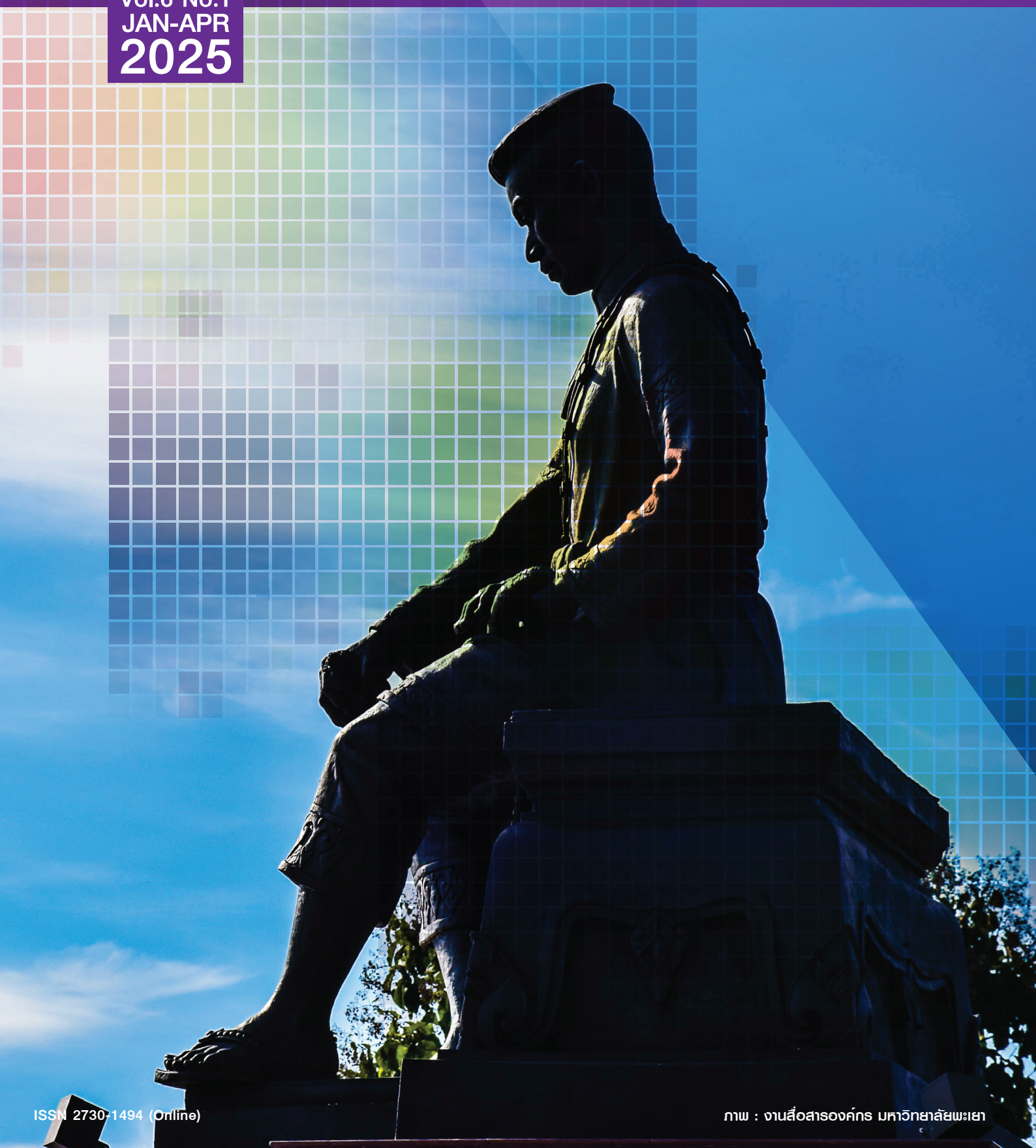
JSID

The Journal of Spatial Innovation Development

ปีที่ 6 ฉบับที่ 1
ม.ค.-เม.ย. 2568
Vol.6 No.1
JAN-APR
2025

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา



ISSN 2730-1494 (Online)

ภาพ : งานสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยพะเยา

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

The Journal of Spatial Innovation Development (JSID)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม–เมษายน พ.ศ. 2568

Vol.6, No.1, January – April, 2024

ISSN: 2730–1494 (Online)

เจ้าของ: สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314

กำหนดออก: ปีละ 3 ฉบับ

วัตถุประสงค์: 1) เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ ตลอดจนสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์เชิงพื้นที่และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
2) เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป มีโอกาสเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
3) เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่สนใจด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

เว็บไซต์ : http://rusid.ict.up.ac.th/index.php/rusidjournal/index

อีเมล์ : rusid@up.ac.th

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมินบทความ
วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)
ประจำ ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2568
(Vol.6, No.1, January – April, 2025)

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	**มหาวิทยาลัย**
รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนดล ชาวบ้านเกาะ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.ภาวนา พนมเขต	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤติกา กันทวงค์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกนก โภคสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระเดช มาจันแดง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิเรข ไชยวงษา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภพ แพงวังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต แสงประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิพัชร์ หาญฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีรพงษ์ สืบแสน	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลเกีย เขียวดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทบทอง ชั้นเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรวิทย์ ศุภวิมุติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สืบพงษ์ พงษ์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศราวุธ พงษ์ลี้รัตน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อธิรดา บุญเดช	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ดร.กนกวรรธน์ เซี่ยงเจ็น	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.จำรูญ ศรีชัยชนะ	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ดร.คชา เชษฐบุตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ดร.พันธิการ์ วัฒนกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ดร.วธัญญู บัวแก้ว	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.พรสวรรค์ ชัยมีแรง	หาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ดร. ชูศักดิ์ ยาทองไชย	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ศศิกานต์ ไพลกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ได้เผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ ด้านนวัตกรรม เทคโนโลยี องค์ความรู้ กระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนา แก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อพื้นที่ องค์กร หน่วยงาน และชุมชนท้องถิ่น ปัจจุบันวารสารผ่านการประเมินจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทยอยู่ในฐานที่ 2 (TCI2) ทุกบทความจะผ่านขั้นตอนกระบวนการพิจารณาจากกองบรรณาธิการ ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review) เพื่อประเมินคุณภาพบทความ แล้วส่งกลับไปยังผู้นิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนการตีพิมพ์

ในปักษ์นี้ก้าวสู่ปีที่ 6 วารสารได้รับบทความตีพิมพ์ที่มีความหลากหลาย ทั้งทางด้าน อุตุนิยมวิทยา ภูมิสารสนเทศ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์ข้อมูล เทคโนโลยีสารสนเทศ และระบบงาน R2R เป็นงานพัฒนาองค์ความรู้ทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย 1) การศึกษาการวิเคราะห์อากาศชั้นบนโดยใช้ข้อมูลจากระบบ Wind Profiler เพื่อการพยากรณ์อากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ 2) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการเส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช 3) แผนที่ภาษาของกลุ่มชาติพันธุ์ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา 4)การพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายภายในองค์กรเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในชั้นเรียนของนิสิตเทคนิคการแพทย์ 5)การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กรณีศึกษา โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม จังหวัดลำพูน 6) การวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา 7) การพัฒนากระบวนการทดสอบสำหรับระบบลางาน กรณีศึกษา บริษัท บิ๊ก ดาต้า เอเจนซี่ จำกัด 8) การพยากรณ์ข้อมูลจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าด้วยตัวแบบผสม SARIMA-ANN 9) การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา และ 10) การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) เพื่อพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศ เทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย หวังว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และนักวิชาการในงานด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและศาสตร์สาขาอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

ในนามกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ได้ส่งบทความเข้ารับการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาในการพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความ ตลอดจนคณะที่ปรึกษา ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านจนทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งหมายไว้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิจัย

สารบัญ

บทความวิจัย

Table of Contents

Research Article

Table of Contents

Research Article

การศึกษาการวิเคราะห์อากาศชั้นบนโดยใช้ข้อมูลจากระบบ Wind Profiler เพื่อการพยากรณ์อากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่

นพรพรรณ ฤทธิ์มหันต์[1*], ภมรวรรณ พุทธา[1*], ศุภพร น้อยเซ็น[1], ปรีชา จินต์ธนาวัฒน์[1],
ดวงพร แก้วบังวัน[1] และ สุกฤษฎิ์ เกิดแสง[1]

Study of Upper Air Analysis Using Wind Profiler for Weather Forecasting in Chiang Mai, Thailand

Napornpan Ritmahun[1*], Pamornwan Pootta[1*], Supaporn Noisen[1], Preecha Jintanawat[1],
Duangporn Kaewbungwan[1] and Sukrit Kirtsaeng[1]

[1] Thai Meteorological Department 4353 Sukhumvit Road, Bang Na Subdistrict, Bang Na District, Bangkok.

* Corresponding author: napornpan4436@gmail.com, pmwpt.eve@gmail.com

Received: December 9, 2023; Revised: July 8, 2024; Accepted: July 23, 2024

บทคัดย่อ

การตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ทำการตรวจวันละ 1 ครั้ง เป็นตัวแทนของลักษณะอากาศในรอบ 24 ชั่วโมง ซึ่งไม่เพียงพอต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพอากาศที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา การตรวจอากาศชั้นบนด้วยระบบ Wind profiler สามารถติดตามสภาพอากาศได้ทุก 5 นาที แต่มีข้อจำกัดระดับความสูง 5 กิโลเมตร และไม่สามารถเข้าใช้งานได้อย่างเป็นสาธารณะ ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้ข้อมูลจาก Wind profiler เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์อากาศบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ โดยระบบ Wind profiler ของกรมอุตุนิยมวิทยาสามารถตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และทิศทางลม จากการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศชั้นบนจากระบบ Wind profiler และวิทยุหยั่งอากาศ มาวิเคราะห์ค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศ และประเมินความเสี่ยงเสถียรภาพอากาศเพื่อหาโอกาสที่จะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าผลการตรวจอากาศชั้นบนจากทั้งสองแหล่ง สามารถนำมาพยากรณ์การเกิดฝนฟ้าคะนองได้ ดังนั้นการการศึกษานี้นำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์เสถียรภาพของอากาศด้วยแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพีและทำการเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ เพื่อสะดวกสำหรับการนำข้อมูลไปสนับสนุนการตัดสินใจออกข่าวพยากรณ์อากาศ ข่าวเตือนภัยในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และบริเวณภาคเหนือ เช่น การวิเคราะห์โอกาสในการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง การคาดการณ์แนวโน้มการเกิดหมอกในช่วงฤดูหนาว รวมถึงการวิเคราะห์แนวโน้มของสภาพอากาศในช่วงที่มีภาวะฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ปกคลุมพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อประชาชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการเตรียมความพร้อมรับมือภัยธรรมชาติที่อาจจะเกิดจากสภาพอากาศร้าย ช่วยป้องกันและลดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินได้ต่อไป

คำสำคัญ: อุตุนิยมวิทยา, การวิเคราะห์อากาศชั้นบน, การพยากรณ์อากาศ

---

[1] กรมอุตุนิยมวิทยา 4353 ถนนสุขุมวิท แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260

Abstract

The upper air observation using a radiosonde at the Northern Meteorological Center is conducted once a day, representing weather conditions over a 24-hour period. This is insufficient for analyzing weather conditions occurring within shorter time frames. The Wind profiler system can monitor weather conditions every 5 minutes, but is limited to 5 km altitude and is not publicly accessible. Therefore, this study aims to Study of upper air analysis using Wind profiler data in Chiang Mai Province. The Wind profiler system of the Thai Meteorological Department can measure meteorological data including temperature, relative humidity, wind speed, and wind direction. By analyzing the upper air observation data from the Wind profiler and radiosonde to calculate atmospheric stability indices and assess atmospheric instability risks, the stability assessment of thunderstorms in Chiang Mai Province can be determined. The results show that the upper air observations from both sources can forecast thunderstorm occurrences. Consequently, this study led to the development of a stability index analysis program using the Skew-T Log P thermodynamic diagram and the trial is distributed via the website. It facilitates the use of information to support decision-making in issuing weather forecasts and warning announcements in Chiang Mai and the northern region. For example, analysis of the opportunity of thunderstorms Forecasting the trend of fog during winter Including analysis of weather trends during high concentrations of particulate matter (PM2.5) in the northern region, etc., It is useful for people and agencies to collaborate to prevent dangers that may occur from severe weather and help reduce damage to people's lives and property.

Keywords: Meteorology, Upper Air analysis, Weather Forecast

บทนำ

ในปัจจุบันประชาชนให้ความสนใจและติดตามข่าวพยากรณ์อากาศมากขึ้น โดยข่าวพยากรณ์อากาศมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เช่น ติดตามสภาพอากาศประจำวันและการคาดการณ์สภาพอากาศล่วงหน้ารายสัปดาห์เพื่อวางแผนการท่องเที่ยว หรือนำไปวางแผนด้านการเกษตร เป็นต้น ซึ่งผู้พยากรณ์อากาศจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจในลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศตั้งแต่ระดับพื้นดินไปจนถึงอากาศชั้นบนที่ระดับความสูงต่าง ๆ อีกทั้งยังต้องมีความเข้าใจในการนำข้อมูลผลการตรวจอากาศและแบบจำลองสภาพอากาศมาช่วยในการออกข่าวพยากรณ์อากาศและข่าวประกาศเตือนภัยพิบัติที่อาจเกิดอันตรายจากสภาพอากาศร้ายได้ (Kirtsaeng, Chantara, & Kreasuwun, 2010; Kirtsaeng, et al., 2012) ข้อมูลจากการตรวจอากาศชั้นบนเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างมากในการนำมาวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศ เพื่อพยากรณ์แนวโน้มสภาพอากาศที่จะเกิดขึ้น เช่น การวิเคราะห์โอกาสในการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ลูกเห็บตก การคาดการณ์แนวโน้มการเกิดหมอกในตอนเช้าของฤดูหนาว รวมถึงการวิเคราะห์แนวโน้มของสภาพอากาศในช่วงที่มีภาวะฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ปกคลุมพื้นที่ภาคเหนือ เป็นต้น

ปัจจุบันสถานีตรวจอากาศชั้นบนเชียงใหม่ ทำการตรวจอากาศด้วยวิทยุหยั่งอากาศวันละ 1 ครั้ง เวลา 0000UTC (Coordinated Universal Time) หรือเวลา 07.00 น. ของประเทศไทย โดยทำการตรวจสภาพอากาศตั้งแต่ระดับผิวพื้นขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศ มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 20 กิโลเมตร จากพื้นดิน ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการตรวจวัด ได้แก่ ความกดอากาศ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ความเร็วลม ทิศทางลม และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละระดับความสูงตามระดับค่าความกดอากาศ จะถูกนำไปเขียนบนแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี ซึ่งประกอบไปด้วย เส้นความกดอากาศเท่า (Isobar) เส้นอุณหภูมิเท่า (Isotherm) เส้นอะเดียเบติกแบบแห้ง (Dry Adiabatic) เส้นอะเดียเบติกชื้น (Moist Adiabatic) และเส้นอัตราส่วนผสมอิ่มตัว (Saturation Mixing Ratio) ส่วนมากใช้สำหรับทราบถึงเสถียรภาพของของบรรยากาศ ทำให้ผู้พยากรณ์อากาศทราบถึงคุณสมบัติทางอุณหพลศาสตร์ต่าง ๆ เช่น คุณลักษณะทางด้านอุณหภูมิในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณหรือพารามิเตอร์ และเสถียรภาพของบรรยากาศ (Atmospheric Stability) เพื่อทำการวิเคราะห์และคาดหมายสภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาและทำนายสภาพอากาศในชั้นบรรยากาศ โดยคำนวณค่าเสถียรภาพของอากาศ ช่วยให้นักอุตุนิยมวิทยาหรือผู้ที่สนใจศึกษาลักษณะอากาศในชั้นบรรยากาศ สามารถทำการวิเคราะห์และพยากรณ์อากาศได้อย่างเป็นระบบและแม่นยำ โดยค่าดัชนีที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่

– ค่าดัชนี K Index (KI) คือ ดัชนีที่ใช้คาดการณ์การยกตัวของอากาศจากการพาความร้อนและแสดงถึงโอกาสที่จะเกิดฝนฟ้าคะนอง การคำนวณค่าดัชนี (KI) ต้องคำนึงถึงการกระจายตัวของความชื้นและอุณหภูมิในแนวดิ่ง โดยคำนวณค่าอุณหภูมิ (T) และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Td) ที่ระดับความกดอากาศ 850, 700 และ 500 เฮกโตปาสคาล สามารถเขียนความสัมพันธ์เป็นสมการได้ ดังนี้

$$KI = (T850 - T500) + Td850 - (T700 - Td700) \quad \textbf{(สมการที่ 1)}$$

– ค่าดัชนี Lifted Index (LI) เป็นค่าที่ใช้แสดงถึงความสามารถในการลอยตัวของอากาศและบ่งบอกความรุนแรงของพายุฝนฟ้าคะนอง โดยคำนวณจากผลต่างของอุณหภูมิที่ระดับความสูง 500 เฮกโตปาสคาล (hPa) กับอุณหภูมิของมวลอากาศที่ยกตัวขึ้นมาจากระดับผิวพื้นถึงระดับความสูง 500 hPa ตามขบวนการอะเดียเบติก สามารถเขียนความสัมพันธ์เป็นสมการได้ ดังนี้

$$LI = T500 - T' \quad \textbf{(สมการที่ 2)}$$

โดยปกติค่าผลต่างที่ได้ แสดงถึงความมีหรือไม่มีเสถียรภาพของอากาศ ซึ่งค่าดัชนี (LI) มีผลต่างติดลบมาก ๆ จะแสดงถึงความไม่มีเสถียรภาพของอากาศนั่นคืออากาศมีการยกตัวได้ดี

– ค่า Convective Available Potential Energy (CAPE) เป็นค่าพลังงานที่บอกถึงศักยภาพการลอยตัวของอากาศโดยการพาความร้อน (Convection) จากระดับการยกตัวอิสระ (LFC) ไปจนถึงระดับสมดุล(Equilibrium Level, EL) โดยปกติค่า (CAPE) จะถูกคำนวณโดยอัตโนมัติและแสดงในแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากการหาพื้นที่เชิงบวกบนแผนภูมิ สามารถวิเคราะห์ค่า (CAPE) ที่มีค่ามากกว่า 0 ขึ้นไปแสดงถึงความไม่มีเสถียรภาพของอากาศ

– ค่าดัชนี Total Totals Index (TT) คือ ดัชนีชี้วัดสภาพอากาศที่รุนแรง (Severe weather) คำนวณโดยใช้อุณหภูมิ (T) และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Td) ที่ระดับความกดอากาศ 850 และ 500 เฮกโตปาสคาล โดยค่าดัชนี (TT) บ่งชี้ถึงสภาพอากาศที่รุนแรงสามารถเกิดขึ้นได้จะมีค่าอยู่ที่ 44–55 โดยประมาณอีกทั้งขึ้นกับลักษณะอากาศของแต่ละพื้นที่รวมไปถึงการวิเคราะห์ค่าอื่น ๆ ร่วมด้วย โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

$$TT = (T850 + Td850) - (2 \times T500) \quad \textbf{(สมการที่ 3)}$$

การศึกษาค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศที่วิเคราะห์จากแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ของผู้พยากรณ์อากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555–2564 พบว่า ดัชนีเสถียรภาพอากาศเกณฑ์ใหม่ที่ทำการศึกษามาแล้วนั้นมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝนฟ้าคะนอง ได้แก่ Showalter Index (SI), Lifted Index (LI) และ Convective Available Potential Energy (CAPE) โดยทุกดัชนีต้องบ่งชี้ไปทิศทางเดียวกัน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์การเกิดฝนฟ้าคะนอง ควรนำค่าดัชนีแต่ละชนิดมาวิเคราะห์ร่วมกันให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด อย่างไรก็ตามในกรณีการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรง ควรมีการปรับปรุงเกณฑ์ดัชนีเสถียรภาพอากาศเพื่อการพยากรณ์การเกิดพายุฝนฟ้าคะนองเพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ทิศทางและความเร็วลม มีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะทางกายภาพของมวลอากาศ และมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ดังนั้นการตรวจอากาศด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ที่ทำการตรวจเพียงวันละ 1 ครั้ง จึงมีข้อจำกัดในการติดตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป และอาจส่งผลให้การพยากรณ์อากาศคลาดเคลื่อนได้ หากมีสภาพอากาศร้ายเกิดขึ้นจะส่งผลให้เกิดความเสียหายได้อย่างมาก การศึกษานี้จึงได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากระบบ Wind profiler ของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ติดตั้งบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ (Radiometrics Corporation, 2020) ซึ่งประกอบด้วยเซนเซอร์ 3 ชนิด ได้แก่ Wind profiler ทำการตรวจและรายงานข้อมูลทิศทางและความเร็วของลมชั้นบนที่ระดับความสูงตั้งแต่ 300 เมตร ถึง 5 กิโลเมตร โดยปล่อยคลื่นแม่เหล็กแม่ไฟฟ้า (Electromagnetic wave) และรับสัญญาณกลับมาคำนวณด้วยวิธีปรากฏการณ์ดอพเพลอร์ (Doppler Effect), SODAR (sonic detection and ranging) ทำการตรวจและรายงานข้อมูลทิศทางและความเร็วของลมตั้งแต่ระดับผิวพื้นถึง 300 เมตร โดยส่งและรับสัญญาณแบบคลื่นเสียง เพื่อคำนวณทิศทางและความเร็วลม และ Radiometer เป็นเครื่องตรวจอุณหภูมิและไอน้ำในอากาศตามแนวดิ่ง โดยใช้หลักการ Microscopic voltage changes (Molecular emissions) โดยแสดงผลการตรวจวัดทุก 5 นาที ซึ่งข้อมูลจะถูกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม RAOB (The Universal RAwinsonde OBservation program) ออกมาในรูปแบบแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำการประยุกต์ใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์อากาศชั้นบนจากระบบ Wind profiler กับการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ บริเวณจังหวัดเชียงใหม่ โดยเลือกกรณีศึกษาการเกิดฝนฟ้าคะนองบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 23 เดือนกรกฎาคม 2566 และพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศจากข้อมูลตรวจอากาศชั้นบนโดยภาษาไพทอน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้สนใจสามารถเข้าใช้งานแบบเป็นปัจจุบัน (real time) ได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนรายวันระหว่างเดือน กรกฎาคม–กันยายน พ.ศ.2566 จากระบบ Wind profiler และวิทยุหยั่งอากาศ ณ เวลา 07.00 น.

2. หาค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศจากแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากระบบ Wind profiler และวิทยุหยั่งอากาศ และประเมินความเสี่ยงค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศ

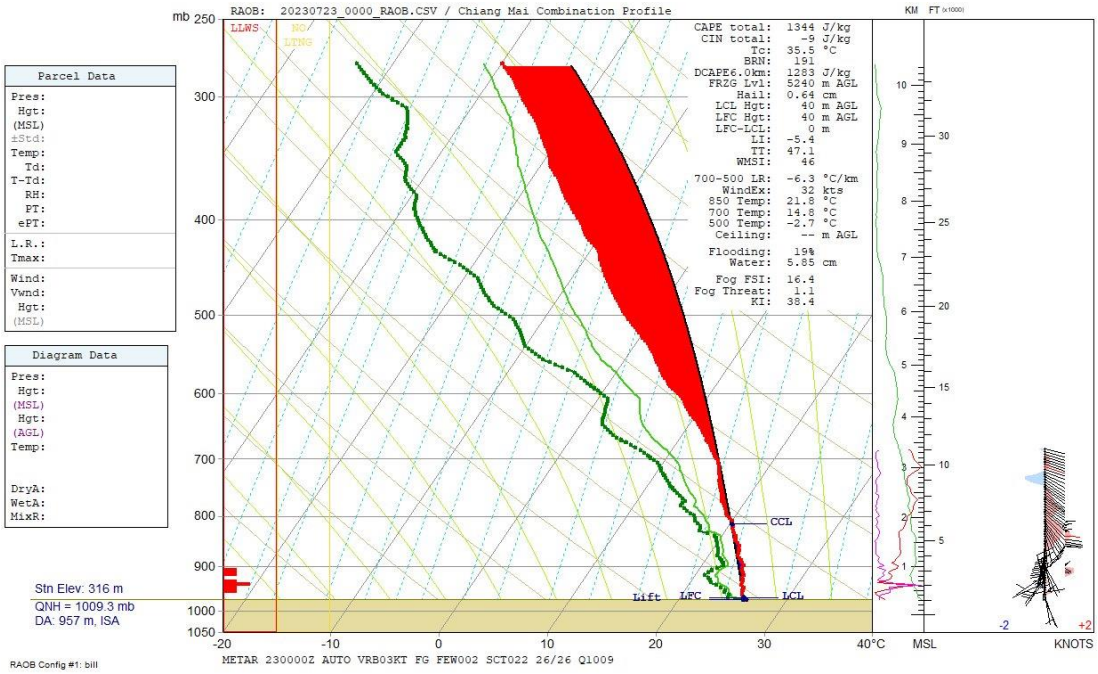
3. ทวนสอบผลการประเมินความเสี่ยงค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศ กับข่าวอากาศการบินสนามบินเชียงใหม่และผลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน

4. พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศเพื่อสร้างแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี โดยภาษาไพทอน

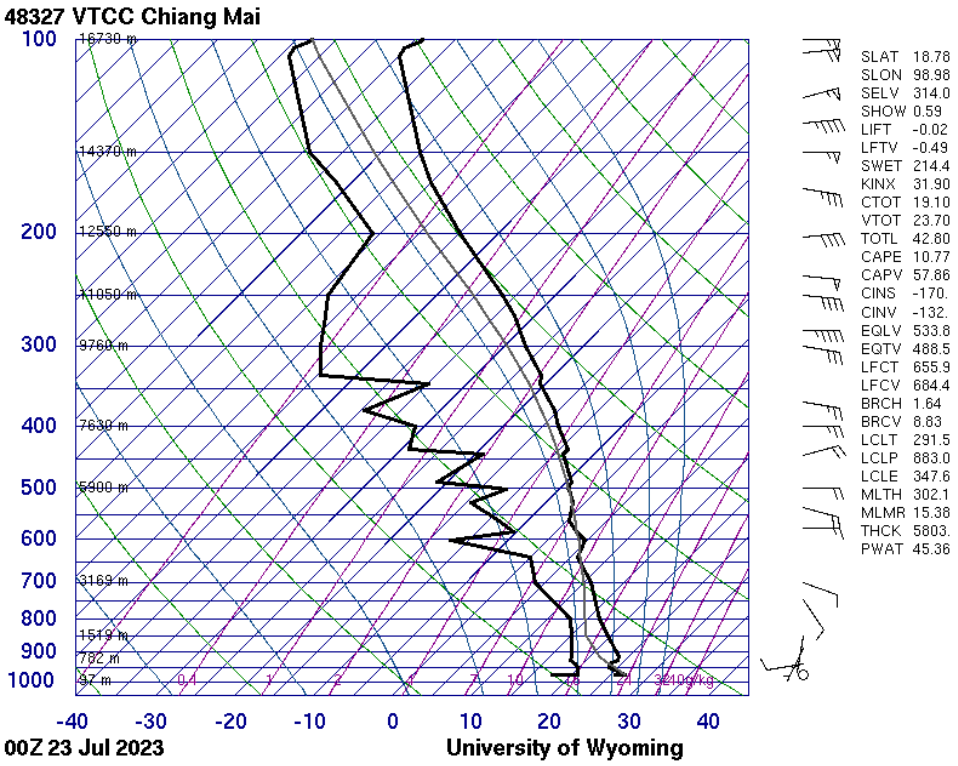
5. สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษา

1. จากการเก็บรวบรวมข้อมูลรายวันในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2566 พบว่า การตรวจอากาศด้วยระบบ Wind profiler และการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ เวลา 07.00 น. ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ชนิด จะได้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ที่ระยะความสูงต่าง ๆ ขึ้นไปในชั้นบรรยากาศ โดยข้อมูลทิศทางลมและความเร็วลมจากวิทยุหยั่งอากาศ แสดงข้อมูลการตรวจวัดที่ระดับความสูงมากกว่าการตรวจวัดโดยระบบ Wind profiler ในขณะที่ระบบ Wind profiler มีความละเอียดเชิงเวลาสูงกว่าการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ จากการนำข้อมูลดัชนีเสถียรภาพอากาศจากระบบ Wind profiler และจากการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ มาวิเคราะห์สภาพอากาศที่เกิดขึ้นในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 1 แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากระบบ Wind profiler
วันที่ 23 กรกฎาคม 2566 เวลา 07.00 น.
ที่มา: (โปรแกรม RAOB, 2566)



รูปที่ 2 แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ วันที่ 23 กรกฎาคม 2566 เวลา 07.00 น.

ที่มา: (Wyoming Weather Web, 2566)

2. จากการประเมินความเสี่ยงเสถียรภาพอากาศ (Stability Assessment) จากระบบ Wind profiler ดังรูปที่ 1 และจากวิทยุหยั่งอากาศ ดังรูปที่ 2 ได้ค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศโดยการวิเคราะห์แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี ดังนี้

– ค่าดัชนี K Index K Index จากระบบ Wind profiler มีค่าเท่ากับ 38.40 มีโอกาสเกิดฝนฟ้าคะนอง 80% – 90% และจากวิทยุหยั่งอากาศ มีค่าเท่ากับ 31.90 โอกาสเกิดฝนฟ้าคะนอง 60% – 80%

– ค่าดัชนี Lifted Index จากระบบ Wind profiler มีค่าเท่ากับ –5.4 และจากวิทยุหยั่งอากาศ มีค่าเท่ากับ –0.02 ตามลำดับ มีค่าติดลบทั้งสอง แสดงว่าอากาศสามารถยกตัวได้ดี และมีแนวโน้มเกิดฝนฟ้าคะนองรุนแรงได้

– ค่า Convective Available Potential Energy จากระบบ Wind profiler มีค่าเท่ากับ 1,344 จูล/กิโลกรัม แสดงว่ามวลอากาศสามารถยกตัวได้ปานกลาง และจากวิทยุหยั่งอากาศ มีค่าเท่ากับ 10.77 จูล/กิโลกรัม แสดงว่ามวลอากาศสามารถยกตัวได้เล็กน้อย

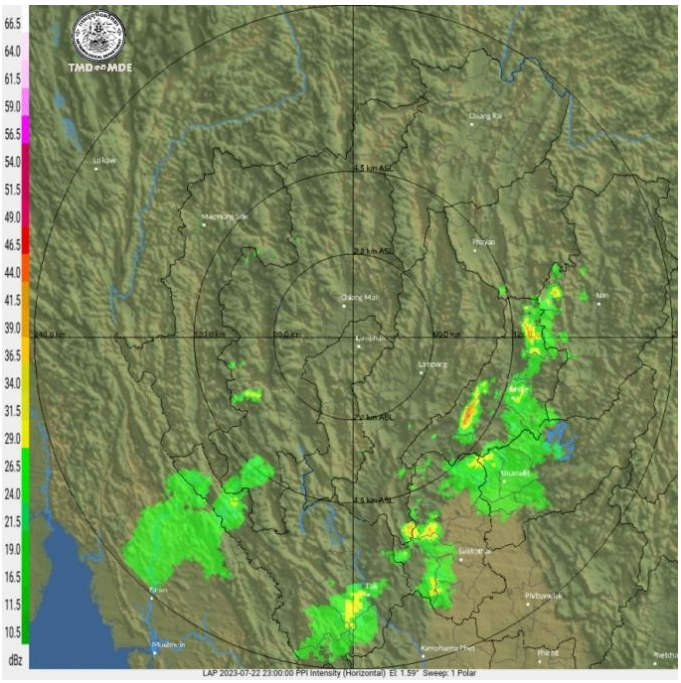
– ค่าดัชนี Total Totals Index จากระบบ Wind profiler มีค่าเท่ากับ 47.1 แสดงให้เห็นว่ามีโอกาสเกิดฝนฟ้าคะนองรุนแรง และจากวิทยุหยั่งอากาศ มีค่าเท่ากับ 42.8 แสดงให้เห็นว่ามีโอกาสเกิดลมเฉือน หรือฝนฟ้าคะนองได้เล็กน้อย

โดยค่าดัชนีที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงเสถียรภาพอากาศนั้นจะเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งในการศึกษานี้ พบว่าค่าดัชนีข้างต้นให้ผลที่สนับสนุนต่อการเกิดฝนฟ้าคะนองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

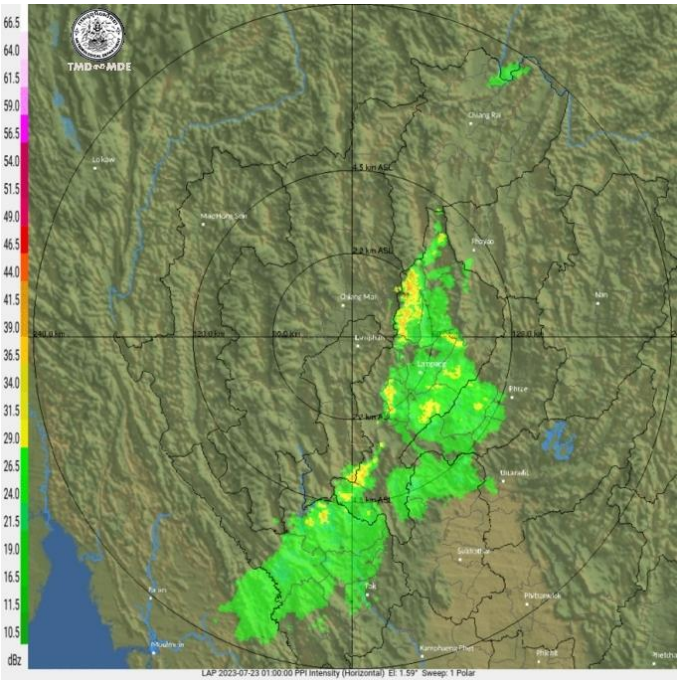
3. นำผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงเสถียรภาพอากาศจากแผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี ของการตรวจอากาศชั้นบนจากระบบ Wind profiler และวิทยุหยั่งอากาศ พบว่ามีโอกาสเกิดฝนฟ้าคะนองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อนำไปทวนสอบกับข่าวอากาศการบินจากสนามบินเชียงใหม่ พบว่า จากกรณีศึกษาการเกิดฝนฟ้าคะนองในจังหวัดเชียงใหม่ เมื่อ วันที่ 23 กรกฎาคม 2566 ณ เวลา 07.00 น. – 10.00 น. ข่าวอากาศการบินของสนามบินเชียงใหม่ ดังรูปที่ 3 พบว่า เมื่อเวลา 09.00 น. ผู้ตรวจอากาศได้ยินเสียงฟ้าร้องในระยะ 8–16 กิโลเมตร จากสนามบินเชียงใหม่ และเวลา 09.11 น. เกิดฝนฟ้าคะนองกำลังอ่อนในรัศมี 8 กิโลเมตร และเวลา 10.00 น. ไม่พบการรายงานสภาพอากาศที่มีฝนฟ้าคะนองในพื้นที่ และจากผลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน ณ เวลา 06.00 น.ดังรูปที่ 4 และ 08.00 – 09.00 น. พบกลุ่มฝนฟ้าคะนองมีทิศทางการเคลื่อนตัวเข้าสู่จังหวัดเชียงใหม่ ดังรูปที่ 5 และ 6

ลำดับ	เวลา	CODE
1	00.00 - 00.59	METAR VTCC 230000Z 15003KT 100V190 9999 FEW018 BKN038 26/24 Q1011 NOSIG= METAR VTCC 230030Z VRB02KT 9999 SCT035 26/24 Q1011 NOSIG=
2	01.00 - 01.59	METAR VTCC 230100Z VRB02KT 9999 SCT035 27/24 Q1012 NOSIG= METAR VTCC 230130Z 16004KT 100V200 9999 FEW018 BKN032 27/24 Q1012 NOSIG=
3	02.00 - 02.59	METAR VTCC 230200Z 22005KT 180V240 9999 VCTS FEW018 FEW025CB BKN032 27/24 Q1013 TEMPO FM0230 TL0300 2500 +TSRA= SPECI VTCC 230211Z 23006KT 190V260 9999 -TSRA FEW020CB BKN032 27/24 Q1012 TEMPO FM0230 TL0300 2500 +TSRA= METAR VTCC 230230Z 26006KT 230V290 9999 -TSRA FEW020CB BKN032 27/24 Q1012 TEMPO 3000 TSRA=
4	03.00 - 03.59	METAR VTCC 230330Z VRB03KT 9999 SCT035 30/23 Q1011 NOSIG= METAR VTCC 230300Z 23004KT 170V290 9999 BKN035 29/23 Q1011 RETS NOSIG=

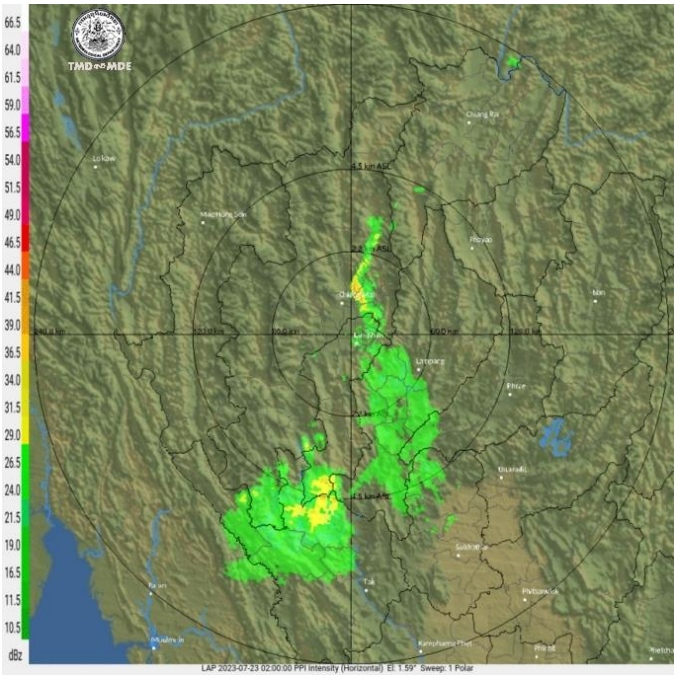
รูปที่ 3 ข่าวอากาศการบิน วันที่ 23 กรกฎาคม 2566 เวลา 07.00–10.00 น.
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาA, 2566)



รูปที่ 4 ภาพผลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน วันที่ 23 กรกฎาคม 2566 เวลา 06.00 น.
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาB, 2566)

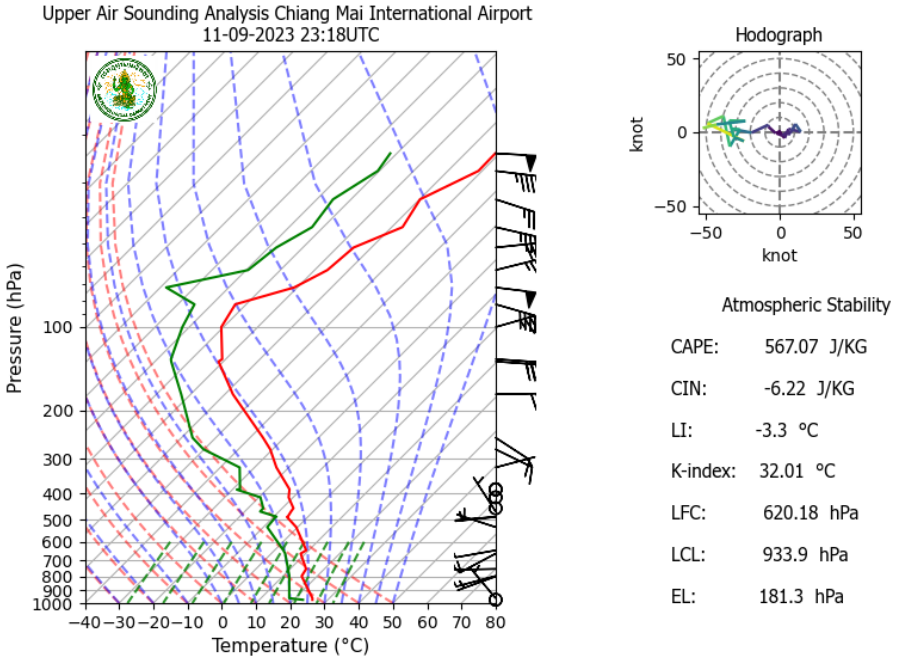


รูปที่ 5 ภาพผลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน วันที่ 23 กรกฎาคม 2566 เวลา 08.00 น.
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาB, 2566)

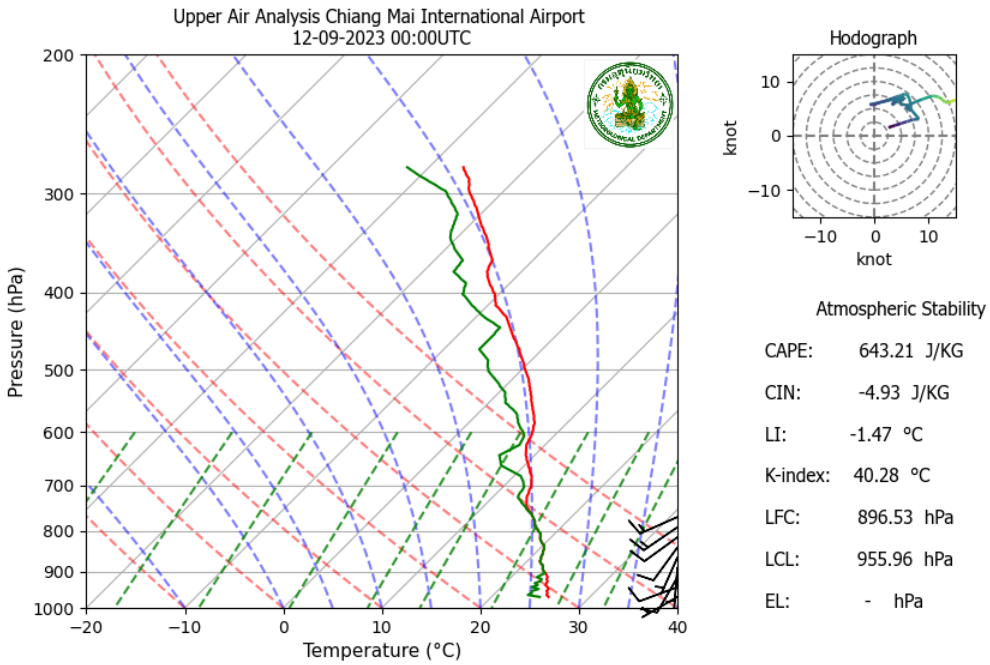


รูปที่ 6 ภาพผลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน วันที่ 23 กรกฎาคม 2566 เวลา 09.00 น.
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาB, 2566)

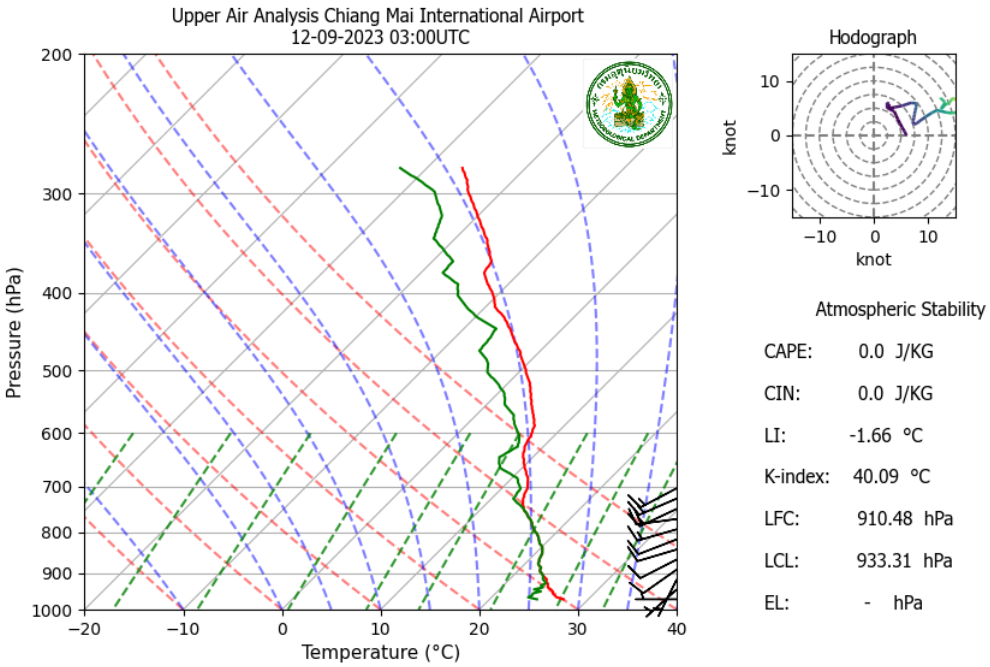
4. จากการนำภาษาไพทอนมาพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศจากข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนที่ทำการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ดังตัวอย่างในรูปที่ 7 และจากระบบ Wind profiler ที่แสดงถึงความถี่ในการตรวจ ดังตัวอย่างในรูปที่ 8, 9 และ 10 ซึ่งได้แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี และค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศ พบว่าการตรวจอากาศจากทั้ง 2 แหล่ง มีข้อจำกัดด้านความสูงในการตรวจ โดยจากวิทยุหยั่งอากาศตรวจวัดได้ที่ความสูงมากกว่าระบบ Wind profiler ทำให้แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี แสดงค่าแตกต่างกัน และส่งผลต่อดัชนีเสถียรภาพอากาศมีค่าแตกต่างกันด้วย เช่น ระดับ Equilibrium level (EL) จากระบบ Wind profiler มักจะไม่พบค่านี้ เนื่องจากตรวจวัดที่ความสูงไม่มากพอ และในการคำนวณค่า Convective Available Potential Energy จากระบบ Wind profiler จะคำนวณได้ถึงเพียงจุดที่เป็นขีดความสามารถของเครื่องมือ ตั้งแต่ระดับพื้นดินไปจนถึงความสูงประมาณ 5 กิโลเมตร แต่การตรวจด้วยวิทยุหยั่งอากาศสามารถคำนวณต่อไปได้ที่ระดับความสูงที่มากกว่า เป็นต้น นอกจากนี้ การตรวจด้วยระบบ Wind profiler จะทำการตรวจทุก ๆ 5 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความต่อเนื่องและเป็นปัจจุบัน สามารถติดตามและวิเคราะห์สภาพอากาศที่เป็นปัจจุบันได้โดยปัจจุบันโปรแกรมอยู่ในระหว่างการพัฒนา และสามารถเข้าใช้งานได้ที่ https://unique-driven-bonefish.ngrok-free.app/



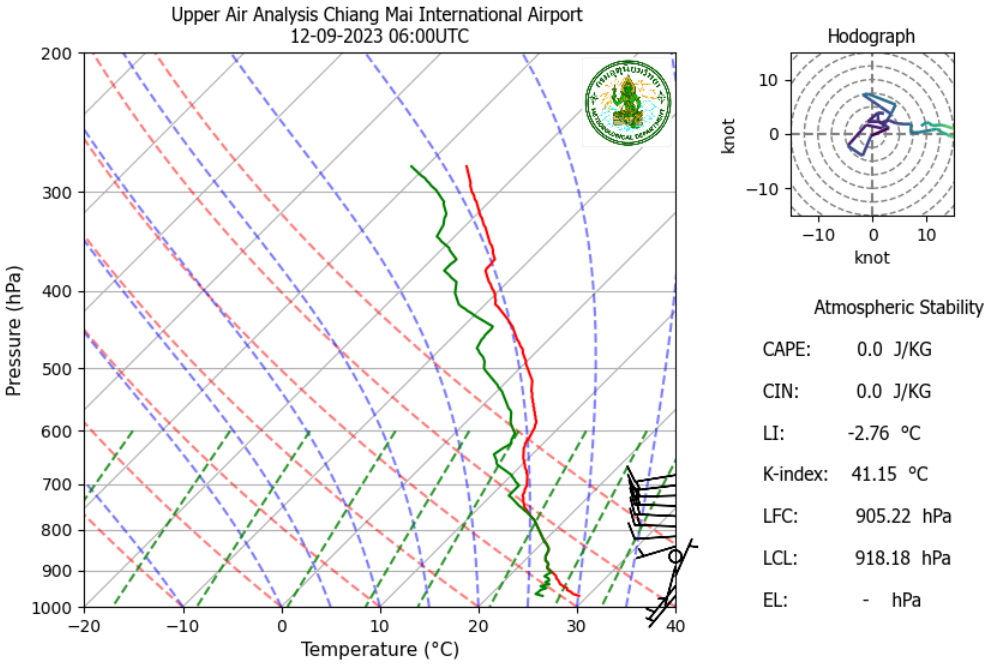
รูปที่ 7 แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากวิทยุหยั่งอากาศ จากการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศ
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาC, 2566)



รูปที่ 8 แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากระบบ Wind profiler จากการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศ
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาC, 2566)



รูปที่ 9 แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากระบบ Wind profiler จากการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศ
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาC, 2566)



รูปที่ 10 แผนภูมิเทอร์โมไดนามิคส์แบบสกิวทีลอการิทึมพี จากระบบ Wind profiler จากการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศ
ที่มา: (กรมอุตุนิยมวิทยาC, 2566)

สรุปและอภิปรายผล

การตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศตามมาตรฐานขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization: WMO) กำหนดให้ทำการตรวจวันละ 2 ครั้ง เวลา 07.00 น. และ 19.00 น. (ส่วนตรวจอากาศชั้นบน, 2566) แต่ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือทำการตรวจอากาศชั้นบนได้เพียงวันละ 1 ครั้ง เวลา 07.00 น. เนื่องมาจากข้อจำกัดของแก๊สที่ใช้ในการตรวจอากาศมีไม่เพียงพอ โดยเป็นตัวแทนของลักษณะอากาศในรอบ 24 ชั่วโมง ซึ่งไม่เพียงพอต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ห่างออกไปจากเวลาที่ทำการตรวจวัด แต่การตรวจอากาศชั้นบนจากระบบ Wind profiler สามารถติดตามสภาพอากาศได้ทุก 5 นาที แต่มีข้อจำกัดด้านความสูงที่สามารถหยั่งอากาศได้ตั้งแต่ระดับผิวพื้นขึ้นไปถึงระดับความสูงประมาณ 5 กิโลเมตร โดยผู้พยากรณ์อากาศจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้เพื่อสนับสนุนการพยากรณ์อากาศในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และมีการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพอากาศจากข้อมูลตรวจอากาศชั้นบนด้วยภาษาไพทอน ซึ่งสามารถเข้าใช้งานได้ที่ https://unique-driven-bonefish.ngrok-free.app/ จึงเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้พยากรณ์อากาศที่จะได้รับข้อมูลเสถียรภาพอากาศที่ใกล้เคียงสถานการณ์ปัจจุบันมากที่สุด

จากกรณีการเกิดฝนฟ้าคะนอง ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ.2566 ณ เวลา 09.00-10.00 น. เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนี K Index ค่าดัชนี Lifted Index ค่า Convective Available Potential Energy และค่าดัชนี Total Totals Index พบว่า ดัชนีเสถียรภาพอากาศจากจากระบบ Wind profiler และจากวิทยุหยั่งอากาศ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและสอดคล้องกับเกณฑ์ค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศที่บ่งชี้ถึงโอกาสที่จะเกิดฝนฟ้าคะนอง นอกจากนี้ยังพบว่าในบางครั้งผลการตรวจอากาศชั้นบนมีข้อมูลไม่ครบถ้วน อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เป็นอุปสรรค เช่น สภาพอากาศที่มีละอองน้ำหรือความชื้นสูง มีคลื่นเสียงรบกวนเครื่องมือขณะทำการตรวจ ทำให้ข้อมูลการตรวจวัดมีความคลาดเคลื่อน

หรือไม่ครบถ้วน ส่งผลทำให้ค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศไม่ครบถ้วนเช่นกัน ดังนั้นการนำข้อมูลจากทั้งสองแหล่งมาวิเคราะห์ร่วมกันจะช่วยสร้างประสิทธิภาพในการพยากรณ์อากาศ เนื่องจากการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศจะได้ข้อมูลที่เป็นมาตรฐานสากลแต่ไม่เพียงพอต่อการพยากรณ์อากาศในช่วงเวลาที่ไกลออกไปจากเวลาที่ทำการตรวจวัด ซึ่งข้อมูลจากระบบ Wind profiler สามารถนำมาสนับสนุนการพยากรณ์อากาศได้ตลอด 24 ชั่วโมง นำมาใช้ร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์อากาศได้

ทั้งนี้หากจะนำข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ และจากระบบ Wind profiler ไปใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการใช้ข้อมูลจากทั้ง 2 แหล่ง คือ ระยะเวลาของการพยากรณ์อากาศ เช่น การตรวจด้วยวิทยุหยั่งอากาศ เหมาะสำหรับการพยากรณ์อากาศล่วงหน้า 24 ชั่วโมง สามารถใช้ข้อมูลเพื่อเป็นตัวแทนสภาพอากาศในพื้นที่นั้น ๆ และการนำข้อมูลจากระบบ Wind profiler เหมาะสำหรับการติดตามสภาพและคาดหมายสภาวะอากาศระยะสั้นในช่วงเวลา 1 – 2 ชั่วโมงข้างหน้า ทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศเพื่อประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดสภาวะอากาศร้ายในพื้นที่ที่ต้องการศึกษาได้ เช่น โอกาสเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง โอกาสเกิดหมอกในตอนเช้าของฤดูหนาว แนวโน้มของสภาพอากาศในช่วงที่มีภาวะฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ปกคลุมพื้นที่ได้ เป็นต้น ดังนั้นผู้พยากรณ์อากาศจำเป็นต้องมีความเข้าใจลักษณะอากาศในพื้นที่นั้น ๆ และมีความรู้ ความชำนาญ ประสบการณ์ ในการประเมินค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์สภาพอากาศและการตัดสินใจในการพยากรณ์อากาศในพื้นที่นั้นได้ ประกอบกับทำการศึกษางานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การพยากรณ์อากาศมีความถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้

จากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า การเกิดฝนฟ้าคะนองในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2566 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน สามารถเกิดฝนฟ้าคะนองได้ทุกช่วงเวลา อย่างไรก็ตามการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ณ เวลา 07.00 น. ค่าดัชนีเสถียรภาพอากาศที่วิเคราะห์ได้นั้นบางครั้งไม่บ่งชี้ถึงฝนฟ้าคะนองที่จะเกิดในช่วงเวลาที่ห่างออกไป ดังนั้นควรมีการพิจารณาการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ณ เวลาตามมาตรฐานของ WMO หรือเพิ่มจำนวนสถานีการตรวจอากาศชั้นบน โดยพิจารณาจากปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดูกาลสำหรับระบบ Wind profiler ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันนั้น ควรบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ และควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการตรวจวัดอากาศชั้นบนชนิดอื่น เช่น หอตรวจสภาพอากาศ (Climate tower) (Liang, et al., 2022) อากาศยานตรวจสภาพอากาศไร้คนขับ (Drone) (Thielicke, Hübert, Müller, Eggert, & Wilhelm, 2021; Edoardo, 2023; Hervo, Romanens, Martucci, Weusthoff, & Haefele, 2023) และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเพื่อการตรวจอากาศชั้นบน (Ma, et al., 2023) เป็นต้น เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการพยากรณ์อากาศ ให้มีความถูกต้อง แม่นยำและทันต่อสถานการณ์ สามารถตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนและผู้รับบริการในพื้นที่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณส่วนพยากรณ์อากาศการบิน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลจากระบบ Wind profiler และขอบคุณกลุ่มงานตรวจอากาศชั้นบน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ที่สนับสนุนข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ เพื่อใช้ประกอบการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักอุตุนิยมวิทยาและผู้ปฏิบัติงานเข้าร่วมแลกเปลี่ยนประสบการณ์ แสดงความคิดเห็น และ ข้อเสนอแนะ ซึ่งทำให้ผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงและเป็นไปตามความต้องการของผู้รับบริการ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณ ครู อาจารย์ ของผู้วิจัยที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และให้แนวคิดในการทำงานด้านวิชาการตลอดจนกำลังใจจากครอบครัว และเพื่อน ๆ ที่มีให้เสมอมา งานวิจัยนี้ เป็นประโยชน์ในการพยากรณ์อากาศ และงานด้านมลพิษทางอากาศเป็นอย่างมาก ซึ่งนำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยาA. (2566). *METNET system*. สืบค้นจาก http://119.46.126.213:20080/.

กรมอุตุนิยมวิทยาB. (2566). *เรดาร์ตรวจอากาศ*. สืบค้นจาก https://weather.tmd.go.th/lmp.php.

กรมอุตุนิยมวิทยาC. (2566). *TMD – UPPERAIR ANALYSIS*. สืบค้นจาก กลุ่มวิจัยและพัฒนาสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา: https://unique-driven-bonefish.ngrok-free.app/.

โปรแกรม RAOB, RAOB: 20230723_0000_RAOB.csv (2566).

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. (30 สิงหาคม 2562). สืบค้นจาก www.ubonmet.tmd.go.th/files/KM-base/KM-2562-1.pdf.

ส่วนตรวจอากาศชั้นบน. (2566). *การตรวจอากาศชั้นบน*. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา.

Edoardo, B. *Methodologies for Wind Field Reconstruction in the U-SPACE: A Review*. Atmosphere, 14, 2073-4433. Retrieved from https://www.mdpi.com/2073-4433/14/11/1684.

Hervo, M., Romanens, G., Martucci, G., Weusthoff, T., & Haefele, A. (2023). *Evaluation of an Automatic Meteorological Drone Based on a 6-Month Measurement Campaign*. Atmosphere, 14, 2073-4433. Retrieved from https://www.mdpi.com/2073-4433/14/9/1382.

Kirtsaeng, S., Chantara, S., & Kreasuwun, J. (2010). Mesoscale Simulation of a Very Heavy Rainfall Event over Mumbai, Using the Weather Research and Forecasting (WRF) Model. *Chiang Mai Journal of Science*, 37, 429-442. Retrieved from https://www.thaiscience.info/journals/Article/CMJS/10905468.pdf.

Kirtsaeng, S., Kreasuwun, J., Chantara, S., Kirtsaeng, S., Sukthawee, P., & Masthawee, F. (2012). The Weather Research and Forecasting (WRF) Model Performance for a Simulation of the 5 November 2009 Heavy Rainfall over Southeast of Thailand. *Chiang Mai Journal of Science*, 39, 511-523. Retrieved from https://www.thaiscience.info/journals/Article/CMJS/10905270.pdf.

Liang, Y., Wu, C., Wu, D., Liu, B., Li, Y., Sun, J. et al. (2022). Vertical distributions of atmospheric black carbon in dry and wet seasons observed at a 356-m meteorological tower in Shenzhen, *South China. Science of The Total Environment*, 853, 0048-9697. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722057564?via%3Dihub.

Ma, X., Wang, J., Hong, H., Wang, X., Wang, Z., & Hu, B. (2023). *Comprehensive Analysis of Typhoon Nangka Based on the Satellite Data from the GPM, CloudSat and Himawari-8*. Atmosphere, 14, 440. Retrieved from https://www.mdpi.com/2073-4433/14/3/440.

Radiometrics Corporation. (2020). *Wind and Thermodynamic Profiling system CNX training.*

Thielicke, W., Hübert, W., Müller, U., Eggert, M., & Wilhelm, P. (2021). *Towards accurate and practical drone-based wind measurements with an ultrasonic anemometer.* Atmospheric Measurement Techniques, 14, 1303–1318. Retrieved from https://amt.copernicus.org/articles/14/1303/2021/.

Wyoming Weather Web. (2566). สืบค้นจาก University of Wyoming: https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html.

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการเส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

ติณณ์ ถิรกุลโตมร[1,2*], สฤษดิ์ ติยะวงศ์สุวรรณ[1], วิลาวัณย์ ประสมทรัพย์[1,2] และ อธิวัฒน์ ภิญโญยาง[1,2]

Application of Geoinformatics Technology for Route Management Connecting the Cultural Sites of Korat's Old Town

Tinn Thirakultomorn[1,2*], Sarit Tiyawongsuwan[1], Wilawan Prasomsup[1,2] and Athiwat Phinyoyang[1,2]

[1] Department of Transportation, Faculty of Railway systems and Transportation, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000

[2] Research Unit of Geoinformatics Innovation for Spatial Management, Faculty of Railway systems and Transportation, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000

[*] Corresponding author: tinn.th@rmuti.ac.th

Received: June 30, 2024; Revised: July 25, 2024; Accepted: July 29, 2024

บทคัดย่อ

การท่องเที่ยวมีบทบาทและเป็นกลยุทธ์สำคัญที่นำมาใช้ในการพัฒนาพื้นที่ มีส่วนช่วยเสริมสร้างความแข็งแกร่งของชุมชน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชสำหรับสนับสนุนการท่องเที่ยวชุมชนสู่เมืองแห่งการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์โครงข่าย (การวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุด การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด และการวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ) ซึ่งอาศัยข้อมูลโครงข่ายถนนและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช ผลการศึกษา พบว่า ผลการวิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ดีที่สุด ได้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ จำนวน 4 เส้นทาง ประกอบด้วย (1) เส้นทางทำบุญไหว้พระชมสถาปัตยกรรมเมืองเก่าโคราช (2) เส้นทางชมเมืองเก่าโคราช (3) เส้นทางชมศิลปวัฒนธรรมและจิตกรรมเมืองเก่าโคราช และ (4) เส้นทางขอพรสิ่งศักดิ์สิทธิ์เมืองเก่าโคราช มีระยะทางรวมระหว่าง 3.50–4.62 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางประมาณ 8.39–11.08 นาที ในขณะที่ผลการวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด พบว่า เส้นทางการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช มีระยะทางที่สั้นที่สุดอยู่ระหว่าง 66.97–1,857.12เมตร ใช้เวลาเดินทาง 0.16–4.46 นาที นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการของการเข้าถึงแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช พบว่า พื้นที่ให้บริการของการเข้าถึงแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรรทั้ง 10 แห่ง ในระยะทาง 150 300 และ 500 เมตร มีพื้นที่ให้บริการคิดเป็นร้อยละ 11.04 33.16 และ 68.65 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ โดยผลลัพธ์จากการวิจัยนี้ช่วยในการพัฒนาแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชให้เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่สามารถนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลให้กับนักท่องเที่ยวได้อย่างถูกต้องและเข้าถึงได้ง่าย นอกจากนี้ยังสร้างโอกาสในการพัฒนาการท่องเที่ยวชุมชนในรูปแบบที่ยั่งยืนและเสริมสร้างเศรษฐกิจท้องถิ่นในอนาคต

คำสำคัญ: แหล่งวัฒนธรรม, เมืองเก่าโคราช, การท่องเที่ยวชุมชน, ภูมิสารสนเทศ, การวิเคราะห์โครงข่าย

---

[1] สาขาการขนส่ง คณะระบบรางและการขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา 30000

[2] หน่วยวิจัยนวัตกรรมภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการเชิงพื้นที่ คณะระบบรางและการขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา 30000

Abstract

Tourism plays a role and is an essential strategy used in area development that helps strengthen the community. This study aims to analyze routes connecting the cultural sites of Korat city's old town for supporting community tourism to the learning city by network analysis (best route analysis, closest facility analysis, and service area analysis) using road network and cultural sites of the Korat old city of Korat city's old town data. The study found that the best connectivity routes linking cultural sites in Korat's old town include four routes: (1) a Pilgrimage route to explore the architecture of Korat city's old town, (2) a city tour route of Korat city's old town, (3) a route to explore arts and culture in Korat's old town, and (4) a route to seek blessings from sacred sites in Korat city's old town. These routes range in total distance from 3.50 to 4.62 kilometers and take approximately 8.39 to 11.08 minutes to travel time. Meanwhile, the study also identified the shortest connectivity route between TK Square and cultural sites in Korat city's old town, which ranges from 66.97 to 1,857.12 meters and takes approximately 0.16 to 4.46 minutes of traveling time. In addition, the analysis of service areas providing access to cultural sites in Korat city's old town revealed that within distances of 150, 300, and 500 meters, the coverage areas accounted for 11.04%, 33.16%, and 68.65% of the total area, respectively. In summary, the results of this research contribute to the development of Korat City's cultural sites as learning spaces capable of presenting and disseminating information accurately and efficiently to tourists. Furthermore, they create opportunities for sustainable community tourism development and strengthen the local economy in the future.

Keywords: Cultural sire, Korat city's old town, Community Based Tourism, Geoinformatics, Network Analysis

บทนำ

การขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566–2570) หมุดหมายที่ว่าด้วยการพัฒนาพื้นที่และเมืองอัจฉริยะที่น่าอยู่ ปลอดภัย เติบโตได้อย่างยั่งยืน พร้อมสำหรับการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทุกรูปแบบ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2566) ซึ่งเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม ในเป้าหมายที่ว่าด้วยการเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนา การพึ่งตนเองและการจัดการตนเองเพื่อสร้างสังคมคุณภาพ และยังสอดรับกับแผนพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (พ.ศ. 2566–2570) ของสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) ในการยกระดับสังคมและสิ่งแวดล้อมให้มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน ในการพัฒนาพื้นที่และเมืองอัจฉริยะที่น่าอยู่ (Livable City) และเติบโตอย่างยั่งยืน (Sustainable Growth) มุ่งเน้นไปที่การยกระดับศักยภาพของผู้คนในเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาและส่งเสริมการท่องเที่ยว

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวมีบทบาทและเป็นกลยุทธ์สำคัญที่นำมาใช้ในการพัฒนาพื้นที่ มีส่วนช่วยเสริมสร้างความแข็งแกร่งของชุมชน ไม่ว่าจะเป็นการสร้างงานสร้างอาชีพ ก่อให้เกิดการกระจายรายได้ไปสู่ประชาชนอย่างกว้างขวาง (ดารียา บินดุสะ และเอมอร อ่าวสกุล, 2561) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการท่องเที่ยวชุมชน (Community Based Tourism: CBT) ถือเป็นเครื่องมือในการพัฒนาคนในชุมชนและนักท่องเที่ยว สามารถทำให้คนในชุมชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทรัพยากรการท่องเที่ยวได้รับการอนุรักษ์ให้มีความยั่งยืน และมีการจัดสรรอย่างเป็นธรรมและถูกหลักการ ตลอดจนทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน (ณรงค์ พลีรักษ์, 2556; Asian Center for Planning and Poverty Reduction, 2006) และนำไปสู่กระบวนการของการเรียนรู้ในชุมชนหรือที่เรียกกันว่า “เมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City)” นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็น

ทางเลือกสำหรับนักท่องเที่ยวที่สนใจแหล่งท่องเที่ยวที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวและมีความน่าสนใจ (ศิริเพ็ญ ดาบเพชร, 2557; Krutwaysho & Chainark, 2018) ในขณะเดียวกันยังเป็นการแก้ไขปัญหาการกระจายรายได้ที่ไม่เป็นธรรมของคนในท้องถิ่น และไม่ให้ความสำคัญหรือเคารพความเป็นชุมชน ตลอดจนการคงไว้ซึ่งอัตลักษณ์ของชุมชน (Formica, 2000). อย่างไรก็ตาม หากมีการจัดการที่ดีชุมชนจะมีความเข้มแข็ง เกิดการพัฒนาชุมชนในมิติต่าง ๆ (Multi-Dimensions) อย่างยั่งยืน (จุฬามณี แก้วโพนทอง, 2561)

จังหวัดนครราชสีมา หรือที่รู้จักกันในชื่อ “เมืองโคราช” เป็นหนึ่งในเมืองที่เก่าแก่และมีความสำคัญทางวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ที่สืบทอดกันมายาวนาน โดยเฉพาะบริเวณเมืองเก่า (บริเวณพื้นที่คูเมืองโคราช) ที่เต็มไปด้วยแหล่งวัฒนธรรมอันทรงคุณค่าและสำคัญ เช่น ศาสนสถาน และสถานที่ทางประวัติศาสตร์อื่น ๆ การอนุรักษ์และส่งเสริมแหล่งวัฒนธรรมเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อรักษามรดกทางวัฒนธรรมและส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการและการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมในเมืองเก่าโคราชนั้นประสบกับความท้าทายหลายประการ ทั้งเรื่องของการเข้าถึงข้อมูลที่ถูกต้อง การวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวที่เหมาะสม และการเผยแพร่ข้อมูลให้เข้าถึงได้ง่าย ด้วยเหตุนี้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics Technology) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ โดยนำเสนอเครื่องมือและวิธีการที่ทันสมัยเพื่อการจัดการและการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงในการเชื่อมโยงข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการด้วยการจัดทำฐานข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวและวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวโดยคำนึงถึงรูปแบบโครงข่ายของถนน (Road Network) ดังงานวิจัยของ Prameshwori และคณะ (2021) ได้นำ GIS มาใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายของถนนใน Greater Imphal เพื่อพัฒนาเส้นทางท่องเที่ยว โดยเน้นการใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนักท่องเที่ยว ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม การศึกษาเหล่านี้ยืนยันถึงประสิทธิภาพของ GIS ในการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี ทั้งในเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพ การวางแผนเส้นทาง การพัฒนาเครือข่ายถนนที่เหมาะสม และการใช้เทคนิคที่หลากหลายในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และกำหนดเส้นทางแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมด้วยการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เพื่อเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและการท่องเที่ยวตามวิถีชุมชนเมืองเก่าโคราช ทำให้นักท่องเที่ยวได้วางแผนและตัดสินใจ อีกทั้งยังใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา อนุรักษ์ และส่งเสริมเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเก่าโคราชให้สอดรับกับการเป็น “เมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City)” ในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช
2. เพื่อวิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชสำหรับสนับสนุนการท่องเที่ยวชุมชนสู่เมืองแห่งการเรียนรู้

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการจัดการเส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มีวิธีการดำเนินการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา แบงออกเป็น 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก (1) การเก็บรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล (2) การคัดสรรแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช (3) การสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช และ (4) การวิเคราะห์และจัดทำแผนที่เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงได้ดังรูปที่ 1

การเก็บรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล

ในขั้นการเก็บรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล ทีมผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. ข้อมูลตำแหน่ง (Location) แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ได้จากการคัดสรรแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช จะใช้การสำรวจภาคสนาม ด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS ในการบันทึกค่าตำแหน่งทางราบ (X และ Y) โดยกำหนดให้มีตำแหน่งจุดศูนย์กลาง (Centroid) เป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่ พร้อมทั้งจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data)

2. ข้อมูลโครงข่ายถนน เป็นข้อมูลที่ปรับปรุงจากชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคมของสำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคมด้วยการสำรวจด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (Google satellite) โดยที่ข้อมูลโครงข่ายถนนนำเข้าที่สำคัญในการวิเคราะห์โครงข่าย การตรวจสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล (Topology) เป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องดำเนินการอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งปัญหาที่พบบ่อยที่สุด คือ เส้นถนนมีความซ้ำซ้อนกันภายในเส้น เส้นถนนไม่ได้เชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย และไม่ถูกตัดแยกออกจากกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นทางแยก ซึ่งอาจจะเกิดมาจากขั้นตอนการนำเข้าหรือดิจิไทซ์ (Digitize) ข้อมูล โดยกฎของโทโปโลยี (Topology) ที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเหล่านี้ ประกอบด้วย 3 กฎ คือ (ESRI, 2016)

(1) Must not overlap คือ เส้นถนนจะต้องไม่มีการซ้ำซ้อนหรือซ้อนทับกัน

(2) Must not intersect or touch interior คือ เส้นถนนจะต้องไม่สัมผัสหรือตัดผ่านกับเส้นอื่น ๆ ภายในโครงข่ายถนนเดียวกัน หากมีการลากตัดผ่านกันจะต้องแยกให้เป็นเส้นใหม่ แต่ถนนที่อยู่คนละระดับสามารถยอมให้ลากตัดผ่านกันได้ เช่น ทางยกระดับสามารถลากตัดผ่านกับถนนทั่วไปได้

(3) Must not have dangles คือ บริเวณปลายของเส้นถนนทั้งสองฝั่งไม่ควรเป็นจุดลอย จะต้องสัมผัสหรือเชื่อมต่อกับเส้นอื่น ๆ ยกเว้นบริเวณจุดสิ้นสุดของเส้นถนนหรือถนนที่เป็นทางตัน

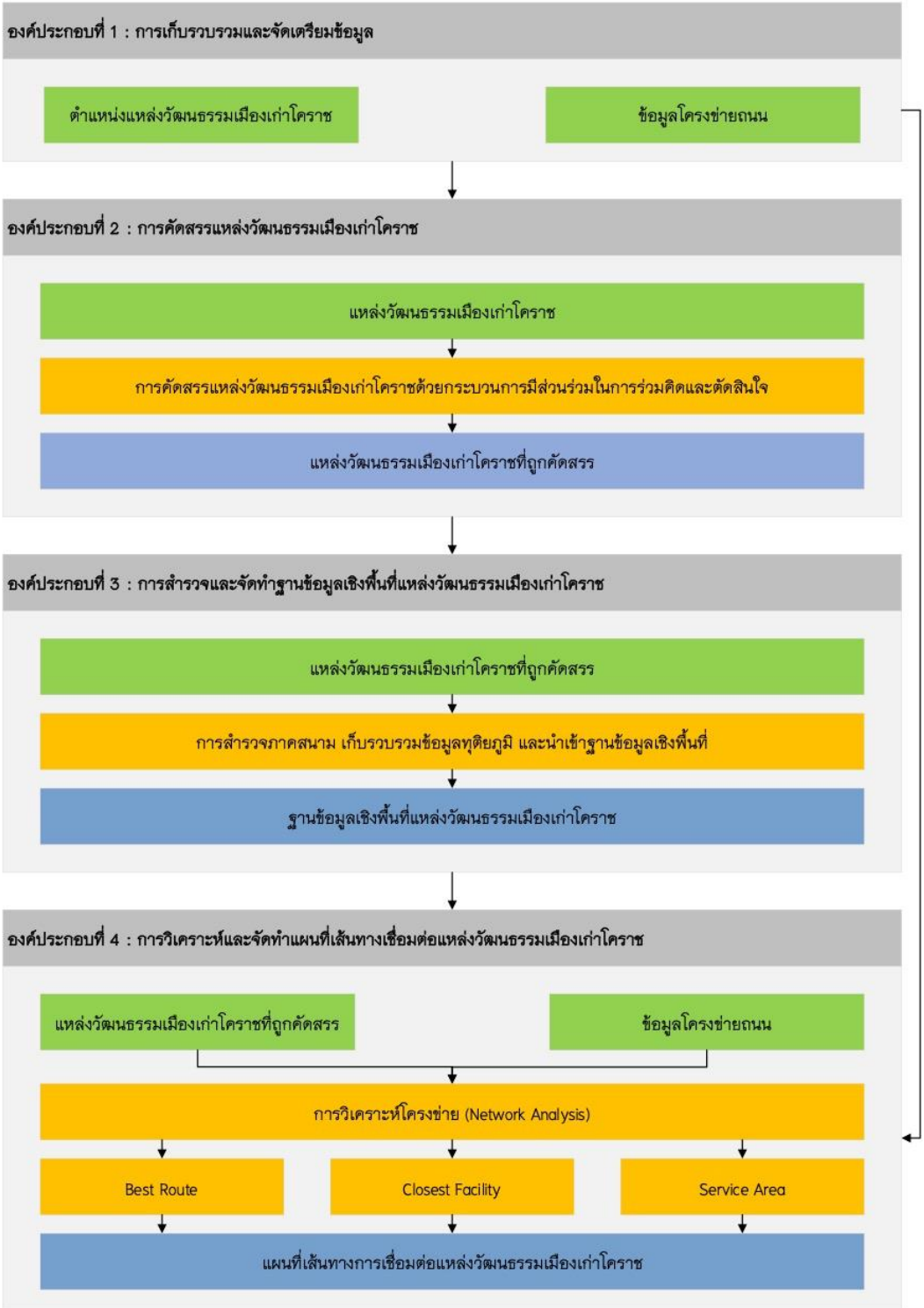
การคัดสรรแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

การคัดสรรแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช เป็นการคัดเลือกสถานที่หรือแหล่งวัฒนธรรมที่มีอัตลักษณ์ของเมืองโคราชและมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่การเรียนรู้ผ่านแนวทาง “ร่วมมือ รู้เมือง พัฒนาพื้นที่” โดยมีข้อมูลแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าที่ได้จากการสำรวจ 4 ด้าน ได้แก่ วัฒนธรรม (ขนบธรรมเนียม ประเพณีในท้องถิ่น) สถานธรรม (ศาสนสถาน) ศิลปกรรม (ศิลปะ/หัตถกรรม) และสถาปัตยกรรม (แหล่งโบราณสถาน) ซึ่งฐานข้อมูลแหล่งวัฒนธรรมนี้จะถูกคัดสรรร่วมกับภาคีเครือข่ายด้วยกลไกการมีส่วนร่วมผ่านการประชุมเชิงปฏิบัติการ/เสวนา และแบบสอบถาม ในการนี้กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน สถาบันการศึกษา ประชาชนในพื้นที่ เยาวชน และกลุ่มเปราะบาง ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของเมืองและแหล่งเรียนรู้ของเมืองโคราช ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมในการร่วมคิดและตัดสินใจผ่านคำสัมภาษณ์เกี่ยวกับเรื่องราวของแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรมที่สำคัญที่ควรพัฒนาเป็นพื้นที่การเรียนรู้ของเมืองเก่าโคราช สำหรับแบบสอบถามออนไลน์ รวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 6 กลุ่ม จำนวน 300 ตัวอย่าง ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัดส่วนกลุ่มตัวอย่างของประชาชนในพื้นที่

กลุ่ม	จำนวน (ตัวอย่าง)	ร้อยละ
หน่วยงานภาครัฐ (Group 1)	45	15
หน่วยงานภาคเอกชน (Group 2)	45	15
สถาบันการศึกษา (Group 3)	15	5
ประชาชนในพื้นที่ (Group 4)	105	35

กลุ่ม	จำนวน (ตัวอย่าง)	ร้อยละ
เยาวชน (Group 5)	45	15
กลุ่มเปราะบาง (Group 6)	45	15



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรรด้วยกลไกการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายในพื้นที่จะถูกเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและการสำรวจภาคสนามโดยใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS ในการบันทึกค่าตำแหน่งทางราบ (X และ Y) รวมถึงเก็บรวมรวมข้อมูลคุณลักษณะที่สำคัญต่าง ๆ ที่สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญที่เป็นอัตลักษณ์ของเมืองโคราชด้วยคำสัมภาษณ์เกี่ยวกับเรื่องราวของแหล่งเรียนรู้ทางวัฒนธรรมนั้น ๆ จากนั้นนำเข้าโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geodatabase) และจัดเก็บข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) อาทิ ชื่อของแหล่งวัฒนธรรม ค่าพิกัด ข้อมูลทั่วไป รวมไปถึงรูปภาพของแหล่งวัฒนธรรมนั้น ๆ เป็นต้น

การวิเคราะห์และจัดทำแผนที่เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

ในการศึกษาครั้งนี้ พิจารณาค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ด้านระยะเวลาในการเดินทางด้วยการคำนวณจากความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง ซึ่งอ้างอิงจากกฎหมายอัตราความเร็วรถ พ.ศ. 2564 ว่าด้วยเรื่องของการกำหนดอัตราความเร็วสำหรับการขับขี่ในเขตชุมชน โรงเรียนที่ถนนมีความกว้างไม่เกิน 7 เมตร ควรใช้อัตราความเร็วไม่เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วิธีการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชออกเป็น 3 ประเด็น

1. การวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุด (Best Route Analysis) เป็นการหาเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด โดยค่าใช้จ่ายในที่นี้อาจเป็นระยะทางหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางก็ได้ ในการวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุดนี้ยังสามารถวิเคราะห์หรือจำลองรูปแบบการขนส่ง (หรือการเดินทาง) แบบต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation) ได้อีกด้วย ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุดของแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชออกเป็น 4 เส้นทาง โดยมีหลักคิดให้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ “ดูราช” (ดูบ้าน บูชาเมือง เล่าเรื่องโคราช) ประกอบด้วย

(1) เส้นทางทำบุญไหว้พระชมสถาปัตยกรรมเมืองเก่าโคราช

(2) เส้นทางชมเมืองเก่าโคราช

(3) เส้นทางชมศิลปวัฒนธรรมและจิตกรรมเมืองเก่าโคราช

(4) เส้นทางขอพรสิ่งศักดิ์สิทธิ์เมืองเก่าโคราช

โดยอาศัยข้อมูลแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรร (Facilities) และข้อมูลโครงข่ายถนนในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด (Closest Facilities Analysis) เป็นหนึ่งในฟังก์ชันภายใต้ชุดคำสั่งการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อใช้ในการค้นหาสถานที่ที่ใกล้เคียงที่สุด โดยจะทำการคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดจากตำแหน่งที่เป็นแคนดิเดตกับตำแหน่งใด ๆ บนระบบโครงข่าย แล้วเลือกตำแหน่งเคนดิเดตกับตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันที่สุดนำมาแสดงผลในรูปแบบตารางเมทริกซ์บนพื้นฐานของการกำหนดค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ (Impedance) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นค่าที่สามารถนำมาคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายได้ เช่น ความยาวของเส้นถนน หรือ เวลาในการเดินทาง เป็นต้น (Chang & Carl, 2019) การศึกษาครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุดไปยังแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรร โดยข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์ ประกอบด้วย TK Square Korat (Incidents) ข้อมูลแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรร (Facilities) และข้อมูลโครงข่ายถนนที่ผ่านการแก้โทโปโลยีแล้ว โดยพิจารณาร่วมกับค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ คือ ความยาวของเส้นถนน (หน่วยเป็นเมตร) และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (หน่วยเป็นนาที) และกำหนดให้เลือกคู่เส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่าง Incidents กับ Facilities ที่สั้นที่สุดเพียง 1 เส้นทางเท่านั้น

3. การวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ (Service Area Analysis) เป็นการกำหนดพื้นที่ที่สามารถให้บริการของการเข้าถึงสถานที่หรือตำแหน่งโดยครอบคลุมโครงข่ายถนนตามเงื่อนไขของค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์ ประกอบด้วย ข้อมูลแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรร และข้อมูลโครงข่ายถนนที่ผ่านการแก้โทโปโลยีแล้ว โดยพิจารณาค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ คือ ระยะทาง โดยแบ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีพื้นที่ในการให้บริการในระยะทาง 150 300 และ 500 เมตร

ผลการศึกษา

ผลการคัดสรรแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

การคัดสรรแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช เป็นการคัดสรรพื้นที่การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลทุติยภูมิทั้งจากเอกสารและหนังสือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกับ การใช้กระบวนการการมีส่วนร่วมในการร่วมคิดและตัดสินใจของประชาชนในพื้นที่ในการร่วมนำเสนอสถานที่สำคัญต่าง ๆ ในเขตคูเมืองโคราชที่สามารถใช้เป็นพื้นที่การเรียนรู้ ผ่านเครื่องมือในการโต้ตอบ ระดมสมอง แสดงความคิด ผ่านคำถามสู่การคัดสรรพื้นที่การเรียนรู้ โดยให้ตอบคำถาม 3. รอบ ผ่านเว็บไซต์ Mentimeter และแบบสอบถามออนไลน์

ผลจากการร่วมระดมสมองและแสดงความคิดเห็น พบว่า ในการตอบคำถามรอบที่ 1 ส่วนใหญ่ร้อยละ 38 ระบุว่า สิ่งแรกที่นึกถึงเมืองเก่าโคราช คือ “ท้าวสุรนารี” รองลงมา คือ ผัดหมี่โคราช ประตูชุมพล คูเมืองโคราช และรถสามล้อถีบ มีผู้ตอบคำถามร้อยละ 16 12 8 และ 4 ตามลำดับ ในขณะที่การตอบคำถามเดียวกันในรอบที่ 2 พบว่า เพลงโคราช ผัดหมี่โคราช ภาษาโคราช ประตูชุมพล และคูเมืองโคราช มีผู้ตอบคำถามสูงสุดร้อยละ 32 30 14 8 และ 4 ตามลำดับ และในการตอบคำถามรอบสุดท้าย พบว่า สิ่งแรกที่ชาวเมืองโคราชนึกถึงเมืองเก่าโคราช คือ วัด ศาลหลักเมือง คูเมืองโคราช เพลงโคราช และประตูเมืองโคราช คิดเป็นร้อยละ 30 18 16 12 และ 6 ตามลำดับ

ผลสรุปข้อมูลสถานที่ที่จะใช้เป็นพื้นที่การเรียนรู้เมืองเก่าโคราช ประกอบด้วย 4 กลุ่ม (10 สถานที่) ซึ่งพิจารณาผลการร่วมระดมสมองและแสดงความคิดเห็น ร่วมกับศักยภาพในการพัฒนา (การเข้าถึงและความพร้อมของพื้นที่) ดังนี้

(1) กลุ่มศาลหลักเมืองโคราช ได้แก่ ศาลหลักเมืองนครราชสีมา

(2) กลุ่มคูเมืองโคราช ประกอบด้วย คูเมืองโคราช และประตูชุมพล

(3) กลุ่มวัด ประกอบด้วย วัดพระนารายณ์มหาราชวรวิหาร วัดอิสาน วัดพายัพ วัดบึง วัดบูรพ์ และวัดสระแก้ว

(4) กลุ่มย่าโม ได้แก่ อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี หมายรวมถึงเพลงโคราชและอาคารแสดงวีรกรรมท้าวสุรนารี

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและการสำรวจภาคสนามของแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ได้รับการคัดสรรทั้ง 10 พื้นที่ ถูกนำมาสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่วัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชและจัดทำเป็นแผนที่เพื่อแสดงการกระจายตัวเชิงตำแหน่งของแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าทั้ง 10 แห่ง นอกจากนี้ ได้สร้างฐานข้อมูลเชิงตำแหน่งของพื้นที่บริการการเรียนรู้ ได้แก่ อุทยานการเรียนรู้นครราชสีมา (TK Square Korat) ดังแสดงในรูปที่ 2 เพื่อใช้ข้อมูลเชิงตำแหน่งทั้งหมดในการวิเคราะห์แผนที่เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

รูปที่ 2 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

แผนที่เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

ในการจัดเส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชนั้นคำนึงถึงการเชื่อมโยงพื้นที่การเรียนรู้ และการท่องเที่ยวเมืองเก่าโคราช ผ่านโครงข่ายการคมนาคมด้วยการขนส่งหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งด้วยรถยนต์ รถโดยสารสาธารณะ รถราง รถจักรยานยนต์ เป็นต้น เพื่อออกแบบเส้นทางในการเข้าถึงพื้นที่การเรียนรู้หรือแผนที่ท่องเที่ยวเมืองเก่าโคราชในหลายลักษณะ ด้วยการกำหนดจากกิจกรรมตามระยะทาง และระยะเวลาในการเดินทาง โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ดีที่สุด

ผลการวิเคราะห์เส้นทางการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ดีที่สุดด้วยการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) สามารถจำลองเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Route) ด้วยการพิจารณาค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ประกอบด้วย ระยะทางที่สั้นที่สุดและเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่สั้นที่สุดของเส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช ทั้ง 4 เส้นทาง มีดังนี้

1) เส้นทางทำบุญไหว้พระชมสถาปัตยกรรมเมืองเก่าโคราช เป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชประเภทสถานธรรม ประกอบด้วย วัดพายัพ วัดบึง วัดสระแก้ว วัดพระนารายณ์มหาราชวรวิหาร วัดบูรพ์ และวัดอิสาน พบว่ามีระยะทางรวมเท่ากับ 4.62 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 11.08 นาที (ไม่รวมระยะเวลาที่ใช้ในการเข้าชมของแต่ละสถานที่) โดยเส้นทางทำบุญไหว้พระชมสถาปัตยกรรมเมืองเก่าโคราชสามารถแสดงในรูปแบบแผนที่ได้ดังรูปที่ 3 (ก)

2) เส้นทางชมเมืองเก่าโคราช พบว่ามีระยะทางรวม 3.83 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 9.20 นาที โดยเป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชประเภทวัฒนธรรม สถานธรรม และสถาปัตยกรรม เข้าด้วยกัน ประกอบด้วย คูเมือง ประตูชุมพล วัดบึง และวัดอิสาน โดยเส้นทางชมเมืองเก่าโคราชสามารถแสดงในรูปแบบแผนที่ได้ดังรูปที่ 3 (ข)

3) เส้นทางชมศิลปวัฒนธรรมและจิตกรรมเมืองเก่าโคราช พบว่ามีระยะทางรวม 4.34 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 10.41 นาที โดยเป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชประเภทศิลปกรรม และสถาปัตยกรรม เข้าด้วยกัน ประกอบด้วย อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี วัดบึง วัดพระนารายณ์มหาราชวรวิหาร วัดบูรพ์ และวัดอิสาน โดยแผนที่เส้นทางชมศิลปวัฒนธรรมและจิตกรรมเมืองเก่าโคราชแสดงดังรูปที่ 3 (ค)

4) เส้นทางขอพรสิ่งศักดิ์สิทธิ์เมืองเก่าโคราช เป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชประเภทสถานธรรมและสถาปัตยกรรม ประกอบด้วย วัดพายัพ อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี วัดสระแก้ว และวัดพระนารายณ์มหาราชวรวิหาร พบว่ามีระยะทางรวมเท่ากับ 3.50 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 8.39 นาที โดยเส้นทางขอพรสิ่งศักดิ์สิทธิ์เมืองเก่าโคราชสามารถแสดงในรูปแบบแผนที่ได้ดังรูปที่ 3 (ง)

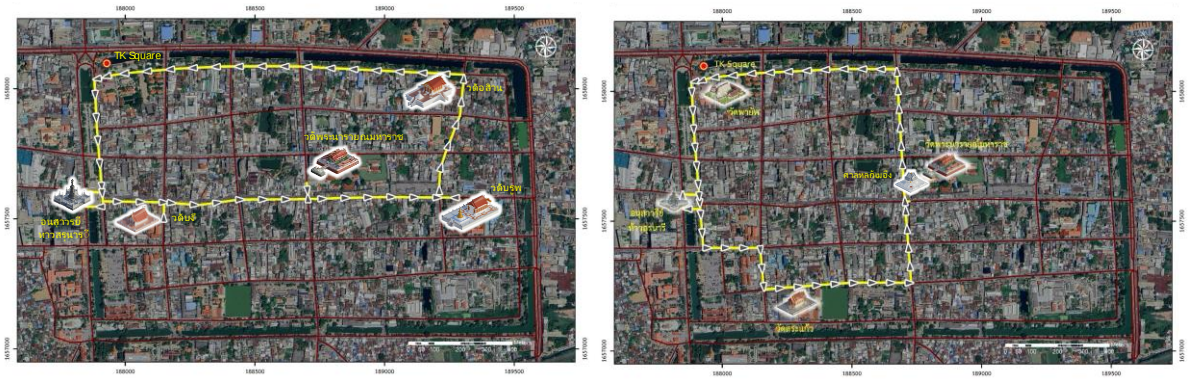
ในขณะเดียวกัน ระทางและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละเส้นทางการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช ทั้ง 4 เส้นทาง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระทางและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละเส้นทางการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ระยะเวลา (นาที)
เส้นทางทำบุญไหว้พระชมสถาปัตยกรรมเมืองเก่าโคราช	4.62	11.08
เส้นทางชมเมืองเก่าโคราช	3.83	9.20
เส้นทางชมศิลปวัฒนธรรมและจิตกรรมเมืองเก่าโคราช	4.34	10.41
เส้นทางขอพรสิ่งศักดิ์สิทธิ์เมืองเก่าโคราช	3.50	8.39

(ก)

(ข)



(ค) (ง)

รูปที่ 3 (ก) แผนที่เส้นทางทำบุญไหว้พระชมสถาปัตยกรรมเมืองเก่าโคราช
(ข) แผนที่เส้นทางชมเมืองเก่าโคราช
(ค) แผนที่เส้นทางชมศิลปวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช
(ง) แผนที่เส้นทางขอพรสิ่งศักดิ์สิทธิ์เมืองเก่าโคราช

2. ผลจากการวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด ระหว่าง TK Square Korat และแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรรทั้ง 10 แห่ง ถูกแสดงในตารางที่ 3 นอกจากนี้ เส้นทางที่ดีที่สุดทั้ง 10 เส้นทาง ซึ่งแบ่งตามการพิจารณาบนพื้นฐานของระยะทางที่สั้นที่สุด และเวลาที่ใช้ในการเดินทางน้อยที่สุดจะถูกแสดงในรูปแบบของแผนที่ดังรูปที่ 4 โดยจากผลการวิเคราะห์พบว่าเส้นทางการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับ วัดพายัพ มีระยะทางที่สั้นที่สุด เท่ากับ 66.97 เมตร ในขณะที่ เส้นทางการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับ วัดบูรพ์ มีระยะทางที่ยาวที่สุด เท่ากับ 1,857.12 เมตร ในทำนองเดียวกัน เส้นทางการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับ วัดพายัพ มีระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด เท่ากับ 0.16 นาที และเส้นทางการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับ วัดบูรพ์ เป็นเส้นทางที่มีระยะเวลาในการเดินทางมากที่สุด เท่ากับ 4.46 นาที

ตารางที่ 3 ระทางและระยะเวลาที่สั้นที่สุดของเส้นทางการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชกับ TK Square Korat

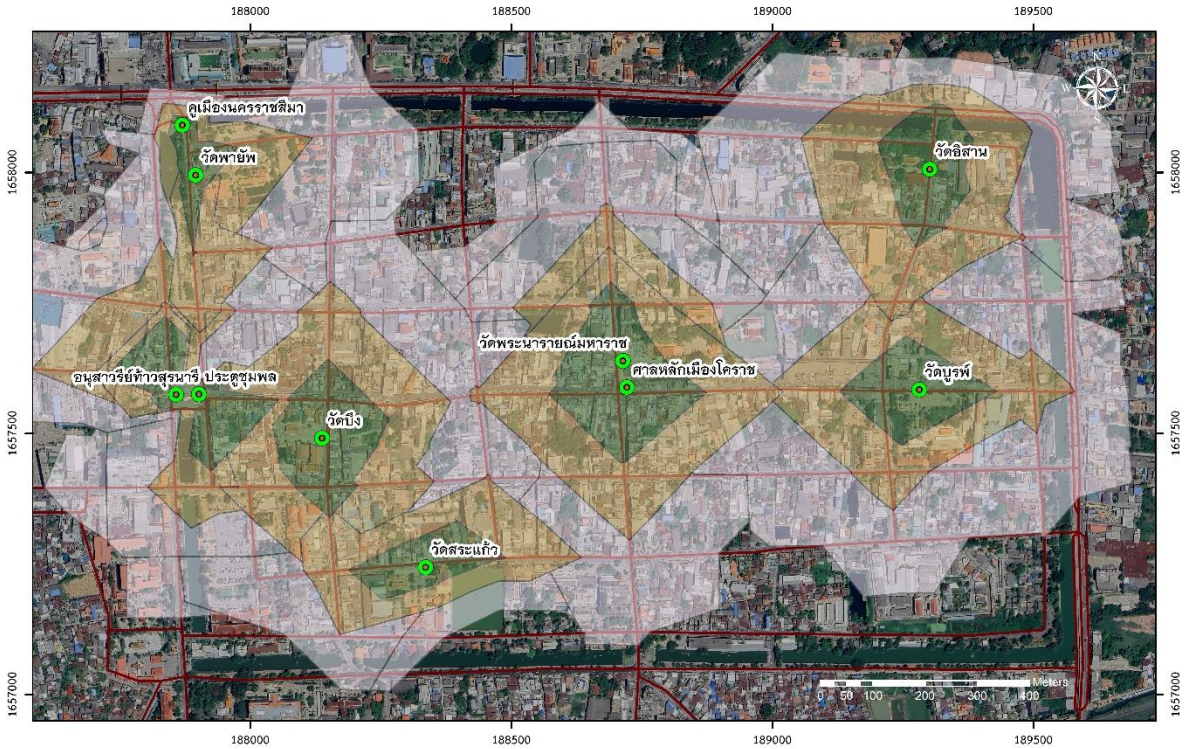
เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช	ระยะทาง (เมตร)	ระยะเวลา (นาที)
วัดพายัพ	66.97	0.16
ประตูชุมพล	486.24	1.17
อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี	609.03	1.46
คูเมืองโคราช	783.16	1.88
ศาลหลักเมืองนครราชสีมา	1,297.16	3.11
วัดพระนารายณ์มหาราชวรวิหาร	1,225.14	2.94
วัดสระแก้ว	1,221.55	2.93
วัดบึง	804.14	1.93
วัดบูรพ์	1,857.12	4.46
วัดอิสาน	1,503.56	3.61

รูปที่ 4 แผนที่เส้นทางเชื่อมต่อ TK Square Korat กับ แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

3. ผลการวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการของการเข้าถึงแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรรทั้ง 10 แห่ง ในระยะทาง 150 300 และ 500 เมตร แสดงดังตารางที่ 4 ในขณะที่แผนที่แสดงพื้นที่ให้บริการของการเข้าถึงแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรรแสดงดังรูปที่ 5 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าในระยะการให้บริการที่ 150 เมตร แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชมีพื้นที่ให้บริการครอบคลุมพื้นที่ 211,300.26 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 11.04 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณาระยะให้บริการที่ 300 และ 500 เมตร พบว่า แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชมีพื้นที่ให้บริการครอบคลุมพื้นที่ 634,634.53 และ 1,314,028.98 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 33.16 และ 68.65 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ระทางและระยะเวลาที่สั้นที่สุดของเส้นทางการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชกับ TK Square Korat

แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช	ร้อยละของพื้นที่ให้บริการ		
	ระยะ 150 เมตร	ระยะ 300 เมตร	ระยะ 500 เมตร
วัดพายัพ	0.22	1.56	5.54
ประตูชุมพล	0.87	3.12	9.41
อนุสาวรีย์ท้าวสุรนารี	0.39	1.85	9.45
คูเมืองโคราช	0.53	2.27	7.61
ศาลหลักเมืองนครราชสีมา	2.15	6.43	18.72
วัดพระนารายณ์มหาราชวรวิหาร	1.95	6.46	19.58
วัดสระแก้ว	1.13	3.46	12.24
วัดบึง	2.05	6.19	17.08
วัดบูรพ์	1.66	5.15	15.52
วัดอิสาน	1.66	4.77	10.33



รูปที่ 5 แผนที่พื้นที่ให้บริการของการเข้าถึงแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาการจัดการเส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชครั้งนี้ เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศด้วยการวิเคราะห์โครงข่ายร่วมกับฐานข้อมูลแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช เพื่อวิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชสำหรับสนับสนุนการท่องเที่ยวชุมชนสู่เมืองแห่งการเรียนรู้ ประกอบด้วย การคัดสรรและจัดทำฐานข้อมูลแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช การวิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ดีที่สุด การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด และการวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ ของการเข้าถึงแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช จากผลการศึกษา พบว่า ผลการคัดสรรแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชจากกลุ่มตัวแทนของประชาชนในพื้นที่ พบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มวัฒนธรรม กลุ่มสถานธรรม กลุ่มศิลปกรรม และกลุ่มสถาปัตยกรรม ในขณะที่ผลการวิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ดีที่สุด ได้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ จำนวน 4 เส้นทาง ได้แก่ (1) เส้นทางทำบุญไหว้พระชมสถาปัตยกรรมเมืองเก่าโคราชเป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชกลุ่มสถานธรรม มีระยะทางรวมเท่ากับ 4.62 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 11.08 นาที (2) เส้นทางชมเมืองเก่าโคราช พบว่ามีระยะทางรวม 3.83 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 9.20 นาที โดยเป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชกลุ่มวัฒนธรรม สถานธรรม และสถาปัตยกรรม (3) เส้นทางชมศิลปวัฒนธรรมและจิตกรรมเมืองเก่าโคราช พบว่ามีระยะทางรวม 4.34 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 10.41 นาที โดยเป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชกลุ่มศิลปกรรม และสถาปัตยกรรม และ (4) เส้นทางขอพรสิ่งศักดิ์สิทธิ์เมืองเก่าโคราช เป็นการเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชกลุ่มสถานธรรมและสถาปัตยกรรม มีระยะทางรวมเท่ากับ 3.50 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทาง 8.39 นาที

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด เป็นการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับ แหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช พบว่า เส้นทางการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับ วัดพายัพ มีระยะทางที่สั้นที่สุด เท่ากับ 66.97 เมตร ใช้เวลาเดินทาง 0.16 นาที และเส้นทางการเชื่อมต่อระหว่าง TK Square Korat กับ วัดบูรพ์ มีระยะทาง ที่ยาวที่สุด เท่ากับ 1,857.12 เมตร ใช้เวลาเดินทาง 4.46 นาที และผลการวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ ของการเข้าถึงแหล่ง วัฒนธรรมเมืองเก่าโคราช พบว่า พื้นที่ให้บริการของการเข้าถึงแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชที่ผ่านการคัดสรรทั้ง 10 แห่ง ในระยะทาง 150 300 และ 500 เมตร มีพื้นที่ให้บริการคิดเป็นร้อยละ 11.04 33.16 และ 68.65ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ โดยข้อสรุป พบว่า ผลลัพธ์จากการวิจัยนี้ช่วยในการพัฒนาแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชให้เป็นพื้นที่ การเรียนรู้ที่สามารถนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลให้กับนักท่องเที่ยวได้อย่างถูกต้องและเข้าถึงได้ง่าย นอกจากนี้ยังสร้าง โอกาสในการพัฒนาการท่องเที่ยวชุมชนในรูปแบบที่ยั่งยืนและเสริมสร้างเศรษฐกิจท้องถิ่นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการเส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมือง เก่าโคราช โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริม ววน. และหน่วย บพท. ภายใต้กรอบการวิจัย “การยกระดับและขับเคลื่อนเมืองแห่งการเรียนรู้” ประจำปีงบประมาณ 2566 ในโครงการ “ต้นแบบ กลไกการยกระดับและขับเคลื่อนเมืองโคราชสู่เมืองแห่งการเรียนรู้”

เอกสารอ้างอิง

จุฬามณี แก้วโพนทอง ทรงพล โชติกเวชกุล ปัญญา คล้ายเดช และ พระสุนทร ชำกรม. (2561). การบริหารจัดการชุมชน เพื่อความยั่งยืน. *วารสารวิชาการธรรมทรรศน์, 18*(1), 263–273.

ณรงค์ พลีรักษ์. (2556). ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดชลบุรี. *วารสารวิจัยและ พัฒนา มจธ, 36*(2), 235–248.

ดารียา บินดุสะ และ เอมอร อ่าวสกุล. (2561). การศึกษาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวชุมชนและธรรมชาติเพื่อพัฒนาเส้นทาง การท่องเที่ยวอำเภอเมืองสตูล จังหวัดสตูล. *การประชุมวิชาการด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ระดับชาติ ครั้งที่ 1.* คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ศิริเพ็ญ ดาบเพชร. (2557). การเลือกสถานที่ท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวครั้งแรกและนักท่องเที่ยวซ้ำ. *วารสาร บริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร, 9*(2), 39–59.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2566). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570).* สืบค้นจาก https://www.nesdc.go.th/article_attach/article_file_20230307173518.pdf.

Asian Center for Planning and Poverty Reduction. (2006). *Guidelines on integrated planning for sustainable tourism development.* Bangkok: Asian Center for Planning and Poverty Reduction.

Chang K–T., and Carl, M. (2019). *Introduction to Geographic Information Systems* (9th ed). McGraw–Hill.

ESRI. (2016). *ArcGIS for Desktop 10.5.* Environmental Systems Research Institute, Redlands.

Formica, S. (2000). Destination attractiveness as a function of supply and demand interaction. Retrieved from http://www.scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd–11142000 –15560052.

Krutwaysho, O., & Chainark, S. (2018). Blue Tourism as a New Tourism form for Shaping Thailand into the Tourism Hub of the ASEAN Community. *Journal of Management Science, Chiang Rai Rajabhat University*, *13*(2), 139–169.

Prameshwori, T., Wangshimenla, J., Surjit, L., and Ramananda, L. (2021). GIS Based Route Network Analysis for Tourist Places: A Case Study of Greater Imphal. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*., *8*(2), 233–238.

แผนที่ภาษาของกลุ่มชาติพันธุ์ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา

กมลาวดี บุรณวัณณะ[1*], พิชญ์สินี เสถียรธราดล[1], นริศา ไพเจริญ[1], ภทเอม แก้วพศุทธิ์[1], สมหมาย รอดแป้น[1], ธัญพร มูลกาวิล[1] และ วิภพ แพงวังทอง[2]

Linguistics Map of Ethnic Groups in the Upper Area of Ing River Basin, Phayao Province

Kamalawadee Buranawanna[1*], Phitsinee Sathientharadol[1], Narisa Paicharoen[1], Pata-Aym Kaewpasoot[1], Sommai Rodpan[1], Thanyaporn Moonkawin[1] and Wipop Paengwangthong[2]

[1] School of Liberal Arts, University of Phayao, Phayao, 56000

[2] School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[*] Corresponding author: kamalawadee.bu@up.ac.th

Received: June 23, 2024; Revised: August 18, 2024; Accepted: August 29, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมภาษาที่พูดในพื้นที่ต่าง ๆ รวมถึงกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา และจัดทำแผนที่ภาษาโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพโดยใช้การสัมภาษณ์ร่วมกับการตอบแบบสอบถาม และใช้สถิติเชิงพรรณนาในการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า ชุมชนบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา มีชุมชนภาษา 3 ประเภท ดังนี้ 1) ชุมชนภาษาเดียว จำนวน 16 หมู่บ้าน ได้แก่ชุมชนภาษาคำเมือง 2) ชุมชนสองภาษา จำนวน 7 หมู่บ้าน ได้แก่ ชุมชนภาษาคำเมืองและภาษาอีสาน และชุมชนภาษาคำเมืองและภาษาไทยกลาง 3) ชุมชนสามภาษา จำนวน 5 หมู่บ้าน ได้แก่ ชุมชนภาษาคำเมือง ภาษาอีสาน ภาษาไทยกลาง

นอกจากนี้กลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่บริเวณชุมชนลุ่มน้ำอิงตอนบน มีทั้งสิ้น 5 กลุ่มชาติพันธุ์ ซึ่งกลุ่มชาติพันธุ์ส่วนใหญ่ คือ กลุ่มไทยวน ซึ่งเป็นกลุ่มคนในพื้นที่และเป็นที่คนที่อาศัยอยู่บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย รองลงมาคือ กลุ่มไทยอีสาน ไทยกลาง ลัวะ และลาวเวียง ตามลำดับซึ่งเป็นกลุ่มคนที่ย้ายถิ่นฐานมาจากต่างพื้นที่ด้วยความสัมพันธ์ทางเครือญาติผ่านทางการแต่งงาน เช่น เขย หรือ สะใภ้ ของคนในหมู่บ้าน เป็นต้น

คำสำคัญ: แผนที่ภาษา, กลุ่มชาติพันธุ์, ลุ่มน้ำอิงตอนบน

---

[1] คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

This study intends to investigate and accumulate any spoken languages, including different ethnic dialects, in the upper area of Ing River basin in Phayao province and to create a linguistic map using geographic information system (GIS). This qualitative study was conducted through interviews and questionnaires to collect data, and descriptive statistics were used to discuss the result of the study. The findings show that there are three types of language communities present in the area:

1) Single–language community: there are 16 villages falling into this category, and the language spoken is Kam Muang (northern dialects).

2) Two–language community: there are 7 villages where the languages spoken are Kam Muang and Isan languages.

3) Three–language community: there are 5 villages where three languages, Kam Muang, Isan, and Central Thai, are spoken.

Further findings also reveal that there are a total of five ethnic groups residing in the upper Ing River basin area. The majority found are Thai Yuan, the local people in the area as well as those residing in the northern part of Thailand, and followed by Thai Isan, Thai Central, Lua, and Lao Wiang groups in descending order. The latter groups are the people who have relocated from other regions through familial relationships such as becoming in–laws of ones of the villages' members.

Keywords: Linguistic Maps, Ethnic Group, Upper Area of Ing River Basin

บทนำ

จังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ใจกลางภาคเหนือตอนบนโดยมีอาณาเขตติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านคือสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและลุ่มน้ำอิงถือว่าเป็นลำน้ำที่สำคัญที่หล่อเลี้ยงชาวจังหวัดพะเยามาเป็นระยะเวลายาวนาน และไหลลงสู่กว๊านพะเยา จึงทำให้มีกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ต่างมาตั้งถิ่นฐานอยู่บริเวณลุ่มน้ำดังกล่าวเป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดความหลากหลายทางชาติพันธุ์ จึงเป็นจังหวัดที่มีความหลากหลายของภาษา วัฒนธรรม และชาติพันธุ์ของประชากรที่น่าสนใจยิ่ง ประชากรกลุ่มต่าง ๆ เหล่านี้ มีภูมิปัญญา ภาษา วัฒนธรรม และโลกทัศน์ หรือวิธีการให้ความสำคัญ ให้ความหมายกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่แตกต่างหลากหลายมีผลทำให้เกิด การประพฤติปฏิบัติธรรมเนียม ประเพณี พิธีกรรมที่แตกต่างกันไป ดังนั้นความเข้าใจพื้นฐานของประชากรในด้าน ภาษา วัฒนธรรม และโลกทัศน์ จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการศึกษาระดับลึกด้านต่าง ๆ ซึ่งเป็นหลักฐาน สำหรับการวางนโยบาย และการวางแผนปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากร ในด้านต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับวิถีชีวิต เช่น การปกครอง การจัดการศึกษา การสาธารณสุข การพัฒนาอาชีพ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามคนส่วนมากยังมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ไม่มากนักโดยทั่วไปพอจะรู้ว่ามีกลุ่มชาติพันธุ์อยู่ในเขตอำเภอชายแดนติดกับประเทศเพื่อนบ้านเท่านั้น ทั้งที่ในความเป็นจริงประชากรในพื้นราบแถบลุ่มน้ำอิงนั้นมีความหลากหลายมากเช่นกัน ซึ่งถ้ามีความรู้และความเข้าใจในความแตกต่างของประชากรอย่างชัดเจน จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานพัฒนาประชากรและชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ในยุคสมัยใหม่ วัฒนธรรมภายนอกการสื่อสารไร้พรมแดน มีส่วนทำให้ภาษา วัฒนธรรม และภูมิปัญญาพื้นบ้านเสื่อมสลายไปอย่างรวดเร็ว ภาษาและวัฒนธรรมใหญ่ที่มีอำนาจสื่อจะมีอิทธิพลเป็นอย่างมาก ภาษาและวัฒนธรรมกลุ่มย่อยกลุ่มเล็กกลุ่มน้อยซึ่งอยู่ในภาวะ

วิกฤติ มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มที่จะเสื่อมและสูญไปในที่สุด ทำให้สังคมชุมชนอ่อนแอ ขาดอัตลักษณ์ ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง ขาดขวัญและกำลังใจ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีความพยายามที่จะศึกษาและสร้างฐานข้อมูลเกี่ยวกับภาษาของกลุ่มชนต่าง ๆ ในบริเวณลุ่มน้ำอิงในเขตจังหวัดพะเยา ก่อนที่จะเสื่อมสลายไป โดยจัดทำเป็นวิจัยเพื่อจัดทำแผนที่ภาษาของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ (Ethnolinguistic Maps) ในสภาวะปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (แผนที่ภาษา) เกี่ยวกับการกระจายตัวของภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ในจังหวัดพะเยา

2. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่การใช้ภาษาถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนในจังหวัดพะเยา

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดในงานวิจัยคือแนวคิดด้านภาษาชาติพันธุ์ในประเทศไทย ซึ่งหมายถึงภาษาที่แต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ในประเทศไทยใช้เพื่อการสื่อสารภายในกลุ่มของตน ซึ่งจำแนกเป็นตระกูลภาษาใหญ่ ๆ ได้ 5 ตระกูล ได้แก่ ตระกูลไท (Tai-Kadai) ตระกูลออสโตรเอเชียติก (Austroasiatic) ตระกูลออสโตรเนเซียน (Austronesian) ตระกูลจีน-ธิเบต (Tibeto-Burman) และตระกูลม้ง-เมี่ยน (Hmong-Mien) (อ้างจาก สุวิไล เปรมศรีรัตน์ และคณะ, 2548: 45)

นอกจากนี้กลุ่มชาติพันธุ์ทางภาคเหนือตอนบนประกอบด้วย ลื้อ ไทลื้อ ไต ไทยลื้อ, กะเหรี่ยง, ปกาเกอะญอ, จกอ, คานยอ, ไต, คนไต, ไตโหลง, ไตหลวง, ไตใหญ่, ไทหลวง เป็นต้น ภาษาที่ใช้ภายในกลุ่มแบ่งเป็น 2 กลุ่ม นอกเหนือจากภาษาไทยมาตรฐานที่เป็นภาษาทางการ ได้แก่ ภาษาคำเมือง และตระกูลภาษาไท-กะได (พิสิฏฐ์ โคตรสุโพธิ์ และคณะ, 2557) ส่วนกลุ่มชาติพันธุ์ในจังหวัดพะเยาได้แก่ ลัวะพะเยา, เงี้ยว, ไทลื้อเมืองเชียงคำ, คนจีน, ลาว, ขมุและเขม็ด, คนอีสาน, ภูไท, พม่า, สิกข์ปัญจาบ, มุสลิมและฮินดู, ม้ง, อิ้วเมี่ยน (บรรณาธิการ, ผณินทรา ธีรานนท์, ดารินทร อินทับทิม, ณัฐวร วงศ์จิตราทร, 2558) ดังนั้นตระกูลภาษาที่จะใช้เป็นกรอบในงานวิจัยจึงได้แก่ ภาษาตระกูลไท จีน-ธิเบต และม้ง-เมี่ยน เป็นหลัก

ภาษาตระกูลไท ประกอบด้วย 1. ภาษาไทกลุ่มตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่ ไทย, ไทดำ, ไทแดง, ไทขาว, ลาว, ลื้อ, เขิน/ขึน 2. ภาษาไทกลุ่มกลาง ได้แก่ จ้วงใต้, นุง, ลุงโจว, โท 3. ภาษาไทกลุ่มเหนือ ได้แก่ จ้วงเหนือ, ปูยี, โป้อ้าย (Fang Kui Li, 1959) ภาษาตระกูลจีน-ธิเบต ได้แก่ 1. กลุ่มภาษาจีน ซึ่งจำแนกเป็น ภาษาจีนกลาง, ภาษาฮู๋, ภาษาเซี่ยงไฮ้, ภาษาจีนกวางตุ้ง, ภาษาผิง, ภาษาหมิ่น, ภาษาไต้หวัน, ภาษาเซียง, ภาษาฮากกา, ภาษากั้น 2. กลุ่มทิเบต-พม่า เช่น กลุ่มกามารูปัน ได้แก่ กลุ่มกูกี-ชีน-นาคา, กลุ่มอบอร์-มิรี-ดาปลา, กลุ่มโบโด-กาโร, กลุ่มหิมาลัย ได้แก่ กลุ่มมหา-กิรันตี (รวมภาษาเนวารี ภาษามาคัร และภาษาไร) กลุ่มทิเบต-กิเนารี (รวมภาษาทิเบต ภาษาเลปชา), กลุ่มเกวียง, กลุ่มจิ่งโป-นุง-ลุย ได้แก่ ภาษาจิ่งเผาะ ภาษานุง ภาษาลุย, กลุ่มโลโล-พม่า-นาซิ, กลุ่มภาษากะเหรี่ยง, กลุ่มบาอิก (James Matisoff, 1991) ส่วนภาษาตระกูลม้ง-เมี่ยน ได้แก่ ภาษาม้ง ซึ่งในประเทศไทยนั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ภาษาม้งเขียว หรือม้งจั๊ว (Hmong Njua) และภาษาม้งขาวหรือม้งเด๊อว (Hmong Daw) (ชนัญญา พวงทอง และกฤตานนท์ ท้าววัฒนากุล, 2019) และภาษาเมี่ยน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ “แผนที่ภาษาในเขตภาคเหนือตอนล่าง” (กาญจนา เงารังสี และคณะ, 2540) ได้ทำการศึกษาระบบวรรณยุกต์ของภาษาตระกูลไทและภาษาชนกลุ่มน้อย อีกทั้งสร้างแผนที่ภาษาแสดงการตั้งถิ่นฐานของชาวเขาและชนกลุ่มน้อยในเขตภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ กำแพงเพชร ตาก นครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัยอุตรดิตถ์ และอุทัยธานี เก็บข้อมูลโดยใช้ผู้บอกภาษาที่เป็นตัวแทนของทุกตำบลทั้ง 9 จังหวัด ผลการวิจัยพบว่า ภาษาตระกูลไทยและชนกลุ่มน้อยในเขตภาคเหนือตอนล่างมีดังนี้ 1) ภาษาไทยกลาง 2) ภาษาสุโขทัย 3) ภาษาไทยเหนือ 4) ภาษาไทยอีสาน 5) ภาษานครไทย 6) ภาษาไทยสุพรรณบุรี 7) ภาษาลาว 8) ภาษาพวน 9) ภาษาลาวโซ่ง 10) ภาษาลาวครั่ง 11) ภาษาลาวแง้ว นอกจากภาษาตระกูลไทยแล้วยังมีภาษาชาวเขา ได้แก่ 1) ภาษาม้ง 2) ภาษาเย้า 3) ภาษากะเหรี่ยง 4) ภาษามูเซอ 5) ภาษาลีซอ อนึ่งยังพบผู้พูดภาษาตระกูลออสโตร-เอเชียติก คือ ภาษาชาวบน และภาษามอญด้วย

แผนที่ภาษาของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศไทย (สุวิไล เปรมศรีรัตน์ และคณะ, 2548) ซึ่งได้ทำการสำรวจภาษาที่กลุ่มชาติพันธุ์ในประเทศไทยตามพื้นที่หมู่บ้านต่าง ๆ จำนวนประมาณ 70,000 หมู่บ้านทั่วประเทศ โดยการสร้างแบบสอบถามเพื่อถามว่าภาษาที่คนในหมู่บ้านใช้พูดได้แก่ภาษาอะไรบ้าง และพบว่าในประเทศไทยมีภาษาของกลุ่มชาติพันธุ์ทั้งสิ้น มากกว่า 60 กลุ่ม จำแนกตามตระกูลภาษาในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ได้ 5 ตระกูลภาษา ได้แก่ ตระกูลไท(ไต)-กะได จำนวน 20 กลุ่ม ตระกูลออสโตรเอเชียติค จำนวน 20 กลุ่ม ตระกูลจีน-ธิเบต จำนวน 16 กลุ่ม ตระกูลออสโตรนีเชียน จำนวน 3 กลุ่ม และตระกูลแม้ว-เย้า จำนวน 4 กลุ่ม นอกจากนี้ยังปัญหาในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับชื่อภาษาและชื่อเรียกกลุ่มชาติพันธุ์ เนื่องจากบางภาษาเป็นภาษาเดียวกัน แต่มีชื่อเรียกมากกว่า 1 ชื่อ อาทิ ข่า/ขมุ/ลาวเทิง เป็นต้น นอกจากแนวคิดด้านภาษาชาติพันธุ์ในประเทศไทยแล้ว งานวิจัยนี้ยังประยุกต์ใช้แนวคิดระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดการสืบค้นและวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ และแสดงผลข้อมูลภูมิศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงบรรยาย (สุระ พัฒนเกียรติ, 2546) เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำเป็นแผนที่แสดงการกระจายของภาษาต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำอิงด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพโดยมุ่งสำรวจชุมชนภาษาในบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนของจังหวัดพะเยา และเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณในการสำรวจจำนวนผู้พูดของแต่ละภาษาในแต่ละพื้นที่และบรรยายข้อมูลในรูปแบบพรรณนา รวมทั้งจัดทำแผนที่ภาษาของชุมชนในบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนของจังหวัดพะเยาอีกด้วย

การดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 สำรวจข้อมูลเบื้องต้นและทดลองเก็บข้อมูล ระยะที่ 2 เก็บข้อมูลภาคสนาม ระยะที่ 3 วิเคราะห์และเรียบเรียงข้อมูล วิธีการดำเนินงานวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 สำรวจข้อมูลเบื้องต้นและทดลองเก็บข้อมูล

การดำเนินงานระยะแรกเป็นการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นและทดลองเก็บข้อมูลดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยทำการศึกษาจากตำรา วิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัย ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เช่น เว็บไซต์ของจังหวัดพะเยา การศึกษาภูมิศาสตร์ภาษาถิ่น การทำแผนที่ภาษา เพื่อนำวิธีการมาดัดแปลง ปรับปรุงให้เหมาะสมกับพื้นที่วิจัยและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้

2. สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับลุ่มน้ำอิงตอนบนของจังหวัดพะเยา ผู้วิจัยเดินทางไปยังหมู่บ้านที่ติดลุ่มน้ำอิงตอนบน โดยได้ติดต่อพูดคุยกับผู้นำชุมชนที่อยู่ติดกับลุ่มน้ำอิงตอนบนเพื่อแจ้งจุดประสงค์ในการวิจัยและขอความร่วมมือในการเข้าพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลวิจัย และสำรวจข้อมูลประชากรของผู้ใช้ภาษาชาติพันธุ์ ในเขตลุ่มน้ำอิงตอนบน (ป่าต้นน้ำกว๊านพะเยา) โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน (ผู้ใหญ่บ้าน) เพื่อถามถึงภาษาที่ใช้ในบ้าน

หรือในครอบครัวว่ามีภาษาอะไรบ้าง โดยจำแนกว่าแต่ละภาษามีผู้พูดจำนวนเท่าไรและเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของคนทั้งหมด พร้อมทั้งเก็บคำศัพท์เพื่อดูว่ามีการกระจายของคำศัพท์ (Linguistic Diversity) อย่างไรบ้าง

3. กำหนดจุดเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดจุดเก็บข้อมูล คือ หมู่บ้านที่มีพื้นที่ติดกับลุ่มน้ำอิงตอนบน ประชากรที่อาศัยอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน (ป่าต้นน้ำกว๊านพะเยา) ลำห้วย 12 สาย ได้แก่ ห้วยแม่ใจ ห้วยแม่สุก ห้วยแม่จว้า ห้วยแม่ตุ้ม ห้วยแม่เหยี่ยน ห้วยแม่ต๊ำ ห้วยแม่ต๋อม ห้วยแม่ตุ่น ห้วยแม่นาเรือ ห้วยแม่ใส และห้วยแม่ต๋ำ และใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับศัพท์ที่ใช้แทนหน่วยอรรถหมู่บ้านละ 2 คน

4. สร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามการใช้คำศัพท์ภาษาต่าง ๆ ในบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน โดยอ้างอิงจากแบบสอบถามการใช้คำศัพท์ภาษาต่าง ๆ ในจังหวัดสุพรรณบุรี (สุวัฒนา เลี่ยมประวัติ, 2557) และนำมาปรับใช้

5. กำหนดคุณสมบัติของผู้กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีดำเนินการสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้ 1. เป็นประชากรที่มีภูมิลำเนาอยู่ในบริเวณลำห้วย 12 สาย ได้แก่ ห้วยแม่ใจ ห้วยแม่สุก ห้วยแม่จว้า ห้วยแม่ตุ้ม ห้วยแม่เหยี่ยน ห้วยแม่ต๊ำ ห้วยแม่ต๋อม ห้วยแม่ตุ่น ห้วยแม่นาเรือ ห้วยแม่ใส และห้วยแม่ต๋อม 2. เป็นประชากรที่ไม่เคยโยกย้ายถิ่นฐานไปอยู่ที่อื่น 3. เป็นประชากรที่ย้ายถิ่นเข้ามาอยู่อาศัยในบริเวณที่เก็บข้อมูลอย่างน้อย 10 ปี 4. เป็นผู้ที่รู้ข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนภาษา จำนวนชุมชนละ 2 คน 5. เป็นผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป และสามารถสื่อสารได้อย่างน้อย 2 ภาษา คือ ภาษาแม่ (ชาติพันธุ์) และภาษาไทยกลางหรือภาษาไทยถิ่นเหนือ

6. ทดลองเก็บข้อมูล ผู้วิจัยทดลองเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีสัมภาษณ์ โดยใช้ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามการใช้คำศัพท์ภาษาต่าง ๆ ในบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน โดยอ้างอิงจากแบบสอบถามการใช้คำศัพท์ภาษาต่าง ๆ ในจังหวัดสุพรรณบุรี (สุวัฒนา เลี่ยมประวัติ, 2557) โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามดูรูปจากแบบสอบถาม ส่วนข้อที่ไม่มีรูปผู้วิจัยจะอ่านคำถามให้ฟังและอธิบายให้เข้าใจ และให้ผู้ตอบข้อมูลออกเสียงคำศัพท์ ซึ่งผู้วิจัยปรับแบบสอบถามโดยทำรูปภาพคำศัพท์แยกต่างหากออกจากแบบสอบถาม เนื่องจากผู้ตอบข้อมูลมีอายุมากแล้วจึงมองรูปที่อยู่ในแบบสอบถามไม่ค่อยชัด เนื่องจากภาพมีขนาดเล็ก

ระยะที่ 2 การเก็บข้อมูลสนาม

ผู้วิจัยทั้งหมดแบ่งกลุ่มเก็บข้อมูลภาคสนาม จำนวน 28 หมู่บ้าน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้ตอบแบบสอบถามทีละข้อ โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลตามหมู่บ้านดังนี้ 1) บ้านห้วยบง หมู่ 7 2) บ้านห้วยบง หมู่ 11 3) บ้านห้วยบง หมู่ 18 4) บ้านตุ้มไร่ หมู่ 8 5) บ้านต๋ำดอนมูล 6) บ้านเหล่า หมู่ 9 7) บ้านตุ่นใต้ หมู่ 1 8) บ้านตุ่นกลาง หมู่ 3 9) บ้านบัว หมู่ 4 10) บ้านท่าเรือ หมู่ 13 11) บ้านต๊านกกก หมู่ 1 12) บ้านเคียนเหนือ หมู่ 1 13) บ้านโป่งขาม หมู่ 10 14) บ้านต๊ำพระแล หมู่ 7 15) บ้านต๊ำกลาง หมู่ 2 16) บ้านต๊ำใน หมู่ 9 17) บ้านตุ้มเหนือ หมู่ 6 18) บ้าสัน หมู่ 9 19) บ้านท่ากลอง หมู่ 1 20) บ้านต๋อมดง หมู่ 6 21) บ้านต๋อมดง หมู่ 7 22) บ้านแม่ใจหางบ้าน หมู่ 4 23) บ้านริมใจ หมู่ 3 24) บ้านสันขวาง หมู่ 3 25) บ้านเหล่าเก่า หมู่ 3 26) บ้านแม่สุก หมู่ 2 27) บ้านแม่สุกเหนือ หมู่ 1 และ 28) บ้านแม่จว้า หมู่ 5 โดยใช้แผนที่ลุ่มน้ำอิงจากโครงการชลประทาน พะเยา สชป.2 สำนักงานชลประทานที่ 2 กรมชลประทาน เป็นเครื่องมือในการกำหนดพื้นที่ พร้อมทั้งสำรวจและบันทึกค่าพิกัดตำแหน่งของหมู่บ้านดังกล่าวโดยใช้เครื่องรับสัญญาณระบบนำทางบนโลกด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System: GNSS)

ระยะที่ 3 วิเคราะห์และเรียบเรียงข้อมูล

ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากแบบสอบถามทั้งหมด จัดเก็บข้อมูลแยกเป็นหมู่บ้าน ใช้ผู้ตอบแบบสอบถามหมู่บ้านละ 2 คน จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์การใช้ศัพท์ของแต่ละหมู่บ้านว่าเป็นศัพท์ของภาษาใด ส่วนการจัดเก็บข้อมูลนั้น ผู้วิจัยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานว่าหมู่บ้านหรือชุมชนนั้น ๆ มีความเสี่ยงในการสูญเสียภาษาสูงหรือไม่ หากรูปแบบแผนที่เป็นกลุ่มก้อนหรือราบเรียบสม่ำเสมอก็แสดงให้เห็นว่าหมู่บ้านหรือชุมชนนั้น ๆ สามารถธำรงรักษาภาษาไว้ได้ และสร้างฐานข้อมูลคำศัพท์ของชาติพันธุ์ในเขตลุ่มน้ำอิงตอนบน

ผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตารางของไมโครซอฟท์เอกซ์เซล (Microsoft Excel Software) รูปแบบการบันทึกเป็นแบบข้อมูลตาราง 2 มิติ หรือในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database) ประกอบด้วยสดมภ์และแถว จะเห็นได้ว่ารูปแบบของตารางดังกล่าวมีรูปแบบเหมือนกับตารางคุณลักษณะของชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (วิภพ แพงวังทอง และคณะ, 2559) หลังจากนั้นนำเข้าสู่และสร้างเป็นชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่อ้างอิงระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system: GCS) และพื้นหลักฐานรูปทรงรี (World Geodetic System 1984: WGS84) เพื่อทำแผนที่แสดงการกระจายของภาษาต่าง ๆ และกลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในชุมชนบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา เพื่อสะท้อนตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังนี้

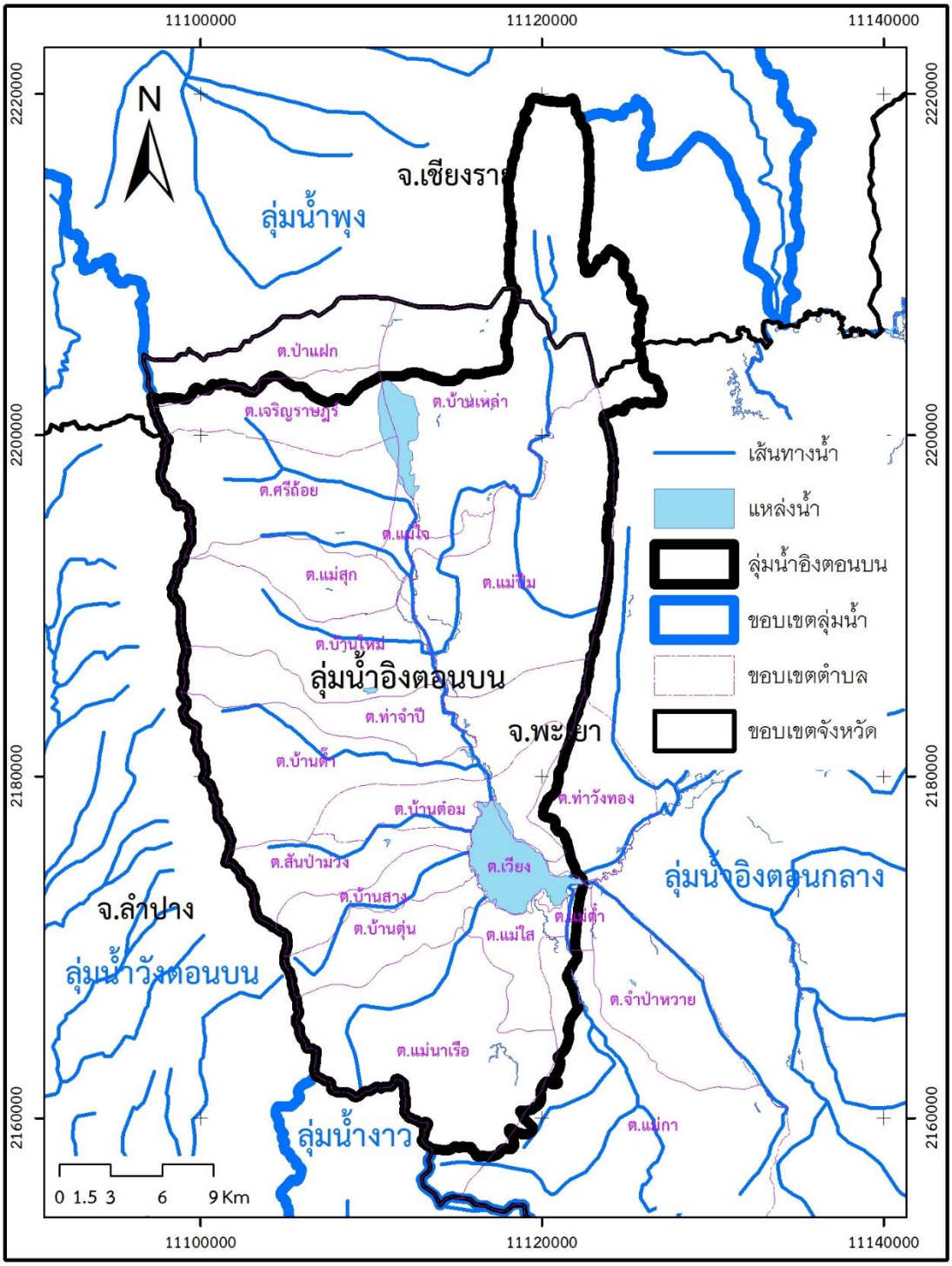
1. แผนที่แสดงการกระจายของภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ของชุมชนบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา

ผู้วิจัยจัดทำแผนที่แสดงการกระจายของภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ของชุมชนบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา โดยในรูปที่ 1 แสดงแผนที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา

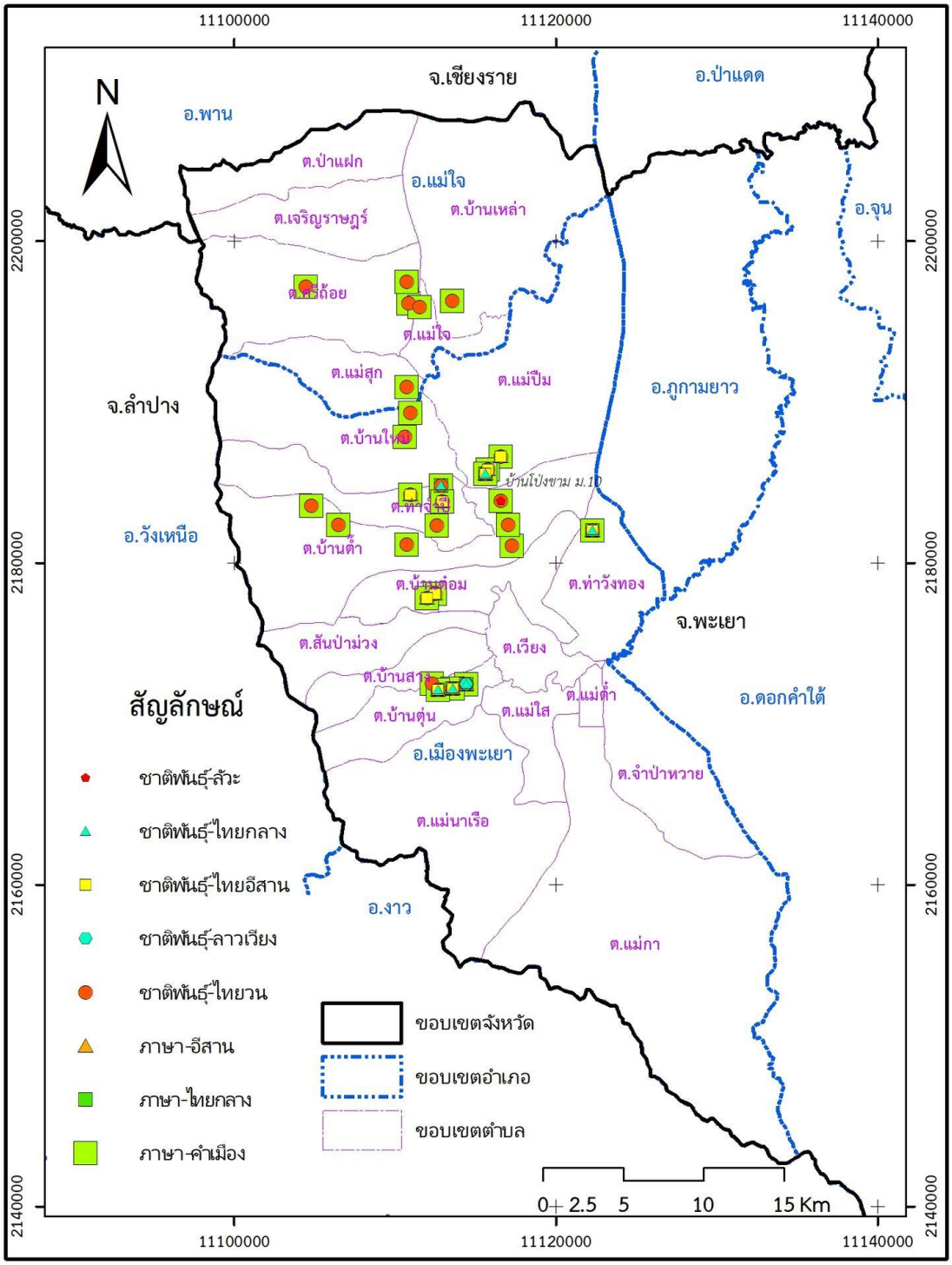
นอกจากนี้ รูปที่ 2 เป็นการแสดงการกระจายของภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ของชุมชนบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา โดยพบว่า ชุมชนหมู่บ้านบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนที่ใช้ภาษาคำเมืองมากที่สุด รองลงมาเป็นภาษาอีสาน และภาษาไทยกลาง ตามลำดับ

ส่วนกลุ่มชาติพันธุ์ที่พบมากที่สุดได้แก่ ชาติพันธุ์ไทยยวน ไทยอีสาน ไทยกลาง ลัวะ และลาวเวียง ตามลำดับ

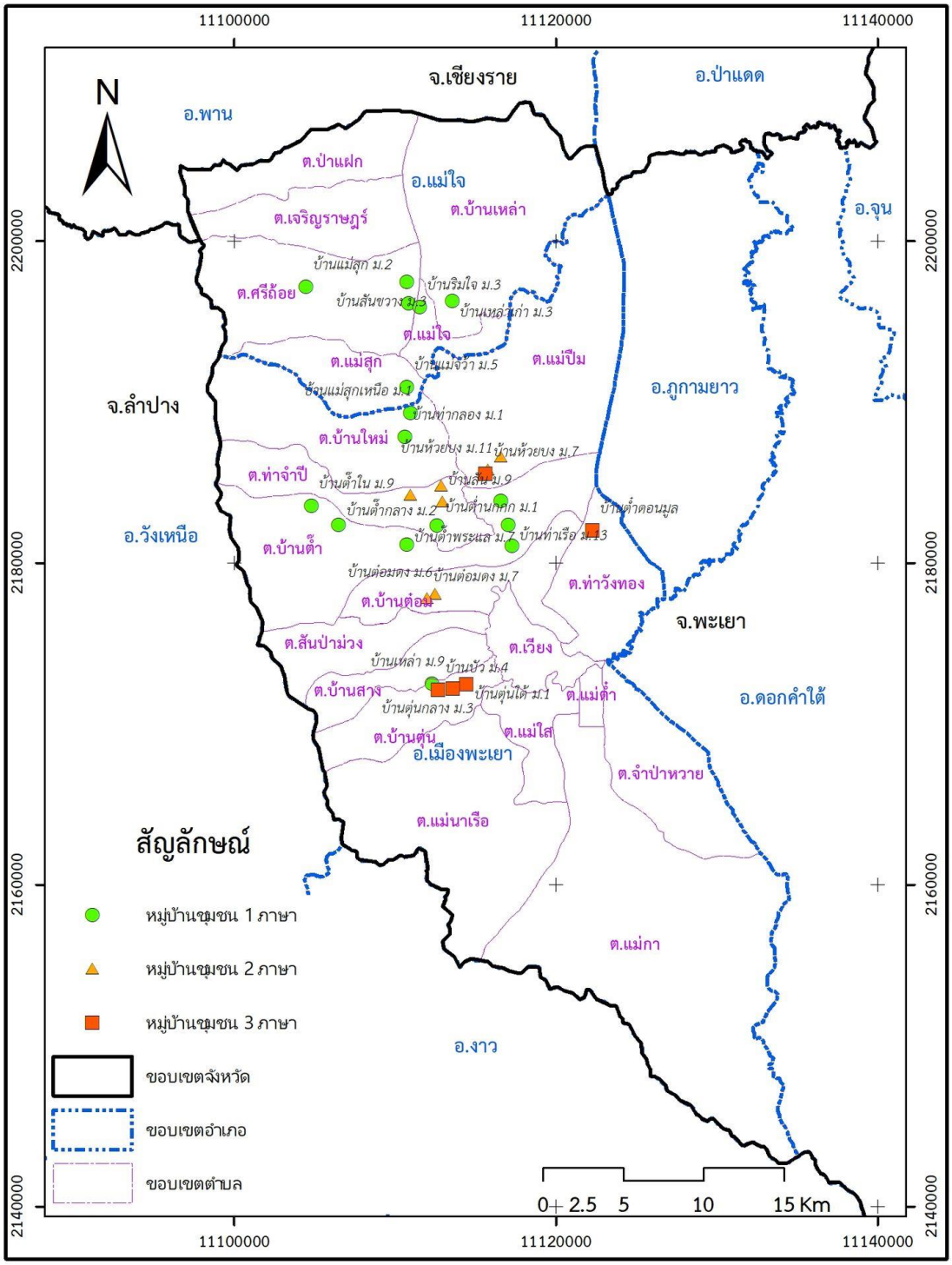
รูปแบบของกลุ่มภาษาและชาติพันธุ์ที่ปรากฏในแต่ละพื้นที่มาจากการอพยพย้ายถิ่น โดยมาในรูปแบบของการสมรส โดยคู่สมรสฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเป็นคนในพื้นที่และอีกฝ่ายหนึ่งย้ายถิ่นฐานมาอยู่ที่จังหวัดพะเยาภายหลังการสมรส จึงทำให้เกิดความหลากหลายของภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่



รูปที่ 1 แผนที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา



รูปที่ 2 แผนที่แสดงการกระจายของภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ของชุมชนบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา



รูปที่ 3 ชุมชนภาษาภาษาต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงชุมชนภาษาต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา โดยแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ชุมชนภาษาเดียว ชุมชนสองภาษา ได้แก่ ชุมชนภาษาคำเมืองและภาษาอีสาน และชุมชนภาษาคำเมืองและภาษาไทยกลาง และชุมชนสามภาษา ได้แก่ ชุมชนที่ภาษาคำเมือง ภาษาอีสาน ภาษาไทยกลาง

2. การจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่การใช้ภาษาถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนในจังหวัดพะเยานั้น ผู้วิจัยได้จัดทำหนังสือเล่มเล็ก (pamphlet) ที่ประกอบไปด้วยแผนที่ภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ของชุมชนลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา และส่งมอบให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล และ Phayao Learning City เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจต่อไป

สรุปและอภิปรายผล

จากจุดเก็บข้อมูล 28 หมู่บ้าน ผลการวิจัยพบว่ามีชุมชนภาษาต่าง ๆ ในลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา ดังนี้

1. ชุมชนภาษาเดียว มีจำนวน 16 หมู่บ้าน ได้แก่
   1.1. ชุมชนภาษาคำเมือง ได้แก่ 1) บ้านเหล่า หมู่ 9 2) บ้านท่าเรือ หมู่ 13 3) บ้านต๊ำนกกก หมู่ 1 4) บ้านเคียนเหนือ หมู่ 1 5) บ้านโป่งขาม หมู่ 10 6) บ้านต๊ำพระแล หมู่ 7 7) บ้านต๊ำกลาง หมู่ 2 8) บ้านต๊ำใน หมู่ 9 9) บ้านท่ากลอง หมู่ 1 10) บ้านแม่ใจหางบ้าน 11) บ้านริมใจ หมู่ 3 12) บ้านสันขวาง หมู่ 3 13) บ้านเหล่าเก่า หมู่ 3 14) บ้านแม่สุก หมู่ 2 15) บ้านแม่สุกเหนือ หมู่ 1 16) บ้านแม่จว้า หมู่ 5
2. ชุมชนสองภาษา มีจำนวน 7 หมู่บ้าน ได้แก่
   2.1. ชุมชนภาษาคำเมืองและภาษาอีสาน ได้แก่ 1) บ้านห้วยบง หมู่ 11 2) บ้านห้วยบง หมู่ 18 3) บ้านตุ้มเหนือ หมู่ 6 4) บ้านสัน หมู่ 9 5) บ้านต๋อมดง หมู่6 6) บ้านต๋อมดง หมู่ 7
   2.2. ชุมชนภาษาคำเมืองและภาษาไทยกลาง ได้แก่ 1) บ้านตุ้มไร่ (บ้านแม่ตุ้ม) หมู่ 8
3. ชุมชนสามภาษา มีจำนวน 5 หมู่บ้าน ได้แก่
   3.1. ชุมชนภาษาคำเมือง ภาษาอีสาน ภาษาไทยกลาง ได้แก่ 1) บ้านห้วยบง หมู่ 7 2) บ้านต๊ำดอนมูล 3) บ้านตุ่นใต้ หมู่ 1 4) บ้านตุ่นกลาง หมู่ 3 5) บ้านบัว หมู่ 4

จะเห็นได้ว่าชุมชนภาษาคำเมืองมีมากที่สุด แบ่งเป็นชุมชนที่ใช้ภาษาคำเมืองภาษาเดียวจำนวน 16 หมู่บ้าน รองลงมาคือชุมชนสองภาษา จำนวน 7 หมู่บ้าน และน้อยที่สุดคือชุมชนสามภาษา 5 จำนวน ซึ่งสอดคล้องกับผลของการวิจัยเรื่องการศึกษาการใช้ภาษาของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในจังหวัดสุพรรณบุรี ของ สุวัฒนา เลี่ยมประวัติ (2560) ซึ่งพบคล้ายคลึงกันว่ากลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในจังหวัดสุพรรณบุรีนั้นสามารถแบ่งตามกลุ่มผู้ใช้ภาษาได้ทั้งหมด 4 กลุ่มด้วยกันคือ กลุ่มชาติพันธุ์ที่ใช้ภาษาเดียว กลุ่มชาติพันธุ์ที่ใช้สองภาษา กลุ่มชาติพันธุ์ที่ใช้สามภาษา และกลุ่มชาติพันธุ์ที่ใช้สี่ภาษา ทั้งนี้สุวัฒนา เลี่ยมประวัติ (2560) กล่าวว่า กรณีชุมชนภาษาเดียวมิได้หมายความว่าประชาชนรู้เพียงภาษาเดียว คือ ภาษาประจำชุมชน ทุกคนจะรู้ภาษาไทยกลางเพราะเป็นภาษาประจำชาติและใช้สนทนากับคนต่างภาษา แต่การสื่อสารในชีวิตประจำวันโดยทั่วไปจะใช้ภาษาประจำชุมชนนั้น ๆ เพียงภาษาเดียว ลักษณะการสื่อสารที่พบกับชุมชนลุ่มน้ำอิงตอนบนที่ทุกชุมชนจะสื่อสารกันด้วยภาษาคำเมืองเป็นหลัก แม้กระทั่งคนที่พูดภาษาอื่นเป็นภาษาแม่เมื่อย้ายถิ่นฐานมาอยู่ในชุมชนก็จะพยายามสื่อสารกับคนในชุมชนด้วยภาษาคำเมือง แต่จะใช้ภาษาไทยกลางในการสื่อสารกับคนต่างพื้นที่ เนื่องจากการขยายตัวของการค้า การท่องเที่ยวที่มีอิทธิพลให้คนในพื้นที่มีปฏิสัมพันธ์กับคนในภูมิภาคอื่น ๆ โดยเลือกใช้ภาษาไทยกลางซึ่งเป็นภาษามตราฐานของประเทศเป็นภาษาหลักในการสื่อสาร ซึ่งสอดคล้องกับการใช้ภาษาไทยถิ่นเหนือในจังหวัดแพร่ (วิภาวรรณ ถิ่นจันทร์, 2558) นอกจากนี้เมื่อจำแนกตระกูลของภาษาของแต่ละชุมชนพบว่างานวิจัยนี้ ภาษาที่แต่ละชุมชนใช้นั้นได้แก่ ภาษาคำเมือง ภาษาอีสาน และภาษาไทยกลาง ซึ่งจัดอยู่ในตระกูลภาษาเดียวกันคือ ภาษาตระกูลไท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ สมทรง บุรุษพัฒน์ และคณะ (2554) นั้นพบว่างานวิจัยของสมทรง บุรุษพัฒน์และคณะ พบตระกูลภาษาที่หลากหลายกว่าเนื่องด้วยเขตพื้นที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

มีพื้นที่กว้างกว่าซึ่งกินพื้นที่ถึง 7 จังหวัด ในขณะที่งานวิจัยเรื่องนี้มีพื้นที่ในการดำเนินการวิจัยเพียงแค่ 2 อำเภอเท่านั้น จึงไม่พบความหลากหลายของตระกูลภาษา นอกจากนี้ภาษาที่พบส่วนใหญ่ในเขตลุ่มน้ำอิงตอนบนเป็นภาษาคำเมือง รองลงมาคือภาษาอีสาน โดยภาษาอีสานที่ใช้อยู่ในเขตลุ่มน้ำอิงตอนบนนี้เกิดจากการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานของชาวอีสานที่ย้ายติดตามสามี หรือภรรยาซึ่งเป็นคนไทยยวนในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา มิใช่การย้ายถิ่นฐานด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจ

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบเสียงวรรณยุกต์ภาษาตระกูลไท ของ William J. Gedney พบว่าเสียงวรรณยุกต์ที่กลุ่มตัวอย่างซึ่งพูดภาษาคำเมืองใช้มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากภาษาคำเมืองเป็นภาษาที่ใช้โดยคนกลุ่มใหญ่ในจังหวัดพะเยาและยังใช้อย่างแพร่หลายในจังหวัดจึงทำให้ภาษาคำเมืองเป็นภาษาที่ยังคงความมีศักดิ์ศรี (prestige) และเป็นที่ยอมรับ ดังนั้นแม้ว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยาจะมีกลุ่มชาติพันธุ์อื่น โดยเฉพาะกลุ่มชาวไทยอีสานเข้ามาอาศัยด้วยจึงไม่พบการแปรของเสียงวรรณยุกต์ที่เกิดจากการสัมผัสภาษาอีสานแต่อย่างใด ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวิภาวรรณ ถิ่นจันทร์ (2558) ที่พบว่าภาษาไทยถิ่นเหนือในจังหวัดแพร่ยังมีรูปแบบเดิมกับงานวิจัยในอดีต ทั้งนี้เนื่องจากภาษาไทยถิ่นเหนือในจังหวัดแพร่เป็นภาษากลางที่ใช้ติดต่อระหว่างกลุ่มคนต่างชาติพันธุ์และยังเป็นภาษาที่คนส่วนใหญ่ใช้ในจังหวัดแพร่รวมทั้งเป็นภาษาที่เป็นที่ยอมรับจึงไม่พบการแปรของเสียงวรรณยุกต์

นอกจากนี้ยังพบการแปรเสียงพยัญชนะบางเสียงในภาษาคำเมือง เช่น ผ–ฝ ในคำว่า “ผ่อ–ฝ่อ” ‘ดู’ อีกทั้งในด้านคลังศัพท์นั้น พบว่า เนื่องจากอิทธิพลของภาษาไทยกลางและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อประสบการณ์ของคนในชุมชน พบว่า คำศัพท์ที่เกี่ยวกับพืชและสัตว์พื้นถิ่นบางชนิดที่พบเห็นได้ยากขึ้น ทำให้ผู้บอกภาษาโดยเฉพาะผู้บอกภาษาที่อายุน้อยกว่า 50 มักใช้คำในภาษาไทยกลางเรียกพืชหรือสัตว์นั้นๆ ขณะเดียวกันผู้บอกภาษาอายุมากกว่า 50 ก็มักจะนึกถึงคำศัพท์ในภาษาไทยกลางขึ้นมาก่อน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นภาษาคำเมืองในภายหลัง เช่น คำว่า “พังพอน–จอน”, “ต้นคอ–ง่อน” และ “แมงลัก–ก๊อมก้อ” หรือ มีการปนภาษา เช่น “พริกขี้หนู–พิกแด้ขี้หนู” และ “ฝรั่ง–บ่ะขะหลั่ง”เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยและคณะขอขอบคุณมหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเลขที่สัญญา FF66–RIM107 จากกองทุนส่งเสริม ววน. ประจำปี พ.ศ. 2566 และขอขอบคุณกำนันและผู้ใหญ่บ้านในชุมชนลุ่มน้ำอิงตอนบนที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ โครงการชลประทานพะเยา สชป.2 สำนักงานชลประทานที่ 2 กรมชลประทาน จังหวัดพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์แผนที่เส้นทางลุ่มน้ำอิงให้กับทีมวิจัย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดพื้นที่ในการสำรวจข้อมูลภาษานี้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา เงารังษี. (2540). *รายงานการวิจัยแผนที่ภาษาในเขตภาคเหนือตอนล่าง*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชนัญญา พวงทอง และกฤตานนท์ ท้าววัฒนากุล. (2019). การศึกษาเปรียบเทียบการออกเสียงคำศัพท์ในภาษาจีนกลางและภาษาม้ง. *วารสารมังรายสาร, 7*(1), 27–39.

ผณินทรา ธีรานนท์, ดารินทร อินทับทิม, และณัฐวร วงศ์จิตราทร. (2558). *พะเยาศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). เชียงใหม่: สุเทพการพิมพ์.

พิสิฏฐ์ โคตรสุโพธิ์ และคณะ. (2557). *การถ่ายทอดศิลปะและวัฒนธรรมภูมิปัญญาล้านนาสู่สังคมโดยผู้ทรงภูมิปัญญาท้องถิ่น.* เชียงใหม่: นพบุรีการพิมพ์เชียงใหม่.

วิภาวรรณ ถิ่นจันทร์. (2558). *การแปรเสียงวรรณยุกต์ของภาษาไทยถิ่นในจังหวัดแพร่* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิภพ แพงวังทอง, ทัชดารัตน์ รัตน์น้ำหิน, ธนภัทร งามขำ, วรรณิภา ใจยา, อังคณา ราชูการ, จิราพร กุลสุนทรรัตน์ และรังสรรค์ เกตุอ๊อต. (2563). การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการสัญจรบนถนนในชั่วโมงเร่งด่วนเพื่อสนับสนุนแผนลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยพะเยา. *วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่, 4*(2), 79–92.

สมทรง บุรุษพัฒน์ และคณะ. (2554). *การใช้ภาษาและทัศนคติต่อภาษาและการท่องเที่ยวเชิงชาติพันธุ์ของกลุ่มชาติพันธุ์ในภูมิภาคตะวันตกของประเทศไทย.* นครปฐม: สถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเอเชีย มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุระ พัฒนเกียรติ. (2546). *หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.* นครปฐม:มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุวัฒนา เลี่ยมประวัติ. (2557). *รายงานการวิจัยแผนที่ภาษาศาสตร์จังหวัดสุพรรณบุรี.* นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร .

สุวัฒนา เลี่ยมประวัติ. (2560). แผนที่ภาษาศาสตร์จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับ ภาษาไทย, 37*(1), 277–302.

สุวิไล เปรมศรีรัตน์ และคณะ. (2548). *แผนที่ภาษาและกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

Gedney, William. (1972). A checklist for determining tones in Tai dialects. In R.J. Bickner et al. (eds.), *Selected Papers on Comparative Tai Studies.* Center for South and Southeast Asian studies, The University of Michigan, 191–206.

Li, F. K. (1959). Classification by Vocabulary: Tai Dialects. *Anthropological Linguistica*, 2, 15–21.

Matisoff. (1991). Sino–Tibetan Linguistics: Present State and Future Prospects. *Annual Review of Anthropology, 20*(1), 469–504.

การพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายภายในองค์กรเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในชั้นเรียนของนิสิตเทคนิคการแพทย์

พิมพร ไชยวรรณ์[1*]

Development of In-House Simple Plasma Extractor for Supportive the Classroom Learning of Medical Technology Students

Pimporn Chaiwan[1*]

[1] School of Allied Health Sciences, University of Phayao, Phayao, 56000

*Corresponding author: pimporn.ch@up.ac.th

Received: April 6, 2024; Revised: August 22, 2024; Accepted: August 29, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายให้แก่นิสิตเทคนิคการแพทย์ภายในสาขาวิชา และเพื่อประเมินผลการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาในการส่งเสริมการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนภาคปฏิบัติการรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 ของนิสิตสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ โดยกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คือ นิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 95 คน และเก็บข้อมูลการประเมินผลโดยใช้เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมา รวมถึงแบบประเมินความพึงพอใจต่อนวัตกรรมสื่อการเรียนในด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมา และด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อการเรียน โดยก่อนที่จะมีการใช้งานแบบสอบถามดังกล่าวได้รับการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำไปเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงเปรียบเทียบผลการประเมินความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการใช้งานของนิสิตด้วยสถิติ paired sample t-test ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการใช้เครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายในการเรียนปฏิบัติการ คะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมาอยู่ที่ระดับมาก (4.46±0.61) และคะแนนเฉลี่ยด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียนอยู่ที่ระดับมากที่สุด (4.64±0.54) ซึ่งพบความแตกต่างไปจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนทั้ง 2 ด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าเครื่องบีบแยกพลาสมาที่พัฒนาขึ้นภายในองค์กรสามารถส่งเสริมความพึงพอใจและการเรียนรู้ของนิสิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครื่องบีบแยกพลาสมา, ส่วนประกอบของเลือด, เทคนิคการแพทย์, การเรียนรู้, ชั้นเรียน, นวัตกรรม

[1] คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

The present study aims to develop in-house simple plasma extractor for students in the department of medical technology and to evaluate effect of in-house simple plasma extractor on the supportive learning and satisfaction in a laboratory classroom of transfusion science1 of medical technology students. The participants in this study included 95 of the third year students of medical technology department, registered in the course of transfusion science1 in the first semester of academic year 2023. The research tools for data collection in this study consisted of a satisfaction assessment form regarding the development of in-house plasma extractor and a satisfaction assessment form regarding the quality of simple plasma extractor and in-house innovation for improvement of classroom learning in the students. After quality examination by the experts, the research tools were applied to collected and analyze the data. The results of this study were reported as mean and standard deviation. Moreover, the comparison of student's satisfaction between before and after the laboratory learning was statistically analyzed by using paired sample t-test. The data exhibited that the average score in a section of simple plasma extractor quality was the high level (4.46±0.61) and the average score in a section of innovation quality to support learning was the highest level (4.64±0.54) after applying innovation of plasma extractor in the classroom. These average score also was found to more than average score of prior using plasma extractor in the classroom with significantly different level ($p<0.05$). Accordingly, the in-house simple plasma extractor prepared in the classroom of transfusion science1 could improve efficiently the satisfaction and learning of the students.

Keywords: Plasma extractor, Blood component, Medical technology, Learning, Classroom, Innovation

บทนำ

การเรียนหัวข้อการเตรียมและแยกส่วนประกอบของเลือดเป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 ซึ่งการเรียนการสอนหัวข้อดังกล่าวในส่วนการเรียนปฏิบัติการจะเป็นในรูปแบบการชมวิดีทัศน์สาธิตพร้อมอธิบายขั้นตอนกระบวนการตามวิดีทัศน์สาธิต ซึ่งผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริงอาจไม่เข้าใจถึงขั้นตอนและเทคนิคเฉพาะเท่ากับการลงมือปฏิบัติ เพราะการเรียนเทคนิคการแพทย์นั้นจำเป็นต้องฝึกฝนและปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญด้านเทคนิคเฉพาะทางวิชาชีพ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเรียนปฏิบัติการในหัวข้อดังกล่าวยังขาดอุปกรณ์ที่จำเป็นในการฝึกปฏิบัติด้วยข้อจำกัดหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และงบประมาณ เป็นต้น

การเตรียมส่วนประกอบเลือดโดยวิธีการปกติทั่วไป (conventional method) เตรียมโดยอาศัยการปั่นแยกในเครื่องปั่นควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuged) ด้วยแรงปั่นเหวี่ยงทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเลือดแยกออกเป็นชั้น ๆ ตามความหนาแน่น แบ่งได้ 3 ชั้น คือ เม็ดเลือดแดง (RBCs) มีความหนาแน่นมากที่สุดจะตกอยู่ส่วนล่างสุดของถุง ต่อมาเป็นชั้นของเม็ดเลือดขาว (leukocyte หรือ buffy coat) เป็นชั้นบาง ๆ อยู่ตรงกลาง และชั้นพลาสมา (plasma) อยู่ด้านบนสุด การแยกส่วนประกอบเลือดออกเป็นส่วน ๆ ต้องใช้แรงบีบจากเครื่องบีบแยกพลาสมา (plasma extractor) (คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต, 2564) เพื่อแยกส่วนประกอบเลือดออกเป็นส่วน ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากขาดเครื่องมือนี้แล้วต้องบีบแยกด้วยมือซึ่งต้องใช้แรงบีบที่มากอาจทำให้เม็ดเลือดแดงฟุ้งกระจายขึ้นไปผสมกับพลาสมา ส่วนประกอบที่แยกได้ก็ไม่มีประสิทธิภาพ เครื่องบีบแยกพลาสมาอาจจะเป็นเครื่องมืออย่างง่ายแต่ก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง หากขาดสิ่งนี้แล้วก็อาจทำให้กระบวนการอื่นหลังจากนี้ไม่มีประสิทธิภาพได้

เครื่องบีบแยกพลาสมาเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในขั้นตอนการเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือด มีลักษณะเป็นแท่นสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 29 เซนติเมตร ประกอบด้วย ตัวเครื่องทำจากเหล็กหรือแสตนเลส แท่นบีบ ทำจากแผ่นอะคริลิก บานพับ สปริง และก้านเหล็กสำหรับล็อกแท่นบีบ โดยการทำงานของเครื่องบีบแยกพลาสมาจะอาศัยการทำงานของบานพับและสปริงในการบีบเพื่อปรับแรงดันกับถุงเลือดครบส่วนหลังปั่นแยก โดยหักปล้องเปิดสายถุงให้ส่วนประกอบของเลือดด้านบนไหลถ่ายโอนไปยังถุงพ่วงที่เชื่อมติดกัน โดยมีแผ่นพลาสติกหรือแผ่นอะคลีลิกควบคุมแรงดันในการบีบแยก (สุรเชษฎ์ อ่อนเส็ง และ เจนจิรา อินสว่าง, 2563) อย่างไรก็ตาม เครื่องบีบแยกพลาสมานี้ยังคงเป็นเครื่องมือที่ไม่มีใช้ในการเรียนปฏิบัติการของนิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ดังนั้น จากปัญหาดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะประดิษฐ์เครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเองขึ้น ซึ่งถือเป็นหนึ่งในการสร้างนวัตกรรมสื่อการสอนเพื่อใช้ในการเรียนรู้ภาคปฏิบัติการของนิสิตเทคนิคการแพทย์ เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นิสิตผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เกิดกระบวนการเรียนรู้ มีความสุขกับการเรียน สามารถเห็นภาพและเข้าใจกระบวนการแยกส่วนประกอบของเลือดตามบริบทของสถานการณ์ที่เป็นจริง ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ไปทีละขั้นตอนเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก จนนำไปสู่การสงสัย ซักถาม และหาคำตอบได้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริง รวมถึงทำให้นิสิตผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานและเทคนิคที่ได้จากการปฏิบัติจริงในชั้นเรียน เมื่อผู้เรียนออกไปฝึกปฏิบัติงานนอกห้องเรียนก็จะสามารถต่อยอดความรู้และนำไปปรับใช้กับการทำงานในวิชาชีพในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียน
2. เพื่อเก็บข้อมูลการประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนของนิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริวรรต สมนึก (2558) ได้ศึกษาการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อวีดีทัศน์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว”โดยใช้เครื่องมือ คือ แบบสอบถาม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สื่อวีดิทัศน์ เปรียบเทียบวิธีการสอน 2 แบบ คือ วิธีการสอนแบบปกติและแบบใช้วีดิทัศน์เป็นหลัก ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยสื่อวีดิทัศน์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 มีระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการสอนโดยใช้สื่อวีดีทัศน์เป็นหลักอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.79

อุเทน หินอ่อน (2564) ได้ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 659 คน ที่มีต่อการจัดสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ของคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือด้านห้องปฏิบัติการ (4.03±0.85) รองลงมา คือด้านห้องสมุด (4.02±0.80) ด้านห้องเรียน (4.00±0.82) และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (3.74±1.02) ตามลำดับ โดยความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก (3.97±0.86)

สิริมา วงษ์พล และ พัชรียา อัมพุธ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการขอใช้เครื่องมือปฏิบัติการด้วยระบบสแกนคิวอาร์โค้ดของนิสิตแพทย์แผนจีน มหาวิทยาลัยพะเยา จากผลการศึกษาพบว่า ผลการประเมินคุณภาพด้านรูปแบบระบบแสดงข้อมูล ชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ จำนวนที่ยืม-คืน จำนวนคงเหลือ ชื่อสกุลผู้ยืม-คืน วันที่ยืม-คืน อยู่ในเกณฑ์มาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (4.20±0.66) ผลการประเมินคุณภาพแบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการขอใช้เครื่องมือปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์มาก มีคะแนนรวมเฉลี่ย (3.37±0.23) และผลการประเมินแบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการใช้งานระบบการขอใช้เครื่องมือปฏิบัติการ จากนิสิตแพทย์แผนจีน มหาวิทยาลัยพะเยา อยู่ในเกณฑ์มาก มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมากคือ (4.45±0.49)

สุวิมล นุยงค์ภักดิ์ (2539) ได้ศึกษาระบบออพทิ (opti-system) เป็นวิธีกึ่งอัตโนมัติสำหรับการเตรียมส่วนประกอบของเลือด ระบบนี้ประกอบด้วยถุงบรรจุเลือดระบบใหม่ ทำการแยกส่วนประกอบของเลือดโดยปั่นเลือดครบส่วนที่เจาะใส่ในถุงบรรจุเลือดระบบใหม่แล้วนำมาบีบแยกโดยเครื่องบีบแยกอัตโนมัติภายใต้การควบคุมของโฟโทเซลล์ (photocell) ได้ทำการศึกษาหาความเร็วและเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการปั่นสำหรับระบบออพทิ พบว่าที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 12 นาที ในเม็ดเลือดแดงมีการปนเปื้อนของเม็ดเลือดขาวน้อยที่สุด และการสกัดเม็ดเลือดขาวออกก็มีร้อยละสูงที่สุด การสกัดเม็ดเลือดขาวออกคิดเป็นร้อยละ (77.74±5.52) การสกัดเกล็ดเลือดออกคิดเป็นร้อยละ (92.62±3.23) และการกลับคืนของเม็ดเลือดแดงคิดเป็นร้อยละ (82.47±2.01) การเก็บค่า pH อยู่ในระดับที่ดี คือสูงกว่า 6.0 โดยสรุป ระบบออฟทิมีส่วนช่วยเหลือในการเตรียมส่วนประกอบของเลือดให้มีคุณภาพดี ประหยัดแรงงานและเวลา

วัฒนา ศิลาไสล (2560) ได้ศึกษาการประเมินผลเครื่องเขย่าผสมเลือดในถุงบรรจุเลือดบริจาคที่ผลิตขึ้นเองเพื่อใช้ในงานรับบริจาคโลหิต ผลการศึกษาพบว่าเครื่องที่มีการเขย่าโดยยกปลายกล่องขึ้น 15 องศา และเอียงลง 10 องศา ในอัตราเร็วประมาณ 20 รอบ/นาที ทดสอบกับถุงบรรจุเลือดขนาด 350 และ 450 มิลลิลิตร อย่างละ 100 ถุง พบว่าปริมาตรเลือดอยู่ในช่วงยอมรับได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย สีของพลาสมาไม่พบการแตกทำลายของเม็ดเลือดแดงและไม่พบก้อนลิ่มเลือดในถุงระหว่างการให้เลือดผู้ป่วย จากการคำนวณค่าใช้จ่ายพบว่าใช้งบประมาณเพียง 7,500 บาท ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายการจากซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศได้ถึง 15 เท่า จึงสรุปได้ว่าเครื่องเขย่าผสมเลือดและควบคุมปริมาตรเลือดในถุงสามารถนำไปใช้งานรับบริจาคโลหิตได้จริง สามารถเก็บโลหิตได้ตามมาตรฐานเกณฑ์กำหนด

สมมติฐานการวิจัย

1. การพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายสามารถนำมาบูรณาการในการเรียนการสอนปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียน ของนิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 อยู่ในระดับที่มากถึงมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

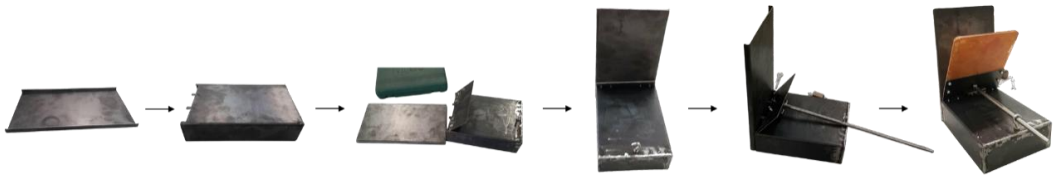
ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 หัวข้อการเรียนปฏิบัติการการเตรียมและแยกส่วนประกอบของเลือด มีนิสิตจำนวนทั้งหมด 95 คน มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนก่อนการเก็บข้อมูล

1. ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่าย ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง

2. จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับประกอบเครื่องบีบแยกพลาสมา ได้แก่ 1) แผ่นเหล็กหนา 2 มิลลิเมตร ขนาด 16x21 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น, ขนาด 16x29 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น, แผ่นเหล็ก ขนาด 6.5x21 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น, ขนาด 6.5x16 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น 2) แผ่นอะคริลิกหนา 5 มิลลิเมตร ขนาด 16x21 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น 3) บานพับ 1 ชุด 4) สปริง ขนาด 1.5 นิ้ว 1 อัน 5) ก้านเหล็กสแตนเลส เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ยาว 26 เซนติเมตร 6) ตะขอเหล็กยึดด้ามจับ ขนาด 1 นิ้ว 1 ตัว, ตะขอสำหรับคล้องถุงเลือด 2 ตัว

3. ประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการประกอบเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่าย

4. ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมาโดยเทียบกับเครื่องที่ใช้งานของโรงพยาบาล

5. ออกแบบแบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อใช้เก็บข้อมูลจากนิสิตแบบออนไลน์

6. นำแบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนไปตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item–Objective Congruence; IOC) (อารยา องค์เอี่ยม และคณะ, 2564) จากสูตร

$$\mathrm{IOC} = \frac{\Sigma R}{N} \qquad \textbf{(สมการที่ 1)}$$

โดย IOC = ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา

ΣR = ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ คะแนน 1+ เมื่อเนื้อหามีความสอดคล้อง คะแนน –1 เมื่อเนื้อหาไม่สอดคล้อง และคะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจ ซึ่งแบบทดสอบหรือข้อสอบจะต้องมีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในระดับดีและสามารถนำไปวัดผลได้

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

1. ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์โครงการในหัวข้อการเรียนปฏิบัติการเรื่องการเตรียมและแยกส่วนประกอบของเลือด และนำเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายมาประยุกต์ใช้ พร้อมเก็บข้อมูลโดยสอบถามความยินยอมตอบแบบประเมิน และเซ็นเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2. ผู้วิจัยให้นิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ทำแบบประเมินก่อนเรียนโดยใช้แบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยการสแกน QR code เพื่อตอบแบบสอบถามออนไลน์

3. นำเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายมาบูรณาการในการเรียนปฏิบัติการในหัวข้อการเตรียมและแยกส่วนประกอบของเลือด

4. ผู้วิจัยให้นิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ทำแบบประเมินหลังเรียนโดยใช้แบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยการสแกน QR code เพื่อตอบแบบสอบถามออนไลน์

ขั้นตอนหลังการทดลอง

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบผลการประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 95 คน โดยใช้วิธีการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง (Sample size–Taro Yamane) โดยสูตรในการคำนวน มีดังนี้

$$n = \frac{\mathrm{N}}{1+\mathrm{N}(e)^2} \qquad \textbf{(สมการที่ 2)}$$

โดย n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง (ค่าความเชื่อมั่น 95%)

ดังนั้น

$$n = \frac{95}{1+95(0.05)^2}$$

= 76.76 คน

= 77 คน

ซึ่งคิดคำนวณตามสัดส่วนประชากรและกลุ่มตัวอย่างต้องตอบแบบประเมินอย่างน้อย จำนวน 77 คน จากจำนวนทั้งหมด 95 คน (กำหนดให้สัดส่วนความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง 0.05 ระดับความเชื่อมั่น 95%)

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา เลขที่โครงการ UP–HEC 1.1/018/66

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาและความพึงพอใจต่อนวัตกรรมสื่อการเรียน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ 1) ด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมา 2) ด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อการเรียนในลักษณะของแบบสอบถาม Rating Scale โดยกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมิณเป็น 5 ระดับ (Likert's method) คือ คุณภาพมากที่สุด คุณภาพมาก คุณภาพปานกลาง คุณภาพพอใช้ และคุณภาพควรปรับปรุง ซึ่งมีเกณฑ์และค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้ (รัตนา ทรัพย์บำเรอ, 2559)

คะแนน 5 หมายถึง คุณภาพมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง คุณภาพมาก

คะแนน 3 หมายถึง คุณภาพปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง คุณภาพพอใช้

คะแนน 1 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการประเมินมีดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพพอใช้

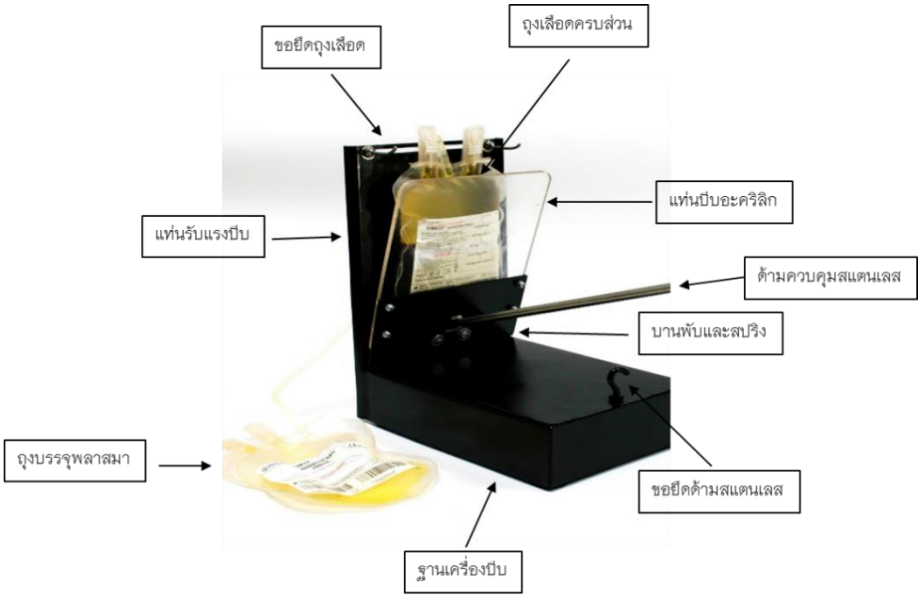
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรายงานข้อมูลผลการวิจัยเป็นค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงเปรียบเทียบผลประเมินระหว่างก่อนและหลังการใช้เครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายที่เตรียมขึ้นโดยนิสิตผู้เรียน ด้วยสถิติ paired sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ผลการศึกษา

1. ผลการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเอง (in-house) ขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ โดยเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในขั้นตอนการเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือด และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเอง จากส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อประโยชน์แก่อาจารย์ผู้สอนและผู้เรียน โดยมีลักษณะเป็นแท่นเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 29 เซนติเมตร ประกอบด้วยส่วนประกอบทั้งหมด 6 ส่วน ดังนี้ 1) ตัวเครื่องทำจากเหล็ก 2) แท่นบีบทำจากแผ่นอะคริลิก 3) บานพับ 4) สปริง 5) ก้านเหล็กสแตนเลสสำหรับควบคุมการทำงานแท่นบีบ และ 6) ขอเหล็กสำหรับยึดถุงเลือดและยึดก้านเหล็กสแตนเลส โดยการทำงานของเครื่องบีบแยกพลาสมาจะอาศัยการทำงานของบานพับและสปริงในการบีบเพื่อปรับแรงดันกับถุงเลือดครบส่วนหลังปั่นแยก โดยหักปล้องเปิดสายถุงให้ส่วนประกอบของเลือดด้านบนไหลถ่ายโอนไปยังถุงพ่วงที่เชื่อมติดกัน โดยมีแผ่นอะคริลิกควบคุมแรงดันในการบีบแยก ซึ่งภายหลังจากการแยกส่วนประกอบของเลือดจากเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายดังกล่าว สามารถแยกส่วนประกอบของเลือดได้ทั้งหมด 3 ส่วน คือ ชั้นเม็ดเลือดแดง ชั้นเม็ดเลือดขาว และชั้นพลาสมา ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่าย

2. ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเองเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียน จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแต่ละข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นข้อคำถามแต่ละข้อสามารถนำไปใช้ได้ โดยคำถามด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมา มีจำนวน 5 คำถาม ได้แก่ 1) ลักษณะโครงสร้างขนาดของเครื่องมีความสมดุลและเคลื่อนย้ายง่าย 2) วัสดุส่วนประกอบของเครื่องมีความคงทนแข็งแรง 3) ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสมกับถุงเลือด 4) เครื่องช่วยแยกพลาสมาและเม็ดเลือดแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพ 5) และเครื่องมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ซึ่งทั้ง 5 คำถามได้รับคะแนนผลการประเมิน IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน เท่ากับ 1 จึงแปลผลได้ว่าคำถามทั้ง 5 ข้อสามารถนำไปใช้ได้ และคำถามด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียนภายหลังการใช้งานของนิสิตผู้เรียน มีจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ 1) ช่วยให้เข้าใจกระบวนการการเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือด 2) ได้ฝึกทักษะเทคนิคการเตรียมส่วนประกอบเลือดจากการเรียนปฏิบัติการในสถานการณ์จริง 3) ช่วยเชื่อมโยงหลักการจากทฤษฎีสู่เทคนิคการลงมือปฏิบัติ 4) ช่วยให้มีทักษะความรู้และเทคนิคปฏิบัติก่อนออกไปฝึกปฏิบัติงานทางวิชาชีพ 5) เป็นเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ในหัวข้อการเรียนเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือดได้อย่างเหมาะสม จากผลการประเมิน IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน พบว่าทั้ง 5 คำถามได้รับคะแนนผลการประเมิน IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน เท่ากับ 1 จึงแปลผลได้ว่าคำถามทั้ง 5 ข้อสามารถนำไปใช้ได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเองเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียน

เนื้อหาที่พิจารณา	ระดับคะแนนที่ได้รับ			ΣR	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมา						
1. ลักษณะโครงสร้าง ขนาดของเครื่องมีความสมดุลและเคลื่อนย้ายง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. วัสดุ ส่วนประกอบ ของเครื่องมีความคงทนแข็งแรง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสมกับถุงเลือด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. ช่วยแยกพลาสมาและเม็ดเลือดแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียน						
1. ช่วยให้เข้าใจกระบวนการการเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. ได้ฝึกทักษะเทคนิคการเตรียมส่วนประกอบเลือดจากการเรียนปฏิบัติการในสถานการณ์จริง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. ช่วยเชื่อมโยงหลักการจากทฤษฎีสู่เทคนิคการลงมือปฏิบัติ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. ช่วยให้มีทักษะความรู้และเทคนิคปฏิบัติก่อนออกไปฝึกปฏิบัติงานทางวิชาชีพ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. เป็นเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ในหัวข้อการเรียนเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือดได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

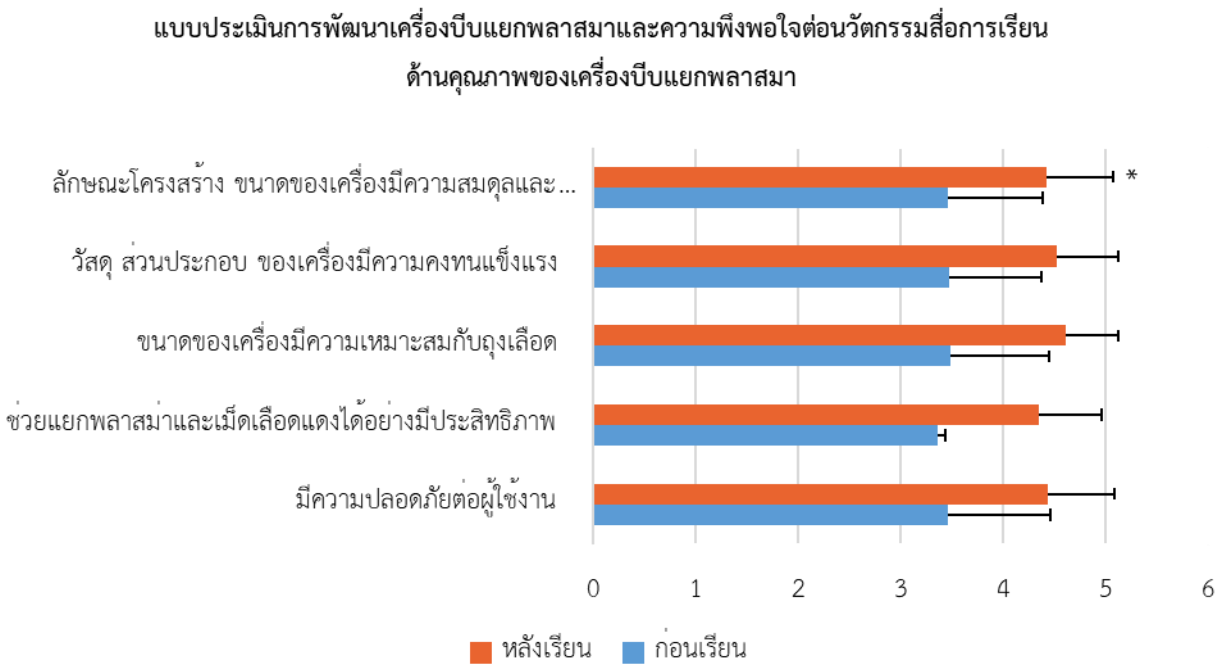
3. ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเองเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนภายหลังการใช้งานของนิสิต พบว่า ระดับคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพของเครื่องอยู่ในระดับมาก (4.46±0.60) และระดับคะแนนเฉลี่ยด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียนการสอนได้รับผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด (4.64±0.54) โดยในหัวข้อการประเมินทั้ง 5 คำถาม มีคะแนนประเมินเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลประเมินความพึงพอใจต่อการตอบแบบประเมินการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนภายหลังการใช้งานของนิสิต

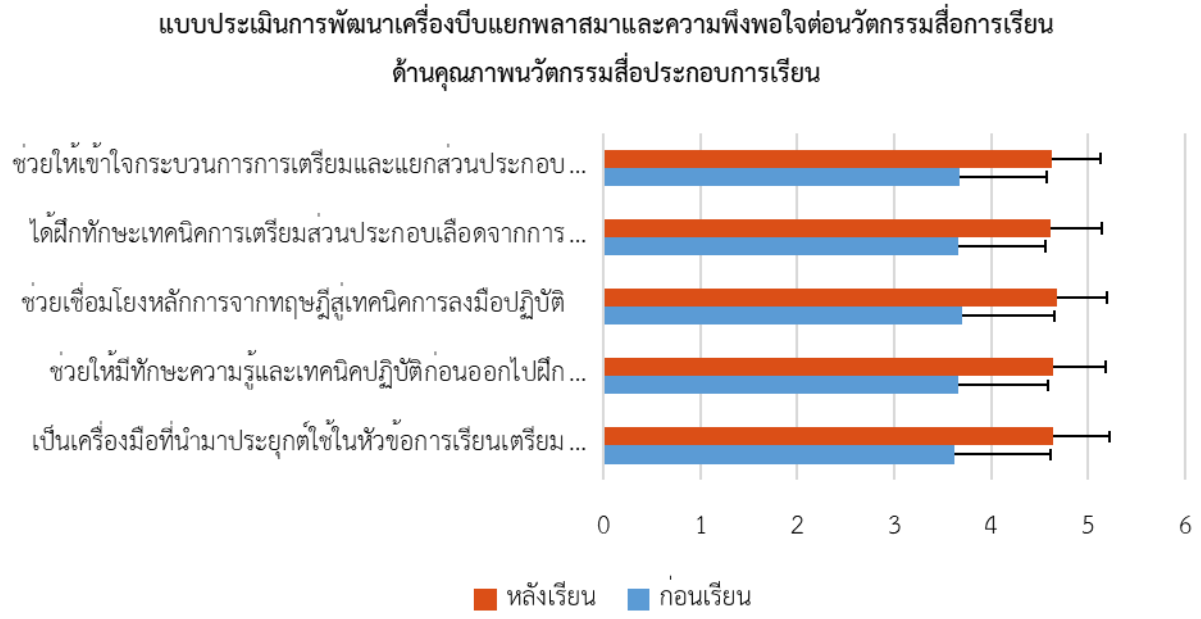
หัวข้อประเมิน	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
ด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมา		
1.ลักษณะโครงสร้าง ขนาดของเครื่องมีความสมดุลและเคลื่อนย้ายง่าย	4.43 ± 0.65	มาก
2.วัสดุ ส่วนประกอบ ของเครื่องมีความคงทนแข็งแรง	4.34 ± 0.62	มาก
3.ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสมกับถุงเลือด	4.61 ± 0.51	มากที่สุด
4.ช่วยแยกพลาสมาและเม็ดเลือดแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.52 ± 0.60	มากที่สุด
5.มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียน	4.42 ± 0.65	มาก
ผลประเมินเฉลี่ย	**4.46 ± 0.60**	**มาก**
ด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียน		
1. ช่วยให้เข้าใจกระบวนการการเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือด	4.63 ± 0.59	มากที่สุด
2. ได้ฝึกทักษะเทคนิคการเตรียมส่วนประกอบเลือดจากการเรียนปฏิบัติการในสถานการณ์จริง	4.63 ± 0.55	มากที่สุด
3.ช่วยเชื่อมโยงหลักการจากทฤษฎีสู่เทคนิคการลงมือปฏิบัติ	4.68 ± 0.51	มากที่สุด
4. ช่วยให้มีทักษะความรู้และเทคนิคปฏิบัติก่อนออกไปฝึกปฏิบัติงานทางวิชาชีพ	4.61 ± 0.53	มากที่สุด
5. เป็นเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ในหัวข้อการเรียนเตรียมและแยกส่วนประกอบเลือดได้อย่างเหมาะสม	4.62 ± 0.51	มากที่สุด
ผลประเมินเฉลี่ย	**4.64 ± 0.54**	**มากที่สุด**

4. ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการใช้เครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเองในการเรียนภาคปฏิบัติการ ซึ่งมีหัวข้อการเก็บข้อมูล 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมา และ 2) ด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยก่อนที่จะมีการเรียนปฏิบัติการโดยการใช้เครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายดังกล่าว จะให้นิสิตศึกษาขั้นตอนการแยกส่วนประกอบของเลือดและการใช้งานของเครื่องบีบแยกพลาสมาจากวีดีทัศน์ แนะนำเครื่องมือและส่วนประกอบต่าง ๆ ในช่วงต้นชั่วโมงปฏิบัติการ แล้วตอบแบบประเมินในแต่ละข้อคำถาม จากนั้นนิสิตเรียนปฏิบัติการโดยการใช้และฝึกปฏิบัติการแยกส่วนประกอบของเลือดด้วยเครื่องบีบแยกพลาสมาที่เตรียมขึ้น และในท้ายชั่วโมงเรียนปฏิบัติการหลังการใช้งานจะประเมินประสิทธิภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมาว่าสามารถแยกพลาสมาได้ปริมาตรเหมาะสมหรือไม่ คือ ต้องได้พลาสมามากกว่าหรือเท่ากับ 150 มิลลิลิตร โดยที่ไม่ทำให้เม็ดเลือดแดงฟุ้งกระจาย จากนั้นให้นิสิตตอบแบบประเมินในแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง ซึ่งการนำเครื่องบีบแยกพลาสมามาใช้บูรณาการในการเรียนการสอนปฏิบัติการสามารถส่งผลให้นิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 หัวข้อการเตรียมและแยกส่วนส่วนประกอบของเลือด มีความพึงพอใจในทั้ง 2 ด้าน ของ

เครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p<0.05) ดังแผนภูมิแท่งแสดงระดับผลประเมินมากน้อยในแต่ละข้อคำถาม ในรูปที่ 3–4 ตามลำดับ



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนิสิตในด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมาระหว่างก่อนและหลังการใช้เครื่องบีบแยกพลาสมาด้วยสถิติ paired sample t-test (*p<0.05)



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนิสิตในด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียนการสอนระหว่างก่อนและหลังการใช้เครื่องบีบแยกพลาสมาด้วยสถิติ paired sample t-test (*p<0.05)

สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเองขึ้นภายในสาขาวิชาเพื่อนำมาบูรณาการใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 หัวข้อการเรียนปฏิบัติการในการเตรียมและแยกส่วนประกอบของเลือดของนิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 โดยเครื่องบีบแยกพลาสมาจะมีลักษณะเป็นแท่นเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 29 เซนติเมตร เทียบเท่าขนาดจริงและเหมาะสมกับถุงบริจาคโลหิต ประกอบด้วยส่วนประกอบทั้งหมด 6 ส่วน ได้แก่ 1) ตัวเครื่องทำจากเหล็ก 2) แท่นบีบทำจากแผ่นอะคริลิก 3) บานพับ 4) สปริง 5) ก้านเหล็กสแตนเลสสำหรับควบคุมการทำงานแท่นบีบ และ 6) ขอเหล็กสำหรับยึดถุงเลือดและยึดก้านเหล็กสแตนเลส โดยการทำงานของเครื่องบีบแยกพลาสมาจะอาศัยการทำงานของบานพับและสปริงในการบีบเพื่อปรับแรงดันกับถุงเลือดครบส่วนหลังปั่นแยก โดยหักปล้องเปิดสายถุงให้ส่วนประกอบของเลือดด้านบนไหลถ่ายโอนไปยังถุงพ่วงที่เชื่อมติดกัน โดยมีแผ่นพลาสติกหรือแผ่นอะคริลิกควบคุมแรงดันในการบีบแยก (สุรเชษฎ์ อ่อนเส็ง เจนจิรา อินสว่าง, 2563) เมื่อนำมาบูรณาการให้นิสิตใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการ พบว่า นิสิตมีความสนใจกระตือรือร้นในการเรียน มีความสุขกับการเรียน และเห็นภาพในกระบวนการเตรียมและแยกส่วนประกอบของเลือดในขั้นพื้นฐานมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจมากต่อการให้บริการด้านความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ การสอนใช้งานเครื่องมือ การเอาใจใส่ต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา และการให้บริการของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการระหว่างการทำปฏิบัติการ (ปาริดา จันทร์สว่าง, 2564) และในการศึกษานี้มีการออกแบบการประเมินผลการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายเพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนของนิสิตประกอบด้วยประเด็นหลัก 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมา และ 2) ด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียน โดยแต่ละด้านมีข้อคำถามย่อยด้านละ 5 ข้อ จากนั้นนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินค่าความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมิน จำนวน 3 ท่าน และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลการประเมินความสอดคล้องของแต่ละข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าแบบประเมินสามารถนำมาใช้เก็บข้อมูลได้ จากนั้นผู้วิจัยนำแบบประเมินไปใช้เพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายในชั้นเรียน โดยจะเก็บข้อมูลทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้เครื่องบีบแยก พลาสมาในการเรียนปฏิบัติการ ได้ผลการทดลอง ดังนี้ 1) คะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมาก่อนเรียนอยู่ที่ระดับปานกลาง (3.45±0.91) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ระดับมาก (4.46±0.61) 2) คะแนนเฉลี่ยด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพนวัตกรรมสื่อประกอบการเรียนก่อนเรียนอยู่ที่ระดับมาก (3.66±0.94) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ระดับมากที่สุด (4.64±0.54) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในแนวทางการพัฒนาสื่อวีดีทัศน์ต่อการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร พบว่า นักศึกษาเห็นด้วยต่อการจัดทำสื่อวีดีทัศน์ก่อนการเรียนการสอนปฏิบัติการและคาดว่าจะมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนปฏิบัติการมากยิ่งขึ้น (ปาริดา จันทร์สว่าง, 2564) และผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางภูมิศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาภูมิศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด (อานันท์ เจริญสุข, 2564) และผลการศึกษาเกี่ยวกับการนำสื่อวีดิทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการ พบว่า ทักษะปฏิบัติหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน (จิตราภรณ์ ช่างกริส, 2559)

จากการวิจัยและอภิปรายผล จึงสรุปได้ว่า นิสิตเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต 1 หัวข้อการเรียนปฏิบัติการการเตรียมและแยกส่วนประกอบของเลือด มีความสนใจในการเรียนปฏิบัติการมากขึ้นเนื่องจากได้ลงมือทำปฏิบัติการจริงซึ่งนิสิตได้เห็นภาพและได้ฝึกทักษะในการแยกส่วนประกอบของเลือด โดยพิจารณาจากผลการคะแนนประเมินเฉลี่ยทั้งด้านคุณภาพของเครื่องบีบแยกพลาสมาและด้านคุณภาพ

นวัตกรรมสื่อประกอบการเรียนการนิสิตที่นิสิตประเมินหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดจนนิสิตสามารถนำทักษะความรู้ดังกล่าวไปพัฒนาต่อยอดในอนาคตในการฝึกงานวิชาชีพในสถานการณ์จริงและการประกอบอาชีพต่อไปในอนาคตได้ ซึ่งการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเอง มีข้อดี คือ 1) เป็นเครื่องมือที่เราประกอบขึ้นเอง 2) ประหยัดต้นทุนในการสั่งซื้อเครื่องจากบริษัทเอกชน 3) ช่วยให้นิสิตมีอุปกรณ์ในการเรียนปฏิบัติการ สามารถใช้งานได้จริง แต่ทั้งนี้ก็ยังมีข้อจำกัด คือ เนื่องจากเป็นเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายในขณะที่มีการบีบแยกพลาสมาจึงต้องคอยเฝ้าหรือสังเกตปริมาตรของพลาสมาเป็นระยะ ๆ เพื่อไม่ให้บีบเม็ดเลือดแดงปะปนไปกับพลาสมาที่แยก ซึ่งปริมาตรพลาสมาที่แยกออกมาต้องมีปริมาตรมากกว่าหรือเท่ากับ 150 มิลลิลิตร และเครื่องสามารถบีบแยกพลาสมาได้ทีละ 1 ถุง อาจต้องใช้เวลานานในกรณีที่ต้องการแยกพลาสมาจำนวนหลาย ๆ ถุง โดยตัวชี้วัดในครั้งนี้ คือ 1) ต้องการลดงบประมาณในการขอเสนอจัดซื้อครุภัณฑ์ 2) ได้เครื่องบีบแยกพลาสมาที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับที่มีขายตามบริษัท ทั้งนี้นิสิตยังมีความคิดเห็นเพิ่มเติมในความต้องการให้มีการพัฒนานวัตกรรมอย่างง่ายอื่น ๆ ที่ยังขาดแคลนหรือมีจำนวนไม่เพียงพอสำหรับการเรียนปฏิบัติการให้มีจำนวนที่เพียงพอต่อจำนวนนิสิต ให้ได้ฝึกปฏิบัติการในทุกคน รวมทั้งในการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายด้วยตัวเองขึ้นเพื่อใช้ในภายในองค์กรดังกล่าวนี้ยังเป็นการช่วยประหยัดงบประมานในสั่งซื้อครุภัณฑ์หรือเครื่องมือในห้องปฏิบัติการได้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการพัฒนาเครื่องบีบแยกพลาสมาอย่างง่ายในการเรียนภาคปฏิบัติการควรมีเครื่องบีบแยกพลาสมาให้ครบตามจำนวนการแบ่งกลุ่มเรียนปฏิบัติการเพื่อที่นิสิตจะได้ลงมือทำปฏิบัติการที่มากขึ้นครบทุกคน

2. ควรมีการพัฒนาสื่อการเรียนปฏิบัติการที่สามารถนำมาใช้ได้กับหลาย ๆ หัวข้อการเรียนปฏิบัติการ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นกับการเรียน ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นและนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นตามไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาพร ขำจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำตลอดในการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ชั้นปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมินในการเก็บข้อมูลการทำวิจัย จนส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กัมปนาท คำสุข. (2566). ผลการเรียนรู้แบบผสมผสานในรายวิชาสรีรวิทยาของมนุษย์ สำหรับนักศึกษาคณะสหเวชศาสตร์. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย, 7*(2), 376–386.

วัฒนา ศิลาไชย. (2560). การประเมินผลเครื่องเขย่าถุงเลือดในถุงบรรจุเลือดบริจาคที่ผลิตขึ้นเองเพื่อใช้ในงานรับบริจาคโลหิต. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต, 27*(4), 389–396.

รัตนา ทรัพย์บำเรอ. (2559). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสาธารณสุข*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

อารยา องค์เอี่ยม และพงศ์ธารา วิจิตเวชไพศาล. (2564). การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ, *วิสัญญีสาร, 44*(1), 36–42.

จินดา รุ่งโรจน์ศรี. (2548). ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการให้บริการของห้องปฏิบัติการเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตภูเก็ต. *รายงานวิจัยสถาบัน*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตภูเก็ต, 62.

จิตราภรณ์ ชั่งกริส และนพดล พรามณี. (2559). การพัฒนาสื่อวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ตามแนวคิด Flipped Classroom เรื่อง การตรวจร่างกายรายวิชาประเมินสุขภาพ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอัสเทิร์นเอเชีย, 7*(3), 83–93.

ปริวรรต สมนึก. (2558). การพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อวีดีทัศน์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว”. *วารสารท่องเที่ยวไทยนานาชาติ, 11*(1), 11–15.

ปาริดา จันทร์สว่าง. (2564). การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิชาการ ปขมท , 10*(3), 74–82.

พิไลพร จงรวมกลาง และสิทธิพร สุวรรณมิตร. (2564). *คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต แขนงวิชาภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิกและวิทยาศาสตร์การบริการโลหิต คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา*, 10–20.

พินทุสร ปัสนะจะโน, ตะวัน ขุนอาสา, ธนา จันทร์อบ และราเมศวร์ พร้อมชินสมบัติ. (2560). การใช้รหัสคิวอาร์โค้ดบนระบบปฏิบัติการบนมือถือเพื่อการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9*(1), 88–97.

วีระยุทธ พรพจน์ธนมาศ. (2565). การศึกษาเปรียบเทียบการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยด้วยเทคนิค IOC, CVR และ CVI. *วารสารรังสิตสารสนเทศ, 28*(1), 169–192.

ศุภกฤต พริ้วไธสง. (2561). การสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้วิชาการประยุกต์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, 12*(27), 79–84.

สิริมา วงษ์พล และ พัชรียา อัมพุธ. (2565). การพัฒนาระบบการขอใช้เครื่องมือปฏิบัติการด้วยระบบสแกนคิวอาร์โค้ดของนิสิตแพทย์แผนจีน มหาวิทยาลัยพะเยา. *Mahidol R2R e-Journal, 9*(2), 46–58.

สุวิมล นุยงค์ภักดิ์. (2539). การเตรียมส่วนประกอบของเลือดโดยใช้ระบบออพทิ. *ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.* มหาวิทยาลัยมหิดล. บัณฑิตวิทยาลัย, สืบค้นจาก http://thaithesis.org/detail.php?id=41962

สุรเชษฎ์ อ่อนเส็ง และ เจนจิรา อินสว่าง. (2563). Preparation of whole blood derived platelet component. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต. 30*(4), 381–382.

สุรพงษ์ คงสัตย์ และธีรชาติ ธรรมวงค์. (25 พฤศจิกายน 2558). การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC). *บทความวิชาการ.* มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตนครราชสีมา. สืบค้นจาก https://www.mcu.ac.th/article/detail/14329.

อานันท์ เจริญสุข. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางภูมิศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาภูมิศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย, 7*(4), 1301–1314.

อุเทน หินอ่อน. (2564). ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. *Mahidol R2R e-Journal, 8*(2), 147–158.

อโรชา ทองลาว, พัลลภ สุวรรณฤกษ์, สมเกียรติ ไทยปรีชา และศศิน เทียนดี. (2564). การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ต่อการจัดการเรียนการสอนรูปแบบออนไลน์ ประจำภาคต้น ปีการศึกษา 2563. *วารสารศิลปศาสตร์และอุตสาหกรรมบริการ, 4*(2), 617–632.

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กรณีศึกษา โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม จังหวัดลำพูน

เกษศินี กุยวารี[1], ธัญญารัตน์ คำบุญเรือง[1] และ ธิดาภัทร อนุชาญ[1*]

Developing a Web Application for Botanical Data Storage Using Augmented Reality Technology: A Case Study of Namdibwittayakom School, Lamphun Province

Ketsinee Kooywaree[1], Tanyarat Kambunrueng[1] and Thidapath Anucharn[1*]

[1] Department of Information Technology, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[*] Corresponding author: thidapath.an@up.ac.th

Received: July 19, 2024; Revised: September 4, 2024; Accepted: September 11, 2024

บทคัดย่อ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กรณีศึกษา โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม จังหวัดลำพูน ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ จำนวน 62 พรรณไม้ของโรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม ได้นำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเข้ามานำเสนอสื่อการเรียนรู้เรื่องพรรณไม้ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น โดยมีการทำงานหลัก คือ การค้นหาข้อมูลพรรณไม้โดยการพิมพ์คำสำคัญ เช่น รหัสพรรณไม้ ชื่อพรรณไม้ สรรพคุณ และการสืบค้นโดยคิวอาร์โค้ดด้วยสมาร์ทโฟนสำหรับชมข้อมูลภาพแบบจำลองใน 3 มิติ ที่สามารถย่อขยายข้อมูลภาพ หรือหมุนวัตถุภาพได้ตามต้องการ พร้อมทั้งเสียงบรรยายภาษาไทย ในการพัฒนาระบบได้นำโปรแกรม Visual Studio Code โดยใช้ภาษา HTML, JavaScript, PHP, CSS และนำ Bootstrap, AngularJS มาใช้ในการพัฒนาระบบ นอกจากนี้ใช้โปรแกรม XAMPP สำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับทดสอบระบบ และ MySQL ในการสร้างฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ ในส่วนของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้นำโมเดลต้นไม้ 3 มิติ จากแพลตฟอร์ม Sketchfab มาทำการจัดวางและใส่ชุดคำสั่งบนแพลตฟอร์ม MyWebAR ให้ตัวโมเดล 3 มิติ สามารถทำงานและแสดงผลตามชุดคำสั่งได้ สำหรับการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในภาพรวมของระบบในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและจัดวาง และด้านการนำไปใช้ประโยชน์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39, 4.60 และ 4.66 ตามลำดับ สำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.66, 0.59 และ 0.54 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, สวนพฤกษศาสตร์

---

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

Developing a web application for botanical data storage using augmented reality technology, specifically for Namdibwittayakom School in Lamphun Province, was undertaken with the following objectives: 1) to design and develop a web application system for botanical data storage using augmented reality technology, and 2) to study user satisfaction with the web application system for botanical data storage using augmented reality technology. The application was developed to manage data for 62 plant species at Namdibwittayakom School, incorporating augmented reality technology to present learning materials about plants in a more engaging manner. The primary functions of the application include searching for plant information by entering keywords such as plant code, plant name, and properties, as well as retrieving information via QR codes with smartphones to view 3D model representations of the plants. Users can zoom in, zoom out, or rotate the 3D images as needed, accompanied by audio narration in Thai. The system was developed using Visual Studio Code with programming languages including HTML, JavaScript, PHP, and CSS, along with Bootstrap and AngularJS for the system's development. Additionally, XAMPP was used to simulate a computer as a server for system testing, and MySQL was utilized to create a database for storing plant data. For the augmented reality component, 3D tree models were sourced from the Sketchfab platform and integrated with command sets on the MyWebAR platform to enable functionality and display according to the specified commands. User satisfaction evaluation revealed that overall, users expressed a high level of satisfaction with the system, with an average score of 4.55 and a standard deviation of 0.59. When considering individual aspects, the average scores were 4.39 for content, 4.60 for design and layout, and 4.66 for usability, with standard deviations of 0.66, 0.59, and 0.54, respectively.

Keywords: Augmented reality technology, Plant genetic conservation project under the royal Initiative, Botanical garden

บทนำ

โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดลำพูน ได้เข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ, 2565ก) เนื่องจากโรงเรียนได้เล็งเห็นถึงความสำคัญที่จะให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พืชพรรณไม้ อีกทั้งสภาพแวดล้อมของโรงเรียนมีความพร้อมเช่นเดียวกัน จึงทำให้มีการอนุรักษ์พืชพรรณไม้และมีพืชพรรณไม้หลากหลายชนิดอยู่ภายในของโรงเรียน นอกจากนี้โรงเรียนยังมีรายวิชานักอนุรักษ์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพรรณไม้ต่าง ๆ ในโรงเรียนโดยให้ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับต้นไม้ที่นักเรียนสนใจ ทั้งนี้การค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับพรรณไม้ในโรงเรียนจะเป็นการอ่านจากป้ายที่ติดอยู่ตามต้นไม้นั้น ๆ บางต้นอาจมีการใช้สัญลักษณ์แทนข้อมูลแบบสองมิติ (Quick Response Code: QR Code) หรือ คิวอาร์โค้ด ที่ให้นักเรียนสแกน (Scan) เพื่อแปลงข้อมูลทางแสงของข้อมูลกระดาษไปเป็นข้อมูลดิจิทัลที่เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ และสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มเติม แต่ต้นไม้บางต้นไม่มีข้อมูลระบุไว้ทำให้นักเรียนต้องไปสืบค้นเอง ซึ่งอาจทำให้นักเรียนสืบค้นไม่ถูกต้องเพราะไม่มีความรู้เกี่ยวกับข้อมูลพรรณไม้มากพอ ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ซึ่งถูกนิยามขึ้นโดย Azuma (1997) ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่ง

ความเป็นจริงและโลกเสมือนเข้าไว้ด้วยกัน โดยจะเริ่มจากผู้ใช้ติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล เช่น สมาร์ทโฟน เมื่อเปิดแอปพลิเคชันแล้วโปรแกรมจะสั่งให้อุปกรณ์ดิจิทัลค้นหารูปภาพเป้าหมาย (Image Target) หรือมาร์คเกอร์ (Marker) ซึ่งเป็นรูปภาพที่ใช้อ้างอิงในฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้ส่องไปที่มาร์คเกอร์และโปรแกรมตรวจพบแล้วจะแสดงผลวัตถุดิจิทัลบนมาร์คเกอร์ ผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับวัตถุหรือเนื้อหาดิจิทัลที่ปรากฏขึ้นได้ ดังนั้นในงานวิจัยดังกล่าวจึงนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้เพื่อจะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถศึกษาค้นคว้าข้อมูลพรรณไม้ของโรงเรียนได้แบบถูกต้องและเพิ่มความน่าสนใจของเนื้อหาด้วยการแสดงผลเป็นภาพโมเดล 3 มิติ ที่ผู้ใช้สามารถย่อขยายข้อมูลภาพเพื่อปรับขนาดวัตถุหรือหมุนวัตถุภาพได้ตามต้องการ พร้อมทั้งเสียงบรรยายภาษาไทยในการอธิบายคุณลักษณะและสรรพคุณของพรรณไม้ ทั้งนี้ข้อมูลพรรณไม้จะมีอาจารย์ฝ่ายการงานอาชีพและเทคโนโลยี ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อมูลในฐานะผู้ดูแลระบบ

วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
2. ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ในการพัฒนาระบบ ส่วนการดำเนินการวิจัยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน (รูปที่ 1) ดังนี้

1. ศึกษาและรวบรวมเอกสารจากสำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ (2565ข) เกี่ยวกับข้อมูลพรรณไม้ที่มีในโรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม ลงพื้นที่เพื่อทำการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) เพื่อให้ได้ประเด็นที่ต้องการอย่างครบถ้วน เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามกับกลุ่มนักเรียนวิชานักอนุรักษ์โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคมและบุคคลที่เกี่ยวข้องกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน จากนั้นนำข้อมูลต่าง ๆ มาจัดเก็บในฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL นอกจากนี้ยังใช้โปรแกรม XAMPP สำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับการทดสอบระบบ

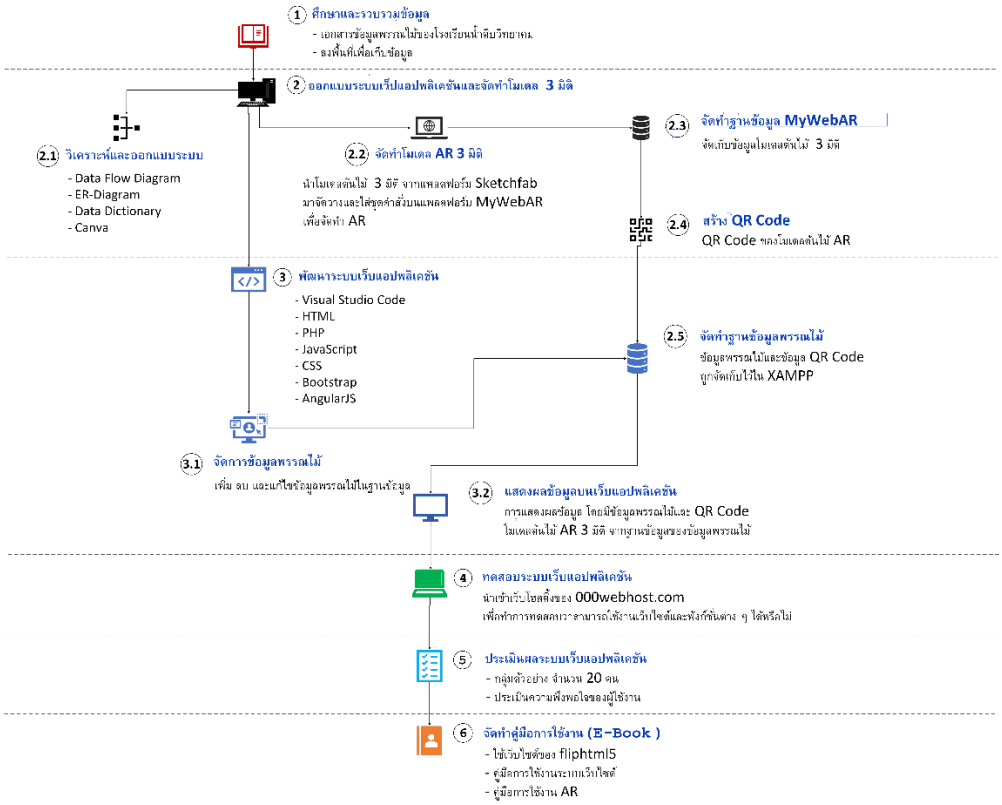
2. ออกแบบระบบเว็บแอปพลิเคชันและจัดทำโมเดล 3 มิติ ให้เหมาะสมต่อการใช้งานโดยคำนึงถึงผู้ใช้ที่เป็นนักเรียนและบุคลากรของโรงเรียนเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้งานง่าย รวดเร็ว ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและน่าสนใจ โดยนำ 1)แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD) เข้ามาช่วยในการออกแบบระบบโครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน 2) ER-Diagram อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูล 3) Data Dictionary พจนานุกรมแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในฐานข้อมูล และ 4) โปรแกรม Canva สำหรับออกแบบกราฟิกที่เกี่ยวข้องในระบบ ในส่วนของการทำโมเดล 3 มิติ ทำการอัปโหลดโมเดลต้นไม้ 3 มิติ จากแพลตฟอร์ม Sketchfab มาทำการจัดวางและใส่ชุดคำสั่งในแพลตฟอร์ม MyWebAR ให้ตัวโมเดลต้นไม้ 3 มิติและตัวการ์ตูนสามารถทำงานและแสดงผลตามชุดคำสั่งได้ การแสดงผลของ AR นั้น จะมีโมเดลต้นไม้ 3 มิติและตัวการ์ตูนที่ใส่เสียงบรรยายภาษาไทยประกอบและใส่รูปภาพส่วนประกอบต่าง ๆ ของพรรณไม้เข้าไปด้วย เมื่อจัดทำโมเดล 3 มิติเป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงทำการเผยแพร่ออกมาเป็นคิวอาร์โค้ดที่จะใช้ในการสแกนเพื่อดูโมเดลต้นไม้ 3 มิติ

3. พัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยโปรแกรม Visual Studio Code เพื่อเขียนชุดคำสั่งที่เฉพาะเจาะจงควบคุมการทำงานของฟังก์ชันต่าง ๆ บนระบบ โดยใช้ภาษา HTML, JavaScript, PHP, CSS และนำ Bootstrap, AngularJS มาใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

4. ทดสอบระบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดอัปโหลดเข้าสู่เว็บโฮสติ้ง (Web Hosting) ของ 000webhost.com ซึ่งเป็นรูปแบบการให้บริการสำหรับผู้ใช้อินเทอร์เน็ตที่มีความต้องการจะฝากเว็บไซต์ของตนเองไว้กับผู้ให้บริการเซิร์ฟเวอร์ (HSP: Hosting Service Provider) เพื่อให้เว็บไซต์นั้นออนไลน์อยู่บนโลกอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา

5. ประเมินผลความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนวิชานักอนุรักษ์โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม จำนวน 20 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากจำนวนประชากรทั้งหมด 83 คน (Yamane, 1967) โดยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: IOC) (Rovinelli and Hambleton, 1977) ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่คัดเลือกแบบเจาะจง สำหรับประเด็นที่ใช้ในการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและการจัดวางเนื้อหา และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวัดหรือประเมินความพึงพอใจจะใช้แบบสอบถามวัดทัศนคติตามวิธีของ Likert (1967) ส่วนเกณฑ์การพิจารณาระดับความพึงพอใจแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยตามน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยที่คำนวณได้ตามเกณฑ์ของ Best (1977)

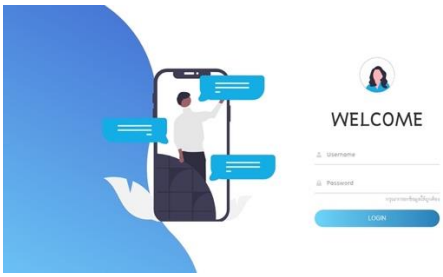
6. จัดทำคู่มือการใช้งานในรูปแบบของ E-Book โดยผู้วิจัยได้นำเว็บไซต์ของ FlipHTML5 มาใช้ในการจัดทำคู่มือการใช้งาน โดยจัดทำทั้งหมด 2 คู่มือ คือ คู่มือการใช้งานระบบเว็บไซต์ และคู่มือการใช้งาน AR



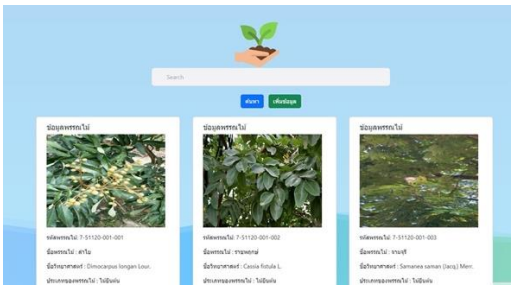
รูปที่ 1 ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

ผลการศึกษา

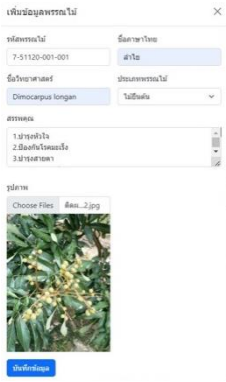
เว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ของโรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม มีจำนวน 62 พรรณไม้ ในมุมมองด้านผู้ดูแลระบบสามารถล็อกอิน (Login) เข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานในการเพิ่ม ลบ แก้ไข ในส่วนของรหัสพรรณไม้ ชื่อพรรณไม้ สรรพคุณ ประเภทพรรณไม้ และรูปภาพพรรณไม้ได้ (รูปที่ 2 – รูปที่ 6)



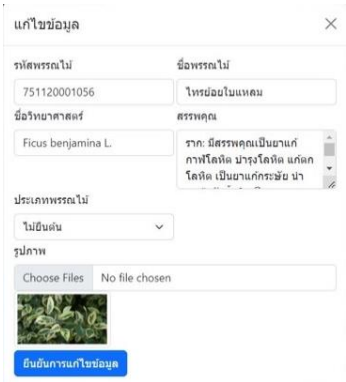
รูปที่ 2 หน้าจอการ log in ของผู้ดูแลระบบ



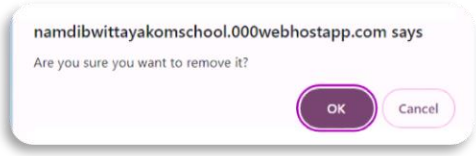
รูปที่ 3 หน้าจอการเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลพรรณไม้



รูปที่ 4 การเพิ่มข้อมูลพรรณไม้



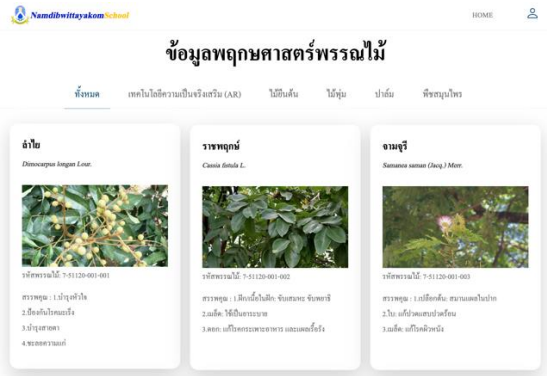
รูปที่ 5 การแก้ไขข้อมูลพรรณไม้



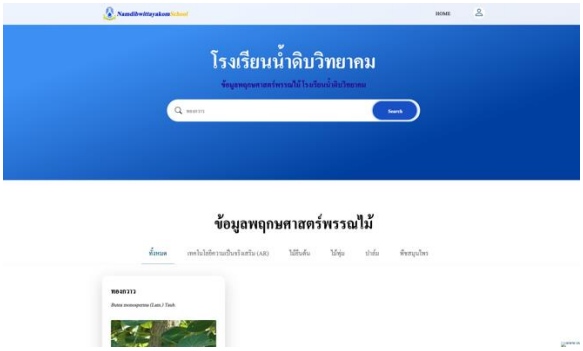
รูปที่ 6 การลบข้อมูลพรรณไม้

สำหรับมุมมองด้านผู้ใช้งานระบบ สามารถเข้าสู่ระบบได้โดยไม่ต้องล็อกอิน ซึ่งมีการทำงานหลัก คือ การค้นหาข้อมูลพรรณไม้โดยการพิมพ์คำสำคัญ เช่น รหัสพรรณไม้ ชื่อพรรณไม้ สรรพคุณ และการสืบค้นโดยคิวอาร์โค้ดด้วยสมาร์ทโฟนสำหรับชมข้อมูลภาพแบบจำลองใน 3 มิติ ที่สามารถย่อขยายข้อมูลภาพ หรือหมุนวัตถุภาพได้ตามต้องการ พร้อมทั้งเสียงบรรยายในภาษาไทย (รูปที่ 7 – รูปที่ 12)

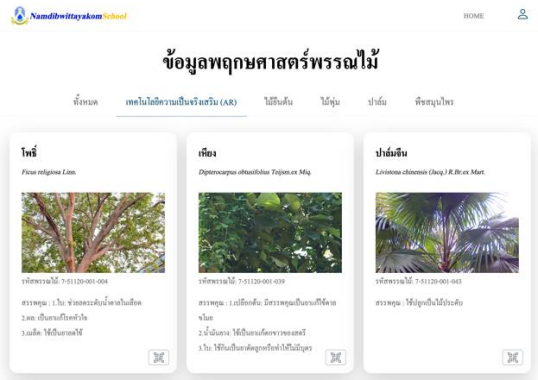
รูปที่ 7 หน้าจอหลักของเว็บไซต์



รูปที่ 8 หน้าจอแสดงข้อมูลพรรณไม้



รูปที่ 9 การค้นหาข้อมูลพรรณไม้



รูปที่ 10 การค้นหาส่วนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR)

รูปที่ 11 QR Code AR ของข้อมูลพรรณไม้

รูปที่ 12 การแสดงผลของ AR

ในส่วนการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.96 จึงสรุปได้ว่าแบบประเมินความพึงพอใจดังกล่าวมีความเหมาะสมสามารถนำไปประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบได้ ทั้งนี้รายละเอียดผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ จากจำนวนผู้ใช้ระบบ 20 คน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อการพัฒนาเว็บไซต์จัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กรณีศึกษา โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม จังหวัดลำพูน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ความน่าสนใจของการนำเสนอเนื้อหา	4.50	0.66	มากที่สุด
2. ข้อมูลภาพ 3 มิติ และเสียงมีความชัดเจน	3.90	0.80	มาก
3. ข้อความสื่อความหมายชัดเจน	4.67	0.54	มากที่สุด
4. การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว	4.50	0.66	มากที่สุด
ภาพรวมด้านเนื้อหา	**4.39**	**0.66**	**มาก**
ด้านการออกแบบและจัดวาง			
1. วิธีการนำเสนอข้อมูลใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน	4.69	0.50	มากที่สุด
2. การจัดวางองค์ประกอบหน้าจอมีความสวยงาม ได้สัดส่วน	4.60	0.56	มากที่สุด
3. ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล	4.47	0.71	มาก
4. สีสันในการออกแบบมีความเหมาะสม	4.62	0.59	มากที่สุด
ภาพรวมด้านการออกแบบและจัดวาง	**4.60**	**0.59**	**มากที่สุด**
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์			
1. ข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอดได้จริง	4.72	0.49	มากที่สุด
2. มีประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการและผู้มีส่วนได้เสีย	4.60	0.59	มากที่สุด
ภาพรวมด้านการนำไปใช้ประโยชน์	**4.66**	**0.54**	**มากที่สุด**
ภาพรวมทั้งหมด	**4.55**	**0.59**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและจัดวาง และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39, 4.60 และ 4.55 ตามลำดับ สำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.66, 0.59 และ 0.54ตามลำดับ สำหรับหัวข้อการประเมินที่ได้รับคะแนนมากที่สุดในแต่ละด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา ในประเด็นของข้อความสื่อความหมายชัดเจนมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ด้านการออกแบบและจัดวาง ประเด็นของวิธีการนำเสนอข้อมูลใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อนมีระดับความพึงพอใจระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ประเด็นของข้อมูลมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อยอดได้จริงมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 ตามลำดับ

สำหรับการพัฒนาระบบโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยส่วนใหญ่ในประเทศไทย พบว่า มีการจัดทำอยู่ในลักษณะของแอปพลิเคชันที่ต้องดาวน์โหลดและติดตั้งไว้บนสมาร์ทโฟนจึงจะสามารถใช้งานได้ เช่น วิจัยของเอกรัฐ วะราโภ และอรวรรณ แท่งทอง (2562); อภิวดี จิตเกษมภูรี, พิศประไพ สาระศาลิน และชัยพร พานิชรุทติวงศ์ (2562); วรลักษณ์ ศิริเจริญ, ธันยา นวลละออง และชุตินันท์ ปทีปะปานี (2564); ธิดาภัทร อนุชาญ

และพิษณุ อนุชาญ (2566); ภัทรณัฐสุดา จารุธีรพันธุ์ (2566) ซึ่งหากมีการอัปเดตระบบปฏิบัติการบนสมาร์ทโฟน ระบบที่พัฒนาไว้อาจจะไม่รองรับและไม่สามารถทำงานได้ในอนาคต หรือบางกรณีมีการกำหนดระบบปฏิบัติการขั้นต่ำไว้ หากอุปกรณ์ของผู้ใช้งานมีคุณภาพไม่สอดคล้องกับที่กำหนดไว้ อาจส่งผลให้ไม่สามารถติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงขนาดของหน่วยความจำและความเร็วของอุปกรณ์สมาร์ทโฟนด้วย เนื่องจากขนาดของไฟล์โมเดล 3 มิติค่อนข้างใหญ่ และอาจจะส่งผลในการแสดงผลของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช้าไปด้วย ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ จึงได้พัฒนาระบบให้อยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถแสดงผลในรูปแบบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ เพื่อรองรับการใช้งานของนักเรียนในโรงเรียนโดยไม่ขึ้นอยู่กับรุ่นของอุปกรณ์สมาร์ทโฟนอีกต่อไป

สรุปและอภิปรายผล

เว็บแอปพลิเคชันจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมถูกพัฒนามาจากการหาข้อมูลเกี่ยวกับพรรณไม้ในโรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม ซึ่งจะเป็นการอ่านข้อมูลจากป้ายที่ติดอยู่ตามต้นไม้ โดยบางต้นอาจมีคิวอาร์โค้ดให้สแกนเพื่อแสดงข้อมูลจากเว็บไซต์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ ซึ่งอาจจะมีเนื้อหาค่อนข้างเยอะ ทำให้ยากต่อการจดจำ หรือต้นไม้บางต้นไม่มีข้อมูลระบุไว้ทำให้นักเรียนต้องไปสืบค้นเอง ซึ่งอาจทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันนี้ขึ้นมาโดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code ร่วมกับภาษา HTML, JavaScript, PHP, CSS และยังนำ Bootstrap, AngularJS มาใช้เพื่อช่วยในการออกแบบและพัฒนาการทำงานของระบบ นอกจากนี้ใช้โปรแกรม XAMPP สำหรับจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับทดสอบระบบ และโปรแกรม MySQL ในการสร้างฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ โดยมีพรรณไม้ทั้งหมดของโรงเรียนจำนวน 62 พรรณไม้ ในส่วนของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้นำโมเดลจากแพลตฟอร์ม Sketchfab มาทำการจัดวางและใส่ชุดคำสั่งในแพลตฟอร์ม MyWebAR เพื่อให้ตัวโมเดลต้นไม้ 3 มิติและตัวการ์ตูนสามารถทำงานและแสดงผลตามชุดคำสั่งได้ ท้ายสุดสร้างคิวอาร์โค้ดสำหรับสแกนเพื่อดูสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สามารถย่อขยายข้อมูลภาพ หรือหมุนวัตถุภาพได้ตามต้องการ พร้อมทั้งเสียงบรรยายในภาษาไทย ซึ่งจะเห็นว่า เว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถเป็นสื่อที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลพรรณไม้ในโรงเรียนได้เป็นอย่างดี โดยผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน ทั้ง 3 ด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและจัดวาง และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39, 4.60 และ 4.55 ตามลำดับ สำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.66, 0.59 และ 0.54 ตามลำดับ ดังนั้น ภาพรวมของการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59

ข้อเสนอแนะ

1. การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 เป็นสื่อที่เสริมสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้และสร้างความน่าสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้สามารถเข้าใจและจดจำความรู้เกี่ยวกับข้อมูลพรรณไม้ในโรงเรียนได้ง่ายขึ้น

1.2 ระบบสามารถใช้งานได้ง่ายผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ต้องทำการดาวน์โหลดหรือติดตั้งโปรแกรมบนสมาร์ทโฟน

2. การทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาให้รองรับภาษาที่หลากหลาย โดยเฉพาะภาษาอังกฤษ เพื่อเพิ่มทักษะการเรียนรู้

2.2 การจัดทำโมเดล 3 มิติ ด้วยแพลตฟอร์ม MyWebAR รองรับแค่ไฟล์นามสกุล GLB, FBX และ DAE และขนาดไฟล์ไม่เกิน 10 MB เท่านั้น ดังนั้น ควรหาแพลตฟอร์มที่สามารถรองรับรูปแบบไฟล์โมเดลที่หลากหลายมากกว่านี้

เอกสารอ้างอิง

ธิดาภัทร อนุชาญ และ พิษณุ อนุชาญ. (2566). การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สถานที่ท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ตามรอยพระพุทธเจ้าหลวง (รัชกาลที่ ๕) ของจังหวัดสงขลา. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, *33*(3), 1–15.

ภัทรณัฐสุดา จารุธีรพันธุ์. (2566). การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสริม (AR) สำหรับการนำเสนอผลิตภัณฑ์ชุมชนไทดำ บ้านนาป่าหนาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย. *วารสารสารสนเทศศาสตร์*, *41*(1), 87–102.

วรลักษณ์ วงศ์โดยหวัง ศิริเจริญ, ธันยา นวลละออง และ ชุตินันท์ ปทีปะปานี. (2564). เทคนิคความจริงเสริมด้านสุขภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*, 9(1), 120–129.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ. (2565ก). *ตอบรับสมาชิก "สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน"*. สืบค้นจาก http://rspg.or.th/botanical_school/neo_sbg/sbg_subscribe_status/north/LPN/751120001_โรงเรียนน้ำดิบวิทยาคม.pdf.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ. (2565ข). *เอกสารเกี่ยวข้องกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.* สืบค้นจาก http://www.rspg.or.th/botanical_school/scb_document.htm.

อภิวดี จิตเกษมภูรี พิศประไพ สาระศาลิน และชัยพร พานิชรุทติวงศ์. (2562). เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการจัดแสดงเครื่องถ้วยไทย. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2562, วันที่ 26 เมษายน 2562* (น. 373–381). ปทุมธานี: สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต.

เอกรัฐ วะราโภ และ อรวรรณ แท่งทอง. (2562). สื่อการเรียนรู้ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) กรณีศึกษานักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, *5*(2), 77–83.

Azuma, R.T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *6*(4), 355–385.

Best, J.W. (1977). *Research in Education* (3rd ed). New Jersey: Prentice–Hall, Englewood Cliffs.

Likert, R. (1967). *The method of constructing and attitude scale, in attitude theory and measurement*. New York: Wiley & Son.

Rovinelli, R.J. and Hambleton, R.K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion–referenced test item validity. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, *2*(2), 49–60.

Yamane, T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis* (2nd ed). New York: Harper and Row.

การวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

พิมพ์ภัช ภู่ทอง ฤทธิ์เดช[1*], จามีกร มะลิซ้อน[1] และ สุรวัช หมู่เก็ม[1]

Analysis Agro-Tourism Routes by Geo-information Technology in Ban Khao, Ranod District, Songkhla Province

Pimpach Phuthong Ritdet[1*], Jameekorn Malisorn[1] and Surawat Moogem[1]

[1] Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla, 90000

*Corresponding author: pimpach.r@rmutsv.ac.th

Received: February 27, 2024; Revised: August 8, 2024; Accepted: September 23, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตรด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในพื้นที่ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อ สำรวจ จัดทำฐานข้อมูล และแผนที่แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร รวมถึงกำหนดและประเมินเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร วิธีการสำรวจ จัดเก็บ จัดทำฐานข้อมูล ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ และกระบวนการมีส่วนร่วม ด้วยการประชุมกลุ่มย่อย วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ กลุ่มผู้นำชุมชน ประชาชน กลุ่มวิสาหกิจ หน่วยงานรัฐ หน่วยงานท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า ตำบลบ้านขาวมีแหล่งท่องเที่ยวทั้งหมด 12 แห่ง มีแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร 4 แห่ง และแหล่งท่องเที่ยวประเภทอื่นอีก 8 แห่ง การกำหนดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงการเกษตรตำบลบ้านขาว ได้ 2 แบบ คือเส้นทางท่องเที่ยวแบบ 1 วัน และเส้นทางท่องเที่ยวแบบ 2 วัน 1 คืน

คำสำคัญ: การท่องเที่ยวเชิงเกษตร, เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, กระบวนการมีส่วนร่วม

Abstract

The research on "Analysis of Agro-Tourism Routes by Geospatial Technology in Ban Khao Subdistrict, Ranot District, Songkhla Province" aims to survey, create a database, and map agro-tourism sites, as well as to establish and evaluate agro-tourism routes. The methods involved surveying, data collection, database creation, application of geoinformation technology, and participatory processes through focus group meetings. The purposive sampling method was employed to select key community leaders, residents, enterprise groups, government agencies, and local organizations. The research findings reveal that Ban Khao Subdistrict has a total of 12 tourist sites, comprising 4 agro-tourism sites and 8 other types of tourist attractions. Two types of agro-tourism routes were identified: one day trip and a two-day trip.

Keywords: Agricultural tourism, Geoinformation technology, Geographic Information System, Participatory processes

---

[1] สาขาสถาปัตยกรรมและผังเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา 90000

บทนำ

สืบเนื่องจากวิกฤตโรคระบาดจากไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ หรือ โรคโควิด-19 ที่ระบาดไปทั่วโลก ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ทำให้ทั่วโลกได้รับผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโลก ส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2563 เศรษฐกิจโลกได้เข้าสู่ภาวะถดถอย ธนาคารแห่งประเทศไทยได้ปรับลดคาดการณ์จีดีพีประเทศไทยจากบวก 2.8% เป็น -5.3% และเศรษฐกิจของประเทศไทยได้รับผลกระทบรุนแรงโดยเฉพาะภาคการท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวจำนวนลดลงกว่า 90% (อริสรา เสยานนท์, 2653) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจมากแต่ก็มีความอ่อนไหวจากปัจจัยภายนอก จึงได้รับผลกระทบด้านลบอย่างมากจากการระบาดของโรคโควิด-19 อย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน ประกอบกับมาตรการปิดประเทศเพื่อรับมือกับการระบาดของโรคโควิด-19 ตามนโยบายของรัฐบาล ส่งผลกระทบด้านลบอย่างรุนแรงและยาวนานต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยวและเศรษฐกิจในภาพรวมของประเทศไทย (เทิดชาย ช่วยบำรุง, 2564; วสันต์ จันทร์ประสิทธิ์, 2566)

แนวทางการฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศไทยควรเน้นการส่งเสริมการท่องเที่ยวภายในประเทศและการท่องเที่ยวระยะใกล้ (วสันต์ จันทร์ประสิทธิ์, 2566) เพื่อการสร้างงาน สร้างรายได้ เสริมสภาพคล่อง กระตุ้นการบริโภคภาคประชาชนผ่านการเดินทางภายในประเทศ และสร้างรายได้จากฐานนักท่องเที่ยวต่างชาติศักยภาพสูง เพื่อการท่องเที่ยวที่ยั่งยืนควรเน้นส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวฐานราก เป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงคุณภาพ โดยมุ่งเน้นการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ การท่องเที่ยวร่วมกับการรักษา การท่องเที่ยวเชิงอาหาร และการท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยเฉพาะการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นหนึ่งในแผนการฟื้นฟูการท่องเที่ยวของประเทศไทย (สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2563; เทิดชาย ช่วยบำรุง, 2564)

จังหวัดสงขลามีการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตอบรับนโยบายของรัฐบาล โดยมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในจังหวัดสงขลาให้มีประสิทธิภาพ (สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์, 2563) ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญและมีชื่อเสียงในการทำนา ทำสวน ทำไร่ ปศุสัตว์ การทำเกษตรผสมผสาม ประมงในทะเลสาบสงขลา มีการเลี้ยงควายในทะเลสาบสงขลา หรือเรียกว่าควายน้ำ หรือควายท่องบ้านขาว มีการรวมกลุ่มของเกษตรกรเข้มแข็งเพื่อจำหน่ายสินค้า หรือแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร งานวิจัยฉบับนี้ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาการท่องเที่ยวฐานราก อย่างการท่องเที่ยวเชิงเกษตร จึงมุ่งเน้นการสำรวจแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยการประยุกตใชเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มาใช้ในการสำรวจแหล่งท่องเที่ยวตำบลบ้านขาว พร้อมทั้งเก็บบันทึกข้อมูลตำแหน่งและข้อมูลเชิงคุณลักษณะของแหล่งท่องเที่ยว ด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก สร้างฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว กำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ทำแผนที่แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร (ณรงค์ พลีรักษ์ และคณะ, 2556; วนิชญา ลางคุลเกษตริน และนาถนเรศ อาคาสุวรรณ, 2561; เพ็ญประไพ ภู่ทอง และคณะ, 2559)

วัตถุประสงค

1. เพื่อสำรวจ จัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา
2. เพื่อกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของพื้นที่ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ การท่องเที่ยวเชิงเกษตร ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการท่องเที่ยวตำบลบ้านขาว รายละเอียดดังต่อไปนี้

การท่องเที่ยวเชิงเกษตร

ประเทศไทยเริ่มเห็นความสำคัญของการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 โดยกรมส่งเสริมการเกษตร มีโครงการท่องเที่ยวเกษตรต้อนรับปีท่องเที่ยวไทย 2540–2542 ร่วมกับการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยโดยส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการท่องเที่ยวในพื้นที่การเกษตรเพื่อช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการว่างงานของคนในชนบทรวมทั้งเป็นการเพิ่มและกระจายรายได้ (นาฏสุดา เชมนะสิริ, 2555) การท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นการท่องเที่ยวที่เน้นการมีส่วนร่วมของนักท่องเที่ยว ในการดำเนินกิจกรรมก่อให้เกิดการเรียนรู้วิถีเกษตรของชาวชนบท ทั้งยังเป็นการอนุรักษ์ควบคู่ไปกับการท่องเที่ยวเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนและสภาพแวดล้อม เป็นการนำทรัพยากรการเกษตรและวัฒนธรรมการเกษตรมาเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยว โดยไม่เพียงแต่การสร้างความพึงพอใจให้แก่นักท่องเที่ยวแต่ยังสร้างรายได้ต่อชุมชนทางหนึ่ง และยังส่งเสริมให้เกษตรกรและชุมชนโดยเฉพาะคนรุ่นใหม่ให้เกิดความรัก ความภาคภูมิใจในวัฒนธรรม วิถีชีวิต และอาชีพของตนเอง อันจะส่งผลต่อการสืบทอดและอนุรักษ์อาชีพเกษตรกรรมในระยะยาว (ครรชิต มาระโภชน์ และ ทักษินาฏ สมบูรณ์, 2566; เทิดชาย ช่วยบำรุง, 2553)

สยุมภู อุนยะพันธ์ และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาบริบทชุมชน วิเคราะห์ศักยภาพชุมชน และกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร เพื่อค้นหาแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของตำบลชุมชนในพื้นที่ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ด้วยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพและวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม หลักเกณฑ์ในการประเมินแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรใช้ 3 หลักเกณฑ์ ได้แก่ สิ่งดึงดูดทางการท่องเที่ยว การเข้าถึง และสิ่งอำนวยความสะดวก ผลการศึกษาพบว่ามีฐานการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ 5 แห่ง ได้แก่ 1) บ้านป้าพรสวนเกษตรครัวเรือนและการทำยาสมุนไพร 2) ฟาร์มเพาะเห็นลุงพัน ชัยเรืองเดช 3) บ้านพี่ขวัญปุ๋ยอินทรีย์ 4) เกษตรไส้เดือนดินบ้านครูเนตร และ 5) บ้านเศรษฐกิจพอเพียงคุณสุพรรณ วงค์อนันต์ จัดเป็นเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร 2 รูปแบบ ได้แก่ การท่องเที่ยวเชิงเกษตรแบบ 1 วัน และการท่องเที่ยวเชิงเกษตรแบบ 2 วัน 1 คืน แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรทั้ง 5 แหล่งมีสิ่งดึงดูดความสนใจนักท่องเที่ยว ทั้งกิจกรรมทางการเกษตรที่สามารถพัฒนาเป็นฐานการเรียนรู้ได้

ครรชิต มาระโภชน์ และ ทักษินาฏ สมบูรณ์ (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อการเรียนรู้ของตำบลคลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมด้วยวิธีการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพร่วมกับการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ผลการวิจัยพบว่าตำบลคลองเขื่อนมีทรัพยากรการท่องเที่ยว สินค้าเกษตรและวัฒนธรรมที่เหมาะแก่การส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร จากการศึกษาพบว่านักท่องเที่ยวมีความสนใจศึกษาโครงการพระราชดำริ ชมความสวยงามของธรรมชาติ และบรรยากาศของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร เรียนรู้การทำสวนผลไม้และเกษตรแบบผสมผสาน ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อการเรียนรู้ตำบลคลองเขื่อนพบว่าที่พักแรมมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาคือความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ของเจ้าของสถานที่และความเหมาะสมของแหล่งเรียนรู้สวนเกษตร ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ความชัดเจนของป้ายบอกทิศทาง

ธนมนต์ ธนรัตนพิมลกุล (2560) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของท้องถิ่นจังหวัดเชียงใหม่ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและสนับสนุนด้วยการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่เหมาะสมที่สุดของท้องถิ่น จังหวัดเชียงใหม่ คือ การท่องเที่ยวที่เปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เข้ามาร่วมทำกิจกรรมทางด้านการเกษตรและซื้อผลผลิตทางการเกษตรของชุมชน ในส่วนของ

ศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของท้องถิ่นจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ชุมชนการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของจังหวัดเชียงใหม่มีศักยภาพการบริหารจัดการโดยเฉลี่ยรวมในระดับปานกลาง โดยมีศักยภาพด้านการกำหนดเป้าหมายและทิศทางในการพัฒนาการท่องเที่ยว การวางแผนและความสามารถในการนำเอาทรัพยากรการท่องเที่ยวที่มีอยู่ในชุมชนมาจัดทำเป็นโปรแกรมการท่องเที่ยว โดยมีระดับศักยภาพอยู่ในระดับปานกลาง

วารุณี เกตุสะอาด (2554) ได้ทำการประเมินศักยภาพท่องเที่ยวเชิงเกษตรของพื้นที่เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และค้นหาแนวทางในการเพิ่มศักยภาพพื้นที่เกษตรกรรมตามความเหมาะสมของแหล่งเกษตรกรรมนั้น ๆ ผลการศึกษาจากการใช้วิธีสัมภาษณ์เชิงลึกและการสังเกตุแหล่งเกษตรกรรม จำนวน 8 ราย ประชุมกลุ่มย่อย พบว่ามีแหล่งเกษตรกรรมที่มีผลการประเมินศักยภาพรวมในระดับสูงถึงร้อยละ 63 และมีแหล่งเกษตรกรรมที่มีผลการประเมินศักยภาพรวมในระดับต่ำเพียงร้อยละ 37 สำหรับการประเมินผลในภาพรวมทั้ง 8 ราย พบว่า ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของพื้นที่เขตทวีวัฒนาอยู่ในระดับสูง ดังนั้น จึงควรส่งเสริม สนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในพื้นที่เขตทวีวัฒนาในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านการให้ความรู้ และงบประมาณในการทำกิจกรรมท่องเที่ยวชุมชน

เพียงฤทัย เสงี่ยมศิลป์ (2561) ได้ทำการศึกษาแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลวังยาง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการศึกษาพบว่า ชุมชนตำบลวังยางเป็นแหล่งปลูกแห้วที่ใหญ่ที่สุดแห่งเดียวในประเทศไทย สามารถสร้างรายได้หลักให้กับคนในชุมชน และมีอากาศที่ปราศจากมลพิษ มีน้ำจากแหล่งธรรมชาติ มีภูมิปัญญาวิถีชีวิตเกษตรภาคกลาง พบปัญหาคือ ชุมชนไม่มีตลาดจำหน่ายสินค้าเกษตรในชุมชนโดยเฉพาะ สิ่งอำนวยความสะดวกของชุมชน คือ มีรีสอร์ท 3 แห่ง แต่ยังไม่มีโฮมสเตย์และไม่มีการบริการนำเที่ยวอย่าง ชุมชนมีศักยภาพที่จะพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในชุมชนได้ครบในด้านความดึงดูดใจ การเข้าถึงได้ สิ่งอำนวยความสะดวก ที่พัก กิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

ใบเฟิร์น วงษ์บัวงาม และ มุขสุดา พูลสวัสดิ์. (2556) ประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรโครงการที่ได้รับรางวัลจากการประกวดผลงานตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงภาคการเกษตรในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เจ้าของแหล่งเกษตรกรรมและผู้นำชุมชน ผลการวิจัยพบว่า จุดแข็ง คือ เกษตรกรมีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์ในด้านการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ ทำให้สวนเกษตรมีผลผลิตที่มีคุณภาพดีและเกษตรกรมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ให้ผู้อื่นนำไปปฏิบัติตามได้ จุดอ่อน คือ การขาดการบริการแก่นักท่องเที่ยว ในเรื่องสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และไม่ได้จัดตั้งเป็นเครือข่ายเพื่อการท่องเที่ยว ผลการประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอยู่ในระดับปานกลาง มีศักยภาพสูงสุดด้านการดึงดูดใจของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร และศักยภาพต่ำสุดด้านการให้บริการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร

นำขวัญ วงศ์ประทุม (2561) ได้ทำการประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตร หมู่บ้านวาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ผลการศึกษาพบว่าศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรบ้านดอยวาวีโดยรวมมีศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอยู่ในระดับต่ำควรปรับปรุง หากพิจารณาในรายประเด็นพบว่า ศักยภาพในการรองรับของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีค่าคะแนนสูงสุด รองลงมาได้แก่ ศักยภาพด้านการจัดการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ศักยภาพการบริการการท่องเที่ยวของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร และศักยภาพในการดึงดูดใจของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร เรียงตามลำดับ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

ประกอบด้วย 3 เทคโนโลยี คือ 1) การรับรูจากระยะไกลหรือรีโมทเซนซิ่ง 2) ระบบกำหนดตำแหนงบนโลก 3) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร เพื่อบริหารจัดการฐานขอมูลในรูปแบบแผนที่และขอมูลสถิติหรือขอมูลตาง ๆ ที่ไดจากการรับรูจากระยะไกลและระบบกำหนดตำแหนงบนโลก สำหรับการวิเคราะหหรือตัดสินใจเพื่อวางแผนการบริหาร

การจัดการตามเพื่อนำมาสนับสนุนการบริหารจัดการ วางแผนนโยบาย และตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวของกับทรัพยากร สิ่งแวดลอม ภัยพิบัติตาง ๆ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2555)

กฤษณี กิตติศิริสวัสดิ์, พัชรพร งามเจริญสุขถาวร และณัฐพล จันทร์แก้ว (2566) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว 12 เมืองอัญมณีในภาคตะวันออก และใช้การวิเคราะห์โครงข่าย วิเคราะห์เส้นทางการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวและสิ่งอำนวยความสะดวก ผลการศึกษาพบว่ามี แหล่งท่องเที่ยว 55 แห่ง ที่พัก 325 แห่ง ร้านอาหาร 248 แห่ง สถานีตำรวจ 59 แห่ง และโรงพยาบาล 40 แห่ง และได้เส้นทางการท่องเที่ยวจากการวิเคราะห์โครงข่าย 3 ส่วน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์เส้นทางจากถนนเส้นหลักได้ทั้งหมด 8 เส้นทาง ได้แก่ จันทบุรี – สระแก้ว 3 เส้นทาง, ตราด – ระยอง 5 เส้นทาง 2) การวิเคราะห์การเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวในระยะเวลา 15, 30, 45 นาที สามารถเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวได้ทั้งหมด 23 แห่ง ได้แก่ จันทบุรี 6 แห่ง สระแก้ว 5 แห่ง ตราด 6 แห่ง และระยอง 6 แห่ง และ 3) การวิเคราะห์หาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุดจากแหล่งท่องเที่ยว 23 แห่ง และเผยแพร่ฐานข้อมูลบนแพลตฟอร์มออนไลน์ Google Map

วนิชญา ลางคุลเกษตริน และ นาถนเรศ อาคาสุวรรณ (2561) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยชุมชนในพื้นที่ตำบลเกาะยอ อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา โดยใช้ในการรวบรวมจัดทำฐานข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว และสิ่งอำนวยความสะดวก และจัดทำรูปแบบเส้นทางการท่องเที่ยว ทำแผนที่เส้นทางการท่องเที่ยวโดยการวิเคราะห์โครงข่าย ทำแผนที่เส้นทางการท่องเที่ยวโดยการนำเสนอผ่านเว็บไซต์ และ QR Code เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจของนักท่องเที่ยว ผลการศึกษาได้เส้นทางการท่องเที่ยวทั้งหมด 3 เส้นทาง ได้แก่ 1) ตากลม ชมเลสาบ 2) ทำบุญไหว้พระ ชมวัฒนธรรม และ 3) เรียนรู้วิถีชีวิต ใกล้ชิดคนเกาะยอ และออกแบบแผนที่ท่องเที่ยวและนำไปเพยแพร่ในเว็บไซต์ที่จัดทำขึ้น

เพ็ญประไพ ภู่ทอง และ คณะ (2559) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำฐานข้อมูลและกำหนดเส้นทางท่องเที่ยวทางธรรมชาติในพื้นที่ตำบลคลองศก อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยทำการสำรวจข้อมูลตำแหน่งและข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ พิกัดภูมิศาสตร์ ชื่อ ประเภท ราคา บ้านเลขที่ ตำบล อำเภอ จังหวัด เบอร์ติดต่อ และวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยคำสั่งวิเคราะห์โครงข่าย ปัจจัยในการวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลถนนและข้อมูลตำแหน่งสถานที่ท่องเที่ยวเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่สามารถเดินทางท่องเที่ยวได้ภายในระยะเวลา 1 วัน ผลการศึกษาได้เส้นทางท่องเที่ยว 6 เส้นทาง คือ 1) ล่องเรือชมปลา 2) โอบกอดธรรมชาติ 3) เส้นทางศึกษาธรรมชาติอุทยานแห่งชาติเขาสก 4) เดินถ้ำย่ำน้ำตก 5) เที่ยววัดไหว้พระ และ 6) พักเพลินเดินเที่ยว 2 อุทยานฯ ผลจากการวิจัยส่งเสริมด้านฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเพื่อบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติตำบลเขาศก

รสลิน เพตะกร และคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการท่องเที่ยวในพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารรสนเทศภูมิศาสตร์การท่องเที่ยวโดยใช้ภาษา PHP จัดเก็บฐานข้อมูลด้วย MySQL แสดงผลบนแผนที่ออนไลน์โดยใช้ Google Map API ผลงานวิจัยพบว่าในพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนามีสถานที่ท่องเที่ยวจำนวน 64 สถานที่ พัฒนาเป็นเส้นทางท่องเที่ยวได้ 3 เส้นทาง ได้แก่ 1) เส้นทางท่องเที่ยวทั้งหมดในเทศบาลเมืองเมืองแกน 2) เส้นทางแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ และ 3) เส้นทางท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับพอใจมาก

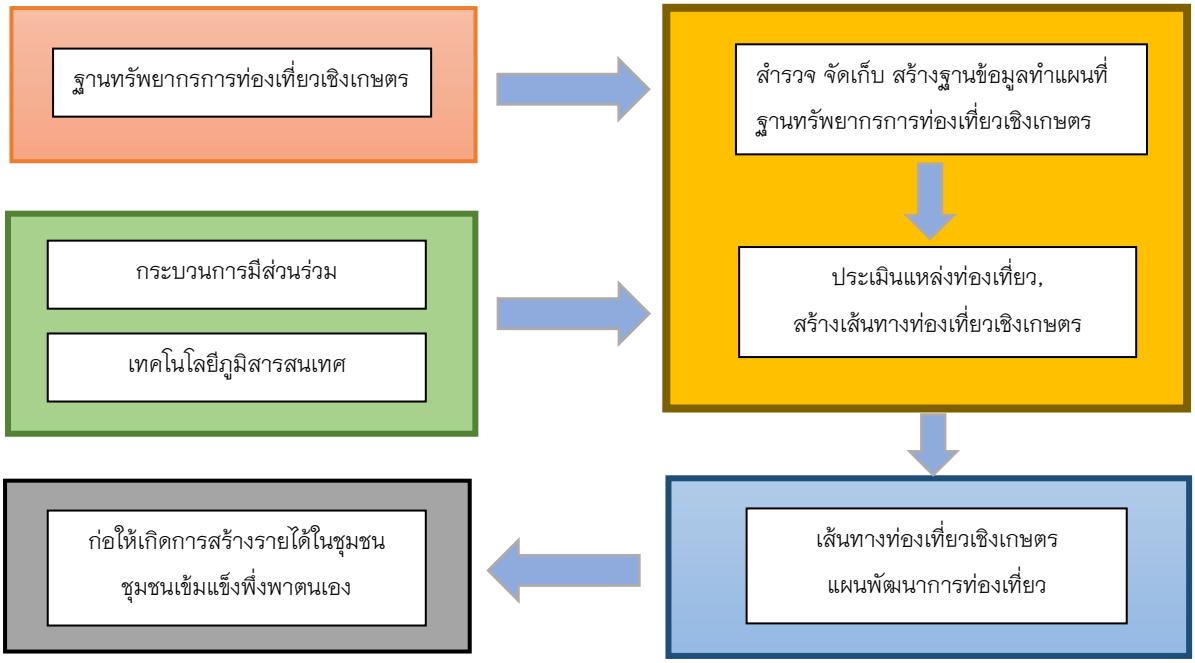
ณรงค์ พลีรักษ์ (2557) ได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล จัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยว พร้อมวิเคราะห์และจัดทำแผนที่เส้นทางการท่องเที่ยวชุมชนเชิงประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ผลการศึกษาพบว่า ในพื้นที่ศึกษามีแหล่งท่องเที่ยวชุมชนเชิงประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมจำนวน 100 แห่ง กระจายอยู่ในจังหวัดชลบุรี 45 แห่ง จังหวัดจันทบุรี 24 แห่ง จังหวัดระยอง 16 แห่ง และจังหวัดตราด 15 แห่ง การวิเคราะห์และกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยว

ออกเป็น 4 เส้นทางการท่องเที่ยว ได้แก่ 1) ทำบุญไหว้พระ–ชมวัฒนธรรม 2) ตามรอยนิทานตามหาพระรถเมรี 3) เที่ยวเมืองระยอง นอนเมืองจันทร์ และ 4) ย้อนรอยเส้นทางทัพ สัมผัสวัฒนธรรมชายฝั่งทะเล

การท่องเที่ยวตำบลบ้านขาว

เทพรัตน์ จันทพันธ์ และวิวัฒน์ ฤทธิมา (2556) ได้ทำการศึกษาการท่องเที่ยวโดยชุมชนของตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มของประชาชนในชุมชน ตัวแทนกลุ่มอาชีพและกลุ่มองค์กรชุมชนเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ผลการศึกษาพบว่ามีแหล่งท่องเที่ยวในรูปแบบของฐานการเรียนรู้ในชุมชน จำนวน 15 แห่ง สามารถจัดกลุ่มใหม่ได้ 6 กลุ่มตามรูปแบบของกิจกรรมภายในกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มไหว้พระนมัสการสิ่งศักดิ์สิทธิ์ กลุ่มล่องเรือชมระบบนิเวศน์และวิถีชีวิตคนบ้านขาว ฐานการท่องเที่ยวประกอบด้วย 7 แหล่งเรียนรู้ การบริการบ้านพักแบบโฮมสเตย์ การบริการอาหาร การแสดงศิลปวัฒนธรรม

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ประกอบด้วย 6 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 1 บ้านหัวป่า หมู่ที่ 2 บ้านล่องลม–เสาธง หมู่ที่ 3 บ้านขาว หมู่ที่ 4 บ้านคูวา หมู่ที่ 5 บ้านคูวาตก หมู่ที่ 6 บ้านหัวป่าตก มีพื้นที่ทั้งหมด 100.863 ตารางกิโลเมตร หรือ 63,039.37 ไร่ เป็นพื้นที่ที่มีอาณาเขตด้านทิศเหนือติดต่อกับควนชะลิก อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้านทิศใต้มีอาณาเขตติดต่อกับทะเลสาบสงขลา ด้านทิศตะวันออกติดต่อกับตำบลตะเครียะ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ด้านทิศตะวันตกติดต่อกับทะเลน้อย อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง (องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านขาว, 2564)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา จำนวน 4,511 คน (สถิติจำนวนประชากรเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564) การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง กลุ่มตัวอย่างในการให้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ SWOT คือ ผู้นำชุมชน หมู่ที่ 1–6 จำนวนทั้งสิ้น 6 คน

กลุ่มตัวอย่างในการจัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น จำนวน 17 คน ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน หมู่ที่ 1–6 จำนวน 6 คน ตัวแทนองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านขาว จำนวน 1 คน ตัวแทนอำเภอระโนด จำนวน 2 คน ตัวแทนกลุ่มผู้เลี้ยงควายน้ำ จำนวน 2 คน ตัวแทนศูนย์การเรียนรู้บ้านไร่แสนรัก&รุ่งทิพย์ฟาร์มจำนวน 1 คน ตัวแทนกลุ่มทำประมงในทะเลสาบสงขลา จำนวน 2 คน ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนาแปลงใหญ่ จำนวน 3 คน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างให้ข้อมูล และจัดทำแผนที่เส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตรร่วมกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ประกอบด้วย ขอมูลทุติยภูมิ (Secondary data) และขอมูลปฐมภูมิ (Primary data) รายละเอียดดังนี้

การเก็บขอมูลทุติยภูมิ ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดพื้นฐานของตำบลบ้านขาว ข้อมูลการท่องเที่ยว และสิ่งอำนวยความสะดวก รวบรวมจากหน่วยงานท้องถิ่น งานวิจัย เว็บไซต์ สื่อสังคมออนไลน์ Google Map ภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของตำบลบ้านขาว เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลการท่องเที่ยวของตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

การเก็บขอมูลปฐมภูมิ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

– การสำรวจพื้นที่ศึกษา เก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพ สังคม วัฒนธรรม และเก็บค่าพิกัดตำแหน่งแหล่งท่องเที่ยวและข้อมูลเชิงคุณลักษณะด้วย GPS และ Google Map

– การเก็บข้อมูลศักยภาพแหล่งท่องเที่ยว ด้วยเครื่องมือ SWOTเพื่อวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ด้านการท่องเที่ยวของตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

– การเก็บข้อมูลความคิดเห็นในการกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยว ด้วยเครื่องมือ focus group

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

– เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) สำหรับบันทึกขอมูลตำแหนงแหลงทองเที่ยว

– โปรแกรม ARCGIS 10.8

– เครื่องมือ SWOT Analysis เพื่อวิเคราะหศักยภาพของแหลงทองเที่ยวตำบลบานขาว

– การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยว

– การประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) เพื่อกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

– กลองถายรูป เพื่อใชบันทึกภาพ ขอมูลพื้นฐานตาง ๆ

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยในกระบวนการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียด ดังนี้

การจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร

1) การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของตำบลบ้านขาวและข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรจากหน่วยงานท้องถิ่น งานวิจัย เว็บไซต์ สื่อสังคมออนไลน์ Google Map ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และคัดเลือกแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

2) การเก็บข้อมูลค่าพิกัดภูมิศาสตร์และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ โดยใช้เครื่อง GPS และบันทึกภาพบันทึกรูปภาพแหล่งท่องเที่ยวและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้อง

3) การจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้อง ที่ได้จากการเก็บข้อมูลค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งท่องเที่ยวและสิ่งอำนวยความสะดวกด้วย GPS ให้เป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

– การวิเคราะห์ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวตำบลบ้านขาวด้วยเครื่องมือ SWOT Analysis โดยทำการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของแหล่งท่องเที่ยวตำบลบ้านขาวต่อการส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลบ้านขาว โดยแบ่งการวิเคราะห์ศักยภาพรายหมู่บ้าน จำนวน 6 หมู่บ้าน ผู้นำชุมชนเป็นผู้ให้ข้อมูลประกอบกับการลงพื้นที่สำรวจภาคสนาม

– การจัดทำเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา โดยการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ในภาคส่วนที่เกี่ยวข้องโดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมประชุมจำนวน 17 คน ประกอบด้วย 1) ผู้นำชุมชน หมู่ที่ 1–6 จำนวน 6 คน 2) ตัวแทนองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านขาว จำนวน 1 คน 3) ตัวแทนอำเภอระโนด จำนวน 2 คน 4) ตัวแทนกลุ่มผู้เลี้ยงควายน้ำ จำนวน 2 คน 5) ตัวแทนศูนย์การเรียนรู้บ้านไร่แสนรัก&รุ่งทิพย์ฟาร์ม จำนวน 1 คน 6) ตัวแทนกลุ่มทำประมงทะเลสาบสงขลา จำนวน 2 คน 7) ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนาแปลงใหญ่ จำนวน 3 คน โดยพิจารณาถึงศักยภาพของพื้นที่ และความน่าสนใจของแหล่งท่องเท่ยว กำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรออกเป็น 1 วัน และ 1 วัน 2 คืน

– การจัดทำแผนที่และเผยแพร่เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ตำบลบานขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา บนแพลตฟอร์ม Google Map

ผลการศึกษา

ฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวตำบลบ้านขาว

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวทั้งหมดของตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา พบว่าในพื้นที่มีแหลงทองเที่ยวทั้งหมด 12 แห่ง แบ่งตามกิจกรรมของแหล่งท่องเที่ยว อ้างอิงจากสถาบันส่งเสริมการวิเคราะห์และบริหารข้อมูลขนาดใหญ่ภาครัฐ (2567) ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงขอมูลตำแหนงแหลงทองเที่ยวตำบลบานขาวทั้งหมด

ลำดับ	ชื่อแหล่งท่องเที่ยว	ประเภทแหล่งท่องเที่ยว	ละติจูด	ลองติจูด
1	ศูนย์การเรียนรู้บ้านไร่แสนรัก&รุ่งทิพย์ฟาร์ม	เชิงเกษตร	7.8651	100.2190
2	ควายน้ำบ้านขาว	เชิงเกษตร	7.8278	100.2186
3	ทาแพบานหัวปาตก วิถีประมงทะเลสาบสงขลา	เชิงเกษตร	7.8126	100.2206
4	โครงการสงน้ำและบำรุงรักษาระโนด-กระแสสินธุ์	เชิงเกษตร	7.7940	100.2574
5	ศูนยเรียนรูหัตถกรรมลูกปดมโนราหบานขาว	เชิงศิลปวัฒนธรรม	7.8486	100.2288
6	ปาพรุ หมูที่.5	เชิงนิเวศ	7.8563	100.1805
7	ท่าเรือบ้านล่องลม	เชิงนิเวศ	7.8279	100.2185
8	จุดชมวิวสะพานคลองกก	เชิงนิเวศ	7.7881	100.2193
9	หน่วยพิทักษ์ป่าบ้านพราน	เชิงนิเวศ	7.8447	100.2151

ลำดับ	ชื่อแหล่งท่องเที่ยว	ประเภทแหล่งท่องเที่ยว	ละติจูด	ลองติจูด
10	วัดบานขาว	เชิงศาสนา	7.8441	100.2310
11	วัดหัวปา	เชิงศาสนา	7.7903	100.2542
12	วัดคูวา	เชิงศาสนา	7.8672	100.2232

รูปที่ 2 แหล่งท่องเที่ยวตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

ผลการวิเคราะห์ศักยภาพ (SWOT) ด้านการท่องเที่ยวตำบลบ้านขาว

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ของการท่องเที่ยวโดยใช้เครื่องมือ SWOT Analysis เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวรายหมู่บ้าน สามารถสรุปได้ดังนี้

จุดแข็ง (Strengths : S)

หมู่ที่ 1 บ้านหัวป่า มีวัดหัวป่าซึ่งเป็นวัดเก่าแก่อายุมากกว่า 100 ปี มีหลวงพ่อปลอด วัดหัวป่า เป็นพระที่ประชาชนที่เคารพศรัทธา

หมู่ที่ 2 บ้านล่องลม-เสาธง มีทำเลที่ตั้งอยู่ติดกับพื้นที่ชุ่มน้ำสำคัญคือป่าพรุควนขี้เสี้ยนในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลน้อย เป็นแหล่งธรรมชาติที่มีความหลากหลายของระบบนิเวศ เป็นแหล่งประกอบอาชีพประมงและการท่องเที่ยว วิถีชีวิตชุมชน มีคลองยวน คลองนางเรียมเป็นเส้นทางสัญจรทางน้ำในพื้นที่ป่าพรุ วิถีชีวิตควายน้ำ และวิถีคนเลี้ยงควายน้ำที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะในพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีทวดทางเรียมสิ่งศักดิ์สิทธิ์ในพื้นที่อยู่ที่คลองนางเรียม

หมู่ที่ 3 บ้านขาว มีทำเลที่ตั้งอยู่ใจกลางตำบลจึงเป็นกลายเป็นศูนย์กลางของตำบลบ้านขาว มีเส้นทางการคมนาคมที่สะดวก มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและทางการเกษตรทำให้มีกลุ่มวิสาหกิจหลากหลายและมีความเข้มแข็ง ได้แก่ กลุ่มเครื่องแกงสมุนไพรบ้านขาว กลุ่มลูกปัดมโนราห์บ้านขาว และกลุ่มนาแปลงใหญ่บ้านขาว ผลิตภัณฑ์ที่โดดเด่นและมีชื่อ ได้แก่ เครื่องแกงสมุนไพร ลูกปัดมโนราห์ ข้าวบ้านขาว ปลาดุกร้า เป็นต้น ทรัพยากรการท่องเที่ยวที่มีความสามารถในการดึงดูดนักท่องเที่ยว ได้แก่ เป็นแหล่งปลูกข้าวเพื่อสุขภาพ มีวิวทุ่งนาและต้นตาลโตนดที่สวยงามเป็นเอกลักษณ์ มีปราชญ์ด้านการเกษตร (ทำนา) และ มีสิ่งศักดิ์สิทธิ์ พระครูอินทร์-พระครูจันทร์ วัดบ้านขาว มีแหล่งเรียนรู้ลูกปัดมโนราห์บ้านขาว

หมู่ที่ 4 บ้านคูวา มีวัดคูวารัตนาราม อายุมากกว่า 80 ปี เป็นสถานที่ยึดเหนี่ยวจิตใจของคนในชุมชน เป็นสถานที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนาในวันสำคัญ เช่น วันสารทเดือนสิบ ประเพณีลากพระ วันเข้าพรรษา วันออกพรรษา เป็นต้น

หมู่ที่ 5 บ้านคูวาตก มีแหล่งเรียนรู้ทางการเกษตรที่เป็นที่รู้จักและเป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อศึกษาดูงาน ได้แก่ ศูนย์การเรียนรู้บ้านไร่แสนรัก & รุ่งทิพย์ฟาร์ม มีเอกลักษณ์โดดเด่นด้านการเกษตรทฤษฎีใหม่ ใช้หลักเศรษฐกิจพอเพียงในการทำการเกษตรแบบไร่นาสวนผสม การจัดสรรที่ดินในการปลูกผักหมุนเวียนตามฤดูกาล เลี้ยงสัตว์น้ำ เลี้ยงวัว เลี้ยงหมู และปลูกผัก มีการรวมกลุ่มเพื่อจัดจำหน่ายสินค้าเกษตร และแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร มีปราชญ์ด้านการเกษตรที่มีความรู้สามารถในการถ่ายทอดความรู้ให้นักท่องเที่ยว

หมู่ที่ 6 บ้านหัวป่าตก มีทำเลที่ตั้งติดทะเลสาบสงขลา ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมงในทะเลสาบสงขลา มีทรัพยากรสัตว์น้ำที่เป็นเอกลักษณ์ เช่น ปลาหัวโม่ง กุ้งแม่น้ำ ปลานิล เป็นต้น และมีการแปรรูปสัตว์น้ำให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ของพื้นถิ่น เช่น ปลาหัวโม่ง ปลาช่อนแห้ง ปลาดุกแดดเดียว กะปิ กุ้งส้ม ปลาส้ม ปลาดุกร้า เป็นต้น เพื่อจำหน่ายในร้านค้าริมทางก่อนขึ้นสะพานเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา สะพานเชื่อมต่อกับจังหวัดพัทลุง

จุดอ่อน (Weaknesses : W)

หมู่ที่ 1 บ้านหัวป่า วัดหัวป่ามีความทรุดโทรม ขาดการบูรณะซ่อมแซม ทั้งยังขาดขาดการประชาสัมพันธ์ให้วัดเป็นที่รู้จักนักท่องเที่ยวจึงไม่เป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยว

หมู่ที่ 2 บ้านล่องลม-เสาธง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำลังเสื่อมโทรมจากการบุกรุกพื้นที่ป่าพรุเพื่อทำกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำสวนปาล์มน้ำมัน เป็นต้น และประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ป่าพรุ สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการท่องเที่ยวอย่างเช่นระบบสารธารณูปโภคพื้นฐาน ขาดการส่งเสริมและประชาสัมพันธ์ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว และเป็นเป้าหมายในการเดินทางของนักท่องเที่ยว

หมู่ที่ 3 บ้านขาว มีปัญหาเรื่องผลผลิตทางการเกตรมีราคาตกต่ำ เนื่องจากกลไกทางการตลาดและการปลูกพืชตามกระแส สถานที่ของกลุ่มวิสาหกิจและแหล่งเรียนรู้มีสภาพทรุดโทรม และขาดเยาวชนคนรุ่นใหม่สืบทอดภูมิปัญญาทั้งด้านการเกษตรและศิลปวัฒนธรรม

หมู่ที่ 4 บ้านคูวา วัดคูวายังไม่เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวมากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นคนในพื้นที่ที่จะไปประกอบพิธีกรรมทางศาสนาตามวันสำคัญ

หมู่ที่ 5 บ้านคูวาตก แหล่งเรียนรู้ทางการเกษตรที่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ศึกษาดูงานจากหน่วยงานต่าง ๆ แต่เส้นทางคมนาคมไม่สะดวก ถนนแคบ เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวกลุ่มดูงานเท่านั้น ยังขาดการประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวในวงกว้าง

หมู่ที่ 6 บ้านหัวป่าตก มีจุดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของหมู่บ้านเป็นลักษณะชั่วคราว ไม่ได้มาตรฐาน ไม่สวยงาม ไม่มีการติดราคาสินค้า

โอกาส (Opportunities : O)

หมู่ที่ 1 บ้านหัวป่า มีหน่วยงานรัฐให้การสนับสนุนด้านการท่องเที่ยวชุมชน และกระแสการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมกำลังเป็นที่นิยม

หมู่ที่ 2 บ้านล่องลม-เสาธง ได้รับการสนับสนุนจากหลายหน่วยงาน เช่น สำนักการเกษตรอำเภอระโนด กรมปศุสัตว์ และกรมประมง พร้อมกับได้รับการส่งเสริมด้านการท่องเที่ยวชุมชน

หมู่ที่ 3 บ้านขาว มีการสนับจากหน่วยงานของรัฐเช่น โครงการ U2T โครงการท่องเที่ยวโอท็อปนวัตวิถี โครงการโรงสีข้าวชุมชน โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุน (OTOP) และสื่อมวลชนให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ลูกปัดมโนราห์บ้านขาว เป็นผลิตภัณฑ์งานหัตกรรมที่มีเอกลักษณ์และขายได้ราคาสูง และการทำนาข้าวของบ้านขาว

หมู่ที่ 4 บ้านคูวา วัดคูวามีชมรมศิษย์เก่าวัดคูวาให้การสนับสนุนปัจจัยแก่วัด

หมู่ที่ 5 บ้านคูวาตก มีหน่วยงานสนับสนุนหลายหน่วยงาน เช่น กรมชลประทาน สำนักงานเกษตรอำเภอระโนด กรมปศุสัตว์ และกรมประมง ปราชญ์ของแหล่งเรียนรู้ได้รับรางวัลทางด้านการเกษตร และได้รับเชิญให้เป็นวิทยากรให้กับหลายหน่วยงาน

หมู่ที่ 6 บ้านหัวป่าตก ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐ เช่น อำเภอ อบต. เป็นต้น และมีเส้นทางคมนาคมสะดวก นักท่องเที่ยวเข้าถึงได้ง่าย

อุปสรรค (Treated : T)

หมู่ที่ 1 บ้านหัวป่า เนื่องจากโรคระบาดโควิด-19 ส่งผลให้คนเข้าวัดทำกิจกรรมศาสนาน้อยลง

หมู่ที่ 2 บ้านล่องลม-เสาธง ประสบกับภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง เป็นต้น

หมู่ที่ 3 บ้านขาว ในช่วงโรคระบาดโควิด-19 ไม่สามารถจำหน่ายสินค้าเกษตรได้ ปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำ มีการกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง ประกอบกับปัญหาภัยพิบัติ น้ำเค็มรุกล้ำ น้ำท่วม

หมู่ที่ 4 บ้านคูวา ในช่วงโรคระบาดโควิด-19 ประชาชนไม่สามารถรวมกลุ่มกันได้ และบุคคลภายนอกไม่สามารถเดินทางไปวัดประกอบพิธีกรรมทางศาสนาได้ตามปกติ

หมู่ที่ 5 บ้านคูวาตก ในช่วงโรคระบาดโควิด-19 ทำให้เกษตรกรปลูกพืชแล้วไม่สามารถรวมกลุ่มกันได้ และไม่สามารถจำหน่ายได้ตามปกติเนื่องจากเศรษฐกิจตกต่ำ และตลาดสินค้าปิดตัว

หมู่ที่ 6 บ้านหัวป่าตก ปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ราบลุ่มในฤดูฝน และร้านค้าจำหน่ายสินค้าผลิตภัณฑ์ของชุมชนไม่มีที่จอดรถที่ปลอดภัยและได้มาตรฐาน ทำให้ต้องจอดรถริมไหล่ทางเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้

ผลการกำหนดเสนทางการทองเที่ยวเชิงเกษตร

จากการประชุมกลุมยอยระดมความคิดเห็น เมื่อวันที่ วันที่ 15 มิถุนายน 2566 (รูปที่ 3) มีการแบงปนขอมูลจากการรวบรวมวิเคราะห์ การวิเคราะห์ SWOT การจัดทำแผนที่ คืนชุมชนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง พร้อมระดมความคิดเห็นในการกำหนดเสนทางการทองเที่ยวรวมกัน การท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบ้านขาว มีแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพพัฒนาต่อ

ยอดเป็นแหล่งท่องเที่ยวจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ ศูนย์การเรียนรู้บ้านไร่แสนรัก&รุ่งทิพย์ฟาร์ม ควายน้ำบ้านขาว และ ทาแพบานหัวปาตก วิถีประมงทะเลสาบสงขลา ผลการกำหนดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงการเกษตรตำบลบานขาว ได้ 2 แบบ คือ เส้นทางท่องเที่ยวแบบ 1 วัน และเส้นทางท่องเที่ยวแบบ 2 วัน 1 คืน ดังนี้

<u>เส้นทางท่องเที่ยวแบบ 1 วัน</u> มีโปรแกมการท่องเที่ยวตามลำดับ คือ

ท่าแพบ้านหัวป่าตก รับประทานอาหารเช้า และนั่งเรือชมวิถีประมงทะเลสาบสงขลา ดูการจับกุ้งแม่น้ำ ทอดแหตกปลา นั่งเรือล่องลำคลองกก ดูธรรมชาติ ป่าเสม็ด นกน้ำ และควายน้ำ ขึ้นเรือ ณ ท่าเรือบ้านล่องลม เดินทางไปยังศูนย์การเรียนรู้บ้านไร่แสนรัก&รุ่งทิพย์ฟาร์ม ชมแปลงเกษตรพอเพียง การปลูกผัก การเลี้ยงสัตว์ และเวิร์คช็อป ทำไข่เค็ม เก็บผักผลไม้ รับประทานอาหารเที่ยงพื้นบ้าน ช็อปปิ้งสินค้าเกษตรตามฤดูกาล เส้นทางการท่องเที่ยวแบบ 1 วัน แสดงในรูปที่ 4

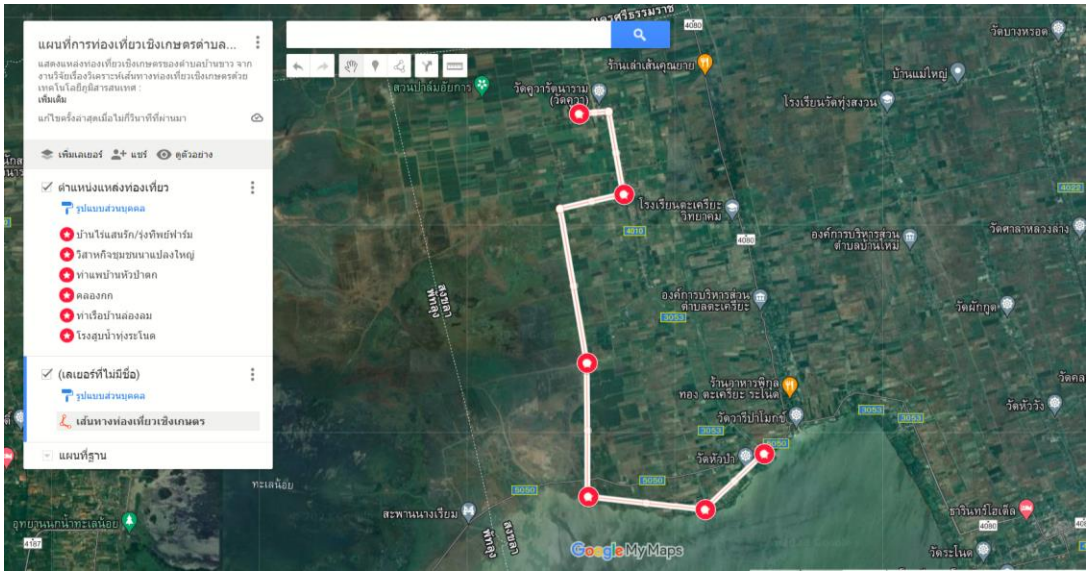
<u>เส้นทางท่องเที่ยวแบบ 2 วัน 1 คืน</u>

ท่าแพบ้านหัวป่าตก รับประทานอาหารเช้า และนั่งเรือชมวิถีประมงทะเลสาบสงขลา ดูการจับกุ้งแม่น้ำ ทอดแหตกปลา นั่งเรือล่องลำคลองกก ดูธรรมชาติ ป่าเสม็ด นกน้ำ ขึ้นเรือ ณ ท่าเรือบ้านล่องลม เดินทางไปยังศูนย์การเรียนรู้บ้านไร่แสนรัก&รุ่งทิพย์ฟาร์ม รับประทานอาหารเที่ยงพื้นบ้าน ชมแปลงเกษตรพอเพียง การปลูกผัก การเลี้ยงสัตว์ และเวิร์คช็อป ทำไข่เค็ม เก็บผักผลไม้ ช่วงเย็นเดินทางไปยังท่าเรือบ้านล่องลม นั่งเรือชมวิถีควายน้ำ คนเลี้ยงควายจะต้อนควายกลับคอก นั่งเรือไปค้างคืนบนขนำกลางทะเลสาบ ประกอบอาหารพื้นบ้าน นอนฟังเสียงนก เสียงสัตว์ ยามค่ำคืน ตื่นเช้าชมวิถีควายน้ำออกหากินตอนเช้า เดินช็อปปิ้งสินค้าเกษตรตามฤดูกาล ในตลาดนัดหมู่บ้าน และจุดจำหน่ายอาหารทะเลสาบสงขลาบริเวณสะพานเฉลิมพระเกียรติ (สะพานเอกชัย) หมู่ 6 เส้นทางการท่องเที่ยวแบบ 2 วัน 1 คืน แสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 3 การจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

รูปที่ 4 แผนที่เส้นทางการทองเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบานขาว

รูปที่ 5 แผนที่เส้นทางการทองเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบานขาวแบบ 2 วัน 1 คืน



รูปที่ 6 เผยแพรเสนทางทองเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบานขาวบนแพลตฟอร์ม Google Map

ผลการประเมินเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

การทดสอบเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ภายใต้ความร่วมมือระหวางทีมวิจัย กับอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ภายใตโครงการอำเภอบำบัดทุกข บำรุงสุขแบบบูรณาการอยางยั่งยืนซึ่งมีหนวยงานที่เกี่ยวของในระดับพื้นที่และดานการทองเที่ยวของจังหวัดสงขลาเขารวมจำนวน 20 คน เพื่อทดสอบเสนทางการทองเที่ยวในรูปแบบของการนั่งเรือสำรวจเส้นทางการท่องเที่ยวแบบ 1 วัน และรับฟังความคิดเห็นจากทุกภาคส่วนที่เข้าร่วมทดสอบเส้นทางการท่องเที่ยวในลักษณะการประชุมกลุ่มย่อย รวมถึงแหล่งท่องเที่ยวอื่นภายในตำบลบ้านขาว ผลจากการทดสอบเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรสามารถสรุปความคิดเห็นไดดังนี้

1) การกำหนดจุดแหล่งท่องเที่ยวควรเพิ่มเติมแหล่งท่องเที่ยวประเภทอื่นที่มีจุดเด่นของตำบลบ้านขาว เช่น วัดหัวป่า ศูนย์เรียนรู้หัตถกรรมลูกปัดมโนราห์บ้านขาว หน่วยพิทักษ์ป่าบ้านพราน เป็นต้น

2) การท่องเที่ยวในตำบลบ้านขาวควรเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่อำเภอใกล้เคียง เช่น คลองแดน วัดพะโคะ ฯลฯ เนื่องจากระยะทางไกลจากตัวเมืองสงขลา และตัวเมืองหาดใหญ่

3) การสร้างกิจกรรม workshop ใหนาดึงดูดนักท่องเที่ยวมากขึ้น เช่น กิจกรรม workshop ทำอาหารและขนมจากผลผลิตทางการเกษตรในชุมชน เช่น ไข่เป็ด ข้าว ปลาดุกร้า เป็นต้น

4) จัดกิจกรรมการท่องเที่ยววิถีใหม่เพื่อรองรับนักท่องเที่ยว เช่น การท่องเที่ยวเชิงอาหารเพื่อสุขภาพ แคมป์ปิ้ง เป็นต้น

5) กิจกรรมการท่องเที่ยวทางน้ำควรมีชูชีพให้นักท่องเที่ยว สร้างความมั่นใจเรื่องความปลอดภัย

6) หน่วยงานท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านขาว ควรเป็นหน่วยงานหลักในการนำชุมชนไปสู่ตำบลการท่องเที่ยวอย่างจริงจังทั้งในด้านนโยบาย แผนการทำงาน และการกำหนดงบประมาณ เพื่อให้สอดรับกับนโยบายของอำเภอระโนด และจังหวัดสงขลา

7) เน้นการประชาสัมพันธ์สร้างการรับรู้ของนักท่องเที่ยวถึงแหล่งท่องเที่ยวและกิจกรรมการท่องเที่ยวของตำบลบ้านขาวผ่านสื่อออนไลน์ช่องทางต่าง ๆ เช่น การรีวิวแหล่งท่องเที่ยวของยูทูปเบอร์ รวมถึงการสร้างเครือข่าย

ด้านการท่องเที่ยวจากกลุ่มต่างชาติที่นิยมเดินทางมาเที่ยวอำเภอหาดใหญ่ ตัวเมืองสงขลา ให้ทราบถึงแหล่งท่องเที่ยวในตำบลบ้านขาว

8) การจัดเส้นทางการท่องเที่ยวควรให้เวลานักท่องเที่ยวในการทำกิจกรรมในแต่ละแหล่งท่องเที่ยวตามความสนใจ สามารถยืดหยุ่นได้

9) กลุ่มนักท่องเที่ยวปัจจุบันยังเป็นกลุ่มศึกษาดูงานด้านการเกษตร นักท่องเที่ยวกลุ่มทั่วไปยังมีน้อย

10) ควรมีการฟื้นฟูกลุ่มโฮมสเตย์บ้านขาวกลับมาอีกครั้งเพื่อรองรับนักท่องเที่ยว แต่เนื่องจากไม่มีโครงการพร้อมงบประมาณมาสนับสนุนอย่างจริงจัง เลยทำให้ฟื้นฟูได้ยาก

รูปที่ 7 การทดสอบเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบ้านขาวตามเส้นทางแบบ 1 วัน

สรุปและอภิปรายผล

ผลการสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศของแหล่งท่องเที่ยวในตำบลบ้านขาว พบแหล่งท่องเที่ยวทั้งหมด 12 แห่ง มีแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร จำนวน 4 แห่ง แหล่งท่องเที่ยวเชิงศิลปวัฒนธรรม จำนวน 1 แห่ง แหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จำนวน 4 แห่ง และแหล่งท่องเที่ยวเชิงศาสนา จำนวน 3 แห่ง เผยแพร่แหล่งท่องเที่ยวและเส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบ้านขาวบนแพลตฟอร์ม Google Map สอดคล้องกับงานวิจัยของ วณิชญา และนาถนเรศ (2561) ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ในพื้นที่ตำบลเกาะยอ อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา เพื่อรวบรวม จัดทำฐานข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวและสิ่งอำนวยความสะดวก และจัดรูปแบบเส้นทางการท่องเที่ยวโดยการวิเคราะห์โครงข่าย ทำแผนที่เส้นทางการท่องเที่ยวโดยการนำเสนอผ่านเว็บไซต์ และ QR Code เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ก่อนการเดินทางท่องเที่ยว เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ณรงค์ พลีรักษ์ และคณะ ได้ประยุกต์ใช้ระบบ

กำหนดตำแหน่งบนโลกและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการรวบรวมข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์และจัดทำแผนที่ตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งท่องเที่ยว

ผลจากกระบวนการวิเคราะห์ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวด้วยเครื่องมือ SWOT พบว่า ตำบลบ้านขาวมีศักยภาพด้านแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร จำนวน 4 แห่ง สามารถพัฒนาเป็นเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลบ้านขาว กำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม ผลการศึกษาได้ 2 เส้นทาง คือ การท่องเที่ยวแบบ 1 วัน และการท่องเที่ยวแบบ 2 วัน 1 คืน สอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญประไพ และคณะ (2559) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำฐานข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ และกำหนดเส้นทางท่องเที่ยวทางธรรมชาติของตำบลคลองศก อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บังอร บุญปั้น และสุพิชฌาย์ ธนารุณ (2564) สร้างแผนที่ออนไลน์ของแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมกลุ่มชาติพันธุ์ลาวในอำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผ่าน Google Maps GIS เพื่อเผยแพร่แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมผ่านช่องทางออนไลน์ ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ลาวในพระนครศรีอยุธยา

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลบ้านขาว พบว่า แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในตำบลบ้านขาวมีเอกลักษณ์โดดเด่น มีศักยภาพที่จะสามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยมได้ หากได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากหน่วยงานท้องถิ่นและหน่วยงานด้านการท่องเที่ยว ทั้งในส่วนการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน ถนน น้ำประปา ไฟฟ้า ออกแบบแหล่งท่องเที่ยวเชิงสถาปัตยกรรม ให้เหมาะสมกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อม จะสามารถพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่พร้อมรองรับการมาของนักท่องเที่ยว และการประชาสัมพันธ์ การจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวตามเทศกาลต่าง ๆ เพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวให้มาเที่ยวและรู้จักตำบลบ้านขาวให้มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2565 และได้มีการบูรณาการทำงานร่วมกับโครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ (มหาวิทยาลัยสู่ตำบล สร้างรากแก้วให้ประเทศ) ดำเนินงานโดยคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พื้นที่รับผิดชอบตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และขอบคุณทางอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา ที่เล็งเห็นความสำคัญของการท่องเที่ยวและศักยภาพของตำบลบ้านขาว ต่อยอดพัฒนาการท่องเที่ยวตำบลบ้านขาว

เอกสารอ้างอิง

กฤษณี กิตติศิริสวัสดิ์, พัชรพร งามเจริญสุขถาวร และณัฐพล จันทร์แก้ว. (2566). บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยว 12 เมืองอัญมณีที่ซ่อนอยู่: กรณีศึกษาภาคตะวันออก. *วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์*, *5*(1), 60–70.

ครรชิต มาระโภชน์ และ ทักษินาฎ สมบูรณ์. (2559). การพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อการเรียนรู้ : กรณีศึกษาตำบลคลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา. *วารสารการบริการและการท่องเที่ยวไทย, 11*(2), 23–36.

ครรชิต มาระโภชน์ และ ทักษินาฎ สมบูรณ์. (2566) การพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวในพื้นที่อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา. *วารสารสหวิทยาการสังคมศาสตร์และการสื่อสาร, 6*(4), 210–223.

ณรงค์ พลรีรักษ์. (2556). ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดชลบุรี. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ, 36*(2), 235–248.

ณรงค์ พลีรักษ์. (2557). การท่องเที่ยวชุมชนเชิงประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก. *วารสารการบริการและการท่องเที่ยวไทย, 9*(2), 3–15.

ณรงค์ พลีรักษ์. (2559).*รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ตามแนวบูรพาทิศ Creative Tourism in the Eastern Areas.* (โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2559).

เทพรัตน์ จันทพันธ์ และ วิวัฒน์ ฤทธิมา. (2556). การท่องเที่ยวโดยชุมชนของตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา. *การประชุมหาดใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 4, วันที่ 10 พฤษภาคม 2556* (น. 71–78). สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

เทิดชาย ช่วยบำรุง. (2564). *ความปกติสุขในความปกติใหม่การท่องเที่ยวไทยในสถานการณ์ฉุกเฉิน.* กรุงเทพฯ: สุพีเรีย พริ้นติ้งเฮ้าท์ จำกัด.

ธนมนต์ ธนรัตนพิมลกุล. (2560). *การพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของท้องถิ่นจังหวัดเชียงใหม่.* ใน ศาสตร์พระราชาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน: (น. 287–298). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

นาฏสุดา เชมนะสิริ. (2555). *การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

นำขวัญ วงศ์ประทุม. (2561). การประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรหมู่บ้านวาวี จังหวัดเชียงราย. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี, 12*(2), 132–150.

บังอร บุญปั้น และ สุพิชฌาย์ ธนารุณ. (2564). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแผนที่ออนไลน์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมกลุ่มชาติพันธุ์ลาว: กรณีศึกษา อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารวิชาการอยุธยาศึกษา, 14*(1), 102–116.

ใบเฟิร์น วงษ์บัวงาม และ มุขสุดา พูลสวัสดิ์. (2556). *การประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร โครงการที่ได้รับรางวัลจากการประกวดผลงานตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงภาคการเกษตรในเขตกรุงเทพและปริมณฑล.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เพ็ญประไพ ภู่ทอง, จิตรพงษ์ เจริญจิตร และ ณัฑริกา แซ่จิ้ว. (2559). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการท่องเที่ยวทางธรรมชาติในตำบลคลองศก อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7,* วันที่ 23 มิถุนายน 2559 (น. 1437–1448). สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

เพียงฤทัย เสงี่ยมศิลป์ และคณะ. (2561). *การศึกษาแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของพื้นที่ ตำบลวังยาง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี (รายงานวิจัย).* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

รสลิน เพตะกร, จุฬาวลี มณีเลิศ และ พรวนา รัตนชูโชค. (2562). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการท่องเที่ยวในพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี, 16*(2), 80–89.

วนิชญา ลางคุลเกษตริน และ นาถนเรศ อาคาสุวรรณ. (2561). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยชุมชน: ตำบลเกาะยอ อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา. *การประชุมวิชาการด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตรระดับชาติ ครั้งที่ 1,* วันที่ 20–21 สิงหาคม 2561 (น. 521–530) สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

วสันต์ จันทร์ประสิทธิ์. (2566). การท่องเที่ยวและวิกฤตโควิด–19: ผลกระทบ แนวทางการฟื้นฟูและทิศทางการพัฒนาการท่องเที่ยวหลังโควิด–19. *วารสารมาวิทยาลัยศิลปากร. 43*(3), 15–27.

วารุณี เกตุสะอาด. (2554). *การประเมินศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของพื้นที่เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร.* (รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย มสธ. วิจัยประจำปี 2554).

สถาบันส่งเสริมการวิเคราะห์และบริหารข้อมูลขนาดใหญ่ภาครัฐ. (2567). *ประเภทแหล่งท่องเที่ยว.* สืบค้นจาก https://catalog.travellink.go.th/dataset/2f06411d-d866-4fda-8ad9-75c12625bc1d/resource/30efe9e3-8d70-45a0-857e-df3398eec2b6/download/tat.pdf.

สยุมภู อุนยะพันธ์, กนกพร เอกกะสินกุล ธวัชชัย ทำทอง และ กมลวรรณ ทาวัน. (2566). รูปแบบการจัดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างมีส่วนร่วม ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง. *วิทยาการจัดการวไลยลงกรณ์ปริทัศน์, 4*(1), 25-42.

สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. (2563). *กระทรวงเกษตรฯ ตั้งคณะทำงานความร่วมมือการท่องเที่ยวเชิงเกษตรพร้อมเตรียมจัดทำเส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตร หวังกระตุ้นเศรษฐกิจในประเทศปี 2564.* สืบค้นจาก https://www.thaipr.net/travel/3015532.

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2563). *หลังโควิดเปลี่ยนวิกฤติเป็นโอกาส ชูเน้นท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ วัฒนธรรมและอาหาร ดึงนักท่องเที่ยวไฮเอนด์ เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณ สอวช. งัดมาตรการหนุนเพื่อความยั่งยืน.* สืบค้นจาก https://www.nxpo.or.th/th/4815/.

สุเพชร จิรขจรกุล, พีระวัฒน์ แกล้ววิการณ์ และ สุนันต์ อ่วมกระทุ่ม. (2555). เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย. *Thai Journal of Science and Technology*, *1(3),* 197-210.

องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านขาว. (2564*). ข้อมูลทั่วไปตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา.* สืบค้นจาก http://www.bankhaw.go.th/content/general_information.

อริสรา เสยานนท์. (2563). *การจัดการวิกฤตการณ์ในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

การพยากรณ์ข้อมูลจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าด้วยตัวแบบผสม SARIMA–ANN

กัลยา บุญหล้า[1*] และ สิริโสภา พึ่งชัย[1]

Prediction of Electric Vehicle Numbers using SARIMA–ANN Hybrid Model

Kanlaya Boonlha[1*] and Sirisopa Puengchai[1]

[1] Department of Mathematics, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[*] Corresponding author: kanlayab@nu.ac.th

Received: April 18, 2024; Revised: August 28, 2024; Accepted: October 2, 2024

บทคัดย่อ

ปัจจุบันความสนใจในการใช้รถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบผสมระหว่างตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล (SARIMA) และโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) หรือ SARIMA–ANN โดยใช้ข้อมูลรายเดือนของจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าที่จดทะเบียนในประเทศไทย ซึ่งเก็บรวบรวมโดยกรมการขนส่งทางบก ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2567 รวมระยะเวลา 91 เดือน การพยากรณ์ได้สร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multi–layer Perceptron (MLP) จากค่าคลาดเคลื่อนที่ได้จากตัวแบบ SARIMA โดยกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ถึง 20 โหนด และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวแบบ SARIMA–ANN เมื่อ SARIMA$(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ จำนวนโหนดในชั้นซ่อนเท่ากับ 18 มีค่า RMSE ต่ำที่สุด และเมื่อทำการพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2567 ตัวแบบดังกล่าวมีค่า RMSE สำหรับการพยากรณ์เท่ากับ 3876.622

คำสำคัญ: รถยนต์พลังงานไฟฟ้า, วิธีบ็อกซ์–เจนกินส์, โครงข่ายประสาทเทียม, วิธีตัวแบบผสม

Abstract

Currently in Thailand is a growing interest among consumers in in electric vehicles. This study aims to forecast the number of electric vehicles in Thailand. A hybrid forecasting approach combining Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) and Artificial Neural Networks (ANN) models or SARIMA–ANN model. Monthly data on electric vehicles registrations in Thailand, collected by the Department of Land Transport from January 2017 to July 2024, totaling 91 months, was used. A Multi–layer Perceptron (MLP) was built using the residuals from the SARIMA model, with the number of nodes in the hidden layer varying from 1 to 20 nodes. The model performance was evaluated based on the Root Mean Square Error (RMSE). The study found that the SARIMA–ANN model, with a SARIMA $(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ at hidden layer are 18 nodes achieved the lowest

[1] ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

RMS. For forecasting the number of electric vehicles in Thailand from August 2023 to July 2024, the model yielded an RMSE of 3879.622.

Keywords: Forecasting, In electric vehicles, Box–Jenkins, Artificial Neural Networks hybrid model

บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนารถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทดแทนในรถยนต์เพื่อตอบสนองความต้องการของการใช้รถยนต์พลังงานไฟฟ้าแทนการใช้รถยนต์ระบบน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงเนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซต์ อีกทั้งสหภาพยุโรปมีการออกมาตรการปกป้องสิ่งแวดล้อม และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซต์ โดยมีข้อเสนอการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าทดแทนในรถยนต์หรือเรียกว่ารถยนต์พลังงานไฟฟ้า รัฐบาลในหลายประเทศจึงได้ให้การสนับสนุนรถยนต์พลังงานไฟฟ้า เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศจีน ประเทศเยอรมนี ประเทศอังกฤษ และประเทศญี่ปุ่น สำหรับประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2563–2567 อุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศไทยเปลี่ยนไปสู่ยุครถยนต์พลังงานไฟฟ้าซึ่งจะสอดรับกับแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2561 ถึงปี พ.ศ. 2580 (ณิชชา บูรณสิงห์, 2564) บริษัทผลิตรถยนต์จึงมีการลงทุนเพื่อผลิตและจำหน่ายรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในแต่ละประเภทเพิ่มมากขึ้น ทำให้ในปี พ.ศ. 2563 มียอดจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้ารวมทั้งหมด 30,705 คัน อัตราเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.8 จากกระแสการรณรงค์ใช้พลังงานสะอาดและการสนับสนุนจากทางภาครัฐ ทำให้ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2564 ทำให้ยอดขายของรถยนต์ไฟฟ้ามีการขยายตัว และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้น (บริษัท กิเดียนวัน จำกัด, 2564)

การทราบจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในอนาคตย่อมทำให้บริษัทผลิตรถยนต์พลังงานไฟฟ้าสามารถวางแผนการผลิตและวางแผนการจำหน่ายรถยนต์พลังงานไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำ จากการศึกษาพบว่า การพยากรณ์ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้านิยมใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ เช่น การศึกษาการพยากรณ์ยอดขายรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย (กุลวดี จันทร์วิเชียร และคณะ, 2566) ด้วยวิธีการแยกองค์ประกอบ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพแนนเชียล พบว่า วิธีการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นวิธีเหมาะสำหรับการพยากรณ์ภายใต้การพิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด กมล จึงมานนท์ (2562) ทำการศึกษาการพยากรณ์ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน ด้วยวิธีแยกองค์ประกอบวิธีเอกซ์โพแนนเชียล การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ วิธีการรวมผลพยากรณ์ ผลการวิจัยพบว่าวิธีการพยากรณ์รวมเหมาะสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดดังกล่าว วิธีการพยากรณ์ที่มักจะถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่งคือวิธีการพยากรณ์ด้วยตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล (SARIMA) ซึ่งเป็นตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์ผลต่างของอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ซึ่งมีทั้งพจน์ของการถดถอยในตัวและการเฉลี่ยเคลื่อนที่ ตัวแบบ SARIMA เป็นตัวแบบที่เพิ่มผลกระทบจากฤดูกาล เป็นตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่ของบ็อกซ์และเจนกินส์ มีการนำไปใช้ในการพยากรณ์อย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์ เช่น ข้อมูลรายเดือนของดัชนีพลังงานโลก (ภูษณัฐเดช มั่นไชยแก้ว, 2566) ตั้งแต่ ปี 2548 ถึงปี 2562 ตัวแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ คือ SARIMA $(2,1,1)(2,1,3)_{12}$ และเมื่อนำไปผลที่ได้ไปพยากรณ์จะได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าจริง ซึ่งมีค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย เท่ากับ 16.68 การพยากรณ์ราคาพืชไร่ในประเทศไทย (ศิรประภา ดีประดิษฐ์ และ พงศ์ธร รักซ้อน, 2564) พบว่าเทคนิคการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMA เหมาะสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% ข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 อ้อยโรงงาน มันสำปะหลังสด และข้าวโพด การพยากรณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการผลิตไฟฟ้า (ยุทธชัย มิ่งขวัญ, 2566) โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนธันวาคม

พ.ศ. 2565 จำนวน 264 เดือน โดยพิจารณาจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำสุด ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบ ARIMA เป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยตัวแบบ ARIMA เพียงตัวแบบเดียวอาจมีข้อจำกัด เนื่องจากไม่สามารถอธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวและลักษณะการผันแปรของข้อมูลอนุกรมเวลาได้ Zhang (2007) จึงได้ประยุกต์ใช้การพยากรณ์ตัวแบบ ARIMA ร่วมกับตัวแบบการพยากรณ์ข้อมูลส่วนที่ไม่เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นตรงพิจารณาในเทอมของค่าพารามิเตอร์ คือ ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) ซึ่งเป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำสูงในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในส่วนที่ไม่เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นตรงและมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีข้อสมมติเบื้องต้น (ชญานิน บุญมานะ และ นัท กุลวานิช, 2560) ซึ่งเรียกว่า ตัวแบบผสม ARIMA–ANN เพื่อใช้พยากรณ์ข้อมูลที่ให้มีความแม่นยำมากขึ้น นัท กุลวานิช (2563) ได้เก็บรวบรวมชุดข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวน 6 ชุดข้อมูล จาก ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย กรมการค้าภายใน และสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เพื่อทำการพยากรณ์ข้อมูลผลการศึกษาพบว่าตัวแบบผสม ARIMA–ANN มีความแม่นยำมากกว่าตัวแบบ ARIMA เช่นเดียวกับ การพยากรณ์ปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยรายเดือนของประเทศไทย (ธนกร สุทธิสนธ์, และ ภาณุเดช เพียรความสุข, 2567) โดยรวมข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ โดยสร้างตัวแบบ SARIMA – ANN สำหรับการพยากรณ์ซึ่งมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำดีกว่าตัวแบบ SARIMA เพียงอย่างเดียว และ Alsuwaylimi (2023) ทำการพยากรณ์ราคาทองคำในปี ค.ศ. 1989– ค.ศ. 2019 ด้วยตัวแบบ ARIMA–ANN พบว่า มีประสิทธิภาพมากกว่าการพยากรณ์ตัวแบบ ARIMA และ ANN เพียงอย่างเดียว

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบผสมระหว่างตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล (SARIMA) ซึ่งเป็นวิธีที่มักได้รับความนิยมต้องการพยากรณ์ข้อมูลที่มีฤดูกาล ร่วมกับตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งเป็นตัวแบบที่ได้รับความนิยมสำหรับการวิเคราะห์เหมืองข้อมูล เป็นตัวแบบผสมเรียกว่า SARIMA–ANN โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมไปใช้ในการพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาตัวแบบผสม SARIMA–ANN สำหรับการพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย
2. เพื่อพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยด้วยตัวแบบตัวแบบผสม SARIMA–ANN

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีมุ่งศึกษาตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม R version 4.2.1 สำหรับสร้างตัวแบบผสม ARIMA–ANN โดยนำข้อมูลรายเดือนจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย ที่จดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง (รายเดือน) ประเภท ไฟฟ้า เบนซิน–ไฟฟ้า ดีเซล–ไฟฟ้า LPG–เบนซิน–ไฟฟ้า LPG–ดีเซล–ไฟฟ้า เบนซิน–ไฟฟ้าแบบเสียบปลั๊ก ดีเซล–ไฟฟ้าแบบเสียบปลั๊ก และ LPG–ดีเซล–ไฟฟ้าแบบเสียบปลั๊ก เก็บรวบรวมโดยกรมการขนส่งทางบก (กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่ง , 2566) ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 – กรกฎาคม พ.ศ. 2567 รวม 91 เดือน โดยผู้วิจัยแบ่งข้อมูลในการศึกษาเป็น 2 ชุด ได้แก้ ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบประกอบด้วย จำนวนรถยนต์ไฟฟ้า ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 – กรกฎาคม พ.ศ. 2566 รวม 79 เดือน และข้อมูลชุดที่ 2 เป็นข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบการพยากรณ์

ประกอบด้วย จำนวนรถยนต์ไฟฟ้า ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 – กรกฎาคม พ.ศ. 2567 รวม 12 เดือน โดยข้อมูลชุดที่ 1 ที่ทำการศึกษาสามารถสรุปเป็นตารางแสดง ต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 – กรกฎาคม พ.ศ. 2566 จำนวน 79 เดือน มีจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3,960 คันต่อเดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3,682.924 คันต่อเดือน เมื่อจำแนกตามรายปีพบว่าในแต่ปีมีจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้า ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 – กรกฎาคม พ.ศ. 2566 รวม 79 เดือน

ปี พ.ศ.	จำนวน (เดือน)	ค่าต่ำสุด (คัน)	ค่าสูงสุด (คัน)	ค่าเฉลี่ย (คันต่อเดือน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (คันต่อเดือน)
2560	12	630	1,462	993	291.449
2561	12	1,045	2,220	1,669	371.222
2562	12	1,499	2,601	2,256	291.004
2563	12	1,478	3,361	2,554	679.503
2564	12	2,236	4,775	3,611	766.494
2565	12	5,318	9,180	7,032	1,197.550
2566	7	10,762	16,141	13,640	2,214.373
ภาพรวม	79	630	16,141	3,960	3,682.924

การศึกษาตัวแบบและเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ มีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

การพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA

วิธีการพยากรณ์แบบผสมระหว่างตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล (SARIMA) เป็นการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่พิจารณาข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง (Stationary) พิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) และกำหนดเป็นตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งพิจารณาความผันแปรตามฤดูกาลร่วม โดยมีตัวแบบที่มีฤดูกาล คือ SARIMA(p,d,q,)(P,D,Q)$_s$ ส่วนประกอบที่สำคัญคือสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autoregressive) หรือ AR(p) เป็นค่าสังเกตที่เกิดขึ้นก่อนหน้า p ค่า หรือจำนวนเทอมที่ถอยในตัวเอง Integrated เป็นอันดับผลต่าง (Difference) ของอนุกรมเวลาที่ทำให้ข้อมูลนิ่ง ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) หรือ MA(q) เป็นค่าคลาดเคลื่อนที่อยู่ก่อนหน้า q ค่า หรือจำนวนเทอมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบกระบวนการคงที่ (Stationary process) เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในศึกษาว่ามีความคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาลักษณะของกราฟ ACF และ PACF ถ้าลักษณะของกราฟ ACF และ PACF ลดลงอย่างช้า ๆ ในขณะที่จำนวน Lag (k) เพิ่มขึ้นแสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานั้นมีลักษณะเป็นกระบวนการไม่คงที่ ถ้ากราฟ ACF ลดลงอย่างเห็นได้ชัดใขณะที่จำนวน Lag (k) เพิ่มขึ้น หรือกราฟ PACF ในตัวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์เมื่อจำนวน Lag มีค่าเพิ่มขึ้นนั่นเอง แสดงให้เห็นว่าข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะเป็นกระบวนการคงที่

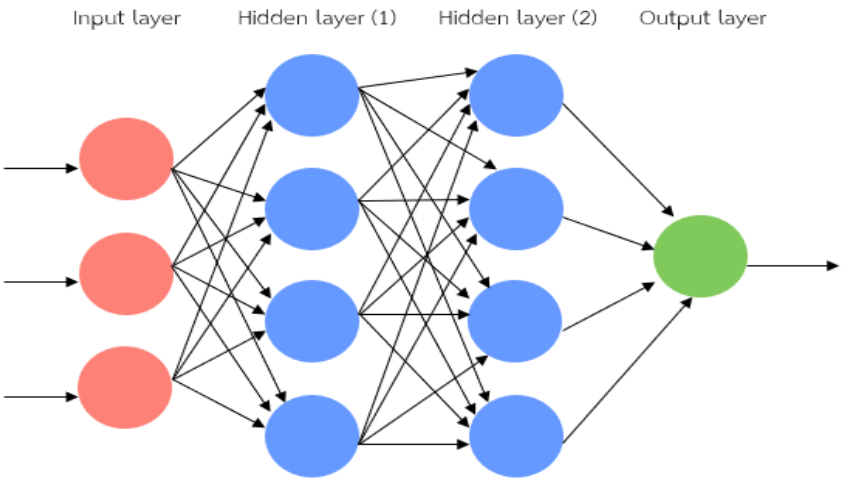
ขั้นตอนที่ 2 กำหนดตัวแบบพยากรณ์จากกราฟ ACF และ PACF โดยพิจารณาข้อมูลอนุกรมเวลาในหน่วยเวลาเริ่มแรกของคาบฤดูกาลที่แตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กรณีอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา จะทำการแปลงข้อมูลโดยการใช้วิธีการหาผลต่าง (Difference)

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ตัวแบบ โดยพิจารณาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA โดยค่าพารามิเตอร์ทุกตัวจะต้องมีค่าแตกต่างจากศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้ library(lmtest) ใช้คำสั่ง coeftest() ในโปรแกรม R ตรวจสอบการแจกแจงปกติของความคลาดเคลื่อน โดยค่าสถิติทดสอบของโคลโมโกรอฟ–สไมร์นอฟ และตรวจสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน และทดสอบภาพรวมของความคลาดเคลื่อนด้วยสถิติ Q ของ Ljung–Box โดยใช้คำสั่ง Box.test() ในโปรแกรม R กรณีที่มีตัวแบบหลายตัวแบบ การเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดพิจารณาจากเกณฑ์ข้อสนเทศเป็นเกณฑ์ (AIC) ที่พิจารณาทั้งค่าประมาณของค่าความคลาดเคลื่อนและข้อสนเทศของค่าสังเกต ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ เลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า AIC น้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 ทำการพยากรณ์ค่าจากตัวแบบและคำนวณค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

การพยากรณ์ด้วยวิธีตัวแบบผสม SARIMA–ANN (Hybrid SARIMA and ANN model)

ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) เป็นตัวแบบที่จำลองขึ้นโดยอาศัยหลักการประมวลผลของประสาทมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลป้อนเข้า (Input) ได้หลายค่า แต่ข้อมูลส่งออก (Output) เพียงค่าเดียว และมีชั้นที่ซ่อนสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มข้อมูล (Hidden Layer) และทุก ๆ ข้อมูลส่งออกจะเชื่อมโยงไปยังข้อมูลป้อนเข้าอื่น ภายในโครงข่ายสำหรับการเชื่อมโยงกันภายในระหว่างข้อมูลป้อนเข้าจะมีค่าน้ำหนัก เรียกว่า ฟังก์ชันกระตุ้น (activation function)



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมเมื่อมี Hidden Layer

ตัวแบบผสม SARIMA และ ANN (hybrid model, SARIMA–ANN) ซึ่งมีข้อสมมติว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์นั้นมี 2 องค์ประกอบ คือ ส่วนที่เป็นเส้นตรง ซึ่งได้จากตัวแบบ SARIMA และส่วนที่ไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งได้จากตัวแบบ ANN มารวมกับเรียกว่า SARIMA–ANN ผู้วิจัยทำการพยากรณ์ด้วยวิธีตัวแบบผสม SARIMA–ANN โดยอาศัยหลักการของ ของนัท กุลวานิช (2563) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยตัวแบบ SARIMA เพื่อพยากรณ์ข้อมูลแทนด้วย $\hat{Y}_t^{SARIMA}$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าส่วนเหลือ (Residual) ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA มาสร้างตัวแบบ ANN โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ Multi–layer perceptron (MLP) โดยใช้ library(nnfor) และใช้คำสั่ง mlp() โดยใช้โปรแกรม R version 4.2.1 กำหนดโหนดในชั้นนำเข้าเป็น ค่าส่วนเหลือจากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA ฟังก์ชันกระตุ้นภายใต้ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมปรากฏอยู่ 2 ที่ คือ โหนดชั้นซ่อน ถูกกำหนดเป็นฟังก์ชันซิกมอยด์ โหนดในชั้นผลลัพธ์ ถูกกำหนดเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น สำหรับค่าน้ำหนักโปรแกรมทำการสุ่มค่าน้ำหนักเริ่มต้นให้กับโครงข่าย กำหนดจำนวนรอบการทำซ้ำ เท่ากับ 20 รอบ กำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อน ตั้งแต่ 1–20 อัตราการเรียนรู้ เท่ากับ

0.01 และทำการพยากรณ์ข้อมูลในเทอมของค่าพารามิเตอร์ด้วยตัวแบบ ANN คือ $\hat{Y}_t^{ANN}$ โดยพิจารณาจำนวนโหนดที่มีค่า RMSE ต่ำที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าพยากรณ์รวม (Total forecasting) ซึ่งเป็นการรวมตัวแบบ SARIMA และตัวแบบ ANN เรียกว่า SARIMA–ANN เข้าด้วยกัน จากสมการ

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}_t^{SARIMA} + \hat{Y}_t^{ANN} \tag{1}$$

ขั้นตอนที่ 4 นำสมการไปสร้างค่าพยากรณ์ คำนวณค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

เกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์

ผู้วิจัยสนใจการเปรียบเทียบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้า ด้วยเกณฑ์ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) โดยพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดจากค่า RMSE ต่ำที่สุด

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}} \tag{2}$$

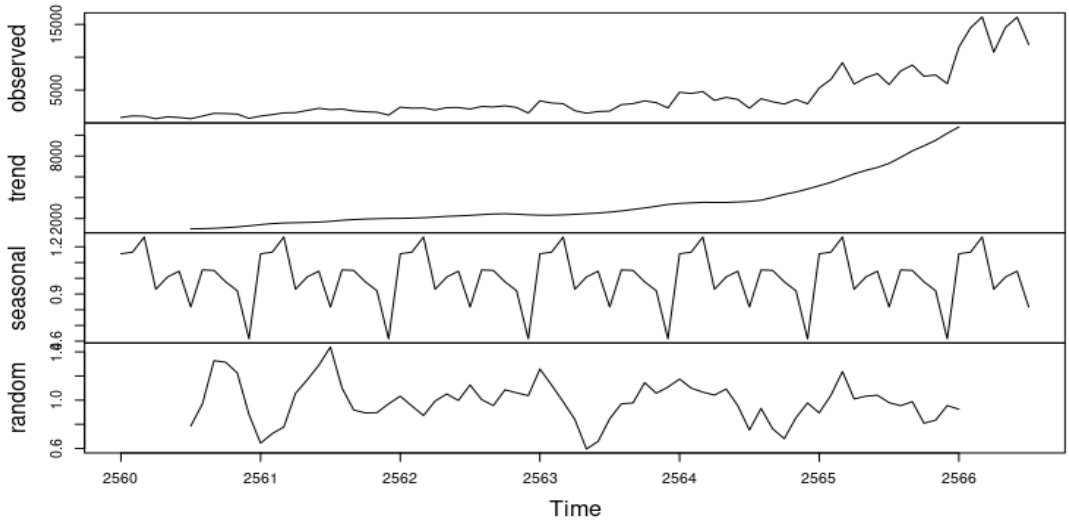
เมื่อ Y_t แทน ค่าข้อมูลจริง ณ เวลา t=1,2,...,n

$\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลา t=1,2,...,n

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลการศึกษา

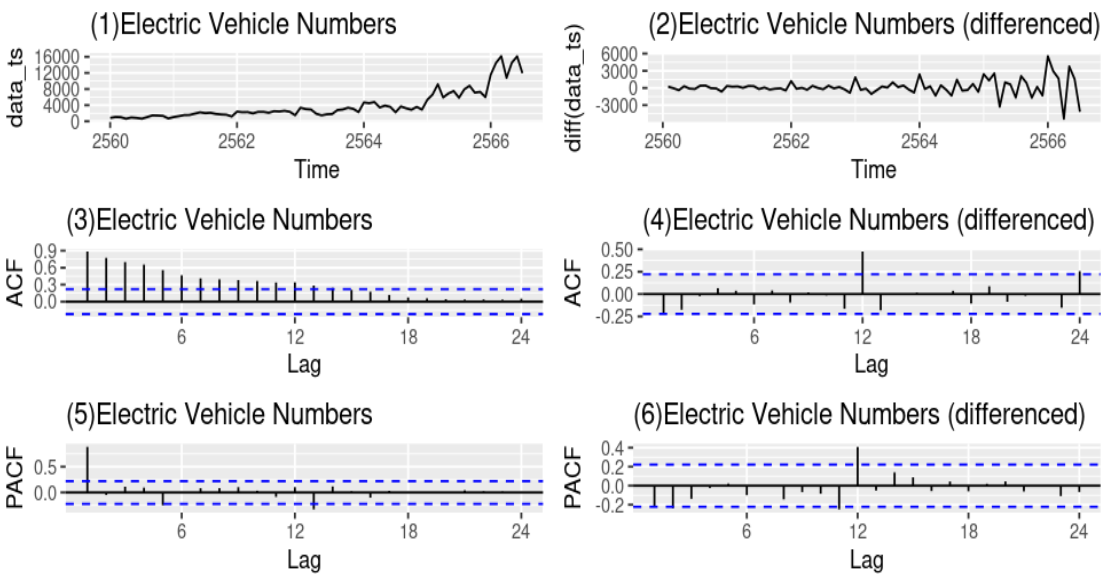
การพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 จนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 รวม 79 เดือน ด้วยตัวแบบ SARIMA



รูปที่ 1 กราฟแสดงการจำแนกอนุกรมเวลาของจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้า

จากรูปที่ 1 พบว่าจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย มีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2564 และมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปี พ.ศ. 2565 เมื่อพิจารณาส่วนประกอบแนวโน้มของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลา และข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลซึ่งมีรูปแบบการเคลื่อนไหวขึ้นลง

จากรูปที่ 2 พบว่ากราฟ ACF มีลักษณะลดลงอย่างช้า ๆ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยไม่คงที่ ดังรูปที่ 2-(3) และกราฟ PACF พบว่ามีบางค่าที่ต่างจากศูนย์ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 2-(5) จึงทำการแปลงข้อมูลให้อนุกรมเวลามีความแปรปรวนคงที่โดยใช้การแปลงข้อมูลด้วยวิธีการหาผลต่างครั้งที่ 1 ข้อมูลเป็นดังรูปที่ 2-(2) เมื่อพิจารณากราฟ ACF พบว่ากราฟมีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาคงที่ ดังรูปที่ 2-(4) และกราฟ PACF พบว่ามีบางค่าที่ต่างจากศูนย์ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีความแปรปรวนคงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 2-(6)



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าของข้อมูล ACF และ PACF ก่อนและหลังการปรับข้อมูล

ตารางที่ 2 แสดงค่า Augmented Dickey-Fuller Test (ADF)

ข้อมูลอนุกรมเวลา	ค่าสถิติทดสอบ	ค่า p-value
ก่อนปรับข้อมูล	-0.739	0.963
หลังปรับข้อมูล	-4.622	0.010

จากตารางที่ 2 พบว่าก่อนปรับข้อมูลค่าสถิติทดสอบ ADF เท่ากับ -0.739 ค่า p-value เท่ากับ 0.963 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาก่อนปรับข้อมูลมีลักษณะเป็นกระบวนการไม่คงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หลังการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการหาผลต่างครั้งที่ 1 พบว่าค่าสถิติทดสอบ ADF เท่ากับ -4.622 ค่า p-value เท่ากับ 0.010 น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาหลังการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการหาผลต่างครั้งที่ 1 มีลักษณะเป็นกระบวนการคงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากการพิจารณากราฟ ACF และ PACF หลังการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการหาผลต่างครั้งที่ 1 ดังรูปที่ 2(5) และ รูปที่ 2(6) ผู้วิจัยสามารถกำหนดตัวแบบที่เป็นไปได้จำนวน 3 ตัวแบบ ดังนี้ SARIMA(0,1,2)(0,0,2)$_{12}$ SARIMA(1,1,3)(0,0,2)$_{12}$ และ SARIMA(0,1,3)(0,0,2)$_{12}$

ตารางที่ 3 แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์และสถิติทดสอบความเหมาะสมด้วยตัวแบบ SARIMA(0,1,2)(0,0,2)$_{12}$

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	S.E.	สถิติทดสอบ	p-value
MA(1)	-0.205	0.103	-1.990	0.047
MA(2)	-0.337	0.096	-3.526	0.000
SMA(1)	1.125	0.218	5.169	0.000
SMA(2)	0.712	0.261	2.731	0.006
ค่าคงที่	217.907	115.365	1.889	0.059
ค่าสถิติทดสอบ Q = 4.997, d.f.=4, p-value = 0.288, RMSE = 860.037				

จากตารางที่ 3 พบว่าตัวแบบ SARIMA(0,1,2)(0,0,2)$_{12}$ ค่า p-value ของพารามิเตอร์ MA(1) MA(2) SMA(1) และ SMA(2) มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้มีอิทธิพลต่อตัวแบบ ดังนั้น พารามิเตอร์นี้ควรอยู่ในตัวแบบ และ การทดสอบ Box-Ljung test พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Q เท่ากับ 4.997 ค่า p-value เท่ากับ 0.288 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าตัวแบบมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และค่า RMSE ของตัวแบบเท่ากับ 860.037

ตารางที่ 4 แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์และสถิติทดสอบความเหมาะสมด้วยตัวแบบ SARIMA(1,1,3)(0,0,2)$_{12}$

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	S.E.	สถิติทดสอบ	p-value
AR(1)	-0.981	0.041	-24.178	<0.001
MA(1)	0.938	0.179	5.258	<0.001
MA(2)	-0.516	0.114	-4.543	<0.001
MA(3)	-0.517	0.209	-2.471	0.013
SMA(1)	1.179	0.266	4.435	<0.001
SMA(2)	0.763	0.333	2.291	0.022
ค่าคงที่	215.221	113.008	1.905	0.057
ค่าสถิติทดสอบ Q = 4.270, d.f.=4, p-value = 0.371, RMSE = 812.94				

จากตารางที่ 4 พบว่าตัวแบบ SARIMA(1,1,3)(0,0,2)$_{12}$ ค่า p-value ของพารามิเตอร์ทั้งหมด มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้มีอิทธิพลต่อตัวแบบ ดังนั้น พารามิเตอร์นี้ควรอยู่ในตัวแบบ และ การทดสอบ Box-Ljung test พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Q เท่ากับ 4.270 ค่า p-value เท่ากับ 0.371 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าตัวแบบมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และค่า RMSE ของตัวแบบเท่ากับ 812.94

ตารางที่ 5 แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์และสถิติทดสอบความเหมาะสมด้วยตัวแบบ SARIMA(0,1,3)(0,0,2)$_{12}$

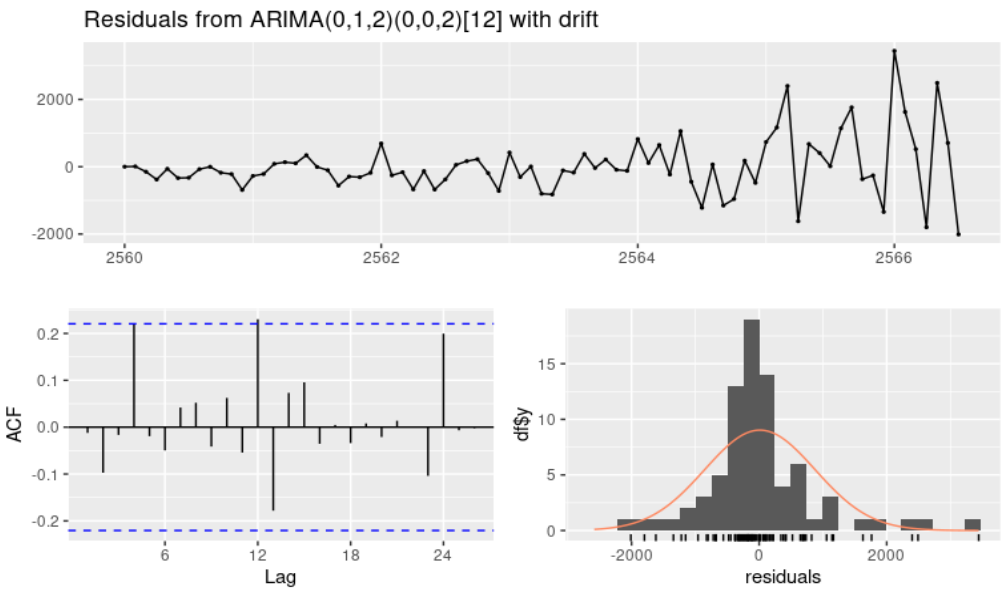
พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	S.E.	สถิติทดสอบ	p-value
MA(1)	-0.250	0.144	-1.737	0.082
MA(2)	-0.337	0.095	-3.542	<0.001
MA(3)	0.066	0.153	0.429	0.668
SMA(1)	1.125	0.214	5.265	<0.001
SMA(2)	0.701	0.254	2.766	0.006
ผลต่าง	219.916	119.916	1.834	0.067
ค่าสถิติทดสอบ Q = 4.997, d.f.=16 p-value 0.288,RMSE = 881.377				

จากตารางที่ 5 พบว่าตัวแบบ SARIMA(0,1,2)(0,0,2)$_{12}$ ค่า p-value ของพารามิเตอร์ MA(1) และMA(3) มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไม่มีอิทธิพลต่อตัวแบบ และค่า p-value ของพารามิเตอร์ MA(2) SMA(1) และ SMA(2) มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้มีอิทธิพลต่อตัวแบบ ดังนั้นพารามิเตอร์นี้ควรอยู่ในตัวแบบ และ การทดสอบ Box-Ljung test พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Q เท่ากับ 4.997 ค่า p-value เท่ากับ 0.288 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าตัวแบบมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และค่า RMSE ของตัวแบบเท่ากับ 881.377

ตารางที่ 6 แสดงค่า AIC ของตัวแบบ SARIMA

ตัวแบบ	ค่า AIC
SARIMA(0,1,2)(0,0,2)$_{12}$	1,311.010
SARIMA(1,1,3)(0,0,2)$_{12}$	1,311.960
SARIMA(0,1,3)(0,0,2)$_{12}$	1,312.870

จากตารางที่ 6 พบว่าตัวแบบ SARIMA(0,1,2)(0,0,2)$_{12}$ ให้ค่า AIC ต่ำที่สุดเท่ากับ 1,311.010 รองลงมาคือตัวแบบ SARIMA(1,1,3)(0,0,2)12 ให้ค่า AIC เท่ากับ 1,311.960 และ SARIMA(0,1,3)(0,0,2)$_{12}$ ให้ค่า AIC เท่ากับ 1,312.870 เมื่อพิจารณาจากค่า AIC ที่ต่ำที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ตัวแบบ SARIMA(0,1,2)(0,0,2)$_{12}$ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน แสดงรายละเอียดในรูปที่ 3 ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสมตัวแบบพยากรณ์



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าของข้อมูล กราฟ ACF และการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

ตารางที่ 7 แสดงค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่าส่วนเหลือในชุดข้อมูลเรียนรู้ด้วยตัวแบบ ANN

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	RMSE	จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	RMSE
1	741.504	11	179.895
2	493.018	12	144.896
3	319.032	13	183.488
4	297.870	**14**	**130.136**
5	230.812	15	166.820
6	209.470	16	175.274
7	198.431	17	132.059
8	193.810	19	143.595
9	181.062	19	139.786
10	165.122	20	179.895

ทำการการสร้างตัวแบบ ANN แบบ Multi-layer perceptron (MLP) จากส่วนเหลือที่จากตัวแบบ SARIMA โดยจำนวนโหนดในชั้นซ่อน ใช้อัตราการเรียนรู้ 0.01 โดยนำค่าส่วนเหลือที่ได้จากตัวแบบ SARIMA$(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ ไปใช้สร้างตัวแบบ ANN พบว่า ค่า RMSE ของการพยากรณ์ส่วนเหลือในข้อมูลชุดเรียนรู้ด้วยตัวแบบ ANN ที่กำหนดโหนดในชั้นซ่อน เท่ากับ 14 มีค่า RMSE ต่ำสุด เท่ากับ 130.136 รองลงมาเป็น โหนดในชั้นซ่อน เท่ากับ 17 และ 19 โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 132.059 และ 139.786 ตามลำดับ และทำการวิเคราะห์ตัวแบบอนุกรมเวลาด้วยตัวแบบผสม SARIMA-ANN จึงนำมารวมกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบ SARIMA$(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ ดังตารางที่ 8 พบว่า กรณีจำนวนโหนดในชั้นซ่อน เท่ากับ 18 ตัวแบบ SARIMA$(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ มีค่า RMSE เท่ากับ 709.975 ต่ำที่สุด รองลงมาเป็น กรณีจำนวนโหนดในชั้นซ่อน เท่ากับ 17 และ 9 มีค่า RMSE เท่ากับ 722.289 และ 737.724 ตามลำดับ

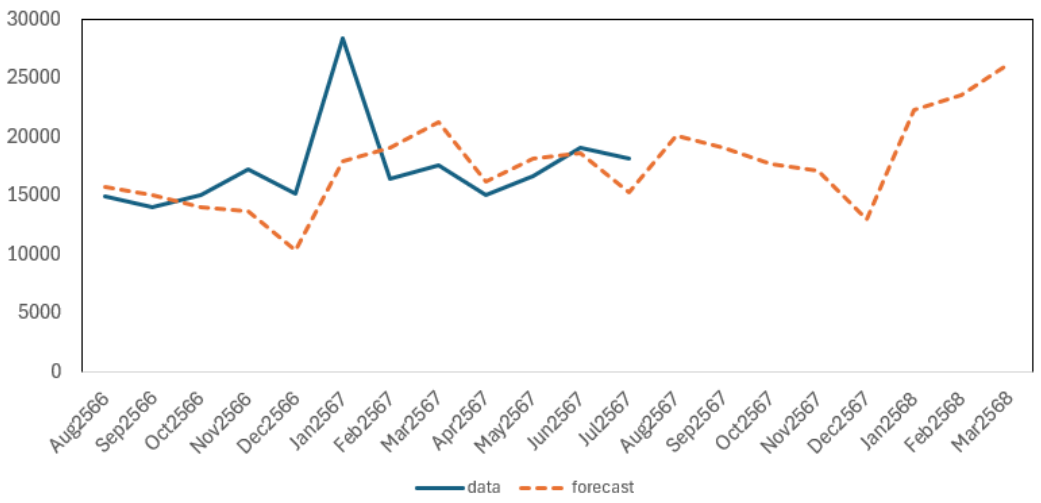
ตารางที่ 8 แสดงค่า RMSE ในการพยากรณ์ตัวแบบ SARIMA–ANN

จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	RMSE	จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	RMSE
1	1455.640	11	771.765
2	989.667	12	772.765
3	875.480	13	756.124
4	955.021	14	753.729
5	797.299	15	753.856
6	897.884	16	830.465
7	858.535	17	722.289
8	765.569	**18**	**709.975**
9	737.724	19	811.767
10	773.894	20	854.931

ตารางที่ 9 แสดงค่าพยากรณ์ล่วงหน้าของตัวแบบ SARIMA–ANN

เวลา	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	เวลา	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์
ส.ค. 2566	14,895	15,788.14	มิ.ย. 2567	19,014	18,579.09
ก.ย. 2566	14,007	15,045.56	ก.ค. 2567	18,124	15,282.01
ต.ค. 2566	15,050	14,028.76	ส.ค. 2567	–	20,058.69
พ.ย. 2566	17,203	13,650.54	ก.ย. 2567	–	19,025.54
ธ.ค. 2566	15,135	10,350.95	ต.ค. 2567	–	17,659.73
ม.ค. 2567	28,359	17,913.95	พ.ย. 2567	–	17,109.02
ก.พ. 2567	16,382	19,058.74	ธ.ค. 2567	–	12,919.23
มี.ค. 2567	17,525	21,235.94	ม.ค. 2568	–	22,268.72
เม.ย. 2567	15,007	16,231.79	ก.พ. 2568	–	23,599.82
พ.ค. 2567	16,699	18,151.85	มี.ค. 2568	–	26,197.26
		RMSE			**3876.622**

จากตารางที่ 9 จากตัวแบบผสม SARIMA–ANN เมื่อ SARIMA$(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ ทำการพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในเดือนสิงหาคม 2566 ถึง กรกฎาคม 2567 ค่า RMSE จากการพยากรณ์เท่ากับ 3876.622 และค่าพยากรณ์เดือนสิงหาคม 2567 ถึง มีนาคม 2568 พบว่า ค่าพยากรณ์จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าในเดือนสิงหาคม 2567 มีแนวโน้มลดลงไปจนถึงเดือนธันวาคม 2567 และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนมกราคม 2568 ถึง มีนาคม 2568 ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าของข้อมูลและค่าพยากรณ์ของข้อมูลช่วงเดือนสิงหาคม 2566 – ธันวาคม 2567

สรุปและอภิปรายผล

จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 – กรกฎาคม พ.ศ. 2566 มีจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3,960 คัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3,682.924 คัน เมื่อจำแนกตามรายปีพบว่าในแต่ปีมีจำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ.2564 และมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปี พ.ศ. 2565 เมื่อพิจารณาส่วนประกอบแนวโน้มของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลา และข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลซึ่งมีรูปแบบการเคลื่อนไหวขึ้นลงใปแต่ละปี ตัวแบบ SARIMA$(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ ให้ค่า AIC ต่ำที่สุดเท่ากับ 1,311.010 ค่า RMSE เท่ากับ 860.037 เมื่อนำสำหรับ SARIMA$(0,1,2)(0,0,2)_{12}$ ผสมกับตัวแบบ ANN แบบ Multi-layer perceptron (MLP) จากส่วนเหลือที่จากตัวแบบ SARIMA โดยจำนวนโหนดในชั้นซ่อน เท่ากับ 18 ใช้อัตราการเรียนรู้ 0.01 มีค่า RMSE ต่ำสุด ทำการวิเคราะห์ตัวแบบอนุกรมเวลาด้วยตัวแบบผสม SARIMA-ANN มีค่า RMSE เท่ากับ 709.975 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการใช้ตัวแบบ SARIMA เพียงอย่างเดียว เมื่อนำตัวแบบที่ได้พยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2567 พบว่าค่า RMSE จากการพยากรณ์เท่ากับ 3876.622 และทำการพยากรณ์เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2568 ล่วงหน้าพบว่า จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าในเดือนสิงหาคม 2567 มีแนวโน้มลดลงไปจนถึงเดือนธันวาคม 2567 และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนมกราคม 2568 ถึง มีนาคม 2568

การพิจารณาเลือกใช้ตัวแบบผสม SARIMA-ANN เพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนรถยนต์พลังงานไฟฟ้าสามารถช่วยลดความผิดพลาดในการพยากรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ตัวแบบ SARIMA เพียงตัวแบบซึ่งสอดคล้องกับ (นัท กุลวานิช, 2563) ซึ่งพบว่าการพยากรณ์ข้อมูลจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย กรมการค้าภายใน และสำนักงานเศรษฐกิจ การพยากรณ์ปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยรายเดือนของประเทศไทย (ธนกร สุทธิสนธ์, และ ภาณุเดช เพียรความสุข, 2567) และ การพยากรณ์ราคาทองคำของ Alsuwaylimi (2023) ซึ่งพบว่าตัวแบบผสม ARIMA-ANN มีความแม่นยำมากกว่าตัวแบบ ARIMA ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจประยุกต์ใช้กับเทคนิคถดถอยการเรียนรู้ของเครื่องอื่น เช่น ตัวแบบผสม SARIMA-SVM (Khairalla และคณะ, 2017) การสร้างตัวแบบผสมโดยอาศัยสมการการถดถอยในการสร้างตัวแบบพยากรณ์(นัท กุลวานิช, 2563) SARIMA-GP (สุคนธ์ทิพย์ สุภาจันทร์, 2561)

รวมถึงสามารถประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์ในระยะสั้น และการพยากรณ์ในระยะยาว เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์

เอกสารอ้างอิง

กมล จึงมานนท์. (2562). *การพยากรณ์ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กุลวดี พัทธนันท์ อธิตัง และ วาสนา สุวรรณวิจิตร. (2566). การพยากรณ์ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยเพื่อวางกลยุทธ์ในการเพิ่มยอดขายภายใต้ภาวการณ์แข่งขันสูง. *วารสารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ,12*(1), 1–16.

กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่ง. (2566). *ข้อมูลการสถิติจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง.* สืบค้นจาก https://web.dlt.go.th/statistics/.

ชญานิน บุญมานะ และ นัท กุลวานิช. (2560). การเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยตัวแบบอนุกรมเวลาแบบผสม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25*(2), 177–190.

ณิชชา บูรณสิงห์. (2564). ร้อยเรื่องเมืองไทย : รถยนต์พลังงานไฟฟ้า ทางเลือกใหม่สำหรับคนรักษ์โลก". สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. สำนักวิชาการสถานีวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์รัฐสภา. สืบค้นจาก https://library.parliament.go.th/th/radioscript-rr2564-sep4.

ธนกร สุทธิสนธ์ และ ภาณุเดช เพียรความสุข. (2567). ตัวแบบผสมสำหรับพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยรายเดือนของประเทศไทย. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 34*(2), 1–18.

นัท กุลวานิช. (2563). การเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยตัวแบบผสม ARIMA-ANN และการวิเคราะห์การถดถอย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 28*(12), 2101–2112.

บริษัท กิเดียน วัน จำกัด. (2564). *ส่องจำนวนรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในไทยและแนวโน้มของตลาดรถยนต์ไฟฟ้าในปี 2021.* สืบค้นจาก https://gideon-one.com/news/trends-of-the-electric-vehicles-evs-in-2021.

วิษณุเดช นันไชยแก้ว. (2566). Forecasting MSCI World Energy Sector Index with the SARIMA Model. *วารสารเกษตรศาสตร์ธุรกิจประยุกต์, 17*(26), 37–53.

ยุทธชัย มิ่งขวัญ. (2566). การพยากรณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) จากภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal, 15*(2), 408–422.

ศิรประภา ดีประดิษฐ์ และ พงศ์ธร รักซ้อน. (2564). การเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ราคาพืชไร่ในประเทศไทย. *The Journal of Industrial Technology, 17*(3), 214–231.

สุคนธ์ทิพย์ สุภาจันทร์. (2561). *การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบผสม Sarima-GP ด้วยเคอร์เนล ฟังก์ชัน ใหม่.* ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา.

Alsuwaylimi, A. A. (2023). Comparison of ARIMA, ANN and Hybrid ARIMA-ANN models for time series forecasting. *Inf. Sci. Lett, 12*(2), 1003–1016.

Khairalla, M., & AL-Jallad, N. T. (2017). Hybrid forecasting scheme for financial time-series data using neural network and statistical methods. I*nternational Journal of Advanced Computer Science and Applications, 8*(9), 319–327.

Wang, L., Zou, H., Su, J., Li, L., & Chaudhry, S. (2013). An ARIMA-ANN hybrid model for time series forecasting. *Systems Research and Behavioral Science*, *30*(3), 244–259.

Zhang, G. P. (2007). A neural network ensemble method with jittered training data for time series forecasting. *Information Sciences*, *177*(23), 5329–5346.

การพัฒนากระบวนการทดสอบสำหรับระบบลางาน กรณีศึกษา บริษัท บิ๊ก ดาต้า เอเจนซี่ จำกัด

จิรวัฒน์ ดวงแก้ว[1], บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ[1*] อมรรัตน์ เข็มทอง[1] และ วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์[2]

Development of Testing Process for Leave Management System Big data Agency CO., LTD.

Jirawat Duangkaew[1], Bowonsak Srisungsittisuntiand[1*] Amonrat Khemtong[1] and Weeraphan Siririth[2]

[1] Program in Computer Engineering, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[2] Faculty of Business Administration, Chiang Rai College, Chiang Rai, 57000

[*] Corresponding author: bowonsak.sr@up.ac.th

Received: June 27, 2024; Revised: September 23, 2024; Accepted: October 2, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพของระบบใบลาที่พัฒนาโดยบริษัท บิ๊กดาต้า เอเจนซี่ จำกัด โดยใช้เทคนิคการทดสอบภาพรวม การทดสอบฟังก์ชัน และการทดสอบประสิทธิภาพ โดยทำการทดสอบในกลุ่มผู้ใช้จำนวน 100 คน และทดสอบ 6 กรณีหลัก ซึ่งครอบคลุมทั้งการทดสอบการทำงานปกติและการทดสอบภายใต้ภาระการใช้งานสูง การเลือกกลุ่มทดสอบและกรณีทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของระบบในการรองรับการใช้งานในสถานการณ์ที่หลากหลาย ทั้งในภาวะปกติและเมื่อมีการใช้งานหนัก เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกสภาวะ กระบวนการทดสอบแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ได้แก่ 1) การทดสอบความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลของระบบ 2) การทดสอบกระบวนการทำงานของระบบ และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพการตอบสนองหลังจากใช้งานระบบ ผลการทดสอบพบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยผ่านเกณฑ์การทดสอบด้านความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูล และกระบวนการทำงานของระบบด้วยอัตราความสำเร็จ 100% ส่วนด้านประสิทธิภาพการตอบสนองเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 2 วินาที อัตราความสำเร็จเท่ากับ 99.17% แม้ยังมีบางกรณีที่ตอบสนองช้ากว่าเกณฑ์ แต่โดยรวมระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การทดสอบซอฟต์แวร์, การทดสอบภาพรวม, การทดสอบฟังก์ชัน, การทดสอบประสิทธิภาพ

---

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000

Abstract

The objective of this research is to evaluate the functionality and performance of the leave management system developed by Big Data Agency Co., Ltd., using overall testing, functional testing, and performance testing. The tests were conducted on a group of 100 users and covered six main cases, which included both normal operations and high workload conditions. The selection of test groups and cases aimed to assess the system's ability to handle various usage situations, both under normal and heavy usage conditions, to ensure that the system can respond effectively to user demands in all scenarios. The testing process was divided into three main sections: 1) testing the system's ability to import and export data; 2) testing the system's operational processes; and 3) testing the response performance after system usage. The results indicated that the system performed well overall, passing the data import and export and operational process tests with a 100% success rate. The average response time was 2 seconds, with a success rate of 99.17%. Although some cases experienced slower response times, overall, the system met user demands efficiently.

Keywords: Software testing, Integration testing, Functional testing, Performance testing

บทนำ

การทดสอบซอฟต์แวร์นับเป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งมีบทบาทอย่างยิ่งในการสร้างความมั่นใจว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างครบถ้วน โดยการทดสอบซอฟต์แวร์ครอบคลุมการประเมินในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการใช้งาน ความน่าเชื่อถือ และประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ (Gupta & Gayathri, 2022; Joshi & Kumari, 2022) ทั้งนี้ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณลักษณะดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงประสบการณ์ของผู้ใช้ให้ดียิ่งขึ้น (Llerena et al., 2019; Zhao et al., 2022; Delgado-Pérez et al., 2020) ในการวิจัยนี้ บริษัท บิ๊กดาต้า เอเจนซี่ จำกัด ได้ดำเนินการพัฒนาระบบใบลาและทดสอบระบบอย่างครอบคลุม โดยมุ่งเน้นให้ระบบมีคุณภาพและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในกระบวนการทดสอบนั้น ได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและเทคนิคการทดสอบซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย อาทิ การทดสอบภาพรวม (Integration Testing) ที่มุ่งเน้นการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของฟังก์ชันที่มีความสัมพันธ์กันในระบบย่อย (Naik & Tripathy, 2011) โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษานวัตกรรมและเทคนิคใหม่ๆ ในการทดสอบภาพรวม เช่น การใช้สถาปัตยกรรมแบบ SOA (Wei & Bai, 2023) ปัญหาความสามารถในการทำงานร่วมกันและความซับซ้อนของสถาปัตยกรรมระบบขนาดใหญ่ (Shibl et al., 2021) และความสัมพันธ์ระหว่างการรวมต่อเนื่อง (Continuous Integration, CI) กับคุณภาพซอฟต์แวร์ (Software Quality, SQ) (Soares et al., 2023) ซึ่งสนับสนุนการใช้นวัตกรรมและเทคนิคใหม่ ๆ เพื่อเสริมสร้างคุณภาพซอฟต์แวร์ให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการทดสอบฟังก์ชัน (Functional Testing) หรือการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ที่มุ่งเน้นการตรวจสอบระบบโดยรวม โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้า (Input) และผลลัพธ์ (Output) เพื่อประเมินว่าระบบทำงานตามข้อกำหนดหรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงรายละเอียดการทำงานภายใน (Naik & Tripathy, 2011) ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning, ML) ในการทดสอบแบบกล่องดำ (Lima et al., 2020; Novella et al., 2019) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความคุ้มค่า แต่ต้องพิจารณาความท้าทายด้านความสามารถในการอธิบายและตีความผลลัพธ์ที่ได้จากโมเดล

ซับซ้อน (Petch et al., 2021)จึงจำเป็นต้องพัฒนาเทคนิคเพิ่มความโปร่งใสและความน่าเชื่อถือ เพื่อใช้ในการทดสอบอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับมากขึ้น ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพ (Performance Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์ (Non-Functional Testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานโดยการวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความเร็วในการประมวลผล การใช้งานหน่วยความจำ และระยะเวลาในการตอบสนอง (Naik & Tripathy, 2011) โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทดสอบซอฟต์แวร์ เช่น การผสานการเรียนรู้ของเครื่อง (ML) เพื่อปรับแต่งกระบวนการทดสอบโดยอัตโนมัติ (Helali Moghadam et al., 2019) การใช้กรอบการทดสอบ Open API สำหรับประเมินประสิทธิภาพของส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แบบ Representational State Transfer Application Programming Interfaces (REST APIs) (Bucaille et al., 2020) การใช้การเรียนรู้แบบไม่ต้องใช้โมเดลในการสร้างกรอบการทดสอบแบบปรับตัวเอง (Helali Moghadam, 2019) และการใช้เครื่องมือ Apache JMeter สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของระบบเว็บ (Rodrigues et al., 2019) รวมถึงการพัฒนาเครื่องมือต่อยอดอย่าง DYNAMOJM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทดสอบ (Huerta-Guevara et al., 2019) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของ JMeter ในฐานะเครื่องมือสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของระบบ (Indrianto, 2023; Kołtun & Panczyk, 2020; Wang & Wu, 2019) จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบภาพรวม การทดสอบแบบกล่องดำ และการทดสอบประสิทธิภาพ ล้วนแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการนำเทคนิคและเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและทดสอบซอฟต์แวร์ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบมีคุณภาพและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบของบริษัท บิ๊กดาต้า เอเจนซี่ จำกัด ในการพัฒนาและทดสอบระบบใบลา ที่สะท้อนให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและเทคนิคการทดสอบซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพของระบบใบลาที่พัฒนาโดยบริษัท บิ๊กดาต้า เอเจนซี่ จำกัด โดยใช้เทคนิคการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบภาพรวม (Integration Testing) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของฟังก์ชันที่มีความสัมพันธ์กันในระบบย่อย

2. การทดสอบฟังก์ชัน (Functional Testing) เพื่อทดสอบฟังก์ชันการทำงานของระบบ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ ว่าระบบทำงานตามข้อกำหนดหรือไม่

3. การทดสอบประสิทธิภาพ (Performance Testing) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความเร็วในการประมวลผล และระยะเวลาในการตอบสนอง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการทดสอบระบบใบลาของบริษัท บิ๊กดาต้า เอเจนซี่ จำกัด โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการทดสอบซอฟต์แวร์ ได้แก่ การทดสอบภาพรวม (Integration Testing) การทดสอบฟังก์ชัน (Functional Testing) และการทดสอบประสิทธิภาพ (Performance Testing) ทั้งนี้ เพื่อประเมินความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพของระบบอย่างครอบคลุม ผ่านการวิเคราะห์ระบบใบลาและออกแบบกระบวนการทดสอบที่คำนึงถึงความครบถ้วนของการทดสอบในทุกมิติ ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นใจได้ว่าระบบใบลาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสูงและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ขั้นตอนการทดสอบฟังก์ชัน (Functional Testing)

การทดสอบฟังก์ชัน (Functional Testing) หรือที่รู้จักในนาม Black Box Testing เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ตรวจสอบการทำงานของซอฟแวร์จากมุมมองของผู้ใช้โดยไม่ต้องพิจารณาถึงโครงสร้างภายใน (Naik & Tripathy, 2011) วัตถุประสงค์หลักคือให้แน่ใจว่าซอฟต์แวร์ทำงานได้ตามที่ออกแบบมาโดยป้อนข้อมูลและตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกับความคาดหวังหรือไม่ การทดสอบนี้ช่วยให้ทีมพัฒนาสามารถระบุและแก้ไขข้อบกพร่องได้ก่อนการนำไปใช้งานจริง ซึ่งทำให้ซอฟต์แวร์มีความน่าเชื่อถือและใช้งานได้ราบรื่น ในการทดสอบระบบจัดการใบลา อันมีการทดสอบที่ครอบคลุมฟังก์ชันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งมีส่วนประกอบหลักของการทดสอบฟังก์ชันประกอบด้วยรหัสกรณีทดสอบ (Test Case ID, TC_ID) คำอธิบายกรณีทดสอบ (Test Case Description) และผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Result) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการทดสอบการเข้าสู่ระบบของพนักงาน กรณีเข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ

Test Scenario Description	Test Case ID	Test Case Description	Expected Result
ตรวจสอบการเข้าสู่ระบบ กรณีเข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ	SC001-TC001	ทดสอบเข้าสู่ระบบ โดยพนักงาน กรณีกรอกอีเมลที่ไม่มีในระบบ	แสดงการแจ้งเตือนกรอกอีเมลที่ไม่มีในระบบแสดงข้อความแจ้งเตือน "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"
	SC001-TC002	ทดสอบการเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน กรณีกรอกรหัสผ่านผิด	แสดงการแจ้งเตือนกรอกรหัสผ่านผิด แสดงข้อความแจ้งเตือน "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"
	SC001-TC003	ทดสอบเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน กรณีกรอกอีเมล และรหัสผ่านผิด	แสดงการแจ้งเตือนกรอกอีเมล และรหัสผ่านผิดแสดงข้อความแจ้งเตือน "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"
	SC001-TC004	ทดสอบการเข้าสู่ระบบ กรณีไม่กรอกข้อมูลอีเมลและรหัสผ่าน	แสดงการแจ้งเตือน "กรุณากรอกข้อมูลให้ครบถ้วน"
	SC001-TC005	ทดสอบการเข้าสู่ระบบ กรณีกรอกอีเมลในรูปแบบที่ไม่ถูกต้อง (เช่น ไม่มี @)	แสดงการแจ้งเตือน "กรุณากรอกอีเมลในรูปแบบที่ถูกต้อง"
	SC001-TC006	ทดสอบการเข้าสู่ระบบ กรณีกรอกรหัสผ่านผิดเกิน 3 ครั้งติดต่อกัน	ระบบจะล็อคการเข้าสู่ระบบชั่วคราว และแสดงข้อความ "บัญชีของคุณถูกล็อคชั่วคราว กรุณาลองใหม่ภายหลัง"

จากตารางที่ 1 ตัวอย่างการทดสอบการเข้าสู่ระบบของพนักงาน โดยครอบคลุมสถานการณ์ที่เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ เช่น กรอกอีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง การกำหนดกรณีทดสอบช่วยให้การทดสอบเป็นระบบง่ายต่อการติดตามและสามารถนำไปใช้ซ้ำได้ เช่น การยื่นใบลาไม่สำเร็จ การแก้ไขหรือยกเลิกใบลา และการอนุมัติใบลา จะช่วยให้ครอบคลุมทุกฟังก์ชันการใช้งานที่สำคัญ ดังนั้น การทดสอบฟังก์ชันจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างเหมาะสม และทำงานได้ถูกต้องตามข้อกำหนด การกำหนดแผนและวิเคราะห์การทดสอบอย่างรอบคอบจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ

2. ขั้นตอนการทดสอบภาพรวม (Integration Testing)

การทดสอบภาพรวม (Integration Testing) เป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ที่มุ่งเน้นการตรวจสอบการทำงานร่วมกันของฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในระบบ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก คือการตรวจสอบว่าฟังก์ชันเหล่านี้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพตามที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมีความน่าเชื่อถือและพร้อมใช้งานจริง (Naik & Tripathy, 2011) ในการทดสอบภาพรวมของระบบจัดการใบลานั้น ส่วนประกอบหลักในการทดสอบภาพรวมครอบคลุมทุกส่วนของระบบพนักงาน ได้แก่ คำอธิบายสถานการณ์ทดสอบ (Test Scenario Description) รหัสกรณีทดสอบ (Test Case ID) คำอธิบายกรณีทดสอบ (Test Case Description) ลำดับขั้นตอน (Step No) คำอธิบายขั้นตอนการทดสอบ (Test Step Description) และผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Result) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการทดสอบภาพรวมของการลงทะเบียน

Test Scenario Description	Test Case ID	Test Case Description	Step No	Test Step Description	Expected Result
ทดสอบการลงทะเบียน	SC048 –TC001	ทดสอบการกรอกข้อมูลครบทุกฟิลด์	1	(1) เข้าสู่ระบบ (2) ลงทะเบียน (3) กรอกข้อมูล (4) บันทึก	จะแสดงหน้ายืนยันการลงทะเบียน
	SC048 –TC002	ทดสอบการกรอกข้อมูล กรณีไม่กรอกชื่อ–นามสกุล	1	(1) เข้าสู่ระบบ (2) ลงทะเบียน (3) กรอกข้อมูล (4) บันทึก	จะต้องแสดงข้อความแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูล
	SC048 –TC003	ทดสอบการกรอกข้อมูล กรณีไม่กรอก ชื่อเล่น	1	(1) เข้าสู่ระบบ (2) ลงทะเบียน (3) กรอกข้อมูล (4) บันทึก	จะต้องแสดงข้อความแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูล

จากตารางที่ 2 ตัวอย่างการทดสอบภาพรวมของการลงทะเบียน โดยตรวจสอบการตอบสนองของระบบเมื่อผู้ใช้ไม่ได้กรอกข้อมูลที่จำเป็น เช่น ชื่อและนามสกุล ซึ่งเป็นการทดสอบที่สำคัญเพื่อยืนยันว่าระบบสามารถจัดการกับข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น การทดสอบภาพรวมนี้ช่วยให้ระบบจัดการใบลา สามารถจัดการกับข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนได้อย่างเหมาะสม และสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้ใช้โดยไม่พบปัญหา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการทำงานร่วมกันระหว่างระบบและผู้ใช้ ทั้งในการตอบสนองต่อผู้ใช้และการจัดการข้อมูลในระบบ

3. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ (Performance Testing)

การทดสอบประสิทธิภาพถือเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Performance Testing) โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินและวัดศักยภาพของระบบ ในการจัดการกับภาระงานภายใต้เงื่อนไขที่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Naik & Tripathy, 2011) การวิจัยส่วนนี้ดำเนินการตรวจสอบขีดความสามารถในการขยายขนาดของผู้ใช้จำนวน 100 คน และความสามารถในการตอบสนองทางด้านความเร็วของระบบจัดการใบลาระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ใช้งานดังนี้

ส่วนแรกเป็นการทดสอบขีดความสามารถในการขยายขนาด (Scalability) ของระบบจัดการใบลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของระบบในการรองรับจำนวนผู้ใช้งานสูงสุด และไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการใช้งานของระบบ ในการวิจัยส่วนนี้ได้กำหนดองค์ประกอบสำคัญของการทดสอบประสิทธิภาพ ได้แก่ รหัสทดสอบ (Test Scenario ID) คำอธิบายสถานการณ์ (Test Scenario Description) และผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected Result) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การตอบสนองของระบบเมื่อมีคนใช้งานระบบพร้อมกัน 100 บุคคล

Test Scenario ID	Test Scenario Description	Expected Result
SC001	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานสูงสุดที่ server รองรับได้ (= 100คน)	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ
SC002	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานมากกว่าสูงสุดที่ server รองรับได้ (>100คน) จน server พัง	Web ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากผู้ใช้งานเกินจำนวนที่ Server จะรองรับได้
SC003	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานมากกว่าสูงสุดที่ server รองรับได้ เป็นเวลานาน ๆ (=100คน)	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ
SC004	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานมากกว่าสูงสุดที่ server รองรับได้ (>100คน) แต่ไม่ถึงกับ server พัง	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ
SC005	ใช้งาน web ขณะที่มีการใช้งานพร้อมกันจำนวนมากแบบรวดเร็ว (<=100 คน)	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ
SC006	ใช้งาน web ขณะคนใช้งานสูงสุดที่ server รองรับได้ จากนั้นผู้ใช้งานลดน้อยลง	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ

จากตารางที่ 3 ซึ่งแสดงตัวอย่างการทดสอบการตอบสนองของระบบเมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกัน 100 คน การกำหนดจำนวนผู้ใช้งานในระดับนี้มีเหตุผลสำคัญ เนื่องจากสามารถจำลองสภาพการใช้งานจริงในองค์กรขนาดกลางถึงใหญ่ ที่อาจมีผู้เข้าถึงระบบพร้อมกันในช่วงเวลาสำคัญ เช่น การยื่นใบลาในช่วงสิ้นเดือนหรือวันหยุดยาว การทดสอบนี้ช่วยให้สามารถวัดขีดความสามารถของเซิร์ฟเวอร์ในการรองรับการใช้งานหนัก และทำให้ทีมพัฒนาทราบ ถึงระบบสามารถทำงานได้อย่างราบรื่น ภายใต้ภาระการใช้งานสูงสุดหรือไม่ นอกจากนี้ การทดสอบยังครอบคลุมหลายเงื่อนไข เช่น การใช้งานเว็บเมื่อมีผู้ใช้งานถึงขีดจำกัดที่เซิร์ฟเวอร์รองรับได้ (SC001), การทดสอบเมื่อมีผู้ใช้งานเกินกว่าขีดจำกัดจนระบบล่ม (SC002), การใช้งานระบบในระยะเวลานาน (SC003), การทดสอบในกรณีที่ผู้ใช้งานเกินขีดจำกัดแต่ระบบยังทำงานได้ (SC004), การใช้งานพร้อมกันจำนวนมากอย่างรวดเร็ว (SC005) และการทดสอบเมื่อจำนวนผู้ใช้ลดลงหลังจากผ่านช่วงการใช้งานสูงสุด (SC006) การทดสอบเหล่านี้ให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับความสามารถของระบบในการจัดการกับภาระงานที่หลากหลายและสถานการณ์ที่ไม่ปกติ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการรับประกันความเสถียรและประสิทธิภาพของระบบในการใช้งานจริง นอกจากนี้ ส่วนที่สองของการทดสอบยังเน้นการวัดความเร็วในการตอบสนองของระบบ (Speed) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ถึงผู้ใช้สามารถเข้าถึงฟังก์ชันต่าง ๆ ของระบบได้อย่างรวดเร็วเพียงพอหรือไม่ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสบการณ์การใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้ การทดสอบนี้ได้กำหนดองค์ประกอบสำคัญ เช่น บทบาทของระบบ (Role), รหัสการทดสอบ (ID), และหน้าของระบบ (Page) เพื่อครอบคลุมฟังก์ชันหลักทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการตอบสนองของระบบต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของพนักงาน

Role	ID	Page
พนักงาน	1	ลงทะเบียน
	2	สร้างบัญชี
	3	ลิงค์ยืนยัน
	4	หน้า Login
	5	เข้าสู่ระบบ
	6	ลืมรหัสผ่าน
	7	ส่งลิงค์ลืมรหัสผ่าน
	8	รีเซ็ตรหัสผ่าน
	9	เมนูหลัก
	10	รายการคำขอใบลา
	11	รายละเอียดใบลา
	12	เพิ่มใบลา (หน้าเมนูหลัก)
	13	เพิ่มใบลา (หน้ารายการคำขอใบลา)
	14	บันทึกใบลา
	15	ยกเลิกใบลา
	16	รายการคำขอปฏิบัติแทน
	17	รายละเอียดรายการคำขอปฏิบัติแทน
	18	ยินยอมปฏิบัติงานแทน
	19	ปฏิเสธการปฏิบัติงานแทน
	20	ข้อมูลส่วนตัว
	21	แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
	50	อนุมัติการลา

จากตารางที่ 4 ซึ่งแสดงการทดสอบประสิทธิภาพการตอบสนองของระบบต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของพนักงาน เช่น กระบวนการลงทะเบียน สร้างบัญชี เข้าสู่ระบบ การจัดการใบลา ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในทุกส่วนงาน หากพบว่ามีฟังก์ชันใดที่มีความล่าช้าในการตอบสนองก็จะสามารถนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

ผลการศึกษา

1. ผลการทดสอบความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลของระบบลางาน

1.1 การทดสอบพบว่าระบบผ่านการทดสอบทุกสถานการณ์ และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1

Test Scenario Description	Test Case ID (TC_ID)	Test Case Description	[TH]Expected Result	Test Status (Chrome)	Test Status (Edge)	Test Status (Firefox)
ตรวจสอบการเข้าสู่ระบบกรณีเข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ	SC001-TC001	ทดสอบเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน **กรณีกรอกอีเมลที่ไม่มีในระบบ** Role : พนักงาน	แสดงการแจ้งเตือนกรอกอีเมล และรหัสผ่านผิด แสดงข้อความแจ้งเตือนว่า "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"	Passed	Passed	Passed
	SC001-TC002	ทดสอบการเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน **กรณีกรอกรหัสผ่านผิด** Role : พนักงาน	แสดงการแจ้งเตือนกรอกอีเมล และรหัสผ่านผิด แสดงข้อความแจ้งเตือนว่า "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"	Passed	Passed	Passed
	SC001-TC003	ทดสอบเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน **กรณีกรอกอีเมล และรหัสผ่านผิด** Role : พนักงาน	แสดงการแจ้งเตือนกรอกอีเมล และรหัสผ่านผิด แสดงข้อความแจ้งเตือนว่า "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"	Passed	Passed	Passed
	SC001-TC004	ทดสอบเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน **กรณีไม่กรอกอีเมล หรือรหัสผ่าน** Role : พนักงาน	แสดงการแจ้งเตือนไม่กรอกอีเมล และรหัสผ่าน แสดงข้อความแจ้งเตือนว่า "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"	Passed	Passed	Passed
	SC001-TC005	ทดสอบเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน **กรณีกรอกอีเมลผิด** Role : พนักงาน	แสดงการแจ้งเตือนกรอกอีเมลผิด แสดงข้อความแจ้งเตือนว่า "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง"	Passed	Passed	Passed
ตรวจสอบการเข้าสู่ระบบกรณีเข้าสู่ระบบสำเร็จ	SC002-TC001	ทดสอบเข้าสู่ระบบโดยพนักงาน กรณี**กรอกอีเมล** และ**รหัสผ่านถูกต้อง** Role : พนักงาน	จะแสดงหน้าจอเมนูหลัก ของพนักงานโดยมีรายละเอียดดังนี้ - รายการแจ้งเตือน รายการคำขอใบลา/ผู้ปฏิบัติหน้าที่แทน - ประเภทและจำนวนวันลาที่ใช้ไปแล้ว/คงเหลือ	Passed	Passed	Passed

รูปที่ 1 ผลการตรวจสอบการเข้าสู่ระบบกรณีเข้าสู่ระบบไม่สำเร็จและเข้าสู่ระบบสำเร็จ

จากรูปที่ 1 พบว่าระบบสามารถตรวจสอบการเข้าสู่ระบบทั้งในกรณีสำเร็จและไม่สำเร็จได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนดของบริษัท นอกจากนี้ ยังมีการทดสอบการทำงานของระบบบนเว็บเบราว์เซอร์สามชนิด ได้แก่ Firefox, Chrome และ Edge ซึ่งผลทดสอบยืนยันถึงความเชื่อมั่นและประสิทธิภาพของระบบการลางาน อีกทั้งยังพร้อมสำหรับการใช้งานจริงและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการทดสอบภาพรวมของระบบลางาน

ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างครอบคลุมและมีประสิทธิภาพบนเว็บเบราว์เซอร์ทั้งสาม ได้แก่ Firefox, Chrome และ Edge โดยผ่านมาตรฐานการทดสอบตามข้อกำหนดของบริษัท ดังแสดงในรูปที่ 2

Test Case ID (TC_ID)	Test Case Description	Step #No	Test Step Description	[TH]Expected Result	Test Status (Chrome)	Test Status (Edge)	Test Status (Firefox)
SC009-TC002	ทดสอบการกรอกข้อมูลกรณีกรอกไม่ครบทุกฟิลด์ **กรณีไม่กรอกลาตั้งแต่**	1	เข้าสู่ระบบ>>เมนูหลัก>>รายการคำขอลา>>เพิ่มใบลา>>กรอกข้อมูลไม่ครบทุกฟิลด์>>บันทึก	จะต้องแสดงข้อความแจ้งเตือน "กรุณากรอกวันที่เริ่มต้นลา"	Passed	Passed	Passed
SC009-TC003	ทดสอบการกรอกข้อมูลกรณีกรอกไม่ครบทุกฟิลด์ **กรณีไม่กรอกลาถึง**	1	เข้าสู่ระบบ>>เมนูหลัก>>รายการคำขอลา>>เพิ่มใบลา>>กรอกข้อมูลไม่ครบทุกฟิลด์>>บันทึก	จะต้องแสดงข้อคตูวามแจ้งเตือน "กรุณากรอกวันที่สิ้นสุดการลา"	Passed	Passed	Passed
SC009-TC004	ทดสอบการกรอกข้อมูลกรณีกรอกไม่ครบทุกฟิลด์ **กรณีไม่กรอกลาเหตุผลการลา**	1	เข้าสู่ระบบ>>เมนูหลัก>>รายการคำขอลา>>เพิ่มใบลา>>กรอกข้อมูลไม่ครบทุกฟิลด์>>บันทึก	จะต้องไม่แสดงข้อความแจ้งเตือน และสามารถกดบันทึกได้	Passed	Passed	Passed
SC009-TC005	ทดสอบการกรอกข้อมูลกรณีกรอกไม่ครบทุกฟิลด์ **กรณีไม่อัปโหลดเอกสารประกอบการลา**	1	เข้าสู่ระบบ>>เมนูหลัก>>รายการคำขอลา>>เพิ่มใบลา>>กรอกข้อมูลไม่ครบทุกฟิลด์>>บันทึก	จะต้องไม่แสดงข้อความแจ้งเตือน และสามารถกดบันทึกได้	Passed	Passed	Passed
SC009-TC006	ทดสอบการกรอกข้อมูลกรณีกรอกไม่ครบทุกฟิลด์ **กรณีไม่อัปโหลดเอกสารประกอบการลาเพิ่มเติม (ถ้ามี)**	1	เข้าสู่ระบบ>>เมนูหลัก>>รายการคำขอลา>>เพิ่มใบลา>>กรอกข้อมูลไม่ครบทุกฟิลด์>>บันทึก	จะต้องไม่แสดงข้อความแจ้งเตือน และสามารถกดบันทึกได้	Passed	Passed	Passed

รูปที่ 2 ผลตรวจสอบการกรอกข้อมูลใบลาของพนักงาน

จากรูปที่ 2 พบว่าการกรอกข้อมูลใบลาของพนักงานบนเบราว์เซอร์ทั้งสามเป็นไปอย่างถูกต้อง ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงถึงความพร้อมใช้งานและความเข้ากันได้ของระบบใบลากับเทคโนโลยีเว็บที่หลากหลาย

3. ผลทดสอบประสิทธิภาพหลังจากใช้งานระบบใบลาบริษัท

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพภายใต้ภาระการใช้งานสูงสุดพบว่าระบบสามารถรองรับผู้ใช้งานพร้อมกันได้ถึง 100 คน โดยยังคงตอบสนองได้ดีและมีเสถียรภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3

Test Scenario ID (SC ID)	Test Scenario Description	[TH]Expected Result	Test Status (Chrome)	Test Status (Edge)	Test Status (Firefox)
SC001	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานสูงสุดที่ server รองรับได้ (=100คน)	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ	Passed	Passed	Passed
SC002	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานมากกว่าสูงสุดที่ server รองรับได้ (>100คน) จน server พัง	Web ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากผู้ใช้งานเกินจำนวนที่ Server จะรองรับได้	Passed	Passed	Passed
SC003	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานมากกว่าสูงสุดที่ server รองรับได้ เป็นเวลานาน ๆ (=100คน)	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ	Passed	Passed	Passed
SC004	ใช้งาน Web ขณะคนใช้งานมากกว่าสูงสุดที่ server รองรับได้ (>100คน) แต่ไม่ถึงกับ server พัง	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ	Passed	Passed	Passed
SC005	ใช้งาน web ขณะที่มีการใช้งานพร้อมกันจำนวนมากแบบรวดเร็ว (<=100 คน)	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ	Passed	Passed	Passed
SC006	ใช้งาน web ขณะคนใช้งานสูงสุดที่ server รองรับได้ จากนั้นผู้ใช้งานลดน้อยลง	Web สามารถใช้งานได้ปกติ ต้องไม่มีปัญหาในการใช้งานในระบบ	Passed	Passed	Passed

รูปที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบภายใต้การใช้งานของผู้ใช้ 100 คนพร้อมกัน

จากรูปที่ 3 พบว่าการทดสอบเป็นไปตามข้อมูลจำเพาะของเซิร์ฟเวอร์ (Server spec) ผลลัพธ์ชี้ให้เห็นถึงความสามารถของระบบในการรองรับปริมาณการใช้งานสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถให้บริการแก่ผู้ใช้จำนวนมากพร้อมกันโดยไม่มีปัญหาหรือความล่าช้า

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบเมื่อเข้าใช้งานผ่านข้อมูลจำเพาะของคอมพิวเตอร์ทั่วไป ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถแสดงผลหน้าจอได้อย่างรวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยการตอบสนองที่ 1.8 วินาทีจากการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง ซึ่งทดสอบโดยใช้เครื่องมือทดสอบประสิทธิภาพ Apache JMeter ที่มีความสามารถในการวัดเวลาตอบสนองของระบบในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง โดยการทดสอบนี้เน้นการประเมินประสิทธิภาพของระบบภายใต้ภาระงานสูงและจำนวนผู้ใช้งานที่หลากหลาย (Rodrigues et al., 2019; Huerta-Guevara et al., 2019) ตามมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง ระบบที่ดีควรตอบสนองภายใน 3 วินาที ซึ่งถือว่าเป็นการตอบสนองที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้ใช้รู้สึกถึงความรวดเร็วในการใช้งาน หากเกินกว่า 3 วินาที อาจส่งผลกระทบต่อประสบการณ์ของผู้ใช้งาน เช่น ความไม่พอใจหรือความล่าช้าที่ไม่เหมาะสม (Seow, 2020; Lederer, Riedl, & Hutter, 2018) แม้ว่าระบบจะสามารถแสดงผลได้ภายในเวลาที่กำหนด แต่พบว่ามีบางกรณีมีการตอบสนองไม่เป็นไปตามความคาดหวังของผู้ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 4

Role	ID	Page	Test Status (Chrome)	Test Status (Edge)	Test Status (Firefox)	Time(<= 2 s) (Chrome)	Time(<= 2 s) (Edge)	Time(<= 2 s) (Firefox)
	75	รายละเอียดข้อมูลพนักงาน	Passed	Passed	Passed	1.42	1.42	1.17
	76	แก้ไขข้อมูลการลา	Passed	Passed	Passed	1.12	1.32	1.24
	77	บันทึก(แก้ไขข้อมูลการลา)	Passed	Passed	Passed	1.09	1.21	1.61
	78	ข้อมูลส่วนตัว	Passed	Passed	Passed	1.31	1.36	1.16
	79	การ Generate PDF ใบลา	Passed	Passed	Passed	0.365	0.219	1.42
	80	บันทึก (แก้ไขข้อมูลส่วนตัว)	Passed	Passed	Fail	0.989	1.15	2.23
	81	โอนสิทธิ์อนุมัติพนักงาน	Passed	Passed	Passed	1.16	1.03	1.41
	82	บันทึก (โอนสิทธิ์อนุมัติพนักงาน)	Passed	Passed	Passed	1.58	1.19	1.63
	83	ยกเลิกใบลาที่อนุมัติแล้ว	Passed	Passed	Passed	1.24	0.99	0.78
	84	ออกจากระบบ	Passed	Passed	Passed	0.664	0.485	1.14

รูปที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการตอบสนองแสดงผลของผู้ดูแลระบบ

จากรูปที่ 4 พบว่าแม้ระบบจะมีประสิทธิภาพโดยรวมที่ดี แต่ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุงเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งในด้านความรวดเร็วและความแม่นยำของการแสดงผล แม้เวลาตอบสนองบางส่วนจะเกินเกณฑ์ที่กำหนดของบริษัท แต่ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม ยังมีความจำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพในส่วนดังกล่าวต่อไป

นอกจากนี้ ผลการทดสอบตามวัตถุประสงค์ของระบบลางาน กรณีศึกษา บริษัท บิ๊ก ดาต้า เอเจนซี่ จำกัด ประกอบด้วยสามส่วนหลัก ได้แก่ 1) กรณีการทดสอบความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลของระบบลางาน 2) กรณีกระบวนการทำงานของระบบลางาน และ 3) กรณีประสิทธิภาพการตอบสนองหลังจากใช้งานระบบลางานบริษัท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กรณีการทดสอบความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลของระบบลางาน

สำหรับกรณีทดสอบทั้งหมด (Total Test Case) คือ 102 กรณี ทุกกรณีได้รับการทดสอบ (Executes Test Case) และผ่านการทดสอบ (Passed) โดยไม่มีกรณีใดที่ไม่เกี่ยวข้อง (Not Applicable Test Case, N/A Test case) หรือขาดข้อมูล (No data) ดังแสดงในรูปที่ 5

Total Test case	102	102	102	
N/A Test case	0	0	0	
No data	0	0	0	
Total to be Executed Test Case	102	102	102	
Executes Test case	102	102	102	100.00%
Passed	102	102	102	100.00%
Failure	0	0	0	0.00%
Not Execute	0%	0%	0%	0.00%
%Passed	100.00%	100%	100%	
%Fail	0.00%	0%	0%	
%Test Case Executed	100%	100%	100%	

รูปที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการตอบสนองแสดงผลของผู้ดูแลระบบ

จากรูปที่ 5 พบว่ากรณีทดสอบทั้งหมด (%Test Case Executed) ผ่านการทดสอบ 100% (%Passed) โดยไม่มีกรณีใดล้มเหลว (%Fail) หรือไม่ได้ดำเนินการ (Not Execute) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการทดสอบดำเนินการได้ครบถ้วน

2. กรณีกระบวนการทำงานของระบบลางาน

กรณีทดสอบทั้งหมด (Total Test Case) คือ 448 กรณี ไม่มีกรณีใดที่ไม่เกี่ยวข้อง (Not Applicable Test Case, N/A Test case) หรือขาดข้อมูล (No Data) ดังนั้น กรณีที่ต้องทดสอบ (Total to be Executed Test Case) ทั้งหมดจึงมี 448 กรณี ดังแสดงในรูปที่ 6

Total Test case	448	448	448	
N/A Test case	0	0	0	
No data	0	0	0	
Total to be Executed Test Case	448	448	448	
Executes Test case	448	448	448	100.00%
Passed	448	448	448	100.00%
Failure	0	0	0	0.00%
Not Execute	0%	0%	0%	0.00%
%Passed	100%	100%	100%	
%Fail	0%	0%	0%	
%Test Case Executed	100%	100%	100%	

รูปที่ 6 ผลการทดสอบกระบวนการทำงานของระบบใบลาของบริษัท

จากรูปที่ 6 พบว่าการทดสอบครบทุกกรณี (%Test Case Executed) เท่ากับ 100% โดยกรณีทดสอบทั้งหมดผ่านการทดสอบ (%Passed) เท่ากับ 100% ไม่มีกรณีใดล้มเหลว (%Fail) เท่ากับ 0%และไม่มีกรณีที่ไม่ได้ดำเนินการ (Not Execute) เท่ากับ 0% ซึ่งสะท้อนว่าการทดสอบดำเนินการครบถ้วนสมบูรณ์

3. กรณีประสิทธิภาพการตอบสนองหลังจากใช้งานระบบลางาน

3.1. กรณีกระบวนการทำงานของระบบเมื่อมีผู้เข้าใช้งานระบบพร้อมกัน กรณีทดสอบทั้งหมด (Total Test Case) คือ 6 กรณี ไม่มีกรณีใดที่ไม่เกี่ยวข้อง (Not Applicable Test Case, N/A Test Case) หรือขาดข้อมูล (No Data) ดังนั้น จำนวนกรณีที่ต้องทำการทดสอบ (Total to be Executed Test Case) มีทั้งหมด 6 กรณี ดังแสดงในรูปที่ 7

Total Test case	6	6	6	
N/A Test case	0	0	0	
No data	0	0	0	
Total to be Executed Test Case	6	6	6	
Executes Test case	6	6	6	100.00%
Passed	6	6	6	100.00%
Failure	0	0	0	0.00%
Not Execute	0%	0%	0%	0.00%
%Passed	100%	100%	100%	
%Fail	0.00%	0%	0%	
%Test Case Executed	100%	100%	100%	

รูปที่ 7 ผลการทดสอบการตอบสนองของระบบเมื่อมีคนใช้งานระบบพร้อมกัน

จากรูปที่ 7 พบว่าการทดสอบครบทุกกรณี (%Test Case Executed) เท่ากับ 100% และกรณีทดสอบทั้งหมดผ่านการทดสอบ (%Passed) เท่ากับ 100% โดยไม่มีกรณีใดล้มเหลว (%Fail) เท่ากับ 0%และไม่มีกรณีที่ไม่ได้ดำเนินการทดสอบ (Not Execute) เท่ากับ 0% ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการทดสอบได้ดำเนินการครบถ้วนสมบูรณ์

3.2. กรณีการทดสอบความสามารถของระบบในการตอบสนองและแสดงผลภายใน 2 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 8

Total Test case	120	120	120	
N/A Test case	0	0	0	
No data	0	0	0	
Total to be Executed Test Case	120	120	120	
Executes Test case	120	120	120	100.00%
Passed	120	120	117	99.17%
Failure	0	0	3	0.83%
Not Execute	0%	0%	0%	0.00%
%Passed	100%	100%	97.5%	
%Fail	0.00%	0%	2.5%	
%Test Case Executed	100%	100%	100%	

รูปที่ 8 ผลการทดสอบความสามารถของระบบในการตอบสนอง

จากรูปที่ 8 พบว่ากรณีทดสอบทั้งหมด 120 กรณี ไม่มีกรณีใดที่ไม่เกี่ยวข้อง (N/A Test Case) หรือขาดข้อมูล (No Data) หมายความว่ากรณีทดสอบทั้งหมดมีความจำเป็นและสามารถดำเนินการทดสอบได้จริง ผลลัพธ์พบว่าการทดสอบทั้งหมดดำเนินการครบถ้วน (%Test Case Executed) เท่ากับ 100% โดยมีกรณีที่ผ่านเกณฑ์ 117 กรณี (%Passed) เท่ากับ 99.17% และมี 3 กรณีที่ไม่ผ่าน (%Fail) เท่ากับ 0.83% นอกจากนี้ไม่มีกรณีใดที่ไม่ได้ดำเนินการทดสอบ (Not Execute) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการทดสอบมีความครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ดังกล่าวพบว่าระบบซอฟต์แวร์มีความสามารถในการตอบสนองตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ดี แม้จะมีบางกรณีที่ตอบสนองช้ากว่าเกณฑ์เล็กน้อย แต่ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้และไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานโดยรวม

ดังนั้น การทดสอบระบบลางานของบริษัท บิ๊ก ดาต้า เอเจนซี่ จำกัด ด้วยเทคนิคการทดสอบภาพรวม การทดสอบฟังก์ชัน และการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่าระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านเกณฑ์การทดสอบความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูล รวมถึงกระบวนการทำงานของระบบด้วยอัตราความสำเร็จ 100% ในส่วนของประสิทธิภาพการตอบสนองเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 2 วินาที มีอัตราความสำเร็จที่ 99.17% แม้ว่าบางกรณีจะตอบสนองช้ากว่าเกณฑ์ แต่โดยรวมแล้ว ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างดี อย่างไรก็ดี ควรปรับปรุงประสิทธิภาพการตอบสนองให้ดียิ่งขึ้น และพัฒนาระบบเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลของบริษัท

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้พัฒนากระบวนการทดสอบสำหรับระบบลางาน โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการทดสอบที่ครอบคลุม ได้แก่ การทดสอบภาพรวม (Integration Testing) การทดสอบฟังก์ชัน (Functional Testing) และการทดสอบประสิทธิภาพ (Performance Testing) ผลการทดสอบพบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการรองรับการทำงานทั้งในสภาวะปกติและในสภาวะที่มีภาระการใช้งานสูง โดยระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนตามที่กำหนด ผลการทดสอบฟังก์ชันชี้ให้เห็นว่ากระบวนการทำงานของระบบสอดคล้องกับความคาดหวังของผู้ใช้ โดยผ่านเกณฑ์การทดสอบทุกกรณีด้วยอัตราความสำเร็จ 100% ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Gupta และ Gayathri (2022) ที่เน้นความสำคัญของการทดสอบฟังก์ชันในการประเมินความสามารถและความน่าเชื่อถือของซอฟต์แวร์ นอกจากนี้ผลการทดสอบประสิทธิภาพยังแสดงว่าระบบสามารถตอบสนองต่อคำสั่งได้ภายในเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 2 วินาที โดยมีอัตรา

ความสำเร็จที่ 99.17% แม้ว่าบางกรณีเวลาตอบสนองช้ากว่าเกณฑ์เล็กน้อย แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพของระบบซอฟต์แวร์ (Rodrigues, Demion, & Mouawad, 2019)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ เช่น Delgado-Pérez, Sánchez, Segura, และ Medina-Bulo (2020) และ Zhao, Xiao, Bondi, Chen, และ Liu (2022) พบว่าผลการทดสอบในครั้งนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบที่พบว่าระบบสามารถรองรับภาระการใช้งานสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีบางกรณีที่ตอบสนองช้ากว่าเกณฑ์เล็กน้อย ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความแตกต่างเหล่านี้คือความสามารถของเซิร์ฟเวอร์และโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบที่แตกต่างกัน ซึ่งควรคำนึงถึงในการพัฒนาระบบในอนาคต การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้เทคนิคการทดสอบที่หลากหลายในการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ โดยเฉพาะการทดสอบภายใต้ภาระการใช้งานสูง ซึ่งผลการทดสอบนี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์อื่น ๆ อย่างไรก็ตาม แม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องของการทดสอบที่จำกัดเฉพาะบางกลุ่มผู้ใช้ แต่ยังแนะนำให้ทดสอบเพิ่มเติมในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เพื่อประเมินความสามารถของระบบในการรองรับการใช้งานในบริบทที่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยเป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ รวมทั้งตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาของการดำเนินโครงการ การสนับสนุนและคำแนะนำของท่านเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านด้วยความซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

Aichernig, B. K., Priska Bauerstätter, Jöbstl, E., Kann, S., Korošec, R., Krenn, W., ... Schumi, R. (2019). Learning and statistical model checking of system response times. *Software Quality Journal*, *27*(2), 757–795. Form https://doi.org/10.1007/s11219-018-9432-8.

Antonio Gomes Rodrigues, Bruno Demion (Milamber, & Mouawad, P. (2019). *Master Apache JMeter - From Load Testing to DevOps*. Packt Publishing Ltd.

Bucaille, S., Luis, J., Hamza Ed-douibi, & Cabot, J. (2020). An OpenAPI-Based Testing Framework to Monitor Non-functional Properties of REST APIs. *International Conference on Web Engineering*, 533–537. Form https://doi.org/10.1007/978-3-030-50578-3_39.

Delgado-Pérez, P., Sánchez, A. B., Segura, S., & Medina-Bulo, I. (2020). Performance mutation testing. *Software Testing, Verification and Reliability*. Form https://doi.org/10.1002/stvr.1728.

Embretson, S. (2021). Response Time Relationships Within Examinees: Implications for Item Response Time Models. *Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, 47–55. Form https://doi.org/10.1007/978-3-030-74772-5_5.

Ferreira, J. M., Rodriguez, F., Santos, A., Dieste, O., Acuna, S. T., & Juristo, N. (2022). Impact of Usability Mechanisms: A Family of Experiments on Efficiency, Effectiveness and User Satisfaction. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 1–1. Form https://doi.org/10.1109/tse.2022.3149586.

Gardey, J. C., Garrido, A., Firmenich, S., Grigera, J., & Rossi, G. (2020). UX-Painter: An Approach to Explore Interaction Fixes in the Browser. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *4*(EICS), 1–21. Form https://doi.org/10.1145/3397877.

Gupta, S., & Gayathri, N. (2022). Study of the Software Development Life Cycle and the Function of Testing. *2022 International Interdisciplinary Humanitarian Conference for Sustainability (IIHC)*. Form https://doi.org/10.1109/iihc55949.2022.10060231.

Helali Moghadam, M., Saadatmand, M., Borg, M., Bohlin, M., & Lisper, B. (2019, April 1). *Machine Learning to Guide Performance Testing: An Autonomous Test Framework*. Form https://doi.org/10.1109/ICSTW.2019.00046.

Huerta-Guevara, O., Ayala-Rivera, V., Murphy, L., & A. Omar Portillo-Dominguez. (2019). DYNAMOJM: A JMeter Tool for Performance Testing Using Dynamic Workload Adaptation. *Lecture Notes in Computer Science*, 234–241. Form https://doi.org/10.1007/978-3-030-31280-0_14.

Indrianto Indrianto. (2023). PERFORMANCE TESTING ON WEB INFORMATION SYSTEM USING APACHE JMETER AND BLAZEMETER. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, *7*(2), 138–149. Form https://doi.org/10.22437/jiituj.v7i2.28440.

Jabeen, G., Luo, P., & Afzal, W. (2019). An improved software reliability prediction model by using high precision error iterative analysis method. *Software Testing, Verification and Reliability*, *29*(6-7). Form https://doi.org/10.1002/stvr.1710.

Joshi, S., & Kumari, I. (2022, November 1). Analyses of Software Testing Approaches. Form https://doi.org/10.1109/IIHC55949.2022.10060147.

Kołtun, A., & Panczyk, B. (2020). Comparative analysis of web application performance testing tools. *Journal of Computer Sciences Institute*, *17*, 351–357. Form https://doi.org/10.35784/jcsi.2209.

Lima, R., da Cruz, A. M. R., & Ribeiro, J. (2020). Artificial Intelligence Applied to Software Testing: A Literature Review. *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. Form https://doi.org/10.23919/cisti49556.2020.9141124.

Littlewood, B., Salako, K., Strigini, L., & Zhao, X. (2020). *On reliability assessment when a software-based system is replaced by a thought-to-be-better one*. Reliability Engineering & System Safety, *197*, 106752. Form https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106752.

Llerena, L., Rodriguez, N., Castro, J. W., & Acuña, S. T. (2019). Adapting usability techniques for application in open source Software: A multiple case study. *Information and Software Technology*, *107*, 48–64. Form https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.10.011.

Mahshid Helali Moghadam. (2019). Machine learning-assisted performance testing. *ESEC/FSE 2019: Proceedings of the 2019 27th ACM Joint Meeting on European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering*. Form https://doi.org/10.1145/3338906.3342484.

Naik, K., & Tripathy, P. (2011). *Software Testing and Quality Assurance : Theory and Practice*. Somerset: Wiley.

Novella, L., Tufo, M., & Fiengo, G. (2019). Automatic Test Set Generation for Event-Driven Systems in the Absence of Specifications Combining Testing with Model Inference. *Information Technology and Control*, *48*(2), 316–334. Form https://doi.org/10.5755/j01.itc.48.2.21725.

Petch, J., Di, S., & Nelson, W. (2021). Opening the black box: the promise and limitations of explainable machine learning in cardiology. *Canadian Journal of Cardiology*, *38*(2). Form https://doi.org/10.1016/j.cjca.2021.09.004.

Pietrantuono, R., Popov, P., & Russo, S. (2020). *Reliability assessment of service-based software under operational profile uncertainty*. Reliability Engineering & System Safety, *204*, 107193. Form https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.107193.

Shibl, M. A., Iman, & Mazen, S. A. (2021). System Integration for Large-Scale Software Projects: Models, Approaches, and Challenges. *Springer EBooks*, 99–113. Form https://doi.org/10.1007/978-3-030-82616-1_10.

Soares, E., Alencar, D., & Kulesza, U. (2023). Continuous Integration and Software Quality: A Causal Explanatory Study. *ArXiv (Cornell University)*. Form https://doi.org/10.48550/arxiv.2309.10205.

Spillner, A., & Linz, T. (2021). *Software Testing Foundations, 5th Edition*. Rocky Nook, Inc.

Wang, J., & Wu, J. (2019, June 1). *Research on Performance Automation Testing Technology Based on JMeter*. Form https://doi.org/10.1109/ICRIS.2019.00023.

Wei, Q., & Bai, Y. (2023). A review of research on system integration. *Third International Symposium on Computer Engineering and Intelligent Communications (ISCEIC 2022)*. Form https://doi.org/10.1117/12.2660978.

Zhao, Y., Xiao, L., Bondi, A. B., Chen, B., & Liu, Y. (2022). A Large-Scale Empirical Study of Real-LifePerformance Issues in Open Source Projects. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 1–1. Form https://doi.org/10.1109/tse.2022.3167628.

การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ทศพล สมบูรณ์[1*]

Development of a Scientific tool Management System Through Notifications on the LINE Application. Division of Microbiology School of Medical Sciences, University of Phayao

Tosapon Somboon[1*]

[1] School of Medical Science, University of Phayao, Phayao, 56000

[*] Corresponding author: tosapons.so@up.ac.th

Received: July 2, 2024; Revised: September 9, 2024; Accepted: September 23, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์เพื่อเพิ่มความสะดวกและความรวดเร็วในการขอใช้และติดตามเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระบบที่พัฒนานี้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับการขอใช้เครื่องมือแบบเดิม และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่ประกอบด้วยบุคลากรทางวิชาการ บุคลากรสายสนับสนุน และนิสิตจุลชีววิทยา จำนวน 95 คน จากการศึกษาพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้นิสิตสามารถขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ และมีความสะดวกในการเข้าถึงระบบผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับสูงสุด (4.81±0.19) และประสิทธิภาพของระบบได้รับการประเมินในระดับสูงสุด (4.64±0.40) ผลกระทบของงานวิจัยนี้มีความสำคัญอย่างมากต่อการปรับปรุงกระบวนการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระบบที่พัฒนาช่วยลดเวลาและแรงงานในการจัดการ ลดความซับซ้อนในการติดตามการใช้งานเครื่องมือ และเพิ่มความทันสมัยในการจัดการข้อมูลในมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ ระบบยังสามารถขยายไปใช้งานกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์หรือทรัพยากรการศึกษาอื่น ๆ ได้ ซึ่งจะช่วยยกระดับมาตรฐานการจัดการในยุคที่เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญ

คำสำคัญ: เครื่องมือวิทยาศาสตร์, การแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์, โปรแกรม G Suite for Education

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

The primary objective of this research was to develop a scientific instrument management system by applying G Suite for Education alongside a Line application–based notification system to enhance convenience and speed in requesting and tracking scientific instruments. The developed system was compared with traditional methods of requesting instruments and evaluated for user satisfaction, which included 95 participants comprising academic staff, support personnel, and microbiology students. The findings revealed that the new system significantly improved the speed at which students could request scientific instruments, reduced the workload for staff, and provided convenient access to the system via mobile devices. Users rated their satisfaction with the system at the highest level (4.81±0.19), and the system's overall efficiency was also rated at the highest level (4.64±0.40). The impact of this research is highly significant in improving the management process of scientific instruments. The developed system reduces time and labor, simplifies the process of tracking instrument usage, and modernizes data management in university institutions. Moreover, the system can be expanded to manage other scientific instruments or educational resources, thereby raising the standard of management in an era where technology plays a crucial role.

Keywords: Scientific tools, LINE application notifications, G Suite for Education program

บทนำ

ในกระบวนการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการ การจัดเก็บ การบันทึก และการดูแลรักษาเครื่องมือเหล่านี้ให้ครบถ้วนและปลอดภัย เป็นสิ่งที่สำคัญและสอดคล้องกับระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ ภาครัฐ พ.ศ. 2560 หมวด 9 การบริหารพัสดุ ส่วนที่ 1 การเก็บการบันทึก การเบิกจ่าย ตามข้อ 203 ความว่า เมื่อเจ้าหน้าที่ได้รับมอบพัสดุแล้ว ให้ดำเนินการในการลงบัญชี หรือทะเบียนเพื่อควบคุมพัสดุ แล้วแต่กรณี และต้องมีการเก็บรักษาพัสดุให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ปลอดภัย และให้ครบถ้วนถูกต้องตรงตามบัญชีหรือทะเบียน ซึ่งกำหนดให้เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบพัสดุต้องดำเนินการลงบัญชีหรือทะเบียนเพื่อควบคุมพัสดุ และต้องจัดเก็บพัสดุให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ปลอดภัย และครบถ้วนตรงตามบัญชี (ระเบียบกระทรวงการคลัง, 2560) อย่างไรก็ตาม การจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังคงมีความยุ่งยากและล่าช้าเนื่องจากการใช้เอกสารในรูปแบบกระดาษในการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล ทำให้เกิดความซับซ้อนในการค้นหาและจัดการเอกสารเหล่านี้ นอกจากนี้ ระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ยังคงใช้กระบวนการแบบเดิมที่ต้องดำเนินการผ่านขั้นตอนการอนุมัติหลายขั้นตอน ซึ่งอาจทำให้เกิดความล่าช้าและไม่สะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งในการจัดเก็บรายละเอียดการใช้พัสดุ หรือครุภัณฑ์มีความสำคัญมากในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ เนื่องจากเครื่องมือวิทยาศาสตร์ บางประเภทมีลักษณะเฉพาะต้องมีการจัดการในเรื่องของการบำรุง ดูแลรักษาให้สามารถใช้งานได้อยู่เสมอ เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผู้ใช้งาน ทั้งก่อนการใช้งาน ช่วงระหว่างการใช้งานและหลังการใช้งาน

โดยผู้รับผิดชอบในส่วนเครื่องมือวิทยาศาสตร์จะต้องทราบข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกครั้งที่มีการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์นั้น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลรักษาและเอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้งานและการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องการการบำรุงรักษาและการดูแลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญ และการจัดการที่ดีสามารถส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือด้วยการรับผิดชอบในส่วนนี้จำต้องมีเอกสารกรอกรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์นั้น ในรูปแบบของเอกสาร

บันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบเดิมจะทำการจัดเก็บเป็นเอกสารกระดาษ ซึ่งมีความยุ่งยากต่อการจัดเก็บเอกสาร การคัดแยกเอกสารตามการใช้งาน และเอกสารมีจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการจัดการเครื่องมือ การค้นหาเอกสารและอาจเกิดความผิดพลาดของการทำงานได้ ในส่วนของผู้รับบริการต้องดำเนินการจัดทำเอกสารตามขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อขอใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ตลอดจนต้องได้รับอนุญาตให้สามารถใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์จากผู้มีอำนาจก่อน จึงจะสามารถใช้งานได้ ซึ่งอาจทำให้เกิดความล่าช้าและยากต่อการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยงานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่าการใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดความซับซ้อนในการจัดการข้อมูล ลดความผิดพลาด และเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการจัดเก็บและค้นหาข้อมูล สอดคล้องกับการใช้ G Suite for Education ในการจัดการทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ของห้องสมุดมหาวิทยาลัย Dayton ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้โปรแกรมนี้ช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพขึ้นในการจัดเก็บและแบ่งปันข้อมูลในระบบคลาวด์ และลดความยุ่งยากในการจัดการเอกสาร (Beis, 2018) นอกจากนี้ การจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ยังต้องการระบบที่สามารถรองรับการแจ้งเตือนและติดตามการใช้เครื่องมือได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว เพื่อให้ผู้ใช้งานและผู้ดูแลสามารถตรวจสอบสถานะของเครื่องมือได้ตลอดเวลา

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการปรับเปลี่ยนจากจัดเก็บเอกสารที่เป็นกระดาษเปลี่ยนมาใช้เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ในการช่วยเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกความรวดเร็วและลดความผิดพลาดในการทำงาน โดยการนำเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำโปรแกรม G Suite for Education มาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการทำงานของการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และการเข้าถึงข้อมูลในการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เนื่องจากโปรแกรม G Suite for Education เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดย Google เพื่อใช้สำหรับการศึกษา เพื่อสนับสนุนการจัดการข้อมูลและการสื่อสารในวงการศึกษา มาประยุกต์ใช้ในการจัดการข้อมูลเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระบบ G Suite for Education มีข้อดีหลายประการ เช่น การจัดเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์ที่สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา การแชร์ข้อมูลที่รวดเร็ว และการจัดการไฟล์ที่มีความปลอดภัย นอกจากนี้การเพิ่มระบบการแจ้งเตือนผ่าน แอปพลิเคชันไลน์ (Line application notifications) ซึ่งเป็นแอปที่ได้รับความนิยมในการสื่อสาร ยังช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถรับรู้สถานะการขอใช้เครื่องมือได้อย่างทันทีทันใด ทำให้ระบบมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าใช้ได้ และเข้าใจง่าย ตลอดจนการนำส่งข้อมูลและการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ นั้น สะดวก รวดเร็ว มีพื้นที่ในการจัดเก็บมาก ซึ่งง่ายต่อการเข้าถึง ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทันต่อสถานการณ์ และมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผ่านโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเชื่อมโยงได้ ดังนั้น ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการได้ทุกที่ ทุกเวลา

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยใช้โปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line application notifications) แทนระบบการจัดการเอกสารแบบเดิม เพื่อความสะดวกต่อการเข้ามาติดต่อของผู้ใช้บริการ และผู้ให้บริการสามารถตรวจสอบข้อมูลและติดตามการขอใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ทันที และยังสามารถเข้าถึงการปรับปรุงข้อมูลในการจัดการข้อมูลเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้มีความรวดเร็ว แม่นยำ และสะดวกยิ่งขึ้น ทั้งนี้ การพัฒนาระบบดังกล่าวยังมีเป้าหมายเพื่อช่วยลดภาระงานของผู้ปฏิบัติงาน เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเครื่องมือ และตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันสมัย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประยุกต์ใช้โปรแกรม G Suite for Education ในการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในการติดตามเครื่องมือวิทยาศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระหว่าง การขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิมกับการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา รวมทั้งการศึกษาระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ ภาครัฐ พ.ศ. 2560 (ระเบียบกระทรวงการคลัง, 2560) พบว่ามีงานวิจัยที่มีการวิจัยและพัฒนาระบบ มาใช้ประโยชน์ใรการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการบริการจัดการภายในหน่วยงานของมหาวิทยาลัย โดยได้มีการดำเนินการรวบรวมวรรณกรรมไว้ ดังนี้

ถนอม กองใจ และอริษา ทาทอง (2565) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนกิจกรรมและการนัดหมายอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยสรุปได้ดังนี้ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งการแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเมื่อถึงเวลาที่นัดหมายไว้ได้อย่างถูกต้อง สะดวกต่อการใช้งาน สามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานได้รวดเร็ว มีการแจ้งสรุปรายการกิจกรรม หรือการนัดหมายในแต่ละวันให้รับทราบล่วงหน้า ซึ่งช่วยเตือนความจำและทำให้สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้มากขึ้น ในส่วนของข้อมูลกิจกรรมที่บันทึกไว้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการจัดกิจกรรมล่วงหน้า และสร้างรายงานสรุปกิจกรรมในแต่ปี เพื่อแสดงผลการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามพันธกิจของหน่วยงานที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว และความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพการแจ้งเตือนในระดับมากที่สุด

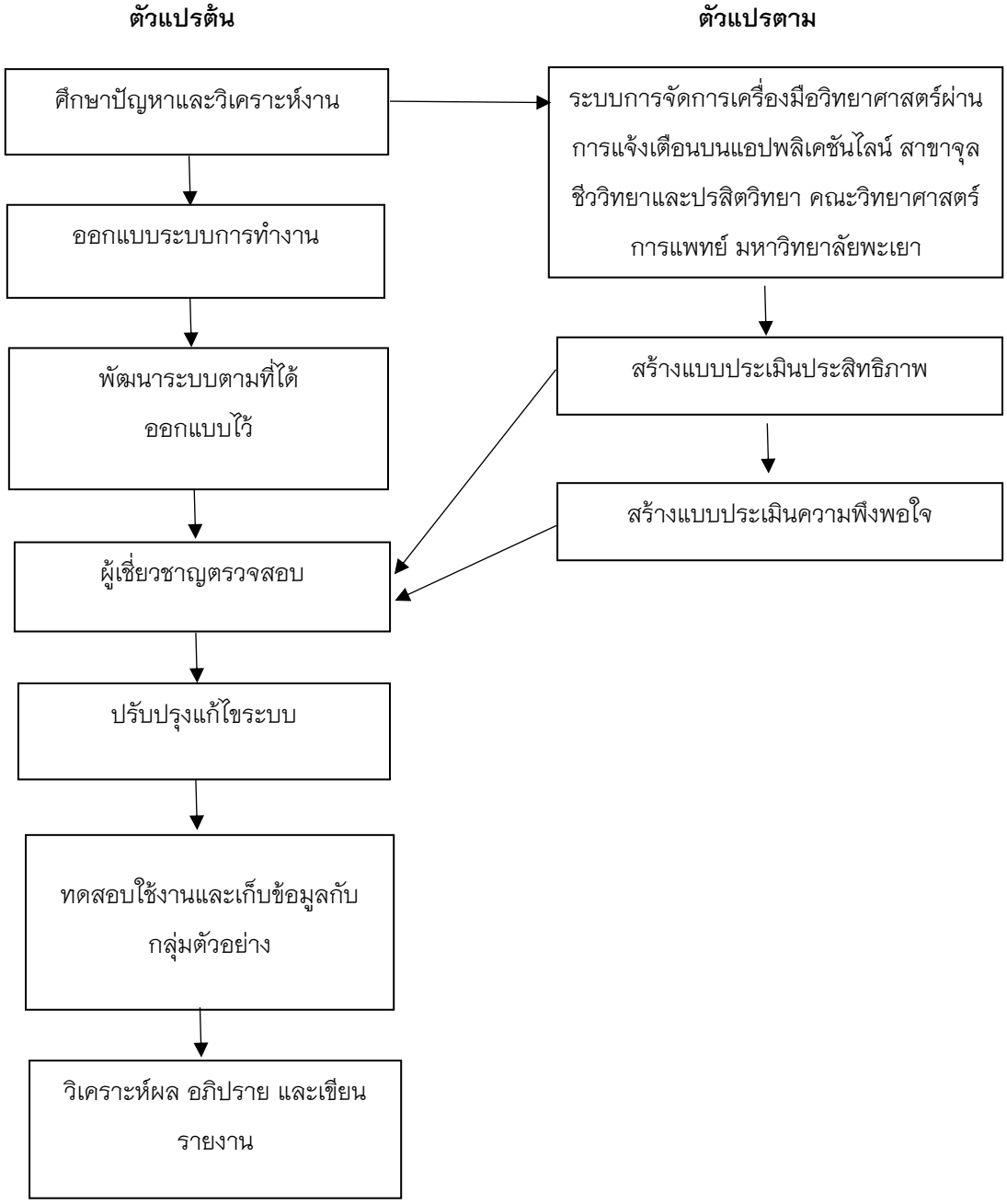
นารีจุติ ศรีแสงฉายและคณะ (2564) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจองห้องเรียนออนไลน์ คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยสรุปได้ดังนี้ ระบบที่ช่วยแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานของหน่วยบริการการศึกษา ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกให้บุคลากรมีความง่ายต่อการเข้าใช้งานสะดวกและรวดเร็วในการจองห้องเรียน สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ทันที โดยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบเป็นแอปพลิเคชันของ G-Suite ของGoogle Inc. ซึ่งมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ทำความร่วมมือกับทาง Google เพื่อช่วยสนับสนุนให้ใช้ประโยชน์ต่อการศึกษา ไม่เสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด โดยทางได้นำเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาระบบการจองห้องเรียนออนไลน์ ซึ่งประกอบด้วย Google Form สำหรับใช้ทำแบบสอบถามเพื่อใช้จองห้องเรียนออนไลน์ Google Sheet ใช้สำหรับเก็บข้อมูลการตอบกลับ โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าสูตร ฟังก์ชัน และคำสั่งต่าง ๆ เขียนคำสั่ง (Script) ใส่ใน Google Sheet ให้แสดงผลผ่าน Google Calendar ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำเทคนิค Progressive Web App ในการเรียกใช้ระบบได้ง่ายและอย่างรวดเร็ว โดยใช้ Google Site ในการจัดทำคู่มือการใช้ระบบให้ผู้ใช้งานเพื่อเป็นแนวทางการใช้ระบบที่ถูกต้อง เพื่อที่จะทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และสามารถนาไปใช้งานได้จริงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพซออิพร้อมทั้งระบบนี้ยังรองรับทุกอุปกรณ์ ทุกระบบปฏิบัติการ และทุกเว็บเบราว์เซอร์

ประชุม พันออด (2564) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบบริหารจัดการห้องประชุมออนไลน์ด้วยเทคโนโลยีคลาวด์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยสรุปได้ดังนี้ ระบบบริหารการจัดการห้องประชุมออนไลน์ด้วยเทคโนโลยีคลาวด์มาให้บริการ ได้มีการเปรียบเทียบการใช้งานระหว่างระบบใหม่กับระบบเก่าในการขอใช้ห้องประชุม เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน และกิจกรรมอื่น ๆ จะเห็นได้ว่า ระบบงานใหม่ที่พัฒนาขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการดำเนินการได้รวดเร็วขึ้น สะดวกมากขึ้น เอกสารใบคำร้องจัดส่งทาง email มีรายละเอียดครบสมบูรณ์สามารถพิมพ์ออกมาขออนุมัติได้ การทำงานมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบงานเก่า ขั้นตอนในการใช้งานง่าย มีการแจ้งเตือนผ่านสื่อออนไลน์ทั้งทาง email และ Line รวมทั้งยังสามารถตรวจสอบวันว่างได้ทุกวัน ทุกเวลา ทุกสถานที่ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต โดยผู้ขอใช้บริการไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงวิธีจัดการข้อมูลเหล่านั้นและสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ตลอดเวลาด้วยเทคโนโลยีคลาวด์ (Cloud) โดยใช้อุปกรณ์ที่มี เช่น Computer, Smart phone, Tablet และสามารถเข้าระบบผ่านทางเว็บไซต์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (http://sci.pbru.ac.th) ได้ตลอดเวลาทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้ขอใช้บริการเป็นอย่างมาก

สมยศ โกรัมย์ (2564) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพระบบติดตามและประเมินผลความก้าวหน้าวิชาโครงงานด้วยกลไกการแจ้งเตือน กรณีศึกษา สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยสรุปได้ดังนี้ การเพิ่มประสิทธิภาพระบบติดตามและประเมินผลความก้าวหน้าวิชาโครงงาน ด้วยกลไกการแจ้งเตือน กรณีศึกษา สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จัดทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าของการดำเนินงานวิชาโครงงานเนื่องจากไม่มีระบบจัดเก็บเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลในการติดตามและการประเมินผลความก้าวหน้า ขาดเครื่องมือในการติดต่อเพื่อประสานงานในการรายงานเกี่ยวกับการติดตาม และกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความก้าวหน้าของโครงงานได้อย่างทันท่วงที งานวิจัยชิ้นนี้ประยุกต์ใช้ 1) กูเกิล แอป ฟอร์ อิดูเคชั่น (Google Apps for Education) ออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวิชาโครงงาน 2) ไลน์ โนติฟิเคชั่น เอ พีไอ (Line Notification API) มาช่วยในส่วนของการแจ้งเตือน และติดตามการประเมินผลรายวิชา โครงงาน และ 3) การจัดการแบบลีน (LEAN) เพื่อจัดการการลดขั้นตอนและการวัดประสิทธิภาพใน การทำงานด้วยวิธีการก่อนและหลัง พบว่าความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 4.57 อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด และความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบเฉลี่ยอยู่ที่ 4.67 อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด

จากการศึกษาข้อมูล ปัญหา และการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้วิจัยออกแบบกรอบแนวคิดในการทำวิจัยสำหรับระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ดังรูปที่ 1

การวิจัยครั้งนี้มีกรอบแนวคิดในการศึกษาและพัฒนา ดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดวิธีการวิจัยและพัฒนาระบบ

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการหาขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตารางสำเร็จรูปของเครสซี่ และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) จากขนาดประชากร รวมทั้งสิ้น 125 คน ดังนั้น ถ้าจำนวนประชากรเป็น 125 คน ผู้วิจัยต้องทราบขนาดประชากรและสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร และกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนและระดับความเชื่อมั่นด้วย เช่น ถ้าประชากรที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 125 คน ยอมรับให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างได้ 5% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรเท่ากับ 0.5 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเท่ากับ

$$n = \frac{x^2Np(1-p)}{e^2(N-1)+p(1-p)}$$ **(สมการที่ 1)**

$$n = \frac{3.841(125)(0.5)(1-0.5)}{0.05^2(125-1)+3.841(0.5)(1-0.5)}$$

$$n = 94.4941 \approx 95 \text{ คน}$$

ดังนั้น จำนวนประชากรเป็น 125 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เท่ากับ 95 คน แบ่งเป็น

กลุ่มที่ 1 บุคลากรสายวิชาการ ที่ทำงานวิจัย และใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในการทำวิจัยภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 2 บุคลากรสายสนับสนุน ที่ปฏิบัติหน้าที่ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 4 คน

กลุ่มที่ 3 นิสิตที่ทำงานวิจัย และหรือมีการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัยภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา และเป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology) ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2565 และนิสิตชั้นปีที่ 4 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการศึกษาอิสระ (Independent Study) ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2565 คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 76 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นที่ 1 จัดทำเครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบ ได้แก่ ชุดโปรแกรม G Suite for Education ประกอบด้วยโปรแกรม Google Site, Google Drive, Google Sheet, Google Forms, Line Application และ LINE Notify ได้กล่าวถึงแนวคิดหลักที่สนับสนุนการใช้ชุดโปรแกรมนี้ในบริบทการศึกษา ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การสร้างความร่วมมือและการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ โดยมีแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) Collaborative Learning (การเรียนรู้แบบร่วมมือ) โปรแกรม G Suite for Education สนับสนุนแนวคิดของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เปิดโอกาสให้ผู้รับบริการและผู้ให้บริการสามารถทำงานร่วมกันผ่านเครื่องมืออย่าง Google Docs, Google Drive, และ Google Classroom การทำงานร่วมกันนี้ช่วยพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมและการแบ่งปันความรู้ผ่านการแก้ไขเอกสารหรือโครงการร่วมกันในเวลาเดียวกัน

2) Constructivist Learning Theory (ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์) เครื่องมือของ G Suite for Education เช่น Google Classroom และ Google Forms ช่วยให้ผู้รับบริการสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเน้นการพัฒนาความคิดผ่านการลงมือทำ การค้นคว้า และการแก้ปัญหาผ่านการทำงานจริงในสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัย

ขั้นที่ 2 จัดทำเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรูปแบบของแบบประเมินออนไลน์ (Online Questionnaire) โดยใช้โปรแกรม Google Forms จำนวน 2 ชุดการประเมิน ดังนี้

1. แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

2. แบบประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

จากแบบประเมินดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้จัดทำเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมิน ตามหัวข้อที่กำหนดดังนี้

1. ทำการศึกษาค้นคว้าเบื้องต้น จากแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

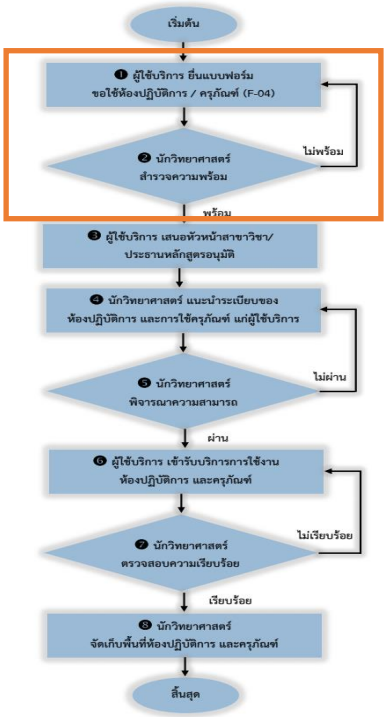
2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดการวิจัย และสร้างแบบประเมินในการวิจัย จำนวน 2 แบบประเมิน โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ให้คำปรึกษาพร้อมทั้งแนะนำแนวทางในการจัดทำข้อมูล

3. วิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมิน โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือสำหรับการวิจัย จำนวน 5 ท่าน เพื่อให้แบบประเมินมีความสอดคล้องกับการประเมินประสิทธิภาพของระบบฯ และการประเมินความพึงพอใจของระบบฯ

4. นำแบบประเมินที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว มาสร้างแบบประเมินฉบับสมบูรณ์

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยและการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์

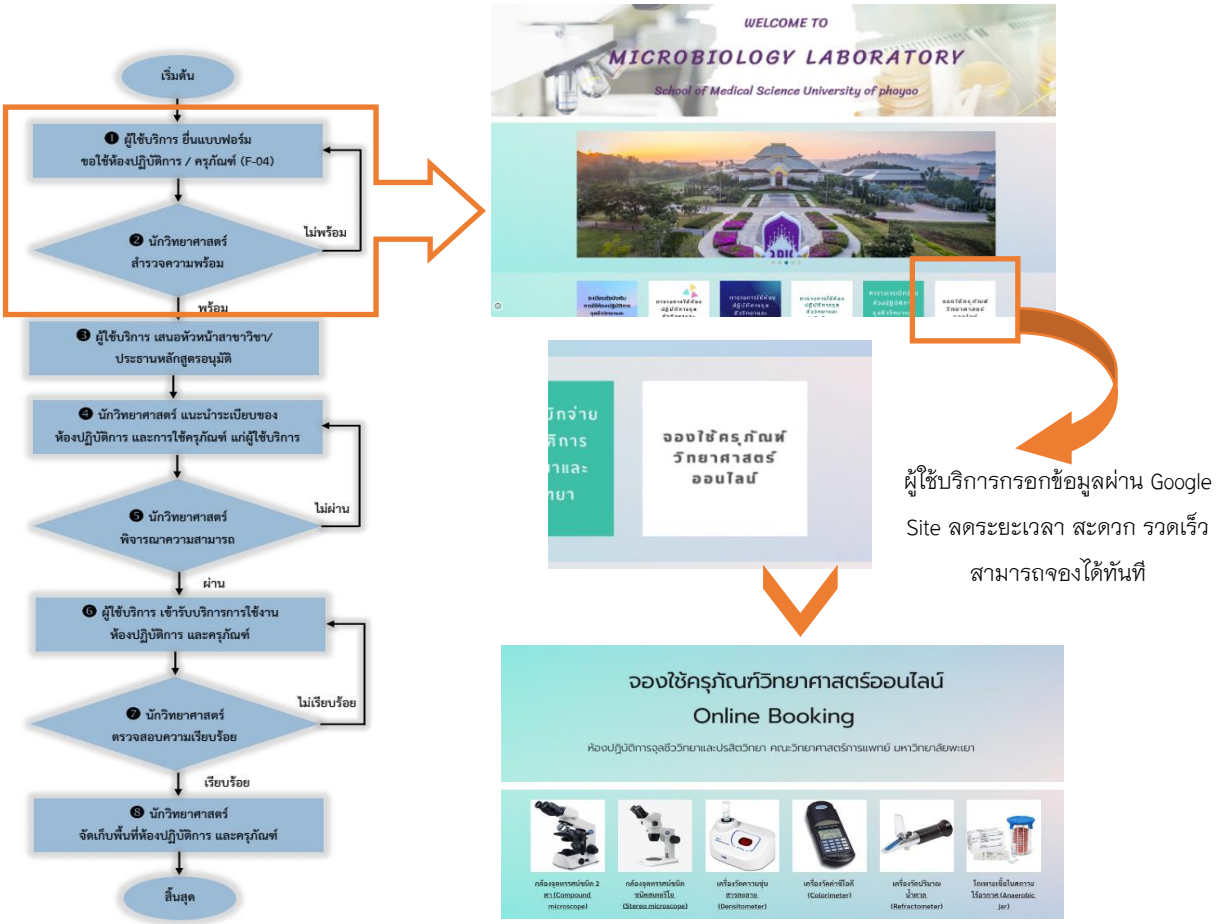
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์งานจากงานที่ได้รับผิดชอบ จากการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่องการจัดเก็บเอกสาร การจัดเก็บข้อมูลของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของเอกสาร บันทึกการใช้งานของผู้ขอใช้งานในแต่ละครั้ง เนื่องจากผู้วิจัยได้รับผิดชอบในส่วนของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการให้บริการ การบำรุง ดูแลรักษาให้มีสภาพพร้อมใช้ ปลอดภัย และเป็นปัจจุบัน ทำให้มีเอกสารจำนวนมากต่อการขอใช้ในแต่ละครั้ง ส่งผลให้อาจเกิดความผิดพลาด ล่าช้าต่อการปฏิบัติงาน รวมถึงไม่ได้รับความสะดวกต่อการให้บริการ หรือตรงตามความต้องการของผู้ขอใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างทันท่วงที ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์รูปแบบของงานขึ้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพทั้งด้านการบำรุง ดูแลรักษา และการให้บริการ ดังรูปที่ 2



ผู้ใช้บริการต้องยื่นแบบฟอร์มก่อนทุกครั้งเพื่อขอใช้บริการ โดยจะใช้ระยะเวลาในการสำรวจความพร้อมของเครื่องมือก่อนทุกครั้ง และผู้ใช้บริการต้องมาติดต่อด้วยตนเองที่

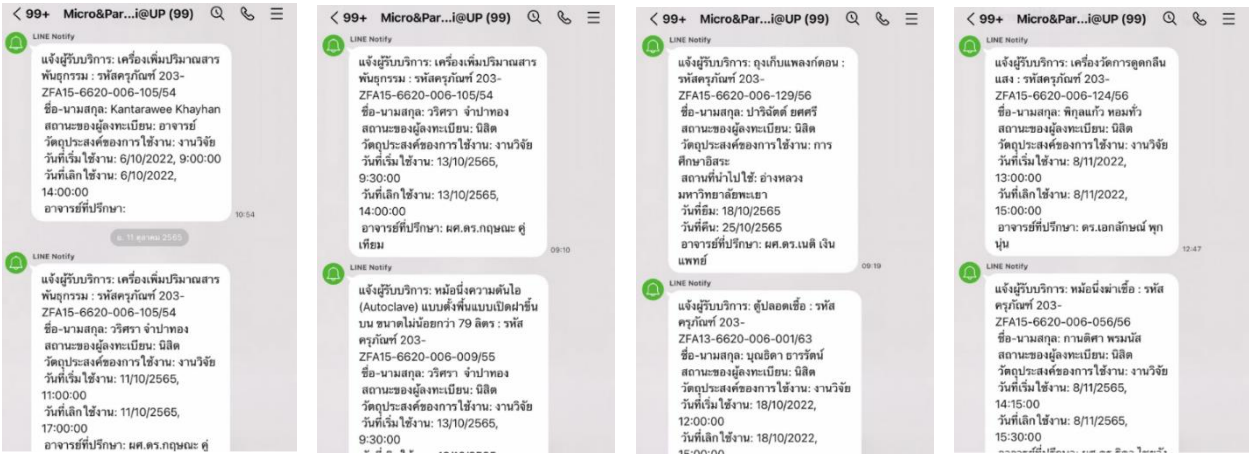
รูปที่ 2 รูปแบบการให้บริการขอใช้ห้องปฏิบัติการและครุภัณฑ์รูปแบบเดิม

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบระบบการทำงาน จากแนวคิดที่จะพัฒนางานที่ได้รับผิดชอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบผังโครงสร้างการทำงานของระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยการนำโปรแกรม G Suite for Education มาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการทำงานของการจัดการเครื่องมือวิทยศาสตร์ และการเข้าถึงข้อมูลในการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ รวมถึงการนำ LINE Notify มาใช้ในการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ที่สามารถติดตามเครื่องมือวิทยาศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา แทนการจัดเก็บและรวบรวมเอกสารแบบเดิม ดังรูปที่ 3–5



รูปที่ 3 การออกแบบระบบการทำงานโดยการนำโปรแกรม G Suite for Education มาประยุกต์ใช้

รูปที่ 4 การออกแบบระบบการทำงานโดยการนำโปรแกรม G Suite for Education มาประยุกต์ใช้ พร้อมกับระบบแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์



รูปที่ 5 การแจ้งเตือนด้วยระบบแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาระบบจากผังโครงสร้างการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ ส่วนแรกเป็นการนำโปรแกรม Google Site มาสร้างห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา เพื่อสร้างห้องสำหรับรองรับการเก็บข้อมูลเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ ทำการจำแนกชนิดของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีทั้งหมดในห้องปฏิบัติการ (เฉพาะส่วนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบ) กรอกลงในโปรแกรม Google Site พร้อมทั้งแยกประเภทของเครื่องมือ จากนั้นเชื่อมโยงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทุกชิ้นเข้ากับโปรแกรม Google Forms เพื่อใช้ในการกรอกข้อมูลสำหรับผู้ใช้บริการในการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเชื่อมต่อโปรแกรม Google Forms เข้ากับโปรแกรม LINE Notify สำหรับส่งการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มไลน์ที่ผู้ใช้บริการร่วมกลุ่มด้วย โดยผู้วิจัยจะทำการสร้างกลุ่มไว้สำหรับการแจ้งเตือน ผู้ใช้บริการจะต้องเข้าร่วมกลุ่มไลน์ก่อนการกรอกข้อมูลในโปรแกรม Google Forms วิธีการรับผู้ใช้บริการเข้าร่วมกลุ่มจะกระทำได้โดยการสแกน QR CODE บริเวณจุดที่เห็นได้ชัดเจนที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการหาร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากแบบประเมินที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีการแจกแจงความถี่ และมีการวัดระดับการประเมินในแต่ละด้านเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (ละเอียด ศิลาน้อย และกันฑิมาลย์ จินดาประเสริฐ, 2561) แปลความหมายโดยใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนนเฉลี่ย (Class interval) ตามแนวคิดของ บุญชุม ศรีสะอาด, 2560 อ้างถึงใน อัจฉรีย์ พิมพิมูล, 2563 อ้างถึงใน ถนอม กองใจ และอริษา ทาทอง, 2565 ดังนี้

4.51 – 5.00	หมายถึง มีประสิทธิภาพมากที่สุด /มีระดับพึงพอใจมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง มีประสิทธิภาพมาก /มีระดับพึงพอใจมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง มีประสิทธิภาพปานกลาง /มีระดับพึงพอใจปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อย /มีระดับพึงพอใจน้อย
0.00 – 1.50	หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด /มีระดับพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการศึกษา

การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์เป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การประยุกต์ใช้โปรแกรม G Suite for Education ในการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในการติดตามเครื่องมือวิทยาศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้โปรแกรม G Suite for Education ในการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในการติดตามเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบกับกับการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบเดิม ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนในการขอใช้จำนวน 9 ขั้นตอน ดังรูปที่ 6 พบว่าการใช้ระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์สามารถลดขั้นตอนและระยะเวลาในการขอใช้ 1 ขั้นตอน (ตารางที่ 1) ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดระยะเวลาใน

การดำเนินการได้อย่างน้อย 35 นาที และผู้ใช้บริการสามารถกรอกข้อมูลการขอใช้และขออนุญาตใช้งานได้ทันทีในระบบผ่านช่องทางออนไลน์

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ระหว่างการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิม กับการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

รายการ	การขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิม	การขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ร่วมกับ ระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์
ขั้นตอนการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์	9 ขั้นตอน	8 ขั้นตอน
ระยะเวลาในการขอใช้ (นาที)	35 นาที	5 นาที

รูปแบบการให้บริการขอใช้ห้องปฏิบัติการ ครุภัณฑ์ รูปแบบเดิม

ลำดับ	ขั้นตอน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เวลาที่ใช้
1	เริ่มต้น	ตรวจสอบความพร้อมของครุภัณฑ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการให้มีความพร้อมใช้	นักวิทยาศาสตร์	20 นาที
2	ผู้ใช้บริการ ยื่นแบบฟอร์ม ขอใช้ห้องปฏิบัติการ / ครุภัณฑ์ (F-04)	กรอกแบบฟอร์ม เพื่อยื่นเอกสารให้นักวิทยาศาสตร์ประจำงานตรวจสอบครุภัณฑ์ที่ต้องการก่อนเสนอขออนุญาต	ผู้ใช้บริการ	15 นาที
3	นักวิทยาศาสตร์ สำรวจความพร้อม (ไม่พร้อม / พร้อม)	ตรวจสอบคุณภาพของครุภัณฑ์ตามแบบฟอร์มขอใช้ ที่จะใช้ในแต่ละครั้ง ก่อนนำไปใช้งานจริง ต้องไม่ซ้ำซ้อนกับการขอใช้งานกับผู้ใช้บริการอื่น และหากซ้ำซ้อนต้องจัดลำดับการขอใช้ก่อนหลัง พร้อมทั้งแจ้งกับกับผู้ขอใช้ทราบ	นักวิทยาศาสตร์	20 นาที
4	ผู้ใช้บริการ เสนอหัวหน้าสาขาวิชา/ประธานหลักสูตรอนุมัติ	เสนอแบบฟอร์ม เพื่อขออนุญาตอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมทั้งรอเสนอต่อหัวหน้าสาขา/ประธานหลักสูตรอนุมัติ	ผู้ใช้บริการ	1 วัน ไม่นับเวลา
5	นักวิทยาศาสตร์ แนะนำระเบียบของห้องปฏิบัติการ และการใช้ครุภัณฑ์แก่ผู้ใช้บริการ	แนะนำเครื่องมือ ครุภัณฑ์ที่ขอใช้ และอธิบาย หลักการทำงานต่าง ๆ ของครุภัณฑ์ที่ขอใช้ให้กับผู้ใช้บริการ จนเข้าใจอย่างถี่ถ้วน ก่อนทำการประเมินความรู้ผู้ใช้งานก่อนใช้งานจริง	นักวิทยาศาสตร์และผู้ใช้บริการ	20 นาที
6	นักวิทยาศาสตร์ พิจารณาความสามารถ (ไม่ผ่าน / ผ่าน)	นักวิทยาศาสตร์พิจารณาถึงความรู้ความสามารถในการใช้ครุภัณฑ์ของผู้ใช้บริการ	นักวิทยาศาสตร์และผู้ใช้บริการ	20 นาที
7	ผู้ใช้บริการ เข้ารับบริการการใช้งานห้องปฏิบัติการ และครุภัณฑ์	สามารถเข้าใช้งานได้ตามคำขอ และระยะเวลาที่กำหนด	ผู้ใช้บริการ	7 วัน ไม่นับเวลา
8	นักวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความเรียบร้อย (ไม่เรียบร้อย / เรียบร้อย)	ตรวจสอบความเรียบร้อยของครุภัณฑ์ ความเสียหายหรือจุดชำรุดในระหว่างการใช้งาน	นักวิทยาศาสตร์	15 นาที
9	นักวิทยาศาสตร์จัดเก็บพื้นที่ห้องปฏิบัติการ และครุภัณฑ์	จัดเก็บพื้นที่ห้องปฏิบัติการ และครุภัณฑ์ ให้เรียบร้อย และมีสภาพเหมือนก่อนใช้งาน	นักวิทยาศาสตร์	15 นาที
10	สิ้นสุด			

รูปแบบการให้บริการขอใช้ห้องปฏิบัติการ ครุภัณฑ์ โดยการนำโปรแกรม G Suite for Education มาประยุกต์ใช้

ลำดับ	ขั้นตอน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เวลาที่ใช้
1	เริ่มต้น	ตรวจสอบความพร้อมของครุภัณฑ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการให้มีความพร้อมใช้	นักวิทยาศาสตร์	20 นาที
2	ผู้ขอใช้บริการกรอกข้อมูลผ่าน Google Site	กรอกข้อมูลผ่าน Google Site ในการจองครุภัณฑ์ออนไลน์ Online Booking เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการจองใช้งานครุภัณฑ์ พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบเครื่องมือ/ครุภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง เมื่อจองเสร็จสิ้น จะได้รับข้อความตอบกลับจากแอปพลิเคชันไลน์ ทั้งผู้รับผิดชอบและผู้ใช้บริการทราบ เพื่อยืนยันการจองใช้ครุภัณฑ์ สำเร็จ	ผู้ใช้บริการ	1 วัน ก่อนการใช้งานในวันถัดไป ไม่นับเวลา
3	ผู้ใช้บริการ เสนอหัวหน้าสาขาวิชา/ประธานหลักสูตรอนุมัติ	เสนอแบบฟอร์ม เพื่อขออนุญาตอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมทั้งรอเสนอต่อหัวหน้าสาขา/ประธานหลักสูตรอนุมัติ	ผู้ใช้บริการ	1 วัน ไม่นับเวลา
4	นักวิทยาศาสตร์ แนะนำระเบียบของห้องปฏิบัติการ และการใช้ครุภัณฑ์แก่ผู้ใช้บริการ	แนะนำเครื่องมือ ครุภัณฑ์ที่ขอใช้ และอธิบาย หลักการทำงานต่าง ๆ ของครุภัณฑ์ที่ขอใช้ให้กับผู้ใช้บริการ จนเข้าใจอย่างถี่ถ้วน ก่อนทำการประเมินความรู้ผู้ใช้งานก่อนใช้งานจริง	นักวิทยาศาสตร์และผู้ใช้บริการ	20 นาที
5	นักวิทยาศาสตร์ พิจารณาความสามารถ (ไม่ผ่าน / ผ่าน)	นักวิทยาศาสตร์พิจารณาถึงความรู้ความสามารถในการใช้ครุภัณฑ์ของผู้ใช้บริการ	นักวิทยาศาสตร์และผู้ใช้บริการ	20 นาที
6	ผู้ใช้บริการ เข้ารับบริการการใช้งานห้องปฏิบัติการ และครุภัณฑ์	สามารถเข้าใช้งานได้ตามคำขอ และระยะเวลาที่กำหนด	ผู้ใช้บริการ	7 วัน ไม่นับเวลา
7	นักวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความเรียบร้อย (ไม่เรียบร้อย / เรียบร้อย)	ตรวจสอบความเรียบร้อยของครุภัณฑ์ ความเสียหายหรือจุดชำรุดในระหว่างการใช้งาน	นักวิทยาศาสตร์	15 นาที
8	นักวิทยาศาสตร์จัดเก็บพื้นที่ห้องปฏิบัติการ และครุภัณฑ์	จัดเก็บพื้นที่ห้องปฏิบัติการ และครุภัณฑ์ ให้เรียบร้อย และมีสภาพเหมือนก่อนใช้งาน	นักวิทยาศาสตร์	15 นาที
9	สิ้นสุด			

รูปที่ 6 เปรียบเทียบรูปแบบการให้บริการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิม กับการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

จากการศึกษาหาประสิทธิภาพของระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 4.64±0.40 จากคะแนนนเต็ม 5 โดยผลการประเมินด้านที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของระบบ 4.98±0.12 รองลงมาได้แก่ ด้านทรัพยากร 4.97±0.13 และด้านการใช้งานระบบ 4.89±0.27 และด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ 4.19±0.67 ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านการออกแบบ 4.18±0.42 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ประเด็นการประเมิน	ประสิทธิภาพของการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านการออกแบบ	4.18	0.42	มาก
2. ด้านประสิทธิภาพของระบบ	4.98	0.12	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งานระบบ	4.89	0.27	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ	4.19	0.67	มาก
5. ด้านทรัพยากร	4.97	0.13	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.64**	**0.40**	**มากที่สุด**

ตอนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.81±0.29 เมื่อพิจารณา ในเรื่องของประเด็นการประเมิน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของระบบ มีค่า 5.00±0.00 รองลงมา ได้แก่ ด้านการใช้งานระบบ มีค่า 4.92±0.18 และด้านทรัพยากร มีค่า 4.87±0.29 และด้านขั้นตอนการให้บริการ มีค่า 4.85±0.27 ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ มีค่า 4.40±0.59 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ประเด็นการประเมิน	ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์		แปลผล
	$\overline{X}$	S.D.	
1. ด้านขั้นตอนการให้บริการ	4.85	0.27	มากที่สุด
2. ด้านประสิทธิภาพของระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งานระบบ	4.92	0.18	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ	4.40	0.59	มาก
5. ด้านทรัพยากร	4.87	0.29	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.81**	**0.29**	**มากที่สุด**

สรุปและอภิปรายผล

จากการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยมีการประยุกต์ใช้โปรแกรม G Suite for Education เพื่อจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ มาพัฒนาการติดตามเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ส่งผลทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากวิธีดังกล่าวสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกในการค้นหาข้อมูล ประหยัดเวลา รวดเร็วและทันสมัย ใช้ได้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟน (Smart Phone), แท็บเล็ต (Tablet) หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่อื่น ๆ ในรูปแบบออนไลน์ พร้อมทั้งสามารถแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์ให้ผู้ใช้บริการทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังได้ออกแบบให้มีรูปภาพของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พร้อมกับข้อมูลบางส่วนของเครื่องมือ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้บริการในการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากก่อนพัฒนาระบบฯ ผู้ขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะนิสิตยังขาดความรู้และความเข้าใจ หรือยังไม่ทราบข้อมูลของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ตนเองจะขอใช้ อาจทำให้การตัดสินใจขอใช้เครื่องมือ ต้องสืบค้นข้อมูลและทราบข้อมูลของเครื่องมือที่จะใช้ก่อน หรือสอบถามจากผู้ดูแลโดยตรงจึงอาจทำให้ต้องเสียเวลาในการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลและรูปภาพดังกล่าวข้างต้น นำเข้าระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ Google Site ช่วยอำนวยความสะดวกให้ทั้งผู้ใช้บริการและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในการบริหารจัดการเวลาวางแผนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และสามารถควบคุมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ ตลอดจนสามารถรวบรวมข้อมูลทางสถิติของการใช้เครื่องมือเพื่อบริหารจัดการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง สะดวกและรวดเร็ว (จรรยา ชื่นอารมณ์, 2562) ทำให้การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการทั้งของผู้พัฒนาระบบ และผู้ใช้บริการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของถนอม กองใจ และอริษา ทาทอง (2565) การพัฒนาระบบแจ้งเตือนกิจกรรมและการนัดหมายอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ กล่าวว่า ระบบแจ้งเตือนกิจกรรมและการนัดหมายอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถส่งการแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังผู้ใช้งาน ผ่านแอปพลิเคชันไลน์บนโทรศัพท์มือถือเมื่อถึงเวลาที่นัดหมายไว้ได้อย่างถูกต้อง สะดวกต่อการใช้งาน สามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน ได้รวดเร็ว มีการแจ้งสรุปรายการกิจกรรม หรือการนัดหมาย ในแต่ละวันให้รับทราบล่วงหน้า ซึ่งช่วยเตือนความจำและทำให้สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้มากขึ้น ระบบการใช้งานนี้ที่สามารถเข้าระบบผ่านทางเว็บไซต์คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ตลอดเวลาทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ ส่งผลถึงการเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้ขอใช้บริการเป็นอย่างมาก

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระหว่าง การขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิม กับการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์พบว่า ระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาใช้ภายในหน่วยงานแทนระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ระบบเดิม โดยการนำแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา (G Suite for Education) และการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์มาประยุกต์ใช้กับระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ สาขาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ทำให้ผู้ขอใช้บริการสามารถทราบถึงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้ได้จริงเป็นปัจจุบัน และสามารถจองการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ทุกที่ ทุกเวลา ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยใช้งานผ่านบัญชีอีเมล์ (E-mail) เพื่อยืนยันสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล หรือสแกน QR CODE เพื่อเข้าร่วมกลุ่มสำหรับการเข้าใช้ระบบและมีการแจ้งเตือนข้อมูลการใช้บริการผ่านไลน์แจ้งเตือน (LINE Notify) ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถทราบข้อมูลการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของระบบ 4.98±0.12 ประกอบด้วย ระบบมีการแจ้งเตือนการทำงานเมื่อมีการกรอกข้อมูล มีความถูกต้องในการเชื่อมโยงภายในระบบ และการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า สามารถดูข้อมูลย้อนหลังและตรวจสอบประวัติการใช้งานการเข้าระบบได้ และระบบมีรูปแบบการใช้งานที่ครอบคลุมต่อการใช้งาน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการสื่อสารให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำงาน สอดคล้องกับการวิจัยของ สมิธ พิทูรพงศ์ (2560) ได้ศึกษาการใช้แอปพลิเคชันไลน์ในกระบวนการทำงาน กรณีศึกษาบริษัทสหผลิตภัณฑ์พาณิชย์ จำกัดพบว่าการใช้แอปพลิเคชันไลน์กับกระบวนการทำงานในองค์กรช่วยให้การสื่อสารสะดวกรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย นอกจากนี้แอปพลิเคชันไลน์ยังสามารถส่งภาพและเสียงได้ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับ อุทุมพร มณีวรรณ์ และคณะ (2564) ที่ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนวันที่จองการใช้งานต่าง ๆ กำหนดส่งคืนหนังสืออัตโนมัติผ่านไลน์แอปพลิเคชัน โดยใช้ Line Notify ผลการวิจัย พบว่า การแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ มีความสะดวกและได้รับความพึงพอใจเป็นอย่างมาก และทำให้ผู้ใช้บริการการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์สามารถทราบข้อมูลในการจองวันขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พร้อมระยะเวลาในการส่งคืนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ตามกำหนด และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์จากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บริการประกอบด้วย บุคลากรสายวิชาการ บุคลากรสายสนับสนุน นิสิต มีผลประเมินความพึงพอใจแบ่งเป็นรายประเด็นการประเมินได้ดังนี้ ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของระบบ 5.00±0.00 ประกอบด้วย หัวข้อ มีการตอบสนองคำสั่งอย่างรวดเร็ว ข้อมูลที่ได้รับจากระบบถูกต้อง และแม่นยำ ได้รับข้อมูลข่าวสารที่เป็นปัจจุบัน และครบถ้วน มีข้อมูลการให้บริการครอบคลุม และใช้งานทุกขั้นตอนได้อย่างต่อเนื่อง ช่วยให้ทำงานรวดเร็วขึ้นกว่าวิธีการแบบเดิม รองลงมา ได้แก่ ด้านการใช้งานระบบ 4.92±0.20 ประกอบด้วย หัวข้อ ใช้งานง่าย และสะดวกในการค้นหาข้อมูล ใช้งานตามขั้นตอนได้อย่างต่อเนื่อง และถูกต้องตามคำสั่ง ใช้งานระบบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ทุกที่และทุกเวลา มีการแจ้งเตือนเอกสารแบบอัตโนมัติล่วงหน้า และถูกต้อง การใช้งานโดยภาพรวมตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งาน และด้านทรัพยากร 4.87±0.13 ประกอบด้วย หัวข้อ มีอุปกรณ์และเครื่องมือการให้บริการที่เหมาะสมและเข้าถึงได้สะดวก ได้รับข้อมูล และเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลาบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ข้อมูลประชาสัมพันธ์ ที่ตรงตามความต้องการ ช่วยลดปริมาณของเอกสาร และพื้นที่ในการจัดเก็บเอกสาร ได้รับบริการอุปกรณ์และเครื่องมือถูกต้อง ครบถ้วน และใช้งานได้ตรงตามความต้องการ และด้านขั้นตอนการให้บริการ 4.85±0.27 ประกอบด้วย หัวข้อ มีการใช้ภาษาเข้าใจง่าย กระชับ มีคำชี้แจง อธิบาย และแนะนำขั้นตอนในการใช้ชัดเจน มีข้อมูลและคู่มือในการให้บริการที่ครบถ้วน มีขั้นตอนการให้บริการที่ไม่ซับซ้อน สะดวกและรวดเร็ว มีขั้นตอนการให้บริการที่เรียงลำดับการใช้งาน ตรงตามวัตถุประสงค์ผู้ใช้งาน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านการรักษาความปลอดภัยของ

ระบบ 4.40±0.59 ประกอบด้วย หัวข้อ ข้อมูลของผู้ใช้งานถูกต้อง และไม่มีการแก้ไขข้อมูล ผู้ใช้งานไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานอื่น ๆ มีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานระบบเพื่อความปลอดภัย มีความมั่นใจต่อระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคล ผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ และข้อมูลไม่สูญหาย และมีผลประเมินความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด 4.81± 0.29

การพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ โดยการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ระหว่างการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิม กับการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ พบว่าวิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่าการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบเดิมที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนในการขอใช้ถึง 8 ขั้นตอน และลดระยะเวลาในการขอใช้งาน เป็นระยะเวลา 30 นาที และจากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ พบว่า มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่า 4.64±0.40 ส่วนรายประเด็นได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของระบบ ด้านการใช้งาน และด้านทรัพยากร อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการออกแบบและด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการระบบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ พบว่า มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่า 4.80±0.29 ด้านประสิทธิภาพของระบบ ด้านการใช้งานระบบ ด้านทรัพยากร และด้านขั้นตอนการให้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบอยู่ในระดับมาก ดังนั้น การนำระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์มาใช้ในการทำงาน มีส่วนช่วยให้ผู้ใช้บริการทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบได้ด้วยตนเองพร้อมทั้งทราบข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องโดยเฉพาะนิสิตที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ตนเองจะขอใช้ สะดวกทั้งผู้ใช้บริการและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในการบริหารจัดการเวลาการวางแผนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และสามารถควบคุมการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

จากผลลัพธ์ของการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม G Suite for Education ร่วมกับการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ พบว่าระบบดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในด้านการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้มีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งยังสามารถทำการจองและติดตามสถานะการใช้งานเครื่องมือผ่านสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ได้อย่างง่ายดาย การเชื่อมต่อผ่านระบบแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ทำให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลการจองและเตือนความจำการใช้งานได้อย่างทันเวลา นอกจากนี้การมีรูปภาพและข้อมูลของเครื่องมือในระบบยังช่วยให้นิสิตที่ยังขาดความรู้ในการเลือกใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์สามารถตัดสินใจเลือกเครื่องมือได้ง่ายขึ้น จุดที่ควรปรับปรุงจากการพัฒนาระบบในครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถอธิบายไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1) **ด้านความปลอดภัยของระบบ** จากผลการประเมินพบว่าผู้ใช้บางส่วนมีความกังวลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ เนื่องจากยังมีความไม่มั่นใจในความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคล ระบบควรได้รับการปรับปรุงในเรื่องนี้โดยเพิ่มฟังก์ชันการเข้ารหัสข้อมูลและการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงอย่างชัดเจน เพื่อเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ใช้งาน

2) **การใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ** แม้ระบบจะสามารถเข้าถึงได้ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ แต่ผู้ใช้บางรายยังพบปัญหาด้านการแสดงผลหรือการทำงานของระบบเมื่อใช้งานผ่านอุปกรณ์ที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ระบบควรได้รับการปรับปรุงให้มีความเสถียรมากขึ้นสำหรับการใช้งานบนทุกแพลตฟอร์ม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาตนเองและพัฒนางานประจำอย่างเต็มกำลังความสามารถ ตามคำสั่งที่ได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชาในสายงาน จนก่อให้เกิดการนำระบบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้พัฒนางานที่รับผิดชอบให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดความซับซ้อนในการจัดเก็บเอกสาร สะดวก รวดเร็ว ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบันแบบยุค New Normal โดยการพัฒนาระบบการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผ่านการแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันไลน์ งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนติ เงินแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนติ เงินแพทย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉราภรณ์ อ่อนตะวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชพล เมธารัชกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตปภัช ตันติอมรกุล และคุณรัตนา ใจบุญ อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามการวิจัย เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม หรือค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ พร้อมให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดี ขอขอบคุณผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์และนิสิต คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ตลอดมาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้เสียสละเวลาในการตอบแบบประเมินและให้ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จรรยา ชื่นอารมณ์. (2562). การพัฒนาระบบจองเวลาใช้เครื่องมือห้องปฏิบัติการทันตวัสดุ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสาร Mahidol R@R e-Journal, 6*(2), 70-79.

ถนอม กองใจ และอริษา ทาทอง (2565). ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนกิจกรรมและการนัดหมายอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal, 9*(2), 32-45.

ราชกิจจานุเบกษา. (2560), ระเบียบกระทรวงการคลัง ว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 *เล่มที่ 134 ตอนพิเศษ 210 ง 23 สิงหาคม 2560,* 1-72.

ประชุม พันออด. (2564), การพัฒนาระบบบริหารจัดการห้องประชุมออนไลน์ด้วยเทคโนโลยีคลาวด์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 4*, 90-97.

สมิธ พิทูรพงศ์. (2560). *การใช้แอปพลิเคชันไลน์ในกระบวนการทำงาน: กรณีศึกษาบริษัท สหผลิตภัณฑ์ พาณิชย์ จำกัด.* (การค้นคว้าอิสระของหลักสูตรนิเทศศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสื่อสารการตลาดดิจิตอล มหาวิทยาลัยกรุงเทพ). สืบค้นจาก: https://dspace.bu.ac.th/jspui/bitsream/123456789/3440/3/smith.pito.pdf.

อุทุมพร มณีวรรณ์, มลฑาทิพย์ ทาสรักษา และ เอกสิทธิ์ ปัญญามี. (2563). *การพัฒนาระบบแจ้งเตือนวันกำหนดส่งคืนหนังสืออัตโนมัติผ่านไลน์แอปพลิเคชัน.* สืบค้นจาก: https://pulinet2021.pulinet.org/uploads_file_completely/2020-12-29/stefany-IS.pdf.

Beis, Christina A. (2018). Simplifying E-Resources Workflows with G Suite for Education, *Journal of Electronic Resources Librarianship*, 30(3), 161-163.

Krejcie, R. V. and Morgan, D. W. (1970). Determining sample sizes for research activities. *Journal of Educational and Psychological Measurement, 30*(3), 607-610.

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) เพื่อพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศ เทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

มยุรี แก้วปัญโย[1*], นวลนภา จุลสุทธิ[1] และ ประยูร อิมิวัตร์[1]

Efficiency Evaluation of Online One Stop Service System Aiming for the Greatest of Smart City Development of MaeSai Municipality, MaeSai District, Chiang Rai Province

Mayuree Kaewpanyo[1*], Nualnapa Chullasutthi[1] and Prayoon Imiwat[1]

[1] Faculty of Political Science and Public Administration, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai 57110

[*] Corresponding author: tomoko_kikujung@hotmail.com

Received: August 25, 2024; Revised: November 14, 2024; Accepted: November 26, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพและเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยพบว่าการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย อยู่ในระดับมาก (μ = 4.43, σ =0.48) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านกระบวนการ (μ = 4.50, σ =0.49) รองลงมา คือ ด้านเจ้าหน้าที่ (μ = 4.44, σ =0.51) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านระบบการใช้งาน (μ = 4.37, σ =0.52) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงพัฒนาระบบการใช้งาน โดยเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านระบบการใช้งานเน้นเรื่องความปลอดภัยของข้อมูลและความเชื่อมั่นในระบบการใช้งาน ด้านเจ้าหน้าที่มีแนวทางการพัฒนาความรู้และทักษะของเจ้าหน้าที่ การมอบอำนาจในการตัดสินใจ ด้านกระบวนการ ถึงแม้จะเป็นด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด แต่ยังคงมีแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียดและการนำแนวทางที่เหมาะสมมาปรับใช้ เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ประหยัด คุ้มค่า ซึ่งการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการให้บริการรูปแบบออนไลน์ ส่งผลให้เทศบาลตำบลสายมีความเป็นเลิศ ด้านการบริหารงานภาครัฐอัจฉริยะ (Smart Governance) และเป็นอีกก้าวสำคัญในการพัฒนาเมือง ช่วยยกระดับคุณภาพการให้บริการภาครัฐส่งผลต่อความพึงพอใจของประชาชน และนำไปสู่การพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ได้อย่างแท้จริง สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) สู่ความเป็นเลิศต่อไป

คำสำคัญ: ศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ, บริการออนไลน์, เมืองอัจฉริยะ, ประสิทธิภาพ

---

[1] รัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57110

Abstract

This research aims to Efficiency Evaluation of Online One Stop Service System Aiming for the Greatest of Smart City Development of MaeSai Municipality, MaeSai District, Chiang Rai Province. The results revealed Evaluation of Online One Stop Service System of MaeSai Municipality, MaeSai District, Chiang Rai Province that the overall efficiency was rated High level (μ = 4.43, σ = 0.48). When considering each aspect, the highest mean score was for the process aspect (μ = 4.50, σ = 0.49), followed by the staff aspect (μ = 4.44, σ = 0.51). The lowest mean score was for the system usability aspect (μ = 4.37, σ = 0.52). The findings highlight the need for improvements in system usability. Suggestions for improving this aspect focus on data security and system reliability. For the staff aspect, recommendations include enhancing staff knowledge and skills, along with empowering decision-making authority. Although the process aspect received the highest average score, there remains a need for detailed data analysis and the application of appropriate strategies to ensure that citizens can access services conveniently, quickly, cost-effectively, and efficiently. The application of technology in the online service model has resulted in Mae Sai Subdistrict Municipality excelling in smart governance and represents a significant step toward city development. This contributes to the improvement of public service quality, increases citizen satisfaction, and leads to the true realization of a smart city. These efforts align with the ongoing development of the smart city toward excellence.

Keywords: One Stop Service, Online service, Smart City, Efficiency

บทนำ

ในช่วงปี พ.ศ. 2562 รัฐบาลไทยได้ให้ความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ โดยกำหนดให้เป็นวาระแห่งชาติที่ต้องเร่งดำเนินการภายใต้กรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แนวทางนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารจัดการเมือง การพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ครอบคลุมหลายด้าน เทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้เป็นเมืองอัจฉริยะ ภายใต้โครงการ "Maesai Smart City" ซึ่งด้านการบริหารจัดการภาครัฐแบบอัจฉริยะ (Smart Governance) เป็นหนึ่งในแนวทางการพัฒนาเมือง โดยได้นำรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ซึ่งประกอบด้วย การแจ้งเรื่องราวความเดือดร้อน การบริการสาธารณะรวมถึงปัญหาต่างที่ต้องการให้เทศบาลตำบลแม่สายแก้ไขบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนผ่านระบบการแจ้งคำร้องสำนักปลัด แจ้งคำร้องกองช่าง แจ้งคำร้องกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม แจ้งคำร้องกองสวัสดิการสังคม แจ้งคำร้องกองการศึกษา แจ้งคำร้องกองคลัง แจ้งคำร้องกองยุทธศาสตร์และงบประมาณ และแจ้งเรื่องร้องเรียน/ร้องทุกข์ผ่านระบบออนไลน์ มาใช้เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการให้บริการ ลดปัญหาความล่าช้าในการดำเนินงานและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนอันเนื่องมาจากปัญหาในการให้บริการภาครัฐยังคงเผชิญกับปัญหาการประสานงานที่ล่าช้า ระบบการทำงานที่ใช้กระบวนการแบบดั้งเดิม ความซับซ้อนและใช้เวลาในการดำเนินการยาวนาน ซึ่งส่งผลต่อการให้บริการประชาชนในด้านต่าง ๆ เช่น การร้องเรียน คำร้องขอข้อมูลหรือข้อเสนอแนะประชาชนต้องติดต่อหลายหน่วยงานและเผชิญกับปัญหาในด้านเอกสาร ส่งผลให้เกิดการร้องเรียนและ ข้อขัดแย้งในกระบวนการให้บริการ จึงมีความจำเป็นในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการซึ่งสามารถช่วยลดขั้นตอนการทำงาน ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน การให้บริการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) เป็นการแก้ไขปัญหาเรื่องความล่าช้า และช่วยในการสร้างความโปร่งใสในการบริหารงานและเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมของประชาชนจากการให้บริการรูปแบบดั้งเดิมไปสู่การให้บริการผ่านระบบออนไลน์ซึ่งประชาชนที่ยังไม่คุ้นเคยหรือขาดความเชื่อมั่นในระบบดิจิทัล การจัดการด้านกระบวนการมีบทบาทสำคัญต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ การนำเทคโนโลยีทันสมัยมาช่วยในการให้บริการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการกระบวนการที่ดีในการตอบสนองความต้องการของประชาชน การออกแบบและการจัดการกระบวนการที่มีประสิทธิภาพมีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการและความสำเร็จในการดำเนินงานของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ได้อย่างชัดเจน (ปกรณ์ ยศ วิทยานันตนารมย์,2564) งานวิจัยนี้จึงประเมินประสิทธิภาพพร้อมทั้งนำเสนอความจำเป็นในการปรับปรุงพัฒนาระบบและแนวทางการให้บริการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) และการบริหารงานของเทศบาลตำบลแม่สายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของประชาชน และสร้างพื้นฐานที่แข็งแรงสำหรับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศที่ยั่งยืนในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

2. เพื่อเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการวิจัยประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ซึ่งคำร้องต่างๆ ในระบบออนไลน์ครอบคลุมภารกิจหลักของเทศบาลตำบลแม่สาย เกี่ยวกับการให้บริการแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนของประชาชน การให้บริการข้อมูลข่าวสาร การสนับสนุนด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประชาชน การดำเนินงานเกี่ยวกับการบริการสาธารณะต่างๆ ซึ่งในครั้งนี้ได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารภาครัฐแนวใหม่ เรืองวิทย์ เกษสุวรรณ (2553 อ้างอิงใน บุญเกียรติ การะเวกพันธุ์, 2557, น. 238-239) ได้ศึกษาเรื่องการบริหารงานภาครัฐแนวใหม่ หลักใหญ่ของการจัดการภาครัฐแนวใหม่คือการเปลี่ยนระบบราชการที่เน้นระเบียบและขั้นตอนไปสู่การบริหารแบบใหม่ซึ่งเน้นผลสำเร็จและความรับผิดชอบรวมทั้งใช้เทคนิคและวิธีการของเอกชนมาปรับปรุงการทำงาน เห็นว่าสิ่งที่เรียกว่า “การจัดการภาครัฐแนวใหม่” มีหลักสำคัญ 7 ประการ คือ

1. จัดการโดยนักวิชาชีพที่ชำนาญการ (Hands-on Professional Management) หมายถึง ให้ผู้จัดการมืออาชีพได้จัดการด้วยตัวเอง ด้วยความชำนาญ โปร่งใส และมีความสามารถในการใช้ดุลพินิจ เหตุผลก็เพราะเมื่อรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายแล้ว ก็จะเกิดความรับผิดชอบต่อการตรวจสอบจากภายนอก

2. มีมาตรฐานและการวัดผลงานที่ชัดเจน (Explicit Standards and Measures of Performance) ภาครัฐจึงต้องมีจุดมุ่งหมายและเป้าหมายของผลงาน และการตรวจสอบจะมีได้ก็ต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน

3. เน้นการควบคุมผลผลิตที่มากขึ้น (Greater Emphasis on Output Controls) การใช้ทรัพยากรต้องเป็นไปตามผลงานที่วัดได้ เพราะเน้นผลสำเร็จมากกว่าระเบียบวิธี

4. แยกหน่วยงานภาครัฐออกเป็นหน่วยย่อยๆ (Shift to Disaggregation of Units in the Public Sector) การแยกหน่วยงานใหญ่ออกเป็นหน่วยงานย่อยๆ ตามลักษณะสินค้าและบริการที่ผลิต ให้เงินสนับสนุนแยกกัน และติดต่อกันอย่างเป็นอิสระ

5. เปลี่ยนภาครัฐให้แข่งขันกันมากขึ้น (Shift to Greater Competition in the Public Sector) เป็นการเปลี่ยนวิธีทำงานไปเป็นการจ้างเหมาและประมูล เหตุผลก็เพื่อให้ฝ่ายที่เป็นปรปักษ์กัน (Rivalry) เป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้ต้นทุนต่ำและมาตรฐานสูงขึ้น

6. เน้นการจัดการตามแบบภาคเอกชน (Stress on Private Sector Styles of Management Practice) เปลี่ยนวิธีการแบบข้าราชการไปเป็นการยืดหยุ่นในการจ้างและให้รางวัล

7. เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีวินัยและประหยัด (Stress on Greater Discipline and Parsimony in Resource Use) วิธีนี้อาจทำได้ เช่น การตัดค่าใช้จ่าย เพิ่มวินัยการทำงาน หยุดยั้งการเรียกร้องของสหภาพแรงงาน จำกัดต้นทุนการปฏิบัติ เหตุผลก็เพราะต้องการตรวจสอบความต้องการใช้ทรัพยากรของภาครัฐและ“ทำงานมากขึ้นโดยใช้ทรัพยากรน้อยลง” (Do More with Less)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) พบว่ามีงานวิจัยที่มีศึกษาทั้งหมด 13 งานวิจัย ประกอบไปด้วย การบริหารจัดการเทคโนโลยีและระบบ จำนวน 2 งานวิจัย การรับเรื่องร้องเรียนร้องทุกข์ จำนวน 1 งานวิจัย การดำเนินงานศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ จำนวน 4 งานวิจัย การบริหารจัดการภาครัฐแนวใหม่ จำนวน 2 งานวิจัย ประสิทธิภาพการให้บริการและความพึงพอใจของผู้รับบริการ จำนวน 4 งานวิจัย จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องใช้ในการศึกษาออกมาได้ดังนี้ ดังรูปที่ 1

ประเภทของการประเมินประสิทธิภาพ

1. **ด้านระบบการใช้งาน**
   - ความทันสมัยของเทคโนโลยี
   - ระบบการจัดการ
   - ระบบความปลอดภัยของข้อมูล
2. **ด้านกระบวนการ**
   - ความสะดวกในการติดต่อ
   - ความชัดเจนของข้อมูล
   - ความโปร่งใส
   - ช่องทางการเข้าถึงข้อมูล
3. **ด้านเจ้าหน้าที่**
   - มีความรู้และความสามารถ
   - ทักษะการแก้ไขปัญหาและการบริการ
   - มีทักษะในการสื่อสารและความใส่ใจ

⇨

ประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service)

1. **ความพึงพอใจของผู้รับบริการ**
   - ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการต่อการให้บริการโดยรวม
   - ความพึงพอใจด้านต่าง ๆ
2. **การให้บริการ**
   - ระยะเวลาในการให้บริการ
   - ความถูกต้องแม่นยำ
   - ผลลัพธ์ที่ตรงกับความต้องการ
3. **ความคุ้มค่า**
   - เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลประโยชน์
   - เปรียบเทียบกับรูปแบบการบริการอื่นๆ
   - การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่า

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการทำวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการสำรวจการวิจัยเพื่อประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ซึ่งประกอบด้วย การแจ้งเรื่องราวความเดือดร้อน การบริการสาธารณะ รวมถึงปัญหาต่างที่ต้องการให้เทศบาลตำบลแม่สายแก้ไขบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนผ่านระบบการแจ้งคำร้อง สำนักปลัด แจ้งคำร้องกองช่าง แจ้งคำร้องกองาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม แจ้งคำร้องกองสวัสดิการสังคม แจ้งคำร้องกองการศึกษา แจ้งคำร้องกองคลัง แจ้งคำร้องกองยุทธศาสตร์และงบประมาณ และแจ้งเรื่องร้องเรียน/ร้องทุกข์ผ่านระบบออนไลน์ โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มประชากรแบบเจาะจง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงต่อเป้าหมายของการวิจัย จำนวน 160 คน โดยจำนวนประชากรที่กำหนดอ้างอิงมาจากสถิติผู้ใช้บริการที่ยื่นคำร้องเรียนผ่านศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ในช่วงเวลาตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2565 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2567 ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มประชากรที่เหมาะสมสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของระบบออนไลน์ เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์ในการใช้บริการที่หลากหลาย และครอบคลุมช่วงเวลาที่เหมาะสมในการประเมินการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น โดยใช้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ซึ่งผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือและนำไป (Try out) และข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม ก่อนส่งไปยังประชากรใน การวิจัย นำข้อมูลมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพรรณา (Descriptive Statistics) แสดงผลการวิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentages) และการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เป็นรายด้านและโดยภาพรวม

การเตรียมข้อมูล

ในขั้นการเตรียมความพร้อมของข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามแบบฟอร์มออนไลน์ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ผู้วิจัยเก็บข้อมูลผ่าน Google Forms เพื่อให้ประชากรผู้ใช้บริการที่ยื่นคำร้องเรียนร้องทุกข์ผ่านศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ผ่านระบบออนไลน์ ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2565 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2567 ดังรูปที่ 2 ตอบแบบสอบถามออนไลน์ จำนวน 160 ชุด นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนทั้งหมดมาตรวจสอบความสมบูรณ์ทุกฉบับ จำแนกแบบสอบถามโดยการคัดแยกฉบับตามสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามแล้วนำคะแนนที่ได้จัดพิมพ์ลงเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูล

รูปที่ 2 หน้าหลักการเข้าใช้งานของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ ONE STOP SERVICE เทศบาลตำบลแม่สาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณา (Descriptive Statistics) โดยวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม แสดงผลการวิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentages) และวิเคราะห์ระดับการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย โดยใช้สถิติการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เป็นรายด้านและโดยภาพรวม

ผลการศึกษา

จากวัตถุประสงค์การประเมินประสิทธิภาพและเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ผลการศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) เพื่อพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศ เทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย สามารถแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ **ส่วนแรก** ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไป **ส่วนที่สอง** การวิเคราะห์ระดับการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไป

ประชากรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 51–60 ปี การศึกษาปริญญาตรีและประกอบอาชีพค้าขาย/อาชีพอิสระ

การวิเคราะห์ระดับการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

การวิเคราะห์ระดับการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ที่ได้ทำการคัดเลือกจากการทบทวนงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เป็นรายด้านและโดยภาพรวม พบว่าประชากรใช้บริการประเภทของคำร้องผ่านรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) มากที่สุด คือ คำร้องของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ในส่วนของคำร้องรองลงมา คือ คำร้องของกองช่างและคำร้องเรียนที่น้อยที่สุด คือ คำร้องของกองยุทธศาสตร์และงบประมาณ โดยมีคำร้องกองการศึกษาและกองสวัสดิการสังคม ไม่มีคำร้องอันเนื่องมาจากเป็นกองงานที่ให้บริการในส่วนของสวัสดิการและมอบสิทธิประโยชน์ให้กับประชาชนทำให้ไม่มีข้อเรียนเรียนจากกองงานดังกล่าวโดยมีความถี่ในการใช้บริการผ่านรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) มากที่สุด จำนวน 1 ครั้ง

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ในรายด้านและโดยภาพรวม ดังนี้

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย อยู่ในระดับมาก (μ = 4.43, σ = 0.48) เมื่อพิจารณา รายด้านพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านกระบวนการ รูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ

(One Stop Service) (μ = 4.50, σ = 0.49) รองลงมา คือ ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) (μ = 4.44, σ = 0.51) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านระบบการใช้งานของรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) (μ = 4.37, σ = 0.52) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ในภาพรวม

รายการ	μ	σ	แปลผล
ด้านระบบการใช้งานของรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service)	4.37	0.52	มาก
ด้านกระบวนการ รูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service)	4.50	0.49	มากที่สุด
ด้านเจ้าหน้าที่ ผู้ให้บริการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service)	4.44	0.51	มาก
ผล	**4.43**	**0.48**	**มาก**

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) เพื่อพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศ เทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ด้านการใช้งานระบบรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (μ = 4.37, σ = 0.52) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ระบบมีความเสถียรภาพและมีความพร้อมในการให้บริการแก่ผู้ใช้อยู่เสมอ (μ = 4.49, σ = 0.50) รองลงมา คือ ระบบมีการประมวลผลที่รวดเร็ว การตอบสนองแม่นยำและถูกต้อง ตรงตามความต้องการ (μ = 4.46, σ = 0.57) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ระบบมีการรักษาความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล ป้องกันข้อมูลผู้ใช้บริการ เชื่อถือได้ (μ = 4.06, σ = 0.52) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ด้านระบบการใช้งานของรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

ด้านระบบการใช้งาน	μ	σ	แปลผล
ระบบมีการออกแบบการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน เข้าถึงข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว	4.45	0.54	มาก
ระบบสามารถรองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ได้หลากหลาย	4.44	0.55	มาก
ระบบมีความเสถียรภาพและมีความพร้อมในการให้บริการแก่ผู้ใช้อยู่เสมอ	4.49	0.50	มาก
ระบบมีการประมวลผลที่รวดเร็ว การตอบสนองแม่นยำและถูกต้อง ตรงตามความต้องการ	4.46	0.57	มาก
ระบบมีการออกแบบ การใช้สี และขนาดของตัวอักษรที่ความเหมาะสม	4.34	0.64	มาก
ระบบมีการรักษาความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล ป้องกันข้อมูลผู้ใช้บริการ เชื่อถือได้	4.06	0.83	มาก
ผล	**4.37**	**0.52**	**มาก**

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ด้านกระบวนการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.50, σ = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ลดภาระค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาขอรับบริการ ณ จุดบริการ สิ่งที่ได้รับบริการแบบออนไลน์มีความคุ้มค่าต่อเวลา/ค่าใช้จ่าย (μ = 4.69, σ = 0.50) รองลงมา คือ ลดขั้นตอน ลดระยะเวลาและเอกสารในการขอรับบริการ มีความเหมาะสมมีความคล่องตัว เข้าใจง่าย (μ = 4.52, σ = 0.54) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ สามารถตอบสนองความต้องการ แก้ไขปัญหาและได้รับบริการตามกระบวนการและเวลาที่กำหนด (μ = 4.36, σ = 0.62) ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ด้านกระบวนการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอ แม่สาย จังหวัดเชียงราย

ด้านกระบวนการ	μ	σ	แปลผล
ลดขั้นตอน ลดระยะเวลาและเอกสารในการขอรับบริการ มีความเหมาะสม มีความคล่องตัว เข้าใจง่าย	4.52	0.54	มากที่สุด
ระยะเวลาเหมาะสม ชัดเจน โปร่งใส ตรงกับความต้องการและสามารถติดตามสถานะการขอรับบริการของตนเองได้อย่างสะดวก	4.51	0.54	มากที่สุด
ลดภาระค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาขอรับบริการ ณ จุดบริการ สิ่งที่ได้รับบริการแบบออนไลน์มีความคุ้มค่าต่อเวลา/ค่าใช้จ่าย	4.69	0.50	มากที่สุด
การให้บริการออนไลน์มีความพร้อมใช้งานการบริการต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงและมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน	4.49	0.56	มาก
การจัดหมวดหมู่ของรายการใช้งานได้อย่างชัดเจนและเรียงลำดับอย่างเป็นระเบียบ สามารถกรอกข้อมูลและส่งเอกสารอย่างรวดเร็ว	4.46	0.57	มาก
สามารถตอบสนองความต้องการ แก้ไขปัญหาและได้รับบริการตามกระบวนการและเวลาที่กำหนด	4.36	0.62	มาก
ผล	**4.50**	**0.49**	**มากที่สุด**

การประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (μ = 4.44, σ = 0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เจ้าหน้าที่มีความรู้ ความสามารถในการให้บริการ เช่น การตอบข้อซักถาม ชี้แจงข้อสงสัย ให้คำแนะนำได้เป็นอย่างดี (μ = 4.50, σ = 0.52) รองลงมา คือ เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพ มีกิริยามารยาทที่เหมาะสม (μ = 4.46, σ = 0.52) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เจ้าหน้าที่สามารถแก้ไขปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม (μ = 4.43, σ = 0.57) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ	μ	σ	แปลผล
เจ้าหน้าที่มีความเอาใจใส่ กระตือรือร้น มีความเต็มใจ และความพร้อมในการให้บริการ	4.44	0.56	มาก
เจ้าหน้าที่มีความซื่อสัตย์สุจริตในการปฏิบัติหน้าที่ เช่น ไม่รับสินบน ไม่หาประโยชน์ในทางมิชอบ ฯลฯ	4.43	0.59	มาก
เจ้าหน้าที่มีความรู้ ความสามารถในการให้บริการ เช่น การตอบข้อซักถาม ชี้แจง ข้อสงสัย ให้คำแนะนำได้เป็นอย่างดี	4.50	0.52	มากที่สุด
เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพ มีกิริยามารยาทที่เหมาะสม	4.46	0.52	มาก
เจ้าหน้าที่สามารถแก้ไขปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม	4.41	0.59	มาก
เจ้าหน้าที่มีการให้บริการอย่างเสมอภาคและเท่าเทียม ไม่เลือกปฏิบัติ	4.43	0.57	มาก
ผล	**4.44**	**0.48**	**มาก**

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษารวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) เพื่อพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศ เทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพและเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย จังหวัดเชียงราย การศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ในเขตเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย โดยมีประชากรจำนวน 160 คนที่ยื่นคำร้องเรียนผ่านระบบออนไลน์ ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 เมษายน 2567 พบว่าผู้ใช้บริการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 51–60 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรีและประกอบอาชีพค้าขายหรืออาชีพอิสระ คำร้องที่ได้รับมากที่สุดเป็นคำร้องด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับปัญหาขยะและเหตุรำคาญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในชุมชน พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี แต่ยังมีบางประเด็นที่ต้องปรับปรุงเพื่อให้การให้บริการมีประสิทธิภาพมากขึ้น คือ ด้านระบบการใช้งาน แม้ว่าการใช้งานระบบโดยภาพรวมจะอยู่ในระดับดี แต่ด้านความปลอดภัยของข้อมูลมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ผู้ใช้บริการยังคงกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคลและไม่มั่นใจในระบบ เนื่องจากยังไม่เข้าใจหรือขาดข้อมูลเกี่ยวกับมาตรการรักษาความปลอดภัยที่ระบบมีอยู่ ควรเพิ่มการชี้แจงให้ผู้ใช้งานได้รับความชัดเจนเกี่ยวกับมาตรการรักษาความปลอดภัย โดยรูปแบบการให้บริการของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีการเข้าใช้งานผ่านรหัสข้อมูล การจัดการสิทธิ์การเข้าถึง การยืนยันตัวตน การปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลตามกฎหมาย และมีระบบป้องกัน การเข้าถึงข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจในการใช้งานระบบ ด้านกระบวนการให้บริการได้รับการประเมินสูงสุด แสดงถึงบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้บริการบางส่วนยังรู้สึกว่าการตอบสนองต่อความต้องการหรือปัญหายังไม่รวดเร็วเท่าที่ควร เช่น การล่าช้าในกระบวนการหรือความไม่ชัดเจนในการสื่อสารสถานะของการดำเนินการ ควรเร่งการตอบสนองและปรับปรุงกระบวนการที่ยังล่าช้า รวมถึงพัฒนาการสื่อสารกับผู้ใช้บริการให้ชัดเจนและเป็นระบบมากขึ้น

และด้านเจ้าหน้าที่ คุณภาพของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการอยู่ในระดับดี แต่ยังมีความท้าทายในการแก้ไขปัญหาซับซ้อนหรือปัญหาที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากกรณีทั่วไป เจ้าหน้าที่อาจขาดความรู้ความเข้าใจที่เพียงพอในการแก้ไขปัญหาและขาดทักษะหรืออำนาจในการตัดสินใจที่จำเป็น รวมถึงความจำเป็นในการพัฒนาอบรมอย่างสม่ำเสมอเพื่อเพิ่มทักษะใหม่ ๆ ควรพัฒนาและฝึกอบรมเจ้าหน้าที่อย่างต่อเนื่อง รวมถึงมอบอำนาจในการตัดสินใจที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) มีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบในช่วงแรก แต่เมื่อพิจารณาในระยะยาว งบประมาณในการบำรุงรักษา การใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับผลประโยชน์ที่ได้รับมีความคุ้มค่าทั้งเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติ เนื่องจากระบบออนไลน์สามารถลดระยะเวลาที่ประชาชนใช้ในการรอคอย ลดขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่และการเดินทางมาใช้บริการของประชาชน รวมถึงความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่เพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจน เมื่อเทียบกับรูปแบบการให้บริการแบบเดิมที่ต้องเดินทางมาใช้บริการ ณ จุดบริการ ขั้นตอนยุ่งยาก ซับซ้อน ใช้เอกสารและบุคลากรจำนวนมากในการให้บริการและเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการให้บริการอื่น ๆ พบว่าระบบออนไลน์มีประสิทธิภาพสูงสุดในแง่ของความรวดเร็วและความสะดวกสบาย หลังจากนำการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) มาใช้ ระยะเวลาในการให้บริการเฉลี่ยลดลงจากเดิม 15 วัน เหลือเพียง ไม่เกิน 3–7 วัน จำนวนขั้นตอนในการขอรับบริการลดลงจากเดิม 3–7 ขั้นตอน เหลือเพียง 1–2 ขั้นตอน และปริมาณเอกสารที่ต้องใช้ลดลง ถึง 80% นอกจากนี้ผลสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อระบบและรูปแบบการให้บริการออนไลน์ของศูนย์บริการจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service) ของเทศบาลตำบลแม่สาย อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนและเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ ส่งผลให้เทศบาลตำบลแม่สายสามารถดำเนินการให้บริการประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศอย่างยั่งยืนในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา บุคลากรเทศบาลตำบลแม่สาย และผู้ใช้บริการที่ให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่สนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ หวังว่าผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบบริการและเมืองอัจฉริยะสู่ความเป็นเลิศต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เกษฎา อ้อนคำภา.(2565). *ความพึงพอใจและการพัฒนาการให้บริการและภาพลักษณ์ของศูนย์บริการแบบเบ็ดเสร็จข้าราชการกองทัพเรือนอกประจำการ.* (รัฐศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาบริหารรัฐกิจและกิจการสาธารณะ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ขนิษฐา แผ่พร. (2565). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการบริหารจัดการภาครัฐแนวใหม่: กรณีศึกษางานทะเบียนราษฎร สำนักทะเบียน เทศบาลเมืองปทุมธานี.* (รัฐศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาบริหารรัฐกิจและกิจการสาธารณะ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทวนธง ครุฑจ้อน, ชลลดา แสงมณี ศิริสาธิตกิจ และ อภิรดี จิโรภาส. (2563). การสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการที่มีต่อการให้บริการสาธารณะขององค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต ประจาปีงบประมาณ พ.ศ. 2563. *วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 10*(2), 94–117.

บุญเกียรติ การะเวกพันธุ์. (2557). *การบริหารงานภาครัฐแนวใหม่.* สืบค้นจาก: http:wiki.kpi.ac.th/index.php?title=การบริหารงานภาครัฐแนวใหม่.

ปกรณ์ยศ วิทยานันตนรมย์. (2564). *คู่มือการปฏิบัติงานบริการแบบจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One Stop Service).* วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ, 15.

แพรพลอย นามชุ่ม. (2564). *การเปิดรับสื่อ ทัศนคติและพฤติกรรมที่มีต่อบริการระบบ one stop service ของอบต. บ้านใหม่ อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี.* (การค้นคว้าอิสระวารสารศาสตรมหาบัณฑิต) คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน. สาขาวิชาการจัดการการสื่อสารองค์กร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ภุมวุฒิ วิทวัสสำราญกุล. (2563). *แนวทางการพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยข้อมูลสารสนเทศโดยใช้กรอบ แนวคิดระบบจัดการความปลอดภัยข้อมูลสารสนเทศ.* (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ศูนย์เรียนรู้และหอสมุด. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. กรุงเทพฯ.

ยุทธนา ทรัพย์มา. (2562). *แนวทางการยกระดับการให้บริการประชาชนของสถานีตำรวจ: กรณีศึกษา สถานีตำรวจนครบาลบุคคโล.* (รัฐศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาบริหารรัฐกิจและกิจการสาธารณะ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิชญวัชร์ สุภสุข. (2565). *การใช้แพลตฟอร์มทราฟฟี่ฟองดูว์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดทำบริการสาธารณะของกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาสำนักงานเขตพระนคร.* (รัฐศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาบริหารรัฐกิจและกิจการสาธารณะ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สิทธิสาต เลิศสิริมงคลชัย. (2563). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบริการในยุค 4.0 ของภาครัฐ: กรณีศึกษาสำนักงานที่ดินกรุงเทพมหานคร.* (รัฐศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาบริหารรัฐกิจและกิจการสาธารณะ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุดาภรณ์ อรุณดี, วรรณวิภา ไตลังคะ, มนสิชา โพธิสุข, ณัฐพันธ์ ดู่ซึ่ง และ วิยะดา วรานนท์วนิช. (2565). การบริการภาครัฐแนวใหม่ กรณีศึกษา : การให้บริการประชาชน (One Stop Service) บนสถานีตำรวจนครบาล. *วารสารมจร พุทธปัญญาปริทรรศน์, 7*(1), 31–42.

อภิญญา ไลไธสง. (2562). *การพัฒนาประสิทธิภาพการรับเรื่องร้องเรียนผ่านศูนย์ดำรงธรรมอำเภอ กรณีศึกษา อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์.* สืบค้นจาก: http://www3.ru.ac.th/mpa-abstract/index.php/abstractData/viewIndex/274.

อาจารีย์ ประจวบเหมาะ, รุ่งอรุณ กระแสร์สินธุ์, ธารทิพย์ พจน์สุภาพ และ ใกล้รุ่ง กระแสร์สินธุ์. (2561). ความพึงพอใจของผู้รับบริการองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ปีงบประมาณ พ.ศ.2560 ในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ระยอง และชัยนาท. *วารสารดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์, 8*(ฉบับพิเศษ), 132–147.

คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ เป็นวารสารวิชาการจัดพิมพ์ โดยมหาวิทยาลัยพะเยา กำหนดพิมพ์ปีละ 3 ฉบับ ผู้นิพนธ์สามารถส่งเรื่องมาลงพิมพ์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นสมาชิกหรือสังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ผลงานที่ได้รับการพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารจะต้องมีสาระน่าสนใจ เป็นงานที่ทบทวนความรู้เดิม หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย รวมทั้งข้อคิดเห็นทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน

นอกจากนี้สำหรับการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เจ้าของบทความต้องสามารถแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมในการวิจัยได้รับทราบข้อมูลและตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยโดยความสมัครใจ และจะต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อน และไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารใด ๆ บทความอาจถูกดัดแปลง แก้ไขเนื้อหา รูปแบบ และสำนวนตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อให้วารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากล และนำไปอ้างอิงได้ หากผู้นิพนธ์มีข้อสงสัยในการจัดเตรียมต้นฉบับสามารถตรวจสอบระเบียบการตีพิมพ์ล่าสุดของวารสาร **ได้จาก E-mail: rusid@up.ac.th**

<u>การเตรียมต้นฉบับ</u>

1. ต้นฉบับพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้: แต่ละเรื่องจะต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์ และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตามหลักของราชบัณฑิตยสถานให้หลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีคำแปล หรือคำที่ใช้แล้ว ทำให้เข้าใจง่ายขึ้นคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนปนภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะสำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษก่อน

2. ขนาดของต้นฉบับ: ใช้กระดาษขนาด A4 (8.5x11 นิ้ว) และพิมพ์โดยเว้นระยะห่างจากขอบกระดาษด้านละ 1 นิ้ว จัดหน้าพิมพ์เป็นสองคอลัมน์ ในส่วนตารางและรูปภาพ ถ้ามีขนาดใหญ่สามารถใช้เป็น 1 คอลัมน์ได้

3. ชนิดและขนาดตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวอักษร **Browallia New**

- ชื่อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 18 pt. ตัวหนา
- ชื่อผู้นิพนธ์ใช้ตัวอักษรขนาด 16 pt. ตัวปกติ
- หัวข้อหลักใช้ตัวอักษรขนาด 16 pt. ตัวหนา
- หัวข้อรองใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวหนา
- บทคัดย่อและเนื้อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวปกติ
- เชิงอรรถ (อยู่ท้ายบทความหน้าแรก) ซึ่งจะมี ที่อยู่/สังกัดของผู้นิพนธ์ ทั้งภาไทยและภาษาอังกฤษ และ E-mail ของผู้นิพนธ์ ใช้อักษรขนาด 12 pt. ตัวปกติ

4. การส่งต้นฉบับ ผู้เสนอผลงานจะต้องส่งต้นฉบับแบบพิมพ์ ในรูปแบบของอิเล็กทรอนิคส์ไฟล์แบบ ".doc" (MS Word) มาที่ระบบ Thaijo

5. จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า และไม่ควรสั้นเกินไป โดยรวมทั้งตาราง รูปภาพ

6. รูปแบบการเขียนต้นฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ประเภทบทความรายงานผลงานวิจัย (Research article)
2. บทความวิชาการทันสมัยที่จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยใหม่ ๆ ที่ผู้อื่นได้ทำไว้มาก่อน (Review article)

7. ใส่เลขหน้ากำกับทุกหน้า ตรงกลางด้านบนของกระดาษ A4

<u>การเรียงลำดับหัวข้อในบทความผลงานวิจัย</u>

1. ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น กะทัดรัด และสื่อเป้าหมายหลักของงานวิจัย ไม่ใช้คำย่อ ความยาวไม่ควรเกิน 100 ตัวอักษร (ประมาณ 2 บรรทัด) ชื่อเรื่องให้มีทั้ง**ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ** ต้นฉบับภาษาไทยให้พิมพ์ชื่อเรื่องภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ

2. ชื่อผู้นิพนธ์ [Author(s)] และที่อยู่ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และระบุหน่วยงานหรือสถาบันที่สังกัดและ E-mail address ของผู้นิพนธ์ เพื่อกองบรรณาธิการและผู้ที่สนใจบทนิพนธ์สามารถติดต่อได้

3. บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้น และมีเนื้อหาครบถ้วนตามเรื่องเต็มความยาวไม่เกิน **250 คำ** ไม่ควรมีคำย่อ

4. คำสำคัญ (Keywords) ให้ระบุไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษา **ไม่ควรเกิน 5 คำ**

5. บทนำ (Introduction) เป็นส่วนเริ่มต้นของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา เหตุผล และวัตถุประสงค์ที่นำไปสู่การวิจัยนี้ ควรให้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจากการตรวจเอกสารประกอบ

6. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา (Materials and Methods) ให้ระบุรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ สิ่งที่นำมาศึกษา จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา อธิบายวิธีการศึกษา แผนการทดลองทางสถิติ วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการแปรผล

7. ผลการศึกษา (Results) รายงานผลที่ค้นพบ ตามลำดับขั้นตอนของการวิจัย อย่างชัดเจนได้ใจความถ้าผลไม่ซับซ้อน และมีตัวเลขไม่มาก ควรใช้คำบรรยาย แต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัวแปรมาก ควรใช้ตารางหรือแผนภูมิแทน ไม่ควรมีเกิน 5 ตารางหรือแผนภูมิ

8. วิจารณ์และสรุปผล (Discussion and Conclusion) แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาตรงกับวัตถุประสงค์และเปรียบเทียบกับสมมติฐานของงานวิจัยที่ตั้งไว้หรือแตกต่างไปจากผลงานที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และมีพื้นฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทิ้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

9. ตาราง รูป ภาพ แผนภูมิ (Tables, Figures, and Diagrams) ควรคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็นแทรกไว้ในเนื้อเรื่อง โดยเรียงลำดับให้สอดคล้องกับคำอธิบายในเนื้อเรื่อง และต้องมีคำอธิบายสั้นๆ ที่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วน

*****กรณีที่เป็น*ตาราง*คำอธิบายอยู่ด้านบน ถ้าเป็น*รูปภาพ แผนภูมิ* คำอธิบายอยู่ด้านล่าง (สำหรับรูปภาพจะต้องส่งในรูปแบบของอิเล็คทรอนิกส์ไฟล์ jpg.)*****

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ระบุสั้น ๆ ว่างานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนและความช่วยเหลือจากองค์กรใด หรือผู้ใดบ้าง

11. เอกสารอ้างอิง (References) ระบุรายการเอกสารที่นำมาใช้อ้างอิงให้ครบถ้วน โดยใช้อ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association) คือ ให้เรียงเอกสารที่ใช้อ้างอิงทั้งหมดตามลำดับตัวอักษรตัวแรกของรายการทีอ้างอิง โดยยึดวิธีการเรียงลำดับตามแบบพจนานุกรม โดยมีเอกสารอ้างอิงภาษาไทยก่อนภาษาต่างประเทศ

1. รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงหนังสือ

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อบทความ* (ครั้งที่พิมพ์).\สถานที่เมืองพิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).ชื่อบทความ.\ ใน ชื่อบรรณาธิการ (บรรณาธิการ).*ชื่อหนังสือ* (ครั้งที่พิมพ์,\ หน้า\ เลขหน้าที่อ้าง)สถานที่เมืองพิมพ์:\ สำนักพิมพ์.

ดังตัวอย่าง:

พิมพ์ระวี โรจน์รุ่งสัตย์. (2553). *การท่องเที่ยวชุมชน* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

2. รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงในวิทยานิพนธ์

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อบทความ*.\ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตหรือวิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต),\ ชื่อจังหวัดมหาวิทยาลัย,\ ชื่อมหาวิทยาลัย.

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อบทความ*.\ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตหรือวิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต),\ ชื่อจังหวัดมหาวิทยาลัย,\ ชื่อมหาวิทยาลัย. สืบค้นวันที่ เดือน ปี,\ จาก (ระบุ URL)

ดังตัวอย่าง:

ชุติพงศ์ ร่มสนธิ์. (2551). *การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้แบบจำลอง CA-MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่*. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

3. การอ้างอิงในวารสาร

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).ชื่อบทความ.*ชื่อวารสาร,\ ปีที่*(ฉบับที่), เลขหน้าที่, เลขหน้า.

ดังตัวอย่าง:

วีระภาส คุณรัตนสิริ. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง CLUE-S เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดน่าน. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, 19*(2), 78-100.

4. รายงานจากการประชุมทางวิชาการ

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).\ชื่อบทความ.\ใน\, ชื่อหนังสือ (เลขหน้า).\ สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ดังตัวอย่าง:

จันจิรา แก้วอ่อน. (2565). การสำรวจและทำแผนที่การท่องเที่ยวบ้านนาคูหา จังหวัดแพร่. *การประชุมวิชาการ (Proceedings) ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 6 (NatGen 6th)*, วันที่ 24 – 25 กุมภาพันธ์ 2565 (น. 279 – 291). กรุงเทพฯ: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

5. การอ้างจากข่าว

ชื่อผู้แต่ง.\(ปีพิมพ์,วัน เดือน).\ชื่อหัวข้อข่าว.*ชื่อหนังสือพิมพ์*,\เลขหน้า. สืบค้นจาก...

ดังตัวอย่าง:

มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด. (2560, 24 พฤศจิกายน). ท่องเที่ยวไทย อานิสงส์ถ้วนหน้า. มติชนออนไลน์. สืบค้นจาก https://www.matichon.co.th /columnists/news_740965.

6. การอ้างจากบทความจากเว็ปไซต์

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อเรื่อง*.\ สืบค้นจาก ....

ดังตัวอย่าง:

อารยา จันทร์สกุล. (2561). *Overtourism ผลกระทบและแนวทางการจัดการเพื่อความยั่งยืน.* สืบค้นจาก https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/ReasearchPaper/Overtourism.pdf.

ข้อมูลในการติดต่อ:

หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (**RUSID**)
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
โทร. 0 54-466666 ต่อ 2314
E-mail: rusid@up.ac.th

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)

ประจำปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2568 (Vol.6, No.1, Jan-Apr, 2025)

The Journal of Spatial Innovation Development

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314 Email: rusid@up.ac.th