทอร์โมอิเล็กทริกเป็นระบบการดูดความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยอาศัยปรากฏการณ์ Peltier โดยเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำ 2 ชนิด จุดเชื่อมหนึ่งจะเย็น อีกจุดหนึ่งจะร้อน ตัวทำความเย็นแบบนี้ได้รับการดัดแปลงและพัฒนาเป็นรูปแบบอื่นอีกมากมาย ดังเช่น การใช้สารกึ่งตัวนำสองชนิด คือ สารกึ่งตัวนำชนิด P-type และสารกึ่งตัวนำชนิด N-type ประกอบอยู่บนแผ่นเซรามิก ขณะที่กระแสไฟฟ้าผ่านจาก N-type ไป P-type อุณหภูมิที่จุดต่อจะลดลง และทำหน้าที่ดูดความร้อนจากบริเวณรอบๆ ความร้อนจะถูกพาไปโดยอิเล็กตรอน และปล่อยที่ด้านตรงข้าม ประสิทธิภาพการดูดความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้าและจำนวนชั้นของ N-type และ P-type สารกึ่งตัวนำทั้งสองนิยมใช้สาร Bismuth telluride เพราะมีประสิทธิภาพดีมากในการดูดความร้อน

2.1.1 การทำงานของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก [4]

ปัจจุบันวิวัฒนาการของปรากฏการณ์ Seebeck effect และ Peltier effect ได้รับการพัฒนาเป็นอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกที่ทำงานตามกระบวนการอุณหพลศาสตร์ใน 2 รูปแบบ คือ จักรกลความร้อน (Heat engine) และจักรกลสูบความร้อน (Heat pump) โดยมีการออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์แยกชนิดตามหน้าที่ในการทำงานดังกล่าว ตามปรากฏการณ์ อุปกรณ์ทำความร้อน Seebeck effect เรียกว่า Thermoelectric Generator (TEG) ข) ตามปรากฏการณ์ อุปกรณ์ทำความเย็น Peltier effect เรียกว่า Thermoelectric-Cooler (TEC) หรือ Peltier cooler เทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์ เทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์ Thermoelectric Generator การกำเนิดไฟฟ้าด้วยความร้อนจากพฤติกรรมรอยต่อ โอห์มิก (Ohmic junction) ของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์ อาศัยความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างรอยต่อด้านร้อนและด้านเย็นของเทอร์โมอิลิเมนต์ มีผลให้กลุ่มอิเล็กตรอนในวัสดุด้านร้อนมีพลังงานจลน์สูงกว่าวัสดุด้านเย็นและเคลื่อนที่เร็วกว่าเกิดความต่างปริมาณของประจุไฟฟ้าและกำเนิดไฟฟ้าขึ้นที่ปลายขั้วต่อของอุปกรณ์ พร้อมจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลด (Load) ได้ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และ เนื่องจากเทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์ ผลิตไฟฟ้าจากความร้อนบางครั้งจึงเรียกว่า เซลล์ความร้อน (Thermoelectric cell) ข) เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ (Thermoelectric Cooler) การทำความเย็นด้วยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านบริเวณรอยต่อโอห์มิกของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก คูลเลอร์ (TEC) อาศัยผลการดูดกลืนความร้อนของกลุ่มอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่จากรอยต่อด้านเย็น ผ่านเทอร์โมอิลิเมนต์ และนำไปปลดปล่อยที่รอยต่อด้านร้อน ทำให้เกิดความแตกต่างอุณหภูมิ โดยมีผลให้รอยต่อด้านเย็นมีอุณหภูมิลดต่ำลง ขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้าและการระบายความร้อนที่รอยต่อด้านร้อนออก ดังแสดงในรูปที่ 2.3 อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์และอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์นั้นมีลักษณะของโครงสร้างคล้ายคลึงกันจึงสามารถทำงานย้อนกระบวนการกันได้แต่สภาวะการทวนอุณหภูมิของอุปกรณ์และค่า ZT ของเทอร์โมอิลิเมนต์ที่เลือกใช้จะแตกต่างกันขึ้นกับความต้องการประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์

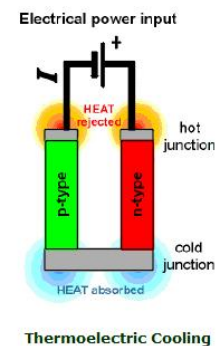


รูปที่
generation

2.2 Thermoelectric

รูปที่ 2.3 Thermoelectric cooling

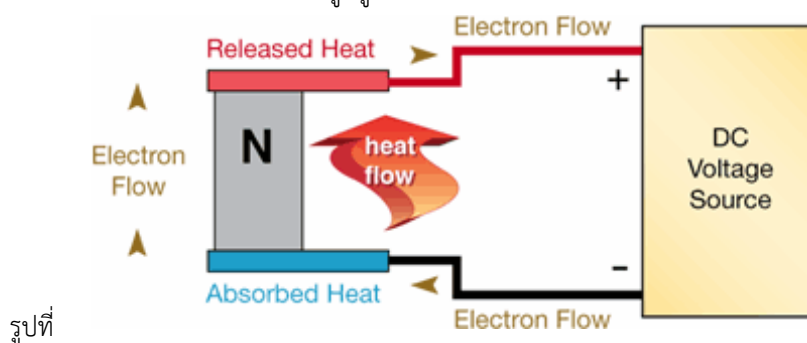
2.1.2 โครงสร้างของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก [5]



อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกที่ผลิตกันในเชิงพาณิชย์ จะมีมาตรฐานการกำหนด ทั้งขนาดพื้นที่ รูปร่าง และ กำลังไฟฟ้าของเซลล์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายตามวัตถุประสงค์ โดยในการผลิตทางอุตสาหกรรมเทอร์โมอิเล็กทริกชนิดสารกึ่งตัวนำแบบพีและเอ็น (P-type, N-type) จะถูกนำมาจัดเรียงบนแผ่น ฉนวนไฟฟ้าต่อสลับอันดับกันทางวงจรไฟฟ้า และต่อขนานกันในเชิงวงจรความร้อนบนพื้นที่กว้างขึ้นเพื่อให้มีทิศทางการเคลื่อนที่ของพาหะไฟฟ้าที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์ Peltier effect เป็นการสร้างรอยต่อโอห์มมิก ที่ผนังอุปกรณ์ด้านร้อนและด้านเย็น จะทำให้ได้พื้นที่ที่ทำความเย็นและการระบายความร้อนเพิ่มขึ้น ในการรับ พลังงานความร้อนและระบายความร้อนในการสร้างกระบวนการย้อนกลับให้ทำงานเป็นความร้อนและระบายความร้อน ในการสร้างกระบวนการย้อนกลับให้ทำงานเป็นเทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์ (TEG)

2.2 สารกึ่งตัวนำ ชนิดเอ็นและชนิดพีจะมีทิศทางการทำความร้อนต่างกันดังนี้

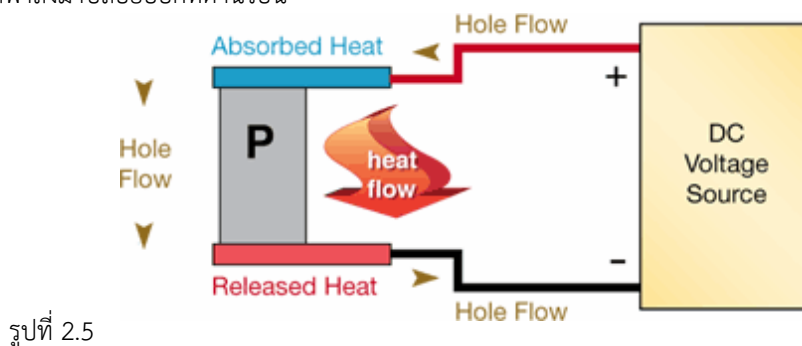
- สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type) มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมากมีประจุเป็นลบ จากรูปที่ 2.4 เมื่อต่อ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขั้ว ซึ่งลบจะอยู่ด้านล่างเสมือนเป็นการเพิ่มพลังงานให้กับอิเล็กตรอนที่อยู่ด้านล่าง อิเล็กตรอน บริเวณนั้นมีพลังงานสูงและจะพยายามแพร่ไปด้านบนเพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุลระหว่างที่อิเล็กตรอน แพร่ขึ้นไปด้านบนนั้น ก็จะนำเอาความร้อนที่ถูกดูดเข้ามาบริเวณด้านเย็นขึ้นไปปล่อยออกบริเวณด้านร้อน



รูปที่ 2.4 แสดงการ

เกิดปรากฏการณ์เพลทีเยกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น [6]

- สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type) มีโฮลเป็นพาหะข้างมากมีประจุเป็นบวก จากรูปที่ 2.5 เมื่อต่อแหล่งจ่าย ไฟฟ้ากระแสตรงขั้วบวก ซึ่งจะอยู่ข้างบนเสมือนเป็นการเพิ่มพลังงานให้กับโฮลที่อยู่ด้านบน โฮล บริเวณนั้นจะมี พลังงานสูงและพยายามเคลื่อนที่ลงด้านล่างเพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุลพลังงานความร้อนที่ดูดซึมมาจากสิ่งแวดล้อม จะถูกโฮลพาพลังงานมาปล่อยออกที่ด้านร้อน



รูปที่ 2.5

แสดงการเกิด

ปรากฏการณ์เพลทีเยกับสารกึ่งตัวนำชนิดพี [6]

2.3 การวัดค่าความต้านทานด้วยวิธีเข็มวัด 4 จุด (Four Point Probe) [7]

ความต้านทานไฟฟ้าเป็นสมบัติที่สำคัญของวัสดุสารกึ่งตัวนำที่จำเป็นจะต้องพิจารณาเมื่อต้องการนำวัสดุ นั้นมาใช้ในสิ่งประดิษฐ์ทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ กรณีที่สามารถควบคุมหรือตรวจวัดพารามิเตอร์รอบข้างได้อย่าง แม่นยำ การวัดค่าความต้านทานช่วยให้สามารถประเมินคุณภาพของวัสดุและสิ่งประดิษฐ์ได้ง่าย รวดเร็ว มีความ แม่นยำสูงและยังเป็นการวัดแบบไม่ทำลาย ในทางปฏิบัติการวัดค่าความต้านทานให้มีความแม่นยำสูงทำได้ค่อนข้าง

ยากเนื่องจากผลกระทบหลายด้าน เช่น อุณหภูมิ เครื่องมือวัด และการติดตั้งเครื่องมือวัด เป็นต้น การวัดค่าความต้านทานด้วยวิธีเข็มวัด 4 จุด (four-point probe) ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานในการวัดค่าความต้านทานของวัสดุสารกึ่งตัวนำ โดยเข็มวัดคู่หนึ่งใช้จ่ายกระแสให้กับชิ้นงานทดสอบ ส่วนเข็มวัดอีกคู่จะใช้วัดแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากชิ้นงานทดสอบ ด้วยลักษณะเช่นนี้สามารถตัดผลกระทบจากความต้านทานของสายไฟที่ใช้วัด และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมจุดวัด จึงทำให้ค่าความต้านทานที่คำนวณได้มีความถูกต้องมากขึ้น

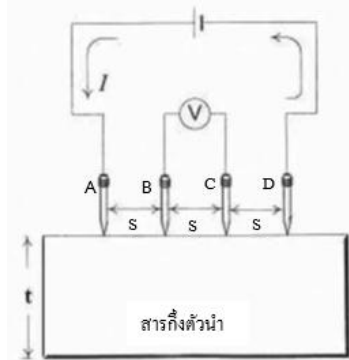
การหาค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุกรณีที่มีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมพื้นที่หน้าตัด A มีขนาดยาว l สามารถกำหนดได้จากสมการ

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.2)$$

R คือ ค่าความต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

ρ คือ ค่าสภาพความต้านทานไฟฟ้า (resistivity) ของวัสดุ มีหน่วยเป็นโอห์ม-เซนติเมตร ($\Omega \cdot \text{cm}$)

การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าในลักษณะนี้ ขั้วไฟฟ้าที่ปลายทั้งสองของแท่งวัสดุจะต้องเป็นรอยสัมผัสอโหมมิก (ohmic contact) เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของวัสดุได้โดยตลอดแต่ในทางปฏิบัติวัสดุสารกึ่งตัวนำไม่ได้มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม การกำหนดความยาวและพื้นที่หน้าตัดรวมไปถึงการสร้างรอยสัมผัสอโหมมิกจึงทำได้ยากทำให้การวัดด้วยวิธีข้างต้นจึงไม่เหมาะสมวิธีที่ได้รับความนิยมและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายคือ การวัดด้วยวิธีเข็มวัด 4 จุด ซึ่งสามารถวัดได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดหรือรูปร่างของวัสดุ และใช้เข็มวัดแทนการสร้างรอยสัมผัสอโหมมิก จากรูปที่ 2.6 เป็นการวัดความต้านทานด้วยวิธีเข็มวัด 4 จุด โดยเข็มทั้ง 4 มีระยะห่างระหว่างเข็มเท่ากันคือ s การวัดเริ่มจากปล่อยกระแสไฟฟ้าจากที่เข้าที่เข็มด้านนอกสุด (เข็ม A และ D) กระแสจะไหลจากเข็ม A ผ่านวัสดุไปยังเข็ม D ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม จึงทำการวัดค่ากระแสและค่าแรงดันที่เข็ม B และ C ที่วัดได้จะนำมาคำนวณหาค่าสภาพความต้านทานไฟฟ้า ตามสมการที่ 2.4 ซึ่งเป็นสมการที่ได้จากการแก้สมการสนามไฟฟ้าบนผิวสารกึ่งตัวนำที่มีขอบเขตแบบกึ่งไม่จำกัด (semi-infinite boundary)



รูปที่ 2.6 การวัดค่าความ

ต้านทานไฟฟ้าด้วยวิธีเข็มวัด 4 จุด [7]

$$\rho = 2\pi F \frac{V}{I} \quad (2.4)$$

เมื่อ F คือ แฟกเตอร์ความถูกต้อง

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

S. Chen, N. Logothetis, L. Ye, J. Liu [9] ได้ศึกษาวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกที่มีประสิทธิภาพสูงของผงโลหะผสมเงินขนาดนาโน Bi_2Te_3 เป็นสารตั้งต้นใน N-type ซึ่งผงนาโน Bi_2Te_3 ที่ผลิตจากแท่ง Bi_2Te_3 โดยผ่านกระบวนการแพร่พื้นฐานที่มีการแตกตัวทางกายภาพ ผงนาโน Bi_2Te_3 ถูกวิเคราะห์ห้องค้ประกอบและโครงสร้างโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) และวิเคราะห์ด้วย X-ray diffraction (XRD) กับการแพร่รังสี $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$) ซึ่งขนาดของอนุภาคผงอยู่ในช่วง 5 ถึง 20 ในการทดลองการออกแบบชิ้นงาน จะเป็น ผง Bi_2Te_3 ที่มีการเจือ Ag ลงไปในผงนาโนที่ 5wt%Ag, 7.5wt%Ag, 10wt%Ag และ 20wt%Ag ตามลำดับ การผสมผงครั้งแรกใช้ความดันที่ 0.62 GPa เป็นเวลา 5 นาที และหลังจากนั้นให้ความดันเพิ่มเป็น 70 GPa อุณหภูมิ 300 °C เป็นเวลา

2 ชั่วโมง โครงสร้างจุลภาคและองค์ประกอบทางเคมีของเม็ดเทอร์โมอิเล็กทริก วิเคราะห์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และ (EDS) ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการเติม Ag ที่ 7.5wt%Ag มีค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นและค่าการนำความร้อนลดลง ค่า ZT อยู่ที่ 1.48 ที่ 300 K โดยการเจือผง Ag ที่ 7.5wt%Ag ในสารตั้งต้น Bi_2Te_3 ในวัสดุ N-type

Z.J. Xu และคณะ [9] ศึกษาการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของเทอร์โมอิเล็กทริกบริเวณละลาย $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ ใน p-type ในวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก โดยการเปลี่ยนรูปด้วยความร้อน บริเวณละลายของโลหะผสมบิสมัท (Bi) พลวง (Sb) และเทลลูเรียม (Te) มีการประยุกต์มากที่สุดในวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกซึ่งการเปลี่ยนรูปด้วยความร้อน สามารถเพิ่มคุณสมบัติของเทอร์โมอิเล็กทริกและคุณสมบัติเชิงกลของบริเวณละลายของ $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ ทำให้โครงสร้างจุลภาคและข้อบกพร่อง donor-like effect ส่งผลให้ความเข้มข้นของประจุพาหะเพิ่มมากขึ้น และสภาพการนำความร้อนลดลง ทำให้ ZT สูง 1.36 ที่อุณหภูมิ 400 K ใน $\text{Bi}_{0.4}\text{Sb}_{1.6}\text{Te}_3$ หลังจากการเปลี่ยนรูปด้วยความร้อน และค่า ZT เฉลี่ยประมาณ 1.2 ในช่วงอุณหภูมิ 300-525 K ซึ่งการเตรียมชิ้นงานจะใช้สารตั้งต้นเป็น Bi, Sb และ Te ที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.999% ซึ่งปริมาณสารที่เหมาะสมจะซึ่งตามน้ำหนักเปลี่ยนตามองค์ประกอบของ $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$ ($x = 1.4, 1.5, 1.6, 1.7$) ผสมลงในท่อควออร์ทที่มีความดัน 10^{-3} Pa เฝ้าที่อุณหภูมิ 1023 K ทิ้งให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องและแห้งที่มีบริเวณละลายถูกอบที่ 473 K เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ใช้ XRD วิเคราะห์โครงสร้างเฟสและการเปลี่ยนแปลงเกรน EPMA วิเคราะห์องค์ประกอบ และ HRTEM อธิบายลักษณะโครงสร้างจุลภาค

3. วิธีการวิจัย

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

2. ตระแกรง ขนาด 0.2 mm
3. กระดาษทราย เบอร์ 1000 และ 2000
4. เตาเผา Alarge รุ่น QSH-1200M / 1400M / 1700M
5. เครื่องบดละเอียด Ball milling และเม็ดบด Alumina ball dia 5 mm
6. เครื่องอัดเม็ดแบบไฮดรอลิก
7. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด scanning electron microscope (SEM)
8. เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า/แรงดันไฟฟ้า BAKU รุ่น BK-1502DD
9. เครื่องวัดค่าแรงดันไฟฟ้า Agilent รุ่น 34420A
10. เข็มวัด 4 จุด (Four Point Probe)

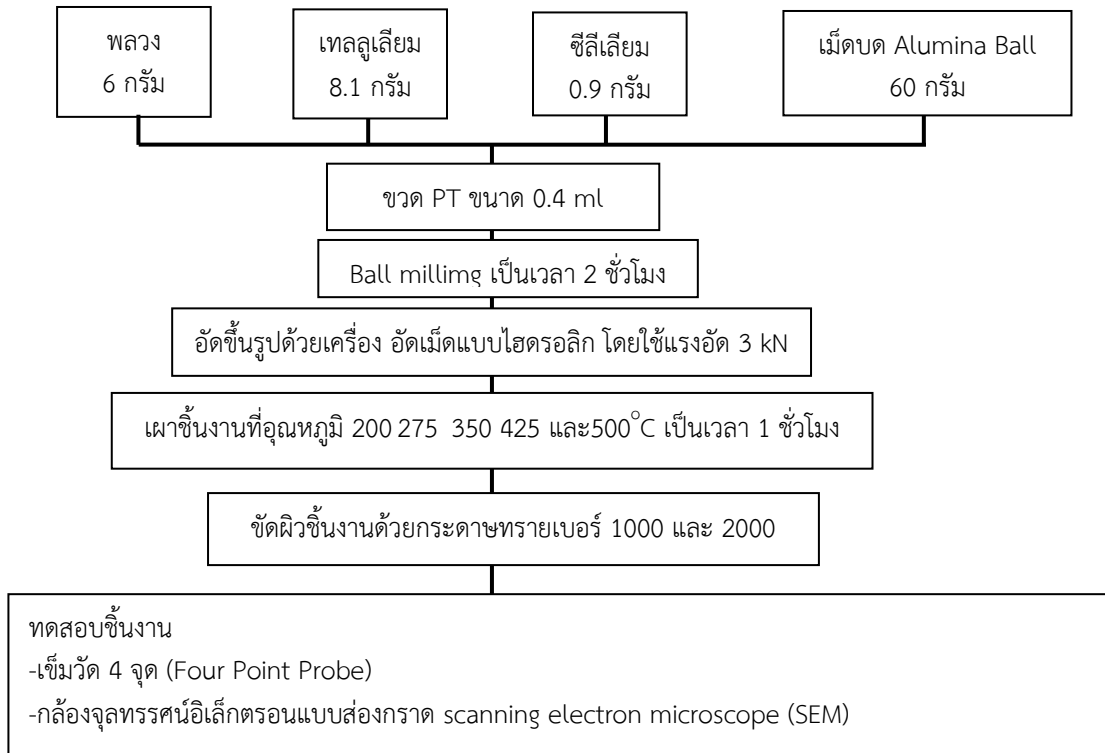
3.2 สารเคมี การคำนวณปริมาณส่วนผสม และการออกแบบอัตราส่วนผสม

อัตราส่วนของ $\text{Sb}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ ต่อชิ้นงาน 1.5 กรัม

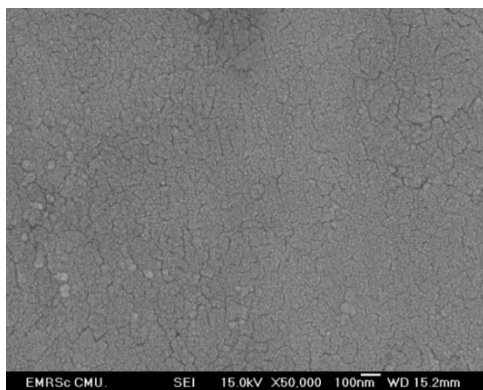
ตารางที่ 3.1 ตารางอัตราส่วนของ $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$

พลวง (กรัม)	เทลลูเรียม (กรัม)	ซีลีเนียม (กรัม)
0.6	0.81	0.09

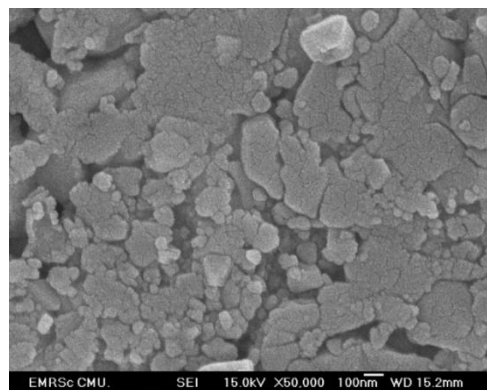
กระบวนการเตรียมชิ้นงาน



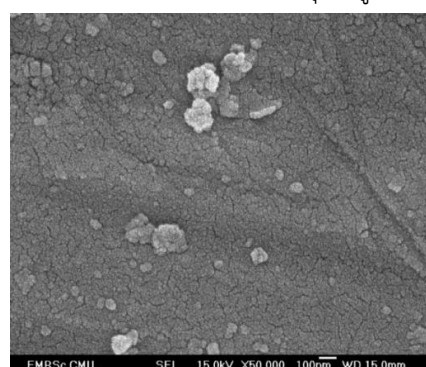
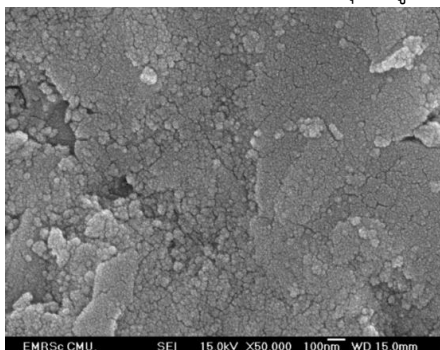
กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดจึงถูกนำมาใช้ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงาน N-type ที่เผาที่อุณหภูมิ 200, 275, 350, 425 และ 500 °C ดังรูปที่ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ



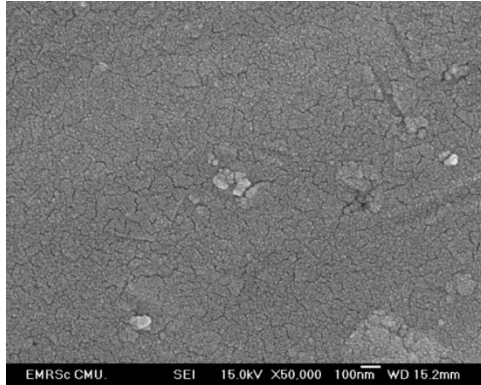
รูปที่ 3.1 ภาพถ่าย SEM ของการเผาที่อุณหภูมิ 200 °C



รูปที่ 3.2 ภาพถ่าย SEM ของการเผาที่อุณหภูมิ 275 °C



รูปที่ 3.3 ภาพถ่าย SEM ของการเผาที่อุณหภูมิ 350 °C รูปที่ 3.4 ภาพถ่าย SEM ของการเผาที่อุณหภูมิ 425 °C



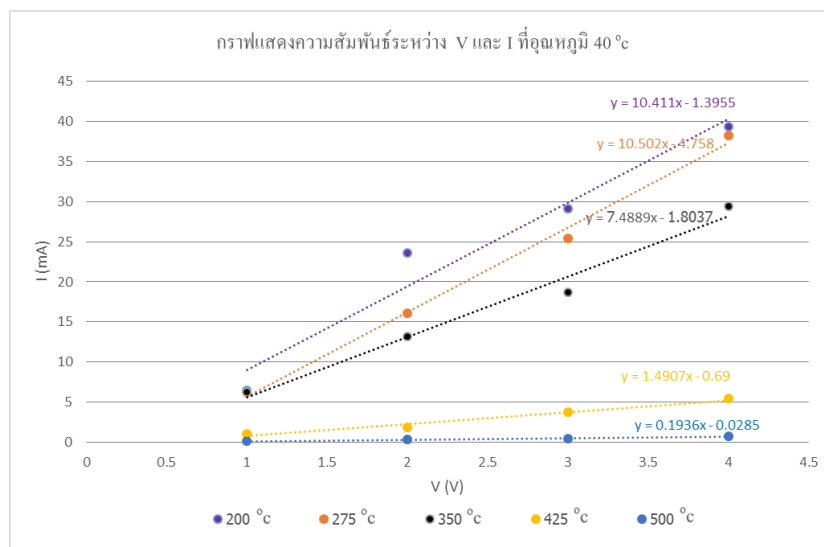
รูปที่ 3.5 ภาพถ่าย SEM

ของการเผาที่อุณหภูมิ 500 °C

จากรูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างของวัสดุที่เผาที่อุณหภูมิ 275°C จะแสดงให้เห็นว่าวงเทลลูเรียม (Te) พลวง (Sb) และซีลีเนียม (Se) มีหลอมรวมกันมากและเกิดรูพรุนมากทำให้เกรนที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่

3.5 การทดสอบแบบ Four-point probe

การทดสอบแบบ Four-point probe เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานของ n-type ที่อุณหภูมิ 25°C 30°C 40°C 50°C และ 60°C ได้แสดงตัวอย่างกราฟที่มีการวัดที่ อุณหภูมิ 40°C ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง V และ I ที่อุณหภูมิการวัด 40 °C

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V และ I ที่อุณหภูมิจัดการวัดต่างๆ เพื่อหาค่าความต้านทานของชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความต้านทานที่ได้จากการทดลอง

ตัวอย่าง วัด ที่ อุณหภูมิ (°C)	ค่าความต้านทาน (K.Ω)				
	200 °C	275 °C	350 °C	425 °C	500 °C

T25	4.153	4.664	5.31	2.004	131.58
T30	4.965	3.45	3.133	8.748	20.661
T40	0.095	0.095	0.133	0.67	5.165
T50	0.75	0.93	1.818	16.778	43.668
T60	2.77	0.492	7.502	17.636	26.313

จากผลการทดลองพบว่าชิ้นงานเทอร์โมอิเล็กทริกมีค่าความต้านทานไฟฟ้าน้อยที่สุดและมีค่าการนำกระแสไฟฟ้ามากที่สุด ที่อุณหภูมิการวัด 40 องศาเซลเซียส

ผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่าง $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ ชนิด n-type โดยผ่านกระบวนการ Ball milling ด้วยเครื่องบดละเอียด เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และเผา sinter ด้วยเครื่อง Alarge รุ่น QSH-1200M / 1400M / 1700M ที่อุณหภูมิ 200 °C 275 °C 350 °C 425 °C และ 500 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก และวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ทำการวัดสมบัติทางไฟฟ้าโดยอาศัยเครื่องมือวัดแบบ 4 จุด โดยการจ่ายค่าศักย์ไฟฟ้า (V) และวัดค่ากระแสไฟฟ้า (I) ณ อุณหภูมิ 25 °C 30 °C 40 °C และ 50 °C ตามลำดับ นำมาหาค่าความต้านทาน และค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน พบว่า วัสดุ $Sb_2Te_{2.6}Se_{0.3}$ ที่เผาที่อุณหภูมิ 275 °C มีการนำไฟฟ้าที่ดี เนื่องจากมีค่าความต้านทานไฟฟ้า 4.664 kΩ ที่อุณหภูมิการวัดที่ 25 °C เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 30 °C 40 °C 50 °C และ 60 °C ค่าความต้านทานจะลดลง 3.45 kΩ 0.095 kΩ 0.96 kΩ และ 0.42 kΩ ตามลำดับ ซึ่งค่าความต้านทานจะแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า วัสดุ $Sb_2Te_{2.6}Se_{0.3}$ ที่เผาที่อุณหภูมิ 275 °C สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ดีที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานเท่ากับ 287.79 kΩ

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การนำไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริก และวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของเทอร์โมอิเล็กทริก จากผลการทดลองพบว่าวัสดุ $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ ที่เผาที่อุณหภูมิที่ 275 °C มีประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าที่ดี และมีค่าความต้านทานไฟฟ้าน้อย ที่อุณหภูมิการวัดที่ 40 °C ซึ่งการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่าวัสดุ $Sb_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ ที่เผาที่อุณหภูมิที่ 275 °C มีรูพรุนมากและมีเกรนขนาดใหญ่ ข้อเสนอแนะ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะศึกษาในเรื่องการนำความร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก การทดสอบความแข็งแรง และในการทดสอบการนำไฟฟ้าควรใช้เครื่อง Seebeck coefficient measurement หรือ เครื่อง ZEM3 เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบ

คำขอบคุณ

ผู้เขียนทำการวิเคราะห์และศึกษาในเรื่องนี้จนลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณ อ.ดร.ธีรพล ชุระกิจเสรี อาจารย์ภาควิชาวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คุณภควัตร คำสุข ที่ช่วยแนะนำและให้คำปรึกษาสุดท้ายขอขอบคุณ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำการทดลองและเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดทำเอกสารฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1]. ผศ.ทศวัลย์ คัมภีระพันธ์ และ ดร. วรวิทย์ โกสลาทิพย์. วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก อีกหนึ่งพลังงานทางเลือกดี และแจ๋ว, (ฉบับที่ 97), 2552. (<http://webstaff.kmutt.ac.th/~ivorthip/TE/>)
- [2]. จรัส บุญยธรรมา, เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริก (<http://www.rmutphysics.com/charud/Howstuff>)

work/howstuff2/refrigerator/refrigeratorthai6.htm)

[3-6]. (km.signalschool.net/wp-content/uploads/2015/01/ch2.pdf)

[7]. เจริญชัย เหลืองอ่อน. การวัดค่าความต้านทานด้วยวิธีเข็มวัด 4 จุด. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

[8]. S.Chen, N. Logothetis, L. Ye, J. Liu. **A High Performance Ag Alloyed Nano-scale n-type Bi₂Te₃ Based Thermoelectric Material**, *Materials Today: Proceedings*. 2, 2015, 610-619

[9]. Z.J. Xu, L.P. Hu, P.J. Ying, X.B. Zhao and T.J. Zhu. **Enhanced Thermoelectric And Mechanical Properties of Zone Melted p-type (Bi,Sb)₂Te₃ Thermoelectric Materials by Hot Deformation**, *Acta Materialia*. 84, 2015, 385–392/ThAbstract.pdf

การเปรียบเทียบระบบตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดและหาปริมาณไดจอกซินจากใบช่อย

A Comparison of Appropriate Solvent System for Extraction and Determination of Digoxin from *Streblus Asper* Lour. Leaves

นายณพวุฒิ ธนบุญยพันธ์¹ กาญจนา พิศาทภาค¹
Napawut Thanapunyanan¹ Kanjana Pisapak¹

- 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยาหันตรา
 - 1 Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology, Suvarnabhumi, Huntra District, Ayudhya 13000, Thailand
- *corresponding author, E-mail : bumpisapak@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดและหาปริมาณไดจอกซิน (Digoxin) จากใบช่อยโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ระบบคือ คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล (20:30:15:35) และ ไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล (50:15:35) ผลการทดสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เบื้องต้นด้วยการตรวจสอบ สเตอรอยด์นิวเคลียส วงแหวนแลคโตนที่ไม่อิ่มตัว และน้ำตาลคือออกซี พบว่า ให้ผลเชิงบวกทั้งหมด จากนั้นนำสารสกัดไปแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟี โดยใช้ตัวชะที่มีสภาพขั้วจากต่ำไปสูง คือ เฮกเซน อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม ไดคลอโรมีเทน และ เมทานอล แล้วนำส่วนแยก (fraction) ทั้ง 5 ชนิดไปตรวจสอบหาปริมาณไดจอกซินโดยใช้เครื่องโครมาโตกราฟีเหลวความดันสูง ผลการวิเคราะห์ พบว่า ระบบตัวทำละลาย คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล (20:30:15:35) ไม่พบ ไดจอกซิน ส่วนระบบตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล (50:15:35) พบไดจอกซินในส่วนแยกที่ 3 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.922 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง

คำสำคัญ: ไดจอกซิน ช่อย คาร์ดิแอกไกลโคไซด์

ABSTRACT

This research study was to compare the appropriate solvent system for extraction and determination of digoxin from *Streblus Asper* Lour. leaves. Two solvent systems for extraction including chloroform : trichloroethylene : water : ethanol (20:30:15:35) and dichloromethane: water : ethanol (50:15:35) were studied. The extracts were tested for cardiac glycoside firstly by steroid nucleus test, unsaturated lactone ring test and deoxy sugar test. The results were all positive. Next, the extract were separated by column chromatography using low to high polarity eluent of hexane, ether, chloroform, dichloromethane and methanol. Lastly, five fractions were analysed for determination of digoxin by using HPLC. The result demonstrated that digoxin was not found in the solvent system of chloroform : trichloroethylene : water : ethanol (20:30:15:35) where as the solvent system of dichloromethane: water : ethanol (50:15:35) showed the digoxin in fraction 3 at 0.922 mg /100 g dry weight..

Key words : digoxin , *Streblus Asper* , cardiac glycoside

1. บทนำ

ในปัจจุบันโรคหัวใจเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของคนทั่วโลกถึง 12,000,000 คนต่อปี อาการของโรคหัวใจมีดังนี้ คือ เหนื่อยง่าย เจ็บหรือแน่นหน้าอก หัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะหัวใจล้มเหลว และหัวใจหยุดเต้นกะทันหัน ซึ่งสาเหตุการเกิดโรคหัวใจเกิดจาก การไม่ออกกำลังกาย น้ำหนักตัวที่มากเกินไป ระดับไขมันในเลือดสูง คนที่เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และสูบบุหรี่ สามารถป้องกันได้ด้วยการไม่สูบบุหรี่ ควบคุมน้ำหนัก รักษา ระดับไขมันในเส้นเลือด รักษา ระดับความดันโลหิต ควบคุมน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน เลือกรับประทานอาหาร และออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

ไดจอกซิน (Digoxin) อยู่ในกลุ่มคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardiac glycoside) ซึ่งนำมาใช้ในการรักษาและบรรเทาอาการโรคหัวใจ เช่น ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะหัวใจล้มเหลว ออกฤทธิ์โดยการเพิ่มแรงบีบของกล้ามเนื้อหัวใจ ส่งผลให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจเพิ่มขึ้นและทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเต้นช้าลง การใช้ยาต้องควบคุมปริมาณยาอย่างใกล้ชิด เนื่องจากปริมาณยาที่ระดับต่ำที่สุดที่ให้ผลในการรักษา มีความใกล้เคียงกับปริมาณที่ต่ำสุดที่ทำให้เกิดพิษ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้เนื่องจากมีโครงสร้างทางเคมีที่ซับซ้อนมาก

คาร์ดิแอกไกลโคไซด์พบได้ในพืชหลายวงศ์ด้วยกัน และเป็นพืชชั้นสูง เช่นวงศ์ Asclepiadaceae Liliaceae Moraceae Scrophulariaceae และวงศ์ Apocynaceae ซึ่งเกือบทุกส่วนของต้นไม้พบสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ เช่น ใบ เมล็ด ราก เปลือกลำต้น ยอดอ่อน ลำต้น ก้าน ผล (เสาวณี แพงทอม, 2548)

ชอย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Streblus asper* Lour. อยู่ในวงศ์ Moraceae ชอยเป็นไม้พุ่มหรือไม้ขนาดเล็ก พบทั่วไปในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง ในสมัยก่อนนิยมใช้กิ่งชอยมาสีฟัน ทำให้ฟันแข็งแรง แก้ปวดฟัน และป้องกันฟันผุ ส่วนอื่นๆของชอยมีสรรพคุณทางยาเช่นเดียวกัน เช่น ใบเป็นยาระบายอ่อนๆ เปลือกแก้บิด แก้ท้องเสีย เปลือกต้นใช้แก้ริดสีดวงจมูก เมล็ดใช้ฆ่าเชื้อในปาก และรากเป็นยาบำรุงหัวใจ

จากการศึกษาพบว่า ชอยมีสารกลุ่มคาร์ดิแอกไกลโคไซด์มีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจ ดังนั้นผู้ทำงานวิจัยจึงสนใจที่จะสกัดไดจอกซิน ซึ่งอยู่ในกลุ่มคาร์ดิแอกไกลโคไซด์จากใบชอย เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่ชอย และนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์ต่อไป การเลือกสกัดไดจอกซินจากใบชอยเนื่องจากใบชอยมีจำนวนมากและหาได้ง่ายกว่าส่วนอื่นๆ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชชุดา น้อยมณี และศุภสิทธิ์ ฉัตรวิราม (2537) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ของต้นรำเพย โดยทำการสกัดส่วนใบและเมล็ดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม ตรวจสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ซึ่งเป็นสารองค์ประกอบ โดยการทำให้ Thin Layer Chromatography เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานสามารถตรวจพบสาร neriifolin และ peruvoside จากสารสกัดส่วนเมล็ด ซึ่งเป็นสารองค์ประกอบสำคัญที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา และได้ทำการแยกสารทั้งสองโดยการทำ preparative Thin Layer Chromatography ของสารสกัดจากเมล็ด 300 กรัม พบว่าแยก neriifolin และ peruvoside ได้เป็นสารบริสุทธิ์จำนวน 0.2 กรัม คิดเป็นร้อยละ 0.067 และ 0.16 คิดเป็นร้อยละ 0.0053 ตามลำดับ ส่วนของใบพบว่า ทำให้บริสุทธิ์ได้ยากจึงไม่ทำต่อ

นงนุช บุคคี และยุภา เขียวเนตร (2540) ได้สกัดคาร์ดิแอกไกลโคไซด์จากใบรักใช้วิธีสกัดด้วยเอทานอล 80 % แล้วแยกสารโมเลกุลใหญ่เช่น แทนนิน ด้วยเลคอะซิเลต 10 % นำสารละลายที่ได้ไปทำการแยกโดยวิธี partition ด้วย คลอโรฟอร์ม แล้วนำชั้นของคลอโรฟอร์มไปตรวจสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ด้วยวิธีทางเคมี พบว่าได้ผลในเชิงบวกในชั้นของคลอโรฟอร์มไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี column chromatography แล้วนำสารที่ได้ไปตรวจสอบหาหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญด้วย Infrared spectrophotometer และ UV-Visible spectrophotometer

สุนีย์ จันทร์สกา (2538) ได้ศึกษาพฤษเคมีของรากอบเชยเถา พบสารที่แยกขึ้นจากชั้นคลอโรฟอร์ม 5 ชนิด เป็นสารไฮโดรคาร์บอนสายตรง 1 ชนิด คือ hypatriacontane อะโรมาติกอัลดีไฮด์ 1 ชนิด คือ 2-hydroxy-4-methoxy benzaldehyde และไตรเทอร์ปีนอยด์ 3 ชนิด คือ lupreol-3-acetate α - และ β -amyrin-3 acetate การพิสูจน์เอกลักษณ์และหาสูตรโครงสร้างทางเคมีของสารเคมีทั้ง 5 โดยการวิเคราะห์จากสเปกตรัมของ UV, IR, MS และ NMR

เสาวณี แพงหอม (2548) ได้สกัดคาร์ดิแอกไกลโคไซด์จากต้นอบเชยเถา โดยใช้ส่วนใบ ราก และผล ใช้วิธีสกัดด้วยเอทานอล 80% แล้วแยกสารโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ไขมัน แทนนินด้วยเลดอะซิเตด 10% นำสารละลายที่ได้ไปทำการแยกด้วยวิธี partition ด้วยไดคลอโรมีเทน สารละลายแยกเป็นสองชั้น คือชั้นน้ำและชั้นไดคลอโรมีเทน แล้วนำทั้งสองชั้นไปตรวจสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ด้วยวิธีทดสอบทางเคมี color reaction test พบว่าได้ผลเชิงบวกในชั้นไดคลอโรมีเทน ส่วนใบของอบเชยเถาหลังจากนั้นนำชั้นไดคลอโรมีเทนไปทำให้บริสุทธิ์ด้วย คอลัมน์โครมาโตกราฟีโดยผ่านตัวชะที่มีสภาพขั้วต่ำไปสูง คือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตด เอทานอล เมทานอล และน้ำ ตามลำดับ หลังจากนั้นนำสารที่ผ่านคอลัมน์มาทดสอบทางเคมี พบสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ในส่วนเอทานอลและเมทานอล นำส่วนเอทานอลที่ได้ไปยืนยันความบริสุทธิ์อีกครั้งด้วยเทคนิค preparative TLC โดยใช้ชั้นเอทานอลเป็นตัวนำพาสาร จากผลการทดสอบสารแยกออกมาเพียงแถบเดียว จากนั้นนำไปตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญด้วย IR แล้ว UV-VIS ได้พบการดูดกลืนแสง Infrared ที่สำคัญคือ 5-membered unsaturated lactone ring ที่มีเลขคลื่น $1,739\text{ cm}^{-1}$ และได้ค่าการดูดกลืนแสง UV สูงสุดที่ความยาว 340 นาโนเมตร แสดงว่าสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ที่ได้เป็นกลุ่ม cardenolide เนื่องจากการดูดกลืนแสง UV ที่ความยาวคลื่น 300 นาโนเมตรขึ้นไป

Vasna M. (2013) ได้ทำการศึกษาการสกัดไดจอกซินจาก secondary glycosides จากการแช่ดอกตูมมือจิ้งจอก สกัดด้วยวิธี liquid-liquid extraction โดยใช้คลอโรฟอร์มและไตรคลอโรเอทิลีน ในการสกัด ขั้นตอนสกัดไดจอกซินใช้วิธีการหมักและการแช่ในเอทานอล 10 % ซึ่งเอทานอลที่ใช้ต้องมีความเข้มข้นมากกว่า 95% และใช้คลอโรฟอร์มและไตรคลอโรเอทิลีนในการสกัด ซึ่งพบว่ามีไดจอกซินเฉลี่ย 96 - 100% จากสารสกัดเอทานอล และนำไปสกัดด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด ใช้กรวยแยก 15 อันในการสกัดด้วยวิธี liquid-liquid extraction โดยใช้ระบบตัวทำละลายดังนี้ เอทานอล : น้ำ - คลอโรฟอร์ม : เอทิลอะซิเตด, เอทานอล : น้ำ - คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน และเอทานอล : น้ำ - ไตรคลอโรเอทิลีน : เอทิลอะซิเตด ซึ่งต้องการระบบตัวทำละลายที่ให้ปริมาณไดจอกซินมากกว่า 98% ขึ้นไป ขึ้นต้นสกัดด้วยคลอโรฟอร์มหรือไตรคลอโรเอทิลีนใน light phase (น้ำ : เอทานอล) ซึ่งให้ผลต่างกันอยู่ระหว่าง 5-25 กรัม/ลิตร ในขณะที่อัตราส่วนของเฟสเบาและเฟสหนักอยู่ระหว่าง 1:1 และ 1:2 ระบบที่ดีที่สุดให้ % yield ของไดจอกซิน 98% คือ เอทานอล : น้ำ - คลอโรฟอร์ม:ไตรคลอโรเอทิลีน อัตราส่วน 35:15:20:30 อัตราส่วนของเฟสคือ 1:1:1 และได้ ปริมาณ 15 กรัม/ลิตร ซึ่งไดจอกซินมีความบริสุทธิ์ 99.8%

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยขั้นที่ 1 เก็บและเตรียมตัวอย่างใบช้อย จากนั้นขั้นที่ 2 นำมาการสกัดไดจอกซินด้วยตัวทำละลาย 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 คือ ไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล อัตราส่วน 50 : 15 : 35 ระบบที่ 2 คือ คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล อัตราส่วน 20 : 30 : 15 : 35 ขั้นที่ 3 การตรวจสอบหาสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เบื้องต้น โดยตรวจสอบสเตอรอยด์นิวเคลียส ตรวจสอบวงแหวนแลคโตนที่ไม่อิ่มตัว และตรวจสอบน้ำตาลคือออกซี ขั้นที่ 4 การกำจัดองค์ประกอบอื่นๆ และขั้นที่ 5 หาปริมาณไดจอกซินด้วยด้วยเทคนิค HPLC

ขั้นตอน

1. การเตรียมตัวอย่างใบช่อย

นำใบช่อยมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นเล็กๆและนำไปชั่งน้ำหนัก อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำออกมาจากตู้อบวางทิ้งไว้ให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักแห้งของใบช่อย บดให้ละเอียดเพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

2. การสกัดไดจอกซิน

นำใบช่อยที่บดละเอียด 100 กรัม ใส่บีกเกอร์ แล้วเติม เอทานอล 70 % ปริมาตร 400 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ 3 วัน หลังจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และเก็บส่วนที่เป็นสารละลายเติมสารละลายเอทิลอะซิเตท เข้มข้น 30 % และสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต เข้มข้น 30 % จนเกิดการตกตะกอนสมบูรณ์ของสารพวกโปรตีนไขมัน และแทนนิน ทิ้งให้ตกตะกอน 1 คืน กรองเอาตะกอนออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 นำสารละลายมาระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องสุญญากาศจะได้สารสกัดหยาบ และนำสารสกัดหยาบที่ได้เติมเอทานอล 70 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายไปสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ระบบ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการสกัด 20 นาที ดังนี้

ระบบที่ 1 คือ ไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล อัตราส่วน 50 : 15 : 35

ระบบที่ 2 คือ คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล อัตราส่วน 20 : 30 : 15 : 35

3. การตรวจสอบหาสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เบื้องต้น

3.1 ตรวจสอบสเตอรอยด์นิวเคลียส (Steroid nucleus) ใช้เทคนิค TLC โดยใช้เฟสเคลื่อนที่คือ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (อัตราส่วน 3 : 1) หลังจากนั้น ให้พ่นด้วยสารละลายอะนิซาลดีไฮด์แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ถ้ามีสารสเตอรอยด์นิวเคลียส จะมีสีเขียวแกมน้ำเงิน (สุขุมารณ์ แสงงาม, 2547)

3.2 ตรวจสอบวงแหวนแลคโตนที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated lactone ring) ใช้เทคนิค color reaction test และใช้ Kedde's test ในการทดสอบ โดยนำสารละลายเข้มข้นและชั้นสารอินทรีย์ 2 มิลลิลิตร ใส่ขามระเหย จากนั้นระเหยจนเกือบแห้ง แล้วเติม Kedde's reagent และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 2-3 หยด ถ้าเกิดสารละลายสีแดงม่วงแดงแสดงว่ามีวงแหวนแลคโตนที่ไม่อิ่มตัว (เสาวณี แพงหอม, 2548)

3.3 ตรวจสอบน้ำตาลดีออกซี (deoxy sugar) ใช้เทคนิค color reaction test และใช้ Keller-kiliani test ในการทดสอบ โดยนำสารละลายเข้มข้นและชั้นสารอินทรีย์ 2 มิลลิลิตร ใส่ขามระเหย จากนั้นระเหยจนเกือบแห้ง แล้วใส่ในหลอดทดลอง เติม เฟอร์ริกคลอไรด์ 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเอียงหลอดค่อยๆเติม กรดซัลฟูริก เข้มข้น 2 หยด ถ้าเกิด วงแหวนสีน้ำตาลแสดงว่ามี น้ำตาลดีออกซี (เสาวณี แพงหอม, 2548)

3.2 เก็บสารส่วนที่ให้ผลเชิงบวกจากการทดสอบทางเคมี

4. การกำจัดองค์ประกอบอื่นๆ

นำสารสกัดในชั้นน้ำหรือชั้นอินทรีย์ที่มีไดจอกซินผ่านคอลัมน์โครมาโตกราฟีที่บรรจุซิลิกาเจลด้วยวิธีการบรรจุแบบเปียก (ซิลิกาเจล 15 กรัม ผสมกับตัวทำละลายเฮกเซนปริมาณหนึ่ง คนจนกว่าฟองอากาศจะหมด แล้วนำไปใส่คอลัมน์พร้อมกับเปิดให้ตัวทำละลายไหลไปอย่างช้าๆใส่เฮกเซนลงในคอลัมน์อีก 2-3 ชั่วโมงเพื่อล้างซิลิกาที่ติดอยู่ปลายของคอลัมน์ เคาะด้านข้างของคอลัมน์เพื่อให้ผิวของซิลิกาเจลเรียบ ซึ่งควรจะมีทำละลายเหลืออยู่เหนือซิลิกาเจล) เตรียมสารตัวอย่างก่อนบรรจุลงในคอลัมน์ด้วยวิธี dry loading ใช้ตัวทำละลายเป็นตัวชะทั้งหมด 5 ชนิด ชนิดละ 25 มิลลิลิตร โดยไล่จากสภาพขั้วต่ำไปขั้วสูง คือ เฮกเซน อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล

ตามลำดับ ใช้กระบอกตวงเก็บสารที่ถูกชะออกจากคอลัมน์โดยเก็บครั้งละ 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้ตัวทำละลายระเหย

5. หาปริมาณไดออกซินด้วยด้วยเทคนิค HPLC

นำสารที่ระเหยตัวทำละลายจนแห้งแล้ว มาเติมตัวทำละลายผสม (เมทานอล : อะซิโตนไตรท์ อัตราส่วน 1:1) ปริมาตร 1 มิลลิลิตรกรองด้วย Nylon syringe filter 0.45 ไมครอน เก็บสารละลายใส่ขวดเก็บสารของ HPLC นำไปวิเคราะห์หาปริมาณไดออกซินด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้สภาวะ ดังนี้ คอลัมน์ยาว 0.15 เมตร กว้าง 3.9 มิลลิเมตร เฟสคงที่ ชนิด Octadecylsilyl-silica (C₁₈) เฟสเคลื่อนที่ ประเภท Gradient elution โดยใช้เฟสเคลื่อนที่ 2 ชนิดคือ เฟสเคลื่อนที่ A : เมทานอล : อะซิโตนไตรท์ (10:90, V/V) และเฟสเคลื่อนที่ B : เมทานอล : อะซิโตนไตรท์ (90:10, V/V) ตรวจวัดด้วยยูวีความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร อัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที ปริมาตรสารตัวอย่างที่ใช้ 20 ไมโครลิตร เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ 30 นาที

ผลการวิจัย

1. การหาน้ำหนักแห้งของใบช่อย

ใบช่อยสด 100 กรัม อบที่ 60 °C เป็นเวลา 3 วัน โดยทำการหาน้ำหนักซ้ำ 3 ครั้ง ได้น้ำหนักใบช่อยแห้งเฉลี่ย 49.13 กรัม ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเก็บใบช่อยสดสำหรับเป็นตัวอย่างที่เพียงพอต่องานวิจัย

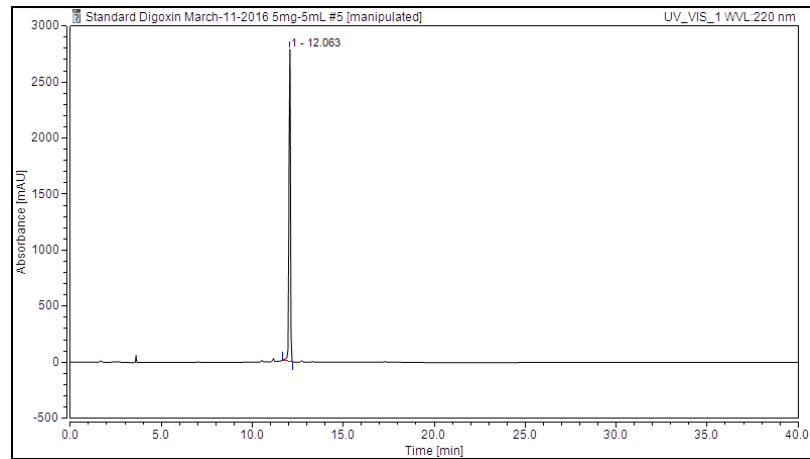
2. ผลการทดสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เบื้องต้น

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เบื้องต้น

ระบบตัวทำละลาย	ชนิดของตัวทำละลาย	สเตอรอยด์นิวเคลียส (สีเขียวแกมน้ำเงิน)	น้ำตาลดือออกซี (สีม่วงแดง)	วงแหวนแลคโตนที่ไม่อิ่มตัว (วงแหวนสีน้ำตาล)
คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล (20 : 30 : 15 : 35)	ชั้นอินทรีย์	สีเขียวกมน้ำเงิน	สีม่วงแดง	วงแหวนสีน้ำตาล
	ชั้นน้ำ	สีเขียวกมน้ำเงิน	สีม่วงแดง	วงแหวนสีน้ำตาล
ไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล (50 : 15 : 35)	ชั้นอินทรีย์	สีเขียวกมน้ำเงิน	สีม่วงแดง	วงแหวนสีน้ำตาล
	ชั้นน้ำ	สีเขียวกมน้ำเงิน	สีม่วงแดง	วงแหวนสีน้ำตาล

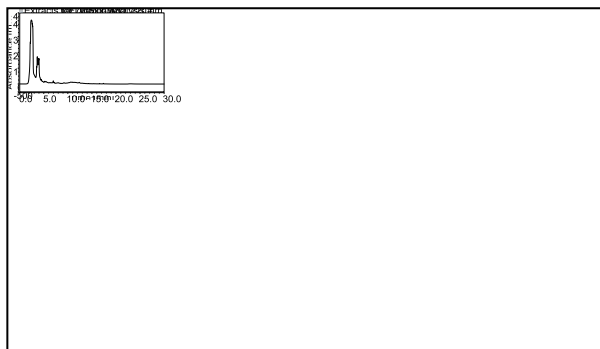
เมื่อทำการทดสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เบื้องต้น 3 วิธี คือ สเตอรอยด์นิวเคลียส วงแหวนแลคโตนที่ไม่อิ่มตัว และน้ำตาลดือออกซี ซึ่งจะได้ผลการทดสอบเป็นสีเขียวกมน้ำเงิน สีแดงม่วงแดง และเกิดวงแหวนสีน้ำตาลตามลำดับ ซึ่งจะให้การทดสอบที่เป็นบวกกับสารในกลุ่มคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ทุกชนิด การทดลอง พบว่า ทั้ง 2 ระบบ ตัวทำละลายพบสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เป็นองค์ประกอบ

3. ผลการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

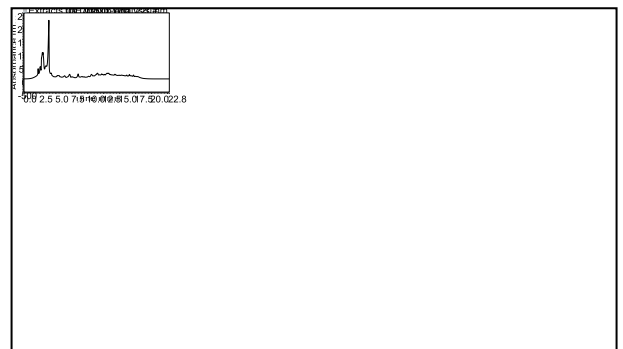


ภาพที่ 1 โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานไดจอกซินความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จากโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน พบว่าไดจอกซินมีรีเทนชันไทม์ ที่ 12.063 นาที

3.1 ผลการเปรียบเทียบโครมาโตแกรมของสารตัวอย่างในชั้นน้ำและชั้นสารอินทรีย์



โครมาโตแกรมชั้นน้ำ



โครมาโตแกรมชั้นสารอินทรีย์

ภาพที่ 2 โครมาโตแกรมของสารตัวอย่างในชั้นน้ำและชั้นสารอินทรีย์

การเปรียบเทียบระหว่างชั้นน้ำและชั้นตัวสารอินทรีย์ของระบบตัวทำละลายผสมระหว่าง คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล ซึ่งใช้สารตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร นำมาละลายตัวทำละลาย จากนั้นเติมตัวทำละลายผสมระหว่าง เมทานอล : อะซิโตนไตรล์ 1 มิลลิลิตร

จากโครมาโตแกรมแสดงให้เห็นว่า ชั้นน้ำ รีเทนชันไทม์ ที่ 12 นาที ไม่มีพีคของไดจอกซินขึ้นมาในโครมาโตแกรม ชั้นอินทรีย์ รีเทนชันไทม์ 12 นาที มีพีคแสดงขึ้นมาในโครมาโตแกรมแต่ยังไม่สามารถบอกได้บอกว่าเป็นพีคของไดจอกซิน เนื่องจากมีองค์ประกอบของสารชนิดอื่นอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้มองเห็นพีคของไดจอกซินได้ยาก

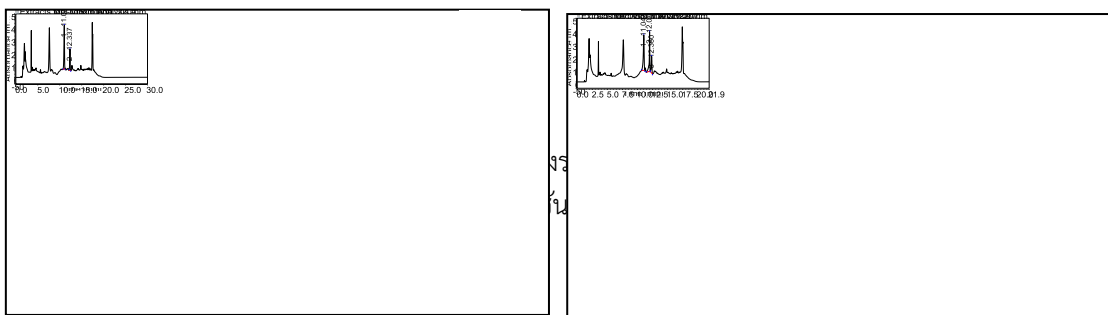
3.2 ผลการเปรียบเทียบโครมาโตแกรมของสารตัวอย่างและการทำโคอินเจคชัน

โคอินเจคชันคือ การใส่สารมาตรฐานลงในสารตัวอย่างเพื่อเป็นการยืนยันว่าเป็นสารชนิดเดียวกัน โดยดูจากการซ้อนทับกันของพีคที่ตำแหน่งรีเทนชันใหม่เดียวกัน ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

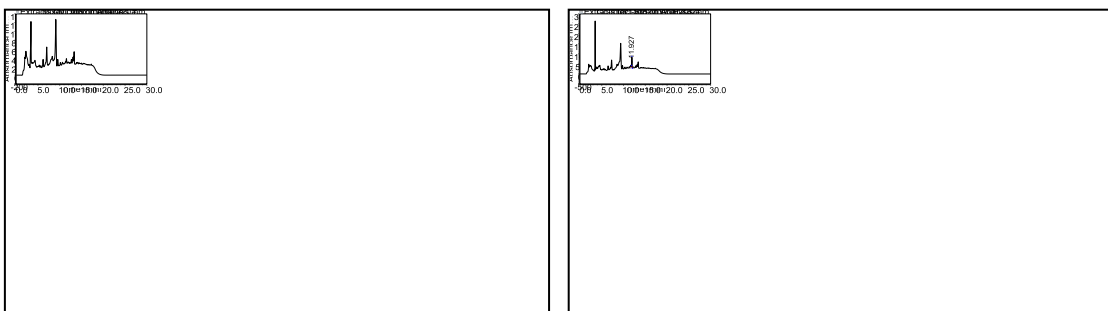
โครมาโตแกรมของสารตัวอย่างที่สกัดด้วยระบบตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดของส่วนที่พบพีคของไดออกซินที่รีเทนชันใหม่ช่วง 12 นาที

ระบบตัวทำละลายคลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล

ส่วนที่ 3

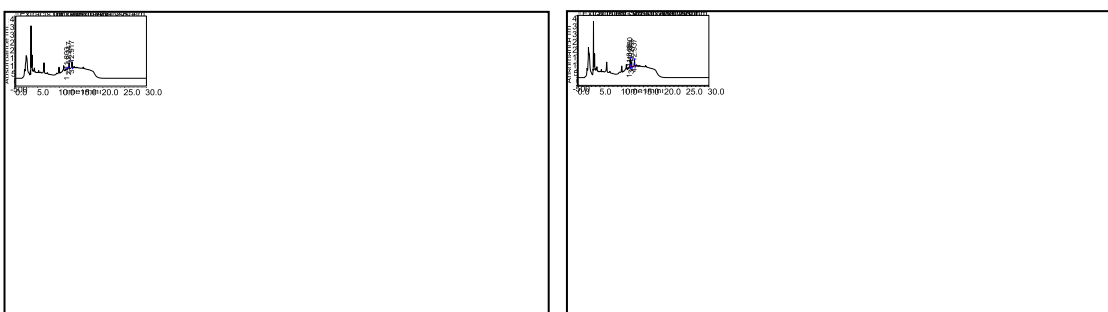


ส่วนที่ 4



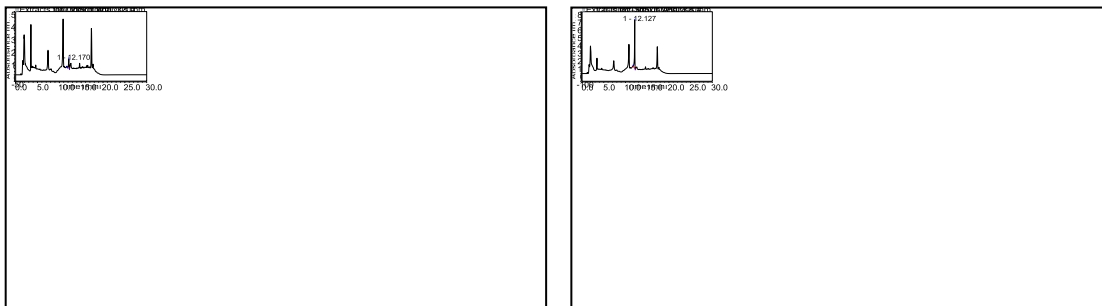
ภาพที่ 4 โครมาโตแกรมชั้นอินทรีย์ของส่วนที่ 4 ของระบบตัวทำละลาย คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล C คือสารตัวอย่าง D คือ การทำโคอินเจคชัน

ส่วนที่ 5



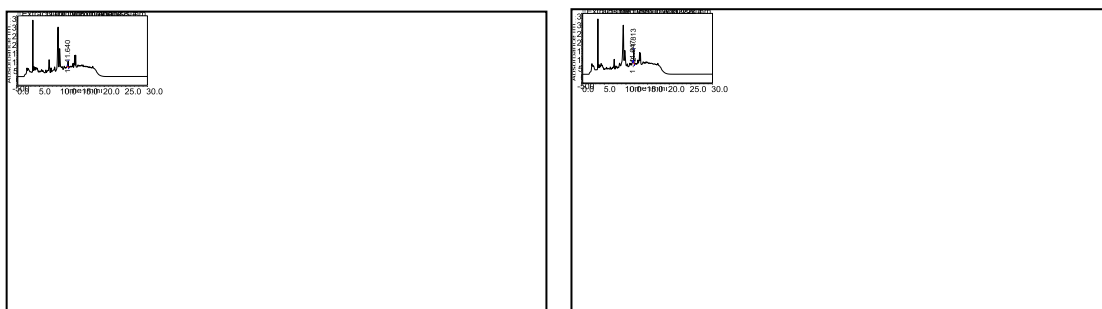
ภาพที่ 5 โครมาโตแกรมชั้นอินทรีย์ของส่วนที่ 5 ของระบบตัวทำละลาย คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล E คือสารตัวอย่าง F คือ การทำโคอินเจกชัน ระบบตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล

ส่วนที่ 3



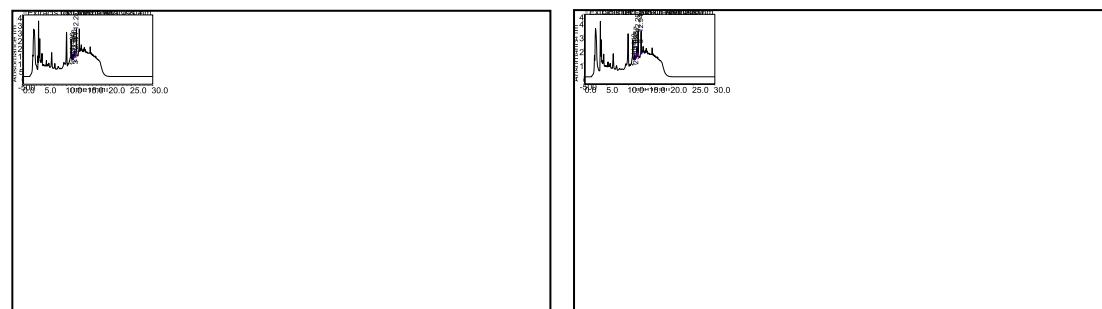
ภาพที่ 6 โครมาโตแกรมชั้นอินทรีย์ของส่วนที่ 3 ของระบบตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน: น้ำ : เอทานอล G คือสารตัวอย่าง H คือ การทำโคอินเจกชัน

ส่วนที่ 4



ภาพที่ 7 โครมาโตแกรมชั้นอินทรีย์ของส่วนที่4 ของระบบตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน: น้ำ : เอทานอล I คือสารตัวอย่าง J คือ การทำโคอินเจกชัน

ส่วนที่ 5



ภาพที่ 8 โครมาโตแกรมชั้นอินทรีย์ของส่วนที่ 5 ของระบบตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน: น้ำ : เอทานอล K คือสารตัวอย่าง L คือ การทำโคอินเจกชัน

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบของสารตัวอย่างและการทำโคอินเจกชัน

ระบบตัวทำละลาย		ส่วนที่				
		1	2	3	4	5
คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล	Sample	-	-	+	+	+
	Co-injection	-	-	-	-	-
ไดคลอโรมีเทน: น้ำ : เอทานอล	Sample	-	-	+	+	+
	Co-injection	-	-	✓	-	-

หมายเหตุ – คือ ไม่มีไดจอกซิน, + คือ คาดว่าน่าจะมีไดจอกซิน, ✓ คือ มีไดจอกซิน

จากการตรวจวัดด้วยเครื่อง HPLC ของสารตัวอย่างที่สกัดด้วยระบบตัวทำละลาย ทั้ง 2 ชนิด พบว่า ส่วนที่ 1 และ 2 ไม่พบไดจอกซินจากโครมาโตแกรมไม่พบพีคของไดจอกซินที่รีเทนชันไทม์ช่วง 12 นาที ส่วนที่ 3, 4 และ 5 พบว่า รีเทนชันไทม์ช่วง 12 นาทีมีพีคอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งสามารถหาตำแหน่งของพีคไดจอกซินได้ด้วยการทำโคอินเจกชัน (Co-injection)

4. การหาปริมาณไดจอกซินในตัวอย่างส่วนที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณไดจอกซิน

ระบบตัวทำละลาย	ส่วนที่พบไดจอกซิน	ปริมาณไดจอกซิน (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)
ไดคลอโรมีเทน: น้ำ : เอทานอล (อัตราส่วน 50 : 15 : 35)	3	0.922

การหาปริมาณไดจอกซินจากตัวอย่างที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 2 ระบบ โดยการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟและนำไปเทียบกับกราฟฐานมาตรฐานพบว่า ตัวอย่างที่สกัดด้วยระบบตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน: น้ำ : เอทานอล (อัตราส่วน 50 : 15 : 35) มีปริมาณไดจอกซิน 0.922 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

อธิบายผลการทดลองต่างๆ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ การเสนอผลการวิจัย ควรเสนอตามลำดับของวัตถุประสงค์ และหรือสมมติฐาน อาจแสดงในรูปของตาราง หรือภาพประกอบ

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 2 ระบบคือ คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล (20:30:15:35) และไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล (50:15:35) และนำมาจำต้องประกอบอื่นๆ ด้วยวิธีคอลัมน์ โครมาโทกราฟี พบว่าระบบตัวทำละลายคลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล ไม่มีไดจอกซิน ส่วนระบบตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล ส่วนที่ 3 มีไดจอกซินเท่ากับ 0.922 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง

ข้อเสนอแนะ

1. การตกตะกอนไขมัน แนนิน โปรตีนด้วยเลดอะซิเตด 30% และแอมโมเนียมซัลเฟต 30% ไม่ต้องรอการตกตะกอน 1 คืน ถ้านำไปให้ความร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที
2. ไม่สามารถสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 80% ได้ เพราะเมื่อนำไปสกัดกับตัวทำอินทรีย์ทั้ง 2 ระบบ คือ คลอโรฟอร์ม : ไตรคลอโรเอทิลีน : น้ำ : เอทานอล และ ไดคลอโรมีเทน : น้ำ : เอทานอล จะไม่เกิดการแยกชั้น
3. การตรวจสอบสเตอรอยด์นิวเคลียสใช้เทคนิค TLC ซึ่งเป็นหนึ่งในการทดสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์เบื้องต้น ควรพ่นด้วยสารละลายอะนิซาลดีไฮด์ (Anisaldehyde) ในตู้ดูดควันเพราะอะนิซาลดีไฮด์มีกลิ่นที่เหม็นรุนแรง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

- จินดา หวังบุญสกุล. 2551. โครมาโตกราฟีเหลวความดันสูง. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชุติมา ศรีวิบูลย์. 2546. การวิเคราะห์โดยเครื่องมือโครมาโตกราฟี. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นงนุช บุคดี และ ยุภา เขียวเนตร. 2540. การสกัดคาร์ดิแอกไกลโคไซด์จากใบรัก. กรุงเทพฯ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- วรรณภา กาญจนมยุร. 2556. หลักทางเคมีวิเคราะห์. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิษชุดา น้อยมณี และศุภสิทธิ์ ฉัตรวิราม. 2537. การศึกษาคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ของรำแพย. ภาควิชาเภสัชวินิจัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุพุมารณ์ แสงงาม. 2547. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเอคโตสเตอรอยด์ในพืชชนิดต่างๆ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนีย์ จันทร์สกว. 2538. การศึกษาทางพิษวิทยาของรากอบเชยเถา. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุดารัตน์ หอมหวาน. 2555. ข่อย. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=21> (วันที่สืบค้น : 7 มกราคม 2559)
- เสาวณี แผงหอม. 2548. สารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์จากต้นอบเชย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536. การสกัดและการตรวจสอบสาระสำคัญจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ. ภาควิชาเภสัชวินิจัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Vesna M. 2013. Separation of digoxin by liquid-liquid extraction from extracts of foxglove secondary glycosides. Serbia. Faculty of Technology. University of Niš.

