

กลุ่มที่ 3

ผลงานวิชาการ

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาประสิทธิภาพควบคุมรายการสินค้าคงคลังด้วยโปรแกรมประยุกต์
IMPROVING INVENTORY CONTROL EFFICIENCY WITH APPLICATION
PROGRAMMING

พัชรี กะดังงา

อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ

E-mail: pat_kadangnga@hotmail.com

ดร.พัทธา วิสาวะโท

อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ

E-mail: Pattra@tit.ac.th

พงศ์ศิวากรณ์ ชนะชนม์

อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ

E-mail: nataworn@outlook.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการดำเนินงานพัฒนาประสิทธิภาพควบคุมรายการสินค้าคงคลังด้วยโปรแกรมประยุกต์ เพื่อพัฒนาวิธีจัดเก็บข้อมูลรายการสินค้าให้มีความถูกต้องในการนำไปใช้งาน ซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่นำมาใช้กับการวิจัยในครั้งนี้เป็นโปรแกรมไมโครซอฟต์แอคเซส (Microsoft Access) ร่วมกับภาษาวิซวลเบสิก (Visual Basic Application) นำมาใช้เขียนเป็นโปรแกรมประยุกต์ควบคุมรายการสินค้าในการรับข้อมูลเข้า การจัดเก็บข้อมูล การเบิกจ่ายสินค้าในคลัง การแสดงยอดคงเหลือ การประมวลผลข้อมูล ทำให้การควบคุมรายการสินค้าเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้นจากวิธีการเดิมที่ใช้เอกสารควบคุม 12 รายการ นับได้ 3,200 ตัว เมื่อใช้โปรแกรมประยุกต์นับได้ 3,700 ตัวและเวลาการค้นหาลดลง 10 นาที ทำให้นำไปสู่การพัฒนาการทำงาน

คำสำคัญ : การพัฒนากระบวนการควบคุมสินค้าคงคลัง, การควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบฐานข้อมูล

ABSTRACT

This research is to improve the efficiency of Inventory Control by using an application software to develop a method for storing inventory data for accurate use. The application software used in this research is Microsoft Access, with Visual Basic language. It is used to write applications to control the product list. Input information storage goods Issue displaying balances data processing enables greater control of the inventory from the original method using 12 control documents, counting 3,200 with 3,700 applications and a 10 minute drop in search time, leading to improved productivity and with much greater efficiency.

KEYWORDS: Inventory Control Process, Inventory Control Database

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

กระบวนการดำเนินงานหลักของบริษัทฯ เริ่มจากปัจจัยนำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ถูกกำหนด แผนกคลังสินค้าเป็นขั้นตอนสุดท้ายมีผลต่อการส่งมอบ (Delivery) และคุณภาพ (Quality) ผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าในขั้นตอนสุดท้าย การบริหารจัดการรายการสินค้าจึงเป็นเรื่องที่สำคัญเนื่องจากความถูกต้องของรายการ การแสดงข้อมูลที่ต้องการ ถ้าทำงานได้รวดเร็วและแม่นยำก็ทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ต้องการของลูกค้า

บริษัทฯ กรณีศึกษาดำเนินการผลิตแปรรูปเป็นรายการผลิตแบบไหลต่อเนื่องพบปัญหาจากการดำเนินงานคือในขั้นตอนแผนกคลังสินค้ายังใช้วิธีการควบคุมรายการสินค้าด้วยสมุดบัญชีรายวันบันทึกข้อมูลรับเข้าและจ่ายออกโดยยังไม่มีมีการควบคุมความถูกต้องของรายการข้อมูล ทำให้เสียเวลากับการสรุปผลข้อมูลยุ่งยากเสี่ยงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่รอคอยความถูกต้องของเอกสาร

การวิจัยนี้จึงพัฒนาวิธีการควบคุมรายการสินค้าด้วยการนำโปรแกรมประยุกต์เข้ามาใช้แก้ปัญหาเรื่องการจัดเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ ช่วยให้ความแม่นยำ ประมวลผลรายการได้รวดเร็ว จัดทำรายงานได้ถูกต้อง โดยเปรียบเทียบวิธีการเดิมกับวิธีการที่พัฒนาเพื่อแสดงประสิทธิภาพจากการดำเนินงาน

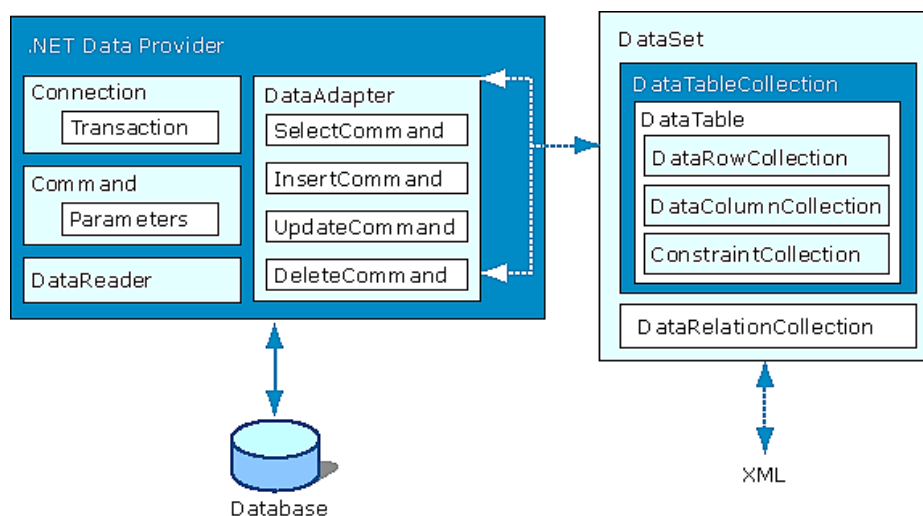
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานและจัดเก็บรายการสินค้าคงคลังด้วยโปรแกรมประยุกต์
2. เพื่อควบคุมรายการสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพแสดงผลข้อมูลได้รวดเร็ว

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระบบจัดการฐานข้อมูลรวม (Database Management System หรือ DBMS) คือโปรแกรมเชื่อมต่อโปรแกรมการใช้งานกับฐานข้อมูลมีหน้าที่เรียกข้อมูลในฐานข้อมูลที่ถูกจัดเรียงตาม Physical View ออกมาใช้งานตาม Logical View ที่ถูกกำหนดโดยโปรแกรมการใช้งาน มีส่วนประกอบของโปรแกรม Data Definition Language (DDL) เป็นคำสั่งที่สามารถระบุลักษณะของระเบียบในแฟ้ม Data Manipulation Language (DML) เป็นโปรแกรมประกอบด้วยคำสั่งให้ดำเนินการกับข้อมูลในฐาน Query Language เป็นภาษาที่ใช้สอบถามเพื่อเข้าสู่ข้อมูล (สุภาพร เจริญ, 2555)

วิชวลเบสิกคอตเน็ต (Visual Basic .NET) คือ ภาษาที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมเป็นภาษาหนึ่งที่กลุ่มไมโครซอฟต์ได้พัฒนาขึ้นมา ซึ่งโปรแกรมมีสภาพแวดล้อมแบบกราฟฟิคสำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows Operating System) โดยมีรากฐานมาจากภาษาเบสิก และทำงานบนคอตเน็ตเฟรมเวิร์ค (Dotnet Framework) ถูกออกแบบมาให้มีความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ และรองรับการออกแบบด้วยยูเอ็มแอล (Unified Modelling Language) ซึ่งเป็นภาษาที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน ที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ วินโดวส์ (Windows) และ วินโดวส์ เอ็นที (Windows NT) (Visual Basic.NET, 2016)



แผนภาพที่ 1 แสดงการใช้ objects ใน ADO.NET Architecture

(ที่มา : <http://www.beansoftware.com/ASP.NET-Tutorials/ADO.NET-DAL.asp>)

การจัดทำแฟ้มข้อมูลเพื่อให้เกิดความสะดวกในการปฏิบัติงานในด้านการปรับปรุง การประมวลผลโดยมีโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล (file structure) ที่เรียงลำดับงานอย่างง่ายที่เกี่ยวข้องกับสินค้าคงคลังในแฟ้มข้อมูล (Inventory file) ข้อมูลลูกค้า (Customer file) ข้อมูลการสั่งซื้อ (Order file) โดยแฟ้มข้อมูลจะรวบรวมข้อมูลที่ไม่ซ้ำซ้อนเข้าด้วยกันด้วยรหัส (index) เป็นตัวบ่งชี้ (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2558, หน้า 143-146)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) ใช้ในการศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้อง ตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ใบตรวจสอบ (Check Sheet) แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด เช่น เพื่อการตรวจสอบ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ แผนผังพาร์โต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิแท่งใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องที่เกิดขึ้น แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (จิรภัทร สุขชูศรีและคณะ, 2559) ใช้ระบบสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศบนฐานบริการซอฟต์แวร์ คลาวด์ และฐานข้อมูลการจัดการโครงแบบวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศบนฐานบริการซอฟต์แวร์คลาวด์ และฐานข้อมูลการจัดการโครงแบบให้มีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น และสามารถรับแจ้งติดตามปัญหารวมทั้งรองรับการออกรายงานทุกโครงการภายในหน่วยงาน โดยใช้ระบบฐานข้อมูล MySQL ในการพัฒนาระบบใช้ภาษา UML (Unified Modeling Language) ซึ่งประกอบไปด้วยแผนภาพ Use Case Diagram แสดงขั้นตอนการทำงานที่สำคัญของระบบ ผลจากการนำไปใช้งานสามารถรับแจ้งและติดตามปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ บริการได้สะดวกรวดเร็ว ถูกต้อง โดยมีการบริหารจัดการด้วยฐานข้อมูลมีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีที่ค่าเฉลี่ย 3.51 และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.95

4. วิจัยดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action Research) เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพควบคุมรายการสินค้าคงคลังด้วยโปรแกรมประยุกต์ กรณีศึกษาบริษัทฯ ผลิตแปรรูปกระบวนการผลิตเป็นแบบวัตถุดิบไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow Material) ตามลำดับการผลิตมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการรับคำสั่งซื้อ ผู้จัดการแผนก Production Planning รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า

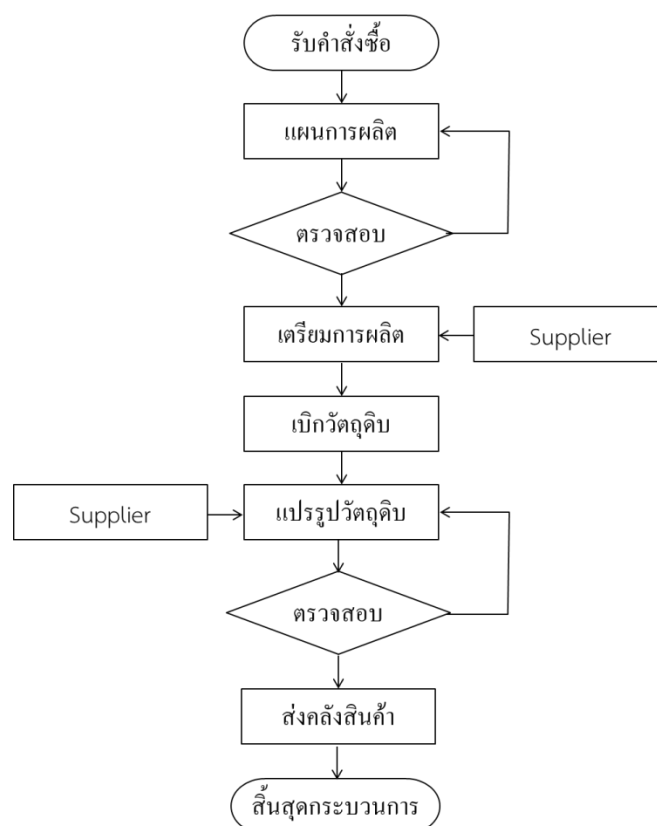
ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการเตรียมการ พนักงานคลังสินค้าตรวจสอบวัตถุดิบพร้อมเบิกส่งเข้าสายการผลิตตามแผนการผลิต

ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการผลิต ผู้จัดการแผนกผลิตนำแผนผลิตมากำหนดแผนการผลิตประจำวันโดยพิจารณาจากกำหนดการส่งมอบของลูกค้า

ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการตรวจสอบ แผนกผลิตตรวจสอบคุณภาพโดยบันทึกในใบตรวจสอบและแผนกประกันคุณภาพจะทำการตรวจสอบซ้ำโดยการสุ่มตรวจจุดที่สำคัญ

ขั้นตอนที่ 5 กระบวนการทดสอบ แผนกประกันคุณภาพทดสอบสินค้าจากกระบวนการผลิต

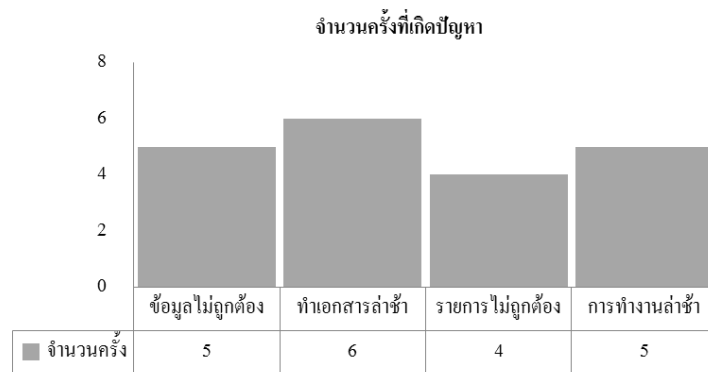
ขั้นตอนที่ 6 กระบวนการส่งมอบ แผนกวางแผนควบคุมการผลิตพิจารณาแผนส่งมอบตามลำดับเป็นผู้ออกไปส่งสินค้าโดยตรวจรายการ บันทึกลงใบตรวจสอบจึงทำการส่งมอบ



แผนภาพที่ 2 แสดงกระบวนการดำเนินงานผลิตแปรรูป

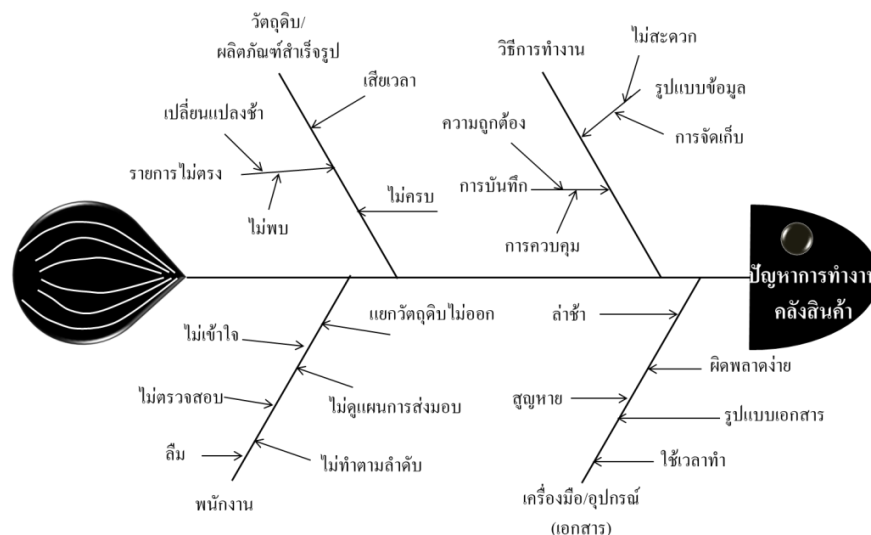
4.2 ประชากรและตัวอย่าง

ได้ศึกษาข้อมูลการดำเนินงานขั้นตอนที่ 6 การควบคุมรายการสินค้ากระบวนการส่งมอบ แยกปัญหาที่พบจากการทำงานได้เป็น 4 เรื่องประกอบด้วยข้อมูลไม่ถูกต้อง ความล่าช้าจากเอกสาร รายการสินค้าไม่ตรง การทำงานล่าช้าจึงเก็บข้อมูลตามปัญหาแต่ละชนิดนับเป็นจำนวนครั้งที่เกิดเป็นเวลา 3 เดือน ตามแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 3 แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินงาน

จากแผนการส่งมอบทั้งหมด 78 ครั้ง ทำให้พบว่าปัญหาทั้งหมดเกิดขึ้น 20 ครั้ง เป็นสัดส่วน 25.64% จาก 4 สาเหตุที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานขั้นตอนที่ 6 จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)



แผนภาพที่ 4 แสดงการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการทำงานคลังสินค้า

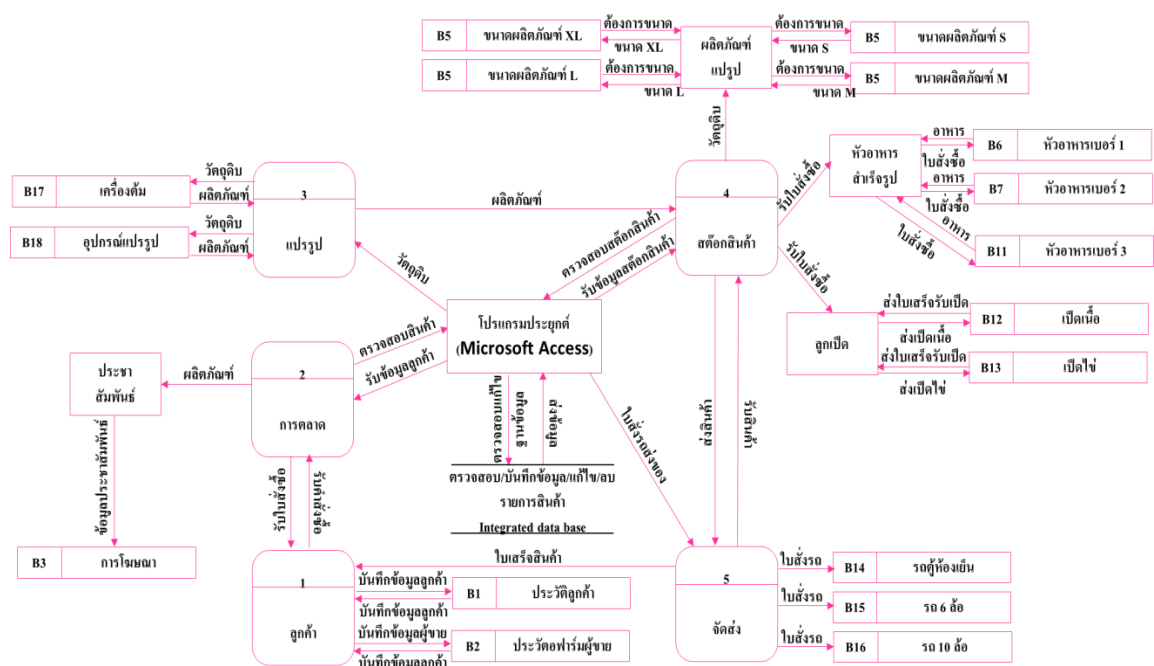
จากการวิเคราะห์ปัญหาทำให้ทราบว่าวิธีการจัดเก็บข้อมูลปัจจุบันเป็นต้นเหตุที่ส่งผลต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้เอกสารเก็บข้อมูลที่ทำให้ไม่มีประสิทธิภาพ และไม่สามารถตอบสนองกับสภาพการทำงานได้ทันที เช่น การค้นหาข้อมูลใช้เวลานาน ไม่มีวิธีป้องกันการบันทึกข้อมูลผิด การลงข้อมูลซ้ำซ้อน หรือไม่สามารถสืบค้นรายการย้อนหลังได้

4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ศึกษาองค์ประกอบกิจกรรมที่ทำให้เกิดข้อมูลโดยการจัดทำฐานข้อมูลควบคุมรายการสินค้าทั้งหมดจากการดำเนินงานที่ส่งผลต่อตัวแปรจำนวนรายการ (Data base) ความล่าช้า (Delay) และเอกสาร (Report) จากการควบคุมสินค้าคงคลัง

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้าคงคลังโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Visual Studio และ โปรแกรม Microsoft Access ในการจัดสร้างโปรแกรมเป็นฐานข้อมูลกลางของบริษัทฯ ที่มีความแม่นยำ และถูกต้อง ผู้เกี่ยวข้องใช้ข้อมูลร่วมกันได้ จัดเก็บข้อมูลได้จำนวนมากแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้อย่างสะดวกภายในระบบมีการแสดงความผิดพลาดจากการทำงาน ข้อมูลมีความปลอดภัยจากระบบป้องกันของโปรแกรม และสามารถแสดงรายงานยืนยันความถูกต้องของข้อมูลออกมาเป็นเอกสารที่รวดเร็วตามที่ต้องการใช้งาน หรือกรณีที่ลูกค้ามีการร้องขอตรวจสอบรายการ



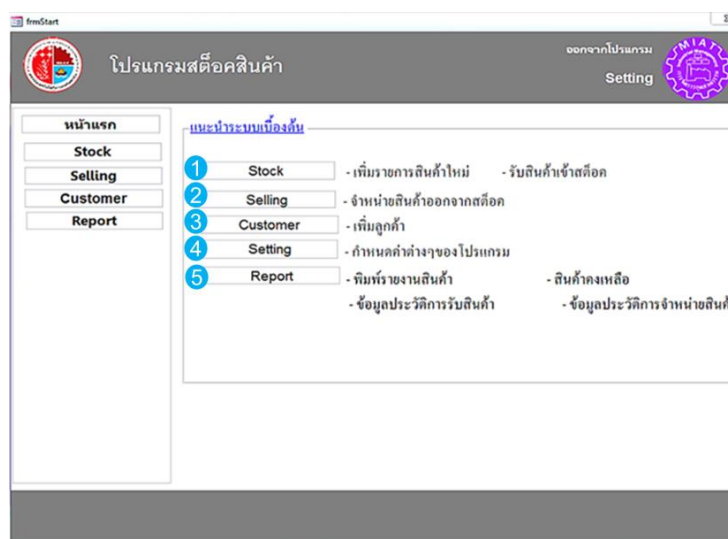
แผนภาพที่ 5 แสดงการไหลของข้อมูลในระบบควบคุมสินค้าคงคลัง

ระบบควบคุมสินค้าคงคลังด้วยโปรแกรมทำให้การทำงานรวมเข้าด้วยกันจากข้อมูลทั้งหมดของบริษัทฯ การไหลของข้อมูลรวมเข้าสู่ศูนย์กลางของทั้ง 5 ขั้นตอนย่อย ที่มีความสัมพันธ์ภายในระบบฐานข้อมูลจากการดำเนินงานโดย Process of MIS ประกอบด้วย Process 1 แสดงการเก็บประวัติผู้ขาย ประวัติฟาร์ม Process 2 แสดงการเก็บข้อมูลพนักงานขาย ข้อมูลสื่อโฆษณา และข้อมูลการตลาด Process 3 แสดงการเก็บข้อมูลการแปรรูป อุปกรณ์แปรรูป Process 4 แสดงการเก็บข้อมูลสต็อกสินค้า ข้อมูลผลิตภัณฑ์ และ Process 5 แสดงการเก็บข้อมูล

จัดส่ง การบรรจุ (Packing) ข้อมูลรถส่งสินค้าและการนำข้อมูลจัดเก็บลงฐานข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูลมีทั้งหมด 4 เรื่องประกอบด้วย

- 1) กระบวนการสต็อกสินค้า
 - 1.1) การตรวจสอบข้อมูลเรื่อง กรอกชื่อสินค้า รหัสสินค้า วันที่รับสินค้า
 - 1.2) การรับสินค้าเรื่อง กรอกชื่อสินค้า วันที่รับสินค้า จำนวนที่รับสินค้า
 - 1.3) การขอยอดสินค้าคงเหลือ กรอกชื่อสินค้าที่จะทำการขอยอดคงเหลือ
- 2) กระบวนการขายสินค้า
 - 2.1) การขายสินค้าเรื่อง กรอกชื่อสินค้า จำนวน แล้วทำการบันทึกข้อมูล
 - 2.2) การเรียกดูข้อมูลการขายเรื่อง กรอกวันที่ต้องการดูข้อมูลการขาย
- 3) กระบวนการรับคืนสินค้าเรื่อง กรอกชื่อสินค้า จำนวนที่คืนสินค้า
- 4) กระบวนการรายงาน
 - 4.1) รายงานการจำหน่ายสินค้า กรอกวันที่ต้องการดูการจำหน่ายสินค้า
 - 4.2) รายงานการรับสินค้า/คืนสินค้า กรอกวันที่ต้องการดูการรับสินค้า

การแสดงผลของข้อมูลจากฐานข้อมูลแสดงโดยใช้รูปแบบจากโปรแกรมให้ทำงานตาม Process of MIS ที่ได้ออกแบบไว้และแบ่งหน้าหลักของโปรแกรมเป็นเมนูหลัก 5 ส่วนจึงนำไปกำหนดเป็น 5 เมนูคำสั่งให้ผู้ใช้งานทำงานร่วมกับโปรแกรมในการจัดการข้อมูลแผนกคลังสินค้า ในการลงบันทึกข้อมูลใหม่ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลเดิม การรับและตัดข้อมูลออกจากระบบ และการรายงานผลข้อมูล



แผนภาพที่ 6 แสดงหน้าหลักโปรแกรมควบคุมสินค้าคงคลัง

หมายเลข 1 แสดงเมนูสต็อกสินค้า

หมายเลข 4 แสดงเมนูตั้งค่าการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 2 แสดงเมนูขายของ

หมายเลข 5 แสดงรายงานการซื้อสินค้า

หมายเลข 3 แสดงเมนูเพิ่มรายชื่อลูกค้า

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากเขียนโปรแกรมและทดลองการทำงานของระบบจนสมบูรณ์แล้วจึงจัดโปรแกรมฝึกอบรมในหัวข้อ “การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบฐานข้อมูล” โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ในการจัดทำฐานข้อมูล รายละเอียดของโปรแกรมกับการทำงาน การใช้งานโปรแกรม หลังจากที่ทุกคนมีความเข้าใจจึงนำโปรแกรมไปใช้กับการทำงานจริงโดยการติดตามผลการใช้งาน และผลที่เกิดจากการใช้โปรแกรมเป็นระยะเวลา 3 เดือน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานการบันทึกข้อมูล

เรื่อง	จำนวนรายการ	จุดบันทึกลงในสมุดบัญชี	บันทึกลงโปรแกรม
ค้นหาข้อมูลผลิตภัณฑ์	3,700 ตัว	3,200 ตัว	3,700 ตัว
เวลา/รายการ	12 รายการ	18 นาที	8 นาที
จำนวนแต่ละรายการ	12 รายการ	ผิดพลาด 4 รายการ	ถูกต้องทุกรายการ

ผู้ศึกษาได้ทดสอบระบบโดยให้ผู้ใช้งานของบริษัทฯ แสดงความคิดเห็นจากแบบประเมินความพึงพอใจตามวิธีของลิเกิร์ต (Likert) (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2555) ประกอบด้วยมาตราอันดับ 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยมาก แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการใช้โปรแกรม ด้านการตรวจสอบข้อมูล ด้านความถูกต้องของข้อมูล ด้านการลดเวลาค้นหาข้อมูล และด้านความยืดหยุ่นในการใช้งาน เก็บรวบรวมข้อเสนอแนะและแบบประเมินความพึงพอใจ ทำการวิเคราะห์และแปลผลคะแนน ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน พบว่า มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ($\bar{X}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 (S.D.)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรมบริษัทฯ ผลได้เปิดแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
โปรแกรมใช้งานง่าย	4.60	0.52	มากที่สุด
ตรวจสอบข้อมูลได้รวดเร็วและง่าย	4.40	0.52	มากที่สุด
ข้อมูลมีความถูกต้อง	4.70	0.48	มากที่สุด
ลดเวลาในค้นหาข้อมูล	4.60	0.52	มากที่สุด
ความยืดหยุ่นในการใช้งาน	4.50	0.53	มากที่สุด
รวม	4.56	0.28	มากที่สุด

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลการทำงานปัจจุบันแสดงด้วยกราฟ (Graph) เปรียบเทียบนำมาหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)

2) วิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่แสดงผลจากการดำเนินงาน โดยการเปรียบเทียบการค้นหาข้อมูล เวลา/รายการ และจำนวนแต่ละรายการ คิดเป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ผลต่าง

5. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาวิธีการควบคุมรายการสินค้าในคลังด้วยโปรแกรมประยุกต์ กรณีศึกษา : กระบวนการทำงานคลังสินค้าอุตสาหกรรมอาหาร (แปรรูป) จากการนำไปใช้งานช่วยให้ประสิทธิภาพการควบคุมรายการสินค้าเพิ่มขึ้น จัดเก็บข้อมูลเป็นระเบียบ ตรวจสอบได้แม่นยำทำให้การค้นหาข้อมูลถูกต้องตามรายการรุ่นผลิตภัณฑ์ และการควบคุมรายการสินค้ามีความน่าเชื่อถือมากกว่าวิธีการลงบันทึกในสมุดบัญชีรายวันที่มีความยุ่งยากในการใช้ข้อมูลแต่ละครั้งจากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ด้วยแบบประเมินความพอใจในการใช้งานทราบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.56$, S.D.=0.28)

6. อภิปรายผล

โปรแกรมประยุกต์ควบคุมรายการสินค้าคลังเป็นระบบจัดเก็บฐานข้อมูลรายการผลิตภัณฑ์เพื่อส่งมอบให้กับลูกค้าที่มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องระบบสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศฐานบริการซอฟต์แวร์คลาวด์และฐานข้อมูลการจัดการ โครงแบบ (จิรภัทร สุขชูศรีและคณะ, 2559) วัดประสิทธิภาพจากผลการทำงาน 3 ประเด็นจากวิธีการเดิมเปรียบเทียบกับวิธีการที่พัฒนา

1) การค้นหาข้อมูลผลิตภัณฑ์ จำนวนที่เบิกทั้งสิ้น 3,700 ตัว

วิธีบันทึกลงในสมุดบัญชีนับได้ 3,200 ตัว

$$\text{วิธีการเดิม} = \frac{3200 \times 100}{3700} = 86.48 \%$$

วิธีบันทึกโปรแกรมควบคุมสินค้าคลังนับได้ 3,700 ตัว

$$\text{วิธีที่พัฒนา} = \frac{3700 \times 100}{3700} = 100.00 \%$$

2) การใช้เวลาค้นหา/รายการ จำนวนรายการทั้งหมด 12 รายการ

วิธีบันทึกลงในสมุดบัญชีใช้เวลา 18 นาที

วิธีบันทึกโปรแกรมควบคุมสินค้าคลังใช้เวลา 8 นาที

คิดเป็นประสิทธิภาพด้านเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 55.55 %

3) จำนวนแต่ละรายการ จำนวนรายการทั้งหมด 12 รายการ

วิธีบันทึกลงในสมุดบัญชีพบรายการผิด 4 รายการ

วิธีบันทึกโปรแกรมควบคุมสินค้าคลัง ไม่มีรายการผิดพลาด

ข้อมูลมีความถูกต้องทั้งหมด 100%

จากผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าการค้นหาข้อมูลผลิตภัณฑ์ตรงตามจำนวนที่เบิก การใช้เวลาค้นหา/รายการลดลง และจำนวนแต่ละรายการไม่ผิดพลาด

7. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการดำเนินงานควบคุมรายการสินค้าขั้นตอนที่ 6 โดยพัฒนาประสิทธิภาพควบคุมรายการสินค้าคลังด้วยโปรแกรมประยุกต์ การพัฒนาต่อยอดในอนาคตให้สามารถใช้งานได้มาก และรวดเร็วขึ้น

สามารถเพิ่มอุปกรณ์การอ่านข้อมูลแควอร์โค้ด (QR Code) เข้ามาใช้ร่วมกับโปรแกรม โดยวัดผลได้จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานในเรื่องเดียวกัน

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทฯ ผลิตอาหารแปรรูปที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินโครงการวิจัย และสนับสนุนทุนบางส่วน และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยียานยนต์มหาชัยที่สนับสนุนทุนในการวิจัยจนสามารถดำเนินจนสำเร็จ

9. เอกสารอ้างอิง

- คำนำย อภิปรัชญาสกุล. 2555. การจัดการคลังสินค้า. กรุงเทพฯ: บริษัท โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิง จำกัด.
- จารุพันธ์ ธรานนท์ และคณะ. 2553. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าด้วยระบบ Radio Frequency Identification: RFID. กรุงเทพฯ: บริษัท เอ จำกัด. สืบค้นเมื่อ 28 มกราคม 2559.
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. 2558. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. กรุงเทพฯ
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. 2552. การศึกษางานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.
- วนิดา บุญยทัศน์กุล. 2555. คู่มือเรียนรู้และใช้งาน Access. กรุงเทพฯ: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด.
- สุภาพร เชิงเอี่ยม. 2555. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. กรุงเทพฯ: บริษัท ออฟเซทพลัส จำกัด.
- Bonchai Sawsiw. 2014. เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2560. จาก <http://logisticbasic.blogspot.com/2014/07/7-qc-tools.html>

การลดของเสียด้วยคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์จากกระดาษ

WASTE REDUCTION WITH PROCEDURE MANUAL FOR PAPER PACKAGING

อนันตชัย ศศิธร

อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ

E-mail: emco01@hotmail.com

ดร.สุรีย์พร ดิษฐ์สุวรรณ

อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ

E-mail: Pui_s01@hotmail.com

เชี่ยวชาญ ร่มใจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ

E-mail: Vipavee.roumjai@gmail.com

บทคัดย่อ

จากการศึกษากระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์จากกระดาษของบริษัทฯ ผลิตสิ่งพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลา 4 เดือน พบว่ากระบวนการผลิตมีของเสียเกิดขึ้นทั้ง 6 ขั้นตอนรวม 9,245 ชิ้น จากคำสั่งผลิตรวมทั้งหมด 120,000 ชิ้น การดำเนินงานวิจัยจึงมุ่งลดของเสียที่เกิดจากพนักงานด้วยมาตรฐานการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิต โดยได้ศึกษากระบวนการพิมพ์อย่างละเอียด และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยเครื่องมือคุณภาพ และวิเคราะห์กระบวนการทำงานด้วยแผนภูมิการทำงาน (Flow Chart) นำมาพร้อมกับมาตรฐานการปฏิบัติงาน กระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ได้เก็บข้อมูลหลังจากนำคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงานใช้ในกระบวนการผลิต ทราบว่าความสูญเสียจากกระบวนการพิมพ์ลดลง 4.89 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับผลก่อนปรับปรุง 7.70 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การลดของเสียด้วยคู่มือปฏิบัติงาน, มาตรฐานกระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์

ABSTRACT

This study is in connection in reducing waste from the packaging production of a paper company. The aim of this research is to reduce “waste output” using standard practices, thorough study of the printing processes and procedures, analysis of the workflow chants combining them with the operational standards using quality tools. Out of the total production order of 120,000 pieces, there were 9,245 waste production. Data were collected after the standard operating manual was used in the production process. Note that the loss from the printing process decreased by 4.89 percent against the 7.70 percent conventional printing process.

KEYWORDS: Waste Reduction with Procedure manual, standardized packaging box production process.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ความสูญเสียเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตทุกประเภท โดยเฉพาะงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตส่งผลต่อต้นทุนดำเนินงาน และความไว้วางใจของลูกค้า และทำให้ระดับคุณภาพสินค้าต่ำลง กำหนดการส่งมอบไม่เป็นไปตามแผนงานที่กำหนด กระบวนการผลิตจึงให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหางานเสียที่เกิดขึ้นในขณะผลิตที่ส่งผลต่อการปรับปรุงกระบวนการ และวิธีการทำงานให้มีมาตรฐานเพื่อให้จำนวนงานเสียลดลงทำให้เกิดประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้นจากการกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงในเรื่องต่างๆ เช่น ขั้นตอนการปฏิบัติงาน เวลาในการปฏิบัติงาน มาตรฐานการทำงาน หรือการสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ช่วยในการผลิต

จากการศึกษากระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบด้วยกระดาษมีลักษณะการผลิตที่เร็วขึ้นงานไหลแบบต่อเนื่องตามลำดับ ผู้ปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนต้องทำตามข้อกำหนดเพื่อให้งานเกิดความถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐานด้านคุณภาพโดยงานเสียที่เกิดขึ้นไม่สามารถแก้ไขได้ จากกระบวนการทำงานทั้งหมด 6 ขั้นตอนคิดเป็นสัดส่วนงานเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น 7.70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกินจากเป้าหมายที่ยอมให้มีงานเสียได้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ที่กำหนดไว้

งานวิจัยนี้จึงศึกษาวิธีการผลิตด้วยมาตรฐานการปฏิบัติงานกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ทั้งกระบวนการเพื่อลดงานเสีย และป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดด้วยการลดปัญหางานเสียลงได้ ด้วยแนวทางการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานกระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์จากกระดาษ
- (2) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจมาตรฐานขั้นตอนการทำงานตามลำดับ

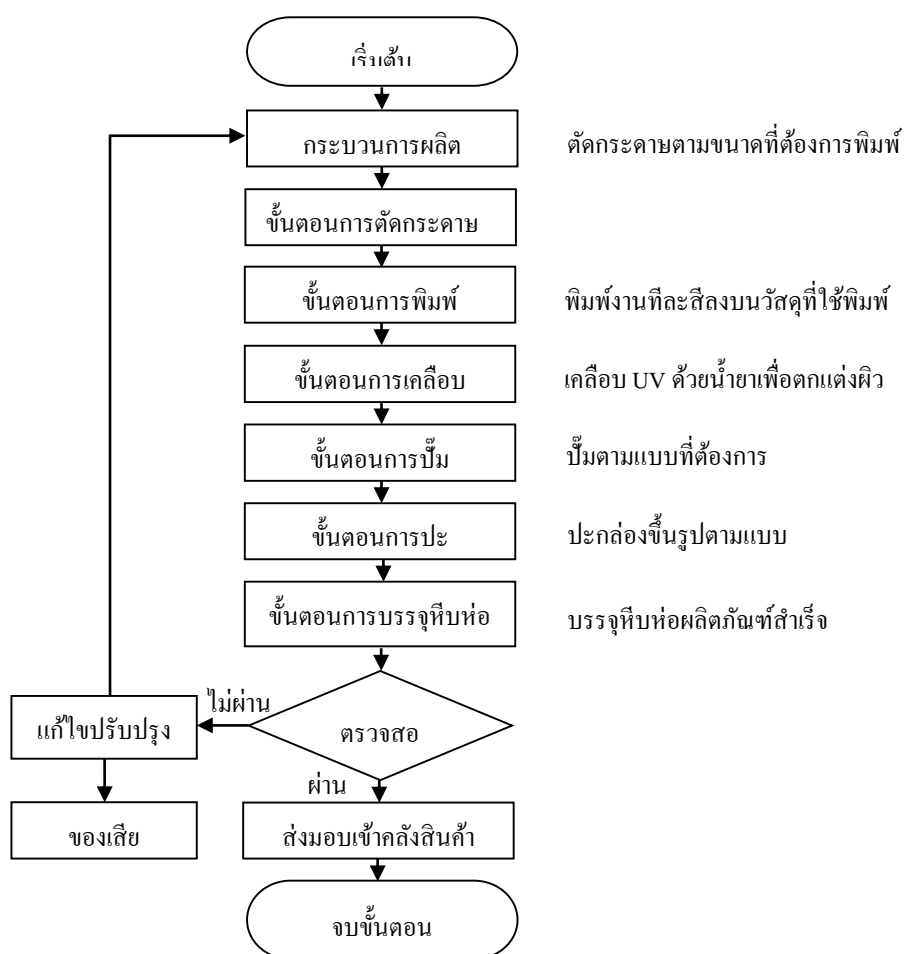
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อทราบถึงสภาพที่เป็นจริงของการปฏิบัติงานจากการรวบรวมข้อมูลโดยตรงทั้ง 6 ขั้นตอน นำมาแก้ปัญหาให้ดีขึ้นร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) โดยกำหนดแนวทางดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นลำดับให้สามารถตอบปัญหาการวิจัยตามขั้นตอน

- 3.1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นกระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์
- 3.1.2 ศึกษารายละเอียดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 3.1.3 ศึกษาสภาพกระบวนการผลิตปัจจุบันและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.1.4 วิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสีย
- 3.1.5 เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาและการปรับปรุง
- 3.1.6 เปรียบเทียบผลการดำเนินการแก้ไข
- 3.1.7 วิเคราะห์ผลการดำเนินการแก้ไข
- 3.1.8 สรุปผลการดำเนินการแก้ไข

จากการศึกษากระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ตามขั้นตอนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์เริ่มตั้งแต่การรับไฟล์งานจากลูกค้าที่เป็นต้นฉบับอาร์ตเวิร์ค และสิ้นสุดเป็นชิ้นงานสำเร็จพร้อมส่งมอบให้ลูกค้าโดยมีกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการก่อนการพิมพ์ (Pre-Process) กระบวนการพิมพ์ (Press/Printing) และกระบวนการหลังการพิมพ์ (After Press Process) ได้พบปัญหาเกิดมากที่สุดในส่วนกระบวนการพิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์กระดาษ จากปัญหาของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตโดยมีการปฏิบัติงานในกระบวนการทั้งหมด 6 ขั้นตอน



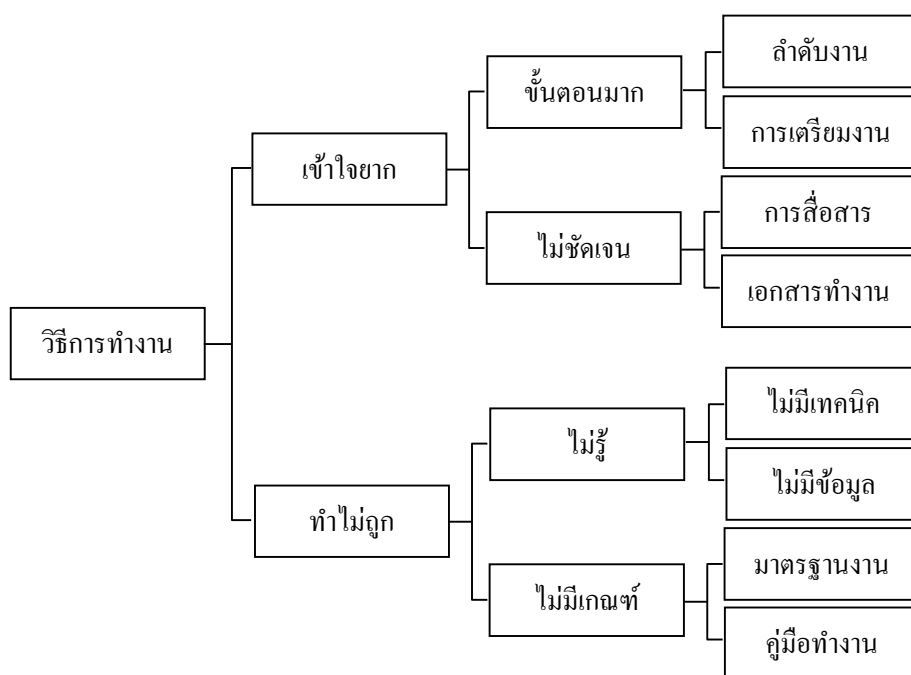
แผนภาพที่ 1 แสดงกระบวนการพิมพ์ (Press/Printing) 6 ขั้นตอน

3.2 ประชากรและตัวอย่าง

การดำเนินงานวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดปัญหาทางานเสียจากกระบวนการผลิต โดยรวบรวมข้อมูลแต่ละขั้นตอนในกระบวนการพิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์นับจำนวนของเสียต่อชิ้นนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นตามลักษณะขั้นตอนการผลิตเพื่อไปหาแนวทางการลดงานเสีย

จากการศึกษากระบวนการพิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์ทั้ง 6 ขั้นตอนระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ได้เก็บข้อมูลการทำงานพบว่ากระบวนการผลิตเกิดงานเสียทุกขั้นตอน จึงได้แยก

การวิเคราะห์หาสาเหตุจากตัวแปรที่ทำให้เกิดของเสียสามารถสรุปสาเหตุหลักมาจากวิธีการปฏิบัติงาน การเตรียมความพร้อมของพนักงาน และลักษณะเครื่องจักร ส่งผลให้การทำงานไม่มีความสม่ำเสมอในการปฏิบัติงานแต่ละครั้ง ซึ่งทั้งสามสาเหตุมีความสัมพันธ์ต่อกันโดยตรง เช่น พนักงานไม่มีการฝึกอบรมให้ความรู้ เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาทำให้การปรับตั้งค่ามาตรฐานไม่ได้ตามที่กำหนด และวิธีการแต่ละขั้นตอนเข้าใจยากไม่ได้ระบุรายละเอียดให้แก่ผู้ปฏิบัติงานทราบส่งผลให้เกิดของเสียขึ้นในการผลิต จึงนำสาเหตุหัวข้อวิธีการปฏิบัติงานมาวิเคราะห์หาสาเหตุ (Cause Analysis) ด้วยแผนภูมิ ทำไม ทำไม (Why-Why Chart)



แผนภาพที่ 4 แสดงการวิเคราะห์สาเหตุอย่างละเอียด (Root Cause)

การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภูมิ ทำไม ทำไม ทำให้ทราบถึงสาเหตุที่ส่งผลต่องานเสียที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตเรื่องข้อมูลการทำงาน และความเข้าใจในการปฏิบัติงานที่ยังมีไม่ครบหรือไม่มี การแสดงไว้ที่จุดปฏิบัติงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจไม่ถูกต้องในวิธีการทำงาน

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาการดำเนินงานกระบวนการผลิตได้นำเครื่องมือเข้ามาใช้ได้แก่ แผนภูมิการทำงาน (Flow Chart) บอกถึงขอบเขต และลำดับการทำงานเพื่อแยกชนิดงานเสียแต่ละขั้นตอน จึงเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยใบตรวจสอบการผลิต (Defective Sheet) มาวิเคราะห์ด้วยผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ร่วมกับแผนภูมิ ทำไม ทำไม (Why-Why Chart) เพื่อกำหนดแนวทางแก้ปัญหาทางงานเสียแต่ละขั้นตอนด้วยการออกแบบการทำงานโดยปรับปรุงกิจกรรม และจัดลำดับความสำคัญในขั้นตอนตามหลักการบริหารคุณภาพเชิงกระบวนการ (Process Approach) นำมาจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual) ได้ระบุจุดประสงค์ ระเบียบปฏิบัติ ลำดับแต่ละขั้นตอนในกระบวนการโดยระบุข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน เข้าใจง่ายมีรายละเอียดครบถ้วนสามารถปฏิบัติงานได้จริงนำไปปฏิบัติใช้

จากแนวคิดที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือดำเนินงานวิจัยการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานเป็นเครื่องมือที่สามารถครอบคลุมกระบวนการทั้งหมดโดยกระบวนการเชื่อมโยงขั้นตอนทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างเป็นกระบวนการทุกขั้นตอน ทำให้สามารถแก้ปัญหาในภาพรวมได้จากการระบุข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็น เช่น มาตรฐานการปฏิบัติงานทั้ง 6 ขั้นตอน คำมาตรฐานการตั้งเครื่องจักร (Machine Setup) จากบริษัทผู้ผลิต ทักษะเบื้องต้นในการปฏิบัติงาน ข้อมูลวัตถุดิบ ข้อมูลวัสดุที่จำเป็นเกี่ยวข้องกับการผลิต เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้แต่ละขั้นตอน โดยคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานมีองค์ประกอบ 12 หัวข้อโดยระบุถึง

- 1) ความเป็นมา
- 2) วัตถุประสงค์
- 3) ขอบเขต
- 4) นิยามศัพท์หรือคำจำกัดความ
- 5) บทบาทหน้าที่และลักษณะงานที่ปฏิบัติ
- 6) แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ (Process Flow Chart)
- 7) ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- 8) Flow Chart ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- 9) Flow Chart ขั้นตอน การปรับตั้ง เครื่องจักร
- 10) คำมาตรฐานที่ใช้
- 11) มาตรฐานของงานในแต่ละขั้นตอน
- 12) มาตรฐานการจัดเก็บและการส่งมอบ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากนำคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานนำไปฝึกอบรมความรู้ให้กับพนักงานทั้ง 6 ขั้นตอน ก่อนนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องตามจุดประสงค์ที่กำหนด ได้ติดตามผลการดำเนินงานหลังจากนำคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานไปใช้ที่จุดปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 เดือน โดยเฝ้าติดตามผลการดำเนินงานผลจากการรวบรวมและสรุปข้อมูล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์

จำนวนงานเสีย/แผ่น/ชิ้น						
ขั้นตอน	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	รวมงานเสีย	งานเสีย (%)
Cut the paper	270	230	150	152	802	13.66
Print	230	600	850	700	2,380	40.53
Coating UV	60	180	110	170	520	8.86
Forming	433	210	710	320	1,673	28.49
Dash Draw	80	180	80	110	450	7.66
Packing	3	10	18	16	47	0.80
defects/month	1,076	1,410	1,918	1,468	5,872	100.00

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

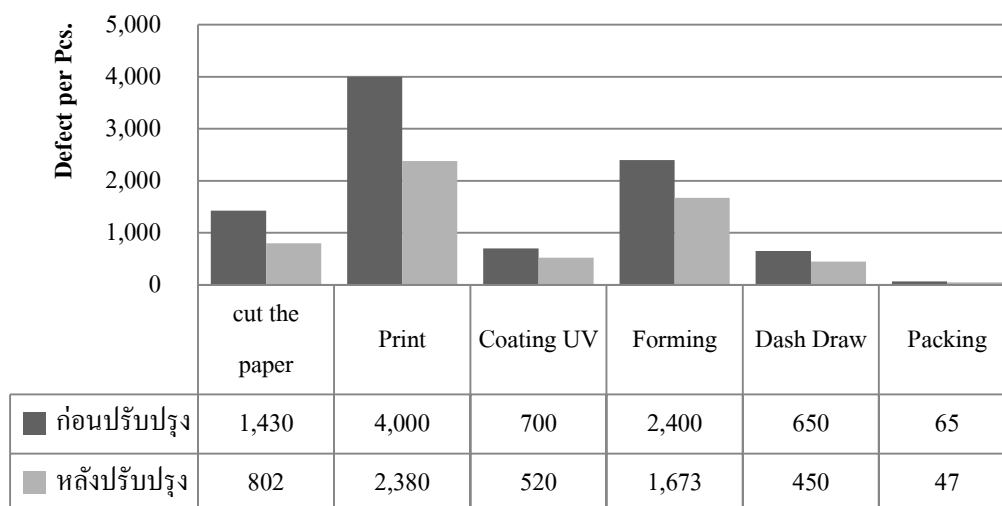
ได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากผลการดำเนินโครงการวิจัยโดยแยกปัญหางานเสียแต่ละประเภทตามขั้นตอนการผลิต 6 ขั้นตอนด้วยตาราง นำผลการดำเนินงานเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมที่ยังไม่มีคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐาน คิดเป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เพื่อให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงโดยรวมอย่างชัดเจน

ตารางที่ 2 สัดส่วนงานเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

เดือน/ปี	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์งานเสีย
พ.ย. 59 - ก.พ. 60 (ก่อนการปรับปรุง)	$\frac{9,245 \times 100}{120,000} = 7.70$ เปอร์เซ็นต์
มี.ค.-มิ.ย. 60 (หลังการแก้ไข)	$\frac{5,872 \times 100}{120,000} = 4.89$ เปอร์เซ็นต์

4. สรุปผลการวิจัย

การลดของเสียด้วยคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานกระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์จากกระดาษส่งผลให้กระบวนการผลิตลดงานเสียเป็นสัดส่วน 4.89 เปอร์เซ็นต์ จากเป้าหมายที่กำหนดให้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นผลภาพเพิ่มขึ้น 3,373 ชิ้น เป็นสัดส่วน 2.81 เปอร์เซ็นต์ได้ภายในระยะเวลา 4 เดือน



แผนภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของเสียก่อน และหลังนำคู่มือมาตรฐานใช้งาน

5. อภิปรายผล

การดำเนินงานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์จากกระดาษ มีวัตถุประสงค์จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อลดของเสียตามขั้นตอนต่างๆ ด้วยแนวทางการสร้างมาตรฐานการทำงาน (Work Manual) ในกระบวนการผลิต เริ่มจากเทคนิคของแผนภูมิการทำงาน (Flow Chart) ร่วมกับข้อมูลการทำงานอื่นๆ

ตามที่ระบุรายละเอียดไว้ในคู่มือทำให้ทั้ง 6 ขั้นตอนเกิดความต่อเนื่องมีมาตรฐานในระดับเดียวกัน หากมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานก็สามารถปรับปรุงให้มีข้อมูลใช้ในการทำงานที่เป็นปัจจุบัน นอกจากคู่มือปฏิบัติงานแล้ว สิ่งสำคัญจากการนำไปใช้งาน ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจในงาน ความสามารถในการทำงาน และการสร้างขวัญ กำลังใจแก่ผู้ปฏิบัติงานทำให้การใช้งานคู่มือมาตรฐานเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้งานเสียลดลง ได้อีก

6. ข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยนี้พบว่าการทำงานมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งตามแผนการผลิตทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ข้อมูลการทำงานในแต่ละรุ่นของผลิตภัณฑ์ จึงควรมีมาตรฐานแบบอื่นมาใช้เพิ่มเติม ส่วนการวิจัยและพัฒนาต่อยอดในอนาคตควรจัดทำเอกสารมาตรฐานผลิตภัณฑ์เข้ามาใช้ร่วมกับมาตรฐานการทำงาน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทฯ ผลิตรถจักรยานยนต์จากกระดาดที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินโครงการวิจัย และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยียานยนต์มหาชัยที่สนับสนุนทุน เครื่องมือ/อุปกรณ์ในงานวิจัยนี้จนสามารถดำเนินโครงการได้สำเร็จ

8. เอกสารอ้างอิง

- เกษม พิพัฒปัญญานุกูล. 2557. **การควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.
- จิรพงษ์ วิกะศิลป์. 2554. การปรับปรุงผลผลิตภาพการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยเทคนิคการศึกษาคำเคลื่อนไหวและเวลา. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พรชัย มามี และศศิธร พ่วงจำ. 2554. การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. 2552. **การศึกษางานอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.
- รัฐพล เอกลักษณ์นันท์. 2553. การประยุกต์การศึกษางานเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษา บริษัทเอสซีแอล เมนูแฟคเจอร์ริง. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- วันชัย ริจิรวินิช. 2548. **การศึกษางาน:หลักการและกรณีศึกษา**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ (สรอ.). **เอกสาร Internal Auditor**. กรุงเทพฯ: สถาบันรับรองมาตรฐาน.
- สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ (สรอ.). **เอกสาร ISO9000**. กรุงเทพฯ: สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ.
- สำนักประกันคุณภาพการศึกษา. 2553. **คู่มือเพื่อจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน**. กรุงเทพฯ : สถาบันรับรองมาตรฐาน.

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ

THE DEVELOPMENT OF THE ROYAL THAI AIRFORCE'S HUMAN RESOURCES INFORMATION SYSTEM

กิตติศักดิ์ สวนสอน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: kookkookjung1@gmail.com

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราณี มณีรัตน์

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายนวัตกรรมการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: paralee.ma@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศใช้เก็บประวัติรับราชการ และสืบค้นข้อมูล แต่ระบบเดิมไม่สามารถเข้าสู่ประวัติรับราชการ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ บทความนี้จึงนำเสนอการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ (Human Resources Information System : HRIS) ในส่วนประวัติรับราชการให้สามารถใช้งานได้จากระบบอินเทอร์เน็ต โดยใช้วีลสตูไดโอดอตเน็ตเวิร์ก ทำงานร่วมกับฐานข้อมูลไซเบส มีการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร Advanced Encryption Standard (AES) และการออกแบบเว็บแบบเรสปอนด์ซ์ฟ เพื่อรองรับการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันได้ทุกแพลตฟอร์ม ระบบนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ, วีลสตูไดโอดอตเน็ตเวิร์ก, การเข้ารหัสลับด้วยอัลกอริทึมแบบสมมาตร, การออกแบบเว็บแบบเรสปอนด์ซ์ฟ

ABSTRACT

The Human Resources Information System (HRIS) of the Royal Thai Air Force is a system for the collection of officers' official profiles and information searching. The weakness of the former system is a lack of the accessibility to officers' official profiles via the Internet, this article then introduces the development of the Human Resources Information System (HRIS) in order to enable the officers' official profiles to be

accessible via the Internet. By doing so, the features of Visual Studio.NET C# are applied to mutually operate with Sybase database with Symmetric Key Cryptography AES. As for the web application, it is adjusted to the features of responsive web design in order to be compatible with all platforms of web application. This development promotes an increase in the efficiency of the HRIS of the Royal Thai Air Force in terms of all-time accessibility.

KEYWORDS: Human Resources Information System, Web Service, Visual Studio.NET C#, AES (Advanced Encryption Standard), Responsive Web Design

1. บทนำ

กองข้อมูลกำลังพล สำนักปกครองและพัฒนากำลังพล กรมกำลังพลทหารอากาศ มีหน้าที่ ดำเนินการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลกำลังพลในและนอกประจำการ การวิเคราะห์ และพัฒนาระบบสารสนเทศด้านกำลังพล สถิติกำลังพล และประวัติรับราชการกำลังพลประจำการ สังกัดกองทัพอากาศ โดยการดำเนินการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลกำลังพลได้มีระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศสามารถใช้งานได้ โดยเข้าผ่านระบบการจัดการระบบเครือข่ายภายในกองทัพอากาศสามารถใช้งานได้ในเวลาราชการ และไม่สามารถใช้งานได้จากระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นนโยบายของกองทัพอากาศจะให้ผู้ใช้งานระบบได้นั้น จะต้องเชื่อมต่อจากระบบเครือข่ายภายในของกองทัพอากาศตามเวลาราชการเท่านั้น เพื่อเป็นการรักษาความปลอดภัย

ฝ่ายกำลังพลในศูนย์ปฏิบัติการกองทัพอากาศ (สปก.ทอ.) มีหน้าที่ วางแผน เสนอแนะแนวทางปฏิบัติ อำนาจการ และประสานงาน ด้านกำลังพล รวมทั้งปฏิบัติการกิจเร่งด่วนด้านกำลังพล ซึ่งจะปฏิบัติหน้าที่ 24 ชั่วโมง ปัญหาที่พบคือถ้าเป็นเวลานอกเวลาราชการแล้วมีการกิจเร่งด่วน หรือภารกิจเฉพาะด้านกำลังพลจะไม่สามารถเข้าใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ

ด้วยสาเหตุนี้ทางกองข้อมูลกำลังพล สำนักปกครองและพัฒนากำลังพล กรมกำลังพลทหารอากาศ ได้เล็งเห็นปัญหาการเข้าใช้งานจึงได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศให้สามารถเข้าใช้งานได้ทั้งระบบอินเทอร์เน็ต

2. วัตถุประสงค์

พัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศในส่วนประวัติรับราชการ

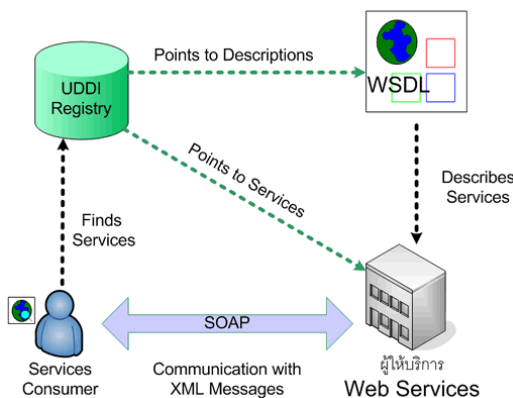
3. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 เว็บเซอร์วิส (Web Service)

เว็บเซอร์วิส คือ ระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยใช้ภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML) ในการติดต่อสื่อสาร โดยมีอินเทอร์เน็ต ดังนี้

1). XML (Extensible Markup Language) คือ เป็นฟอร์มเมตที่จะบอกแหล่งที่มา และรายละเอียดข้อมูลได้ 2).

SOAP (Simple Object Access Protocol) หรือ REST (Representational State Transfer) คือ เป็นโพรโทคอลที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูล 3). WSDL (Web Services Description Language) คือ เป็นการใช้อธิบายโครงสร้างของเซอร์วิสทั้งหมด 4). UDDI (Universal Description, Discovery And Integration) คือ เป็นส่วนกลางให้ระบบอื่นมาลงทะเบียนไว้ ดังรูปที่ 1 (Suphakit Annopornchai,2560)



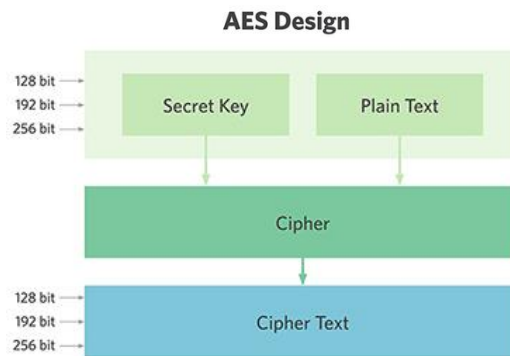
รูปที่ 1 การทำงานของเว็บเซอร์วิส (บริษัท ไรท์ซอฟต์แวร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด, 2553)

3.2 วิทยาการเข้ารหัสลับ (Cryptography)

1. การเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร (Symmetric Key Cryptography หรือ Secret Key) คือ การเข้ารหัสลับข้อมูลด้วยกุญแจเดียว โดยวิธีการที่ผู้รับกับผู้ส่งตกลงกันว่าจะใช้รูปแบบใดในการเข้ารหัสลับข้อมูลซึ่งรูปแบบ นั้น คือ กุญแจลับ

2. การเข้ารหัสลับแบบกุญแจอสมมาตร (Asymmetric Key Cryptography หรือ Public Key) คือ การเข้ารหัสลับข้อมูลด้วยกุญแจคู่ โดยใช้กุญแจรหัสคนละตัวกัน การส่งจะมีกุญแจรหัสตัวหนึ่งในการเข้ารหัสลับ และผู้รับก็จะมีกุญแจรหัสอีกตัวหนึ่งเพื่อใช้ในการถอดรหัสลับ ผู้ใช้รายหนึ่ง ๆ จึงมีกุญแจรหัส 2 ค่าเสมอ คือ กุญแจสาธารณะ (Public Key) และ กุญแจส่วนตัว (Private Key) ซึ่งผู้ใช้จะประกาศให้ผู้อื่นทราบถึงกุญแจสาธารณะของตน เพื่อนำไปใช้ในการเข้ารหัสลับ และส่งข้อมูลที่เข้ารหัสลับแล้วมาให้ ซึ่งข้อมูลที่เข้ารหัสลับดังกล่าวจะถูกถอดรหัสลับออกได้โดยกุญแจส่วนตัวเท่านั้น

Advanced Encryption Standard (AES) คือ การเข้ารหัสลับแบบ Modern Block Ciphers โดยการนำข้อความต้นฉบับ (Plain Text) มาประมวลผลทีละ 128 บิต และใช้คีย์แบบเลือกได้คือ 128/192/256 บิต ในการเข้ารหัสลับข้อความ (Cipher Text) และยังสามารถเลือกรอบในการวนซ้ำได้ ซึ่งแบ่งเป็น 10/12/14 รอบ ดังรูปที่ 2 (PavaritKun,2557)



รูปที่ 2 การเข้ารหัสข้อมูลแบบ AES (TechTarget, Inc.,2559)

ในงานวิจัยนี้เลือกเทคนิคการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES ใช้คีย์แบบ 256 บิต เพื่อรองรับการเข้ารหัสลับ และการถอดรหัสลับระหว่างภาษาจาวา (JAVA Language) กับภาษาซีชาร์ป (C# Language) ให้ใช้งานร่วมกันได้ (Michael Remijan,2557) ซึ่งมีข้อดี ดังนี้ 1). ใช้กุญแจดอกเดียวในการการเข้ารหัสลับ ถอดรหัสลับ 2). รวดเร็วในการเข้ารหัสลับ และถอดรหัสลับ 3). ง่ายต่อการใช้งาน

3.3 การออกแบบเว็บแบบเรสปอนส์ซีฟ (Responsive Web Design)

การออกแบบเว็บแบบเรสปอนส์ซีฟ คือ การออกแบบเว็บไซต์ให้รองรับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ทุกชนิดตั้งแต่คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดหน้าจอหลาย ไปจนถึงโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟน และแท็บเล็ตต่าง ๆ ที่มีมาตรฐานขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน โดยออกแบบครั้งเดียวสามารถนำไปใช้ได้กับทุกหน้าจอ ทั้งนี้การออกแบบใช้เทคนิคของ Cascading Style Sheet (CSS) และ จาวาสคริปต์ (JavaScript) ในการออกแบบเพื่อให้เว็บไซต์สามารถจัดลำดับเรียงข้อมูลบนเว็บไซต์ให้รองรับการแสดงผลผ่านหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกันได้โดยอัตโนมัติ (บริษัท ซอฟต์แวร์ จำกัด,2554)

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภชัย ทองสุข,2556 กล่าวว่า การเข้ารหัส Advanced Encryption Standard (AES) คือ การเข้ารหัสแบบกลุ่ม ส่วนใหญ่ทำโดยใช้หน่วยประมวลผลแบบแกนเดี่ยว เพื่อที่จะประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งการเข้ารหัส AES สามารถพัฒนาให้ทำได้บนหน่วยประมวลผลแบบหลายแกน โดยวิธีการขนานกันข้อมูลขนาดใหญ่ประมวลผลพร้อมกันเพื่อเพิ่มความเร็ว

ไพศาล น้ำทับทิม,2557 กล่าวว่า ในการบริหารงานขององค์กรที่ประกอบด้วย คน เงิน วัสดุ การจัดการ ตลาด เวลา และทรัพยากรอื่น ๆ นั้น เป็นที่ยอมรับกันอย่างเป็นสากลว่า “คน” เป็นทรัพยากรที่ทรงคุณค่าที่สุด ทั้งนี้เพราะคนจะทำหน้าที่ “บริหาร” ทรัพยากรอื่น ๆ

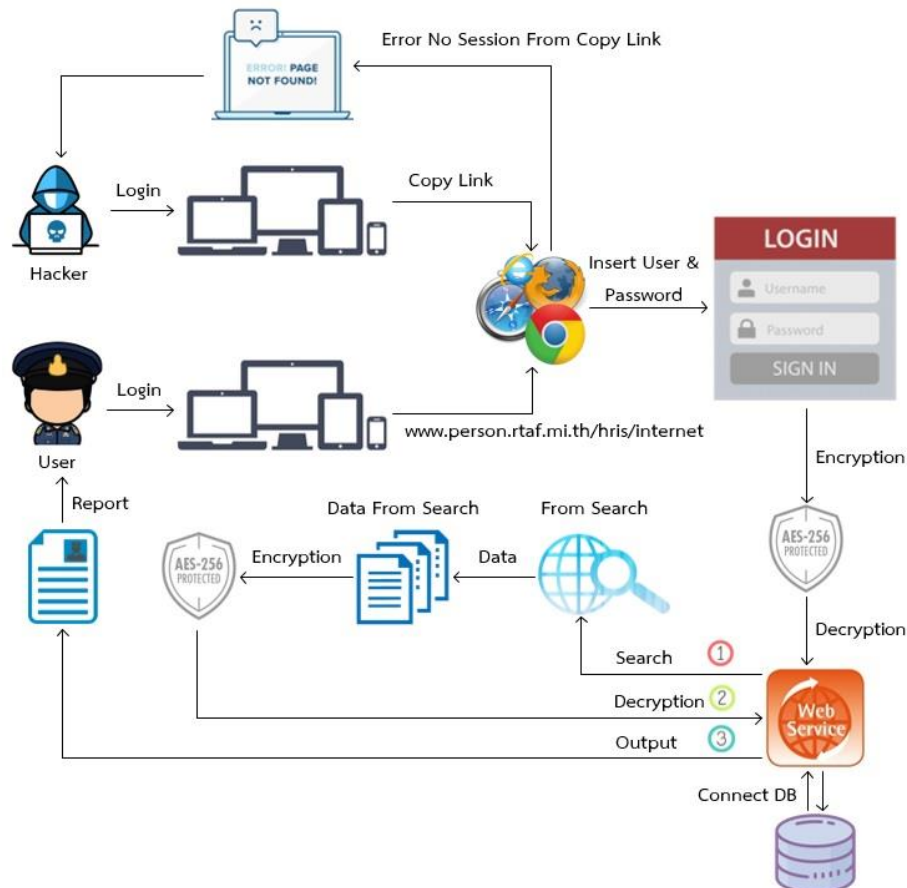
4. วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศในส่วนประวัติรับราชการ ได้นำวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา โดยมีการระบุปัญหา (Problem Identification), การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ (System Analysis and Design), การพัฒนาและ

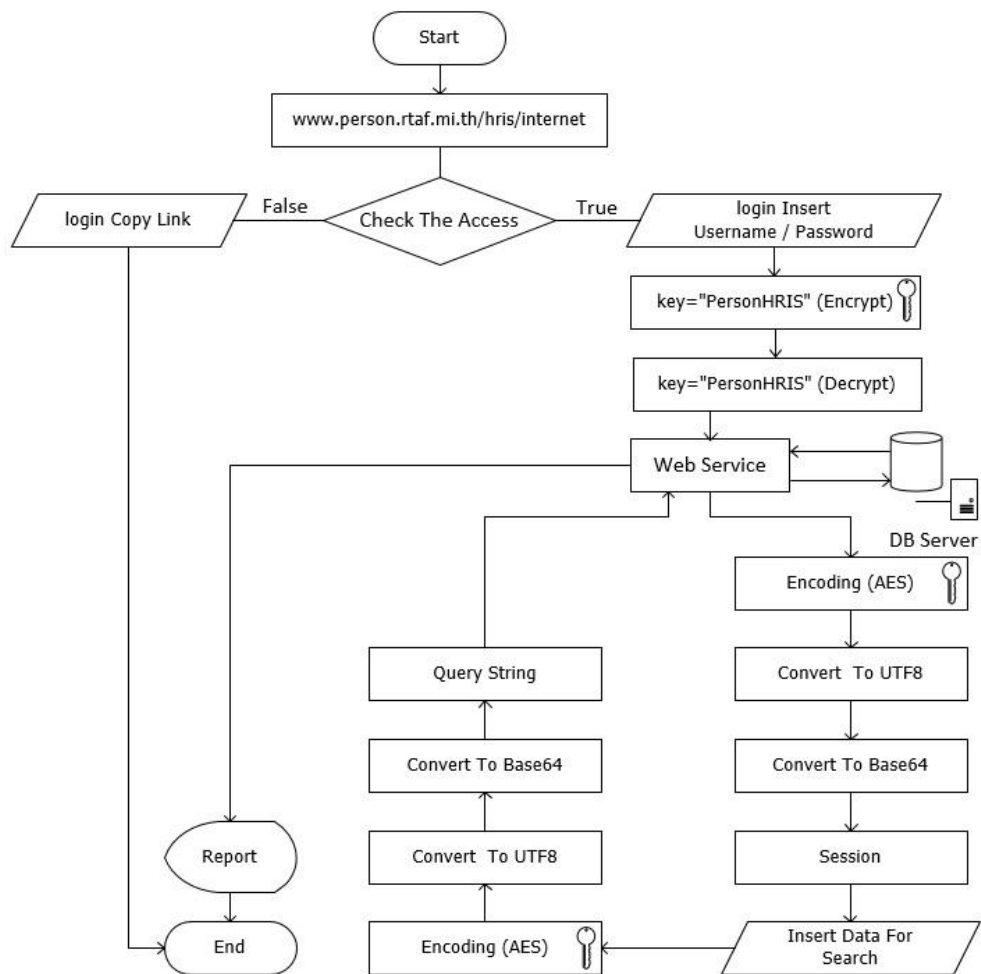
ทดสอบระบบ (Construction) เพื่อให้ระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 การระบุปัญหา (Problem Identification) คือ ระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศไม่สามารถใช้งานได้จากเครือข่ายภายนอก

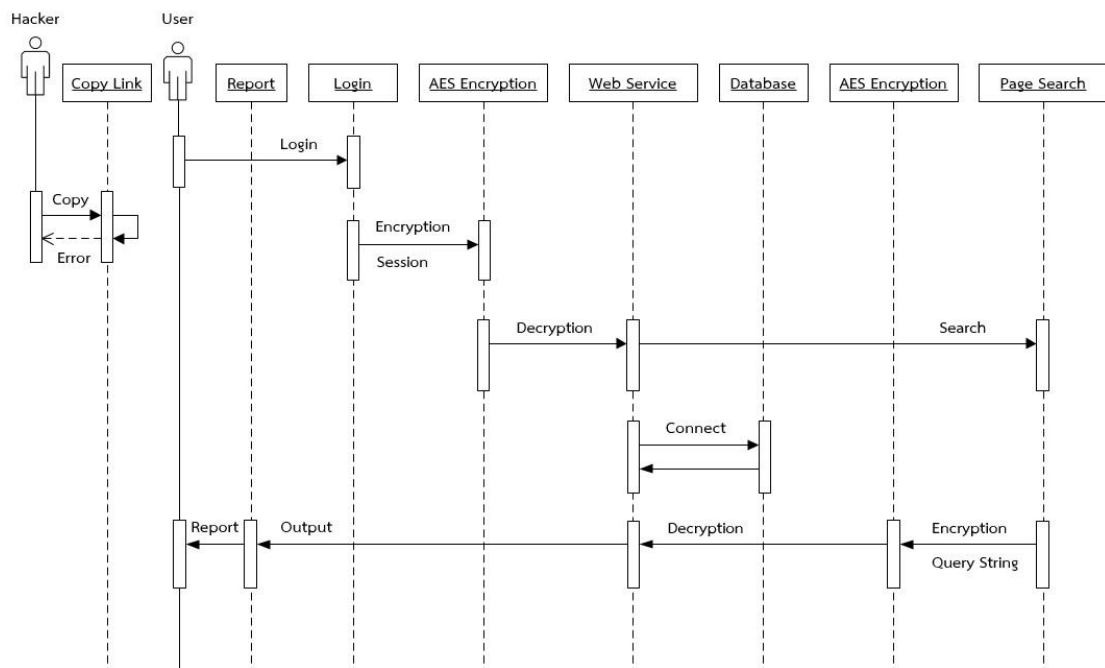
4.2 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ (System Analysis and Design) ได้ดำเนินการเขียนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังรูปที่ 3, ฟังก์ชันไดอะแกรม ดังรูปที่ 4, ซีเควนซ์ไดอะแกรม ดังรูปที่ 5



รูปที่ 3 ภาพขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ



รูปที่ 4 ผังงานไดอะแกรมระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ



รูปที่ 5 ซีควเอนซ์ไดอะแกรมระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ

4.3 การพัฒนาและทดสอบระบบ (Construction) ซึ่งการพัฒนาและทดสอบระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศให้สามารถเข้าใช้งานจากระบบอินเทอร์เน็ตจึงเน้นในเรื่องการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

4.3.1 ขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่หน้าจอการเข้าสู่ระบบ (Login) ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ (Login)

4.3.2 ขั้นตอนที่ 2 เมื่อกรอกชื่อผู้ใช้งาน (Username) และรหัสผ่าน (Password) แล้วจะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยมีการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES เพื่อเป็นการยืนยันตัวตน (Authentication) ด้วยชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 7

```
Encryptor.Encryptor encryptor = new Encryptor.Encryptor();
HRISAuthen.HRISAuthenSoapClient authen = new HRISAuthen.HRISAuthenSoapClient();
string result = authen.authenticate(encryptor.Decrypt(ConfigurationManager.AppSettings["HRISAuthen"]),
    txtUsername.Text, txtPassword.Text, "HRIS-internet", Request.UserHostAddress);
```

รูปที่ 7 ชุดคำสั่งการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES เพื่อเป็นการยืนยันตัวตน

4.3.3 ขั้นตอนที่ 3 เมื่อยืนยันตัวตนสำเร็จจะมีการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES เป็นแบบเซสชัน (Session) ด้วยชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 8 เพื่อเข้าสู่หน้าจอการค้นหาข้อมูล (Search) ดังรูปที่ 9

```
DataSet dsData = new DataSet();
dsData.ReadXml(new StringReader(result));
DataTable dtData = dsData.Tables[0];

Session["USER_CODE"] = dtData.Rows[0]["USER_CODE"].ToString();
Session["FILTER_LEVEL"] = dtData.Rows[0]["FILTER_LEVEL"].ToString();
Session["ORG"] = dtData.Rows[0]["ORG"].ToString();
Session["SUBORG"] = dtData.Rows[0]["SUBORG"].ToString();
Session["SPC"] = dtData.Rows[0]["SPC"].ToString();

var bytHash = System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(encryptor.Encrypt(Session.SessionID));
var encHash = Convert.ToBase64String(bytHash);
Response.Redirect("Search.aspx?hsh=" + encHash);
```

รูปที่ 8 ชุดคำสั่งการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES เป็นแบบเซสชัน

[illegible]

รูปที่ 9 หน้าจอการค้นหาข้อมูล

4.3.4 ขั้นตอนที่ 4 เมื่อค้นหาข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะมีการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES เป็นแบบคิวรีสตริง (Query String) ด้วยชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 10 เพื่อเข้าสู่หน้าจอการแสดงผลการค้นหาข้อมูล (Search) ดังรูปที่ 11

```
string szHash = airforce_id.PadRight(12, '0') + person_pk;
DateTime maxtime = DateTime.Now.AddSeconds(LINK_TIME);
szHash += maxtime.Year.ToString() + maxtime.Month.ToString("00") + maxtime.Day.ToString("00");
szHash += maxtime.Hour.ToString("00") + maxtime.Minute.ToString("00") + maxtime.Second.ToString("00");
szHash += DateTime.Now.Year.ToString() + DateTime.Now.Month.ToString("00") + DateTime.Now.Day.ToString("00");
szHash += DateTime.Now.Hour.ToString("00") + DateTime.Now.Minute.ToString("00") + DateTime.Now.Second.ToString("00");

if (Session["USER_CODE"] != null)
    szHash = Session["USER_CODE"].ToString() + "I" + szHash;

Encryptor.Encryptor encryptor = new Encryptor.Encryptor();
szHash = encryptor.Encrypt(szHash);
var bytHash = System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(szHash);
var encHash = Convert.ToBase64String(bytHash);

if (Session["USER_CODE"] != null)
    Response.Redirect("../PersonData/PersonResume.aspx?user=" + Session["USER_CODE"].ToString() + "&hsh=" + encHash);
else
    Response.Redirect("../PersonData/PersonResume.aspx?hsh=" + encHash);
```

รูปที่ 10 ชุดคำสั่งการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES เป็นแบบคีย์สตรีม

รูปภาพ	หมายเลขประจำตัวประชาชน	เลขประจำตัวประชาชน	ประเภทคำสั่งพล	ยศ	ตำแหน่ง	ชื่อ	สกุล	ตำแหน่ง	หมายเหตุ
			สัญญาบัตร	ยศ				นายทหารในเครื่องแบบและโปรแกรมแผนกในเครื่องแบบและพัฒนาระบบ กชพ. สปท. กท. ทอ.	

รูปที่ 11 หน้าจอการแสดงผลการค้นหาข้อมูล

4.3.5 ขั้นตอนที่ 5 เมื่อกดที่รายชื่อข้าราชการที่ต้องการดูประวัติรับราชการจะแสดงหน้าจอผลลัพธ์ประวัติรับราชการในระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ ดังรูปที่ 12

6. ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศในส่วนประวัติรับราชการที่สามารถเข้าถึงจากระบบอินเทอร์เน็ต เป็นลักษณะการออกแบบเว็บไซต์แบบเรชสปอนด์ซีฟ ซึ่งมีการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES สามารถนำมารวบรวมเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบผู้อ่านได้รับความรู้เรื่องการเข้ารหัสลับแบบกุญแจสมมาตร เป็นอัลกอริทึมแบบ AES และสามารถนำไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

7. เอกสารอ้างอิง

บริษัท ซอฟท์เมลท์ จำกัด. 2554. **ทำไมต้อง Responsive Web Design**. วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560, จาก

<http://www.softmelt.com>

บริษัท ไรท์ซอฟต์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด. 2553. **Web Services คืออะไร**. วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560, จาก

<http://www.rightsoftcorp.com>

ไพศาล น้ำทับทิม. 2557. “การศึกษาสมรรถนะของกำลังพลในกองบิน 56 กองทัพอากาศ.” วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการจัดการ คณะรัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ศุภชัย ทองสุข. 2556. “การทำรหัสลับแบบ AES บนหน่วยประมวลผลหลายแกนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ.”

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักบริการคอมพิวเตอร์. 2554. **การเข้ารหัสข้อมูล**. วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560, จาก <http://www.ku.ac.th>

Michael Remijan. 2557. **AES Encryption between Java and C#**. วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560, จาก

<http://www.mjremijan.blogspot.com>

PavaritKun. 2557. **Advanced Encryption Standard (AES)**. วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560, จาก

<http://www.heavensaberblog.blogspot.com>

Suphakit Annoppornchai. 2560. **Web Services คืออะไร**. วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560, จาก

<http://www.saixiii.com>

TechTarget, Inc. 2559. **Advanced Encryption Standard (AES)**. วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560, จาก

<http://www.searchsecurity.techtarget.com>

**ระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการ
ของ กรมกำลังพลทหารอากาศ**
**COMMISSIONING PLAN ANALYSIS AND DECISION SUPPORT SYSTEM
FOR DIRECTORATE OF PERSONNEL, ROYAL THAI AIR FORCE**

ฐานวัฒน์ สุกเลิศวัฒน์

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต

E-mail: thanawat.su56@rsu.ac.th

สมชาย เล็กเจริญ

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต

E-mail: somchai.l@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

กรมกำลังพลทหารอากาศได้จัดทำระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพลขึ้นมาก เพื่อใช้ในการบริหารทรัพยากรบุคคลของกองทัพอากาศ แต่ระบบดังกล่าวไม่มีรายงานที่สนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนาลงข้อมูลระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของระบบดังกล่าว การพัฒนาระบบประกอบด้วย 1) ศึกษาปัญหาและความต้องการ 2) ออกแบบและสร้างคลังข้อมูลจากระบบสารสนเทศที่มีอยู่เดิม 3) นำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบหลายมิติ 5) การออกรายงานอัจฉริยะ ประกอบด้วย รายงานข้อมูลสถิติการสูญเสียข้าราชการกองทัพอากาศ สถิติการบรรจุข้าราชการ สถิติความต้องการบรรจุกำลังพล แบ่งแยกตามประเภทข้าราชการ ปิงปวงประมาณ คุณวุฒิการศึกษา เพศ และส่วนราชการ เมื่อทดสอบระบบเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการประเมินความพึงพอใจด้วยการใช้แบบสอบถามจากผู้ใช้งานระบบประกอบด้วยผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้อง จำนวน 58 คน พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ ได้ผลลัพธ์คือ ความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานเห็นประโยชน์และใช้ระบบในการสนับสนุนการวิเคราะห์และวางแผนบรรจุข้าราชการได้จริงในระดับดี

คำสำคัญ: แผนบรรจุ , ข้าราชการ , ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ABSTRACT

Directorate of Personnel, Royal Thai Air Force has developed the Human Resource Information System for Human Resource Management of Royal Thai Air Force. However, there are no reports supporting the analysis and decision making in the commissioning plan. The purpose of this research was to analyze, create and develop data warehouse for the commissioning plan analysis and decision support system and compare the average satisfaction of this system. The processes were described as follows: 1) study the problems and requirement of users, 2) design and build archives from current information systems, 3) import data into a data warehouse, 4) analysis of data in multidimensions, 5) design dashboard based on the system requirements. The report shows 1) Statistics on the termination of military officers 2) Statistics on the needs of military officers 3) Statistics on the replacement of military officers then divided by type of officer, fiscal year, education, gender and department. The researcher evaluated the users using 58 questionnaires and analyzed the results with a statistical analysis program. The results of this research were that the functional requirement test was rated at a good level. Administrators and users see the benefits and use of the system to supporting the analysis and decision making in the commissioning plan at a good level.

KEYWORDS: Commissioning Plan, Officer, Decision Support System

1. บทนำ

การพัฒนากองทัพอากาศตามยุทธศาสตร์นั้นจำเป็นต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับธรรมชาติคุณลักษณะ และข้อจำกัดของกำลังทางอากาศ รวมทั้งทรัพยากรที่มีในครอบครอง (กองทัพอากาศ, 2560) ดังนั้นปัจจัยประการหนึ่งในการพัฒนากองทัพอากาศให้สำเร็จได้ตามยุทธศาสตร์ก็คือ กำลังพลของกองทัพอากาศต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจ และความชำนาญเกี่ยวกับเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการสรรหาและพัฒนาบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะ ควบคู่กับการพัฒนากองทัพอากาศให้ทันสมัยโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงาน ส่งเสริมให้กองทัพอากาศพัฒนาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

กรมกำลังพลทหารอากาศ เป็นหน่วยงานในสังกัดกองทัพอากาศ มีหน้าที่ในการดำเนินกิจการงานด้านกำลังพลของกองทัพอากาศ ได้มีการจัดทำระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ (ณพพรชัย ปาสิ, 2551) เพื่อใช้เป็นระบบที่ใช้บริหารจัดการทรัพยากรบุคคลของกองทัพอากาศ รวมถึงการวิเคราะห์ความต้องการและวางแผนการบรรจุกำลังพลทดแทน บุคลากรที่สูญเสียไปในแต่ละปีงบประมาณ โดยเฉลี่ย 1,000 ถึง 1,500 คน แต่ระบบดังกล่าวไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะเชิงคุณภาพและออกรายงานตามความต้องการของผู้บริหารได้ เช่น รายงานแสดงจำพวกของข้าราชการที่สูญเสียไปในแต่ละประเภท โดยเปรียบเทียบในแต่ละปีงบประมาณ จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาจึงควรมีเครื่องมือหรือกระบวนการสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวให้มีความน่าเชื่อถือ เป็นปัจจุบันและเหมาะสมต่อการนำเสนอแก่ผู้บริหาร เช่น รายงานแสดงจำพวกของข้าราชการที่สูญเสียไปในแต่ละประเภท โดยเปรียบเทียบในแต่ละปีงบประมาณ ซึ่ง

รายงานเหล่านี้ จะใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการกำหนดทิศทางและวางแผนการบรรจุกำลังพลทดแทนในแต่ละประเภทได้อย่างเหมาะสม

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและนำธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence, BI) (ศรีสมรภัฏ อินทจันทร์ขง, 2556) ที่เป็นระบบสารสนเทศที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ในคลังข้อมูล มาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำระบบสารสนเทศสำหรับนำเสนอรายงานเชิงวิเคราะห์ในลักษณะของลูกบาศก์ (cube) (ระวีวรรณ แก้ววิทย์, ศรีสมบัติ แวงชิน, 2554) ของการสูญเสียกำลังพล ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลได้หลายมิติ (Multidimension) และปรับเปลี่ยนมุมมองได้ตามต้องการ ตลอดจนนำข้อมูลดังกล่าวมาประกอบการตัดสินใจในการวางแผนบรรจุกำลังพลต่อไป (เพ็ญศิริ มโนมัยสุพัฒน์, 2557) ซึ่งระบบธุรกิจอัจฉริยะประกอบไปด้วยคลังข้อมูล (Data Warehouse) เครื่องมือที่ใช้ดึงข้อมูลเข้ามายังคลังข้อมูล เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) และการจัดทำรายงานอัจฉริยะ (Dashboard) (ศรีสมรภัฏ อินทจันทร์ขง, 2556) จุดเด่นของธุรกิจอัจฉริยะคือใช้งานง่าย ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อดึงข้อมูลรวมถึงสามารถนำข้อมูลไปทำการคำนวณ หรือสร้างแผนภูมิด้วยโปรแกรมอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้ ธุรกิจอัจฉริยะสามารถนำไปประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากที่มาจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งที่แตกต่างกัน เพื่อให้เป็นสารสนเทศในรูปแบบที่ผู้ใช้ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบคลังข้อมูล และรายงานอัจฉริยะของระบบวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจระบบวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ

3. ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศนี้ ได้นำข้อมูลการสูญเสียข้าราชการ ความต้องการบรรจุกำลังพล และจำนวนการบรรจุกำลังพลทดแทนประจำปีงบประมาณ 2554 ถึง 2558 จาก 42 หน่วยงานสังกัดกองทัพอากาศ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

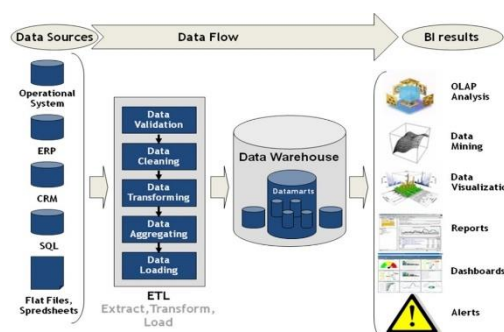
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจด้วยระบบธุรกิจอัจฉริยะ สรุปได้ดังนี้

4.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS)

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ การรวบรวมบุคคล ขั้นตอนการทำงาน ซอฟต์แวร์ ข้อมูล มาเพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ แบบแผน และมีประสิทธิภาพ กล่าวคือระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะมีการใช้งานเพื่อการวิเคราะห์ฐานข้อมูล เพื่อเก็บความรู้ความต้องการ ความชำนาญพิเศษ ความเข้าใจปัญหา และผลของการตัดสินใจ การโต้ตอบการประมวลผลแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปสู่การ

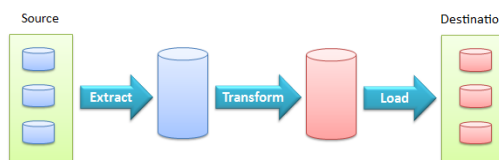
สนับสนุนการตัดสินใจทางธุรกิจเพื่อแก้ไขปัญหา (โอกาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2554) โดยระบบธุรกิจอัจฉริยะเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

4.2 ระบบธุรกิจอัจฉริยะ เป็นที่รวบรวมเครื่องมือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ จัดเก็บ รวบรวม สร้าง แก้ไข ประมวลผล รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการดำเนินการทางธุรกิจ โดย (ศรีสมรค์ อินทจันทร์ขง, 2556) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบและประโยชน์ของระบบธุรกิจอัจฉริยะไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้สนับสนุนการบริหาร การสนับสนุนตัดสินใจ ของการบริหารจัดการทุกหน้าที่ ทุกฝ่ายไม่ว่าจะเป็น การตลาด การเงิน การผลิต ฯลฯ โดยที่ระบบธุรกิจอัจฉริยะเป็นชุดเครื่องมือทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และชุดคำสั่งที่รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ได้มีการรวบรวมจากสารสนเทศต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์ให้เป็นไปตามสารสนเทศตามที่ใช้ต้องการ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการของระบบธุรกิจอัจฉริยะ

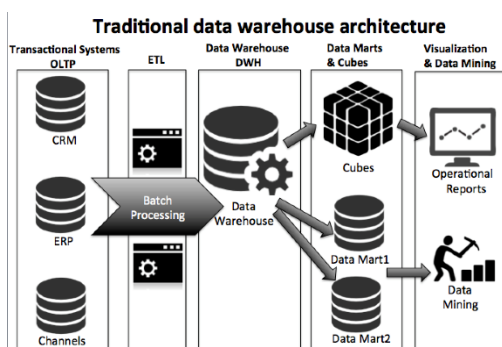
การนำข้อมูลไปวิเคราะห์นั้นสามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยเริ่มจากกระบวนการที่เรียกว่า อีทีแอล (ETL) (ระวีวรรณ แก้ววิทย์, ศรีสมบัติ แวงชิน, 2554) ประกอบไปด้วย 1) การคัดแยก (Extract) คือ การดึงข้อมูลที่ต้องการใช้มาจากแหล่งข้อมูล ได้แก่ ฐานข้อมูลที่ใช้งานอยู่ทั้งภายในและภายนอกองค์กร 2) เปลี่ยนแปลง (Transform) คือ การปรับโครงสร้างของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมใช้งานได้ ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การแบ่งประเภท การจัดหมวดหมู่ การเรียงลำดับ เป็นต้น แล้วเก็บไว้ที่แหล่งพักข้อมูล 3) บรรจุ (Load) คือ การนำข้อมูลที่ได้ปรับโครงสร้างเรียบร้อยแล้ว (Metadata) ไปไว้ในคลังข้อมูลเพื่อเตรียมพร้อมใช้งานสำหรับผู้ใช้งาน ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการอีทีแอล

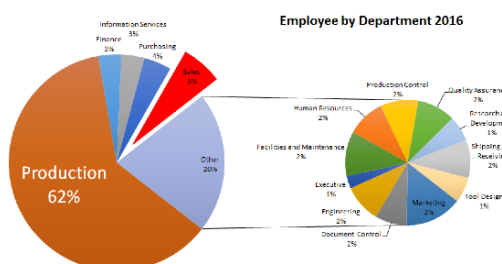
คลังข้อมูล (ระวีวรรณ แก้ววิทย์, ศรีสมบัติ แวงชิน, 2554) คือ แหล่งรวมข้อมูลที่ผู้บริหารให้ความสนใจ และจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์สนับสนุนการวางแผนและตัดสินใจ โดยข้อมูลที่พร้อมใช้งานจะถูกจัดแสดงอยู่ในรูปลักษณะของลูกบาศก์ ซึ่งสามารถแสดงออกในหลายมิติ ดังภาพที่ 3 โดยแต่ละมิติจะแสดงถึงการเก็บ

ข้อมูลตารางที่ถูกนำมาใช้ประกอบเป็นข้อมูล เรียกว่า ตารางมิติ (Dimension Table) ข้อมูลจากหลายตารางมิติ จะรวมกันเพื่อแสดงข้อมูลที่ต้องการอย่างแท้จริง เรียกว่า ตารางความเป็นจริง (Fact Table) ข้อมูลดังกล่าวถูก นำไปใช้ประมวลผลแบบออนไลน์เชิงวิเคราะห์ (Online Analytical Processing: OLAP) กล่าวคือ มีการวิเคราะห์ ผลจากข้อมูลที่มีอยู่และมีการสร้างเครื่องมือ ที่รองรับการสืบค้นและนำเสนอแบบที่ง่ายสำหรับผู้บริหาร ซึ่งส่วน ใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของกราฟเพื่อง่ายต่อการใช้งานและทำความเข้าใจ



ภาพที่ 3 สถาปัตยกรรมคลังข้อมูล

4.3 รายงานอัจฉริยะสำหรับผู้บริหาร (พิชิต สิทธิกัน ,2560) คือ สิ่ง que แสดงข้อมูลในลักษณะกราฟ ตัวเลข สี เพื่อสรุปข้อมูลต่าง ๆ ให้ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลในภาพรวมได้ในทันที รายงานอัจฉริยะจะเหมาะสำหรับผู้บริหารเพื่อใช้ดูภาพรวมขององค์กร ประกอบด้วยรายงานประกอบการวางแผนด้านกลยุทธ์ รายงานประกอบการ วิเคราะห์ และรายงานประกอบการปฏิบัติงาน เช่น รายงานบุคลากรแยกตามหน่วยงาน ดังภาพที่ 4 เป็นต้น



ภาพที่ 4 ตัวอย่างรายงานอัจฉริยะ

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

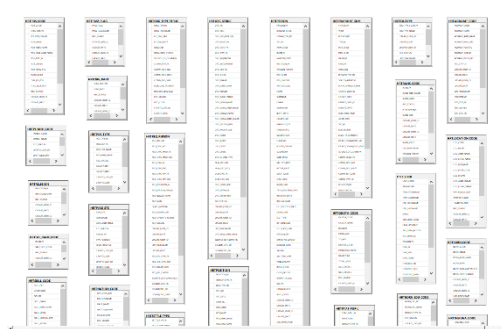
5.1 ศึกษาปัญหาและความต้องการ ปัจจุบันกรมกำลังพลทหารอากาศได้จัดทำระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศขึ้นมา เพื่อใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลของกองทัพอากาศ โดยมีแผนกวิเคราะห์กำลังพล กองนโยบายและแผน สำนักนโยบายและบริหารกำลังพล กรมกำลังพลทหารอากาศเป็นผู้รับผิดชอบในการกำหนดความต้องการทดแทนกำลังพลประจำปี ได้มีการจัดทำรายงานข้อมูลต่าง ๆ

สำหรับนำเสนอต่อผู้บริหารระดับสูงด้วยไมโครซอฟท์เอกซ์เซล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีจำนวนมากทำให้ใช้เวลาจัดทำนาน ในบางครั้งข้อมูลก็เกิดการผิดพลาดในการนำเสนอ (กรมกำลังพลทหารอากาศ, 2560) เพื่อให้เกิดการประหยัดเวลาและข้อมูลมีความถูกต้อง จึงควรมีการจัดทำระบบการนำเสนอข้อมูลที่จะใช้สำหรับประกอบการตัดสินใจของผู้บริหาร โดยสามารถสรุปปัญหาได้ดังแสดงตามภาพที่ 5



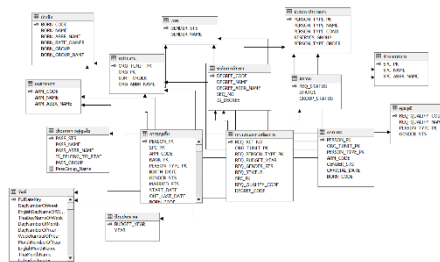
ภาพที่ 5 แผนภาพสาเหตุและผล

5.2 ออกแบบและสร้างคลังข้อมูลจากระบบสารสนเทศที่มีอยู่เดิม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศมาคัดกรองข้อมูลที่ผู้บริหารให้ความสนใจ เช่น ข้อมูลการสูญเสียข้าราชการ, ข้อมูลการบรรจุข้าราชการ, ข้อมูลความต้องการกำลังพลทดแทน เป็นต้น (ชนวิวัฒน์ ศรีสอาน, 2552) เพื่อใช้ในการสร้างคลังข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 6



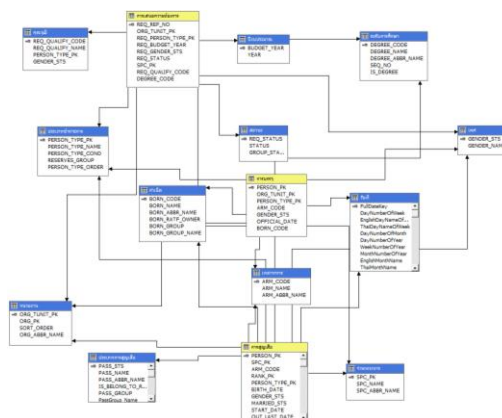
ภาพที่ 6 ฐานข้อมูลในระบบงานเดิม

5.3 นำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล โดยใช้อินทิเกรชัน เซอร์วิส (SQL Server Integration Service, SSIS) เป็นเครื่องมือในการจัดการข้อมูลกระบวนการอีทีแอล ในขั้นตอนนี้เป็นการทำงานทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและใช้งานได้ก่อนที่จะนำไปยังคลังข้อมูล และนำเข้าไปยังคลังข้อมูลที่จัดทำฐานข้อมูลหลายมิติที่โครงสร้างแบบความเป็นจริง (Constellation Schema) โดยใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟท์ เอสคิวเเอล เซิร์ฟเวอร์ 2014 (Microsoft SQL Server 2014) เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในระบบสารสนเทศที่สามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ผู้ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 7



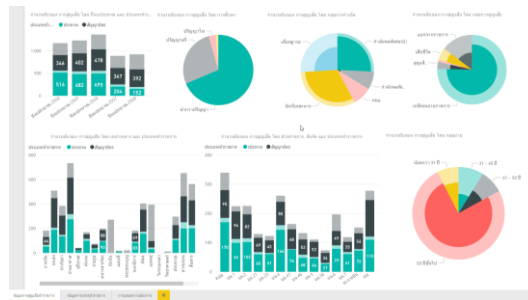
ภาพที่ 7 คลังข้อมูลแบบความเป็นจริง

5.4 วิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบหลายมิติ การวิเคราะห์ข้อมูลได้มีขั้นตอนการสร้างลูกบาศก์ ซึ่งเป็นลักษณะการแสดงผลหลายมิติที่สามารถปรับมุมมองได้ตามความต้องการ โดยใช้เครื่องมืออานาไลซิส เซอร์วิส (SQL Server Analysis Service : SSAS) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของ ตารางความเป็นจริง และ ตารางมิติ ในคลังข้อมูลที่ได้สร้างไว้ โดยอาศัยค่าของ ตัวชี้วัด (Measures) ที่อยู่ในตารางความเป็นจริงมาคำนวณ และแสดงองค์ประกอบโดยใช้ข้อมูลจากตารางมิติ ดังแสดงตามภาพที่ 7

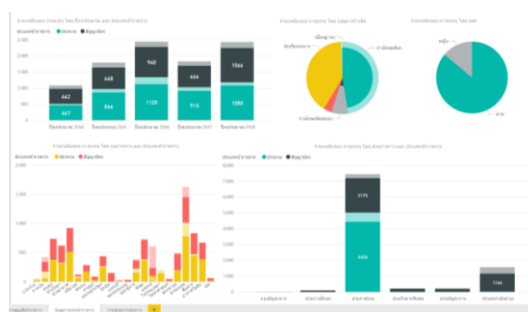


ภาพที่ 7 แผนภาพของข้อมูลรูปแบบหลายมิติ

5.5 การออกรายงานอัจฉริยะ การออกรายงานได้นำผลการวิเคราะห์ ประมวลออกมาเป็นรายงานอัจฉริยะ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ พาวเวอร์บิสิเนสอินเทลลิเจนซ์ (Microsoft Power BI) ในการนำเสนอรายงานให้แก่ผู้บริหาร เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่าย และมีการปรับปรุงพัฒนาได้ง่าย โดยที่ผู้บริหารสามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ และ ผ่านโปรแกรมประยุกต์ (Application) บนอุปกรณ์พกพา (Tablet) ซึ่งสะดวกและสามารถใช้งานระบบได้ตลอดเวลา ซึ่งรายงานอัจฉริยะดังกล่าวประกอบด้วย รายงานข้อมูลสถิติการสูญเสียข้าราชการกองทัพอากาศ สถิติการบรรจุข้าราชการ สถิติความต้องการบรรจุกำลังพล แบ่งแยกตามประเภทข้าราชการ ปีงบประมาณ คุณวุฒิการศึกษา เพศ และส่วนราชการ ที่สามารถแสดงรายละเอียดได้ตามมิติของข้อมูลที่ผู้บริหารสนใจ ดังภาพที่ 8 - 10



ภาพที่ 8 รายงานข้อมูลสถิติการสูญเสียข้าราชการกองทัพอากาศ



ภาพที่ 9 รายงานข้อมูลสถิติการบรรจุข้าราชการกองทัพอากาศ



ภาพที่ 10 รายงานข้อมูลสถิติความต้องการบรรจุกำลังพลกองทัพอากาศ

6. ผลการวิจัย

ผลของการพัฒนาระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

6.1 การพัฒนาระบบ พบว่าคลังข้อมูลและระบบวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ สามารถออกรายงานอัจฉริยะ โดยผ่านโปรแกรมไมโครซอฟท์ พาวเวอร์บีสิเนสอินเทลลิเจนซ์ ที่ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองของข้อมูลได้ตามความต้องการ

6.2 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ ได้ทำการทดสอบการใช้งานระบบโดยให้ผู้บริหารและผู้ใช้งาน

จำนวน 58 คนเข้าทดสอบใช้งานระบบ และประเมินความพึงพอใจต่อระบบจากแบบสอบถาม จำนวน 58 ชุด โดยมีการประเมินแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ความสามารถด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ 2) ความสามารถด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ 3) ความสามารถด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ 4) ความสามารถด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ดังแสดงในภาพที่ 11 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตอนที่ ๑
ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

[คำชี้แจง]
โปรดทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐ และกรอกข้อมูลตรงกับความจริง

๑. ระบุผู้ใช้งาน
☐ ผู้บริหาร
☐ จนท.ที่ปฏิบัติงานในฐานะหัวหน้าสายวิชาการ
☐ จนท.ที่ปฏิบัติงานในฐานะกำลังพลของหน่วย

๒. ปรนัยการวิชาการ
☐ นายพลอากาศ
☐ นายอากาศเอก
☐ นายอากาศโท - นายอากาศตรี
☐ เรืออากาศเอก - เรืออากาศตรี
☐ พันจ่าอากาศเอก - พันจ่าอากาศตรี
☐ จ่าอากาศเอก - จ่าอากาศตรี
☐ ลูกจ้างประจำ
☐ พนักงานราชการ

๒. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test)					
๒.๑ ความถูกต้องของการนำเข้าสู่ข้อมูล					
๒.๒ ความรวดเร็วในการประมวลผลของรายงาน					
๒.๓ ความถูกต้องของรายงานที่แสดงผล					
๒.๔ ความน่าเชื่อถือของระบบ					
๓. ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)					
๓.๑ ความสวยงามและความน่าสนใจ					
๓.๒ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร และรูปแบบอ่านง่ายสบายตา					
๓.๓ ความเหมาะสมของภาษาที่เสนอ กราฟในรูปแบบต่าง ๆ					
๓.๔ การพิจารณารูปแบบเว็บไซต์ต่อการใช้งาน					
๔. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)					
๔.๑ มีการกำหนดรหัสผู้ใช้งานและรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบ					
๔.๒ มีการควบคุมไม่ให้ระบบละเมิดสิทธิ์ของผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง					
๕. ในภาพรวม ท่านมีความพึงพอใจต่อระบบนี้					

ภาพที่ 11 ตัวอย่างแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 ตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการ

หัวข้อการประเมิน	Mean	S.D.
- ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ	4.12	.38
- ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ	4.14	.41
- ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.09	.44
- ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ	4.13	.43
ความพึงพอใจโดยรวม	4.19	.40

จากตารางที่ 1 ผลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ พบว่ามีค่าเฉลี่ยทุกด้านเท่ากับ 4.19 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 แสดงว่าผู้บริหารและผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการอยู่ในระดับดี และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. การอภิปรายผล

ผลการวิจัยระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ มีข้ออภิปราย คือ การจัดทำคลังข้อมูลเพื่อรองรับข้อมูลหลายมิติ ตามที่ เบญจมาศ เต็มอุดม และภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของคลังข้อมูลไว้ว่าคลังข้อมูลที่ออกแบบมานั้นก็เพื่อมุ่งเน้นในการจัดเก็บโครงสร้างเนื้อหา ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ทั้งนี้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจาก

หัวข้อในธุรกิจประเภทนั้นๆ ได้ โดยแบ่งข้อมูลหรือสรุปรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ตามความต้องการได้ตลอดเวลา และทันการณ์ (สุวรรณิ อัสวกุลชัย, 2555) ซึ่งตรงกับความต้องการของผู้บริหารของกรมกำลังพลทหารอากาศที่ต้องการเรียกดูข้อมูลที่มีหลายมิติ มีการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ อย่างรวดเร็ว ส่วนในด้านมุมมองของธุรกิจอัจฉริยะ จากแนวคิดที่ว่าธุรกิจอัจฉริยะเป็นระบบที่รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งภายในและภายนอกองค์กรเพื่อช่วยผู้ใช้ขององค์กรให้ทำการตัดสินใจได้ดีขึ้น (วีระ บุญจริง, 2555) ผลการใช้ธุรกิจอัจฉริยะมาพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจทำให้การวางแผนบรรจุกำลังพลทำได้ ดีขึ้นจริง เนื่องจากการนำเสนอที่เป็นกราฟจึงง่ายต่อการเข้าใจ และสามารถแสดงผลตามแต่ละมุมมองของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้บริหารให้ตัดสินใจได้รวดเร็วขึ้น อีกทั้งผลการประเมินความพึงพอใจของ ปิยะนันท์ อนุสรณ์ ในการจัดทำ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจโครงการตามแผนปฏิบัติการ ได้แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะมีความ พึงพอใจอยู่ในระดับดี แสดงว่าระบบสามารถช่วยให้ผู้บริหารตัดสินใจได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับระบบสนับสนุน การวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ ที่ช่วยให้ผู้บริหารและ ผู้ใช้งานเรียกดูรายงานต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้อง ทันต่อเหตุการณ์ แก้ไขและลดข้อผิดพลาดจากวิธีการ เดิม ๆ และเกิดประสิทธิภาพกับงานมากขึ้น

8. สรุป

จากการพัฒนาระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนบรรจุข้าราชการของกรมกำลังพลทหารอากาศ ทำให้กรมกำลังพลทหารอากาศได้ประโยชน์จากการนำข้อมูลการสูญเสียบุคลากรที่อยู่ในระบบ สารสนเทศสำหรับการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่เดิม แต่ไม่ได้ใช้งานเพราะไม่ได้ อยู่ในกระบวนการทำงานในปัจจุบัน มาผ่านกระบวนการของระบบธุรกิจอัจฉริยะ แสดงออกมาในรูปแบบของ รายงานอัจฉริยะที่ผู้บริหารและผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่าย เกิดเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจขึ้นมา ที่มีความแตกต่าง จากระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอื่นที่ต้องสร้างระบบขึ้นมาโดยเฉพาะ ส่งผลให้การวางแผนบรรจุข้าราชการ ของกรมกำลังพลทหารอากาศ มีความถูกต้อง และรวดเร็ว สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันมากขึ้น ใช้ ทรัพยากรที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

9. ข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันระบบธุรกิจอัจฉริยะได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในทุกองค์กรไม่เพียงแต่ภาคธุรกิจเท่านั้น แต่ยัง รวมถึงกองทัพอากาศที่เป็นองค์กรภาครัฐด้วย เนื่องจากระบบธุรกิจอัจฉริยะสามารถวิเคราะห์ คาดเดา และ พยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของกองทัพได้ ในยุคปัจจุบันทุกองค์กรตั้งอยู่บนสถานะแวดล้อมที่มีการ เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทั้งภายในและภายนอกองค์กร ดังนั้นหากองค์กรใดมีการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะเข้ามา ปรับใช้ในการดำเนินการกิจของตน ก็จะสามารถทำให้การวางแผนการจัดการองค์กรทำได้มีประสิทธิภาพมาก ยิ่งขึ้น และสามารถสนับสนุนการตัดสินใจ ปรับเปลี่ยนยุทธศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ทุกองค์กรจึงควรมีการ ประยุกต์เอาระบบธุรกิจอัจฉริยะมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสามารถในการสนับสนุนการ ตัดสินใจให้กับผู้บริหาร โดยอาศัยข้อมูลจากภายในองค์กร ภายนอกองค์กร นำมาวิเคราะห์ร่วมกันอย่างรวดเร็ว และสนับสนุนการดำเนินการกิจให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. เอกสารอ้างอิง

- กรมกำลังพลทหารอากาศ. 2560. **แผนปฏิบัติราชการ กรมกำลังพลทหารอากาศ ปี พ.ศ.2560**. กรุงเทพฯ: กรมกำลังพลทหารอากาศ.
- กองทัพอากาศ. 2560. **ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ 20 ปี (พ.ศ.2560 - 2579) ฉบับเผยแพร่**. กรุงเทพฯ: กองทัพอากาศ.
- ชนวัฒน์ ศรีธำณ. 2552. **ฐานข้อมูล คลังข้อมูล และเหมืองข้อมูล**. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ณพพรชัย ปาลี. 2559. ระบบฐานข้อมูลกำลังพลตามโครงการจ่ายตรงเงินเดือนและค่าจ้างประจำของกระทรวงกลาโหม. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล, กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการทัพอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ.
- เบญจมาศ เต็มอุดม, และ ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์. 2545. “การพัฒนาแบบคลังข้อมูล.” สาร NECTEC, 2545: 49-54.
- ปภาดา โพธิ์คำอภิชัย, และ มณเฑียร รัตนศิริวงศ์. 2557. “การพัฒนาแบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อการวางแผนการผลิตในองค์กร.” **The Tenth National Conference on Computing and Information Technology**, 2557: 982-987.
- ปริญญา สิริอิตตะกุล. 2555. “การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว : การวิจัยทางสังคมศาสตร์.” **วารสารสหวิทยาการวิจัย : ฉบับบัณฑิตศึกษา**, 2555: 13-23.
- ปิยะนันท์ อนุสรณ์. 2558. “ระบบสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจโครงการตามแผนปฏิบัติการ.” **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต**, 2558: 1515-1524.
- เพ็ญศิริ มโนมัยสุพัฒน์. 2557. “ธุรกิจอัจฉริยะกับความท้าทายในการพัฒนาเพื่อใช้ในองค์กร.” **วารสารปัญญาทัศน์**, 2557: 236-245.
- ระวีวรรณ แก้ววิทย์, และ ศรีสมบัติ แวงจีน. 2554. “การพัฒนาธุรกิจอัจฉริยะด้วยคลังข้อมูล.” **วารสารนักบริหาร**, 2554: 160-165.
- วิทยาลัยการทัพบก. 2560. **การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับผู้บริหาร**. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการทัพบก.
- วีระ บุญจริง. 2555. “หลักการพื้นฐานของธุรกิจอัจฉริยะ.” ใน **ประมวลสาระชุดวิชาคลังข้อมูล เหมืองข้อมูล และธุรกิจอัจฉริยะ**, โดย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 1-56. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศรีสมรัก อินทจันทร์ยัง. 2556. “Business Intelligence กับการบริหาร วางแผนและตัดสินใจ.” **วารสารบริหารธุรกิจ ปีที่ 36**, 2556: 3-7.
- สุวรรณณี อัสกุลชัย. 2555. “หลักการพื้นฐานของคลังข้อมูล.” ใน **ประมวลสาระชุดวิชาคลังข้อมูล เหมืองข้อมูล และธุรกิจอัจฉริยะ**, โดย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 1-45. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2554. **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS)**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

การวิเคราะห์และออกแบบระบบโฆษณาสื่อออนไลน์นอกบ้านโดยใช้เทคโนโลยีบีคอน
ANALYSIS AND DESIGN OF AN OUT OF HOME MEDIA ADVERTISING
SYSTEM USING BEACON TECHNOLOGY

ทวนฤทธิ สานแพทย์

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: oattuanrit@gmail.com

สุรศักดิ์ มั่งสิงห์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: surasak.mu@spu.ac.th

บทคัดย่อ

นับตั้งแต่เราก้าวเท้าออกจากบ้านเราจะพบสื่อโฆษณาต่างๆให้เราเห็นอยู่ตลอดผู้บริโภคมองเห็นโฆษณาผ่านตา เราไม่รู้ว่ามันสร้างการจดจำให้ผู้บริโภคมากน้อยเพียงใด ผู้บริโภคมี-feedback กับมันหรือไม่ ซึ่งท้ายสุดแล้วมันตอบในสิ่งที่แบรนด์ตั้งใจไว้หรือไม่? เมื่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีพัฒนาขึ้น รูปแบบการสื่อสารกับผู้บริโภคจะถูกขับเคลื่อนโดยอุปกรณ์และเทคโนโลยี บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบโฆษณาสื่อออนไลน์สำหรับนำเสนอข้อมูลข่าวสารและข้อมูลเชิงลึกต่อผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายบนแนวคิดที่ว่าหากบริการด้วยเนื้อหาข้อมูลได้ตรงใจและเหมาะสมกับความต้องการและพฤติกรรมของผู้บริโภคได้มากเท่าไรก็ยิ่งทำให้สื่อออนไลน์มีผลกระทบต่อผู้บริโภคมากขึ้น ข้อมูลดังกล่าวต้องสามารถเข้าถึงได้ในเวลาที่เหมาะสมโดยใช้เทคโนโลยีการให้บริการตามตำแหน่งประกอบด้วยแอปพลิเคชันและอุปกรณ์ที่เรียกว่าบีคอน ระบบนี้ได้รับการออกแบบในลักษณะที่เมื่อผู้ใช้เข้าสู่รัศมีพื้นที่ของสัญญาณบีคอนก็จะได้รับเนื้อหาจากจุดกระจายข้อมูลข่าวสารในพื้นที่ที่ผู้ใช้อยู่ซึ่งจะช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและเพิ่มประสบการณ์ที่น่าตื่นเต้นให้กับผู้ใช้

คำสำคัญ: บีคอน, สื่อออนไลน์, บริการตามตำแหน่ง, ระบบโฆษณาสื่อ

ABSTRACT

Ever since we stepped foot away from home, we have seen advertisements everywhere. We do not know how much it captures consumers, or whether consumers have a feedback on it, and ultimately responds to what the brand is proposing. When technology advances, consumer communication is driven by technology and devices. This article presents the design and development of out-of-home media advertising systems for providing information and insights to target consumers based on the concept that the more informative content

and appropriate to the needs and behavior of the consumer, the more impact from the out-of-the home media. Such media must be accessible at the right place at the right time by applying location-based service technology through applications and devices called beacon. This system is designed in such a way that when the user enters the radius of the beacon's area, it receives content from the distribution point in the user area, thereby increasing engagement and more exciting experience to the user.

KEYWORDS: Beacon, Out Of Home, Location-based service, Media advertising system

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การพัฒนารูปแบบของสื่อ มีผลต่อการสร้างรูปแบบใหม่ในการบริโภคสื่อ ในฐานะผู้บริโภคจะมีทางเลือกมากขึ้นในการเลือกสื่อที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับความต้องการ จึงเป็นเหตุผลที่ปัจจุบันนี้ สื่อทั้งหลายต้องมีการปรับตัวเพื่อให้เหมาะสม และเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคอย่างแท้จริง ทุกวันนี้เทคโนโลยีต่างๆ ได้เข้ามามีบทบาท ในการพัฒนาแบบของสื่อ เพื่อให้เข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อทางเลือกของสื่อมีมากขึ้นจึงต้องมีการสร้างความแตกต่างให้กับสื่อออนไลน์ เพื่อให้สามารถเข้าถึงผู้บริโภคให้เร็วที่สุด สร้างการรับรู้ สร้างการจดจำ ทำให้เกิดความคุ้นเคย และเข้าใจในตัวแบรนด์ อันที่จริงการนำเอา เทคโนโลยี และ อุปกรณ์การสื่อสาร มาผนวกกับสื่อออนไลน์ (OOH: Out-Of-Home) มีมานานหลายปีแล้ว นับตั้งแต่ตอนที่ สมาร์ทโฟนใหม่ๆ เราได้รู้จักกับคิวอาร์โค้ด (QR Code) เออาร์โค้ด (AR Code) และเอ็นเอฟซี (NFC) ซึ่งพัฒนาไปสู่บีคอน (Beacon) โดยได้เปลี่ยนรูปแบบการสื่อสารแบบดั้งเดิมมาเป็นการสื่อสารแบบสองทาง หากผู้บริโภคสนใจและเหมาะสมกับความต้องการและพฤติกรรมของผู้บริโภคได้มากเท่าไรก็ยิ่งทำให้สื่อออนไลน์เป็นเครื่องมือที่แข็งแกร่งมากยิ่งขึ้น ซึ่งสิ่งที่ดีกว่าในอดีต เกิดจากการหาหนทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในวันนี้

ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันของโทรศัพท์มือถือ ทำให้เราสามารถเชื่อมโยงอินเทอร์เน็ตได้และยังสามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้ (Based Location) ทำให้เราสามารถรับรู้ตำแหน่งของคนๆ นั้นได้ ส่งผลทำให้เราสามารถสื่อสารกับลูกค้าได้อย่างแม่นยำ ทำให้เกิดรูปแบบในการสื่อสารที่มีความหลากหลายและสร้างสรรค์มากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีระบุตำแหน่งที่ผ่านมามีเช่น GPS(Global Positioning System) เราจะเจอกับปัญหาความไม่แม่นยำของตำแหน่ง หรือแม้แต่ NFC (Near Field Communication) ซึ่งยุ่งยากที่จะต้องเอาเครื่องไปแตะหรือเข้าใกล้ตัวส่งสัญญาณ การเข้ามาของ Beacon จะทำให้การระบุตำแหน่ง เป็นไปได้ง่ายยิ่งขึ้น ในการรับรู้ตำแหน่งจะใช้สัญญาณในการส่งสัญญาณโดยใช้พลังงานเพียงเล็กน้อย ส่วนมากจะถูกนำมาใช้ในการส่งสัญญาณในพื้นที่จำกัด ระยะสั้นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับลูกค้า ในการเข้าใช้บริการหรือซื้อสินค้าในร้านของพวกเขา ลูกค้าจะสามารถรับทราบถึงโปรโมชั่นของสินค้า ราคา เสิร์ช หรือบริการต่างๆ เมื่อพวกเขาเข้ามาอยู่ในบริเวณหรือพื้นที่ที่ตั้งเอาไว้ได้ ผ่านแอปพลิเคชัน และ อุปกรณ์ที่เรียกว่าบีคอนซึ่งนับว่าตอบโจทย์เป็นอย่างมาก

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบโฆษณาสื่อออนไลน์โดยใช้เทคโนโลยีบีคอนเพื่อใช้ประโยชน์เชิงธุรกิจ

3. แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบ

1. การพัฒนาระบบโดยใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) [7] [9] ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ใช้ศึกษากระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อแก้ไขปัญหาทางธุรกิจและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยแบ่งกระบวนการพัฒนาออกเป็นระยะ (Phases) 7 ขั้นตอนได้แก่ การระบุปัญหา (Problem Identification), ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study), วิเคราะห์ระบบ (System Analysis), ออกแบบระบบ (Design Analysis), การพัฒนาและทดสอบ (Construction), ขั้นตอนหลังการติดตั้ง (Post Implementation), การบำรุงรักษา (System Maintenance) โดยแต่ละระยะจะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ทำให้สามารถควบคุมระยะเวลางบประมาณในการปฏิบัติงานของโครงการได้ดียิ่งขึ้น

2. การออกแบบระบบโดยใช้หลักการของภาษายูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) [7] [9] ซึ่งเป็นการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ (OOAD) โดยการสร้างแบบจำลอง (Model) ของ อ็อบเจกต์ (Object) คลาส (Class) และองค์ประกอบอื่นๆ ของระบบแบบจำลอง ยูเอ็มแอลเป็นเครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ทำความเข้าใจ และออกแบบระบบงานได้ง่ายขึ้น และทำให้ผู้ออกแบบสามารถมองเห็นภาพของระบบงานได้ชัดเจนขึ้นว่าจะออกมาในลักษณะใด หรือทำให้มองเห็นภาพของระบบงานตามต้องการ โดยถ่ายทอดแบบจำลองออกมาให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบได้รับทราบ ตรงความต้องการมากที่สุด โดยแสดงในรูปแบบของสัญลักษณ์ที่มองเห็นได้ เช่น รูปภาพ แผนภาพ (Diagram) เป็นต้น

3. ใช้อุปกรณ์บีคอนเป็นอุปกรณ์ IOT (Internet of Things) [1] [2] หรือ “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” ที่เชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต เป็นอุปกรณ์บีคอนที่ใช้เทคโนโลยีบลูทูธใช้พลังงานต่ำ (BLE: Bluetooth Low Energy หรือ Bluetooth 4.0) มาใช้ในการส่งสัญญาณ เพื่อบอกถึงตำแหน่งที่ตั้งของตัวปล่อยสัญญาณที่สามารถระบุพิกัดได้อย่างแม่นยำ

4. ระบบโฆษณาสื่อออนไลน์ที่เป็นสื่อโฆษณาที่กลุ่มเป้าหมายหรือผู้บริโภคพบเห็นทั่วไปเมื่อออกจากบ้านและสัญจรไปมาในสถานที่ต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยีบีคอน ระบบจะถูกออกแบบให้ทำงานในลักษณะที่เมื่อผู้ใช้เดินเข้าไปในรัศมีที่มีบีคอนส่งสัญญาณถึง ผู้ใช้จะได้รับคอนเทนต์จากจุดกระจายสัญญาณบริเวณที่ยืนอยู่ ทำให้การมอบคูปองส่วนลดเมื่ออยู่หน้าร้านหรือการทำแคมเปญออนไลน์แบบอิงสถานที่ สามารถทำได้ง่ายขึ้นในสนามกีฬาหรือพื้นที่จัดงานแฟร์ โดยจะได้รับข้อมูลผ่านทางแอปพลิเคชัน (Application) ไม่ว่าจะเป็นคูปองรายละเอียดโปรโมชั่น หรือเมนูแนะนำในร้านอาหาร เพื่อเชิญให้เราเข้าไปใช้งาน ด้วยประโยชน์ด้านอื่นที่นอกเหนือการตลาด เช่น การแจ้งข่าวสารประชาสัมพันธ์ในขณะที่ผู้ร่วมงานแสดงเทคโนโลยีอยู่บนเวที ให้รับข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือได้แทนโบรชัวร์ หรือในสนามแข่งขันกีฬา ระบบจะสามารถส่งวิดีโอไฮไลต์ให้แฟนคลับได้โดยที่แฟนคลับไม่ต้องค้นหาเอง ระบบที่พัฒนานี้สามารถนำไปสู่โอกาสในการสื่อสารรูปแบบใหม่ในอนาคต

4. ผลการศึกษาระบบงานที่เกี่ยวข้อง

การจัดงานในครั้งนี้ ททท. ก็ไม่พลาดที่จะนำ “Beacon Technology” [11] ซึ่งเป็นเทรนด์ของโลกดิจิทัลยุคใหม่สำหรับนักท่องเที่ยวที่มาเยี่ยมชมภายในงาน เพื่อเพิ่มช่องทางการสื่อสารและให้บริการข้อมูลผ่านทางสมาร์ทโฟน ดอกย้ำความเป็นผู้นำด้าน Digital Marketing

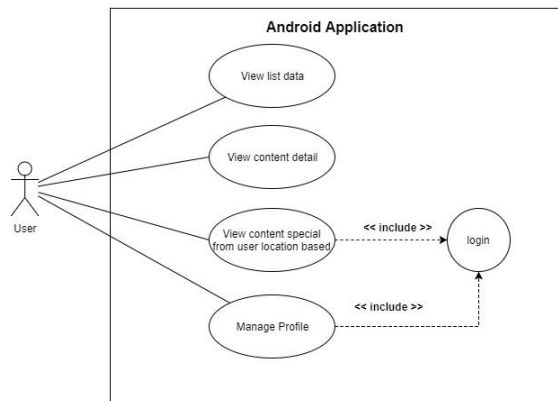


รูปที่ 4.1 แผนภาพ แสดงคุณสมบัติหลักของ App Amazing Thailand [11]

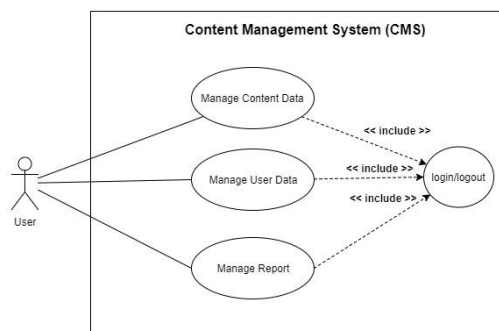
ฟังก์ชัน Beacon จะช่วยให้ผู้ที่เข้ามาถึงบริเวณจัดงานได้รับการแจ้งเตือน หรือ Notification ซึ่งฟังก์ชันนี้ทำงานผ่านสัญญาณ Bluetooth ที่เป็นคลื่นวิทยุ โดยสามารถส่งข้อความไปยังสมาร์ทโฟนได้ไม่จำกัดจำนวนของผู้รับในเวลาเดียวกัน จึงรองรับการส่ง notification ไปยังผู้รับหลายๆ คนได้โดย ททท. ได้กำหนดการ notification ในสองรูปแบบ คือ การส่งข้อมูลโดยส่วนกลาง และการส่งข้อมูลจากแต่ละบูธโดยตรง

5. วิธีดำเนินการวิจัย

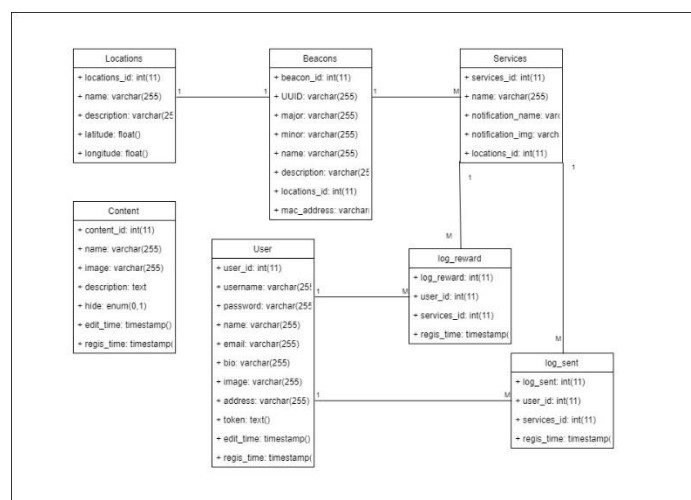
ในการดำเนินการพัฒนากระบวนงานนั้นได้นำแนวทางการปฏิบัติงานการบริหารจัดการผ่านกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ รวมถึงการออกแบบระบบฐานข้อมูล เพื่อให้การบริหารจัดการระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว เหมาะสม และสรุปความต้องการของผู้ใช้งานด้วยแผนภาพต่างๆ ด้วยภาษา UML ได้แก่ แผนภาพยูเคส (Use Case) ดังแสดงในรูปที่ 5.1 และ 5.2 แผนภาพคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 5.3 แผนภาพซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 5.4 แผนภาพเมนู Application (Sitemap) ดังแสดงในรูปที่ 5.5 และแผนภาพหน้าจอต่างๆของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 5.6



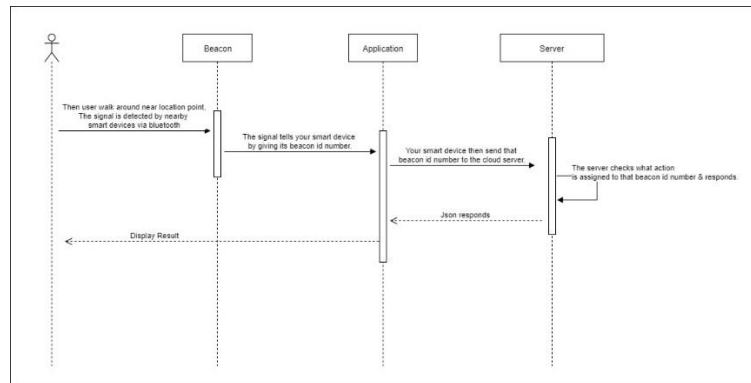
รูปที่ 5.1 แผนภาพ Use Case ของ Android Application



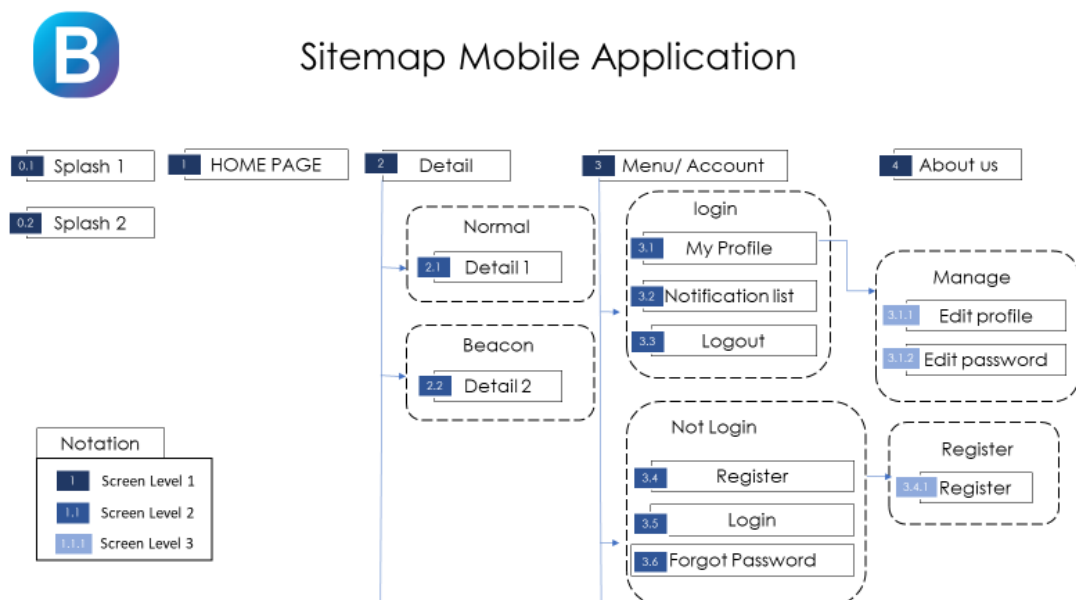
รูปที่ 5.2 แผนภาพ Usecase ของ Content Management System



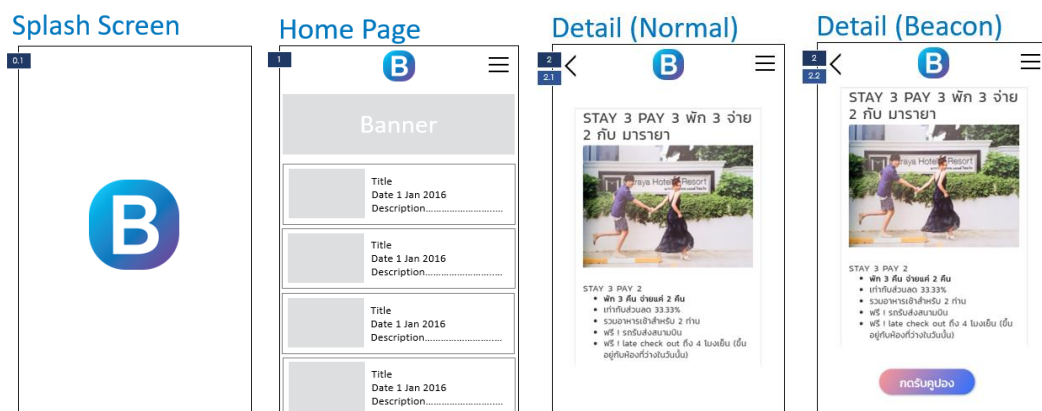
รูปที่ 5.3 แผนภาพ Class Diagram ของระบบ



รูปที่ 5.4 แผนภาพ Sequence Diagram อธิบายการทำงานของ Use case เพื่อแสดงถึงขั้นตอนการทำงานของระบบระหว่าง User Application และ Server



รูปที่ 5.5 แผนภาพ Sitemap ของ Mobile Application



รูปที่ 5.6 แผนภาพแสดงหน้าจอต่างๆของระบบ

เมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้ Android Application จะพบกับหน้า Splash Screen เป็นอันดับแรกและเข้าสู่หน้า Home Page เพื่อเข้าสู่ List ข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ ผู้ใช้งานสามารถอ่านเนื้อหาที่สนใจจากหน้า List และนำไปสู่หน้า Detail

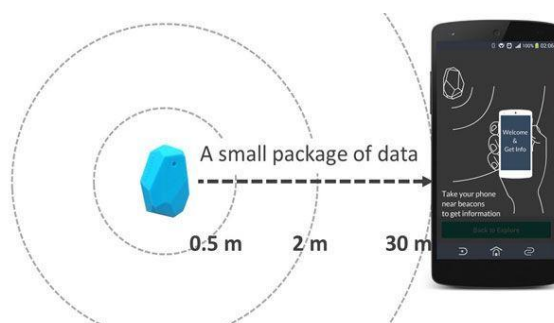
หากผู้ใช้ Application เดินทางผ่านรัศมีที่มีจุดกระจายสัญญาณ Beacon กำหนดไว้ พร้อมทั้งเปิดสัญญาณ Bluetooth ของสมาร์ทโฟนอยู่ ผู้ใช้งานจะได้รับ Notification และเมื่อเปิดเข้ามาจะนำไปสู่หน้า Detail ที่มีปุ่มกดรับคูปอง ไม่ว่าจะเป็นคูปอง รายละเอียดโปรโมชั่น หรือเมนูแนะนำในร้านอาหาร เพื่อเชิญให้เข้าไปใช้บริการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 10 Pro
2. IDE Android Studio version 3.0
3. โปรแกรมจำลอง Server Xampp version 7.0.24
4. อุปกรณ์ส่งสัญญาณ Beacon

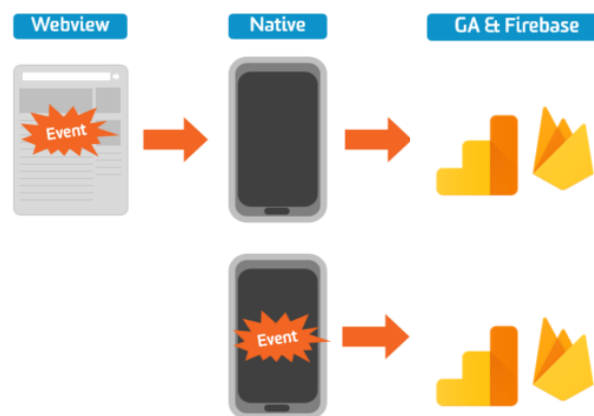
5. ผลการวิจัย

เทคโนโลยีการระบุตำแหน่งได้เปลี่ยนวิถีชีวิตไปอย่างมาก ทั้งการเดินทาง การตรวจสอบเส้นทาง โดยเฉพาะในโลกของธุรกิจ ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมักได้มาจากตำแหน่งที่ตั้งแบบเรียลไทม์ของผลิตภัณฑ์ พนักงาน ลูกค้าหรือแม้แต่อุปกรณ์ IoT ที่ผ่านมา เราจะใช้ GPS ซึ่งเป็นการระบุตำแหน่งผ่านดาวเทียมซึ่งได้รับความนิยม แต่มีความแม่นยำต่ำ ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้งานโดยเฉพาะบริการที่ต้องการความแม่นยำสูงหรือภายในอาคาร ซึ่งก็ได้มีเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนจุดอ่อนของ GPS เช่น NFC เป็นการทำงานระหว่างสองอุปกรณ์ที่สื่อสารด้วยเครือข่ายไร้สายในระยะใกล้ในระดับสองนิ้วหรือน้อยกว่า มักพบการใช้งานในรูปแบบระบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟนที่มีชิป NFC ระบุตำแหน่งได้ดีแต่ก็ต้องใกล้มากๆ เช่นกัน Bluetooth Low Energy(BLE) เป็นอีกทางเลือกในการระบุตำแหน่งในอาคารยอดนิยม โดยใช้กับอุปกรณ์ที่รองรับ Bluetooth 4.0



รูปที่ 5.1 แผนภาพการทำงานของ Beacon[10]

เมื่อได้ทดลองใช้อุปกรณ์ Beacon พบว่า อุปกรณ์จะมีหน้าที่ส่งสัญญาณออกมา ส่วนตัวแอปพลิเคชันนั้น เมื่อได้รับสัญญาณจาก Beacon จะนำข้อมูล Location Based มาประมวลผล เพื่อตีความหาระยะห่างระหว่างมือถือกับตัว Beacon เมื่อได้ระยะห่างแล้วจะไปคำนวณเพื่อหาข้อมูลที่เหมาะสมแสดงออกไป



รูปที่ 5.2 แผนภาพแสดง App Tracking ของระบบ [5]

การวัดผลที่ได้จากข้อมูลที่ปรากฏใน Google Analytics เมื่อกำหนดคอนเทนต์ในแต่ละจุดที่มีจุดกระจายสัญญาณ Beacon อยู่ เมื่อผู้ใช้งานได้รับ Notification และเปิดเข้าสู่หน้า Detail เมื่อกดปุ่มรับข้อมูลจากข้อมูลที่ได้รับไป ข้อมูลจะเข้าไปสู่ Analytics ของ Google ที่ได้กำหนดไว้ นำไปสู่การวัดผลทางธุรกิจต่อไป

6. สรุป

กลุ่มคนที่เดินเข้ามาในบริเวณที่ได้ทำการกำหนดจุดสัญญาณ และได้รับข้อความ Notification ผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟนของตนเอง มีความสนใจในคอนเทนต์พร้อมทั้งได้รับประสบการณ์ที่แปลกใหม่ กระตุ้นการใช้งานของผู้บริโภค เมื่อผู้บริโภคได้รับข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของตนเอง มันไม่ใช่เพียงแค่การสร้าง Awareness หรือ Reminder อีกต่อไป แต่มันเป็นการสร้างประสบการณ์ เมื่อแบรนด์ทำให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นและง่ายต่อการเข้าถึง ผู้บริโภคไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการค้นหาข้อมูล เมื่อต้องการซื้อสินค้า ผู้บริโภคจะเลือกตราสินค้าที่สร้างทัศนคติที่ดีเหล่านั้น และเกิดความภักดีในตราสินค้า (Brand Loyalty) นอกจากนี้จะเป็นฐานลูกค้าที่มั่นคงยังอาจแนะนำหรือเพิ่มลูกค้าให้มากขึ้น โดยไปบอกต่อเพื่อนหรือญาติสนิทอีกด้วย

7. การอภิปรายผลการวิเคราะห์ออกแบบ

การทำระบบโฆษณาสื่อออนไลน์สามารถทำได้หลายวิธี ความสำคัญอยู่ที่การสื่อสารซึ่งในยุคที่เทคโนโลยีเข้าถึงทุกคน เราสามารถรับรู้ตำแหน่งของบุคคลได้ผ่านสมาร์ทโฟน โดยใช้เทคโนโลยีระบุตำแหน่ง เช่น GPS, Wi-Fi, NFC หรือแม้กระทั่ง Bluetooth การทำงานของบีมคอน คือการรับและปล่อยสัญญาณผ่าน Bluetooth ขึ้นอยู่กับการออกแบบ ความสามารถเด่นของระบบบีมคอนคือการให้ข้อมูล ตำแหน่งระยะใกล้ที่แม่นยำกว่า GPS ปัจจุบันมีอุปกรณ์บีมคอนถูกผลิตขึ้นมากมาย นิยมนำมาใช้ควบคู่ไปกับการพัฒนา Mobile Apps การประยุกต์ใช้จะใช้สำหรับการ tag location based ของผู้ใช้งานเพื่อนำไปต่อยอดในการทำแผนธุรกิจต่อไป

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การที่จะเข้าถึงข้อมูลของลูกค้าไม่ใช่เรื่องง่าย ลูกค้าบางกลุ่มระมัดระวังเกี่ยวกับการแบ่งปันข้อมูลทำให้เราเข้าถึงกลุ่มคนเหล่านี้ได้ยาก ผู้บริโภคจะสนใจในข้อมูลที่เขาต้องการ ซึ่งการที่จะรับรู้ถึงข้อมูลนั้นๆ ซึ่งลูกค้าไม่ได้บอกโดยตรงว่าเขาต้องการอะไร แต่จะสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมการใช้งานของลูกค้า เช่น เมื่อลูกค้าเข้ามาดูสินค้าในกลุ่มของนมผงเด็ก ก็มีโอกาสสูงที่เขาจะซื้อขวดนม เป็นต้น การที่จะเชื่อมต่อกับลูกค้าเป้าหมายของแบรนด์คือการมอบข้อมูลที่ถูกต้องแก่บุคคลที่เหมาะสม ในเวลาที่เหมาะสม เมื่อแบรนด์ศึกษาพฤติกรรมของลูกค้าแล้ว การสร้างแคมเปญที่น่าสนใจและตรงกับกลุ่มลูกค้าในอนาคตก็ง่ายกว่าที่เคย

ข้อจำกัดของการใช้เทคโนโลยี Beacon คือ การใช้งานอุปกรณ์ Beacon ต้องใช้ร่วมกับ Application ที่รองรับ และเครื่องสาร์ทโฟนของลูกค้าต้องเปิด Bluetooth ไว้ด้วย ผู้ให้บริการต้องประชาสัมพันธ์ให้ลูกค้าทราบเงื่อนไขในส่วนนี้ ก่อนใช้งานเพื่อสิทธิประโยชน์ที่ลูกค้าจะได้รับนั่นเอง

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการพัฒนาระบบโฆษณาสื่อออนไลน์โดยใช้เทคโนโลยีบีคอนครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรเพิ่มความสามารถให้ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลจากการแจ้งที่ได้รับ (Notifications) เพื่อประโยชน์ทางการวิเคราะห์ข้อมูล และการตลาดในอนาคต
2. ทำการพัฒนาระบบเพิ่มในส่วนของโปรแกรมประยุกต์ ให้สามารถชำระค่าบริการได้ พร้อมเก็บประวัติการใช้งานเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล
3. พัฒนาระบบเพิ่มให้สามารถรับรู้ได้เมื่อผู้ให้บริการผ่านมายังร้านค้าในครั้งถัดไป และเมื่อลูกค้าเข้ามาถึงหน้าร้านและรับสัญญาณ Beacon ได้ ก็ให้เสนอโปรโมชั่นให้ลูกค้าจากประวัติที่เก็บไว้

9. เอกสารอ้างอิง

ไขความลับ Beacons เทคโนโลยี Internet of Things ที่ฮาร์ดแวร์สตาร์ทอัพชอบใช้ [online], Available July 15,

2015 : <http://startitup.in.th/beacon-internet-of-thing-hardware-startup/>

ททท.ชู Beacon Technology สร้างประสบการณ์ใหม่ผ่านแอปในงานอีเวนท์แห่งปี “เทศกาลเที่ยวเมืองไทย ปี

2559” [online], Available Jan 13, 2016 :

เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนวงศ์ 4/2011. *คู่มือเรียน วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล*. กรุงเทพมหานคร: โปรวิชั่น, บจก.

โอภาสเอี่ยมสิริวงศ์. 2555. *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ด ยูเคชั่น, บมจ.

โอภาสเอี่ยมสิริวงศ์. 2558. *ระบบฐานข้อมูล (Database Systems) ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

Analytics Google [online], Analytics : <https://analytics.google.com/analytics/web/>

Android Developers [online], Available : <https://developer.android.com/index.html>

CodeIgniter Web Framework [online], Available : <https://codeigniter.com/>

Estimote Beacon Cloud [online] : <https://developer.estimote.com/>

Firebase Google [online], Analytics : <https://firebase.google.com/>

Google Beacon Platform [online], All about the Google beacon platform:

<https://developers.google.com/beacons/>

<https://www.marketingoops.com/campaigns/thailand-tourism-festival-2016/>

ระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณที่อยู่ ไอพี ให้กับ
อุปกรณ์เราเตอร์

**FACILITATING SYSTEM FOR CONFIGURATION AND CALCULATION OF
IP ADDRESS FOR A ROUTER DEVICE**

คมชัย ปวโรภาส

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: komchai.pav@spulive.net

สุรศักดิ์ มั่งสิงห์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: surasak.mu@spu.ac.th

บทคัดย่อ

การกำหนดค่าอุปกรณ์เราเตอร์กระทำโดยใช้อินเทอร์เฟซคำสั่งแบบบรรทัดต่อบรรทัดซึ่งส่งผลให้ต้อง
ใช้เวลานานสำหรับการกำหนดค่าเราเตอร์แบบเดียวกันหลายตัว การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีอำนวยความสะดวกและลดเวลาการกำหนดค่าให้เราเตอร์ บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบอำนวยความสะดวก
ในการกำหนดค่าและคำนวณที่อยู่ ไอพี กับอุปกรณ์เราเตอร์ โดยการกรอกข้อมูลการกำหนดค่าที่ต้องการผ่านเว็บ
อินเตอร์เฟซและประมวลผลให้เป็นคำสั่งใช้พร้อมใช้งาน การศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบกับอุปกรณ์เราเตอร์ซิส
โก้ ผลการทดสอบพบว่ากำหนดค่าเราเตอร์ด้วยวิธีการที่เสนอสามารถลดเวลาที่ใช้ในการกำหนดค่าเราเตอร์ได้
โดยเฉลี่ย 34.90%

คำสำคัญ: อินเทอร์เฟซ, เราเตอร์, คำสั่งพร้อมใช้งาน,

ABSTRACT

Configuring a router device is accomplished by using a line-by-line interface, which takes a long time
to configure multiple routers. The objective of this study is to find ways to simplify and reduce the
configuration time for routers. This article

Presents the facilitating system design and how to configure and calculate IP address for the router by
completing the configuration required by the web interface and processing it into a ready-to-use command. This
study was conducted with a Cisco router device. The results show that configuring the router with the proposed
method can reduce the time it takes to configure the router at an average of 34.90%

KEYWORDS: Interface, Router, Ready-to-use command

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การกำหนดค่าของอุปกรณ์เราเตอร์ ที่สามารถให้พร้อมใช้งานนั้น ต้องกำหนดค่าผ่านสายคอนโซล แล้วพิมพ์คำสั่งพร้อมพารามิเตอร์ต่างๆบรรทัดต่อบรรทัดหรือที่เรียกว่า CLI (Command Line Interface) บนโปรแกรมเทอร์มินอล ซึ่งคำสั่งต่างๆจะถูกแบ่งออกเป็นหลายๆโหมด ซึ่งแต่ละโหมดก็จะมีคำสั่งและหน้าที่แตกต่างกันไป ในการใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆนั้นทำได้สำเร็จเนื่องจากพิมพ์คำสั่งได้ที่บรรทัด และในส่วนของหมายเลขไอพี (IP Address) ต้องนำมาคำนวณในด้านต่างๆ เช่น จำนวนหมายเลขไอพี (IP Address) ที่ลูกข่ายใช้งานได้ และกำหนดชุดหมายเลขไอพี (IP Address) เพื่อให้จัดการแจกจ่ายเลขหมายเลขไอพี (IP Address) ให้กับเครื่องลูกข่ายมาเชื่อมต่อที่เรียกว่า Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) สิ่งเหล่านี้ถ้าเกิดคำนวณผิดพลาดในการกำหนดค่าและค่าซ้ำ จะส่งผลกระทบต่อในนำอุปกรณ์ Router ไปติดตั้งให้กับลูกข่ายนั้นเกิดความผิดพลาดในการให้บริการได้

ระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าอุปกรณ์เราเตอร์ สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่หน้าที่กำหนดค่าบนอุปกรณ์เราเตอร์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการกำหนดการตั้งค่า ลดข้อผิดพลาดในการใส่ชุดคำสั่ง และง่ายต่อการใช้งาน โดยผ่านการจัดการทาง Web Interface บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) โดยนำค่าที่กรอกผ่าน Web Interface จากนั้นระบบจะทำค่าที่กรอกไปนำมาคำนวณค่าของหมายเลข ไอพี (IP Address) และค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้องในการกำหนดค่าอุปกรณ์ ทำให้ออกมาในรูปแบบคำสั่งพร้อมนำไปใช้งานโดยนำคำสั่งที่ได้ไปกำหนดค่าให้กับอุปกรณ์เราเตอร์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาระบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณหมายเลขไอพีเพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์เราเตอร์
2. วิเคราะห์กระบวนการกำหนดค่าของอุปกรณ์เราเตอร์
3. เพื่อนำระบบไปทดสอบการใช้งานกับอุปกรณ์เราเตอร์

3. พื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1. หมายเลขไอพี

หมายเลขไอพีจะประกอบไปด้วยตัวเลขจำนวน 4 ชุด ระหว่างตัวเลขแต่ละชุดจะถูกคั่นด้วยจุด “.” โดยคอมพิวเตอร์จะแปลงค่าตัวเลขทั้ง 4 ชุดให้กลายเป็นเลขฐาน 2 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ หมายเลขเครือข่าย และหมายเลขเครื่อง ก่อนจะนำค่าที่แปลงได้ไปเก็บลงเครื่องทุกครั้ง

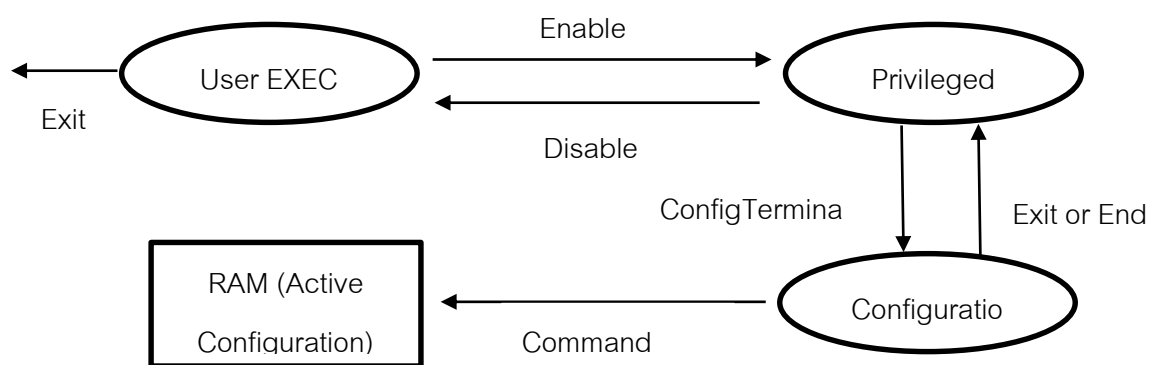
3.2. โหมดการใช้งานของเราเตอร์

อุปกรณ์เราเตอร์ของซิสโก้ นั้น มีโครงสร้างในการกำหนดค่าอุปกรณ์ ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่แตกต่างกัน เมื่อบันทึกค่าที่กำหนดให้กับอุปกรณ์แล้ว ค่าเหล่านั้นจะถูกเก็บไว้ในแรม (ดังรูปที่ 3.2 กระบวนการทำงานของเราเตอร์) โหมดภายในระบบปฏิบัติการ IOS จะประกอบด้วย 3 โหมดดังนี้

1. User Exec Mode เป็นโหมดที่ผู้ใช้งานเข้ามาเจอเป็นอันดับแรก ซึ่งเป็นการใช้คำสั่งพื้นฐานที่ประกอบไปด้วยการดูสถานะเบื้องต้นของเราเตอร์ โดยภายในโหมดนี้จะประกอบไปด้วยเครื่องหมาย พร้อมต์ (Prompt) ที่รอรับคำสั่งที่ป้อนเข้าไปจะได้เป็นเครื่องหมาย > อย่างเช่น

2. Privileged EXEC เป็นโหมดที่เริ่มต้นในการกำหนดค่าอุปกรณ์ซึ่งสามารถใช้ได้ทุกคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดค่า ดูสถานะการทำงานของเราเตอร์

3. Global Configuration Mode เมื่อเราเข้าสู่โหมดนี้เราจะคอนฟิกูเรชันค่าต่างๆ ได้ทั้งหมด รวมทั้งเปิดฟีเจอร์ต่างๆ ขึ้นมา คำสั่งที่ถูกป้อนเข้าไปจะอยู่ภายใต้ Global Configuration Mode ซึ่งส่งผลกับการทำงานของอุปกรณ์เราเตอร์

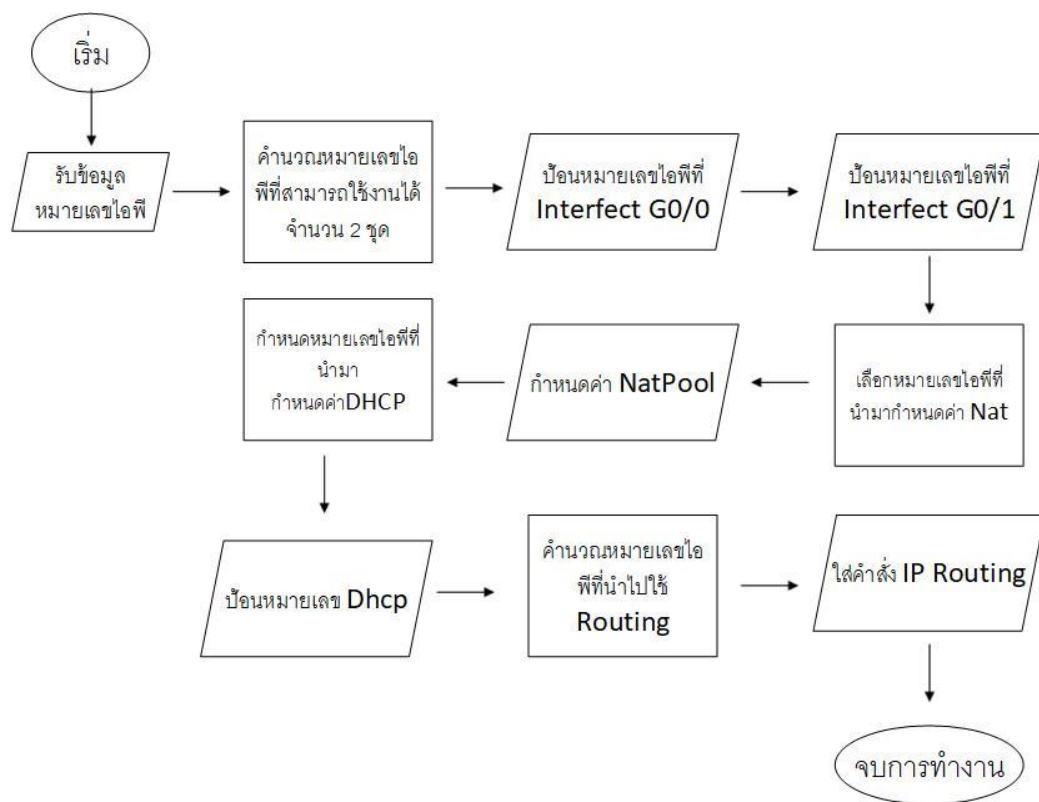


รูป 3.2 โหมดการใช้งานของเราเตอร์ซิสโก้ [1]

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายจากการรวบรวมความต้องการ โดยการสอบถามปัญหาจากผู้ปฏิบัติงานจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์กระบวนการทำงานแบบขั้นตอนที่ต้องกำหนดค่าอุปกรณ์และหมายเลขไอพีแบบบรรทัดต่อบรรทัดของขั้นตอนเดิม ดังรูปที่ 4.1 ขั้นตอนการป้อนหมายเลขไอพีแบบบรรทัดต่อบรรทัด



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการบ่อนหมายเลขไอพีแบบบรรทัดต่อบรรทัด

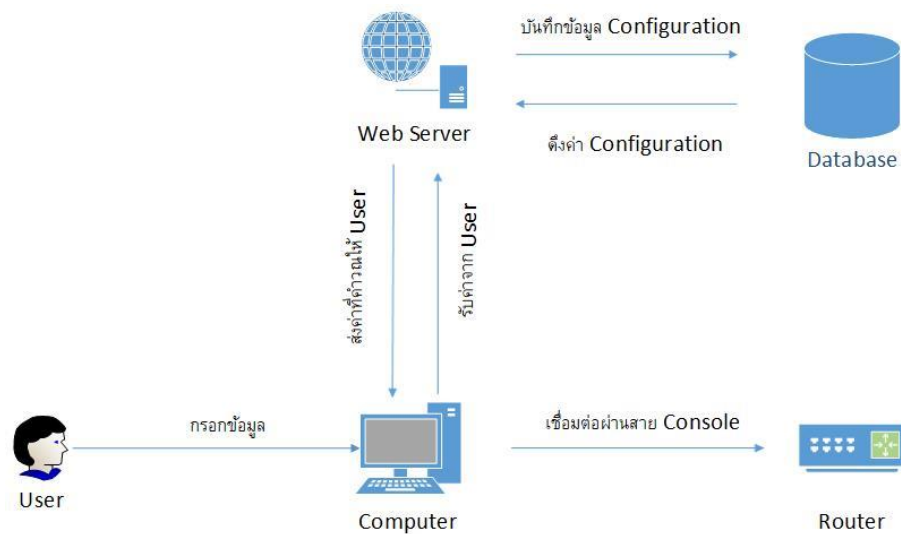
จึงได้มีการพัฒนาระบบที่เป็นรูปแบบเว็บอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นระบบที่สามารถกำหนดค่าต่างๆ ให้โดยอัตโนมัติ เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้กรอกค่าคอนฟิกเข้าไปในระบบ ค่าที่สามารถใส่ได้ ได้แก่ กลุ่มคำสั่งดังต่อไปนี้

- 1 หมายเลขไอพีและซับเน็ตมาร์ค (IP Address And Subnet Mask)
- 2 เราต์ติ้ง (Routing)
- 3 ดีเซสซีฟ เน็ตเวิร์ค (DHCP Network)
- 4 Network Address Translate (NAT)

โดยผลลัพธ์ที่ออกมาจะออกมาในรูปแบบค่าคอนฟิกที่สามารถนำไปใส่ในเราเตอร์

4.2 การออกแบบระบบ

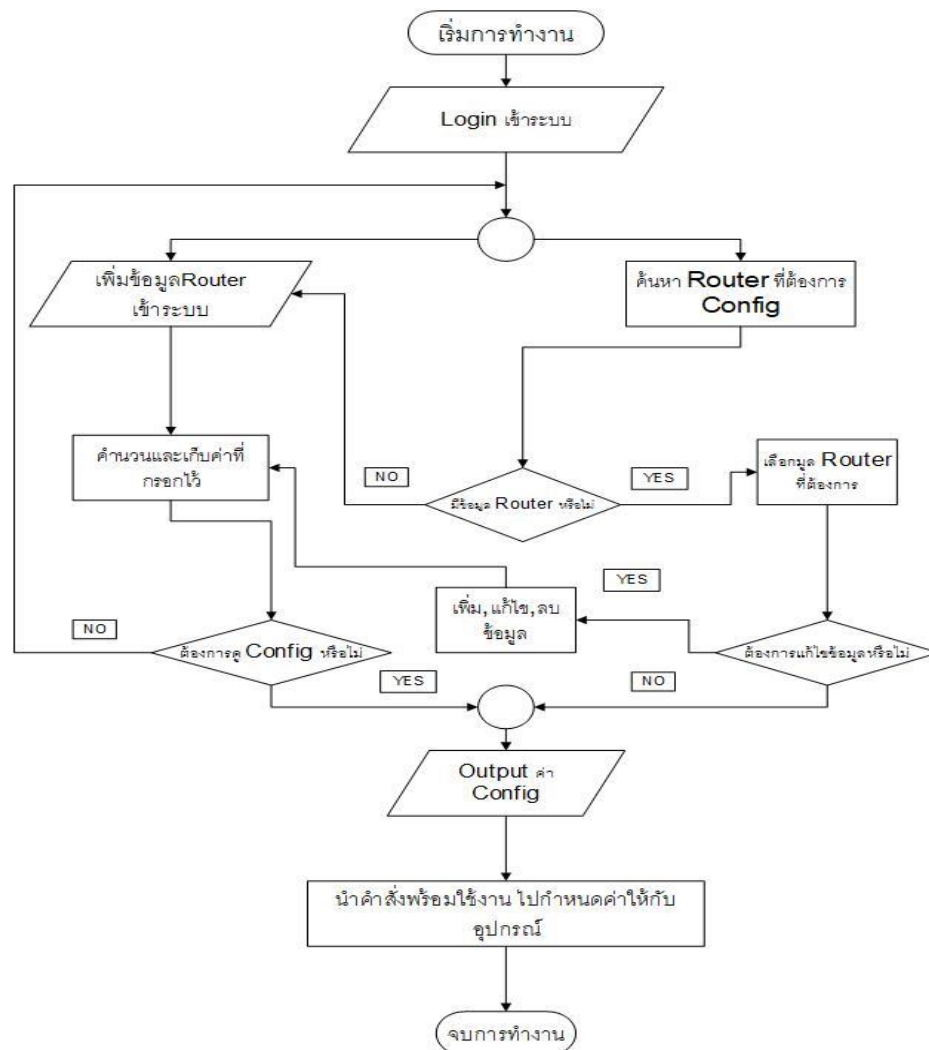
ระบบจะทำงาน โดยรับค่าจากผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งข้อมูลที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ มาจากเจ้าหน้าที่ที่กำหนดหมายเลขไอพี เมื่อผู้ปฏิบัติงานกรอกข้อมูลของเราเตอร์เมื่อดำเนินการเสร็จจะนำค่าที่ได้กรอกไว้ไปเก็บในฐานข้อมูล และแสดงผลค่าคอนฟิกที่พร้อมใช้งาน ผู้ปฏิบัติงานจึงสามารถนำผลค่าคอนฟิกที่พร้อมใช้งานไปคอนฟิกให้กับเราเตอร์



รูปที่ 4.2 กระบวนการทำงานระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณที่อยู่ ไอพี ให้กับอุปกรณ์เราเตอร์

4.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

เมื่อเข้าใช้งานระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณที่อยู่ ไอพี ให้กับอุปกรณ์เราเตอร์นั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องล็อกอิน (Login) เข้ามาในระบบ เมื่อผู้ปฏิบัติงานล็อกอินเข้ามาแล้ว ผู้ปฏิบัติงานต้องกรอกข้อมูล เช่น หมายเลขวงจร ชื่อลูกค้า หมายเลขเราเตอร์ที่นำไปใช้งาน และหมายเลขไอพี หลังจากนั้นระบบจะทำการบันทึกข้อมูลเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นระบบจะนำหมายเลขไอพีที่กรอกไปคำนวณหา หมายเลขไอพีที่สามารถใช้งานได้ หมายเลขไอพีที่เราตั้ง กลุ่มของหมายเลขไอพีที่นำไปทำ DHCP POOL และ กลุ่มของหมายเลขไอพีที่นำไป NAT POOL เมื่อได้คำสั่งตามที่ต้องการระบบแสดงคำสั่งที่พร้อมใช้งานในรูปแบบข้อความเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานคัดลอกคำสั่งที่ได้ ให้กับอุปกรณ์เราเตอร์ โดยมีรูปแบบการทำงาน (ดังรูปที่ 4.3 กระบวนการทำงานของระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณที่อยู่ ไอพี ให้กับอุปกรณ์เราเตอร์) ซึ่งแบ่งเป็น 2 การทำงานหลักๆ ดังนี้



รูปที่ 4.3 กระบวนการทำงานของระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่า
และจำนวนที่อยู่ ไอพี ให้กับอุปกรณ์เราเตอร์

1 การเพิ่มข้อมูลเราเตอร์

เป็นขั้นตอนอันดับแรกในการเพิ่มข้อมูลในการคอนฟิก หลังจากใส่ข้อมูลในการคอนฟิกเสร็จแล้ว
สามารถเลือกได้ว่า จะไปเพิ่มข้อมูลคอนฟิกของเราเตอร์ตัวใหม่หรือว่าจะให้โปรแกรมแสดงค่าคอนฟิก ซึ่งทั้ง 2
คำสั่งนี้จะเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อที่จะสามารถนำมาแก้ไขในภายหลัง ระบบคอนฟิกอุปกรณ์เครือข่ายเราเตอร์
ซิสโก้มีหน้าที่การคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

1.1 หมายเลขไอพีและซับเน็ตมาร์ค (IP Address และ Subnet Mask)

ลำดับแรกที่ต้องกรอกให้ระบบทำการคำนวณคือหมายเลขไอพีและซับเน็ตมาร์ค เมื่อกรอกลงไป
และระบุ Interface แล้วระบบจะคำนวณว่าหมายเลขไอพีชุดนี้สามารถใช้ได้กี่ไอพี และนำไปแปลงเป็นค่าคอนฟิกที่
พร้อมใช้งานกับเราเตอร์ซิสโก้ อย่างเช่น เมื่อผู้ปฏิบัติงานกรอกหมายเลขไอพี 192.168.100.0/30 เข้าไป ระบบจะ

คำนวณว่าหมายเลขที่ใช้งานได้มี 192.168.100.1/30 และ 192.168.100.2/30 จากนั้นให้เลือกว่าจะหมายเลขชุดใด ในการกำหนดค่าให้อุปกรณ์ และนำไปแสดงผล [1], [6] ดังรูปที่ 1.1 กำหนดเลขหมายไอพี

กำหนดเลขหมาย IP

เลขหมายวงจร :

หมายเลขไอพี : หมายเลขไอพีที่กำหนดให้อุปกรณ์ :

Interface :

```
Router(config)#interface G0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.100.2 255.255.255.252
no shutdown
exit
```

รูปที่ 1.1 กำหนดเลขหมายไอพี

1.2 เราต์ติ้ง (Routing)

เมื่อเราได้หมายเลขมาแล้วโดยระบบจะดูค่าหมายเลขไอพีที่ได้เลือกไว้โดยนำมาคำนวณ โดยต้อง กำหนดหมายเลขไอพีปลายทางที่ต้องการเชื่อมต่อ เมื่อกำหนดแล้วจะได้ค่าออกมา [2] ดังรูปที่ 1.2 กำหนดเลขหมาย Routing

กำหนดเลขหมาย Routing

เลขหมายวงจร :

หมายเลขไอพี : หมายเลขไอพีปลายทาง :

```
Router(config)#ip route 192.168.100.0 255.255.255.252 192.168.100.1
```

รูปที่ 1.2 กำหนดเลขหมาย Routing

1.3 ดีเฮซีพี เน็ตเวิร์ค (DHCP Network)

ต้องกำหนดหมายเลขไอพีอีกหนึ่งชุดเพื่อให้ระบบกำหนดว่าไอพีชุดนี้ทำหน้าที่แจกจ่ายไอพีให้กับเครื่องลูกข่าย โดยหมายเลขไอพีที่ทำหน้าที่แจกจ่ายไอพีเป็น 192.168.200.0/24 จะแสดงค่า [5] ดังรูปที่ 1.3 กำหนดเลขหมาย DHCP

กำหนดเลขหมาย DHCP

เลขหมายวงจร :

หมายเลขไอพี : หมายเลขไอพีที่กำหนดให้อุปกรณ์ :

Interface : Dns Server :

DHCP Name :

```
Router(config)#interface G0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.200.1 255.255.255.252
no shutdown
exit
Router(config)#ip dhcp pool NAMEDHCP
Router(dhcp-config)#network 192.168.200.0 255.255.255.0
Router(dhcp-config)#default-router 192.168.200.1
Router(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
```

รูปที่ 1.3 กำหนดเลขหมาย DHCP

1.4 Network Address Translate (NAT)

คำสั่งที่ให้หมายเลขไอพีทำการจับคู่กับไอพีที่ได้จากผู้กำหนดหมายเลขไอพี เมื่อทำการจับคู่กับระบบจะคำนวณออกมาและแสดงผล [3],[4] ดังรูปที่ 1.4 กำหนดค่า Network Address Translation

กำหนดค่า Network Address Translation

เลขหมายวงจร :

Network Address Translation Name :

หมายเลขไอพี Network Address Translation

หมายเลขไอพีที่ได้รับสิทธิ์

```
Router(config)#ip nat pool NAMEPOOL 192.168.100.2 192.168.100.2
255.255.255.252
Router(config)#access-list 99 permit 192.168.200.0 0.0.0.0
Router(config)#ip nat inside source list 99 pool NAMEPOOL Overload
Router(config)#interface G0/0
Router(config-if)#ip nat outside
Router(config-if)#interface G0/1
Router(config-if)#ip nat inside
```

รูปที่ 1.4 กำหนดค่า Network Address Translation

2. การค้นหาและแก้ไขข้อมูลเราเตอร์

เป็นขั้นตอนที่เกิดหลังจากเพิ่มข้อมูลเราเตอร์ลงในฐานข้อมูลแล้ว โดยขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานสามารถค้นหา Router ที่ได้มีการเพิ่มข้อมูลไว้ก่อนหน้านี้ ซึ่งมีตารางรายละเอียดของเราเตอร์หรือค้นหาข้อมูลของเราเตอร์ได้ เมื่อเจอเราเตอร์ที่ต้องการค้นหาแล้วสามารถแก้ไขและดูคอนฟิกของเราเตอร์ตัวที่เราต้องการดู

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1 เราเตอร์ซิสโก้ (CISCO 1921/K9)
- 2 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 10 Home 64bit
- 3 โปรแกรมจำลอง Server Xampp 64bit
- 4 ภาษาที่ใช้ Personal Home Page (PHP)

5. สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองโดยการนำระบบกำหนดค่าอุปกรณ์เราเตอร์ไปใช้กับ เราเตอร์ซิสโก้ นั้น โดยการให้ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 5 ท่าน ทำการคอนฟิกด้วยคำสั่งแบบบรรทัดต่อบรรทัดและใช้ระบบระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณที่อยู่ ไอพี ให้กับอุปกรณ์เราเตอร์ แล้วนำเวลาที่ได้มาเปรียบเทียบกับ ตารางที่ 5 เวลาในการใช้กำหนดค่าอุปกรณ์เราเตอร์

ตารางที่ 5 เวลาในการใช้กำหนดค่าอุปกรณ์เราเตอร์

ผู้ทดสอบ	ระยะเวลาการกำหนดค่าอุปกรณ์ (นาที)	
	คอนฟิกแบบบรรทัดต่อบรรทัด	ระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณที่อยู่ ไอพี
ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 1	15.37	5.11
ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 2	17.11	6.23
ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 3	14.28	5.30
ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 4	13.53	4.25
ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 5	15.22	5.48
ค่าเฉลี่ย	15.10	5.27
ค่า S.D	1.34	0.71

จากตารางพบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอนฝึกแบบบรรทัดต่อบรรทัดอยู่ที่ 15.10 นาที และค่าเฉลี่ยของเวลาการใช้ระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าและคำนวณไอพีอยู่ที่ 5.27 นาที เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์และพบว่าระบบอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าอุปกรณ์เร็วกว่า 34.90%

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

เมื่อนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ ควรตรวจสอบความถูกต้องของหมายเลขไอพี ถ้าหากกรอกข้อมูลผิดพลาดจะทำให้ระบบไม่สามารถคำนวณและไม่สามารถแสดงค่าคอนฟิกที่พร้อมใช้งาน

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อในส่วนของ IP Version 6 โดยต้องศึกษากระบวนการคำนวณของ IP Version 6 และการนำไปใช้ในคำสั่งต่างๆของอุปกรณ์เราเตอร์

7. เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ นามโคตร , ม.ป.ป.http://www.jodoi.com/book/Default_Route_lab_jodoi.pdf (Available: 30 October 2017)

เกรียงศักดิ์ นามโคตร , ม.ป.ป.http://www.jodoi.com/book/NAT_overload_dynamic_lab_jodoi.pdf (Download: 30 October 2017)

เอกสิทธิ์ วิริยจรี , 2548. **เรียนรู้ระบบเน็ตเวิร์คจากอุปกรณ์ของ Cisco**. พิมพ์ครั้งที่ 2

Aaron Balchunas , 2013 <http://www.routeralley.com/guides/nat.pdf> (Download: 30 October 2017)

Aaron Balchunas , 2007 <http://www.routeralley.com/guides/dhcp.pdf> (Download: 30 October 2017)

Corporate Headquarters Cisco System , 2006. Cisco IP Configuration Guide Release 12.2

**การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลปามะม่วง
อำเภอเมือง จังหวัดตาก**

**THE DEVELOPMENT OF ELECTRONIC BOOKS FOR CONSERVE THE
LOCAL FOOD OF PAMAMUANG COMMUNITY, MUEANG DISTRICT,
TAK PROVINCE**

นมิดา ชื้อสัตย์สกุลชัย

สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

E-mail: namida_nong@hotmail.com

สิรินันท์ กาบบัว

สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

E-mail: nimsirinan@gmail.com

อภิชัย ชื้อสัตย์สกุลชัย

สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

E-mail: api_sue@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้นำชุมชน ผู้ให้ข้อมูลด้านอาหารและการจัดทำสื่อ และศึกษาความพึงพอใจของเด็กและเยาวชนในชุมชนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS5 ที่มีความสามารถด้านการตกแต่งภาพ โปรแกรม Sony Vegas Pro 14 ที่มีความสามารถด้านการตัดต่อวิดีโอ โปรแกรม Sony Sound Forge 8.0 ที่มีความสามารถด้านการตัดต่อเสียงและปรับระดับของเสียงในสื่อ และโปรแกรม Flip Album Pro ที่มีความสามารถด้านการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หลังพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อยแล้ว ได้ทำการถ่ายทอดสื่อต่อกลุ่มเป้าหมาย โดยผลการวิจัยพบว่า 1) ความพึงพอใจในสื่อต่อผู้นำชุมชน กลุ่มแม่บ้านผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอาหารพื้นบ้านและข้อมูลด้านการสร้างสื่อ จำนวน 24 คน มีรายการประเมินค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 4.47 ซึ่งแปลผลออกมาได้ว่ามีระดับความพึงพอใจมาก และ 2) ความพึงพอใจในสื่อต่อเด็กและเยาวชนในชุมชน จำนวน 200 คน มีรายการประเมินค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 4.65 ซึ่งแปลผลออกมาได้ว่ามีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ: หนังสืออิเล็กทรอนิกส์, อนุรักษ์, อาหารพื้นบ้าน, ตำบลปามะม่วง, จังหวัดตาก

ABSTRACT

In order to take advantage of development of electronic books for conserve the local food of Pamamuang Community, Mueang District, Tak Province. The purpose of this research are : 1) To create electronic books for conserve the local food of Pamamuang Community, Mueang District, Tak Province. 2) Study the satisfaction of community leaders, providers of food information and media production. And to study the satisfaction of children and youth in the community to electronic books. The development of electronic books for conserve the local food of Pamamuang Community, Mueang District, Tak Province, developed using Adobe Photoshop CS5 which has the ability to decorate pictures, Sony Vegas Pro 14 which has the ability about video editing, Sony Sound Forge which has the ability to cut sound and adjust the level of sound. And Flip Album Pro which has the ability to create electronic books. After develop the electronic books already. There are media outlets to targeting. The result of this research shows that 1) The media satisfaction to community leaders, housewives who provided information about local food and media creation data of 24 people, an overall satisfaction rating of 4.47 which is very satisfied of satisfaction. 2) The average satisfaction of the media in children and youth in the community of 200 people was 4.65, which means the highest level of satisfaction.

KEYWORDS: Electronic books, Conserve, Local food, Pamamuang Community, Tak Province.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

อาหารเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ในแต่ละท้องถิ่นล้วนมีความแตกต่างกันไปในเรื่องของอาหาร ไม่ว่าจะเป็นรสชาติ ส่วนประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก เป็นชุมชนเรียบชายฝั่งแม่น้ำปิง และพื้นที่ด้านหลังชุมชนจะมีทุ่งนาซึ่งชาวชุมชนเรียกว่า “นาทุ่งหลวง” มีวัฒนธรรมการบริโภคอาหารที่มีลักษณะเด่นประจำท้องถิ่น คาร์บอาหารของชาวชุมชนส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากภูมิปัญญาของบรรพบุรุษตั้งแต่อดีตกาล สืบทอดเรื่อยมาจนถึงยุคปัจจุบัน ชาวชุมชนปามะม่วงนิยมใช้ผักที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาปรุงประกอบอาหาร มีความหลากหลายและเป็นเอกลักษณ์ของอาหารพื้นบ้านที่สะท้อนถึงวิถีชีวิตประจำวันที่สืบทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่นจนถึงปัจจุบัน ในแต่ละมื้อจะมีน้ำพริกที่ชาวบ้านเรียกว่า “น้ำพริกปลาข่าง” และ “ผัดเผ็ดเงี้ยว” เป็นอาหารประจำมื้อคู่กับผักสดและผักลวก วิธีการปรุงอาหารดั้งเดิมจะนิยมปรุงด้วยน้ำปลา น้ำปลาร้า และนิยมปรุงอาหารโดยใช้สมุนไพรที่หาได้ทั่วไปในท้องถิ่นเนื่องจากพื้นที่ด้านหน้าติดแม่น้ำปิงด้านหลังติดทุ่งนาจึงหาปลาและสัตว์น้ำประกอบอาหารได้ง่าย แต่เมื่อถึงฤดูร้อนจะมีอากาศที่ร้อนมาก ทำให้ชาวชุมชนบ้านปามะม่วงนิยมปลูกถั่ว ซึ่งเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี เช่น “มะเสะ” “ถั่วคิน” หรือถั่วลิสง “ถั่วเผ็ดเงี้ยว” หรือถั่วแระ และ “ถั่วแมว” อย่างไรก็ตามวิถีชีวิตของชาวปามะม่วงในปัจจุบันเริ่มเปลี่ยนไป การบริโภคอาหารแบบเดิมถูกแทนที่ด้วยอาหารสะดวกซื้อหรืออาหารสำเร็จรูป เพราะราคาไม่แพง สะดวกรวดเร็วหรือการได้รับข้อมูลชวนเชื่อจากสื่อต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้ชาวปามะม่วงได้รับอาหารที่มีพลังงานและสารอาหารไม่เหมาะสม ระยะยาวก่อให้เกิดโรคเรื้อรังมากมาย ได้แก่ โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง โรคความดันโลหิตสูงและโรคไตเรื้อรัง เป็นต้น และมีแนวโน้มที่ภูมิปัญญาด้านอาหารที่มีคุณค่าเหล่านี้จะถูกลืมและหายไปทีละเล็กละน้อย การดำเนินการเพื่อเป็นการอนุรักษ์

และรักษาภูมิปัญญาเหล่านี้ไว้จึงมีความจำเป็น ซึ่งจะทำให้วัฒนธรรมท้องถิ่นที่มีคุณค่ายังคงอยู่และสืบทอดต่อไปยังคนรุ่นหลัง (จักรกฤษณ์ วัชรานนท์, 2558) ฤทธิ์ด้านสารอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในอาหารเหนือและอาหารอีสาน พบว่า อาหารท้องถิ่นในแต่ละภาคของไทยหลายชนิดที่ใช้ผักพื้นบ้าน มาเป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหาร และนำผักพื้นบ้านของแต่ละภาคมาศึกษาเกี่ยวกับคุณค่าของ สารอาหาร พบว่า ผักพื้นบ้านส่วนใหญ่มีคุณค่าสร้างเสริมสุขภาพเพราะมีฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระ ซึ่งอนุมูลอิสระนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพ เช่น ภาวะความจำเสื่อม หรือ อัลไซเมอร์ ระบบภูมิคุ้มกันลดลง และ โรคมะเร็ง เป็นต้น (เพลินใจ ดังคณะกุล, 2546) พฤติกรรมการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพที่มีพืชสมุนไพรยังได้รับความนิยมเพราะเป็นส่วนประกอบของอาหารไทย ส่วนใหญ่เพิ่มประโยชน์ต่อร่างกาย มีผลดีต่อสุขภาพช่วยระบบย่อยและขับถ่าย การนำสมุนไพรไปใช้ในส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ น้ำพริก เครื่องแกงสำเร็จรูป เครื่องปรุง ผลิตภัณฑ์หมักดอง และแช่อิ่ม ผงชาพร้อมดื่ม บดแห้งหรือผง ขนมหหรือของขบเคี้ยวและอาหารเสริม (จรินทร์ เทศวานิช, 2550)

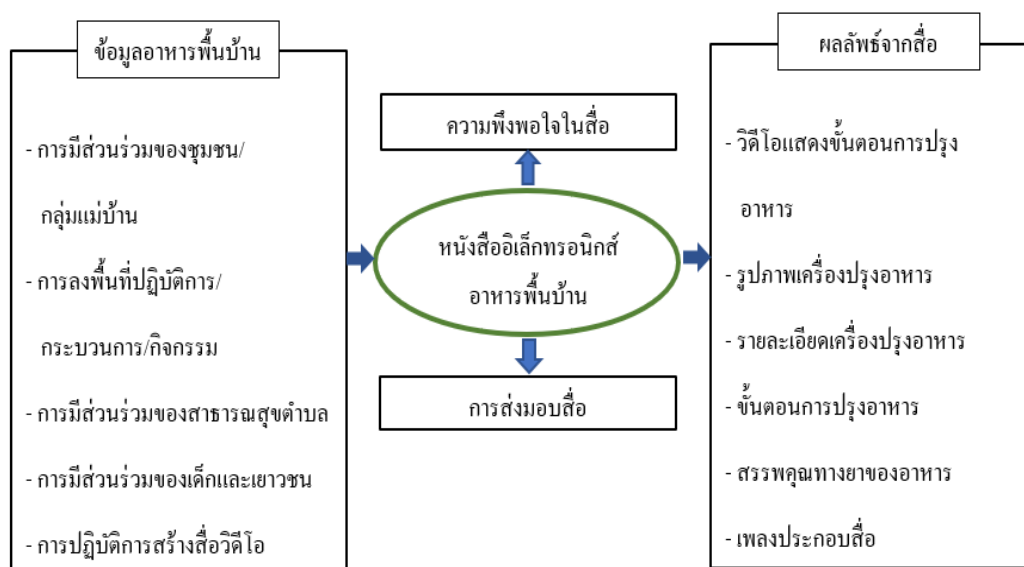
ในอดีตที่ผ่านมาการสืบทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับอาหารของชาวชุมชนปามะม่วงได้รับการสืบทอดจากบรรพบุรุษ อันได้แก่ พ่อแม่ ปู่ย่า ตายาย หรือถ่ายทอดองค์ความรู้จากชุมชนโดยผ่านผู้เฒ่าผู้แก่ การศึกษาครั้งนี้จึงนำเทคโนโลยีด้านการสร้างสื่อ ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของเรามากขึ้น การผลิตสื่อที่เป็นส่วนช่วยให้ผู้ใช้จดจำได้ง่ายคือการทำสื่ออื่น ๆ หรือเนื้อหาอื่น ๆ ออกมาในรูปแบบของวิดีโอ หรือภาพถ่าย เพราะผู้ใช้งานจะรู้สึกและจดจำสถานการณ์ต่าง ๆ จากการใช้สีสัมผัสและการเคลื่อนไหวได้ดีกว่าการอ่าน (เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ, 2554) โดยกลุ่มเป้าหมาย คือเด็กและเยาวชนในพื้นที่ตำบลปามะม่วง เพื่อช่วยสร้างจิตสำนึกรักบ้านเกิดและภูมิใจในท้องถิ่นของตน ซึ่งในแผนการดำเนินงานได้มีขั้นตอนในการสาธิตอาหารพื้นบ้านและแนะนำประโยชน์ที่ได้รับจากการรับประทานอาหารพื้นบ้าน อีกทั้งแนะนำเด็กและเยาวชนให้หันมารับประทานอาหารที่ผลิตในท้องถิ่นของตนเองเพื่อช่วยครอบครัวประหยัดค่าใช้จ่ายด้านอาหารและรับทราบคุณค่าของอาหารที่รับประทาน ซึ่งวัตถุประสงค์ที่นำมาปรุงอาหารส่วนใหญ่มีอยู่ในชุมชน ปลอดภัยและสารเร่ง ผู้วิจัยในฐานะเป็นคนในพื้นที่ตำบลปามะม่วงโดยกำเนิดและดำรงชีพอยู่จนถึงปัจจุบันมีความประสงค์นำความรู้ความสามารถที่มีร่วมอนุรักษ์อาหารพื้นบ้าน สนับสนุนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เก็บรักษาภูมิปัญญาท้องถิ่นและช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านอาหาร พร้อมนำสื่อที่พัฒนาขึ้นมอบแก่โรงเรียนบ้านปามะม่วงและองค์การบริหารส่วนตำบลปามะม่วงเพื่อเก็บไว้ถ่ายทอดแก่คนรุ่นหลังต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้นำชุมชน ผู้ให้ข้อมูลด้านอาหารและการจัดทำสื่อ และศึกษาความพึงพอใจของเด็กและเยาวชนในชุมชนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก มีรายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. ขอบเขตของงานวิจัย

4.1 ด้านพื้นที่ ตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก ซึ่งมีทั้งสิ้น 7 หมู่บ้าน

4.2 ด้านประชากรและตัวอย่าง ผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอาหารพื้นบ้านและการจัดทำสื่อ รวมทั้งสิ้น 24 คน ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน 12 คน อาจารย์ด้านธุรกิจการอาหาร 1 คน พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ 1 คน แม่บ้าน 7 คน และอาจารย์ด้านการจัดทำสื่อ จำนวน 3 คน เด็กและเยาวชนในชุมชนบ้านปามะม่วงที่มีอายุระหว่าง 9 – 24 ปี จำนวนทั้งสิ้น 200 คน ประกอบด้วย นักเรียนโรงเรียนบ้านปามะม่วง จำนวน 85 คน และสภาเด็กและเยาวชนตำบลปามะม่วง จำนวน 115 คน

4.3 ด้านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีวิดีโอแสดงการปรุงอาหารแต่ละเมนู มีรายละเอียดเครื่องปรุงอาหาร

มีรูปภาพเครื่องปรุงอาหาร รายละเอียดขั้นตอนการปรุงอาหาร รายละเอียดสรรพคุณทางยาของอาหาร และมีเพลงประกอบสื่อ

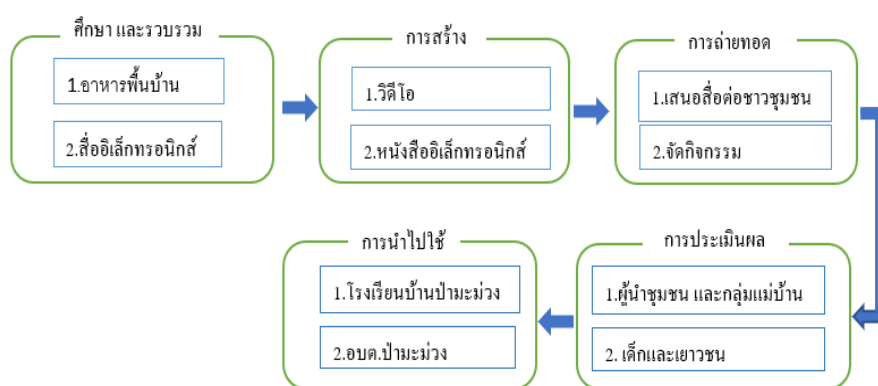
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 แบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 2 ชุด ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจในสื่อของผู้ให้ข้อมูลด้านอาหารและด้านการจัดทำสื่อและความพึงพอใจในสื่อของเด็กและเยาวชน

5.2 โปรแกรมที่ใช้พัฒนาสื่อประกอบด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS5 ที่มีความสามารถด้านการตกแต่งภาพ Sony Vegas Pro 14 ที่มีความสามารถด้านการตัดต่อวิดีโอ Sony Sound Forge 8.0 ที่มีความสามารถด้านการตัดต่อเสียง และ Flip Album Pro ที่มีความสามารถด้านการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

6. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยของโครงการวิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลปามะม่วง อำเภอมะนัง จังหวัดตาก มีขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 วิธีดำเนินงานวิจัย

จากรูปที่ 2 ผู้วิจัยมีวิธีการ ศึกษา และรวบรวมข้อมูลอาหารพื้นบ้านตำบลปามะม่วง จากเอกสารและจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยวิธีการดังนี้ การสำรวจชุมชน การสัมภาษณ์เชิงลึก การพูด การสนทนากลุ่ม การสังเกตทั้งแบบมีและไม่มีส่วนร่วม การลงพื้นที่ที่จะปฏิบัติปรุงอาหารพื้นบ้าน คุยกับคนในพื้นที่ในงานบุญต่าง ๆ ที่ได้จัดขึ้นในตำบล และศึกษาข้อมูลเทคนิคการสร้างงานวิดีโอและการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งทำการคัดเลือกสื่อตัวอย่างจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ใน www.youtube.com และ www.mthai.com เป็นต้น การจัดทำสื่อวิดีโอสาธิตวิธีการทำอาหารพื้นบ้าน โดยคัดเลือกอาหารร่วมกับคนในท้องถิ่นจำนวน 10 เมนู ดังนี้ แกงมะสะ แกงจีเหล็ก แกงบอน แกงหยวก แกงหัวตาล ผัดเต้าเจี้ยว เมี่ยงคำเต้าเจี้ยว ข้าวต้มเหลือง ข้าวยำเกรียบ และขำมะม่วง จากนั้นนำภาพและวิดีโอที่ได้มาตัดต่อเสริมเทคนิคให้ดูสวยงามด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3 - 6



รูปที่3



รูปที่4



รูปที่ 5



รูปที่ 6

รูปที่ 3 – 6 ถ่ายวิดีโอสาธิตการทำอาหารพื้นบ้าน

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการตัดต่อวิดีโอและเสริมเทคนิคลูกเล่นให้น่าสนใจแล้ว จึงนำข้อมูลต่าง ๆ มาทำเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 7 – 10



รูปที่ 7



รูปที่ 8



รูปที่ 9



รูปที่ 10

รูปที่ 7 – 10 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หลังจากได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอสื่อต่อผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อจำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 7 คน เพื่อนำคำแนะนำมาปรับปรุงสื่อให้มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยทำการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจในสื่อ จำนวน 2 ชุด ดำเนินการถ่ายทอดสื่อต่อกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่ม ด้วยวิธีการฉายสื่อกับเครื่องฉายภาพและจัดทำกิจกรรมการสาธิตการทำอาหารพื้นบ้านต่อกลุ่มเป้าหมาย ดังแสดงในรูปที่ 11 – 14



รูปที่ 11



รูปที่ 12



รูปที่ 13



รูปที่ 14

รูปที่ 11 – 14 ถ่ายทอดสื่อต่อกลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยนำแบบประเมินมาวิเคราะห์ความพึงพอใจในสื่อของกลุ่มเป้าหมาย สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจในการรับชมสื่อ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จัดทำรูปเล่มรายงาน เผยแพร่งานวิจัยและส่งมอบสื่อให้แก่โรงเรียนบ้านป่ามะม่วงและองค์การบริหารส่วนตำบลป่ามะม่วงเพื่อถ่ายทอดแก่คนรุ่นหลังต่อไป

5. สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านของชุมชนตำบลป่ามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก เมื่อผู้วิจัยได้นำสื่อไปถ่ายทอดต่อกลุ่มเป้าหมายและทำการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ 1) ความพึงพอใจที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านตำบลป่ามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก ของผู้นำชุมชน ผู้ให้ข้อมูลด้านอาหารพื้นบ้าน และผู้ให้คำแนะนำด้านการจัดทำสื่อ ซึ่งประกอบด้วย ท่านัน ผู้ใหญ่บ้าน เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลป่ามะม่วง แพทย์ประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลป่ามะม่วง ครูประจำโรงเรียนบ้านป่ามะม่วง ครูประจำศูนย์การศึกษานอกระบบตำบลป่ามะม่วง กลุ่มแม่บ้านตำบลป่ามะม่วง อาจารย์ด้านธุรกิจการอาหาร อาจารย์ด้านการจัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 24 คน ได้ผลคือค่าเฉลี่ย 4.47 ซึ่งแปลผลออกมาได้ว่าอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยสอดคล้องกับการศึกษาของชลลดา ทวีคุณและคณะ(2558)ได้กล่าวว่าอาหารพื้นบ้านจะประกอบด้วยผักและพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วย ขจัดโรคได้หลายชนิดเป็นที่ยอมรับในวงการแพทย์ ช่วยให้ร่างกายมีสุขภาพดี แข็งแรง ทั้งช่วยรักษาโรคความเสื่อมของร่างกาย และมีภูมิคุ้มกันโรค ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติอันโดดเด่นของผักพื้นบ้าน คือ อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เป็นแหล่งของสารผัก (phytonutrient) และสารสมุนไพรรักษาโรค และเป็นแหล่งของเส้นใย สารต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านที่มีสีเขียวและรสฝาดของผักพื้นบ้านมี สารต้านอนุมูลอิสระสูงมาก มีทั้งวิตามินเอ วิตามินซี และเบต้าแคโรทีน สอดคล้องกับการศึกษา ของ รวีโรจน์ อนันตธนาชัย และคณะ (2553) ที่กล่าวว่า สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพที่ประกอบด้วยพืชผักสมุนไพร ได้แก่ ห้วหอม กระเทียม พริก ตะไคร้ ข่า พริกไทย และผักพื้นบ้านในท้องถิ่นของแต่ละภาค ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผักสีเขียว และมีผลไม้สีแดง สีส้ม และสี

เหลือ จึงมีคุณสมบัติที่ ส่งเสริมสุขภาพ เช่น ขับขี่เชื้อจุลินทรีย์ แก้วหัด ขับเสมะ กระตุ้นปฏิกิริยาการกำจัดสารพิษของร่างกาย ลดไขมันในเลือด ลดความดันโลหิต ลดน้ำตาลในเลือด ด้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ โรคหลอดเลือด และโรคมะเร็ง และ 2) ความพึงพอใจที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่ออนุรักษ์อาหารพื้นบ้านตำบลปามะม่วง อำเภอเมือง จังหวัดตาก ของเด็กและเยาวชนตำบลปามะม่วง ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนโรงเรียนบ้านปามะม่วง สภาดังและเยาวชนตำบลปามะม่วง จำนวน 200 คน ได้ผลคือค่าเฉลี่ย 4.65 ซึ่งแปลผลออกมาได้ว่าอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับ เสาหลักคุณธรรมสมบัติ(2545) ได้กล่าวว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์(e-book)เป็นระบบการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ เสียงบรรยาย เสียงดนตรีและเทคนิคต่าง ๆ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้การใช้งานเพื่อการเรียนการสอน การฝึกอบรม การสื่อสารมีชีวิตชีวา น่าสนใจ ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ข้อเสนอแนะ

1. ชุมชนและคนในชุมชนควรจัดกิจกรรมสนับสนุนให้เยาวชนมีส่วนร่วมในการสืบทอดภูมิปัญญาอาหารท้องถิ่นเพื่อสุขภาพและจัดกิจกรรมที่สนับสนุนให้ผู้เฒ่าผู้แก่ของชุมชน ปรารภชี้ชาวบ้านด้านอาหารพื้นบ้านถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารท้องถิ่นเพื่อสุขภาพให้แก่เยาวชนในชุมชน

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดโครงการร่วมกับชุมชนเพื่อให้เกิดการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารเพื่อสุขภาพให้คงอยู่ชุมชนต่อไปและให้เยาวชนตระหนักถึงความสำคัญของอาหารท้องถิ่นเพื่อสุขภาพ

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณนายพนนกร ขำศรี กำนันตำบลปามะม่วง นายสำรวย พุทธวงศ์ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลปามะม่วง นางอัญญา ครูทแก้ว ผู้อำนวยการโรงเรียนปามะม่วง นางณัฐพร มณีนิล ครูประจำศูนย์การศึกษาจากระบบตำบลปามะม่วง นางแอ๊ด คงเฟื่อง นางสาวศร เนื่องอม นางสินวน กิ่งเงิน นายนวน คำเอื้อ และกลุ่มแม่บ้านตำบลปามะม่วง ที่กรุณาให้ความรู้ด้านอาหารพื้นบ้านตำบลปามะม่วง ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำไพ สงวนแวว นางกัลปรัตน์ งอกอ่อน พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ ที่กรุณาให้ความรู้ด้านสรรพคุณทางยาของอาหารพื้นบ้าน ขอขอบคุณอาจารย์จักรพันธ์ วงศ์ฤกษ์ดี อาจารย์สุรพงศ์ ขุนคง อาจารย์วันชนะ จูบรรจง ที่กรุณาให้ความรู้และกรุณาให้คำแนะนำตรวจและแก้ไขงานด้านวิดีโอ และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำให้งานวิจัยชิ้นนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

กัญญา คิวเศษ, ศักดิ์ชัย โปรดธนาสาร, จิราภรณ์ ภิญญูโชโต และไฉน น้อยแสง, ผู้รวบรวม. 2542. **ผักพื้นบ้าน**

ภาคเหนือ. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

กิตานันท์ มลิทอง. 2553. **เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรินทร์ เทศวานิช. 2550. ภูมิปัญญาไทยในมิติอาหารสมุนไพรเพื่อสุขภาพ. นนทบุรี:

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช.

จักรกฤษณ์ วัชรภูมย์. 2558. การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นอาหารพื้นบ้านของชาวไทยลื้อโดยการมีส่วนร่วม
ของชุมชนในอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา. บทความพะเยาวิจัย.

ชนิพรรณ บุตรย์, บรรณาธิการ. 2544. การประชุมวิชาการโภชนาการ' 44 เรื่องอาหารและโภชนาการเพื่อการสร้าง
เสริมสุขภาพ. สถาบันวิจัยโภชนาการ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชลลดา ทวีคูณ และคณะ. 2558. การประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในมิติอาหารเพื่อสุขภาพ : กรณีศึกษาชุมชนไทย
ทรงดำ ตำบลไผ่สูง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม. งานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
สุวรรณภูมิ.

พิศุทธา อารีราษฎร์. 2555. การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราช
ภัฏมหาสารคาม. มหาสารคาม. หน้า 143-174.

เพ็ญภา ทรัพย์เจริญ, ถัยจนา คิวเศษ และ พรทิพย์ เต็มวิเศษ บรรณาธิการ, 2544. อาหารเพื่อสุขภาพ : พิมพ์ครั้งที่
2. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), กรุงเทพฯ.

เพลินใจ ดังคณะกุล และคณะ. 2546. ฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในอาหารเนื้อและอาหารอีสาน.
สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2560 , จาก http://www.ku.ac.th/e-magazine/feb50/agri/free_radical.htm.

รวีโรจน์ อนันตธนาชัย และคณะ. 2553. การพัฒนาสารบออาหารไทยเพื่อสุขภาพ. งานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สวนดุสิต.

เสกสรร เทดศิริภัทร. 2556. สอนตัดต่อวิดีโอด้วย Sony Vegas Pro. สำนักพิมพ์สไมล์โปรวิดีโอ.

เสกสรร เทดศิริภัทร. 2556. สอนพื้นฐานการถ่ายวิดีโอ. สำนักพิมพ์สไมล์โปรวิดีโอ.

เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ. 2554. การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องนวัตกรรม การสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทุมพร หลอดโค, วิยุทธ์ จำรัสพันธุ์. 2552. การจัดการความรู้อาหารธรรมชาติ : ศึกษากรณีบ้านหินเหิบ ต.พระยืน
อ.พระยืน จ.ขอนแก่น. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา); ฉบับที่ 9(4).

เอกชัย พุ่มดวง. 2558. กลยุทธ์การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของชุมชน ตำบลโลก
โคเต่า อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี. กรุงเทพฯ:สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

**การวิเคราะห์และออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ
ด้วยหลักการ การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ
THE ANALYSIS AND DESIGN OF ROYAL THAI AIR FORCE PERSONNEL
WITH BUSINESS PROCESS MANAGEMENT**

อโณทัย มีสุวรรณ

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: anoning1007@gmail.com

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี มณีรัตน์

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายนวัตกรรมและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail : paralee.ma@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ ทำการบันทึกประวัติของข้าราชการตั้งแต่เริ่มรับราชการจนเกษียณอายุราชการ ลงในสมุดประวัติรับราชการ ในระบบงานเดิมยังขาดการออกแบบและวิเคราะห์กระบวนการงานจัดการเอกสารการบันทึกประวัติข้าราชการอย่างเป็นระบบ ในบทความนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์และออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ ด้วยวิธีการ BPM (Business Process Management) แสดงการออกแบบกระบวนการงาน (Business Process) ต่างๆ ในระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมกระแสนงาน ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมด จะช่วยให้ระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ มีกระบวนการที่เป็นมาตรฐานและมีประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่และผู้บังคับบัญชาในการดูแลบริหารจัดการระบบงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: สมุดประวัติรับราชการสังกัดกองทัพอากาศ, การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ, กระแสนงาน ,
กระบวนการธุรกิจ

ABSTRACT

The Royal Thai Air Force has to record all of service history for every government officials from the beginning of service until retirement. The service history management process was not systematic and never have been analysed. That made past work inefficient and wasteful of resources. In this article, we present an

analysis and design of the service history management process model. By using Business Process Model and Notation (BPMN), they will represent the business processes and illustrate the workflow of all those involved in the system. This will help to improve The Royal Thai Air Force service history management system. The process is standardized and useful to staff and supervisors in the process to be more effective.

KEYWORDS: Official history, BPM, Workflow, Business Process

1. บทนำ

กองข้อมูลกำลังพล สำนักปกครองและพัฒนากำลังพล กรมกำลังพลทหารอากาศ โดยแผนกสารสนเทศ มีหน้าที่ วางแผน อำนาจการ ประสานงาน ควบคุม กำกับ การ และดำเนินการเกี่ยวกับ ประวัติรับราชการกำลังพล ประจําการสังกัดกองทัพอากาศ การจัดทำรายงานประวัติรับราชการ และตรวจสอบสถานภาพของกำลังพล รวมทั้ง การพัฒนาโปรแกรมเพื่อนำข้อมูลลงในระบบ ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลในระบบสารสนเทศ ด้านกำลังพล ทั้งนี้ประวัติรับราชการเป็นเอกสารหลักฐานทางราชการที่ใช้บันทึกประวัติรับราชการสังกัด กองทัพอากาศ นับว่ามีความสำคัญต่อการบริหารงานด้านสถานภาพกำลังพล (กรมกำลังพลทหารอากาศ, 2560)

การบันทึกข้อมูลข้าราชการจะทำการบันทึกตั้งแต่เริ่มรับราชการจนเกษียณอายุราชการ ลงในสมุดประวัติรับราชการ โดยทำการบันทึกสมุดประวัติรับราชการของข้าราชการกองทัพอากาศ จำนวน 2 เล่ม ประกอบด้วย 1) สมุดประวัติรับราชการที่หน่วยต้นสังกัด 2) สมุดประวัติรับราชการที่กรมกำลังพลทหารอากาศ เมื่อข้าราชการมีการแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลของข้าราชการ กำลังพลหน่วยต้นสังกัดต้องแก้ไขในสมุดประวัติรับ ราชการก่อนแล้วส่งข้อมูลที่ต้องการแก้ไขให้กรมกำลังพลทหารอากาศเพื่อแก้ไขในสมุดประวัติรับราชการให้ตรงกันจากระบบงานที่กล่าวมาทำให้เกิดปัญหาหลายๆ ด้าน อาทิเช่น 1) การตรวจสอบประวัติข้าราชการยังมีข้อมูลไม่ ถูกต้องตรงกันจึงเป็นเหตุให้การดำเนินการด้านประวัติรับราชการของข้าราชการเกิดความคลาดเคลื่อน 2) การ จัดการกระบวนการต่างๆ ในระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศยังขาดรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน และ 3) ไม่สามารถตรวจสอบกระบวนการได้ว่าใครเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการนั้นๆ

จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะเพิ่มศักยภาพการควบคุมเอกสาร โดยใช้หลักการจัดการ กระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Management : BPM) ออกแบบและวิเคราะห์กระบวนการระบบการ บริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ ด้วยวิธีการ BPM

2. วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ โดยใช้หลักการจัดการกระบวนการ ทางธุรกิจ (Business Process Management)

3. แนวคิด ทฤษฎี และระบบงานที่เกี่ยวข้อง

3.1 กระบวนการทางธุรกิจ (Business Process)

กระบวนการทางธุรกิจ (Business Process) คือ กิจกรรมหรืองานทางธุรกิจ โดยกิจกรรมจะต้องตอบสนองวัตถุประสงค์ของธุรกิจหรือนโยบาย เช่น การซื้อ การขาย การขนส่งสินค้า เป็นต้น โดยปกติแล้วการจัดโครงสร้างองค์กรจะกำหนดบทบาทหน้าที่และความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนหรือกิจกรรมไว้อยู่แล้วกระบวนการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. Management processes เป็นกระบวนการทำงานในการกำกับดูแลการทำงานของระบบ โดยจะรวม Corporate Governance และ Strategic Management เอาไว้
2. Operational processes เป็น กระบวนการทำงานที่ประกอบขึ้นเป็นธุรกิจหลัก เช่น การจัดซื้อ การผลิต การโฆษณา การตลาดและงานขาย
3. Supporting processes เป็นกระบวนการทำงานที่สนับสนุนกระบวนการหลักของธุรกิจ เช่น Accounting, Recruitment, Call center, Technical support (พงษ์พันธ์ มานูพิรพันธ์, ม.ป.ป.)

3.2 ทฤษฎี Business Process Management (BPM)

BPM คือ หลักการของการพัฒนา การดำเนินงาน การวัดประสิทธิภาพ และจำลองกระบวนการทางธุรกิจ (Business Processes) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทางธุรกิจอย่างต่อเนื่อง end-to-end ตั้งแต่ต้นกระบวนการถึงสิ้นสุดกระบวนการ (ชนเดช พิเศษพูน, 2558) รวมถึงวิธีการของการพัฒนากระบวนการ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับพัฒนากระบวนการ เช่น การเก็บข้อมูลของกระบวนการทำงาน รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ และเครื่องมือในการวิเคราะห์กระบวนการ (BPA-business process analysis) การสร้างแบบจำลอง และการวิเคราะห์ การนำหลักการ BPM จะเน้นส่วนที่เป็นการปรับเปลี่ยนการปฏิบัติการตามแบบงานแบบเดิมมาเป็นแบบกระบวนการ สำหรับ BPM ที่จะศึกษาต่อไปจะเน้นกระแสนงานทั้งหน่วยงาน การวิเคราะห์กระบวนการทางธุรกิจ ใช้เครื่องมือช่วยในการออกแบบที่เรียกว่า Business Process Model and Notation (BPMN) มาออกแบบกระบวนการทางธุรกิจ ในการออกแบบกระบวนการนี้จะต้องมีการจัดทำ As Is Process และ To Be Process

As Is Process หรือ การออกแบบกระบวนการ คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้น (ศึกษาการทำงาน/สัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย/ดูจากเอกสารการทำงานจากระบบ) พร้อมทั้งกำหนดรายละเอียดแบบจำลองกระบวนการ และกำหนดรายละเอียดแบบจำลองข้อมูล เพื่อกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพมีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างเหมาะสมทำให้องค์กรมีศักยภาพในการแข่งขัน และง่ายต่อการควบคุม แนวทางการออกแบบกระบวนการ จะพิจารณาข้อกำหนดที่ต้องการ กำหนดทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ กำหนดวิธีการในการควบคุมสามารถตรวจสอบทั้งกระบวนการ เพื่อปรับปรุงแก้ไขกระบวนการจัดทำเป็นเอกสารมาตรฐาน

To Be Process หรือ การปรับปรุงมาตรฐานในการทำงาน คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำระบบงานและแบบจำลองของระบบใหม่ (TO BE process และ Data Model) ซึ่งจะใกล้เคียงกับระบบและแบบจำลองข้อมูลระบบเดิม (AS IS process และ Data Model) และทำการแก้ไขกระบวนการของระบบเก่าให้เป็นระบบใหม่ ต้องมีจุดเริ่มต้นของการปรับปรุง เช่น การอบรมพนักงาน รวบรวมเผยแพร่องค์ความรู้ ซึ่งแสดงถึงการวางแผนการ

ทำงานที่ดี แนวทางในการจัดทำมาตรฐานการทำงานจะเน้นประเด็นสำคัญให้ชัดเจนและไม่มากเกินไปจนต่อการทำความเข้าใจและนำมาปรับปรุงแก้ไขมาตรฐาน (สุทธิ สีนทอง, 2557)

ข้อดีของ BPM คือ มีสัญลักษณ์ที่ถูกกำหนดไว้เป็นมาตรฐานสามารถเข้าใจได้ตรงกัน, สร้างประสิทธิภาพการทำงาน, ได้ประโยชน์จากการจัดการกระบวนการแบบอิเล็กทรอนิกส์, บริหารกระบวนการทางธุรกิจที่ซับซ้อน, ลดกระบวนการต่าง ๆ ทางธุรกิจให้มีความสอดคล้องกัน, เพิ่มคุณภาพ และลดการผิดพลาดของกระบวนการ

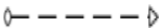
3.2.1 ทฤษฎี Business Process Model and Notation (BPMN)

BPMN พัฒนาขึ้นโดย Business Process Management Initiative : BPMI และ Object Management Group : OMG ได้ร่วมมือกันพัฒนามาตรฐานการสร้างแบบจำลองกระบวนการทำงาน ที่มีรูปแบบใกล้เคียงกับ workflow ปัจจุบันใช้ BPMN V 2.0 กระบวนการทำงาน BPMN พัฒนาขึ้นเพื่อการจัดการกระบวนการของงาน ด้วยวิธีการอิเล็กทรอนิกส์โดยเริ่มต้นจากการเขียนแผนภาพ แล้วแปลงเป็นภาษาที่ทำงานได้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Object Management Group, 2011) การพัฒนา BPMN ให้มีความสำคัญกับคนทั่วไปซึ่งไม่ใช่คนไอที แต่เป็นผู้ทำงานและรู้จักงานขององค์กร หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถที่จะเข้าใจแผนภาพได้และเขียนแผนภาพได้ ในการเขียนแผนภาพ (Business Process Diagram: BPD) กระบวนการทำงานของหน่วยงาน หรือในส่วนที่เกี่ยวข้อง ด้วยมาตรฐานของ BPMN อย่างน้อยก็ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการงานของหน่วยงาน ทำคู่มือควบคุมงาน คู่มือปฏิบัติงาน (ฉัตรชัย บุญญะฐิติ, 2013) เมื่อมีความรู้ความเข้าใจในงานที่ปฏิบัติอย่างดี และ/หรือต้องการปรับปรุงขั้นตอน วิธีการในกระบวนการทำงานเพื่อต้องการประสิทธิผล เพียงแต่เขียนทุกสิ่งทุกอย่างตามที่เป็นอยู่จริง หรือที่ต้องการปรับเปลี่ยนเป็นแผนภาพตามมาตรฐาน BPMN หรือเนื้อหาของเรื่องที่ถูกต้องเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด โดยใช้มาตรฐานภาพสัญลักษณ์ในการสร้างโมเดลทางธุรกิจเพื่อให้เราเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยปัจจุบัน BPMN ที่ใช้งานอย่างแพร่หลายคือ เวอร์ชัน 2.0 ขอบเขตของ BPMN 2.0 สามารถวิเคราะห์โครงสร้างและทรัพยากรองค์กร การแตกกระบวนการงานต่างๆ การไหลเวียนของข้อมูลและสารสนเทศ BPMN 2.0 เป็นโมเดลระดับสูงที่ช่วยทำให้ผู้บริหาร ฝ่ายปฏิบัติการ และฝ่ายสนับสนุน เข้าใจกระบวนการทางธุรกิจและมีส่วนร่วมกันได้

3.2.2 สัญลักษณ์พื้นฐานที่ใช้ใน BPMN

สัญลักษณ์พื้นฐานที่ใช้ใน BPMN ที่ใช้ในการออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพล กองทัพอากาศ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ BPMN (จัตรัส บัญญัติ, 2556)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
	Lane คือ การแบ่งออกเป็นแต่ละหน่วยงานหรือหมายถึงผู้ทำกิจกรรม หรือกระบวนการนั้นๆ
	Activities หรือ กิจกรรม คือ กิจกรรมที่กำหนดให้ระบบทำถ้ากิจกรรมใหญ่มากๆ เราสามารถสร้างให้เป็นกิจกรรมย่อยๆ ได้ลงไปอีก
	Events หรือ เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเมื่อมีเหตุการณ์แล้วจะ trigger ให้เกิดอะไรตามมาได้ Start จุดเริ่ม  Intermediate จุดจับจังหวะ  End จุดสิ้นสุด 
	Gateways หรือ ตัวควบคุม คือ เป็นสัญลักษณ์ที่กำกับจุดเชื่อมโยงของ Flow (เส้นลูกศร) หลายๆเส้น
	Sequence Flow หรือ ลำดับการไหล คือ เส้นทางที่กำหนดทิศของ Flow ของงานต่อไปที่ต้องทำ (ทิศทางตามลำดับถัดไป) คล้าย Control Flow
	Message Flow หรือ ข้อมูลการไหล คือ เส้นประที่กำหนดทิศทางของข้อความที่ส่งเข้าไปเป็น Input หรือส่งออกมาเป็น Output ส่วนที่เหลือก็คล้ายๆ กับสัญลักษณ์ที่ใช้ใน UML Activity
	Data Object เป็นรูปแบบสัญลักษณ์สำหรับแสดงถึงเอกสาร ข้อมูล หรือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นเป็นได้ทั้งข้อมูลเข้า หรือ ออก
	Data Store เป็นรูปแบบของการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อที่จะนำข้อมูลนั้นๆ มาเรียกดูหรือเรียกใช้ได้กับสิ่งที่เกี่ยวข้องในกิจกรรม

3.4 ทฤษฎี Workflow

Workflow เป็นกระบวนการจัดการระบบการทำงาน แบบมีแผนทำงานแบบมีขั้นตอน โดยสามารถกำหนดขั้นตอนการทำงาน ติดตามการทำงาน รวมถึงการอนุมัติเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันแต่ละขั้นตอนการดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถตรวจสอบ กระบวนการทำงานในเรื่องของสถานะ การดำเนินการและการตรวจสอบความล่าช้าในการดำเนินการ ที่เกิดขึ้น สามารถนำมาปรับปรุงและเป็นตัวชี้วัดความเสี่ยงที่จะเกิดกับผลของงาน ตั้งแต่ต้นกระบวนการไปจนถึงกระบวนการ (อารีรัตน์ หนองขวงวาด, 2555) กระแสงานจะเริ่มดำเนินเมื่อได้รับการกระตุ้นจากอินพุต หรือข่าวสาร และ เมื่อกิจกรรมแรกดำเนินการเสร็จแล้ว จะส่งต่อ

ภาระให้กิจกรรมอื่นๆ ทำต่อกันไปจนกระทั่งจบกิจกรรมในกระแสนงาน หรือจนกว่าจะถึงกิจกรรมสุดท้ายที่ไม่สามารถทำงานต่อไปได้อีก กล่าวคือ กระแสนงานเน้นที่การเคลื่อนที่ของข้อมูล และสารสนเทศจากกิจกรรมหนึ่งไปอีกกิจกรรมหนึ่งต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนจบงานที่ต้องทำ ระบบจัดการกระแสนงาน (Workflow Management System) เป็น Tools หรือ Engine ในการสร้างกระแสนงาน ซึ่งจะมีการกำหนดกระบวนการ การทำงานร่วมกันกับผู้ใช้งานในระบบต่างๆ ที่ทำงานอยู่บนเครื่องต่างๆ กัน ระบบทำหน้าที่ติดต่อกับงานย่อยต่างๆ และผู้ใช้งาน

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิระศักดิ์ เพ็ชรประสิทธิ์, สุรางคนา ธรรมลิขิต, 2555 กล่าวว่า การจัดการกระบวนการงาน (Business Process Management : BPM) เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้นโดยการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานที่ดำเนินการโดยผู้ดูแลระบบ LMS Moodle ไปเป็นขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์แทน เพื่อให้การทำงานเป็นไปโดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่ได้ถูกกำหนดขึ้นมา ทำให้สามารถเพิ่มความรวดเร็วในการสร้างรายวิชาใหม่ในระบบ LMS Moodle

จุฑารัตน์ รุ่งเรือง, 2553 กล่าวว่า Business Process หรือ กระบวนการทางธุรกิจเป็นธุรกรรม (activity) ที่ประกอบด้วยภารกิจ (task) หลายๆ อย่างที่ต้องกระทำตามลำดับขั้นตอน Business Process จะให้ผลลัพธ์ตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้เมื่อมีการประมวลผลเสร็จสิ้น

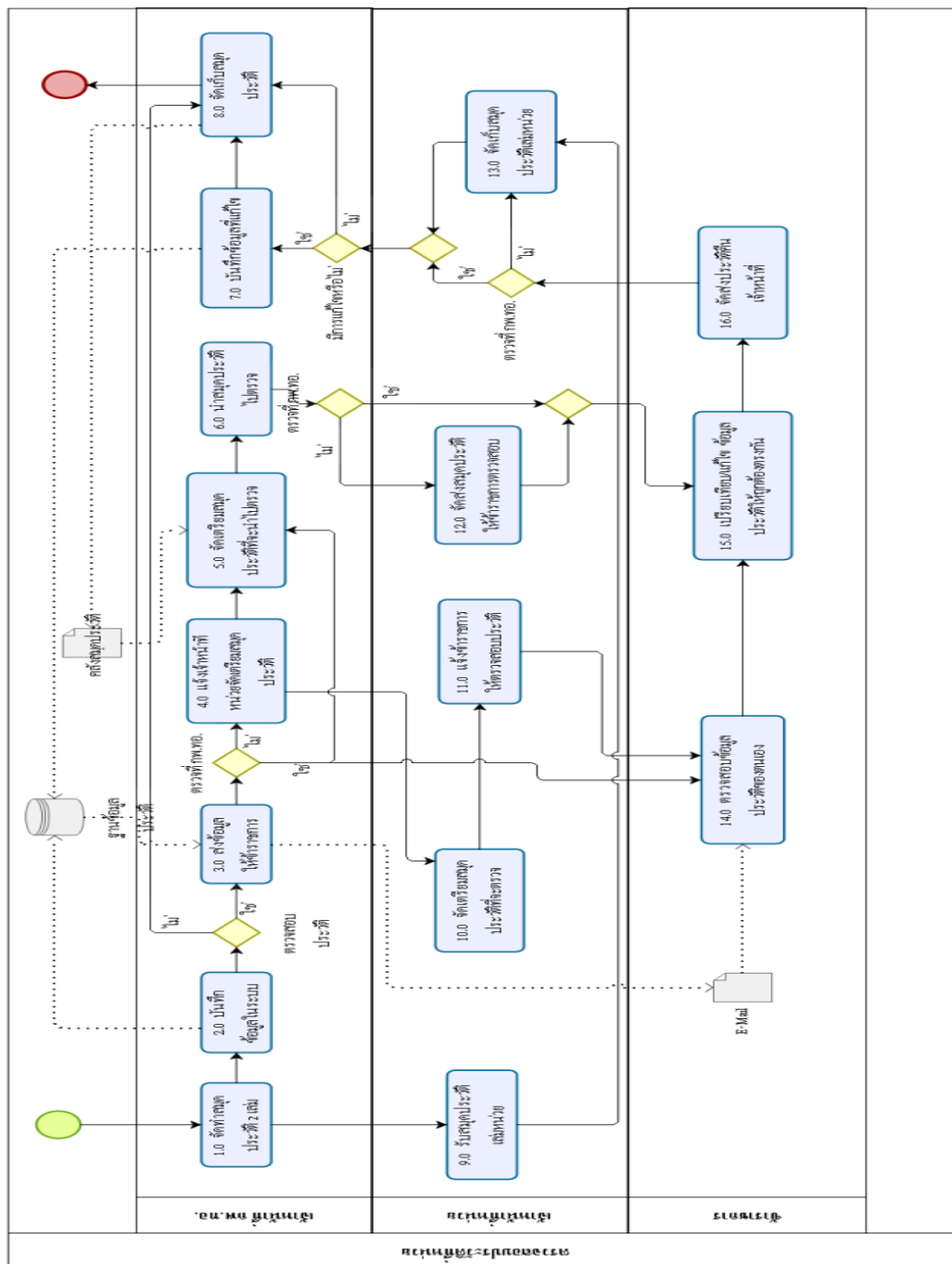
Sandra Sagdin, 2015 Said Business process management (hereinafter:BPM) bridges the divide between strategic and operational management, which causes problems in many organizations, and ensures the foundation for business oversight and necessary corrective action.

4. วิธีการดำเนินการศึกษา

การวิเคราะห์และออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ โดยใช้ BPM ได้ค้นคว้าจการพัฒนากระบวนการสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ดังนี้

4.1 การระบุปัญหา (Problem Identification) คือ การจัดทำเอกสารด้วยมือ ทำให้การบริหารจัดการข้อมูลไม่เป็นระบบ และไม่สามารถเห็นภาพขั้นตอนการทำงานร่วมกันกับผู้ใช้และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ

4.2 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ของการบันทึกประวัติข้าราชการ และสอบถามการทำงานของข้าราชการผู้ใช้ระบบการบันทึกประวัติราชการ โดยใช้ BPM ซึ่งเป็นเครื่องมือแบบใหม่ที่ทันสมัยในการสร้างกระบวนการทางธุรกิจ และแสดงให้เห็นภาพความเกี่ยวข้องระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบงาน (Stakeholder) ทำให้ทราบถึงการทำงานของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบดังนี้ ข้าราชการ, เจ้าหน้าที่กำลังพลทหารอากาศ และ เจ้าหน้าที่กำลังพลหน่วย โดยได้นำโปรแกรม Bizagi มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการงานการบันทึกประวัติรับราชการ โดยใช้ BPM

อภิปรายผล

1. กระบวนการจัดทำสมุดประวัติรับราชการของข้าราชการที่บรรจุเข้ารับราชการต้องจัดทำสมุดประวัติรับราชการ จำนวน 2 เล่ม ที่กรมกำลังพลทหารอากาศ ตามกิจกรรมที่ 1.0) จากนั้นจึงนำสมุดประวัติจัดส่งให้หน่วยต้นสังกัด 1 เล่ม ตามกิจกรรมที่ 9.0) กรมกำลังพลทหารอากาศจะบันทึกข้อมูลในสมุดประวัติรับราชการลงฐานข้อมูล ตามกิจกรรมที่ 2.0) เมื่อบันทึกข้อมูลแล้ว จึงนำสมุดประวัติจัดเก็บในคลัง ตามกิจกรรมที่ 8.0)

2. กระบวนการตรวจประวัติของข้าราชการ ณ กรมกำลังพลทหารอากาศนั้น กรมกำลังพลทหารอากาศจะส่งข้อมูลให้ข้าราชการตรวจสอบในเบื้องต้นผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-Mail) ตามกิจกรรมที่ 3.0) และจัดเตรียมสมุดประวัติสำหรับการตรวจสอบ ตามกิจกรรมที่ 5.0) ซึ่งข้าราชการต้องตรวจสอบข้อมูลประวัติของตนเอง ตามกิจกรรมที่ 14.0) จากนั้นจึงนำสมุดประวัติ ไปตรวจสอบแก้ไขที่กรมกำลังพลทหารอากาศ ตามกิจกรรมที่ 15.0) โดยกรมกำลังพลทหารอากาศจะนำสมุดประวัติที่จัดเตรียมไว้จากกิจกรรมที่ 5.0) ไปให้ข้าราชการตรวจสอบเปรียบเทียบ ตามกิจกรรมที่ 6.0) เมื่อข้าราชการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว จะส่งสมุดประวัติคืนให้กับกรมกำลังพลทหารอากาศ ตามกิจกรรมที่ 16.0) ในกรณีที่มีการแก้ไขข้อมูล กรมกำลังพลทหารอากาศจะบันทึกข้อมูลที่แก้ไขลงในฐานข้อมูล ตามกิจกรรมที่ 7.0) ในกรณีที่ไม่มีแก้ไขข้อมูล หรือบันทึกข้อมูลที่แก้ไขแล้ว กรมกำลังพลทหารอากาศจะจัดเก็บสมุดประวัติเข้าคลัง ตามกิจกรรมที่ 8.0)

3. กระบวนการตรวจประวัติของข้าราชการ ณ หน่วยต้นสังกัด กรมกำลังพลทหารอากาศจะส่งข้อมูลให้ข้าราชการตรวจสอบในเบื้องต้นเหมือนการตรวจสอบที่กรมกำลังพลในกิจกรรมที่ 3.0) แล้วแจ้งหน่วยต้นสังกัดเพื่อให้เตรียมสมุดประวัติ ตามกิจกรรมที่ 4.0) จากนั้นจึงจัดเตรียมสมุดประวัติจากกรมกำลังพลทหารอากาศ และนำสมุดประวัติไปที่หน่วยต้นสังกัด ตามกิจกรรมที่ 5.0) และ 6.0) โดยหน่วยต้นสังกัดจะต้องแจ้งให้ข้าราชการตรวจสอบข้อมูลของตนเอง ตามกิจกรรมที่ 11.0) ซึ่งข้าราชการต้องตรวจสอบข้อมูลประวัติของตนเอง ก่อน ตามกิจกรรมที่ 14.0) แล้วมาตรวจสอบแก้ไขข้อมูลในสมุดประวัติซึ่งหน่วยต้นสังกัดจะจัดส่งสมุดประวัติให้ ตามกิจกรรมที่ 12.0) และ 15.0) เมื่อตรวจสอบแก้ไขเรียบร้อยแล้วจะจัดส่งสมุดประวัติคืนให้หน่วยต้นสังกัด ตามกิจกรรมที่ 16.0) ซึ่งหน่วยต้นสังกัดจะจัดเก็บสมุดประวัติของตนเอง ตามกิจกรรมที่ 13.0) และส่งสมุดประวัติ 1 เล่มให้กรมกำลังพลทหารอากาศเพื่อนำมาบันทึกข้อมูลที่มีการแก้ไข และจัดเก็บสมุดประวัติเข้าคลัง ตามกิจกรรมที่ 7.0) และ 8.0) เช่นเดียวกัน

จากแผนภาพ BPM กระบวนการงานการบันทึกประวัติรับราชการ ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความถูกต้องครบถ้วนกระบวนการงานของระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ ด้วยหลักการ BPM

5. สรุป

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ ด้วยหลักการ BPM ทำให้เห็นภาพรวมขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วยกระบวนการ 3 กระบวนการ คือ 1) กระบวนการจัดทำสมุดประวัติรับราชการ 2) กระบวนการตรวจประวัติของข้าราชการ ณ กรมกำลังพลทหารอากาศ 3) กระบวนการตรวจประวัติของข้าราชการ ณ หน่วยต้นสังกัด ใน 3 กระบวนการนี้ จะช่วยทำให้เกิดประโยชน์กับองค์กรและผู้บังคับบัญชาในการวิเคราะห์การทำงานของแต่ละส่วน เพื่อพัฒนาและปรับปรุงทรัพยากรการใช้งานในองค์กรให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบการบริหารงานด้านกำลังพลกองทัพอากาศ โดยใช้ BPM สามารถนำไปพัฒนาเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน โดยใน Bizagi Studio สามารถแปลง code โดยอัตโนมัติได้ เช่น โมบายแอปพลิเคชันและเว็บแอปพลิเคชัน

7. เอกสารอ้างอิง

กรมกำลังพลทหารอากาศ. 2560. โครงสร้างหน่วย. วันที่สืบค้น 15 ก.ย.2560. ชื่อแหล่งสารสนเทศ:

www.person.rtaf.mi.th

จุฑารัตน์ รุ่งเรือง. 2553. “การประสานการทำงานร่วมกันของเว็บเซอร์วิสโดยใช้บีเพล กรณศึกษาระบบร้านหนังสือออนไลน์” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ฉัตรชัย บุญญะฐิติ. 2556. Business Process Modeling Notation : BPMN. วันที่สืบค้น 17 ต.ค.2560. ชื่อแหล่ง

สารสนเทศ: <https://www.gotoknow.org/posts/260886>

ชนเดช เพิ่มพูน. 2558. Business Process Management (ตอนที่ 1). วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560. ชื่อแหล่ง

สารสนเทศ: <http://www.cioworldmagazine.com>

พงษ์พันธ์ มานูพิรพันธ์. ม.ป.ป. การจัดทำกระบวนการตามมาตรฐาน BPMN INTRODUCTION TO BPMN).

วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560. ชื่อแหล่งสารสนเทศ: <http://ea.moj.go.th>

พีระศักดิ์ เพียรประสิทธิ์, สุรางคณา ธรรมลิขิต. 2555. “การประยุกต์เว็บเซอร์วิสสำหรับบูรณาการระบบบริหารการเรียนการสอน Moodle และระบบงานทะเบียน” คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุทธิ สีนทอง. 2557. การปรับปรุงกระบวนการ (Process Improvement). วันที่สืบค้น 19 ต.ค. 2560. ชื่อแหล่ง

สารสนเทศ: <http://www.exat.co.th>

อารีรัตน์ หนองขวงวาด. 2555. Workflow System. วันที่สืบค้น 19 ต.ค.2560 ชื่อแหล่งสารสนเทศ:

www.gotoknow.org

Object Management Group. 2011. Documents Associated With Business Process Model And Notation

(BPMN) Version 2.0 Retrieved 12/09/2558, form <http://www.omg.org>

Sandra Sagin. 2015. “APPROACHING PROCESS ORIENTATION AND BUSINESS PROCESS

MANAGEMENT:THE CASE STUDY OF THE COMPANY VIP MOBILE” Master’s Thesis,

Faculty of Economics, Graduate School, University of Ljubljana.

อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งสำหรับโรงเพาะเห็ดอัจฉริยะ

INTERNET OF THINGS FOR INTELLIGENT MUSHROOM PLANT

ผิน ฉัตรแก้วมณี¹, นิมิตร ทักขวิทยาพงศ์²

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

pin.ch@spu.ac.th¹, nimit.tu@spu.ac.th²

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีประชากรส่วนมากทำเกษตรกรรม โดยเกษตรกรมีองค์ความรู้ด้านการเกษตรจากประสบการณ์การเพาะปลูกจริง และถ่ายทอดกันในกลุ่มเกษตรกรที่มีความสนใจหรือปลูกพืชชนิดเดียวกัน เรียกว่าเป็นองค์ความรู้พื้นถิ่น ส่วนมากเป็นเพียงการใช้ความรู้สึกรู้สึกหรือจดจำขบวนการเพาะปลูกจากบรรพบุรุษ ไม่มีการวัดผลหรือเก็บสถิติเชิงตัวเลขที่ชัดเจน ทำให้เกษตรกรต้องดูแลขบวนการเพาะปลูกด้วยตัวเองอย่างใกล้ชิดตลอดช่วงเวลากการเพาะปลูก เช่นเดียวกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดเศรษฐกิจตำบลลาลอยอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่มีความต้องการจะพัฒนาขบวนการเพาะปลูกเห็ดให้ทันสมัยและวัดผลได้ ประกอบกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของทางรัฐบาล ที่ให้นำเทคโนโลยีมาช่วยในภาคเกษตรกรรม เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน เพิ่มมูลค่าพืชผล และช่วยลดภาระงานของเกษตรกรนั่นเอง ในเอกสารงานวิจัยนี้ ได้มีการออกแบบระบบและอุปกรณ์ต่างๆ โดยนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้งาน สามารถแบ่งอุปกรณ์ได้เป็น 2 ประเภท คือ อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ด และอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและพัดลม โดยอุปกรณ์ดังกล่าว ใช้สำหรับการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเพาะเห็ด ในเบื้องต้นเป็นการตรวจวัดค่าและควบคุมการทำงานด้วยตัวเกษตรกรเองผ่านทางมือถือ โดยระบบจะแจ้งอุณหภูมิและความชื้นทางมือถือตามช่วงเวลาที่กำหนด เกษตรกรสามารถตรวจสอบค่าที่ได้ แล้วควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและพัดลมอย่างเหมาะสม โดยเกษตรกรไม่จำเป็นต้องอยู่ที่โรงเพาะเห็ดตลอดเวลาอย่างแต่ก่อน เพื่อเป็นการต่อยอดงานวิจัยนี้ ได้มีการเก็บข้อมูลจากโรงเพาะเห็ดลงในบริการฐานข้อมูลระบบคลาวด์ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและพฤติกรรมการทำงานการทำงานของตัวเกษตรกร เพื่อพัฒนาให้เป็นโรงเพาะเห็ดระบบควบคุมอัตโนมัติในอนาคต

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง, โรงเพาะเห็ด, ระบบควบคุมอัตโนมัติ, บริการระบบคลาวด์

ABSTRACT

Most Thais are in the agricultural sector. Their agricultural knowledge is developed based on the actual growing experiences and this knowledge is usually passed on within the same interested group, they are known as “local wisdom”. Most of the local wisdom based on their feeling or remembering the ways their ancestors used before them. They don't have any measurement records or any obvious statistical data that is the reason why they

have to closely track their growing processes especially during the whole growing period. The same scenario can be applied to a typical economical mushroom community enterprise at Saraloi sub-district, Tarrue district, Ayutthaya Province. This community wants to improve the current mushroom growing process with the current technology to obtain measurable results. Such improvement complies with the current governmental policy, “Thailand 4.0” which encourages all of the agricultural sector to bring in technology to increase the growing product, decrease the investment, increase to value of the crop and reduce the current agricultural work load. In this research, we designed an overall plan are conducted for the system lay out plan along with all the respective IoT (Internet of Things) devices. The devices can be classified into 2 groups, they are: temperature and moisture sensors for the mushroom plant and the actuators for both the water pump and blowing fan. All of them are necessary to control the required environment for the mushroom growing processes. Initially, the growers can monitor and control the mushroom growing processes via typical cloud service through their mobile devices. The above control system will provide the temperature and moisture data on a time interval assignment, the growers can also monitor the current data from the mushroom plant and manipulate the water pump and blowing fan accordingly. The growers may not have to be at the mushroom plant at all the time as before. To further enhance the research, related data will be collected from the mushroom plant on the cloud system for additional analyses of the data and process control behavior of the growers. The analyses are required to create a complete automatic mushroom growing control system in the future.

KEYWORDS: Internet of Things (IoT), Mushroom Plant, Automatic Control System, Cloud Services

1. หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยมีการทำเกษตรกรรมมาเป็นระยะเวลานาน ในสมัยก่อน ความรู้เกี่ยวกับการเพาะปลูกจะถูกถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น ทำให้เกษตรกรเพาะปลูกพืชผลโดยอาศัยประสบการณ์เป็นส่วนสำคัญ หลังจากที่มีรัฐบาลมีนโยบายให้รวมกลุ่มเกษตรกรในท้องถิ่นจัดตั้งเป็นกลุ่มสหกรณ์การเกษตร เพื่อให้มีอำนาจต่อรองในการซื้ออุปกรณ์การเกษตรหรือปุ๋ย รวมถึงการขายพืชผลหรือผลิตภัณฑ์แปรรูปกับกลุ่มพ่อค้า ทำให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ มีการถ่ายทอดความรู้ภายในกลุ่มเกษตรกร สุดท้ายมีการรวบรวมออกมาเป็นองค์ความรู้ที่ยั่งยืนในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดที่ทางกลุ่มสนใจประกอบกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของรัฐบาล ที่ต้องการผลักดันประเทศด้วยนวัตกรรม เพื่อความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน นำเอาองค์ความรู้ที่กระจายในแต่ละภาคส่วนมาแลกเปลี่ยน เพื่อให้ได้ซึ่งนวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อประเทศชาติต่อไป

1.1 การเพาะเห็ดในประเทศไทย

การเพาะเห็ด ก็ถือว่าเป็นพืชที่ได้รับความสนใจในกลุ่มเกษตรกรด้วยเช่นกัน ดูได้จากโครงการต่างๆ ที่แต่ละจังหวัดได้รณรงค์และสนับสนุนให้มีการเพาะเห็ดในกลุ่มเกษตรกร และลงไปถึงระดับครัวเรือน โดยทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดเศรษฐกิจตำบลศาลาลอยอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก็เป็นอีกกลุ่มเกษตรกรที่มีการเพาะเห็ดมาเป็นระยะเวลากว่า 10 ปี เห็ดที่เพาะส่วนมากเป็นที่ต้องการในท้องตลาด ได้แก่ เห็ด

นางฟ้าแต่แบ่งออกเป็นหลากหลายสายพันธุ์ด้วยกัน ทางกลุ่มยังมีสูตรสำหรับส่วนผสมในการทำก้อนเห็ด มีเครื่องจักรในการทำก้อนเห็ด มีการสร้างโรงเพาะเห็ดแบบถาวรจำนวนมาก และมีขั้นตอนการเพาะเห็ดที่ชัดเจน รวมถึงการหาตลาดและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดอย่างเป็นระบบ โดยทางกลุ่มได้รับงบประมาณสนับสนุนจากทางอำเภอท่าเรือ เพื่อนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเห็ดของทางกลุ่ม ตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 เพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต สร้างความน่าเชื่อถือ และลดภาระงานให้แก่เกษตรกรนั่นเอง จากตัวอย่างงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเห็ด เช่น งานวิจัยของบุญยัง สิ่งหะเจริญ และ สันติ สากแก้ว (2559)[1] ได้ทำการศึกษาการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดและออกแบบโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมกับการเพาะเห็ด ซึ่งให้ผลเป็นที่พอใจและในส่วนของทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดพบว่าเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไป ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด, สุกวุฒิ ผาภา สันติ วงศ์ใหญ่ และ อติสร ถมยา (2557)[2] ทำการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง โดยวิธีการควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติซึ่งมีนาอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นมาเป็นตัวตัดสินใจจากผลจากงานวิจัยดังกล่าว พบว่ากลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของเห็ดอยู่ในระดับมากเป็นต้น

1.2 อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งหรือที่เรียกว่า IoT (Internet of Things) เป็นเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) และมีการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายสื่อสาร ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) เพื่อควบคุมหรือส่งต่อข้อมูลให้กับระบบอื่น ช่วยทำให้เกิดระบบอัจฉริยะ (Intelligent Systems) ในที่สุด ปัจจุบันมีการนำ IoT มาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งด้านการแพทย์ เช่น อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งสำหรับระบบบันทึกการเดินของทารกในครรภ์[3] เติงลมอัจฉริยะเพื่อลดการเกิดโรคหลอดเลือด[4] การวิเคราะห์ความอับชื้นเพื่อเปลี่ยนการใช้งานของผ้าอ้อมสำเร็จรูปสำหรับผู้สูงอายุ[5] ด้านอุตสาหกรรม เช่น อินเทอร์เน็ตของสิ่งประดิษฐ์เพื่อประหยัดพลังงานของหลอดไฟแอลอีดี[6] ด้านเกษตรกรรม เช่น ระบบอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งสำหรับควบคุมน้ำในนาข้าว[7] และด้านอื่นๆ รวมถึงการนำมาใช้งานในชีวิตประจำวันด้วยเช่นกัน ซึ่งทางผู้วิจัยก็ได้ศึกษามาระยะเวลาหนึ่งแล้ว

1.3 การให้บริการคลาวด์ (Cloud Services)

คอมพิวเตอร์คลาวด์ (Cloud Computing) เป็นเทคนิคการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ร่วมกันหลายเครื่องผ่านเครือข่าย อาจอยู่ในบริเวณเดียวกันหรือต่างสถานที่กันก็ได้ ช่วยเพิ่มความคงอยู่ของระบบสำหรับใช้งานได้มากกว่าการใช้คอมพิวเตอร์เพียงตัวเดียว ส่วนบริการคลาวด์ก็มีหลากหลายเช่นกัน เช่น บริการคลาวด์สำหรับการคำนวณ (Cloud Computing) บริการคลาวด์สำหรับฐานข้อมูล (Cloud Database) เป็นต้น หรือแม้แต่บริการเว็บ (Web services)[8] ก็สามารถอยู่บนคลาวด์ได้เช่นกัน ในการสร้างต้นแบบมักนิยมใช้บริการคลาวด์แบบสาธารณะ (Public Cloud) เพราะสะดวกต่อการพัฒนา และช่วยลดเวลาในการบริหารจัดการทรัพยากร แต่จะมีค่าใช้จ่ายบริการ และข้อมูลจะถูกนำไปเก็บไว้ที่ผู้ให้บริการคลาวด์ ซึ่งแตกต่างจากบริการคลาวด์แบบส่วนตัว (Private Cloud) ที่

ต้องบริหารจัดการเอง แต่ลดค่าใช้จ่ายบริการและข้อมูลจะถูกเก็บแบบส่วนตัวมากกว่า จึงมักนิยมสร้างและใช้งานหลังจากสร้างต้นแบบและทดลองในบริการคลาวด์แบบสาธารณะสมบูรณ์และถูกต้องแล้ว

2. วัตถุประสงค์

- (1) ศึกษาขั้นตอนการเพาะเห็ด ลักษณะโรงเพาะเห็ด และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมภายในโรงเพาะเห็ด
- (2) ออกแบบอุปกรณ์ที่จำเป็น เพื่อติดตั้งภายในโรงเพาะเห็ด รวมถึงระบบที่ใช้แสดงค่าและควบคุมการทำงานภายในโรงเพาะเห็ด
- (3) นำไปติดตั้งที่โรงเห็ด กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดเศรษฐกิจตำบลศาลาลอยอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อทดสอบการทำงานจริง แบบการควบคุมด้วยตนเอง (Manual Control)
- (4) ตรวจสอบค่าและเก็บข้อมูลภายในโรงเห็ดหลังจากการติดตั้ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ ไปใช้สำหรับพัฒนาเป็นโรงเห็ดอัจฉริยะที่ทำงานแบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control) ในลำดับถัดไป

3. ขอบเขต

- (1) ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดจำนวน 3 ชุด โดยวัดค่าต่างๆ ดังนี้
 - ค่าอุณหภูมิ มีหน่วยเป็น $^{\circ}\text{C}$ (องศาเซลเซียส) ค่าที่วัดในระบบอยู่ระหว่าง 0°C ถึง 50°C
 - ค่าความชื้น มีหน่วยเป็น %RH (Relative Humidity: ความชื้นสัมพัทธ์) ค่าที่วัดในระบบอยู่ระหว่าง 0 %RH ถึง 100% RH
 - ความสว่าง มีหน่วยเป็น Lux (ลักซ์) ค่าที่วัดในระบบมีด้วยกัน 3 ระดับ ได้แก่ แสงน้อย มีความสว่างไม่เกิน 20 Lux แสงปานกลาง มีความสว่างตั้งแต่ 20 Lux ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 200 Lux และแสงมาก มีความสว่างตั้งแต่ 200 Lux ขึ้นไป
- (2) ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ควบคุม จำนวน 3 ชุด ดังนี้
 - ควบคุมแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 220V (ไม่เกิน 50A) สำหรับพัดลมในระบบลดอุณหภูมิ 1 ชุด
 - ควบคุมแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 220V (ไม่เกิน 50A) สำหรับปั้มน้ำในระบบลดอุณหภูมิ 1 ชุด
 - ควบคุมแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 220V (ไม่เกิน 50A) สำหรับปั้มน้ำในระบบเพิ่มความชื้น 1 ชุด
- (3) ออกแบบและสร้างระบบสำหรับโรงเพาะเห็ด มีรายละเอียด ดังนี้
 - มีการใช้บริการคลาวด์ที่จำเป็น ได้แก่ MQTT, Database, Processing และ Web Services
 - มีการใช้บริการ Line API สำหรับสื่อสารข้อมูลระหว่างโรงเพาะเห็ดและเกษตรกรผู้ดูแล
 - ค่าที่ได้จากตัวอุปกรณ์จะนำไปแสดงใน Line Application และสามารถส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมโดยพิมพ์คำสั่งใน Line Application เบื้องต้นเป็นแบบควบคุมด้วยตัวเกษตรกรผู้ดูแลเองก่อน
- (4) เก็บข้อมูลค่าลงฐานข้อมูล เพื่อนำมาใช้พัฒนาระบบให้เป็นแบบควบคุมอัตโนมัติต่อไป

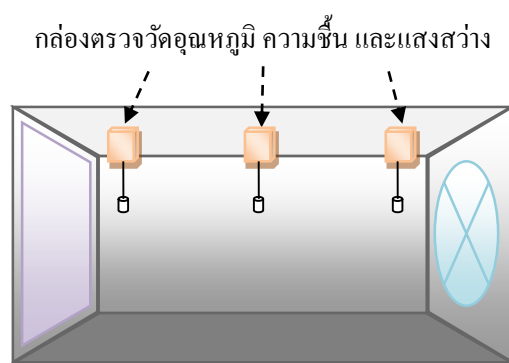
4. วิจัยดำเนินการวิจัย

หลังจากได้ลงพื้นที่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดเศรษฐกิจตำบลศาลาลอยอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อศึกษาขั้นตอนการเพาะเห็ดอย่างละเอียด ปัญหาที่ทางกลุ่มเกษตรกรพบและต้องการแก้ไข ได้มีโอกาสถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับ IoT ให้ทางกลุ่มเกษตรกรได้มีความเข้าใจในเบื้องต้น และให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์เพื่อติดตั้งในโรงเพาะเห็ด โดยพยายามไม่ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการเพาะเห็ดของทางกลุ่มเกษตรกรที่มีอยู่เดิม และมีการเก็บข้อมูลที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเห็ด เพื่อนำไปพัฒนาต่อให้เป็นโรงเพาะเห็ดอัจฉริยะที่สามารถควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติต่อไป

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นการลงสำรวจพื้นที่ เพื่อศึกษากระบวนการเพาะเห็ด ลักษณะของโรงเพาะเห็ด ปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นในการเพาะเห็ด และปัญหาต่างๆ จากกลุ่มเกษตรกร พร้อมแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ทางด้าน IoT ระยะที่สองเป็นการนำข้อมูลที่ได้ออกแบบและเลือกตัวอุปกรณ์ตรวจวัดที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งในโรงเพาะเห็ด รวมไปถึงออกแบบระบบที่ทำเป็นแบบควบคุมด้วยตัวเกษตรกรเองก่อน แล้วนำไปติดตั้งในโรงเพาะเห็ดจริง ระยะสุดท้ายเป็นการเก็บข้อมูลค่าที่ตรวจวัดและสถานะของตัวควบคุมต่างๆ นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในโรงเห็ด รวมไปถึงพฤติกรรมการทำงานของตัวเอง เพื่อสร้างเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ และนำไปติดตั้งต่อไป

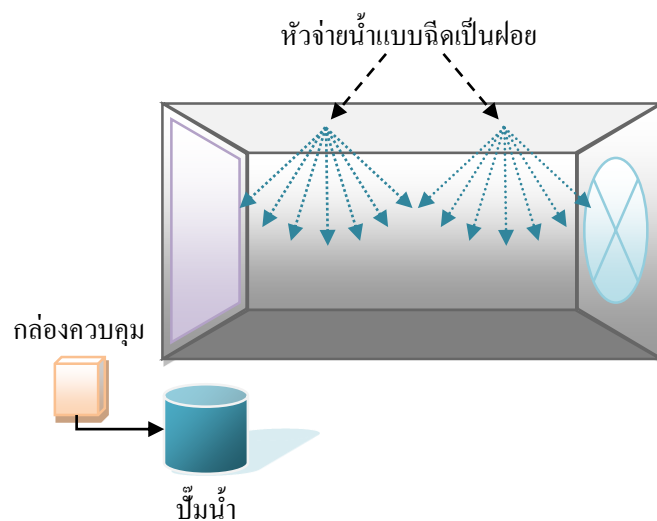
หลังจากลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลเบื้องต้น และร่วมออกแบบโรงเพาะเห็ดต้นแบบกับทางกลุ่มเกษตรกร ได้มีการแบ่งอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งและทดสอบออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่

(1) อุปกรณ์ตรวจวัดค่าต่างๆ ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเห็ด ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ด และค่าแสงสว่างที่อาจเป็นปัจจัยรองในการเพาะเห็ด (แสดงในแผนภาพที่ 1)



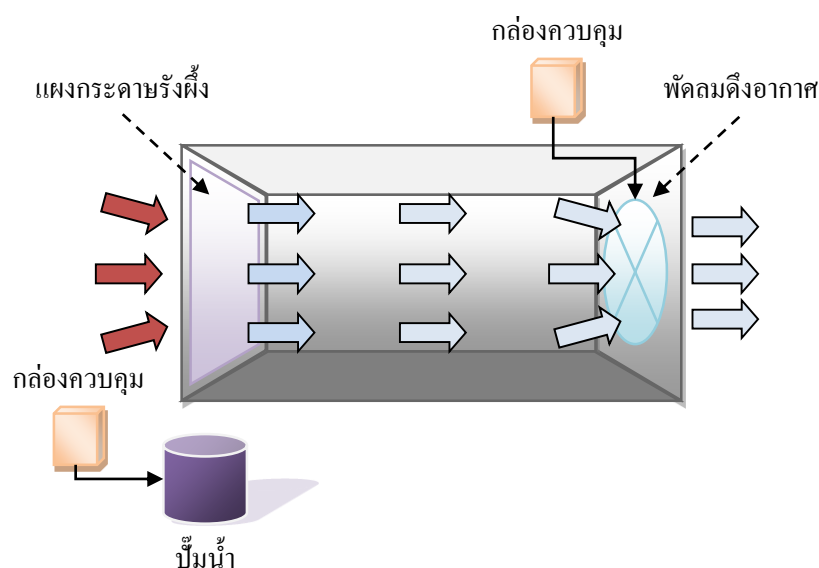
แผนภาพที่ 1 การติดตั้งกล่องตรวจวัดค่า

(2) อุปกรณ์ควบคุม สำหรับช่วยเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน ได้แก่ บั๊มน้ำสำหรับส่งน้ำไปยังหัวจ่ายน้ำแบบฉีดเป็นฝอย (แสดงในแผนภาพที่ 2)



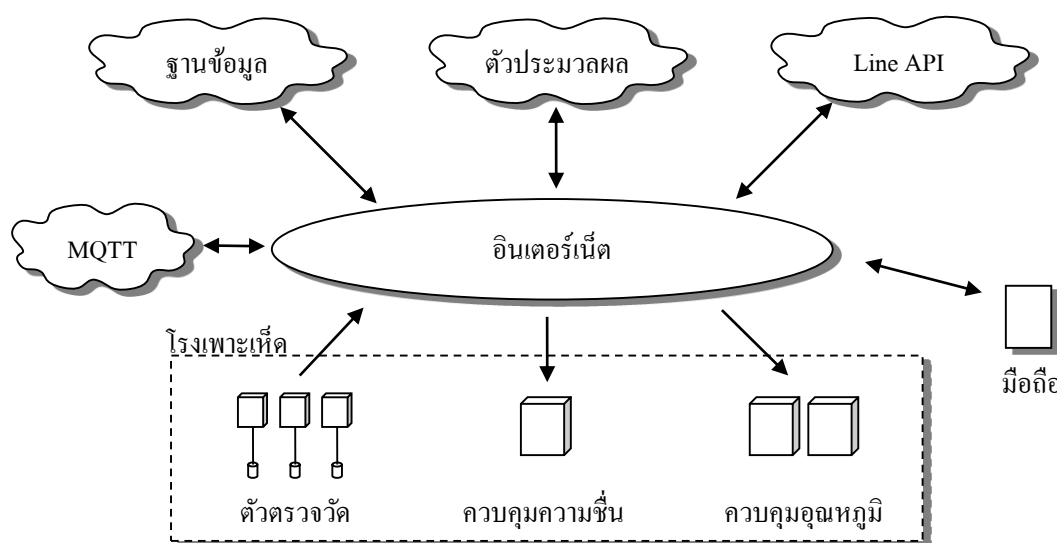
แผนภาพที่ 2 การเพิ่มความชื้นในโรงพยาบาล

(3) อุปกรณ์ควบคุม สำหรับระบบลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน ประกอบด้วย ปั้มน้ำสำหรับจ่ายน้ำที่แผงกระดาดรังผึ้ง และพัดลมที่ใช้ดึงอากาศผ่านแผงกระดาดรังผึ้ง (แสดงในแผนภาพที่ 3) โดยไม่จำเป็นต้องทำงานพร้อมกันตลอดเวลา



แผนภาพที่ 3 ระบบลดอุณหภูมิภายในโรงพยาบาล

แผนภาพที่ 4 เป็นภาพรวมองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ โรงเพาะเห็ดที่มีอุปกรณ์ตรวจวัด ตัวควบคุมความชื้น และระบบควบคุมอุณหภูมิ มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ส่วนที่เป็นบริการระบบคลาวด์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ บริการ MQTT ซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับส่งรับข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ บริการหน่วยประมวลผล ที่เป็นตัวประมวลผลของระบบ บริการ Line API สำหรับรับส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน Line บนมือถือของเกษตรกร และบริการฐานข้อมูล สำหรับเก็บข้อมูลค่าที่ตรวจวัดได้และสถานะของอุปกรณ์ควบคุมภายในโรงเพาะเห็ด



แผนภาพที่ 4 ส่วนประกอบในระบบที่เกี่ยวข้องกับโรงเพาะเห็ด

การทำงานของระบบ เริ่มจากจากตัวอุปกรณ์ตรวจวัด ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งสาร (Publisher) ที่คอยส่งข้อมูลค่าที่ตรวจวัดได้ ผ่านเครือข่ายโดยใช้ MQTT (Message Queue Telemetry Transport) Protocol ไปยังตัวประมวลผลในบริการระบบคลาวด์ เพื่อส่งต่อไปยังแอปพลิเคชัน Line ในมือถือของตัวเกษตรกรผู้ดูแลโรงเพาะเห็ด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ บั๊มน้ำในการเพิ่มความชื้นภายในโรงเพาะเห็ด บั๊มน้ำและพัดลมในระบบลดอุณหภูมิในโรงเพาะเห็ดให้เหมาะสม โดยในการสั่งงานดังกล่าวทำได้โดยพิมพ์คำสั่งลงในแอปพลิเคชัน Line แล้วถูกส่งต่อไปยังตัวประมวลผลในบริการระบบคลาวด์เพื่อวิเคราะห์คำสั่ง หลังจากนั้นตัวประมวลผลจะส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ในโรงเพาะเห็ดโดยใช้ MQTT Protocol เช่นเดิม สุดท้ายเมื่อคำสั่งส่งไปถึงตัวอุปกรณ์ ตัวอุปกรณ์ก็จะทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ

5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ได้แก่กล่องตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง และกล่องควบคุมแหล่งจ่ายไฟ 220V (ไม่เกิน 50A) โดยมีอุปกรณ์พื้นฐานได้แก่ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และการสื่อสาร ESP8266 ตัวตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น SHT10 ตัวตรวจวัดความสว่าง LDR (Light-Dependent Resistor) และสวิตช์แบบ โซลิดสเตต SSR-50 DA แสดงในแผนภาพที่ 5(ก) – 5(ง) ตามลำดับ โดยทำเป็นกล่อง เพื่อสะดวกต่อการติดตั้งในโรงเพาะเห็ด ประกอบด้วยกล่องสำหรับตรวจวัดค่า และกล่องสำหรับควบคุมการทำงาน และได้นำไปติดตั้งในสถานที่จริงเรียบร้อยแล้ว แสดงในแผนภาพที่ 6

สำหรับการใช้งานในแอปพลิเคชัน Line บนมือถือ ได้ออกแบบเหมือนโรงเพาะเห็ดเป็นสมาชิกใน Line เริ่มจากการเพิ่มเพื่อนโดยสแกนจาก QR Code หลังจากนั้นจะแสดงข้อความต้อนรับเป็นการเริ่มต้นใช้งาน ผู้ใช้ต้องส่งข้อความอย่างน้อย 1 ข้อความ หลังจากนั้นระบบจะบันทึกรหัสผู้ใช้สำหรับส่งข้อมูลค่าจากกล่องตรวจวัด ทั้ง 3 กล่อง ที่ติดตั้งภายในโรงเพาะเห็ดตามระยะเวลาที่กำหนด (ค่าเริ่มต้น 30 นาที) ผู้ใช้ส่งคำสั่งเพื่อเปลี่ยนระยะเวลาในการอ่านค่าได้ (เวลาที่กำหนด คือ 30, 60, 90 และ 120 นาที) สามารถส่งคำสั่งเพื่อควบคุมอุปกรณ์

ได้แก่ ป้อนน้ำและพัดลมสำหรับลดอุณหภูมิ และป้อนน้ำสำหรับเพิ่มความชื้น และเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้ จึงได้ออกแบบให้เป็นเสมือนปุ่มกดแทนการพิมพ์ แสดงในแผนภาพที่ 7



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

แผนภาพที่ 5 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเพาะเห็ด

(ก) – (ง) เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับโรงเพาะเห็ด



แผนภาพที่ 6 การติดตั้งอุปกรณ์ในบริเวณโรงเพาะเห็ด

6. สรุปผลการวิจัย

หลังจากการติดตั้งอุปกรณ์พร้อมทดสอบระบบแล้ว เกษตรกรสามารถอ่านค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความสว่างในโรงเพาะเห็ดได้ ทำให้เกิดการวัดค่าเชิงตัวเลขแทนการใช้ความรู้สึก เกษตรกรใช้ค่าข้อมูลที่ได้ช่วยในการตัดสินใจเพื่อควบคุมระบบลดอุณหภูมิและระบบเพิ่มความชื้นได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ดูแลที่โรงเพาะเห็ดตลอดเวลาเหมือนแต่ก่อน จึงสามารถทำกิจการอื่นได้ สามารถเพิ่มจำนวนโรงเพาะเห็ดได้ ถือว่าเป็นการช่วยลดภาระสำหรับตัวเกษตรกรเองได้ ทั้งเป็นการดำเนินตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของทางภาครัฐบาลที่ต้องการนำเทคโนโลยีมาพัฒนาการเกษตรกรรมอย่างชัดเจน



แผนภาพที่ 7 ตัวอย่างการอ่านค่าและควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Line

ในระยะต่อไปของงานวิจัยนี้ จะพัฒนาให้เป็นระบบที่สามารถควบคุมแบบอัตโนมัติ จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะเห็ด รวมไปถึงการเรียนรู้พฤติกรรมการทำงานของตัวเกษตรกรเอง โดยทางผู้วิจัยได้ขออนุญาตทางเกษตรกรแล้ว เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ที่กล่าวมา แสดงในแผนภาพที่ 8

โดยผู้วิจัยหวังว่า โรงเพาะเห็ดแบบควบคุมอัตโนมัติที่จะพัฒนาต่อไปนั้น จะช่วยลดการใช้ทรัพยากรลงได้ ในที่นี้หมายถึงพลังงานไฟฟ้าและปริมาณการใช้น้ำ ทำให้ลดต้นทุนในการเพาะปลูก ลดภาระงานหรือลดค่าจ้างแรงงานในการดูแล เพิ่มความเชื่อมั่นต่อผู้บริโภคในผลผลิตของเกษตรกร ส่งผลให้เพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตร และเกษตรกรยังสามารถต่อยอดเป็นการเพาะปลูกเชิงธุรกิจ หรือเป็นการเพาะปลูกเชิงท่องเที่ยว และเรียนรู้ได้อีกทางหนึ่ง

Mushroom-001, Ayutthaya (Last 25 records)

Date - Time	Device ID	Temperature (°C)	Humidity (%)	Light (LUX)	Switch State
29/10/2017 - 20:29:27	4320149	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 20:29:17	4320149	POWER SWITCH			OFF
29/10/2017 - 20:29:08	4328780	POWER SWITCH			OFF
29/10/2017 - 20:27:30	507979	25.98	84.17	285.75	ON
29/10/2017 - 20:27:29	4325180	24.29	89.96	72.70	ON
29/10/2017 - 20:27:26	4326729	26.34	82.03	285.75	ON
29/10/2017 - 19:31:11	4320149	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 19:31:07	4328780	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 19:27:30	507979	26.63	81.24	285.75	ON
29/10/2017 - 19:27:29	4325180	24.52	88.45	72.20	ON
29/10/2017 - 19:27:27	4326729	26.95	80.31	285.75	ON
29/10/2017 - 18:31:11	4320149	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 18:31:06	4328780	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 18:27:30	507979	26.90	81.64	285.75	ON
29/10/2017 - 18:27:29	4325180	24.86	88.78	71.95	ON
29/10/2017 - 18:27:26	4326729	27.23	80.26	285.75	ON
29/10/2017 - 17:31:10	4320149	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 17:31:06	4328780	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 17:27:30	507979	28.27	75.73	285.75	ON
29/10/2017 - 17:27:29	4325180	25.94	83.21	70.72	ON
29/10/2017 - 17:27:26	4326729	28.60	75.16	285.75	ON
29/10/2017 - 16:31:11	4320149	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 16:31:06	4328780	POWER SWITCH			ON
29/10/2017 - 16:27:30	507979	29.72	71.11	285.75	ON
29/10/2017 - 16:27:29	4325180	27.84	78.77	69.01	ON

แผนภาพที่ 8 ข้อมูลของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในโรงเพาะเห็ดสำหรับการพัฒนา

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดเศรษฐกิจตำบลศาลายาอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับการเพาะเห็ด การจัดเตรียมโรงเพาะเห็ด และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย กลุ่มคณาจารย์และนักศึกษาศาขาสวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ร่วมศึกษา ออกแบบ พัฒนาอุปกรณ์ และการนำไปติดตั้งในพื้นที่จริง ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญชัย ภูมิปัญญา สำหรับคำแนะนำและช่วยเรียบเรียงเนื้อหาบางส่วนในเอกสารฉบับนี้ และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่คอยส่งเสริมและสนับสนุน ให้คณาจารย์และนักศึกษา ได้นำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้งานจริงในเรื่องต่างๆ มาโดยตลอด

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญยัง สิงห์เจริญ และ สันติ สาแก้ว (2559) ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด, การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1 ประจำปี พ.ศ. 2559, 22 มิถุนายน 2559
- [2] ศุภวุฒิ ผาภา สันติ วงศ์ใหญ่ และ อติสร ถมยา (2557) การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปรางคก อำเภอห้วยฉัตร จังหวัดลำปาง, วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 57(1), 58 – 69
- [3] นิพิชญ์ นิธิสุภา เมธัส หุจิตอริคม ประภาพร โปธาคำ นิมิตร ทักขวิทยาพงศ์ และ ผิน ฉัตรแก้วมณี (2559) อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งสำหรับระบบบันทึกการเดินของท่ารถในครรภ์, การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 11 ประจำปี พ.ศ. 2559, 21 ธันวาคม 2559
- [4] วชิรา กันหนองขาม ศรีนภัสร์ จุลเชาวน์ ไพวรรณ มะละ จิโรจน์ จิตตวร และ สุรัช ทองแก้ว (2559) เติงลมอัจฉริยะเพื่อลดการเกิดโรคหลอดเลือด, การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 11 ประจำปี พ.ศ. 2559, 21 ธันวาคม 2559
- [5] ณัฐชากร คายอด ปริญา แสนจันทร์ มนัสนันท์ หรั่งยิ้ม สุรัช ทองแก้ว และ นิมิตร ทักขวิทยาพงศ์ (2559) การวิเคราะห์ความซับซ้อนเพื่อเปลี่ยนการใช้งานของผ้าอ้อมสำเร็จรูปสำหรับผู้สูงอายุ, การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 11 ประจำปี พ.ศ. 2559, 21 ธันวาคม 2559
- [6] ดนุภัทร พานวงศ์ ธนวัฒน์ สมบูรณ์ ผิน ฉัตรแก้วมณี และ สุรัช ทองแก้ว (2559) อินเทอร์เน็ตออฟดิงส์เพื่อประหยัดพลังงานของหลอดไฟแอลอีดี, การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 11 ประจำปี พ.ศ. 2559, 21 ธันวาคม 2559
- [7] มานพ เกษประดิษฐ์ พิชัย แนวดี สุรัช ทองแก้ว จิโรจน์ จิตตวร และ นิมิตร ทักขวิทยาพงศ์ (2559) ระบบอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งสำหรับควบคุมน้ำในนาข้าว, การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 11 ประจำปี พ.ศ. 2559, 21 ธันวาคม 2559
- [8] การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (อังกฤษ: Cloud Computing), ปรับปรุงล่าสุด: 7 กรกฎาคม 2560, 14:24 UTC ในวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี มูลนิธิวิกิมีเดีย สารานุกรมออนไลน์, เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ>, สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2560

**แนวทางการใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับบิ๊กดาตาในสมาร์ทฟาร์ม
สำหรับวิเคราะห์และคาดการณ์การเพาะปลูกเมลอนให้มีความแม่นยำ
ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย**

**A GUIDELINE FOR USING INTERNET OF THINGS WITH BIG DATA IN
SMART FARMS TO PREDICT THE MELON PLANTS IN A VARIETY OF
ENVIRONMENTS**

ตำราญ ไชยคำวัง

บัณฑิตศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: sumran_chaikumwang@hotmail.com

ประสงค์ ปรานีตพลกรัง

บัณฑิตศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: prasong.pr@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาแนวทางการใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับบิ๊กดาตาในสมาร์ทฟาร์มสำหรับวิเคราะห์และคาดการณ์การเพาะปลูกเมลอนที่แม่นยำในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย โดยใช้ฟาร์ม โคโค เมลอนฟาร์ม ตำบลย่านยาว อำเภอสамчук จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นฟาร์มต้นแบบ ประกอบกับการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ที่มีความแม่นยำสูงเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์หลายประเภทให้สามารถติดต่อและช่วยทำงานเพื่อส่งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมต่างๆ เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ คาดคะเน โดยแนวทางการใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับบิ๊กดาตาในสมาร์ทฟาร์มสำหรับวิเคราะห์และคาดการณ์การเพาะปลูกเมลอนที่แม่นยำในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย พบว่าสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ประยุกต์ในการวางแผนการจัดการฟาร์มได้อย่างแม่นยำ ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพและปริมาณเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง, สมาร์ทฟาร์ม, เกษตรแม่นยำ

ABSTRACT

This paper aims to study the applications of Internet of Things along with Big Data analyzing and computing for precision agriculture of melon plantation in a various environment smart farm by carrying out a pilot farm at Coco Melon Farm located in Yan-yao Sub-district, Sam Chuk District, Suphan Buri Province. This research involved with censored instruments with high precision connected to several tools in order to link and

assist in transferring environmental data into the internet. The data was consequently analyzed and used for the prediction of melon plantation. The results of the applications of Internet of Things together with Big Data in the pilot smart farm showed that it was sufficiently useful for the accurate analysis and farm managing for an excellent productivity, high quality and increased yield.

KEYWORDS: Internet of Things, smart farms, precision agriculture

1. บทนำ

จากนโยบาย Thailand 4.0 ที่ต้องการให้ภาคการเกษตรต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบและวิธีการแบบเดิมๆ ไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าและบริการ ด้านการบริหารจัดการนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการยกระดับเกษตรกรไทยและพัฒนาให้ประเทศไทยก้าวไปสู่การเป็นประเทศดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบตามนโยบาย Thailand 4.0 ดังนั้นแนวคิดเรื่องสมาร์ทฟาร์ม(BrandInside:2560) คือรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ที่จะทำให้ภาคการเกษตรมีภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำข้อมูลของภูมิอากาศทั้งในระดับพื้นที่ย่อย ระดับไร่ และระดับมหภาค มาใช้ในการบริหารจัดการ ดูแลพื้นที่เพาะปลูก เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต เช่นการนำข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ และสภาพภูมิอากาศ มาหาความสัมพันธ์กับผลผลิตที่เกิดขึ้นจากเกษตรกร โดยตั้งสมมติฐานว่าข้อมูลดังกล่าวมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ข้อมูลคาดว่ามีความสัมพันธ์กับการผลิต ได้แก่ ปริมาณแสงที่พืชได้รับ ปริมาณน้ำ ลักษณะของดินที่เพาะปลูกหรือที่เรียกว่าเกษตรกรรมความแม่นยำสูง(Precision Agriculture) (ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP 2017, เกษตรก้าวไกล:2560)

เมลอนพืชชนิดหนึ่งในประเทศไทยที่กำลังเป็นที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในกลุ่มของเกษตรกรรุ่นใหม่ จัดอยู่ในพืชตระกูลแตงสามารถปลูกได้หลากหลายวิธีและปลูกได้ตลอดทั้งปี มีระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 70-90 วัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ นิยมบริโภคกันมากในปัจจุบันเนื่องจากมีรสชาติอร่อย มีกลิ่นหอม รสหวาน มีสีส้มที่สวยงาม นิยมบริโภคสดหรือนำมาทำเป็นของหวาน เครื่องดื่ม ไอศกรีม ฟรุตสลัด เป็นต้น ส่งผลให้ เมลอนมีราคาแพง สามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรได้อย่างดีในเวลาอันสั้น ปัจจุบันจึงมีผู้นิยมปลูกเมลอนกันจำนวนมาก อย่างไรก็ตามเกษตรกรที่ปลูกเมลอนมีทั้งประสบความสำเร็จและไม่สำเร็จ เนื่องจากการปลูกเมลอนนั้นเกษตรกรต้องมีความรู้ในการปลูกและต้องมีการดูแลเอาใจใส่ดูแลอย่างดี ต้องใช้งบประมาณลงทุนสูงทำให้เสี่ยงต่อการขาดทุน ปัจจุบันจึงมีการนำเครื่องมือและเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการการเพาะปลูกเมลอนเพื่อให้บริหารจัดการที่ง่าย ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ลดต้นทุน และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการเพาะปลูก แทนที่การเพาะปลูกแบบเดิมที่ใช้ประสบการณ์และความรู้สึก

ดังนั้นบทความนี้จึงเป็นการนำเสนอแนวทางการใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับบิ๊กดาตาในสมาร์ทฟาร์มสำหรับวิเคราะห์และคาดการณ์การเพาะปลูกเมลอนที่แม่นยำในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การเพาะปลูกเมลอนอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2.วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวทางการใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับบิ๊กดาตาในสมาร์ทฟาร์มสำหรับวิเคราะห์และคาดการณ์การเพาะปลูกเมล็ดพันธุ์ที่แม่นยำในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย

3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (Internet of Things)

ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้เราสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ง่ายและสะดวก อินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราอย่างมากทำให้สามารถทำกิจกรรมต่างๆได้ทุกที่ทุกเวลา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆมีการพัฒนาโดยการนำเซ็นเซอร์มาใช้ฝังตัวและเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตให้สามารถรับส่งข้อมูล ส่งคำสั่งถึงกัน ช่วยอำนวยความสะดวกสบายและมีความฉลาด หรือที่เรียกว่า Internet of Things (IoT) ซึ่งหมายถึง การเชื่อมโยงระหว่าง คน กระบวนการ ข้อมูล และ สิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน (Cisco, 2017) สภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีการถ่ายโอนข้อมูลผ่านเครือข่ายพัฒนามาจากเทคโนโลยีไร้สาย ระบบเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม และอินเทอร์เน็ต คำว่า Things ใน Internet of Things นั้น หมายถึง อุปกรณ์ที่อ้างอิงได้ด้วยเลขไอพี (IP address) และมีความสามารถในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกันได้โดยผ่านเครือข่าย (วัชรพรรณ ทองวิจิตร, 2016) ซึ่งแนวคิดสำคัญของ อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งนั้นเป็นการใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและการเพิ่มขึ้นของข้อมูลสารสนเทศจำนวนมาก (Big Data) ที่เกิดจากอุปกรณ์หรือสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2016)

จากแนวคิดที่มีผู้ให้ความหมายไว้ต่างๆ สามารถสรุปได้ว่า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง คือการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่รอบๆตัวเราที่สามารถส่งข้อมูลที่ได้ออกจากวัดค่าสภาพแวดล้อมต่างๆด้วยเซ็นเซอร์ เข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อยู่ตลอดเวลา กลายเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ที่เราสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่างๆได้ และนอกจากนี้ไม่ว่าเราจะอยู่ที่ใดก็ตามเรายังสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.2 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เป็นตัวขับเคลื่อนเทคโนโลยีในยุค 4.0 (นิพนธ์ พัวพงศกร, 2560) ทำให้เกิดการปฏิวัติข้อมูล (data revolution) ในภาคการเกษตร ซึ่งข้อมูลสามารถช่วยให้เกษตรกรใช้ในการตัดสินใจ เลือกผลิตสินค้าเกษตรได้ตรงตามความต้องการและตรงมาตรฐาน ช่วยภาครัฐในการออกแบบนโยบายรัฐ เพื่อแก้ไขปัญหาตรงจุด ช่วยเอกชนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ตอบโจทย์ และสามารถนำมาใช้ได้จริง ช่วยให้ภาคการเกษตรเตรียมพร้อม ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเป็นเครื่องมือเพื่อเร่งในการปรับตัว ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ดังนี้ เว็บไซต์ <http://bigdataexperience.org> ได้ให้ความหมายไว้ว่าข้อมูลทุกอย่างที่เราได้อยู่ทั้งที่มาจากภายในและภายนอก ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นทั้งหมดสามารถนำมาวิเคราะห์ได้หลากหลายวิธีการ ขึ้นอยู่กับว่าเราต้องการนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้งานด้านไหน ซึ่งนิยามทำ Big Data Analysis เพื่อใช้ในการสำหรับการคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต หรือ ก็คือเพื่อใช้ดูแนวโน้มสิ่งที่จะเกิดขึ้น สามารถสรุปแนวคิดของ Big Data เอาไว้ว่าต้องประกอบไปด้วยลักษณะที่สามารถสังเกตได้ คือ ปริมาณ

(Volume) ความเร็ว (Velocity) ความหลากหลาย (Variety) สอดคล้องกับ ธนชาติ นุ่มนนท์ ก็ได้ให้ความหมายของคำว่า Big Data คือการที่มีข้อมูลดิจิทัลขนาดมหาศาล สามารถนิยามด้วยคำย่อว่า 3V คือ Volume, Velocity และ Variety โดย Volume คือมีจำนวนข้อมูลมากเกินกว่าระบบฐานข้อมูลแบบเดิมๆที่จะสามารถจัดการได้ Velocity คือข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่นข้อมูลจาก Social Media ข้อมูลการซื้อขาย ข้อมูล Transaction การเงินหรือการใช้โทรศัพท์ หรือข้อมูลจาก Sensor ต่างๆ Variety คือข้อมูลจะมีหลากหลายรูปแบบทั้งมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้างซึ่งอาจจะอยู่ในรูปทั้ง RDBMS, text, XML, JSON หรือ Image สอดคล้องกับเว็บไซต์ <http://www.9expert.co.th/> ได้อธิบายเกี่ยวกับ Big Data ไว้ว่า Big Data คืออะไร Big Data คือการเกิดขึ้นของข้อมูลจำนวนมากๆในระดับ Tera Byte (TB) หรือ ระดับ Peta Byte (PB) โดยในสังคมออนไลน์ทำให้มีสารสนเทศเกิดขึ้นจำนวนมากๆทุกคนสามารถที่จะพร้อมผลิตข้อมูล มีกิจกรรมต่างๆ อีกทั้งอุปกรณ์ (Device) ที่มีจำนวนมากสามารถเข้าถึง การใช้งาน ข้อมูลจำนวนมากๆ ได้อย่างง่ายดาย โดยคุณสมบัติของ Big Data มีด้วยกัน 3 มุมมองประกอบด้วย Volume คือข้อมูลมีปริมาณมาก อยู่ในระดับ Terabytes ขึ้นไป Variety คือข้อมูลมีรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ข้อความ รูปภาพ วิดีโอ มัลติมีเดีย Velocity ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรวดเร็ว ส่วนในมุมมองผู้บริหาร ข้อมูลที่เกิดขึ้นจะทำให้ได้รับรู้ข้อมูลในมิติต่างๆ ได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีคุณสมบัติที่เป็น Big Data คือมีทั้ง Volume, Variety และ Velocity เทคโนโลยีใหม่ๆ อาจไม่เพียงพอที่จะนำเอาข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ ต้องเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสม การนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาวิเคราะห์ คาดคะเน ต้องใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ จะทำให้สามารถชิงความได้เปรียบในการแข่งขันยิ่งขึ้น และบุคลากรในองค์กรต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง Big Data, Cloud Computing และ Deep Analytical เพื่อเป็นบุคลากรในการนำข้อมูลมาใช้งานได้อย่างดี จะช่วยให้ข้อมูลที่เก็บมาใช้ได้อย่างดี มีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

Philip Russom (2011).การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่คือเทคนิคการวิเคราะห์ขั้นสูงที่ใช้กับชุดข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วย 2 สิ่งคือข้อมูลขนาดใหญ่และการวิเคราะห์ Meenaz Khalid Patel (2017) ได้เสนอแนะว่าการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มการเปลี่ยนแปลงทางธุรกิจและเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ขั้นสูง การนำ Big Data มาใช้ในฟาร์มอัจฉริยะ โดย Sjaak Wolfer, Lan Gea, Cor Verdouw และ Marc-Jeroen Bogaardt ได้อธิบายว่าบิกดาต้าคือการให้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อคาดการณ์ถึงผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของการทำฟาร์ม เพื่อผลักดันการตัดสินใจในการดำเนินงานแบบเรียลไทม์และสามารถปรับปรุงกระบวนการให้เร็วขึ้น การตัดสินใจในอนาคตเป็นการผสมผสานระหว่างปัจจัยต่างๆที่ซับซ้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขอบเขตและการบริหารจัดการฟาร์ม การคาดการณ์ตามเวลาจริง การติดตามข้อมูลทางกายภาพและการปรับกระบวนการ นวัตกรรมด้านเทคโนโลยีจำนวนมากในการบริหารจัดการฟาร์มแบบอัจฉริยะได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากมีความต้องการเทคโนโลยีใหม่เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

3.4 สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm)

ฤทัยชนก จริงจิตร(2560) ได้อธิบายแนวคิดและหลักการไว้ว่า สมาร์ทฟาร์มคือการใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการพัฒนาห่วงโซ่อุปทาน สินค้าเกษตร เพื่อยกระดับ มาตรฐานสินค้า และลดต้นทุน โดยการพัฒนาภาคเกษตรกรรมใน 4 ด้านได้แก่ 1) ลดต้นทุน 2) เพิ่มคุณภาพการผลิตและมาตรฐานสินค้า 3) ลดความเสี่ยงจากศัตรูพืชและภัยธรรมชาติ และ 4) การจัดการและส่งผ่าน

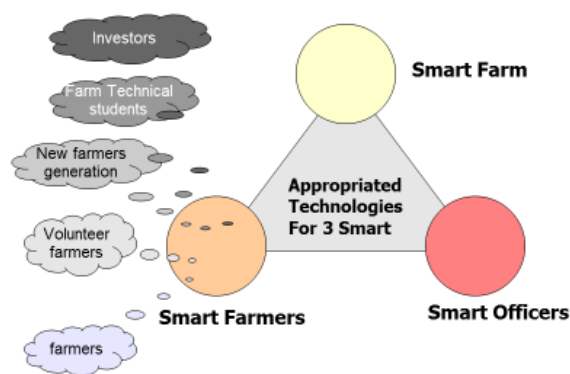
ความรู้ นอกจากนี้ยังได้อธิบายถึงมุมมองของกระทรวงเกษตรฯถึงแนวคิดเกี่ยวกับ “สมาร์ทฟาร์มเมอร์” ว่า หมายถึงเกษตรกรที่มีความรู้อย่างถ่องแท้ ในการทำเกษตรกรรม สามารถวางแผน และเตรียมการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด อีกทั้งมีความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการแก้ปัญหาได้รวดเร็ว โดยการวิเคราะห์ข้อมูลรอบด้านเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนหลักการและเหตุผล ตลอดจนรู้จักประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเกษตร คุณสมบัติพื้นฐานของสมาร์ทฟาร์ม มี 6 ประการ คือ 1) เป็นผู้มีความรู้ในเรื่องที่ทำอยู่ สามารถเป็นวิทยากรถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร หรือให้คำแนะนำปรึกษากับผู้อื่นที่สนใจในเรื่องที่ทำอยู่ได้ 2) มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจ สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลทั้งจากเจ้าหน้าที่ของรัฐ และผ่านทางระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอื่นๆ เช่น อินเทอร์เน็ต, อุปกรณ์สมาร์ทโฟน 3) มีการบริหารจัดการผลผลิตและการตลาด มีความสามารถในการบริหารจัดการปัจจัยการผลิต แรงงาน และทุน สามารถเชื่อมโยงการผลิตและการตลาดเพื่อให้ขายผลผลิตได้ ตลอดจนสามารถจัดการของเหลือจากการผลิตที่มีประสิทธิภาพ 4) เป็นผู้มีความตระหนักถึงคุณภาพสินค้าและความปลอดภัยของผู้บริโภค มีความรู้หรือได้รับการอบรมเกี่ยวกับมาตรฐาน GAP/GMP เกษตรอินทรีย์ หรือมาตรฐานอื่นๆ 5) มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม/สังคม มีกระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (Green economy) มีกิจกรรมช่วยเหลือชุมชน และสังคมอย่างต่อเนื่อง และ 6) มีความภูมิใจในความเป็นเกษตรกร มีความมุ่งมั่นในการประกอบอาชีพการเกษตร รักและหวงแหนพื้นที่และอาชีพทางการเกษตร ไว้ให้คนรุ่นต่อไป มีความสุขและพึงพอใจในการประกอบอาชีพการเกษตร

3.5 การเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture)

Stephen W. Searcy (2011) ได้อธิบาย การเกษตรแม่นยำคือการที่ผู้จัดการใช้กลยุทธ์ ที่ได้จากรายละเอียดของข้อมูล มาใช้ในการจัดการปัจจัยการผลิตได้อย่างแม่นยำ จากความรู้ลักษณะของดินและพืชไม่ซ้ำกันในแต่ละส่วนของเขตข้อมูลและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพปัจจัยการผลิต ส่วนแนวคิดของ Margaret Rouse ได้อธิบายไว้ว่า Precision Agriculture (PA) เป็นแนวทางในการจัดการฟาร์มที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้แน่ใจว่าพืชและดินได้รับสิ่งที่ต้องการเพื่อสุขภาพที่ดีที่สุดและมีประสิทธิภาพ โดยมีเป้าหมายคือการสร้างความมั่นใจในการทำไร่ อย่างยั่งยืนและการปกป้องสิ่งแวดล้อม การเกษตรแม่นยำขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เฉพาะซอฟต์แวร์และบริการด้านไอที รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลเรียลไทม์เกี่ยวกับสถานะของพืชพืชดินและอากาศแวดล้อมและที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่นการคาดการณ์สภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลง ความพร้อมของอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้คำแนะนำเกี่ยวกับช่วงเวลาและการจัดการด้านต่างๆเกี่ยวกับการเพาะปลูกพืชให้กับเกษตรกร ในส่วนของแถบยุโรป สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำสหภาพยุโรป (2558) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเกษตรแม่นยำสูงไว้ว่า เกษตรกรรมความแม่นยำสูง (Precision Agriculture) เป็นกลยุทธ์การทำเกษตรที่ยึดหลัก “ควบคุมการใช้ปัจจัยการผลิตให้ถูกที่และถูกเวลา” โดยอาศัยเทคโนโลยีและการบริหารจัดการการเกษตรเข้ามาช่วย ทำให้การเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต ตลอดจนช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและพลังงานที่ใช้ลง ซึ่งโดยทั่วไปเกษตรกรจะใช้ปัจจัยการผลิต (น้ำ ปุ๋ย สารปราบศัตรูพืช) อย่างเท่าเทียม กันทั่วทั้งพื้นที่การเกษตร แต่ไม่สนใจตัวแปรอื่นๆ จนบางครั้งมีการใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไป ทำให้เกิดสูญเสียของแร่ธาตุและสารอาหารลงดินและแหล่งน้ำ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพดินและสร้างมลพิษ ทางน้ำ แต่เกษตรกรรมความแม่นยำสูงจะใช้วิธีสังเกต ตรวจวัด และควบคุมการใช้ปัจจัยการผลิตให้

เหมาะสมกับความต้องการของพืชหรือสัตว์ในแต่ละพื้นที่หรือแต่ละช่วงเวลา จึงช่วยลดความสูญเสีย ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการทำเกษตรอย่างยั่งยืน และเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหาร พิสุทธิ ไพบูลย์รัตน์(2560) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและการบริการ (Smart Farm Framework) ว่าก่อนที่จะพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อนำไปใช้สนับสนุนการผลิตภาคเกษตรนั้น ต้องพิจารณาก่อนว่าเทคโนโลยีหรือองค์ความรู้นั้นจะผลิตให้ใครใช้ เกษตรกรหรือเจ้าหน้าที่ ในส่วนที่เป็นเกษตรกรคงต้องกลับไปให้ความสำคัญว่า “ใครคือเกษตรกร” ในที่นี้จะแบ่งเกษตรกรออกเป็นกลุ่ม ได้แก่

1) เกษตรกรที่ประกอบอาชีพการเกษตร โดยสืบทอดจากพ่อแม่ โดย เกษตรกรในกลุ่มนี้มีอายุเฉลี่ยมากกว่า 60 ปี หรืออยู่ในกลุ่มอายุ 40 -59 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำการเกษตรด้วยประสบการณ์ที่ได้รับการถ่ายทอดกันมา มักจะปฏิเสธการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 2) เกษตรกรรุ่นใหม่ ซึ่งอาจเป็นลูกหลานเกษตรกรที่รับช่วงจากพ่อแม่ ที่อยู่ในช่วงอายุ 25 -39 ปี ส่วนหนึ่งเป็นผู้ที่ได้รับการศึกษาต่อและกลับมาช่วยพ่อแม่ โดยปรับเปลี่ยนแนวทางการทำการเกษตรเป็นรูปแบบธุรกิจมากขึ้น เป็นกลุ่มที่ใฝ่เรียนรู้หาความรู้และเทคโนโลยีใหม่มาพัฒนาการผลิตและคุณภาพ 3) เกษตรกรรุ่นใหม่ที่จะจบการศึกษาสายเกษตรจากวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัย เป็นผู้ประกอบการรายใหม่ที่อยู่ในช่วงอายุ 15 -24 ปี เป็นกลุ่มที่มีจำนวนไม่มาก แต่ทำการเกษตรในรูปแบบใหม่กับสินค้าที่มีมูลค่าสูง และได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการเงิน 4) เกษตรกร ที่ไม่ได้มาจากพื้นฐานเกษตรกร แต่สมัครใจจะประกอบอาชีพเกษตร อาจด้วยความจำเป็นทางเศรษฐกิจ หรือโดยการสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐ เป็นกลุ่มที่อาจต้องการหรือไม่ต้องการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการผลิต 5) เกษตรกรสมัยใหม่ที่ไม่มีพื้นฐานเกษตร แต่เป็นนักลงทุนที่มองภาคการเกษตรเป็นโอกาส กลุ่มนี้ต้องการทั้งความรู้ทางการเกษตรและแสวงหาการใช้เทคโนโลยี ที่จะช่วยทำให้ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ และมาตรฐานจากความหมายของเกษตรกรในแต่ละกลุ่มนำไปสู่การวางแผนการพัฒนาเทคโนโลยี การบริการและการส่งผ่านความรู้ ที่แตกต่างกัน ตามความพร้อมและการเปิดรับของแต่ละกลุ่ม

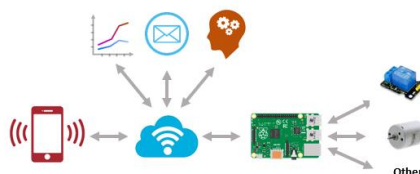


ภาพที่ 1 การแบ่งกลุ่มเกษตรกรตามพื้นฐานของผู้ประกอบอาชีพเกษตร

3.6 แนวคิดการประยุกต์การใช้ Internet of Things

การประยุกต์ใช้ Internet of Things ในการจัดการการปลูกพืชโดยใช้เทคนิค Aquaponics (อควาโพนิกส์) ผ่านคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ทโฟน ทำการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เข้าสู่ระบบ IoT Could: Cayenne IoT Ready™ ซึ่งเป็น Server ให้บริการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการดูแลและการสั่งการต่างๆ ภายในระบบ โดยมี Raspberry Pi ซึ่งเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์

คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ ซึ่งสามารถเขียน โปรแกรมเพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานได้ เช่น สั่งงานให้อุปกรณ์ทำงานตามเวลาที่กำหนด หรือ สั่ง ปิด-เปิด ปั้มน้ำ ตามเวลาที่ต้องการ สามารถสร้างเงื่อนไขการทำงานต่างๆพร้อมกับการแจ้งเตือนผ่าน SMS หรือ e-Mail ได้เช่น การตั้งเวลาควบคุมการทำงาน โดยกำหนดให้ เวลา 06.00 น. สั่งการให้ปั้มน้ำทำงานเพื่อรดน้ำแปลงผัก เมื่อถึงเวลา 06.20 น. สั่งการให้ ปั้มน้ำหยุดทำงาน และ กำหนดให้ส่งข้อความแจ้งเตือนว่าได้ปั้มน้ำเรียบร้อยแล้วผ่านทาง SMS หรือ e-Mail นอกจากนี้ IoT Could: Cayenne IoT Ready™ สามารถเก็บค่าการทำงานต่างๆ ของอุปกรณ์ และนำมาทำเป็นกราฟเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้อีกด้วย หรือเป็นการดูความผิดปกติในการทำงาน เช่น การสังเกตความชื้นของดินถ้าหากความชื้นต่ำ สามารถสร้างเงื่อนไขการทำงานได้โดยการสั่งการให้ปั้มน้ำทำงาน เมื่อดินมีความชื้นต่ำ ตามระดับที่เรากำหนดไว้ ในการทำงานของระบบ Aquaponics (อควาโพนิกส์) มีการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่หลายจุด ซึ่งสามารถนำ IoT Could: Cayenne IoT Ready™ + Raspberry Pi มาควบคุมการทำงาน เช่น การควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ การให้อาหารปลา เป็นต้น สามารถสรุปกระบวนการได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แนวคิดการประยุกต์ใช้ Internet of Things

4. การปลูกพีชเมลอน

เว็บไซต์ www.Puechkaset.com ได้อธิบายเกี่ยวกับพีชเมลอนไว้ว่า แคนตาลูป/เมลอน เป็นพืชในตระกูลแตงที่นิยมปลูกเพื่อการค้าชนิดหนึ่งที่มีราคาต่อผลสูง เนื่องจากเป็นแตงที่มีรสหอมหวาน มีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วยวิตามินเอ และวิตามินซีสูงจึงเป็นแตงที่ที่นิยมบริโภคกันมากไม่แพ้แตงโม แคนตาลูป/เมลอน (Cantaloupe Melon, Musk melon) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucumis melo L. var. cantalupensis* ในวงศ์ Cucurbitaceae ตระกูลเดียวกับแตงไทย บางท้องที่เรียก แตงเทศ หรือ แตงหอม มีลักษณะผลค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักมาก เปลือกหนา ส่วนผิวเปลือกมีทั้งแบบเรียบ และแบบมีร่างแห หรือ มีร่องยาวจากขั้วถึงท้ายผล เนื้อมีสีส้มหรือสีเหลือง มีรสหวาน และมีกลิ่นหอม ในต่างประเทศมีแหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ สหรัฐอเมริกา อเมริกากลาง และเม็กซิโก ส่วนประเทศไทยพบการปลูกมากในจังหวัดนครสวรรค์ ปราจีนบุรี และสระแก้ว พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ฮันนี่ พันธุ์ซันเลดี้ และพันธุ์ฮันนี่คิว

การปลูกแคนตาลูป/เมลอน ในประเทศไทยเริ่มมีการนำเข้าพันธุ์จากต่างประเทศมาปลูกครั้งแรกที่สถานีกสิกรรมแม่โจ้ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) เมื่อปี 2478 แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ ต่อมาเมื่อปี 2493 ได้นำพันธุ์มาทดลองปลูกที่เกษตรกลางบางเขน แต่การปลูกก็ไม่สำเร็จเช่นกัน และเริ่มทดลองปลูกอีกครั้งในปี 2497 ที่เกษตรกลางบางเขนจนประสบผลสำเร็จ ต่อมา มีการปลูกที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ซึ่งได้ผลดี และเริ่มขยายการปลูกอย่างต่อเนื่องตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

ปัญหาและอุปสรรคของการปลูกเมลอนที่สำคัญเป็นเรื่องสภาพอากาศ เพราะเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ สภาพภูมิอากาศไม่มีความแน่นอน เช่น ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ส่งผลให้เกิดการติดโรค หรืออาจจะได้รับปริมาณน้ำไม่ตรงตามความต้องการของเมลอน ทำให้เมลอนตายได้ เมลอนเป็นพืชที่ไม่ค่อยทนทานต่อโรคและแมลงและสภาพอากาศที่ร้อนจัด หนาวจัด หรือมีฝนตกชุกเกินไป ปัจจัยที่มีผลต่อความหวานของเมลอน 1) แสงแดด ที่เพียงพอ ในช่วงอายุใกล้แก่ ใกล้เก็บเกี่ยว หากมีแสงแดดไม่เพียงพอ เมลอนก็จะสังเคราะห์แสงได้น้อย 2) จำนวนใบ (สีเขียว) ที่เหลืออยู่บนต้นควรจะมี 20 ใบ ขึ้นไป และไม่เกิน 30 ใบ ขนาดของใบต้องใหญ่ สมบูรณ์ตามสายพันธุ์ สีเขียวสดใส ไม่มีร่องรอยของเชื้อราเข้าทำลายใบ 3) ความสมบูรณ์ของแขนง (แขนงที่ไว้ลูก) ขนาดของแขนงจะเป็นตัวบอกได้ว่าลูกเมลอนนั้นจะใหญ่หรือเล็ก หวานมากหรือน้อย เพราะแขนงเปรียบเสมือนท่อส่งอาหารไปยังลูก ท่อใหญ่อาหารก็ไปได้สะดวก แต่ท่อเล็กอาหารก็ไปไม่สะดวก 4) ความสมบูรณ์ของดิน เมลอนที่สมบูรณ์ก็ต้องมีลำต้นที่ใหญ่ อวบ แข็งแรง 5) อายุของเมลอน เนื่องจากเมลอนเป็นพืชอายุแน่นอน อายุไม่เกิน 65 วัน ช่วงอายุก่อนตัด 10 วัน จะเป็นเวลาที่เหมาะสม และ 6) ปลูกทำหวาน

ตัวอย่างการนำเทคโนโลยีมาใช้กับฟาร์มเมลอน โดย บริษัท เอส.วี.วินเนอร์ จำกัด ได้อธิบายว่า ฟาร์ม “CORO Field” ตั้งอยู่ที่ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ได้บริหารฟาร์มด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า CORO Brain หรือ “มันสมองของโคโร” ซึ่งมีหลักการทำงาน คือคอยทำหน้าที่บริหารเรื่องสำคัญทั้งหมดภายในฟาร์มแบบอัตโนมัติ เช่นการส่งจ่ายน้ำ ปุ๋ย การควบคุมระบบเปิด/ปิดของโรงเรือนเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่อาจมีปัจจัยเสี่ยงในการเจริญเติบโตของพืชได้ ฟาร์มแห่งนี้ใช้พนักงานในการทำงานเพียงแค่ 7 คนเท่านั้น สำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ถึง 104 ไร่ และยังสามารถพัฒนาสายพันธุ์ในการเพาะปลูกด้วยตนเอง โดยที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาระบบ Supply chain ของเมล็ดพันธุ์ในท้องตลาด และสามารถพัฒนาเอกลักษณ์เฉพาะของผลผลิตที่ทำออกมาให้ไม่เหมือนใครและโดดเด่นในเรื่องของรสชาติ พืชประมาณ 50% ปลูกในระบบโรงเรือนปิด หรือ Greenhouse ที่นำเข้ามาจากประเทศอิสราเอล ทำให้สามารถป้องกันโรคพืชและแมลงศัตรูพืชได้เกือบ 100%

4. กรณีศึกษา

บริษัทดีแทค กรมส่งเสริมการเกษตร เนคเทค และ สวทช. ได้ร่วมกันทดลองวิจัยโครงการ “ดีแทคฟาร์มแม่นยำ” โดยเลือกฟาร์ม โคโค เมล่อนฟาร์ม (CoCo Melon Farm) ตำบลย่านยาว อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นฟาร์มต้นแบบ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาสนเทศ (Internet of Things: IoT) มาใช้ในการบริหารจัดการฟาร์ม เพื่อวัตถุประสงค์ในการ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และควบคุมคุณภาพผลผลิตของเมลอน โดยใช้แนวคิดและวิธีการคือ ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในดิน อากาศ แสง และปัจจัยเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูก และใช้แอปพลิเคชันในการรายงานและวิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่เกิดขึ้น สามารถช่วยให้การวางแผนบริหารจัดการฟาร์มเมลอนได้อย่างแม่นยำ สามารถพัฒนาคุณภาพและยกระดับของผลิตได้ดีกว่าเดิมได้ ปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยมีวิธีการดังนี้

1) ระบบเซนเซอร์อัจฉริยะ ใช้เซนเซอร์ตรวจวัดค่าต่างๆเช่นอุณหภูมิ ความชื้น แสง โดยอุปกรณ์จะช่วยสังเกต และติดตามการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการเพาะปลูก ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่สุดของเกษตรกรแม่นยำ จากปกติที่ขึ้นจากการสังเกตและความชำนาญของเกษตรกร

2) ระบบ real-time tracking ระบบเซนเซอร์ตรวจวัดค่าต่างๆจะทำหน้าที่ส่งข้อมูล ความชื้น แสง และอุณหภูมิ เข้าสู่ระบบคลาวด์แบบ real-time

3) เทคโนโลยีประมวลผล และ วิเคราะห์ข้อมูล : ระบบจะทำการประมวล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ อัลกอริทึมและแอปพลิเคชัน แสดงผลแบบ real-time ทำให้เห็นประวัติ และแนวโน้มของปัจจัยทางการเกษตรได้อย่างแม่นยำ

4) ระบบควบคุมการทำงาน : เกษตรกรสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทันเหตุการณ์ ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มคุณภาพผลผลิต

ผลการทดลองใช้ระบบเซ็นเซอร์ ทำให้ผลที่ออกมาแม่นยำมากขึ้น ข้อดีคือ สามารถคำนวณปริมาณน้ำที่เหมาะสม ผลผลิตได้ตรงตามความต้องการ คุณภาพคงที่ วางแผนระบบการตลาดดีขึ้น



ภาพประกอบที่ 3 แนวคิดของดีแทคฟาร์มแม่นยำ

ที่มา <https://brandinside.asia/dtac-smart-farmer-iots/>

5. บทสรุป

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและกรณีศึกษาแนวทางการใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับบิกดาตาในสมาร์ทฟาร์มสำหรับวิเคราะห์และคาดการณ์การเพาะปลูกเมลอนที่แม่นยำในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายสามารถนำไปทดลองใช้กับพืชชนิดอื่นที่มีราคาสูงและเป็นที่ต้องการของตลาด 3 ชนิด คือ มะเขือเทศเชอร์รี่, เมล่อน และผักปลอดสารพิษ โดยมีการติดตั้งรูปแบบติดตั้งอุปกรณ์และการทำงานดังนี้

- 1) ระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะเพื่อควบคุมการให้น้ำ ปุ๋ย และยาฆ่าแมลง
- 2) ระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะเพื่อติดตามปัจจัยในการเพาะปลูก เช่นอุณหภูมิอากาศ ปริมาณแสงแดด ความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศ
- 3) ระบบส่งข้อมูล ความชื้น แสง และอุณหภูมิ เข้าสู่ระบบคลาวด์ คอมพิวเตอร์
- 4) ระบบวิเคราะห์ข้อมูล ระบบการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) แบบ real-time เพื่อช่วยเกษตรกรวิเคราะห์และคาดการณ์การเพาะปลูก
- 5) ระบบควบคุมการทำงานอุปกรณ์ต่างๆของระบบ ให้สามารถสั่งการทำงานได้แบบอัตโนมัติหรือแบบควบคุมด้วยมือ

6. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาแนวทางการใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับบิกดาตาในสมาร์ทฟาร์มสำหรับวิเคราะห์และคาดคะเนการเพาะปลูกเมลอนในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ยังมีประเด็น เรื่อง การควบคุมระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เร็วขึ้น รวมไปถึงการวางแผนการตลาดที่แม่นยำ อีกทั้งผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับติดตามขั้นตอนการผลิตของเมลอนได้

7. เอกสารอ้างอิง

พิสุทธิ ไพบูลย์รัตน์ (2560). “แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์กับการเกษตร”. เอกสารประกอบการกำหนดทิศทางการพัฒนาและสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีการจัดการการเกษตรรูปแบบใหม่ (Smart Farm)

ฤทัยชนก จริงจิตร.(2560).”เจาะลึก “Smart Farmer แค่แนวคิดใหม่ หรือจะพลิกโฉมการเกษตรไทย”. บทสรุปผู้บริหาร สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าสินค้าเกษตร.

วชิรพรรณ ทองวิจิตร(2016),” Internet of Things (IoT) เมื่อสรรพสิ่งอิงกับอินเทอร์เน็ต”. นิตยสาร สสวท “รอบรู้เทคโนโลยี”

**แนวทางการประยุกต์ใช้โดรนและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพวงร่วมกับ
ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติทุกภย**

**A GUIDELINE TO APPLY DRONE AND INTERNET OF THINGS
TECHNOLOGY WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR
HELPING FLOOD DISASTER VICTIMS**

เทพฤทธิ พระเทพ

บัณฑิตศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: hara.german@gmail.com

ประสงค์ ปราณีตพลกรัง

บัณฑิตศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: prasong.pr@spu.ac.th

ธเนศ วีระศิริ

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

E-mail: thanesvee@hotmail.com

บทคัดย่อ

เหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่เป็นภัยพิบัติที่รุนแรงสร้างความเสียหายแก่ชีวิต ทรัพย์สิน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ การแจ้งเหตุจากสัญญาณเตือนด้วยความรวดเร็ว แม่นยำ ถูกต้องจะช่วยลดความสูญเสียต่างๆ ได้ กรณีน้ำท่วมใหญ่ที่เทศบาลนครเชียงใหม่ถ้านำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการแจ้งเตือน เข้าช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติจะสามารถลดความสูญเสียได้ไม่มากนักน้อย บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางประยุกต์ใช้โดรนและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพวง (IoT) ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพวง (Internet of Things: IoT) เชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆ ให้สามารถสื่อสารกันด้วยการใช้พลังงานต่ำ จากหลักการดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับโดรน (Drone) และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีความรุนแรงในประเทศไทยได้

คำสำคัญ: ภัยพิบัติ โดรน อินเทอร์เน็ตประสาทรพวง ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ABSTRACT

Major floods are a serious disaster that damages lives, property, the environment and the economy. The floods in the Chiang Mai municipality if the technology applied in the notification, for helping the flood disaster victims reduce their losses. This article is intended to be a guide to the application of Drones and Internet of Things(IoT) Technology together with Geographic Information Systems(GIS) for disaster victims. It uses Internet of Things(IoT) technology to connect devices. Can communicate with low power. Based on this principle, Drone and Geographic Information Systems (GIS) can be used as tools to help victims of violent natural disasters in Thailand.

KEYWORDS: Disaster, Drone, Internet of Things (IoT), Geographic Information Systems (GIS)

1. บทนำ

ภัยพิบัติ เป็นภัยที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ วิถีชีวิต ทั้งในระยะสั้น และระยะยาว ซึ่งมีทั้งเกิดขึ้นจากธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งที่ผ่านมาภัยพิบัติจากธรรมชาตินั้นสร้างความเสียหายแก่ประเทศไทยอย่างมากมาย เกือบจะทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะภัยพิบัติที่เกิดจากอุทกภัย และธรณีพิบัติ ภัยธรรมชาติทั้งสองสร้างความเสียหายให้กับประชาชนในพื้นที่เกิดเหตุเป็นอย่างมาก การแจ้งเตือนและระบบการแจ้งเตือนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะถ้าระบบและการแจ้งเตือนมีความรวดเร็ว ก็จะทำให้ผู้ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงเกิดภัยพิบัติสามารถเตรียมตัวรับมือกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้ เมื่อหลังจากเกิดเหตุภัยพิบัติการเข้าพื้นที่ที่เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยเหลือให้กับประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เกิดภัยพิบัติ ยิ่งเข้าถึงเร็วเท่าไร การช่วยเหลือก็จะเริ่มต้นได้เร็วเท่านั้น

การแจ้งเตือนเพื่อให้ประชากรในพื้นที่เสี่ยงภัยรับรู้รับทราบเพื่อเตรียมปฏิบัติตนให้สามารถอพยพและช่วยเหลือตนเอง รวมถึงครอบครัวได้ในขณะประสบภัยพิบัติ จะลดความสูญเสียได้ไม่มากนักในระดับหนึ่งเพื่อสอดคล้องกับการขับเคลื่อนด้วยยุทธศาสตร์ชาติในยุคของประเทศไทยแลนด์ 4.0 ด้วยโมดูลและเซ็นเซอร์ต่างๆเมื่อนำประยุกต์ใช้สร้างเป็นอุปกรณ์เพื่อทำเครื่องรับส่งสัญญาณแจ้งในพื้นที่เสี่ยง จะช่วยลดความสูญเสียอันจะเกิดขึ้นกับชีวิตและทรัพย์สินของประชากรในพื้นที่เสี่ยงเกิดภัยพิบัติ ซึ่งหลายๆประเทศได้นำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง(IoT) เข้ามาประยุกต์ใช้แบบบูรณาการด้านการจัดการภัยพิบัติอย่างเช่นทางตอนใต้ของคัมเบรีย (Cumbria) อ็อกฟอร์ด (Oxford) ได้มีการใช้ระบบเครือข่าย Flood Network (Computer Weekly.com, 2016) ใช้เป็นระบบเตือนภัยล่วงหน้า เพื่อเตือนภัยน้ำท่วม โดยใช้เทคโนโลยี IoT ซึ่งประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์ระดับน้ำที่วางอยู่บริเวณพื้นที่ต่ำ ตามลำธาร และได้ดินของอ็อกฟอร์ด LCRA (Lower Colorado River Authority:DHS) องค์การที่มีประสบการณ์ในด้านการจัดการน้ำท่วมที่อันตรายที่สุดแห่งหนึ่งในเมืองออสติน มลรัฐเท็กซัส ได้นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง(IoT) มาใช้พยากรณ์และแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า เพื่อให้ผู้คนสามารถออกจากพื้นที่ที่อาจถูกน้ำท่วมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้จัดการวางแผนทรัพยากรและบุคลากรเพื่อรับมือกับเหตุฉุกเฉินได้ทัน หรือแม้แต่ประเทศเพื่อนบ้านในเอเชียเองก็ตาม โดย Abdullah Zaidani จาก Asian Economic Forum ได้รายงานไว้เมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2017 รัฐบาลเวียดนามจะเริ่มใช้แผนปฏิบัติการแห่งเมืองโฮจิมินห์เพื่อป้องกัน

และบรรเทาอุทกภัยด้วยการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง(IoT) ด้วยการระดมทุนกว่า 74.35 ล้านล้านบาท (3พันล้านเหรียญสหรัฐ) นอกจากภัยพิบัติเกี่ยวกับอุทกภัยแล้วยังมีการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง(IoT) มาใช้กับด้านธรณีพิบัติ ด้วยการนำมาตรวจจับความลาดชันที่เป็นอันตราย ระดับน้ำใต้ดิน และผิวดินที่จะทำให้เกิดการวิบัติของดินและหินบางชนิด การแจ้งเตือนที่ทันทั่วที่สามารถลดความเสียหายต่างๆไปได้มาก สำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่แล้วนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง(IoT) มาใช้กับการอำนวยความสะดวกในลักษณะการดำรงชีพขั้นพื้นฐานต่างๆไม่ว่าจะเป็น บ้านอัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ ด้านเกษตรแม่นยำสูง เป็นต้น เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง(IoT) กับภัยพิบัติต่างๆยังอยู่ในระยะเริ่มต้นที่ควรเร่งเร้นำมาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ให้มากขึ้นเพื่อจะได้นำมาใช้ช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติในประเทศไทยได้อย่างทันทั่วทั่ว

การเข้าถึงพื้นที่หลังจากเกิดเหตุภัยพิบัติเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยเยียวยาสภาพทางจิตใจของผู้ประสบภัยพิบัติ ยิ่งเข้าถึงพื้นที่ได้เร็วเท่าไรการช่วยเหลือก็จะเกิดเร็วและยังสามารถยับยั้งการสูญเสียอันจะเกิดเพิ่มขึ้นได้แต่การจะเข้าถึงพื้นที่ประสบภัยนั้นย่อมมีอุปสรรค เทคโนโลยีสามารถตอบโจทย์ข้อนี้ได้ในยุค 4.0 การรับรู้รับทราบถึงสภาพพื้นที่ก่อนและหลังเกิดภัยพิบัติ เป็นข้อมูลที่ดีช่วยการตัดสินใจ สำหรับบุคลากรที่จะดำเนินการเข้าพื้นที่ทำให้เกิดความรวดเร็ว และป้องกันข้อผิดพลาดอันอาจเกิดขึ้น จะทำให้การเข้าทำการช่วยเหลือมีประสิทธิภาพมากที่สุดบนพื้นฐานของความปลอดภัยของชีวิต อย่างกรณีภัยพิบัติน้ำท่วมใหญ่ที่มลรัฐเท็กซัส เมื่อ 21 พฤษภาคม 2015 โครนได้ถูกนำมาใช้เข้าค้นหาผู้ประสบภัยโดย Garret Bryl อาสาสมัครที่ทำงานร่วมกับฝ่ายดับเพลิงและพบผู้รอดชีวิตจำนวน 2 คน และเมื่อ 12 ตุลาคม 2016 เหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ที่เกิดขึ้นอีกที่มลรัฐเท็กซัส Craig Williams ได้นำโครนมาใช้ ทวิศตรายงานอัปเดต สถานการณ์น้ำท่วม สำนักข่าว ในขณะที่น้ำท่วมทำอันตรายต่อชีวิตของคนนับพันในเขตภาคเหนือของเท็กซัส ส่วนในประเทศไทย โครนได้เข้ามามีบทบาทที่เกี่ยวกับภัยพิบัติด้านอุทกภัยเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2560 ช่วงภาพสมัครงานได้ถ่ายภาพมุมสูงสถานการณ์น้ำท่วมใน จ.นครราชสีมา จากนั้น 16 มกราคม 2560 สมาคมเครื่องบินจำลองและบังคับวิทยุได้นำเสนอซอฟต์แวร์ควบคุมโครนเพื่อภารกิจช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วมภาคใต้ในภารกิจบินสำรวจและชี้เป้าจุดที่ต้องการความช่วยเหลือและขนส่งสิ่งของในกรณีฉุกเฉิน และเมื่อ 7 สิงหาคม 2560 แบบจำลอง G-Cass(จีแคส) ได้ถูกสร้างขึ้นเป็นนวัตกรรมที่ใช้ร่วมกับโครนและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) โดยนักศึกษาและอาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อนำมาช่วยเหลือผู้ประสบภัยกรณีผู้ประสบภัยที่ต้องการของบริจาค หรือต้องการออกจากพื้นที่ประสบภัย เห็นได้ว่าโครน เป็นอุปกรณ์ทางด้านเทคโนโลยีที่เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยเหลือและสร้างความสะดวกปลอดภัยสำหรับผู้เข้าให้ความช่วยเหลือและผู้ประสบภัย ดังนั้น แนวทางการประยุกต์ใช้โครนและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ จึงเป็นแนวทางที่สามารถลดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินได้ทางหนึ่ง ที่คนไทยควรช่วยกันนำมาวิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้ สำหรับช่วยเหลือ บรรเทาความเดือดร้อนให้กับผู้ประสบภัยในประเทศไทย

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นแนวทางประยุกต์ใช้โครนและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง(IoT) ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ

3. ภัยพิบัติ (Disaster)

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนระหว่างละติจูด $5^{\circ} 37'$ กับ $20^{\circ} 27'$ และระหว่างลองจิจูด $97^{\circ} 22'$ กับ $105^{\circ} 37'$ ตะวันออก พื้นที่ตอนบนเป็นภูเขาและที่ราบสูง พื้นที่ตอนกลางเป็นที่ราบลุ่ม พื้นที่ตอนใต้เป็นแหลมยื่นออกไปในทะเล โดยมี มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นตัวกำหนดภูมิอากาศ รวมทั้งประเทศไทยยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อน ทำให้ช่วงฤดูฝนจะมีฝนตกปริมาณมากและเป็นวงกว้าง กอปรกับตั้งแต่ทางตอนเหนือของประเทศมีภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง มีแนวภูเขาแนวเหนือ ใต้ และเป็นแหล่งกำเนิดแม่น้ำหลายสายซึ่งไหลรวมมาสู่ภาคกลาง ซึ่งพื้นที่ภาคกลางสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางน้อยกว่า 30 เมตรมีภูเขาเตี้ยๆทางด้านตะวันตกและแม่น้ำหลายสายไหลผ่าน ลักษณะภูมิประเทศเช่นนี้ทำให้เกิดน้ำท่วมได้ง่ายในฤดูฝน ในทางตอนใต้ของประเทศที่มีลักษณะเป็นแหลมยื่นออกไปในทะเล มีป่าเขาเป็นจำนวนมาก มีฝนตกเป็นสองช่วงคือช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งตกชุกทางตะวันตกของภาคใต้และในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีฝนตกชุกทางด้านตะวันออกของภาคใต้ พายุหมุนเขตร้อนมักก่อให้เกิดอุทกภัยหรือน้ำท่วมในบริเวณที่พายุเคลื่อนผ่านและบริเวณใกล้เคียง รวมถึงห่อหุ้มความกดอากาศต่ำและมรสุมทางตอนใต้ทำให้เกิดอุทกภัยได้เช่นกัน

ภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศที่เลวร้าย จะทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งเป็นผลให้เกิดอุทกภัยได้ ในปัจจุบันมีเพียงไม่กี่ประเทศที่สามารถป้องกันภัยจากน้ำไหลบ่าได้อย่างแท้จริง ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล สภาพอากาศที่เกิดร่วมกับคลื่นพายุซัดฝั่งก็สามารถทำให้เกิดอุทกภัยเป็นบริเวณกว้างได้ โดยทั่วไปอุทกภัยที่เกิดจากน้ำท่วมแบ่งได้เป็น น้ำท่วมขัง อันเกิดจากระบบน้ำไม่มีประสิทธิภาพหรือระบายน้ำไม่ทัน กับ น้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลาก ซึ่งเกิดจากพายุฝนฟ้าคะนองหรือฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ที่มีความชันมากและมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำน้อย มักเกิดบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา จะมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว โอกาสป้องกันและหลบหนีมีโอกาสน้อย ความเสียหายที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบอย่างมากทั้งชีวิตและทรัพย์สิน

อุทกภัยที่เกิดขึ้นเป็นวงกว้างเมื่อปีพ.ศ.2554 ทำให้พื้นที่กว่า 150 ล้านไร่ที่เป็นทั้งพื้นที่การเกษตร อุตสาหกรรม และที่พักอาศัย ใน 65 จังหวัด 684 อำเภอ เป็นจำนวนกว่า 4,086,138ครัวเรือนได้รับความเดือดร้อน รวมถึงสาธารณูปโภคพื้นฐานอย่างเช่น ถนน ท่อระบายน้ำ ฝาย สะพานฯ ได้รับความเสียหาย ในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2560 ได้เกิดภาวะฝนตกหนักทางภาคใต้ของประเทศทำให้เกิดอุทกภัย และน้ำป่าไหลหลากขึ้นส่งผลให้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และอีก 12 จังหวัดในพื้นที่ภาคใต้ อันได้แก่ พัทลุง นราธิวาส ยะลา สงขลา ปัตตานี ตรัง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ชุมพร ระนอง และกระบี่ ได้รับผลกระทบ มีทั้งผู้เสียชีวิต ผู้สูญหาย สถานที่ราชการ ถนน สะพาน ได้รับความเสียหาย และเมื่อช่วงเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมาหลายจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 11 จังหวัด ต้องประสบกับอุทกภัยที่ถือว่าเป็นสถานการณ์น้ำท่วมที่หนักที่สุดในรอบ 20 ปี และในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 สถานการณ์น้ำท่วมซ้ำซากก็ได้เกิดขึ้นในภาคกลางตั้งแต่ตอนบนไล่ลงมาถึงจังหวัดสุพรรณบุรี อ่างทอง อุทัยธานี ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับชุมชนที่พิกาศัย การเกษตร ถนน และสาธารณูปโภคที่จำเป็น

4. การประยุกต์ใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยี

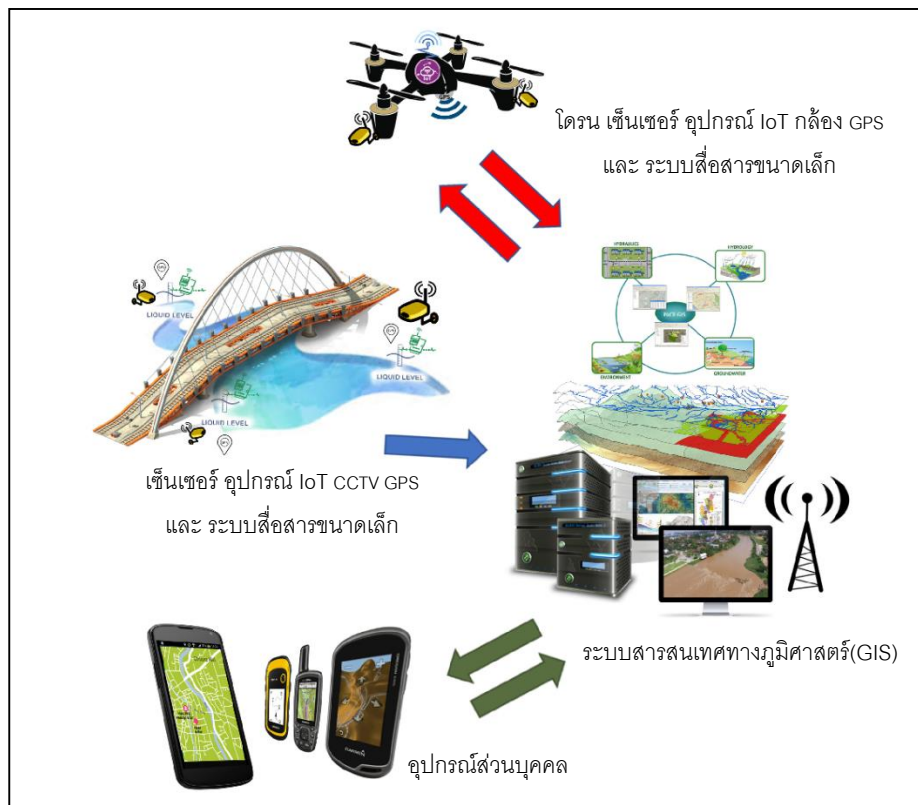
การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด และการปฏิวัติดิจิทัล (Digital revolution) ทำให้เข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (The Fourth Industrial Revolution)

โดรน (Drone) อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เป็นอุปกรณ์เทคโนโลยีทางการบินชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเข้าพื้นที่ประสบภัยพิบัติ เพราะศักยภาพทางการเคลื่อนที่ การถ่ายภาพมุมสูง การเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ต่างๆ อย่างเช่นเซ็นเซอร์ตรวจจับความร้อน ตรวจจับความเข้มข้นหรือความหนาแน่นของก๊าซ หรือตรวจจับความเคลื่อนไหวต่างๆ รวมถึงการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย ทำให้โดรนเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมนำมาใช้เพื่อการเข้าสำรวจพื้นที่ประสบภัยพิบัติ โดยการนำโดรนขึ้นบินสำรวจพื้นที่แล้วทำการถ่ายภาพบริเวณที่เกิดภัยพิบัติแล้วส่งภาพถ่ายมุมต่างๆ นำข้อมูลเหล่านั้นกลับมายังส่วนบังคับการ จากนั้นนำข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มาประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) เพื่อทำการวิเคราะห์วางแผนดำเนินการเข้าพื้นที่เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติในลำดับต่อไป แต่ในประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารรวมถึงการใช้อุปกรณ์แจ้งเตือนให้เหมาะสมกับยุค 4.0 จึงต้องมีเทคโนโลยีอื่นเข้ามาสนับสนุนอีกทางเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติดำเนินการแจ้งเตือนเหตุหรือเข้าช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติได้ผลรวดเร็ว โดรนถูกนำมาใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ที่มณฑลรัฐเท็กซัส เป็นจุดเริ่มต้นของการนำสิ่งที่เป็นเรื่องของสันตนาการมาใช้ประโยชน์เพื่อช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน

ในปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) มีแนวโน้มที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากขึ้น เป็นเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายที่สามารถเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับโครงข่ายสื่อสารอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (IoT) เป็นเทคโนโลยีที่ถูกคิดค้นขึ้นมาโดย Kevin Ashton ในปี ค.ศ. 1999 ภายใต้โครงการ “Auto-ID Center” ซึ่งพัฒนาจากเทคโนโลยี RFID ให้มีการเชื่อมต่อกันอย่างมีมาตรฐานด้วยการใช้เซ็นเซอร์ (Sensor) โดยการทดลองและทดสอบภายในมหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology, MIT ซึ่งบางแห่งอาจจะเรียกว่า Machine 2 Machine, M2M เพราะการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีลักษณะที่เชื่อมโยงส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับเครื่องมือต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ตู้เย็น รถยนต์ และอื่นๆ ด้วยการสื่อสารผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ต มีแนวโน้มเป็นไปได้ว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ แขนงด้านนี้จะเชื่อมต่อกันโดยใช้อุปกรณ์อินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (IoT) ทำให้มนุษย์สามารถควบคุมการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในสถานที่ทำงานทั่วไป ร้านค้า บ้านเรือน ไปจนถึงโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันแล้วยังสามารถนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาใช้กับการรักษาความปลอดภัย การช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยโดยการเชื่อมต่อกันกับโดรนและอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลสำหรับการเข้าพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ค้นหาผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ สำรวจและตรวจสอบสภาพพื้นที่เกิดเหตุ ว่ามีสภาพเสี่ยงมากน้อยเพียงไร ด้วยคุณสมบัติที่ใช้พลังงานน้อย สื่อสารได้ระยะทางที่ไกล ทำให้เหมาะแก่การนำอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (IoT) มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์สำหรับการส่งข้อมูลสำหรับประมวลผลข้อมูลเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลประกอบเข้ากับโดรนเพื่อการสำรวจ สภาพทางกายภาพ ด้วยเซ็นเซอร์ได้แก่ เซ็นเซอร์ เครื่องวัดความดัน GPS เครื่องบันทึกข้อมูลขนาดเล็ก เป็นต้น

เมื่อข้อมูลพร้อมการประมวลผลที่จะนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์วางแผนการเข้าช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ข้อมูลเหล่านั้นจะนำมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS)

เพราะว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบที่จัดเก็บ ให้ข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ประมวลผลทางด้าน กายภาพของสิ่งต่างๆบนพื้นโลก เช่น ถนน แม่น้ำ อาคาร ภูเขา พื้นที่ป่า ระดับความสูง เป็นต้น หรือข้อมูลเฉพาะ ทางบางอย่างที่แต่ละหน่วยงานสนใจมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาแสดงในรูปแบบแผนที่ (Map) ด้วยลักษณะเส้น (Lines) จุด (Points) พื้นที่รูปปิด (Polygons) ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) จึงมีบทบาทอย่างยิ่งสำหรับการแยกแยะลำดับชั้นต่างๆ ทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และไม่ได้ข้อมูล ในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (non-spatial data) พร้อมทั้งอ้างอิงส่วนต่างๆกับตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์บนพื้นโลก (Geo-reference) ระบบนี้จะใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง นำมาประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ สำหรับนำมาสนับสนุนการทำงานและการตัดสินใจในขั้นตอนต่างๆในการวางแผนงาน และนำไปปฏิบัติได้อย่าง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ มาใช้ช่วยวางแผน กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติในการเข้าทำการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เพื่อทำการวิเคราะห์ผลกระทบต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในวงรัศมีที่เกิดเหตุ เพื่อช่วยตัดสินใจให้เร็วที่สุด ผิดพลาดน้อย ที่สุด และมีประสิทธิภาพมากที่สุดบนพื้นฐานของความปลอดภัยของชีวิต



รูปที่ 1 การประยุกต์ใช้โดรนและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสารสรรพสิ่งร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สำหรับการช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย

กรณีศึกษา

จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม มีสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ปิดล้อมด้วยภูเขา มีทั้งเขา หินแกรนิต เขาหินปูน รวมถึงมีป่าไม้หลากหลายชนิด และบางส่วนเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ โดยมีลุ่มน้ำขนาดใหญ่ 2

แห่ง ลุ่มน้ำย่อยอีก 14 ลุ่มน้ำ ระบบพยากรณ์และเตือนภัยของจังหวัดเชียงใหม่ทำโดย จัดเก็บข้อมูลทางอุทกวิทยา จัดทำแผนที่ พยากรณ์ระดับน้ำด้วยแบบจำลอง คู่มือเตรียมรับสถานการณ์น้ำท่วม ตรวจสอบระดับน้ำโดยการสังเกตและอ่านค่าระดับน้ำจากหลักระดับน้ำด้วยบุคคล ติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน จัดตั้งอาสาสมัครเตือนภัย ติดตั้งโทรมาตรในลุ่มน้ำ ติดตั้งหอกระจายข่าว และจัดทำเว็บไซต์เชื่อมโยงกับข้อมูลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ ของอุตุนิยมหาวิทยาลัย ข้อมูลการเกิดน้ำท่วมพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ตามแบบจำลองความสูงเชิงเลข Digital elevation model: DEM, ผสมกับการวัดความสูงภูมิประเทศด้วยแสงเลเซอร์ที่ติดตั้งบนอากาศยาน (light detection and ranging: LIDAR) นำมาประมาณค่าด้วยสมการ (inverse distance weighted: IDW) พบว่าในพื้นที่ เทศบาลนครเชียงใหม่เคยมีระดับน้ำท่วมสูงสุดที่ระดับ 1.73 เมตร และที่ระดับต่ำสุด 0.03 เมตร มีอาคารสำหรับใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่นที่พักอาศัย สถานศึกษา โรงแรม ศาสนสถาน สถานที่ราชการ ฯ รวมทั้งสิ้น 25,002 หลัง เมื่อเกิดเหตุอุทกภัยหน่วยงานในพื้นที่รับผิดชอบเตือนภัยได้ทำการแจ้งเตือนภัย หลังจากเหตุการณ์คลี่คลายทำให้ทราบข้อมูลว่า อาคารสถานที่ต่างๆ ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม มีข้อมูลดังนี้ ระดับน้ำท่วมสูง(1-2 เมตร) จำนวน 188 หลัง น้ำท่วมปานกลาง(0.5 – 1 เมตร) จำนวน 9,441 อาคาร น้ำท่วมต่ำ(น้อยกว่า 0.5 เมตร) จำนวน 15,274 อาคาร และไม่ท่วมเลย 100 อาคาร โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นอาคารที่พักอาศัยที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดจำนวน 7,776 อาคาร มีประชาชนได้รับผลกระทบ 31,101 คน

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นหากทำการปรับระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติของจังหวัดเชียงใหม่ โดยนำเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง(IoT) เข้ามาใช้งานเป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับระดับน้ำในลุ่มน้ำต่างๆ เมื่อได้ข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลระดับน้ำไปยังหน่วยจัดเก็บข้อมูลเพื่อประมวลผล อาจแยกข้อมูลในแต่ละพื้นที่ย่อยเพื่อให้ทราบระดับน้ำ ความเร็ว และทิศทางของกระแสน้ำในบริเวณนั้นๆ ถ้าหากต้องการเห็นภาพสถานการณ์น้ำในบริเวณฝัา ระวังอาจติดตั้งกล้อง CCTV เพิ่มสำหรับการส่งข้อมูลภาพ ในส่วนของการสำรวจข้อมูลในวงกว้าง โดรนติด อุปกรณ์ตรวจหาพิภพจะทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์จัดเก็บข้อมูลของตัวตรวจวัดระดับน้ำจะถูกนำมาใช้งานพร้อมถ่ายภาพมุมสูงเพื่อมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(GIS) เพื่อสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่แล้วนำมาวิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์ ข้อมูลสารสนเทศที่ได้มานั้นจะถูกนำกลับมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง(IoT) อีกครั้งในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ส่วนบุคคล เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือ อุปกรณ์สัญญาณเตือนภัยที่ติดตั้งไว้ในชุมชนในการเตือนภัยพิบัติ และใช้แจ้งเตือนเส้นทาง พื้นที่ปลอดภัยสำหรับการอพยพ และในขณะที่เกิดภัยพิบัติ อุปกรณ์บางตัวอาจต้องมีหน้าที่ตรวจจับการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้า สามารถส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือไปยังหน่วยงานที่จะเข้าให้การช่วยเหลือผู้ประสบภัย ในกรณีที่มีผู้พลัดหลงหรือได้รับบาดเจ็บ และการสำรวจพื้นที่ในบริเวณที่มีอุปสรรคในการเข้าพื้นที่โดรนจะมีบทบาทหน้าที่เข้าสำรวจพื้นที่และส่งข้อมูลภาพมุมสูง และยังสามารถนำมาใช้ในการขนส่งเครื่องมือ อุปกรณ์ ในการช่วยเหลือ ยา เวชภัณฑ์ หรือ อาหาร เข้าพื้นที่เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัย หากแนวทางการปรับระบบโดยการประยุกต์ใช้โดรนและอินเทอร์เน็ต ประสานสรรพสิ่งร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติเป็นรูปธรรมขึ้นมา ผลกระทบที่เกิดขึ้นข้างต้นอาจลดจำนวนลงได้ไม่มากนัก

5. สรุป

ข้อมูลระดับความสูงของคราบน้ำท่วมของเทศบาลนครเมืองเชียงใหม่ และข้อมูลของระบบพยากรณ์การแจ้งเตือนภัย ทำให้ทราบถึงระดับน้ำที่เคยท่วมสูงสุด 1.73 เมตร และต่ำสุด 0.03 เมตร อาคารที่พักอาศัยได้รับผลกระทบมากถึง 7,776 อาคาร และประชาชนได้รับผลกระทบ 31,104 คน นั้นสร้างความสูญเสียกับทรัพย์สิน เศรษฐกิจ และสภาพจิตใจของประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างมาก ดังนั้น การประยุกต์ใช้โครนและเทคโนโลยี IoT ด้วยเซ็นเซอร์ต่างๆ ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัตินั้นเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เป็นแนวทางที่สามารถนำมาสร้างและพัฒนา เพื่อทำการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สร้างแบบจำลองการคาดการณ์ โดยมุ่งเน้นตอบสนองการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ลดการสูญเสียอันจะเกิดกับชีวิต สิ่งแวดล้อม ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจโดยรวม

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรเลือกพื้นที่เสี่ยงภัยที่ถูกกำหนดจากทางราชการเพื่อนำมาเข้าฐานข้อมูลก่อน และเก็บข้อมูลของพื้นที่ในช่วงเวลาที่ยังไม่ประสบภัยพิบัติ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ รวมถึงข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีต

6.2 เลือกใช้โครนที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง และควรมีแหล่งพลังงานสำรองเพียงพอต่อการใช้งาน

6.3 อุปกรณ์ทางด้านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ควรเลือกที่ใช้พลังงานน้อยและสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงรองรับในอนาคตข้างหน้าได้

7. เอกสารอ้างอิง

เดชฤทธิ์ ภูมิธรรม. 2560. **คัมภีร์การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino**. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

หน่วยวิจัยภัยพิบัติทางธรรมชาติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550. รายงานโครงการจัดทำคู่มือเตรียมรับสถานการณ์น้ำท่วมสำหรับชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

หน่วยวิจัยภัยพิบัติทางธรรมชาติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550. รายงานโครงการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้าเพื่อเตือนภัยน้ำท่วมของแม่น้ำปิงเขตเมืองเชียงใหม่. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

หน่วยวิจัยภัยพิบัติทางธรรมชาติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550. รายงานโครงการจัดทำหลักเตือนระดับน้ำท่วมพื้นที่เขตเมืองเชียงใหม่. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Ovidiu Vermesan, Peter Friess. 2014. **Internet of Things-From Research and Innovation to Market Development**. Denmark: River Publishers.

Alex Scroxtton. "IT to the rescue: How technology helps the UK deal with flooding.". สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก <http://www.computerweekly.com/feature/IT-to-the-rescue-How-technology-helps-the-UK-deal-with-flooding>

"S&T Uses Internet of Things to Improve Flood Alert Technology". สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก <https://www.dhs.gov/blog/2017/07/26/st-uses-internet-things-improve-flood-alert-technology>

"IoT and Flood Disaster Prevention in Vietnam: What is essential?". สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก <http://www.aeforum.com/iot-flood-disaster-prevention-vietnam-essential/>

Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) . Vol-3, Issue-4, 2017. ISSN: 2454-1362, สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก <http://www.onlinejournal.in/IJIRV3I4/164.pdf>

"Drone Pilot Helps Rescue Flood Victims in Texas". สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก <http://blogs.discovermagazine.com/drone360/2015/05/21/drone-rescue-flood-victims/#.Wf6ZoGiCyUk>

Ralph Ellis and John Newsome, CNN. "Drone, social media make flood rescue happen in real time". สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก <http://edition.cnn.com/2016/10/11/us/weather-matthew-drone-rescue/index.html>

"ความเป็นมาของภัยธรรมชาติในประเทศไทย". สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2560, จาก <https://www.tmd.go.th/info/risk.pdf>

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ด้านอินเทอร์เน็ตของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

THE RELATIONSHIP BETWEEN PERSONAL FACTORS

AND INTERNET SELF-EFFICACY OF STUDENTS IN

CHIANG MAI RAJABHAT UNIVERSITY

ภาณุวัฒน์ สุวรรณกุล

E-mail: phanuwat@cmru.ac.th

สารุ่ง ตันตระกูล

E-mail: tantragul@gmail.com

รสลิน เพตะกร

E-mail: roselin@cmru.ac.th

อรนุช พันโท

E-mail: oranuch.pan@gmail.com

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 487 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปและแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต โดยวิเคราะห์ด้วยการหาค่าความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test และ ANOVA ผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่มีเพศต่างกัน มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตไม่แตกต่างกัน 2) นักศึกษาที่มีชั้นปีที่แตกต่างกันมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตแตกต่างกัน และ 3) นักศึกษาที่สังกัดคณะวิชาที่แตกต่างกันมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ: ปัจจัยส่วนบุคคล, การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต

ABSTRACT

This survey research aims to study the relationship between personal factors and the internet self-efficacy of students in Chiang Mai Rajabhat University. The 487 subjects were selected by the purposive sampling from the students who enrolled Information Technology for Life subject in the 2nd semester, 2016 academic year. The questionnaire, used as research tool, consists of personal information questions and internet self-efficacy questions. Frequency analysis, percentage, standard deviation, t-test and ANOVA were used for analyzing quantitative data. The major findings were as follows: 1) The students' gender did not show significant different on the internet self-efficacy. 2) Students' grade level displayed their different Internet self-efficacy. And 3) student's department influenced their Internet self-efficacy at the .05 statistical significant.

KEYWORDS: Personal Factors, Internet Self-Efficacy

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ทฤษฎีความสามารถตนเอง (Self-Efficacy Theory) เกิดขึ้นขึ้นโดยเบนดูรา (Bandura, 1997) ที่มีความเชื่อว่าการรับรู้ความสามารถตนเองนั้นเกิดจากผลการกระทำของบุคคล โดยแต่ละบุคคลอาจมีความสามารถไม่แตกต่างกันแต่อาจมีพฤติกรรมที่มีคุณภาพที่แตกต่างกัน แม้แต่ในบุคคลเดียวกันหากรับรู้ความสามารถตนเองในสภาพการณ์ที่แตกต่างกันก็อาจแสดงพฤติกรรมออกมาแตกต่างกันได้เช่นกัน (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต, 2550) ในการจัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้ง 3 มิติ คือมิติความยากง่ายของพฤติกรรม มิติความมั่นใจหรือความเข้มแข็ง และความคาดหวังในความสามารถของตนที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น จะเห็นได้ว่าบุคคลจะรับเอาพฤติกรรมใดไว้ขึ้นอยู่กับรับรู้ความสามารถตนเอง และความคาดหวังของผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ โดยในระยะวัยรุ่นจะมีความต้องการฝึกทักษะการเรียนรู้ใหม่ๆ ซึ่งนั่นคือการสั่งสมประสบการณ์ชีวิต และประสบการณ์ที่จะประสบความสำเร็จก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองและรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองมีหลากหลายด้าน แต่ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต ((Internet Self-Efficacy : ISE) ซึ่งก็คือการเชื่อและมีความมั่นใจว่าตนเองมีความสามารถในการใช้งานอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับใดนั่นเอง (Meng-Hsiang Hsu, 2004)

ในปี 2560 จึงได้ทำการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย (สพธอ. และ ICT : 2560) พบว่าพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยมีจำนวนชั่วโมงการใช้งานโดยเฉลี่ย 45.0 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือ 6.4 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนใหญ่เป็นบุคคลในกลุ่มของ Gen Y ใช้งานอินเทอร์เน็ตประมาณ 53.2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยในกรุงเทพฯ มีการใช้งานมากที่สุดประมาณ 48.1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตมากที่สุดคือ สมาร์ทโฟน 85.5% ใช้งานเฉลี่ย 6.2 ชั่วโมงต่อวัน รองลงมาเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 62.0% ใช้งานเฉลี่ย 5.4 ชั่วโมงต่อวัน กิจกรรมยอดนิยมในการใช้อินเทอร์เน็ต คือสื่อสังคมออนไลน์ประมาณ 59.0% และกิจกรรมที่คนชอบใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์มากกว่าอุปกรณ์เคลื่อนที่คือ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E-Learning) ผ่านคอมพิวเตอร์ 38.9% ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ 18.1% จากการรายงานผลสำรวจดังกล่าวพบว่าบุคคลที่มีอายุระหว่าง 16-35 ปีซึ่งคือกลุ่มนักเรียน นักศึกษาที่มีการใช้งานอินเทอร์เน็ตมากที่สุด

ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตว่านักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่มีผลการรับรู้ความสามารถด้านอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับใด เมื่อทำการจำแนกตามเพศ ชั้นปี และคณะวิชาที่สังกัดของนักศึกษา

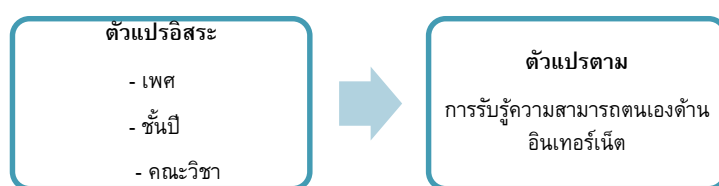
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

3. สมมุติฐานการวิจัย

ลักษณะปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาที่เรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดของงานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจจากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยมีตัวแปรอิสระคือ เพศ ชั้นปี และคณะวิชาที่สังกัด สำหรับตัวแปรตามคือ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

5.2 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จำนวน 1,399 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 487 คน

5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคลของนักศึกษาซึ่งประกอบไปด้วย เพศ ชั้นปี และคณะวิชาที่นักศึกษาสังกัด

ตัวแปรตาม ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม โดยได้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ ชั้นปี และคณะวิชาที่สังกัด และตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต ที่มีทั้งหมด 11 ข้อ โดยได้ดัดแปลงมาจากแบบสอบถามของวันเพ็ญ วิโรจน์เจริญวงศ์ และคณะ (2556) และ Sam, H. K et.al. (2005) เป็นแบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่าระดับความมั่นใจ 5 ระดับ คือ ระดับความมั่นใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด และแบบสอบถามนี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) กับวัตถุประสงค์เฉลี่ยเท่ากับ 0.94 ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทีมผู้วิจัยมีการเตรียมแบบสอบถามผ่านระบบออนไลน์และขอความอนุเคราะห์จากอาจารย์ผู้สอนรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิตในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 แจ้งให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามออนไลน์ โดยได้รับข้อมูลที่ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 487 คน

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวน F-test (One way ANOVA)

6. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มีดังต่อไปนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้สถิติพื้นฐานจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ ชั้นปี และคณะวิชาที่สังกัด มีดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามในตารางที่ 1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิงจำนวน 264 คน คิดเป็นร้อยละ 54.2 เพศชายจำนวน 223 คน คิดเป็นร้อยละ 45.8 เมื่อจำแนกตามชั้นปี ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาปีที่ 1 จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 31.6 รองลงมาคือชั้นปีที่ 2 จำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 30.4 ชั้นปีที่ 3 จำนวน 114 คน คิดเป็นร้อยละ 23.4 และชั้นปีที่ 4 จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 14.6 ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามคณะวิชาพบว่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีมากที่สุด 240 คน คิดเป็นร้อยละ 49.3 รองลงมาคือคณะครุศาสตร์ จำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 23.2 คณะวิทยาการจัดการ จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 19.3 และคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 8.2

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

ปัจจัยส่วนบุคคล		จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ	ชาย	223	45.8
	หญิง	264	54.2
2. ชั้นปี	ปีที่ 1	154	31.6
	ปีที่ 2	148	30.4
	ปีที่ 3	114	23.4
	ปีที่ 4	71	14.6
3. คณะวิชา	ครุศาสตร์	113	23.2
	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	40	8.2
	วิทยาการจัดการ	94	19.3
	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	240	49.3

5.2 ผลการวิเคราะห์การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ เพศ เกรดเฉลี่ย ชั้นปี และคณะวิชา มีดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต จำแนกตามเพศ (n=487)

ข้อที่	คำถาม	เพศ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
1	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอธิบายคำหรือเข้าใจความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตได้	ชาย	3.65	.75	4.79	.000
		หญิง	3.31	.80		
2	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอธิบายความหมายและบอกความสำคัญของชื่อโดเมนได้	ชาย	3.42	.80	5.82*	.000
		หญิง	2.99	.82		
3	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถเปิดอ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้	ชาย	3.89	.86	3.97	.000
		หญิง	3.57	.92		
4	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถแนบไฟล์เอกสาร(Attach File) และจัดการกับเอกสารที่แนบทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้	ชาย	3.70	.95	3.14	.002
		หญิง	3.44	.93		
5	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ต้องการจากระบบอินเทอร์เน็ตได้	ชาย	4.02	.87	5.29*	.000
		หญิง	3.59	.94		
6	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอัปโหลด(Upload) โปรแกรมหรือเอกสารเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตได้	ชาย	3.94	.91	4.87	.000
		หญิง	3.54	.91		
7	ฉันรู้สึกมั่นใจในการใช้เครื่องมือสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต (เช่น Google, Yahoo)	ชาย	4.20	.84	2.38	.018
		หญิง	4.01	.91		
8	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถใช้โปรแกรมติดต่อสื่อสารสนทนากับคนอื่นในระบบเครือข่ายได้ (เช่น Skype , Chat Room, web board)	ชาย	3.92	.92	1.42	.157
		หญิง	3.80	.99		
9	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถคัดลอกข้อมูลจากเว็บไซต์ที่ปิดกั้นข้อมูลและวางลงบน Word ได้	ชาย	3.86	.90	3.64	.000
		หญิง	3.54	.99		

ข้อที่	คำถาม	เพศ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
10	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถสร้างเว็บไซต์หรือบล็อกเกอร์ (Blogger) ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ และ การเชื่อมโยง(Link) ไปยังเว็บไซต์อื่นๆ ได้	ชาย หญิง	3.59 3.19	.95 .92	4.71*	.000
11	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถพิมพ์ข้อมูลจากเว็บไซต์ผ่านทางเครื่องพิมพ์ได้	ชาย หญิง	3.72 3.48	.94 .92	2.75	.006
12	ภาพรวมการรับรู้ความสามารถของตนเองด้าน อินเทอร์เน็ต	ชาย หญิง	3.81 3.49	.68 .69	5.03	.000

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าเพศที่แตกต่างกันของผู้ตอบแบบสอบถามมีผลการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตที่แตกต่างกันในเรื่องความรู้สึกมั่นใจว่าสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ต้องการจากระบบอินเทอร์เน็ต และความรู้สึกมั่นใจว่าสามารถสร้างเว็บไซต์หรือบล็อกเกอร์ ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ และการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อื่นๆ ได้ ส่วนด้านอื่นนั้นมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตไม่แตกต่างกัน และโดยภาพรวมการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต จำแนกตามชั้นปี (n=487)

ข้อที่	คำถาม	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
1	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอธิบายคำหรือเข้าใจความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	17.91 289.14 307.05	3.00 483.00 486.00	5.97 0.60	9.97*	0.00
2	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอธิบายความหมายและบอกความสำคัญของชื่อโดเมนได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	20.87 321.75 342.62	3.00 483.00 486.00	6.96 0.67	10.45*	0.00
3	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถเปิดอ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	25.67 377.23 402.90	3.00 483.00 486.00	8.56 0.78	10.96*	0.00
4	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถแนบไฟล์เอกสาร(Attach File)และจัดการกับเอกสารที่แนบทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	21.04 417.04 438.08	3.00 483.00 486.00	7.01 0.86	8.12*	0.00
5	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ต้องการจากระบบอินเทอร์เน็ตได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	21.89 403.90 425.79	3.00 483.00 486.00	7.30 0.84	8.73*	0.00

ข้อ ที่	คำถาม	แหล่งความ แปรปรวน	SS	df	MS	F	p
6	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอัปโหลด (Upload) โปรแกรมหรือเอกสารเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	31.73 391.85 423.58	3.00 483.00 486.00	10.58 0.81	13.03*	0.00
7	ฉันรู้สึกมั่นใจในการใช้เครื่องมือสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต (เช่น Google, Yahoo)	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	12.02 369.25 381.27	3.00 483.00 486.00	4.01 0.76	5.24*	0.00
8	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถใช้โปรแกรมติดต่อสื่อสารสนทนากับคนอื่นในระบบเครือข่ายได้ (เช่น Skype, Chat Room, web board)	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	10.21 439.14 449.36	3.00 483.00 486.00	3.40 0.91	3.74*	0.01
9	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถคัดลอกข้อมูลจากเว็บไซต์ที่ปิดกั้นข้อมูลและวางลงบน Word ได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	13.78 437.16 450.93	3.00 483.00 486.00	4.59 0.91	5.07*	0.00
10	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถสร้างเว็บไซต์หรือบล็อกเกอร์ (Blogger) ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ และการเชื่อมโยง (Link) ไปยังเว็บไซต์อื่นๆ ได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	27.79 415.68 443.47	3.00 483.00 486.00	9.26 0.86	10.77*	0.00
11	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถพิมพ์ข้อมูลจากเว็บไซต์ผ่านทางเครื่องพิมพ์ได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	14.70 412.98 427.68	3.00 483.00 486.00	4.90 0.86	5.73*	0.00
12	ภาพรวมการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	18.57 223.26 241.83	3.00 483.00 486.00	6.19 0.46	13.39*	0.00

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการทดสอบความแตกต่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต จำแนกตามชั้นปี โดยใช้สถิติ ANOVA พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีชั้นปีที่แตกต่างกัน มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3 ดังนั้นจึงต้องทำการเปรียบเทียบรายคู่ว่าชั้นปีใดบ้างที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต จำแนกตามคณะวิชา (n=487)

ข้อ ที่	คำถาม	แหล่งความ แปรปรวน	SS	df	MS	F	p
1	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอธิบายคำ หรือเข้าใจความหมายของคำที่ เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	24.79 282.26 307.05	3 483 486	8.26 .58	14.14*	.000
2	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอธิบาย ความหมายและบอกความสำคัญของ ข้อใดเมนได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	34.88 307.74 342.62	3 483 486	11.63 .64	18.25*	.000
3	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถเปิดอ่าน จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	32.24 370.65 402.89	3 483 486	10.75 .77	14.01*	.000
4	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถแนบไฟล์ เอกสาร(Attach File)และจัดการกับ เอกสารที่แนบทางจดหมาย อิเล็กทรอนิกส์ได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	27.18 410.90 438.08	3 483 486	9.06 .85	10.65*	.000
5	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถดาวน์โหลด (Download)โปรแกรมหรือ ซอฟต์แวร์ที่ต้องการจากระบบ อินเทอร์เน็ตได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	30.19 395.59 425.79	3 483 486	10.07 .82	12.29*	.000
6	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถอัปโหลด (Upload)โปรแกรมหรือเอกสารเข้าสู่ ระบบอินเทอร์เน็ตได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	35.42 388.16 423.58	3 483 486	11.81 .80	14.69*	.000
7	ฉันรู้สึกมั่นใจในการใช้เครื่องมือ สืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต (เช่น Google, Yahoo)	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	10.26 371.01 381.27	3 483 486	3.42 .77	4.45*	.004
8	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถใช้ โปรแกรมติดต่อสื่อสารสนทนากับ คนอื่นในระบบเครือข่ายได้ (เช่น Skype , Chat Room, web board)	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	10.86 438.50 449.36	3 483 486	3.62 .91	3.99*	.008
9	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถคัดลอก ข้อมูลจากเว็บไซต์ที่ปิดกั้นข้อมูล และวางลงบนWordได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	20.79 430.13 450.93	3 483 486	6.93 .89	7.79*	.000
10	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถสร้างเว็บ ไซด์หรือบล็อกเกอร์ (Blogger)ซึ่ง ประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ และ การเชื่อมโยง (Link)ไปยังเว็บไซต์ อื่นๆได้	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	33.75 409.72 443.47	3 483 486	11.25 .85	13.26*	.000

11	ฉันรู้สึกมั่นใจว่าสามารถพิมพ์ข้อมูลจากเว็บไซต์ผ่านทางเครื่องพิมพ์ได้	ระหว่างกลุ่ม	19.90	3	6.63	7.86*	.000
		ภายในกลุ่ม	407.78	483	.84		
		รวม	427.68	486			
12	ภาพรวมการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต	ระหว่างกลุ่ม	23.59	3	7.87	17.41*	.000
		ภายในกลุ่ม	218.23	483	.45		
		รวม	241.83	486			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการทดสอบความแตกต่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต จำแนกตามคณะวิชา โดยใช้สถิติ ANOVA พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีคณะวิชาที่แตกต่างกัน มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4 ดังนั้นจึงต้องทำการเปรียบเทียบรายคู่ว่าคณะวิชาใดบ้างที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตแตกต่างกัน

จากผลตารางที่ 5 พบว่าโดยภาพรวมของการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต แตกต่างกันด้านชั้นปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีเชฟเฟ พบว่า นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตน้อยกว่า ชั้นปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต จำแนกตามชั้นปี

ชั้นปี		ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 4
	$\bar{x}$	3.37	3.67	3.79	3.90
ชั้นปีที่ 1	3.37	-	-0.30*	-0.42*	-0.53*
ชั้นปีที่ 2	3.67		-	-0.12	-0.23
ชั้นปีที่ 3	3.79			-	-0.11
ชั้นปีที่ 4	3.90				-

*นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต จำแนกตามคณะวิชา

สังกัดคณะ		(1)	(2)	(3)	(4)
	$\bar{x}$	3.64	3.28	3.32	3.83
ครุศาสตร์ (1)	3.64	-	.036*	0.32*	-0.19
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (2)	3.28		-	-0.04	-0.55*
วิทยาการจัดการ (3)	3.32			-	-0.51*
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (4)	3.83				-

*นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากผลตารางที่ 6 พบว่าโดยภาพรวมของการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต แตกต่างกันด้านคณะวิชา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีเชฟเฟ พบว่า

นักศึกษาสังกัดคณะครุศาสตร์ มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตสูงกว่านักศึกษาคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และคณะวิทยาการจัดการ นักศึกษาคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มีการรับรู้ความสามารถด้านอินเทอร์เน็ตน้อยกว่าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการมีการรับรู้ความสามารถของตนเองน้อยกว่าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7. อภิปรายผล

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ เพศ ชั้นปี และคณะวิชาที่นักศึกษาสังกัดกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต พบว่า นักศึกษาที่มีเพศแตกต่างกันมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของวันเพ็ญ วิโรจน์เจริญวงศ์ และคณะ (2556) ได้สำรวจข้อมูลนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กล่าวว่าเพศไม่มีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักศึกษาไม่ว่าจะเป็นเพศใดย่อมมีความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อให้ตนเองได้มีความรู้ทันต่อเหตุการณ์ ทันต่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยทั้งเพศชายและหญิงต้องการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการค้นคว้า ดาวน์โหลดข้อมูลทำรายงานหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับคนอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตจำแนกตามชั้นปี และคณะวิชาที่สังกัดแล้ว พบว่า นักศึกษาที่มีทั้งชั้นปีและคณะวิชาที่ต่างกันมีการรับรู้ความสามารถของตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของชนคดี สยมนานท์ (2555) ที่ศึกษาพฤติกรรมและปัญหาการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กล่าวว่านักศึกษาชั้นปีที่ต่างกันมีพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตต่างกัน และนักศึกษาสังกัดคณะวิชาต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตด้านการติดต่อสื่อสารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักศึกษาที่ชั้นปีที่สูงกว่ามีความจำเป็นในการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับค้นคว้า ทำรายงานมากกว่านักศึกษาชั้นปีอื่น ๆ และนักศึกษาที่สังกัดคณะวิชาต่างกันอาจมีรายวิชาที่จำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการค้นคว้าข้อมูล หรือเพื่อติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนแตกต่างกัน

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

งานวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิตที่จะวางแผนการสอนเรื่องอินเทอร์เน็ตให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละชั้นปี และคณะวิชาต่อไป

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรศึกษาความสัมพันธ์การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ตกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต

(2) ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนรู้ของนักศึกษากับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ในภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาที่สอนทำแบบสอบถามออนไลน์ในครั้งนี้

10. เอกสารอ้างอิง

ชนคดี สขานนท์. (2555). "พฤติกรรมและปัญหาการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา." วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วันเพ็ญ วิโรจน์เจริญวงศ์ มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ และมนต์ชัย เทียนทอง. (2556). "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านอินเทอร์เน็ต." ใน การประชุมมหาดใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 4 วันที่ 10 พฤษภาคม 2556.

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. (2550). "ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม." (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) และกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2560). "THAILAND INTERNET USER PROFILE 2016." <https://www.etda.or.th/publishing-detail/thailand-internet-user-profile-2017.html>. สืบค้นเมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2560.

Bandura, A. (1997). "Self-Efficacy: The exercise of control." New York : W.H. Freeman.

Hsu, M. H., and Chiu, C. M., (2004). Internet self-efficacy and electronic service acceptance. Vol. 38, 269-381.

Sam, H. K., Othman, A. E. A., & Nordin, Z. S. (2005). Computer self-efficacy, computer anxiety, and attitudes toward the Internet: A study among undergraduates in Unimas. **Educational Technology & Society**, 8(4), 205-219.

**ระบบสารสนเทศแจ้งเตือนข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพ
กรณีศึกษาเขตบริการสุขภาพที่ 10**

**INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR QUALITY AND SAFETY
NOTIFICATION OF HEALTH PRODUCTS: A CASE STUDY OF
10TH HEALTH SERVICE AREA**

ไพโรจน์ แซ่จิว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail: tri-rong@hotmail.com

ดร.สุรีนา มะตาหยง

อาจารย์ประจำหลักสูตร การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail: msurcena@eng.psu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเกี่ยวกับการแจ้งเตือนข้อมูลคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพ กรณีศึกษาเขตบริการสุขภาพที่ 10 ซึ่งเป็นการศึกษาปัญหาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการรายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการใช้ผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ต้องสงสัย การออกแบบระบบมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎี ฮิวริสติกของเนลสันเพื่อช่วยประเมินและเสนอแนะการปรับปรุงในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของระบบโดยมีผู้เกี่ยวข้องคือ นักพัฒนาโปรแกรม , เจ้าหน้าที่ระดับสูง, เกษตรกร, อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ผลสำรวจเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั้งหมด 55 คน อยู่ในเกณฑ์ดี

คำสำคัญ: Neilson's Heuristic Usability, ผลิตภัณฑ์สุขภาพ, ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

ABSTRACT

The research study aims to design and develop information management system for quality and safety health products notification: a case study of health service area 10th. The system is about the study of problems through data collection and analysis regarding to reporting adverse events from the use of suspected health products. Neilson's heuristic usability theory has been used for system evaluation in order to improve user interface. The evaluation was done by programmers, high level staffs, pharmacists, and village health volunteers. The survey result of 55 end users was satisfactory.

KEYWORDS: Neilson's Heuristic Usability, Safety Health Products, User interface

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกษตรกรได้ลงพื้นที่ตรวจสอบการแพร่ระบาดของผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ต้องสงสัยและพบการแพร่ระบาดบริเวณชายแดนของประเทศ จากผลการสำรวจสถานการณ์ร้านค้า ปี พ.ศ. 2551 พบว่ามีการจำหน่ายยาอันตรายที่เกินขอบเขตกฎหมายกำหนดในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 285 แห่ง และในปี พ.ศ. 2556 มีการสำรวจเพิ่มเติมเกี่ยวกับแหล่งต้นทางที่มีการกระจายยาเข้ามาจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งพบร้านค้าที่เป็นแหล่งต้นทางจำนวน 613 แห่ง ที่อยู่ในจังหวัดภูมิภาคเดียวกันและใกล้เคียงกัน เช่น เชียงราย แพร่ ยโสธร อำนาจเจริญ สระบุรี นครราชสีมา และร้อยเอ็ด (ภญ. สรียา เวชวิฐาน, 2016)

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีแนวทางการคุ้มครองผู้บริโภคด้านคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพส่วนภูมิภาค โดยให้งบประมาณและแนวทางปฏิบัติแก่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขจังหวัดเป็นผู้ดำเนินการและปฏิบัติงานตามที่ได้กำหนดไว้ (คณะกรรมการอาหารและยา, 2015) รูปแบบแนวทางปฏิบัติและการดำเนินงานในรูปแบบของกระบวนการตรวจสอบการแพร่ระบาดของผลิตภัณฑ์สุขภาพในเขตโรงพยาบาลมีดังต่อไปนี้ 1. ผู้ป่วยหนักเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล 2. ทางโรงพยาบาลจะบันทึกประวัติการรักษา และรักษาผู้ป่วย 3. ทีมแพทย์และเภสัชกรจะทำการวิเคราะห์ลักษณะผู้ป่วยที่มีอาการป่วยใกล้เคียงกัน เพื่อหาการแพร่ระบาดของผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ต้องสงสัยในเขตชุมชน 4. เมื่อมีการแพร่ระบาดของผลิตภัณฑ์สุขภาพทางทีมแพทย์จะมีการส่งเรื่องให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 5. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะรับผิดชอบในการตรวจสอบและจัดทำประกาศแจ้งเตือนผ่านทางโรงพยาบาลในเขตพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด และ ทำการเฝ้าติดตามการแพร่ระบาด (ภญ. สรียา เวชวิฐาน, 2016)

การดำเนินงานตามขั้นตอนที่กล่าวในขั้นต้นมีข้อจำกัดในรูปแบบการส่งข้อมูลและการรายงานผลเป็นกระดาษและแผ่นซีดี ซึ่งทำให้เกิดการสูญหายและข้อผิดพลาดของการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ทำให้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพที่ล่าช้าและตรวจสอบการรายงานผลที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นในงานวิจัยขั้นนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการพัฒนาระบบสารสนเทศการแจ้งเตือนข้อมูลคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพกรณีศึกษาเขตบริการสุขภาพที่ 10 โดยจัดทำเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถจัดเก็บรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปัญหาการสูญหายและความผิดพลาดของข้อมูล ทำให้การติดต่อประสานงานได้เร็วขึ้น รวมทั้งสามารถรายงานผลได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การออกแบบสำหรับผู้ใช้มีการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ตามทฤษฎีของ Neilson's Heuristic Usability ในระหว่างขั้นตอนการพัฒนาระบบเพื่อการใช้งานที่สะดวกและง่าย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศการแจ้งเตือนข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพ ตามแนวทางการประเมินระหว่างพัฒนาของ Neilson's Heuristic Usability

3. ทฤษฎีและกรอบแนวคิดในการวิจัย

3.1 ข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพ

ทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขได้มีแนวทางการจัดการยาและผลิตภัณฑ์สุขภาพ ดังนั้นจึงมีแนวทางในการปัญหาด้านยาและผลิตภัณฑ์สุขภาพ ดังต่อไปนี้

1. ต้นน้ำ จะเป็นการควบคุมยาที่มีการขึ้นทะเบียนและการนำเข้าจากผู้ผลิต ควบคุมจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดและเครือข่ายต่าง ๆ

2. กลางน้ำ ระดับจังหวัดจะกำหนดนโยบาย ชี้วัดแนวทางในการดำเนินงาน และประเมินผลงาน ทำการควบคุมแหล่งการกระจายยาและผลิตภัณฑ์ ส่งเสริมให้ผู้คนได้รับรู้ข้อมูล

3. ปลายน้ำ เขตชุมชนจะทำหน้าที่สอดส่อง รายงานแหล่งที่พบ มีการอบรมและให้ความรู้ผู้คนในชุมชน ถึงภัยอันตรายจากการใช้ยาและผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย (ภก. บรรเจิด เดชาศิลป์ชัยกุล, 2016)

ทางด้านของการรายงานสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้มีกำหนดแนวทางสำหรับผู้ที่ได้รับอนุญาตในการแบ่งตามประเภทของผู้มีหน้าที่รายงาน มีดังนี้

1. ยาแผนปัจจุบันและแผนโบราณสำหรับมนุษย์ที่ได้รับอนุมัติทะเบียน (ยาเคมี ชีววัตถุรวมวัคซีน ยาแผนไทยและยาจากสมุนไพร) ผู้ทำหน้าที่รายงาน ได้แก่ ผู้รับอนุญาต (ตาม พ.ร.บ. ยา 2510) ผลิตนำหรือส่งยาเข้ามาในราชอาณาจักรและผู้ได้รับมอบอำนาจให้กระทำการแทนตามกฎหมาย

2. ยาบริจาศ ผู้มีหน้าที่รายงาน ได้แก่ ผู้ได้รับอนุญาต น.ย.ม.4 (ถ้าขออนุญาตนำหรือส่งยาเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อบริจาศและการกุศล ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 14 พ.ศ. 2532)

3. ยาเสพติดและวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ผู้มีหน้าที่รายงาน ได้แก่ ผู้รับอนุญาต (พ.ร.บ วัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท พ.ศ. 2518 และ พ.ร.บ ยาเสพติดให้โทษ 2522) และผู้ได้รับมอบอำนาจให้กระทำการแทนตามกฎหมาย

การรายงานอาการไม่พึงประสงค์ของผู้ป่วยเฉพาะราย (Individual case safety report : ICSR) ทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้มีการกำหนดสิ่งที่จะต้องมีการรายงานของอาการไม่พึงประสงค์ มีดังนี้

1. แหล่งที่เกิดเหตุ จะมีการระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในประเทศและต่างประเทศ

2. แหล่งที่มาของรายงาน มี 2 ส่วนคือ Unsolicited sources เป็นรายงานความปลอดภัยภายหลังจำหน่ายผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดที่ไม่ได้มาจากการศึกษาหรือเก็บข้อมูลตัวอย่าง และSolicited sources เป็นรายงานความปลอดภัยภายหลังจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดที่มีการรวบรวมข้อมูล

3. อาการไม่พึงประสงค์ มี 2 ส่วนคือ กรณีเกิดอาการไม่พึงประสงค์ชนิดร้ายแรง (serious adverse drug reaction) มีผลให้เกิดการตาย (death) อันตรายถึงชีวิต (life-threatening) ต้องเข้ารับการพักรักษาในโรงพยาบาลหรืออยู่ในโรงพยาบาลนานขึ้น (hospitalization initial/prolong) ทำให้พิการ ไร้สมรรถภาพ (disability) และทำให้เกิดความผิดปกติในครรภ์หรือพิการแต่กำเนิด (congenital) และกรณีเกิดอาการไม่พึงประสงค์ชนิดไม่ร้ายแรง (non-serious adverse drug reaction) ไม่มีผลทำให้เกิดจากกรณีอาการไม่พึงประสงค์ชนิดร้ายแรง

4. ปัญหาจากการใช้ยาอื่น ๆ (other drug related problems) มี 2 ส่วนคือ กรณีที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ชนิดร้ายแรง ได้แก่ การขาดประสิทธิภาพ (Lack of effect/therapeutic response decreased) การใช้ยาระหว่างตั้งครรภ์ (Pregnancy exposure) การใช้ยาเกินขนาด (Over dose) และความคลาดเคลื่อนของยา (Medication error) เป็นต้น กรณีที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ชนิดไม่ร้ายแรง ได้แก่ การขาดประสิทธิภาพ (Lack of effect/therapeutic response decreased) และความคลาดเคลื่อนด้านการบริหารจัดการ (Programmatic error) ที่เกี่ยวข้องกับวัคซีน

2. ระบบมีความสอดคล้องกับความเป็นจริง (Match between system and real world) ระบบจะมีการใช้คำพูดที่เป็นภาษาเดียวกับผู้ใช้งาน โดยต้องมีเป็นภาษาที่ผู้คนใช้งานร่วมกัน
3. การควบคุมและอิสระในการใช้งานของผู้ใช้ (User control and freedom) ผู้ใช้มีการเลือกฟังก์ชันที่ใช้งานผิดพลาด ทำให้ต้องมีการสร้างฟังก์ชันสำหรับแก้ไขข้อผิดพลาด
4. ความสอดคล้องและมาตรฐานสากล (Consistency and standards) ระบบมีการออกแบบที่เป็นไปตามมาตรฐานสากลของแต่ละแพลตฟอร์ม
5. การป้องกันข้อผิดพลาด (Error prevention) ระบบมีคำเตือนในการระวังข้อผิดพลาด ซึ่งอาจจะมีกรตกลงอีกครั้ง เพื่อยืนยันข้อมูลที่แน่นอนที่ผู้ใช้กรอกข้อมูล
6. การรับรู้ได้ทันทีโดยไม่ต้องไตร่ตรอง (Recognition rather than recall) การที่ตัวระบบพยายามลดชุดคำสั่งที่ผู้ใช้ต้องมีการจดจำ ทำให้ต้องมีการระบุให้ชัดเจนต่อการรับรู้ของผู้ใช้
7. ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการใช้งาน (Flexibility and efficiency of use) ระบบมีความยืดหยุ่นสำหรับผู้ใช้งานใหม่เห็นภาพชัดเจน หรือผู้ใช้ที่เชี่ยวชาญสามารถปรับแต่งให้เหมาะสม
8. การออกแบบที่สวยงามและเรียบง่าย (Aesthetic and minimalist design) ในการแสดงเนื้อหาไม่ควรมีการนำเสนอที่ไม่เกี่ยวข้องในเนื้อหาหลักและเจาะจงให้ชัดเจนที่ต้องการสื่อให้กับผู้ใช้งาน
9. การแจ้งเตือนถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น (Help user recognize, diagnose and recover from errors) เมื่อผู้ใช้งานทำผิดพลาด ควรมีข้อความที่แสดงข้อผิดพลาดและวิธีการแก้ไข
10. ความช่วยเหลือและเอกสารประกอบ (Help and documentation) ควรมีการจัดทำคู่มือ ซึ่งในคู่มือต้องแบ่งส่วนของระบบ และไม่ควรมีความหนาเกินไป (JAKOB NIELSEN , 1995)

ในการศึกษาการพัฒนาระบบสารสนเทศการแจ้งเตือนข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพ เขตบริการสุขภาพที่ 10 ทำให้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีลักษณะใกล้เคียง เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบและพัฒนาต่อของงานวิจัยของตนเอง ซึ่งจะมีการนำความรู้บางส่วนมาเป็นแนวทางการวิจัย

1. กรอบงานการประเมินความสามารถในการใช้งานสำหรับโปรแกรมประยุกต์ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์บนอุปกรณ์พกพา (กฤษปภณ ฐิติชัยมงคล และทวีชัย เสนิงค์ ณ อยุธยา, 2015) นำเสนอการประเมินความสามารถในการใช้งานของโปรแกรมประยุกต์ที่นักพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์แอนดรอยด์ ซึ่งจะนำวิธีการประเมินแบบฮิวริสติกมาใช้ในส่วนติดต่อประสานกับผู้ใช้ รวมถึงมีการเพิ่มเติมแบบประเมินโดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการประเมิน

2. ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุและการระบุตำแหน่งบนแผนที่โดยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน (ธวัชชัย เรืองธนากรักษ์, งามนิช อาจอินทร์, สมจิตร อาจอินทร์, สายชัย สายยศ, และปรีวัฒน์ ภู่งิน, 2014) เพื่อศึกษาสาเหตุในการเสียชีวิตของคนไทย คืออุบัติเหตุ ปัญหาที่พบในคือ การแจ้งสถานที่เกิดเหตุคลาดเคลื่อน การไม่ชำนาญเส้นทางของผู้ขับรถฉุกเฉิน ดังนั้นจึงทำการออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุและการระบุตำแหน่งบนแผนที่สำหรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

3. การออกแบบต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกส์สำหรับการบันทึกเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (สุจิตรา อุดลย์เกษม, พชรพร สุนทรรัตน์, พลอยพลิน ไจมา และอรรณณ เชาวลิศ, 2016) เพื่อลดปัญหาความล่าช้าในการบันทึกข้อมูลและการค้นหาเอกสาร ซึ่งระบบนำบันทึกข้อมูลเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์มาแก้ปัญหา

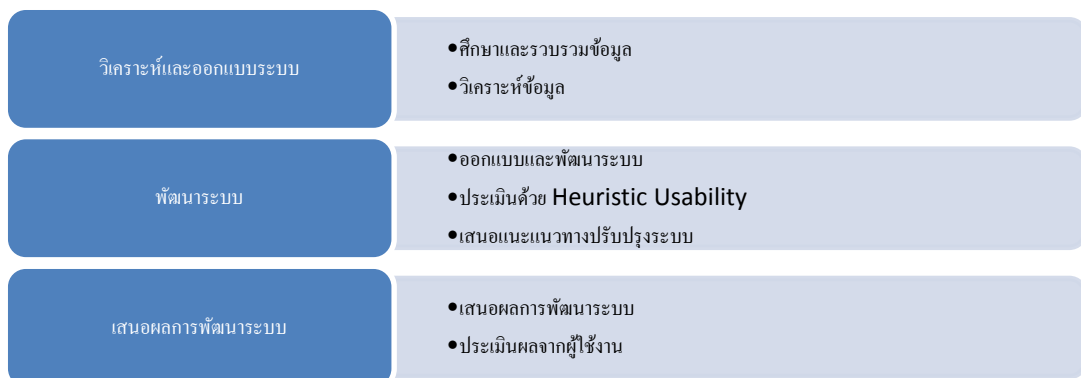
แต่ผู้ใช้งานต้องพิมพ์อักษรและข้อความจำนวนมากมีผลให้ข้อมูลผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จึงมีการออกแบบระบบที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-centered: UCD) และส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกส์ (Graphic User Interface: GUI)

4. Heuristic evaluation of a telehealth system from the Danish TeleCare North Trial (Pernille Heyckendorff Lilholt, Morten Hasselstrøm Jensen and Ole K. Hejlesen, 2015) เป็นการประเมินการใช้งานของการออกแบบระบบโรงพยาบาลในบ้านที่เรียกว่า Telekit โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีระบุปัญหาจากการทดสอบผ่านระบบ Telekit มีจำนวนทั้งหมด 152 ข้อ โดยนำทฤษฎีของ Jakob Nielsen's Ten Usability heuristic และทฤษฎีของ Rolf Molich มาใช้ในการประเมินระบบ ทำให้เห็นปัญหาคือ การไร้ประสิทธิภาพจากการแจ้งเตือนของผู้ใช้งานที่ไม่ถูกต้องและภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร

5. How to develop usability heuristic: A systematic literature review (Daniela Quiñones and Cristian Rusu, 2017) การประเมินการใช้งานฮิวริสติกผ่านการวิเคราะห์บทความที่มีการตีพิมพ์ระหว่าง 2006 และ 2016 รวมถึงการหาแนวทางใหม่สำหรับเน้นปัญหาการใช้งานผ่านโดเมนแอปพลิเคชันโดยนักเรียน 73 คนในการใช้งาน ซึ่งบทความนี้จะเสนอปัญหาการใช้งานและข้อเสนอแนะที่วิธีเหล่านี้จะอยู่บนพื้นฐานการสร้างของฮิวริสติก

4. วิธีดำเนินการวิจัย

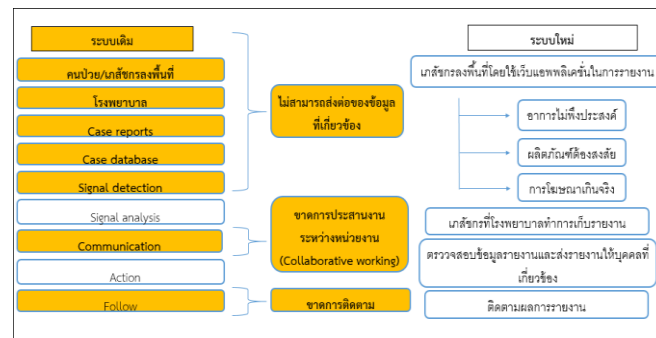
วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินผ่าน 3 ขั้นตอนหลัก ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 แสดงวิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

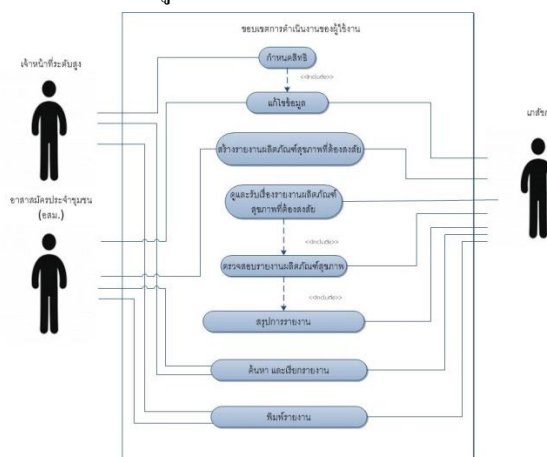
ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาของการรายงานผลิตภัณฑ์สุขภาพ ดังแผนภาพที่ 3 หลักการทำงานของระบบเดิมและใหม่



แผนภาพที่ 3 หลักการทำงานของระบบเดิมและใหม่

4.2 พัฒนาระบบ

ในส่วนของการออกแบบจะมีการนำแบบรายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์จากการใช้ผลิตภัณฑ์สุขภาพ มาคัดเลือกคำถามที่จะใช้ในการกรอก ดังแผนภาพที่ 1 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจะใช้ภาษา HTML และ CSS โดยจะมีการกำหนดฟังก์ชันการใช้งานของผู้ใช้งานระบบ ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 ฟังก์ชันของผู้ใช้งานระบบ

จากการทดสอบการใช้งานระบบจากการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยการใช้การประเมินความสามารถในการใช้งานตามแบบฮิวริสติกทั้ง 10 ด้าน จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 33 คน มีปัญหาและแนวทางการแก้ไข ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบการใช้งานระบบ

Heuristic Evaluation	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
1. การมองเห็นสถานะของระบบ (Visibility of system status)	Problem: ผู้ใช้ไม่สามารถยกเลิกการกรอกข้อมูล Solution: เพิ่มฟังก์ชันการย้อนกลับ
2. ระบบมีความสอดคล้องกับความเป็นจริง (Match between system and real world)	Problem: การกรอกตัวอักษรในช่องตัวเลข Solution: เพิ่มฟังก์ชันการกรอกข้อมูลแต่ละชนิด
3. การควบคุมและอิสระในการใช้งานของผู้ใช้ (User control and freedom)	Problem: ระบบไม่มีปุ่มยกเลิกการใช้งานหรือการย้อนกลับ Solution: เพิ่มฟังก์ชันของปุ่มย้อนกลับทั้งหน้าแรก และหน้าก่อนนี้
4. ความสอดคล้องและมาตรฐานสากล (Consistency and standards)	Problem: การแสดงขนาดอักษรที่ไม่เท่ากันในแต่ละหน้า Solution: ปรับขนาดของตัวอักษรให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน และแสดงข้อขึ้นตอนที่ผู้ใช้กระทำอย่างชัดเจน
5. การป้องกันข้อผิดพลาด (Error prevention)	Problem: ระบบไม่แสดงให้เห็นค่าพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องกรอก เช่น เลขบัตรประชาชน อายุ เป็นต้น Solution: เพิ่มฟังก์ชันการจำกัดค่าพื้นฐานที่ใช้ในการกรอก เช่น ตัวเลขเท่านั้น มีจำนวนหลักที่ชัดเจน เป็นต้น
6. การรับรู้ได้ทันทีโดยไม่ต้องไตร่ตรอง (Recognition rather than recall)	Problem: ระบบไม่มีการแสดงประเภทของข้อมูลที่กรอกและตัวอย่างที่ชัดเจน Solution: เพิ่มฟังก์ชันตัวอย่างให้ผู้ใช้เห็นค่าที่ต้องกรอก
7. ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการใช้งาน (Flexibility and efficiency of use)	Problem: - Solution: -
8. การออกแบบที่สวยงามและเรียบง่าย (Aesthetic and minimalist design)	Problem: การใช้รูปแบบตัวอักษรประเภท typeface ไม่หลากหลาย Solution: ควรเพิ่มรูปแบบของ typeface ให้ครบทุกรูปแบบ
9. การแจ้งเตือนถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น (Help user recognize, diagnose and recover from errors)	Problem: การแสดงข้อความแจ้งเตือนข้อผิดพลาดที่ไม่ชัดเจน Solution: ควรปรับปรุงกล่องแสดงข้อความแจ้งเตือนให้ชัดเจน และมีตัวอย่างให้เห็นถึงข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น
10. ความช่วยเหลือและเอกสารประกอบ (Help and documentation)	Problem: ไม่มีการจัดทำคู่มือพื้นฐานที่ให้ผู้ใช้งานได้ทำการศึกษา Solution: ควรจัดทำคู่มือพื้นฐาน

จากการทดสอบการประเมินความสามารถในการใช้งานตามแบบฮิวริสติกทั้ง 10 ด้านของผู้ใช้งานระบบ ทำให้เห็นถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไข เพื่อปรับปรุงในส่วน of เว็บแอปพลิเคชันให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งาน

4.3 เสนอผลการพัฒนา

4.3.1 ผลการพัฒนา

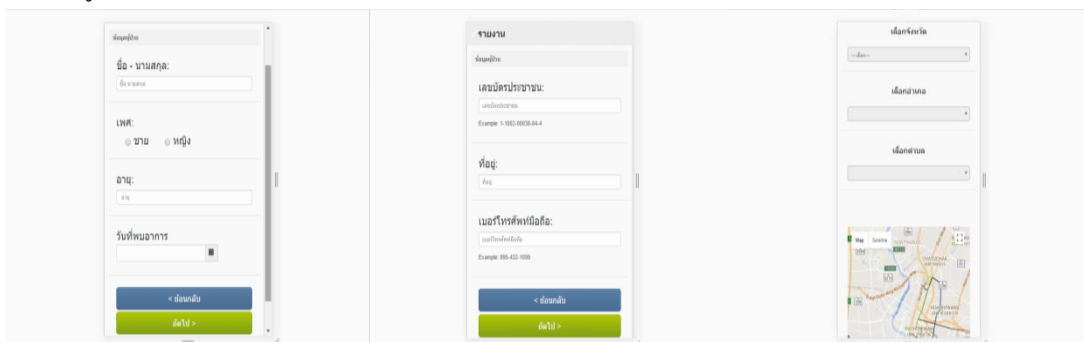
การปรับปรุงผลของระบบจากตารางที่ 1 ซึ่งจะแสดงผลของตัวอย่างการออกแบบหน้าจอการทำงานในส่วนของผู้ใช้งาน ดังแผนภาพต่อไปนี้

การมองเห็นสถานะของระบบ (Visibility of system status) จะมีการพบปัญหาคือผู้ใช้ไม่สามารถยกเลิกการกรอกข้อมูล ดังนั้นจึงมีการสร้างปุ่มย้อนกลับ ดังแผนภาพที่ 5



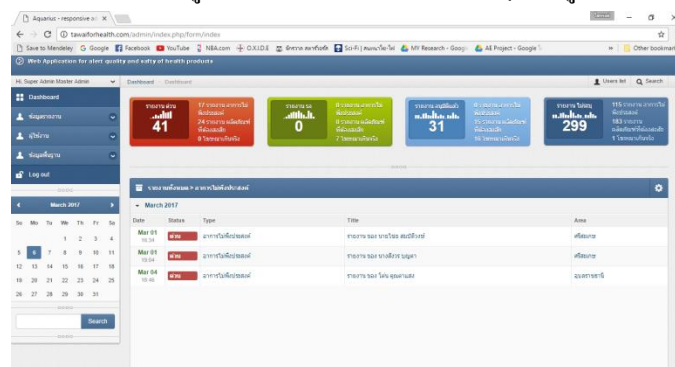
แผนภาพที่ 5 แสดงการเพิ่มปุ่มย้อนกลับ

ในส่วนของการกรอกข้อมูลที่เป็นรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลผู้ป่วย เช่น ชื่อ นามสกุล, เพศ, อายุ และที่อยู่อาศัย เป็นต้น ดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 แสดงการกรอกข้อมูลผู้ป่วย

ส่วนต่อมาจะเป็นการแสดงผลของการรายงานประเภทต่าง ๆ ของผู้ใช้งานระบบ ดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 แสดงข้อมูลของการรายงานประเภทต่าง ๆ ของผู้ใช้งานระบบ

ซึ่งเกณฑ์การประเมินผลงานวิจัยจะแบ่งค่าความสามารถในการใช้งานตามแบบฮิวริสติก คือ ปรับปรุง แรงดัน เท่ากับ 0, น้อยที่สุด เท่ากับ 1, น้อย เท่ากับ 2, พอใช้ เท่ากับ 3, ดี เท่ากับ 4 และดีมาก เท่ากับ 5

จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์และประเมินความสามารถในการใช้ของผู้ใช้งานตามแบบฮิวริสติกทั้ง 10 ด้าน โดยผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 55 คน ทำให้ได้ผลของการประเมินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

5. อภิปรายผล

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และประเมินความสามารถในการใช้ของผู้ใช้งานตามแบบฮิวริสติกทั้ง 10 ด้านโดยผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 55 คน ทำให้ได้ผลของการประเมินความสามารถในการใช้ของผู้ใช้งานตามแบบฮิวริสติกทั้ง 10 ด้านคือ 1. การมองเห็นสถานะของระบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.59 2. ระบบมีความสอดคล้องกับความเป็นจริงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.94 3. การควบคุมและอิสระในการใช้งานของผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.25 4. ความสอดคล้องและมาตรฐานสากลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.13 5. การป้องกันข้อผิดพลาดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.17 6. การรับรู้ได้ทันทีโดยไม่ต้องไตร่ตรองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.07 7. ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 8. การออกแบบที่สวยงามและเรียบง่ายมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.13 9. การแจ้งเตือนถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.87 10. ความช่วยเหลือและเอกสารประกอบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.05 เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้งหมดจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นต้นแบบของระบบสารสนเทศการแจ้งเตือนข้อมูลด้านคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สุขภาพ ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในส่วนของการพัฒนาจากเว็บไซต์เป็นเว็บแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน นอกจากนี้ในการออกแบบควรมีการเพิ่มในส่วนของการออกแบบการแสดงความคืบหน้าของขั้นตอนที่ผู้ใช้กำลังกระทำอยู่และการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น จากการเก็บข้อมูลการทำแบบทดสอบที่มีข้อจำกัดทางด้านจำนวน ซึ่งอาจจะมีผลการศึกษาที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยัน

8. เอกสารอ้างอิง

Daniela Quiñones and Cristian Rusu. (2017). How to develop usability heuristics: A systematic literature review. **Computer Standards & Interfaces** 53, 89-122.

กฤษฎปภณ จิตชัยมงคล และทวีติย์ เสนิงค์ ณ อรุณยา. (2015). กรอบงานการประเมินความสามารถในการใช้งานสำหรับโปรแกรมประยุกต์ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์บนอุปกรณ์พกพา. **NCCIT & IC2IT Proceeding System**, 174-180.

คณะกรรมการอาหารและยา. (1 October 2015). เรียกใช้เมื่อ 14 October 2016 จาก HPVC ศูนย์เฝ้าระวังความปลอดภัยด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ:

http://thaihpvc.fda.moph.go.th/thaihvc/Public/NewsAdr/uploads/hpvc_410.pdf

รัชชัย เรืองธนานุรักษ์, งามนิจ อาจอินทร์, สมจิตร อาจอินทร์, สายชัย สายยศ, และปวิวัฒน์ ภูเงิน. (2014). ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุและการระบุตำแหน่งบนแผนที่โดยการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน. **NCCIT & IC2IT Proceeding System**, 127-132.

บรรเจิด เดชศิลป์ชัยกุล. (2016). แนวทางการดำเนินงานความปลอดภัยด้านยาและผลิตภัณฑ์สุขภาพระดับต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ เขตสุขภาพที่ 10. อุบลราชธานี.

ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ และภญ. วิมล สุวรรณเกษาวงษ์. (16 พฤศจิกายน 2559). เรียกใช้เมื่อ 09 พฤศจิกายน 2560 จาก thaihpvc: http://thaihpvc.fda.moph.go.th/thaihvc/Public/NewsAdr/uploads/hpvc_547.pdf

- ภาณุพงศ์ พุทธิรักษ์. (2016). WEB APPLICATION AE ONLINE Version 1.0. อุบลราชธานี.
รติพันธ์ บุญเคลือบ. (23 กันยายน 2555). slideshare. เรียกใช้เมื่อ 30 สิงหาคม 2560 จาก
<https://www.slideshare.net/kiattika/75-21>
- ศรียา เวชวิฐาน. (2016). ศูนย์เฝ้าระวังความปลอดภัยด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ (Health Product Vigilance Center: HPVC). อุบลราชธานี.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2559). สรุปโครงการสร้างระบบเฝ้าระวังปัญหาด้านยาและผลิตภัณฑ์สุขภาพโดยชุมชนเขต อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ปีงบประมาณ 2559. ไทย.
- สุจิตรา อุดมย์เกษม, พัชรพร สุนทรรัตน์, พลอยไพลิน ใจมา และอรรณณ เขาวลิต. (2016). การออกแบบต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกส์สำหรับการบันทึกเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์. **Verodian**, 1-15.
- JAKOB NIELSEN . (1 January 1995). Nielson Norman Group. เรียกใช้เมื่อ 15 October 2016 จาก nngroup:
<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Jiajie Zhang, Todd R. Johnson, Vimla L. Patel, Danielle L. Paige and Tate Kubose. (2003). Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices. **Journal of Biomedical Informatics** 36, 23-30.
- Pernille Heyckendorff Lilholt, Morten Hasselstrøm Jensen and Ole K. Hejlesen. (2015). Heuristic evaluation of a telehealth system from the Danish TeleCare North Trial. **International Journal of medical informatics** 84, 319-326.
- Rosa Yáñez Gómez, Daniel Cascado Caballero, and José-Luis Sevillano. (1 June 2014). The Scientific World Journal. เรียกใช้เมื่อ 15 October 2016 จาก hindawi:
<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/434326/>

ระบบลานจอดรถอัจฉริยะ

SMART PARKING

กนกพนธ์ นิลสวัสดิ์

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: kanokphonninsawt@gmail.com

วรากร ถาวร

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: warakorn.tha@spulive.net

ผิน จัตรแก้วมณี

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: pin.ch@spu.ac.th

นิมิตร ทักขวิทยาพงศ์

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: nimit.tu@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันรถยนต์ได้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้คนมากมาย การใช้ลานจอดรถแบบเดิมจะทำให้เกิดการต่อแถวรับบัตรคิวหรือการต่อแถวการจ่ายเงินซึ่งจะส่งผลให้เสียเวลานานและมีอัตราค่าบริการมากขึ้นซึ่งสร้างปัญหากับคนที่ใช้ลานจอดรถและยังเป็นปัญหาสำหรับคนสัญจรบนท้องถนน ในงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ออกแบบระบบลานจอดรถเพื่อแก้ปัญหาในช่วงการรอรับบัตรคิวและการจ่ายเงินที่ล่าช้าจะเปลี่ยนมาเป็นการใช้งานผ่านหน้าเว็บแทนการต่อแถวรับบัตรคิวและจ่ายเงินผ่านหน้าเว็บรวมทั้งยังมีความสามารถในการความปลอดภัยของรถในการกันขโมย โดยที่กระบวนการทำงานคือจากที่รถเข้ามาในลานจอดและเข้าไปยังที่จอดที่ต้องการ จะมีการรับค่าความเข้มของแสงที่อ่านจากเซ็นเซอร์ในลานจอดรถส่งขึ้นมายัง คลาวด์เอ็มคิวทีทีแพลตฟอร์ม ขณะเวลาที่มีรถเข้าจอด และขณะที่จะนำรถออกนั้นจะต้องมีการสแกน บาร์โค้ด 2 มิติ เพื่อเข้าไปชำระเงิน ถ้าไม่ทำการชำระเงินจะทำให้เกิดเสียงเตือนขึ้นมาและไม่กั้นรถที่ประตูทางออกก็จะไม่เปิดขึ้นเพื่อความปลอดภัยและทำการส่งค่าข้อมูลต่างๆ ไปยังหัวข้อ ที่กำหนดไว้ใน คลาวด์เอ็มคิวทีทีที ทางผู้จัดทำได้นำซอฟต์แวร์ชื่อ โหนด-เรด ดึงข้อมูลจาก คลาวด์เอ็มคิวทีทีที เก็บในฐานข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและผ่านค่าที่จำเป็นไปยังหน้าเว็บของผู้เข้าจอดและผู้ดูแลระบบ โดยท้ายสุดงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงจำนวนการเข้ามาจอดรถในแต่ละวันและการแก้ไขปัญหาการติดขัด ข้อมูลข้างต้นจะทำให้ผู้ใช้ไม่เสียเวลามากหรืออัตราค่าจอดรถจะไม่เพิ่มขึ้นในการรอจ่ายค่า มีความปลอดภัยที่ดีเยี่ยม และสอดคล้องกับแนวคิด ไทยแลนด์ 4.0

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, เมืองอัจฉริยะ, ลานจอดรถอัจฉริยะ, ระบบลานจอดรถ

ABSTRACT

Abstract: Today, automobile is already part of our daily lives. The old style parking system creates a long line for queuing tickets, a long line of paying tickets including additional delays for extra fee, etc. All of these create problems for those who involve with parking lot activities and those on the walk way. This smart parking research is intended to eliminate the above problems by utilizing web application for queuing tickets, paying tickets including extra delays. This approach also prevent any possible car-robbing by reading sensor intensity from each car and saving such information on the CloudMQTT platform. On each parking and taking off the automobile, there are QR code scanning for the parking fee. Any unpaid automobile fee will not be allowed from leaving the parking lot. Such condition will create warning light and the blocking pole will block the passage way and create a saving record to the designated topic on the CloudMQTT platform. The research team utilizes a software called "Node-RED" to retrieve the saving data from the CloudMQTT cloud, such data will be analyzed and sending the analyzed data to the user's web page and the parking personal's web page. The result of the research indicates provides total number of parked automobiles, the long queuing has been eliminated and no additional fee for extra waiting, the security is excellent and comply with "Thailand 4.0".

KEYWORDS: IOT, Smart City, Smart Parking

1. บทนำ

ปัจจุบันรถยนต์ได้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้คนมากมาย การใช้ลานจอดรถแบบเดิมจะทำให้เกิดการต่อแถวรับบัตรคิวหรือการต่อแถวการจ่ายเงินซึ่งจะส่งผลให้เสียเวลานานและมีอัตราค่าบริการมากขึ้นซึ่งสร้างปัญหากับคนที่ใช้ลานจอดรถและยังเป็นปัญหาสำหรับคนสัญจรบนท้องถนน ในงานวิจัยนี้ได้ วิเคราะห์ออกแบบระบบลานจอดรถลานจอดรถอัจฉริยะ(Smart Parking) เพื่อแก้ปัญหาในช่วงการรอรับบัตรคิวและการจ่ายเงินที่ล่าช้าจะเปลี่ยนมาเป็นการใช้งานผ่านหน้าเว็บแทนการต่อแถวรับบัตรคิวและจ่ายเงินผ่านหน้าเว็บรวมทั้งยังมีความสามารถในการความปลอดภัยของรถในการกันขโมย โดยที่กระบวนการทำงานคือจากที่รถเข้ามาในลานจอดและเข้าไปยังที่จอดที่ต้องการ จะมีการรับค่าความเข้มของแสงที่อ่านจากเซ็นเซอร์ในลานจอดรถส่งขึ้นมายัง คลาวด์เอมคิวทีที ขณะเวลาที่รถเข้าจอด และขณะที่จะนำรถออกนั้นจะต้องมีการสแกน บาร์โค้ด 2 มิติ เพื่อเข้าไปชำระเงิน ถ้าไม่ทำการชำระเงินจะทำให้เกิดเสียงเตือนขึ้นและไม้กั้นรถที่ประตูทางออกก็จะไม่เปิดขึ้นเพื่อความปลอดภัยและทำการส่งค่าข้อมูลต่างๆ ไปยังหัวข้อ ที่กำหนดไว้ใน คลาวด์เอมคิวทีที ทางผู้จัดทำได้นำซอฟต์แวร์ชื่อ โหนด-เรด ดึงข้อมูลจาก คลาวด์เอมคิวทีที เก็บในฐานข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและผ่านค่าที่จำเป็นไปยังหน้าเว็บของผู้เข้าจอดและผู้ดูแลระบบ โดยท้ายสุดงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงจำนวนการเข้ามาจอดในแต่ละวันและการแก้ไขปัญหาการติด ข้อมูลข้างต้นจะทำให้ผู้ใช้ไม่เสียเวลามากหรืออัตราค่าจอดรถจะไม่เพิ่มขึ้นในการรอจ่ายดัง มีความปลอดภัยที่ดีเยี่ยม และสอดคล้องกับนโยบาย ไทยแลนด์ 4.0 ของรัฐบาลที่สนับสนุนระบบเมืองอัจฉริยะ

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ออกแบบระบบลานจอดรถอัจฉริยะ(Smart Parking)

1.2 ขอบเขต

1.2.1. การทำงานควบคุมการรับบัตรคิวของผู้ใช้รถยนต์และจ่ายเงินค่าบริการที่จอดรถผ่านเว็บ

1.2.2 ระบบกันขโมยรักษาความปลอดภัยของรถ ด้วยเซนเซอร์ส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อป้องกันรถออกเมื่อไม่ชำระเงินจ่ายหรือถูกขโมยด้วยใช้วิธีการกันทางเข้าออกบริเวณลานจอดรถ

1.2.3. ระบบสามารถบอกตำแหน่งรถได้ผ่านทางหน้าจอ

1.3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการลานจอดรถ

ศุภกฤต ชัยสวัสดิ์ [12] จากการสังเกตสถานที่ รับฝากรถ ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการป้องกันการโจรกรรมรถยนต์น้อยมาก มีเพียงบัตรกระดาษ ให้ลูกค้าประทับตรา และแสดงเมื่อนำรถออก ก็สามารถผ่านออกจากสถานที่จอดได้หากรถของลูกค้าหายไป การตรวจสอบการนำรถเข้า – ออกสถานที่ จอดรถคงทำได้ยาก เพราะไม่มีหลักฐานใดบ่งชี้ ได้ว่าใครเป็นผู้นำรถเข้า – ออก สถานที่ดังกล่าวทั้งยัง ไม่มีการออกเอกสารใบเสร็จรับเงินให้แก่ลูกค้า กรณีที่ ลูกค้าเป็นหน่วยงานราชการหรือเอกชนที่ ต้องการนำไปเบิกค่าจอดรถ ซึ่งจะมีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาช่วยในการตรวจสอบการเข้าออกของรถยนต์ประกอบด้วยใช้ตัวเซ็นเซอร์มา ตรวจสอบการวางของที่ จอดรถแต่ละคัน เครื่องมือที่ใช้พัฒนาได้แก่ MS Visual Studio.NET 2008 และ MS SQL Server 2005 ผลการ พัฒนาพบว่าสามารถตรวจสอบการเข้าออกของรถยนต์การตรวจสอบที่ จอดรถ การออก รายงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศักดิ์ชัย สกฤตวิญญูสิน, พีรศักดิ์ สบเหมาะ และสุกัลกัญ ทังสนโกวิท [11] ในปัจจุบันมีผู้ใช้ยานพาหนะเป็นจำนวนมาก โดยรถยนต์ก็เป็นยานพาหนะที่มีผู้ใช้มากเป็นจำนวนไม่น้อยเช่นกัน จึงต้องมีการสร้างอาคารจอดรถยนต์ขนาดใหญ่เพื่อรองรับอาคารเข้าจอดของรถยนต์ที่มีจำนวนมาก ทำให้การที่จอดรถเป็นไปได้ด้วยความยากลำบากและการจราจรภายนอกอาคารก็มีความติดขัด ระบายออกได้ช้าและสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการวนหาที่จอดรถ การออกแบบโครงการระบบช่วยแนะนำที่จอดรถในอาคารโดยนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในการช่วยตรวจสอบก่อนเข้าจอด

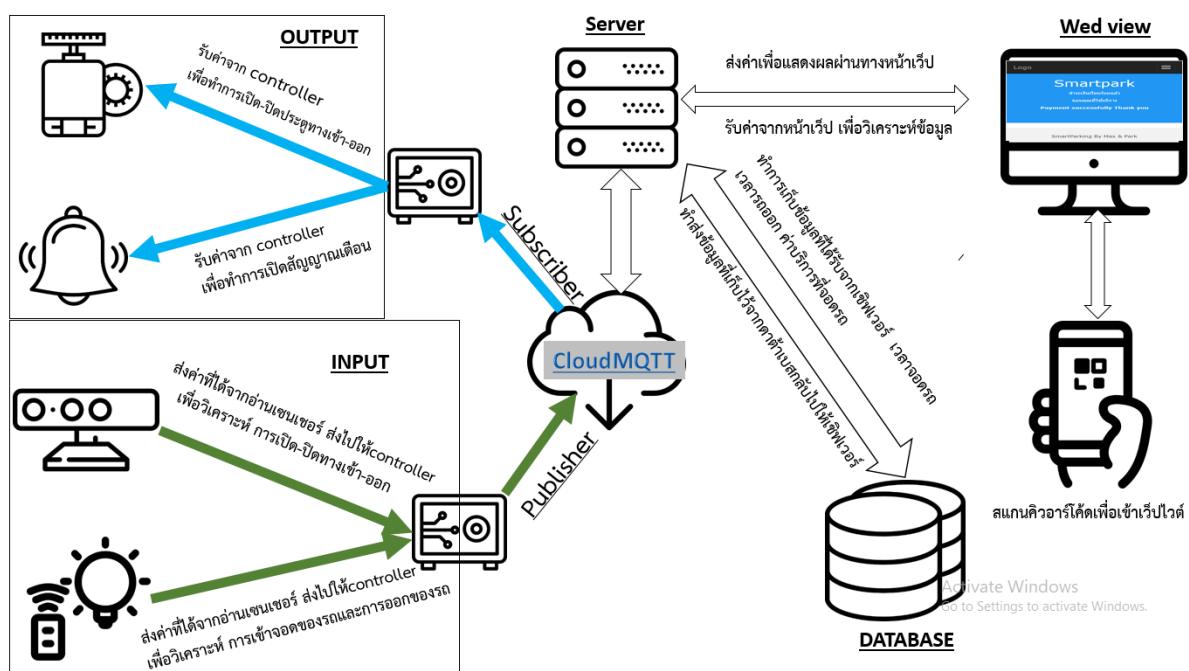
ธนชัย โตสวัสดิ์, ธนพล เจนสุทธิเวชกุล และ เกียรติศักดิ์ โยชนะนัง [10] ในปัจจุบันประชากรมีความต้องการในการใช้ยานพาหนะเพิ่มที่สูงขึ้น ซึ่งรถยนต์ถือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสิ่งหนึ่งที่จะนำเราไปสู่จุดหมายปลายทางจึงส่งผลให้อาคารใช้งานรถยนต์มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะชุมชนเมืองใหญ่จะเห็นได้ว่า เกิดปัญหาหลายด้านจากการจราจรที่คับคั่ง ปัญหาประการหนึ่งก็คือ จุดหมายปลายทางที่ผู้ใช้รถจะเดินทางไปนั้นมีที่จอดรถเพียงพอหรือไม่ โดยเฉพาะสถานที่อำนวยความสะดวก ต่างๆ เช่น โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น เนื่องจากผู้ใช้รถไม่สามารถทราบได้ว่ามีตำแหน่งที่จอดรถว่างอยู่ตำแหน่งใด ส่งผลให้เสียเวลาที่ต้องขับรถเพื่อวนหาทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด และยังส่งผลไปถึงการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการใช้งานพลังงานเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษอันเป็นต้นเหตุของภาวะโลกร้อนโดยใช้เซ็นเซอร์ในการรับค่า สถานะของช่องจอดรถเพื่อส่งไปแสดงผล และนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเข้ามาช่วยในการรักษาความปลอดภัย ซึ่งหลังจากทดสอบการทำงานพบว่า ระบบ ดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

2.วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 ภาพรวมการทำงาน

หลักการทำงานของระบบลานจอดรถอัจฉริยะ มีขั้นตอนดังนี้คือ

- 1) เมื่อรถยนต์เข้ามาจอดบริเวณที่จอดรถ จะผ่านเครื่องเซนเซอร์ เพื่อเปิดไม้กั้นทางเข้าที่จอดรถ
- 2) เมื่อจอดรถในบริเวณที่ต้องการ จะมีเซ็นเซอร์ ที่ติดตั้งตามบริเวณลานจอดรถ ทำการบันทึกเวลาเริ่มต้นของจอดรถ
- 3) เมื่อต้องการนำรถออกจากจุดจอดรถ ผู้ใช้จะสแกนข้อมูล บาร์โค้ด 2 มิติ ที่ระบบสร้างโดยอัตโนมัติ เพื่อใส่รหัสและชำระเงินผ่านเว็บ
- 4) เมื่อผู้ใช้รถยนต์ขับรมายังบริเวณทางออก ไม้กั้นจะเปิดออกโดยอัตโนมัติ ทำงานประสานร่วมกับเซ็นเซอร์และระบบ บาร์โค้ด 2 มิติ กรณีที่ผู้ใช้ไม่สแกน บาร์โค้ด 2 มิติ ในขั้นตอนที่ 3 ระบบนี้ส่งสัญญาณเตือนโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมการทำงานของระบบลานจอดรถอัจฉริยะ

2.2 ส่วนประกอบของระบบ

ส่วนประกอบของระบบลานจอดรถอัจฉริยะ ประกอบด้วย

2.2.1 ฮาร์ดแวร์: ระบบได้ใช้ Hardware หลักๆอยู่ทั้งหมด 5 อย่างดังต่อไปนี้

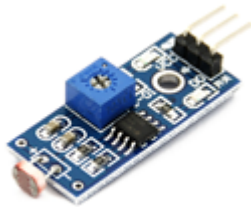
- 1) Servo Motor [9] ดังแสดงในรูปที่ 3 ใช้ทำในการเปิด-ปิดไม้กั้นตรงประทางเข้าออก

2) Buzzer [8] ดังแสดงในรูปที่ 5 ใช้ทำการแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้ชำระเงินก่อนออกจากลานจอดรถจะทำให้เกิดเสียงเตือนขึ้นมา

3) LDR [3] ดังแสดงในรูปที่ 2 ใช้ทำการตรวจจับแสง ถ้ามีรถเข้ามาจอดทำให้บังแสงถ้าไม่มีรถจอดทำให้มีค่าแสงเข้ามา

4) Photoelectric sensors [7] ดังแสดงในรูปที่ 4 จะมีลำแสงส่งไปยังตัวรับ ทำให้ประตูปิด แต่ถ้าลำแสงส่งไม่ถึงตัวรับ ทำให้ประตูเปิด

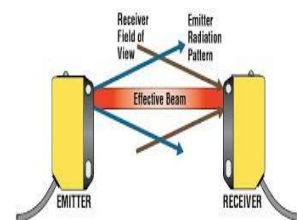
5) NodeMCU [4] ดังแสดงในรูปที่ 6 แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกอินเทอร์เนตของสรรพสิ่งที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source มาพร้อมกับโมดูลWi-Fi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์ LDR



รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์
Servo Motor



รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์ Photoelectric
sensors



รูปที่ 5 แสดงอุปกรณ์
Buzzer



รูปที่ 6 แสดงอุปกรณ์
NodeMCU

2.2.2 ซอฟต์แวร์

ระบบลานจอดรถอัจฉริยะใช้ซอฟต์แวร์ดังนี้

1) Arduino IDE [1] โปรแกรมที่ใช้เขียนเพื่อคอนโทรลอุปกรณ์ I/O โดยใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรม และโหลดลงใน Node MCU เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของ Moisture Sensor

2) Node-RED [5] เป็นเครื่องมือสำหรับการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และบริการออนไลน์ในรูปแบบใหม่ที่น่าสนใจ

3) MySQL [6] คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้

2.2.3 ช่องทางการสื่อสาร (Communication)

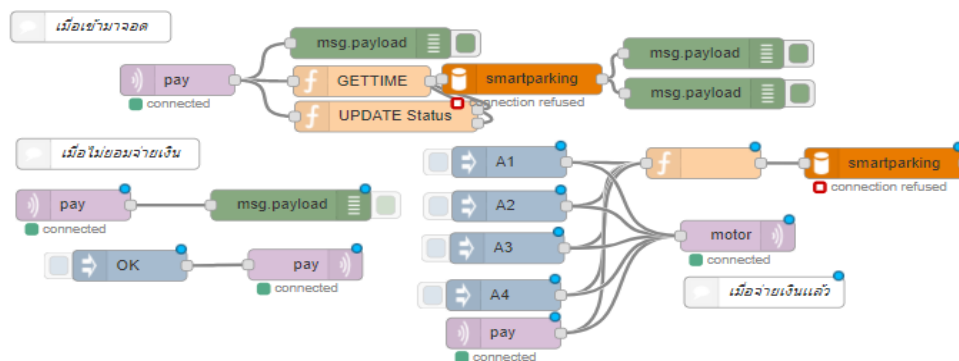
ระบบลานจอดรถอัจฉริยะใช้ช่องทางการสื่อสาร โดยระบบ CloudMQTT[2] ซึ่งเป็นบริการ MQTT Service บน Cloud Service โดยประกอบ 2 ส่วนดังต่อไปนี้

1) Public: ค่าสถานะตำแหน่งที่จอดรถ, ค่าจำนวนรถที่เข้า-ออก ค่าจากเซ็นเซอร์LDR [3]และค่าของเซ็นเซอร์ photoelectric sensors [7]

2) Subscribe: ส่วนของบอร์ดจะทำการรอรับค่าการเปิด-ปิดประตูเข้าออก ไปยัง Servo Motor [3], ส่วนอุปกรณ์การแจ้งเตือนจะส่งค่ามาเมื่อไม่ชำระเงิน Buzzer [8] จะมีเสียงดังขึ้น

2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics)

ในส่วนของการทำงานบน Node RED[5] ดังรูปที่ 7 เริ่มจากทำการนำข้อมูลที่ถูกส่งขึ้นมาจากอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นค่าตำแหน่งที่จอดรถหรือสถานะและเวลาเข้า-ออก โดยการ รับค่าต่างๆและนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล MySQL [6] จากนั้นจะทำการนำค่าข้อมูลหรือสถานะต่างๆ มาทำการคำนวณไม่ว่าจะเป็นค่าเวลาเข้าออกหรือยอดชำระเงิน และยังมีระบบที่ช่วยในการแจ้งเตือนเมื่อไม่มีการชำระเงินรวมถึงมีการปิดประตูทางเข้าออกด้วยอัตโนมัติ



รูปที่ 7 node-red

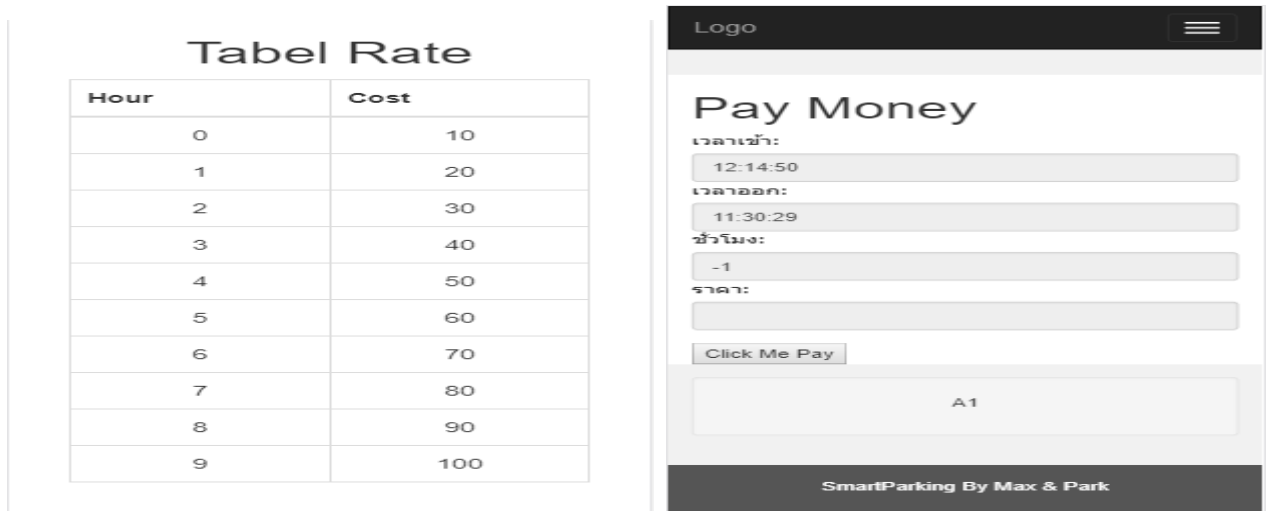
3. ผลการทดลองและอภิปราย

3.1 ผลที่ได้รับ

- 3.1.1. ลดปัญหาในการจัดการกับระบบการจอดรถ
- 3.1.2. มีความปลอดภัยของลานจอดรถเพิ่มมากขึ้น
- 3.1.3. มีความสะดวกสบายในการจ่ายเงิน

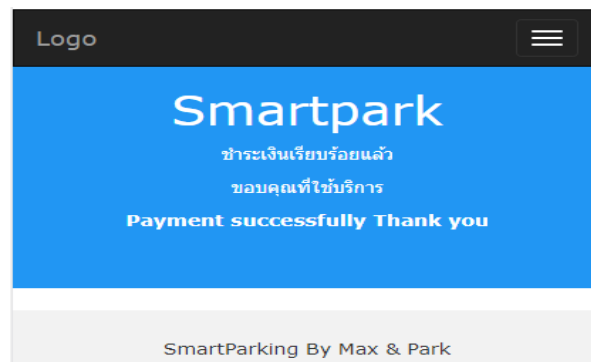
3.2 วิเคราะห์ผล

ผลการทดลอง โดยจำลองการจอดรถยนต์ในบริเวณลานจอดรถ การทำงานของเซนเซอร์จะนับค่า จะทำการเก็บเวลาเข้า และ เมื่อมีการจ่ายเงินผ่านหน้าเว็บจะทำการเก็บเวลาออก แล้วนำค่าทั้งสองมาคำนวณเวลาเพื่อแสดง จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจอดรถ และนำไปคิดค่าบริการต่อไป ดังรูปที่ 8 รูปที่ 9 และรูปที่ 10



รูปที่ 8 อัตราค่าจอดรถยนต์

รูปที่ 9 ผลลัพธ์การชำระเงิน



รูปที่ 10 ผลลัพธ์การชำระเงินสำเร็จเรียบร้อยแล้ว

4. สรุปผลงานวิจัย

ปัญหาที่พบในการเข้าจอดรถคือ ต้องมาเสียเวลาในการต่อแถวรับบัตร จึงทำให้เกิดการจราจรติดขัด และปัญหาในการจ่ายเงินเวลาออกทำให้เสียเวลา

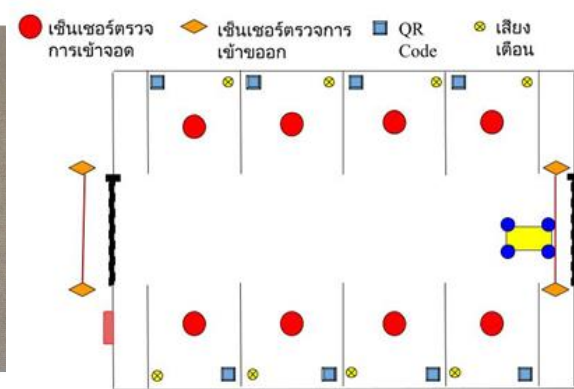
ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวทำให้เราได้คิดอุปกรณ์ที่ช่วยรถปัญหานี้โดยในงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ออกแบบระบบลานจอดรถ เพื่อแก้ปัญหาในช่วงการรอรับบัตรคิวและการจ่ายเงินที่ล่าช้าจึงเปลี่ยนมาเป็นการใช้งานผ่าน

หน้าเว็บด้วยการใช้แทนบัตรคิวและจ่ายเงินรวมทั้งยังมีความสามารถในการคัดลอกข้อมูลของรถในการกันขโมยซอฟต์แวร์ชื่อ โหนด-เรด ถูกนำมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆข้างต้น คลาวด์เอ็มคิวทีที ถูกนำมาใช้เป็นช่องทางในการสื่อสารรับ-ส่งข้อมูล ซอฟต์แวร์ข้างต้นจะ ส่งค่าความเข้มของแสงที่อ่านได้จาก LDR Sensor ไปที่ คลาวด์เอ็มคิวทีที เมื่อมีรถจะเข้ามายังลานจอดรถจะทำการสั่งให้มอเตอร์ทำงานเพื่อเปิด-ปิด ไม่กั้นบริเวณทางเข้าทางออก จะทำการส่งข้อมูลในหัวข้อ ของ “Moter” และเมื่อมีรถยนต์มาจอดในบริเวณช่องจอดจะทำการส่งข้อมูลในหัวข้อ ของ “LDR” ค่าเซ็นเซอร์กับมอเตอร์ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลผลที่ได้จากงานวิจัยแสดงให้เห็นถึงจำนวนการเข้ามาจอดรถในแต่ละวันและการแก้ไขปัญหาการติดขัด ข้อมูลข้างต้นจะทำให้ผู้ใช้ไม่เสียเวลามากหรืออัตราค่าจอดรถจะไม่เพิ่มขึ้นในการร่อยางตั้งและมีความปลอดภัยที่ดีเยี่ยม

ซึ่งผลที่เราได้รับจากการทำแบบจำลองระบบลานจอดรถอัจฉริยะได้ผลสรุป ดังรูปที่ 11 คือ ระบบทำให้มีความสะดวกสบายมากขึ้น ลดการใช้จำนวนพนักงานลง ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของการจ้างพนักงานลง และการจราจรที่ติดขัดลดลง มีระบบที่มีความปลอดภัยในระดับหนึ่ง



รูปที่ 11 แบบจำลองระบบลานจอดรถอัจฉริยะ



รูปที่ 12 ตำแหน่งของเซ็นเซอร์

5. เอกสารอ้างอิง

ธนชัย โตสวัสดิ์, ธนพล เจนสุทธิเวชกุล และ เกียรติศักดิ์ โยชนะนัง. 2553. ระบบจำลองการแสดงสถานะช่องจอดภายในลานจอดรถผ่านเว็บไซต์ โดยเพิ่มผลการทดสอบหน้าจอแสดงผลและระยะการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย. **The 6TH National Conference on Computing and Information Technology**. หน้า 804-809.

ศักดิ์ชัย สกฤตวิญญูสิน, พีรศักดิ์ สบเหมาะ และศุภลักษณ์ ทัดสนโกวิท. 2555. ระบบช่วยแนะนำที่จอดรถในอาคารจอดรถ ปริณูณานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2560 จากแหล่งที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต <http://www.research.rmUTT.ac.th/wp-content/uploads/2014/03/133120.pdf>

ศุภกฤต ชัยสวัสดิ์.ม.ป.ป. บทความวิจัยระบบจัดการลานจอดรถถึงอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี . บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2560 จากแหล่งที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต http://www.northbkk.ac.th/gs/thesis/abstract_/511300052.pdf

Arduino IDE. 2014. **Arduino IDE** [Online] Retrieved November 8,2017. from:
<https://www.arduitronics.com/article/23/installing-driver-Arduino-on-window>

CloudMQTT. n.d.**Websockets**. [Online] Retrieved November 8,2017. from : <https://www.cloudmqtt.com/>

Jawaaz Ahmad, Romana Yousuf. 2016. Light Dependent Resistor (LDR) Based Low Cost Light Intensity Measurement Circuit Design (LUX Meter) . **International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering** Vol. 4, Issue 8,pp 14735-14739.

Marian P. 2015. **NodeMCU(ESP8266)**. [Online] Retrieved October 10, 2017, from
<http://www.electroschematics.com/11276/esp8266-datasheet/> , Accessed 8 November 2016.

Node RED. n.d. **Node RED** . Retrieved November 8,2017. from: <https://nodered.org/>

Oracle Corporation. 2017. **MySQL Database**. Retrieved November 8,2017. from: <https://www.mysql.com/>

Panosonic corporation.2014. **Handbook of Photoelectric Sensing Photoelectric Sensor**. Retrieved November 8,2017. from: https://www.panasonic-electric-works.com/pew/it/downloads/ti_construction_working_principle_en.pdf

Santoso Budijono, Jeffri Andrianto, Muhammad Axis Novradin Noor . 2014. Design and implementation of modular home security system with short messaging system. **EPJ Web of Conferences**. Retrieved November 8,2017. from: https://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/pdf/2014/05/epjconf_icas2013_00025.pdf

Siemens Industry, Inc. 2015. **Siemen**. Retrieved November 8,2017. from:
<http://www.industry.usa.siemens.com/drives/us/en/electric-drives/maturing-siemens-drives/masterdrives-from-siemens-industry/documents/drv-masterdrives-mc-catalog-da-65-3.pdf>

ระบบ IOT และฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช

IOT AND DATABASE SYSTEM FOR TESTING GROWTH OF PLANT FACTORS

วีรยุทธ แก้วเกษ

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: wirayut.kak@spumail.net

จิโรจน์ จริตควร

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: chirot.ch@spu.ac.th

สุรัชย์ ทองแก้ว

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: surachai.th@spu.ac.th

บทคัดย่อ

พืชแต่ละชนิดมีปัจจัยในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นพืชที่ให้ผลผลิตแบบดอกหรือให้ผลผลิตแบบผล การเพิ่มหรือลดปัจจัยบางอย่างส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างมีคุณลักษณะพิเศษได้ เช่น พืชมีผลผลิตที่หวานเป็นพิเศษ พืชมีผลผลิตขนาดใหญ่เป็นพิเศษ หรือแม้กระทั่งพืชมีผลผลิตในปริมาณมากเป็นพิเศษ เป็นต้น สำหรับเกษตรกรการทดสอบเพื่อหาปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชที่จะส่งผลให้พืชมีคุณลักษณะพิเศษนั้นทำได้ง่ายขึ้น หากการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุน เช่น ระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ต้องการ ระบบตรวจสอบผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ได้แบบเวลาจริง และระบบบันทึกผลข้อมูลลงในฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นในบทความวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบ IoT และฐานข้อมูลสำหรับทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช เพื่อช่วยเกษตรกรทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชให้มีคุณลักษณะพิเศษต่างๆ ได้ โดยการทดสอบปัจจัย 3 พื้นฐานคือ ค่าความชื้นในดิน ค่าความเข้มของแสง และอุณหภูมิ ซึ่งการทำงานของระบบประกอบด้วย 5 ส่วน คือ 1) ระบบตรวจสอบค่าความชื้นในดิน 2) ระบบตรวจสอบค่าความเข้มของแสง 3) ระบบตรวจสอบอุณหภูมิ 4) ระบบฐานข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ 5) ระบบแจ้งเตือน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถบันทึกค่าความชื้นในดิน ค่าความเข้มของแสง และอุณหภูมิลงในฐานข้อมูลได้ ระบบสามารถแสดงผลของ ค่าความชื้นในดิน ค่าความเข้มของแสง และอุณหภูมิ ผ่านเว็บไซต์ได้ ระบบสามารถวิเคราะห์และแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนดผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์ได้ งานวิจัยนี้จึงส่งผลให้เกษตรกรสามารถพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของพืชได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น

คำสำคัญ : การเจริญเติบโตของพืช, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง , ฐานข้อมูลการเกษตร

ABSTRACT

Each plant has distinct growth, either flowers or crops. To increase or decrease some factors has an effect on plants to have distinctive characteristics, such as, succulent or enormous plants or even the ones with a large production. As farmers who seek for quality in agricultural growth in order to achieve distinctive characteristics. It would be simple if the growth factors of plants are supported by technology. For instance, environmental control system and other factors as needed. Real-time results monitoring system and system which records the data into the database to analyze plant growth. Therefore, in this research develops IOT and Database System for Testing Growth of Plant Factors for farmers to achieve those characteristics in these 3 basic factors are as follows; Soil humidity, Light Intensity and Temperature. The system consists 5 parts 1) Humidity monitoring system 2) Light intensity monitoring system 3) Temperature monitoring system 4) Analytical database system 5) Notification system. According to the experiment shows the system can record the Humidity in the soil, Light intensity and Temperature into the database. It can also demonstrate their results via website so the Analytical database and Notification system can be sent through the Line application. This research gives the farmers ability to develop plant characteristics precisely and promptly.

KEYWORDS : Growth of plants, IOT Internet of Things, Agricultural Information

1.บทนำ

พืชทุกชนิดในหลาย ๆ ช่วงของชีวิตจะสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดลักษณะและจำนวนผลผลิตภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงทั้งสามนี้จะเกี่ยวข้องกันพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถเจริญเติบโตและพัฒนาได้ซึ่งเป็นการสังเคราะห์สารที่มีโมเลกุลใหญ่และซับซ้อนจากโมเลกุลและประจุขนาดเล็ก การเจริญนั้นไม่เพียงแต่จะเพิ่มขนาดของเซลล์เท่านั้นหากแต่จะซับซ้อนขึ้นไปด้วย ยิ่งไปกว่านั้นเซลล์แต่ละชนิดจะเจริญเติบโตและพัฒนาไปในทิศทางที่ต่างกันตาม 3 กระบวนการ

Differentiation เป็นกระบวนการที่เซลล์เปลี่ยนแปลงไปให้มีลักษณะเฉพาะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของเซลล์และเนื้อเยื่อ อาจจะเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือลักษณะทางเคมี

Development คือผลรวมของกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่กลับคืนไม่ได้ของอวัยวะหรือต้นพืช กระบวนการนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม เช่น แสง

Morphogenesis คือการเปลี่ยนแปลงทางรูปร่างซึ่งเป็นผลสุดท้ายของกระบวนการ Differentiation และ Development เช่น การเปลี่ยนจากระยะ Vegetative เป็น Reproductive

ผู้เขียนบทความ จึงมีแนวคิดพัฒนาระบบ IOT และฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช เพื่อที่จะทดสอบปัจจัยของการเจริญเติบโตของพืชที่เหมาะสม โดยใช้หลักการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวเข้ามาช่วยในการส่งค่าจากเซนเซอร์เพื่อนำค่าไปวิเคราะห์ ตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยขั้นตอนการทำงานจะวัดค่าที่ได้จากเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน อุณหภูมิและความเข้มของแสง เพื่อนำข้อมูลมาบันทึกแล้ววิเคราะห์และนำมาแจ้งเตือน เพื่อสามารถประยุกต์ให้ใช้งานได้จริงและพัฒนานำขั้นตอนต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช จากปัจจัยของน้ำ แสง และอุณหภูมิ
- 2) เพื่อพัฒนาระบบ IOT และฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช
- 3) เพื่อสร้างฐานข้อมูลสำหรับวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช

1.2 ขอบเขต

- 1) สามารถอ่านค่าความชื้นในดิน อุณหภูมิและค่าความเข้มของแสงแบบเวลาจริงมาบันทึกในฐานข้อมูล
- 2) สามารถนำค่าของปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชจากฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ได้
- 3) สามารถแสดงผล ค่าความชื้นในดิน ค่าความเข้มของแสง และอุณหภูมิ ผ่านเว็บไซต์ได้
- 4) ระบบสามารถวิเคราะห์และแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนดผ่านโปรแกรมประยุกต์ได้

1.3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things)

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ IOT) คือ สภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโปรโตคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆ มีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่นวัตกรรมและบริการใหม่อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ภายในบ้านตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิด/ปิดสวิตซ์ไฟตามห้องต่าง ๆ เป็นต้น

1.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการปลูกพืช

ยุทธศาสตร์การวิจัยรายประเด็นด้านพืชสวน (ไม้ผล พืชผัก และไม้ดอกไม้ประดับ) (พ.ศ. ๒๕๕๖-๒๕๕๘) จากงานวิจัยเชิงสำรวจพบว่าประเทศไทยมีศักยภาพด้านการเกษตรซึ่งเป็นรากฐานของ ประเทศ โดยมีกา รการเกษตรด้วยการปลูกพืชประเภทพืชสวนที่จัดเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศจำนวน มาก การเลือกชนิดพืช ปลูกของเกษตรกรไทยกำหนดจากปัจจัยพื้นฐานในการผลิตที่สำคัญ คือ ที่ดิน น้ำ และ ภูมิอากาศ โดยไทยมี ปัจจัยการผลิตดังกล่าวที่เหมาะสมอย่างมากต่อการปลูกพืชหลายชนิด ต่อมาเมื่อ ประชากรของโลกเพิ่มขึ้นอย่าง ต่อเนื่องทำให้ความต้องการอาหารจากภาคเกษตรเพิ่มขึ้น รัฐและองค์กรต่างๆ จึงมีการปรับปรุงพัฒนาและส่งเสริม การผลิตทางการเกษตรอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถสร้างผลผลิตในระดับ โลกหลายชนิด จำแนกตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย เช่น การผลิตข้าวในภาคกลาง ยางพาราและไม้ผลใน ภาคใต้และภาคตะวันออก พืชไร่ใน ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น สำหรับการผลิตพืชแต่ละกลุ่ม จำแนกตามลักษณะที่สำคัญเป็น กลุ่มไม้ผล กลุ่มพืชผักและเห็ด และกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ โดยกลุ่มไม้ผลเป็นไม้ยืนต้นที่มีอายุหลายปี การทำ สวนผลไม้ ชาวสวนจะต้องศึกษาหาความรู้ ความชำนาญ ความขยันหมั่นเพียรและ ปฏิบัติดูแลรักษาอยู่ตลอดเวลา เพราะการทำสวนผลไม้ต้องอาศัยเงินทุน และระยะเวลานานพอสมควรที่จะให้ ผลผลิตออกจำหน่ายได้ ไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ มะม่วง ทูเรียน มะขาม มังคุด ลำไย มะพร้าว ขนุน ชมพู่ ส้ม เป็นต้น

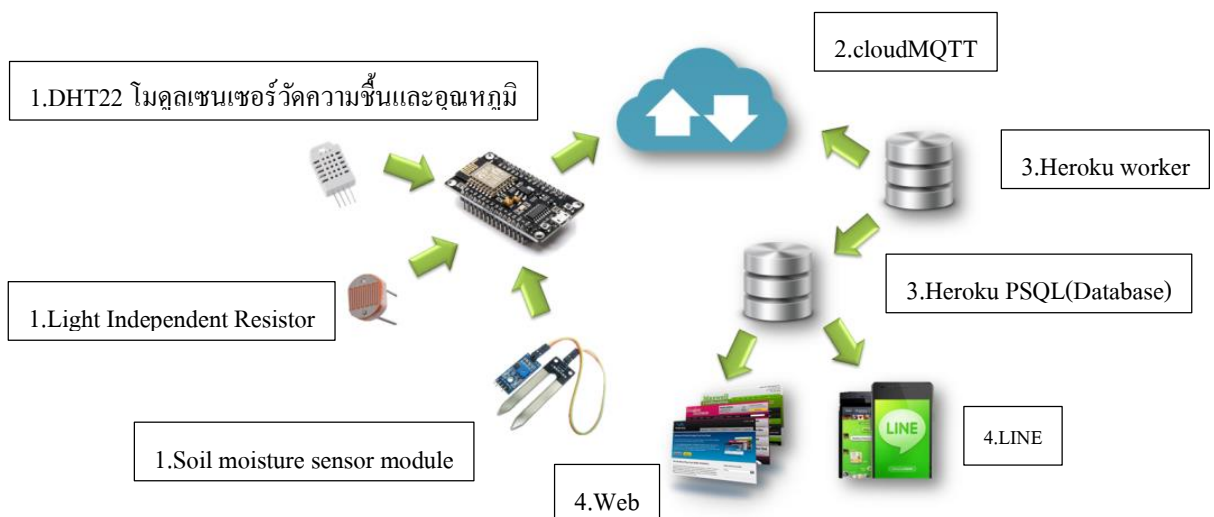
วงจรการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชตลอดชีวิตจักร (Life cycle) นั้น พืชจะต้องผ่าน ขั้นตอนต่าง ๆ นับตั้งแต่ พืชงอกจากเมล็ด (Seed germination) ไปเป็นต้นกล้า (Seedling) เมื่อต้น กล้ามียาขุมมากขึ้นก็จะกลายเป็นต้นพืช (Plant) ต้นพืชจะมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการต่อไป

เรื่อย ๆ ซึ่งการเจริญและพัฒนารูปแบบในช่วงแรก ๆ นี้จะเป็นไปในทางการเพิ่มขนาดและน้ำหนักของต้นพืช เมื่อพืชมีอายุที่เหมาะสม หรือพัฒนาการมาถึงที่สุด โดยได้รับการกระตุ้นหรือชักนำจากสภาพ ภายนอก ก็จะออกดอกติดผล และสร้างเมล็ดขึ้นมา จากนั้น เมล็ดก็จะพัฒนาการเป็นต้นพืชต่อไป ส่วนพืชต้นเดิมที่บางชนิดอาจตายไป (Annual plant และ Biennial plant) แต่บางชนิดอาจมีการ เจริญเติบโตและพัฒนาการต่อไป ในลักษณะเดียวกับช่วงที่ต้นพืชยังไม่ออกดอก (Perennial plant)

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 การออกแบบระบบ

การประมวลผลการทำงานของระบบ IOT และฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช มีขั้นตอนการทำงานดังนี้รูปที่ 1 ดังนี้ 1) อ่านค่าความชื้นในดินจากเซนเซอร์ Soil moisture sensor module อ่านค่าความเข้มของแสงจากเซนเซอร์ Light Independent Resistor และอ่านค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ DHT22 2) ข้อมูลจะถูกนำไปที่ระบบคลาวด์ (Cloud) เพื่อรอตัวทำงาน (Heroku worker) มาดึงข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ 3) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจะทำการดึงข้อมูลจากระบบคลาวด์และบันทึกลงฐานข้อมูล (Heroku PSQL Database) โดยตัวฐานข้อมูลและตัววิเคราะห์จะทำงานอยู่บน Heroku และ 4) เว็บจะทำการดึงข้อมูลปัจจุบันที่บันทึกในฐานข้อมูลมาแสดงผล และ แจ้งเตือนผลการบันทึกผลไปยังไลน์แอปพลิเคชัน (Application Line)



รูปที่ 1 ภาพรวมระบบ IOT และฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช

2.2 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบ IOT และฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

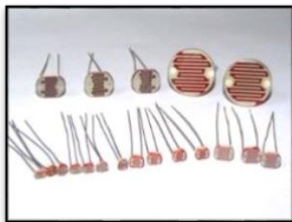
2.2.1) ฮาร์ดแวร์

1) Light Independent Resistor เป็นตัวต้านทานแปรค่าตามความเข้มของแสง หรือเรียกสั้น ๆ ว่า LDR ทำมาจากสารแคดเมียมซัลไฟด์ (Cdse) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (Cdse) ดังรูปที่ 2

2) ESP8266 เป็นโมดูล Wi-Fi จากประเทศจีน ที่มีความพิเศษที่สามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ และมีพื้นที่ของโปรแกรมประมาณ 4 เมกะไบต์ ทำให้มีพื้นที่เหลือ ในการบรรจุโปรแกรมเพิ่มเข้าไป ดังรูปที่ 3

3) Soil moisture sensor module ใช้ในการวัดค่าความชื้นในดิน จะต้องนำเอาแท่งอิเล็กโทรดปักลงไปในดินที่ต้องการวัด จึงจะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้ ดังรูปที่ 4

4) DHT22 โมดูลเซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในตัวเดียว มีความแม่นยำสูง มีตัวต้านทาน Pull up อยู่ภายในเซนเซอร์ มีความสะดวกในการใช้งาน ดังรูปที่ 5



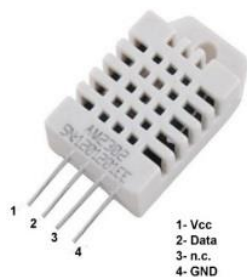
ภาพที่ 2 Light Independent Resistor module



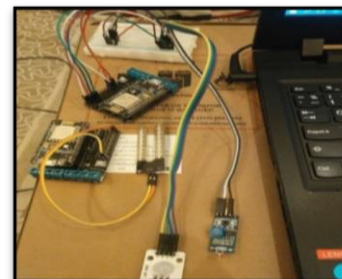
ภาพที่ 3 ESP8266



ภาพที่ 4 Soil moisture sensor



รูปที่ 5 องค์ประกอบฮาร์ดแวร์



รูปที่ 6 องค์ประกอบฮาร์ดแวร์

2.2.2) ช่องทางการสื่อสาร (Communication)

ระบบได้ใช้ CloudMQTT ซึ่งเป็นบริการ MQTT Service บน Cloud Service โดยประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังต่อไปนี้

1) Public : ESP8266 จะใช้ทำการส่งค่าจากเซนเซอร์ที่วัดค่าความเข้มของแสง อุณหภูมิและความชื้นในดินไปที่คลาวด์

2) Subscribe : ส่วนของตัวทำงานบน Heroku จะทำการดึงค่าจากคลาวด์ ที่วัดค่าความเข้มของแสง อุณหภูมิและความชื้นในดินเพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลก่อนเก็บไว้ในฐานข้อมูล

2.2.3) ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์หลักๆ ที่ใช้ในระบบนี้ ประกอบด้วย

1) Application LINE : เป็นแอปพลิเคชันให้บริการ Messaging รวมกับ Voice Over IP ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างกลุ่มแชท ส่งข้อความ ภาพ คลิปวิดีโอ หรือจะพูดคุยโทรศัพท์แบบเสียงก็ได้

2) Heroku: เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้พัฒนาระบบสามารถลดเวลาในการพัฒนาแอปพลิเคชันได้ ผู้พัฒนาระบบไม่ต้องเสียเวลาในการติดตั้งค่าต่างๆ บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ สามารถเน้นไปที่การพัฒนาโปรแกรมเพียงอย่างเดียว Heroku ถูกจัดเป็น Platform as a Service (Paas) ที่รองรับภาษาโปรแกรมที่หลากหลาย เช่น Ruby, PHP, Node.js, Python, Java, Clojure, Scala อีกทั้งยังสามารถสร้าง buildpack สำหรับภาษาอื่นๆ ได้

3) Arduino IDE: ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมลง NodeMCU ไม่ว่าจะเป็นการรับค่าจากตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์และส่งค่าขึ้นไปบนคลาวด์ หรือเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าส่งมาเพื่อควบคุมหลอดไฟ LED

2.2.4) การวิเคราะห์ข้อมูล(Data Analytics)

ฮาร์ดแวร์รับค่าจากเซ็นเซอร์ จากนั้นจะทำการตรวจสอบข้อมูลและบันทึกข้อมูลปัจจุบันขึ้นไปยังคลาวด์ ตัวทำงานจะทำการดึงข้อมูลปัจจุบันที่บันทึกในคลาวด์ มาประมวลผลแล้วจะทำการบันทึกไปยังฐานข้อมูลPSQLตัวอย่างการเก็บข้อมูลแสดงดังรูปที่6 เมื่อบันทึกเสร็จหน้าเว็บจะทำการดึงค่าจากฐานข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟ ดังรูปที่7

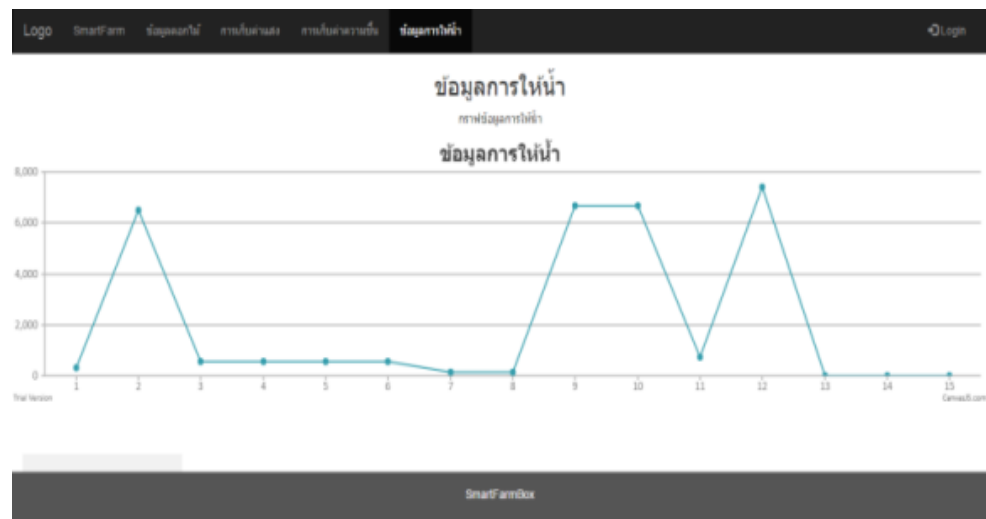
heroku psql

```
db-iot-cpe496::DATABASE=>
db-iot-cpe496::DATABASE=> select *from dinl;
```

xposure	red	yellow	green	date	alert
159	00:00:00	00:00:00	14:31:08	2017-07-09	ห าว แล ะ
256	00:00:00	00:00:00	14:33:03	2017-07-09	ห าว แล ะ
485	00:00:00	00:00:00	15:08:42	2017-07-09	ห าว แล ะ
247	00:00:00	00:00:00	15:09:44	2017-07-09	ห าว แล ะ
375	00:00:00	00:00:00	15:09:54	2017-07-09	ห าว แล ะ
947	00:00:00	00:00:00	15:11:17	2017-07-09	ห าว แล ะ
120	00:00:00	00:00:00	15:11:28	2017-07-09	ห าว แล ะ
2	00:00:00	00:00:00	15:15:47	2017-07-09	ห าว แล ะ
156	00:00:00	00:00:00	15:23:24	2017-07-09	ห าว แล ะ
735	00:00:00	00:00:00	15:24:06	2017-07-09	ห าว แล ะ
654	00:00:00	00:00:00	15:27:03	2017-07-09	ห าว แล ะ
638	15:31:31	00:00:00	00:00:00	2017-07-09	เฉยๆ
982	00:00:00	15:31:41	00:00:00	2017-07-09	จ ั ่ม มาก
974	00:00:00	03:43:11	00:00:00	2017-07-24	จ ั ่ม มาก
975	00:00:00	03:45:12	00:00:00	2017-07-24	จ ั ่ม มาก
973	00:00:00	05:56:47	00:00:00	2017-09-05	จ ั ่ม มาก
456	00:00:00	00:00:00	05:58:31	2017-09-05	ห าว แล ะ
354	17:22:12	00:00:00	00:00:00	2017-09-05	เฉยๆ
587	00:00:00	17:26:42	00:00:00	2017-09-05	จ ั ่ม มาก
742	00:00:00	01:43:27	00:00:00	2017-09-06	จ ั ่ม มาก

(20 rows)

รูปที่6 ฐานข้อมูล (Heroku PSQL) ของพีช



รูปที่ 7 กราฟสถิติการเก็บข้อมูล

2.2.5) Intelligent

ระบบสามารถวิเคราะห์ค่าปัจจัยต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยการเปรียบเทียบข้อมูลจากเซนเซอร์กับข้อมูลในฐานข้อมูลหากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนไปยังเกษตรกรผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถบันทึกค่าความชื้นในดิน ค่าความเข้มของแสง และค่าอุณหภูมิในฐานข้อมูลได้ และระบบสามารถแสดงผลของ ค่าความชื้นในดิน ค่าความเข้มของแสง และอุณหภูมิผ่านเว็บไซต์ได้และสา

3.1 แสดงหน้าจอซอฟต์แวร์

การปลูกพืชต่างๆ เช่น ดอกไม้ , พืชการเกษตร สามารถนำฐานข้อมูลมาทดสอบกับระบบนี้ได้ โดยจะต้องเก็บค่าความเข้มของแสง อุณหภูมิและความชื้นในดินโดยใช้ cloudMQTT เป็นสื่อกลาง และมีความสามารถในส่วนSUBSCRIBE ที่จะนำค่าต่างๆ ที่ผ่านการวิเคราะห์มาแสดงผลบนเว็บ เช่น สถานะระบบ,การแจ้งเตือน, ค่าความเข้มของแสง, ค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้นในดิน และอื่นๆ แสดงดังรูปที่ 8, รูปที่ 9 และรูปที่ 10

ระบบนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมประยุกต์ไลน์ การพูดคุยกับพืชและดอกไม้ที่ปลูกได้ โดยพิมพ์คำถามหรือประโยชน์ต่างๆ ผ่านทางระบบ จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์และตอบสนองอย่างทันที แสดงดังรูปที่ 11 และมีส่วนการแสดงผลถึงการเก็บข้อมูลเป็นในรูปแบบกราฟ เพื่อต่อการนำใช้งานและอ่านผลข้อมูลดังรูปที่ 12

ดอกไม้	ค่าแสง	ค่าความชื้น	วันที่ออกดอก
ดอกกุหลาบ	152	654	2017-01-03
ดอกลิลลี่	92	361	2017-01-02
ดอกคาร์เนชัน	152	654	2012-01-04

รูปที่ 8 จอภาพแสดงผลข้อมูลของพืชใน Database

ค่าแสง	เวลาที่เริ่มเก็บ	เวลาที่สิ้นสุด	เวลาที่หยุด	วันที่	สถานะการหยุดพัก(ถ้ามี)
132	02:00:00	00:00:00	00:00:00	2017-01-03	ปกติ
132	02:00:00	00:00:00	00:00:00	2017-01-03	ปกติ
132	02:00:00	00:00:00	00:00:00	2017-01-03	ปกติ

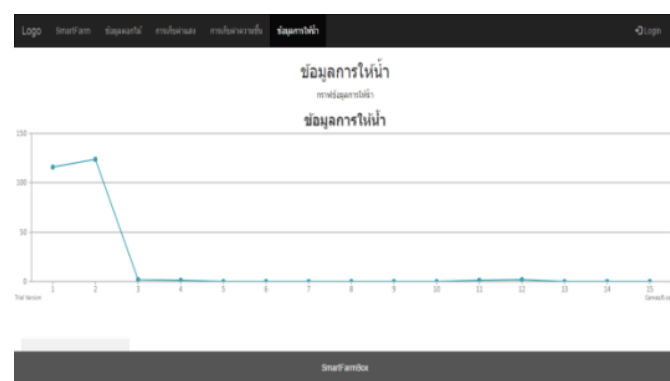
รูปที่ 9 จอภาพแสดงผลข้อมูลของแสง

ค่าความชื้น	เวลาที่เริ่มเก็บ	เวลาที่สิ้นสุด	เวลาที่หยุด	วันที่	สถานะการหยุดพัก(ถ้ามี)
0	00:00:00	00:00:00	00:00:00	2017-01-03	ปกติ
134	00:00:00	00:00:00	00:00:00	2017-01-03	ปกติ
134	00:00:00	00:00:00	00:00:00	2017-01-03	ปกติ

รูปที่ 10 จอภาพแสดงผลความชื้นในดิน



รูปที่ 11 จอภาพแสดงการพูดคุย Application Line ให้น้ำ



รูปที่ 12 จอภาพแสดงผลข้อมูลของการ

4. สรุปผลงานวิจัย

บทความนี้นำเสนอระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงส์และฐานข้อมูลสำหรับการทดสอบปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช ที่เป็นเครื่องมือให้เกษตรกรสามารถพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของพืช โดยการปรับเปลี่ยนค่าความชื้นใน

ดิน ค่าความเข้มของแสง และอุณหภูมิ ที่เป็นปัจจัยพื้นฐานของการเจริญเติบโตของพืช ระบบที่นำเสนอนี้ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรทดสอบและปรับเปลี่ยนปัจจัยได้สะดวกรวดเร็ว มีความถูกต้องแม่นยำ และเป็นแนวทางให้ก่อเกิดนวัตกรรมทางผลผลิตได้ ระบบสามารถแสดงข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ได้ผ่านทางเว็บไซต์แบบเวลาจริง ข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่ปรับเปลี่ยนถูกบันทึกลงฐานข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลและแจ้งเตือนผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์ ระบบสามารถนำไปใช้กับพืชใดๆ ก็ได้ตามความต้องการของเกษตรกร อีกทั้งระบบยังสามารถเพิ่มปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตในพืชชนิดต่างๆ ได้ตามความต้องการของเกษตรกร

5. ข้อเสนอแนะ

- 1) สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ในขนาดพื้นที่ที่กว้างเพิ่มมากขึ้น
- 2) สามารถติดตั้งเซนเซอร์ให้เพิ่มมากขึ้นหรือปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆ ตามความต้องการของผู้ปลูกพืช ไม่จำเป็นจะต้องเป็นค่าความเข้มของแสง อุณหภูมิหรือค่าความชื้นในดินเท่านั้น เช่น อุณหภูมิในน้ำหรืออากาศ, ค่าHP, ค่าPH และอื่นๆ

6. เอกสารอ้างอิง

เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์.ม.ป.ป.. **MQTT Cloud**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560.แหล่งที่มา :

<http://www.semi-journal.com/ทำความรู้จักกับ-mqtt-cloud/>

คณัย บุญเกียรติ. 2004. **สรีรวิทยาของพืช**. แหล่งที่มา : ภาควิชาพืชสวน , คณะเกษตรศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ไทยโอเพนซอร์ส.2559.**Heroku**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560.แหล่งที่มา : <http://thaiopensource.org/รู้จัก-และเริ่มต้นกับ-heroku/>

บริษัท กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช จำกัด.2560.**Internet of Things (IOT) คืออะไร “คน กับ อินเทอร์เน็ต” ไปสู่ “สิ่งของ กับ อินเทอร์เน็ต”**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค. 2560.แหล่งที่มา : <http://www.energy-gps.com/?page=content&mid=13&did=18>

บริษัท เทนเซ็นต์ (ประเทศไทย) จำกัด.2560.**Application LINE**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค. 2560.แหล่งที่มา : <http://guru.sanook.com/8790/>

ผูกพัน อิเล็กทรอนิกส์.ม.ป.ป..**Light Independent Resistor**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค. 2560.แหล่งที่มา : <https://phukphan.blogspot.com/2016/05/ldr-ldr-sensor.html>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.ม.ป.ป..**ยุทธศาสตร์การวิจัยรายประเด็นด้านพืชสวน (ไม้ผล พืชผัก และไม้ดอกไม้ประดับ) (พ.ศ. ๒๕๕๖-๒๕๕๙)**. แหล่งที่มา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: มจร

สังคม เดชะวงศ์เสถียร. ม.ป.ป. **วงจรการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช**. แหล่งที่มา : ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อาร์โดทรอนิกส์.2560. **Arduino IDE**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค. 2560.แหล่งที่มา : <https://www.arduitronics.com/article/3/arduino-ide-กับการเริ่มต้นครั้งแรก>

อาร์โดทรอนิกส์.2560.**Soil moisture sensor module**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค. 2560.แหล่งที่มา :

<http://www.arduitronics.com>

อาร์โดโนออ.2560.**DHT22**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค.2560.แหล่งที่มา :

<https://www.arduinoall.com/product/31/dht22-เซนเซอร์วัด-อุณหภูมิความชื้น-อย่างดี-dht22-สำหรับ-arduino>

ไอโอเอ็กซ์โฮป.2560.**ESP8266**. (ออนไลน์). วันที่สืบค้น 10 ต.ค. 2560.แหล่งที่มา :

<https://ioxhop.github.io/ESP8266-Documents/esp8266-on-arduino-ide.html>

อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับถังขยะอัจฉริยะ

INTERNET OF THINGS FOR SMART RECYCLE BIN

บุญญาภา หารรชากานต์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: boonyapa.han@spulive.net

จักรพงษ์ จันทร์ประทักษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: jakkapong.jan@spulive.net

นิมิตร ทักขวิทยาพงศ์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: nimit.tu@spu.ac.th

ผิน ฉัตรแก้วมณี

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: pin.ch@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ขยะมูลฝอยเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของภาวะโลกร้อน ปัจจุบันประชากรของมนุษย์เพิ่มขึ้นซึ่งหมายความว่า การบริโภคมากขึ้น ขยะเพิ่มขึ้นมลพิษก็มีมากจึงเกิดปัญหาภาวะโลกร้อน และขยะที่ไม่ได้ผ่านการคัดแยกมีปัญหาต่อการรีไซเคิล(Recycle)เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง จึงเป็นเรื่องที่ยากมากที่จะทำให้มนุษย์มีจิตได้สำนึก ในการแยกขยะก่อนทิ้งขยะลงถัง งานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับเปลี่ยนถังขยะโดยการเพิ่มเซ็นเซอร์โหลดเซลล์(load cell) เพื่อวัดน้ำหนักขยะในถังขยะ และออกแบบใหม่เป็นถังเก็บขยะหลายประเภท (เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก ฯลฯ) เมื่อถังขยะเต็มระบบจะแจ้งให้ทราบในโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนเพื่อเตือนให้ผู้เกี่ยวข้องมาเก็บขยะในถัง ส่วนน้ำหนักของขยะในถังที่ถูกแยกประเภทออกจากกันนั้น เพื่อใช้ในการประมาณราคาขายของขยะ และเมื่อมีการแจ้งเตือนเราสามารถทราบว่างขยะถูกคัดตั้งไว้ที่ไหน โดยท้ายสุดงานวิจัยนี้สามารถช่วยในเรื่องของการสร้างแรงจูงใจให้ผู้คนช่วยกันคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังขยะและปัญหาขยะล้นถัง โดยขยะที่ถูกทิ้งนั้นเราสามารถนำไปขายเพื่อการรีไซเคิลหรือการนำไปประยุกต์เพื่อให้นำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง, เซ็นเซอร์โหลดเซลล์, ถังขยะ

ABSTRACT

Solid waste is another cause of global warming. Now, the human population is increasing which mean that the consumption is also increased. The overflow trashcan and unseparated waste are effect to the recycle problem for reusable waste. It is very hard to make the subconscious mind for separating waste before putting the garbage in the trashcan. This research, we modify the trashcan by adding load cell to measure the weight of waste in trashcan. And, we redesign as multiple tank for separating waste types (ex. paper, glassed, plastic, and etc.). When the trashcan is almost full, the system will be notice on smart phone of the garbage collector for collecting the waste. The weight of separated wastes are used to estimate the waste selling price. The GPS module is installed in the trashcan which used to find the best routing way with minimum cost to collect all full trashcan. When we receive an alert, we can know where the bin was installed. Finally, this research can help in motivating. Let people help separate waste before dumping into the trash. Waste is disposed of for recycling or apply to be re-used again.

KEYWORDS: Internet of Things (IoT), Bin, Weight Sensor (Load cell)

1. หลักการและเหตุผล

เนื่องจากในปัจจุบันมีการทิ้งขยะจำนวนมาก ทำให้เกิดการล้นของถังขยะจึงส่งผลให้เกิดความสกปรกที่ส่งกลิ่นเหม็น และทำให้แม่บ้านไม่ทราบปริมาณขยะในถังของขยะนั้นๆและไม่ทราบมูลค่าของขยะชนิดนั้นว่ามีค่าเท่าใดระบบนี้จึงทำขึ้นเพื่อทดลองใช้กับกลุ่มภายในมหาวิทยาลัยเพื่อเข้าไปแก้ปัญหาการทิ้งขยะล้นถังในปัจจุบัน โดยวิธีการทำงานของระบบที่ตัวถังขยะจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับปริมาณน้ำหนักของถังขยะถ้าอยู่ในระดับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก็จะมีแจ้งเตือนไปยังห้องแม่บ้านเพื่อให้แม่บ้านรับทราบผ่านหน้าจอภายในห้องแม่บ้านจะมีรายละเอียดของถังขยะใบนั้น ว่าเป็นถังขยะชนิดไหน น้ำหนักเท่าไร และถ้านำไปขายจะได้ราคาประมาณเท่าไร

ทฤษฎีสรุปเกี่ยวกับ IoT

Margaret Rouse ได้ให้ความหมายของ Internet of Things [1] เมื่อวันที่ 25 มกราคม 2559 ใจความว่า อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง(Internet of Things) คือ สภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆ มีการถ่ายโอนข้อมูลร่วมกันผ่านเครือข่าย โดยไม่จำเป็นต้องใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบุคคล หรือระหว่างบุคคลกับคอมพิวเตอร์ซึ่ง อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง(Internet of Things) พัฒนามาจากเทคโนโลยีไร้สาย(wireless technology) ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค(micro-electromechanical systems : MEMS) และอินเทอร์เน็ต(Internet)ซึ่งคาดว่า อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง(Internet of Things) นั้น หมายถึง อุปกรณ์ต่างๆ ที่อ้างอิงได้ด้วยเลขไอพี (IP address) และมีความสามารถในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกันได้ผ่านเครือข่าย สรุปให้เข้าใจง่ายๆ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง(Internet of Things) ก็คือ เทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั่นเองสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์นานาชาติ (IEEE) ได้ให้คำนิยามของ Internet of Things [2] โดยใจความบอกถึงคุณลักษณะสำคัญของ IoT มีดังนี้

- เป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างสรรพสิ่งใดๆ (Interconnection of Things)
- เชื่อมต่อสรรพสิ่งใดๆ เข้ากับโครงข่ายอินเทอร์เน็ต (Connection of Things to the Internet)

- สรรพสิ่งใดๆ มีลักษณะที่ระบุเอกลักษณ์ได้ (Uniquely Identifiable Things)
- สามารถพบได้ทั่วไป (Ubiquity)
- มีความสามารถในการรับรู้และตอบสนองได้ (Sensing/Actuation capability)
- เป็นระบบฝังตัวแบบอัจฉริยะ (Embedded intelligence)
- มีความสามารถในการสื่อสารทำงานร่วมกันได้ (Interoperable Communication Capability)
- สามารถตั้งค่าด้วยตนเองได้ (Self-configurability)
- สามารถโปรแกรม หรือสั่งการการทำงานได้ (Programmability)

หรือถ้ากล่าวโดยง่าย IoT ก็คือ การทำอุปกรณ์ใดๆ หรือ สรรพสิ่งใดๆ ให้ฉลาดขึ้น โดยการใส่สมองกลให้กับมันแล้วให้สรรพสิ่งนั้นๆ สามารถสื่อสาร ควบคุม หรือรายงานผลซึ่งกันและกันได้ผ่านอินเทอร์เน็ต ยกตัวอย่างง่ายๆ ของคำว่า “อุปกรณ์สื่อสารกัน” เช่น โทรศัพท์ กับ รีโมทโทรทัศน์ ก็คือ อุปกรณ์สื่อสารกันได้ แต่เป็นการสื่อสารผ่านคลื่นอินฟราเรดแต่อุปกรณ์ที่จะเป็น IoT นั้นจะต้องสามารถสื่อสารกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันกระแสของคำว่า IoT ได้เป็นที่กล่าวถึงอย่างกว้างขวาง และเริ่มมีการพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆ ให้สามารถทำงาน บนแนวคิดของเพิ่มมากขึ้น โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ มากขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้งานใน Smart City คือการทำให้เมืองมีอุปกรณ์ทุกอย่างที่สามารถควบคุมรายงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างเช่น หลอดไฟบนถนน หรือแม้กระทั่งการประยุกต์ใช้งานใน Smart Industry โดยการควบคุมหลอดไฟให้มีการประหยัดพลังงานที่ดีขึ้นเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในกลุ่มโรงงานต่างๆ

ในการพัฒนาการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ใดๆ นั้น จำเป็นจะต้องใช้โปรโตคอลในการสื่อสาร โดยเฉพาะในการพัฒนา IoT ในปัจจุบันมีโปรโตคอลที่ได้รับความนิยมคือ CoAP Protocol, NETPIE Protocol และ MQTT Protocol

ทฤษฎีสรุปเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน[3]ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่มากเกินไป ทำให้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก ไม่สามารถสะท้อนกลับออกไปได้ดีเช่นเดิม ทำให้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น จึงไปกระทบต่อภูมิอากาศ ปริมาณฝน ระดับน้ำทะเลแปรปรวนอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นฝนหลงฤดู อากาศที่ร้อนจัด อากาศที่หนาวจัดจนทำให้เกิดหิมะตกเป็นครั้งแรกในหลายๆ พื้นที่ พายุฝนรุนแรง เกิดอุทกภัย โรคระบาด แมลงศัตรูพืชระบาดรุนแรง อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อพืช สัตว์ และมนุษย์อีกด้วย ยิ่งนับวันภัยธรรมชาตินี้ยิ่งรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งตัวการหลักของการเกิดภัยธรรมชาติ นี้ก็น่าจะหนีไม่พ้น ‘ก๊าซเรือนกระจก’ ที่ประกอบด้วย

- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ : เกิดจากการเผาไหม้และกระบวนการที่ก่อให้เกิดความร้อนต่างๆ
- ก๊าซมีเทน : เกิดจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน
- ก๊าซไนตรัสออกไซด์ : เกิดจากกระบวนการเผาไหม้และการย่อยสลาย หลายคนอาจไม่รู้ว่าจริงๆ แล้ว ‘ขยะ’ ที่เกิดจากที่เรากิน เราใช้นั้นก็มีส่วนที่ส่งผลให้โลกของเราต้องเผชิญหน้ากับ ‘ภาวะโลกร้อน’ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนของการจัดการขยะที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาไม่ว่าจะเป็นการเก็บขนขยะ การเผาขยะ การหมักปุ๋ย ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือการฝังกลบ การหมักก๊าซชีวภาพทำให้เกิดก๊าซมีเทนเป็นต้น ตัวอย่างเช่นถุงพลาสติก ถ้าเราทิ้งไว้มากเท่าไร ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศโลกจาก

การเผาไหม้ในกิจกรรมการผลิตและการเผาทำลายถุงพลาสติกก็จะยิ่งสูงมากขึ้นเพราะถุงพลาสติก 1 ใบ จะต้องใช้เวลาย่อยสลายถึง 500 ปี ซึ่งถ้าเอาไปเผาก็จะทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นตัวการสำคัญของการเกิด ‘ภาวะโลกร้อน’ วิธีการลดปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากระบบการกำจัดขยะนั้นมีหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นนำก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบมาใช้เป็นพลังงาน ลดการฝังกลบขยะอินทรีย์ด้วยการส่งเสริมให้แยกขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ เช่น เลี้ยงสัตว์ ทำปุ๋ยหมัก หมักก๊าซชีวภาพ ฯลฯ ใช้ระบบบำบัดขยะด้วยเครื่องจักรกลและกระบวนการชีวภาพ (MBT) สำหรับขยะที่มีอินทรีย์วัตถุปนเปื้อนเป็นต้น แต่หลายคนอาจไม่รู้ว่า ‘การแยกขยะ’ ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยแก้ไขปัญหภาวะโลกร้อนได้ตั้งแต่ต้นทาง เพราะถ้าทุกคนเริ่มต้นแยกขยะกันตั้งแต่ต้นทางขยะบางชนิดก็จะสามารถเวียนกลับมาใช้ซ้ำ หรือนำไปแปรรูปใช้ใหม่ได้อีกทั้งการช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติก็จะช่วยให้ปริมาณขยะที่ต้องส่งไปกำจัดหรือทำลายน้อยลงและปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกก็น้อยลงเช่นกันเห็นแล้วว่าการแยกขยะนอกจากจะช่วยลดปริมาณขยะของประเทศและยังช่วยลดก๊าซเรือนกระจกอันเกิดจากขั้นตอนการกำจัดขยะที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อน

2. วัตถุประสงค์

- (1) เพื่อสร้างแรงจูงใจในการแยกขยะ
- (2) เพื่อสร้างแรงจูงใจในการทิ้งขยะ
- (3) เพื่อสามารถรู้ราคาของขยะที่ถูกทิ้งเพื่อนำไปขาย

3. ขอบเขต

- (1) สามารถเช็คน้ำหนักของขยะที่ถูกทิ้งลงถังโดยการเปรียบเทียบกับน้ำหนักมาตรฐานที่ตั้งไว้ว่าเต็มหรือยัง
- (2) สามารถนำน้ำหนักของขยะที่อยู่ในถังขยะมาคำนวณเพื่อหาราคาและนำไปขายสร้างมูลค่า
- (3) สามารถแจ้งเตือนและแสดงข้อมูลไปยังผู้เกี่ยวข้องผ่านแอปพลิเคชัน เช่น แม่บ้านที่มีแอปพลิเคชัน ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับถังขยะ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

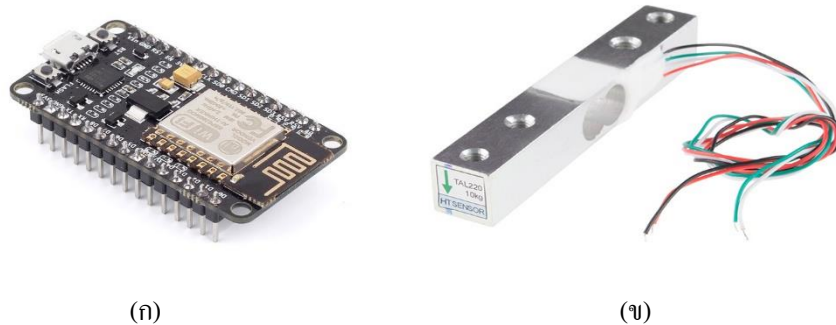
การออกแบบระบบ

- เมื่อมีการทิ้งขยะลงไปในถัง จะมีการวัดค่าน้ำหนักรวมทั้งหมดภายในถังขยะนั้นว่ามี น้ำหนักเท่าไร
- จะมีการแสดงผลค่าน้ำหนักรวมภายในถังนั้น มาทางหน้าถังโดยตัวแสดงผลจะเป็น จอแสดงค่าเล็กๆ
- ภายในถังขยะจะมีการตรวจเช็คน้ำหนักทุกครั้งที่มีการทิ้งขยะ แล้วจะมีการคำนวณ มูลค่าของขยะว่ามีมูลค่าเท่าไร ถ้านำไปขาย
- เมื่อขยะมีน้ำหนักถึงเกณฑ์ที่ระบบตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนมายังผู้เกี่ยวข้องว่า ขยะในถังนั้นเต็มแล้วให้ทำการเก็บขยะออก



การพัฒนาตัวอุปกรณ์

- Weight Sensor (Load Cell) 0-500g แสดงในแผนภาพที่ 2 เป็น Sensor วัดน้ำหนัก หรือที่เรียกกันว่า Load Cell สามารถวัดได้ช่วง 0 ถึง 500 กรัม ให้ Output เป็นสัญญาณ Analog ซึ่งเป็นระดับ mV (ต้องขยายสัญญาณ , แนะนำให้ใช้ Instrument Amp) แสดงในแผนภาพที่ 2 (ข)



แผนภาพที่ 2 อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์

(ก) NodeMCU (ESP8266)

(ข) Weight Sensor (Load Cell)

การสื่อสารข้อมูล

ระบบได้ใช้ CloudMQTT [10] ซึ่งเป็นบริการ MQTT Service บน Cloud Service โดยประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังต่อไปนี้

- Public : คำนวณน้ำหนักของขยะที่ถูกทิ้งลงไปในถังใช้งานผ่านทาง Smartphone, คำนวณน้ำหนักที่วัดได้จากเซ็นเซอร์วัดน้ำหนัก
- Subscribe : ส่วนของบอร์ดจะทำการรอรับค่าน้ำหนักที่ถูกส่งมา, ส่วนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนจะรอรับค่าของสถานะต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสถานะเต็ม, สถานะการแจ้งเตือนของระบบ, ค่าจากตัวเซ็นเซอร์วัดน้ำหนักที่ได้รับค่าส่งขึ้นมาจากบอร์ด และทำการคำนวณสถานะรวมถึงค่าน้ำหนักบน Cloud เพื่อแสดงคะแนนและแจ้งเตือนเมื่อถึงขยะเต็ม

การพัฒนาทางด้าน Software

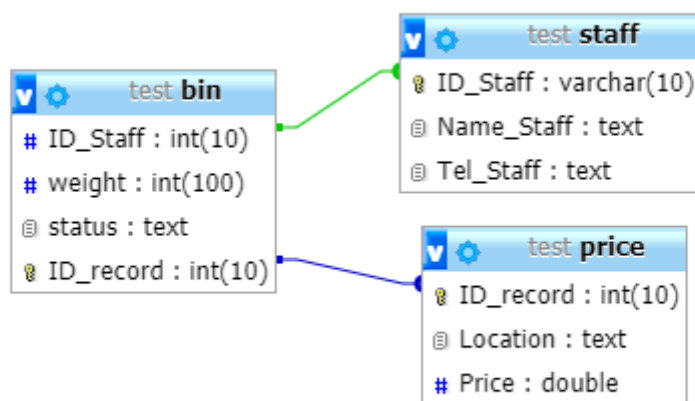
ระบบได้ใช้ Software หลักๆ อยู่ทั้งหมด 4 อย่างดังต่อไปนี้

- Arduino IDE [10] ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมลง NodeMCU ไม่ว่าจะเป็นการรับค่าจากตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์และส่งค่าขึ้นไปบน Cloud หรือเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าค่าส่งมาเพื่อควบคุมหลอดไฟแอลอีดี
- NodeRED [11] เป็นส่วนที่จะนำค่าต่างๆ มาจัดการข้อมูลบน Cloud และ Database เพื่อส่งผลลัพธ์ไปทำการแสดง
- MQTT Dashboard [12] ใช้ในการควบคุมและแสดงผลการทำงานของระบบผ่าน Smartphone
- NETPIE Freeboard [13] เป็น Web Application ที่ทำให้การสร้าง และปรับแต่ง IoT Dashboard ส่วนตัวได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องเขียนเว็บเอง โดยข้อมูลนั้นมีการอัปเดตแบบ real-time มีความเสถียรและเชื่อถือได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อ

มูลค่าพลังงานต่างๆ ที่วัดได้จากตัวเซ็นเซอร์ไปแสดงผลเป็นกราฟและสามารถปรับแต่งได้ตามใจชอบ เพียงแค่ คลิก-ลาก-วาง

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytic)

ส่วนของการทำงานบน NodeRED เริ่มจากการนำข้อมูลที่ถูส่งขึ้นมาจากอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นค่าพลังงานหรือสถานะโดยการ subscribe ค่าต่างๆและนำไปเก็บไว้ใน MySQL Database [14] แสดงในแผนภาพที่ 3 จากนั้นจะทำการนำค่าข้อมูลหรือ สถานะต่างๆ มาทำการคำนวณไม่ว่าจะเป็นค่าน้ำหนักหรือโหมดการใช้งานที่ผู้ใช้กำหนดไว้มาทำการคำนวณเพื่อคัดจับความผิดปกติของระบบและเก็บค่าที่ได้จากการทำงานของระบบไว้ใน Database เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์



แผนภาพที่ 3 ฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

5. ผลการวิจัย

ระบบสามารถทำการชั่งน้ำหนักปริมาณในถังขยะแต่ละใบได้และสามารถทำการบันทึกค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ในแต่ละครั้งมาเก็บเข้าที่ database พร้อมทั้งยังทำการแสดงผลที่หน้าจอเพื่อให้แม่บ้านทราบสถานะของน้ำหนักในถังขยะแต่ละใบว่ามีน้ำหนักเท่าไรและเมื่อถึงปริมาณน้ำหนักของถังขยะแต่ละประเภทเต็มระบบก็จะทำการแจ้งเตือนให้แม่บ้านได้ทราบเพื่อทำการสับเปลี่ยนถังขยะใบใหม่แล้วทำการนำขยะแต่ละประเภทไปขายหรือทำการ Recycle ในลำดับขั้นต่อไป

ผลการทำงานของโปรแกรม

ในหน้าจอแสดงผลจะมีหน้าต่างอินเทอร์เฟซบอกสถานะของถังขยะนั้น แสดงในแผนภาพที่ 4 (ก) รายงาน/การแจ้งเตือน(ส่วนของเจ้าหน้าที่) แสดงในแผนภาพที่ 4(ข) และรายงาน /การแจ้งเตือน(ส่วนของผู้รับซื้อ) แสดงในแผนภาพที่ 4(ค)

ประเภทขยะ	ตำแหน่งที่อยู่	น้ำหนักสะสม/kg	สถานะ	มูลค่า/บาท
กระดาษ	ชั้น 11 คึก 5	15		200
ขวดพลาสติก	บริเวณ ลานกลางแจ้ง	2		60
ขวดแก้ว	โรงอาหาร 1	2		63

รหัสพนักงาน : _____

ชื่อ-สกุล : _____

เบอร์โทร : _____

(ก)

น้ำหนักสะสม/kg	สถานะ
15	
2	
2	

(ข)

น้ำหนักสะสม/kg	มูลค่า/บาท
15	200
2	60
2	63

(ค)

แผนภาพที่ 4 ผลการทำงานของโปรแกรม

- (ก) หน้าจอแสดงผลการทำงานของโปรแกรม
- (ข) หน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนของถังขยะ
- (ค) หน้าจอแสดงผลของมูลค่าของขยะ

6. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้กล่าวถึงนิยามของ Internet of Things (IoT) หรือ ภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ มีการถ่ายโอนข้อมูลร่วมกันผ่านเครือข่าย โดยไม่จำเป็นต้องใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบุคคลหรือระหว่างบุคคลกับคอมพิวเตอร์และโดยในบทความนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้งาน Internet of Things กับระบบ Smart Recycle Bin คือการแจ้งเตือนเมื่อถังขยะเต็มให้แม่บ้านผู้ดูแลและรวมไปถึงผู้ร่วมโครงการคัดแยกขยะ โดยบอกสถานะของถังขยะแต่ละใบว่ายังสามารถทิ้งขยะได้ไหมและระบบยังสามารถคำนวณราคาของขยะในถังแต่ละใบว่ามีมูลค่าของขยะประเภทนั้นเป็นมูลค่าเท่าไร ระบบ Smart Recycle Bin นี้เป็นส่วนหนึ่งที่คอยชักจูงให้ผู้คนร่วมกันคัดแยกขยะก่อนที่จะเป็นประโยชน์ส่วนร่วมในการลดปัญหาโลกร้อนได้อีกหนึ่งช่องทางและยังสามารถนำมาปรับใช้ภายในมหาวิทยาลัยเป็นการทำกิจกรรมจิตอาสาทิ้งขยะเก็บคะแนนให้กับนักศึกษาได้อีกด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

- “การปลูกจิตสำนึกการทิ้งขยะ.”[ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: https://my.ded.com/Ra43893217/blog/?blog_id=10234662 (17/ตุลาคม/2560).
- “การแยกขยะ.” [ระบบออนไลน์.] แหล่งที่มา: <http://arts.kmutt.ac.th/ssc210/Group%20Project/ASSC210/2.48%20anurak%20forest/recyclekaya.html> สืบค้นเมื่อ(1/พฤศจิกายน/2559).
- “โครงการขยะในชุมชน” [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://sites.google.com/site/khornkarkhyanichumchun/home/prapheth-khxng-khya-mulfx> สืบค้นเมื่อ(1 /พฤศจิกายน/2559).
- “ราคายขยะ.”[ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://www.wongpanit.com/wpnew> สืบค้นเมื่อ(1/พฤศจิกายน/2559).
- เจตน์ เจริญโท. **หยุดโลกร้อน : ก่อนน้ำแข็งขั้วโลกละลายและน้ำท่วมโลก**. กรุงเทพฯ: กอโผ (22) 2552 สืบค้นเมื่อ(8/ตุลาคม/2560).
- สุพัตรา แซ่ลิ้ม. **มหันตภัยโลกร้อน(Global warming) เรื่องจริงที่คุณต้องรู้**. กรุงเทพฯ: ปริมายศ 2550 สืบค้นเมื่อ(8/ตุลาคม/2560).
- “Arduino”. [Online] Available from: <https://www.arduino.cc/> Access 15 October 2017.
- “CloudMQTT”. [Online] Available from: <https://www.cloudmqtt.com/> Access 15 October 2017.
- “Load cell.” [Online] Available from: <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/how-to-use-load-cell-and-hx711-amplifier-module.html> Access 8 October 2017.
- “mqtt-dashboard” [Online] Available from: <http://www.mqtt-dashboard.com/> Access 15 October 2017.
- “Node-RED”. [Online] Available from: <https://nodered.org/docs/getting-started/installation> Access 15 October 2017.
- “phpmyadmin” [Online] Available from: <https://www.phpmyadmin.net/> Access 15 October 2017.
- Margaret Rouse.(2016) “Internet of Things(IoT) definition” .[Online], Available from: <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>, Access 8 October 2017.
- Roberto Minerva, AbyiBiru and Domenico Rotondi. (2015). “Towards a definition of the Internet ofThings(IoT),” **IEEE**, 2015. Access 8 October 2017.

อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับการควบคุมประสิทธิภาพของยา

โดยการตรวจสอบอุณหภูมิ

INTERNET OF THINGS FOR MEDICINE PERFORMANCE CONTROLLING BY MONITORING TEMPERATURE

กฤษฎา พรหมมา

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: kidsada.pho@spulive.net

ลักขมี เหมนรากร

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: luxsamee.hem@spulive.net

สุรัชย์ ทองแก้ว

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: surachai.th@spu.ac.th

จิโรจน์ จริตควร

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: Chirot.ch@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ยาที่ดีมีคุณภาพที่ใช้ในการรักษาโรคอย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องผ่านการวิจัย พัฒนา และผลิ
ออกมาตามมาตรฐานทางการแพทย์ ซึ่งตัวยาต่างๆ ข้างต้นจะต้องได้รับการดูแลรักษาในสภาวะที่เหมาะสมอยู่
ตลอดเวลาจนกว่าจะไปใช้ในการรักษาจริง การสูญเสียประสิทธิภาพของยาก็มีผลจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
อันเนื่องมาจาก ความชื้น และอุณหภูมิ ตัวยาส่วนใหญ่เมื่อเจอเข้ากับความร้อนอาจจะทำให้เกิดการสลายตัวของ
ชั้นเคลือบเม็ดยา แต่ อุณหภูมิ เป็นปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของยาโดยตรง เช่น Adrenaline เป็นตัวยาที่
ต้องเก็บในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 2 – 8 องศาเซลเซียสเท่านั้น อุณหภูมิที่ไม่อยู่ในช่วงดังกล่าวจะทำให้เกิดความ
เสียหายต่อตัวยาทันที ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องหรือเภสัชกรอาจจะไม่ทราบว่าตัวยาเกิดการเสียหายไปแล้ว หลักการของ
Internet of Things สามารถจะนำมาป้องกันปัญหาข้างต้นได้โดยการใช้เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิในแต่ละตู้ยา หาก
พบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมินอกกรอบที่กำหนด ระบบตรวจสอบอุณหภูมิจะทำการ Alert
ไปยัง Line Application และบันทึกค่าที่ผิดปกติลงในฐานข้อมูล (Database) เป้าหมายของงานวิจัยนี้เพื่อป้องกัน
การใช้จ่ายที่เสื่อมคุณภาพกับผู้ป่วย ซึ่งบางครั้งอาจจะเป็นอันตรายถึงชีวิตของผู้ป่วยได้ ผู้ใช้ระบบสามารถทราบ
อุณหภูมิ ณ เวลานั้นได้ทันที ถ้าเกิดการเสียหายอันเนื่องมาจากการแปรปรวนของอุณหภูมิ ผู้ดูแลระบบ

สามารถรับรู้ถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นได้จากการตรวจสอบจากการแจ้งเตือนของระบบ และสามารถดูข้อมูลที่ถูกบันทึกย้อนหลังได้

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพของยา, การเปลี่ยนแปลงทางเคมี, ระบบตรวจสอบอุณหภูมิ

ABSTRACT

Good quality medicine which provide effective treatment on the disease, must be researched, developed and manufactured according to the medical standard. The above medicines must be maintained in proper condition at all times until the actual treatment. The loss of medical effectiveness often results from chemical changes due to humidity and temperature. For most medicines, humidity may reduce the protectiveness layer of the tablet coating. Temperature has a direct impact on the medical effectiveness, for example: Adrenaline can be stored only within the range of 2 to 8 degrees Celsius. Any temperatures outside such ranges can damage the drug immediately. Related personal or pharmacist may not aware of such damage. Internet of Things can be used to prevent the above problem by installing sensor to monitor the temperature in each cabinet, once there is an off-limit temperature variation, the temperature monitoring system will alert the line application and record the abnormal value into the database. The goal of this research is to prevent the incident of damage drug for patient which in some cases may be a life threatening to the patient. Real-time temperature can be viewed accordingly by user. If the damage has occurred due to temperature variation, the system administrator will aware of the damage via the system notification and the recorded history can be viewed accordingly.

KEYWORDS: Medical effectiveness, Chemical Changes, Temperature Monitoring System

1. บทนำ

โดยทั่วไปแต่ละบ้านจะมียาสามัญประจำบ้านสำหรับรักษาอาการเจ็บป่วยเล็กน้อยของคนในครอบครัว หรืออาจจะมียาเฉพาะโรคของผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไ้ไขมันในเลือดสูง ซึ่งต้องทานยาต่อเนื่องตลอดชีวิต จึงอาจได้รับยาในแต่ละครั้งเป็นปริมาณมาก การเก็บรักษายาให้ถูกวิธีจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะหากเก็บยาไม่ถูกต้องแล้ว ยาดังกล่าวมีโอกาสที่จะเสื่อมประสิทธิภาพก่อนวันหมดอายุของยา ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการรักษาโรค และอาจเกิดอันตรายจากการใช้ยาที่เสื่อมประสิทธิภาพนั้นได้ในการเก็บรักษาจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยแสง ความชื้น อากาศหรืออุณหภูมิด้วย ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการเก็บรักษาตัวยาดังนั้น ทางผู้จัดทำจึงยก"อุณหภูมิ"เป็นปัจจัยหลัก เพราะอุณหภูมิหากเกิดการเปลี่ยนร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถสัมผัสได้ถึงค่าของอุณหภูมิที่ทำให้ยาเกิดความเสียหายและสามารถส่งผลต่อการเกิดความชื้นโดยตรงอีกด้วย เพื่อคงประสิทธิภาพของยานั้น จึงเกิดการคิดระบบขึ้นมาในการแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง ณ จุดหนึ่ง เพื่อรักษาประสิทธิภาพของยาให้คงอยู่ในอุณหภูมิที่คงที่ที่สุด ซึ่งได้รับประโยชน์ก็คือการรักษาประสิทธิภาพของยาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อส่งผลให้ยามีประสิทธิภาพที่สุดสำหรับผู้ป่วย

1.1. วัตถุประสงค์

- 1.1.1. เพื่อพัฒนาระบบ Internet of Things สำหรับควบคุมประสิทธิภาพของยา
- 1.1.2. เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลยาและอุณหภูมิ
- 1.1.3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพยาและอุณหภูมิ

1.2. ขอบเขต

- 1.2.1. สามารถตรวจสอบอุณหภูมิของผู้เก็บยาอย่างต่อเนื่องตามเวลาจริงได้
- 1.2.2. สามารถบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและประเภทยาจากตู้ยาลงในฐานข้อมูลได้
- 1.2.3. สามารถแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เมื่ออุณหภูมิในตู้ยาไม่สอดคล้องกับชนิดของยา

1.3. เทคโนโลยีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.1. ทฤษฎีของ IOT อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (อังกฤษ: Internet of Things) [1] หรือ ไอโอที (IOT) หมายถึงเครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่น ๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่ายฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จาก ระยะไกลผ่าน โครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่มีอยู่แล้ว ทำให้เราสามารถผสานโลกกายภาพกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ แนบแน่นมากขึ้น ผลที่ตามมาคือประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อ IOT ถูกเสริมด้วยเซ็นเซอร์(sensor) และแอคชูเอเตอร์(Actuator) ซึ่งสามารถเปลี่ยนลักษณะทางกลไกได้ตามการ กระตุ้น ก็จะกลายเป็นระบบที่ถูกจัดประเภทโดยทั่วไปว่าระบบไซเบอร์-กายภาพ (cyber-physical system) ซึ่ง รวมถึงเทคโนโลยีอย่าง กริดไฟฟ้าอัจฉริยะ (สมาร์ทกริด) และเมืองอัจฉริยะ (สมาร์ทซิตี้) วัตถุแต่ละชิ้นสามารถถูก ระบุได้โดยไม่ซ้ำกันผ่านระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว และสามารถทำงานร่วมกันได้บน โครงสร้างพื้นฐาน อินเทอร์เน็ตที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน "สรรพสิ่ง" ในความหมายของ IOT สามารถหมายถึงอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน หลากหลาย เช่น อุปกรณ์วัดอัตราหัวใจแบบฝังในร่างกาย แท็กไบโอชิปที่ติดกับปศุสัตว์ ยานยนต์ที่มีเซ็นเซอร์ใน ตัว อุปกรณ์วิเคราะห์ดีเอ็นเอในสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์เหล่านี้จะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ด้วยการใช้เทคโนโลยี หลากหลายชนิดและจากส่งต่อข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อื่น ๆ โดยอัตโนมัติ ตัวอย่างในตลาดขณะนี้ เช่น เครื่องซัก ผ้า-อบผ้าที่ต่อกับเครือข่ายไวไฟเพื่อให้สามารถดูสถานะจากระยะไกลได้ ในการพัฒนาการสื่อสารข้อมูลระหว่าง อุปกรณ์ใด ๆ นั้น จำเป็นจะต้องใช้โปรโตคอลในการสื่อสาร โดยเฉพาะในการพัฒนา IOT ในปัจจุบันมีโปรโตคอล ที่ได้รับความนิยมคือ CoAP Protocol, NETPIE Protocol และ MQTT Protocol

1.3.2. CoAP (Constrained Application Protocol) [9] เป็น โปรโตคอลที่ให้บริการซึ่งมีจุดประสงค์ เพื่อใช้อินเตอร์เน็ตที่จำกัด CoAP ถูกออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการแปล HTTP เพื่อผสมรวมเข้ากับเว็บและ สามารถตอบสนองความต้องการเฉพาะด้าน เช่น มีความเรียบง่ายและมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำ

1.3.3. NETPIE (Network Platform for Internet of Everything) [10] คือแพลตฟอร์มสำหรับ IOT อีก อย่างหนึ่งจุดเด่นหลักของ NETPIE เลยก็คือใช้งานง่ายและรองรับหลากหลายมากเช่น HTML5, Android, IOS, ESP8266, Arduino, Python และอื่นๆ อีกมาก

1.3.4. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) [8] เป็น โปรโตคอลที่ถูกออกแบบมาให้มี ขนาดเล็กสำหรับการสื่อสารแบบ M2M (Machine to Machine) คืออุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุนเทคโนโลยี iot

(Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้เราสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ จากที่ไหนก็ได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่ไหน โปรโตคอลตัวนี้ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก แบบวิธีคำใช้หลักการแบบ publisher / subscriber คล้ายกับหลักการที่ใช้ใน Web Service ที่ต้องใช้ Web Server เป็นตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่ MQTT จะใช้ตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่จัดการคิว รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และทั้งในส่วนที่เป็น Publisher และ Subscriber เนื่องจาก MQTT เองซึ่งสามารถใช้งานฟรี 10 การเชื่อมต่อในการวิจัยครั้งนี้จะเลือกใช้เซิร์ฟเวอร์ของ MQTT เองซึ่งสามารถใช้งานฟรี 10 การเชื่อมต่อ

1.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรักษาที่แผนกเวชกรรมของโรงพยาบาลนั้นจะต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ [2] เนื่องจากว่ายามีหลากหลายรายการ ถ้าเกิดเก็บไม่ถูกต้องจะมีผลให้ยาหมดสภาพ แล้วก็จะทำให้ผู้ป่วยยาผิด ผู้เจ็บป่วยทำให้เป็นอันตรายจากการได้รับยาที่ไม่ถูกต้อง หลักการเก็บเวชภัณฑ์ยาที่ถูกควรจะต้องคำนึงถึง ความปลอดภัย ถูกต้องตามหลักวิชาการ และก็ต้องตรวจสอบได้อย่างง่าย ๆ ดังนี้

1.4.1. แนวทางการเก็บรักษา

- 1) สถานที่รักษา ยา วัคซีน ควรต้องมีแผนผังตำแหน่งการจัดวาง จัดเก็บเวชภัณฑ์ในตู้แช่เย็น เก็บยา ซึ่งบางทีอาจกำหนดแสดงเป็นรหัสตัวเลขบอกตำแหน่งสถานที่เก็บไว้เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา
- 2) ควรจะวางเวชภัณฑ์ไว้บนชั้น ไม่ควรวางกับพื้น โดยตรง นอกเหนือจากนี้ยังควรทำความสะอาดพื้นเป็นประจำ
- 3) การจัดยาควรจัดเป็นหมวดหมู่ อาจจะแบ่งตามชนิดของเวชภัณฑ์ อย่างเช่น ยาเม็ด วัคซีน ยาฉีด ยาชา ยาทาภายนอก เป็นต้น
- 4) จัดเวชภัณฑ์ยา ที่รับเข้ามาใหม่หรือมีอายุการใช้งานยาวกว่าแยกเก็บตามอายุของยา
- 5) ยาที่มีรูปแบบภายนอกคล้ายกันควรทำแผ่นสติ๊กเกอร์มาติดเพิ่ม เพื่อความบ่งชี้ป้องกันการจับยาผิด (จากเอกสารประกอบการบรรยาย วิชาการตลาดยา ของ พญ. พ.ต.อ.หญิง ศิริพร จรุงศักดิ์เศรษฐ์)
- 6) การติดสติ๊กเกอร์ แสดงลำดับปีที่ยาหมดอายุ หรือแสดงเลขลำดับเดือนที่หมดอายุลงบนแผ่นสติ๊กเกอร์ที่กล่องหรือข้างขวดให้เห็นได้ชัดเจน รวมถึงจำต้องหมั่นตรวจสอบถ้าหากพบว่ามียาหรือวัคซีนใกล้หมดอายุ (ภายในช่วงระยะเวลา 6 เดือนข้างหน้า) รวมทั้งยังมีค้างอยู่ในคลังเก็บของเวชภัณฑ์จำนวนมากซึ่งบางทีอาจทำให้ใช้ไม่หมดทันเวลา จะต้องรีบดำเนินการรายงานเพื่อขอความสนับสนุนร่วมมือในการใช้ยาหรือทำการแลกเปลี่ยนเวชภัณฑ์ยากับบริษัทจำหน่าย
- 7) ยาที่ควรมีการควบคุมการเก็บรักษาพิเศษ อย่างเช่น ยาเสพติดให้โทษจำพวก 2 จำเป็นจะต้องแยกเก็บเป็นสัดส่วนในสถานที่ที่มีความมั่นคง แข็งแรง และก็ต้องปลอดภัย ต้องมีกุญแจพิเศษใส่ไว้
- 8) แอลกอฮอล์และวัตถุไวไฟ เช่น เอธิลคลอไรด์ (ethyl chloride), อะซิโตน (acetone) จำเป็นจะต้องเก็บในที่อุณหภูมิตำราวมทั้งควรเก็บแยกไว้ต่างหากจากเวชภัณฑ์อื่นๆ

9)ยาประเภทชีวะวัตถุ อย่างเช่น อินซูลิน เซรุ่ม วัคซีน แอนตี้ทอกซิน ที่ออกซอยค์จะต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ควรเก็บไว้ในตู้เย็นเก็บยา หรือตู้เย็นเก็บวัคซีน ที่ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเก็บเวชภัณฑ์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง และจำเป็นจะต้องติดสติ๊กเกอร์บอกสภาพการณ์การเก็บที่

1.4.2. วิธีเก็บยาไม่ให้เสื่อมคุณภาพ

เภสัชกรโรงพยาบาลจะอธิบายในรายละเอียดของยา [3] เช่น ชื่อยา, วิธีใช้, สรรพคุณของยาแต่ละชนิด, ผลข้างเคียงหรืออาการไม่พึงประสงค์ และวิธีเก็บรักษา ได้แก่ ไม่ควรวางยาทิ้งไว้ในรถเพราะอุณหภูมิในรถสูงกว่าอุณหภูมิห้องปกติ (15-30 องศาเซลเซียส) อาจสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ทำให้ยาเสื่อมสภาพ คุณสมบัติในการรักษาลดลงหรือเสียไป ทำให้สิ่งที่เหลืออยู่อาจเป็นสารอื่นที่นอกจากไม่มีประโยชน์แล้ว อาจเกิดโทษ ยาบางชนิดจะหลอมละลายเมื่อถูกความร้อน ยาหลายชนิดที่ต้องเก็บแบบป้องกันแสงโดยเก็บในภาชนะทึบแสง เช่น ขวดสีชา แต่หากปล่อยให้ได้รับแสงเป็นเวลานาน แม้จะอยู่ในภาชนะดังกล่าวก็เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนสภาพของยา ทำให้ยาหมดอายุเร็วขึ้น ตัวอย่างยาที่ต้องป้องกันแสง เช่น วิตามินบี6, วิตามินเอ, ยาฮอร์โมน, ยาคุมกำเนิด, ยาน้ำเชื่อมของเด็กหลายชนิด, ยาปฏิชีวนะ เป็นต้น รักษาการผู้อำนวยการองค์การเภสัชกรรม กล่าวว่าที่สำคัญควรดูวันหมดอายุของยาด้วย โดยให้สังเกตที่ฉลากซึ่งจะระบุวันหมดอายุ (EXP. DATE) เอาไว้ ยาต่างชนิดอายุไม่เท่ากันให้สังเกตให้ละเอียด หากไม่เข้าใจสามารถสอบถามได้จากเภสัชกรทั้งใน โรงพยาบาลที่ไปรับการรักษา หรือเภสัชกรที่ประจำอยู่ที่ร้านขายยาทุกแห่ง และควรสำรวจปริมาณยาที่มีอยู่ในบ้านด้วยและไม่ควรเก็บยาไว้นานจนเกินไป

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1. การออกแบบ

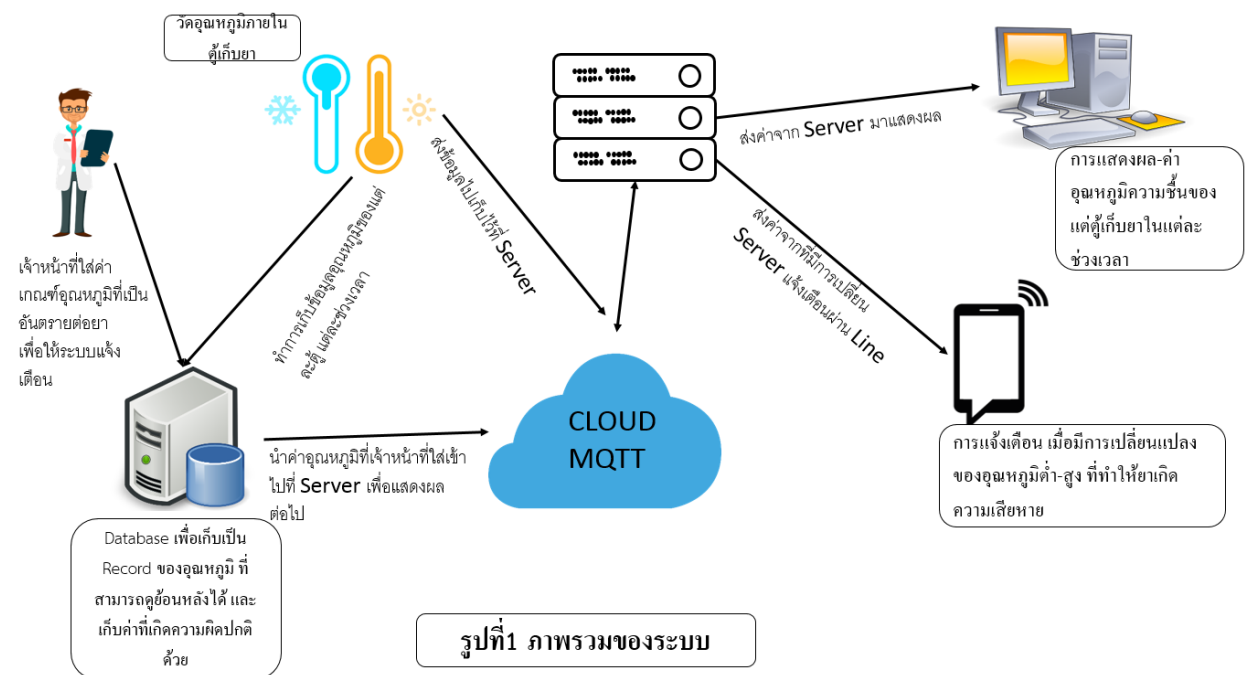
หลักการทำงานของระบบ มีดังนี้

2.1.1. เจ้าหน้าที่ จะทำการคีย์ค่าเกณฑ์อุณหภูมิที่เป็นอันตรายต่อตัวยาหรือในยาประเภทเดียวกันลง ไปฐานข้อมูล

2.1.2. เซนเซอร์จะวัดค่าอุณหภูมิภายในตู้เก็บยานั้นว่ามีอุณหภูมิเท่าไร

2.1.3. มีการแสดงค่าอุณหภูมิภายในตู้ยานั้น ผ่านทางหน้า Web browser ในแต่ละตู้และช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

2.1.4. หากเกิดความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในตู้เก็บยา ระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยัง LINE Application เพื่อให้เจ้าหน้าที่ทำการตรวจสอบความเสียหายของยาภายในตู้ต่างๆ



การทำงานของระบบโดยรวมคือ เจ้าหน้าที่ต้องใส่ค่าเกณฑ์อุณหภูมิลงที่จะสามารถส่งผลต่อรายงานในฐานข้อมูล ซึ่งยาแต่ละประเภทหรือสารเคมีบางอย่างในด้วยนั้น ต้องอยู่ในอุณหภูมิที่กำหนดเท่านั้นหากต่ำกว่าหรือเกินกว่าจะเสียบประสิทธิภาพในการใช้รักษาผู้ป่วย และยังเป็นอันตรายอีกด้วย เซนเซอร์จะวัดอุณหภูมิภายในตู้เก็บยานั้นๆและนำค่าที่เจ้าหน้าที่ใส่เกณฑ์อุณหภูมิและส่งขึ้นไปเซิร์ฟเวอร์ของ Cloud MQTT Web Interface จะดึงข้อมูลจาก MQTT มาแสดงผลผ่านบน Web browser และแจ้งเตือนความผิดปกติเข้า LINE Application พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล หากอุณหภูมิเกินเกณฑ์ที่กำหนด ตามลำดับ Warning -> Dangerous เหตุผลที่เลือก Cloud MQTT เพราะสามารถใช้งานได้ฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย และยังใช้ได้ถึง 10 การเชื่อมต่อซึ่งเพียงพอต่องานวิจัยนี้

2.2. ส่วนประกอบของระบบ

2.2.1. Hardware

1) Node MCU : Node MCU [4] คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการทำวิจัย Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตนั่นเอง

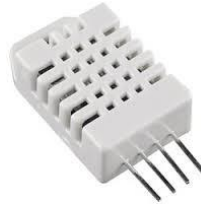
2) DHT 22 [5] : อุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง

3) LED RGB [6] : ระบบสี RGB จะการแสดงผลออกมา เป็นรูปแบบการรับแสงแสดงผลด้วยแสงที่เป็นแม่สีได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆไม่ว่าจะเป็น จอภาพ,สแกนเนอร์,

กล้องดิจิตอลหรือดวงตาคนเราล้วนแต่รับและแปลผลเป็นสีต่างๆ ด้วยแสงเหล่านี้ ตัวอย่างการงานที่เหมาะสมกับการใช้ระบบสี RGB ก็เช่น ในการออกแบบ web site , Blog เหล่า Web Design จะใช้ระบบสี RGB เพื่อให้ได้ภาพที่เมื่อแสดงผลบนหน้าจอแล้วมีความสวยงามใกล้เคียงกับสีที่ตาเรามองเห็นปกติ ส่วนในงานสิ่งพิมพ์จะนิยมใช้ระบบสี CMYK เพราะเป็นระบบสีที่ใช้กับเครื่องพิมพ์



รูปที่ 2 Node MCU



รูปที่ 3 DHT



รูปที่ 4 RGB

2.2.2. Communication

ระบบได้ใช้ Cloud MQTT [8] คือช่องทางสำหรับโปรแกรมที่ทำงานในลักษณะแบบเดียวกับ Cloud แตกต่างที่ตัว MQTT จะทำงานด้านการรับ-ส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว โดยปกติแล้ว MQTT จะสามารถใช้งานก็ต่อเมื่อมีเซิร์ฟเวอร์ตัวกลางเท่านั้น ข้อดีของ MQTT คือสามารถข้ามแพลตฟอร์มในการเขียนโปรแกรมได้ ในการใช้งาน MQTT เราสามารถเลือกใช้งานได้แบบ Local Net Work หรือ Cloud ก็ได้ตามความเหมาะสมของงานวิจัยประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังต่อไปนี้

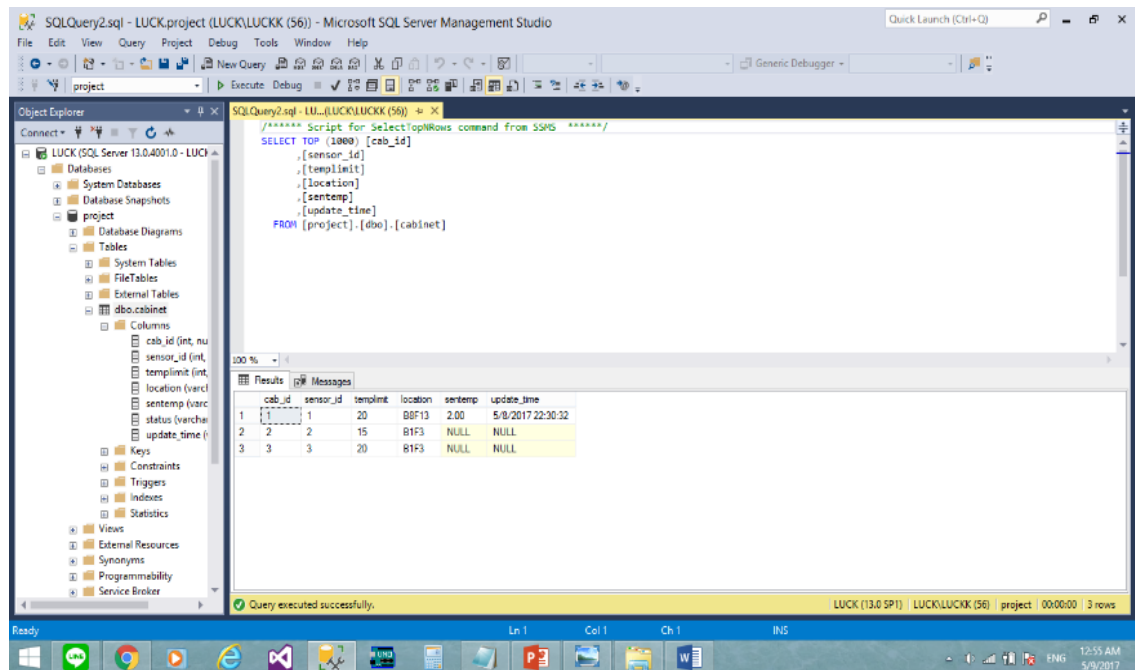
- 1) Publish : คือการส่งข้อมูลไปยัง Topic MQTT ซึ่งสามารถส่งเป็นรูปแบบ Message ธรรมดา ส่งค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์ขึ้น Topic MQTT
- 2) Subscribe : คือการรับข้อมูลที่มาจาก Topic MQTT รับค่าอุณหภูมิและความชื้น

2.2.3. Software

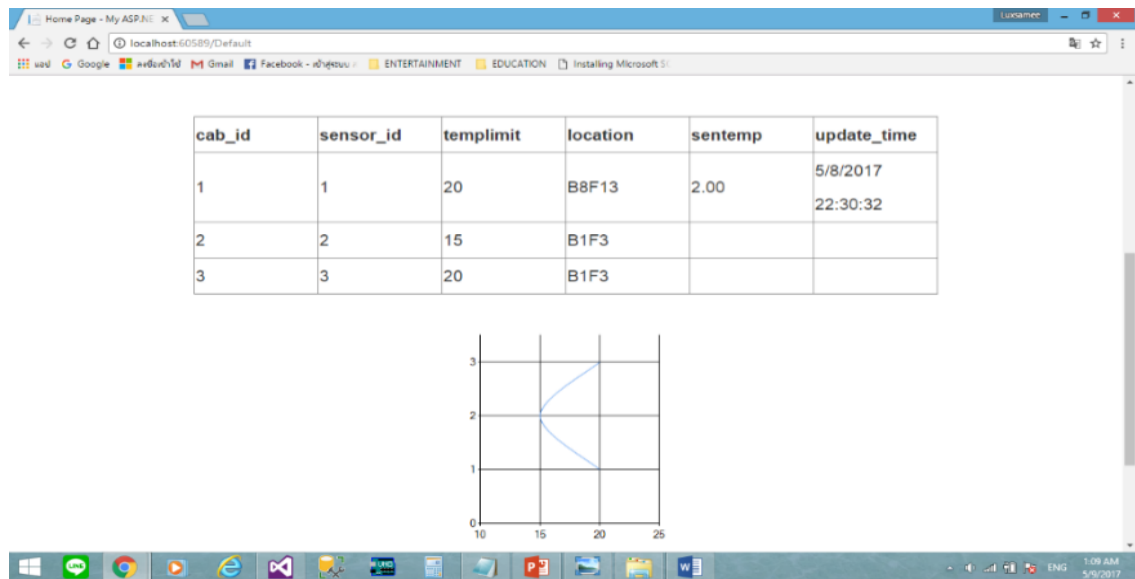
- 1) Line Notification [7]: ใช้สำหรับอุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลง จะแจ้งเตือนเป็นระดับ Warning – Dangerous.
- 2) CLOUD MQTT [8]: เพื่อทำการรับ-ส่งข้อมูล
- 3) Arduino IDE [9] : ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมลง Node MCU ไม่ว่าจะเป็นการรับค่าจากตัวอุปกรณ์เซนเซอร์และส่งค่าขึ้นไปบน Cloud หรือเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าส่งค่า
- 4) Node RED [10] : เป็นส่วนที่จะนำค่าต่างๆมาจัดการข้อมูลบน Cloud และ Database เพื่อส่งผลลัพธ์ไปทำการแสดง
- 5) SQL Server [11] : ใช้เพื่อสร้าง Database
- 6) Visual Studio 2015 [12] : เพื่อทำเป็น Web Application

2.2.4. Data Analytics

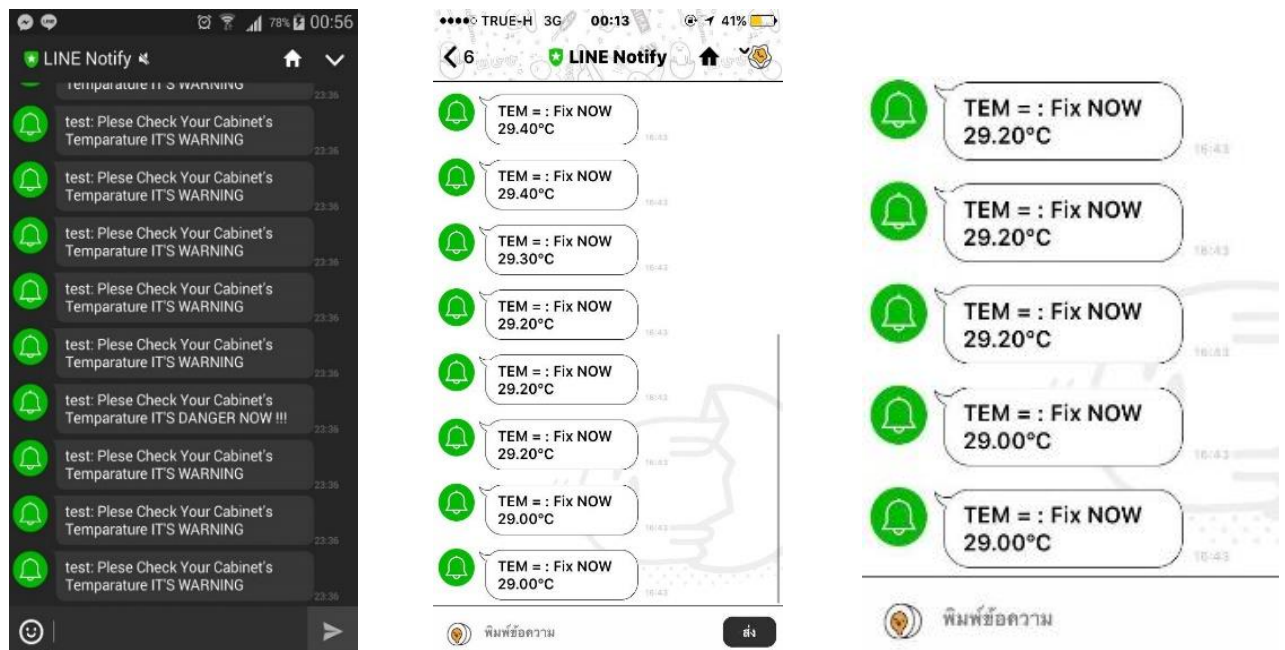
การวิเคราะห์ข้อมูลเริ่มจากลงทะเบียน sensor และ Location ของ sensor นำค่าที่ลงทะเบียนเก็บในฐานข้อมูลดังรูป และเมื่อเซนเซอร์รับค่าอุณหภูมิและความชื้น(ทุก ๆ ชั่วโมง) และหากเกินค่าที่เซนเซอร์ตั้งค่าไว้จะมีการแจ้งเตือน Normal Warning Danger ตามลำดับ และบันทึกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลงฐานข้อมูลของแต่ละตู้



รูปที่ 5 แบบการเก็บข้อมูลใน Database



รูปที่ 6 ส่วนการแสดงผลผ่าน Web browser



รูปที่ 7 การแจ้งเตือนผ่าน LINE Application

3. ผลการทดลองและอภิปราย

ระบบจะวัดค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ในตู้เก็บยาที่มีการใช้งานแต่ละตู้จะมีสถานที่บอกตำแหน่งของตู้ยานั้นๆจะแสดงค่าอุณหภูมิผ่านทางหน้าเว็บ Interface จะแสดงถึงสถานที่ของตู้และเก็บค่าไว้ที่ Database ทุกๆ 1 ชั่วโมง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแล้ว ระบบจะทำการบันทึกลง Database และ Alert ไปยัง Line Application ให้ส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจเช็คสภาพของตู้ยานั้นๆ ระบบนี้ไม่ได้ทำการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้นแต่อย่างใด มีเพียงการแจ้งการเตือน Alert ไปยัง Line Application เท่านั้น ดังรูปที่ 6 และ รูปที่ 7

4. สรุปผลงานวิจัย

ในบทความนี้ได้กล่าวถึงนิยามของ Internet Of Things ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆที่มีการถ่ายโอนข้อมูลร่วมกันผ่านเครือข่ายโดยไม่ใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบุคคลหรือบุคคลกับคอมพิวเตอร์ และในบทความนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้งาน Internet of things กับระบบ Medicine Performance Controlling by Monitoring Temperature คือการแจ้งเตือนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในตู้เก็บยาให้กับเจ้าหน้าที่รวมไปถึงการเก็บบันทึกการเปลี่ยนของอุณหภูมิทุกๆ 1 ชั่วโมงและเกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอีกด้วย ทำให้เกิดความเสียหายของยาน้อยลงได้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสารเคมีอื่นๆที่มีปัจจัยหลักเป็นอุณหภูมิในการเก็บรักษาอีกด้วย

5. เอกสารอ้างอิง

Internet of things (IOT). [Online], Available from: <https://th.wikipedia.org/> , Accessed 25 October 2017

ชะอรสิน สุขศรีวงศ์ ภาควิชาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล

<http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/>, สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2560

วนิษา ใจสำราญ รักษาการผู้อำนวยการกองการเภสัชกรรม <http://www.thaihealth.or.th/Content/27351> , สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2560

ESP8266 Node MCU [Online] Available from : <http://www.electroschematics.com/> , Accessed 25 October 2017

DHT22 Sensor[Online] Available <https://www.sparkfun.com/datasheets/DHT22.pdf> , Accessed 25 October 2017

RGB LED [Online] Available from : <https://courses.cs.washington.edu/TriColorRGBLED.pdf> , Accessed 25 October 2017

การ Alert ผ่าน Line Application [Online] Available from : <http://doc.inex.co.th/> , Accessed 25 October 2017

Cloud MQTT [Online] Available from : <https://www.cloudmqtt.com/> , Accessed 25 October 2017

CoAp protocol [Online] Available from :

https://en.wikipedia.org/wiki/Constrained_Application_Protocol, Accessed 25 October 2017

Netpie protocol [Online] Available from : <https://netpie.io/getstarted> , Accessed 25 October 2017

Arduino [Online] Available from : <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> , Accessed 25 October 2017

NodeRED [Online] Available from : <https://nodered.org/> , Accessed 25 October 2017

SQL Server 2014 [Online] Available from : <https://www.microsoft.com/> , Accessed 25 October 2017

Visual Studio 2015 [Online] Available from : <https://www.visualstudio.com> , Accessed 25 October 2017

**การเลือกใช้บริการวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้างตามระดับปัญหา
ในการใช้ระบบคุณภาพ ISO
SELECTION OF CONSTRUCTION CONSULTING FIRM BASED ON
PROBLEMS IN APPLYING ISO 9000**

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: thiprat.t@gmail.com

จารุภัทร์ ชรรณคันโช

นักศึกษานิเทศศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: jaruphat_ua@hotmail.com

นนทจักร์ กุลประภา

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: nonthachart@hotmail.com

ภัทรสุดา โพธิ์ศรี

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: phattrasuda@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้วิธีไวโวกอร์ในการเลือกใช้บริการวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้างตามระดับปัญหาในการใช้ระบบคุณภาพ ISO เพื่อเป็นแนวทางให้กับเจ้าของโครงการในการประเมินระดับคุณภาพของวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้าง เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเจ้าของโครงการจะได้รับบริการที่ดี ปัญหาในการใช้ระบบคุณภาพ ISO ได้จากข้อมูลงานวิจัยในอดีต แบ่งเป็น 10 ปัญหาหลัก และ 30 ปัญหาย่อย การประยุกต์ใช้วิธี VIKOR จะช่วยให้เจ้าของโครงการเข้าใจถึงช่องว่างระหว่างผลลัพธ์กับค่าคาดหวังภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ 30 เกณฑ์ เพื่อลดช่องว่างดังกล่าวและทำให้ได้บริการวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการใช้งาน การศึกษาครั้งนี้แบ่งบริการวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้างออกเป็น 4 ประเภทตามขนาดของ

บริษัท คือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ โดยทำการวิเคราะห์จากข้อมูลจำนวน 120 ข้อมูลจากบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้าง วิธีที่พัฒนานี้ใช้วิธี VIKOR วิเคราะห์ค่าช่องว่าง ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR คือการให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนช่องว่างของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ ทำให้สามารถจัดหามาตรการลดช่องว่างเพื่อพัฒนาบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้างให้มีผลการดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานของระบบคุณภาพ ISO

คำสำคัญ: วิธีไวโอร์, บริษัทที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้าง, การตัดสินใจ, ISO 9000

ABSTRACT

This study applies a VIKOR method to select engineering consulting firms based on their problems in applying ISO 9000. The proposed model can provide process guidance and direction for owners in assessing consultant quality performance in order to ensure that the owner is receiving good, quality service. Data associated with problems in applying ISO 9000 can be acquired from previous researches. There are 10 major problems and 30 associated problems. . Thirty decision criteria are used to establish the consulting firm selection model for reducing the gaps to achieve the aspired-level. Data obtained from the consulting firms was 120 data sets. The VIKOR method allows decision-makers to understand the gaps between alternative firms and aspired--levels in practice. The selected engineering consulting firm was the small firm. Moreover, based on these gaps in priorities, the managerial implications can be applied to improve these firms for satisfying the requirements of their owners.

KEYWORDS: VIKOR, Construction consultant, Decision making

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

มาตรฐาน ISO 9000 series: Quality System เป็นมาตรฐานหนึ่งที่ได้รับการนิยมนอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้นำมาประกาศใช้ในประเทศไทยในชื่อ “อนุกรมมาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ มอก. - ISO 9000” โดย สมอ. ทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจประเมินเพื่อให้การรับรองระบบบริหารงานคุณภาพสำหรับองค์กรที่ยื่นขอการรับรอง (ลดาวัลย์, 2540)

ในการประยุกต์ใช้ระบบ ISO 9000 สำหรับการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการขององค์กรพบว่ามีหลายองค์กรที่ยังคงประสบความล้มเหลวในการนำระบบ ISO 9000 มาใช้ ทั้งนี้ปัญหาสำคัญมีสาเหตุมาจากบุคลากรขององค์กร ทั้งพนักงานและผู้บริหาร ตลอดจนการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือ และบริษัทที่ปรึกษาที่เข้ามาจัดทำระบบ ISO 9000 (บรรจง, 2539) เนื่องจากงานก่อสร้างเป็นงานที่ซับซ้อน ทำให้การประยุกต์ใช้ระบบ ISO 9000 ในอุตสาหกรรมก่อสร้างดำเนินการได้อย่างล่าช้าเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ พบว่าระบบ ISO 9000 เกี่ยวข้องกับงานด้านเอกสารมากเกินไป ยกตัวอย่างโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ซึ่งประกอบด้วยโครงการย่อย 3 โครงการคือ โครงการกั้นน้ำมันชลล์ โรงกั้นน้ำมันสดาร์ และโรงกั้นเอมี

เอส/เอสเอเอ็น โพลีเมอร์ พบว่าในการเทคอนกรีตแต่ละครั้งจะต้องกรอกแบบฟอร์มถึง 7 แบบฟอร์ม ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับบุคลากร (ไชยวัฒน์, 2542) บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาการบริหารและจัดการ โครงการก่อสร้างเป็นองค์กรหนึ่งในธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้าง บริษัทที่ปรึกษาการบริหารและจัดการ โครงการก่อสร้างมีบทบาทสำคัญในโครงการก่อสร้าง เนื่องจากมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของผู้รับจ้าง บริษัทที่ปรึกษานั้นมีอำนาจเข้าไปตรวจการงานในสถานที่ที่กำลังก่อสร้างได้ตลอดเวลา ผู้ว่าจ้างควรตระหนัก และให้ความสำคัญกับการเลือกบริษัทที่ปรึกษาฯ โดยเลือกบริษัทที่ปรึกษาฯ ที่มีคุณภาพของการให้บริการดี

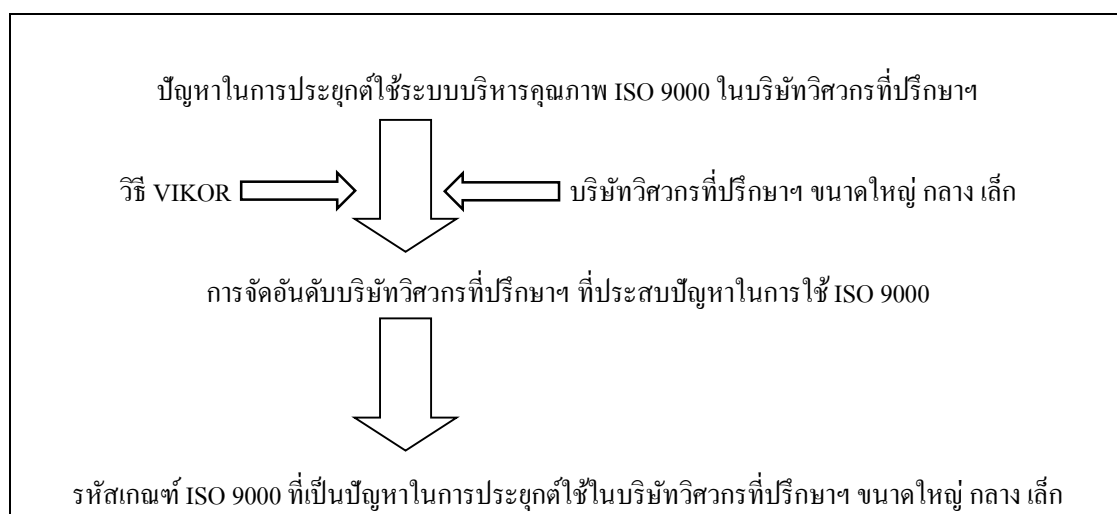
ปัจจุบันมีวิธีการตัดสินใจหลากหลายวิธี วิธีหนึ่งที่ได้รับการนิยมนิยมคือ วิธี VIKOR เป็นวิธีการตัดสินใจ อีกวิธีหนึ่งที่เรียงความสำคัญของทางเลือกจากหลายปัจจัย โดยแต่ละปัจจัยอาจมีความขัดแย้งกัน วิธี VIKOR ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม เนื่องจากวิธี VIKOR อาศัยเกณฑ์หลากหลายเกณฑ์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ ทำให้วิธี VIKOR ให้ประสิทธิผลในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี (Opricovic S, Tzeng GH., 2004)

บทความวิจัยนี้อภิปรายถึงการเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาการบริหารและจัดการ โครงการก่อสร้าง ที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง โดยการวิเคราะห์และเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ ด้วยวิธี VIKOR เพื่อจัดลำดับบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ สำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้ว่าจ้างในการเลือกบริษัทที่ปรึกษาฯ ที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจด้วยวิธี VIKOR

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) วิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการทำงานของบริษัทที่ปรึกษาจากการใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 ด้วยวิธี VIKOR
- (2) จัดลำดับบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ สำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้ว่าจ้างในการเลือกบริษัทที่ปรึกษาฯ ที่เหมาะสม

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาการบริหารและจัดการโครงการก่อสร้าง มีขั้นตอนในการวิจัยทั้งหมด 11 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวม ศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ระบบ ISO 9000 การประยุกต์ใช้วิธี VIKOR และเกณฑ์การเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวม สำรวจ ปัญหาในการใช้ระบบ ISO 9000 ของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ทั้งจากเอกสารอ้างอิงและจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการระบุเกณฑ์การตัดสินใจเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 3 เก็บข้อมูล ในรูปแบบของตารางเมตริกซ์การตัดสินใจ โดยแถวเป็นบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ขนาดเล็กมาก เล็ก ปานกลาง และใหญ่ ที่เป็นทางเลือกและคอลัมน์คือเกณฑ์การตัดสินใจซึ่งเป็นปัญหาในกระบวนการทำงานของบริษัทที่ปรึกษาจากการใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 โดยค่าในเมตริกซ์คือผลการประเมินบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนด เป็นค่าความสัมพันธ์ซึ่งให้คะแนนในส่วนนี้ด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

ขั้นตอนที่ 5 หาค่า Normalized ของผลการประเมินแต่ละบริษัทที่ปรึกษา ทางเลือกภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนด หาค่า R_i ของทุกๆ ทางเลือกในการตัดสินใจโดยวิธี VIKOR

ขั้นตอนที่ 6 จัดลำดับบริษัทที่ปรึกษา ทางเลือก

ขั้นตอนที่ 7 เลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา

ขั้นตอน 8 การสรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

การดำเนินงานศึกษานี้ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลปัญหาในกระบวนการทำงานของบริษัทที่ปรึกษา จากการใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 สำหรับใช้เป็นเกณฑ์การเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา

ส่วนที่ 2 รวบรวมข้อมูลระดับคะแนนของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ทั้ง 4 ขนาดภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ที่กำหนด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ทั้ง 4 ขนาด คือ เล็กมาก เล็ก กลาง และใหญ่ ตามลำดับ โดยเลือกจากบริษัทที่เป็นสมาชิกของสมาคมวิศวกรที่ปรึกษาแห่งประเทศไทย (วปท.) ขนาดละ 10 บริษัท

4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ปัญหาในกระบวนการทำงานของบริษัทที่ปรึกษาจากการใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 และบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ทั้ง 4 ขนาด คือ เล็กมาก เล็ก กลาง และ ใหญ่ ตามลำดับ

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี VIKOR เป็นวิธีการตัดสินใจเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาการบริหารและจัดการโครงการก่อสร้าง เนื่องจากวิธี VIKOR จะเรียงความสำคัญของทางเลือกจากเกณฑ์การตัดสินใจหลากหลายเกณฑ์ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลายๆเกณฑ์เพื่อคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้กลุ่มทางเลือกที่นำมาร่วมพิจารณา วิธี VIKOR จะสร้างดัชนีการจัดลำดับ (Ranking Index) เพื่อวัดระดับการเข้าใกล้ค่าที่ดีที่สุด ดัชนีการจัดลำดับเป็นฟังก์ชันของระยะห่างสัมพัทธ์หรือระยะห่างจากค่าที่ดีที่สุด

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาการบริหารและจัดการโครงการก่อสร้างที่เหมาะสม ผู้เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย เจ้าของงาน ที่ปรึกษาคู่มืองาน ผู้รับเหมา และ ผู้รับเหมาช่วง ซึ่งมีประสบการณ์ และผ่านการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ของการก่อสร้างด้วยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ทั้งบริษัทขนาดเล็กมา เล็ก ปานกลาง และใหญ่ โดยทำการวิเคราะห์จากข้อมูลในงานวิจัยของพิเชษฐ์ (2553) จำนวน 120 ข้อมูล ข้อมูลอยู่ในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด ซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 5 ไปถึง 1

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. วิเคราะห์ค่าที่ดีที่สุด f_j^* และค่าที่แย่ที่สุด f_j^- ของทุกๆเกณฑ์การประเมิน $j = 1, 2, \dots, n$ หากเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความเป็นประโยชน์ (Benefit) ให้ค่า $f_j^* = \max_i f_{ij}$ ส่วน $f_j^- = \min_i f_{ij}$ หากเกณฑ์การประเมินใดวัดระดับความเป็นต้นทุน (Cost) หรือระดับความเสี่ยง (Risk) ให้ค่า $f_j^* = \min_i f_{ij}$ ส่วน $f_j^- = \max_i f_{ij}$ คำนวณหา L_p -metric หรือ Normalized Decision matrix ดังแสดงในสมการที่ 1

$$L_i^p = \left[\sum_{j=1}^n [w_j (|f_j^* - f_{ij}|) / (|f_j^* - f_j^-|)]^p \right]^{1/p} \quad 1 \leq p \leq \infty \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

	criteria					normalized							
	c_1	$\dots$	c_j	$\dots$	c_n	$\Rightarrow$	c_1	$\dots$	c_j	$\dots$	c_n		
alternatives	A_1	f_{11}	$\dots$	f_{1j}	$\dots$	f_{1n}	$\times w_j$	A_1	$w_1 r_{11}$	$\dots$	$w_j r_{1j}$	$\dots$	$w_n r_{1n}$
	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	
	A_i	f_{i1}	$\dots$	f_{ij}	$\dots$	f_{in}		A_i	$w_1 r_{i1}$	$\dots$	$w_j r_{ij}$	$\dots$	$w_n r_{in}$
	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	
	A_m	f_{m1}	$\dots$	f_{mj}	$\dots$	f_{mn}		A_m	$w_1 r_{m1}$	$\dots$	$w_j r_{mj}$	$\dots$	$w_n r_{mn}$

$$\begin{matrix} f_1^* & \dots & f_j^* & \dots & f_n^* \\ f_1^- & \dots & f_j^- & \dots & f_n^- \end{matrix}$$

ข้อมูลเริ่มต้น

ข้อมูลต่อหนึ่งหน่วย

$$r_{ij} = (|f_j^* - f_{ij}|) / (|f_j^* - f_j^-|) \quad f_j^* \text{ คือค่าที่ดีที่สุด } f_j^- \text{ คือค่าที่แย่ที่สุดของแต่ละเกณฑ์การประเมิน}$$

รูปที่ 1. การคำนวณหา L_p -metric หรือ Normalized Decision matrix

ขั้นที่ 2. คำนวณค่า S_i และ Q_i ของทุกๆ ทางเลือกในการตัดสินใจ โดย $i = 1, 2, \dots, m$, เมื่อ i คือทางเลือก และ m คือ จำนวนทางเลือกทั้งหมด

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (2)$$

$$Q_i = \max_j \{w_j r_{ij} | j = 1, 2, \dots, n\} \quad (3)$$

ขั้นที่ 3. หาค่า R_i ของทุกๆ ทางเลือกในการตัดสินใจ

$$R_i = v(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v)(Q_i - Q^*) / (Q^- - Q^*) \quad (4)$$

โดยที่ $S^* = \min_i S_i$ (หรือ ค่าที่ดีที่สุดของ S^* คือ 0 : $S^* = 0$) $S^- = \max_i S_i$ (หรือ ค่าที่แย่ที่สุดของ S^- คือ 1 : $S^- = 1$) $Q^* = \min_i Q_i$ (หรือ ค่าที่ดีที่สุดของ Q^* คือ 0 : $Q^* = 0$), $Q^- = \max_i Q_i$ (หรือ ค่าที่แย่ที่สุดของ Q^- คือ 1 : $Q^- = 1$, และ $0 \leq v \leq 1$, โดยที่ v เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มและวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่ม, โดยที่ $v > 0.5$ หมายถึง ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่มมากกว่าวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่ม $v < 0.5$ หมายถึง ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่ามากที่สุดในกลุ่มมากกว่าวิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าผลรวมทุกค่าในกลุ่ม $v \approx 0.5$ หมายถึงวิธีการทั้งสองสำคัญเท่ากัน

ขั้นที่ 4. จัดอันดับจากค่าที่คำนวณได้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยเรียงลำดับค่า R_i จากน้อยไปหามาก ทางเลือกที่ให้ค่า R_i ที่น้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

ผลการวิเคราะห์จะเป็นที่ยอมรับได้หากผลต่างระหว่างค่า R_i ของทางเลือก $(A^{(1)})$ ที่มีค่าที่น้อยที่สุดกับค่า R_i ของทางเลือกอื่นๆ มีค่ามากกว่า $1/(m-1)$ โดยที่ m คือ จำนวนทางเลือกทั้งหมด หรือ $R(A^{(2)}) - R(A^{(1)}) \geq 1/(m-1)$ ในกรณีที่ผลต่างระหว่างค่า R_i ของทางเลือก $(A^{(1)})$ ที่มีค่าที่น้อยที่สุดกับค่า R_i ของทางเลือกอื่นๆ มีค่าน้อยกว่า $1/(m-1)$ ผู้ตัดสินใจไม่สามารถระบุว่าทางเลือก $(A^{(1)})$ เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดเนื่องจากมีทางเลือกอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงทางเลือก $(A^{(1)})$ มาก จำเป็นต้องนำเครื่องมือตัดสินใจอื่นๆ (เช่น การประชุมระดมสมอง) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจอีกครั้ง (7)

การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลผลการประเมินปัญหาในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 ในบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาการบริหารและการจัดการโครงการก่อสร้าง และใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นเกณฑ์การตัดสินใจเลือกบริษัทที่ปรึกษา ขนาดเล็กมาก เล็ก ปานกลาง และใหญ่ ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างปัญหาในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 ในบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา (พิเชษฐ์, 2553) และรหัสเกณฑ์สำหรับใช้ในการจัดลำดับบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ด้วยวิธี VIKOR ผลการประเมินบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ด้วยเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมดและผลการเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ด้วยวิธี VIKOR แสดงในตารางที่ 2 พบว่าบริษัทที่ปรึกษา ขนาดเล็กเป็นบริษัทที่ดีที่สุด ตามมาด้วยบริษัทขนาดกลางและบริษัทขนาดปานกลาง ส่วนบริษัทที่ปรึกษา ขนาดใหญ่มีปัญหาในการใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 มากที่สุด

ตารางที่ 1 ตัวอย่างปัญหาในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 ในบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ

รหัสเกณฑ์*	ปัญหา
1	การจัดจ้าง
C 1.1	การจัดทำรายละเอียดการจัดจ้าง ข้อกำหนดและเงื่อนไขในการจัดจ้าง (TOR) โดยระบุหลักเกณฑ์ไม่ชัดเจนและครบความต้องการ
C 1.2	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบราคาให้เจ้าของงานพิจารณาไม่ได้ทำการแยกรายการสำคัญและแสดงรายละเอียดที่ใช้พิจารณาคัดเลือกอย่างชัดเจน
C 1.3	จัดเตรียมเอกสารสัญญาไม่ครบถ้วนและการนิยามความหมายของคำต่างๆ ในสัญญาไม่ชัดเจน ทำให้เกิดปัญหาโต้แย้งในภายหลัง
2	การเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง
C 2.1	การประสานในการขออนุญาตก่อสร้างและจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น เช่น ไฟฟ้า ประปาและโทรศัพท์ ไม่ทันต่อการใช้ในงานก่อสร้าง
C 2.2	การประชุมเริ่มงานก่อสร้าง (Kick-off) มีการชี้แจงและสร้างความเข้าใจในการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ไม่ครอบคลุมและชัดเจนในรายละเอียด
C 2.3	การวางระบบเอกสาร และการใช้แบบฟอร์มที่ซับซ้อนและกำหนดผู้รับผิดชอบงานแต่ละชนิดไม่ชัดเจน ทำให้เกิดความสับสนและยุ่งยากในการใช้งาน
3	การจัดสรรบุคลากร
C 3.1	การจัดปริมาณของบุคลากรและความสามารถของบุคลากรที่ไม่เหมาะสมกับการดำเนินงานแต่ละกระบวนการก่อสร้าง
C 3.2	การระบุขอบเขตหน้าที่การทำงานของบุคลากรที่ไม่ชัดเจนและเหมาะสมทำให้เกิดการก้าวท้าวหน้าที่ของกันและกัน
C 3.3	การวางระบบสายบังคับบัญชาที่ไม่ชัดเจน ทำให้การสั่งงานและการประสานงานทั้งกับภายในและภายนอกเกิดความสับสน
4	การประชุมประสานงานก่อสร้าง
C 4.1	การส่งเอกสารการประชุมให้กับผู้มีส่วนร่วมในงานไม่ครบถ้วนเป็นเหตุให้ไม่เข้าร่วมประชุม ประสานงานแก้ไขปัญหาดังกล่าว
C 4.2	การไม่ระบวาระการประชุมที่ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าร่วมการประชุมไม่ทราบประเด็นหรือข้อที่จะหารือ และไม่สามารถเตรียมข้อมูลประกอบการประชุมได้ครบถ้วน
C 4.3	การบันทึกการประชุมที่ไม่ครบถ้วนและถูกต้องในประเด็นที่ประชุมอาจทำให้เกิดปัญหาและเกิดข้อขัดแย้งในการทำงาน

ที่มา พิเศษฐ์ (2553)

ตารางที่ 2 ผลการจัดอันดับบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ด้วยวิธี VIKOR

รหัส เกณฑ์*	ระดับปัญหาของบริษัทขนาด				f ⁺ _j	f ⁻ _j	w	$w_j(f_j^+ - f_j^-)/(f_j^+ - f_j^-)$			
	เล็กมาก	เล็ก	กลาง	ใหญ่				เล็กมาก	เล็ก	กลาง	ใหญ่
C 1.1	3.24	2.88	3.37	3.58	2.88	3.58	0.03	0.02	0.00	0.02	0.03
C 1.2	3.20	2.75	2.68	3.17	2.68	3.20	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03
C 1.3	3.36	2.86	3.11	4.00	2.86	4.00	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03
C 2.1	2.88	2.42	3.11	3.33	2.42	3.33	0.03	0.01	0.00	0.02	0.03
C 2.2	2.60	2.83	3.00	3.25	2.60	3.25	0.03	0.00	0.01	0.02	0.03
C 2.3	2.92	3.22	3.53	3.83	3.22	3.83	0.03	-0.02	0.00	0.02	0.03
C 3.1	3.48	3.13	3.21	3.58	3.13	3.58	0.03	0.03	0.00	0.01	0.03
C 3.2	3.44	3.00	3.53	3.92	3.00	3.92	0.03	0.02	0.00	0.02	0.03
C 3.3	3.08	2.63	3.21	4.08	2.63	4.08	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03
C 4.1	3.04	2.53	2.89	3.58	2.53	3.58	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03
C 4.2	2.56	2.66	3.00	3.67	2.56	3.67	0.03	0.00	0.00	0.01	0.03
C 4.3	3.00	2.92	3.05	3.33	2.92	3.33	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03
S _j								0.32	0.06	0.42	0.90
R _j								0.03	0.02	0.04	0.04
S								0.15	0.00	0.21	0.50
R								0.36	0.00	0.48	0.50
Q _j								0.51	0.00	0.70	1.00
อันดับ								2	1	3	4

* ความหมายของรหัสเกณฑ์การตัดสินใจแสดงในตารางที่ 1

เมื่อพิจารณาดัชนีการจัดลำดับด้วยสมการที่ 4 ของเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมดภายใต้ทางเลือกทั้งสี่ทางเลือก คือ บริษัทที่ปรึกษา ขนาดเล็กมาก เล็ก กลาง และใหญ่ พบว่า อันดับแรกของเกณฑ์ที่มีค่าเฉลี่ยของความห่างสัมพัทธ์จากค่าที่ดีที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักมากที่สุด คือ

1) การเตรียมเอกสารไม่ครบถ้วนในการติดต่อขอมาตรฐานวัดระบบสารสนเทศ และการขออนุญาตเปิดใช้อาคารกับหน่วยงานราชการทำให้ส่งผลต่อการเปิดใช้อาคาร (C 10.1)

2) การสร้างความเข้าใจในการใช้อาคารที่ไม่ดีพอ ทำให้ผู้ใช้อาคารไม่สามารถใช้งานและบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (C 10.2)

3) บุคลากรไม่มีความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติงานและควบคุมผู้รับจ้าง ในการทำงานตามแผนความปลอดภัยอย่างถูกต้อง (C 5.2)

4) การจัดทำรายละเอียดการจัดจ้าง ข้อกำหนดและเงื่อนไขในการจัดจ้าง (TOR) โดยระบุหลักเกณฑ์ไม่ชัดเจนและครบความต้องการ (C 1.1)

5) การตรวจสอบการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างไม่ถูกต้อง ครอบคลุมรายละเอียดที่สำคัญของงานและไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน จะส่งผลถึงคุณภาพงานได้ (C 8.1) และ การระบุขอบเขตหน้าที่การทำงานของบุคลากรที่ไม่ชัดเจนและเหมาะสมทำให้เกิดการก้าวท้าวหน้าที่ของกันและกัน (C 3.2)

ในภาพรวม บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ ยังคงประสบปัญหาอย่างมากในด้านการส่งมอบงานก่อสร้าง การจัดการความปลอดภัย การจัดจ้าง การควบคุมการปฏิบัติงาน และการจัดสรรบุคลากร ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาบริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดเล็ก ซึ่งเป็นขนาดของบริษัทที่ปรึกษาฯ ที่ประสบปัญหาในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 น้อยที่สุด พบว่าบริษัทนี้ประสบปัญหาน้อยกว่าบริษัทขนาดอื่นๆ ใน 28 เกณฑ์ วิเคราะห์จากค่าความห่างสัมพัทธ์จากค่าที่ดีที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักมีค่าเท่ากับศูนย์ใน 28 เกณฑ์การตัดสินใจ สำหรับเกณฑ์ที่บริษัทขนาดนี้มีประสิทธิภาพน้อยกว่าบริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดอื่นๆ คือ 1) การขาดข้อมูลสำหรับการพิจารณาและคัดเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ทำให้ได้วัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่มีคุณภาพตามข้อกำหนด (C 7.1) 2) การประชุมเริ่มงานก่อสร้าง (Kick-off) มีการชี้แจงและสร้างความเข้าใจในการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ไม่ครอบคลุมและชัดเจนในรายละเอียด (C 2.2) และ 3) การขาดความเข้าใจในการตรวจสอบการติดตั้งและใช้งานวัสดุและอุปกรณ์ทำให้การควบคุมคุณภาพของงานไม่ได้ตามข้อกำหนดทำได้ยาก (C 7.2) ตามลำดับ ส่วนบริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดเล็กมากซึ่งเป็นขนาดของบริษัทที่ปรึกษาฯ ที่ประสบปัญหาในการประยุกต์ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 น้อยเป็นอันดับที่สอง พบว่าเกณฑ์ที่บริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดเล็กมาก มีประสิทธิภาพน้อยกว่าบริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดอื่นๆ มากที่สุด 3 อันดับแรกคือ 1) การขาดข้อมูลสำหรับการพิจารณาและคัดเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ทำให้ได้วัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่มีคุณภาพตามข้อกำหนด (C 7.1) 2) การวิเคราะห์และเปรียบเทียบราคาให้เจ้าของงานพิจารณาไม่ได้ทำการแยกรายการสำคัญและแสดงรายละเอียดที่ใช้พิจารณาคัดเลือกอย่างชัดเจน (C 1.2) และ 3) การจัดปริมาณของบุคลากรและความสามารถของบุคลากรที่ไม่เหมาะสมกับการดำเนินงานแต่ละกระบวนการก่อสร้าง (C 3.1) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจุดแข็งของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ แต่ละขนาดที่ได้ดีกว่าโครงการอื่นๆ พบว่า บริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพเหนือกว่าบริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดอื่นๆ ใน 28 เกณฑ์ ในขณะที่บริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดเล็กมาก ปานกลาง และใหญ่ มีประสิทธิภาพเหนือกว่าบริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดอื่นๆ ใน 10 เกณฑ์ 6 เกณฑ์ และ 1 เกณฑ์ ตามลำดับ ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์ที่แต่ละขนาดของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ มีประสิทธิภาพมากกว่าบริษัทที่ปรึกษาฯ ขนาดอื่นๆ

ตารางที่ 3 เกณฑ์ที่บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาฯ มีประสิทธิภาพสูง

ขนาดบริษัท	รหัสเกณฑ์*
เล็กมาก	C 2.3 C 2.2 C 4.2 C 5.1 C 5.3 C 8.3 C 9.3 C 10.3 C 7.2 C 9.2
เล็ก	C 1.1 C 1.3 C 2.1 C 2.3 C 3.1 C 3.2 C 3.3 C 4.1 C 4.3 C 5.2 C 6.1 C 6.2 C 6.3 C 8.1 C 8.2 C 9.1 C 9.2 C 10.1 C 10.2 C 5.3 C 8.3 C 5.1 C 4.2 C 9.3 C 7.3 C 10.3 C 1.2
ปานกลาง	C 1.2 C 7.1 C 7.2 C 7.3 C 5.3 C 6.1
ใหญ่	C 5.1

* ความหมายของรหัสเกณฑ์การตัดสินใจแสดงในตารางที่ 1

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองสำหรับช่วยเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาการบริหารและจัดการโครงการก่อสร้างด้วยการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธี VIKOR ทำให้เกิดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับรองรับความขัดแย้งของเกณฑ์การประเมินได้ นับเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการจัดการปัญหาการตัดสินใจเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ที่มีความสลับซับซ้อน ในการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มบริษัทที่ปรึกษา ทางเลือกจะใช้วิธี VIKOR ทำให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเป็นโครงการ ผลการประยุกต์ใช้วิธีการที่นำเสนอในการแก้ปัญหาการเลือกบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ที่เหมาะสม การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งเกณฑ์การตัดสินใจแบ่งออกเป็น 10 หมวด จำนวนเกณฑ์การตัดสินใจรวม 30 เกณฑ์ ทางเลือกในการตัดสินใจประกอบด้วยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ขนาดเล็กมาก เล็ก ปานกลาง และใหญ่ พบว่าบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ขนาดเล็ก เป็นบริษัทที่ดีที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิเชษฐ์ (2553) อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงจุดอ่อนหรือผลการประเมินภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์ที่แต่ละทางเลือกยังมีผลการดำเนินการที่ต่ำกว่าบริษัทที่ปรึกษา ทางเลือกอื่นๆ เป็นข้อมูลสำคัญให้กับผู้จ้างและบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ในการจัดหามาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ขนาดต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดภายใต้เกณฑ์ที่พิจารณา การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้จะทำให้การเลือกประเภทของบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ของเจ้าของงาน มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- ลดาวัลย์ กระแสรัช. 2540. สถานภาพการจัดการคุณภาพในอุตสาหกรรมของประเทศไทย : ISO 9000 และ TQM. วารสาร **FOR Quality**, พย.-ธค., หน้า 53-57.
- บรรจง จันทมาศ. 2539. ระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9000, **สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)**, กรุงเทพฯ.
- ไชยวัฒน์ ถักรัตน์. 2542. กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้ ISO 9000 ในอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
- Opricovic S, Tzeng GH. 2004. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European Journal of Operational Research**. 156: 445-455.
- พิเชษฐ์ นิลสว่าง. 2553. การประเมินการใช้ระบบคุณภาพ ISO 9000 ในบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาด้านงานก่อสร้าง อาคาร วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

**การแก้ปัญหาการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาด้วยการประยุกต์ใช้วิธีไวคอร์
และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์**

**ADDRESSING ROOF MATERIAL SELECTION PROBLEM USING VIKOR
AND AHP METHOD**

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์

**อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**

E-mail: thiprat.t@gmail.com

พงศ์ฐิตา หลักงาม

**นักศึกษานิเทศศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**

E-mail: pongtiga@gmail.com

วิมรรสนา ณ สงขลา

**อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**

E-mail: wimassana@gmail.com

วิณัฐกานต์ รัตนธีรวงศ์

**อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**

E-mail: weenuttagant@hotmail.com

ชาคริต ศรีสุวรรณรัตน์

**อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**

E-mail: uthen.dr.chachrist@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้วิธีไวคอร์และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาสำหรับโครงการก่อสร้างอาคาร วิธีการนี้จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจเข้าใจถึงช่องว่างระหว่างผลลัพธ์กับค่าคาดหวังภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ 13 เกณฑ์ เพื่อลดช่องว่างดังกล่าวและทำให้วัสดุ

ก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่เลือกมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการใช้งาน วัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาทางเลือกประกอบด้วยโครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉาก โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กแป๊ปกลม และโครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็ก H-Beam วิธีที่พัฒนานี้ใช้วิธี VIKOR วิเคราะห์ค่าช่องว่างและใช้วิธี AHP วิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์พบว่า โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉาก เป็นวัสดุก่อสร้างหลังคาที่ดีที่สุด ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR คือการให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนช่องว่างของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ ทำให้สามารถจัดหามาตรการลดช่องว่างเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานอาคารของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: วิธีไวโกร์, การเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา, การตัดสินใจ

ABSTRACT

This study applies a VIKOR method and an analytical hierarchy process (AHP) to solve column and beam roofing construction material selection problems for a building project. The proposed approach allows decision-makers to understand the gaps between alternatives and aspired-levels in practice. 13 decision criteria are used to establish a column and beam roofing material selection framework for reducing the gaps to achieve the aspired-level. Three alternatives are determined including channel section, round section, and H section. The VIKOR method is applied to establish the gaps in priorities between alternatives and aspired-levels. The AHP method is used to provide weights of criteria and validate the result. The best column and beam roofing material was the channel section. Gaps in priorities can be used to improve different steel sections for satisfying the customers' needs to achieve the aspired-level.

KEYWORDS: VIKOR, steel section, Decision making

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

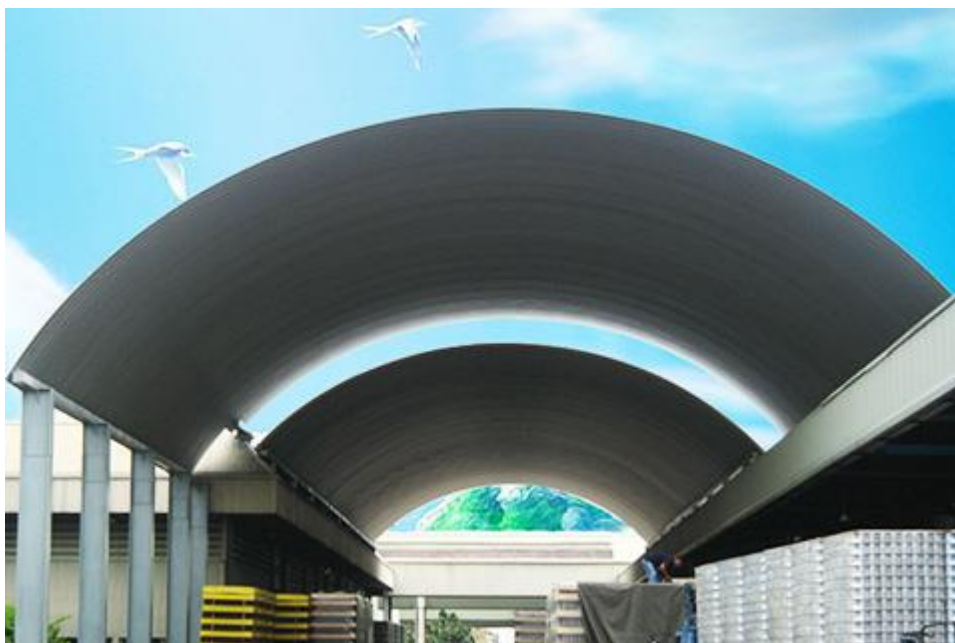
วัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาของอาคารหรือบ้านพักอาศัยที่ใช้อยู่โดยทั่วไปของประเทศไทย ประกอบด้วยเหล็กที่มีหน้าตัดหลากหลายประเภท หน้าตัดแต่ละประเภทมีความเหมาะสมกับโครงการที่มีลักษณะที่ต่างกันไป ภาพที่ 1 ถึง 3 แสดงวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาของอาคารที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ 1. โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉาก 2. โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กแป๊ปกลม และ 3. โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็ก H-Beam



ภาพที่ 1 โครงสร้างเสาและคานใช้เหล็กฉาก (พงษ์ธิดา, 2560)



ภาพที่ 2 โครงสร้างเสาและคานใช้เหล็กแป๊ปกลม (พงษ์ธิดา, 2560)



ภาพที่ 3 โครงสร้างเสาและคานใช้เหล็ก H-Beam (พงษ์ธิดา, 2560)

ปัจจุบันมีวิธีการในการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาหลากหลายวิธี วิธีที่ได้รับความนิยมคือวิธีการตัดสินใจแบบ Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty TL., 1998) ซึ่งวิธี AHP ถูกออกแบบให้สามารถเปรียบเทียบ ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบด้วยหลายเกณฑ์ โดยใช้เพียงการเปรียบเทียบที่ละคู่ นอกจากนี้ยังทำให้ การตัดสินใจมีความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าการใช้ความรู้สึกตัดสินใจซึ่งมักจะมีความไม่แน่นอนสูง วิธี VIKOR เป็นวิธีการตัดสินใจอีกวิธีหนึ่งที่เรียงความสำคัญของทางเลือกจากหลายปัจจัย โดยแต่ละปัจจัยอาจมีความขัดแย้งกัน วิธี VIKOR ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรมเนื่องจากวิธี VIKOR อาศัยเกณฑ์หลากหลายเกณฑ์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ ทำให้วิธี VIKOR ให้ประสิทธิผลในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี (Opricovic S, Tzeng GH., 2004)

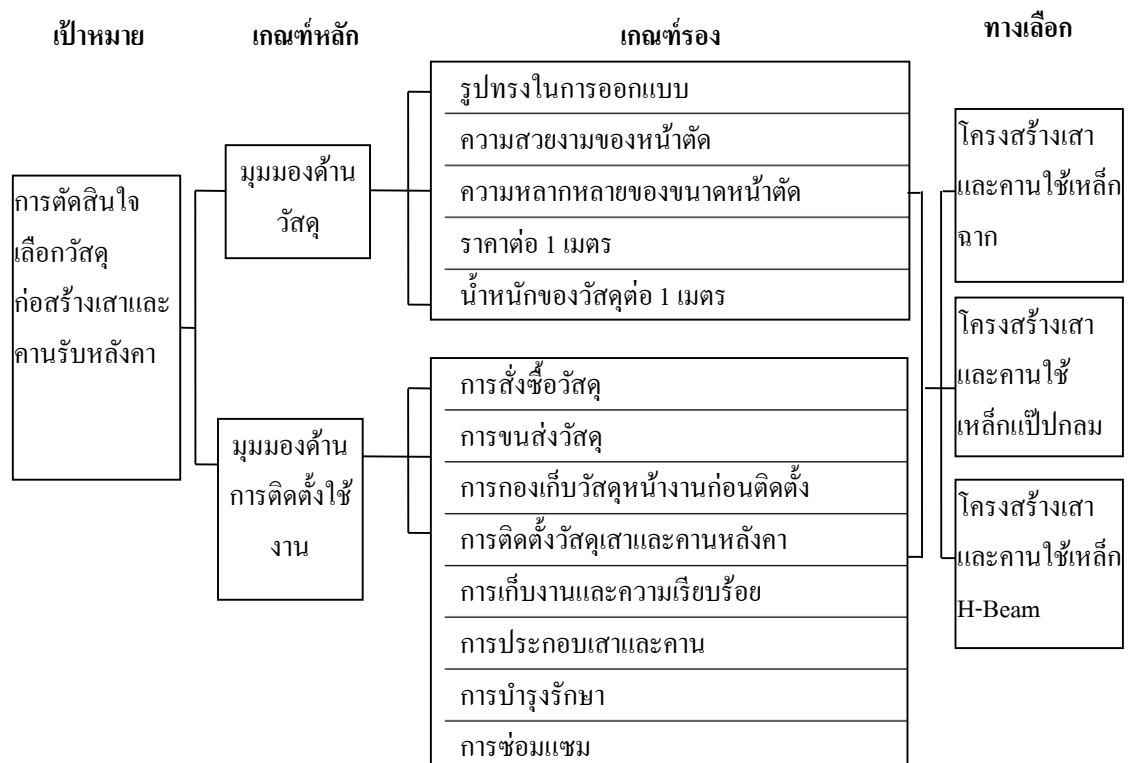
บทความวิจัยนี้อภิปรายถึงการวิเคราะห์และจัดลำดับของเกณฑ์การเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาด้วยวิธี AHP และแสดงการประยุกต์ใช้วิธี VIKOR ในการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคา ที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง เพื่อจัดลำดับวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาสำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้รับเหมาในการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจด้วยวิธี VIKOR ร่วมกับวิธี AHP

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาด้วยการประยุกต์ใช้วิธีไวโกร์และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

(2) เพื่อแสดงจุดอ่อนของวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่ใช้เหล็กฉาก เหล็ก H-Beam และเหล็กแป๊ปกลม

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Laaly H.O.,1999 และ Perera R.S. , 2002)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับการใช้ในการตัดสินใจเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา มีขั้นตอนในการวิจัยทั้งหมด 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวม ศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การวิเคราะห์วิธี VIKOR การวิเคราะห์วิธี AHP และวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาแบบ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉาก โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กแป๊ปกลม และ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็ก H-Beam

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวม ตำราฯ เกณฑ์ในการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา ทั้งจากเอกสารอ้างอิง และจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการระบุเกณฑ์การตัดสินใจเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา

ขั้นตอนที่ 3 จัดทำแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลจากผู้ว่าจ้าง ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจด้วยวิธี AHP

ขั้นตอนที่ 5 หาค่า Normalized ของผลการประเมินแต่ละทางเลือกภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนด และหาค่า R_i ของทุกๆ ทางเลือกในการตัดสินใจโดยวิธี VIKOR

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 8 จัดลำดับวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาทางเลือก

ขั้นตอนที่ 9 เลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา

ขั้นตอน 10 การสรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

การดำเนินงานศึกษานี้ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเกณฑ์การเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาและ ส่วนที่ 2 ทำการทดสอบถามโดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นวิศวกรประจำโครงการ รวม 15 คน

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินงานศึกษานี้ มีเครื่องมือในการวิจัย 2 วิธีคือ

1) วิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty TL., 1998) ซึ่งวิธี AHP ถูกออกแบบให้สามารถเปรียบเทียบ ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบด้วยหลายเกณฑ์ โดยใช้เพียงการเปรียบเทียบทีละคู่

2) วิธี VIKOR เป็นวิธีการตัดสินใจที่แต่ละเกณฑ์การตัดสินใจอาจมีความขัดแย้งกัน วิธี VIKOR อาศัยเกณฑ์หลากหลายเกณฑ์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ ทำให้วิธี VIKOR ให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี (Opricovic S, Tzeng GH., 2004)

5. ผลการวิจัย

ในการศึกษาได้ประเมินวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาแบบโครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กจากโครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กแป๊ปกลม และโครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็ก H-Beam ผลการศึกษาได้เกณฑ์การตัดสินใจและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ ด้วยวิธี AHP แสดงในตารางที่ 1 แยกวิเคราะห์ตามลักษณะของวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา โดยแสดงค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight: LWt) ที่ได้จากการเปรียบเทียบคู่ของเกณฑ์การตัดสินใจและค่าน้ำหนักแบบรวม (Global Weight: GWt) ที่ได้จากการถ่ายทอดน้ำหนักความสำคัญของค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ในแต่ละระดับชั้นของโครงการลำดับชั้นของการตัดสินใจ พบว่าในภาพรวมเกณฑ์ที่มีความสำคัญสูงสุด 3 อันดับแรกคือ รูปทรงในการออกแบบ ความสวยงามของหน้าตัด ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด น้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร และ ราคาต่อ 1 เมตรตามลำดับ สำหรับอันดับของเกณฑ์ภายใต้ปัจจัยในมุมมองด้านวัสดุที่มีความสำคัญสูงสุด 3 อันดับแรกคือรูปทรงในการออกแบบ ความสวยงามของหน้าตัด ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด และน้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร ตามลำดับ ส่วนอันดับของเกณฑ์ภายใต้มุมมองด้านการติดตั้งและการใช้งานที่มีความสำคัญสูงสุดอันดับแรก มี 5 เกณฑ์ คือ การขนส่ง

วัสดุ การกองเก็บวัสดุหน้างานก่อนติดตั้ง การติดตั้งวัสดุหลังคา การเก็บงานและความเรียบร้อย และ การซ่อมแซมตามลำดับ

ตารางที่ 1 น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

เกณฑ์หลัก	น้ำหนัก	เกณฑ์รอง	LW	GW	อันดับ	
					ในกลุ่ม	รวม
ปัจจัย ใน มุมมอง ด้าน วัสดุ	0.500	รูปทรงในการออกแบบ	0.203	0.102	1	1
		ความสวยงามของหน้าตัด	0.203	0.102	2	1
		ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด	0.200	0.100	3	2
		น้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร	0.200	0.100	3	2
		ราคาต่อ 1 เมตร	0.197	0.099	4	3
มุมมอง ด้าน การ ติดตั้ง และการ ใช้งาน	0.500	การขนส่งวัสดุ	0.127	0.064	1	4
		การกองเก็บวัสดุหน้างานก่อนติดตั้ง	0.127	0.064	1	4
		การติดตั้งวัสดุเสาและคานรับหลังคา	0.127	0.064	1	4
		การเก็บงานและความเรียบร้อย	0.127	0.064	1	4
		การซ่อมแซม	0.127	0.064	1	4
		การตั้งชื่อวัสดุ	0.123	0.062	2	5
		การประกอบเสาและคาน	0.123	0.062	2	5
		การบำรุงรักษา	0.123	0.062	2	5

การตัดสินใจเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคา

การวิจัยนี้ใช้วิธี VIKOR ร่วมกับวิธี AHP เพื่อจัดการปัญหาการตัดสินใจเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาที่มีความสลับซับซ้อน ในการคำนวณและวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจจะใช้วิธี AHP สำหรับการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือกจะใช้วิธี VIKOR ผลการประเมินวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาแบบ โครงสร้างเสาและคานใช้เหล็กฉาก โครงสร้างเสาและคานใช้เหล็กแป๊ปกลม และ โครงสร้างเสาและคานใช้เหล็ก H-Beam ด้วยเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมดและผลการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาด้วยวิธีที่สร้างขึ้นนี้แสดงในตารางที่ 2 พบว่าโครงสร้างเสาและคานใช้เหล็กฉากเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดตามมาด้วยโครงสร้างเสาและคานใช้เหล็กแป๊ปกลมและโครงสร้างเสาและคานใช้เหล็ก H-Beam ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงจุดอ่อนหรือผลการประเมินภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์ที่แต่ละทางเลือกยังมีผลการดำเนินการที่ต่ำกว่าทางเลือกอื่นๆ เป็นข้อมูลสำคัญให้กับผู้ออกแบบและผู้รับเหมาในการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาแบบต่างๆ ให้ได้วัสดุมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในเกณฑ์ที่พิจารณา ตารางที่ 3 แสดงลำดับของจุดอ่อนของวัสดุก่อสร้างเสาและคานรับหลังคาที่ใช้เหล็กฉาก เหล็ก H-Beam และ เหล็กแป๊ปกลม

พบว่า จุดอ่อนของวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่ใช้เหล็ก H-Beam คือ ความสวยงามของหน้าตัด ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด และ ราคาต่อ 1 เมตร จุดอ่อนของวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่ใช้เหล็กฉาก คือ รูปทรงในการออกแบบ ความสวยงามของหน้าตัด และ การซ่อมแซม ส่วนเมตร จุดอ่อนของวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่ใช้เหล็กแป๊ปกลม คือ รูปทรงในการออกแบบ น้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร และการกองเก็บวัสดุหน้างานก่อนติดตั้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR

เกณฑ์การตัดสินใจ	วัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา			f*j	f-j	Wt	วัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคา		
	A	B	C				A	B	C
รูปทรงในการออกแบบ	4.07	3.4	3.2	4.07	3.2	0.102	0.000	0.078	0.102
ความสวยงามของหน้าตัด	3.27	3.33	3.47	3.47	3.27	0.102	0.102	0.071	0.000
ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด	2.8	3.73	3.8	3.8	2.8	0.100	0.100	0.007	0.000
ราคาต่อ 1 เมตร	2.47	3.67	3.6	3.67	2.47	0.098	0.098	0.000	0.006
น้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร	3.2	4.07	3.07	4.07	3.07	0.100	0.087	0.000	0.100
การสั่งซื้อวัสดุ	2.58	3.67	3.08	3.67	2.58	0.062	0.062	0.000	0.033
การขนส่งวัสดุ	2.75	3.33	3.08	3.33	2.75	0.063	0.063	0.000	0.027
การกองเก็บวัสดุหน้างานก่อนติดตั้ง	3.08	3.08	3	3.08	3	0.063	0.000	0.000	0.063
การติดตั้งวัสดุเสาและคานารับหลังคา	3.25	4	3.08	4	3.08	0.063	0.052	0.000	0.063
การเก็บงานและความเรียบร้อย	3.25	3.33	3.17	3.33	3.17	0.063	0.032	0.000	0.063
การประกอบเสาและคาน	3.5	2.75	3.25	3.5	2.75	0.062	0.000	0.062	0.021
การบำรุงรักษา	3.08	3.42	2.58	3.42	2.58	0.062	0.025	0.000	0.062
การซ่อมแซม	3.33	2.17	2.92	3.33	2.17	0.063	0.000	0.063	0.022
Sj							0.620	0.281	0.563
Qj							0.102	0.078	0.102
S							0.500	0.000	0.415
Q							0.500	0.000	0.500
Rj							1.000	0.000	0.915
อันดับ							3	1	2

หมายเหตุ A คือ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็ก H-Beam B คือ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉาก C คือ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กแป๊ปกลม

ตารางที่ 3 ลำดับของจุดอ่อนของวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่ใช้เหล็กฉาก เหล็ก H-Beam และเหล็กแป๊ปกลม

ลำดับจุดอ่อน	เกณฑ์	A	ลำดับจุดอ่อน	เกณฑ์	B	ลำดับจุดอ่อน	เกณฑ์	C
1	ความสวยงามของหน้าตัด	0.102	1	รูปทรงในการออกแบบ	0.078	1	รูปทรงในการออกแบบ	0.102
2	ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด	0.1	2	ความสวยงามของหน้าตัด	0.071	2	น้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร	0.1
3	ราคาต่อ 1 เมตร	0.098	3	การซ่อมแซม	0.063	3	การกองเก็บวัสดุหน้างานก่อนติดตั้ง	0.063
4	น้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร	0.087	4	การประกอบเสาและคาน	0.062	4	การติดตั้งวัสดุเสาและคานารับหลังคา	0.063
5	การขนส่งวัสดุ	0.063	5	ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด	0.007	5	การเก็บงานและความเรียบร้อย	0.063
6	การสั่งซื้อวัสดุ	0.062	6	ราคาต่อ 1 เมตร	0	6	การบำรุงรักษา	0.062
7	การติดตั้งวัสดุเสาและคานารับหลังคา	0.052	7	น้ำหนักของวัสดุต่อ 1 เมตร	0	7	การสั่งซื้อวัสดุ	0.033
8	การเก็บงานและความเรียบร้อย	0.032	8	การสั่งซื้อวัสดุ	0	8	การขนส่งวัสดุ	0.027
9	การบำรุงรักษา	0.025	9	การขนส่งวัสดุ	0	9	การซ่อมแซม	0.022
10	รูปทรงในการออกแบบ	0	10	การกองเก็บวัสดุหน้างานก่อนติดตั้ง	0	10	การประกอบเสาและคาน	0.021
11	การกองเก็บวัสดุหน้างานก่อนติดตั้ง	0	11	การติดตั้งวัสดุเสาและคานารับหลังคา	0	11	ราคาต่อ 1 เมตร	0.006
12	การประกอบเสาและคาน	0	12	การเก็บงานและความเรียบร้อย	0	12	ความสวยงามของหน้าตัด	0
13	การซ่อมแซม	0	13	การบำรุงรักษา	0	13	ความหลากหลายของขนาดหน้าตัด	0

หมายเหตุ A คือ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็ก H-Beam B คือ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉาก C คือ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กแป๊ปกลม

6. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองสำหรับช่วยเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาโครงการก่อสร้างอาคารด้วยการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธี VIKOR และวิธี AHP ที่มีประสิทธิภาพสำหรับรองรับความขัดแย้งของเกณฑ์การประเมินได้ นับเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการจัดการปัญหาการตัดสินใจเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่มีความสลับซับซ้อน ในการคำนวณและวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจจะใช้วิธี AHP สำหรับการพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือกจะใช้วิธี VIKOR ทำให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ผลการประยุกต์ใช้วิธีการที่นำเสนอในการแก้ปัญหาการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่เหมาะสมกับโครงการก่อสร้างอาคาร การวิจัยครั้งนี้ได้

แบ่งเกณฑ์การตัดสินใจแบ่งออกเป็น 2 หมวด จำนวนเกณฑ์การตัดสินใจรวม 13 เกณฑ์ ทางเลือกในการตัดสินใจประกอบด้วย โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉาก โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กแป๊ปกลม และ โครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็ก H-Beam พบว่าโครงสร้างเสาและคานาใช้เหล็กฉากเป็นวัสดุที่ดีที่สุด ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงจุดอ่อนหรือผลการประเมินภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์ที่แต่ละทางเลือกยังมีผลการดำเนินการที่ต่ำกว่าทางเลือกอื่นๆ เป็นข้อมูลสำคัญให้กับผู้ออกแบบและผู้รับเหมาในการเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาแบบต่างๆ ให้ได้วัสดุมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในภายใต้เกณฑ์ที่พิจารณา การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้จะทำให้การเลือกวัสดุก่อสร้างเสาและคานารับหลังคาของผู้ออกแบบและผู้รับเหมาก่อสร้างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถลดผลกระทบจากงานต่อเวลา ต้นทุน และคุณภาพงานก่อสร้างตลอดจนการใช้งานของหลังคาได้

6. เอกสารอ้างอิง

พงษ์ธิกา (2560) ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารหลังคาโค้ง เอกสารคำสอน

Laaly H.O. (1999) **A Basis for Selecting Roofing Membranes**, Los Angeles, Calif.

Opricovic S, Tzeng GH. (2004) Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European Journal of Operational Research**. 156(1), 445-455.

Perera R.S. (2002) Cost Modelling for Roofing Material Selecting, Built-Environment: Sri Lanka, Vol.03, Issue 01.2002

Saaty TL. (1998) **Model, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. USA: Kluwer Academic Publisher.

การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบในการประเมินปัญหาใน

การประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC ในงานก่อสร้าง

APPLICATION OF FMEA FOR ASSESSMENT OF PROBLEM IN

APPLICATION OF FIDIC IN CONSTRUCTION WORK

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: thiprat.t@gmail.com

ดุสิต ราษฎร์นิยม

นักศึกษานิเทศศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: domerasniyom@gmail.com

อภิวิชญ์ พูลสง

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: song0145@hotmail.com

วิมรรสนา ณ สงขลา

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: wimassana@gmail.com

วีณัฐกานต์ รัตนธีรวงศ์

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: weenuttaka@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับปัญหาของการประยุกต์ใช้สัญญามาตรฐาน FIDIC ในงานก่อสร้างของประเทศไทย ความไม่มีประสิทธิภาพของการบริหารสัญญาได้จากปัญหาด้านคุณภาพ ด้านต้นทุน และการเงิน ด้านเวลา และด้านสิทธิและหน้าที่อื่นๆ ของคู่สัญญา การวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์

ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ เพื่อลดผลกระทบของปัญหาต่อประสิทธิภาพในการบริหารสัญญา การวิจัยเริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาของสัญญา FIDIC จากนั้นจึงรวบรวมปัญหา ทั้งจากเอกสารและจากการสัมภาษณ์ การวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละปัญหา ผลกระทบ และความสามารถในการค้นเจอปัญหาด้วยแบบสอบถาม และวิเคราะห์ค่าลำดับความเสี่ยงซึ่งเป็นผลคูณของค่าความน่าจะเป็น ค่าผลกระทบ และค่าระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหาของสัญญา FIDIC ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาสำคัญคือ ปัญหาการไม่กำหนดระยะเวลาที่มากที่สุดที่วิศวกรจะต้องพิจารณาเรื่องต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในสัญญา และสัญญาจ้างกำหนดอัตราการเก็บเงินย่ำล่งหน้ซึ่งผู้รับจ้างต้องจ่ายคืนผู้ว่าจ้างเป็นจำนวนร้อยละ 25 ของเงินงวดที่ผู้รับจ้างจะได้รับ ไม่ว่าจะได้รับเงินล่งหน้ไปจำนวนเท่าใด ซึ่งแตกต่างจากธรรมเนียมของไทย

คำสำคัญ: ปัญหา สัญญา FIDIC การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

ABSTRACT

The research aims to assess problems associated with FIDIC contract applicability in Thai construction works. Problems are related to quality, cost, time and right-and-duty. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is applied to reduce impact of FIDIC contract on contract administration efficiency. The research methodology begins with reviewing the literature related to problems of FIDIC contract. The next step is to collect problems from literature reviews and interviews. An important index in the FMEA is Risk Priority Number (RPN), which is the product of occurrence (O), severity (S) and detection (D) ratings. The assessment of occurrence, severity and detection was carried out by processing 40 questionnaires acquired from the parties, i.e. employers, engineers and contractors. The significance of problems having impact on contract administration efficiency is analyzed quantitatively by using FMEA. The result revealed the important problems are time limits for engineer to perform his duties are not determined and the rate of advance payment deductions seems too high and does not reflect the amount contractor received.

KEYWORDS: Problem, FIDIC contract, Failure Mode and Effect Analysis

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ หรือ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยโครงการอวกาศของ NASA ในช่วงทศวรรษที่ 1950 จากนั้นอุตสาหกรรมรถยนต์ได้นำ FMEA มาใช้ในปี 1972 นอกจากนี้กลุ่มปฏิบัติงาน North American Automotive Operations ของบริษัท Ford Motor จำกัด ได้นำ FMEA มาใช้ในการพัฒนาบุคลากรเพื่อเพิ่มความไว้วางใจของผลิตภัณฑ์สำหรับอบรมแก่พนักงานของบริษัท ต่อมา FMEA ได้นำไปประยุกต์ใช้อย่างรวดเร็วสำหรับอุตสาหกรรมกลุ่มอากาศยาน รถยนต์ อาวุธ และอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยได้เริ่มประยุกต์ใช้ FMEA เช่น บริษัท Ford Motor จำกัด นำ FMEA มาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการปรับปรุงคุณภาพของ Six Sigma อย่างการประยุกต์ใช้

FMEA ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยยังคงจำกัด ในการนำ FMEA มาใช้ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยง (Risk) โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk Priority Number : RPN) คือผลคูณของค่าความน่าจะเป็น ค่าผลกระทบ และค่าระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหา ค่า RPN แสดงถึงความสำคัญของข้อขัดข้องในการทำงานแต่ละรูปแบบที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้น ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 1,000 โดยค่า 1 จะมีลำดับต่ำที่สุด และ 1,000 (10x10x10) จะมีลำดับสูงสุด หลังจากวิเคราะห์ RPN แล้วให้นำข้อบกพร่องที่มีความเสี่ยงสูงมาบริหารความเสี่ยงโดยจัดทำโครงการแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยง หรือ ลดค่า RPN (อาทิตย์ (2555) และ ชุณห (2552))

สัญญาจ้างมาตรฐานหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลคือ สัญญาก่อสร้างมาตรฐานของ International Federation of Consulting Engineers หรือ FIDIC (ย่อมาจากชื่อในภาษาฝรั่งเศส ได้แก่ Federation International des Ingenieurs-Conseils) เนื่องจากเป็นสัญญาที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ทั้งนี้เพราะ FIDIC ได้จัดทำสัญญา Condition of Contract for Works of Civil Engineering Construction (Fourth Edition) หรือ The Red Book(1987) ในปี ค.ศ. 1987 จากนั้นธนาคารโลก ได้นำสัญญาดังกล่าวมาใช้เป็นข้อกำหนดในเอกสารการประมูลงานมาตรฐานสำหรับโครงการที่ได้รับความช่วยเหลือจากธนาคารโลก เนื่องจากประเทศไทยเองได้รับความช่วยเหลือจากธนาคารโลกดังนั้นโครงการก่อสร้างหลายโครงการในประเทศไทยจึงใช้สัญญา FIDIC โดยโครงการดังกล่าวส่วนใหญ่มีมูลค่างานมากกว่า 50 ล้านบาท พบว่าโครงการเหล่านี้จะมีเงื่อนไขของสัญญาจ้างที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับเนื้อหาสาระของสัญญามาตรฐาน (The Red Book, 1987) เนื่องจากความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้สัญญาจึงจำเป็นต้องมีการดัดแปลงบางประการ (สมศักดิ์ 2539)

เนื่องจากการประยุกต์ใช้สัญญามาตรฐาน The Red Book(1987) มักประสบปัญหาและอุปสรรคด้านภาษา FIDIC จึงได้จัดทำสัญญาก่อสร้างมาตรฐานใหม่ขึ้นในปี ค.ศ. 1999 มีชื่อว่า “Construction Contract(First Edition)” ซึ่งได้ปรับปรุงมาจาก Condition of Contract for Works of Civil Engineering Construction (Fourth Edition) โดยได้แก้ไขปัญหาด้านภาษาด้วยการใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและรัดกุม อีกทั้งได้แบ่งหมวดหมู่ให้เข้าใจขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการแก้ไขและเพิ่มเติมเงื่อนไขสัญญาที่มีข้อบกพร่อง เช่น การรับประกันคุณภาพ วิศวกรรมคุณค่า คณะกรรมการวินิจฉัยข้อพิพาท เป็นต้น (กองกฤษ, 2544) แม้ว่าสัญญา FIDIC จะได้รับการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้แล้ว แต่เมื่อสัญญา FIDIC ถูกนำมาใช้ในประเทศไทยกับประสบปัญหา 13 ประการ (กองกฤษ, 2544) โดยปัญหาซึ่งผู้ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้สัญญาจ้างมีความเห็นว่ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการบริหารสัญญามากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) ปัญหาการไม่กำหนดระยะเวลาแก้ไขวิศวกรในการทำหน้าที่พิจารณาตามที่กำหนดไว้ในสัญญา 2) ปัญหาการไม่กำหนดให้วิศวกรจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนสั่งเปลี่ยนแปลงงานที่สำคัญ และ 3) ปัญหาความเป็นกลางของวิศวกร

งานวิจัยนี้แสดงการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ช่วยในการประเมินระดับปัญหาของสัญญา FIDIC ด้วยการนำวิธี FMEA มาใช้ในการประเมินระดับปัญหาของสัญญา FIDIC โดยทั่วไปในการประเมินปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นผู้ประเมินจะแสดงความรู้สึกที่มีต่อค่าระดับความสำคัญ ค่าโอกาส และค่าผลกระทบของปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการบริหารสัญญาก่อนสร้าง เนื่องจากวิธี FMEA ได้ถูกนำมาใช้ในการหาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงในการทำระบบเกิดความล้มเหลว อีกทั้งวิธี FMEA ยังถูกใช้ในการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะข้อบกพร่องและกำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่

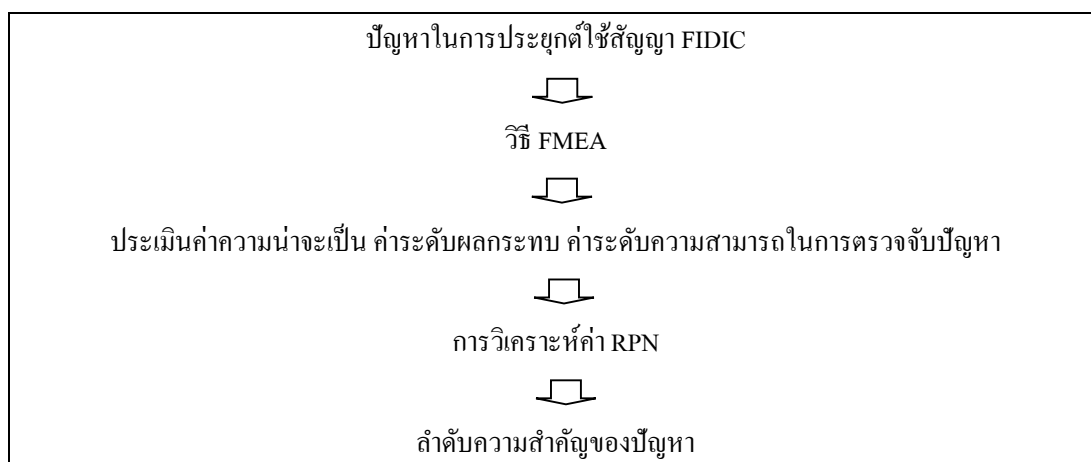
เกิดขึ้นแล้วของระบบ การวิจัยนี้ใช้จึงใช้ FMEA ในการวิเคราะห์ปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของสัญญา FIDIC เพื่อหาหนทางหรือหาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ในการทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์หรือผลกระทบต่อการบริหารสัญญา (อาทิตย์ 2555 และ ชุณหะ 2552)

บทความวิจัยนี้อภิปรายถึง การวิเคราะห์ปัญหาของการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC เพื่อจัดลำดับของปัญหา สำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้บริหารโครงการในการเลือกมาตรการจัดการปัญหาที่เหมาะสมในโครงการก่อสร้างในประเทศไทย โดยพิจารณาปัญหาในการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC จำนวน 13 ปัญหา (กองกฤษ, 2544) ผู้วิจัยได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจด้วยการนำวิธี FMEA มาใช้ ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี FMEA จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยในอดีต (กองกฤษ, 2544) ที่ทำการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาด้วยการประเมินระดับความเห็นด้วยกับปัญหาว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการบริหารสัญญา

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) วิเคราะห์ปัญหาในการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC ด้วยวิธี FMEA
- (2) จัดลำดับความสำคัญของปัญหา ในการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ในการศึกษาความสำคัญของปัญหาของสัญญา FIDIC มีขั้นตอนในการศึกษาทั้งหมด 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. รวบรวม ศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การวิเคราะห์วิธี FMEA และการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC ในประเทศไทย

2. รวบรวม สํารวจ ปัญหาของสัญญา FIDIC ในขั้นตอนต่างๆ ในโครงการก่อสร้างที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อการบริหารสัญญา ทั้งจากเอกสารอ้างอิงและจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างที่เคยใช้สัญญา FIDIC เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการระบุปัญหาของสัญญา FIDIC

3. วิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็น ค่าผลกระทบ และค่าระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหาของสัญญา FIDIC โดยใช้แบบสอบถาม วิศวกร ผู้ควบคุมงาน เจ้ารับจ้าง และผู้ว่าจ้างที่มีความรู้หรือมีประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี FMEA

4. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี FMEA กับผลการวิจัยในอดีต (กองกฐนธ์, 2544) ที่ทำการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาด้วยการประเมินระดับความเห็นด้วยกับปัญหาว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการบริหารสัญญา

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

การศึกษานี้พิจารณาปัญหาของข้อกำหนดต่างๆ ในสัญญา FIDIC งานวิจัยจึงได้กำหนดผู้ที่เข้าทำการสัมภาษณ์เป็นบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพในบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ โดยจะต้องเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ และผ่านการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ที่ประสบกับปัญหาของสัญญา FIDIC จำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์รวม 5 ท่าน ข้อมูลปัญหาของข้อกำหนดต่างๆ ในสัญญา FIDIC ดังแสดงในตารางที่ 1 ที่รวบรวมได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะถูกนำมาใช้ประกอบการสัมภาษณ์

ตารางที่ 1 ผลการประเมินระดับความเห็นด้วยต่อปัญหาในข้อกำหนดของสัญญา FIDIC (กองกฐนธ์, 2544)

อันดับ	ข้อกำหนดที่เป็นปัญหา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	3.5 การกำหนด	3.25	0.75
2	13.1 สิทธิในการเปลี่ยนแปลง	3.03	0.95
3	3 วิศวกร	3.00	1.05
4	2.3 บุคลากรของผู้ว่าจ้าง	2.91	0.99
5	20.3 ความบกพร่องในการแต่งตั้งคณะกรรมการวินิจฉัยข้อพิพาท	2.90	0.85
6	20.6 อนุญาโตตุลาการ	2.84	0.78
7	4.1 ข้อผูกพันทั่วไปของผู้รับจ้าง	2.73	1.04
8	20 การเรียกร้อง ข้อพิพาท และอนุญาโตตุลาการ	2.67	1.01
9	14.2 การจ่ายเงินล่วงหน้า	2.48	1.12
10	13.3 ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง	2.43	0.93
11	13 การเปลี่ยนแปลงและการแก้ไข	2.39	1.21
12	12.2 วิธีวัดปริมาณงาน	2.20	1.20
13	8.7 ความเสียหายจากความล่าช้า	2.19	0.99

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลด้วยการออกแบบสอบถาม

การศึกษานี้พิจารณาปัญหาของข้อกำหนดต่างๆ ในสัญญา FIDIC งานวิจัยจึงได้กำหนดผู้ที่จะตอบแบบสอบถามเป็นบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพในบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ โดยจะต้องเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ และผ่านการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ที่ประสบกับปัญหาของสัญญา FIDIC จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามรวม 40 ท่าน ผลการสัมภาษณ์จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบตัวแบบสอบถาม

4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ปัญหาในการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC ค่าความน่าจะเป็น ค่าระดับผลกระทบ ค่าระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหา

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม

การวิจัยครั้งนี้แบ่งปัญหาของสัญญา FIDIC ออกเป็น 13 ปัญหา (กองกฤษ, 2544) โดยเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในประเด็นเกี่ยวกับความเห็นด้วยกับปัญหาของสัญญา FIDIC ทั้ง 13 ปัญหา จากนั้นจึงสรุปปัญหาของสัญญา FIDIC ที่มีกพบแบ่งตามข้อกำหนดของสัญญา FIDIC

จากผลงานวิจัยในอดีตของ กองกฤษ (2544) และผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาของสัญญา FIDIC งานวิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความน่าจะเป็น ผลกระทบ และความสามารถในการค้นเจอปัญหาของสัญญา FIDIC แบบสอบถามจะถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (Rating Scale) เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้กรออกแบบสอบถามซึ่งชุดคำถามประกอบด้วย เพศ อายุ วุฒิการศึกษา สาขาที่จบการศึกษา ลักษณะขององค์กร ตำแหน่งงานในปัจจุบัน ประสบการณ์ในการทำงาน และลักษณะโครงการ

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับการเห็นด้วยกับปัญหาของสัญญา FIDIC

ส่วนที่ 3 เป็นคำถามเกี่ยวกับความน่าจะเป็นที่พบปัญหาของสัญญา FIDIC ความรุนแรงของผลกระทบ และความสามารถในการตรวจจับปัญหา

แบบสอบถามกำหนดให้ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อมูลในลักษณะของมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ระดับโอกาสที่เกิดขึ้น ระดับความรุนแรง และระดับความสามารถในการตรวจจับ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุดซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 5 ไปถึง 1 ดังแสดงในตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ระดับความน่าจะเป็น

ระดับความน่าจะเป็น	ระดับ
โอกาสเกิดน้อยที่สุด	1
โอกาสเกิดน้อย	2
โอกาสเกิดปานกลาง	3
โอกาสเกิดมาก	4
โอกาสเกิดมากที่สุด	5

ตารางที่ 3 ระดับความรุนแรงของผลกระทบ

ระดับผลกระทบ	ระดับ
ผลกระทบน้อยที่สุด	1
ผลกระทบน้อย	2
ผลกระทบปานกลาง	3
ผลกระทบมาก	4
ผลกระทบมากที่สุด	5

ตารางที่ 4 ระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหา

ระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหา	ระดับ
ความสามารถในการตรวจจับปัญหาน้อยที่สุด	1
ความสามารถในการตรวจจับปัญหาน้อย	2
ความสามารถในการตรวจจับปัญหามานกลาง	3
ความสามารถในการตรวจจับปัญหามาก	4
ความสามารถในการตรวจจับปัญหามากที่สุด	5

หลังจากได้ข้อมูลแล้วจึงประเมินตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเลียง (Risk Priority Number : RPN) ดังแสดงในสมการที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่า RPN จะถูกใช้ในการจัดลำดับของปัญหาของสัญญา FIDIC และใช้เปรียบเทียบกับลำดับปัญหาตามระดับความเห็นด้วยของปัญหา (กองกณฑ์, 2544)

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษครั้งนี้พิจารณาปัญหาของข้อกำหนดต่างๆ ในสัญญา FIDIC งานวิจัยจึงได้กำหนดผู้ที่จะตอบแบบสอบถามเป็นบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพในบริษัทที่ปรึกษาควบคุมงาน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ โดยจะต้องเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ และผ่านการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ที่ประสบกับปัญหาของสัญญา FIDIC จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 40 ท่าน ผลการสัมภาษณ์จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบตัวแบบสอบถาม ข้อมูลอยู่ในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด ซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 5 ไปถึง 1

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ หรือ วิธี FMEA ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 1950 โดยโครงการอวกาศของ NASA จากนั้นในปี ค.ศ. 1972 อุตสาหกรรมรถยนต์ได้นำ FMEA มาใช้ในการบริหารความเสี่ยงในการผลิตรถยนต์ นอกจากนี้เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1990 วิธี FMEA ได้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาบุคลากรเพื่อเพิ่มความไว้วางใจของผลิตภัณฑ์สำหรับอบรมแก่พนักงานของบริษัท Ford Motor จำกัด ในกลุ่มปฏิบัติงาน North American Automotive Operations (อาทิตย์ 2555 และ ชูณห 2552)

การประเมินค่าความเสี่ยงด้วยวิธี FMEA อาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk Priority Number : RPN) หรือ ตัวเลขลำดับความสำคัญ ซึ่งเป็นตัวเลขที่ใช้แบ่งแยกระดับความเสี่ยงของความล้มเหลว และ RPN แสดงความเร่งด่วนในการจัดการกับความล้มเหลวนั้น ค่า RPN เป็นผลมาจากส่วนประกอบ 3 ตัวคือ Severity (S) เป็นความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลว Occurrence (O) เป็นโอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนั้น Detection (D) เป็นความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวขึ้นได้อีก สมการที่ 1 แสดงค่า RPN

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

โดย S = ความรุนแรง (Severity) ที่พิจารณาจากผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

O = โอกาสที่เกิดขึ้น (Occurrence) ของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาจากความเป็นไปได้ (Likelihood) ในการเกิดสาเหตุข้อบกพร่อง

D = ความสามารถในการตรวจจับ (Detection) พิจารณาได้จากคุณสมบัติด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน

5. ผลการวิจัย

ในการศึกษาได้ใช้แบบประเมินระดับปัญหาของสัญญา FIDIC ผลการศึกษาได้ปัญหาของสัญญา FIDIC และค่าความน่าจะเป็น ระดับผลกระทบ ระดับความสามารถในการตรวจจับ ของแต่ละปัญหาดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อันดับของปัญหาและข้อกำหนดของสัญญา FIDIC ค่าความน่าจะเป็น ระดับผลกระทบ ระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหา และอันดับของปัญหาจากผลการวิจัยของ กองคุณท์ (2544)

อันดับ	ปัญหา	ข้อกำหนด	O	S	D	RPN	อันดับ*
1	สัญญาจ้างกำหนดให้ใช้หลักของสภาหอการค้านานาชาติ (ICC) ในกระบวนการอนุญาโตตุลาการ ซึ่งต่างกับธรรมเนียมปฏิบัติของไทย	3.5 การกำหนด	4.33	4.33	3.33	62.59	1
2	สัญญาจ้างกำหนดให้วิศวกรซึ่งเป็นตัวแทนของผู้ว่าจ้างทำหน้าที่ซึ่งจะต้องมีความเป็นกลาง เช่น การตีความและการออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างกระทำตาม เมื่อมีข้อความในสัญญาขัดแย้งกันการให้ความเห็นชอบ การประเมินค่าใช้จ่ายและกำหนดระยะเวลาต่างๆ เป็นต้น	14.2 การจ่ายเงินล่วงหน้า	4.00	3.67	4.00	58.67	9
3	สัญญาจ้างไม่กำหนดให้ผู้ว่าจ้างมีหน้าที่ในการควบคุมลูกจ้างของตนในเรื่องของการปฏิบัติตามกฎระเบียบและการรักษาความสะอาดบริเวณสถานที่ก่อสร้าง	12.2 วิธีการวัดปริมาณงาน	4.67	4.33	2.67	53.93	12
4	สัญญาจ้างไม่ระบุสิ่งที่สามารถใช้แทนค่าปรับในกรณีที่ผู้รับจ้างทำการก่อสร้างไม่แล้วเสร็จตามกำหนดได้	13 การเปลี่ยนแปลงและการแก้ไข	4.00	4.00	3.33	53.33	11
5	สัญญาจ้างไม่กำหนดระยะเวลาที่มากที่สุดที่วิศวกรจะต้องพิจารณา (Determination) เรื่องต่างๆ ซึ่งสัญญากำหนดให้วิศวกรพิจารณา เช่น การเรียกร้องของผู้รับจ้างการออกคำสั่งเมื่อมีปัญหา การทดสอบวัสดุ เป็นต้น ให้เสร็จ	13.1 สิทธิในการเปลี่ยนแปลง	3.00	2.67	3.33	26.67	2
6	สัญญาจ้างกำหนดให้ใช้ปริมาณจริงสุทธิ(Net Actual Quantity)ในการถอดแบบหาปริมาณงาน ซึ่งแตกต่างจากธรรมเนียมปฏิบัติของไทย	13.3 ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง	2.00	3.33	3.67	24.44	10
7	สัญญาจ้างกำหนดให้ผู้มีอำนาจในการแต่งตั้งคณะกรรมการวินิจฉัยข้อพิพาท คือ ประธานของสหพันธ์วิศวกรที่ปรึกษานานาชาติ(FIDIC) ซึ่งอาจไม่สะดวกในทางปฏิบัติ	8.7 ความเสียหายจากความล่าช้า	2.67	2.67	3.33	23.70	13
8	สัญญาจ้างไม่กำหนดให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในกรณีที่ผู้รับจ้างรู้หรือควรได้รู้อยู่แล้วว่ามีข้อบกพร่องในแบบรูปหรือรายการก่อสร้าง แต่ก็ไม่ได้บอกกล่าวตักเตือนผู้ว่าจ้าง	3 วิศวกร	3.33	3.00	2.33	23.33	3

ตารางที่ 5 อันดับของปัญหาและข้อกำหนดของสัญญา FIDIC ค่าความน่าจะเป็น ระดับผลกระทบ ระดับ

ความสามารถในการตรวจจับปัญหา และอันดับของปัญหาจากผลการวิจัยของ กองทุนฯ (2544) (ต่อ)

อันดับ	ปัญหา	ข้อกำหนด	O	S	D	RPN	อันดับ*
9	สัญญาจ้างไม่กำหนดให้ผู้รับจ้างต้องทำการประเมินผลกระทบอื่นๆ นอกจากกำหนดเวลาและราคางาน เช่น ความปลอดภัย ประสิทธิภาพในการทำงาน เป็นต้น ในกรณีที่วิศวกรขอให้ผู้รับจ้างทำการประเมินก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแปลงงาน	20.6 อนุญาตตุลาการ	2.33	2.33	3.00	16.33	6
10	สัญญาจ้างกำหนดอัตราการเก็บคืนเงินย่ำล่วงหน้าที่ผู้รับจ้างต้องจ่ายคืนผู้ว่าจ้างเป็นจำนวนร้อยละ 25 ของเงินงวดที่ผู้รับจ้างจะได้รับ ไม่ว่าจะได้รับเงินย่ำล่วงหน้าที่จำนวนเท่าใด ซึ่งแตกต่างจากธรรมเนียมของไทย	20.3 ความบกพร่องในการแต่งตั้งคณะกรรมการวินิจฉัยข้อพิพาท	2.00	2.00	2.67	10.67	5
11	สัญญาจ้างไม่กำหนดสิทธิของผู้รับจ้างในการคัดค้านหรือปฏิเสธการเปลี่ยนแปลงงานของวิศวกร ในกรณีที่การเปลี่ยนแปลงนั้นมีปริมาณของงานที่เปลี่ยนแปลงมาาก	20 การเรียกร้อง ข้อพิพาท และอนุญาตตุลาการ	2.33	2.00	1.67	7.78	8
12	สัญญาจ้างไม่กำหนดวิธีการยุติข้อพิพาทระหว่างผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้างรายอื่นที่เข้ามาทำงานในบริเวณสถานที่ก่อสร้างตามคำสั่งของผู้ว่าจ้าง	2.3 บุคลากรของผู้ว่าจ้าง	2.00	2.00	1.67	6.67	4
13	สัญญาจ้างไม่กำหนดให้วิศวกรต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนเปลี่ยนแปลงงานที่สำคัญ	4.1 ข้อผูกพันทั่วไปของผู้รับจ้าง	1.67	1.67	1.67	4.63	7

ปัญหาที่มีค่า RPN สูงสุด 3 อันดับแรกคือ

- 1) ปัญหาการไม่กำหนดระยะเวลาที่มากที่สุดที่วิศวกรจะต้องพิจารณาเรื่องต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในสัญญา
- 2) สัญญาจ้างกำหนดอัตราการเก็บคืนเงินย่ำล่วงหน้าที่ผู้รับจ้างต้องจ่ายคืนผู้ว่าจ้างเป็นจำนวนร้อยละ 25 ของเงินงวดที่ผู้รับจ้างจะได้รับ ไม่ว่าจะได้รับเงินย่ำล่วงหน้าที่จำนวนเท่าใด ซึ่งแตกต่างจากธรรมเนียมของไทย
- 3) สัญญาจ้างกำหนดให้ใช้ปริมาณจริงสุทธิ (Net Actual Quantity) ในการถอดแบบหาปริมาณงาน ซึ่งแตกต่างจากธรรมเนียมปฏิบัติของไทย

พบว่าผลการวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธี FMEA สามารถระบุปัญหาที่สำคัญที่สุดได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กองทุนฯ (2544) ซึ่งลำดับปัญหาตามระดับความเห็นด้วยของปัญหา อย่างไรก็ตามปัญหาในลำดับรองลงมา มีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่นปัญหาที่มีผู้เห็นด้วยสูงสุดเป็นลำดับที่ 2 และ 3 (กองทุนฯ, 2544) กลับมีค่า RPN ต่ำและมีลำดับเป็นที่ 5 และ 8 ตามลำดับ ส่วนปัญหาที่มีค่า RPN สูงเป็นลำดับที่ 2 และ 3 มีค่าความเห็นด้วยว่าเป็นปัญหาลำดับและมีลำดับเป็นที่ 9 และ 12 ตามลำดับ

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านเกี่ยวกับปัญหาของข้อกำหนดต่างๆ ในสัญญา FIDIC พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นด้วยกับปัญหาของสัญญา FIDIC ทั้ง 13 ปัญหา ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้อธิบายลักษณะของปัญหาเพิ่มเติม เช่น ข้อกำหนดที่ 13.1 สิทธิในการเปลี่ยนแปลง เกี่ยวกับสัญญาจ้างไม่กำหนดระยะเวลาที่มากที่สุดที่วิศวกรจะต้องพิจารณา (Determination) เรื่องต่างๆ ซึ่งสัญญากำหนดให้วิศวกรพิจารณา เช่น การเรียกร้องของผู้รับจ้างการออกคำสั่งเมื่อมีปัญหา การทดสอบวัสดุ เป็นต้น ให้เสร็จ ทำให้วิศวกรเป็นสาเหตุให้เกิดความล่าช้า ในขณะที่ข้อกำหนด 3 วิศวกร ที่สัญญาจ้างไม่กำหนดให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในกรณีที่ผู้รับจ้างรู้หรือควรได้รู้อยู่แล้วว่ามีข้อบกพร่องในแบบรูปหรือรายการก่อสร้าง แต่ก็ไม่ได้บอกกล่าวเตือนผู้ว่าจ้าง ทำให้วิศวกรสามารถละเลยความรับผิดชอบของตนได้

6. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองสำหรับช่วยประเมินปัญหาของสัญญา FIDIC ด้วยการพิจารณาผลกระทบจากสัญญา FIDIC ต่อประสิทธิภาพการบริหารสัญญา ด้วยการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธี FMEA มาใช้ ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาหลักของสัญญา FIDIC คือ

- 1) ปัญหาการไม่กำหนดระยะเวลาที่มากที่สุดที่วิศวกรจะต้องพิจารณาเรื่องต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในสัญญา
- 2) สัญญาจ้างกำหนดอัตราการเก็บเงินจ่ายล่วงหน้าซึ่งผู้รับจ้างต้องจ่ายเงินผู้ว่าจ้างเป็นจำนวนร้อยละ 25 ของเงินงวดที่ผู้รับจ้างจะได้รับ ไม่ว่าจะได้รับเงินล่วงหน้าไปจำนวนเท่าใด ซึ่งแตกต่างจากธรรมเนียมของไทย
- 3) สัญญาจ้างกำหนดให้ใช้ปริมาณจริงสุทธิ (Net Actual Quantity) ในการถอดแบบหาปริมาณงาน ซึ่งแตกต่างจากธรรมเนียมปฏิบัติของไทย

ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีประเมินความเห็นด้วยกับปัญหา และวิธี FMEA สอดคล้องกันในส่วนของปัญหาที่มีลำดับสูงสุด แต่แตกต่างในสำหรับปัญหาในลำดับรองลงมา

9. เอกสารอ้างอิง

- กองกฤษณ์ โดชัยวัฒน์. 2544. การศึกษาการประยุกต์ใช้สัญญา FIDIC ในอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขุนทด เณรมณี. 2552. การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับงานซ่อมบำรุง : กรณีศึกษาโรงงานผลิตพลาสติกบรรจุภัณฑ์. สารนิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมศักดิ์ วงศ์กาศชัย. 2539. การศึกษาเงื่อนไขของสัญญาว่าจ้างงานก่อสร้างในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาทิตย์ นันทกุล. 2555. การหาสาเหตุและวิธีการแก้ไขการแตกร้าวผิวหน้ากระเบื้องซีเมนต์เส้นใยแผ่นลอน. การศึกษาโครงการเฉพาะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

**ตัวคูณลดกำลังรับแรงดัดของพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียวเสริมกำลังด้วย CFRP
ที่วิบัติแบบหลุดล่อน ณ ย่านความเหนียวสูง**
**FLEXURAL STRENGTH REDUCTION FACTOR OF HIGH DUCTILE
REINFORCED CONCRETE ONE-WAY SLAB STRENGTHENED BY CFRP
WITH DEBONDING FAILURE**

ชัชวาลย์ พุนลาพานิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและการพัฒนาเมือง มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: chatshawal.po@spu.ac.th

ดร.ณัฐวัฒน์ จุฑารัตน์

อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและการพัฒนาเมือง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: nuttawat.ch@spu.ac.th

รินทร์ลลิตา สืบสมุทร

อนงนุช พรโสม

กนกวรรณ สืบศรีชัย

กิตติศักดิ์ มณีนพรัตน์

นักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและการพัฒนาเมือง มหาวิทยาลัยศรีปทุม

บทคัดย่อ

แผ่นพื้น คสล. ทางเดียวออกแบบตามมาตรฐาน ACI 318-05 ขนาด $0.32 \text{ m} \times 0.10 \text{ m}$ ช่วงความยาว 2.5 m เพื่อรับน้ำหนักบรรทุกจร 100 kg/m^2 เสริมกำลังด้วย CFRP จำนวน 2 ชั้นและ 4 ชั้นตามลำดับ เพื่อให้รับน้ำหนักบรรทุกจร ได้เท่ากับ 250 kg/m^2 โดยให้วิบัติโดยการหลุดล่อนของ CFRP ที่มีความเหนียวสูง หรือตัวคูณลดกำลังรับแรงดัด (ϕ) เท่ากับ 0.90 และ 0.85 ตามลำดับ ผลการทดลองด้วยวิธี Third point loading พบว่าการออกแบบเสริมกำลังด้วย CFRP ตามข้อแนะนำของ ACI 440.2R-08 สามารถควบคุมการวิบัติโดยให้แผ่น CFRP หลุดล่อนได้ ณ ย่านความเหนียวสูงตามต้องการ โดยมีค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงดัด (ϕ) สูงถึง 0.90

คำสำคัญ: เสริมกำลังโครงสร้าง พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ความเหนียว เสริมกำลังด้วยเส้นใยคาร์บอน

ABSTRACT

Reinforced concrete one-way slabs with the cross section of $0.32 \text{ m} \times 0.10 \text{ m}$ and 2.5 m span length were designed according to ACI 318-05 for the live load of 100 kg/m^2 . They were then strengthened with the 2 and 4 layers of CFRP to increase the live load resistance to 250 kg/m^2 aiming to fail by CFRP debonding at high ductility range or with the flexural strength reduction factor, ϕ , of 0.90 and 0.85 respectively. Third point loading test showed that ACI 440.2R-08 design guideline was capable of controlling the type of failure of the highly ductile specimen to be CFRP debonding as expected with the flexural strength reduction factor, ϕ , as high as 0.90.

KEYWORDS: Strengthening, Reinforced concrete slabs, Ductility, CFRP

1. บทนำ

ปัจจุบันมีความนิยมนำอาคารเก่ามาปรับปรุงสภาพและเปลี่ยนแปลงประโยชน์ใช้สอยพื้นที่ของอาคารแตกต่างไปจากสภาพเดิม ทำให้โครงสร้างอาคารต้องรับภาระน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นจากที่คำนวณออกแบบไว้ดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น การนำอาคารที่พักอาศัยปรับปรุงให้เป็นอาคารสำนักงานที่มีน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น จึงได้มีการนำเทคนิคการเสริมกำลังโครงสร้างวิธีต่าง ๆ มาใช้งาน กรณีอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) วิธีการเสริมกำลังด้วยเส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber Reinforced Plastic, CFRP) เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยม ข้อดีคือสามารถติดตั้งวัสดุเสริมกำลังที่ผิวนอกจึงดำเนินการได้สะดวก มีน้ำหนักเบาไม่เพิ่มภาระน้ำหนักบรรทุกแก่อาคาร มีกำลังวัสดุและค่าโมดูลัสสูงสามารถเพิ่มกำลังให้โครงสร้างเดิมได้มาก แต่ข้อเสียคือ CFRP ไม่มีความหยุ่นเหนียวอาจทำให้องค์อาคารภายหลังเสริมกำลังมีสภาพแข็งเกร็งมากขึ้น ลดทอนสภาพความเหนียว (Ductility) ทำให้เปลี่ยนรูปได้น้อยลง อาจไม่มีสัญญาณเตือนผู้ใช้งานอาคารก่อนเกิดอุบัติเหตุให้ทราบล่วงหน้า รวมทั้งลักษณะการวิบัติส่วนใหญ่ของชิ้นทดสอบที่พบในการทดลองคือ วิบัติโดยการหลุดล่อนของแผ่น CFRP ซึ่งเป็นการวิบัติที่เกิดขึ้นแบบฉับพลันไม่เป็นที่นิยมในการออกแบบ

อย่างไรก็ตามมาตรฐาน ACI 318-05 ได้พิจารณาตัวคูณลดกำลังรับแรงดัด (ϕ) ตามค่าความเหนียวขององค์อาคาร และ ACI 440.2R-08 แนะนำวิธีควบคุมการหลุดล่อนของแผ่น CFRP ที่ใช้เสริมกำลังรับแรงดัด ซึ่งวิศวกรนำทั้งสองหลักการมาพิจารณาร่วมกันในการออกแบบเสริมกำลังค้ำโครงสร้าง จึงเป็นที่น่าสนใจว่าเมื่อออกแบบเสริมกำลังพื้นด้วย CFRP โดยให้เกิดการวิบัติแบบหลุดล่อนแล้ว ค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงดัดที่เกิดขึ้นจริงจะยังสอดคล้องกับที่ออกแบบไว้หรือไม่

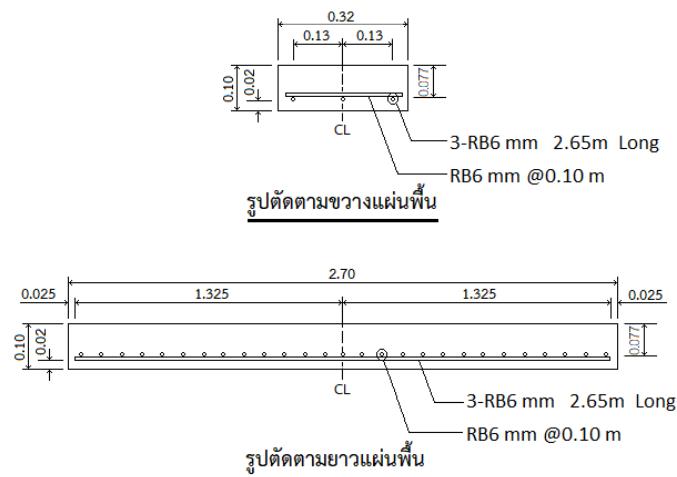
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) ออกแบบเสริมกำลังแผ่นพื้น คสล. ทางเดียวด้วย CFRP ให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นได้จาก 100 kg/m^2 เป็น 250 kg/m^2 โดยให้มีการวิบัติแบบหลุดล่อนของ CFRP
- (2) ศึกษาพฤติกรรมของแผ่นพื้น คสล. ที่เสริมกำลังรับแรงดัดด้วย CFRP ทั้งในด้านกำลัง ลักษณะการวิบัติ และความเหนียว
- (3) หาค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงดัดที่เหมาะสมของโครงสร้างพื้น คสล. ที่เสริมกำลังด้วย CFRP ที่วิบัติแบบหลุดล่อน ณ ข้นความเหนียวสูง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

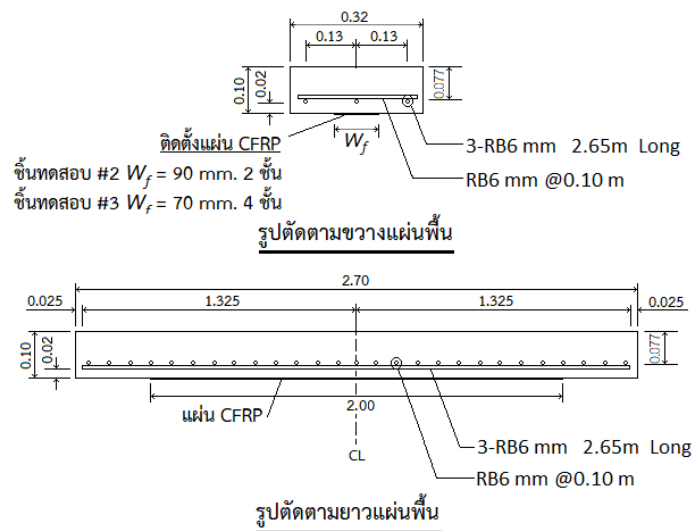
3.1 ขั้นตอนการวิจัย

การออกแบบแผ่นพื้น คสล. ทางเดียว ในเบื้องต้นกำหนดคุณสมบัติวัสดุ กำลังอัดประลัยของคอนกรีต (f'_c) เท่ากับ 240 kg/cm^2 เหล็กเสริมกำลังรับแรงดึงชั้นคุณภาพ SR24 ภาระน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ออกแบบแผ่นพื้น ประกอบด้วย น้ำหนักบรรทุกตายตัวเนื่องจากน้ำหนักโครงสร้าง (W_{DL}) น้ำหนักบรรทุกตายตัวเพิ่มเติมจากวัสดุตกแต่งผิวพื้น (W_{SDL}) 80 kg/m^2 และน้ำหนักบรรทุกจร (W_{LL}) 100 kg/m^2 โดยมีช่วงความยาวพื้น (span) เท่ากับ 2.5 m ออกแบบตามมาตรฐาน ACI 318-05 ได้หน้าตัดแผ่นพื้น คสล. ทางเดียวที่ไม่ได้เสริมกำลังด้วย CFRP (ขั้นตอนทดสอบ #1) ขนาด $0.32 \text{ m} \times 0.10 \text{ m}$ มีเหล็กเสริมหลัก 3- RB6 หน้าตัดด้านข้างใส่เหล็กเสริมกันร้าว RB6 @0.10 m ดังในแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 รายละเอียดแผ่นพื้น คสล. ทางเดียวที่ไม่ได้เสริมกำลังด้วย CFRP (ขั้นตอนทดสอบ #1)

แผ่นพื้นทดสอบขั้นที่ 2 และ 3 (ขั้นตอนทดสอบ #2 และ #3) ได้เสริมกำลังด้วย CFRP ให้สามารถรับภาระน้ำหนักบรรทุกจรเพิ่มขึ้นเป็น 250 kg/m^2 เหมือนกัน แต่มีรายละเอียดการออกแบบแผ่น CFRP เสริมกำลังต่างกัน เพื่อควบคุมให้แผ่นพื้นทดสอบเกิดค่าความเครียดในเหล็กเสริมรับแรงดึง (ϵ_s) ขณะวิบัติด้วยการหลุดล่อนของแผ่น CFRP ต่างกัน โดยมีค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงดัด (ϕ) ในการออกแบบ 0.90 และ 0.85 ซึ่งขั้นตอนทดสอบ #2 และ #3 ออกแบบตาม ACI 440.2R-08 เสริมกำลังด้วย CFRP ได้ความหนาจำนวน 2 ชั้นและ 4 ชั้น มีความกว้างของแผ่นเท่ากับ 90 mm และ 70 mm ตามลำดับดังแสดงในแผนภาพที่ 2 คุณสมบัติของแผ่น CFRP ที่นำมาใช้เสริมกำลังโครงสร้างนำเสนอไว้ในตารางที่ 1



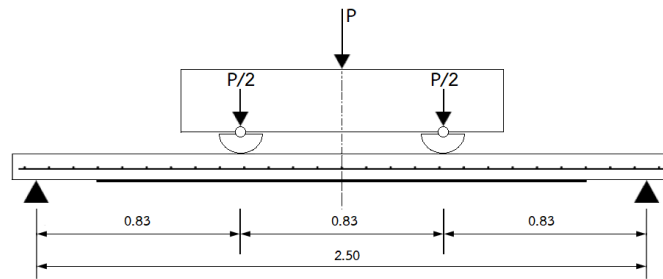
แผนภาพที่ 2 รายละเอียดแผ่นพื้น คสล. ทางเดียวที่เสริมกำลังด้วย CFRP (ชั้นทดสอบ #2และ#3)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติวัสดุแผ่นคาร์บอนไฟเบอร์ที่ใช้เสริมกำลังโครงสร้าง

System type :	dry, unidirectional sheet, installed using a wet layup procedure where the dry carbon-fiber sheets are impregnated and adhered with an epoxy resin on-site.
Fiber type :	high-strength carbon
Polymer resin :	epoxy
Mechanical properties :	Thickness per ply $t_f = 0.167$ mm ultimate tensile strength of the CFRP $f_{tu} = 35,000$ kg/cm ² tensile modulus of elasticity of the CFRP $E_f = 2,350,000$ kg/cm ² ultimate rupture strain of CFRP $\epsilon_{fu} = 1.5\%$
Design reduction factors :	environmental reduction factor $C_E = 0.95$ for interior exposure FRP strength reduction factor $\Psi = 0.85$ for flexure

3.2 การทดสอบ และการติดตั้งอุปกรณ์วัดพฤติกรรมโครงสร้าง

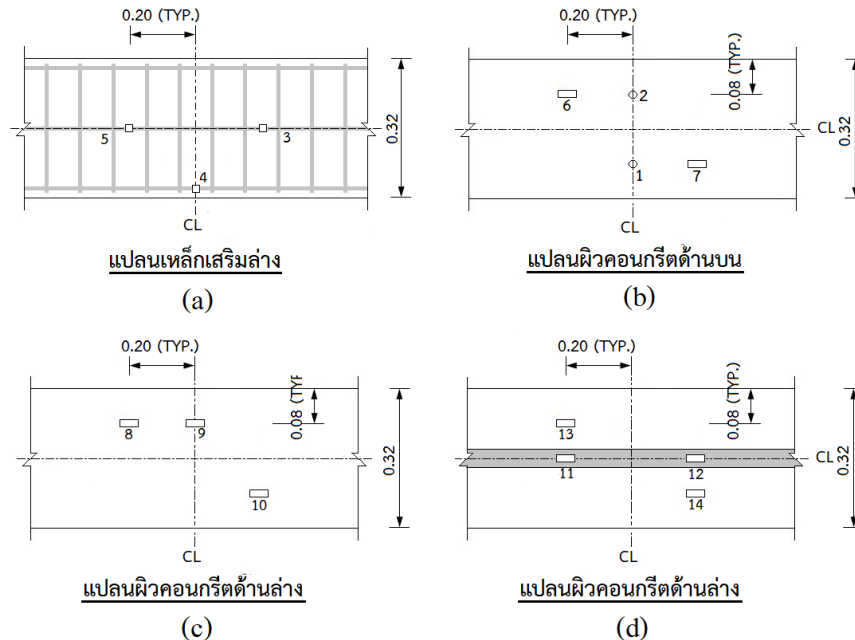
ทดสอบกำลังค้ำของชั้นทดสอบทั้งหมดโดยใช้น้ำหนักบรรทุกทุกแบบ Third point loading ดังแผนภาพที่ 3 สำหรับชั้นทดสอบ #1 ดำเนินการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นครั้งละ 10 kg ในขณะที่ชั้นทดสอบ #2 และ #3 เพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นครั้งละ 50 kg จนกระทั่งถึงจุดวิบัติ ระหว่างทดสอบ Loading test ผู้วิจัยได้ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อวัดพฤติกรรมโครงสร้าง ประกอบด้วย Dial gauge วัดระยะโก่งตัวที่จุดกึ่งกลางแผ่นพื้น Strain gauge วัดความเครียดดึงและอัดที่ผิวบนและล่างของแผ่นพื้นคอนกรีต และติดตั้ง Strain gauge วัดความเครียดดึงในเหล็กเสริมและ CFRP รายละเอียดของการติดตั้งอุปกรณ์วัดพฤติกรรมชั้นทดสอบนำเสนอไว้ในตารางที่ 2 ผังแสดงตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆนำเสนอในแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 3 วิธีทดสอบกำลังรับแรงดัดขึ้นทดสอบโดยการใส่น้ำหนักบรรทุกแบบ Third Point Loading Test

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดการติดตั้ง อุปกรณ์วัดพฤติกรรมโครงสร้างขณะทดสอบ

No.	Instruments	Measurement items / Locations	#1	#2	#3
1, 2	Dial gauge	Mid-span deflections	✓	✓	✓
3, 4, 5	Strain gauge	Tensile strains in main steel reinforcement	✓	✓	✓
6, 7	Strain gauge	Compressive strains at the top slab surface	✓	✓	✓
8, 9, 10	Strain gauge	Tensile strains at the bottom slab surface	✓		
11, 12	Strain gauge	Tensile strains in CFRP		✓	✓
13,14	Strain gauge	Tensile strains at the bottom slab surface		✓	✓



แผนภาพที่ 4 ฟังแสดงตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดพฤติกรรมโครงสร้างในขึ้นทดสอบ

- (a) ฟังแสดงตำแหน่งติดตั้ง strain gauge ในเหล็กเสริมคอนกรีต (ขึ้นทดสอบ #1 #2 และ #3)
- (b) ฟังแสดงตำแหน่งติดตั้ง Strain gauge และ Dial gauge ที่ผิวบนแผ่นพื้นคอนกรีต (ขึ้นทดสอบ #1 #2 และ #3)
- (c) ฟังแสดงตำแหน่งติดตั้ง Strain gauge และ Dial gauge ที่ผิวล่างแผ่นพื้นคอนกรีต (ขึ้นทดสอบ #1)
- (d) ฟังแสดงตำแหน่งติดตั้ง Strain gauge ที่แผ่น CFRP และผิวล่างแผ่นพื้นคอนกรีต (ขึ้นทดสอบ #2 และ #3)

4. ผลการทดสอบ

4.1 กำลังอัดคอนกรีตและเหล็กเสริม

กำลังอัดคอนกรีตของแผ่นพื้น คสล. ทั้งที่เสริมกำลังและไม่เสริม CFRP มีค่าเท่ากับ 303 kg/cm^2 กำลังรับแรงดึง ณ จุดคราก (f_y) ของเหล็กเสริมมีค่าเท่ากับ 3806 kg/cm^2 ขณะที่กำลังวัสดุเบื้องต้นที่ใช้ออกแบบมีค่าเท่ากับ 240 kg/cm^2 และ 2400 kg/cm^2 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลทดสอบการดึงเหล็กเสริมจำนวนสามตัวอย่างพบว่าการดึง ณ จุดครากของเหล็กเสริม E_{sy} มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.001761

4.2 ลักษณะการวิบัติ

ลักษณะการวิบัติของชิ้นทดสอบทั้งสามเป็นไปตามที่ออกแบบกล่าวคือ ชิ้นทดสอบ #1 วิบัติแบบ Tension failure ชิ้นทดสอบ #2 และ #3 วิบัติโดยการหลุดลอกของแผ่น CFRP ดังแสดงในแผนภาพที่ 5 ที่น้ำหนักบรรทุก 420 kg 1791 kg และ 2151 kg ตามลำดับ และเมื่อพิจารณา ณ จุดครากของเหล็กเสริม น้ำหนักบรรทุกของทั้งสามชิ้นทดสอบมีค่าเท่ากับ 410 kg 1010 kg และ 1180 kg ตามลำดับ

4.3 พฤติกรรมของโครงสร้าง

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและระยะโก่งตัวของชิ้นทดสอบ ณ กึ่งกลางช่วงพื้น แสดงไว้ในแผนภาพที่ 6(a) จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด ชิ้นทดสอบ #1 #2 และ #3 มีระยะโก่งตัวเท่ากับ 53 mm 49.4 mm และ 47.7 mm ตามลำดับ และเมื่อพิจารณา ณ จุดครากของเหล็กเสริม (ขณะมีความเครียดดึง $E_{sy} = 0.001761$) ค่าระยะโก่งตัวของชิ้นทดสอบเท่ากับ 48 mm 17 mm และ 17.6 mm ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและค่าความเครียดของเหล็กเสริมรับแรงดึงของชิ้นทดสอบทั้งสามแสดงในแผนภาพที่ 6(b) จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด ชิ้นทดสอบ #1 #2 และ #3 มีความเครียดดึงเท่ากับ 0.0019 0.00814 และ 0.00643 ตามลำดับ ส่วนความเครียด ณ จุดครากซึ่งพิจารณาที่ค่าเท่ากับ 0.00176 ก็สอดคล้องใกล้เคียงกับพฤติกรรมของกราฟ ซึ่งเปลี่ยนแปลงความชันค่อนข้างชัดเจนดังแสดงในแผนภาพที่ 6(b) ที่จุด A และ B ขณะที่การเปลี่ยนความชันของกราฟแผนภาพที่ 6(b) ณ จุด C ที่สังเกตได้ชัดเจนนั้น เกิดเนื่องจากการแตกร้าวเริ่มต้น (first crack) ของชิ้นทดสอบทั้งสามตัวอย่าง

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและค่าความเครียดดึงของ CFRP ของชิ้นทดสอบ #2 และ #3 แสดงในกราฟแผนภาพที่ 6(c) จากกราฟจะเห็นได้ว่า ณ จุดวิบัติ ค่าความเครียดสูงสุดในคาร์บอนไฟเบอร์ (E_{fc}) ในชิ้นทดสอบ #2 และ #3 มีค่าเท่ากับ 0.006743 0.006106 ตามลำดับ ซึ่งเป็นความเครียดดึงค่าสุดท้ายที่ Strain gauge ตรวจวัดและบันทึกได้ก่อน CFRP จะหลุดลอก

5. วิเคราะห์และอภิปรายผล

5.1 กำลังรับแรงดัดสูงสุด, M_u

จากผลทดสอบค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของชิ้นทดสอบทั้งสามชิ้น สามารถคำนวณเป็นค่ากำลังรับแรงดัดสูงสุด (M_u from loading test) ได้ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังรับแรงดัดที่คำนวณตามทฤษฎี โดยใช้กำลังวัสดุตามที่ยกแบบ (Theoretical M_u (f_c'/f_y Prelim prop.)) จะมีความแตกต่างอยู่มาก แต่เมื่อปรับการคำนวณโดยใช้กำลังวัสดุจริง (Theoretical M_u (f_c'/f_y Real prop.)) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง



(a)



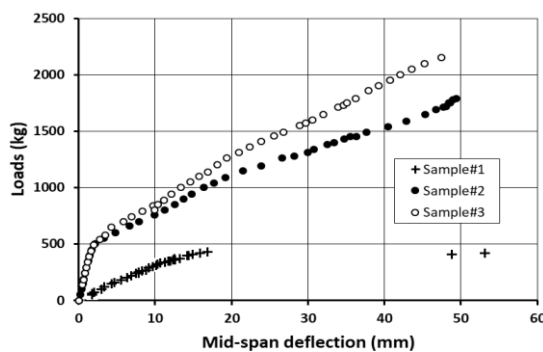
(b)



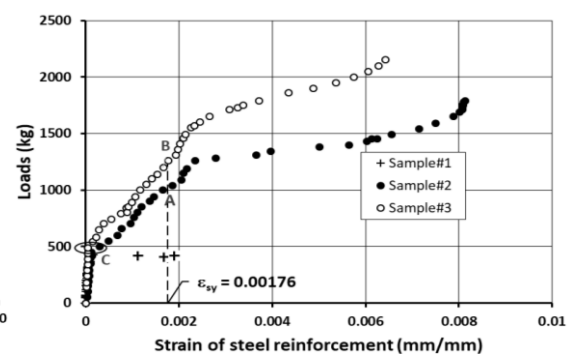
(c)

แผนภาพที่ 5 ลักษณะวิบัติของชิ้นทดสอบขณะทดสอบ Loading test ที่ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด

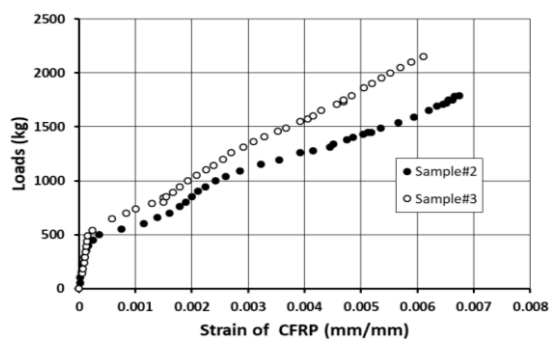
(a) ชิ้นทดสอบ #1 (b) ชิ้นทดสอบ #2 (c) ชิ้นทดสอบ #3



(a)



(b)



(c)

แผนภาพที่ 6 กราฟแสดงข้อมูลผลวัดพฤติกรรมโครงสร้างขณะทดสอบ Loading test พล็อตกับน้ำหนักบรรทุก

(a) การโก่งตัวของชิ้นทดสอบ (b) ค่าความเครียดดึงในเหล็กเสริม (c) ค่าความเครียดดึงใน CFRP

ค่า $f_y = 3806 \text{ kg/cm}^2$ (เทียบกับ 2400 kg/cm^2) จะพบว่าผลการทดลองกับทฤษฎีมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น และในที่สุดเมื่อปรับค่า Ψ (additional reduction factor) จากการคำนวณกำลังที่เพิ่มขึ้นจาก CFRP ออก จะพบว่า M_n จากทฤษฎี (Theoretical M_n (f'_c/f_y Real prop.) neglect Ψ) ของชิ้นทดสอบ #2 และ #3 คือ 767.65 kg-m และ 822.08 kg-m จะแตกต่างกับ M_n จากการทดสอบซึ่งเท่ากับ 746.35 kg-m และ 896.35 kg-m สำหรับชิ้นทดสอบ #2 และ #3 อยู่เท่ากับ 2.8% และ 8.3% ตามลำดับ ซึ่งเป็นความแตกต่างที่ไม่มาก สามารถใช้ทำนายกำลังได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติของชิ้นทดสอบ ระหว่างค่าที่ประเมินด้วยทฤษฎีจากค่ากำลังวัสดุ และค่าจากผลทดสอบ loading test

Summary of Results		#1	#2	#3
Theoretical M_n (f'_c/f_y Prelim prop.)	(kg-m)	153.65	552.38	587.65
- neglect of terms Ψ	(kg-m)		624.16	665.94
Theoretical M_n (f'_c/f_y Real prop.)	(kg-m)	242.48	687.07	734.90
- neglect of terms Ψ	(kg-m)		767.65	822.08
M_n from loading test	(kg-m)	175.1	746.35	896.35
Theoretical ϵ_{fe} (f'_c/f_y Prelim prop.)	(mm/mm)	-	0.00717	0.00507
Theoretical ϵ_{fe} (f'_c/f_y Real prop.)	(mm/mm)	-	0.00806	0.00570
ϵ_{fe} (Measuring strain)	(mm/mm)	-	0.00670	0.00610
Theoretical ϵ_{st} (f'_c/f_y Prelim prop.)	(mm/mm)		0.00588	0.00430
Theoretical ϵ_{st} (f'_c/f_y Real prop.)	(mm/mm)	0.0469	0.00651	0.00474
ϵ_{st} (Measuring strain)	(mm/mm)	0.0019	0.00814	0.00643
ϕ (Prelim design)		0.9	0.9	0.85
ϕ (Measuring strain estimation)		0.9	0.9	0.9
Ductility ratio ($\epsilon_{su}/\epsilon_{sy}$)		1.08	4.62	3.65
Ductility ratio (Δ_{su}/Δ_{sy})		1.10	2.91	2.69

อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาค่า M_n ขณะออกแบบชิ้นทดสอบ #2 และ #3 เพื่อรับ นน.บรรทุกจร เท่ากับ 250 kg/m^2 สำหรับ $\phi = 0.90$ และ 0.85 นั้น พบว่าเพื่อให้เกณฑ์การออกแบบถูกต้องตามมาตรฐานทุกกรณีนั้น กำลัง M_n ของชิ้นทดสอบ #2 และ #3 จริงที่ออกแบบคือ 552.38 kg-m และ 587.65 kg-m ตามลำดับ ซึ่งเทียบกับ นน.บรรทุกจร 1625 kg/m^2 และ 2000 kg/m^2 สาเหตุหลักที่ทำให้กำลัง M_n ที่ออกแบบต้องสูงเกินความต้องการอย่างมาก คือหน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมขณะรับน้ำหนักบรรทุกจรใหม่ ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการออกแบบด้วย ที่ต้องพิจารณาให้รอบคอบ

5.2 ลักษณะการวิบัติ

ชิ้นทดสอบทั้งสามชิ้นมีลักษณะการวิบัติตรงตามที่ออกแบบคือ ชิ้นทดสอบ #1 วิบัติโดยเหล็กเสริมรับแรงดึงคราก่อนคอนกรีตอัดแรง ขณะที่ชิ้นทดสอบ #2 และ #3 วิบัติโดยการหลุดล่อนของ CFRP จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าค่าความเครียดดึงของ CFRP ขณะหลุดล่อน (ϵ_{fc}) ที่ได้จากการวัดในชิ้นทดสอบจริง (ϵ_{fe} , Measuring strain) ของชิ้นทดสอบ #2 และ #3 มีค่าเท่ากับ 0.00670 และ 0.00610 น้อยและมากกว่าค่าทางทฤษฎีที่ออกแบบไว้คือ 0.00717 และ 0.00507 เท่ากับ 6.6% และ 20.3% ตามลำดับ ซึ่งค่าความเครียดดึงของ CFRP ขณะหลุดล่อนที่ตรวจวัด

ได้นั้นสอดคล้องกับคุณสมบัติของ CFRP ที่ระบบที่มีความหนาและค่าความแข็งแรงที่มากกว่า ควรจะหลุดล่อนก่อนระบบที่บางและมีความยืดหยุ่นมากกว่า เนื่องด้วยขั้นตอนทดสอบ #2 มีการเสริม CFRP 2 ชั้น ขณะที่ขั้นตอนทดสอบ #3 มีการเสริม CFRP 4 ชั้น

ในขั้นตอนทดสอบ #2 การหลุดล่อนเกิดที่ค่าความเค้นดึงของ CFRP น้อยกว่าค่าทางทฤษฎี ซึ่งอาจไม่ใช่ว่าควบคุมคุณภาพที่ดีแต่ทั้งนี้ก็เกิดที่น้ำหนักบรรทุกทุกใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎีมาก (error 2%) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ามีพฤติกรรมตามต้องการ ในขณะที่ขั้นตอนทดสอบ #3 การหลุดล่อนเกิดที่ค่าความเค้นดึงมากกว่าค่าทางทฤษฎี ทั้งยังมีค่าน้ำหนักบรรทุกจริงมากกว่าค่าทางทฤษฎี จึงกล่าวได้ว่า ข้อเสนอแนะใน ACI440.2 R-08 ในแง่ลักษณะการวิบัติแบบหลุดล่อน สามารถควบคุมกำลังรับแรงคดได้ตามต้องการ และในการออกแบบที่มีความเหนียวน้อยกว่า (ขั้นตอนทดสอบ #3, $\phi=0.85$) ก็ยังสามารถทำนายกำลังสูงสุดได้อย่างปลอดภัย

5.3 ค่าความเหนียวและตัวคูณลดกำลัง

ค่าความเค้นดึงของเหล็กเสริมขณะวิบัติตามรูปแบบไว้ของขั้นตอนทดสอบ #2 และ #3 (Theoretical $E_{st} (f_c'/f_y \text{ Prelim prop.})$) คือ 0.00588 และ 0.00043 ซึ่งถือได้ว่าเป็นการวิบัติที่มีความเหนียวสูงเป็นตัวกำหนดค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงคดให้เป็น $\phi=0.90$ และ $\phi=0.85$ ในขั้นตอนทดสอบ #2 และ #3 ตามลำดับ จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าผลทดสอบ loading test ของขั้นตอนทดสอบ #2 และ #3 สามารถวัดค่าความเค้นดึงของเหล็กเสริมขณะวิบัติ (E_{st} (Measuring strain)) ได้เท่ากับ 0.00814 และ 0.00643 ซึ่งสามารถพิจารณาเป็นค่าความเหนียวเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเค้นดึงที่จุดคราก ($E_{sy} = 0.001761$) ได้เท่ากับ 1.62 และ 3.65 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงคดที่สอดคล้องกับผลทดสอบ loading test ของขั้นตอนทดสอบ #2 และ #3 ที่มีค่า $E_{st} > 0.005$ ทั้งคู่แล้วจะได้ค่า $\phi=0.90$ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการออกแบบเสริมกำลังองค์อาคาร คสล. ด้วย CFRP ในย่านความเหนียวสูง สามารถควบคุมการวิบัติให้หลุดล่อนได้ตามต้องการ ขณะที่อาจสามารถใช้ค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงคดได้สูงถึง 0.90

6. สรุปผลการวิจัย

(1) ข้อเสนอแนะใน ACI 440.2R-08 สามารถใช้ออกแบบเสริมกำลังพื้น คสล. ทางเดียวด้วย CFRP และควบคุมลักษณะการวิบัติให้ CFRP หลุดล่อนได้ตามความต้องการ

(2) เกณฑ์ที่ควบคุมและกำหนดปริมาณ CFRP ในการออกแบบเสริมกำลังขณะที่มีปริมาณเหล็กเสริมรับแรงคดต่ำ คือหน่วยแรงในเหล็กเสริมรับแรงดึงขณะใช้งาน

(3) การหลุดล่อนของ CFRP ที่ออกแบบให้ค่า $\phi=0.85$ เกิดขึ้นที่ค่าความเค้นน้อยกว่าขั้นตอนที่ออกแบบด้วยค่า $\phi=0.90$ ทั้งยังเกิดที่ค่าความเค้นมากกว่าค่าทางทฤษฎี ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่าการออกแบบที่มีค่าความเหนียวน้อยกว่า พฤติกรรมขององค์อาคารเสริมกำลังก็ยังเป็นไปตามที่ต้องการและสามารถทำนายได้อย่างปลอดภัย

(4) ค่าความเหนียวเมื่อพิจารณาจาก E_{smax}/E_{sy} จากการทดลองเท่ากับ 1.62 และ 3.65 ในขั้นตอนที่ออกแบบให้ $\phi=0.90$ และ 0.85 ตามลำดับ

(5) สามารถออกแบบข้อเสนอแนะการเสริมกำลังด้วย CFRP ที่ต้องการให้องค์อาคารมีความเหนียวสูงมากได้ ขณะที่ควบคุมให้เกิดการวิบัติแบบหลุดล่อนโดยมีค่าตัวคูณลดกำลังรับแรงคด $\phi=0.90$

7. ข้อเสนอแนะ

(1) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษานำร่อง (pilot study) ขึ้นทดสอบที่ศึกษามีเพียงชนิดละ 1 ตัวอย่าง ข้อมูลตรวจวัดค่าที่มีประโยชน์ในการออกแบบเสริมกำลัง เช่นค่าความเครียดของ CFRP ขณะวิบัติแบบหลุดล่อน (ϵ_{fc}) ที่รวบรวมได้มีจำนวนน้อย ไม่พอจะรับรองค่าทดสอบเพื่อนำไปใช้งานได้ในภาคปฏิบัติ จึงควรเพิ่มจำนวนการทดสอบ loading test ของขึ้นทดสอบชนิดเสริมกำลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดให้ได้ข้อมูลจำนวนมากขึ้น

(2) ควรเก็บตัวอย่างและทดสอบหาข้อมูลค่ากำลังวัสดุของโครงสร้างที่ประสงค์จะปรับปรุงเสริมกำลังให้ได้ค่าตรงตามสภาพจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่ากำลังดึงจุดคราก (f_y) ของเหล็กเสริมซึ่งมักจะได้ค่าทดสอบสูงกว่าค่ากำลังที่ระบุไว้อย่างมาก ทำให้ประเมินค่ากำลังค้ำยันค้ำอาคารภายหลังเสริมกำลังได้ค่าสูงและถูกต้องมากขึ้น ส่งผลต่อปริมาณวัสดุเสริมกำลังและแรงงานในการติดตั้งที่ลดลง มีประสิทธิภาพและประหยัด

8. เอกสารอ้างอิง

ACI 318-05, "Building Code Requirement for Structural Concrete and Commentary," American Concrete Institute, 2004.

ACI 440.2R-08, "Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures," American Concrete Institute, 2008.

**การวางแผนงานร่วมกับการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมโดยใช้การ
วิเคราะห์ฟอลต์ทรีและ PERT
INTEGRATION OF ARCHITECTURAL DEFECT ANALYSIS AND
CONSTRUCTION PLANNING USING FAULT TREE ANALYSIS AND PERT**

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์

**อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**

E-mail: thiprat.t@gmail.com

สุรัชย์ สมวงศ์

**นักศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**

E-mail: tccl204@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเวลาในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมเพื่อวางแผนการก่อสร้าง โดยประยุกต์ใช้วิธีฟอลต์ทรี (Fault Tree Analysis: FTA) การวิจัยนี้รวบรวมและศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมและวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหายที่ทำให้เกิดความล่าช้า โดยแสดงในรูปแบบแผนภาพฟอลต์ทรีของแต่ละกิจกรรมและเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นและผลกระทบของแต่ละสาเหตุต่อเวลาในการก่อสร้างของแต่ละกิจกรรมด้วยแบบสอบถามร่วมกับการประชุมระดมสมอง และวิเคราะห์ค่าคาดหวังของความล่าช้าในแต่ละกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมด้วยการวิเคราะห์ฟอลต์ทรีในเชิงปริมาณ ผลวิจัยพบว่าข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมมีจำนวน 14 ข้อผิดพลาดสำคัญ วิธี FTA สามารถใช้ระบุข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมที่มีความเสี่ยงสูงสุดและสามารถระบุสาเหตุพื้นฐานของข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมได้ ทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถจัดการมาตรการจัดการความเสี่ยงในแต่ละข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมและภาพรวมของโครงการได้

คำสำคัญ: ข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม ความล่าช้า ความเสี่ยง การวิเคราะห์ฟอลต์ทรี

ABSTRACT

The objective of the research is to analyse the factors affecting time of architectural defects for developing a construction plan. The methodology consists of collecting and studying literature review concerning architectural defects and factors causing delays, identifying problems and delay causes in architectural defects from literature reviews and brainstorming sessions. The root causes of delay problems are analyzed using Fault Tree Analysis (FTA). The probabilities of occurrences of the causes are acquired using questionnaires and brainstorming. The significance of root causes is analyzed quantitatively by using FTA. The result reveals that there are 14 architectural defects. The proposed approach can assist in ranking risky architectural defects and risk factors resulting from architectural defects and the entire project. A Project manager can conduct suitable proactive risk measures to undertake risks.

KEYWORDS: Architectural Defect, Delay, Risk, Fault Tree Analysis

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันมีเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนโครงการหลายวิธี ได้แก่ Gantt Chart หรือ Bar chart Critical Path Method หรือ CPM Project Evaluation and Review Technique หรือ PERT เทคนิคการวางแผนงานแบบเชิงเส้น หรือ Linear Scheduling Techniques และ เทคนิคการจำลองสถานการณ์ หรือ Simulation Technique โดยทั่วไปเทคนิคหรือเครื่องมือในการวางแผนที่นิยมใช้มี 3 เทคนิคคือ เทคนิคแบบ Gantt chart, CPM และ PERT (สร้อยดาว วินิจนันท์, 2552)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการนำหลักการบริหารความเสี่ยงมาใช้ร่วมกับวิธี PERT เนื่องจากวิธีวางแผนงานในปัจจุบันมีข้อจำกัด เช่น วิธี CPM เป็นวิธีการวางแผนงานที่อาศัยโครงข่ายในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมตั้งแต่ต้นจนจบ ซึ่งแสดงระยะเวลาที่แสดงบนกิจกรรมเป็นเวลาที่แน่นอน (Deterministic) จึงต้องใช้กับโครงการที่เคยทำหรือสร้างขึ้นแล้วซึ่งผู้วางแผนรู้ถึงขั้นตอนการทำงานและระยะเวลาที่ใช้เป็นอย่างดี ดังนั้นข้อจำกัดของวิธี CPM คือไม่สามารถวางแผนโครงการโดยวิเคราะห์ปัจจัยที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ แม้ว่าวิธี PERT จะเป็นวิธีการคำนวณระยะเวลาโครงการ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาแต่ละกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำหลักความน่าจะเป็นเข้ามาใช้ในการหาระยะเวลา โดยคิดค่าเฉลี่ยจากตัวเลขจำนวน 3 ตัวของแต่ละกิจกรรม คือ 1. ระยะเวลาที่ดีที่สุดหรือ (Optimistic, a) 2. ระยะเวลาที่มากที่สุดหรือ (Pessimistic, b) 3. ระยะเวลาที่มีค่าความน่าจะเป็นมากที่สุดหรือ (Most Likely, m) จากตัวเลขจำนวน 3 ตัวข้างต้น โดยสมการในการคิดค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาของ PERT คือสมการที่ 1 และ 2 แต่วิธี PERT มีข้อจำกัดคือ การประมาณการเวลาที่ดีที่สุด เวลาที่มากที่สุด และเวลาที่มีค่าความน่าจะเป็นมากที่สุดอาศัยประสบการณ์ของผู้ประเมินเป็นหลักทำให้ไม่สามารถอธิบายได้ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดเวลาที่มากที่สุดหรือเวลาที่มากที่สุดคือปัจจัยใด ทำให้ผู้จัดการโครงการไม่สามารถกำหนดมาตรการเร่งงานโดยการส่งเสริมปัจจัยที่ทำให้เกิดเวลาที่มากที่สุดหรือกำหนดมาตรการจัดการความเสี่ยงในเชิงรุกเพื่อลดผลกระทบจากปัจจัยที่ทำให้เกิดเวลาที่มากที่สุดได้ (Ahuja, V. and Thiruvengadam, V., 2004)

$$\mu = \frac{(a + 4m + b)}{6} \quad (1)$$

$$SD = \frac{(b - a)}{6} \quad (2)$$

โครงการก่อสร้างโดยทั่วไปมักได้รับผลกระทบจากปัจจัยเสี่ยง โดยผลกระทบมีต่อทั้งเวลา ต้นทุน และคุณภาพของโครงการ ปัจจัยเสี่ยงของโครงการสามารถแบ่งออกเป็น 1) สาเหตุจากบุคลากรที่เกี่ยวข้อง 2) สาเหตุจากการเงิน 3) สาเหตุจากเครื่องจักรในงานก่อสร้าง 4) สาเหตุจากวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง 5) สาเหตุจากขั้นตอนวิธีการก่อสร้าง และ 6) สาเหตุจากปัญหาด้านสภาพภูมิประเทศที่ไม่เหมาะสมกับการทำงาน ปัจจัยดังกล่าวเกี่ยวข้องกับบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างคือ ผู้ว่าจ้าง ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงานก่อสร้างและผู้รับจ้าง ทั้งนี้เนื่องจากโครงการก่อสร้างถูกดำเนินงานภายใต้ขีดจำกัดของงบประมาณ กำหนดระยะเวลา และคุณภาพของงาน พร้อมทั้งยังมีกิจกรรมมาก มีความซับซ้อนของงาน และมีผู้เกี่ยวข้องมากมาย ในแต่ละช่วงการดำเนินงานอาจมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นได้ จึงทำให้งานก่อสร้างล่าช้า ทั้งเนื่องจากผู้ที่เกี่ยวข้องแต่ละฝ่ายและปัจจัยภายนอก เช่น ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบจากความเสี่ยงทำให้เวลาในการดำเนินการก่อสร้างในแต่ละกิจกรรมมีความไม่แน่นอน (Shamas Ur Rehman, T. and Stephen O.O., 2010)

บทความวิจัยนี้อภิปรายถึง สาเหตุของความล่าช้าในการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมและประมาณการเวลาที่ล่าช้าในระดับกิจกรรมเพื่อประมาณการเวลาก่อสร้างของโครงการก่อสร้างที่มีมูลค่ามากกว่า 50 ล้านบาทขึ้นไป ซึ่งดำเนินงานก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการวางแผนงานในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมด้วยการนำวิธีการประเมินความเสี่ยงมาใช้ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์ฟอลท์ทรี Fault Tree Analysis (FTA) ในการประเมินความเสี่ยง ผู้ประเมินทั่วไปจะแสดงความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อระดับความสำคัญ ค่าโอกาส และค่าผลกระทบของปัจจัยเสี่ยงหรือสาเหตุของความล่าช้าในงานก่อสร้าง สำหรับวิธี FTA การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) อย่างหนึ่ง ที่ใช้หลักการการอนุมาน (Deductive Principle) โดยเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ (Undesired Event) ของระบบถูกกำหนดขึ้น จากนั้น ระบบจะถูกวิเคราะห์ในรายละเอียด ลักษณะการทำงานและสิ่งแวดล้อม เพื่อหาหนทางหรือหาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ในการทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ (Vesely, et.al., 1981) นอกจากนี้ การวิเคราะห์ฟอลท์ทรี ยังถูกนำมาใช้ในการหาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงในการทำให้ระบบเกิดความล้มเหลว

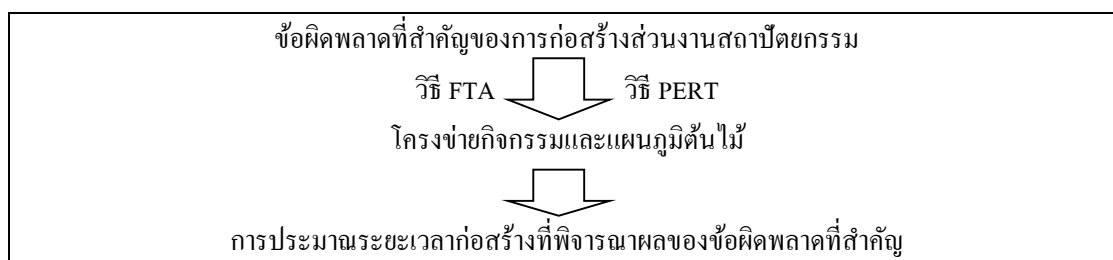
บทความวิจัยนี้อภิปรายถึง การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของความล่าช้าในงานก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม เพื่อวางแผนงานก่อสร้างสำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้จัดการ โครงการในการกำหนดมาตรการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม โดยพิจารณาปัจจัยที่ทำให้งานก่อสร้างล่าช้า ผู้วิจัยได้เสนอแบบจำลองที่ช่วยในการวางแผนด้วยการนำวิธี FTA มาใช้ ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี FTA จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธี CPM วิธี PERT และเวลาในการก่อสร้างจริง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของข้อผิดพลาดที่สำคัญของการก่อสร้างส่วนงานสถาปัตยกรรมโดยการวิเคราะห์ฟอลท์ทรี

(2) เพื่อประมาณระยะเวลาที่ล่าช้าเนื่องจากข้อผิดพลาดที่สำคัญของการก่อสร้างส่วนงานสถาปัตยกรรม ด้วย PERT

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การศึกษานี้ทำให้เกิดความล่าช้าในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมของโครงการก่อสร้างกรณีศึกษา โครงการ บางกอก แมริออท สุรวงศ์ มีขั้นตอนในการศึกษาทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวม ศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การวิเคราะห์วิธี FTA โครงการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม และผลกระทบจากความล่าช้าในโครงการก่อสร้าง
2. รวบรวม สืบหา ความเสี่ยงและสาเหตุของความเสี่ยงในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม ที่ทำให้เกิดความล่าช้า ทั้งจากเอกสารอ้างอิงและจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ประกอบด้วย วิศวกร ผู้จัดการโครงการ โพรแมน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการระบุปัจจัยเสี่ยงในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม
3. วิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสาเหตุพื้นฐานของความล่าช้าในแต่ละกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม โดยรวบรวมข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี FTA ต่อไป
4. สร้างแผนภาพพล็อตที่ชี้แจงแสดงสาเหตุของความล่าช้าในแต่ละกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมโดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธี FTA เชิงคุณภาพ
5. นำสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี FTA เชิงคุณภาพ มาวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการเกิดความล่าช้าของกิจกรรมต่างๆ ในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมด้วยวิธี FTA เชิงปริมาณ
6. เปรียบเทียบผลการประมาณการเวลาโครงการด้วยวิธีที่นำเสนอ วิธี CPM วิธี PERT และเวลาในการก่อสร้างจริง
7. เสนอแนะมาตรการจัดการความล่าช้าในโครงการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม
8. สรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย

การดำเนินงานศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บข้อมูลการจัดกลุ่มประเภทของสาเหตุความล่าช้าในงานจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม

ส่วนที่ 2 รวบรวมรายงานสาเหตุของความล่าช้าที่มักพบของในงานจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม เพื่อนำไปสร้างแผนภาพฟลอร์ทรีและวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการเกิดความล่าช้าของกิจกรรมต่างๆ ในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมด้วยวิธี FTA เชิงปริมาณ

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี FTA และวิธี PERT โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธี PERT

วิธี PERT พัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2501 โดยกองทัพเรือสหรัฐร่วมกับ บูซ แอลเลน และ แฮมิลตัน (Booz Allen and Hamilton) และ ล็อกฮีด แอร์คราฟต์ (Lockheed Aircraft) วัตถุประสงค์การพัฒนาคือการใช้ในการบริหารโครงการจรวดโพลาริส (Polaris) ซึ่งเป็นโครงการขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยผู้รับเหมาช่วง (Subcontractor) มากกว่า 9,000 ราย ได้มีการนำแนวความคิดของความน่าจะเป็น (probability concept) เข้ามาประกอบเข้ากับวิธีการเดิม เช่น วิธี CPM ทำให้วิธี PERT สามารถนำไปใช้กับโครงการที่มีเวลาดำเนินงานไม่แน่นอน วิธี PERT จึงเหมาะกับการใช้ในโครงการที่ไม่เคยทำมาก่อน หรือโครงการซึ่งไม่สามารถเก็บรวบรวมเวลาของการทำกิจกรรมได้ เช่น โครงการพัฒนาวิจัย งานก่อสร้าง (จิรวัดน์ คำรื้อนงค์, 2555)

ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเทคนิค PERT ซึ่งมีค่าไม่แน่นอน ซึ่งมีการแจกแจงความน่าจะเป็นในรูปแบบเบต้า (Beta Distribution) ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกิจกรรมได้โดยใช้สมการที่ 1 และ 2 และนำค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนมาหาค่ามาตรฐานจากสมการที่ 3 (จิรวัดน์, 2555 และ จูติวัฒน์, 2555)

$$Z = \frac{T_i - \sum Te}{\sqrt{\sum \sigma^2}} \quad (3)$$

โดยที่ T_i คือ เวลาของโครงการที่กำหนดขึ้น

วิธี FTA

วิธี FTA พัฒนาขึ้นในปี 1961 โดย H.A. Watson of Bell Telephone Laboratories ร่วมมือกับ U.S. Air Force เพื่อใช้ศึกษา The Minuteman Missile Launch Control System และใช้เป็นเครื่องมือ ในการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยและใช้ในการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบที่มีความซับซ้อน วิธี FTA มี 4 ขั้นตอน คือ การนิยามระบบ (System Definition) การสร้างแผนภาพฟลอร์ทรี (Fault Tree Construction) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Evaluation) และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Evaluation)

วิธี FTA เป็นเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโครงสร้าง ซึ่งจะช่วยให้การสืบหาสาเหตุรากเหง้าของความเสียหาย (Root Cause) ทั้งนี้เพื่อทำการขจัดสาเหตุรากเหง้าอันจะทำให้ความเสียหายนั้น ๆ ไม่กลับมาอีกซึ่งเป็นการแก้ปัญหาแบบยั่งยืน ซึ่งทำให้สามารถหาแนวทางป้องกันได้ก่อนที่ความล้มเหลวจะเกิดขึ้น (Vesely, et.al., 1981) FTA เป็นวิธีที่ทำให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของแต่ละเหตุการณ์แต่ละสาเหตุได้เป็นอย่างดี และแสดงด้วยแผนภาพที่เข้าใจง่าย

วิธีการสร้างแผนผัง FTA กล่าวโดยสรุป คือ เหตุการณ์ที่ยังสามารถวิเคราะห์ต่อลงไปได้อีกจะเขียนแทนด้วยสี่เหลี่ยม ($\square$) ส่วนเหตุการณ์ที่เกิดได้ตามปกติ ไม่ต้องวิเคราะห์ต่อจะเขียนแทนด้วยวงกลม (O) ส่วนสัญลักษณ์ที่ใช้เชื่อมต่อแต่ละเหตุการณ์เข้าด้วยกัน มี 2 แบบคือ เหตุการณ์ที่เชื่อมกันด้วย“และ” ($\wedge$) หมายถึงว่า จะต้องเกิดเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุย่อยทุกเหตุการณ์พร้อมกันจึงจะเกิดเหตุการณ์นั้นขึ้นได้ ซึ่งแตกต่างไปจากเหตุการณ์ที่เชื่อมด้วย “หรือ” ($\vee$) ซึ่งหมายถึงว่า หากเกิดเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุย่อยเพียงเหตุการณ์เดียว ก็จะทำให้เกิดเหตุการณ์นั้น (Vesely, et.al.,1981) ได้จุดเด่นของ FTA คือไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลมาเพื่อวิเคราะห์เหมือนกับข้อมูลอื่น ๆ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบระบบแก้ปัญหาเพื่อให้การบริหารงานตรวจสอบภายในมีประสิทธิภาพ (Hadipriono, 2001 และ Sianipar, 1997)

โดยทั่วไปในการเขียนสาเหตุของความเสียหายจะได้จากการระดมความคิดทั้งหมด โดยเริ่มจากต้นเหตุใหญ่ของความเสียหายซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย คน เครื่องมือ สภาพแวดล้อม วิธีการทำงานและวัตถุดิบ แล้วแต่ละองค์ประกอบที่เก็บรวบรวมสาเหตุของความเสียหายนั้น ได้จาก Fault Tree Diagram ของความเสียหายทั้งหมด สาเหตุที่เป็นสาเหตุพื้นฐานซึ่งเขียนอยู่ในสัญลักษณ์วงกลม (O) จะถูกนำมาเป็นตัวตั้งในการวิเคราะห์หามาตรการจัดการความเสี่ยง แล้วทำการประเมินความเหมาะสมเมื่อคัดเลือกมาตรการจัดการความเสี่ยงจากคะแนนความเหมาะสมและดุลพินิจของทุกคนที่เกี่ยวข้องแล้ว การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีปกติเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative model) แต่มักจะถูกนำไปใช้ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วย (Quantitative model) เพื่อหาข้อสรุปต่างๆ ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะใช้ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ มาเกี่ยวข้อง โดยหาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จากข้อมูลทางสถิติหรือจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์เชิงปริมาณมีการคำนวณค่าความน่าจะเป็นมีหลักการคำนวณดังต่อไปนี้ กรณีที่ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์พื้นฐาน คือ “หรือ” (Or Gate) กำหนดให้ $S = q_1$ หรือ q_2 หรือ q_3 หรือ...หรือ q_n จะได้ว่า

$$P(S) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - q_i) \quad . (4)$$

เมื่อ q_i เป็นเหตุการณ์ที่อิสระต่อกัน

กรณีที่ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์พื้นฐาน คือ “และ” (And Gate) กำหนดให้ $S = q_1$ และ q_2 และ q_3 และ...และ q_n จะได้ว่า

$$P(S) = \prod_{i=1}^n q_i \quad (5)$$

เมื่อ q_i เป็นเหตุการณ์ที่อิสระต่อกัน

จากงานวิจัยของไพฑูรย์ (2547) ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โดยใช้การวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีวิธี FTA พบว่าข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดปัญหาได้ถูกรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามและทำการวิเคราะห์ความสำคัญของสาเหตุหรือปัจจัยโดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณ ผลการวิจัยแสดงปัจจัยที่เป็นสาเหตุเบื้องต้นจำนวน 43 ปัจจัย ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. พบว่า 5 อันดับแรกคือ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานและผู้ใช้งานมีพฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่เหมาะสม ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ตามลำดับ

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูลข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมในโครงการกรณีศึกษา โครงการ บางกอก แมริออท สุรวงศ์ แผนภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างข้อมูลข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมในโครงการกรณีศึกษา พบว่าข้อผิดพลาดที่ทำการศึกษามี 14 ข้อผิดพลาดสำคัญ ดังนี้ 1) งานความเรียบร้อยบริเวณทางเข้าห้อง 2) งานพื้นและผนังกระเบื้อง 3) งานพื้นไม้สำเร็จ 4) งานบัวเชิงผนัง 5) งานผนังปูน 6) งานผนัง Wall Paper 7) งานชุดอลูมิเนียม 8) งานอุปกรณ์ไฟฟ้า 9) งานฝ้าเพดาน 10) งานเฟอร์นิเจอร์ 11) งานชุดครัว 12) งานห้องน้ำ 13) งานระเบียง และ 14) งานประตูและวงกบ

DEFECT INSPECTION FORM

AR 010

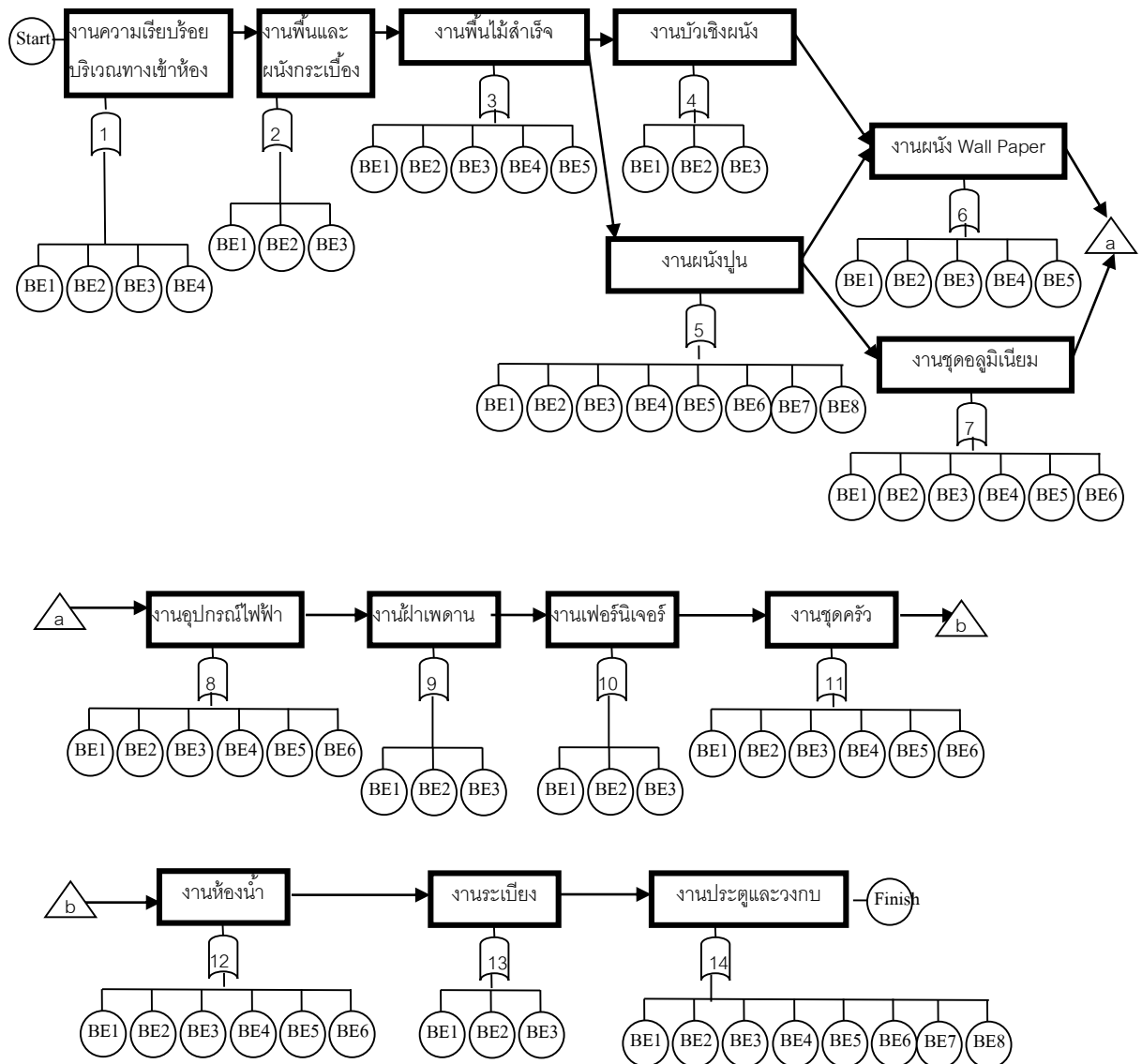
PROJECT : Bangkok Marriott The Surawongse		INSPECTION DATE : ๗ - ๐๗ - ๖๗		SERIAL NO. :	
NAME of Contractor (s) : ☒ CES ☐ W&S ☒ ACBI ☐ TRUST ☐ BKD		FIRST INSPECTION DATE : ๗ - ๐๗ - ๖๗			
☒ ORE ☐ B&S ☐ ULT ☐ RCDC ☐ KEEN (Loose Fur) ☐ FTTC ☒ GETEC		SECOND INSPECTION DATE : ๐๗ / ๐๙ / ๖๗			
LOCATION : Floor 11 / Room No. 1112 / Unit Type DP					

NO.	ITEM (s) TO BE RECTIFIED	1st Inspection		COMMENT	2nd Inspection		COMMENT
		YES	NO		YES	NO	
1.	ห้องรับแขก						
1.1	ประตูทางเข้าห้อง						
	1. วงกบ+ขั้ววงกบได้แนว ไม่บิดงอ	✓					
	2. สีวงกบ+สีขั้ววงกบสม่ำเสมอ ไม่เป็นรอย	✓	✓			✓	- กระจกเงา Door Seal
	3. บานประตูไม่บิดและหัวร่องได้แนว รอบบาน	✓				✓	- ประตูบานเปิด lock.
	4. สีบานประตู+สีขั้วบานสม่ำเสมอ ไม่เป็นรอย	✓	✓			✓	- ประตูบานเปิด lock.
	5. อุปกรณ์ประตูและบานพับสะอาดไม่เป็นรอย	✓	✓				
1.2	ผนัง						
	1. แนวผนังเรียบ ไม่เป็นคลื่น ได้เหลี่ยมมุม ทาสีเรียบร้อยสม่ำเสมอ	✓	✓			✓	- ผนัง X ไม้จริง.
	2. แนวเหนือบัวพื้นเป็นแนวตรงไม่เป็นคลื่นทาสีเรียบร้อย สม่ำเสมอ	✓	✓			✓	- บัว
	3. แนวผนังได้เป็นแนวตรง ไม่เป็นคลื่น ทาสีเรียบร้อย สม่ำเสมอ	✓	✓				
	4. วัสดุตกแต่งผนัง (Wall Paper, (คืออลูมิเนียม) และอื่นๆ)	✓	✓	คิดค่าวัสดุเพิ่มค่าไม่ครบ			
1.3	ฝ้า						
	1. ระดับฝ้าโดยรอบ ได้ระดับเท่ากัน	✓				✓	- ฝ้าเรียบ
	2. ตำแหน่งช่องเปิดถูกต้อง ครอบทุกช่อง ตามแบบ	✓				✓	- ฝ้าเรียบ
	3. ฝ้าเรียบไม่เป็นคลื่น	✓	✓			✓	- ฝ้าเรียบ
	4. ร่อง GROOVE เข้ามจากเรียบร้อย	✓	✓				
	5. การฉาบ Step ฝ้าเป็นแนวตรง ไม่เพี้ยน	✓	✓				

แผนภาพที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมในโครงการกรณีศึกษา

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาค้นหาสาเหตุพื้นฐานของความล่าช้าในแต่ละข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม โดยอาศัยแบบฟอร์มการตรวจสอบข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมในโครงการกรณีศึกษาดังตัวอย่างที่แสดงใน แผนภาพที่ 2 ทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นและระดับผลกระทบจากแต่ละข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมพบว่าข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมซึ่งมีความเสี่ยงที่จะล่าช้าสูงสุด คือ 1) งานผนังปูน 2) งานห้องน้ำ 3) งานชุดอลูมิเนียม 4) งานประตูและวงกบ และ 5) งานพื้นและผนังกระเบื้อง เนื่องจากความจำกัดในการแสดงข้อมูลทั้งหมด ผู้วิจัยจึงแสดงสาเหตุพื้นฐานและความน่าจะเป็นของแต่ละสาเหตุของความล่าช้าในข้อผิดพลาดของงานผนังปูนซึ่งเป็นงานสถาปัตยกรรมที่พบว่ามีความผิดพลาดสูงสุดเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยความน่าจะเป็นของการเกิดความเสี่ยงที่จะล่าช้าในงานผนังปูนเท่ากับ 68.42 โดยอาศัยสมการที่ 4 ตารางที่ 2 แสดงความน่าจะเป็นของข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมทั้ง 14 รายการ โดยความน่าจะเป็นของการเกิดความเสี่ยงที่จะล่าช้าในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมของโครงการ เท่ากับ 65.16 โดยอาศัยสมการที่ 4



แผนภาพที่ 3 แผนภาพฟลอร์ทรีในการประเมินความเสี่ยงในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม

แผนภาพที่ 3 ผลการประมาณเวลาการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมด้วยวิธี FTA ร่วมกับวิธี PERT พบว่าเวลาน้อยที่สุดและมากที่สุดในการจัดการข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมทั้ง 14 รายการเท่ากับ 90 วันและ 150 วันตามลำดับ เวลาที่มีโอกาสเกิดสูงสุดคือ 129 วัน จากสมการที่ 1 เวลาในการดำเนินงานเฉลี่ย 126 วัน และจากสมการที่ 2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10 วัน ตามลำดับ รายละเอียดการคำนวณแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 สาเหตุพื้นฐานและความน่าจะเป็นของแต่ละสาเหตุของความล่าช้าในข้อผิดพลาดของงานผนังปูน

รหัส	รายละเอียด	ความน่าจะเป็น
BE 1	มีรอยร้าว, แตก, บิ่น	22.40%
BE 2	ไม่ได้ตั้ง, ฉาก	1.28%
BE 3	ผนังเป็นคลื่น, เป็นริ้ว, ไม่เรียบสม่ำเสมอ	18.58%
BE 4	สีผนังต่าง, เลอะคราบ	37.89%
BE 5	ตัดสีผนังกับวงกบประตูไม่เป็นแนวเส้นตรง	3.83%
BE 6	มุมผนังไม่เป็นมุมฉาก, เลื่อน, ไม่ได้ตั้ง	2.37%
BE 7	ตัดสีผนังกับวงกบอลูมิเนียมไม่เป็นแนวเส้นตรง	6.56%
BE 8	แนวชักร่องรอบวงกบไม่ตรง, ไม่เท่ากัน, มีรอยแตกร้าว	7.10%
ข้อผิดพลาดของงานผนังปูน		68.42%

ตารางที่ 2 ความน่าจะเป็นของข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรมทั้ง 14 รายการ

ข้อผิดพลาดในงานสถาปัตยกรรม	ความน่าจะเป็น
1) งานความเรียบรอยบริเวณทางเข้าห้อง	0.76%
2) งานพื้นและผนังกระเบื้อง	11.42%
3) งานพื้นไม้สำเร็จ	7.92%
4) งานบัวเชิงผนัง	7.32%
5) งานผนังปูน	13.09%
6) งานผนัง Wall Paper	0.00%
7) งานชุดอลูมิเนียม	12.47%
8) งานอุปกรณ์ไฟฟ้า	7.13%
9) งานฝ้าเพดาน	2.93%
10) งานเฟอร์นิเจอร์	3.86%
11) งานชุดครัว	4.87%
12) งานห้องน้ำ	13.02%
13) งานระเบียง	2.79%
14) งานประตูและวงกบ	12.40%
โครงการ	65.16%

ตารางที่ 3 สาเหตุพื้นฐานและเวลาในการดำเนินการก่อนสร้างงานสถาปัตยกรรม

Activity (กิจกรรม)	BE1 (ความเสถียร 1)		BE2 (ความเสถียร 2)		BE3 (ความเสถียร 3)		Gate	Pa (ความน่าจะเป็นที่กิจกรรมจะ)	Ca (ระดับผลกระทบที่กิจกรรมจะ)	Time (เวลา)											Varian
	P1	C1	P2	C2	P3	C3				Delay	a	m	b	Duration (เวลา)	SD	ES	EF	LS	LF	TF	
1) งานเตรียมพร้อมบริเวณทางเข้าห้อง	61.8	75	55.8	30	61	25	✓	0.76%	1.30	6.5	5	5.05	11.5	6.1163	1.083	0	6.12	63.9	70	0	1.17
2) งานขึ้นและลงบันได	71.2	60	69.4	25	66	30	✓	11.42%	1.15	5.75	5	5.66	10.75	6.3961	0.958	6.12	12.5	70	76.4	0	0.92
3) งานขึ้นบันได	64.6	40	58.6	30	61.8	25	✓	7.92%	0.95	6.65	7	7.53	13.65	8.4595	1.108	12.5	21	76.4	84.8	0	1.23
4) งานปรับระดับ	64.6	40	57.2	25	61.8	25	✓	7.32%	0.90	3.6	4	4.26	7.6	4.7757	0.6	21	25.7	84.8	89.6	63.9	
5) งานฉาบปูน	72.6	40	70.6	25	64.6	30	✓	13.09%	0.95	2.85	3	3.37	5.85	3.7237	0.475	25.7	29.5	89.6	93.3	0	0.23
6) งานฉาบ Wall Paper	68.4	40	68	30	68	30	✓	0.00%	1.00	2	2	2.00	4	2.3333	0.333	29.5	31.8	93.3	95.7	0	0.11
7) งานชุดอเนกประสงค์	67	50	69.4	30	70.2	25	✓	12.47%	1.05	3.15	3	3.39	6.15	3.7869	0.525	29.5	33.3	95.7	99.4	66.2	
8) งานปูกระเบื้อง	71.2	60	69.4	25	66	30	✓	7.13%	1.15	3.45	3	3.25	6.45	3.7390	0.575	33.3	37	99.4	103	0	0.33
9) งานทาสี	64.6	30	58.6	30	61.8	25	✓	2.93%	0.85	2.55	3	3.07	5.55	3.4748	0.425	37	40.5	103	107	0	0.18
10) งานเฟอร์นิเจอร์	68.4	30	68	25	68	25	✓	3.86%	0.80	2.4	3	3.09	5.4	3.4618	0.4	40.5	43.9	107	110	0	0.16
11) งานชุดครัว	67	30	69.4	25	70.2	30	✓	4.87%	0.85	2.55	3	3.12	5.55	3.5078	0.425	43.9	47.4	110	114	0	0.18
12) งานทาสี	64.6	30	58.6	30	61.8	30	✓	13.02%	0.90	2.7	3	3.35	5.7	3.6844	0.45	47.4	51.1	114	117	0	0.20
13) งานประติมากรรม	64.6	30	57.2	30	61.8	25	✓	2.79%	0.85	1.7	2	2.05	3.7	2.3150	0.283	51.1	53.4	117	120	0	0.08
14) งานประติมากรรม	68	50	69.4	30	65.6	30	✓	12.40%	1.10	5.5	5	5.68	10.5	6.3713	0.917	53.4	59.8	120	126	0	0.84
										50% probability project completed in 126 days											
										Project varain = 100.00											
										Project SD= 10.00 days											

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า วิธี FTA ร่วมกับวิธี PERT สามารถใช้ค่าประมาณเวลาของการก่อสร้างโดยพิจารณาจากความเสี่ยงที่กระทบการกิจกรรมได้ ประโยชน์ดังกล่าวนี้ทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถกำหนดมาตรการจัดการความเสี่ยงในเชิงรุกของแต่ละกิจกรรมได้ อีกทั้งวิธีการที่นำเสนอยังสามารถประเมินและจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุพื้นฐานที่มีผลกระทบต่อหลายกิจกรรมพร้อมๆกัน ผลการประเมินดังกล่าวทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถจัดมาตรการจัดการความเสี่ยงในภาพรวมของโครงการ วิธีการที่นำเสนอสามารถช่วยลดข้อจำกัดของวิธี PERT ซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุของเวลาที่ยาวนานที่สุดหรือเวลาที่ดัดได้ทำให้ผู้จัดการโครงการไม่สามารถบริหารความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของเวลาในการก่อสร้างด้วยวิธีPERT ได้ แต่วิธีการที่นำเสนอสามารถทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถจัดการมาตรการจัดการความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรมและภาพรวมของโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. เอกสารอ้างอิง

- จิรวัดน์ คำวิหิต (2555). เทคนิคการก่อสร้าง/การจำลองสถานการณ์งานก่อสร้าง, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.thaicontractors.com/content/cmenu/1/22/91.html>
- จิรวัดน์ คำวิหิต. เทคนิคการก่อสร้าง/การจำลองสถานการณ์งานก่อสร้าง [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 25 ธันวาคม 2555. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaicontractors.com/content/cmenu/1/22/91.html>
- จิตติวัฒน์. การวางแผนงานก่อสร้าง [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 25 ธันวาคม 2555. เข้าถึงได้จาก <http://www.moe.go.th/moe/th/blog/view-blog.php?memberid=984&blogid=658>
- ไพฑูรย์ ดันอุด (2547). การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โดยใช้การวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สร้อยดาว วินิจนทร์ (2552). เทคนิคการจัดการโครงการและการตัดสินใจ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.kmutt.ac.th/ev/inimage/5CPM PERT.pdf>

- Ahuja, V. and Thiruvengadam, V. (2004) Project scheduling and monitoring, **Construction Innovation**, vol.4, August 2004, pp.19-31.
- Hadipriono, F. C. Forensic study for causes of fall using fault tree analysis. **Journal of Performance of Constructed Facilities** Vol. 15, No. 3 (August 2001): 98-103.
- Shamas-Ur-Rehman, T. and Stephen O. O. (2010) Problems causing delays in major construction projects in Thailand, **Construction Management and Economics**, vol.26, September 2010, pp. 395-408.
- Sianipar, P. R. M., and Adams, T. M. Fault-tree model of bridge deterioration due to interaction. **Journal of Infrastructure Systems** Vol. 3, No. 3 (September 1997): 103-110.
- Vesely, W. E., Goldberg, F. F., Roberts, N. H., and Haasl, D. F. (1981). **Fault tree handbook**. Washington, D. C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission.

**การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบเพื่อลด
ข้อผิดพลาดในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าอาคาร**
**AN APPLICATION OF FMEA TO REDUCE ERRORS ON BUILDING
ELECTRICAL INSTALLATION**

ไพจิตร ผาวัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและพัฒนาเมือง มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: pajit.pa@spu.ac.th

นิमित บุญภิรมย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail: nimit.bo@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบเพื่อลดข้อผิดพลาดในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะลดปัญหาจากข้อผิดพลาดของการติดตั้งระบบไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน โดยการวิเคราะห์ของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ไม่เป็นไปตามการออกแบบและมาตรฐานการติดตั้งการตรวจสอบปัญหาข้อขัดข้องจะตรวจสอบจากแบบจำลองข้อมูลอาคาร ตรวจสอบจุดผิดพลาดจำนวน 602 จุดในตัวอย่างกรณีศึกษาและจำแนกกระบวนการต่าง ๆ ตั้งแต่การออกแบบ การเขียนแบบ การถอดแบบ การประเมินราคา การติดตั้งของผู้รับเหมาก่อสร้าง ใช้เทคนิคของการวิเคราะห์ลักษณะความเสียหายและผลกระทบแยกกระบวนการในแต่ละกิจกรรมเพื่อวิเคราะห์ลักษณะความเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้น กำหนดแนวทางการแก้ไขผลการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับค่าลำดับความเสี่ยงของแต่ละข้อผิดพลาดหาเปอร์เซ็นต์ค่าความแตกต่างจำนวนข้อผิดพลาดก่อนและหลังการแก้ไขจากผลการวิเคราะห์และการประเมินพบว่าความผิดพลาดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: เทคนิคการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ ลำดับความเสี่ยง แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ABSTRACT

This paper presents the application of the failure mode and effect analysis to reduce errors on the electrical installation in building. The main objective is to reduce both the problem of the electrical installation error and total project cost. Firstly, 602 failure of electrical installation points are detected by BIM, and the process paths such as designing, drawing, estimating, and installing are classified in order to find out the process error. Moreover, these problems are analyzed and investigated by FMEA. After that, each RPN and percent error and

improving recommendation are proposed. Finally, 602 failure of electrical installation points after improvement is confirmed rechecked. In the conclusion, the achievement of analytical results is significantly reduced.

KEYWORDS: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Building Information Modeling (BIM), Risk Priority Number (RPN).

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ระบบไฟฟ้าถือเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งระบบหนึ่งในงานก่อสร้าง ยิ่งในปัจจุบันเป็นยุคของการเร่งเจริญเติบโตในด้านการพัฒนาด้านสิ่งปลูกสร้างไม่ว่าเป็นอาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์ หรือ อาคารพักอาศัย หรืออื่น ๆ การปลูกสร้างเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อในสิ่งปลูกสร้างหรืออาคารต่าง ๆ มีคุณภาพได้มาตรฐานและปลอดภัยตามหลักการวิศวกรรม (ศิวัช แก้ววงสามและเพ็ญสุดา พันฤทธิ์คำ, 2555) กระบวนการบริหารงานก่อสร้าง หรือ การควบคุมคุณภาพจึงกลายเป็น สิ่งสำคัญที่จะต้องดำเนินการอย่างมีระบบ งานในระบบไฟฟ้าก็เช่นกัน จากการพัฒนาที่รวดเร็ว เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้ถูกประยุกต์นำมาใช้ ทั้งในด้านการออกแบบ การประเมินราคา การประมูล รวมถึงเทคโนโลยีแขนงด้านการติดตั้งถูกนำมาใช้เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว และเพื่อทดแทนกำลังงานจากมนุษย์ อย่างไรก็ตามในการติดตั้งระบบไฟฟ้าก็ยังจำเป็นต้องใช้แรงงานจากมนุษย์ จากขั้นตอนในการออกแบบระบบไฟฟ้า จนถึงกระบวนการติดตั้ง ระบบข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling : BIM) ได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างแบบเพื่อให้มีรูปลักษณะเหมือนการติดตั้งจริงทุกประการ แทนการสร้างแบบติดตั้งแบบเดิมที่มีความคลาดเคลื่อนสูง ผู้ที่สร้างแบบการติดตั้งระบบไฟฟ้าด้วย BIM จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีทักษะและมาตรฐานในการติดตั้งจริงอย่างมีมาตรฐานสากล ทำให้แสดงภาพในเชิง 3 มิติของการติดตั้งระบบไฟฟ้าได้อย่างชัดเจนเป็นภาพจริงตามแนวสอดคล้องกับความต้องการของผู้ว่าจ้าง ผู้รับเหมาช่วง (Sub-Contractor) จำเป็นต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับการออกแบบอย่างนี้คุณภาพ แต่เนื่องจากจำนวนงานมีมาก ผู้รับเหมาช่วงที่มีคุณภาพสูงเริ่มจะขาดแคลน ปัญหาจึงเกิดกับ ผู้รับเหมาช่วง ที่มีไม่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพและทักษะไม่เพียงพอ งานไม่ทั่วถึง ซึ่งพบได้ในปัจจุบัน มักจะเกิดปัญหาการทำงานหรือติดตั้งผิดระบบไฟฟ้าไม่สอดคล้องกับแบบหรือมาตรฐาน เกิดความเสี่ยงในอันตรายทางไฟฟ้า ทำให้งานจะต้องมีการแก้ไขล่าช้า เจ้าของโครงการต้องจ่ายเงินเพิ่ม ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้มักจะพบได้เสมอ และเกิดความเสียหายในเชิงวิศวกรรม เปิดการลัดวงจร หรือ อุบัติเหตุทางไฟฟ้าภายหลัง หรือความล่าช้าจากการรื้อถอน ปรับเปลี่ยนในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (Failure Mode Effect Analysis: FMEA) เพื่อมาหาแนวทางลดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาด ไม่ถูกต้องตามการออกแบบ และมาตรฐาน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเกิดปัญหาข้อบกพร่อง ของการติดตั้งระบบไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ
- (2) เพื่อกำหนดมาตรการจัดการด้านความเสี่ยง รองรับผลของปัญหาและแก้ไขข้อบกพร่อง
- (3) เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและผลกระทบจากการติดตั้งระบบไฟฟ้า ตามหลักการของ FMEA

3. ขอบเขตของงานวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา และข้อบกพร่องของงานติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร โดยการสัมภาษณ์ผู้รับเหมาก่อสร้างอาคารพักอาศัย 3 ชั้น และใช้โปรแกรม 3D (Sketch up 2016) ช่วยในการสร้างแบบจำลอง เพื่อหาสาเหตุข้อบกพร่องต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลา ค่าใช้จ่าย และคุณภาพในการดำเนินการของผู้รับเหมา

4. กรอบแนวคิดและทฤษฎี

หลักการเบื้องต้นของ FMEA (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2537)

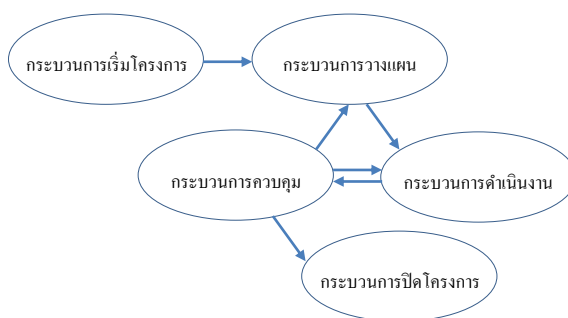
Failure Mode and Effect Analysis: FMEA เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของผลิตภัณฑ์ หรือ การติดตั้งระบบต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม และประเมินผลกระทบของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การป้องกัน และการเพิ่มความไว้วางใจแก่ผลิตภัณฑ์ (สมศักดิ์ สัมฤทธิ์และอรรถกร เก่งพล, 2554) ซึ่งการวิเคราะห์จะดำเนินการในระยะเริ่มแรก และระยะการใช้งานปกติ โดยจะเน้นที่วิธีการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ คือ จะทำการวิเคราะห์หน้าที่ ของกระบวนการ และหาปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น ไม่สอดคล้องกับ รูปแบบ และมาตรฐานต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ (Saverio Mecca, Marco Masera, 1999)

หลักการเบื้องต้นของ BIM (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

Building Information Modelling: BIM เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อเป็นการเขียนแบบในลักษณะรูปทรง 3 มิติ โดยองค์ประกอบทุกส่วนของอาคารล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับขั้นตอนด้านการวิเคราะห์ และการสร้างแบบจำลองอาคาร ในรูปของกระบวนการกระจายและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดของการทำแบบก่อสร้าง และเพื่อนำไปใช้ประกอบการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

หลักการเบื้องต้นของกระบวนการจัดการโครงการ (สมาคมสถาบันบริหาร โครงการ, 2557)

Project Management Body of Knowledge: PMBOK ได้จัดกลุ่มกระบวนการจัดการโครงการไว้ ห้ากลุ่ม ซึ่งจำเป็นสำหรับทุกโครงการ ในทุกรูปแบบทั้งทางธุรกิจและอุตสาหกรรม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการโครงการตั้งแต่ต้นจนจบโครงการ โดยแบ่งเป็นกระบวนการเริ่มโครงการ (Initiating) กระบวนการวางแผน (Planning) กระบวนการดำเนินงาน (Executing) กระบวนการควบคุมและติดตาม (Monitoring and controlling) กระบวนการปิดโครงการ (Closing) ดังภาพที่ 1. แสดงให้เห็นภาพโดยรวมของกระบวนการพื้นฐานอย่างต่อเนื่อง รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม (Project Management Institute (PMI), 2012)



ภาพที่ 1. กลุ่มกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการโครงการ

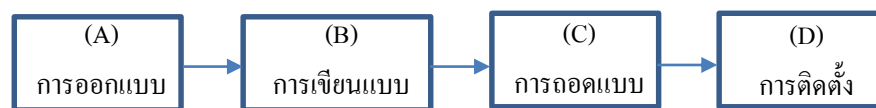
ในการจัดทำ FMEA อย่างต่อเนื่องนั้น มีความจำเป็นต้องเข้าใจถึงระบบและกระบวนการที่พิจารณา โดยเฉพาะความเข้าใจต่อสาเหตุความผันแปรที่เกิดจากกระบวนการ ดังนั้น การจัดทำ FMEA ที่ดีจึงต้องอยู่บนพื้นฐานของแนวความคิดการวิเคราะห์ความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติ และ สาเหตุความผันแปรจากความผิดพลาดของกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงกระบวนการวางแผน โดยอาศัยกระบวนการ BIM เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดของการติดตั้งระบบ แล้วทำการลดความผันแปรลงอย่างต่อเนื่อง (National Aeronautics and Space Administration, 2000)

5. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ (1) การกำหนดกิจกรรมย่อยในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร (2) การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (3) การประเมินค่าระดับความเสี่ยง และ (4) การดำเนินการแก้ไข

1. การกำหนดกิจกรรมย่อยในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร

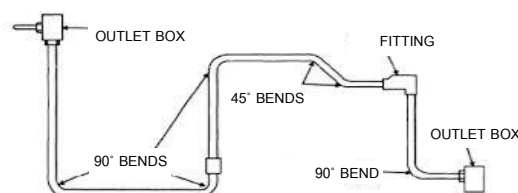
การติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร เป็นกระบวนการที่สำคัญกระบวนการหนึ่ง ในการดำเนินการธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง สามารถกำหนดกิจกรรมย่อย ออกเป็นการออกแบบ การเขียนแบบ การถอดแบบ และการติดตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.



ภาพที่ 2. กิจกรรมย่อยในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร

2. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดจากการติดตั้ง

การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อผิดพลาดจากโครงการเก่าที่เสร็จสิ้นและมีลักษณะคล้ายกันทั้งขนาดและ ขอบเขตของโครงการ โดยใช้วิธีการจดบันทึกข้อผิดพลาด จากหน้างานเพื่อพิจารณาลักษณะข้อผิดพลาด และจากการสัมภาษณ์ผู้รับเหมาที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน ในภาพที่ 3 แสดงให้เห็นการโค้งงอ 90 องศา ซึ่งตามมาตรฐานกำหนดให้ต้องมี LB หรือ RB คือกล่องหักโค้งทางซ้าย หรือกล่องหักโค้งทางขวาตามลำดับ



ภาพที่ 3. การโค้งติดตามตรวจสอบคุณภาพ ดังภาพที่ 4 ของท่อร้อยสายตามมาตรฐาน NEC

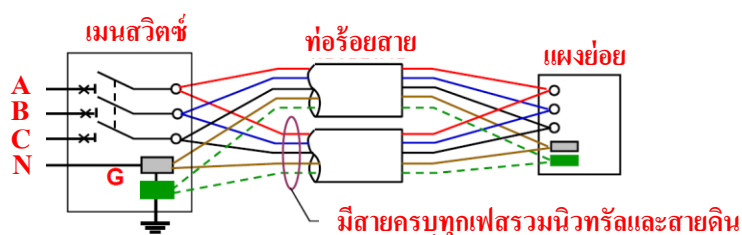
ในตัวอย่างนี้ผู้รับเหมาหรือผู้ติดตั้งใช้ท่อโลหะทำให้สามารถโค้งได้ 90 องศาแต่ผลที่ตามมาจะเกิดการงอตัว และเกิดการชำรุดของสายในขณะร้อยสาย ได้แสดงถึงลักษณะข้อผิดพลาด (D03) ผู้ติดตั้งไม่ติดตามตรวจสอบคุณภาพ



ภาพที่ 4. ความผิดพลาดของการติดตั้งระบบไฟฟ้าเนื่องจากการโค้งงอของท่อร้อยสาย

3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดจากการออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร ในภาพที่ 5 เป็นปัญหาการกำหนดสัญลักษณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งเป็นปัญหาเบื้องต้นที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการออกแบบระบบไฟฟ้า เนื่องจากสัญลักษณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความขัดแย้งต่อการติดตั้งในภายหลัง สำหรับการศึกษาได้จัดลักษณะข้อผิดพลาด เป็นรหัส (A03) สัญลักษณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน



ภาพที่ 5. ความผิดพลาดของการออกแบบระบบไฟฟ้าเนื่องจากสัญลักษณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จากการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร และการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร สามารถกำหนดเป็นรหัสข้อผิดพลาด ตามรหัสของกิจกรรมย่อย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ลักษณะข้อผิดพลาดของผู้รับเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้า

กิจกรรมย่อย	รหัสข้อผิดพลาด	ลักษณะข้อผิดพลาด
(A) การออกแบบ	A01	สัญลักษณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
	A02	คำนวณโหลดผิดพลาด
	A03	ใช้มาตรฐานไม่ตรงตามตกลง
(B) การเขียนแบบ	B01	เขียนแบบผิดพลาดจากวิศวกรออกแบบ
	B02	เขียนแบบผิดพลาดจากรูปแบบผังอาคาร
	B03	เขียนแบบผิดพลาดจากมาตรฐานการเขียนแบบ
(C)	C01	ถอดปริมาณ ไม่ครบถ้วน

กิจกรรมย่อย	รหัสข้อผิดพลาด	ลักษณะข้อผิดพลาด
การถอดแบบ	C02	ผู้ถอดปริมาณไม่อ่านข้อกำหนด
	C03	ผู้ถอดปริมาณขาดความรู้และประสบการณ์
(D) การติดตั้ง	D01	ผู้ติดตั้งไม่ทำแบบก่อสร้างจริง
	D02	ผู้ติดตั้งอ่านแบบผิดพลาด
	D03	ผู้ติดตั้งไม่ติดตามตรวจสอบคุณภาพ

4. การประเมินค่าระดับความเสี่ยง

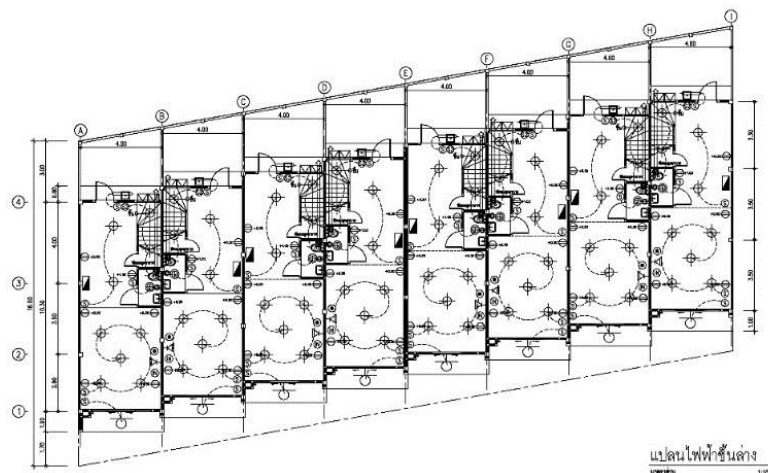
หลังจากวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารแต่ละกิจกรรมแล้ว ทำการประเมินค่าระดับความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรม โดยพิจารณาจากองค์ประกอบสามประการ คือ ความรุนแรงของลักษณะข้อผิดพลาด (Severity: S) สำหรับโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Occurrence: O) และความสามารถในการตรวจพบลักษณะข้อผิดพลาด (Detection: D) และตัวเลขลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) งานวิจัยนี้จะใช้สเกล 1-10 ทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1-1,000 กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2537) และสามารถคำนวณจากสมการที่ (1) และตารางที่ 2

$$RPN = S \times D \times O \quad (1)$$

ตารางที่ 2. เกณฑ์การประเมินค่าความรุนแรง ความสามารถในการตรวจพบ และ โอกาสที่จะเกิดขึ้น

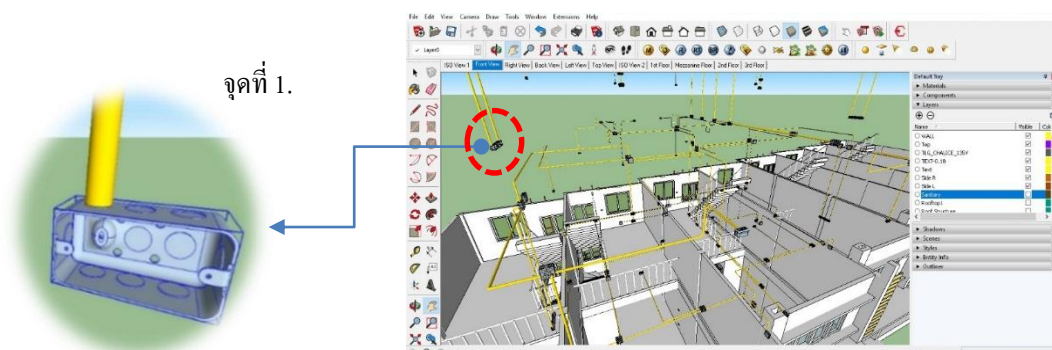
ระดับการประเมิน	เกณฑ์การประเมินค่า S-D-O ของลักษณะข้อผิดพลาด		
	ความรุนแรง (S)	การตรวจพบ (D)	โอกาสที่จะเกิดขึ้น (O)
1-3	-ไม่ตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน -ขาดความใส่ใจในงาน -ข้อมูลพื้นฐานผิด	ตรวจสอบโดยเอกสาร Check list	พบเจอความบกพร่อง 1-3 ครั้ง
4-6	-ขาดทักษะด้านเทคนิค -ขาดข้อมูลจากเจ้าของงาน -ขาดความรู้และประสบการณ์	ตรวจสอบโดยดุลพินิจ หัวหน้าแผนก	พบเจอความบกพร่อง 4-6 ครั้ง
7-10	-ข้อมูลการคำนวณผิด -ไม่เข้าใจการทำ Shop -ป้อนข้อมูลการคำนวณผิด	ตรวจสอบโดยเจ้าของงาน/ตัวแทนเจ้าของงาน	พบเจอความบกพร่องมากกว่า 6 ครั้ง

การประเมินค่าระดับความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรม จะเริ่มจากการกำหนดจำนวนข้อผิดพลาดของผู้รับเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้า สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดจำนวนข้อผิดพลาดทั้งหมดจากแบบแปลนอาคาร ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6. แบบแปลนไฟฟ้า

แบบแปลนไฟฟ้าของโครงการที่ใช้ในการศึกษาวิจัยของ จุฬารักษ์ คุนการพิบูลย์ (2559) ดังภาพที่ 6 สามารถกำหนดจุดตรวจสอบทั้งหมดได้ 620 จุด แต่จากแบบแปลนนี้ ยังไม่สามารถกำหนดจุดตรวจสอบข้อผิดพลาดของผู้รับเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในแต่ละกิจกรรมย่อยได้ ดังนั้นจึงต้องใช้หลักการ BIM ช่วยในการพิจารณากำหนดจุดตรวจสอบ จึงพบข้อผิดพลาด 459 จุด ดังภาพที่ 7 และตารางที่ 3



ภาพที่ 7. การใช้หลักการ BIM ช่วยในการพิจารณากำหนดจุดตรวจสอบที่ 1

ตารางที่ 3. จำนวนจุดตรวจสอบข้อผิดพลาดของผู้รับเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้า

กิจกรรมย่อย	รหัสข้อผิดพลาด	จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด (จุด)	จำนวนจุดตรวจสอบที่พบ (จุด)	เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด (%)
(A) การออกแบบ	A01	80	65	81.25
	A02	60	50	83.33
	A03	60	40	66.67

กิจกรรมย่อย	รหัส ข้อผิดพลาด	จำนวนจุดตรวจสอบ ทั้งหมด (จุด)	จำนวนจุดตรวจสอบ ที่พบ (จุด)	เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด (%)
(B) การเขียนแบบ	B01	40	10	25.00
	B02	30	10	33.33
	B03	30	15	50.00
(C) การถอดแบบ	C01	20	15	75.00
	C02	10	8	80.00
	C03	20	15	75.00
(D) การติดตั้ง	D01	90	80	88.89
	D02	90	75	83.33
	D03	90	76	84.44
รวม		620	459	74.03

ระบบการให้คะแนน โอกาสที่จะเกิดขึ้นนี้ อาศัยอัตราข้อผิดพลาดที่เป็นไปได้ (Possible failure rate) ขึ้นอยู่กับจำนวนของข้อผิดพลาด โดยมาจากข้อมูลเชิงสถิติ P_{pk} ดังสมการ 2 และ 3

$$P_{pk} = \min \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_{lt}}, \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_{lt}} \right) \quad (2)$$

$$\sigma_{lt} = \sqrt{\frac{\sum_1^k \sum_1^k (x_{ij} - \bar{X})^2}{kn - 1}} \quad (3)$$

โดยที่ USL, LSL = พิกัดเฉพาะด้านบนและล่าง
 $\bar{X}$ = ค่ากลางของกระบวนการ
 σ_{lt} = ค่าความผันแปรของกระบวนการในระยะยาว

หลังจากวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของลักษณะข้อผิดพลาดแต่ละตัวแล้ว ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมากเป็นลำดับแรกในการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่พิจารณาใหม่ จากนั้นจึงทำการพิจารณาถึงลักษณะที่มีข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ที่มีค่าสูง เพื่อนำมาแก้ไข และในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีค่า RPN และ S เท่ากัน จะพิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์เพื่อแก้ไข ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ผลการประเมินค่า RPN ของกระบวนการติดตั้งระบบไฟฟ้าก่อนและหลังการแก้ไข

กิจกรรมย่อย	รหัส	ลักษณะข้อผิดพลาด	สาเหตุหลักของข้อผิดพลาด	ก่อนการแก้ไข				การแก้ไข				หลังการแก้ไข		
				S	O	D	RPN	S	O	D	RPN	S	O	D
(A) การออกแบบ	A01	สัญลักษณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน	ไม่ตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน	3	4	4	48	จัดทำเช็คลิสต์ และแผนการปฏิบัติงาน	3	1	1	3		
	A02	คำนวณโหลดผิดพลาด	ป้อนข้อมูลการคำนวณผิด	8	5	3	120	ตรวจสอบโดยวิศวกรอาวุโส	8	3	2	48		
	A03	ใช้มาตรฐานมาตรฐานตามตกลง	ขาดทักษะด้านเทคนิค	5	10	7	350	จัดทำเช็คลิสต์ และแผนการปฏิบัติงาน	5	7	3	105		
(B) การเขียนแบบ	B01	เขียนแบบผิดพลาดจากวิศวกรออกแบบ	ข้อมูลพื้นฐานผิด	9	4	3	108	ตรวจสอบซ้ำโดยหัวหน้าแผนก	9	4	1	36		
	B02	เขียนแบบผิดพลาดจากรูปแบบผังอาคาร	ป้อนข้อมูลการคำนวณผิด	7	7	5	245	ตรวจสอบซ้ำแบบแผนโดยวิศวกร	7	4	3	84		
	B03	เขียนแบบผิดพลาดจากมาตรฐานการเขียนแบบ	ขาดความรู้ใส่ใจในงาน	4	4	1	16	ออกรายงานการทบทวนเพื่อติดตามงาน	4	2	1	8		
(C) การถอดแบบ	C01	ถอดปริมาตรไม่ครบถ้วน	ขาดข้อมูลจากเจ้าของงาน	8	6	8	384	จัดทำเช็คลิสต์ และแผนการปฏิบัติงาน	8	4	5	160		
	C02	ผู้ถอดปริมาตรไม่อ่านข้อกำหนด	ขาดความรู้และประสบการณ์	5	5	4	100	จัดทำเช็คลิสต์ และแผนการปฏิบัติงาน	5	3	2	30		
	C03	ระบุจำนวนคลาดเคลื่อน	ขาดความรู้และประสบการณ์	5	4	5	100	ตรวจสอบโดยวิศวกรอาวุโส	5	2	2	20		
(D) การติดตั้ง	D01	ผู้ติดตั้งไม่ทำแบบก่อสร้างจริง	ไม่เข้าใจการทำ Shop	6	2	4	48	ตรวจสอบซ้ำโดยหัวหน้าแผนก	6	1	1	6		
	D02	ผู้ติดตั้งอ่านแบบผิดพลาด	ข้อมูลเปลี่ยนแปลงไม่ทั่วถึง	5	5	3	75	จัดทำเช็คลิสต์ และแผนการปฏิบัติงาน	5	3	2	30		
	D03	ผู้ติดตั้งไม่ติดตามตรวจสอบคุณภาพ	ขาดความรู้ใส่ใจในงาน	3	7	10	210	ออกรายงานการทบทวนเพื่อติดตามงาน	3	4	3	36		

6. การปรับปรุงแก้ไข

หลังจากการประเมินข้อผิดพลาดใน 4 กิจกรรมย่อย (A-D) พบข้อผิดพลาดจำนวน 12 ข้อผิดพลาด พบว่าข้อผิดพลาดประเภทวิฤตติโดยพิจารณาจากความรุนแรง(S)มี 2 ข้อผิดพลาด คือข้อผิดพลาด รหัส A01 ข้อผิดพลาดจากสัญลักษณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มีค่า RPN เท่ากับ 48 เมื่อทำการปรับปรุงโดยการทำ Check Lists กับตารางมาตรฐาน และทำแผนการปฏิบัติงาน ค่า RPN ลดลงเหลือเท่ากับ 8 และรหัส C01 คือถอดปริมาณ ไม่ครบถ้วน มีค่า RPN เท่ากับ 384 เมื่อแก้ไขข้อผิดพลาดโดยจัดทำ Check List เช่นเดียวกัน ได้ข้อผิดพลาดหลังแก้ไขมีค่า RPN เท่ากับ 100 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อผิดพลาดที่ได้รับการแก้ไขทั้ง 4 กิจกรรมย่อย 12 ข้อผิดพลาด หลังได้รับการแก้ไขมีค่า RPN ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เช่น B02, C01 และ D01 หลังจากทีวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและปรับปรุงส่วนต่าง ๆ ได้ทำการตรวจสอบเช่นเดียวกันกับก่อนการปรับปรุงเป็นจำนวนจุดที่ตรวจสอบ 620 จุด เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาดลดลงเหลือ 33.33 เปอร์เซ็นต์ จากเดิมก่อนการปรับปรุงได้เท่ากับ 74.03 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ เปอร์เซ็นต์การตรวจพบลดลงเหลือ 55.12 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 5. จำนวนข้อผิดพลาดของผู้รับเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้าหลังการแก้ไข

กิจกรรมย่อย	รหัส ข้อผิดพลาด	จำนวนจุดตรวจสอบ ทั้งหมด (จุด)	จำนวนจุดตรวจสอบที่ พบ (จุด)	เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด (%)
(A) การออกแบบ	A01	80	40	50
	A02	60	20	33.33
	A03	60	15	25
(B) การเขียนแบบ	B01	40	4	10
	B02	30	4	13.33
	B03	30	4	13.33
(C) การถอดแบบ	C01	20	8	40
	C02	10	4	40
	C03	20	7	35
(D) การติดตั้ง	D01	90	40	44
	D02	90	30	33.33
	D03	90	30	33.33
รวม		620	206	33.22

ตารางที่ 6. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาดในการติดตั้งระบบไฟฟ้าก่อนและหลังการแก้ไข

เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด(%)		
ก่อนการแก้ไข	หลังการแก้ไข	ผลต่าง
74.03	33.22	55.12

7. สรุปการวิจัยและเสนอแนะ

จากผลการศึกษาโดยประยุกต์ใช้เทคนิคของ FMEA และ BIM สามารถลดปัญหาของการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารได้อย่างดี ปัญหาของข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในกิจกรรมที่ทำการวิเคราะห์สามารถทำให้เห็นได้ถึงปัญหาที่มักจะพบได้บ่อยครั้ง และเป็นปัญหาที่เกิดความสับสนเนื่องกันตามกระบวนการ เช่น ปัญหาข้อบกพร่องของแบบและสัญลักษณ์นำไปสู่การติดตั้งผิดหรือการถอดแบบผิดก็นำไปสู่การติดตั้งผิดพลาด ซึ่งท้ายที่สุดปัญหาจะใหญ่ขึ้นในรูปของเวลาการก่อสร้างล่าช้า วัสดุอุปกรณ์ขาดและกระทบกับราคาระบบการก่อสร้างที่ขยายมากขึ้น จากผลการวิเคราะห์ได้ทำการตรวจสอบจุดความบกพร่องโดยใช้ BIM ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วโดยทำการตรวจสอบจุดบกพร่อง 620 จุด เมื่อนำไปวิเคราะห์ตามเทคนิคของ FMEA และกำหนดแนวทางการแก้ไข และทำการตรวจสอบซ้ำด้วยในจำนวนที่เท่ากับพบว่า จำนวนข้อผิดพลาดลดลงจาก 74 เปอร์เซ็นต์ เป็น 32.22 เปอร์เซ็นต์ จำนวนจุดบกพร่องลดลง 55.12 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าจะยังมีข้อผิดพลาดแต่ก็เป็นแนวโน้มที่ดีที่ช่วยให้ปัญหาลดลง เทคนิคที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถจะนำไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยอาจใช้เทคนิคทาง Artificial Intelligent หรือ AI ทำให้เกิดประโยชน์ในการทำไปใช้ในงานด้านการบริหารงานก่อสร้าง หรือ อื่นๆ ต่อไป

8. เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ **FMEA การวิเคราะห์หาการขัดข้องและผลกระทบ** สมาคมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นบริษัท ซี เอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 2537.
- สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ **คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย** บริษัท พลัสเพรส จำกัด, 2558.
- สมาคมสถาบันบริหารโครงการ แชนเตอร์ ประเทศไทย **คู่มือแนวทางเกี่ยวกับองค์ความรู้ในการบริหารโครงการ** บริษัท วัน โอ ไฟว์ ดิจิตอลพรีนติ้ง จำกัด, 2557.
- สมศักดิ์ สัมฤทธิ์ อรรถกร เก่งพล **การลดเวลาสูญเสียในการผลิตโดยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีความน่าเชื่อถือ** กรณีศึกษาอุตสาหกรรมคอนกรีต วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ฉบับที่ 16(2) กุมภาพันธ์ 2554.
- ศิวัช แก้ววงศา เพ็ญสุดา พันฤทธิ์ดำ **การประยุกต์ใช้ FMEA เพื่อลดข้อผิดพลาดในงานออกแบบทางวิศวกรรมของการบริหารโครงการ การประชุมวิชาการป๋ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 17-19 ตุลาคม 2555, อ.ชะอำ จ. เพชรบุรี

National Aeronautics and Space Administration, **Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)**, NASA

Scientific and Technical Information Program, July, 2000.

Project Management Institute (PMI), (2012). **A guide to the project management body of knowledge**, 5th Ed.,
PMI, Newtown Square, PA

Saverio Mecca, Marco Masera, Technical Risk Analysis in Construction by Means of FMEA Methodology,
15th Annual ARCOM Conference, 15-17 September 1999.

การเลือกระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร
ด้วย TOPSIS และ AHP
SELECTION OF THE 1.0 METER RAIL WIDTH AND 1.435 METER RAIL
WIDTH USING TOPSIS AND AHP

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: thiprat.t@gmail.com

นพคุณ พลเมืองศรี

นักศึกษานิเทศศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาบริหารงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

E-mail: noppakoon@ananda.co.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร (Meter Gauge) และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร (Standard Gauge) เหนือการประเมินแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ ด้านเทคนิค ด้านค่าก่อสร้าง ด้านค่าขนส่งและ ด้านการวิจัยและพัฒนา การวิจัยนี้ใช้วิธี TOPSIS วิเคราะห์ระดับความเป็นประโยชน์ของระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร และใช้วิธี AHP วิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ เพื่อเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ผลการวิจัย พบว่า ระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ดีกว่าระบบรางกว้าง 1.0 เมตร ในเกณฑ์ ด้านเทคนิค ด้านค่าก่อสร้าง (ยกเว้นค่าโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด) ด้านค่าขนส่งและ ด้านการวิจัยและพัฒนา การวิจัยนี้ยังได้เปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS กับวิธี VIKOR พบว่าผลการเลือกการเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร สอดคล้องกัน แต่ วิธี TOPSIS พิจารณาระยะทางที่สั้นที่สุดจากผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและระยะห่างที่ไกลที่สุดจากผลลัพธ์ของทางเลือกที่เป็นลบในอุดมคติ วิธี TOPSIS ใช้จุดอ้างอิง 2 จุด แต่ไม่พิจารณาถึงความสำคัญของระยะทางจากจุดเหล่านี้ ในขณะที่วิธี VIKOR ใช้ดัชนีจัดอันดับในการวัดความใกล้ชิดกับผลลัพธ์เป้าหมาย ทั้งนี้เนื่องจากวิธี TOPSIS และวิธี VIKOR ใช้ฟังก์ชัน normalization ที่ต่างกัน วิธี TOPSIS ใช้การทำให้เป็นมาตรฐานของเวกเตอร์ขณะที่วิธี VIKOR ใช้การทำให้เป็นมาตรฐานเชิงเส้นซึ่งผลลัพธ์ไม่ขึ้นอยู่กับหน่วยประเมินของฟังก์ชันเกณฑ์

คำสำคัญ: วิธี TOPSIS , ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร, ระบบรางกว้าง 1.435 เมตร, การตัดสินใจ

ABSTRACT

This study applies a TOPSIS method and an analytical hierarchy process (AHP) to solve problems associated with the selection of the 1.0 meter rail width (Meter Gauge) and 1.435 meter rail width (STD Gauge). The criteria can be classified into four aspects: technical issue, Construction cost issue, Transportation cost issue, and Research and development issue. The TOPSIS method is applied to measure the benefit score of the 1.0 meter rail width (Meter Gauge) and 1.435 meter rail width (STD Gauge). The AHP method is used to provide weights of criteria and validate the result. It was found that the substantial advantages of STD Gauge over meter Gauge in four aspects: technical issue, Construction cost issue except for the infrastructure cost, Transportation cost issue, and Research and development issue. The results obtained from TOPSIS method were compared with VIKOR method. It was found that the STD Gauge is better than the meter Gauge. In addition, the TOPSIS method considers the “shortest distance” from the ideal solution and the “farthest distance” from the “negative-ideal” solution of the alternatives. The TOPSIS method uses two “reference” points, but the relative importance of the distances from these points is not considered. On the other hand the VIKOR method used the ranking index regarding the particular measure of “closeness” to the ideal solution. The TOPSIS and the VIKOR employ different normalization functions to address the units of criterion functions. The TOPSIS method uses vector normalization, while the VIKOR method uses linear normalization which the result does not depend on the evaluation unit of a criterion function.

KEYWORDS: TOPSIS, Standard Gauge, Meter Gauge, Decision making

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

การเลือกลงทุนในระบบรางจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เลือกใช้ข้อดีข้อเสีย ในหลากหลายมิติ ด้าน ตลอดจนพิจารณาถึงความสามารถในการพัฒนาระบบรางที่ตัดสินใจเลือกให้สามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ระบบที่เลือกจะต้องผ่านหลักเกณฑ์ในการพิจารณาบนพื้นฐานทางด้านเศรษฐกิจและวิศวกรรม อีกทั้งต้องใช้เครื่องมือการตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ เช่นในอดีตที่การเลือกใช้ระบบรางถูกกำหนดจากประเทศผู้ล่าอาณานิคมให้ใช้ระบบ Meter Gauge เพื่อสนองวัตถุประสงค์ของประเทศดังกล่าว ปัจจุบันพบว่ายังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดรางกว้าง 1.435 เมตร (Standard Gauge, STD. Gauge) ว่าสามารถใช้สำหรับรถไฟความเร็วสูงเท่านั้น แต่ความจริงแล้วระบบรถไฟที่ใช้รางกว้าง 1.435 เมตร มีใช้ทั่วไปทั้งรถไฟความเร็วปกติ รถไฟความเร็วปานกลาง หรือรถไฟความเร็วสูง ปัจจุบันประเทศไทยมีแผนที่จะลงทุนพัฒนาระบบราง เป็นมูลค่าเงินมากกว่าหนึ่งล้านล้านบาท สำหรับระบบรางของประเทศไทย การที่จะตัดสินใจเลือกใช้ระบบรางที่กว้าง 1.0 เมตร (Meter Gauge) หรือ จะเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.435 เมตร (Standard Gauge) นั้น นับเป็นการตัดสินใจที่สำคัญมาก เพราะระบบรางที่เลือกสร้างจะใช้ดำเนินการต่อไปเป็นร้อยปี หากมีการตัดสินใจเลือกกระบวนรางผิดอาจทำให้ระบบรางของประเทศไทยไม่สามารถที่จะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพหรือรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้อีกทั้งเมื่อตัดสินใจเลือกใช้ระบบรางประเภทหนึ่งแล้วโอกาสที่จะ

เปลี่ยนกลับไปใช้ระบบรางอีกระบบหนึ่งแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย อันจะทำให้ประเทศไทยไม่สามารถก้าวหน้าทัดเทียมกับประเทศอื่น ทำให้ความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศไทยลดลงไป และจะสร้างความเสียหายให้กับประเทศอย่างมหาศาล

บทความนี้จะนำเสนอการเลือกใช้ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร โดยเกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ 1) ด้านเทคนิค 2) ด้านค่าก่อสร้าง 3) ด้านค่าขนส่ง 4) ด้านการวิจัยและพัฒนา (อรุณ ชัยเสรี และ วิสิทธิ์ อดิษยพงศ์, 2559) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การเลือกใช้ด้านเทคนิค ประกอบด้วยเกณฑ์ 1.1 ความปลอดภัย 1.2 ความเร็ว 1.3 เสถียรภาพ
- 2) ด้านค่าก่อสร้าง ประกอบด้วยเกณฑ์ 2.1) ค่าก่อสร้างพื้นฐานราง (Rail Infrastructure) 2.2) ค่าหัวรถจักร และตู้ (Rolling Stock) 2.3) ค่าก่อสร้างทั้งหมด 2.4) ค่าดำเนินการ
- 3) ด้านค่าขนส่ง
- 4) ด้านการวิจัยและพัฒนา

ความปลอดภัยในการดำเนินการของรถไฟทั้งสองประเภทขึ้นกับความกว้างของราง พบว่าระบบ STD. Gauge มีความกว้างของรางมากกว่า Meter Gauge ถึง 43.5% ทำให้ระบบ STD. Gauge มีความปลอดภัยมากกว่าระบบ Meter Gauge เมื่อเลือกใช้ระบบทั้งสองที่วิ่งด้วยความเร็วเท่ากันบริเวณทางโค้งและทางตรง

ความคุ้มค่าในการลงทุนทำระบบรถไฟทั้งสองระบบพิจารณาจากการลดระยะเวลาในการเดินทาง พบว่าระบบรถไฟที่มีความเร็วสูงสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางได้มากกว่า สำหรับระบบ Meter Gauge สามารถวิ่งได้สูงสุด 160 กม./ชม. แต่ในปัจจุบันระบบ Meter Gauge ในประเทศญี่ปุ่นวิ่งที่ระดับความเร็วเพียง 130 กม./ชม. ระบบ Meter Gauge ในประเทศมาเลเซียวิ่งที่ระดับความเร็วเพียง 130 กม./ชม. ในขณะที่ระบบราง STD Gauge นั้น สามารถวิ่งบริการได้มากกว่า 300 กม./ชม

ผู้ให้บริการรถไฟนอกจากต้องการเดินทางให้ถึงที่หมายอย่างรวดเร็วปลอดภัยแล้ว ยังต้องการความสบายในขณะที่เดินทางด้วย ดังนั้นเกณฑ์ด้านความมีเสถียรภาพจึงมีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการรถไฟ

เมื่อพิจารณาค่าก่อสร้างพบว่า ค่าก่อสร้างพื้นฐานราง ระบบ Narrow Gauge จะถูกกว่า STD Gauge ประมาณ 7% แต่ค่าตู้รถไฟของระบบ STD Gauge ถูกกว่า Narrow Gauge 32% ของมูลค่าตู้ทั้งหมด และค่าหัวรถจักรของ STD Gauge ถูกกว่า Narrow Gauge 64% ของมูลค่าหัวรถจักรทั้งหมด ทำให้เมื่อเลือกใช้ค่าก่อสร้างทั้งหมดของค่าก่อสร้าง ซึ่งรวมพื้นฐานราง, ตู้ และหัวรถจักร, ปรากฏว่าระบบ STD Gauge ถูกกว่าระบบ Narrow Gauge 5.9% ของค่าก่อสร้างทั้งหมด นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่าขนส่งซึ่งได้รวมค่าก่อสร้างทั้งหมด ค่าดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าดำเนินการพบว่าค่าขนส่งของระบบรางที่เป็น STD Gauge ถูกกว่า ระบบ Narrow Gauge 8.1% (อรุณ ชัยเสรี และ วิสิทธิ์ อดิษยพงศ์, 2559)

ปัจจุบันมีเครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการประเมินเพื่อการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพหลากหลายวิธี วิธีที่ได้รับความนิยมคือ วิธีการตัดสินใจแบบ Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty TL.,1998) ซึ่งวิธี AHP ถูกออกแบบให้สามารถเลือกใช้ ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากการเลือกใช้ด้วยหลายเกณฑ์ โดยใช้เพียงการเลือกใช้ที่ละคู่ นอกจากนี้ยังทำให้ การตัดสินใจมีความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าการใช้ความรู้สึกตัดสินใจซึ่งมักจะมีความไม่แน่นอนสูง TOPSIS เป็นวิธีการตัดสินใจอีกวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลาย

อุตสาหกรรม วิธีการนี้เป็นการเรียงความสำคัญจากหลายปัจจัย TOPSIS จึงเป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลายๆ เกณฑ์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ TOPSIS ให้ประสิทธิผลในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี (Opricovic S, Tzeng GH.,2004)

บทความวิจัยนี้อภิปรายถึงการวิเคราะห์และเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ของระบบรางรถไฟด้วยวิธี AHP และแสดงการประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS สำหรับเป็นข้อมูลให้กับผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการเลือกใช้ผลระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ของระบบรางรถไฟ เพื่อค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS และวิธี VIKOR ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในการเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร (เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ และวิสิทธิ์ อุดิษยพงศา, 2560)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) ประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร
- (2) เปรียบเทียบการประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS และวิธี VIKOR

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์	เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	ทางเลือก
การตัดสินใจเลือกระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร	1) ด้านเทคนิค	1.1) ความปลอดภัย	ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร
		1.2) ความเร็ว	
		1.3) เสถียรภาพ	
	2) ด้านค่าก่อสร้าง	2.1) ราคาโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด	
		2.2) ราคา Wagon Fleet	ระบบรางกว้าง 1.435 เมตร
		2.3) ราคา Locomotive Fleet	
		2.4) ค่าดำเนินการต่อปี	
	3) ด้านค่าขนส่ง	3.1) ราคาขนส่งต่อน้ำหนักบรรทุกต่อระยะทางที่ขนส่ง	
	4) ด้านการวิจัยและพัฒนา	4.1) โอกาสในการการวิจัยและพัฒนาในอนาคต	

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร มีขั้นตอนในการวิจัยทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวม ศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วิธี TOPSIS และ VIKOR และระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวม สืบค้น เค้นหาในการเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร น้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ ทั้งจากเอกสารอ้างอิงและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการระบุเกณฑ์การตัดสินใจเลือกระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร

ขั้นตอนที่ 3 เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 4 หาค่า Normalized ของผลการประเมินแต่ละทางเลือกภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนด โดยวิธี TOPSIS โดยนำค่าในตารางเมตริกซ์ไปคำนวณแบบ Linear และ หาค่า Normalized ของผลการประเมินแต่ละทางเลือกภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนดและหาค่าถ่วงน้ำหนักช่องว่างผลการปฏิบัติงานกับผลการปฏิบัติงานที่ดีที่สุดของทุกทางเลือกในการตัดสินใจโดยวิธี VIKOR

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 6 จัดลำดับระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร

ขั้นตอน 7 การสรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินงานศึกษาครั้งนี้ เก็บข้อมูลโดยการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเกณฑ์การเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร และ ส่วนที่ 2 เก็บข้อมูลผลการประเมินประสิทธิภาพในระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร โดยข้อมูลรวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเคยมีประสบการณ์ในการบริหารงานระบบรถไฟฟ้าหลายโครงการ เช่น โครงการออกแบบและก่อสร้างรถไฟฟ้าความเร็วสูง โครงการออกแบบและก่อสร้างแอร์พอร์ต เรล ลิงก์ โครงการออกแบบและก่อสร้างรถไฟฟ้าสายสีม่วง โครงการออกแบบและก่อสร้างรถไฟฟ้าสายสีเขียว โครงการออกแบบและก่อสร้างรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน เป็นต้น

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินงานศึกษาครั้งนี้ มีเครื่องมือในการวิจัย 2 วิธีคือ

1) วิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty TL., 1998) ซึ่งวิธี AHP ถูกออกแบบให้สามารถเปรียบเทียบ ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบด้วยหลายเกณฑ์ โดยใช้เพียงการเปรียบเทียบทีละคู่

2) วิธี VIKOR เป็นวิธีการตัดสินใจที่แต่ละเกณฑ์การตัดสินใจอาจมีความขัดแย้งกัน วิธี VIKOR อาศัยเกณฑ์หลักหลายเกณฑ์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ ทำให้วิธี VIKOR ให้ประสิทธิผลในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ดี (Opricovic S, Tzeng GH., 2004)

3) วิธี TOPSIS เป็นวิธีการตัดสินใจโดยเรียงความสำคัญจากปัจจัยการตัดสินใจหลากหลายปัจจัย โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. คำนวณหา Normalized Decision matrix โดยค่า Normalized n_{ij} คำนวณด้วยวิธีการ Vector Normalization โดยวิธี TOPSIS เป็นการแปลงข้อมูลด้วยการหารด้วยรากที่สองของผลรวมของข้อมูลยกกำลังสอง ในแต่ละทางเลือกของเกณฑ์นั้นๆ โดยมีสมการสำหรับ Benefit Attributes ดังแสดงในสมการที่ 1

$$n_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

เมื่อ n_{ij} คือ ค่าที่พิจารณาในแต่ละเกณฑ์ j

2. คำนวณค่าน้ำหนัก Normalized Decision matrix ค่าน้ำหนัก Normalized v_{ij} คำนวณได้จาก

$$v_{ji} = W_j n_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

โดยที่ W_j คือลำดับหรือค่าน้ำหนักที่คำนวณได้ ของตัวเลือกและ $\sum_{j=1}^n W_j = 1$

3. หาค่าเชิงอุดมคติในเชิงบวก และลบหรือ Positive ideal และ Negative ideal

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \{(\max v_{ij} | i \in I), (\min v_{ij} | i \in I)\} \quad (3)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(\max v_{ij} | i \in I), (\min v_{ij} | i \in I)\} \quad (4)$$

โดยที่ i ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นกำไรหรือผลประโยชน์ และ j ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นต้นทุนหรือตัวเลือกที่ไม่เป็นประโยชน์

4. คำนวณค่าระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงแยกแยะ โดยใช้ในการแยกแยะแบบระยะจัดแนวคิดวิธีการแก้ไข จาก

$$S_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2 \right\}^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

และเช่นเดียวกับแนวคิดเชิงลบ

$$S_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \right\}^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

5. คำนวณความสัมพันธ์ในเชิงเข้าใกล้ทางเลือกที่ดีที่สุด โดยความสัมพันธ์เชิงเข้าใกล้จากตัวเลือก A_i เพื่อให้ได้ A^+

$$R_i = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

โดยที่ $S_i^- \geq 0$ และ $S_i^+ \geq 0$ แล้ว $R_i \in [0, 1]$

6. จัดอันดับจากค่าที่คำนวณได้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยเลือกระยะที่ใกล้ที่สุดของทางเลือกในแนวคิดที่เป็นเชิงบวก และเลือกระยะที่ไกลที่สุดของทางเลือกที่เป็นแนวคิดเชิงลบ หรือเลือกค่า R_i ที่มากที่สุดนั่นเอง (Nezhad and Damghani, 2011)

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญ

ในการศึกษาได้ประเมินระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นการตัดสินใจ ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์หลัก 4 เกณฑ์คือ 1) ด้านเทคนิค 2) ด้านค่าก่อสร้าง 3) ด้านค่าขนส่ง 4) ด้านการวิจัยและพัฒนา ภายใต้เกณฑ์หลักแต่ละเกณฑ์มีเกณฑ์ย่อยดังนี้ 1) ด้านเทคนิค ประกอบด้วยเกณฑ์ย่อยคือ 1.1) ความปลอดภัย 1.2) ความเร็ว และ 1.3) เสถียรภาพ 2) ด้านค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการ ประกอบด้วยเกณฑ์ย่อยคือ 2.1) ราคาโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด 2.2) ราคา Wagon Fleet 2.3) ราคา Locomotive Fleet และ 2.4) ค่าดำเนินการต่อปี 3) ด้านค่าขนส่ง ประกอบด้วยเกณฑ์ย่อยคือ ราคาขนส่งต่อน้ำหนักบรรทุกต่อระยะทางที่ขนส่ง 4) ด้านการวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วยเกณฑ์ย่อยคือ โอกาสในการการวิจัยและพัฒนาในอนาคต

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ และ วิสิทธิ์ อุดิษยพงศ์ (2560) ได้แสดงน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ ตารางที่ 1 โดยแสดงค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ (Local Weight: LWt) ที่ได้จากการเลือกใช้คู่ของเกณฑ์การตัดสินใจและค่าน้ำหนักแบบรวม (Global Weight: GWt) ที่ได้จากการถ่ายทอดน้ำหนักความสำคัญของค่าน้ำหนักแบบเฉพาะที่ในแต่ละระดับชั้นของโครงการลำดับชั้นของการตัดสินใจ

ตารางที่ 1 น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

เกณฑ์หลัก	น้ำหนักความสำคัญ	เกณฑ์การตัดสินใจ	น้ำหนักความสำคัญใน		อันดับ	
			กลุ่ม	ภาพรวม	กลุ่ม	ภาพรวม
1) ด้านเทคนิค	0.115	1.1)ความปลอดภัย	0.648	0.075	1	3
		1.2)ความเร็ว	0.122	0.014	3	7
		1.3) เสถียรภาพ	0.230	0.026	2	5
2) ด้านค่าก่อสร้าง	0.056	2.1)ราคาโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด	0.309	0.017	2	6
		2.2) ราคา Wagon Fleet	0.127	0.007	3	8
		2.3)ราคา Locomotive Fleet	0.042	0.002	4	9
		2.4) ค่าดำเนินการต่อปี	0.521	0.029	1	4
3) ด้านค่าขนส่ง	0.548	3.1) ราคาขนส่งต่อน้ำหนักบรรทุกต่อระยะทางที่ขนส่ง	1.000	0.548	1	1
4) ด้านการวิจัยและพัฒนา	0.281	4.1) โอกาสในการการวิจัยและพัฒนาในอนาคต	1.000	0.281	1	2

การเลือกใช้ระบบรางรถไฟ

การวิจัยนี้ใช้วิธี TOPSIS ร่วมกับวิธี AHP เพื่อจัดการปัญหาการตัดสินใจจัดลำดับระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร เนื่องจากปัญหานี้มีความสลับซับซ้อน ในการคำนวณและวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจจะใช้วิธี AHP สำหรับการพิจารณาเลือกใช้กับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือก

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี TOPSIS

	ผลการประเมิน		ทิศทางค่า เป้าหมาย	SQRT(SUMSQ)	W_j	value/SQRT(SUMSQ)		wt*value/SQRT(SUMSQ)		
	ระบบราง กว้าง 1.0 เมตร	ระบบรางกว้าง 1.435 เมตร				ระบบราง กว้าง 1.0 เมตร	ระบบราง กว้าง 1.435 เมตร	ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร	ระบบรางกว้าง 1.435 เมตร	
เกณฑ์การตัดสินใจ										
1.1) ความปลอดภัย	3	5	benefit	5.831	0.075	0.514	0.857	0.039	0.064	0.039
1.2) ความเร็ว	160	300	benefit	340.000	0.014	0.471	0.882	0.007	0.012	0.007
1.3) เสถียรภาพ	3	5	benefit	5.831	0.026	0.514	0.857	0.013	0.022	0.013
2.1) ราคาโครงสร้างพื้นฐาน ทั้งหมด	10000	10700	cost	14645.477	0.031	0.683	0.731	0.021	0.023	0.023
2.2) ราคา Wagon Fleet	2461	1681	cost	2980.316	0.019	0.826	0.564	0.016	0.011	0.016
2.3) ราคา Locomotive Fleet	1141	414	cost	1213.786	0.007	0.940	0.341	0.007	0.002	0.007
2.4) ค่าดำเนินการต่อปี	864	749	cost	1143.458	0.548	0.756	0.655	0.414	0.359	0.414
3.1) ราคาต้นทุนต่อหน่วย บรรทุกต่อระยะทางที่ขนส่ง	9.89	9.1	cost	13.440	0.281	0.736	0.677	0.207	0.190	0.207
4.1) โอกาสในการวิจัยและ พัฒนาในอนาคต	1	5	benefit	5.099	0.281	0.196	0.981	0.055	0.276	0.055
D+								0.230	0.001	
D-								0.001	0.230	
R_i								0.006	0.994	
อันดับ								2	1	

จะใช้วิธี TOPSIS ผลการประเมินระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ด้วยเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมด ผลการประเมินระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ได้จากงานวิจัยในอดีต (อรุณ ชัยเสรี และ วิสิทธิ์ อุดิษยพงศ์, 2559) ผลการเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ด้วยวิธี TOPSIS แสดงในตารางที่ 2 พบว่ารางกว้าง 1.435 เมตร ดีกว่า ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร

การวิจัยนี้ใช้วิธี VIKOR เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธี TOPSIS ร่วมกับวิธี AHP เพื่อเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR ผลการเลือกระบบรางด้วยวิธี TOPSIS สอดคล้องกับวิธี VIKOR (เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ และ วิสิทธิ์ อุดิษยพงศ์, 2560)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี VIKOR

เกณฑ์การตัดสินใจ	ผลการประเมิน					$w_j r_{ij}$	
	ระบบ	ระบบ				ระบบ	ระบบ
	ราง กว้าง 1.0 เมตร	ราง กว้าง 1.435 เมตร				ราง กว้าง 1.0 เมตร	ราง กว้าง 1.435 เมตร
1.1) ความปลอดภัย	3	5	5	3	0.075	0.075	0.000
1.2) ความเร็ว	160	300	300	160	0.014	0.014	0.000
1.3) เสถียรภาพ	3	5	5	3	0.026	0.026	0.000
2.1) ราคาโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด	10000	10700	10000	10700	0.031	0.000	0.031
2.2) ราคา Wagon Fleet	2461	1681	1681	2461	0.019	0.019	0.000
2.3) ราคา Locomotive Fleet	1141	414	414	1141	0.007	0.007	0.000
2.4) ค่าดำเนินการต่อปี	864	749	749	864	0.548	0.548	0.000
3.1) ราคาต้นทุนส่งต่อน้ำหนักบรรทุกต่อระยะทางที่ขนส่ง	9.89	9.1	9.1	9.89	0.281	0.281	0.000
4.1) โอกาสในการการวิจัยและพัฒนาในอนาคต	1	5	5	1	0.281	0.281	0.000
Sj						1.250	0.031
Qj						0.548	0.031
S						0.500	0.000
Qj						0.500	0.000
Rj						1.000	0.000
อันดับ						2	1

f^* คือ ค่าที่ดีที่สุด f^- คือ ค่าที่แย่ที่สุด w คือน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองสำหรับช่วยเลือกระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ด้วยการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธี TOPSIS รวมกับวิธี AHP โดยใช้วิธี AHP ในการคำนวณและวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ และใช้วิธี TOPSIS ในการพิจารณาเลือกใช้กับค่าที่ดีที่สุดในกลุ่มทางเลือกซึ่งประกอบด้วย ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งเกณฑ์การตัดสินใจแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านเทคนิค 2) ด้านค่าก่อสร้าง 3) ด้านค่าขนส่ง 4) ด้านการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัย พบว่า ระบบรางกว้าง 1.435 เมตร ดีกว่าระบบรางกว้าง 1.0 เมตร ในเกณฑ์ ด้านเทคนิค ด้านค่าก่อสร้าง (ยกเว้นค่าโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด) ด้านค่าขนส่งและ ด้านการวิจัยและพัฒนา การวิจัยนี้ยังได้เปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS กับวิธี VIKOR พบว่าผลการเลือกการเลือกใช้ระบบรางกว้าง 1.0 เมตร และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร สอดคล้องกัน แต่ วิธี TOPSIS พิจารณาระยะทางที่สั้นที่สุดจากผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและระยะห่างที่ไกลที่สุดจากผลลัพธ์ของทางเลือกที่เป็นลบในอุดมคติ วิธี TOPSIS ใช้จุดอ้างอิง 2 จุด แต่ไม่พิจารณาถึงความสำคัญของระยะทางจากจุดเหล่านี้ ในขณะที่วิธี VIKOR ใช้ดัชนีจัดอันดับในการวัดความใกล้ชิดกับผลลัพธ์เป้าหมาย ทั้งนี้เนื่องจากวิธี TOPSIS และวิธี VIKOR ใช้ฟังก์ชัน normalization ที่ต่างกัน วิธี TOPSIS ใช้การทำให้เป็นมาตรฐานของเวกเตอร์ขณะที่วิธี VIKOR ใช้การทำให้เป็นมาตรฐานเชิงเส้นซึ่งผลลัพธ์ไม่ขึ้นอยู่กับหน่วยประเมินของฟังก์ชันเกณฑ์

6. เอกสารอ้างอิง

- อรุณ ชัยเสรี และ วิสิทธิ์ อุดิษยพงศา (2559). ระบบรางรถไฟ Standard Gauge vs Meter Gauge เลือกใช้ข้อได้เปรียบเสียเปรียบ. *วิศวกรรมสาร*, ปีที่ 69, ฉบับที่ 3, หน้า 39-50.
- เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ และ วิสิทธิ์ อุดิษยพงศา (2560). การเปรียบเทียบระบบรางกว้าง 1.0 เมตร (Meter Gauge) และระบบรางกว้าง 1.435 เมตร (Standard Gauge) ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีไวโกรีและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 22*.
- Saaty T.L. (1998) **Model, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. USA: Kluwer Academic Publisher.
- Opricovic S, Tzeng GH. (2004) Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European Journal of Operational Research**. 156(1), 445-455.
- Nezhad S.S., Damghani K.K. (2011) A modified TOPSIS technique in presence of uncertainty and its application to assessment of transportation systems, **International Journal of Management Science and Engineering Management**, 6(1): 3-13.

การพัฒนาวัสดุเชิงประกอบขนเป็ดเสริมแรงพอลิโพรพิลีนสำหรับเป็นวัสดุตกแต่ง

THE DEVELOPMENT OF DUCK FEATHERS REINFORCED POLYPROPYLENE COMPOSITE FOR DECORATION APPLICATION

วนิดา สิง

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: wanida_s@mail.rmutt.ac.th

สุมนมัลย์ เนียมกลาง

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: sumonman.n@en.rmutt.ac.th

อนินท์ มีมนต์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: anin.m@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ขนเป็ดเป็นวัสดุดิบเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปศุสัตว์ที่ขาดการบริหารจัดการ และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการสูง ดังนั้นการนำขนเป็ดเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์เพิ่มมูลค่าจึงมีความจำเป็น ในงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาวัสดุตกแต่งที่ขึ้นรูปจากขนเป็ดเสริมแรงด้วยพอลิโพรพิลีน เพื่อศึกษาผลของปริมาณขนเป็ดต่อสมบัติเชิงกลและกายภาพ ขนเป็ดที่อัตราส่วน 0,2,4,6,8 และ10 ร้อยละ โดยน้ำหนัก ถูกผสมลงไปเพื่อเสริมแรงในพอลิโพรพิลีน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของวิธีปรับปรุงผิวสัมผัสของขนเป็ดและพอลิโพรพิลีนเมทริกซ์ด้วยการปรับปรุงพื้นผิวด้วยวิธี Alkalization และการใช้สารคู่ควบ MA-g-PP ถูกศึกษาต่อสมบัติเชิงกลและกายภาพของวัสดุเชิงประกอบ ขนเป็ดที่ถูกปรับปรุงและไม่ถูกปรับปรุงถูกผสมด้วยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง และอัดขึ้นรูปขึ้นงานด้วยเครื่องอัดร้อน 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที วัสดุเชิงประกอบขนเป็ดเสริมแรงพอลิโพรพิลีนมีความต้านทานแรงดึงลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณขนเป็ด ค่าความต้านทานแรงกระแทก และความต้านทานแรงดัดโค้งลดลง เนื่องจากการเข้ากันไม่ได้ระหว่างขนเป็ดและพอลิโพรพิลีนเกิดช่องว่างระหว่างขนเป็ดและพอลิโพรพิลีน ขึ้นชั้นได้จากฐานฐานวิทยาของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นด้วยได้จากเครื่อง SEM เมื่อมีการปรับปรุงผิวขนเป็ดด้วยวิธี Alkalization และการเติมสารคู่ควบ MA-g-PP พบว่าช่องว่างระหว่างขนเป็ดและพอลิโพรพิลีนลดลงส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึง ค่าความต้านทานแรงกระแทก และความต้านทานแรงดัดโค้งลดลงดีขึ้นกว่าในระบบที่ไม่มี การปรับปรุงผิวของขนเป็ด ดังนั้นวัสดุเชิงประกอบจากขนเป็ดที่เป็นของเหลือจากอุตสาหกรรมปศุสัตว์นั้นสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุทางเลือกสำหรับตกแต่งได้

คำสำคัญ: ขนเป็ด, พอลิโพรพิลีน, อัลคาไลเซชัน, สารคู่ควบ

ABSTRACT

Duck feathers is the worthless by product from livestock industry, which has high waste management cost. The value added to duck feather is required. In this research work, duck feathers reinforced polypropylene (PP) was developed as decoration material. To study the effect of amount of duck feathers on mechanical properties, amount of duck feathers of 2,4,6,8,10%w/w was mixed with PP as reinforcement fiber. To study the surface modified method on mechanical and physical properties, duck feathers was treated by alkalization method and adding coupling agent (MA-g-PP) were used. The compounds were mixed by two roll mill and fabricated by compression molding at 170 °C for 5 min. The impact strength, flexural strength and tensile strength decrease with increasing amount of duck feather due to the poor interface between duck feather and PP, confirming by SEM micrograph. To improve the interface limitations treated duck feather and coupling agent was used. The interface between duck feather and PP was improved. The mechanical properties of surface treatment and adding coupling agent composite system are higher than neat duck feather system. Thus worthless duck feather reinforced PP can be alternative choice for decorative material.

KEYWORDS: Duck feathers, Polypropylene, Alkalization, Coupling agent

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

เป็ดเป็นสัตว์ปีกที่ถูกใช้สำหรับการบริโภคเป็นจำนวนมาก ในการผลิตอาหารจากเป็ดนั้นจะมีเศษเหลือ เช่น ขนเป็ดเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องนุ่งห่ม หรืออุปกรณ์เครื่องนอน แต่ก็ใช้ในปริมาณน้อย และคัดเฉพาะบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นขนเป็ดจึงเป็นวัสดุเหลือทิ้ง ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการสูงมาก ดังนั้นการนำขนเป็ดมาใช้ประโยชน์สูงสุดจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น

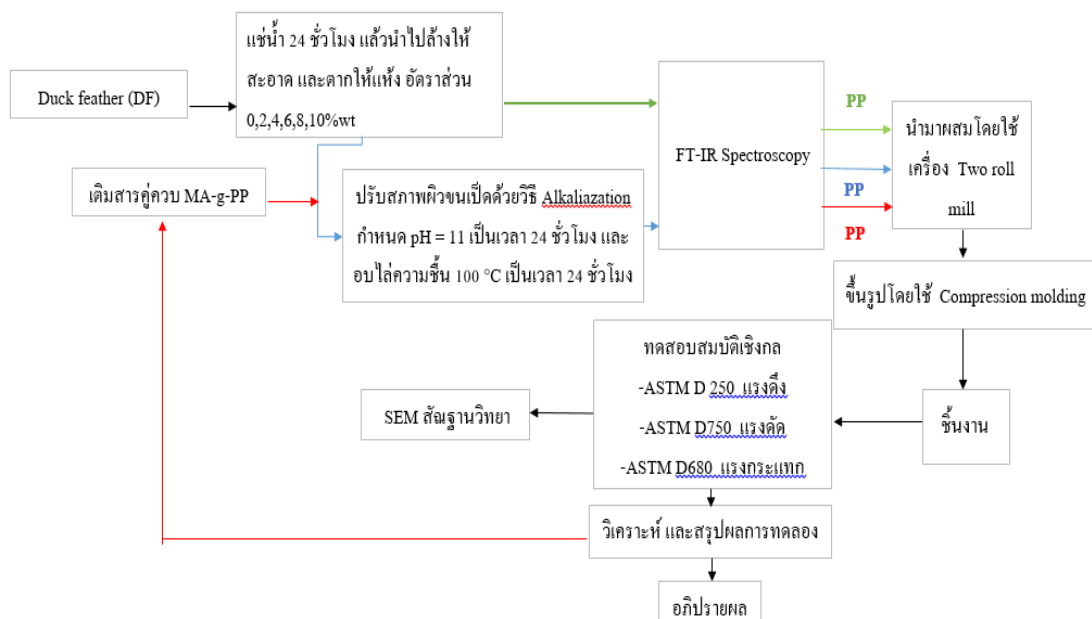
เส้นใยขนสัตว์เป็นส่วนหนึ่งของหนังสัตว์มีสารโปรตีนที่เรียกว่า เคราติน (Keratin) เป็นสารประกอบทางเคมีสมบูรณ์ เคราตินนั้นประกอบไปด้วยกรดอะมิโนประมาณ 18 ชนิด ต่อเชื่อมกันเป็นสายโซ่ยาวเรียกว่า Polypeptide Chain มีลักษณะโมเลกุลเป็นสายโซ่ยาว และบิดเกลียวทุกสายโดยขนานกัน และยึดเกาะกันด้วยไฮโดรเจนบอนด์ (Hydrogen bond) การเรียงตัวของโมเลกุลไม่เป็นระเบียบจากการเชื่อมของซิสเตอีนที่มีธาตุกำมะถันในโมเลกุล และการเรียงตัวของโมเลกุลที่ไม่เป็นระเบียบนี้ทำให้เส้นใยขนสัตว์มีสมบัติยืดหยุ่นดี ไม่ยับง่าย และคืนตัวได้ดี จึงได้มีการนำเส้นใยขนสัตว์มาเสริมแรงในพลาสติกสำหรับใช้ในงานพัฒนาของคอมโพสิตเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการแปลงของเสียทางการเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ เช่น การนำขนไก่มาเสริมแรงในพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ หรือ พอลิแลกติกแอซิด [เนื่องจากการเติมขนไก่มีสมบัติเชิงกลน้อยกว่าในระบบที่ไม่มีการเติมขนไก่ เนื่องจากช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างขนไก่และพลาสติกเมทริกซ์ ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงพื้นผิวด้วยการเติมสารคู่ควบไซเลนพบว่าปริมาณการเติมขนไก่มีผลต่อสมบัติเชิงกลที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติกที่ไม่เติมขนไก่ จากการดูฐานฐานวิทยาจะพบการกระจายตัวของขนไก่และช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างขนไก่กับเมทริกซ์

ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาวัสดุคอมโพสิตที่ได้จากพอลิโพรพิลีนเสริมแรงด้วยเส้นใยขนเป็ด สำหรับนำไปใช้เป็นวัสดุตกแต่ง โดยในงานวิจัยนี้จะศึกษาผลของปริมาณขนเป็ด การปรับปรุงผิวและการเติมสารคู่ควบต่อสมบัติเชิงกล และสมบัติทางกายภาพ เพื่อที่จะได้วัสดุทางเลือกใหม่สำหรับเป็นวัสดุตกแต่งและใช้ขนเป็ดซึ่งไม่มีคุณค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อศึกษากระบวนการขึ้นรูป และศึกษาอัตราส่วนผสมการขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบจากขนเป็ดเสริมแรงในพอลิโพรพิลีน
- (2) เพื่อศึกษาผลของปริมาณขนเป็ดต่อสมบัติทางกลบางประการของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้
- (3) เพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงผิวขนเป็ดด้วยวิธี Alkalization และการเติมสารคู่ควบต่อสมบัติเชิงกล และสมบัติทางกายภาพของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

- 4.1 การขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีนเสริมแรงด้วยขนเป็ด
 - 4.1.1 การเตรียมขนเป็ด

ขนเป็ดถูกนำมา ทำความสะอาดด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาด ตากแดดให้แห้งสนิท แล้วนำเข้าตู้อบ เพื่อทำการไล่ความชื้นออกจากเส้นใยที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำขนเป็ดที่ผ่านการล้าง แล้วไปแยกขนเป็ดออก เอาเฉพาะส่วนก้านขนไปใช้ในการขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบ ดังภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 การคัดแยกขนเป็ด

เพื่อศึกษาผลของปริมาณขนเป็ดต่อสมบัติเชิงกลและสมบัติทางกายภาพ ขนเป็ดที่เตรียมได้ถูกผสม กับพอลิโพรพิลีนที่ปริมาณ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 wt% (PP/DF0, PP/DF2, PP/DF4, PP/DF6, PP/DF8 และ PP/DF10) ด้วยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two Roll Mill) ใช้อุณหภูมิในการผสมอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียส หลังจากผสม จนเข้ากันแล้ว นำไปขึ้นเป็นแผ่นโดยเครื่องอัดแบบไฮดรอลิก (Compression Molding) ที่ความดัน 250 MPa อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำการลดอุณหภูมิของชิ้นด้วยการหล่อเย็น หลังจากนั้นนำ ชิ้นงานที่ได้ไปทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลเพื่อเลือกปริมาณการเติมขนสัตว์แต่ละชนิดที่เหมาะสมเพื่อ ทำการศึกษาผลของการปรับปรุงพื้นผิวต่อสมบัติเชิงกลและสมบัติทางกายภาพต่อไป

เพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงผิวด้วยวิธี Alkalization ก้านขนถูกนำมาแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยวัดค่า pH 11 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และล้างจนมีค่า pH เท่ากับ 7 ด้วยเครื่องวัดค่า pH Meter (รุ่น FE20 FiveEasy™ pH) แล้วนำไปอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังศึกษาผลของการ เติมสารคู่ควบลงไป Maleic anhydride grafted polypropylenes (MA-g-PP) ในปริมาณ 1 wt%

4.2 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้

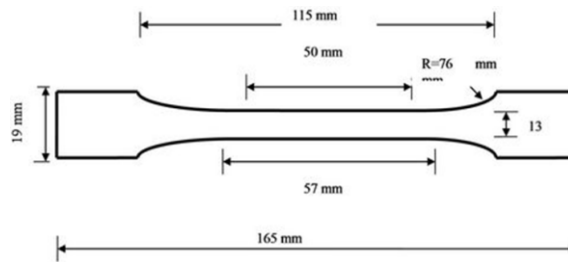
4.2.1 การทดสอบพื้นฐานวิทยา

ทดสอบพื้นฐานวิทยา ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อการยึดเกาะระหว่างเมทริกซ์ และเส้นใยเสริมแรง โดยคุณลักษณะการแตกหักของของวัสดุซึ่งรอยแตกอาจจะเป็นตัวบอกว่าชิ้นงานของเรามี สมบัติเชิงกลที่ดีขึ้นหรือไม่ และยังสามารถบอกได้ว่าชิ้นงานของเรามีลักษณะเหนียวหรือเปราะ

4.2.2 การทดสอบสมบัติวัสดุ

4.2.2.1 ทดสอบการทนต่อแรงดึง (Tensile Strength Test)

การทนทานต่อแรงดึงเตรียมชิ้นงานทดสอบเป็นรูปดัมเบลที่มีขนาดตามมาตรฐาน ASTM D638 โดยมีขนาดความยาว 165 mm. ความกว้าง 13 mm. ความหนา 3 mm. ทั้งหมด 9 ชิ้น เพื่อเปรียบเทียบ ดัง แสดงขนาดของชิ้นงานทดสอบในแผนภาพที่ 3

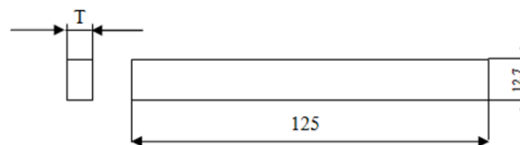


แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างชิ้นงานทดสอบความทนทานต่อแรงดึง

ทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความทนทานต่อแรงดึง LLOYD LR 10 K Load ใช้ความเร็วในการดึง 5 มิลลิเมตรต่อนาที แล้วเริ่มทำการทดสอบและทำการรายงานผลของค่าความทนทานต่อแรงดึง (Tensile Strength) ค่ายังมอดูลัส (Yong's modulus) และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด (% elongation at break)

4.2.2.2 ทดสอบการทนต่อการโค้งงอ (Flexure strength test)

การทดสอบหาค่าความแข็งแรงโค้งงอเป็นการหาค่าความสามารถในการทนต่อแรงที่จะมากระทำก่อนที่จะเกิดการโค้งงอ ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D790 โดยในการทดสอบจะทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบสมบัติเชิงกล (Universal Testing Machine) ขนาดความกว้าง 12.7 mm. ยาว 125 mm. และหนา 3 mm. ทั้งหมด 10 ชิ้น เพื่อเปรียบเทียบ ดังแสดงขนาดของชิ้นงานทดสอบในแผนภาพที่ 4

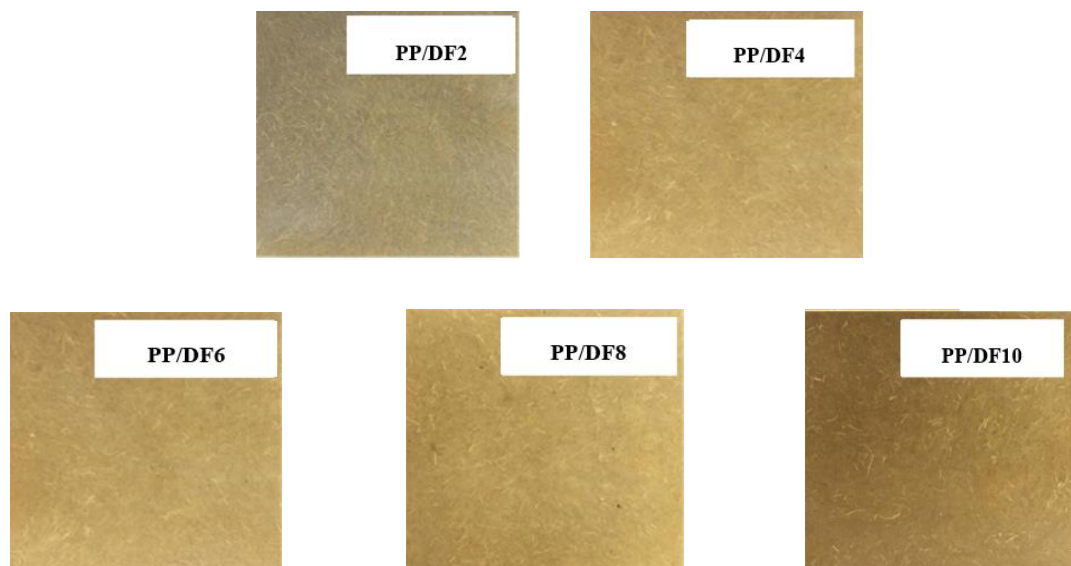


แผนภาพที่ 4 แสดงขนาดของชิ้นงานทดสอบความทนทานการโค้งงอ

5. ผลการทดลองและการอภิปรายผล

5.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้

วัสดุเชิงประกอบที่เสริมแรงด้วยขนเป็ดสามารถขึ้นรูปได้ชิ้นงานสีเหลืองอมน้ำตาล เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นวัสดุตกแต่งได้ ดังแสดงในแผนภาพที่ 5

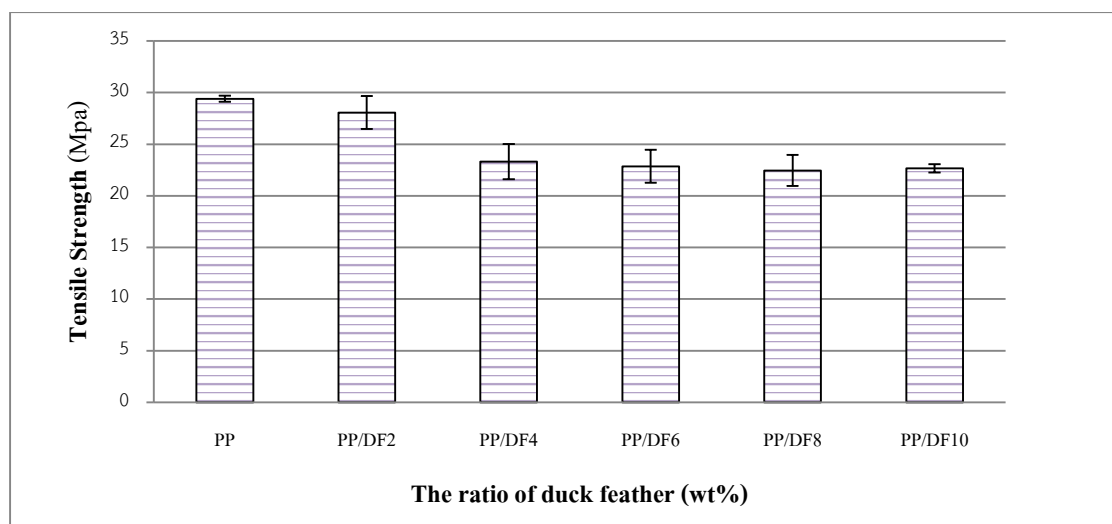


แผนภาพที่ 5 ตัวอย่างแผ่นวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีนเสริมแรงด้วยขนเป็ดที่สัดส่วนขนเป็ดต่างๆ

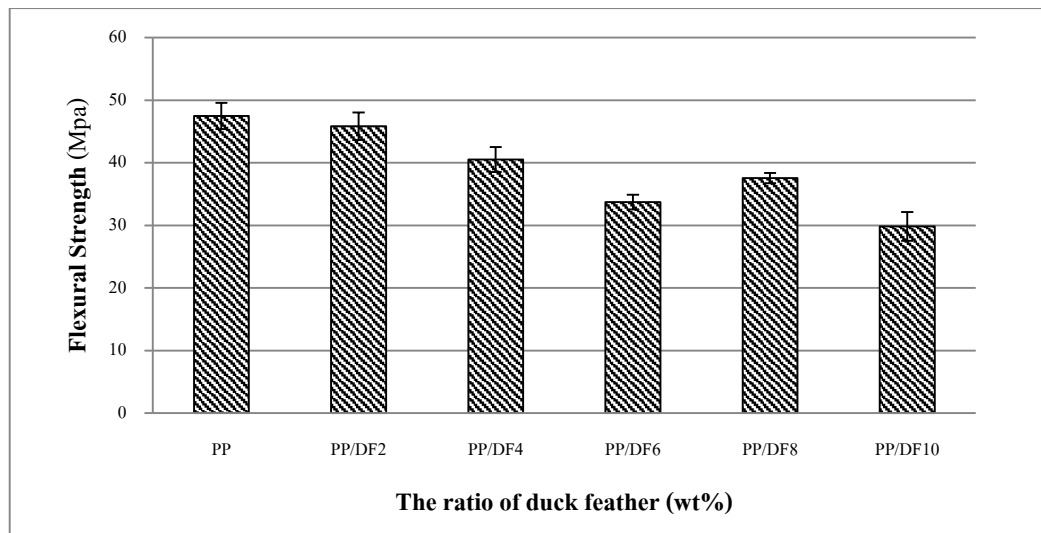
5.2 ผลของปริมาณขนเป็ดต่อสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้

เพื่อศึกษาผลของปริมาณของขนเป็ดต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้ ชิ้นงานที่ปริมาณขนเป็ด 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 wt% (PP/DF0, PP/DF2, PP/DF4, PP/DF6, PP/DF8 และ PP/DF10) ถูกนำไปทดสอบการทนต่อแรงดึง (Tensile testing) การทนต่อการโค้งงอ (Flexural Strength)

พบว่าเมื่อมีการเติมขนเป็ดลงไปสมบัติการทนต่อแรงดึงลดลงจาก พอลิโพรพิลีนที่ไม่มีการเติมขนเป็ดลงไป เนื่องจากการเติมขนเป็ดปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดช่องว่างเพิ่มขึ้นระหว่างขนเป็ดและเมทริกซ์เพิ่มมากขึ้น สมบัติการทนต่อแรงดึงจึงลดลงเช่นเดียวกับสมบัติการทนต่อการโค้งงอ ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7



แผนภาพที่ 6 ความทนต่อแรงดึงของพอลิโพรพิลีนเสริมแรงขนเป็ดอัตราส่วนต่างๆ



แผนภาพที่ 7 ความทนต่อการโค้งงอ ของพอลิโพรพิลีนเสริมแรงขนเป็ดอัตราส่วนต่างๆ

5.3 ผลของการปรับปรุงขนเป็ดต่อสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้

5.3.1 สมบัติของขนเป็ดหลังการปรับปรุงผิวด้วยวิธี Alkalization

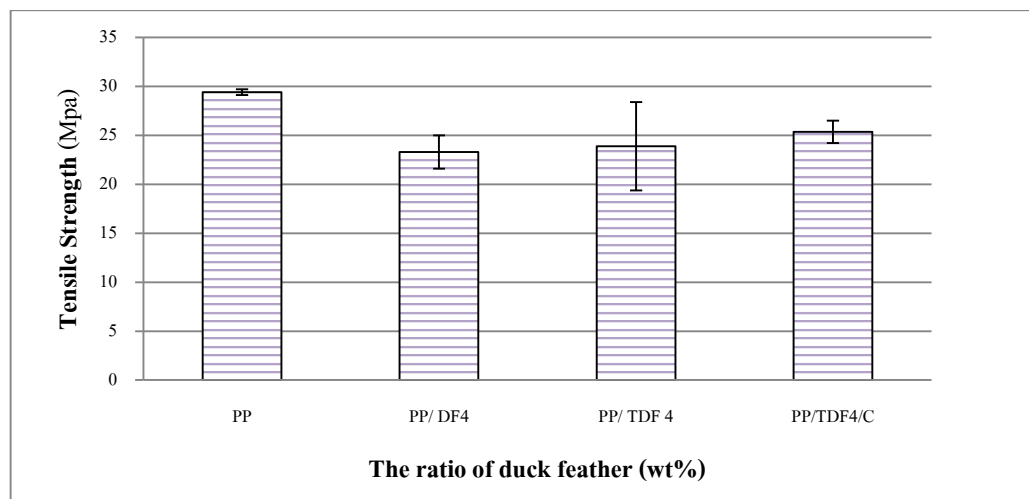
ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันเคมีด้วยเครื่อง FTIR ทดสอบขนเป็ดที่ไม่ผ่านการปรับปรุงผิวและขนเป็ดที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยวิธี Alkalization ในช่วงความยาวคลื่น (Wave Number) โดยทำการวิเคราะห์ในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง $4,000-400\text{ cm}^{-1}$ พบว่าขนเป็ดก่อนและหลังการปรับปรุงผิวด้วยวิธี Alkalization พบว่า ก่อนการปรับสภาพผิวขนเป็ดมีพีคที่ 3263.42 (กลุ่ม เอ ไมค์), 1631.12 (เคราติน)และ 636.08 (เคราติน) และเมื่อปรับสภาพผิวขนเป็ดแล้วมีพีคที่ 3265.85 (กลุ่ม เอ ไมค์), 1626.46 (เคราติน)และ 657.07 (เคราติน) มีการเลื่อนของพีคเกิดขึ้นเนื่องมาจากมีการปรับสภาพผิว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยพบว่าการทำ Alkalization ทำให้บางพีคเพิ่มขึ้นหลังจากการปรับสภาพผิวนั้นมีพีคเพิ่มขึ้นเล็กน้อย[5]ดังภาพที่ 8 จากงานวิจัยศึกษา FTIR ขนไก่ พีค $1800-1500$ และ $1100-450$ เป็นพีคของเคราติน [6]



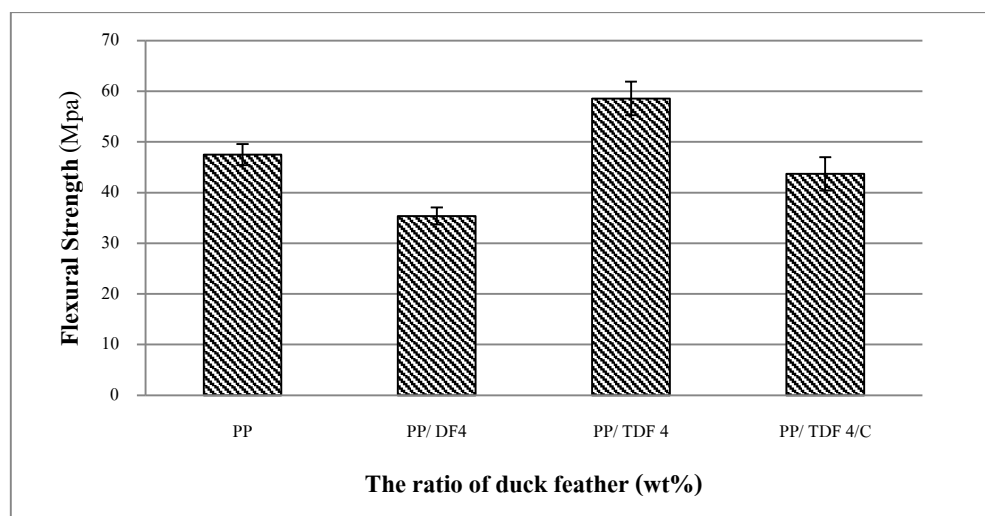
แผนภาพที่ 8 กราฟ FTIR

5.3.2 ผลของการปรับปรุงชนเป็ดต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบที่ขึ้นรูปได้

เพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงสภาพผิวชนเป็ด และการเติมสารก่อกวน ถูกนำไปทดสอบการทนต่อแรงดึง (Tensile testing) การทนต่อการโค้งงอ (Flexural Strength) วัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีนเสริมแรงด้วยชนเป็ด 4% wt (PP/DF4) ถูกนำมาปรับปรุงด้วยการนำชนเป็ดที่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิว (TDF) และการเติมสารก่อกวนลงไปขึ้นรูปเป็น PP/ TDF 4 และ PP/TDF4/C ตามลำดับ พบว่าเมื่อปรับปรุงสภาพผิวชนเป็ด PP/ TDF 4 ส่งผลให้มีค่าทนทานต่อแรงดึงได้ดีกว่า การเสริมแรงกับชนเป็ดที่ไม่ได้ปรับปรุงสภาพผิว PP/DF4 และเมื่อมีการเติมสารก่อกวนลงไป PP/TDF4/C ส่งผลให้สมบัติการทนต่อแรงดึงดีขึ้นดังแสดงในภาพที่ 8 ได้จากผล SEM ดังแสดงในภาพที่ 10 แต่สมบัติการทนต่อการโค้งงอลดลง เมื่อมีการเติมสารก่อกวน PP/TDF4/C เนื่องจากการเติมสารก่อกวนที่ต่ำลงเมื่อได้รับแรงในแนวนอน การเติมสารก่อกวนไม่ได้ช่วยในการยึดเกาะระหว่างชนเป็ดและเมทริกซ์ในแนวแรงคดมากพอ ดังแสดงในภาพที่ 9



แผนภาพที่ 9 ความทนต่อแรงดึงของ PP,PP/DF4,PP/TDF4และ PP/TDF4/C



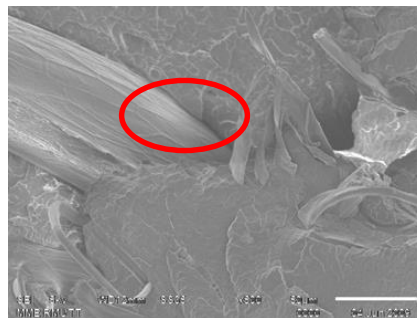
แผนภาพที่ 10 ความทนต่อการโค้งงอ ของ PP,PP/DF4,PP/TDF4และ PP/TDF4/C

5.3.3 การทดสอบสัณฐานวิทยา

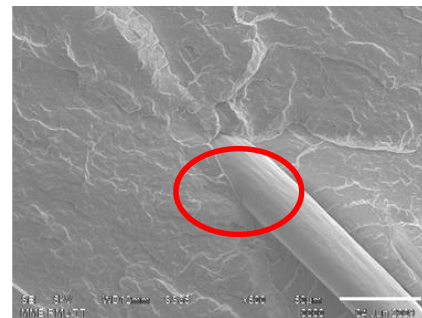
การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยขนเป็ดที่ทำการขึ้นรูปได้ด้วย SEM พบว่าพื้นผิวที่ทำการเติมขนเป็ดที่กระจายตัวอยู่ในเนื้อเมทริกซ์ ทำการศึกษาทางสัณฐานวิทยาในครั้งนี้ใช้กำลังขยายเพียง 500 เท่า เพื่อดูการกระจายตัวของขนเป็ดและช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างเนื้อเมทริกซ์ซึ่งขนเป็ดมีการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอมีช่องว่างระหว่างขนเป็ดกับเมทริกซ์ แต่เมื่อมีการปรับสภาพผิวขนเป็ดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ PP/ TDF4 และเติมสารคู่ควบ PP/ TDF 4/C ลงไป ก็ทำให้ช่องว่างระหว่างขนเป็ดกับเมทริกซ์น้อยลง การยึดเกาะของขนเป็ดดีขึ้นได้จากแผนภาพที่ 11



(ก)



(ข)



(ค)

แผนภาพที่ 11 สัณฐานวิทยาจาก SEM ของ (ก) PP/ DF4 (ข) PP/ TDF4 (ค) PP/ TDF 4/C

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบสมบัติของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยขนเป็ด มีสมบัติที่ดีขึ้น เมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่าง PP, PP/DF4, PP/TDF4 และ PP/TDF4/C โดยที่ PP/TDF4/C มีสมบัติที่ดีที่สุด จากการเปรียบเทียบสมบัติการทนต่อแรงดึงของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยขนเป็ด และลักษณะทางสัณฐานวิทยาเกิดช่องว่างระหว่างขนเป็ดและเมทริกซ์ลดลงซึ่งสอดคล้องต่อสมบัติการทนต่อแรงดึง แต่จากการเปรียบเทียบสมบัติการทนต่อการโค้งงอ PP/TDF4 มีผลที่ดีที่สุด ซึ่งการเติม PP/ TDF 4/C การทนต่อแรงดัดโค้งลดลง

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) สามารถนำข้อมูลการทดสอบจากงานวิจัยไปใช้ในการเปรียบเทียบผลกับวัสดุเสริมแรงประเภทขนสัตว์ชนิดอื่นๆ ได้

(2) สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทดสอบในเบื้องต้นไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมของผู้สนใจ

6.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรศึกษานาคนเปิดและกำหนดขนาดนาคนเปิดที่มีความใกล้เคียงกัน เพื่อผลการทดสอบที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น

(2) ควรศึกษาเครื่องผสมแบบปิดในการผสมวัสดุ เพื่อลดการปนเปื้อนและการเคลื่อนของอัตราส่วนผสมของวัสดุ

(3) ควรศึกษาการปรับสภาพผิวด้วยวิธีการอื่นที่หลากหลายขึ้น

(4) ควรศึกษาสารก่อกวนชนิดอื่นๆที่อาจจะได้ผลการทดสอบที่ดียิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณความอนุเคราะห์ด้านวัสดุ เครื่องมือในการทำวิจัย และเครื่องมือวิเคราะห์จากภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ และภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และบริษัท CPF ที่ให้การอนุเคราะห์ขนเปิด

8. เอกสารอ้างอิง

สารชีวโมเลกุล (Biomolecule). โครงสร้างของโปรตีน (Protein structure). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :

<https://sites.google.com/site/sarchiw molekul/home/portin-laea-krd-xa-mi-no-proteins/khorngsrang-khxng-portin-protein-structure>

Barone, Justin R. 2004. "Polyethylene reinforced with keratin fibers obtained from chicken feathers." Ph.D Dissertations.

Sha Cheng. 2009. "Mechanical and thermal properties of chicken feather fiber/PLA green composites."

Institute of Materials Science and Technology, Ocean University of China, Qingdao, China.

Lucia Conzatti. 2013. "Wool fibres functionalised with a silane-based coupling agent for reinforced polypropylene composites." Ph.D Dissertations, Chimica Industriale, University of Genova.

Nuruldiyanah Binti Kamarudin ele. 2017. "Statistical investigation of extraction parameters of keratin from chicken feather using Design-Expert." Published online 2017 Jun 1. Published online 2017 Jun 1

Yoxkin Estévez-Martínez ele. 2013. "Grafting of Multiwalled Carbon Nanotubes with Chicken Feather Keratin." **Journal of Nanomaterials**, Mexico.

กายวิภาคศาสตร์เชิงปริมาณเปรียบเทียบก้านช่อดอกปาล์มผลิตน้ำตาลและปาล์มไม่ผลิต
น้ำตาลในประเทศไทย

QUANTITATIVE COMPARATIVE ON PEDUNCLE ANATOMY OF SUGAR
AND NON-SUGAR PRODUCING PALMS IN THAILAND

ปณัญญ สมใจอ้าย

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

E-mail: pananun.sj@gmail.com

ผศ.ดร.อรุณทัย จำปีทอง

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

E-mail: arunothai.2519@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคเชิงปริมาณของเนื้อเยื่อลำเลียงภายในก้านช่อดอกของปาล์มผลิตน้ำตาล 5 ชนิด ได้แก่ ตาว (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) รังไก่อ (*A. westerhoutii* Griff.) ตาล (*Borassus flabellifer* L.) มะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) และจาก (*Nypa fruticans* Wurmb) เทียบกับปาล์มไม่ผลิตน้ำตาล 1 ชนิด ได้แก่ หมากรุก (*Areca catechu* L.) โดยการตัดตามขวางก้านช่อดอกของปาล์มเพื่อทำสไลด์พืชสดและสไลด์ถาวรโดยวิธีการฝังในพลาสติก หาความหนาแน่นและวัดพื้นที่มัดท่อลำเลียง และวัดพื้นที่เนื้อเยื่อลำเลียง และถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ จากการศึกษาพบว่า ปาล์มผลิตน้ำตาลทุกชนิดมีพื้นที่โดยรวมของเซลล์ลำเลียงอาหาร (0.06- 0.11 ตารางมิลลิเมตร) และเซลล์เวสเซล (4.2- 15.2 ตารางมิลลิเมตร) ในหนึ่งตารางมิลลิเมตรที่มากกว่าในหมากรุก (ประมาณ 0.04 ตารางมิลลิเมตรและ 0.9 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ในหมากรุกยังพบว่ามีขนาดความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงน้อยที่สุด ดังนั้น ความหนาแน่น พื้นที่ของเซลล์ลำเลียงอาหาร และเซลล์เวสเซล จึงอาจถือว่าเป็นลักษณะเด่นของเนื้อเยื่อที่พบในก้านช่อดอกของปาล์มผลิตน้ำตาลได้ ซึ่งผลที่ได้นี้คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาระบบการลำเลียงน้ำตาลของปาล์มต่อไป

คำสำคัญ: กายวิภาคศาสตร์ก้านช่อดอก, การหลั่งน้ำตาล, ปาล์มน้ำตาล

ABSTRACT

The study aims to compare the presence anatomy of sugar and non-sugar producing palms species. Five species of sugar producing palms including Sugar palm (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.), Westerhout's sugar palm (*A. westerhoutii* Griff.), Palmyra palm (*Borassus flabellifer* L.), Coconut (*Cocos nucifera* L.) and

Nipa palm (*Nypa fruticans* Wurmb) and one species of non-sugar palms which is Betel palm (*Areca catechu* L.) were transverse sectioned. Then, both wet-mount and permanent slides were prepared. For the permanent slides, plants materials were prepared by plastic technique. Density and area of vascular bundle and areas of vascular tissue were calculated and photos were taken under compound microscope. From the study, the sugar-producing palms had significantly larger areas of sieve elements ($0.06\text{--}0.11\text{ mm}^2$) and vessel members ($4.2\text{--}15.2\text{ mm}^2$) than that of *A. catechu* (approximately 0.04 mm^2 and 0.9 mm^2 , respectively). Moreover, there was also low density of the vascular bundle found in *A. catechu*. Thus, the density of vascular bundle, areas of sieve elements and vessel member is a remarkable feature of the sugar palm peduncles. So, the results will be used for support the future study concerning sugar transportation in palms.

KEYWORDS: peduncle anatomy, sugar exudation, sugar palm

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

พืชวงศ์ปาล์ม (Arecaceae) จัดเป็นพืชที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์หลายอย่าง (พูนศักดิ์, 2548) ไม่ว่าจะเป็นการนำมาประดิษฐ์ เป็นเครื่องใช้ในครัวเรือน เช่น ช้อน ชาม หรือไม้กวาด ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างบ้านเรือน หรือ แม้แต่การนำมารับประทานทั้งในรูปของผลสดหรือการใช้น้ำและยอดสดมาทำอาหาร (Barfod and Dransfield, 2013) รวมทั้งปาล์มยังให้ผลิตภัณฑ์ในรูปของแป้งและน้ำตาลที่มนุษย์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ (Morton *et al.* 1988) ประเทศในแถบเขตร้อนหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทยมีรายงานการใช้น้ำตาลจากปาล์มหลายชนิดมาอย่างช้านาน (Chantaraboon, *et al.*, 2010) น้ำตาลจากปาล์มบางชนิด เช่น ตาล มะพร้าว พบรายงานการผลิตในปริมาณที่สูงและกลายเป็นสินค้าสำคัญที่มีการซื้อขายกัน (Nguyen, *et al.*, 2016) ทำให้ปาล์มน้ำตาลดังกล่าวเป็นพืชเศรษฐกิจอีกกลุ่มหนึ่งที่ได้รับความสนใจมากขึ้น การศึกษาเกี่ยวกับปาล์มน้ำตาลที่ผ่านมา โดยส่วนใหญ่จะศึกษาในแง่ของปริมาณและชนิดน้ำตาลที่หลั่งออกมาจากช่อดอก ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ เช่น การนวดช่อดอก ที่มีผลต่อปริมาณการหลั่งน้ำตาลในปาล์มหลายชนิด ได้แก่ ตาว (Mogea *et al.*, 1991) ตาล (Morton *et al.*, 1988) มะพร้าว (Hebbur *et al.*, 2015) และ จาก (Paivoke, 1984) แต่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหลั่งน้ำตาลและปัจจัยภายในตัวพืชที่ส่งเสริมการหลั่งน้ำตาลในปาล์มน้ำตาลยังไม่มีการศึกษา แต่เริ่มได้รับความสนใจเนื่องจากในปัจจุบันน้ำตาลจากปาล์มได้ถูกส่งเสริมให้เป็นน้ำตาลทางเลือกเพื่อสุขภาพมากขึ้น (Barfod, interview) ดังนั้น การศึกษาถึงสาเหตุ ตลอดจนกระบวนการ โครงสร้างภายในต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหลั่งน้ำตาลของปาล์ม จึงมีความสำคัญซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่แล้ว การเข้าใจมากขึ้นในกระบวนการและปัจจัยที่มีผลต่อการหลั่งน้ำตาลของปาล์มยังสามารถนำไปสู่การจัดการและการพัฒนาให้ได้มาซึ่งปริมาณน้ำตาลที่มากพอที่จะส่งเสริมออกสู่ตลาดโลกมากขึ้น ลักษณะทางกายวิภาคจัดเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการลำเลียงน้ำตาล และเพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นทางกายวิภาคศาสตร์ของก้านช่อดอกของปาล์มน้ำตาลที่คาดว่าจะเป็ประโยชน์ต่อการศึกษาระบบการลำเลียงน้ำตาลของปาล์มในอนาคตต่อไป การศึกษาเบื้องต้นนี้ จึงศึกษา ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของก้านช่อดอกที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงและหลังสารละลายน้ำตาล โดยเลือกปาล์มที่พบรายงานว่ามีการผลิตน้ำตาลและเป็นชนิดที่พบในประเทศไทย ได้แก่ ตาว (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.)

รังไก่อ (A. westerhoutii Griff.) ตาล (Borassus flabellifer L.) มะพร้าว (Cocos nucifera L.) และ จาก (Nypa fruticans Wurm) เปรียบเทียบกับปาล์มที่ไม่ผลิตน้ำตาล 1 ชนิด ได้แก่ หมาก (Areca catechu L.)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำตาลในปาล์มน้ำตาล โดยเน้นเปรียบเทียบเชิงปริมาณของเนื้อเยื่อลำเลียงที่พบระหว่างปาล์มผลิตน้ำตาล และปาล์มไม่ผลิตน้ำตาล

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

Arx et al., 2016 ได้นำเสนอวิธีการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของไซเล็ม (xylem) ในเนื้อไม้ ในเชิงปริมาณ เพื่อเป็นแนวทางใหม่ที่จะศึกษาถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในต้นพืช หรือเพื่อใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการเจริญเติบโตของพืชกับสิ่งแวดล้อม งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้ยึดแนวทางการใช้ลักษณะทางกายวิภาคในเชิงปริมาณมาวิเคราะห์เนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงในปาล์ม โดยทำการวัดพื้นที่เพื่อเปรียบเทียบ

เนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงในปาล์ม มีดังต่อไปนี้ (เทียมใจ, 2542)

มัดท่อลำเลียง (vascular bundle) มีลักษณะเป็นกระจุกรวมของเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการลำเลียงน้ำ และอาหาร มีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ไซเล็มและโฟลเอ็ม (phloem) ซึ่งมีลักษณะคล้ายหน้ากาก (mask type) โดยกลุ่มมัดท่อลำเลียงจะกระจายตัวอยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue)

ไซเล็ม เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการลำเลียงน้ำ แร่ธาตุ และสารละลายรวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ จากรากขึ้นสู่ปลายยอด ตำแหน่งของไซเล็มในมัดท่อลำเลียงอยู่บริเวณด้านในหันเข้าสู่แกนกลางของลำต้น โดยไซเล็มนั้นประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อที่ทำงานร่วมกัน คือ เซลล์เวสเซล (vessel member) เป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต มีลักษณะเป็นท่อกว้างยาวต่อกันเพื่อใช้ในการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดหรือลำเลียงทางยาว และพาราคิมาของไซเล็ม (xylem parenchyma)

โฟลเอ็ม เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง ไปสู่อวัยวะต่างๆ ของต้น ตำแหน่งโฟลเอ็มในมัดท่อลำเลียงของพืชวงสปีดจะอยู่บริเวณด้านนอกหันออกจากแกนกลางลำต้น โดยโฟลเอ็มนั้นประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชนิดที่ทำงานประสานกันเพื่อที่จะลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เซลล์ท่อลำเลียงอาหาร (sieve tube member) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต มีลักษณะเป็นเซลล์ที่ต่อกันยาวเป็นท่อใช้สำหรับการลำเลียงอาหารทางยาวโดยอาศัยการทำงานร่วมกับเซลล์ประคบ (companion cell) เรียกท่อลำเลียงอาหารและเซลล์ประคบรวมกันว่าเซลล์ลำเลียงอาหาร (sieve elements) พาราคิมาของโฟลเอ็ม (phloem parenchyma) และ กลุ่มเซลล์เส้นใยของโฟลเอ็ม (phloem fiber) เป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนาอยู่บริเวณด้านนอกสุดล้อมรอบเซลล์ลำเลียงอาหารไว้หรืออาจจะล้อมรอบทั้งมัดท่อลำเลียง ช่วยในเรื่องของความแข็งแรง

เมื่อพิจารณาตามหน้าที่การลำเลียงข้างต้นแล้ว ปัจจัยทางลักษณะกายวิภาค ได้แก่ ความหนาแน่นและพื้นที่ของมัดท่อลำเลียง พื้นที่ของไซเล็ม (เซลล์เวสเซล และพาราคิมาของไซเล็ม) และพื้นที่ของเซลล์ลำเลียงอาหาร หากมีปริมาณสูงจะช่วยส่งเสริมการลำเลียงในปาล์มได้ดี ส่วนพื้นที่กลุ่มเส้นใยของโฟลเอ็มนั้นช่วยส่งเสริมด้านความแข็งแรงอาจไม่ส่งเสริมต่อปริมาณการลำเลียงในก้านช่อดอกปาล์มโดยตรง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

เปรียบเทียบพื้นที่เนื้อเยื่อลำเลียงได้แก่ เซลล์ลำเลียงอาหาร เส้นใยของโพลีเอม เซลล์เวสเซล และพารากิมาของไซเล็ม ระหว่างปาล์มผลิตน้ำตาล และปาล์มไม่ผลิตน้ำตาล

4.2 ประชากรและตัวอย่าง

4.2.1 การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างช่อดอกของปาล์มผลิตน้ำตาล 5 ชนิด ได้แก่ ดาว รังไก่ ตาล มะพร้าว และจาก และปาล์มไม่ผลิตน้ำตาล 1 ชนิด ได้แก่ หมากร ชนิตละ 3 ชั่วโมงและสถานที่ในการเก็บตัวอย่างของปาล์มทั้ง 6 ชนิด แสดงในตารางที่ 1 จากนั้นจึงสุ่มตัดก้านช่อดอกให้ได้ท่อนยาว 5-10 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 10 ท่อนจากช่อดอกทั้ง 3 ช่อดอก จากนั้น นำท่อนของก้านช่อดอกดังกล่าว ไปเตรียมทำสไลด์พืชเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ

ตารางที่ 1 สถานที่และช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างก้านช่อดอกเพื่อการศึกษาทางกายวิภาคของปาล์มทั้ง 6 ชนิด

ชนิด	สถานที่เก็บตัวอย่าง	ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง
1. <i>Arenga pinnata</i> (ดาว)	อ. บ้านนาสาน จ.สุราษฎร์ธานี	มีนาคม 2559
2. <i>Arenga westerhoutii</i> (รังไก่)	อ.ปัว จ.น่าน และ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่	มีนาคม 2557 และ สิงหาคม 2558
3. <i>Borassus flabellifer</i> (ตาล)	บ้านวังสะแกง อ.เวียงหนองล่อง จ.ลำพูน	มกราคม 2557
4. <i>Cocos nucifera</i> (มะพร้าว)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่และ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่	มกราคม 2557
5. <i>Nypa fruticans</i> (จาก)	อ. อัมพวา จ.สมุทรสงคราม	เมษายน 2557 และ มกราคม 2558
6. <i>Areca catechu</i> (หมาก)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มีนาคม 2558

4.2.1 การเตรียมสไลด์พืชสำหรับศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ

การเตรียมสไลด์พืชสด นำตัวอย่างก้านช่อดอกของปาล์มมาตัดตามขวางด้วยใบมีด โทนก่อนจะข้อมด้วยสีชาฟรานิน โอ ร้อยละ 0.5 ละลายในน้ำ ประมาณ 1 นาที จากนั้นซับสีข้อมออกแล้วฉีกสไลด์ด้วยน้ำกลั่น 1-2 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

การเตรียมสไลด์ถาวรโดยวิธีการฝังในพาสติก (Jampeetong and Brix, 2009) นำตัวอย่างก้านช่อดอกที่เตรียมไว้ มาตัดให้มีขนาดยาว 0.5-1.0 เซนติเมตร และนำไปแช่ในสารละลาย FAA (ฟอร์มาลิน:กรดอะซิติก:เอทานอล อัตราส่วน 10:5:85) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นย้ายชิ้นส่วนพืชไปแช่ในเอทานอล ร้อยละ 70 นาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อโดยผ่านการแช่ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70, 75, 80, 85, 90, และ 95 ตามลำดับ ขึ้นตอนละ 24 ชั่วโมง ในระหว่างขั้นตอนนี้ จะเก็บตัวอย่างไว้ในเครื่องปั๊มสุญญากาศ (vacuum

pump) เพื่อกำจัดฟองอากาศในเนื้อเยื่อ จากนั้นย้ายชิ้นส่วนพืชไปแช่ในสารละลายเอทานอล และ histo-resin (Technovit 7100[®], Kulzer, Wehrheim, Germany) อัตราส่วน 3:1 2:1 และ 1:1 ตามลำดับ ภายใต้สภาวะสุญญากาศ เช่นกันขั้นตอนละ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำชิ้นส่วนพืชไปฝังใน histo-resin ความเข้มข้นร้อยละ 100 ในแบบพิมพ์ จนกระทั่ง histo-resin แข็งตัว แล้วนำ histo-resin ที่แข็งตัวและมีชิ้นส่วนพืชฝังอยู่ออกจากแบบพิมพ์ จากนั้นนำชิ้นส่วนที่ได้ (ขนาด 1x1x1 เซนติเมตร) ไปตัดตามขวางด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อชนิดมือหมุน (rotary microtome) ที่ความหนาเท่ากับ 12 ไมโครเมตร ย้อมสีชิ้นส่วนพืชที่ตัดแล้วด้วยทอลูอิดีนบลู โอ (toluidine blue O) ร้อยละ 0.5 ละลายในน้ำและฟีนิกสไลด์ด้วยสาร Euparal จากนั้นปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

4.3.1 ตัวแปรต้น ปาล์มผลิตน้ำตาล ได้แก่ ดาว รังไก่อตาล มะพร้าว และจาก และปาล์มไม่ผลิตน้ำตาล คือ หมากร

4.3.2 ตัวแปรตาม ความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียง พื้นที่ของมัดท่อลำเลียง และพื้นที่เนื้อเยื่อลำเลียง ได้แก่ เซลล์ลำเลียงอาหาร เส้นใยของโพลีเอม เซลล์เวสเซล และพารังกิมาของไซเล็ม

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำสไลด์พืชที่เตรียมข้างต้น ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (Olympus รุ่น CM21, Japan) และถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วยกล้องดิจิทัล (Olympus รุ่น SP-610, Japan) ศึกษาชนิดและการจัดเรียงของเนื้อเยื่อที่พบ จากนั้นคำนวณหาความหนาแน่นและพื้นที่ของมัดท่อลำเลียง และหาพื้นที่ของเนื้อเยื่อลำเลียง ได้แก่ เซลล์ลำเลียงอาหาร เส้นใยของโพลีเอม เซลล์เวสเซล และพารังกิมาของไซเล็ม จากนั้นนำข้อมูลของพื้นที่ข้างต้นมาหาพื้นที่โดยรวมภายใต้หนึ่งตารางมิลลิเมตร

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียง พื้นที่มัดท่อลำเลียง พื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหาร พื้นที่เส้นใยของโพลีเอม พื้นที่เซลล์เวสเซล และพื้นที่พารังกิมาของไซเล็ม มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้ one-way analysis of variance (ANOVA) และ Tukey's post-hoc ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) เพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลดังกล่าวในปาล์มแต่ละชนิด

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1 ผลการวิจัย

จากการคำนวณหาความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียง พบมะพร้าวมีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงมากที่สุด คือ 41.2 ± 4.2 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับปาล์มชนิดอื่น ส่วนหมากรพบว่ามีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงน้อยที่สุด คือ 8.7 ± 2.1 ดังตารางที่ 2 สำหรับพื้นที่ของหนึ่งมัดท่อลำเลียงและพื้นที่โดยรวมของมัดท่อลำเลียงในหนึ่งตารางมิลลิเมตร ของปาล์มทั้ง 6 ชนิด พบว่าหมากรมีพื้นที่เท่ากับ 8.9 ± 2.1 ตารางมิลลิเมตร และ 1.0 ± 0.0 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ และตามีพื้นที่เท่ากับ 8.3 ± 1.8 ตารางมิลลิเมตร และ 1.0 ± 0.0 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีพื้นที่ดังกล่าวมากกว่าปาล์มชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ตาล มีพื้นที่เท่ากับ 11.2 ± 2.9 ตารางมิลลิเมตร และ 0.6 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่โดยรวมของมัดท่อลำเลียงในหนึ่งตารางมิลลิเมตรของจาก มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.5 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร ดังตารางที่ 2

จากการหาพื้นที่ของโพลีเอมซึ่งประกอบด้วยพื้นที่เส้นใยของโพลีเอมและพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหาร พบว่าหมีมีพื้นที่เส้นใยของโพลีเอมในหนึ่งมัดต่อลำเลียงมากที่สุด คือ 6.8 ± 1.2 ตารางมิลลิเมตร รองลงมาคือ ดาวพบ 5.0 ± 0.8 ตารางมิลลิเมตร แต่เมื่อพิจารณาพื้นที่เส้นใยของโพลีเอมในหนึ่งตารางมิลลิเมตร พบว่าหมีมีพื้นที่เท่ากับ 0.6 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร ดาวมีพื้นที่เท่ากับ 0.6 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร และมะพร้าวมีพื้นที่เท่ากับ 0.6 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปล้ำมที่มีพื้นที่เส้นใยของโพลีเอมน้อยที่สุดคือ จากมีพื้นที่เท่ากับ 0.1 ± 0.0 ตารางมิลลิเมตร สำหรับพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหาร เมื่อพิจารณาในหนึ่งมัดต่อลำเลียงพบว่า ดาวมีพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหารมากที่สุด คือ 1.0 ± 0.2 ตารางมิลลิเมตร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับปล้ำมชนิดอื่น รองลงมา คือ ตาล จาก หมี และรังไก่ ตามลำดับ (0.6 ± 0.1 , 0.4 ± 0.1 , 0.4 ± 0.1 และ 0.4 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) ขณะที่มะพร้าวมีพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหารในหนึ่งมัดต่อลำเลียงน้อยที่สุด คือ 0.3 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร แต่เมื่อพิจารณาในหนึ่งตารางมิลลิเมตร พบว่า มะพร้าว ดาว และรังไก่ (0.11 ± 0.0 , 0.11 ± 0.0 และ 0.11 ± 0.0 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) มีพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหารมากกว่าปล้ำมชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนหมีมีพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหารน้อยที่สุด คือ 0.04 ± 0.0 ตารางมิลลิเมตร ดังตารางที่ 2

สำหรับพื้นที่เซลล์เวสเซลและพื้นที่พารังคิมาของไซเล็มในหนึ่งมัดต่อลำเลียง พบว่า ตาลมีพื้นที่เซลล์เวสเซลมากที่สุด คือ 1.4 ± 0.3 ตารางมิลลิเมตร รองลงมาคือ ดาว รังไก่ มะพร้าว และจาก ตามลำดับ (0.4 ± 0.1 , 0.3 ± 0.1 , 0.4 ± 0.1 และ 0.3 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) ส่วนหมีพบว่ามีพื้นที่เซลล์เวสเซลน้อยที่สุด คือ 0.1 ± 0.3 ตารางมิลลิเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับปล้ำมชนิดอื่น อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณพื้นที่เซลล์เวสเซลในหนึ่งตารางมิลลิเมตร พบว่าทั้งตาลและมะพร้าว (15.2 ± 3.7 และ 15.2 ± 2.6 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) มีพื้นที่เซลล์เวสเซลมากกว่าปล้ำมชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่หมีมีพื้นที่เซลล์เวสเซลน้อยที่สุด คือ 0.9 ± 0.3 ตารางมิลลิเมตร สำหรับพื้นที่พารังคิมาของไซเล็ม พบว่าตาลและดาวมีพื้นที่มากกว่าปล้ำมชนิดอื่น (2.4 ± 0.8 และ 2.2 ± 0.6 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ) ส่วนมะพร้าวมีพื้นที่น้อยที่สุด คือ 0.1 ± 0.1 ตารางมิลลิเมตร และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในปล้ำมทั้ง 6 ชนิด และเมื่อพิจารณาในหนึ่งตารางมิลลิเมตร พบมะพร้าวมีพื้นที่พารังคิมาของไซเล็มน้อยที่สุด คือ 4.7 ± 4.3 ตารางมิลลิเมตร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับปล้ำมชนิดอื่น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของมดท่อม้าลาย พื้นที่มดท่อม้าลาย พื้นที่ของเซลล์ที่พบในโพลีเอมและไซเล็มใน
หนึ่งมดท่อม้าลายและในหนึ่งตารางมิลลิเมตรของปาล์มผลิตน้ำตาลและปาล์มไม่ผลิตน้ำตาล ทั้ง 6
ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

	ปาล์มผลิตน้ำตาล					ปาล์มไม่ผลิต น้ำตาล
	<i>A. pinnata</i>	<i>A. westerhoutii</i>	<i>B. flabellifer</i>	<i>C. nucifera</i>	<i>N. fruticans</i>	<i>Ar. catechu</i>
ความหนาแน่นของมด ท่อม้าลาย พื้นที่ในหนึ่งมดท่อม้า ลาย ($\times 10^{-2}$ ตารางมิลลิเมตร)						
- มดท่อม้าลาย	11.2±1.3 ^a	31.0±4.4 ^b	11.2±2.9 ^a	41.2±4.2 ^b	20.1±2.4 ^a	8.7±2.1 ^a
- โพลีเอม						
เซลล์ม้าลายอาหาร	1.0±0.2 ^c	0.4±0.1 ^{bc}	0.6±0.1 ^d	0.3±0.1 ^b	0.4±0.1 ^c	0.4±0.1 ^c
เส้นใยของโพลีเอม	5.0±0.8 ^d	1.0±0.3 ^{bc}	1.5±0.2 ^c	1.4±0.2 ^c	0.6±0.1 ^{ab}	6.8±1.2 ^c
- ไซเล็ม						
เซลล์เวสเซล	0.4±0.1 ^b	0.3±0.1 ^b	1.4±0.3 ^c	0.4±0.1 ^b	0.3±0.1 ^b	0.1±0.3 ^a
พารากิมของไซเล็ม	2.2±0.6 ^d	0.8±0.2 ^b	2.4±0.8 ^d	0.1±0.1 ^a	1.1±0.4 ^{ab}	1.3±0.4 ^c
พื้นที่โดยรวมในหนึ่ง ตารางมิลลิเมตร (ตาราง มิลลิเมตร)						
- มดท่อม้าลาย	1.0±0.0 ^c	0.7±0.1 ^{cd}	0.6±0.1 ^{bc}	0.9±0.2 ^{de}	0.5±0.1 ^b	1.0±0.0 ^c
- โพลีเอม						
เซลล์ม้าลายอาหาร	0.11±0.0 ^c	0.11±0.0 ^c	0.06±0.0 ^{ab}	0.11±0.0 ^c	0.09±0.0 ^{bc}	0.04±0.0 ^a
เส้นใยของโพลีเอม	0.6±0.1 ^d	0.3±0.1 ^c	0.2±0.0 ^b	0.6±0.1 ^d	0.1±0.0 ^{ab}	0.6±0.1 ^d
- ไซเล็ม						
เซลล์เวสเซล	4.2±0.9 ^b	10.6±2.9 ^c	15.2±3.7 ^d	15.2±2.6 ^d	5.7±1.9 ^b	0.9±0.3 ^a
พารากิมของไซเล็ม	24.3±6.2 ^c	25.4±8.0 ^c	27.5±9.3 ^c	4.7±4.3 ^a	22.5±8.9 ^c	11.0±3.4 ^b

ตัวอักษร a, b, c, d, e แสดงความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการคำนวณพื้นที่ของมดท่อม้าลายในก้านช่อดอกปาล์มทั้ง 6 ชนิด พบพื้นที่ของมดท่อม้าลายมากในดาว หมา และมะพร้าว ตามลำดับ ถึงแม้ว่าหากซึ่งเป็นปาล์มไม่ผลิตน้ำตาลจะมีพื้นที่มดท่อม้าลายที่มากกว่าตาลและจากซึ่งเป็นปาล์มผลิตน้ำตาล แต่ในมดท่อม้าลายของหมากนั้น พื้นที่ส่วนใหญ่พบเป็นพื้นที่ของเส้นใยของโพลีเอมซึ่งไม่ได้มีหน้าที่เกี่ยวกับการลำเลียงโดยตรง อีกทั้งยังพบว่าหมากมีพื้นที่ของเซลล์ม้าลายอาหารและเซลล์เวสเซลน้อยที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับปาล์มผลิตน้ำตาลชนิด

อื่น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ทำให้เห็นว่า ขนาดของเซลล์ลำเลียงอาหารและเซลล์เวสเซล น่าจะเป็นลักษณะสำคัญที่พบในปาล์มผลิตน้ำตาล

จากผลการคำนวณหาความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงและพื้นที่ของเซลล์ที่พบใน โพลีเอมและไซเล็ม ในหนึ่งมัดท่อลำเลียง พบว่าความหนาแน่นมีผลต่อขนาดพื้นที่ของเนื้อเยื่อดังกล่าวเมื่อนำมาคำนวณพื้นที่ต่อหนึ่งตารางมิลลิเมตร ดังจะเห็นได้จากการเปรียบเทียบความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงและพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหาร พบว่ามะพร้าวซึ่งมีพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหารในหนึ่งมัดท่อลำเลียงน้อยที่สุด แต่มีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงมาก ทำให้เมื่อพิจารณาในหนึ่งตารางมิลลิเมตรพบว่ามะพร้าวมีพื้นที่เซลล์ลำเลียงอาหารมาก ดังนั้น ปริมาณการหลั่งของเหลวที่ออกมาจากก้านช่อดอกของปาล์มผลิตน้ำตาลจึงน่าจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่อดอกและจำนวนแขนงของก้านช่อดอกที่ถูกตัดเพื่อการเก็บน้ำตาลด้วยเช่นกัน โดยช่อดอกปาล์มที่มีขนาดใหญ่และมีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงสูง ประกอบกับภายในพื้นที่มัดท่อลำเลียงมีพื้นที่ของเซลล์ลำเลียงอาหารและเซลล์เวสเซลสูงน่าจะมีแนวโน้มการหลั่งของเหลวออกมาได้มาก ดังที่พบในการศึกษาของ Oworu *et al.* (1977) ที่พบว่าในต้นอ้อยสายพันธุ์ที่ผลิตน้ำตาลสูงจะมีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงที่มากกว่าอ้อยสายพันธุ์ที่ผลิตน้ำตาลต่ำ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของเหลวที่หลั่งจากก้านช่อดอกของปาล์มน้ำตาลพบว่า ดาว (12-30 ลิตร/วัน/ต้น) (Pongsattayapipat and Barfod, 2009) และตาล (6-10 ลิตร/วัน/ต้น) (Paulas and Muthukrishnan, 1983) มีปริมาณที่สูงกว่ามะพร้าว (0.9-1.5 ลิตร/วัน/ต้น) (Pethiyagoda, 1978) และจาก (0.4-2 ลิตร/วัน/ต้น) (Matsui *et al.*, 2014) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษารั้วนี้ที่พบว่าดาวมีพื้นที่ของเซลล์ลำเลียงอาหารที่สูงเช่นกัน ในขณะที่ตาลมีพื้นที่ของเซลล์ลำเลียงอาหารน้อยสุดเมื่อเทียบกับปาล์มน้ำตาลชนิดอื่น ๆ แต่กลับพบว่ามีพื้นที่ของเซลล์เวสเซลสูงที่สุด ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่าของเหลวที่หลั่งจากก้านช่อดอกของตาลที่มีปริมาณที่สูงนั้นส่วนใหญ่มาจากน้ำที่หลั่งมาจากเซลล์เวสเซลร่วมด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Kosugi *et al.* (2010) ที่พบว่าบริเวณแกนกลางของลำต้นปาล์มน้ำมัน (*Elais guineensis*) ที่มีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงสูงจะพบปริมาณน้ำสูงและพบของเหลวที่มีปริมาณน้ำตาลสูงมากกว่าบริเวณขอบนอกของลำต้นที่มีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียงต่ำกว่า ในทำนองเดียวกัน จาก ซึ่งพบรายงานปริมาณของเหลวที่หลั่งออกมาหลังจากการตัดช่อดอกมีปริมาณน้อยมาก ในการศึกษาพบว่าจากมีพื้นที่ของทั้งเซลล์ลำเลียงอาหารและเซลล์เวสเซลที่น้อยเช่นกัน อีกทั้งขนาดของมัดท่อลำเลียงภายในก้านช่อดอกมีขนาดเล็กด้วย จึงอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ปริมาณของเหลวที่หลั่งออกมาจากก้านช่อดอกของจากมีปริมาณที่น้อย

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า ในก้านช่อดอกของปาล์มน้ำตาลโดยส่วนใหญ่มีความหนาแน่นของมัดท่อลำเลียง พื้นที่ของเซลล์ลำเลียงอาหาร และเซลล์เวสเซล มากกว่าปาล์มไม่ผลิตน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขนาดของมัดท่อลำเลียงไม่สามารถใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนปริมาณการหลั่งน้ำตาลได้ ดังจะเห็นได้จากหมากที่มีขนาดมัดท่อลำเลียงที่ใหญ่ แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยเซลล์เส้นใยของโพลีเอม ที่ไม่ได้ทำหน้าที่เกี่ยวกับการลำเลียง ซึ่งผลที่ได้นี้คาดว่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปสานต่อการศึกษาระบบการลำเลียงและหลั่งน้ำตาลในปาล์มต่อไป

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นทางกายวิภาคศาสตร์ของก้านช่อดอกของปาล์มน้ำตาลที่คาดว่าจะประโยชน์ต่อการศึกษากระบวนการลำเลียงน้ำตาลของปาล์มในอนาคตต่อไป

(2) นำไปใช้ประกอบการอธิบายกระบวนการทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำตาลได้

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ศึกษากระบวนการทางสรีรวิทยาเพิ่มเติมเพื่อใช้ประกอบการอธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำตาลในช่อดอกปาล์มน้ำตาลให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ขอขอบคุณ Assoc. Prof. Anders Barfod สำหรับการเสนอแนะข้อคิดเห็นในการทำวิจัยนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาระหว่างการทำวิจัยระยะสั้น ณ Aarhus University, Denmark ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือขณะทำการวิจัย และท้ายสุดขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับสถานที่และอุปกรณ์สำหรับการศึกษานี้

9. เอกสารอ้างอิง

เทียมใจ คมกฤต. 2542. กายวิภาคของพฤษภ, พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
พูนศักดิ์ วัชรกร. 2548. ปาล์มและปรงในประเทศไทย, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

Akihiko K., Ryohei T, Kengo M, Yoshinori M, Takamitsu A, Othman S, et al. 2010. Ethanol and lactic acid production using sap squeezed from old oil palm trunks felled for replanting. **J. Biosci. Bioeng.** 110(3): 322-5.

Arx G, Crivellaro A, Prendin A L, Cufar K and Carrer M. 2016. Quantitative wood anatomy-practical guidelines. **Front. Plant Sci.** 7(781): 1-13.

Barfod A S, Dransfield J. 2013. **Arecaceae (Palmae)**. In: Flora of Thailand. R. Pongsattayapipat. Forest Herbarium, Department of national parks, wildlife and plant conservation. 11(3): 336-456.

Barfod A S, Bioscience Department, Aarhus University, Denmark. 15 June 2013. Interview.

Chantaraboon A, Burikam I, Pampasit S & Pongsattayapipat R. 2010. Method for the economic recovery of Sugar-palm (Tao) (*Arenga westerhoutii* Griff.) community forests. **SJST**. 32: 357-62.

- Hebbbar K B, Arivalagan M, Manikantan M R, Mathew A C, Thampan C, Thomas G V, et al. 2015. Coconut inflorescence sap and its value addition as sugar-collection techniques, yield, properties and market perspective. **Curr. Sci.** 109(8): 1411-7.
- Jampeetong A, Brix H. 2009. Nitrogen Nutrition of *Salvinia natans*: Effects of inorganic nitrogen form of growth, morphology, nitrate reductase activity and uptake kinetics of ammonium and nitrate. **Aquat. Bot.** 90: 67-73.
- Matsui N, Okimori Y, Takahashi F, Matsumura K and Bamroongrugs N. 2014. Nipa (*Nypa fruticans* Wurmb) sap collection in Southern Thailand: II. Biomass and soil properties. **Environ. Nat. Resour.** 4(4): 89-100.
- Mogea J, Seibert B and Smits W. 1991. Multipurpose palms: the Sugar Palm (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). **Agrofor. Syst.** 13: 111-29.
- Morton J F. 1988. Notes on distribution, propagation and products of *Borassus* Palms (Arecaceae). **Econ. Bot.** 42(3): 420-9.
- Nguyen D V, Rabemanolontsoa H and Saka S. 2016. Sap From Various Palms as a renewable energy source for bioethanol production. **Chem. Ind. Chem. Eng. Q.** 22: 355-73.
- Oworu O O., McDavid C R and Maccoll D. 1976. The anatomy of the storage tissue of sugarcane in relation to sugar uptake. **Ann. Bot.** 41: 401-4.
- Paivoke A E A. 1984. Tapping practices and sap yields of the Nipa palm (*Nypa fruticans*) in Papua New Guinea. **Agric. Ecosyst. Environ.** 13: 59-72.
- Paulas D, Muthukrishnan C R. 1983. **Products from Palm Tree**. FAO/DANIDA palm tree workshop, Jaffna, Sri Lanka.
- Pethiyagoda U. 1978. Coconut inflorescence sap. **Perak Planters' Assoc. J.** 39(2): 161-6.
- Pongsattayapipat R and Barfod A.S. 2009. Economic botany of Sugar Palms (*Arenga pinnata* Merr. and *A. westerhoutii* Griff., Arecaceae) in Thailand. **Thai J. Bot.** 1(2): 103-17.

การศึกษาคูสมบัติของมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต
(The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย
THE PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF THE MENTAL HEALTH
LITERACY SCALE: THAI VERSION

รังสิภรณ์ ศรีเพ็ญ

ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: isripen@gmail.com

ผศ.พญ.กอบหทัย สัทธินฤฤทธิ์

ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: sigkn@mahidol.ac.th

รศ.ดร.สุชีรา ภัทรายุทธวรรตน์

ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: sucheera.pha@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความตรงและความเที่ยงของมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย รวมถึงศึกษาความฉลาดทางสุขภาพจิตในนักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน ผลการวิจัยพบ 1) ตรงและความเที่ยงของมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีความตรงตามเนื้อหาอยู่ในช่วง 0.67 – 1.0 ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ และความเที่ยงจากค่า Cronbach's alpha ที่ .851 2) พบคะแนนความฉลาดทางสุขภาพจิตของนักศึกษาแพทย์เฉลี่ยอยู่ที่ 123.09 (S.D. $\pm$ 11.55, สูงสุด 151, ต่ำสุด 81, 95% CI = 121.49–124.69) จากคะแนนเต็ม 160 คะแนน โดยคะแนนที่สูงแสดงถึงการมีความฉลาดทางสุขภาพจิตสูง

คำสำคัญ: มาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต ความฉลาดทางสุขภาพจิต นักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติ

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the validity and reliability of The Mental Health Literacy Scale: Thai Version and assess Siriraj Externships' mental health literacy by collecting data from 250 samples. The result was found 1) The Mental Health Literacy Scale: Thai Version has good content validity (IOC = 0.67-1.0) and reliability (Cronbach's alpha = .851). 2) The mean score for Externships' mental health literacy was 123.09

(S.D. $\pm$ 11.55, Maximum 151, Minimum 81, 95% CI = 121.49–124.69) from the highest score of 160 which a higher score means greater mental health literacy.

KEYWORDS: The Mental Health Literacy Scale, Mental Health Literacy, Externship

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัญหาด้านสุขภาพจิตในนักศึกษามหาวิทยาลัยเป็นปัญหาสำคัญที่กำลังเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก เนื่องจากโรคทางจิตเวชส่วนใหญ่แสดงอาการในช่วงวัยนี้ และนักศึกษามหาวิทยาลัยเป็นกลุ่มที่เผชิญความเครียดเรื้อรัง รวมถึงมีพฤติกรรมแสวงหาความช่วยเหลือต่ำและมักจะแสวงหาความช่วยเหลือจากเพื่อนหรือสมาชิกในครอบครัวมากกว่าจากผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต (Arin, 2015; Yap & Jorm, 2012) ทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการพัฒนาอาการของโรคทางจิตเวช อย่างไรก็ตามงานวิจัยพบว่าความฉลาดทางสุขภาพจิต ซึ่งหมายถึงความรู้และทัศนคติของบุคคลต่อสุขภาพจิตที่ช่วยในการจำแนก จัดการและป้องกันปัญหาด้านสุขภาพจิต เป็นคุณลักษณะที่สามารถพัฒนาและช่วยลดปัญหาด้านสุขภาพจิตได้ (Rickwood, Deane, Wilson & Ciarrochi, 2005) ทำให้ตัวแปรดังกล่าวถูกศึกษาเพิ่มมากขึ้น Wei, McGrath, Hayden และ Kutcher (2013) ได้เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องมือวัดความฉลาดทางสุขภาพจิตและพบว่ามาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) จากงานวิจัยของ O'Connor และ Casey (2015) ประกอบด้วย 6 คุณลักษณะ คือ ความสามารถในการจำแนกโรค, ความรู้เกี่ยวกับการแสวงหาข้อมูลด้านสุขภาพจิต, ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงและสาเหตุ, ความรู้เกี่ยวกับการบำบัดรักษาตนเอง, ความรู้เกี่ยวกับแหล่งบริการของผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงทัศนคติที่ช่วยในการจำแนกความผิดปกติทางจิตและนำไปสู่การแสวงหาความช่วยเหลือที่เหมาะสม มีคุณสมบัติการวัดเหมาะสม โดยการวิจัยของ O'Connor และ Casey (2015) พบว่ามาตรวัดดังกล่าวมีค่าความสอดคล้องภายในรวมถึงความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งยังง่ายต่อการนำไปใช้ ประหยัดเวลาในการวัด มีเกณฑ์การคิดคะแนนแบบมาตรวัดทำให้สามารถเปรียบเทียบระดับคะแนนในประชากรกลุ่มต่างๆ ได้ง่าย เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต ผู้ที่เคยเจ็บป่วยทางจิต หรือผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ด้านสุขภาพจิตเลย จากคุณสมบัติดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจแปลและศึกษาคุณสมบัติของมาตรวัดดังกล่าว เพื่อก่อให้เกิดมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย โดยศึกษาในนักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ผ่านการฝึกปฏิบัติงานที่ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ในชั้นปีที่ 5 แล้ว รวมถึงในอนาคตนี้นักศึกษากลุ่มนี้จะออกไปทำงานในฐานะแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไปซึ่งตรวจรักษาผู้ป่วยบางส่วนที่มีอาการทางจิตเวชแต่แสดงอาการนำเป็นอาการทางกายก่อน (Wittchen, Mühlig & Beesdo, 2003) ความฉลาดทางสุขภาพจิตจึงเป็นคุณลักษณะหนึ่งที่นักศึกษากลุ่มดังกล่าวพึงมี รวมถึงนักศึกษาแพทย์กลุ่มดังกล่าวอยู่ในกลุ่มช่วงอายุที่มีความเสี่ยงในการแสดงอาการของโรคทางจิตเวช (Gentile & Roman, 2009) การศึกษานี้จะช่วยให้เกิดมาตรวัดที่สามารถวัดระดับความฉลาดทางสุขภาพจิตในนักศึกษาแพทย์ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะดังกล่าวและนำไปสู่การคิดโครงการเพื่อพัฒนาความฉลาดทางสุขภาพจิต เช่น การเสริมความรู้และทัศนคติเชิงบวกต่อความเจ็บป่วยทางจิต และประเมินผลเปรียบเทียบกับคะแนนจากมาตรวัดทั้งก่อนและหลังการเข้าโครงการ เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของระดับคะแนนและศึกษาประสิทธิภาพของโครงการต่อไปได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) เพื่อศึกษาความตรงและความเที่ยงของมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย

(2) เพื่อศึกษาความฉลาดทางสุขภาพจิตของนักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6 คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2560 ตามข้อมูล ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2559 จำนวน 287 คน แบ่งเป็นเพศหญิง 146 คน และเพศชาย 141 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวแทนประชากรกลุ่มดังกล่าว ซึ่งได้มาจากการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของ W. G. Cochran กำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นที่ช่วงเชื่อมั่น 95% และมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ที่ 5% พบ ผลลัพธ์ของขนาดกลุ่มตัวอย่าง คือ 246 คน แต่เพื่อความสะดวกในการให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล จึงเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 250 คน โดยใช้การเลือกตามสะดวก (Convenience Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็นสองส่วนคือ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป สร้างโดยผู้วิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเพศ อายุ และประสบการณ์ด้านสุขภาพจิต ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับประสบการณ์ด้านสุขภาพจิตจากสื่อ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์, การหมุนเวียนปฏิบัติงานในชั้นปีที่ 5, การมีคลินิกเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต เช่น จิตแพทย์ พยาบาลด้านสุขภาพจิต นักจิตวิทยาคลินิก นักจิตวิทยาการปรึกษา, การมีประสบการณ์ความเจ็บป่วยทางจิต, การพบผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิตเพื่อขอความช่วยเหลือเกี่ยวกับความเจ็บป่วยทางจิตของตนเอง, การมีสมาชิกในครอบครัวหรือเพื่อนเจ็บป่วยทางจิต, และการพบผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิตเพื่อขอความช่วยเหลือเกี่ยวกับความเจ็บป่วยทางจิตของสมาชิกในครอบครัวหรือเพื่อน และส่วนที่สองคือ มาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย วัดความฉลาดทางสุขภาพจิตโดยการรายงานตนเอง สร้างขึ้นโดย O'Connor และ Casey (2015) ประกอบด้วยข้อคำถาม 35 ข้อ ในงานวิจัยของ O'Connor และ Casey (2015) พบค่าความสอดคล้องภายในที่ .873 ค่าความเที่ยงจาก Test-retest reliability ที่ .797 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 5.70 แบ่งลักษณะการวัดเป็นสองแบบ คือ มาตรวัดแบบลิเคิร์ต 4 ช่วง และ 5 ช่วง มีหลักในการให้คะแนนคือ รวมคะแนนจากข้อคำถามทุกข้อในมาตรวัด โดยมีข้อคำถามที่ต้องกลับคะแนน คือ ข้อ 10, 12, 15, 20 - 28 คะแนนรวมสูงสุดคือ 160 คะแนนและคะแนนรวมต่ำสุดคือ 35 คะแนนที่สูงสุดระบุถึงการมีความฉลาดทางสุขภาพจิตสูง

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยขออนุญาตนักวิจัยจาก Griffith University, Australia เพื่อแปลมาตรวัดเป็นภาษาไทย โดยขอคำแนะนำด้านการแปลมาตรจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษา และนำมาตรวัดฉบับภาษาไทยไปตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาจากคำ IOC ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต 3 ท่าน ประกอบด้วยจิตแพทย์และนักจิตวิทยาคลินิกจากโรงพยาบาลศิริราช 2 ท่าน และอาจารย์ประจำสาขาวิชาจิตวิทยาจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้รับใบประกอบ

โรคศิลปะสาขาจิตวิทยาคลินิก 1 ท่าน จากนั้นจึงนำมาตรวจฉบับภาษาไทยที่มีการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปขออนุมัติทำการวิจัยในคนจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน หลังจากได้รับการอนุมัติ ได้ทำจดหมายขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังรองคณบดีฝ่ายการศึกษาก่อนปริญญ เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล จำนวน 250 คน ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการเลือกตามสะดวก (Convenience Sampling) โดยได้รับแบบสอบถามคืนทั้งสิ้น 202 ชุดจาก 250 ชุด คิดเป็นร้อยละ 80.8

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

วิเคราะห์ความตรงจากค่าความตรงเชิงเนื้อหา ด้วยค่า IOC และวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีของครอนบาคแอลฟา จากการคำนวณทางสถิติโดยโปรแกรม SPSS

การวิเคราะห์จากผลการตอบแบบวัด

ใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงบรรยายในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป เพื่อหาค่าความถี่และร้อยละเพื่ออธิบายลักษณะกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์เกี่ยวกับเพศ อายุ และประสบการณ์ด้านสุขภาพจิตจากแหล่งต่างๆ

4. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง

คุณลักษณะ		ความถี่	ร้อยละ (%)
เพศ	ชาย	69	34.2
	หญิง	133	65.8
อายุ (ปี)	ระหว่าง 22-24 (M = 23, SD = 0.46)		
แหล่งของประสบการณ์ด้านสุขภาพจิต (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)			
	การหมุนเวียนปฏิบัติงานในชั้นปี 5	190	94.1
	สื่อ	139	68.8
	มีสมาชิกในครอบครัวหรือเพื่อนเจ็บป่วยทางจิต	110	54.5
	เคยเจ็บป่วยทางจิตด้วยตนเอง	31	15.3
	มีคนใกล้ชิดเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต	29	14.4
	เคยพบผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความช่วยเหลือสำหรับตนเอง	19	9.4

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คุณลักษณะ	ความถี่	ร้อยละ (%)
แหล่งของประสบการณ์ด้านสุขภาพจิต (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
เคยพบผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความช่วยเหลือสำหรับบุคคลอื่น	16	7.9
อื่นๆ	0	0
ประเภทของความเจ็บป่วยทางจิต		
Major depressive disorder (MDD)	13	6.4
Panic disorder	3	1.5
Adjustment disorder	2	1
Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)	2	1
Bipolar	1	0.5
Premenstrual syndrome (PMS)	1	0.5
Relationship conflict	1	0.5
ไม่ได้ระบุ	8	4

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสบการณ์ด้านสุขภาพจิตต่อระดับคะแนนความฉลาดทางสุขภาพจิต

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	df	F	P
ประสบการณ์ด้านสุขภาพจิตจากแหล่ง	ระหว่างกลุ่ม	52	.863	.769
อื่นๆ ไม่นับรวมการหมุนเวียนปฏิบัติงาน	ภายในกลุ่ม	149		
ในชั้นปีที่ 5	รวม	201		

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า การวิจัยครั้งนี้ได้รับความยินยอมเข้าร่วมวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างผ่านการส่งแบบสอบถามคืนทั้งสิ้น 202 ชุดจาก 250 ชุด คิดเป็นร้อยละ 80.8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบกลุ่มตัวอย่างเพศชาย ร้อยละ 34.2, เพศหญิง ร้อยละ 65.8 อายุเฉลี่ย 23 ปี ($S.D. \pm 0.46$) เมื่อพิจารณาแหล่งประสบการณ์ด้านสุขภาพจิต พบว่ามีแหล่งประสบการณ์ทางสุขภาพจิตจากการหมุนเวียนปฏิบัติงานในชั้นปี 5 ร้อยละ 94.1, สื่อร้อยละ 68.8, มีสมาชิกในครอบครัวหรือเพื่อนเจ็บป่วยทางจิต ร้อยละ 54.5, เคยเจ็บป่วยทางจิตด้วยตนเอง ร้อยละ 15.3, มีคนใกล้ชิดเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต ร้อยละ 14.4, เคยพบผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความช่วยเหลือสำหรับตนเอง ร้อยละ 9.4 และเคยพบผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความช่วยเหลือสำหรับสมาชิกในครอบครัวหรือเพื่อน ร้อยละ 7.9 และจากตารางที่ 2 ไม่พบความแตกต่างของแหล่งประสบการณ์ทางสุขภาพจิตประเภทต่างๆ ต่อระดับความฉลาดทางสุขภาพจิตของนักศึกษาแพทย์ ดังที่พบในงานวิจัยของ O'Connor และ Casey (2015) ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคะแนนความฉลาดทางสุขภาพจิตในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต ผู้ที่มีสมาชิกในครอบครัวหรือเพื่อนเจ็บป่วยทางจิต หรือผู้ที่เคยเจ็บป่วยทางจิตเอง ซึ่งผลที่พบในงานวิจัยนี้อาจเกิดจากการที่กลุ่มตัวอย่างมีประสบการณ์ด้านสุขภาพจิตจากการหมุนเวียนปฏิบัติงานในชั้นปี 5

เหมือนกัน ดังที่พบในการศึกษาของ Cheslock (2005) ว่า เมื่อเปรียบเทียบความฉลาดทางสุขภาพจิตระหว่างนักศึกษาแพทย์ปีที่หนึ่งและปีที่สาม นักศึกษาแพทย์ปีที่สามวินิจฉัยโรคได้ถูกต้องมากกว่า เพราะมีประสบการณ์ในการทำงานกับผู้ป่วยจิตเวชมากกว่า

ในส่วนของความเจ็บป่วยทางจิตของกลุ่มตัวอย่าง พบการรายงานว่าตนเองป่วยเป็นโรคซึมเศร้า ร้อยละ 6.4, โรคตื่นตระหนก ร้อยละ 1.5, โรคความผิดปกติของการปรับตัว ร้อยละ 1, โรคสมาธิสั้น ร้อยละ 1 โรคอารมณ์สองขั้ว ร้อยละ 0.5, โรค Premenstrual dysphoric disorder ร้อยละ 0.5, ปัญหาความสัมพันธ์ ร้อยละ 0.5 และไม่มีระบุปัญหา ร้อยละ 4 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากงานวิจัยของพนม และคณะ (2556) ที่ศึกษาสุขภาพจิตในนักศึกษาแพทย์ศิริราชที่ไม่สำเร็จการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2525-2550 และพบว่าเมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มนักศึกษาแพทย์ที่มาขอรับบริการการปรึกษา ร้อยละ 90.8 มีปัญหาด้านสุขภาพจิต โดยเป็นโรคความผิดปกติของการปรับตัว ร้อยละ 41.5, โรคซึมเศร้า ร้อยละ 26.4, โรคซึมเศร้าเรื้อรัง ร้อยละ 3.9 และโรคจิตเภท ร้อยละ 3.5 และยังพบว่าบางส่วนเป็นโรคอารมณ์สองขั้ว โรควิตกกังวลไปทั่ว ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับการประมาณการความชุกของโรคทางจิตเวชในนักศึกษาแพทย์ในประเทศต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกรีซ สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย อินเดีย อังกฤษ และปากีสถานอีกด้วย (Saravanan & Wilks, 2014)

4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติการวัดของมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต ฉบับภาษาไทย

ตารางที่ 3 ความตรงเชิงเนื้อหาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์รอบที่สอง

ข้อคำถาม	IOC
1. ถ้าบางคนแสดงอาการวิตกกังวลหรือกระวนกระวายอย่างเห็นได้ชัดในสถานการณ์ต่างๆที่มีบุคคลอื่นอยู่ด้วย เช่น งานเลี้ยง หรือ สถานการณ์ที่ต้องแสดงความสามารถ เช่น การนำเสนอในงานในที่ประชุม ในสถานการณ์ดังกล่าวบุคคลนั้นจะถูกคนอื่นประณิน หรือ กลัวว่าตนเองจะแสดงออกในทางที่ทำให้ขายหน้า หรืออับอาย คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่บุคคลนั้นจะเป็น โรคกลัวการเข้าสังคม (Social Phobia)	0.67
2. ถ้าบางคนแสดงอาการกังวลอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออยู่ในเหตุการณ์หรือทำกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดความวิตกกังวลอย่างไม่สมเหตุผล มีความยากลำบากในการควบคุมความกังวลและมีอาการทางกาย เช่น กล้ามเนื้อตึงและรู้สึกเหนื่อยล้า คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่บุคคลนั้นจะเป็น โรควิตกกังวลทั่วไป (Generalised Anxiety Disorder)	1
3. ถ้าบางคนรู้สึกหดหู่แต่สองสัปดาห์ขึ้นไป หดสन्नุกหรือไม่สนใจกิจกรรมที่เคยชอบและเกิดการเปลี่ยนแปลงในความอยากอาหารและการนอนหลับ คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่บุคคลนั้นจะเป็น โรคซึมเศร้า (Major Depressive Disorder)	0.33
4. คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่ โรคนิสัยภาพผิดปกติ (Personality Disorders) จะจัดอยู่ในประเภทของความเจ็บป่วยทางจิต	0.67
5. คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่ โรคซึมเศร้าเรื้อรัง (Dysthymia) เป็นโรคชนิดหนึ่ง	0.33
6. คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่การวินิจฉัยว่าเป็น โรคกลัวที่ชุมชน (Agoraphobia) นั้นจะหมายรวมถึงความวิตกกังวลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่อาจหลีกเลี่ยงได้ยากหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความอับอาย	1

ตารางที่ 3 ความตรงเชิงเนื้อหาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ รอบที่สอง (ต่อ)

ข้อคำถาม	IOC
7. คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่การวินิจฉัยว่าเป็น โรคอารมณ์สองขั้ว (Bipolar Disorder) นั้นจะหมายรวมถึงการมีช่วงเวลาที่มีอารมณ์ดีผิดปกติและช่วงอารมณ์ซึมเศร้า	1
8. คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่การวินิจฉัยว่าเป็น โรคติดสารเสพติด (Drug Dependence) จะหมายรวมถึงอาการคือยาทางกายและทางจิตใจ เช่น การต้องการยาในปริมาณมากขึ้น เพื่อให้มีผลเท่าเดิมเมื่อเสพยา	1
9. หากพิจารณาสถานการณ์โดยทั่วไปในประเทศไทย คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่ ผู้หญิงมีแนวโน้มที่จะเผชิญความเจ็บป่วยทางจิตประเภทใดก็ได้มากกว่าผู้ชาย	1
10. หากพิจารณาสถานการณ์โดยทั่วไปในประเทศไทย คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่ ผู้ชายมีแนวโน้มที่จะเผชิญกับโรควิตกกังวล (Anxiety disorder) มากกว่าผู้หญิง	1
11. คุณคิดว่าถ้าบางคนมีปัญหาการจัดการกับอารมณ์ของตนเอง เช่น วิดกกังวลหรือซึมเศร้าอย่างมาก การเพิ่มคุณภาพการนอนหลับ จะเป็นประโยชน์ต่อเขามากน้อยเพียงใด	0.67
12. คุณคิดว่าในคนที่มีความรู้เรื่องการจัดการกับอารมณ์ของตนเอง การหลีกเลี่ยงกิจกรรมหรือสถานการณ์ทั้งหมดที่ทำให้ตนรู้สึกวิตกกังวล จะเป็นประโยชน์มากน้อยเพียงใด	1
13. คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่ จิตบำบัดปรับความคิด การรับรู้และพฤติกรรม [Cognitive Behaviour Therapy (CBT)] จะหมายถึงการบำบัดที่ได้แนวคิดมาจากการท้าทายความคิดทางลบและเพิ่มพฤติกรรมที่เป็นประโยชน์	0.67
แม้ว่าผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิตจะมีความเคร่งครัดเรื่องการรักษาความลับของผู้ป่วย แต่ก็มีเงื่อนไขบางประการที่เป็นข้อยกเว้น คุณคิดว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่เงื่อนไขต่อไปนี้จะอนุญาตให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิตสามารถ ละเมิดข้อปฏิบัติด้านการเก็บรักษาข้อมูลเป็นความลับได้	
14. “ถ้าผู้ป่วยมีความเสี่ยงที่จะกระทำการอันเป็นอันตรายต่อตนเองหรือผู้อื่นในทันทีทันใด”	1
15. “ถ้าปัญหาของผู้ป่วยไม่ใช่ปัญหาที่คุกคามต่อชีวิตและผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิตต้องการสนับสนุนให้ผู้ดูแลผู้ป่วยได้ดีขึ้น”	0.33
16. ฉันมั่นใจว่าฉันรู้แหล่งในการหาข้อมูลเกี่ยวกับความเจ็บป่วยทางจิต	1
17. ฉันมั่นใจในการใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับความเจ็บป่วยทางจิต	1
18. ฉันมั่นใจที่จะไปพบผู้ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเจ็บป่วยทางจิตได้ เช่น แพทย์	0.67
19. ฉันมั่นใจว่าสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับความเจ็บป่วยทางจิต เช่น แพทย์ อินเทอร์เน็ต เพื่อน	1
20. ผู้ป่วยทางจิตสามารถรักษาตนเองให้เป็นปกติได้ถ้าพวกเขาต้องการ	0.33
21. ความเจ็บป่วยทางจิตเป็นสัญญาณของความอ่อนแอส่วนบุคคล	1
22. ความเจ็บป่วยทางจิตไม่ใช่ความเจ็บป่วยทางการแพทย์อย่างแท้จริง	1
23. ผู้ป่วยทางจิตเป็นบุคคลอันตราย	0.67
24. เป็นการดีที่จะหลีกเลี่ยงผู้ป่วยทางจิตเพื่อป้องกันไม่ให้คุณมีอาการทางจิตไปด้วย	1
25. ถ้าฉันป่วยทางจิตฉันจะไม่บอกใคร	1

ตารางที่ 3 ความตรงเชิงเนื้อหาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ รอบที่สอง (ต่อ)

26. การไปพบผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิตแสดงให้เห็นว่าคุณไม่เข้มแข็งพอที่จะจัดการปัญหาเอง	1
27. ถ้านฉันป่วยทางจิต ฉันจะไม่ไปขอความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิต	1
28. ฉันเชื่อว่าการรักษาความเจ็บป่วยทางจิตกับผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจิตเป็นการรักษาที่ไร้ประสิทธิภาพ	0.67
29. คุณเต็มใจมากขึ้นเพียงใดที่จะย้ายบ้าน ไปอยู่ติดกับผู้ป่วยทางจิต	1
30. คุณเต็มใจมากขึ้นเพียงใดที่จะใช้เวลาว่างสังสรรค์กับผู้ป่วยทางจิต	1
31. คุณเต็มใจมากขึ้นเพียงใดที่จะเป็นเพื่อนกับผู้ป่วยทางจิต	1
32. คุณเต็มใจมากขึ้นเพียงใดที่จะทำงานใกล้ชิดกับผู้ป่วยทางจิต	1
33. คุณเต็มใจมากขึ้นเพียงใดที่จะให้ผู้ป่วยทางจิตแต่งงานกับคนในครอบครัวคุณ	1
34. คุณเต็มใจมากขึ้นเพียงใดที่จะลงคะแนนให้นักการเมืองคนที่คุณรู้ว่าเคยป่วยทางจิตมาก่อน	1
35. คุณเต็มใจมากขึ้นเพียงใดที่จะจ้างคนที่คุณรู้ว่าเคยป่วยทางจิตมาก่อนเข้าทำงาน	1

จากตารางที่ 3 พบความตรงเชิงเนื้อหาในรอบที่สองหลังจากปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ดี โดยพบค่า IOC อยู่ในระหว่าง 0.67 – 1.0 ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ อย่างไรก็ดีตามมีข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง ($IOC < .50$) 4 ข้อ คือ ข้อ 3, 5, 15 และ 20 ดังนั้นจึงทำให้มีข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้จำนวน 31 ข้อ แต่เนื่องจากการแปลมาตรเป็นฉบับภาษาไทยและเก็บข้อมูลครั้งแรก ผู้วิจัยจึงนำข้อคำถามดังกล่าวไปเก็บข้อมูล

ตารางที่ 4 ค่าความเที่ยงของมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต ฉบับภาษาไทย

ตัวแปร	ค่าความเชื่อมั่น (α)
ความฉลาดทางสุขภาพจิต 35 ข้อ	.851
ความฉลาดทางสุขภาพจิต 29 ข้อ	.872

ตารางที่ 5 ค่าความเที่ยงของข้อคำถามจากมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต ฉบับภาษาไทย

ข้อที่	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
1	120.0050	127.146	.388	.847
2	120.1608	126.206	.440	.845
3	119.7186	127.203	.444	.846
4	120.0101	125.677	.442	.845
5	119.6734	125.160	.509	.844
6	120.0151	127.096	.339	.848
7	119.8442	126.263	.402	.846
8	119.6482	124.320	.544	.843
9	120.1709	132.405	.124**	.853

ตารางที่ 5 แสดงค่าความเที่ยงจากมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต ฉบับภาษาไทย (ต่อ)

ข้อที่	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
10	120.4121	136.213	-.122**	.857
11	119.9447	133.113	.089**	.853
12	120.6783	133.586	.028**	.856
13	119.9146	130.887	.223	.850
14	119.6131	128.370	.394	.847
15	120.3568	131.443	.140**	.853
16	119.1005	129.444	.318	.848
17	119.1256	129.878	.295	.849
18	118.9447	129.578	.292	.849
19	118.8543	129.085	.399	.847
20	120.4472	131.945	.077**	.857
21	119.2563	125.616	.367	.847
22	118.9095	126.770	.384	.847
23	119.1859	126.657	.413	.846
24	118.9548	124.649	.492	.844
25	119.3920	129.179	.254	.850
26	118.7286	126.936	.420	.846
27	118.7337	127.762	.414	.846
28	118.6734	128.504	.374	.847
29	120.4573	125.886	.411	.846
30	119.7688	125.360	.461	.845
31	119.3618	123.444	.572	.842
32	119.5879	124.233	.494	.844
33	120.4874	124.776	.414	.846
34	120.0050	124.601	.401	.846
35	119.6784	124.957	.454	.845

**ข้อคำถามที่มีค่า Corrected Item-Total Correlation ต่ำกว่า .2 ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์

มาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย มีค่า Cronbach's alpha เท่ากับ .851 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี (good) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาตารางที่ 5 พบว่ามีข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์ (CITC < .20) จำนวน 6 ข้อ คือ ข้อ 9, 10, 11, 12, 15 และ 20 เมื่อตัดข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออก พร้อมทั้งหาค่า

ความเที่ยงอีกครั้ง พบค่า Cronbach's Alpha เพิ่มขึ้นเป็น .872 (ตามตารางที่ 4) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี (good) แต่อยู่ในช่วงเดิม จึงคงข้อคำถามไว้ เพื่อให้สามารถวัดคุณลักษณะของความฉลาดทางสุขภาพจิตได้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะ

4.3 ความฉลาดทางสุขภาพจิตในนักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนความฉลาดทางสุขภาพจิตของนักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6

คะแนน			S.D	skewness	kurtosis
ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย			
81	151	123.09	11.55	-.586	.939

จากตารางที่ 6 พบว่า นักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6 มีคะแนนความฉลาดทางสุขภาพจิตเฉลี่ยอยู่ที่ 123.09 (S.D. $\pm$ 11.55, สูงสุด 151, ต่ำสุด 81, 95% CI = 121.49–124.69) ซึ่งน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษามหาวิทยาลัยในงานวิจัยของ O'Connor และ Casey (2015) ที่พบคะแนนความฉลาดทางสุขภาพจิตเฉลี่ย 127.38 (SD = 12.63, สูงสุด 155, ต่ำสุด 92, 95% CI = 126.09–128.67) โดยอาจเป็นผลจากความแตกต่างระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วกับประเทศกำลังพัฒนา ซึ่ง Ganasen และคณะ (2008) พบว่า แม้ความชุกของการเกิดโรคทางจิตเวชในประเทศที่พัฒนาแล้วกับประเทศกำลังพัฒนาจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ประเทศกำลังพัฒนายังขาดประสิทธิภาพในการให้บริการด้านสุขภาพจิต เนื่องจากบุคลากรด้านสุขภาพจิตไม่เพียงพอ และมีความฉลาดทางสุขภาพจิตต่ำกว่า นอกจากนี้ระดับคะแนนความฉลาดทางสุขภาพจิตในงานวิจัยนี้อาจได้รับผลกระทบจากภาษา เนื่องจากการนำมาตรวจวัดที่แปลจากต้นฉบับภาษาอังกฤษมาใช้ ทำให้มีสำนวนภาษาที่อาจเข้าใจยาก อย่างไรก็ตามความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักศึกษาแพทย์ศิริราชชั้นปีที่ 6 และนักศึกษามหาวิทยาลัยจากการวิจัยของ O'Connor และ Casey ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

แม้ว่ามาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทยจะมีความตรงและความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ยังมีคำถามบางข้ออยู่ในเกณฑ์ควรปรับปรุง การนำมาตรวจวัดนี้ไปใช้จึงควรทดสอบคุณสมบัติการวัดซ้ำ รวมถึงผลจากการวิจัยครั้งนี้เป็นผลที่ได้จากการวิจัยในนักศึกษาแพทย์เวชปฏิบัติชั้นปีที่ 6 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล การนำผลการวิจัยไปใช้จึงควรคำนึงถึงความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป อาจนำมาตรวัดความฉลาดทางสุขภาพจิต (The Mental Health Literacy Scale) ฉบับภาษาไทย ไปศึกษาความฉลาดทางสุขภาพจิตจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น เช่น นักศึกษาแพทย์ชั้นปีอื่นหรือสถาบันอื่น นักศึกษา ประชาชนทั่วไปหรือผู้ป่วยจิตเวช พร้อมทั้งอาจนำมาตรวัดดังกล่าวไปศึกษาความเปลี่ยนแปลงของคะแนนจากมาตรวัด หลังจากมีประสบการณ์เกี่ยวกับความเจ็บป่วยทางจิตจากแหล่งต่างๆ เช่น

การอบรมเกี่ยวกับสุขภาพจิต การหมุนเวียนปฏิบัติงานในแผนกจิตเวชของนักศึกษาแพทย์ เพื่อศึกษาว่าการจัดทำโปรแกรมส่งเสริมด้านสุขภาพจิตต่างๆ ส่งผลต่อความฉลาดทางสุขภาพจิตหรือไม่ อย่างไร

6. เอกสารอ้างอิง

- ณัฐฤติ อรินทร์. 2558. “สภาวะปัญหาสุขภาพจิต และทัศนคติต่อการขอรับความช่วยเหลือทางด้านจิตใจจากนักวิชาชีพสุขภาพจิตของนักศึกษามหาวิทยาลัย”. **วารสารจิตวิทยาคลินิก**. ปีที่ 46, 1: 18-29.
- พนม เกตุมาน, นันทวัช สัทธีรักษ์, กอบหทัย สัทธีรณฤทธิ, กนกวรรณ ลิ้มศรีเจริญ, ปณต ผู้กุดยาคามิ, และกมลพร วรรณฤทธิ์. 2556. “ปัญหาทางสุขภาพจิตที่พบในนักศึกษาแพทย์ศิริราชที่ไม่สำเร็จการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2525-2550”. **วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย**. ปีที่ 58, 3: 271-282.
- Cheslock P.A. 2005. “Assessing Mental Health Literacy of First- and Third-Year Medical Students : Knowledge and Beliefs About Mental Disorders”. Dissertation, Philadelphia College, Pennsylvania.
- Ganaseen, K.A., Parker S., Hugo C.J., Stein D.J., Emsley R.A. and Seedat S. 2008. “Mental health literacy: focus on developing countries.” **Afr J Psychiatry (Johannesbg)**. 11(1):23-28.
- Gentile, J.P. and Roman, B. 2009 “Medical Student Mental Health Services: Psychiatrists Treating Medical Students.” **Psychiatry (Edgmont)**. 6(5):38-45.
- O'Connor, M. and Leanne Casey. 2015. “The Mental Health Literacy Scale (MHLS): A new scale-based measure of mental health literacy.” **Psychiatry Research**. 229(1-2):511-516.
- Rickwood D., Deane F., Wilson C. and Ciarrochi J. 2005. “Young people's help-seeking for mental health problems.” **Advances in Mental Health**. 4(3):218-251.
- Saravanan C. and Wilks R. 2014. “Medical Students' Experience of and Reaction to Stress: The Role of Depression and Anxiety.” **The Scientific World Journal**. 2014:1-8.
- Wei Y., McGrath P., Hayden J. and Kutcher S. 2016. "Measurement properties of tools measuring mental health knowledge: a systematic review." **BMC Psychiatry**. 16(297):2-16.
- Wittchen H.U., Mühlig S. and Beesdo K. 2003. "Mental disorders in primary care. **Dialogues in Clinical Neuroscience**." 5(2):115-128.
- Yap M.B.H. and Jorm A.F. 2012. "Young people's mental health first aid intentions and beliefs prospectively predict their actions: Findings from an Australian National Survey of Youth." **Psychiatry Research**. 196(2-3):315-319.

ปรับปรุงสมบัติทางกลของวัสดุผสมอีพอกซีเรซินเสริมแรงด้วยผงเปลือกไข่

MODIFY MECHANICAL PROPERTIES OF EGG SHELL POWDER REINFORCED IN EPOXY

อินทรี ศรีสุข

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: iparman@en.rmutt.ac.th

ดร.อนันต์ มีมนต์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: anin.m@en.rmutt.ac.th

ผศ.ดร.ศิริชัย ต่อสกุล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: sirichai.to@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลบางประการ ของวัสดุที่ได้จากผงเปลือกไข่ เหลือทิ้งกับอีพอกซีเรซิน ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ขนาดและอัตราส่วนของผงเปลือกไข่ที่ใช้ผสมกับอีพอกซีเรซิน โดย ทำการศึกษาในเรื่องของ การรับแรงดึง การรับแรงกระแทก ความแข็งของวัสดุ และการปรับปรุงค่าสมบัติทางกล นั้น ผลที่ได้ คือ ค่าการรับแรงดึง ในอัตราส่วนที่ให้ค่าแรงดึงที่ดีที่สุดคือ เมื่อผสมเปลือกไข่ที่อัตราส่วน 15 เปอร์เซ็นต์ ต่อ อีพอกซีเรซิน 85 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของผงเปลือกไข่ ที่ 200 Mesh ให้ค่าความสามารถรับแรงดึง อยู่ที่ 62.97 เมกะปาสคาล ในส่วน การรับแรงกระแทก อัตราส่วนที่ให้ค่ารับแรงกระแทกที่ดีที่สุดคือ เมื่อผสม เปลือกไข่ที่อัตราส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อ อีพอกซีเรซิน 50 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของผงเปลือกไข่ ที่ 200 Mesh ให้ ค่าความสามารถรับแรงกระแทกอยู่ที่ 16.004 จูลต่อเมตร และความแข็งที่ดีที่สุดคือ เมื่อผสมเปลือกไข่ที่อัตราส่วน 15 เปอร์เซ็นต์ ต่อ อีพอกซีเรซิน 85 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของผงเปลือกไข่ ที่ 200 Mesh ให้ค่าความแข็งอยู่ที่ 134.571 HRR และจากการทดลองพบว่าวัสดุจะมีค่า Young's Modulus และค่าความแข็งเพิ่มมากขึ้นเมื่อผงเปลือกไข่ถูก ปรับสภาพพื้นผิวด้วย Silane KH560 และ KH550 ส่วน Stearic นั้น โดยรวมไม่สามารถทำให้สมบัติทางกลดีขึ้น

คำสำคัญ: ผงเปลือกไข่, วัสดุคอมโพสิต, อีพอกซีเรซิน

ABSTRACT

This research had purpose to study factors which affected some mechanics properties of materials which made from waste eggshell powdered and epoxy resin. The studied factors are size and ratio of eggshell powdered mixed with epoxy resin by studying tensile strength, Impact and Hardness of materials. The best result of tensile strength is 62.97 MPa by mixed eggshell powdered ratio 15%, epoxy resin 85% using 200 Mesh size of eggshell powdered. While the best impact ratio is 17.247 MPa using eggshell powdered ratio 50% mixed with epoxy resin 50% when the size of eggshell powdered is 200 Mesh. And the best hardness made by mixing eggshell powdered ratio 15%, Epoxy resin 85%, and eggshell powdered size 200 Mesh, the result was 134.571 HRR. Moreover, the experiment showed increasing Modulus and hardness of materials when eggshell powdered was adjusted their surface by Silane KH560 and KH550. But overall steric cannot be improved their mechanic properties.

KEYWORDS: Egg Shells Powder, Composite Material, Epoxy Resin

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ในปัจจุบันมีอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางและขนาดย่อมหลายแห่งใช้ “ไข่” เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไม่ว่าจะเป็นอาหารคาวและขนมหวาน จากข้อมูล (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) ได้แสดงข้อมูลปี 2560 พบว่ามีปริมาณการบริโภคไข่ไก่ถึง 15,868 ล้านฟอง จึงทำให้มีเปลือกไข่จำนวนมาก ถูกทิ้งเป็นขยะ เกิดเป็นแก๊สไข่เน่า เกิดเป็นแมลงวัน จึงมีหลากหลายความพยายามที่จะนำเปลือกไข่เหลือทิ้งนี้มาใช้ประโยชน์ เช่นการนำเปลือกไข่มาซักผ้า การนำเปลือกไข่มาไล่แมลง รวมถึงการนำเปลือกไข่มาไล่แมลง (วิจัย ดำรงโกกกันท์, เทคโนโลยีการนำเปลือกไข่มาใช้ประโยชน์) แต่ก็ยังเหลือเป็นขยะอีกมาก

ในเปลือกไข่ไก่ มีองค์ประกอบย่อย 2 ส่วนหลักคือ เยื่อหุ้มเปลือกไข่ (Membrane) และเปลือกไข่ (Egg Shells) ในเปลือกไข่นั้นมีองค์ประกอบ CaCO_3 อยู่ถึง 99.0% ซึ่งจะพบว่าส่วนประกอบหลักของเปลือกไข่ คือ CaCO_3 หรือที่รู้จักกันคือแคลเซียมคาร์บอเนต จากการสืบค้นข้อมูลพบว่ามีการใช้ผงแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นตัวเติม (Filler) เพื่อปรับปรุงสมบัติของพลาสติกและกระดาษ (วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์, การเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเปลือกไข่ไก่)

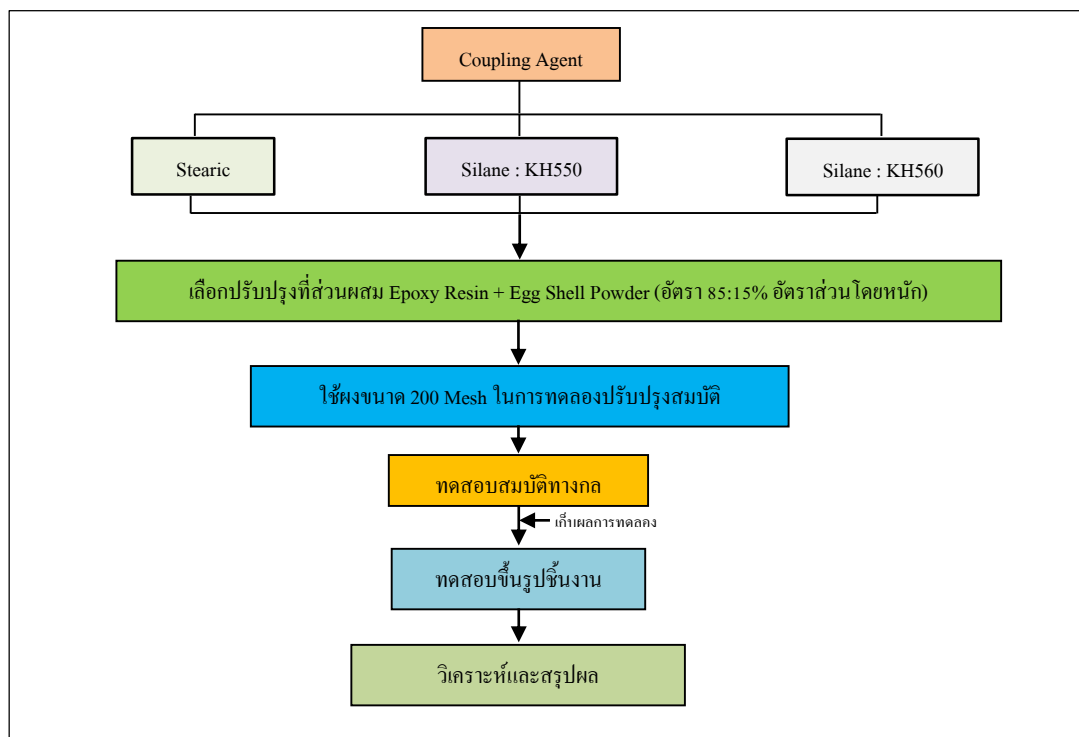
จากการศึกษาพบว่ามีงานวิจัยการเติมผงอลูมิเนียม (เอนก ภู่อานงค์, กระบวนการทำแม่พิมพ์รวดเร็วด้วยอีพอกซีเรซินสำหรับงานฉีดพลาสติก) และการเติมผงบดจากเศษแก้ว (สุทธิดล แสงดาว และวิทยา กาญจนเจริญนนท์, การศึกษาการใช้ผงแก้วจากขวดแก้วรีไซเคิลเสริมแรงในอีพอกซีเรซิน) ลงไปในเรซินสำหรับสำหรับขึ้นรูปวัสดุ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำเปลือกไข่ไก่ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ จะเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกไข่ไก่ได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของขนาด และปริมาณของผงบดจากเปลือกไข่เสริมแรงในอีพอกซีเรซิน
- (2) ปรับปรุงสมบัติทางกลของวัสดุผสมอีพอกซีเรซินเสริมแรงด้วยผงบดจากเปลือกไข่

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ก่อนจะทำการทดลองนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมบัติทางกลของวัสดุผสมอีพอกซีเรซินเสริมแรงด้วยผงบดจากเปลือกไข่ พบว่าผลของอัตราส่วนของผงเปลือกไข่และผลของขนาดผงเปลือกไข่ต่างมีผลต่อสมบัติทางกลของวัสดุแต่ยังพบว่าสมบัติของวัสดุยังไม่ดีเท่าที่ต้องการจึงต้องมีการทดลองเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงสมบัติทางกลบางประการของวัสดุโดยทำการคัดเลือกตัวแปรที่น่าสนใจมาทำการทดสอบดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

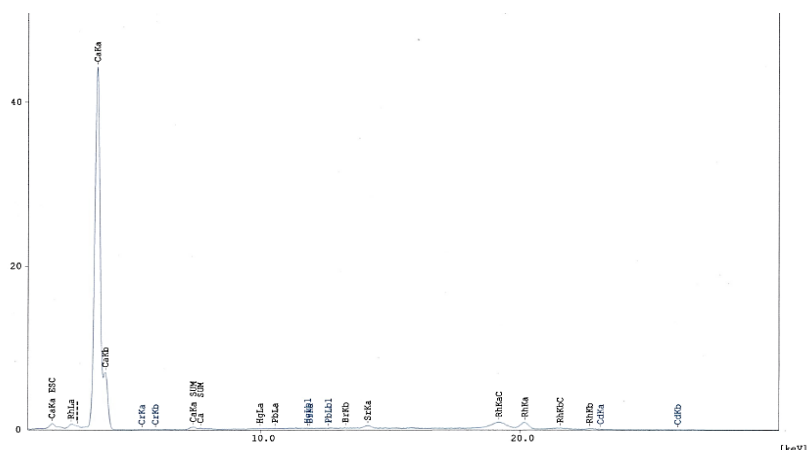
4.1 การเตรียมผงเปลือกไข่

การทดลองแยกเปลือกไข่ออกจากส่วนของเปลือกไข่ ได้กำหนดวิธีการแยกเปลือกไข่ออกเป็น 5 รูปแบบ โดยใช้สารละลายแต่ละชนิด 0.5 ลิตร และเปลือกไข่ 200 กรัม พบว่าน้ำเปล่า และน้ำส้มควันไม้ ไม่สามารถแยกเปลือกไข่ได้ ในขณะที่ น้ำส้มสายชู กรดอะซิติก กรดซัลฟูริก และโซดาไฟสามารถแยกเปลือกไข่ได้ แต่จะพบว่าแต่ละวิธีในการแยกเขี่ยนั้นถึงแม้จะสามารถลอกเปลือกไข่ออกจากเปลือกไข่ได้แต่ใช้เวลาในการแยกเขี่ยและปริมาณเปลือกไข่ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบแยกเชื้อเปลือกไข่ออกจากเปลือกไข่

สารทดสอบ	ผลการแยกเชื้อ	เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเปลือกไข่ที่ได้ (กรัม)
1. น้ำเปล่า	ไม่สามารถแยกได้	-	-
2. น้ำส้มสายชู เข้มข้น 8%	แยกได้	6	125 กรัม
3. กรดอะซิติก เข้มข้น 12 mol	แยกได้	4	130 กรัม
4. กรดซัลฟูริก เจือจาง 6 mol	แยกได้	36	100 กรัม
5. น้ำส้มควันไม้	ไม่สามารถแยกได้	-	-
6. โซดาไฟ เข้มข้น 25%	แยกได้	1	150 กรัม

ทำการตรวจสอบเปลือกไข่ที่ผ่านการแยกเชื้อแต่ละชนิด ด้วยเครื่อง XRF (X-ray Fluorescence Spectroscopy) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ แคลเซียมคาร์บอเนต ที่อยู่ในเปลือกไข่ จากการทดสอบพบว่ามีค่าของแคลเซียมในปริมาณสูง และได้ทำการ สรุปผล โดยจะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นสารที่ใช้แยกเชื้อออกจากเปลือกไข่ ถึงแม้ว่าจะให้ค่าของปริมาณ แคลเซียมคาร์บอเนตน้อยกว่าสารชนิดอื่น แต่เมื่อดูถึงเรื่องเวลาและปริมาณของเปลือกไข่ที่ได้หลังจากการทดสอบการแยกเชื้อของสารแต่ละตัวนั้น ทำให้ผู้ทดลองเลือกใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟเป็นสารแยกเชื้อ เพราะใช้เวลาแยกเชื้อน้อยที่สุดได้เปลือกไข่มากที่สุด และปริมาณค่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการทดสอบนั้นก็ให้ค่าที่ไม่ได้ต่างกันมากนัก สอดคล้องกับผลงานบทความของ (วิรัช ดำรงโกกกันท์, เทคโนโลยีการนำเปลือกไข่มาใช้ประโยชน์) ที่กล่าวถึงปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีอยู่มากในเปลือกไข่



ภาพที่ 2 ปริมาณสารแคลเซียมคาร์บอเนต

จากนั้นนำเปลือกไข่ออกเชื้อหมดแล้วมาบดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดแบบบอลมิลล์ และทำการคัดแยกขนาดผงเปลือกไข่ด้วย ตะแกรง Mesh ให้ได้ขนาด 75 100 200 325 mesh ลักษณะของผงบดจากเปลือกไข่ที่ผ่านการลอกเชื้อแล้ว ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุ

4.2 การปรับปรุงพื้นผิวของผงเปลือกไข่

สารที่ช่วยปรับปรุงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างพอลิเมอร์และฟิลเลอร์ทำหน้าที่เหมือนเป็นสะพานเชื่อมระหว่างทั้งสองโมเลกุลไว้ โดยส่วนหนึ่งของโมเลกุลเป็นส่วนที่จะเกิดปฏิกิริยากับ ฟิลเลอร์และอีกส่วนหนึ่งของโมเลกุลเป็นส่วนที่จะเกิดการรวมตัว หรือหาปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ได้เป็นอย่างดีเมื่อพื้นผิวฟิลเลอร์ได้รับการปรับปรุงด้วยสารควบคู่ปฏิกิริยาจะช่วยลดแรงดึงผิวของวัสดุ (นิลบล เพือกบัวขาว, สมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปใหม่โดยมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารเติมแต่ง)

4.2.1 การทดลอง

จากการศึกษาพบว่ามีการใช้ Coupling Agent กลุ่ม Staeric และ Silane (KH550) มาใช้ปรับปรุงพื้นผิวของแคลเซียม คาร์บอเนต (Hanifi Binici, Mechanical and radioactivity shielding performances of mortars made with cement sand and egg shells) ในงานวิจัยนี้จึงใช้ Stearic และ Silane (KH550) และ (KH560) มาทำการทดสอบผงเปลือกไข่ โดยใช้วิธีการดังนี้

เริ่มจากกวนสารละลายกระจายตัวผงเปลือกไข่ด้วย Stirrer ใช้ อัตราส่วน CaCO_3 อนุภาค จำนวน 2.0 กรัม ต่อ Cupping 2.0 กรัม โดยเติมสารละลายเอทานอล 95% จำนวน 100 มล. ลงไปด้วย ผสมกันโดยการกวนด้วย stirrer (แม่เหล็ก) ใช้อุณหภูมิ ที่ 60°C 8 ชั่วโมง หลังจากที่ผ่านมากระบวนการกวนสารแล้ว ก็จะนำเปลือกไข่และสารทั้งหมดมาผ่านกระบวนการกรองสาร โดยใช้ชุด Vacuum ในการดูดไล่สารอื่นออกจากพื้นผิวของเปลือกไข่ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การกวนสารและการกรองสาร

4.2.2 การอบแห้ง

โดยนำเปลือกไข่ที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงพื้นผิวด้วย Coupling เรียบร้อยแล้ว นำมาใส่ถาดผึ่งด้วยฟอล์ย ก่อนอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผงเปลือกไข่อบแห้ง

4.3 การขึ้นรูปทดสอบสมบัติเชิงกล

ในส่วนของการทดลอง จะเริ่มจากการเปิดแม่พิมพ์ที่ผ่านการออกแบบอ้างอิงมาตรฐาน ASTM Standard ทำความสะอาดด้วยสาร อะซิโตนและทำการประกอบแม่พิมพ์ ก่อนจะพ่นด้วยซิลิโคนสเปรย์ให้เป็นฟิล์มบางๆ เพื่อช่วยในการปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ จากนั้นนำแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้นั้นมาวางที่โต๊ะระดับเพื่อความสมดุลของแม่พิมพ์และเพื่อให้การเตรียมการหล่อ อีพอกซีเรซิน เป็นตามที่ออกแบบแผนการทดลองด้วยโปรแกรมไว้ด้วย DOE โดยแต่ละเงื่อนไขของการทดสอบนั้น จะใช้ตัวอักษร A – P เป็นตัวแปร (วรากร พงษ์เมษา การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติของวัสดุเชิงประกอบที่ได้จากผงกะลามะพร้าวกับอีพอกซีเรซิน)

4.3.1 ชั่งตวงส่วนผสม ตวงแต่ละส่วนด้วยตาชั่งดิจิทัล ให้ได้ปริมาณตามที่คำนวณไว้ จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 3 ตัว คือ อีพอกซีเรซิน ฮาร์ดเดนเนอร์ และผงเปลือกไข่ โดยทุกๆอัตราส่วนจะเริ่มจากการผสมฮาร์ดเดนเนอร์กับผงเปลือกไข่ก่อน (ผงเปลือกไข่อบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 80 องศา เพื่อป้องกันฟองอากาศที่จะเกิดขึ้นที่ชิ้นงาน) ผสมผงเปลือกไข่กับอีพอกซีเรซินชนิด A คนให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเวลา 10 นาที

4.3.2 กวนสาร ค่อยๆ กวนให้เข้ากันช้าๆ ก่อนจะนำไปเข้าสู่สุญญากาศ เพื่อดูดไล่ฟองอากาศเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำ อีพอกซีเรซินที่ตวงไว้มาเติมผสมลงไปภายหลัง จากนั้นก็ทำการกวนให้เข้ากันอีกครั้งด้วยเครื่องกวนที่รอบต่ำ เป็นเวลา 20 นาที และจึงนำไปเข้าสู่สุญญากาศอีกครั้ง เป็นเวลา 15 นาที เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ หรือฟองที่ขึ้นงานนั่นเอง หลังจากผสมสารอีพอกซีเรซินชนิด B ลงไปแล้ว ใช้เครื่องกวนรอบต่ำ กวนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และนำเข้าสู่เครื่องดูดฟองอากาศ 10 นาที

4.3.3 เทลงแม่พิมพ์ นำส่วนผสมทั้งหมดที่ได้เตรียมไว้เข้ากันดีแล้วนั้นมาเทลงแม่พิมพ์ รอจนชิ้นงานแข็งตัวใช้เวลา 8 ชั่วโมง แล้วจึงทำการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ โดยขั้นแรกต้องทำการคลายสกรูออกทั้งหมด และแยกแม่พิมพ์ทั้งสองฝั่งออกจากกัน แล้วค่อยๆ ดันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ก็จะได้ชิ้นงานที่พร้อมจะนำไปทำการทดสอบสมบัติต่อไป

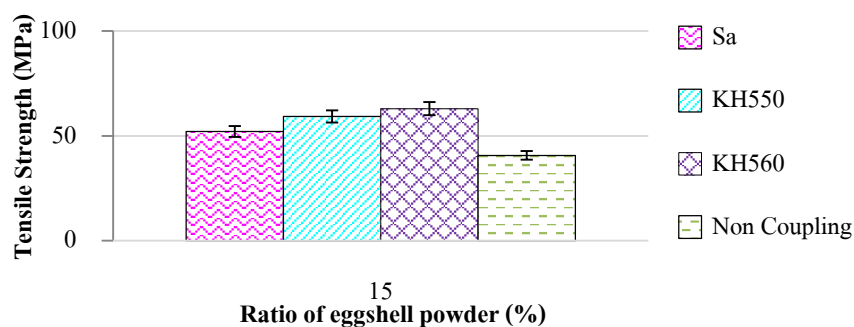
4.4 ผลการทดสอบ

เมื่อได้ชิ้นงาน ที่ผ่านกระบวนการหล่อจากแม่พิมพ์ที่ได้ขึ้นรูปตามมาตรฐานการทดสอบแล้ว จึงนำชิ้นงานชิ้นงานที่ได้ขึ้นรูปมาทำการทดสอบ โดยการทดสอบดังกล่าว ทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบที่ห้องทดสอบ ของภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ ดังภาพที่ 6

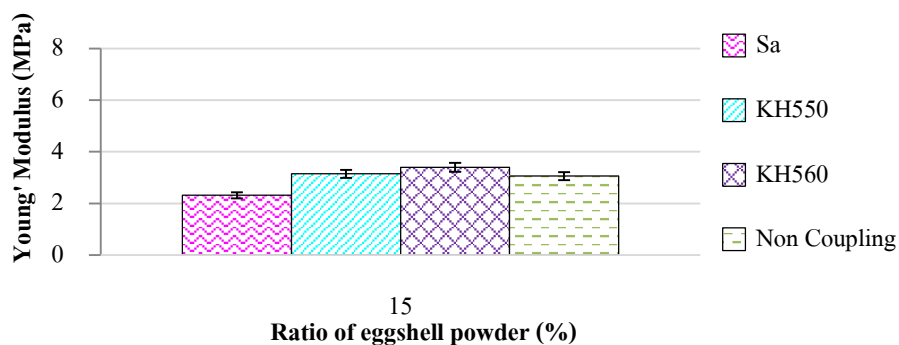


ภาพที่ 6 การทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุ

ผลทดสอบค่าสมบัติการรับแรงดึงของวัสดุ (ASTM D638) การทดลองภายใต้รูปแบบตัวแปร ที่ได้ทำการออกแบบไว้ จะได้ผลการทดลอง 2 ตัวคือผลการทดสอบค่า Tensile Strength และ ค่า Young's Modulus รายละเอียด ดังภาพที่ 7 และ 8

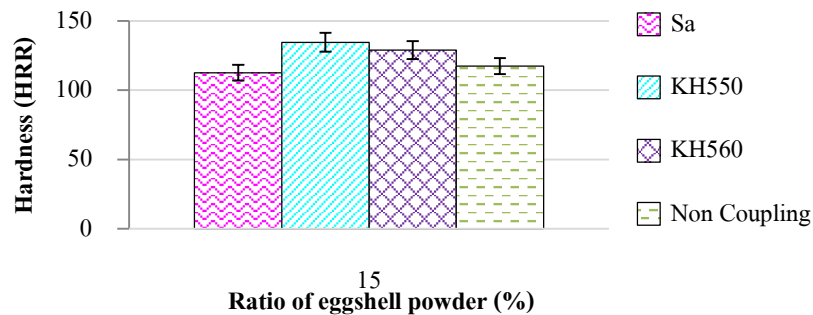


ภาพที่ 7 แสดงค่าความต้านทานแรงดึงของชิ้นทดสอบที่ผสมผงเปลือกไข่ขนาด 200 เมช ที่ผ่านการปรับสภาพของผงเปลือกไข่ด้วย Coupling Agent



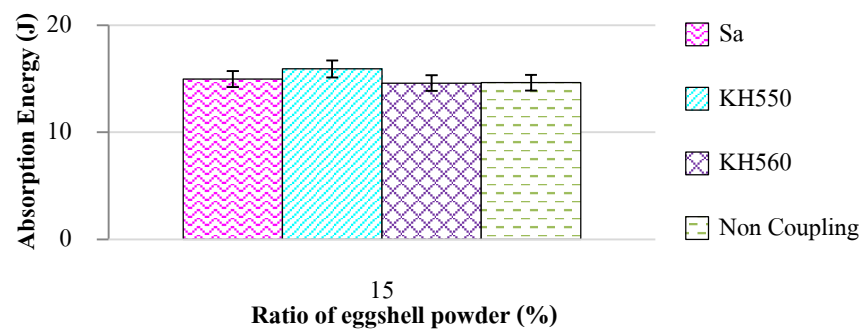
ภาพที่ 8 แสดงค่ายังโมดูลัสของชิ้นทดสอบที่ผสมผงเปลือกไข่ขนาด 200 เมช ที่ผ่านการปรับสภาพของผงเปลือกไข่ด้วย Coupling Agent

ผลทดสอบค่าความแข็งของวัสดุ (ASTM D785) การทดลองภายใต้รูปแบบตัวแปร ที่ได้ทำการออกแบบไว้ จะได้ผลการทดลองรายละเอียด ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงค่าความแข็งของชิ้นทดสอบที่ผสมผงเปลือกไข่ขนาด 200 เมช ที่ผ่านการปรับสภาพของผงเปลือกไข่ด้วย Coupling Agent (ใช้แรงกด 60Kg. HRR)

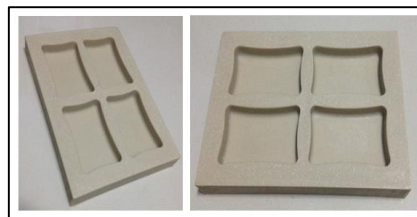
ผลทดสอบค่าสมบัติการรับแรงกระแทกของวัสดุ (ASTM D256) การทดลองภายใต้รูปแบบตัวแปร ที่ได้ทำการออกแบบไว้ จะได้ผลการทดลองรายละเอียด ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ค่าการรับแรงกระแทกของชิ้นทดสอบที่ผสมผงเปลือกไข่ขนาด 200 เมช ที่ผ่านการปรับสภาพของผงเปลือกไข่ด้วย Coupling Agent

4.5 ผลสำเร็จจากการทดสอบการขึ้นรูป

ภายหลังจากการทดสอบสมบัติเชิงกลบางประการและทำการปรับสภาพผงเปลือกไข่ด้วย Coupling Agent แล้วผู้จัดทำได้ทำการหล่อขึ้นรูปจากผลการทดสอบที่ดี มาขึ้นรูปโดยใช้ผงเปลือกไข่ขนาด 200 เมช ที่ผ่านการ Post cure เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และผ่านการปรับสภาพผิวเปลือกไข่ด้วย Coupling Agent ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ชิ้นงานที่ได้จากการทดสอบขึ้นรูป

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองมุ่งเน้นปรับปรุงสมบัติทางกลของวัสดุผสมอีพอกซีเรซินเสริมแรงด้วยผงบดจากเปลือกไข่ โดยใช้ Couplings Agent เป็นองค์ประกอบหลักในการปรับสภาพพื้นผิวผงเปลือกไข่ขนาดอนุภาค ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

(1) จากการทดลองพบว่าวัสดุจะมีค่าความต้านทานแรงดึงและค่าความแข็งแรงสูงสุดเมื่ออัตราส่วนผสมผงเปลือกไข่ 15 % อัตราส่วนผสมที่ทำให้ค่ายังโมดูลัสและค่าการรับแรงกระแทกสูงสุดคือส่วนผสมเปลือกไข่ที่ 50% ทั้งนี้เกิดขึ้นเพราะปริมาณอีพอกซีเรซินที่มากกว่าในตัวแปรนั้นๆทำให้เนื้อของวัสดุสามารถยึดเหนี่ยวระหว่างกันได้ดี ทำให้เมื่อวัสดุได้รับแรงดึง วัสดุจะสามารถกระจายแรงไปยังส่วนต่างๆของเนื้อวัสดุได้ดีกว่านั่นเอง และมีผลโดยตรงกับขนาดเมซของผงเปลือกไข่ ผงเปลือกไข่ที่มีขนาดใหญ่จะเกิดการตกตะกอนของผงเปลือกไข่ในชั้นงาน ส่วนผงเปลือกไข่ที่มีขนาดเล็กเกินไปก็จะลอยขึ้นด้านบนผิวงาน ส่งผลให้ค่าสมบัติของวัสดุนั้นต่ำลง ซึ่งไปในแนวทางเดียวกับงานวิจัยของ (Hanifi Binici, et al Mechanical and radioactivity shielding performances of mortars made with cement sand and egg shells.)

(2) และจากการทดลองพบว่าวัสดุมีค่าสมบัติทางกลที่ดีขึ้น เมื่อผงเปลือกไข่ หรือ สารตัวเติม ถูกปรับสภาพพื้นผิวด้วย Coupling Agent ทั้งนี้เกิดขึ้นเพราะผงเปลือกไข่ที่เป็นสารตัวเติมนั้น ได้เปลี่ยนสภาพพื้นผิวมาทำหน้าที่เป็น Reinforcement อย่างเต็มที่ ทำให้สารตัวเนื้อ หรือ Matrix จับตัวกันได้ดีมากขึ้น โดยจะเห็นได้ว่า Silane KH560 และ KH550 จะมีผลทำให้ค่าสมบัติทางกลดีขึ้นตามลำดับ ส่วน Stearic นั้น โดยรวมไม่สามารถทำให้สมบัติทางกลดีขึ้น

(3) ผงเปลือกไข่และอีพอกซีเรซินสามารถนำมาผสมในอัตราส่วนตามที่ทดลองไว้ข้างต้น จะทำให้ขึ้นรูปชิ้นงานสมบูรณ์และมีสมบัติทางกลที่ดีได้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

(1) การใช้ส่วนผสมควรเลือกใช้ขนาดของผงเปลือกไข่ที่มีขนาดไม่เล็กเกินไปจะทำให้ส่วนผสมลอยขึ้นด้านบนทำให้สมบัติของวัสดุต่ำลง

(2) จากการทดสอบพบว่าวัสดุคอมโพสิตที่เป็นสารตัวเติมนั้นควรตรวจสอบหรือปรับปรุงพื้นผิวของอนุภาคถึงความเข้ากันก่อนการนำวัสดุเพื่อใช้เสริมแรงให้กับวัสดุคอมโพสิตอื่น

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) สามารถใช้ยางซิลิโคนมาช่วยในการสร้างแบบหล่อเพื่อให้การปลดชิ้นงานได้ง่ายกว่าการทำแบบหล่อด้วยโลหะ

(2) หาวิธีควบคุมฟองอากาศเนื่องจากฟองอากาศเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ค่าสมบัติของวัสดุต่ำลงเพราะมีเกิดการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากความหนาแน่นของเนื้อวัสดุ

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ลดขยะเหลือทิ้งจากเปลือกไข่และเพื่อพัฒนาวัสดุที่สามารถใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้ให้คำปรึกษา และเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า

8. เอกสารอ้างอิง

- นิลบล เพื่อกบัวขาว. (2550). สมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปใหม่โดยมีเคลือบคาร์บอนเป็นสารเติมแต่ง. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรากร พงษ์เมษา. (2556). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติของวัสดุเชิงประกอบที่ได้จากผงกะลามะพร้าวกับอีพ็อกซีเรซิน. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วิชัย ดำรงโกกกันท์. (2555). เทคโนโลยีการนำเปลือกไข่มาใช้ประโยชน์. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรอาหารและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์.
- วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์. (2554). การเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเปลือกไข่ไก่. สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2560 สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- สุทธิพล แสงดาว และวิทยา กาญจนเจริญนนท์. (2558). การศึกษาการใช้ผงแก้วจากขวดแก้วรีไซเคิลเสริมแรงในอีพ็อกซีเรซิน. ภาควิชาอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เอนก ภู่อานงค์. (2550). กระบวนการทำแม่พิมพ์รวดเร็วด้วยอีพ็อกซีเรซินสำหรับงานฉีดพลาสติก. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.
- Hanifi Binici , et al (2015) has Mechanical and radioactivity shielding performances of mortars made with cement sand and egg shells.
- Hongwei He A, et al (2012) has Compressive properties of nano-calcium carbonate/epoxy and its fibre composites.

การใช้รังเทียมแบบกล่องเพื่อเพิ่มความหลากหลายและความชุกชุมของนก
ในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี

USING ARTIFICIAL NEST BOX TO INCREASE DIVERSITY
AND ABUNDANCE OF BIRD IN THE MANGROVE FOREST AT
KUNG KRABAE BAY ROYAL DEVELOPMENT STUDY CENTER,
CHANTHABURI PROVINCE

จุฑารัตน์ แดงไทย
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : jt.jutarat@gmail.com

รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์
ศูนย์วิจัยสัตว์ป่าและพันธุ์พืช และพิพิธภัณฑธรรมชาติวิทยา
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : rattanawat.cha@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะความหลากหลายของนก ที่อาศัยและหากินในพื้นที่ป่าชายเลน รังเทียมเป็นเครื่องมือหนึ่ง ในการเพิ่มประชากรของนก โดยเฉพาะพื้นที่ป่าบก แต่กรณีของป่าชายเลนมีการศึกษาน้อย การศึกษารังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รังเทียมแบบกล่อง เพื่อเพิ่มความหลากหลายและความชุกชุมของนก ในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและสวนป่า ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 การสำรวจความหลากหลายของนกบนแนวเส้นสำรวจระยะทาง 1.2 กิโลเมตร พบนก 22 ชนิด 16 วงศ์ ใน 7 อันดับ เข้ามาใช้พื้นที่ โดยอันดับนกจับคอน พบสูงสุดร้อยละ 68.18 รองลงมาเป็นอันดับนกกินปลาร้อยละ 9.09 อันดับนกกาเหว่า, อันดับเหยี่ยว, อันดับนกยาง, อันดับนกดินเทียน-อันดับนกอีโก้ย, อันดับนกเค้าแมวร้อยละ 4.55 เมื่อมีการติดตั้งรังเทียมในพื้นที่ป่าธรรมชาติ พบนก 15 ชนิด โดยนกอีแรดแถบออกดำ (*Rhipidura javanica*) นกกระจอกป่าโกงกาง (*Gerygone sulphurea*) นกกินปลีอกเหลือง (*Cinnyris jugularis*) และนกกินเปี้ยว (*Todiramphus Chloris*) ร้อยละ 36.36 มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ = 1.47 มากกว่าป่าธรรมชาติที่ไม่ติดตั้งรังเทียม พบนกอีแรดแถบออกดำ นกกินปลีอกเหลือง และนกกินเปี้ยวมีค่ามากที่สุดร้อยละ 20 มีดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ = 1.32 ส่วนพื้นที่สวนป่าที่ติดตั้งรังเทียม พบความหลากหลาย 12 ชนิด มีนกอีแรดแถบออกดำ และนกยางขนบ้าน (*Copsychus saularis*)

ร้อยละ 20 และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ = 1.49 พื้นที่สวนป่าที่ไม่ติดรังเทียม พบ 13 ชนิด มีนกอีแพรดแถบออกดำ และนกยางเขียวบ้านร้อยละ 15.38 มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ = 1.39 พบว่ารังเทียมที่ใช้ในการศึกษาไม่สามารถเพิ่มความชุกชุมและความหลากหลายชนิดในป่าชายเลนธรรมชาติและสวนป่าได้ เนื่องจากรังเทียมแบบกล่องใช้ได้เฉพาะนกที่ทำรังในโพรง ปัจจุบันคุกคามตามธรรมชาติ คือ งูปากกว้างน้ำเค็ม (*Cerberus rynchops*) และหนูท้องขาว (*Rattus rattus*) ที่ทำให้รังเทียมไม่ประสบความสำเร็จ

คำสำคัญ: รังเทียม , ป่าชายเลน , ความหลากหลายทางชีวภาพ , นก , ความชุกชุม

ABSTRACT

Deforestation of mangrove area, affecting to biodiversity loss. Especially bird diversity in the area. Artificial nest box is a tool for increasing bird population. Especially in the terrestrial ecosystems. In mangrove ecosystems are less in studied. In this study was am to study the potential of using artificial nest boxes to increase species diversity and abundance of birds in natural and plantation of mangrove forest between May 2015 and April 2016. Survey was done in 1.2 km transect line, 22 species, 16 familie in 7 Orders were found living in the study areas. Passeriformes was highest 68.18%, Coraciiformes 9.09% Cuculiformes, Accipitriformes, Ciconiiformes, Charadriiformes and Strigiformes 4.55%. When install artificial nest boxes into natural mangrove forest, 15 species were found, pied fantail (*Rhipidura javanica*), golden-bellied gerygone (*Gerygone sulphurea*), olive-backed sunbird (*Cinnyris jugularis*) and collared kingfisher (*Todiramphus chloris*) was 36.36%, Biodiversity index in natural mangrove forest with artificial nest boxes (1.47) was higher than natural mangrove forest without artificial nest boxes. pied fantail, olive-backed sunbird, and collared kingfisher 20% and biodiversity index (1.32). In plantation area with artificial nest boxes was found 12 species of birds, pied fantail and Oriental magpie robin (*Copsychus saularis*) 20% and plantation without artificial nest boxes was, 13 species, pied fantail and Oriental magpie robin was 15.38%, Biodiversity index (1.39). In this study, artificial nest boxes were not able to increase the abundance and species diversity, in natural and plantation of mangrove forest areas. Due to the natural threats of dog-faced water snake (*Cerberus rynchops*) and roof rat (*Rattus rattus*). May cause an effect to artificial nest box.

KEYWORDS: Artificial Nest Boxes, Mangrove Forest, Biodiversity, Birds, Abundance

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ป่าชายเลน มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตนานาชนิด รวมถึงการรองรับความหลากหลายชนิดของนก (บุญช่วย, 2555) ป่าชายเลนมีการกระจายตามชายฝั่งทะเล ประเทศไทยพบตามภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ แต่ปัจจุบัน พื้นที่ป่าชายเลนลดลงจากการใช้ประโยชน์ เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง การทำนาเกลือและทำนาเกลือ การเกษตรกรรม และการขยายตัวของชุมชนและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง การสูญเสียพื้นที่ป่าจึง

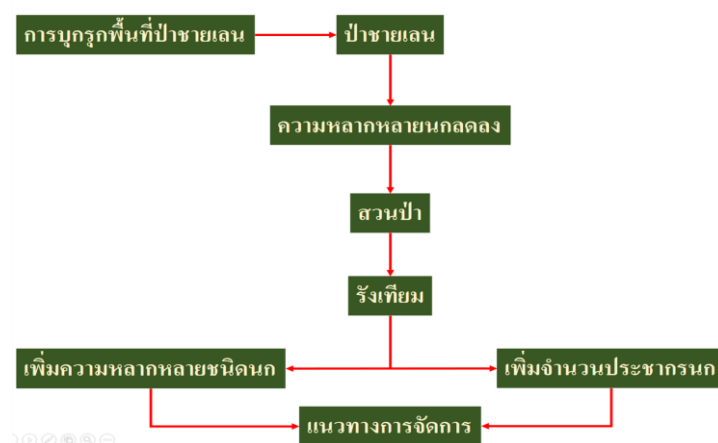
เท่ากับการสูญเสียพื้นที่ที่เหมาะสมกับการสร้างรัง ส่งผลให้ความหลากหลายชนิดของนกลดลง (Kathiresan, 2001; Bhattacharya et al., 2011) เนื่องจากนกมีคุณค่าและมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ (Timothy et al., 2000) การเข้ามาใช้ประโยชน์ประโยชน์ป่าชายเลนของนก มีทั้งที่เข้ามาหากินตลอดปีและบางส่วนอพยพตามช่วงฤดูกาล

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เป็นบริเวณที่เคยได้รับผลกระทบจากการพัฒนาทำให้ป่าชายเลนเสื่อมสภาพลงและเหลือพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติเพียงเล็กน้อย ต่อมาได้มีการฟื้นฟูป่าชายเลนขึ้นมาใหม่ในปี พ.ศ. 2530 (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2556) พบว่า หลังการฟื้นฟูมีนก 128 ชนิด เข้ามาใช้พื้นที่ (ชนพล, 2555) แต่ความแตกต่างระหว่างการเข้ามาใช้ประโยชน์ของนกในป่าชายเลนธรรมชาติและสวนป่าและแนวทางในการเพิ่มความหลากหลายชนิดและประชากรยังมีน้อย การนำรังเทียมแบบกล่องมาใช้ในการเพิ่มความหลากหลายชนิดและประชากรนก (Smith et al., 2005; Catry et al., 2009) เป็นทางเลือกที่ใช้ได้ดีในหลายพื้นที่ (Biber 1990; Blanco and Gonzalez, 1992) เช่น ประเทศสเปน และเปรู (Libois et al., 2012; Olah et al., 2014) เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้คาดว่า สามารถเพิ่มความหลากหลายชนิดนกที่ทำรังในโพรงได้มากขึ้น ทั้งนี้ รังเทียมที่ใช้ต้องมีความเป็นธรรมชาติ และเหมาะสมต่อการสร้างรัง วางไข่ ขยายพันธุ์ ส่งผลให้ความหลากหลายชนิดและประชากรนกเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีอัตราการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้นในขณะที่อัตราการถูกล่าลดลง (Nilsson, 1975, 1984 : Robertson and Rendell, 1990) ทั้งนี้ขึ้นกับความหนาแน่นของรังเทียม (Nilsson, 1984)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
- (2) เพื่อศึกษาความสามารถในการเพิ่มความหลากหลายของนกโดยใช้รังเทียมในศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

กิจกรรม	ปี 2015									ปี 2016						
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ดำเนินการติดตั้งรังเทียมในพื้นที่ป่าธรรมชาติ																
ดำเนินการติดตั้งรังเทียมในพื้นที่สวนป่า																
ดำเนินการเก็บข้อมูล (1 ครั้ง / เดือน)																
วิเคราะห์ผล จัดรูปแบบ																

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 รังเทียม (Artificial nest)

4.2.2 กล้องส่องทางไกลชนิดสองตา (Binoculars)

4.2.3 หนังสือคู่มือดูนก A Guide to the Bird of Thailand ของ Lekagul and Round (1991)

4.2.4 เครื่องบันทึกเสียง (Recorder)

4.2.5 ตารางบันทึกข้อมูลพร้อมอุปกรณ์เครื่องเขียน

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการวางแปลงขนาด 100×50 ตารางเมตร บนแนวสำรวจ ยาว 100 เมตร จำนวน 3 แนวสำรวจ ให้แนวสำรวจที่ 1 และ 3 อยู่ห่างจากขอบแปลงเข้ามาด้านในแปลงเป็นระยะทาง 5 เมตร และแนวสำรวจแต่ละแนวสำรวจ ห่างกันเป็นระยะทาง 20 เมตร จำนวน 4 แปลง (ภาพที่ 2) บริเวณป่าชายเลนธรรมชาติ 2 แปลง และสวนป่า 2 แปลง แต่ละพื้นที่ทำการติดตั้งรังเทียม 1 แปลง อีก 1 แปลง ใช้เพื่อเปรียบเทียบ รังเทียมที่ใช้มีขนาดกว้าง 15.24 ซม. ยาว 15.24 ซม. สูง 20.32 ซม. ทางเข้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 ซม. ทำการติดตั้งแปลงละ 30 รัง บนแนวสำรวจ 3 แนวสำรวจ แนวละ 10 รัง ทำการสำรวจด้วยวิธีนับบนจุดสำรวจ (Point Count) แต่ละจุด ใช้เวลาสำรวจจุดละ 3 นาที ทำการ จำแนกชนิดนก โดยการพบเห็นตัวและการฟังเสียงร้อง ตามคู่มือดูนกของ Lekagul and Round (1991) ทำการสำรวจเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2558 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2559

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ความหนาแน่น (n/a) เมื่อ n = จำนวนตัวในชนิดที่ i และ a = พื้นที่ศึกษา และดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Weiner Index, H')

$$H' = \sum_{i=1}^s (n_i / N) \log(n_i / N) \text{ (Margalef, 1958)}$$

S = จำนวนของชนิดที่พบทั้งหมด n_i = จำนวนตัวในชนิด i ของประชากร, N = จำนวนตัวของทุกชนิดรวมกัน) โดยใช้โปรแกรม Biodiversity Pro (Krebs, 1999) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษา โดยใช้สถิติ Student's T-Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

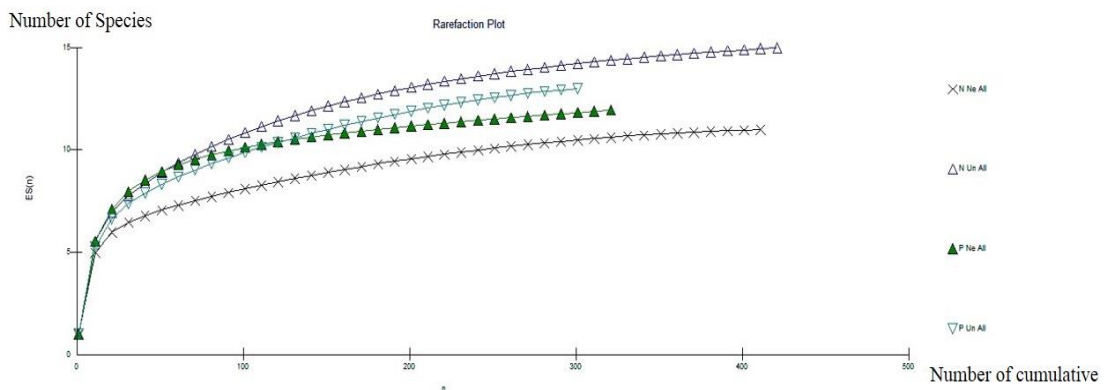
4.5 ผลการศึกษา

จากการศึกษา พบนกทั้งสิ้น 22 ชนิด 16 วงศ์ 7 อันดับ โดยที่ป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียม มีความหนาแน่นของนกกระช่อยป่าโกงกาง (*Gerygone sulphurea*) สูงสุด 0.115 ตัว/ตารางเมตร นกอีแพรดแถบอกดำ (*Rhipidura javanica*) 0.104 ตัว/ตารางเมตร และนกแว่นตาขาวสีทอง (*Zosterops palpebrosus*) 0.067 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ ในพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ไม่ติดรังเทียม มีความหนาแน่นของนกอีแพรดแถบอกดำ สูงสุด 0.105 ตัว/ตารางเมตร นกกระช่อยป่าโกงกาง 0.081 ตัว/ตารางเมตร และนกแว่นตาขาวสีทอง 0.076 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ ในพื้นที่สวนป่าที่ติดรังเทียม มีความหนาแน่นของนกอีแพรดแถบอกดำ สูงสุด 0.099 ตัว/ตารางเมตร นกกางเขนบ้าน (*Copsychus saularis*) 0.069 ตัว/ตารางเมตร และนกกระช่อยป่าโกงกาง 0.043 ตัว/ตารางเมตร และในพื้นที่สวนป่าไม่ติดรังเทียมมีความหนาแน่นของนกอีแพรดแถบอกดำ สูงสุดมีค่าเท่ากับ 0.102 ตัว/ตารางเมตร นกกระช่อยป่าโกงกาง 0.052 ตัว/ตารางเมตร และนกกางเขนบ้าน 0.048 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ พบว่า นกอีแพรดแถบอกดำ และนกกางเขนบ้าน เข้ามาใช้รังเทียมแบบกล่องโดยการวางไข่ แต่ไม่พบการฟักเป็นตัว เนื่องจาก ภูเขาปากกว้าง น้ำเค็ม และหนูท้องขาว เข้าทำลายรัง

พื้นที่ป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียม พบระดับความชุกชุมบ่อยมาก คือ นกอีแพรดแถบอกดำ นกกระช่อยป่าโกงกาง นกกินปลีอกเหลือง (*Cinnyris jugularis*) และนกกินเปี้ยว (*Todiramphus Chloris*) 36.36% ของชนิดนกทั้งหมด ระดับความชุกชุมบ่อย 1 ชนิด คือ นกแว่นตาขาวสีทอง (*Zosterops palpebrosus*) 9.09% ระดับความชุกชุม ปานกลาง 1 ชนิด คือ นกกางเขนบ้าน (*Copsychus saularis*) 9.09% ระดับความชุกชุมน้อย 3 ชนิด คือ นกแซงแซวสีเทา (*Dicrurus leucophaeus*) นกกาเหว่า และนกกาแว่น (*Cryssirina temia*) 27.27% และระดับความชุกชุมน้อยมาก 2 ชนิด คือ นกปรอดสวน (*Pycnonotus blanfordi*) และนกยางเขียว 18.18% (ตารางที่ 1) พื้นที่ป่าธรรมชาติที่ไม่ติดรังเทียม ระดับความชุกชุมบ่อยมาก 3 ชนิด คือ นกอีแพรดแถบอกดำ นกกินปลีอกเหลือง และนกกินเปี้ยว 20% ระดับความชุกชุมบ่อย 3 ชนิด คือ นกกระช่อยป่าโกงกาง นกแว่นตาขาวสีทอง และนกกางเขนบ้าน (*Copsychus saularis*) 20% ระดับความชุกชุมน้อย 6 ชนิด คือ นกลีขมิพหูสวน เหยี่ยว นกปรอดสวน นกกาแว่น นกยางเขียว และนกกระเด็นน้อยธรรมดา 40% และระดับความชุกชุมน้อยมาก 3 ชนิด คือ นกกาเหว่า นกปรอดหน้าवल และนกแซงแซวหางบ่วงใหญ่ 20% (ตารางที่ 1) พื้นที่สวนป่าที่ติดรังเทียม ระดับความชุกชุมบ่อยมาก 2 ชนิด คือ นกอีแพรดแถบอกดำ และนกกางเขนบ้าน 20% ระดับความชุกชุมบ่อย 4 ชนิด คือ นกกระช่อยป่าโกงกาง นกแว่นตาขาวสีทอง นกกินปลีอกเหลือง และนกกินเปี้ยว 40% ระดับความชุกชุมน้อย 2 ชนิด คือ นกกาฝากสีเขียว (*Dicaeum concolor*) และนกยางกรอกพันธุ์จีน (*Ardeola bacchus*) 20% และระดับความชุกชุมน้อยมาก 2 ชนิด คือ นกกาแว่น และนกแซงแซวหางบ่วงเล็ก 20% (ตารางที่ 1) ในพื้นที่สวนป่าที่ไม่ติดรังเทียม ระดับความชุกชุมบ่อยมาก 2 ชนิด คือ นกอีแพรดแถบอกดำ และนกกางเขนบ้าน 15.38% ระดับความชุกชุมบ่อย 3 ชนิด คือ นกกระช่อยป่าโกงกาง นกกินเปี้ยว และนกกินปลีอกเหลือง 23.08% ระดับความชุกชุมปานกลาง 1 ชนิด คือ นกแว่นตาขาวสีทอง 7.69% ระดับความชุกชุมน้อย 1 ชนิด คือ นกกาแว่น 7.69% และระดับความชุกชุมน้อยมาก 6

ชนิด คือ นกแซงแซวสีเทา นกแซงแซวหางบ่วงใหญ่ นกกาฝากสีเรียบ นกกระแตแต้แว๊ด (*Vanellus indicus*) นกเค้าเหยี่ยว (*Ninox scutulata*) และนกแซงแซวหางปลา 46.15% (ตารางที่ 1)

พบว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติและสวนป่าที่ไม่ตัดรังเทียม มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าธรรมชาติและสวนป่าที่ตัดรังเทียม อย่างมีนัยสำคัญ ($t = 2.017$; $df = 22$; $p = 0.05$) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แนวโน้มความหลากหลายของนกที่พบบริเวณพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ไม่ตัดรังเทียม (N_Un_all) และที่ตัดรังเทียม (N_Ne_All) และพื้นที่สวนป่าที่ไม่ตัดรังเทียม (P_Un_All) และที่ตัดรังเทียม (P_Ne_All) ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2559

จากค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ พบว่า พื้นที่ป่าธรรมชาติที่ตัดรังเทียมมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ย 1.48 ($H' = 1.16 - 1.84$) มีค่ามากกว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ไม่ตัดรังเทียมมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ย 1.32 ($H' = 0.87 - 1.83$) และสวนป่าที่ตัดรังเทียมมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ย 1.47 ($H' = 1.24 - 1.85$) มีค่ามากกว่าพื้นที่สวนป่าที่ไม่ตัดรังเทียมมีค่าเฉลี่ย 1.39 ($H' = 0.99 - 1.72$) พื้นที่ป่าทั้ง 2 ประเภท มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพไม่ต่างกันมาก เนื่องจากสภาพและขนาดของพื้นที่แปลงศึกษาก่อนข้างจำกัด อีกทั้งพื้นที่ที่ทำการวางแผนศึกษา มีการเข้าใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ($t = 3.182$; $df = 3$)

ตารางที่ 1 ความชุกชุมของนกที่ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าธรรมชาติและสวนป่า บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ความชุกชุมของนก	ป่าธรรมชาติ				ป่าธรรมชาติไม่ตัดรัง				สวนป่าตัดรัง			
	จำนวนชนิด (ชนิด)	ร้อยละของจำนวนชนิด (%)	จำนวนครั้งที่สำรวจ (ครั้ง)	ระดับความชุกชุม	จำนวนชนิด (ชนิด)	ร้อยละของจำนวนชนิด (%)	จำนวนครั้งที่สำรวจ (ครั้ง)	ระดับความชุกชุม	จำนวนชนิด (ชนิด)	ร้อยละของจำนวนชนิด (%)	จำนวนครั้งที่สำรวจ (ครั้ง)	ระดับความชุกชุม
นกที่พบบ่อยมาก นกที่พบน้อย นกที่พบปานกลาง นกที่พบน้อย นกที่พบน้อยมาก	4	36.36	12	5	3	20.00	11 - 12	5	2	20.00	12	5
	1	9.09	9	4	3	20.00	8 - 10	4	3	40.00	8 - 9	4
	1	9.09	7	3	0	0.00	-	3	0	0.00	-	3
	3	27.27	2 - 3	2	6	40.00	2 - 3	2	2	20.00	2 - 3	2
	2	18.18	1	1	3	20.00	1	1	2	20.00	1	1

** หมายเหตุ อัตราร้อยละ 90 – 100 จัดเป็นนกที่พบน้อยมาก ระดับความชุกชุม = 5

อัตราร้อยละ 65 – 89 จัดเป็นนกที่พบน้อย ระดับความชุกชุม = 4

อัตราร้อยละ 31 – 64 จัดเป็นนกที่พบปานกลาง ระดับความชุกชุม = 3

อัตราร้อยละ 10 – 30 จัดเป็นนกที่พบน้อย ระดับความชุกชุม = 2

อัตราร้อยละ <10 จัดเป็นนกที่พบน้อยมาก ระดับความชุกชุม = 1

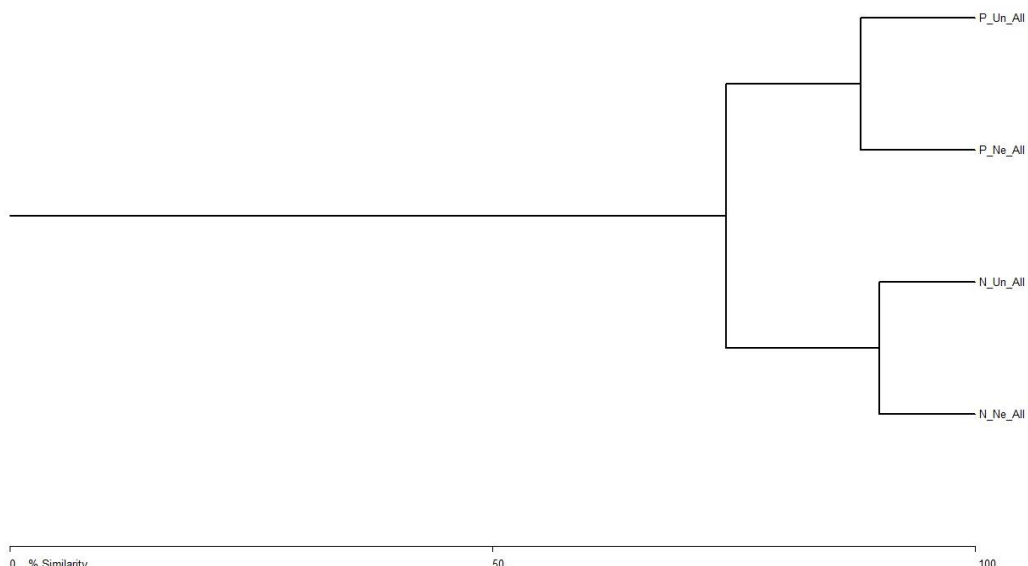
พื้นที่ป่าธรรมชาติไม่ติดรังเทียมและติดรังเทียม มีดัชนีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดร้อยละ 90.08 รองลงมาคือ พื้นที่สวนป่าที่ไม่ติดรังเทียมและติดรังเทียมร้อยละ 88.11 พื้นที่สวนป่าที่ไม่ติดรังเทียมและป่าธรรมชาติที่ไม่ติดรังเทียมร้อยละ 74.20 พื้นที่สวนป่าที่ไม่ติดรังเทียมและป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียมร้อยละ 72.54 พื้นที่สวนป่าที่ติดรังเทียมและป่าธรรมชาติที่ไม่ติดรังเทียมร้อยละ 70.02 และพื้นที่สวนป่าที่ติดรังเทียมและป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียมร้อยละ 67.83 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าความคล้ายคลึงของกลุ่มประชากรนก ในพื้นที่ป่าธรรมชาติและสวนป่า บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนา อ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559

พื้นที่	ดัชนีความคล้ายคลึง			
	ป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียม	ป่าธรรมชาติที่ไม่ติดรังเทียม	สวนป่าที่ติดรังเทียม	สวนป่าที่ไม่ติดรังเทียม
ป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียม	*	90.08	67.83	72.55
ป่าธรรมชาติที่ไม่ติดรังเทียม	*	*	70.03	74.21
สวนป่าที่ติดรังเทียม	*	*	*	88.11

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการจัดกลุ่ม Cluster Analysis สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงร้อยละ 74.21 คือ 1) สวนป่าที่ติดและไม่ติดรังเทียม และ 2) ป่าธรรมชาติที่ติดและไม่ติดรังเทียม (ภาพที่ 5)

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



ภาพที่ 5 การจัดกลุ่มของนกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติที่ติดรังเทียม (N_Ne_All) และไม่ติดรังเทียม (N_Un_All) และสวนป่าที่ติดรังเทียม (P_Ne_All) และไม่ติดรังเทียม (P_Un_All) บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2559

พื้นที่สวนป่าที่ติดรังเทียมมีความถี่ในการเข้าใช้รังเทียม จำนวน 12 ครั้ง ซึ่งมากกว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียมมีความถี่ในการเข้าใช้รัง จำนวน 9 ครั้ง โดยปัจจัยคุกคามที่พบในพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียม คือ งูปากกว้างน้ำเค็ม (*Cerberus rynchops*) จำนวน 1 ครั้ง และพื้นที่สวนป่าที่ติดรังเทียม คือ หนูท้องขาว (*Rattus rattus*) จำนวน 9 ครั้ง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงความถี่ในการเข้าใช้รังเทียม ในพื้นที่ป่าธรรมชาติและสวนป่า บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนา อ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559

พื้นที่	ความถี่ในการเข้าใช้รังเทียม (ครั้ง)		
	นก	หนู	งู
ป่าธรรมชาติที่ติดรังเทียม	9	-	1
สวนป่าที่ติดรังเทียม	12	9	-

5. สรุปผลการวิจัย

การใช้รังเทียมแบบกล่องเพื่อเพิ่มความหลากหลายและความชุกชุมของนก ในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559 พบนก 22 ชนิด 16 วงศ์ ใน 7 อันดับ เข้ามาใช้พื้นที่ การใช้รังเทียมเพื่อเป็นเครื่องมือในการอนุรักษ์ การเพิ่มจำนวนประชากรนก และใช้เป็นอุปกรณ์เพิ่มความสำเร็จในการสืบพันธุ์ พบว่าการเลือกใช้รังเทียมได้ผลเฉพาะบางกลุ่ม เช่นเดียวกับการใช้รังเทียมแบบกล่องในพื้นที่ป่าบกหรือป่าประเภทอื่น เนื่องจากกลุ่มที่ทำรังในป่าชายเลนหลายชนิด ไม่ทำรังในโพรง ในการศึกษาครั้งนี้จึงพบเฉพาะ นกอีแพรดแถบออกดำ และนกยางขนบ้าน เข้ามาใช้ประโยชน์และวางไข่ แต่มีปัจจัยคุกคามตามธรรมชาติ ได้แก่ งูปากกว้างน้ำเค็ม และหนูท้องขาว เข้ามาคุกคาม ข้อเสนอแนะแนวทางการเลือกใช้รังเทียม ควรเลือกใช้วัสดุที่กลมกลืนกับสภาพพื้นที่ และเลือกรูปแบบที่หลากหลาย พร้อมทั้งควรมีการป้องกันการเข้ามาใช้ประโยชน์ของสัตว์ผู้ล่า

6. อภิปรายผล

การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของนกในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบว่ามีความแตกต่างของจำนวนชนิดนกที่พบ เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ธนพล (2555) ที่พบนกในพื้นที่ทั้งสิ้น 128 ชนิด เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ ทำการเก็บข้อมูลในแปลงศึกษา ขนาดเล็ก และพบว่าพื้นที่ศึกษามีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก และยังคงมีการใช้ประโยชน์จากมนุษย์เหมือนกัน ส่งผลให้ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมีค่าไม่มีความแตกต่างกัน ร่วมกับการติดรังเทียมในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติและสวนป่า พบว่า รังเทียมไม่สามารถช่วยเพิ่มความหลากหลายและความชุกชุมได้ ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Brazill-Boast et al., 2013 พบว่า รังเทียมสามารถช่วยเพิ่มจำนวนประชากรนก และยังเป็นตัวช่วยให้การสืบพันธุ์ประสบความสำเร็จมากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากนกที่เข้ามาใช้พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นนกในกลุ่มนกจับคอน มีเพียงนกอีแพรดแถบออกดำ และนกยางขนบ้าน ที่เข้ามาใช้รังเทียมเพียง 2 ชนิดเท่านั้น ซึ่งนกที่เข้ามาใช้รังเทียมจัดว่าเป็นกลุ่มนกเมือง ที่มีการปรับตัวต่อสิ่งแปลกปลอมได้ไวกว่านกชายเลน นอกจากนี้การติดรังเทียมยัง

เป็นสาเหตุของการดึงดูดให้สัตว์ผู้ล่าตามธรรมชาติ เช่น งูปากกว้างน้ำเค็ม (*Cerberus rynchops*) หนูท้องขาว (*Rattus rattus*) เป็นต้น เข้ามาทำลายรังเทียม การคุกคามรังเทียมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประชากรนก (Lopez-Flores et al., 2009) จึงส่งผลทำให้การพบเห็นนกชนิดนี้น้อยลง แม้ว่าการศึกษารังนี้ไม่สามารถแสดงถึงการเพิ่มความหลากหลายของนก แต่รังเทียมถือว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในทางนิเวศวิทยา (Maier and DeGraff, 2000; Mezquida and Marone, 2003) นอกจากนี้ พบว่า รังเทียมยังเป็นปัจจัยหลักในการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของนกในพื้นที่ ทำให้นกนางแอ่นบ้านในพื้นที่สวนป่ามีอัตราการพบเห็นลดลงเมื่อเทียบกับพื้นที่สวนป่าที่ไม่ได้ติดตั้งรังเทียม เนื่องจากวัสดุที่ใช้สร้างรังเทียมไม่เหมาะสม หรือไม่กลมกลืนกับธรรมชาติ อีกทั้งรังเทียมเป็นสาเหตุหลักในการดึงดูดสัตว์ผู้ล่าเข้ามาในพื้นที่ ส่งผลทำให้รังเทียมโดนล่าจากผู้ล่า และพบเห็นนกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ลดลง (Nilsson, 1984) ซึ่งจากการศึกษา รังเทียมไม่สามารถช่วยเพิ่มความหลากหลายและความชุกชุมของนกในพื้นที่ได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

- (1) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้รังเทียมสำหรับการจัดการและการเพิ่มจำนวนประชากรนก
- (2) เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาการใช้รังเทียมเป็นเครื่องมือในการเพิ่มความหลากหลายและความชุกชุมของนกในพื้นที่ป่าชายเลน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- (1) ควรเลือกวัสดุสำหรับการสร้างรังเทียมให้มีความเหมาะสมและคงทนกับสภาพแวดล้อม
- (2) ควรเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่ใหญ่ ไม่ควรเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างขนาดเล็ก เนื่องจากสภาพพื้นที่โดยรวมมีความแตกต่างกันน้อย

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่งานป่าไม้ โครงการศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี ที่ให้คำปรึกษา คอยชี้แนะในการทำวิจัย และคอยอำนวยความสะดวกและความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

9. เอกสารอ้างอิง

ชนพล คงทรัพย์ศิริอนันต์. 2555. การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของนกในพื้นที่ป่าชายเลนอ่าวคุ้ง

กระเบน เพื่อการอนุรักษ์ และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ. จันทบุรี: ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

บุญช่วย อรรถวรธน. 2555. สถานภาพทรัพยากรป่าชายเลนอ่าวไทยตอนบน (จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี). กรุงเทพฯ: กองบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่ง, สำนักการจัดการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเลและพื้นที่ชายฝั่งทะเล, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2556. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลน. จันทบุรี:ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

Biber, J.-P. 1990. International Action Plan for the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*). Bureau NATCONS, Switzerland.

Bhattacharya R., Roy R. and Goswami C. 2011. Studies on the response of House sparrow to artificial nest. **Int. J. Environ. Sci.** 1:1574-1580.

Brazill-Boast, J., Pryke, S. R. and Griffith, S. C. 2013. Provisioning habitat with custom-designed nest-boxes increases reproductive success in an endangered finch. **Austral Ecology** 38(4):405–412.

Catry, I., Alazar, R., Franco A. M. A. and Sutherland W. J. 2009. Identifying the effectiveness and constraints of conservation interventions: a case study of the endangered lesser kestrel. **Biological Conservation** 142(11):2782–2791.

Kandasamy, K. and Bingham, B. L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology** 40:81-251.

Krebs, C. J. 1999. **Ecological Methodology**, 2nd ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Menlo Park, California.

Lekagul, B. and Round, P. D. 1991. **A Guide to the Birds of Thailand**. Bangkok: SahaKarn Bhaet Co., Ltd.

Libois, E., Gimenez, O., Oro, D., Minguéz, E., Pradel, R. and Sanz-Aguilar, A. 2012. Nest boxes: A successful management tool for the conservation of an endangered seabird. **Biological Conservation** 155:39-43.

López-Flores, V., MacGregor-Fors, I. and Schondube, J. E. 2009. Artificial nest predation along a Neotropical urban gradient. **Landscape and Urban Planning** 92: 90-95.

Margalef, R. D. 1958. Information theory in ecology. **General Systematics** 3:36-71.

Maier, T. J. and DeGraaf, R. M. 2000. Predation on Japanese quail vs. house sparrow eggs in artificial nests: Small eggs reveal small predators. **The Condor** 102:325-332.

Mezquida, E. T. and Marone, L. 2003. Are results of artificial nest experiments a valid indicator of success of natural nests? **The Wilson Bulletin** 115(3):270–276.

Nilsson, S. G. 1975. Clutch size and breeding success of birds in nest boxes and natural cavities. **Vår Fågelvärld** 34:207-211.

Nilsson, S. G. 1984. Clutch size and breeding success of the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca* in natural tree-holes. **Ibis** 126(3):407-410.

Olah, G., Vigo, G., Heinsohn, R. and Brightsmith, D. J. 2014. Nest site selection and efficacy of artificial nests for breeding success of Scarlet Macaws *Ara macao macao* in lowland Peru. **Journal for Nature Conservation** 22:176-185.

- Robertson, R. J. and Rendell, W. B. 1990. A comparison of the breeding ecology of a secondary cavity nesting bird, the Tree Swallow (*Tachycineta bicolor*), in nest boxes and natural cavities. **Canadian Journal of Zoology** 68(5):1046-1052.
- Smith, M. D., Courtney, C. J. and Ellis L. A. 2005. Burrowing owl nesting productivity: A comparison between artificial and natural burrows on and off golf courses. **Wildlife Society Bulletin** 33:454–462.
- O'Connell, T. J., Jackson, L. E. and Brooks, R. P. 2000. Bird guilds as indicators of ecological condition in the Central Appalachians. **Ecological Applications** 10(6):1706–1721.