



JSID

The Journal of Spatial Innovation Development

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2
พ.ค.-ส.ค. 2569

Vol.7 No.2
MAY-AUG
2026

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา



วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

The Journal of Spatial Innovation Development (JSID)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2569

Vol.7, No.2, May – August, 2026

ISSN: 2730-1494 (Online)

1. ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.มนัส สุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย	มหาวิทยาลัยพะเยา
รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติรัตน์ เชื้อสุวรรณ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ	มหาวิทยาลัยพะเยา

2. คณะทำงานวารสารวิชาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

2.1 บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว	มหาวิทยาลัยพะเยา
--	------------------

2.2 รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น	มหาวิทยาลัยพะเยา
---------------------------------------	------------------

2.3 กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. สุพัตรา พุฒินาวรัตน์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ภาติยะ พัฒนาศักดิ์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จี๊ฟู	มหาวิทยาลัยพะเยา
รองศาสตราจารย์ ดร.คมศักดิ์ พิณระ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ บุญชัยศรี	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาพ แพงวังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา นวนแก้ว	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมมสรรพ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิ์สันติ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดาภัทร อนุชาญ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาสพงษ์ ฐิ์ทำนอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต แสงประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิศักดิ์ หมูคำหล้า	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอืด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสาร อินทเจริญ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ จันทน์อินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล แก้วทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์วรา รัตนโอภาส	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.จิราพร กุลสุนทรรัตน์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.พนัธิการ์ วัฒนกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ดร.นัฐพงษ์ พวงแก้ว	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ติณณ์ ธิกุลโตมร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรุฒม์ นาที	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ใบชา วงศ์ดุษ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครเศส ชัยแก้ว	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์ชัชพงศ์ ภาชนะพรรณ	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์ภูมิพัฒน์ อุ่นบ้าน	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.4 เลขานุการ

นางสาวประนอม เครือวัลย์

นางนุชรรัตน์ ถาวะดี

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) เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

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

อีเมล : rusid@up.ac.th

- บทความวิจัยและบทความวิชาการทุกเรื่องได้รับการพิจารณากลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) จากทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย
- บทความ ข้อความ ภาพประกอบ และตาราง ที่ดีพิมพ์ลงวารสาร เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนเอง กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป และไม่มีส่วนรับผิดชอบใดๆ ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงผู้เดียว
- บทความใดที่ผู้อ่านเห็นว่าได้มีการลอกเลียนหรือแอบอ้าง โดยปราศจากการอ้างอิงหรือทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นผลงานของผู้เขียน กรุณาแจ้งให้ทางกองบรรณาธิการวารสารทราบ จะเป็นพระคุณยิ่ง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมินบทความ
วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาบัณฑิตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)
ประจำ ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2569
(Vol.7, No.2, May – August, 2026)

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ภาติยะ พัฒนาศักดิ์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณก โภคสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (พื้นที่ไผ่ใหญ่)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์วรา รัตนโอภาส	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาพ แพงวังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คัมภีร์ ชีระเวช	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภพงษ์ พงษ์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ้อต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาสิณี จิตต์อนันต์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สารภี จุลแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพชา วงศ์ดุษ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรวิทย์ ศุภวิมุติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศราวุธ พงษ์ลีรัตน์	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สืบพงษ์ พงษ์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คุณยา ศรีโยม	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ดร.ดิณณ์ ธิรกุลโตมร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.ชูศักดิ์ ยาทองไชย	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ดร.กิตติ ศศิวิมลลักษณ์	วิทยาลัยเชียงราย;
ดร.กาญจณี พันธุ์ไพโรจน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร.พันธิการ์ วัฒนกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ดร.วิชญ์ นิติยธรรมกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.วาสนา สันติธีรากุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อาจารย์เพชรสวัสดิ์ กันคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
อาจารย์เชาวนี ศรีวิศาล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

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 แล้วส่งกลับไปยังผู้พิมพ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนการตีพิมพ์

ในฉบับนี้ก้าวสู่ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 วารสารได้รับบทความตีพิมพ์รวม 10 เรื่อง ประกอบด้วยงานด้านภูมิสารสนเทศ การพัฒนาระบบดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ซึ่งครอบคลุมบทความวิชาการ 1 เรื่อง และบทความวิจัย 9 เรื่อง ประกอบด้วย 1) Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่: บทวิจารณ์การประยุกต์ใช้และศักยภาพสำหรับงานวิจัยและพัฒนา 2) การพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา 3) การพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์ 4) สารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการระบบสุขภาพชายแดนในกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ 5) การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจระหว่างการใช้โปรแกรมจำลอง Cisco Packet Tracer กับการศึกษาในห้องปฏิบัติการจริง 6) การพัฒนาระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่าน 텔레แกรมแชทบอท กรณีศึกษา งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยองค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก จังหวัดพะเยา 7) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่การรับเข้านิสิตรและการพัฒนาเส้นทางแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: กรณีศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา 8) การประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญเร่งด่วนของแผนโครงการก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่จังหวัดพะเยา 9) การออกแบบและพัฒนาระบบดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการทรัพยากรเกษตรกรรมในระดับชุมชน: กรณีศึกษาแพลตฟอร์มจองเครื่องจักรและแรงงานสำหรับชุมชนทำนา และ 10) การศึกษาการตัดสินใจของเกษตรกรในการลดการเผาวัสดุเหลือใช้จากการทำนาข้าว จังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย ทางกองบรรณาธิการหวังว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และนักวิชาการในงานด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป ในนามกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้พิมพ์ทุกท่านที่ได้ส่งบทความเข้ารับการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความ ตลอดจนคณะที่ปรึกษา ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านจนทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งหมายไว้

ในนามกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้พิมพ์ทุกท่านที่ได้ส่งบทความเข้ารับการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาในการพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความ ตลอดจนคณะที่ปรึกษา ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านจนทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งหมายไว้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิชาการ

Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่:	1
บทวิจารณ์การประยุกต์ใช้และศักยภาพสำหรับงานวิจัยและพัฒนา	
ทบทอง ชัยเจริญ	

บทความวิจัย

การพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา	16
มณฑกา จำปาคำ	
การพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์	45
ชนิตา ชูจิตร, กรณ์ดนัย วุฒิ และ เสถียร หันดา	
สารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการระบบสุขภาพชายแดนในกลุ่มผู้มีปัญหา	60
สถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ	
มนตรี พิมพ์ใจ	
การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจระหว่าง	77
การใช้โปรแกรมจำลอง Cisco Packet Tracer กับการศึกษาในห้องปฏิบัติการจริง	
ธวัชชัย แสนแก้ว, บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ, สุขชาติรี ประสมสุข, ต่อศักดิ์ สุนทรพันธุ์, อภิวัฒน์ วิทยารัฐ, วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์ และ จิรวัดณ์ ดวงแก้ว	
การพัฒนาระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่านтелеแกรมแชทบอท	88
กรณีศึกษา งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยองค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก จังหวัดพะเยา	
กฤตพร เพชรตะกั่ว, ปรียาภรณ์ กองสี และ ธิดาภัทร อนุชาญ	
การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่	103
การรับเข้านิสิตและการพัฒนาเส้นทางแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ:	
กรณีศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา	
กิตติคุณ นุพัฒน์, นครินทร์ ชัยแก้ว, บุหรณ์ พันธุ์สุวรรณ และ นิติ เอี่ยมชื่น	

สารบัญ

บทความวิจัย

- การประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญเร่งด่วนของแผน 122
โครงการก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่จังหวัดพะเยา
ปริญญา ไชยติภูโย และ สุขทัย พงศ์พัฒน์ศิริ
- การออกแบบและพัฒนาระบบดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการทรัพยากร 137
เกษตรกรรมในระดับชุมชน:กรณีศึกษาแพลตฟอร์มจองเครื่องจักรและแรงงาน
สำหรับชุมชนทำนา
สุรางคณา ระวังยศ, ปะภาคิด วิเวกวรรณ, นัทธมน ไชยวงศ์, ณัฏฐนิชา ตาคำ,
เกียรติกุล สุขสมสสถาน, ธรรมรัตน์ ธรรมมา, ศิริทธิ พร้อมเทพ, สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล
และ สมัภิชา ตันติสันติสม
- การศึกษาการตัดสินใจของเกษตรกรในการลดการเผาวัสดุเหลือใช้จากการทำนาข้าว 154
จังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย
ธนากร แก้วจรรยา
- คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์ 165

Table of Contents

Academic Article

Google Earth Engine for Geospatial Analysis: A Conceptual of Applications and Potential for Research and Development <i>Tobthong Chancharoen</i>	1
--	---

Research Article

Development of Internal Audit Report Status Tracking System: A Case Study of University of Phayao <i>Mantaka Jampakham</i>	16
Development of Fall Detection System for Elderly with Computer Vision <i>Chanita Chujit, Korndanai Wutti and Sathien Hunta</i>	45
Spatial Information for Border Health System Management in Stateless Persons and Migrant Working Group <i>Montree Pimjai</i>	60
A Comparative Study of Academic Achievement and Satisfaction between using the Cisco Packet Tracer Simulator and Real Laboratory Study <i>Thawatchai Sankaew, Bowonsak Srisungsittisunti, Sukchatri Prasomsuk, Torsak Soontornphand, Apiwat Witayarat, Weeraphan Siririth and Jirawat Duangkaew</i>	77
Development of a Fire Incident Reporting System via Telegram Chatbot: A Case Study of the Disaster Prevention and Mitigation Division, Mae Suk Subdistrict Administrative Organization, Phayao Province <i>Krittaphon Phattakua, Preeyaporn Konglee and Thidapath Anucharn</i>	88

Table of Contents

Research Article

Application of Geographic Information System for Spatial Data Analysis of Student Admissions and the Development of Educational Guidance Pathways in Northeastern Thailand: A Case Study of the School of Information and Communication Technology, University of Phayao <i>Kittikun Nupat, Nakarin Chaikaew, Buran Phansawan and Niti Iamchuen</i>	103
Assessment to Determine Urgent Plan Priorities Project to Reduce Greenhouse Gases in Phayao Province <i>Parinya Sopitpinyo and Sukthai Pongpattanasiri</i>	122
Designing and Developing a Community–Based Digital Platform for Agricultural Resource Management: A Case Study of Machinery and Labor Booking in Rice Farming Communities <i>Surangkana Rawungyot, Pakasit Wiwekwan, Nattamon Chaiwong, Natthanicha Takhom, Kiattikul Sooksomsatarn, Thammarat Thamma, Sarit Phromthep, Santiwat Pithakpol and Khumphicha Tantisantisom</i>	137
The Study of Farmers’ Decision to Reduce the Burning of Rice Residue, Phitsanulok and Sukhothai Provinces <i>Thanakorn Kaewjaroon</i>	154
Instruction for Author	165

Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่: บทวิจารณ์การประยุกต์ใช้และศักยภาพสำหรับงานวิจัยและพัฒนา

ทบทอง ชันเจริญ^{1*}

Google Earth Engine for Geospatial Analysis: A Conceptual of Applications and Potential for Research and Development

Tobthong Chancharoen^{1*}

¹ Geoinformatics Program, Faculty of Computer Science and Information Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, 22000

* Corresponding author: tobthong.c@rbru.ac.th

Received: 1 September 2025; Revised: 21 October 2025; Accepted: 21 October 2025

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจศักยภาพและการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มกูเกิล เอิร์ท เอนจิน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยวิเคราะห์จากความท้าทายที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของข้อมูลดังกล่าว ซึ่งทำให้วิธีการประมวลผลแบบดั้งเดิมที่ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้อีกต่อไป แพลตฟอร์ม GEE ซึ่งเป็นระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาโดย Google ได้เข้ามาแก้ไขปัญหานี้ด้วยคุณสมบัติหลักสามประการ คือ การมีคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ที่พร้อมใช้งานทันที การประมวลผลแบบขนานที่ช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก และสภาพแวดล้อมการเขียนโค้ดที่มอบความยืดหยุ่นและสามารถทำซ้ำได้

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ชี้ให้เห็นถึงบทบาทของ GEE ในการขับเคลื่อนการวิจัยและพัฒนาในหลายสาขา เช่น การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม การจัดการทรัพยากรน้ำ การเกษตรแม่นยำ การจัดการภัยพิบัติ และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แม้ว่า GEE จะเป็นเครื่องมือที่ทรงพลัง แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ต้องพิจารณา เช่น ความจำเป็นในการเขียนโค้ด การพึ่งพาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และข้อจำกัดด้านความละเอียดของข้อมูลบางประเภท โดยสรุป GEE มีศักยภาพที่จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนนวัตกรรมด้านภูมิสารสนเทศ และได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในอนาคตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดอุปสรรคในการใช้งานสำหรับนักวิจัยและผู้ใช้ในวงกว้าง

คำสำคัญ: กูเกิลเอิร์ทเอนจิน, ข้อมูลเชิงพื้นที่, ข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่, การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ, ภูมิสารสนเทศ

¹ หลักสูตรภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี 22000

Abstract

This academic article explores the potential and applications of the Google Earth Engine (GEE) platform for large-scale geospatial data analysis. It analyzes the challenges posed by the rapid increase of Big Geospatial Data, which has made traditional desktop-based processing methods insufficient. The GEE platform, a Cloud Computing system developed by Google, solves this problem with three core features: a massive and readily available geospatial data catalog, parallel processing that significantly reduces the time for analyzing large datasets, and a code-based environment that provides flexibility and reproducibility.

A review of relevant literature and research highlights GEE's pivotal role in driving research and development across various fields, including land cover change monitoring, water resource management, precision agriculture, disaster management, and climate change studies. Although GEE is a powerful tool, it does have limitations to consider, such as the requirement for coding skills, reliance on a stable internet connection, and constraints on the spatial resolution of certain data types. In conclusion, GEE has the potential to become a key tool for advancing innovation in geoinformatics, and this article provides recommendations for future developments to enhance its efficiency and reduce barriers to use for a wider range of researchers and users.

Keywords: Google Earth Engine, Geospatial data, Big geospatial data, Cloud computing, Geoinformatics

Introduction

ในโลกปัจจุบัน ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Data) ได้กลายเป็นหนึ่งในข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด โดยถูกรวบรวมจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAVs) ข้อมูลจากอุปกรณ์ระบุพิกัดบนโลก และข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดต่าง ๆ ปริมาณของข้อมูลเหล่านี้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องจนกลายเป็น ข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ (Big Geospatial Data) (Loukili et al., 2022) ซึ่งก่อให้เกิดความท้าทายอย่างมากต่อวิธีการวิเคราะห์แบบดั้งเดิมที่ต้องอาศัยซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากข้อจำกัดด้านกำลังการประมวลผลและพื้นที่จัดเก็บข้อมูล ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดมหึมาต้องใช้เวลาและทรัพยากรจำนวนมาก (Shangguan et al., 2017)

ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม การประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่จึงไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีขนาดหลายเทราไบต์ หรือการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความละเอียดสูง ต้องใช้เวลาหลายวันหรือหลายสัปดาห์ ซึ่งทำให้การตัดสินใจหรือการทำความเข้าใจเป็นไปอย่างล่าช้าและไม่มีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) หรือ การให้บริการทรัพยากรทางเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านอินเทอร์เน็ต จึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหา (Das et al., 2019) โดย Cloud Computing จะมอบกำลังการประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูลที่ไม่มีขีดจำกัด ทำให้ผู้ใช้งานสามารถประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็วและพร้อมกัน (Shirmard et al., 2022)

ความจำเป็นอย่างยิ่งว่า Google Earth Engine (GEE) ได้ถือกำเนิดขึ้นในฐานะแพลตฟอร์มคลาวด์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ (Gorelick et al., 2017) GEE ไม่ได้เป็นเพียงซอฟต์แวร์ (Software) แต่เป็นระบบนิเวศการประมวลผลที่ทรงพลัง ซึ่งประกอบด้วยแคตตาล็อกข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของโลก เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat, Sentinel และ MODIS รวมถึงเครื่องมือสำหรับการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ที่ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมหาศาลในแต่ละงานได้ในเวลาเพียงไม่กี่นาที (Sangeetham & Reddy, 2024) ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ GEE จึงช่วยให้นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ และนักพัฒนาสามารถเข้าถึงและประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน โดยบทความวิจัยที่เกี่ยวกับ GEE ที่ได้รับการเผยแพร่รายปีและจำนวนสะสมตั้งแต่ ปี พ.ศ.2558–2565 (Pham-Duc et al, 2023) แสดงใน Figure 1

บทความนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสำรวจและวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์ม Google Earth Engine ในงานวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ โดยจะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ GEE ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในโลกปัจจุบัน รวมถึงการนำเสนอตัวอย่างการใช้งานที่หลากหลายในด้านต่าง ๆ เช่น การติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม การเกษตรแม่นยำ และการจัดการภัยพิบัติ นอกจากนี้ บทความยังจะวิเคราะห์ถึงความท้าทายและข้อจำกัดที่สำคัญ รวมถึงการชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มในอนาคตของการใช้แพลตฟอร์มนี้ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัยและการพัฒนาในสาขาที่เกี่ยวข้องต่อไป

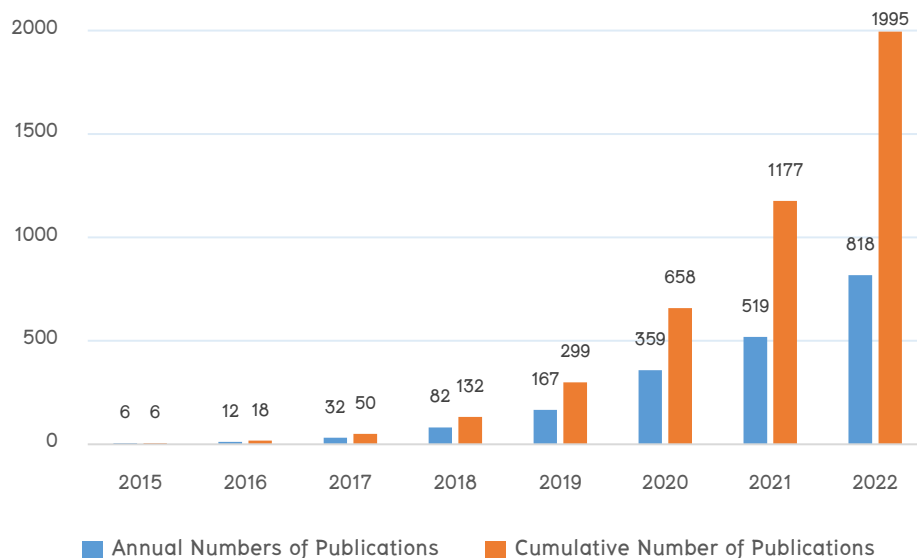


Figure 1 Published articles and accumulated articles from 2015–2022

Literature Review and Relevant Research

Geoinformatics

ภูมิสารสนเทศ คือ ศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ากับภูมิศาสตร์ เพื่อรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Data) หรือการนำข้อมูลบนโลกแห่งความเป็นจริงมาประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนและตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Cambell & Shin, 2011) โดยเป็นการผสมผสานของ

เทคโนโลยีหลัก 3 ด้าน คือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Navigation Satellite System: GNSS)

1. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือ ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับรวบรวม จัดเก็บ จัดการ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีกำหนดด้วยพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ โดยเชื่อมโยงกับข้อมูลคุณลักษณะ หรือข้อมูลบรรยาย ทำให้สามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้ม การเปลี่ยนแปลง และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Jia et al., 2017)

2. การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) คือ เทคโนโลยีที่ใช้การได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยปราศจากการสัมผัสทางกายภาพโดยตรง โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการรับและบันทึกข้อมูลจากระยะไกล เช่น ภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อนำมาวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ สภาพแวดล้อม หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนโลก (Waghmare, 2017)

3. ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) คือ ระบบนำทางด้วยดาวเทียมที่อาศัยสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 24 ดวงโคจรรอบโลก เพื่อระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่แม่นยำบนพื้นโลก ผู้ใช้สามารถระบุพิกัด ละติจูด และลองจิจูดของ ได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในทุกสภาพอากาศ นอกจากนี้ ยังสามารถคำนวณความเร็ว ทิศทาง และความสูง เพื่อใช้ในการนำทาง ทำแผนที่ ติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ และให้บริการข้อมูลเชิงตำแหน่งอื่น ๆ ในปัจจุบันระบบ GPS ถูกเรียกว่าระบบระบุพิกัดบนพื้นโลก (Global Navigation Satellite System: GNSS) (Grewal, 2011)

Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) เป็น Cloud Computing Platform ที่ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อแก้ปัญหาคำนวณทางกายของการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลภูมิสารสนเทศขนาดใหญ่ โครงสร้างพื้นฐานของ GEE มีความโดดเด่นและแตกต่างจากวิธีการประมวลผลแบบดั้งเดิมอย่างสิ้นเชิง โดยถือเป็นเครื่องมือทรงพลังที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระดับโลก (Planetary-scale Geospatial Analysis) (Gorelick et al, 2017) Figure 2 แสดงสถาปัตยกรรมของแพลตฟอร์ม GEE ในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ปริมาณมหาศาล เพื่อศึกษาปรากฏการณ์หรือรูปแบบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น ทั้งทวีป หรือทั้งโลก ด้วยการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซึ่งโดยปกติ การวิเคราะห์นี้จะต้องมีความซับซ้อนและต้องใช้ทรัพยากรด้านคอมพิวเตอร์อย่างมหาศาล ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะทำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป (Dritsas & Trigka, 2025)

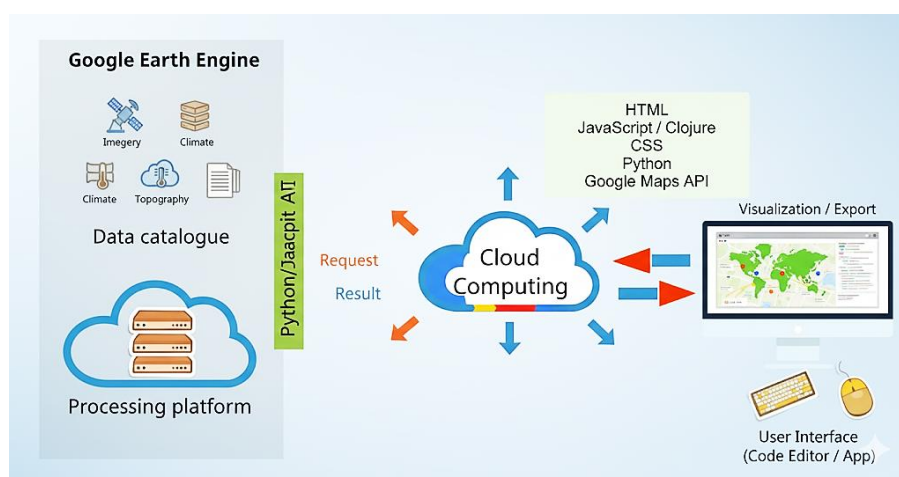


Figure 2 Google Earth Engine Architecture

การที่ทำให้ GEE เป็นเครื่องมือทรงพลังประกอบด้วยคุณสมบัติหลัก 3 ประการ

1. แคตตาล็อกข้อมูลขนาดใหญ่ (Massive Data Catalog)

แคตตาล็อกข้อมูลของ Google Earth Engine (GEE) เป็นคลังข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้รับการรวบรวมและจัดระเบียบอย่างเป็นระบบเพื่อการวิเคราะห์ในระดับโลกโดยเฉพาะ โดยมีลักษณะสำคัญ (Amani et al., 2020) คือ

1.1 ความหลากหลายของข้อมูล แพลตฟอร์ม GEE รวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา ครอบคลุมทั้งข้อมูลดาวเทียมสาธารณะที่สำคัญ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat ย้อนหลังไปถึงทศวรรษที่ 1980 ข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel ของ European Space Agency และจากดาวเทียมอื่น เช่น MODIS ที่มีความละเอียดเชิงเวลาสูง รวมถึงข้อมูลประเภทอื่น เช่น ข้อมูลชั้นความสูงแบบดิจิทัล (Digital Elevation Models) ข้อมูลสภาพอากาศและภูมิอากาศ ข้อมูลประชากร และข้อมูลการเกษตร ซึ่งถูกจัดเตรียมไว้ในรูปแบบพร้อมใช้งาน และสามารถเรียกใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลเบื้องต้นดั้งเดิม หมวดหมู่ชุดข้อมูล (Dataset Categories) หลักของ GEE สามารถสรุปได้ใน Table 1

1.2 การปรับให้ทันสมัยอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลในแคตตาล็อกจะได้รับการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอตามรอบการโคจรของดาวเทียม ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลล่าสุดได้ตลอดเวลา ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งกับงานที่ต้องการข้อมูลแบบเวลาจริงหรือใกล้เคียง เช่น การติดตามภัยพิบัติ หรือการประเมินสถานการณ์ฉุกเฉิน

1.3 การเข้าถึงอย่างสะดวก นักวิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดผ่าน GEE Code Editor โดยการใช้การเขียนโค้ดที่ไม่ยุ่งยาก และไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดข้อมูลจำนวนมากหลายเทราไบต์มาเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลา ทรัพยากร และพื้นที่จัดเก็บ การเข้าถึงข้อมูลอย่างสะดวกนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ GEE แตกต่างจากวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบดั้งเดิม และช่วยให้ให้นักวิจัยสามารถมุ่งไปที่การวิเคราะห์และตีความผลลัพธ์ได้อย่างเต็มที่

2. การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing)

การประมวลผลแบบขนานเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้ Google Earth Engine (GEE) สามารถจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเหนือกว่าวิธีการประมวลผลแบบดั้งเดิมที่ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยหลักการคือการแบ่งงานการประมวลผลที่ซับซ้อนและใช้เวลานานออกเป็นส่วนย่อย แล้วนำไปประมวลผลพร้อมกันในหลายหน่วยประมวลผล กล่าวคือ แทนที่แพลตฟอร์ม GEE จะใช้หน่วยประมวลผลเดียวในการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้งทวีป ซึ่งอาจใช้เวลานานหลายวันหรือสัปดาห์ GEE จะแบ่งภาพถ่ายขนาดใหญ่ดังกล่าวออกเป็นส่วนเล็ก ๆ แล้วกระจายไปยังคอมพิวเตอร์นับพันเครื่องในศูนย์ข้อมูลของ Google เพื่อทำการคำนวณพร้อมกัน เมื่อแต่ละเครื่องประมวลผลเสร็จสิ้น ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกรวบรวมกลับมารวมกันเป็นผลลัพธ์สุดท้ายโดยใช้งานไม่นานในหน่วยนาที่หรือวินาที

คุณสมบัติการประมวลผลแบบขนานนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับงานวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระดับโลก โดยเฉพาะกับข้อมูลอนุกรมเวลา (Time-series Data) ที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ เช่น การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ทั่วโลกย้อนหลังไป 40 ปี หรือการคำนวณค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวโลกจากข้อมูลรายวัน ทำให้ผู้วิเคราะห์ไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับข้อจำกัดด้านกำลังประมวลผลของฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว และมุ่งสนใจเฉพาะการสร้างแบบจำลองและการตีความข้อมูลได้อย่างเต็มที่ เช่น งานวิจัยของ Liu et al. (2020) ที่อาศัยแพลตฟอร์ม GEE ในการสังเกตพื้นที่ในเขตเมืองแถบลุ่มแม่น้ำแยงซีแบบอนุกรมเวลาระยะยาวจำนวน 30 ปี จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ในการสร้างแบบจำลองการเติบโตของเมือง โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ การปรับปรุงแผนที่ระดับภูมิภาคและแผนที่โลกมักไม่เกิดขึ้นบ่อยนักเนื่องจากต้นทุนและความยากในการรวบรวมชุดข้อมูลสำหรับฝึกฝน รวมถึง ความต้องทรัพยากรในการคำนวณที่มีประสิทธิภาพในระดับสูงสำหรับการประมวลผลภาพจำนวนมาก

3. ตัวแก้ไขโค้ดและสภาพแวดล้อมการเขียนสคริปต์ (Code Editor and Scripting Environment)

Google Earth Engine (GEE) ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ นักวิเคราะห์สามารถเข้าถึงและประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างยืดหยุ่นผ่านการเขียนโค้ดคำสั่ง ซึ่งแตกต่างจากโปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบดั้งเดิมที่เน้นการใช้งานผ่านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interface: GUI) คุณสมบัตินี้มีความสำคัญในการทำงานอย่างยิ่ง คือ

Table 1 Google Earth Engine Dataset Categories

Categories	Description	Example Datasets	Primary Use Cases
Atmospheric	Data related to the atmosphere, such as air temperature, humidity, and precipitation.	ERA5–Land, GOES–16	Weather analysis, climate change research, atmospheric correction of satellite imagery.
Climate	Long–term climate data, models, and historical records.	WorldClim, TerraClimate	Long–term climate change studies, ecological impact research.
Elevation & Topography	Data on the earth's surface elevation and physical features, including slope and aspect.	SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)	Hydrological analysis, route planning, studying water flow.
Human Dimensions	Data related to human activities, such as population, agriculture, and urban settlements.	GHS–SMOD (Global Human Settlement Layer)	Urban planning, food security assessment, social and environmental research.
Imagery	High–resolution satellite imagery from various sources.	Landsat, Sentinel, MODIS	Mapping, land cover change monitoring, general remote sensing analysis.
Land Cover	Classified data on land use and land cover types, such as forests, agricultural areas, and water bodies.	ESA WorldCover, Global Forest Watch	Land use change tracking, deforestation assessment, land use planning.
Weather	Short–term weather data and forecasts, such as real–time rainfall and temperature.	NOAA Climate Prediction Center	Tracking rapid weather events, disaster management like floods.

3.1 การประมวลผลที่ยืดหยุ่นและปรับแต่งได้ ตัวแก้ไขโค้ด (Code Editor) ของ GEE จะทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งช่วยให้นักวิจัยสามารถสร้างและปรับแต่งขั้นตอนการวิเคราะห์ได้อย่างละเอียด โดยสามารถเรียกใช้ข้อมูลจากแคตตาล็อกขนาดใหญ่ สามารถเลือกใช้งานฟังก์ชันการประมวลผลภาพหลายแบบ และสร้างขั้นตอนวิธี (algorithm) การวิเคราะห์ที่ซับซ้อนได้เองอย่างอิสระ การสามารถเขียนโค้ดทำให้การวิเคราะห์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของงานวิจัยแต่ละประเภทได้อย่างไร้ขีดจำกัด

3.2 การทำซ้ำได้และการทำงานร่วมกัน โดยสามารถการเขียนสคริปต์ (Scripting) ส่งผลให้สามารถประมวลงานทำซ้ำได้ (Reproducible) อย่างแม่นยำ นักวิจัยสามารถแบ่งปันโค้ดคำสั่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้กับผู้อื่นได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้อื่นสามารถนำไปประมวลผลข้อมูลซ้ำเพื่อยืนยันผลลัพธ์ หรืออาจนำไปปรับใช้กับข้อมูลในพื้นที่อื่นได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ GEE ยังรองรับการทำงานร่วมกันบนแพลตฟอร์มเดียวกัน ทำให้ที่นักวิจัยสามารถพัฒนาและแก้ไขโค้ดคำสั่งร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 ลดความจำเป็นในการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ ด้วยการเขียนโค้ดที่สามารถส่งการประมวลผลข้อมูลบนเครื่องแม่ข่าย (Server) ของ Google ได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดและจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจำนวนมากไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง เป็นการลดภาระด้านทรัพยากรจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมหาศาล และทำให้การทำงานกับข้อมูลระดับโลกเป็นไปได้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป

Relevant Research

Google Earth Engine (GEE) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้นักวิจัยสามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในระดับโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากความสามารถในการประมวลผลข้อมูลอนุกรมเวลาขนาดใหญ่ GEE ถูกนำไปใช้ในการศึกษาและติดตามประเด็นสำคัญระดับโลกหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานวิจัยของ Hansen et al. (2013) ที่ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat กว่า 650,000 ภาพ มาประมวลผลบน GEE เพื่อสร้างแผนที่ความละเอียดสูงที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของป่าไม้ทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000–2012 ช่วยให้นักวิจัยสามารถประเมินผลกระทบของการทำลายป่าและวางแผนการอนุรักษ์ได้อย่างแม่นยำ รวมถึง งานวิจัยของ Meng et al. (2022) ที่ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแหล่งมรดกโลกชิงไห่โซลิสซึ่งกำลังเผชิญกับภัยคุกคามจากการละลายของธารน้ำแข็ง GEE สร้างความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของธารน้ำแข็งจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการริเริ่มนโยบายการพัฒนาอย่างยั่งยืน และการดำเนินการป้องกันล่วงหน้าเมื่อตรวจพบการเคลื่อนตัวของธารน้ำแข็งที่ผิดปกติ

GEE ยังมีบทบาทสำคัญในการประเมินภัยพิบัติและการวางแผนรับมือสถานการณ์ฉุกเฉินเมื่อเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติอย่างน้ำท่วมหรือไฟป่า งานวิจัยของ Ghouri et al. (2024) ใช้ GEE เพื่อประมวลผลข้อมูล ข้อมูล SAR จาก Sentinel-1 และสามารถสร้างแผนที่น้ำท่วมได้อย่างแม่นยำ โดยสามารถประเมินความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม พร้อมทั้งวิเคราะห์สถานะการณ์น้ำท่วมระหว่างวันที่ 18 สิงหาคม 2565 ถึง 28 สิงหาคม 2565 ผลการศึกษาพบว่าขอบเขตน้ำท่วมมีพื้นที่โดยประมาณคือ 759,642 เฮกตาร์ และจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบโดยประมาณจำนวน 663,797 คน นอกจากนี้ งานวิจัยของ Ebadati et al. (2024) ยังสามารถติดตามและประเมินผลกระทบจากไฟป่าในประเทศแคนาดาในปี พ.ศ. 2566 ซึ่งสร้างความเสียหายอย่างมากต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชพรรณ ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วเพื่อใช้ในการบรรเทาความเสียหายและความพยายามในการฟื้นฟู ด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์ของ GEE จากข้อมูลภาพ Sentinel-2

ในด้านการวางแผนและการจัดการทรัพยากร GEE ได้รับการประยุกต์ใช้เพื่อ การติดตามการใช้ที่ดินทั่วโลก และการจัดการทรัพยากรน้ำ การทำแผนที่สิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Map) ที่มีความละเอียดสูง เช่น โครงการ Dynamic World ได้ใช้ GEE ร่วมกับข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel-2 และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินได้อย่างแม่นยำ ทำให้สามารถติดตามการขยายตัวของเมืองและประเมินผลกระทบที่ตามมา (Brown et al., 2022) และ Earth Engine Data Catalog ในโครงการ The European Space Agency (ESA) WorldCover ที่พัฒนา Google Earth Engine API ด้วยภาษาไพธอน ด้วยข้อมูลและชุดทรัพยากรพลังงานของ GEE ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในระดับโลก (Earth Engine Data Catalog, 2021) นอกจากนี้ GEE ยังช่วยในการติดตามและทำแผนที่แหล่งน้ำผิวดิน เช่น ทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนการใช้ทรัพยากรในภาคเกษตรกรรม และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง (Ghorbanpour et al., 2022)

สุดท้าย แพลตฟอร์ม GEE ยังมีบทบาทสำคัญในการประเมินพื้นที่ทางการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร นักวิจัยสามารถใช้ GEE ในการจำแนกประเภทพืชผลและประเมินพื้นที่เพาะปลูกในระดับภูมิภาคหรือระดับประเทศ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเพื่อสร้างแบบจำลอง การประมาณการผลผลิตพืชผล ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวางแผนนโยบายด้านอาหารและการจัดการอุปทาน (Handoko et al., 2024) นอกจากนี้ GEE ยังเป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมในเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดตามการขยายตัวของเมือง และการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง (Urban Heat Island) ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบเมืองที่เน้นการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยรวมแล้ว GEE ได้กลายเป็นแพลตฟอร์มทรงพลังซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์และทำความเข้าใจโลกของเราในหลากหลายมิติได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วกว่าเดิมที่เคย (Gadekar et al., 2023) Pham-Duc et al. (2023) สรุปสาขาการวิจัยที่ใช้ GEE ในช่วงตั้งแต่ ปี พ.ศ.2558-2565 แสดงใน Figure 3

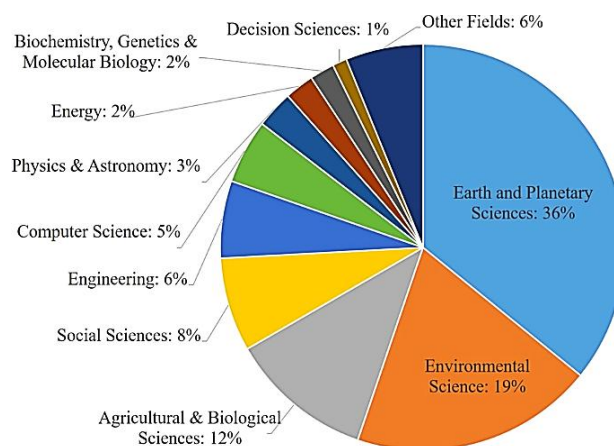


Figure 3 Google Earth Engine Research Fields

Application of Google Earth Engine in Research and Development

การประยุกต์ใช้ Google Earth Engine (GEE) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในประเด็นที่ GEE ได้เข้ามาพลิกโฉมการวิจัยและการพัฒนาในหลายสาขา ได้แก่ การเกษตร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการจัดการภัยพิบัติ ซึ่งเป็นงานที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแพลตฟอร์มในการประมวลผลข้อมูลในระดับโลกที่มีประสิทธิภาพได้อย่างแท้จริง Figure 4 แสดงรูปแบบการประยุกต์ใช้ GEE ในงานด้านต่าง ๆ

1. การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Change) เช่น งานวิจัยของ Hansen et al. (2013) และ Liu et al. (2020) เป็นตัวอย่างที่โดดเด่นของการใช้ GEE ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการขยายตัวของเมือง เช่นเดียวกับ Chen et al. (2023) ที่ติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศในพื้นที่ศึกษาหมู่เกาะโจวซาน ประเทศจีน ด้วยการทำแผนที่การกระจายตัวของสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยาโดยใช้ความละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร จากดาวเทียม Landsat และประเมินสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 ถึง พ.ศ. 2563 ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ของแต่ละระดับคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางนิเวศวิทยาแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยาในหมู่เกาะโจวซานโดยทั่วไปมีแนวโน้มลดลง ผลการศึกษาแสดงถึงสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยาที่ความเสื่อมโทรมที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัวของเมืองและการพัฒนาทรัพยากรการท่องเที่ยวในหมู่เกาะและควรให้ความสำคัญต่อการวางแผนการใช้ที่ดินและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2. การจัดการทรัพยากรน้ำ (Water Resource Management) เป็นการจัดการทรัพยากรน้ำเป็นกระบวนการแบบองค์รวมและสหวิทยาการ โดยเกี่ยวข้องกับการวางแผน การพัฒนา การกระจาย และการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้มั่นใจว่ามีปริมาณและคุณภาพที่เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์และระบบนิเวศที่หลากหลาย ควบคู่ไปกับการจัดการความเสี่ยงอื่น ๆ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง และการปนเปื้อน เป้าหมายหลัก ได้แก่ การบรรลุความมั่นคงทางน้ำผ่านการสร้างขีดความสามารถ งานวิจัยของ Hasan et al. (2024) แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ GEE ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและปริมาณน้ำในทะเลสาบ Mead ส่วนหนึ่งของเขื่อนฮูเวอร์ รัฐเนวาดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ในแต่ละเดือนเป็นระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564 ถึง พ.ศ. 2566 ผลการศึกษาจากการติดตาม ประเมิน และจัดการปัญหาด้านปริมาณและคุณภาพทรัพยากรน้ำแสดงให้เห็นถึงศักยภาพอย่างมากของ GEE ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำ และสามารถรับมือกับความท้าทายด้านการจัดการทรัพยากรน้ำที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต



Figure 4 Google Earth Engine Application

3. การเกษตรแม่นยำและความมั่นคงทางอาหาร (Precision Agriculture & Food Security) เป็นการนำเกษตรแม่นยำเข้ามาช่วยแก้ปัญหาความมั่นคงทางอาหารด้วยการเพิ่มผลผลิตพืชผล ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และเพิ่มเสถียรภาพและความยืดหยุ่นภายในห่วงโซ่อุปทานอาหารด้วยเทคโนโลยีที่ผสมผสานกัน เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ระบบระบุตำแหน่งบนโลก และปัญญาประดิษฐ์ ในการบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูกในระดับละเอียด ช่วยให้สามารถจัดสรรน้ำ ปุ๋ย และยาฆ่าแมลงได้อย่างตรงจุด ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งท้ายที่สุดแล้วจะช่วยให้ห่วงโซ่อุปทานอาหารทั่วโลกมีความอุดมสมบูรณ์และยืดหยุ่นมากขึ้น ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Handoko et al. (2024) ที่พัฒนาแพลตฟอร์มการติดตามพืชพรรณด้วย GEE จากข้อมูล Sentinel-2 แบบเวลาจริง เพื่อใช้ตรวจสอบสภาพพืชในเขตโปโนโรโก ประเทศญี่ปุ่น ผลลัพธ์ที่ได้คือข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับโครงสร้างและสุขภาพของพืชที่มีค่าสำหรับการใช้งานด้านการเกษตรแม่นยำ

4. การจัดการภัยพิบัติ (Disaster Management) งานวิจัยของ Ravanashree et al. (2025) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ GEE ในการทำแผนที่น้ำท่วมที่รวดเร็วและแม่นยำทันต่อสถานการณ์ ด้วยขั้นตอนวิธีและชุดข้อมูลนำเข้าที่หลากหลาย เช่น เทคนิคการประมวลผลภาพ อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง และการสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยา ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ชั้นข้อมูลความสูง และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ความซับซ้อนทางเทคนิคและความพร้อมใช้งานของข้อมูล ควบคู่ไปกับศักยภาพในการทำงานผสานกับปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ สามารถยกระดับกลยุทธ์การจัดการความเสี่ยงจากน้ำท่วมและการเตรียมความพร้อมและการรับมือกับภัยพิบัติน้ำท่วมทั่วโลก โดยผลการวิจัยเน้นย้ำให้เห็นถึงความสำคัญในการจัดการและบรรเทาภัยพิบัติ การทำแผนที่น้ำท่วมที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำความเข้าใจความเสี่ยงและการเตรียมความพร้อมเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่เริ่มเกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Studies) นอกเหนือจากภัยพิบัติ เช่น ไฟป่า และน้ำท่วม ดังที่กล่าวไป การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับโลกในงานวิจัยของ Motiee et al. (2024) ที่ใช้ GEE ยังตอบย้าถึงปัญหาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อการละลายของหิมะและธารน้ำแข็งบนภูเขาในประเทศอิหร่าน จากข้อมูล MODIS บนดาวเทียม Terra ช่วงปี พ.ศ. 2543-2563 และข้อมูลอุณหภูมิใกล้พื้นผิวโลกรายปี (ERA5) ที่วิเคราะห์สภาพภูมิอากาศทั่วโลก (Global Climate Reanalysis) แสดงให้เห็นว่าถึงปริมาณหิมะรายปีจะค่อนข้างคงที่ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา แต่มีแนวโน้มการลดลงของปริมาณหิมะปกคลุมโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นภัยคุกคามต่อธารน้ำแข็งถาวรในบริเวณภูมิภาค และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง เช่น แหล่งน้ำในท้องถิ่น การไหลของแม่น้ำ และระบบนิเวศ แพลตฟอร์ม GEE ช่วยให้นักวิจัยเข้าถึงข้อมูลย้อนหลังและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลระดับโลก เพื่อติดตามและทำความเข้าใจผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างครอบคลุม

Challenges and Limitations

แพลตฟอร์ม GEE มีข้อจำกัดหลักที่ควรคำนึงโดยเฉพาะผู้ใช้ที่คุ้นเคยกับโปรแกรมประยุกต์สารสนเทศภูมิศาสตร์แบบดั้งเดิม คือ ความจำเป็นในการเขียนโค้ดคำสั่ง (Coding Skills) ในการสั่งงาน GEE ที่ไม่มีส่วนประสานงานกับผู้ใช้แบบกราฟิก (GUI) ที่ใช้งานด้วยการคลิกคำสั่งเป็นหลัก แต่ต้องดำเนินการทำงานผ่าน Code Editor ที่ต้องอาศัยทักษะการเขียนโค้ดคำสั่งด้วยภาษา JavaScript หรือ Python สำหรับเรียกใช้ข้อมูลและฟังก์ชันการประมวลผล โดยอาจเป็นอุปสรรคต่อผู้เริ่มต้นใช้งานที่ไม่มีพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรม

อย่างไรก็ตาม GEE มีเอกสารประกอบการใช้งานและตัวอย่างโค้ดคำสั่งที่ค่อนข้างสมบูรณ์ และผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รวมถึงการนำ AI และ Large Language Model (LLM) มาใช้กับ GEE ซึ่งกำลังเป็นหัวข้อที่น่าสนใจอย่างยิ่งในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถช่วยลดอุปสรรคสำคัญที่กล่าวถึงในบทความของคุณได้โดยตรง ประการแรกสามารถช่วยลดอุปสรรคด้านการเขียนโค้ดคำสั่ง (Coding Barrier) ด้วยการให้ LLM เช่น ChatGPT หรือ Google Gemini สามารถทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยในการเขียนโค้ด (Code Assistant) ประการต่อมาการประมวลผลข้อมูลเชิงซ้อน (Complex Data Processing): การประมวลผลข้อมูลทางภูมิสารสนเทศที่ซับซ้อน เช่น การจำแนกประเภทภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image Classification) หรือการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) สามารถทำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผสานรวมกับแบบจำลอง AI ที่ทันสมัย และสามารถประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่บนแพลตฟอร์มของ GEE ได้โดยตรง ประการสุดท้ายคือ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก (In-depth Data Analysis) ได้ด้วยการใช้ LLM ในการวิเคราะห์และตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของ GEE ได้ทันที

ทั้งนี้ GEE ยังมีข้อจำกัดสำคัญบางประการ คือ ข้อมูลบางประเภท แม้ว่า GEE จะมีแคตตาล็อกข้อมูลขนาดใหญ่ แต่อาจไม่มีข้อมูลบางประเภทให้เรียกใช้งานได้หรือจำนวนไม่มากนัก เช่น ข้อมูลความละเอียดสูง (High-Resolution Data) จากดาวเทียมเชิงพาณิชย์ โดยส่วนใหญ่ GEE มีข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐที่สามารถเข้าถึงได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เช่น Landsat และ Sentinel ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) อยู่ในระดับปานกลาง (เช่น 10-30 เมตร) ซึ่งอาจไม่เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการรายละเอียดสูงมากในบริเวณของพื้นที่ศึกษาที่มีขนาดเล็ก

ข้อจำกัดด้านลิขสิทธิ์และการใช้งาน ข้อมูลบางชุดในแคตตาล็อกของ GEE อาจมีข้อจำกัดในการใช้งานเชิงพาณิชย์ หรือมีข้อกำหนดที่แตกต่างกันไปตามแหล่งที่มา ผู้ใช้จำเป็นต้องตรวจสอบเงื่อนไขการใช้งานของข้อมูลแต่ละชุดก่อนนำไปใช้งานวิจัยหรือโครงการใด ๆ

การต้องพึ่งพาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่เสถียร เนื่องจาก GEE เป็นแพลตฟอร์มที่เป็นการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ การทำงานทั้งหมดจะต้องทำบนเครื่องแม่ข่ายของ Google ผู้ใช้จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่รวดเร็วและเสถียรตลอดเวลาในการทำงาน หากอินเทอร์เน็ตมีปัญหาจะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือสั่งประมวลผลได้ และอาจส่งผลให้การทำงานไม่ต่อเนื่องและขาดประสิทธิภาพอย่างที่เรา

โดยนอกจากข้อจำกัดดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมบางประการที่ควรพิจารณาด้วยเช่นกัน คือ

1. ระยะเวลาในการประมวลผลข้อมูล ถึงแม้ GEE จะมีการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ที่เร็วกว่าคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป แต่ในการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อนร่วมกับข้อมูลในปริมาณมาก ยังคงต้องใช้เวลานานพอสมควร โดยเฉพาะงานที่ประมวลผลเป็นกลุ่มตามรายการเปลี่ยนแปลงที่รวบรวมเป็นชุด (Batch Tasks) ที่อาจใช้เวลาประมวลผลนานหลายชั่วโมงหรือหลายวัน

2. การจัดการข้อมูลแบบเครื่องแม่ข่ายและลูกข่าย (Client & Server) ของแพลตฟอร์ม GEE ที่มีการทำงานอย่างซับซ้อน นักวิจัยจำเป็นต้องทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการสั่งประมวลผลข้อมูลด้วยโค้ดคำสั่งการส่งงานฝั่งลูกข่าย (ที่แสดงผลบนหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์) และโค้ดคำสั่งฝั่งแม่ข่าย (ที่สั่งให้ทำการประมวลผลข้อมูล) เข้าด้วยกันอย่างไม่ถูกต้อง

3. การจำกัดทรัพยากรของแพลตฟอร์ม ซึ่ง GEE เป็นระบบการใช้งานทรัพยากรร่วมกัน (Shared Resource) สำหรับผู้ใช้งานทั่วโลก เพื่อป้องกันการใช้งานที่มากเกินไปและส่งผลกระทบต่อผู้อื่น Google จึงมีการจำกัดการประมวลผลบางอย่าง เช่น จำนวนงานที่สามารถประมวลผลได้พร้อมกัน หรือขนาดของข้อมูลที่สามารถส่งออก (Export) ได้

แพลตฟอร์ม GEE ถึงแม้จะมีความท้าทายและข้อจำกัดหลายประการ แต่ปฏิเสธไม่ได้ว่าการมาถึงของ Google Earth Engine (GEE) ได้ปฏิวัติวงการภูมิสารสนเทศอย่างไม่เคยมีมาก่อน การเผชิญกับข้อจำกัดด้านการประมวลผลและการเข้าถึงข้อมูลจำนวนมากมหาศาลดั้งเดิม ถูก GEE เข้ามาทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมที่แข็งแกร่งระหว่าง แคตตาล็อกข้อมูลระดับโลก กับ พลังการประมวลผลบนคลาวด์ ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยลดอุปสรรคทางเทคนิค แต่ยังเปิดประตูสู่การประยุกต์ใช้ที่หลากหลายและมีความซับซ้อนยิ่งขึ้นในอนาคต เช่น การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินด้วยการเรียนรู้เชิงลึก การจัดการทรัพยากรน้ำกับการเรียนรู้ของเครื่อง หรือการวิเคราะห์ความมั่นคงทางอาหาร ที่ GEE สามารถทำงานร่วมกับ AI เพื่อประเมิน ทำนาย และวางแผนการจัดการได้อย่างแม่นยำ การผสานรวมแพลตฟอร์ม GEE เข้ากับ AI และโครงข่ายประสาทเทียม ไม่เพียงแต่ช่วยให้นักภูมิสารสนเทศมีความก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดดในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และเชิงลึกเท่านั้น แต่ยังเปิดโอกาสให้นักวิจัยและผู้ใช้งานสามารถทำงานร่วมกันได้ง่ายขึ้น ก่อให้เกิดเป็นชุมชนที่ขับเคลื่อนนวัตกรรมใหม่ด้านภูมิสารสนเทศอย่างต่อเนื่องในอนาคต

Conclusion and Recommendations

Conclusion

ในปัจจุบันการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่จะประสบกับปัญหาด้านข้อจำกัดของวิธีการประมวลผลแบบดั้งเดิม ปริมาณข้อมูลเชิงพื้นที่จำนวนมากมหาศาลที่นักวิจัยจำเป็นต้องใช้ในวิเคราะห์ไม่สามารถใช้กับการประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบเดิมได้อีกต่อไป ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) ขึ้นมาในหลากหลายแพลตฟอร์ม เช่น Amazon Web Services (AWS) Microsoft Azure รวมถึง Google Cloud Platform (GCP) บทความนี้ได้อธิบายโครงสร้างและคุณสมบัติหลักของ Google Earth Engine (GEE) ซึ่งประกอบด้วย แคตตาล็อกข้อมูลขนาดใหญ่ (Massive Data Catalog) ที่เข้าถึงได้ทันที การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ที่ช่วยลดเวลาการประมวลผลได้อย่างมหาศาล และ ตัวแก้ไขโค้ด (Code Editor) ที่มอบความยืดหยุ่นและความสามารถในการทำซ้ำได้ (Reproducibility) ให้กับนักวิจัย

โดยศักยภาพของ GEE ได้รับการพิสูจน์แล้วในงานวิจัยและพัฒนาด้านภูมิสารสนเทศในหลากหลายสาขา ตั้งแต่การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Change) และการจัดการทรัพยากรน้ำ (Water Resource Management) การเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) ไปจนถึงการประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ (Disaster Management) และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ในระดับโลก (Planetary-scale Geospatial Analysis) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายชิ้นได้แสดงให้เห็นว่า GEE ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงและวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time-series Data) ได้อย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่มีความสำคัญต่อการวางแผนนโยบายและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันทั่วถึง

Recommendations

แม้ว่า GEE จะเป็นเครื่องมือที่ปฏิวัติวงการภูมิสารสนเทศ แต่ยังคงมีความท้าทายหลายประการที่ต้องเผชิญ โดยสามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะต่อผู้ที่กำลังจะใช้งานและเพื่อให้แพลตฟอร์มนี้เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้นในอนาคตได้ดังนี้ การเตรียมความพร้อมด้านทักษะการเขียนโค้ดคำสั่ง เนื่องจาก GEE ไม่มีส่วนติดต่อประสานกับผู้ใช้แบบกราฟิก ผู้เริ่มต้นใช้งานควรเรียนรู้และพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดคำสั่งภาษา JavaScript หรือ Python ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเข้าถึงและ

ประมวลผลข้อมูลใน GEE ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากเอกสารประกอบการใช้งาน การนำ Large Language Model (LLM) มาช่วยในการเขียนโค้ดคำสั่ง รวมถึงบทเรียนออนไลน์ที่มีอยู่อย่างแพร่หลาย ประการต่อมาควรมีการวางแผนการใช้ข้อมูลล่วงหน้าก่อนจะเริ่มโครงการวิจัย โดยควรตรวจสอบประเภทของข้อมูลที่มีอยู่ในแคตตาล็อกของ GEE อย่างละเอียด และทำความเข้าใจถึงข้อจำกัดด้านความละเอียดเชิงพื้นที่และเงื่อนไขการใช้งานของข้อมูลแต่ละชุด เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่มีอยู่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยเฉพาะงานที่ต้องการใช้งานข้อมูลความละเอียดสูงมาก นอกจากนี้ควรจัดการการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจาก GEE จำเป็นต้องพึ่งพาอินเทอร์เน็ตที่เสถียรและรวดเร็วในระหว่างการใช้งาน ผู้ใช้ควรตรวจสอบคุณภาพการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของตนและวางแผนการทำงานในช่วงเวลาที่มีการเชื่อมต่อมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะเมื่อต้องประมวลงานที่มีขนาดใหญ่และใช้เวลานาน ประการต่อมา ควรวางแผนการประมวลผลให้เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องประมวลผลข้อมูลปริมาณมากและใช้เวลานาน โดยอาจใช้วิธีประมวลผลงานเป็นกลุ่ม (Batch Tasks) และติดตามสถานะของงานอย่างสม่ำเสมอ และควรทำความเข้าใจหลักการทำงานแบบแม่ข่ายและลูกข่าย (Client & Server) ของ GEE เพื่อออกแบบโค้ดคำสั่งให้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ประการสุดท้ายควรตระหนักถึงข้อจำกัดด้านทรัพยากร ซึ่งผู้ใช้งานควรคำนึงถึงข้อจำกัดในการใช้ทรัพยากรของ GEE และหลีกเลี่ยงการรันงานที่ไม่จำเป็นพร้อมกันหลายงาน เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาด้านการประมวลผล หรือถูกจำกัดการใช้งานจากระบบของ Google

References

- Amani, M., Ghorbanian, A., Ahmadi, S.A., Kokooei, M., Moghimi, A. & Mirmazloumi, S.M. (2020). Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications: A Comprehensive Review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, 5326–5350. Form DOI: 10.1109/JSTARS.2020.3021052.
- Brown, C.F., Brumby, S.P., Guzder-Williams, B., Birch, t., Hyde, S.B., Mazzariello, J., Czerwinski, W., Pasquarella, V.J., Haertel, R., Ilyushchenko, S., Schwehr, K., Weisse, M., Stolle, F., Hanson, C., Guinan, O., Moore, R. & Tait, A.M. (2022). Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. *Sci Data* 9, 251. Form DOI: 10.1038/s41597-022-01307-4.
- Cambell, J. & Shin, M. (2011). *Essentials of Geographic Information Systems*. Saylor Foundation.
- Chen, C., Wang, L., Yang, G., Sun, W. & Song, Y. (2023). Mapping of Ecological Environment Based on Google Earth Engine Cloud Computing Platform and Landsat Long-Term Data: A Case Study of the Zhoushan Archipelago. *Remote Sens.* 2023, 15 (16), 4072. Form DOI: 10.3390/rs15164072.
- Das, H., Barik, R.K., Dubey, H. & Roy, D.S. (2019). *Cloud Computing for Geospatial Big Data Analytics Intelligent Edge, Fog and Mist Computing*. Springer.
- Dritsas, E. & Trigka, M. (2025). Remote Sensing and Geospatial Analysis in the Big Data Era: A Survey. *Remote Sens*, 17 (3), 550. Form DOI: 10.3390/rs17030550.
- Earth Engine Data Catalog. (2021). *ESA WorldCover 10m v200*. [Online] Available. Form <https://github.com/google/earthengine-api?tab=readme-ov-file>. [Accessed August 28, 2025].

- Ebadati, B., Alikhani, M., Youssefi, F. & Pirasteh, S. (2024). Rapid Post-Wildfire Burned Vegetation Assessment with Google Earth Engine (Case Study: 2023 Canada Wildfires). *The International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-3/W3, 45–53. Form DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-3-W3-2024-45-2024.
- Gadekar, K., Pande, C.B., Rajesh, J. & Gorantiwar, S.D. (2023). Estimation of Land Surface Temperature and Urban Heat Island by Using Google Earth Engine and Remote Sensing Data. *Climate Change Impacts on Natural Resources, Ecosystems and Agricultural Systems*, 367–389. Form DOI: 10.1007/978-3-031-19059-9_14.
- Ghorbanpour, A.K., Kisekka, I., Afshar, A., Hessels, T., Taraghi, M., Hessari, B., Tourian, M., & Duan, Z. (2022). Crop Water Productivity Mapping and Benchmarking Using Remote Sensing and Google Earth Engine Cloud Computing. *Remote Sens.* 14, 4934. Form DOI: 10.3390/rs14194934.
- Ghouri, A.Y., Rehman, A., Rasheed, F. & Miandad, M. (2024). Flood Mapping Using the Sentinel-1 SAR Dataset and Application of the Change Detection Approach Technique (CDAT) to the Google Earth Engine in Sindh Province, Pakistan. *Ecological Questions*, 35 (2). Form DOI: 10.12775/EQ.2024.024.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. Form DOI: 10.1016/j.rse.2017.06.031.
- Grewal, M.S. (2011). Global navigation satellite systems. *WIREs Computational Statistics*, 3 (4), 383–384. Form DOI: 10.1002/wics.158.
- Handoko, E., Fahriza, A. & Muryono, M. (2024). Integrating Remote Sensing and GIS for Precision Agriculture: Leveraging Google Earth Engine for Enhanced Agricultural Management. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 1418 (1), 012054. Form DOI: 10.1088/1755-1315/1418/1/012054.
- Hansen, M.C., Potapov, P., Moore, R. & Hancher, M. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342 (6160), 850–853. Form DOI: 10.1126/science.1244693.
- Hansen, R., Kapoor, A., Singh, R. & B.K. (2024). A state-of-the-art review on the quantitative and qualitative assessment of water resources using google earth engine. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196. Form DOI: 10.1007/s10661-024-13315-5.
- Jia, P., Cheng, X., Xue, H. & Wang, Y. (2017). Applications of geographic information systems (GIS) data and methods in obesity-related research. *Obesity Reviews*, 18 (4), 400–411. Form DOI: 10.1111/obr.12495.
- Liu, D., Chan, N., Zhang, X., Wang, C. & Du, W. (2020). Annual large-scale urban land mapping based on Landsat time series in Google Earth Engine and OpenStreetMap data: A case study in the middle Yangtze River basin. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 159, 337–351. Form DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2019.11.021.
- Loukili, Y., Lakhrissi, Y. & Ali, S.E.B. (2022). Geospatial Big Data Platforms: A Comprehensive Review. *KN-Journal of Cartography and Geographic Information*, 72, 293–308. Form DOI: 10.1007/s42489-022-00121-7.

- Meng, Q., Chen, X., Huang, X., Huang, Y., Peng, Y., Zhang, Y. & Zhen, J. (2022). Monitoring glacier terminus and surface velocity changes over different time scales using massive imagery analysis and offset tracking at the Hoh Xil World Heritage Site, Qinghai–Tibet Plateau. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 112, 102913. Form DOI: 10.1016/j.jag.2022.102913.
- Motiee, S., Motiee, H. & Ahmadi, A. (2024). Analysis of rapid snow and ice cover loss in mountain glaciers of arid and semi-arid regions using remote sensing data. *Journal of Arid Environments*, 222, 105153. Form DOI: 10.1016/j.jaridenv.2024.105153.
- Pham–Duc, B., Nguyen, H., Phan, H. & Tran–Anh, Q. (2023). Trends and applications of google earth engine in remote sensing and earth science research: a bibliometric analysis using scopus database. *Earth Science Informatics*, 16, 2355–2371. Form DOI: 10.1007/s12145–023–01035–2.
- Ravanashree, M., Basker, P., Mohan, L., Janani, N., Kathirvel, L., Ramachandiran, P. & Aakash, S. (2025). The Role of Google Earth Engine in Flood Disaster Management: A Review of Capabilities and Challenges. *Advances in Research*, 26 (2), 472–479. Form DOI: 10.9734/air/2025/v26i21314.
- Sangeetham, R. & Reddy, S.N, (2024). A Review On Google Earth Engine: An Open Access Cloud Analysis Platform For Planetary Scale Satellite Data. *E3S Web of Conferences*, 591, 09011, ICRERA–2024. Form DOI: 10.1051/e3sconf/202459109011.
- Shanguan, B., Yue, P., Wu, Z. & Jiang, L. (2017). Big spatial data processing with Apache Spark. *2017 6th International Conference on Agro–Geoinformatics*, 7–10 August 2017, Fairfax, VA, USA. Form DOI: 10.1109/Agro–Geoinformatics.2017.8047039.
- Shirmard, H., Farahbakhsh, E., Müller, R.D. & Chandra, R. (2022). A review of machine learning in processing remote sensing data for mineral exploration. *Remote Sensing of Environment*, 268, 112750. Form DOI: 10.1016/j.rse.2021.112750.
- Waghmare, B. (2017). A Review– Remote Sensing. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 7 (6), 52–54. Form DOI: 10.9790/9622–0706025254.

การพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

มณฑกา จำปาคำ^{1*}

Development of Internal Audit Report Status Tracking System: A Case Study of University of Phayao

Mantaka Jampakham^{1*}

¹ Internal Audit Unit, Phayao University, University of Phayao, Phayao, 56000

* Corresponding author: mantaka.ja@up.ac.th

Received: 27 February 2025; Revised: 28 August 2025; Accepted: 17 September 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ พัฒนา และประเมินผลระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) และพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยประกอบด้วย ผู้ใช้งานระบบ 6 คน, ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ 3 คน, และผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบภายใน 3 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถาม 3 ประเภท ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจ, แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ, และแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรม ซึ่งได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ, ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.64$, S.D. = 0.62) และระบบมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.95$, S.D. = 0.08) นอกจากนี้ นวัตกรรมยังมีความผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เท่ากับ 0.92 ซึ่งสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการติดตามงานตรวจสอบภายในของมหาวิทยาลัยพะเยา และถือเป็นนวัตกรรมที่มีคุณภาพและใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: ระบบติดตาม, วงจรการพัฒนาระบบ, การตรวจสอบภายใน, นักตรวจสอบภายใน, มหาวิทยาลัยพะเยา

¹ หน่วยตรวจสอบภายใน มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

This research aimed to design, develop, and evaluate an internal audit report status tracking system, with a case study at the University of Phayao. The study employed a research and development approach based on the System Development Life Cycle (SDLC) and was developed as a web application. The target group for this study consisted of 12 individuals selected through purposive sampling: 6 system users, 3 information system experts, and 3 internal audit experts. The research instruments included three types of questionnaires: a satisfaction evaluation form, a system efficiency evaluation form, and an innovation quality evaluation form, all of which underwent Content Validity assessment by experts. Data were analyzed using descriptive statistics, including percentage, mean ($\bar{x}$), and standard deviation (S.D.). The results showed that user satisfaction with the system was at the highest level ($\bar{x} = 4.64$, S.D. = 0.62). The overall system efficiency was also at the highest level ($\bar{x} = 4.95$, S.D. = 0.08). Furthermore, the innovation's quality met the evaluation criteria of experts, with an Index of Item-Objective Congruence (IOC) of 0.92. In conclusion, the developed system can effectively enhance the internal audit tracking process at the University of Phayao and is considered a high-quality, practical innovation.

Keywords: Tracking system, System development cycle, Internal audit, Internal auditor, University of Phayao

Introduction

การตรวจสอบภายในนับเป็นกลไกสำคัญในการกำกับดูแลองค์กร โดยเฉพาะหน่วยงานภาครัฐที่ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานการตรวจสอบภายในของกระทรวงการคลัง ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสากลจาก The Institute of Internal Auditors (IIA) กระบวนการตรวจสอบนี้ครอบคลุมตั้งแต่การวางแผน, การปฏิบัติงาน, การรายงานผล, และการติดตามผลการตรวจสอบ (Ministry of Finance, 2018) การตรวจสอบภายในถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้บริหารสามารถติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน รวมถึงใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์เพื่อบรรลุเป้าหมายองค์กร

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการขาดระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการติดตามและรายงานผลการตรวจสอบภายใน (Lenz and Hahn, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่พบในหน่วยตรวจสอบภายในมหาวิทยาลัยพะเยา ที่ปัจจุบันใช้การสื่อสารผ่านแอปพลิเคชันส่วนตัวด้วยโปรแกรม Facebook Messenger ทำให้เกิดปัญหาข้อมูลสูญหาย, ค้นหาไฟล์ได้ยาก, และไม่สามารถติดตามสถานะการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อผู้ตรวจสอบหนึ่งคนต้องรับผิดชอบงานตรวจสอบภายในจำนวนหลายหน่วยงาน การขาดระบบจัดการข้อมูลดิจิทัลยังส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ Endaya and Hanefah (2016) กล่าวว่าแม้จะมีงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งเน้นการพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบภายในในด้านอื่น ๆ แต่ยังไม่มีการศึกษาเฉพาะที่มุ่งพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในและความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานในบริบทของหน่วยงานภาครัฐหรือมหาวิทยาลัยอย่างชัดเจน ซึ่งถือเป็นช่องว่างสำคัญทางวิชาการ (Research Gap) ที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข

จากช่องว่างและปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนา "ระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน" สำหรับหน่วยตรวจสอบภายในมหาวิทยาลัยพะเยา โดยระบบนี้จะทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มกลางที่ช่วยให้บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ นักตรวจสอบภายใน, หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน และผู้บริหาร สามารถติดตามความก้าวหน้าของงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยลดปัญหาข้อมูลสูญหายและเพิ่มความโปร่งใสในกระบวนการทำงาน แต่ยังช่วยให้ผู้บริหารสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ทันสมัยเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ

เชิงนโยบาย ซึ่งจะส่งผลให้การบริหารจัดการงานด้านการตรวจสอบภายในมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้น สอดคล้องกับมาตรฐานการตรวจสอบภายในที่กำหนดโดยกระทรวงการคลัง

Objectives

1. เพื่อออกแบบระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
2. เพื่อพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
3. เพื่อประเมินผลระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

Concept and Literature review

วงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (SDLC)

วงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นแนวทางเชิงโครงสร้างในการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการเชิงโครงสร้างนี้ช่วยให้การพัฒนาระบบสารสนเทศสอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ และสามารถพัฒนาอย่างต่อเนื่องได้ Udomthanateera (2019) ได้กล่าวไว้ SDLC ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การระบุปัญหา คือ กำหนดปัญหาภายในองค์กรและจัดลำดับความสำคัญของโครงการที่สามารถให้ประโยชน์สูงสุดผ่านการใช้ระบบสารสนเทศ
2. การศึกษาความเป็นไปได้ คือ ประเมินความเหมาะสมของการเปลี่ยนแปลงระบบโดยพิจารณาต้นทุน เวลา ความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความพร้อมของบุคลากร และความคุ้มค่า ก่อนขออนุมัติจากฝ่ายบริหาร
3. การวิเคราะห์ คือ รวบรวมความต้องการของผู้ใช้และวิเคราะห์ระบบเดิม (As-Is) เพื่อกำหนดลักษณะของระบบใหม่ (To-Be) และสร้างแผนภาพโครงสร้างการไหลของข้อมูล
4. การออกแบบ คือ พัฒนาแนวคิดการออกแบบ (Logical Design) เพื่อแก้ไขปัญหาก่อนเข้าสู่การออกแบบระบบ (System Design) ที่กำหนดรายละเอียดทางเทคนิค ฐานข้อมูล โครงข่าย และผลลัพธ์ที่คาดหวัง
5. การพัฒนาและทดสอบ คือ ทำการเขียนโค้ดพัฒนาโปรแกรมและดำเนินการทดสอบอย่างละเอียดเพื่อระบุข้อผิดพลาดและแก้ไขก่อนนำไปใช้งานจริง
6. การติดตั้งและใช้งาน คือ ติดตั้งระบบที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์ พร้อมจัดการฝึกอบรมผู้ใช้งาน จัดทำเอกสารประกอบ และให้การสนับสนุนทางเทคนิคเพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างราบรื่น
7. การบำรุงรักษาระบบ คือ ดำเนินการประเมินผลต่อเนื่อง แก้ไขปัญหาที่พบจากผู้ใช้งาน ดำเนินการปรับปรุงระบบตามความจำเป็น และจัดการฝึกอบรมเพิ่มเติมเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดในการควบคุมและประเมินผลแผนกลยุทธ์

การควบคุมและประเมินผลแผนกลยุทธ์เป็นกระบวนการสำคัญในการบริหารองค์กรเพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด และสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chaleommeeprasert, 2003) แนวคิดนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ได้แก่ การติดตามผลการดำเนินงาน การรายงานความก้าวหน้า และการวัดและประเมินผล

1. การติดตามผลการดำเนินการ (Track Status) การติดตามผลการดำเนินการเป็นเครื่องมือสำคัญของผู้บริหารในการกำกับดูแลให้การดำเนินงานขององค์กรเป็นไปตามทิศทางที่กำหนด ช่วยให้สามารถระบุปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินงานได้อย่างทันท่วงที ข้อมูลจากการติดตามผลสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยการติดตามผลครอบคลุมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานในแต่ละระดับของแผนปฏิบัติงานประจำปี

2. รายงานความก้าวหน้า (Communicate Progress) หลังจากมีการติดตามผลและรวบรวมข้อมูลแล้ว จำเป็นต้องมีการสื่อสารผลการดำเนินงานไปยังผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องผ่านรายงานความก้าวหน้า การรายงานนี้มีความสำคัญต่อการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ขององค์กรและช่วยให้สามารถดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การส่งข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องยังช่วยให้สามารถดำเนินงานตามแนวทางที่เหมาะสมและบรรลุเป้าหมายขององค์กรได้ดีขึ้น

3. การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation) การวัดและประเมินผลเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้องค์กรสามารถพิจารณาความสำเร็จของการดำเนินงานตามแผนกลยุทธ์ได้อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยกระบวนการย่อย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเก็บรวบรวมข้อมูล 2) การวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล และ 3) การนำเสนอผลการประเมิน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสามารถใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาแผนกลยุทธ์ในรอบถัดไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานขององค์กร

แนวคิดและหลักการในการควบคุมและติดตามผลการปฏิบัติงาน

การควบคุมและติดตามผลการปฏิบัติงานเป็นกระบวนการสำคัญในการบริหารองค์กรเพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด และสามารถปรับปรุงการดำเนินงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยครอบคลุมการกำหนดมาตรฐาน, การเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน และการดำเนินการแก้ไขเมื่อพบปัญหา กระบวนการนี้ช่วยให้องค์กรสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานและบรรลุเป้าหมายได้อย่างเป็นระบบ โดยกระบวนการนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การกำหนดมาตรฐาน, การเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน และการแก้ไขปรับปรุง เสนาะ ตีเยาวร์ (2543)

1. การกำหนดมาตรฐานที่ใช้วัด (Establishing Standard) มาตรฐานที่ใช้วัดผลการดำเนินงานต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ขององค์กร โดยแบ่งเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ (1) มาตรฐานผลผลิต (Output Standard) ซึ่งพิจารณาจากปริมาณ คุณภาพ ต้นทุน และเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และ (2) การวัดผลงานที่ทำได้จริง (Measuring Actual Performance) ซึ่งเป็นการวัดผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด เช่น จำนวนที่ผลิต จำนวนวันที่ขาดงาน หรือจำนวนรายงานที่จัดทำขึ้น ข้อมูลที่ได้มาจากรายงาน การสังเกต และสถิติตัวเลขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. การเปรียบเทียบผลงานที่ทำได้จริงกับมาตรฐาน (Comparing Actual Performance with Standard) กระบวนการนี้เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลการดำเนินงานจริงกับมาตรฐานที่กำหนด เพื่อระบุข้อบกพร่องหรือจุดที่ต้องปรับปรุง หากมีความคลาดเคลื่อนจากมาตรฐานจำเป็นต้องหาสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ไขที่เหมาะสม

3. การแก้ไขให้ถูกต้อง (Taking Corrective Action) เมื่อพบความแตกต่างระหว่างผลการดำเนินงานจริงกับมาตรฐาน องค์กรต้องดำเนินการมาตรการแก้ไขเพื่อให้แน่ใจว่าการดำเนินงานเป็นไปตามแผนที่วางไว้ การแก้ไขอาจรวมถึงการปรับปรุงกระบวนการทำงาน การพัฒนาบุคลากร หรือการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ขององค์กร เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนดไว้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยหลายท่าน โดยมีการศึกษาในหลากหลายมิติ ทั้งในแง่ของการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน, การลดระยะเวลาในกระบวนการ และการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

Tarorn (2011) กล่าวว่า การพัฒนาระบบติดตามงานโครงการสำหรับกลุ่มเตรียมข้อมูลในศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานสถิติแห่งชาติ ช่วยในการบันทึกและแสดงผลความก้าวหน้าของงานในรูปแบบร้อยละของงานที่สำเร็จ ระบบติดตามงานช่วยให้ผู้บริหารสามารถวางแผนและบริหารจัดการโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และระบบสามารถแสดงผลรายงานความก้าวหน้าได้ตามวัตถุประสงค์และช่วยในการติดตามงานได้อย่างดี นอกจากนี้ ในภาคเอกชนระบบติดตามงานยังมีประโยชน์ในการปรับปรุงการติดตามการทำงานที่มีหลายขั้นตอน เช่น การพัฒนาระบบติดตามการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์ของพนักงานในบริษัท นำพลัส จำกัด โดยเป็นการทำงานแบบเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยให้ผู้บริหารสามารถมอบหมายงานและติดตามการปฏิบัติงานของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า ผู้บริหารมีความพึงพอใจในการทำงานของระบบและสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ (Rabue-tham1 and Nanthawong, 2017)

งานวิจัยของ Lumdee (2018) กล่าวว่า การพัฒนาระบบติดตามความก้าวหน้างานวิจัยมีการแบ่งขั้นตอนวิจัยออกเป็นสองระยะ คือ การพัฒนาระบบและการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศและผู้ใช้ระบบ 4 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่าระบบมีประสิทธิภาพในระดับดี ซึ่งสิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดี และสามารถตรวจการติดตามขั้นตอนการทำงานวิจัยแต่ละขั้นตอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามงานทุนวิจัยภายนอกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยระบบติดตามงานช่วยให้การติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าของงานเป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วน สะดวก และรวดเร็ว อ้างอิงจากผลการประเมินความพึงพอใจที่อยู่ในระดับดีมาก และสามารถนำไปใช้งานได้จริง (Thammawatcharakorn, 2019)

จากการศึกษาของ Worabut et al. (2020) เกี่ยวกับการพัฒนาระบบติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานแบบดิจิทัลของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยใช้แนวคิดการบริหารงานแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ (Result-Based Management) พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และทำให้ผู้บริหารสามารถเข้าถึงรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานได้แบบเรียลไทม์ ทำให้การตัดสินใจเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.52$) โดยเฉพาะในด้านความง่ายในการใช้งานและการแสดงผลข้อมูลที่เข้าใจง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phetsuwan and Wongsingthong (2021) ที่ได้พัฒนาระบบติดตามกระบวนการตรวจสอบภายในขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยนำเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์มาบูรณาการร่วมกับเทคนิคการแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ ผลการศึกษาพบว่า ระบบดังกล่าวสามารถลดระยะเวลาในการติดตามงานลงได้ถึงร้อยละ 45 และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเอกสารการตรวจสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติที่ช่วยลดปัญหาการล่าช้าในการดำเนินงานได้อย่างมีนัยสำคัญ

ในประเด็นของการเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบภายในสำหรับ สถาบันการศึกษา Rattanathirakul et al., (2022) ได้ทำการวิจัยเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการพัฒนาระบบติดตามและประเมินผลงานตรวจสอบภายในสำหรับสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ โดยบูรณาการแนวคิด Agile Methodology ในการพัฒนาระบบ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้ระบบติดตามแบบดิจิทัลไม่เพียงแต่เพิ่มความโปร่งใสในกระบวนการตรวจสอบเท่านั้น แต่ยังช่วยให้การรายงานผลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น โดยสามารถลดความผิดพลาดในการรายงานผลได้ถึงร้อยละ 38 เมื่อเทียบกับระบบเดิม ซึ่งเป็นการยืนยันถึงประโยชน์ของการนำระบบติดตามดิจิทัลมาใช้ในการตรวจสอบภายใน

ในแง่ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง Chanpen and Intarasit (2023) ได้นำเสนอแนวคิดที่น่าสนใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Blockchain ร่วมกับ IoT ในระบบติดตามกระบวนการตรวจสอบภายในของสถาบันการศึกษา โดยมุ่งเน้นการเพิ่มความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ระบบดังกล่าวสามารถสร้างความโปร่งใสและตรวจสอบย้อนกลับในกระบวนการตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในประเด็นการจัดการข้อมูลที่มีความอ่อนไหว และยังพบว่าผู้ใช้งานระบบมีความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของข้อมูลเพิ่มขึ้นร้อยละ 67 เมื่อเทียบกับระบบเดิม ซึ่งส่งผลให้กระบวนการตรวจสอบภายในมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ล่าสุด Ruangsiriwattanukul and Phongphanich (2024) ได้ต่อยอดแนวคิดดังกล่าวด้วยการศึกษาการพัฒนา ระบบติดตามรายงานผลการตรวจสอบภายในแบบอัตโนมัติ โดยนำเทคโนโลยี AI และ Machine Learning มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบวิเคราะห์ข้อมูลอัจฉริยะ (Intelligent Data Analytics) สำหรับสถาบันการศึกษาขนาดใหญ่ ผลการวิจัยพบว่า ระบบดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยในการติดตามสถานะของรายงานผลการตรวจสอบให้เป็นไปอย่างรวดเร็วและถูกต้องเท่านั้น แต่ยังสามารถวิเคราะห์แนวโน้มและรูปแบบของข้อผิดพลาดในการตรวจสอบได้อย่างแม่นยำ และที่สำคัญคือสามารถคาดการณ์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ของผู้บริหาร โดยผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.75$)

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในมีความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษา และหน่วยงานราชการ โดยระบบติดตามที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนการทำงาน, เพิ่มความโปร่งใส, ความถูกต้อง, และความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงช่วยให้ผู้บริหารสามารถติดตามความก้าวหน้า และตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน นอกจากนี้ แนวโน้มของการวิจัยในปัจจุบันยังให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น Cloud Computing, AI, Blockchain และ IoT มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบติดตามให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับบริบทการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบัน

Conceptual Framework

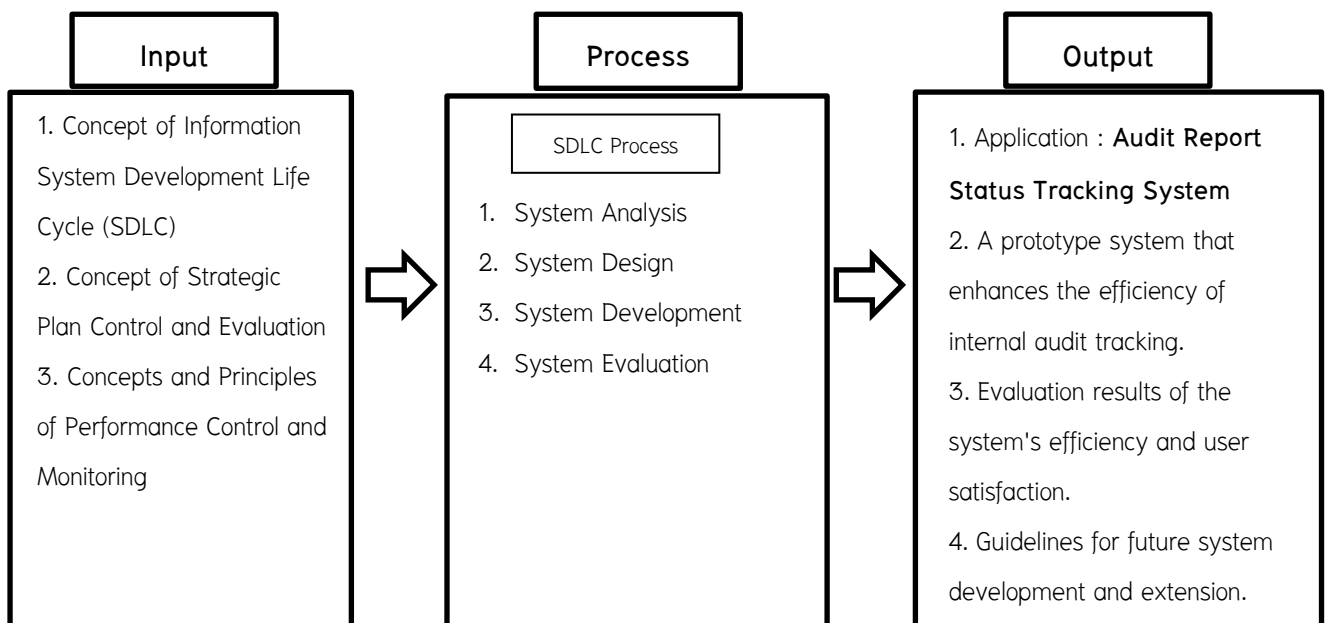


Figure 1 Conceptual framework for the research

Methodology

งานวิจัยเชิงพัฒนานี้มีเป้าหมายพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 12 คน แบบเจาะจง (Nonprobability Sampling) ซึ่งประกอบด้วย นักตรวจสอบภายใน และผู้บริหารมหาวิทยาลัยพะเยา, ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบภายใน เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม 3 ประเภท ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจ, แบบสอบถามประสิทธิภาพระบบ และแบบสอบถามคุณภาพนวัตกรรม ผู้วิจัยเก็บแบบสอบถามด้วยตนเองและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน (ค่าเฉลี่ย, ร้อยละ, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, IOC) วิธีการนี้ช่วยให้ประเมินระบบได้ในระดับหนึ่ง แต่มีข้อจำกัดด้านการสรุปอ้างอิงและการสรุปข้อมูลเชิงลึก

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มเป้าหมายใช้วิธีการศึกษาเฉพาะกรณี (Case Study) และใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากต้องการผู้ประเมินที่มีคุณสมบัติและความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินในแต่ละมิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินระบบมีจำนวนทั้งสิ้น 12 คน โดยแบ่งตามบทบาทและวัตถุประสงค์การประเมินออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) กลุ่มผู้ใช้งานระบบ จำนวน 6 คน

ประกอบด้วย นักตรวจสอบภายใน 4 คน, หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน 1 คน และผู้บริหาร 1 คน กลุ่มนี้คือ ประชากรทั้งหมดของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในหน่วยตรวจสอบภายในและผู้บริหาร มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรงและเป็นผู้ใช้งานระบบ การเลือกกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินความพึงพอใจ และ ประสิทธิภาพของระบบในบริบทของการใช้งานจริง

2) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ จำนวน 3 คน

ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา โดยกลุ่มนี้ถูกเลือกเพื่อประเมินคุณภาพของระบบในมิติทางเทคนิค (Technical Aspects) เช่น สถาปัตยกรรมระบบ ความปลอดภัยของข้อมูล และประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ เพื่อให้มั่นใจว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง

3) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบภายใน จำนวน 3 คน

ประกอบด้วย ผู้บริหารหน่วยงานตรวจสอบภายในจากมหาวิทยาลัยภายนอก 3 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งการเลือกผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภายนอกที่มีชื่อเสียง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของนวัตกรรม (Innovation Quality) ในมุมมองของวิชาชีพการตรวจสอบภายใน และเพื่อยืนยันว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบโจทย์การใช้งานในบริบทที่กว้างขึ้นได้จริง ซึ่งช่วยสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผลการวิจัย

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาระบบสารสนเทศ ตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) Udomthanateera (2019) การพัฒนาระบบครั้งนี้ประกอบด้วย 6 ระยะ ดังนี้

1) การวางแผนงานวิจัย (Planning)

ระยะนี้เป็นการกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน และกำหนดขอบเขตของงานวิจัย โดยมีการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน และระบุทรัพยากรที่จำเป็นในการพัฒนาระบบ เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความต้องการเชิงลึกของผู้ใช้งาน รวมถึงการประเมินปัญหา และข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบภายในปัจจุบัน ข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายซึ่งประกอบด้วยนักตรวจสอบภายใน หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ โดยใช้โปรแกรม Canva และโปรแกรม Microsoft Visio ในการออกแบบวิเคราะห์กระบวนการส่งงานแบบเดิม และนำไปสู่การวิเคราะห์ภาพรวมในการทำงานภายใต้กระบวนการใหม่ ซึ่งจะได้นำมาใช้ในการกำหนดฟังก์ชันการทำงานของระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในต่อไป

3) การออกแบบระบบ (System Design)

ผู้วิจัยทำการออกแบบโครงสร้างของระบบทั้งในส่วนฐานข้อมูล การเชื่อมต่อของระบบ และหน้าจอการใช้งาน โดยคำนึงถึงการใช้งานที่สะดวกและตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน ขณะเดียวกันยังได้ทำการออกแบบการไหลของข้อมูล (Data Flow) เพื่อให้การติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การทำงานของระบบ 2) การใช้งานระบบ

3.1 การทำงานของระบบ

ในการเข้าใช้ระบบจะมีการคัดกรองและตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลในแต่ละระดับ และระบบจะแสดงลำดับเวลาการส่งงาน (Timeline) สำหรับใช้ในการติดตามความก้าวหน้าในการทำงานและติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน และระบบจะแสดงสถิติและสรุปผลรายงานการดำเนินงานในภาพรวม

3.2 การใช้งานระบบ

การใช้งานระบบผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ นักตรวจสอบภายในและหัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน ผู้บริหาร และผู้ดูแลระบบ โดยผู้ใช้งานจะมีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลในระบบที่ต่างกัน โดยจะมีการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้งาน ซึ่งจะมีการแสดงข้อมูลที่ต่างกัน

4) การพัฒนาระบบและการทดสอบระบบ (Development and Testing)

ระยะนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยเขียนด้วยภาษา typescript และส่วนฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาโดยเริ่มจากการออกแบบในส่วนต่าง ๆ และเมนูการใช้แล้วจึงให้ผู้พัฒนาระบบดำเนินการพัฒนาในส่วนการทำงานหลัก ตามที่ออกแบบไว้และนำข้อมูลตัวอย่างบันทึกลงในระบบ และทำการทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมจริง เพื่อประเมินความถูกต้องและความสมบูรณ์ของระบบ โดยใช้กลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักตรวจสอบภายในและผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศเข้าทดสอบระบบเบื้องต้น

5) การติดตั้งระบบและประเมินผลการใช้งาน (Implementation and Evaluation)

หลังจากการทดสอบระบบเสร็จสิ้น ระบบจะถูกติดตั้งและใช้งานจริงในหน่วยตรวจสอบภายในมหาวิทยาลัยพะเยา ในระยะนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบผ่านแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะ

6) การบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance)

การบำรุงรักษาระบบเป็นขั้นตอนที่เน้นการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นหลังจากการติดตั้งใช้งาน รวมถึงการปรับปรุงระบบให้สอดคล้องกับความต้องการใหม่ที่อาจเกิดขึ้นจากผู้ใช้งาน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

แบบสอบถามประเภทนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อวัดระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน ครอบคลุมทั้งในด้านความสะดวกในการใช้งาน ความเข้าใจง่ายของระบบ และประสิทธิภาพโดยรวมในการใช้งาน โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถแสดงความคิดเห็นตามระดับความพึงพอใจในแต่ละหัวข้อที่กำหนด

2) แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของระบบ

แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยเน้นไปที่ความสามารถของระบบในการจัดการและติดตามผลการตรวจสอบภายใน ความถูกต้องของข้อมูล และความรวดเร็วในการประมวลผล ข้อมูลที่ได้จากการประเมินนี้จะถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบให้มีความสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

3) แบบสอบถามประเมินคุณภาพนวัตกรรม

แบบสอบถามประเมินคุณภาพนวัตกรรมถูกออกแบบเพื่อวัดความสำเร็จของการพัฒนาระบบในแง่ของนวัตกรรมใหม่ที่สามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาการติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน รวมถึงความสามารถในการปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยประเมินในด้านความคิดสร้างสรรค์ ความทันสมัยของระบบ และการปรับใช้ได้在实际สถานการณ์จริง

เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถาม โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ทำการตรวจสอบและปรับปรุงแต่ละข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ภายหลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการแจกแบบสอบถามการประเมินให้กลุ่มเป้าหมายด้วยตนเองแล้ว และได้ดำเนินการติดตามเก็บแบบสอบถามคืนและรวบรวมแบบสอบถามที่ได้รับ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูลต่อไป

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยวัดระดับความพึงพอใจ ประสิทธิภาพของระบบ และคุณภาพของนวัตกรรม ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean), ร้อยละ (Percentage), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เพื่อการตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมของระบบ Prangmook (2018) ผู้วิจัยใช้สถิติดังกล่าวเพื่อเน้นความสอดคล้องระหว่างประเภทสถิติกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้มั่นใจในความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าเฉลี่ย (Mean) และร้อยละ (Percentage) เป็นสถิติพรรณนาที่ใช้สรุปผลระดับความพึงพอใจและประสิทธิภาพของระบบได้อย่างเข้าใจง่าย

ส่วน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) จะใช้เพื่ออธิบายการกระจายตัวของข้อมูล ซึ่งช่วยให้เห็นภาพความสอดคล้องของความคิดเห็นกลุ่มตัวอย่างได้อย่างชัดเจนและสมบูรณ์

การประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพระบบ

กำหนดการแปลความหมายของช่วงคะแนนตามระดับความพึงพอใจ และระดับความคิดเห็นของผู้ประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ Srisa-ard (2017)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.50 – 5.00	หมายความว่า	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.50 – 4.49	หมายความว่า	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.50 – 3.49	หมายความว่า	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.50 – 2.49	หมายความว่า	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 – 1.49	หมายความว่า	ระดับน้อยที่สุด

การประเมินคุณภาพนวัตกรรมการงานวิจัย เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง

(Index of Item – Objective Congruence: IOC) Prangmook (2018)

เป็นการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านงานตรวจสอบภายใน ที่มีประสบการณ์ในตำแหน่งมากกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน โดยแบบสอบถามมีเกณฑ์ค่าน้ำหนักคะแนน ดังนี้

ถ้าเหมาะสม	ได้ค่าน้ำหนัก	+1
ถ้าไม่แน่ใจ	ได้ค่าน้ำหนัก	0
ถ้าไม่เหมาะสม	ได้ค่าน้ำหนัก	-1

เกณฑ์การวัดค่า/แปลความหมาย ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50–1.00	หมายความว่า	มีคุณภาพ เหมาะสม ใช้ได้
ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50	หมายความว่า	ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

Results

การพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา ใช้รูปแบบวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle : SDLC) ในการพัฒนาระบบ ซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ผลการออกแบบระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน (ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1)

1.1 การพัฒนาและปรับปรุงระบบงานใหม่

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยเชิงสังเคราะห์ โดยเริ่มต้นจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากระบบงานเดิมอย่างครอบคลุม ซึ่งประกอบด้วย

1.1.1 การสังเคราะห์ข้อมูลจากระบบงานเดิม

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการทำงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน แบบฟอร์ม ระเบียบ และประกาศต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในระบบงานปัจจุบัน เพื่อทำความเข้าใจถึงโครงสร้างและข้อจำกัดของระบบเดิมอย่างลึกซึ้ง แสดงได้ดัง Figure 2

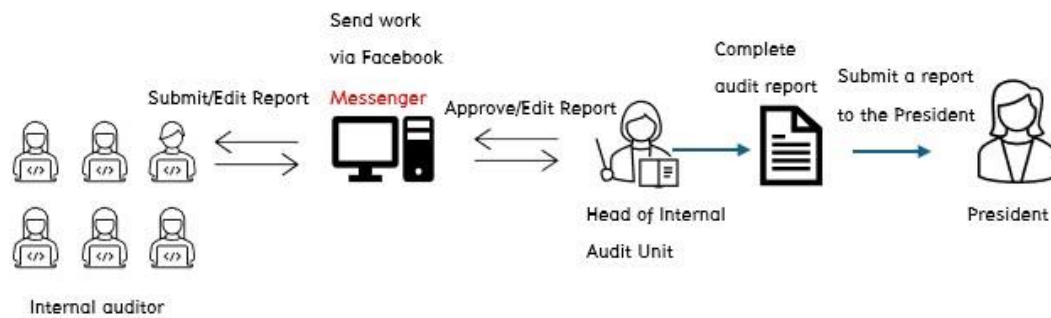


Figure 2 Traditional submission process

1.1.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่

หลังจากรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลจากกระบวนการทำงานเดิมแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่ โดยให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจถึงกระบวนการทำงานในแต่ละส่วนของผู้ใช้งาน โดยยึดขั้นตอนการปฏิบัติงาน แบบฟอร์ม ระเบียบ และประกาศที่เกี่ยวข้องในการทำงาน แสดงได้ดัง Figure 3

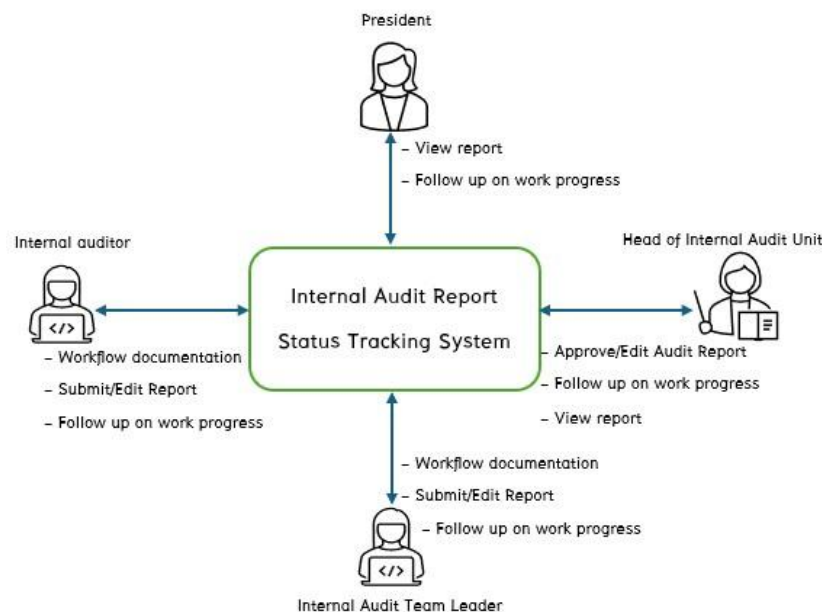


Figure 3 Overview of the new system workflow

1.2 แนวคิดกระบวนการติดตามการส่งงาน

ผู้วิจัยได้ออกแบบภาพตัวอย่างแนวคิดกระบวนการติดตามการส่งงานของระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน (Tracking Processes) แสดงได้ดัง Figure 4

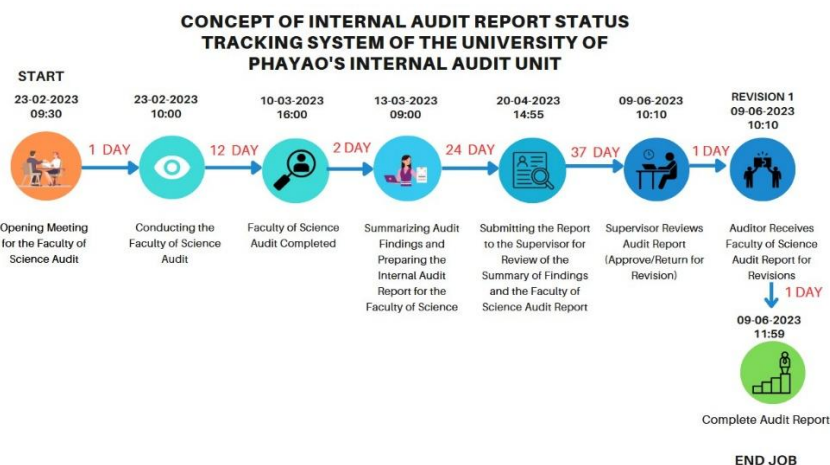


Figure 4 Example of the submission tracking process

1.3 การออกแบบ Flow Diagram

ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวคิดใหม่ในการทำงานของระบบ และออกแบบแผนภาพกระบวนการทำงาน (Flow Diagram) ของระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน เพื่อแสดงความสัมพันธ์และขั้นตอนการทำงานของ แต่ละส่วน แสดงได้ดัง Figure 5

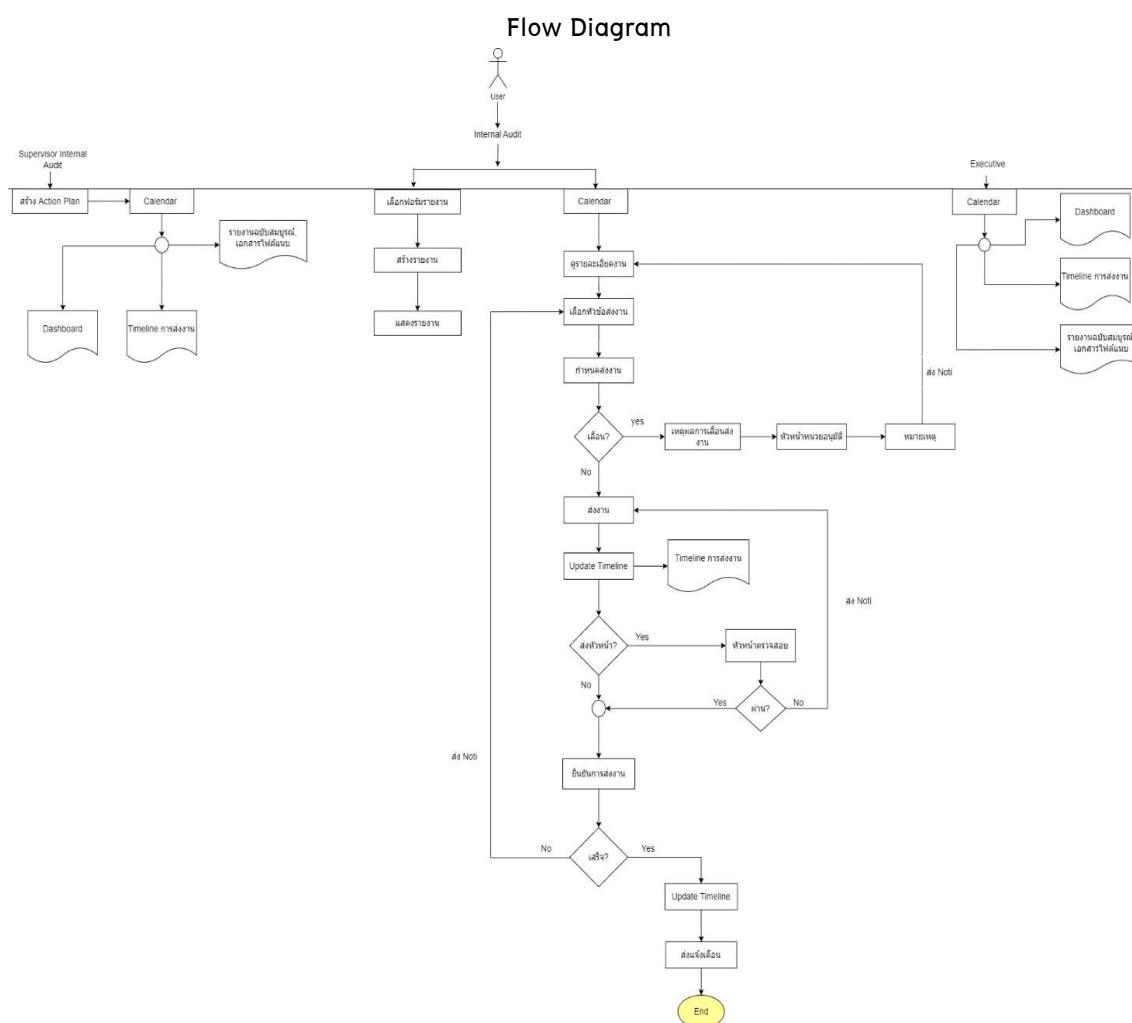


Figure 5 Work Flow process Diagram

1.4 การออกแบบแผนภาพบริบท (Context Diagram)

จากการศึกษาการทำงานของระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในและข้อมูลผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและวิเคราะห์ระบบด้วย แผนภาพบริบท (Context Diagram) เพื่อแสดงภาพรวม ความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้ใช้งานกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ นักตรวจสอบภายใน, หัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน, หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน, และผู้บริหาร

แผนภาพนี้แสดงให้เห็นถึงการรับเข้าและส่งออกข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานแต่ละกลุ่มกับระบบ โดยมีผู้ดูแลระบบ (Admin) ทำหน้าที่จัดการและดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเซิร์ฟเวอร์ แสดงได้ดัง Figure 6

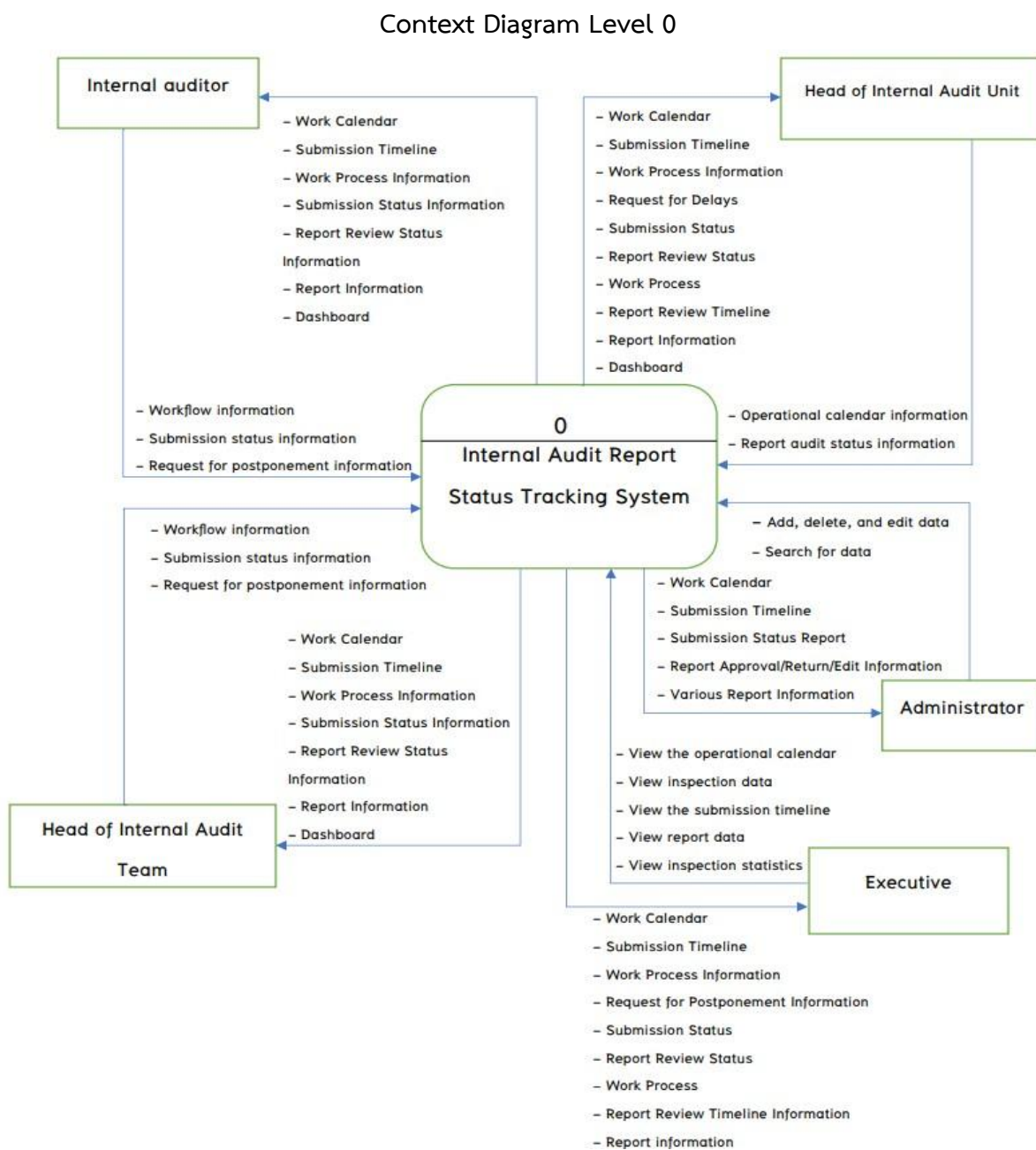


Figure 6 Context Diagram Level 0

แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 1 (Data Flow Diagram: Level 1) สำหรับนักตรวจสอบภายในเพื่อจำลองเส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flow) และกระบวนการประมวลผล (Process) ที่เกิดขึ้นภายในระบบ โดยแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิด (Source), แหล่งจัดเก็บ (Data Store) และปลายทางของข้อมูล ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจเชิงโครงสร้างของการจัดการข้อมูลตลอดทั้งกระบวนการปฏิบัติงานตรวจสอบภายใน แสดงได้ดัง Figure 7

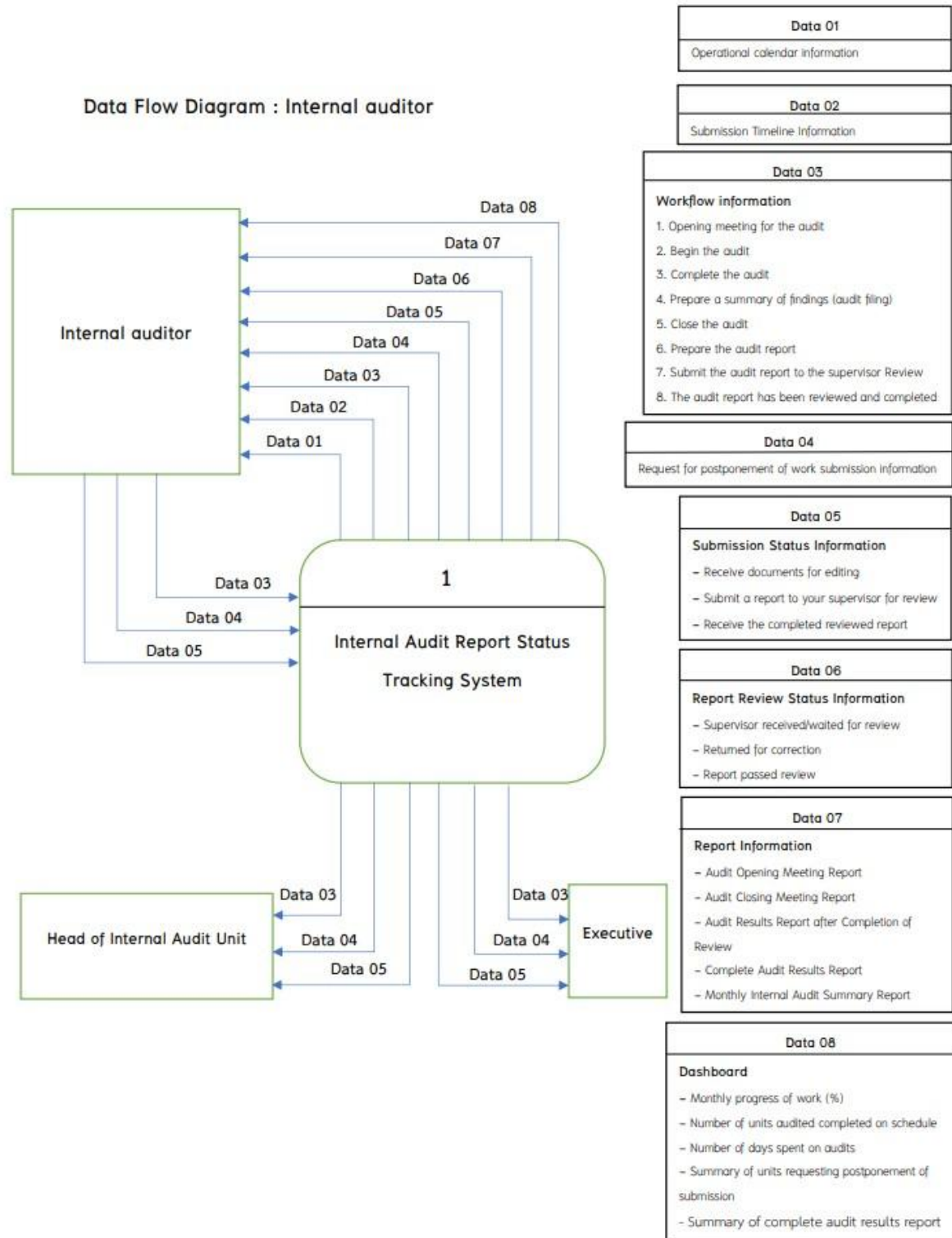


Figure 7 Data Flow Diagram in Internal Auditor System (Data Flow Diagram Level 1)

ผู้วิจัยทำการออกแบบฐานข้อมูลระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน ด้วย Entity Relationship Diagram (ER-Diagram) ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล ER-Diagram ดัง Figure 8

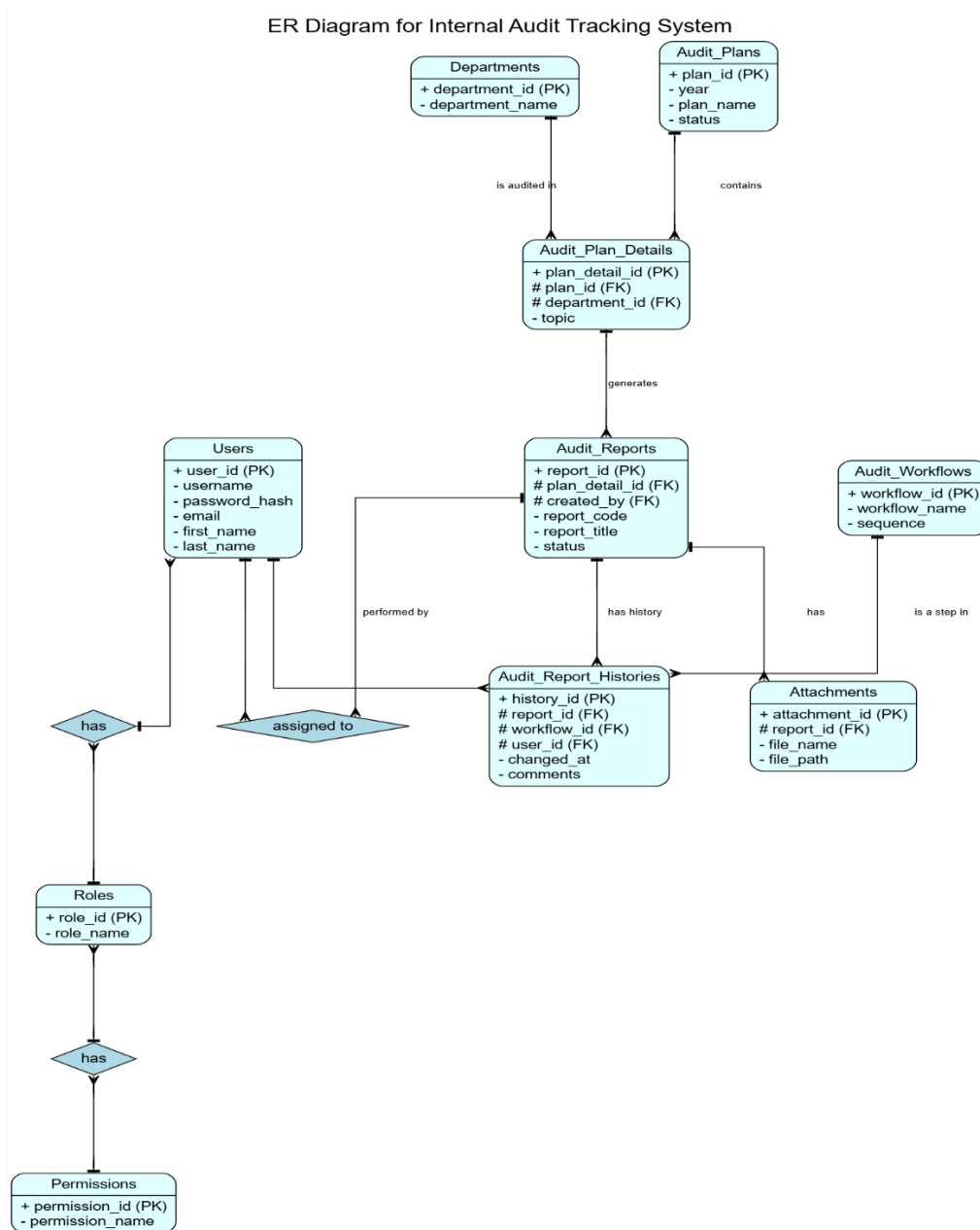


Figure 8 Entity Relationship Diagram (ER-Diagram) Internal Audit Report Status Tracking System

1.5 การออกแบบเครื่องแม่ข่าย (Server specs)

การออกแบบโครงสร้างเซิร์ฟเวอร์ (Server Architecture) ในการพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเซิร์ฟเวอร์เพื่อรองรับการทำงานของระบบ โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code (VS Code) ในการเขียนระบบด้วยภาษา TypeScript และใช้โปรแกรม phpMyAdmin ในการควบคุมฐานข้อมูล MySQL โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลักดังนี้

1) Database server สเปก : CPU Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 CPU @ 2.20GHz RAM 8 GB HDD 106 GB

2) Web server สเปก: CPU Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 CPU @ 2.20GHz RAM 8 GB HDD 106 GB

โครงสร้างนี้ถูกออกแบบมาเพื่อแสดงผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และมีการกำหนดตารางการสำรองข้อมูล (backup) เป็นประจำทุกเดือนเพื่อความปลอดภัยของข้อมูล

2. ผลการพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน (ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

2.1 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (UX/UI)

ระบบได้รับการออกแบบโดยเน้นส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (UX/UI) ที่ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานหลัก ได้แก่ ผู้บริหารและบุคลากรในสายงานตรวจสอบภายใน โดยแบ่งหน้าจอการทำงานออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ หน้าจอผู้ดูแลระบบ สำหรับการตั้งค่าและจัดการข้อมูล, หน้าจอหัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน สำหรับการบันทึกข้อมูลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์, หน้าจอนักตรวจสอบภายใน สำหรับการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบ, หน้าจอหัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน สำหรับการติดตามความก้าวหน้าและเปลี่ยนสถานะรายงาน และหน้าจอผู้บริหาร สำหรับการติดตามรายงานผลการตรวจสอบและคู่มือการทำงานในภาพรวมแสดงได้ดัง (Figure 9 and 10)

Figure 9 Login screen



Figure 10 System operation menu screen

2.2 การทำงานของแอปพลิเคชัน

การทำงานของแอปพลิเคชันแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนบริหารจัดการ (Back-End) และ ส่วนแสดงผล (Front-End) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ส่วนบริหารจัดการ (Back End)

หน้าจอของหัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน ต้องสร้างปฏิทินการดำเนินงานตรวจสอบประจำปี และ จัดการกิจกรรมการตรวจสอบในเมนูปฏิทินการดำเนินงาน โดยกำหนดวัน เดือน ปี ของปฏิทิน, ชื่อของนักตรวจสอบ, หน่วยรับผิดชอบ โดยกำหนดสีตามกลุ่มกิจกรรม, วันที่ในการตรวจสอบของแต่ละหน่วยรับผิดชอบ, กำหนดรายชื่อหัวหน้าทีมตรวจสอบ นักตรวจสอบภายใน และเพิ่ม ลบ แก้ไข จัดลำดับการตรวจสอบ แสดงได้ดัง Figure 11

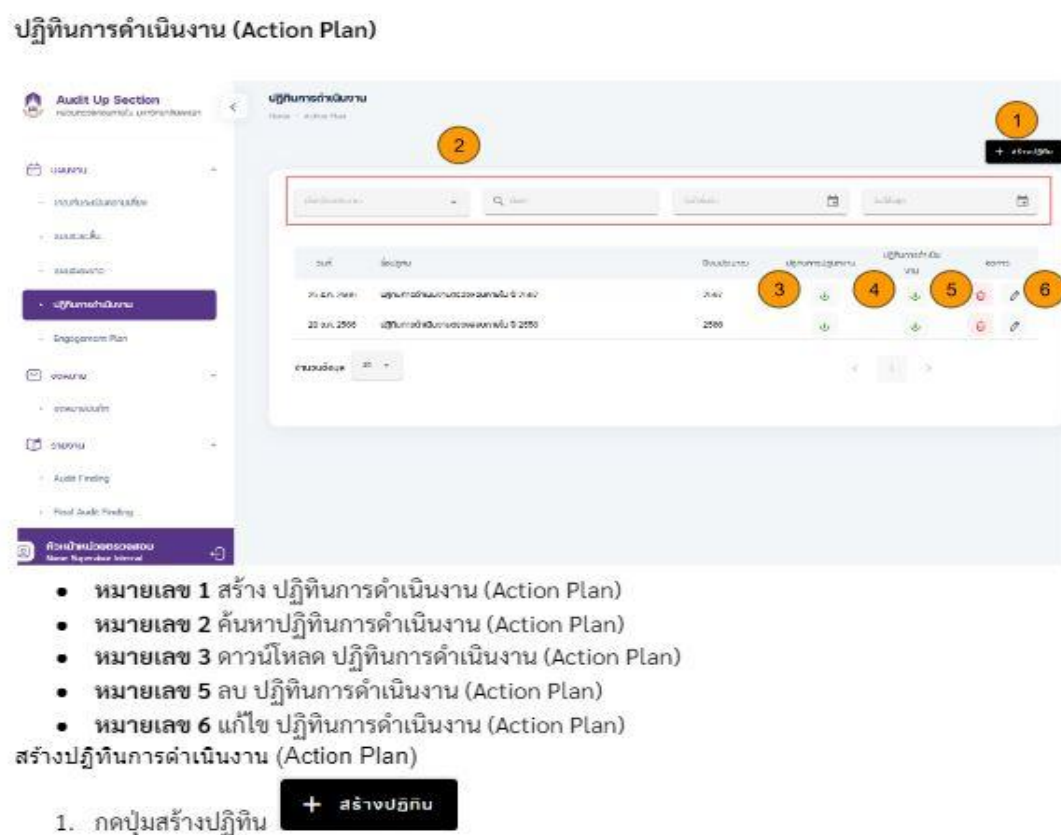


Figure 11 Create an Action Plan

หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายในสามารถค้นหารายการส่งงานและอนุมัติการส่งงานจากนักตรวจสอบภายใน และหัวหน้าทีมตรวจสอบภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีฟังก์ชันการอนุมัติและส่งคืนแก้ไขผ่านระบบได้ทันที ซึ่งการส่งงานแต่ละครั้งจะมีการแนบไฟล์เอกสารในรูปแบบ Word ซึ่งหัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายในสามารถดาวน์โหลดเพื่อแก้ไขและส่งกลับไปยังผู้รับผิดชอบได้โดยตรง รายละเอียดการทำงานของฟังก์ชันนี้แสดงได้ดัง Figure 12

การส่งงาน
Home - การส่งงาน

ระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน (Audit Tracking System)

เลือกปีงบประมาณ: ค้นหา: เลือกวันที่เริ่มต้น: เลือกวันที่สิ้นสุด:

ลำดับ	ผู้ตรวจ	หน่วยตรวจสอบ	กิจกรรม	สถานะ	จัดการ
1		โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา	ตรวจตามแผน	หัวหน้างานรับเอกสาร/รอตรวจเอกสาร	
2	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา	ตรวจตามแผน	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
3	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา	การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
4	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา	ตรวจตามแผน	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
5	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	สถาบันนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี	การจัดเก็บรายได้ การเก็บรักษาเงิน และการนำส่งเงิน	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
6	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	สถาบันนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี	การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
7	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	สถาบันนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี	การเก็บรักษาเงิน	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
8	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	สถาบันนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี	การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
9	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	กองบริหารงานวิจัย	การบริหารจัดการโครงการแหล่งทุนภายนอก	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
10	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	กองบริหารงานวิจัย	การบริหารจัดการโครงการแหล่งทุนภายนอก	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	
11	นางสาว... (ชื่อไม่ชัด)	โรงพยาบาลกันตธร	การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ	ส่งรายงานให้หัวหน้างานสอบทาน	

Figure 12 Submission screen for internal auditors and internal audit team leaders

นอกจากนี้ ได้มีการออกแบบหน้าจอ (UX/UI) สำหรับหัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายในยังสามารถเลือกและบันทึกสถานการณปฏิบัติงานของตนเองในระบบได้ โดยมีทั้งหมด 3 สถานะ ได้แก่ รับเอกสาร/รอตรวจเอกสาร, ส่งคืนแก้ไข และรายงานผ่านการตรวจสอบแล้ว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังนักตรวจสอบภายใน และหัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน ผ่านทางอีเมลของมหาวิทยาลัยโดยอัตโนมัติ รายละเอียดการทำงานแสดงได้ดัง Figure 13

หัวหน้างานเลือกสถานะ

แบบไฟล์แก้ไข

หัวหน้างานรับเอกสาร/รอตรวจเอกสาร

หัวหน้างานรับเอกสาร/รอตรวจเอกสาร

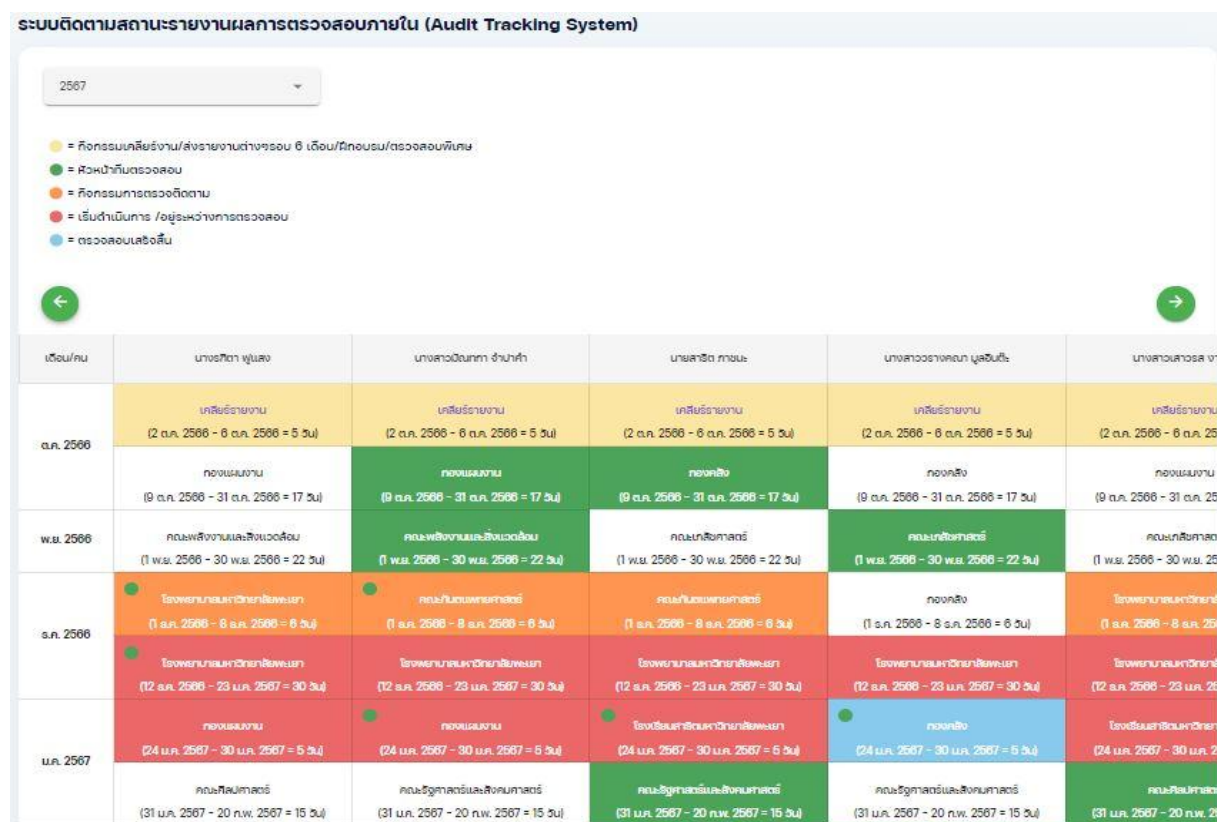
ส่งคืนแก้ไข

รายงานผ่านการตรวจสอบแล้ว

Figure 13 Performance status of the head of the internal audit unit

2.2.2 ส่วนแสดงผล (Front End)

ในส่วนแสดงผล (Front End) ผู้วิจัยได้ออกแบบให้หน้าแรกของระบบแสดงผลหน้าจอในรูปแบบปฏิทินดำเนินงาน เพื่อนำเสนอสถานะการตรวจสอบในรูปแบบปฏิทินรายเดือน (Monthly Calendar View) ซึ่งแสดงข้อมูลสำคัญที่กำหนดโดยหัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน ได้แก่ ผู้รับผิดชอบ หน่วยรับตรวจ กิจกรรม และกรอบเวลาการทำงานที่แตกต่างจากระบบติดตามงานทั่วไปคือการประยุกต์ใช้ รหัสสี (Color-Coding) ซึ่งเป็นจุดเด่นเชิงนวัตกรรมของระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อแสดงสถานะความก้าวหน้าของงานแบบเรียลไทม์ โดยเมื่อผู้ตรวจสอบบันทึกการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน สถานะบนปฏิทินจะเปลี่ยนสีโดยอัตโนมัติ เช่น สีแดงหมายถึงภารกิจที่อยู่ระหว่างดำเนินการ และสีฟ้าหมายถึงภารกิจที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว กลไกดังกล่าวส่งผลให้หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายในและผู้บริหารสามารถกำกับติดตามความก้าวหน้าของงานในภาพรวม (Overall Progress) ได้อย่างรวดเร็ว เป็นรูปธรรม และลดความคลาดเคลื่อนในการสื่อสาร (ดังแสดงใน Figure 14)



นอกจากนี้ระบบได้เพิ่มฟังก์ชันการติดตามสถานะการปฏิบัติงานในรูปแบบเส้นทางการทำงาน (Timeline) ที่แสดงจากล่างขึ้นบน ซึ่งช่วยให้หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายในและผู้บริหารสามารถติดตามความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลนี้ได้จากเมนูปฏิทินการดำเนินงาน สามารถเลือกดู Timeline ของนักตรวจสอบภายในและหัวหน้าทีมตรวจสอบภายในเป็นรายบุคคลได้ และยังสามารถเลือกชื่อหน่วยงานและชื่อผู้รับผิดชอบ เพื่อดูรายละเอียดความก้าวหน้าของงานในแต่ละขั้นตอนได้โดยง่ายและรวดเร็ว รายละเอียดการแสดงผล แสดงได้ดัง Figure 15

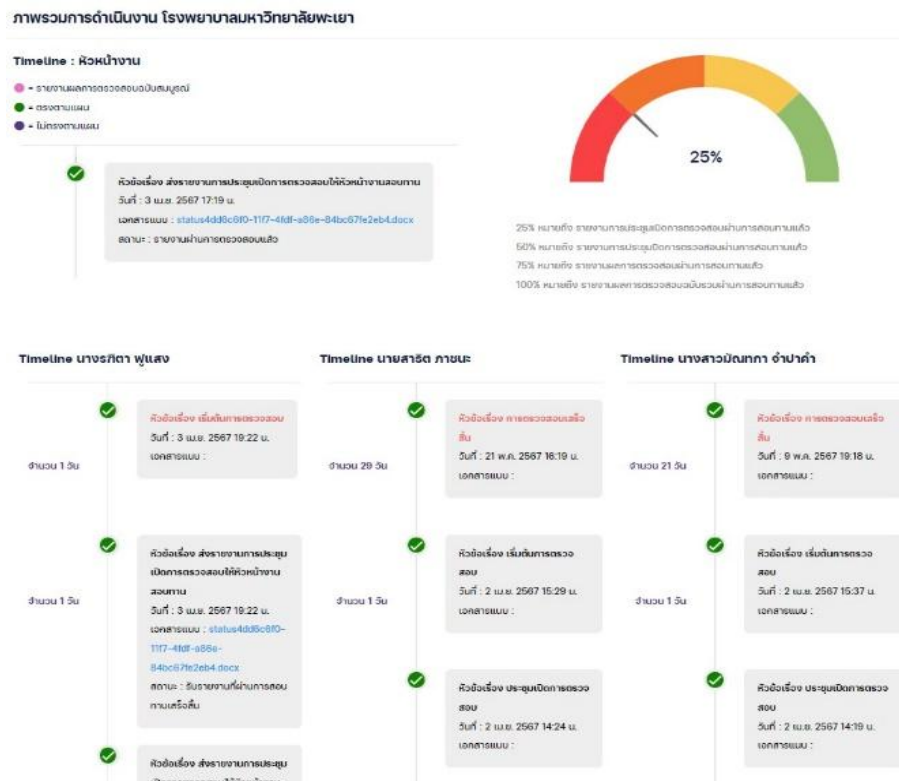


Figure 15 Timeline display screen

ระบบนี้มีเมนูสำหรับการขอเลื่อนส่งงาน โดยเป็นจุดเด่นและแตกต่างจากระบบอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งระบบจะแสดงรายการคำขออนุญาตจากนักตรวจสอบภายในและหัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน ที่ส่งให้แก่หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายในเพื่อพิจารณาอนุมัติ รายละเอียดของฟังก์ชันนี้แสดงได้ดัง Figure 16

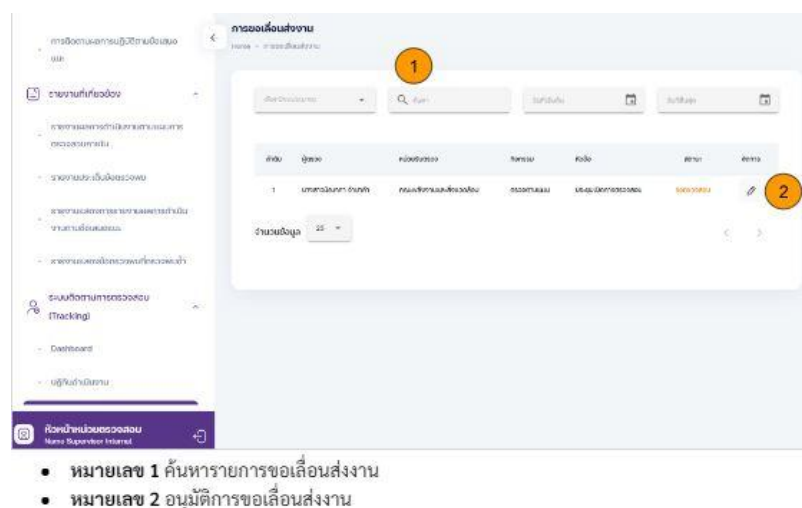


Figure 16 Internal Audit Supervisor's request for postponement of work submission screen

2.3 การแสดงผลรายงานและสถิติ

ระบบนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยกำหนดความรับผิดชอบและติดตามความสำเร็จของงานตรวจสอบภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการบันทึกข้อมูลอย่างครอบคลุมในทุกขั้นตอนของกระบวนการ เช่น วันที่เริ่มต้นและสิ้นสุดของงานที่สำคัญ รวมถึงหลักฐานที่รวบรวมระหว่างการตรวจสอบ ซึ่งช่วยให้กระบวนการตรวจสอบง่ายขึ้น และสามารถติดตามความก้าวหน้าการปฏิบัติงานได้แบบเรียลไทม์ (Timeline) นอกจากนี้ ระบบยังมีแดชบอร์ด (Dashboards) ที่แสดงผลสถิติความสำเร็จในการทำงานเป็นคำร้อยละและจำนวนรายงานผลการตรวจสอบภายในที่ดำเนินการเสร็จสิ้นจนได้เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์อย่างชัดเจน แสดงได้ดัง (Figure 17-19)

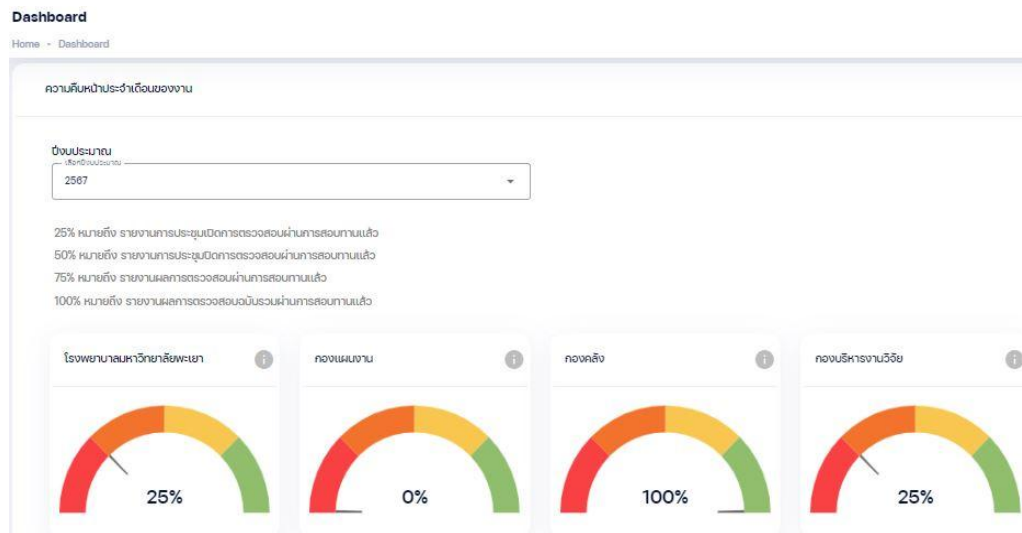


Figure 17 The screen shows the percentage of work progress

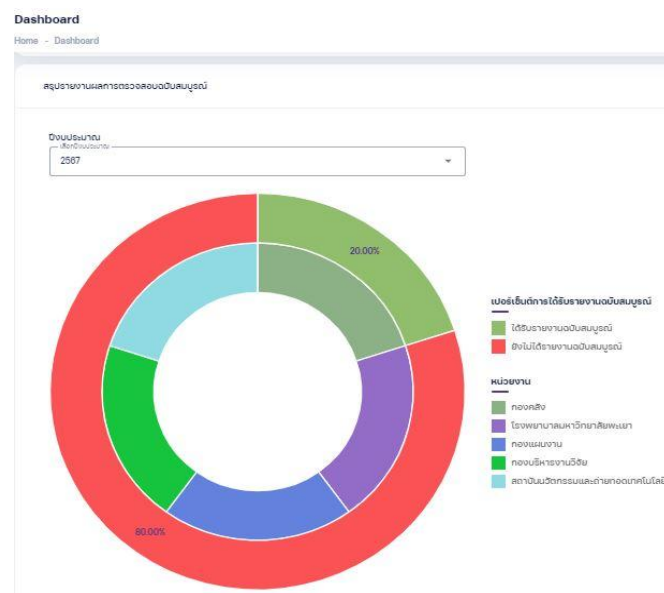


Figure 18 Screen showing percentage of total audit report for fiscal year 2024

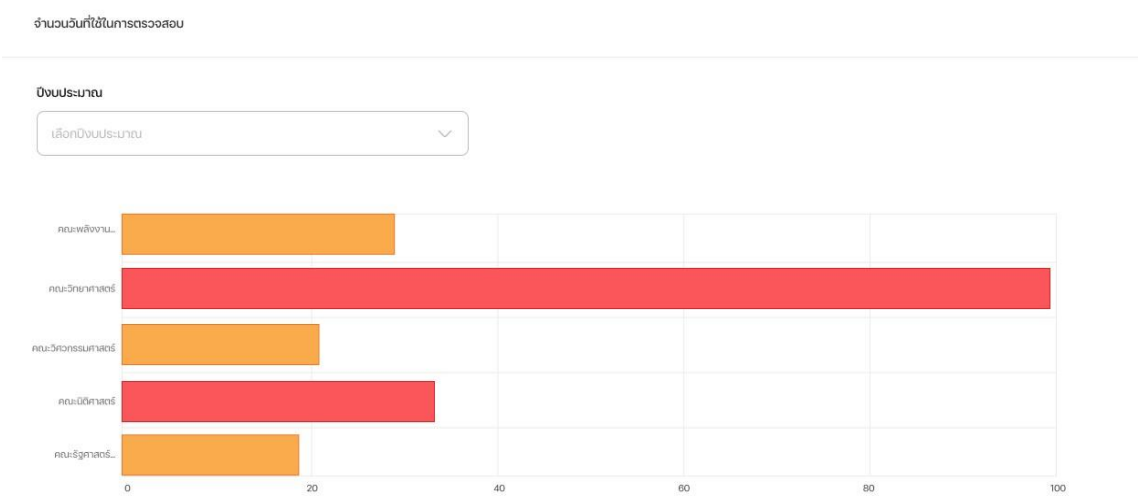


Figure 19 Statistics screen for the number of days used in inspecting each agency for fiscal year 2024

2.4. การทดสอบระบบ

หลังจากการติดตั้งระบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระบบใน 3 ระดับ เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาคือ 1) Unit Testing เป็นการทดสอบส่วนย่อยของระบบ เช่น การบันทึกข้อมูลการตรวจสอบและการอัปโหลดไฟล์ 2) Integration Testing เป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่างระบบย่อย เช่น การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลรายงานผลงาน Dashboards เมื่อเทียบกับระยะเวลาการตรวจสอบจริง และ 3) System Testing เป็นการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่าแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกันทั้งระบบ ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบทั้งหมดสรุปไว้ใน Table 2

3. ผลการประเมินระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน (ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

ผลการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน, ด้านประสิทธิภาพของระบบ และด้านคุณภาพของนวัตกรรม ดังนี้

1) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

Table 1 shows the results of the satisfaction assessment of the internal audit report status tracking system.

Satisfaction assessment issues		$\bar{x}$	S.D	Satisfaction level
1	System Performance	4.50	0.72	Most
2	System Usability	4.43	0.86	Most
3	System Management and Performance	4.71	0.54	Most
4	System Security	4.83	0.61	Most
5	System Usage and Utilization	4.71	0.58	Most
Total		4.64	0.62	Most

จากการประเมินของผู้ใช้งานจำนวน 6 คน พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ "มากที่สุด" โดยมีค่าเฉลี่ย 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62 ด้านที่ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดคือความปลอดภัยของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.83 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 สะท้อนให้เห็นว่าระบบนี้สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลได้อย่างดีเยี่ยม

2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

Table 2 shows the results of the evaluation of the efficiency of the internal audit report status tracking system.

System performance evaluation issues		$\bar{x}$	S.D	Efficiency level
1	Information system efficiency and utilization	4.86	0.25	Most
2	Information system components	5.00	0.00	Most
3	Data security	5.00	0.00	Most
Total		4.95	0.08	Most

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศจำนวน 3 คน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในระดับ "มากที่สุด" โดยมีค่าเฉลี่ย 4.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08 ส่วนประกอบของระบบและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลได้รับการประเมินในระดับสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 5.00 และในส่วนของการใช้ประโยชน์จากระบบก็ได้รับการประเมินในระดับสูงเช่นกัน มีค่าเฉลี่ย 4.86 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานและผู้บริหารได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับแนวคิดของ DeLone¹ and McLean (2003) ที่เสนอแบบจำลองความสำเร็จของระบบสารสนเทศ (Information System Success Model) ซึ่งระบุว่า คุณภาพของระบบ (System Quality) และคุณภาพของข้อมูล (Information Quality) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้และการนำระบบไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ ตารางที่ 1-2 กำหนดการแปลความหมายของช่วงคะแนนตามระดับความพึงพอใจ และระดับความคิดเห็นของผู้ประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ Srisa-ard (2017)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.50 – 5.00	หมายความว่า	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.50 – 4.49	หมายความว่า	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.50 – 3.49	หมายความว่า	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.50 – 2.49	หมายความว่า	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 – 1.49	หมายความว่า	ระดับน้อยที่สุด

3) ผลการประเมินคุณภาพของนวัตกรรม

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบภายในจำนวน 3 คน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.92 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบมีคุณภาพและเหมาะสมในการใช้งานด้านการตรวจสอบภายใน เป็นไปตามแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรม เพื่อหาค่า IOC และตารางวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต้นนวัตกรรม ปริญา น้อยดอนไพร (2558) โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยแก้ไขปัญหาในการติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการติดตามความก้าวหน้าการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน ตามกระบวนการด้านการตรวจสอบภายในของมหาวิทยาลัยพะเยาได้อย่างเป็นรูปธรรม

Table 3 shows the results of the analysis of experts' opinions on the innovation quality assessment questionnaire

List of comments	Estimate expert opinions			IOC value	meaning
	Person 1	Person 2	Person 3		
1. Appropriateness of the work process improvement concept	+1	+1	+1	1.0	Usable
2. Appropriateness of the audit and monitoring methods	+1	+1	+1	1.0	Usable
3. Appropriateness of the infographic presentation of the work tracking path	+1	+1	+1	1.0	Usable
4. The system is suitable for planning work and monitoring the work status of internal auditors and the head of the internal audit unit	0	+1	+1	0.67	Usable
5. The system is suitable for management to control and monitor the work status of internal auditors and the head of the internal audit unit	+1	+1	+1	1.0	Usable
6. The system's language and font size are appropriate	+1	+1	+1	1.0	Usable
7. The system is consistent and suitable for using the results of the analysis of results/actions	+1	+1	+1	1.0	Usable
8. The system is suitable for displaying data, images, and content	+1	+1	+1	1.0	Usable
9. The system is suitable for designing data visualizations/statistics of work data at various stages	+1	+1	+1	1.0	Usable
10. The system is suitable for the work development process	+1	+1	+1	1.0	Usable
11. The system is suitable for the current situation and the problems of submitting audit reports and monitoring progress	+1	+1	0	0.67	Usable
12. Appropriateness for improving/developing a new system	+1	+1	+1	1.0	Usable
13. Appropriateness for using knowledge and creativity (Knowledge and Creativity Idea)	+1	+1	0	0.67	Usable

$$\text{IOC value} = \frac{1.0+1.0+1.0+0.67+1.0+1.0+1.0+1.0+1.0+1.0+0.67+1.0+0.67}{13}$$

$$= \frac{12.01}{13} = 0.92 \text{ (Usable)}$$

13

สรุป

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คือ ระบบมีคุณภาพ เหมาะสม และใช้ได้ (The system is of high quality, appropriate and usable.)

สรุปได้ว่า ระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา เป็นนวัตกรรมที่มีคุณภาพและเหมาะสมต่องานด้านการตรวจสอบภายใน และใช้งานได้จริง

Conclusion and Discussion

การพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อคือ เพื่อกำหนดแบบระบบ, พัฒนาระบบ และประเมินผลระบบ โดยใช้ระเบียบวิธีพัฒนาระบบตามวงจรชีวิตการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นกรอบในการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เริ่มตั้งแต่การศึกษาปัญหาและออกแบบระบบโดยรวบรวมความต้องการจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ นักตรวจสอบภายใน, หัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน, หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน และผู้บริหาร นำไปสู่การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบผ่านแผนผังบริบท (Context Diagram) และแผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD) ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การพัฒนาระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา TypeScript ระบบสามารถบันทึกความก้าวหน้าการปฏิบัติงาน, แสดงผลแบบเวลาจริง (Timeline), จัดเก็บหลักฐานเชิงประจักษ์ในแต่ละช่วงเวลา และแปลงข้อมูลสู่รูปแบบสถิติเชิงวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจของผู้บริหาร โดยก่อนนำระบบมาให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องใช้งานจริง มีการนำระบบที่พัฒนามาทำการทดสอบ 3 ระดับ คือ 1) Unit Testing, 2) Integration Testing และ 3) System Testing เพื่อดันหาจุดผิดพลาดและจุดบกพร่องของระบบ ซึ่งถือเป็นการตอบสนองวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 ในการออกแบบและพัฒนาระบบที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานและกระบวนการทำงานจริงได้อย่างสมบูรณ์

ผลการประเมินระบบซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 จากกลุ่มผู้ประเมิน 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) กลุ่มผู้ใช้งานระบบ (นักตรวจสอบภายใน, หัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน, หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน และผู้บริหาร) จำนวน 6 คน ได้ประเมินความพึงพอใจ 5 ด้านดังนี้ (1) ด้านการแสดงผลของระบบ, (2) ด้านการใช้งานของระบบ, (3) ด้านการบริหารจัดการและประสิทธิภาพของระบบ, (4) ด้านความปลอดภัยของระบบ และ (5) ด้านการใช้งานระบบและการใช้ประโยชน์ของระบบ โดยผลการประเมินพบว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McCumber, J. (2005) ที่เน้นย้ำความสำคัญของความปลอดภัยของข้อมูลในระบบสารสนเทศ และเป็นไปตามหลักการควบคุมภายในของ COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 2013) ที่เน้นการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลตามหน้าที่ความรับผิดชอบ (Segregation of Duties) เพื่อลดความเสี่ยงจากการใช้ข้อมูลในทางที่ไม่เหมาะสม 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 3 คน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านส่วนประกอบของระบบสารสนเทศและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ที่ได้คะแนนประเมินสูงสุดเท่ากัน ส่วนด้านประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศและการใช้ประโยชน์ของระบบ มีค่าเฉลี่ยรองลงมาเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญ ในทางสถิติ ค่าที่ห่างกันระดับ 0.14 ผู้วิจัยและพัฒนาไม่ควรที่จะมองข้ามควรปรับปรุงและพัฒนาการทำงานของระบบให้รองรับการทำงานได้ในทุกด้านให้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด และ 3) ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบภายในจากมหาวิทยาลัยในเครือข่ายนักตรวจสอบภายใน จำนวน 3 คน ซึ่งประเมินโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าเฉลี่ยที่ 0.92 ยืนยันว่านวัตกรรมนี้มีคุณภาพและความเหมาะสม และใช้ได้จริง จากผลการประเมินที่อยู่ในระดับมากที่สุดในทุกมิตินี้เป็นเครื่องพิสูจน์ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริง แต่มีข้อจำกัดสำคัญของระบบที่พัฒนาขึ้น คือ ยังขาดความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงเชิงรุก (Proactive Risk

Assessment) ส่งผลให้การวางแผนและคัดเลือกประเด็นการตรวจสอบในแต่ละรอบยังคงต้องอาศัยดุลยพินิจของบุคลากรเป็นหลัก

จากผลการวิจัยและการประเมินข้างต้น สามารถอภิปรายได้ว่าผลสำเร็จของระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายในนี้ มีปัจจัยสำคัญมาจากการวิเคราะห์และออกแบบที่เข้าใจปัญหาอย่างแท้จริงและยึดความต้องการของผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design) ทำให้ระบบสามารถแก้ไขปัญหาและลดช่องว่างในกระบวนการทำงานแบบเดิมได้อย่างตรงจุด การนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าในรูปแบบ Dashboard และ Timeline ช่วยเพิ่มความโปร่งใสในการปฏิบัติงาน ข้อดี คือ ทำให้หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายในสามารถติดตามและบริหารจัดการงานของทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน ผู้บริหารสามารถเข้าถึงข้อมูลเชิงสรุปที่ถูกต้องและรวดเร็วเพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ได้อย่างทันท่วงที ดังนั้น นวัตกรรมนี้จึงเป็นเครื่องมือการทำงานด้วยเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นการนำแนวคิด Audit 4.0 มาปรับใช้อย่างเป็นรูปธรรม ตามที่ Dai and Vasarhelyi (2016) ได้นำเสนอไว้ โดยเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพ (Efficiency), ประสิทธิภาพ (Effectiveness) และหลักธรรมาภิบาล (Good Governance) ของหน่วยตรวจสอบภายใน ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการปฏิบัติงานวิชาชีพการตรวจสอบภายในสากล และมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กรอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงกันต่อไป

การประยุกต์ใช้

ระบบติดตามสถานะรายงานผลการตรวจสอบภายใน กรณีศึกษามหาวิทยาลัยพะเยานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานตรวจสอบภายในขององค์กรอื่น ๆ โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษาที่มีลักษณะการดำเนินงานคล้ายคลึงกับมหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Ardoq (2024) ที่ได้อธิบายไว้ว่าสถาปัตยกรรมองค์กร (Enterprise Architecture) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้องค์กรเข้าใจโครงสร้างและกระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้นในการปรับปรุงการทำงานขององค์กร และการถ่ายทอดแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ระหว่างองค์กร การออกแบบระบบโดยใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับนวัตกรรมในบริบทปัจจุบัน และการคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้งานเป็นสำคัญทำให้ระบบนี้มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับให้เข้ากับบริบทขององค์กรที่แตกต่างกันได้ นอกจากนี้ การแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ นักตรวจสอบภายในและหัวหน้าทีมตรวจสอบภายใน, หัวหน้าหน่วยตรวจสอบภายใน, ผู้บริหาร และผู้ดูแลระบบ สะท้อนให้เห็นถึงการออกแบบที่คำนึงถึงโครงสร้างองค์กรและลำดับชั้นการบังคับบัญชา ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของหน่วยงานราชการและองค์กรขนาดใหญ่ ทำให้ง่ายต่อการนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับองค์กรของตนเอง

Suggestion

1. ควรพัฒนาระบบในรูปแบบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application) เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการเข้าถึง
2. ควรพิจารณาเชื่อมโยงระบบเข้ากับระบบสารสนเทศอื่น ๆ ของมหาวิทยาลัย เช่น ระบบบริหารความเสี่ยง เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการเลือกหัวข้อที่สำคัญในการตรวจสอบภายในในแต่ละหน่วยงาน
3. ควรเพิ่มฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก (Data Analytics) เพื่อคาดการณ์ความเสี่ยงหรือแนวโน้มของปัญหาในการตรวจสอบภายในที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

Acknowledgements

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยพะเยา และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือทุกท่านมา ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแต่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ เชี่ยวสุวรรณ รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยพะเยา ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะและแนวทางการดำเนินงานวิจัยที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทำนี่ย่ขอขอบคุณ คุณเพชร พงษ์เฉย ตำแหน่งนักวิชาการโสตทัศนศึกษา สังกัดสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยพะเยา สำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับแนวคิดการติดตามผลการปฏิบัติงาน ตลอดจนข้อมูลสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

References

- Ardoq. (2024, March 27). What is enterprise architecture (EA)? A top guide to definition, process, and best practices. From <https://www.ardoq.com/knowledge-hub/what-is-enterprise-architecture>.
- Chalermmeeprasert, C. (2003). *Concepts in controlling and evaluating strategic plans*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Chanpen, S., & Intharasi, T. (2023). The application of blockchain technology with IoT in the internal audit process tracking system of educational institutions. *Journal of Management Sciences, Nakhon Pathom Rajabhat University*, 10(2), 433–447. (in Thai)
- Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. (2013). *Internal control—Integrated framework*. COSO. From <https://www.coso.org/guidance-on-ic>.
- Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Imagineering Audit 4.0. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(1), 1–15. From <https://doi.org/10.2308/jeta-10494>.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. From <https://doi.org/10.2307/249008>.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30. From <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.1104574807421222.2003.11045748>.
- Endaya, K. A., & Hanefah, M. M. (2016). Internal auditor characteristics, internal audit effectiveness, and moderating effect of senior management. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 32(2), 160–176. From <https://doi.org/10.1108/JEAS-07-2015-0023>.
- Lenz, R., & Hahn, U. (2015). A synthesis of empirical internal audit effectiveness literature pointing to new research opportunities. *Managerial Auditing Journal*, 30(1), 5–33. From <https://doi.org/10.1108/MAJ-08-2014-1072>.
- Lumdee, N. (2018). Development of a research progress tracking system: Faculty of Science and Public Health, Rajaburk University. *Thonburi University Academic Journal (Science and Technology)*, 2(1), 71–80. (in Thai)

- McCumber, J. (2005). *Assessing and managing security risk in IT systems: A structured methodology*. Auerbach Publications. From <https://doi.org/10.1201/9780203490426>.
- Ministry of Finance. (2018). *Internal audit standards and code of ethics for internal audit of government agencies, B.E. 2561*. Retrieved July 31, 2025, From <https://audit.up.ac.th/มาตรฐานการตรวจสอบภายใน/>. (in Thai)
- Nilpeng, N., Worawong, W., Sirirojporn, K., Sinthubua, S., & Tuichan, U. (2020). The use of knowledge management processes in education quality assurance operations. *Journal of Social Science and Buddhist Anthropology*, 5(10), 1–16. From <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSBA/article/view/243927>. (in Thai)
- Noidonprai, P. (2015). *Creating an innovation quality assessment form to determine the IOC value*. Suratthani Rajabhat University. From <https://freebsd.sru.ac.th/course/4012605-MULTIMEDIA-TECHNOLOGY/CAI/IOC.doc>. (in Thai)
- Phetchsuwan, V., & Wongsingthong, S. (2021). Development of a tracking system for the internal audit process of local government organizations using cloud computing technology with automatic notification techniques. In *Proceedings of the 13th National Conference on Information Technology (NCIT2021)* (pp. 247–254). Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)
- Prangmook, T. (2018). *Quality inspection of learning innovations*. From <https://adorablenan.wordpress.com/2018/01/06/8-การตรวจสอบ-ประเมินคุณภาพ/>. (in Thai)
- Rabueram, C., & Nanthawong, K. (2017). *Weekly work tracking system for employees of Numplus Co., Ltd.* [Cooperative education report]. Department of Computer Science, Faculty of Science, Siam University. (in Thai)
- Rattanathirakul, A., Charpen, S., & Intharasit, T. (2022). Applied research on the development of a tracking and evaluation system for internal audits for public higher education institutions by integrating the agile methodology concept in system development. *Journal of Modern Learning Development*, 7(6), 231–246. From <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/JMLD/article/view/261053>. (in Thai)
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Ruangsirirattanakul, C., & Phongphanich, N. (2024). The development of an automated internal audit reporting system using AI and machine learning technologies for large educational institutions. *Journal of Innovation and Management Science*, 5(2), 88–102. (in Thai)
- Srisa-ard, B. (2017). *Kanwichai buangton* (10th ed.). Suwiriyan. (in Thai)
- Taron, S. (2011). *Project work tracking system: A case study of the data preparation group, Information and Communication Technology Center, National Statistical Office* [Independent study]. Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Thammawatcharakorn, N. (2019). *Development of an information system for tracking external research funds of Rajamangala University of Technology Thanyaburi* [Research journal]. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Tiyaw, S. (2000). *Concepts and principles in performance control and monitoring (4 steps)*. Thammasat University Press. (in Thai)
- Udomthanatheera, K. (2019). *System Development Life Cycle (SDLC)*. Logistics. (in Thai)

Worabut, P., Khonsungnoen, S., & Suradee, T. (2020). *Development of a digital performance tracking and evaluation system for Nakhon Ratchasima Rajabhat University*. Research and Development Institute, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. (in Thai)

การพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์

ชนิตา ชูจิตร¹, กรณ์ดนัย วุฒิ¹ และ เสถียร หันตา^{1*}

Development of Fall Detection System for Elderly with Computer Vision

Chanita Chujit¹, Korndanai Wutti¹ and Sathien Hunta^{1*}

¹ School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

* Corresponding author: sathien.hu@up.ac.th

Received: 21 July 2025; Revised: 25 September 2025; Accepted: 21 October 2025

บทคัดย่อ

ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการล้ม งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์เพื่อเฝ้าระวัง และดูแลความปลอดภัยของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพัง โดยใช้กล้องติดตั้งภายในบริเวณบ้านเพื่อจับภาพ ทำการอ่านเฟรมภาพแบบเรียลไทม์ด้วย OpenCV และประมวลผลภาพผ่าน Media Pipe วิเคราะห์ท่าทางของร่างกายจากจุดโครงร่าง จำนวน 33 จุด เพื่อตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะเสี่ยงต่อการล้มได้ โดยการจับเวลาในช่วงที่มีการเคลื่อนไหวลงสู่พื้นอย่างรวดเร็ว

ผลการทดสอบผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์การล้มในทิศทางต่าง ๆ ได้แก่ ล้มทางซ้าย ล้มทางขวา ล้มคว่ำหน้า และล้มหงายหลัง แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจจับท่าทางการล้มได้ความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 90 ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อช่วยเฝ้าระวังความปลอดภัยของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพัง และลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจากการล้มที่ไม่ได้รับความช่วยเหลืออย่างทันท่วงทีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบเฝ้าระวังและป้องกันอุบัติเหตุสำหรับผู้สูงอายุ และเป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจศึกษาและต่อยอดเทคโนโลยีด้านการดูแลสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, การตรวจจับการล้ม, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง , คอมพิวเตอร์วิทัศน์

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

Elderly individuals are particularly susceptible to fall-related accidents, especially those living alone. This study proposes the development of a computer vision-based fall detection system designed to enhance personal safety through real-time monitoring. The system integrates indoor video surveillance using OpenCV and processes the captured frames via Media Pipe to extract and analyze human postures based on 33 skeletal landmark points. Fall detection is achieved by identifying abrupt downward movements toward the ground, measured in terms of both direction and duration.

Experimental simulations covering various fall scenarios—namely forward, backward, leftward, and rightward—demonstrated that the system achieved an average detection accuracy of 90%. These findings underscore the system's potential to reduce the risk of injury among elderly individuals by enabling timely intervention in the event of a fall. It is anticipated that the outcomes of this research will contribute to the advancement of intelligent fall detection technologies and provide a foundation for future developments in elderly care and health monitoring systems.

Keywords: Elderly person, Fall detection, Internet of things, Computer vision

Introduction

ปัจจุบันสังคมไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) สัดส่วนของประชากรที่อายุ 60 ปีขึ้นไปมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งประเทศไทย และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2566) อายุที่เพิ่มมากขึ้นมาพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงทั้งร่างกาย จิตใจ และสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ ทั้งใน ด้านสุขภาพ และด้านความปลอดภัย อุบัติเหตุที่พบได้บ่อยในกลุ่มผู้สูงอายุ การหกล้มเป็นสาเหตุของการบาดเจ็บ กระดูกหัก (Leelathian & Phararat, 2024) และพิการอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ หากไม่ได้รับการช่วยเหลือทันท่วงที (World Health Organization, 2021) ผู้สูงอายุที่ล้มโดยไม่มีผู้พบเห็น หรือไม่สามารถขอความช่วยเหลือได้ทันท่วงที (Nualtim et al., 2023) ใช้เวลานานหลายชั่วโมงกว่าจะมีคนพบเห็น ความล่าช้าในการช่วยเหลือส่งผลต่ออัตราการอัตราการฟื้นตัว และคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ (Delahoz & Labrador, 2014) การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเฝ้าระวัง และดูแลความปลอดภัยของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพังจึงเป็นเรื่องที่ควรได้รับความสำคัญอย่างยิ่ง โดยการประยุกต์ใช้ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) (Rattanapratum et al., 2025)

ในการพัฒนาระบบดูแลสุขภาพ โดยการเฝ้าระวังพฤติกรรมของผู้สูงอายุภายในที่พักอาศัย โดยไม่รบกวนการดำเนินชีวิตประจำวัน ช่วยเพิ่มความปลอดภัย และเสริมสร้างความมั่นใจให้แก่สมาชิกในครอบครัวที่ไม่สามารถดูแลได้ตลอดเวลา การตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุจึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถติดตามพฤติกรรม และสภาพร่างกายได้อย่างใกล้ชิด (Abdul Rahman et al., 2021) มีการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มหลากหลายรูปแบบ โดยหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความนิยมคือการนำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ในการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ (Chung et al., 2023) เพื่อประเมินความเสี่ยงและโอกาสที่จะเกิดการล้มอย่างแม่นยำ ช่วยลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บรุนแรงที่อาจเกิดจากการล้มโดยไม่ได้รับความช่วยเหลืออย่างทันท่วงที (Yacchirema et al., 2018) อุปกรณ์เหล่านี้ควรมีความสามารถในการติดตามการเคลื่อนไหวในอิริยาบถต่าง ๆ และประเมินลักษณะกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจบ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการล้ม (Zhang et al., 2022) มีการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับการล้มในรูปแบบต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์สวมใส่เซ็นเซอร์ตรวจจับความเร่ง (accelerometer) กล้องวงจรปิด หรือ

ระบบที่รวมเซนเซอร์หลายประเภทเข้าด้วยกัน ได้รับความสนใจ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) ร่วมกับ AI และ IoT มาร่วมพัฒนา เพื่อให้สามารถตรวจจับพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการล้ม ได้จากภาพวิดีโอหรือภาพเคลื่อนไหวโดยตรง (Zereen et al., 2021) โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ติดตัว โดยจะอาศัยกล้องเพียงตัวเดียวร่วมกับวิเคราะห์ภาพแบบเรียลไทม์ เช่น การตรวจจับจุดโครงร่างร่างกาย (Pose Estimation) และการวิเคราะห์ท่าทาง (Posture Analysis) ช่วยให้สามารถคาดการณ์พฤติกรรมที่เข้าข่ายการล้มได้อย่างแม่นยำ และไม่รบกวนกิจวัตรของผู้สูงอายุเพื่อให้สามารถตรวจจับพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการล้มได้อย่างแม่นยำ โดยไม่ต้องพึ่งพาอุปกรณ์สวมใส่ตลอดเวลา

การวิจัยนี้ ได้นำเสนอระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เพื่อตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบที่สามารถตรวจจับพฤติกรรมที่เข้าข่าย การล้ม แบบเรียลไทม์ โดยไม่ต้องอาศัยการติดตั้งเซนเซอร์บนร่างกาย สร้างความสะดวกไม่ขัดขวางการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ ระบบเริ่มต้นจากการติดตั้ง กล้อง ภายในบริเวณบ้านหรือพื้นที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ โดยกล้องจะทำหน้าที่จับภาพเคลื่อนไหวแบบเรียลไทม์อย่างต่อเนื่อง จากนั้นใช้ OpenCV ทำหน้าที่อ่านเฟรมจากวิดีโอแบบเรียลไทม์ และส่งข้อมูลภาพเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ Media Pipe ตรวจจับลักษณะของร่างกายจากภาพ Media Pipe จะทำการระบุตำแหน่งของ จุดโครงร่างร่างกาย ทั้งหมด 33 จุด ครอบคลุมจุดสำคัญ เช่น ศีรษะ ไหล่ สะโพก เข่า และข้อเท้า จุดเหล่านี้จะถูกใช้ในการคำนวณท่าทาง และประเมินลักษณะการเคลื่อนไหวใน แนวแกน Y แสดงถึงการเคลื่อนไหวตัวขึ้นหรือลงของร่างกาย เมื่อระบบตรวจพบมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดสำคัญบางจุดในแนวตั้งลงสู่พื้น ในระยะเวลารวดเร็ว จะถือว่าเหตุการณ์นั้นเป็น การล้ม ระบบยังมีการ จับเวลาระยะเวลาการล้ม ตั้งแต่เริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงของท่าทางจนถึงตำแหน่งต่ำสุดของร่างกาย เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ ในการจำแนกเหตุการณ์การล้ม ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับ

โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าการพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์ จะเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความปลอดภัยให้กับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพัง ลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุที่อาจไม่ได้รับความช่วยเหลืออย่างทันท่วงที เพื่อให้ครอบครัวหรือผู้ดูแลสามารถรับทราบเหตุการณ์ได้ในเวลาจริง ช่วยเพิ่มโอกาสในการเข้าช่วยเหลืออย่างรวดเร็วและลดผลกระทบจากการบาดเจ็บที่รุนแรง นอกจากนี้ ระบบยังสามารถต่อยอดเพื่อสนับสนุนการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุในระยะยาว ทั้งในด้านการวิเคราะห์พฤติกรรมประจำวัน การติดตามภาวะเสี่ยง และการเชื่อมโยงกับแพลตฟอร์มสุขภาพดิจิทัลอื่น ๆ เพื่อสร้างระบบเฝ้าระวังแบบองค์รวมที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

Objectives

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุโดยใช้ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Performance Evaluation of Models) ในการประยุกต์ใช้ Media Pipe

ของระบบ

Relevant Concepts and Theories

การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้ง นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขอบเขตความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยอินเทอร์เนตของสรรพสิ่ง ด้านนิยามของผู้สูงอายุ ลักษณะทางกายภาพ ปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม เทคโนโลยีการตรวจจับพฤติกรรม และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ผู้สูงอายุ ตามพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 หมายถึง บุคคลที่มีสัญชาติไทยและมีอายุตั้งแต่ 60 ปี บริบูรณ์ขึ้นไป ทั้งนี้ผู้สูงอายุมีลักษณะแตกต่างกัน จะมีความแตกต่างกันไปตามช่วงอายุ โดยแบ่งกลุ่มผู้สูงอายุไว้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้สูงอายุตอนต้น อายุ 60 – 69 ปี เป็นผู้สูงอายุที่ยังมีกำลังช่วยเหลือตนเองได้ กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้สูงอายุตอนกลาง อายุ 70 – 79 ปี เป็นผู้สูงอายุที่เริ่มมีอาการเจ็บป่วย ร่างกายเริ่มอ่อนแอ มีโรคประจำตัวหรือ

โรคเรื้อรัง และ กลุ่มที่ 3 กลุ่มผู้สูงอายุตอนปลาย อายุ 80 ปีขึ้นไป เป็นผู้สูงอายุที่เจ็บป่วยบ่อยขึ้น อวัยวะเสื่อมสภาพ และ อาจมีภาวะทุพพลภาพ

การจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุตามศักยภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้ประยุกต์เกณฑ์การประเมินความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวัน หรือ ดัชนีบาร์เธลเอดีแอล (Barthel ADL Index) ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ดิดสังคม ผู้สูงอายุที่ช่วยเหลือตนเองได้สามารถช่วยเหลือผู้อื่น สังคม และชุมชนได้ สามารถเดินขึ้นบันไดเองโดยไม่ต้องช่วยเหลือ เดินออกนอกบ้านได้ เดินตามลำพังบนทางเรียบได้ รับประทานอาหารด้วยตนเองได้ดี ใช้สื่งด้วยตนเองได้อย่างเรียบร้อย กลุ่มที่ 2 ดิดบ้าน ผู้สูงอายุกลุ่มที่ช่วยเหลือตนเองได้บ้าง ไม่สามารถเดินตามลำพังบนทางเรียบได้ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือ ต้องการความช่วยเหลือขณะรับประทานอาหาร ต้องการความช่วยเหลือพาไปห้องน้ำ กลุ่มที่ 3 ดิดเตียง ผู้สูงอายุที่ป่วยและช่วยเหลือตนเองไม่ได้ พักการหรือทุพพลภาพไม่สามารถย้ายตนเองขณะนั่งได้ ไม่สามารถหยิบได้ในท่านอน การรับประทานอาหารกลืนลำบาก แม้ว่าผู้ดูแลจะป้อนอาหารให้ ต้องขยับภายในท่านอนหรืออยู่บนเตียงสวมใส่ผ้าอ้อมตลอดเวลาต้องเปลี่ยนผ้าอ้อมประจำ (Department of Health, Ministry of Public Health, 2021)

เมื่อร่างกายของผู้สูงอายุเริ่มมีการเสื่อมสภาพลง ไม่ว่าจะเป็น สมอ ง สายตา กล้ามเนื้อ กระดูก และ ข้อ ขาดความหนาแน่นของมวลกระดูก ทำให้กระดูกเปราะและแตกหักได้ง่าย โดยเฉพาะกระดูกสันหลัง กระดูกข้อสะโพก และกระดูกข้อมือ ทำให้เกิดการหกล้มและบาดเจ็บได้ง่าย ซึ่งหากไม่ได้รับการรักษาที่เหมาะสมในเวลาที่เหมาะสม อาจต้องพบกับภาวะแทรกซ้อนตามมามากมาย และการสูญเสียการทรงตัวของผู้สูงอายุ ทำให้แขน ขา ศีรษะ หรือส่วนอื่น ๆ เกิดการกระแทกกับพื้นหรือสิ่งของต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บทั้งมากและน้อย กรณีที่เลวร้ายที่สุดคือการเสียชีวิต โดยเกิดจากปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัจจัยเสี่ยงภายใน เช่น การเปลี่ยนแปลงด้านสายตาของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะปัญหาสายตาวาย และโรคต้อ ทำให้ผู้สูงอายุมองเห็นไม่ชัด จึงเกิดการหกล้มได้ หรือ ข้อต่อ และ เอ็นอ่อนแอหลง ทำให้ผู้สูงอายุมีปัญหาในการทรงตัว ปัสสาวะบ่อย ปัสสาวะเล็ด หรือโรคแทรกซ้อนบางชนิดที่ส่งผลต่อการหกล้ม เช่น โรคหลอดเลือด โรคพาร์กินสัน การใช้ยาบางชนิดที่ทำให้ผู้สูงอายุหกล้มเนื่องจากฤทธิ์ของยาทำให้เกิดอาการง่วงหรืออาการง่วงได้ และ ปัจจัยภายนอกที่เป็นสภาพแวดล้อมรอบตัวผู้สูงอายุ เช่น พื้นบ้านที่ลื่นหรือมีสิ่งกีดขวางบริเวณทางเดินทำให้ผู้สูงอายุมีอุปสรรคในการเดิน ขึ้นบันไดที่สูงและชัน พื้นในห้องน้ำที่เปียก รองเท้าที่ลื่นไม่สามารถยึดเกาะพื้นได้ ส่งผลให้ผู้สูงอายุสะดุดหกล้มได้ง่าย (Department of Older Persons, 2021)

ในส่วนของการจับภาพ องค์ประกอบหลักของกล้องประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ เลนส์ (Lens), เซ็นเซอร์รับภาพ (Image Sensor) และหน่วยประมวลผล (Processor) โดยเลนส์จะทำหน้าที่โฟกัสแสงไปยังเซ็นเซอร์ จากนั้นหน่วยประมวลผลจะทำการแปลงสัญญาณแสงที่รับมาให้เป็นข้อมูลดิจิทัล และส่งต่อไปยังระบบที่เชื่อมต่อ (Lenovo, 2025) ความสามารถนี้ไปสู่การประยุกต์ใช้ในระบบอัจฉริยะ เช่น ระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ ในการจับภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อระบุเหตุการณ์ผิดปกติอย่างแม่นยำ มีต้นทุนต่ำ ติดตั้งง่าย และไม่สร้างภาระให้กับผู้ใช้งาน เช่น ไม่ต้องสวมใส่อุปกรณ์บนร่างกาย จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ลำพัง ทั้งยังสามารถทำงานร่วมกับระบบ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อตรวจจับเหตุการณ์แบบเรียลไทม์ (Alam et al., 2023)

ในส่วนของการทำงานของกล้อง จะใช้ OpenCV (Open Source Computer Vision Library) เป็นไลบรารีโอเพนซอร์สที่พัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนงานด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ทั้งในเชิงวิชาการ และเชิงอุตสาหกรรม ไลบรารีนี้ได้รับความนิยมจากองค์กรขนาดใหญ่ เช่น Google และ NVIDIA ตลอดจนสตาร์ทอัพ ด้านเทคโนโลยีจำนวนมากทั่วโลก OpenCV ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้บนหลายแพลตฟอร์ม ได้แก่ Windows, Linux, macOS และ Android รองรับภาษาการเขียนโปรแกรมหลักอย่าง C++, Python, Java และ MATLAB จุดแข็งของ OpenCV มีอัลกอริทึมที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพในการทำงานแบบเรียลไทม์ เช่น

การจดจำใบหน้า การติดตามการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ สามารถปรับใช้ร่วมกับเทคโนโลยีเร่งการประมวลผล เช่น CUDA และ OpenCL ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบตรวจจับพฤติกรรม OpenCV ใช้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์วิดีโอจากกล้องเพื่อเฝ้าระวังพฤติกรรมที่ผิดปกติ เช่น การบุกรุก พฤติกรรมเสี่ยง หรือการล้มของบุคคล โดยเทคนิคการลบพื้นหลัง (Background Subtraction) ที่ช่วยให้สามารถแยกวัตถุเคลื่อนไหวออกจากฉากนิ่ง และนำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวเพิ่มเติมได้แบบทันที อัลกอริทึมเหล่านี้สามารถแจ้งเตือนเหตุการณ์ผิดปกติแบบเรียลไทม์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมักเป็นแกนหลักของระบบอัจฉริยะในงานด้านความปลอดภัย หุ่นยนต์ และยานยนต์ไร้คนขับ (Roboflow Inc., 2025)

ในส่วนของการประมวลผลภาพ จะใช้ Media Pipe เป็นเฟรมเวิร์กโอเพนซอร์ส โดยมีจุดเด่นในการประมวลผลภาพและวิดีโอแบบเรียลไทม์ สามารถตรวจจับองค์ประกอบสำคัญของร่างกายมนุษย์ได้อย่างแม่นยำ ใบหน้า มือ และท่าทางในคราวเดียวกัน จุดแข็งของ Media Pipe คือการออกแบบ Pipeline แบบรวมศูนย์ (Unified Pipeline) ที่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถผสานการประมวลผลจากโมดูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันภายในกรอบการทำงานเดียวกัน ทั้งยังรองรับการโอนถ่ายข้อมูลหน่วยความจำระหว่างโมดูลต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่องและสม่ำเสมอในระดับเรียลไทม์ ความสามารถขั้นสูงของ Media Pipe การตรวจจับใบหน้า มือ และร่างกายแบบเต็มตัวเข้าด้วยกัน โดยระบบสามารถตรวจจับจุดสำคัญ ได้มากกว่า 540 จุด แบ่งเป็น จุดโครงร่างร่างกาย 33 จุด, มือข้างละ 21 จุด และใบหน้า 468 จุด (Sertis, 2021) ดังแสดง Figure 1 ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าระบบทั่วไปในระดับเดียวกัน ความแม่นยำของการตรวจจับมาจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลภายใน Pipeline ที่ได้รับการออกแบบให้มีความเร็วและเสถียรสูง ทั้งยังสามารถแสดงผลได้ใกล้เคียงกับเวลาจริง (Near Real-time) แม้จะรันบนอุปกรณ์พกพา คือ โทรศัพท์มือถือ Media Pipe จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบต่าง ๆ คือ การติดตามพฤติกรรมมนุษย์ การควบคุมด้วยท่าทาง และระบบตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติ เช่น การล้มในกลุ่มผู้สูงอายุ

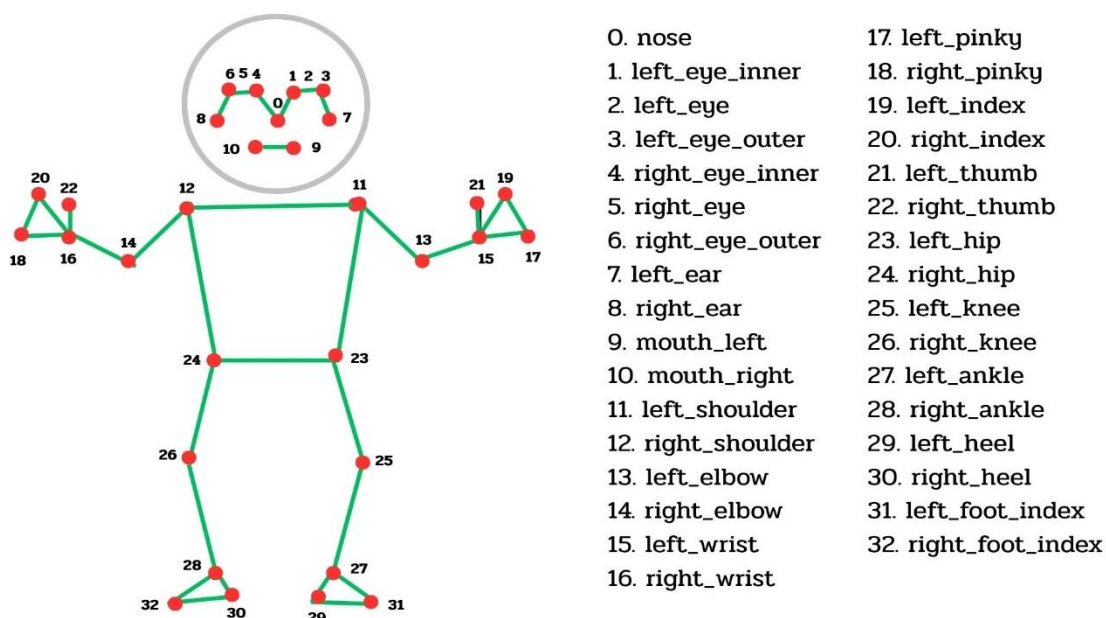


Figure 1 Image showing body landmarks and connections using Media Pipe

การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Performance Evaluation of Models) ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพของระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุแบบจำลอง โดยใช้ค่าดังต่อไปนี้

Accuracy คือ อัตราส่วนของจำนวนครั้งที่ระบบตรวจจับการล้มสามารถทำนายผลได้ถูกต้อง เทียบกับจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการประเมินผล ดังสมการที่ 1

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TN + FP + TP + FN} \quad (1)$$

Precision คือ อัตราส่วนของจำนวนครั้งที่แบบจำลองตรวจจับว่าเกิดการล้ม และเป็นการล้มจริง เทียบกับจำนวนครั้งที่แบบจำลองตรวจจับว่าเกิดการล้ม ดังสมการที่ 2

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

Recall คือ อัตราส่วนของจำนวนครั้งที่ระบบสามารถตรวจจับเหตุการณ์ล้ม ได้อย่างถูกต้อง เทียบกับจำนวนเหตุการณ์ที่มีการล้มจริงทั้งหมดในชุดข้อมูล (Google Developers, 2025) ดังสมการที่ 3

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

โดยที่

TP (True Positives) = จำนวนครั้งที่ระบบทำนายว่า ล้ม และเกิดการล้มจริง

FN (False Negatives) = จำนวนครั้งที่ระบบทำนายว่า ไม่ล้ม และไม่มีการล้มจริง

FP (False Positives) = จำนวนครั้งที่ระบบทำนายว่า ล้ม แต่ไม่มีการล้มจริง

TN (True Negatives) = จำนวนครั้งที่ระบบทำนายว่า ไม่ล้ม แต่เกิดการล้มจริง

การศึกษานานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ โดยอาศัยการตรวจจับท่าทาง และเทคโนโลยี Media Pipe ในการวิเคราะห์โครงสร้างร่างกายร่วมกับเทคนิคจดจำใบหน้าด้วยวิธี Local Binary Pattern Histogram (LBPH) ระบบยังถูกเชื่อมต่อกับบริการแจ้งเตือน Line Notify เพื่อส่งการแจ้งเตือนเมื่อเกิดการล้มโดยกล้อง IP ถูกนำมาใช้ในการตรวจจับวิดีโอภาพเคลื่อนไหว เมื่อระบบตรวจพบเหตุการณ์ล้ม ระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลที่ผ่านแอปพลิเคชัน Line ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบพบว่า ความแม่นยำในการจดจำใบหน้าอยู่ที่ 93.1% และความแม่นยำในการตรวจจับการล้มอยู่ที่ 90.5 (Nilsukhum & Yawai, 2023) ใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับการเอียง GP1S036HEZ ที่ติดตั้งบริเวณลำตัว เพื่อวัดค่าการเปลี่ยนมุมจากแนวตั้งสู่แนวนอน โดยเมื่อผู้สูงอายุเกิดการล้ม เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณไปยังลำโพง buzzer ให้แจ้งเตือนทันทีในระดับความดัง 85 dB และความถี่ 2,400 Hz โดยระบบมีวงจรควบคุมที่ทำงานร่วมกับแบตเตอรี่ AA ขนาด 6V ผลการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 10 คน พบว่าระบบสามารถตรวจจับการล้มได้อย่างแม่นยำในระดับปานกลาง โดยมีประสิทธิภาพการทำงานอยู่ที่ 81.5% (Thaworawong et al., 2011) ใช้กล้องบันทึกภาพร่วมกับการประมวลผลด้วยโมเดล Media Pipe และ Open Pose เพื่อดึงค่ามุมจากจุดสำคัญของร่างกาย แล้วนำมาวิเคราะห์ความถูกต้องของท่าทางการยืนผ่านค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error: RMSE และ Mean Absolute Error: MAE) โดยเปรียบเทียบความแม่นยำของโมเดลทั้งสอง พบว่า Media Pipe ให้ค่า RMSE และ MAE ต่ำกว่าชัดเจน ในการประเมินผลใช้ค่ามุมจากท่าทางการยืนของกลุ่ม

ตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ พบว่า Media Pipe ให้ค่า RMSE = 25.19 และ MAE = 20.35 และมีความแม่นยำเฉลี่ยของระบบอยู่ที่ 74.55% (Saenkaew et al., 2024)

Methodology

ระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเฝ้าระวังและติดตามเหตุการณ์การหกล้มที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุอย่างใกล้ชิด โดยมุ่งเน้นการลดความเสี่ยงจากการได้รับบาดเจ็บรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นจากการล้มเพื่อได้รับการช่วยเหลือได้ทันทั่วถึง โดยการพัฒนาระบบมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความมั่นใจและความปลอดภัยในการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพัง ระบบตรวจจับการล้มที่ให้ความแม่นยำมากขึ้นโดยพัฒนาจาก Media Pipe ได้สร้างภาพจำลองการตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ ดังแสดง Figure 2

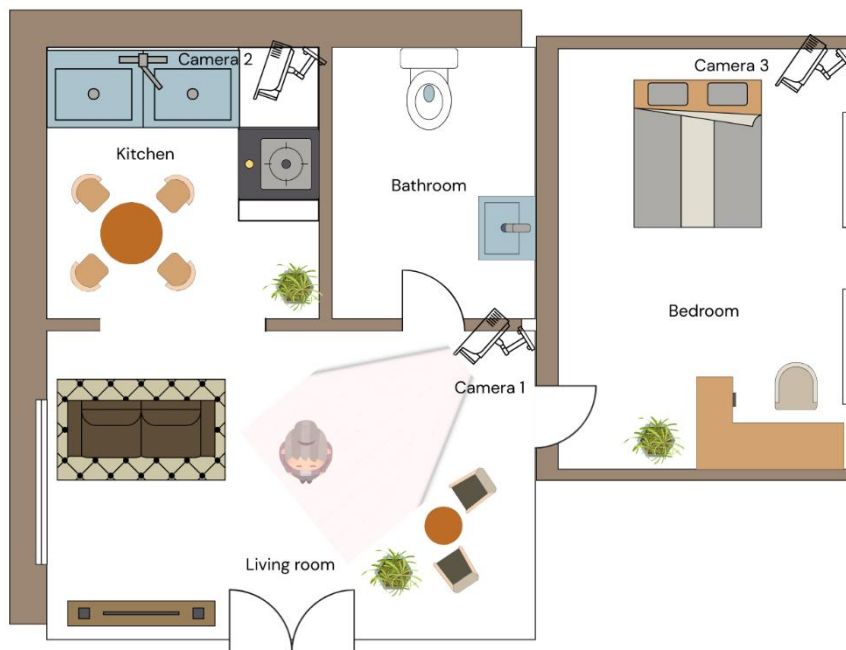


Figure 2 Simulated image of elderly fall detection

จาก Figure 2 ระบบจะตรวจจับภาพของผู้สูงอายุโดยกล้องที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งต่าง ๆ ภายในบ้าน โดยกล้องจะทำหน้าที่ตรวจจับภาพเคลื่อนไหว กล้องจะถูกเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้อง โดยกล้องจะถูกวางในจุดที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดการล้ม กล้องจะทำการจับภาพ ทำการอ่านเฟรมภาพแบบเรียลไทม์ด้วย OpenCV และประมวลผลภาพผ่าน Media Pipe ตรวจจับโครงร่างร่างกายวิเคราะห์ท่าทาง ที่กำหนดหากระบบตรวจพบลักษณะท่าทางที่เข้าข่ายการล้ม มีการเคลื่อนที่ผิดปกติอย่างกะทันหันในช่วงที่มีการเปลี่ยนท่าทางจากการยืนหรือนั่ง ไปสู่ท่านอนราบกับพื้นเป็นสัญญาณของการล้ม ระบบจะทำการจับเวลาในช่วงระยะเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของท่าทาง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ว่าเป็นการล้ม

ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจจับการล้ม เริ่มต้นระบบด้วยการเปิดกล้อง ขึ้นมาผ่าน OpenCV และตรวจสอบว่ากล้องใช้งานได้หรือไม่ หากไม่สามารถเปิดกล้องได้ระบบจะสิ้นสุดการทำงานทันที เมื่อเปิดกล้องได้ จะทำการอ่านภาพจากกล้อง และแปลงภาพเป็น RGB จากนั้นตรวจจับท่าทางด้วย Media Pipe และตรวจสอบว่าพบจุดแลนมาร์คหรือไม่ ถ้าไม่พบระบบจะกลับไปอ่านภาพใหม่ แต่ถ้าหากพบ ระบบจะทำการวิเคราะห์ตำแหน่งท่าทางของร่างกายโดยการคำนวณค่ากลางของตำแหน่งสะโพกและไหล่เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการล้มและเริ่มการจับเวลา ถ้าค่าสะโพกในแกน

y และค่าไหล่ในแกน y มีค่าใกล้เคียงกัน ระบบจะเริ่มทำการจับเวลาและตรวจสอบซ้ำว่ายังอยู่ในท่าล้มอยู่หรือไม่ ถ้าไม่ได้ อยู่ในท่าล้ม ให้รออ่านภาพต่อไป แต่ถ้ายังอยู่ระบบจะหยุดเวลาจากนั้นแสดงสถานะ “Fall Detected” แต่ถ้าไม่ใช้การล้ม ระบบจะตรวจสอบเงื่อนไขถัดไป ถ้า ค่าสะโพกในแกน z และค่าไหล่ในแกน z มีค่าใกล้เคียงกับ ค่าสะโพกในแกน y และ ค่าไหล่ในแกน y ระบบจะแสดงสถานะ “Sitting” และถ้าค่าสะโพกในแกน y มากกว่าค่าไหล่ในแกน y โดยที่ไม่เข้าเงื่อนไข ที่กล่าวมา ระบบจะแสดงสถานะ “Standing” แต่ถ้าหากไม่เข้าเงื่อนไขใดๆเลยระบบจะแสดงสถานะ “Unknown” หลังจาก วิเคราะห์เสร็จระบบจะทำการวาดเส้น Media pipe และแสดงสถานะและเวลาที่ใช้และแสดงผลผ่านหน้าต่าง OpenCV ระบบจะทำงานไปเรื่อย ๆ จนกว่าผู้ใช้จะกดปุ่ม q เพื่อสิ้นสุดการทำงาน แสดงดัง Figure 3

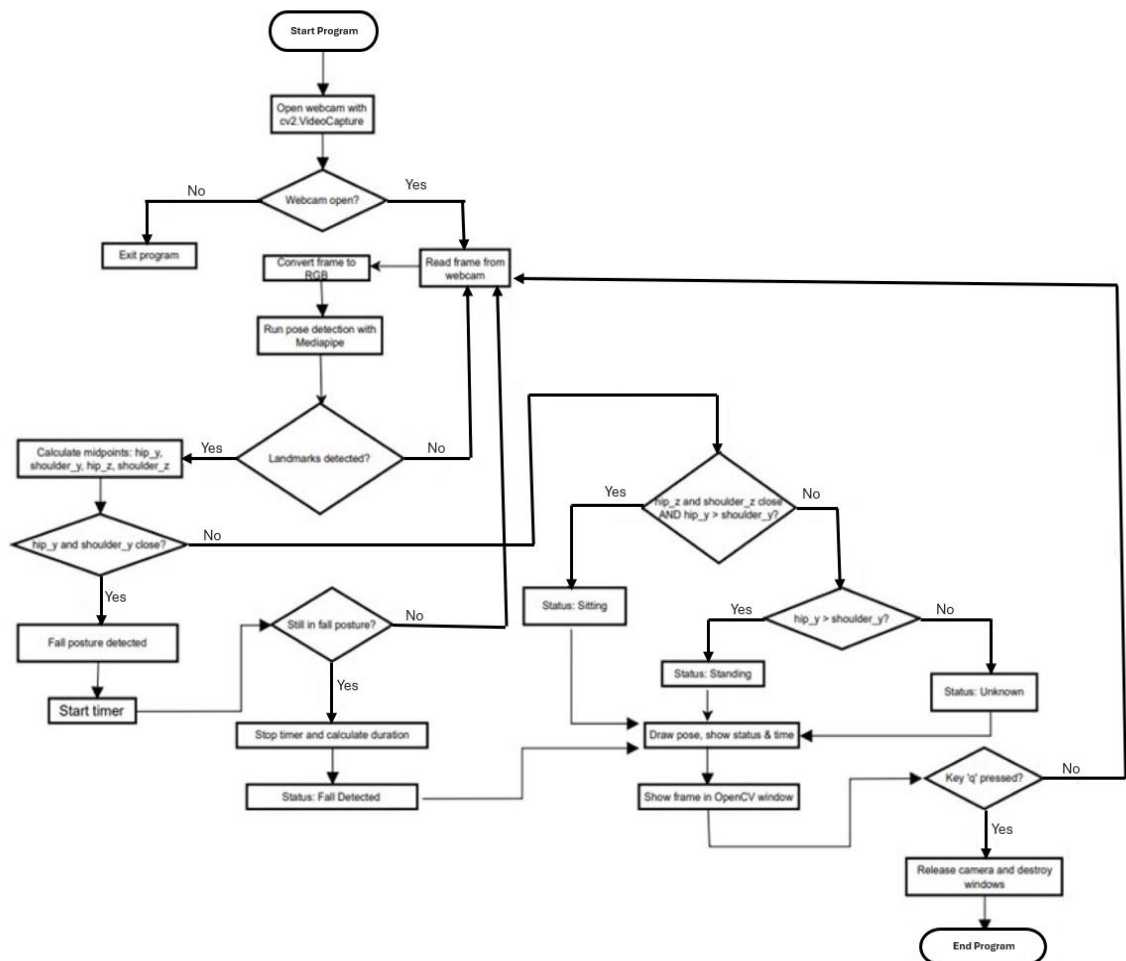


Figure 3 Steps in developing a simulation model of the elderly fall detection system

ส่วน 1 ใช้กล้องการจับภาพ ทำการอ่านเฟรมภาพแบบเรียลไทม์ด้วย OpenCV และประมวลผลภาพผ่าน Media Pipe ที่ใช้สำหรับตรวจจับโครงร่างร่างกาย เมื่อกล้องเริ่มทำงาน ระบบจะจับภาพจากสภาพแวดล้อมจริงและแปลงเป็นเฟรมภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะถูกส่งต่อเข้าโมดูล Media Pipe เพื่อทำการวิเคราะห์ในแต่ละเฟรม โดย Media Pipe จะทำการตรวจจับจุดสำคัญบนร่างกายทั้งหมด 33 จุด เช่น ศีรษะ ไหล่ สะโพก เข่า และเท้า แสดงดัง Figure 4



Figure 4 Example of 33 body landmarks detected in both standing and sitting postures

ส่วนที่ 2 ระบบจะใช้ตำแหน่งของจุดสำคัญโดยตำแหน่งของจุดไหล่ และสะโพก เป็นหลัก เพื่อวิเคราะห์ว่าผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางในแนวตั้งแกน Y หากตรวจพบว่าร่างกายเคลื่อนไหวกจากตำแหน่งสูง เช่น การยืนหรือนั่ง ลงสู่พื้นอย่างรวดเร็วภายในช่วงเวลา ไม่เกิน 1.5 วินาที และจุดไหล่หรือสะโพกมีค่าแกน Y > 0.8 ระบบจะพิจารณาว่าเป็นเหตุการณ์การล้ม และแสดงผลบนหน้าจอทันทีพร้อมระยะเวลาที่ใช้ในการล้ม เช่น Fall Detected (0.55s to fall) แสดงดัง Figure 5



Figure 5 Simulation results of four fall types (left, right, forward, and backward) with recorded fall duration

การเคลื่อนไหวของจุดสำคัญในร่างกายทั้งในแนวแกน X และ Y มาวิเคราะห์ร่วมกัน ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกพฤติกรรมการล้มของผู้สูงอายุอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแกน Y การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแนวตั้ง (Vertical Axis) ใช้ระบุว่าร่างกายมีการเคลื่อนจากตำแหน่งที่สูง เช่น ทำยืนหรือนั่ง ลงสู่ระดับที่ต่ำอย่างรวดเร็ว เป็นการบ่งชี้สำคัญของการล้มลักษณะตรงหรือแนวตั้ง เช่น การทรุดตัวลงพื้นอย่างกะทันหัน แกน X เคลื่อนไหวแนวระนาบ (Horizontal Axis) ในการวิเคราะห์ลักษณะการล้มที่มีการเอียงตัวไปด้านข้าง เช่น การล้มทางด้านซ้ายหรือขวา โดยระบบจะพิจารณาจากค่าการเปลี่ยนแปลงของพิกัดตำแหน่งของจุดไหล่และสะโพก ในช่วงเวลารวดเร็ว หากตรวจพบว่าค่าในแกน X มีความเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาอันรวดเร็ว การวิเคราะห์ร่วมกันของทั้งสองแกนยังสามารถนำมาใช้จำแนกประเภทของการล้ม เช่น ล้มจากทำยืน ล้มจากทำนั่ง ซึ่งแต่ละรูปแบบมีลักษณะการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกันในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีพฤติกรรมล้มที่หลากหลายและไม่แน่นอน จุดสำคัญ เช่น ไหล่, สะโพก, เข่า ที่โมเดลตรวจจับได้ จะถูก Normalize ค่าพิกัดภาพ (X,Y) ให้อยู่ในช่วง 0–1, 0.0 ขอบบนสุดของภาพ (Top) 1.0 ขอบล่างสุดของภาพ (Bottom) มีค่าเกิน 0.8 (Normalized Coordinate) ภายในเวลาน้อยกว่า 1.5 วินาที ระบบจะพิจารณาว่าเกิดเหตุการณ์การล้มลักษณะตรงหรือล้มในแนวตั้ง (Vertical Fall) การวิเคราะห์ร่วมกันของแกน X และ Y ทำให้สามารถจำแนกประเภทของการล้มได้ เช่น ล้มจากทำยืน (Standing Fall) จุดไหล่, สะโพกเคลื่อนลงอย่างรวดเร็ว ค่า Y เปลี่ยนจากตำแหน่งสูง > 0.8 ล้มจากทำนั่ง (Sitting Fall) การเปลี่ยนแปลงค่า Y เริ่มจากตำแหน่งที่ต่ำกว่า ดังแสดงใน Figure 6

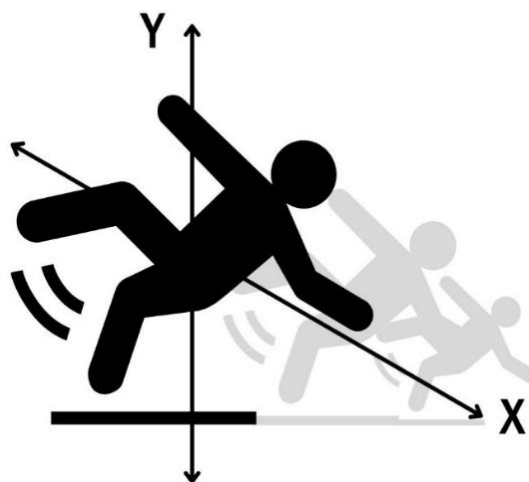


Figure 6 Example of movement along the X-axis and Y-axis

Results

การพัฒนาแบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองอย่างเป็นระบบ เพื่อประเมินความแม่นยำ และประสิทธิภาพของระบบสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด การทดสอบใช้กล้องในการจับภาพเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง กล้องติดตั้งในระดับความสูงประมาณ 1.6 เมตรจากพื้นดิน และอยู่ห่างจากบริเวณที่ผู้ทดสอบเคลื่อนไหวประมาณ 3.5 เมตร ตำแหน่งดังกล่าวได้รับการกำหนด เพื่อให้สามารถจับภาพได้ครอบคลุมร่างกายของผู้ทดสอบอย่างสมบูรณ์ตลอดช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์การล้ม ตั้งแต่จุดเริ่มต้น กลาง และสิ้นสุดของการเคลื่อนไหว เพื่อให้ระบบสามารถวิเคราะห์ลักษณะท่าทางและพฤติกรรมของการล้มได้อย่างแม่นยำ รูปแบบของการล้มที่ใช้ในการทดสอบได้รับการจำลองจากสถานการณ์จริงที่อาจเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุในชีวิตประจำวัน โดยการกำหนดท่าทางตั้งต้นในลักษณะ ยืน และ นั่ง ซึ่งเป็นท่าทางล้มที่พบได้บ่อยที่สุด จากนั้นจึงจำแนกการล้ม

ออกเป็น 4 ทิศทางหลัก ได้แก่ ล้มไปทางด้านซ้าย, ล้มไปทางด้านขวา, ล้มคว่ำหน้า, และล้มหงายหลัง การทดลองดำเนินการภายในห้องทดลองที่มีการควบคุมแสงสว่างในระดับปกติ

เพื่อให้ข้อมูลที่ครอบคลุมและสามารถประเมินผลของระบบ ได้ดำเนินการทดสอบในแต่ละทิศทางของการล้มจำนวน 100 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 800 ครั้ง นำข้อมูลไปประมวลผลและระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าเป็น การล้ม หรือ ไม่ใช้การล้ม ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพของระบบ แสดงดังในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

Table 1 Testing of an Elderly Fall Detection System Using a Simulation Model from Standing to Falling Posture

Initial posture	Fall direction	Number of trials	Detection count	Missed detection count	Accuracy (%)	Mean fall duration (s)
Standing	Left-side fall	100	97	3	97%	1.48
Standing	Right-side fall	100	94	6	94%	1.51
Standing	Forward fall	100	87	13	90%	1.60
Standing	Backward fall	100	92	8	92%	1.75

Table 2 Testing of an Elderly Fall Detection System Using a Simulation Model from Sitting to Falling Posture

Initial posture	Fall direction	Number of trials	Detection count	Missed detection count	Accuracy (%)	Mean fall duration (s)
Sitting	Left-side fall	100	90	10	90%	1.70
Sitting	Right-side fall	100	91	9	91%	1.64
Sitting	Forward fall	100	85	15	85%	1.91
Sitting	Backward fall	100	88	12	88%	1.86

ในการประเมินความสามารถของแบบจำลองในการจำแนกเหตุการณ์ “การล้ม” และ “ไม่ล้ม” ผู้วิจัยได้ใช้ Confusion Matrix จากชุดข้อมูลทดสอบที่มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 800 ครั้งเพื่อแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของแบบจำลองในการจำแนกผลลัพธ์ในแต่ละประเภทอย่างชัดเจน โดยแสดงจำนวนกรณีที่แบบจำลองจำแนกได้ถูกต้อง และกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดในแต่ละคลาส ดัง Figure 7

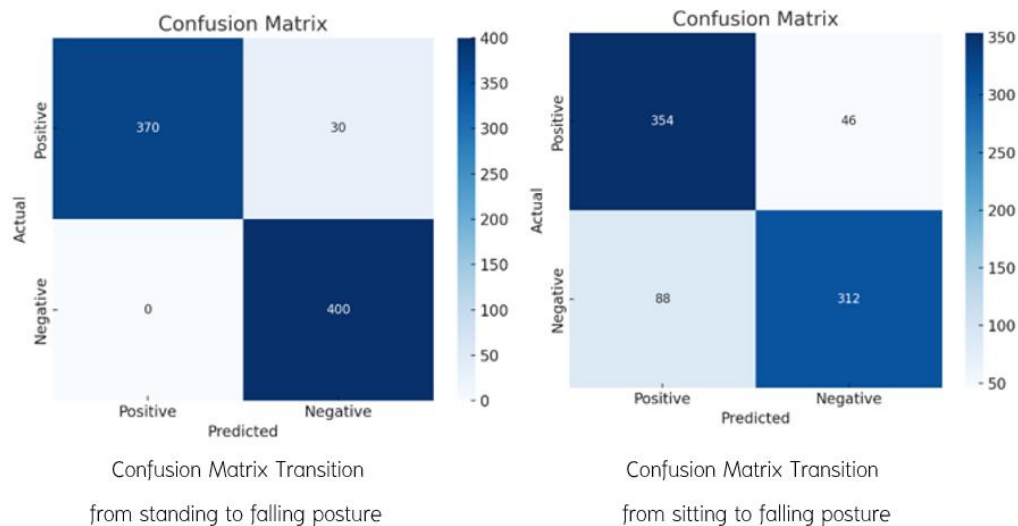


Figure 7 Confusion Matrix of each model

การล้มเฉลี่ยในแต่ละทิศทางการล้ม ท่านั่งมีระยะเวลาเฉลี่ยมากกว่า การล้มจากท่านอนในทุกทิศทาง โดยทิศทางที่ใช้เวลาล้มนานที่สุดคือ ล้มคว่ำหน้าจากท่านั่ง 1.91 วินาที รองลงมาคือ หายหลังจากท่านั่ง 1.86 วินาที ส่วนทิศทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ ล้มทางซ้ายจากท่านอน 1.48 วินาที จะเห็นได้ว่า การล้มจากท่านั่ง มีลักษณะการเปลี่ยนท่าที่ช้ากว่า การเคลื่อนไหวของร่างกายระหว่างการล้มจากท่านอนและท่านั่ง การล้มจากท่านอน มักเกิดจากการเอนตัวหรือเลื่อนตัวลงอย่างช้า ๆ ทำให้ระยะเวลาของการล้มยาวขึ้นเมื่อเทียบกับการล้มจากท่านอนที่มักเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน จากการเสียสมดุล ตำแหน่งศูนย์ถ่วงที่ต่ำกว่า หรือรูปแบบการเคลื่อนไหวที่แตกต่างจากการล้มในท่านอน จึงมีความสำคัญในการออกแบบระบบตรวจจับการล้มให้สามารถรองรับพฤติกรรมที่หลากหลาย แสดงดัง Figure 8

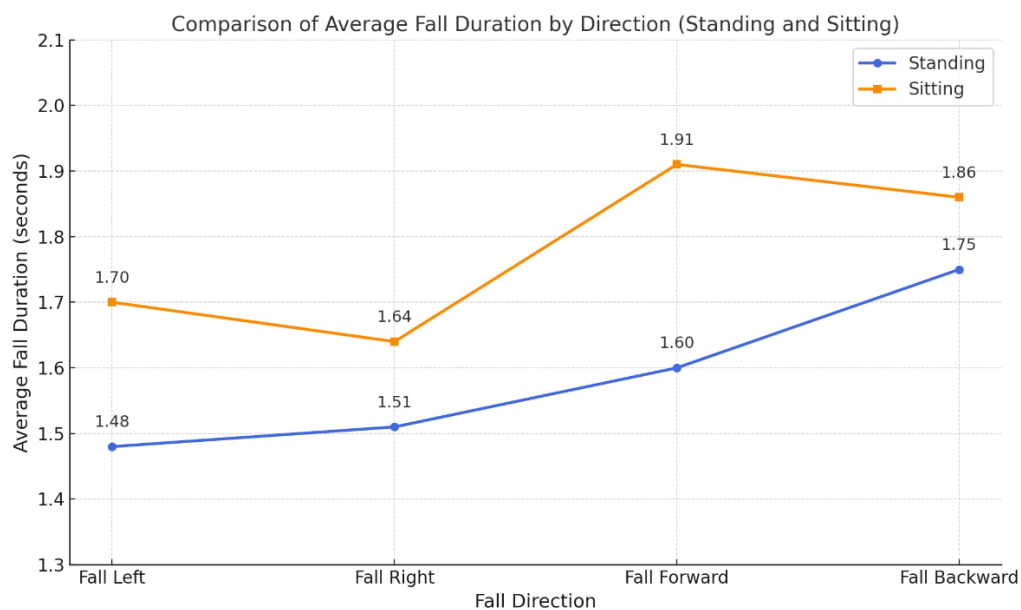


Figure 8 Line graph comparing the average fall duration

Discussion and Conclusion

จากการพัฒนาระบบตรวจจับการล้มของผู้สูงอายุด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ระบบได้พัฒนาร่วมกับการประมวลผลภาพแบบเรียลไทม์ โดยอาศัยกล้องเป็นอุปกรณ์ในการจับภาพการเคลื่อนไหวภายในพื้นที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ โดยใช้ OpenCV ในการอ่านเฟรมภาพ และ Media Pipe ในการประมวลผลเพื่อวิเคราะห์จุดโครงร่างของร่างกายมนุษย์ เพื่อใช้ในการติดตามท่าทางและพฤติกรรมของผู้สูงอายุ ระบบทำการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในแนวแกน Y ซึ่งสะท้อนถึงการเคลื่อนไหวตัวขึ้นหรือลงของร่างกาย และตรวจจับเหตุการณ์ที่มีลักษณะของการล้มโดยอาศัยเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดสำคัญในแนวตั้งลงสู่พื้นในระยะเวลารวดเร็ว หากการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างฉับพลันและต่อเนื่อง ระบบจะประเมินว่าเป็นเหตุการณ์ที่เข้าข่ายการล้ม และทำการจับเวลาในช่วงของการล้มเพื่อนำมาประกอบการประเมินผลการทดลองทั้งหมด 800 ครั้ง แบ่งเป็นการทดสอบจากท่ายืนและท่านั่งอย่างละ 400 ครั้ง และแยกออกเป็น 4 ทิศทางของการล้ม ได้แก่ ล้มทางซ้าย ล้มทางขวา ล้มคว่ำหน้า และล้มหงายหลัง ระบบสามารถตรวจจับการล้มได้ด้วยค่า Accuracy เฉลี่ยร้อยละ 90 การล้มจากท่ายืนทางซ้ายระบบตรวจจับได้แม่นยำสูงสุดที่ร้อยละ 97 ส่วนที่มีความแม่นยำต่ำสุดคือ การล้มจากท่านั่งคว่ำหน้า มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 85 เนื่องจากความเร็วในการเปลี่ยนแปลงของจุดโครงร่างช้ากว่าท่าทางอื่น ๆ ทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจจับภายในเวลาที่กำหนดระบบสามารถจับระยะเวลาการล้ม โดยมีช่วงเวลาตั้งแต่ 1.48 ถึง 1.91 วินาที ถือว่าอยู่ในช่วงเวลาจริงของการล้มในผู้สูงอายุทั่วไปที่มักเกิดภายในเวลาไม่เกิน 2 วินาที ช่วยในการจำแนกพฤติกรรมการล้มออกจาก การล้มตัวธรรมดาได้ ลดโอกาสของการแจ้งเตือนผิดพลาด และเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ

ผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ในการนำไปใช้งานจริงภายในบ้านของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่เพียงลำพัง โดยสามารถทำหน้าที่เป็นระบบเฝ้าระวังอัตโนมัติที่มีความแม่นยำ และไม่รบกวนการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ใช้งาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัย พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตรวจจับและแจ้งเตือนการล้ม โดยใช้ Media Pipe Pose Landmark โดยระบบใช้กล้องเว็บแคมในการเก็บภาพแบบเรียลไทม์และประเมินผลด้วยค่า Accuracy, Precision, Recall และ F1-score ระบบใช้โมเดล Random Forest และมีค่าความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 88 ระบบของผู้วิจัยมีค่าความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 90 และสามารถตรวจจับการล้มจากท่ายืนทางซ้ายได้แม่นยำถึงร้อยละ 97 รวมถึงสามารถวัดระยะเวลาการล้มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.48 ถึง 1.91 วินาที (Choonhaphatrakun, 2024) พัฒนาระบบตรวจจับการล้มโดยใช้อุปกรณ์สวมใส่ร่วมกับระบบฝังตัวและเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พบว่าระบบสามารถตรวจจับการล้มไปทางซ้ายได้แม่นยำสูงสุดที่ร้อยละ 93.64 และค่าความถูกต้องสูงสุดสำหรับการล้มทางขวาที่ร้อยละ 89.60 ทั้งนี้มีค่า Recall และ Specificity เฉลี่ยในกลุ่มผู้มีความเสี่ยงอยู่ที่ร้อยละ 92.14 และ 88.82 ตามลำดับ ระบบของผู้วิจัยจะใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์สวมใส่ สามารถแสดงค่าความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 90 (Boonliang, 2019)

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนลักษณะพฤติกรรมการล้มอย่างแท้จริง ควรมีการทดสอบระบบกับกลุ่มผู้สูงอายุในสภาพแวดล้อมจริง ควรพัฒนาระบบให้สามารถรองรับผู้ใช้งานที่มีความหลากหลายทางกายภาพ เช่น ความสูง รูปร่าง หรือการใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน อาจส่งผลต่อรูปแบบการล้มที่แตกต่างกันไป รวมถึงควรพิจารณาขยายระบบให้รองรับการแจ้งเตือนเหตุการณ์ล้มแบบอัตโนมัติผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังผู้ดูแลหรือแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา เพื่อให้สามารถตอบสนองได้อย่างทันทั่วทั้งที่ในกรณีฉุกเฉิน

References

- Alam, M., Ullah, S., Munir, A., Rahman, A., & Kim, D. (2023). Fall detection using IoT-enabled computer vision and edge computing. *Sensors*, 23(5), 2408. Form <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/5/2408>.
- Boonliang, C. (2019). Development of a fall detection device for the elderly using wearable devices combined with embedded systems and IoT technology. *Thai-Nichi Institute of Technology Journal of Technology and Innovation*, 5(1), 12–22. Form <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/TNIJournal/article/view/198035>. (in Thai)
- Chung, G. C., Naeim, M. K. M., Lee, I. E., Tiang, J. J., & Tan, S. F. (2023). A mobile IoT-based elderly monitoring system for senior safety. *International Journal of Technology*, 14(6), 1185–1195. Form <https://ijtech.eng.ui.ac.id/article/view/6634>.
- Choonhaphatrakun, T. (2024). Research and development of a web application for elderly fall detection and alerting using the MediaPipe framework. *Journal of Science and Technology, Southeast Bangkok University*, 4(1), 55–67. Form <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSCI/article/view/253061>. (in Thai)
- Delahoz, Y. S., & Labrador, M. A. (2014). Survey on fall detection and fall prevention using wearable and external sensors. *Sensors*, 14(10), 19806–19842. Form <https://www.mdpi.com/1424-8220/14/10/19806>.
- Department of Health, Ministry of Public Health. (2021). *Guidelines for promoting healthy aging and longevity*. Bangkok: Department of Health. Form <https://hp.anamai.moph.go.th/...493d895eb11327ff493e710419ee454c.pdf>.
- Department of Older Persons. (2021). *[Title of the report, guideline, or document]*. Bangkok: Department of Older Persons. Form https://www.dop.go.th/download/knowledge/th1663828576-1747_1.pdf.
- Google Developers. (n.d.). *Classification: Accuracy, recall, precision, and related metrics*. Retrieved June 9, 2025, Form <https://developers.google.com/machine-learning/crash-course/classification/accuracy-precision-recall?hl=th>.
- Leelathian, P., & Phararat, K. (2024). Fall detection according to severity for the elderly using WiFi signals. *King Mongkut's University of Technology North Bangkok Academic Journal*, 34(1). Form <https://ojs.kmutnb.ac.th/index.php/kjournal/article/view/5732>. (in Thai)
- Lenovo. (2025). *How does a webcam work?* Retrieved From <https://www.lenovo.com>.
- National Statistical Office. (2023). *Report on the number and proportion of the elderly population in Thailand, 2023*. Form <https://www.nso.go.th>. (in Thai)
- Nilsukhum, N., & Yawai, W. (2023). Intelligent fall alert system for person recognition and fall detection. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 6(1), 65–83. Form <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/251838>. (in Thai)
- Nualtim, W., Piulalong, T., Wongsri, N., & Khambu, A. (2023). Walking aid using face detection and fall alert system through LINE application for the elderly. *Journal of Science and Technology, Udon Thani Rajabhat University*, 11(1), 65–83. Form <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru/article/view/251495>. (in Thai)

- Rahman, A., Ahmad, A., Ismail, M. M., Shukor, S. A. A., & Mohamed, A. (2023). Fall detection device design for elderly people using quality function deployment (QFD). *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 32(1), 28–42. Form <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/23337214221148245>.
- Rattanapratum, S., Kaena, P., & Hanta, S. (2025). Object monitoring system in smart homes for visually impaired persons. *Journal of Academic Innovation for Area-Based Development*, 6(2). (in Thai)
- Roboflow Inc. (2025). *What is OpenCV?* Retrieved Form <https://roboflow.com/learn/opencv/>.
- Saenkaew, P., Phumthuean, C., Boonsob, J., Waristhanit, N., Tarathong, T., & Srijiranon, K. (2024). Standing posture monitoring system for the elderly. *Journal of Information Science and Technology*, 14(2), 54–61. Form <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST/article/view/253465>. (in Thai)
- Sertis Team. (2021). Media Pipe Holistic: Full body tracking for the future. *Medium*. Form <https://sertiscorp.medium.com/mediapipe-holistic-full-body-tracking-for-the-future-278ff7d83ebf>.
- Thaworawong, N., Akaraseth, A., & Makhasorn, P. (2011). Design of a fall detection suit for the elderly using tilt sensors. *Naresuan University Journal, Special Issue*, 43. Form <https://www.thaiscience.info/journals/Article/NUJ/10896657.pdf>. (in Thai)
- World Health Organization. (2021). *Falls*. Retrieved Form <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>.
- Yacchirema, D., Suárez de Puga, J., Palau, C., & Esteve, M. (2018). Fall detection system for elderly people using IoT and Big Data. *Procedia Computer Science*, 130, 603–610. Form <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918304721>.
- Zereen, A. N., Gurung, A., Rajak, A., Moonrinta, J., Dailey, M. N., Ekpanyapong, M., Vachalathiti, R., & Bovonsunthonchai, S. (2021). Automatic elderly fall and unstable movement detection system using frame wise and LSTM based video analytics on an embedded device. *NBTC Journal*, 5(5), 117–134. Form https://so04.tci-thaijo.org/index.php/NBTC_Journal/article/view/253616.
- Zhang, Z., Zhu, C., Wu, H., Wang, W., & Wang, Z. (2022). Fall detection system based on wearable sensors and Internet of Things. *IEEE Access*, 10, 40215–40228. Form <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9792277>.

สารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการระบบสุขภาพชายแดนในกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคล และประชากรข้ามชาติ

มนตรี พิมพีใจ^{1*}

Spatial Information for Border Health System Management in Stateless Persons and Migrant Working Group

Montree Pimjai^{1*}

¹ Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University, Maha Sarakham, 44150

* Corresponding author: montree.p@msu.ac.th

Received: 14 July 2025; Revised: 25 September 2025; Accepted: 21 October 2025

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์และบริบทของผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่มีข้อจำกัดในการเข้าถึงสิทธิและบริการสุขภาพ การดำเนินการวิจัยอาศัยการสำรวจแบบมีส่วนร่วมเพื่อเก็บข้อมูลสถานภาพความเป็นอยู่และปัญหาของกลุ่มเป้าหมาย ควบคู่กับการเก็บพิกัดที่อยู่อาศัยโดยใช้ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (GNSS: Global Navigation Satellite System) และการพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS: Geographic Information System) เพื่อวิเคราะห์จำนวนการกระจายตัว และสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการสุขภาพชายแดน

ผลการศึกษาพบว่า อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย เป็นเมืองชายแดนที่ติดกับเมืองแก่นท้าว แขวงไชยบุรี สปป.ลาว โดยมีชุมชนตั้งถิ่นฐานริมแม่น้ำเหือง ซึ่งเป็นแม่น้ำพรมแดนขนาดเล็กและสามารถข้ามแดนได้โดยง่าย การสำรวจพบผู้มีปัญหาสถานะบุคคลจำนวน 991 ราย ระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่ที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงตำแหน่งและการกระจายตัวของบ้านพักอาศัย พร้อมทั้งการวิเคราะห์เชิงลึกที่สะท้อนประเด็นสำคัญ เช่น ประชากรร้อยละ 70.74 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 66.30 ไม่เคยเดินทางกลับประเทศต้นทาง และร้อยละ 34.71 ไม่มีเอกสารประจำตัว ส่งผลให้ไม่สามารถเข้าถึงสิทธิและบริการสุขภาพได้ นอกจากนี้ การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงตำแหน่งกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมยังสามารถแสดงผลได้อย่างเป็นรูปธรรม สนับสนุนการตัดสินใจในการกำหนดพื้นที่เป้าหมาย การติดตาม และการจัดการระบบสุขภาพชายแดนอย่างแม่นยำ เช่น การจำแนกประชากรตามถิ่นที่อยู่ เพศ อายุ ประเภทเอกสาร ปัญหาสุขภาพ และเครือข่ายความไว้วางใจ

ประเด็นเร่งด่วนที่พบคือ ประชากรกลุ่มนี้ยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาสถานะบุคคลและสิทธิประโยชน์ที่ควรได้รับ โดยเฉพาะสิทธิในการรักษาพยาบาลในหน่วยบริการของรัฐ ภายใต้บริบทที่ประชากรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและผู้สูงอายุ ซึ่งมีความเสี่ยงด้านสุขภาพและโรคประจำตัว จึงควรมีมาตรการและแนวทางที่ชัดเจนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะหน่วยบริการสุขภาพของรัฐ เพื่อให้สามารถดูแลและแก้ไขปัญหาได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, ผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ, ระบบสุขภาพชายแดน

¹ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

Abstract

This study aims to examine the situation and context of stateless persons and cross-border migrants in the Thai-Lao border area, Tha Li District, Loei Province, who face significant limitations in accessing rights and healthcare services. The research employed participatory surveys to collect data on living conditions and challenges of the target population, combined with geospatial data collection of residential locations using the Global Navigation Satellite System (GNSS). A spatial information system was developed through Geographic Information System (GIS) technology to analyze population numbers, spatial distribution, and to build a geospatial database supporting decision-making in border health management.

The study found that Tha Li District, Loei Province, is a border town adjacent to Kaen Thao district, in Xayaburi Province, Lao PDR, with communities settled along the Hueang River, a small border river that can be easily crossed. The survey identified 991 stateless persons. The developed spatial information system was able to visualize household locations and distribution, along with in-depth analyses highlighting key issues: 70.74% of the population are female, 66.30% have never returned to their country of origin, and 34.71% lack identity documents—factors that restrict access to rights and healthcare services. Moreover, linking positional data with satellite imagery provided concrete insights that support precise decision-making in defining target areas, monitoring, and managing border health. This includes population classification by residence, gender, age, document type, health conditions, and trust networks.

An urgent concern is the lack of knowledge and understanding among this group regarding the processes of legal status development and their entitled benefits, particularly the right to healthcare in public service units. Given that most of the population are women and elderly persons—groups at higher risk of health problems and chronic diseases—clear and systematic measures are needed from relevant agencies, especially public health service providers, to ensure continuous and sustainable solutions.

Keywords: Geographic information systems, Stateless persons and migrant working group, Border health system

Introduction

พรมแดนของประเทศไทย-สปป.ลาว ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มี “ผู้มีปัญหาสถานะบุคคล” อาศัยอยู่จำนวนมาก โดยเฉพาะกลุ่มคนที่โยกย้ายถิ่นฐานมาจากประเทศ สปป.ลาว ซึ่งหากพิจารณาการเข้ามาในประเทศไทย ประชากรกลุ่มนี้ มีการอพยพย้ายถิ่นข้ามชาติมาตั้งแต่ปลายปลายศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา และเพิ่มจำนวนขึ้นในศตวรรษที่ 21 (Thongyu & Auywat, 2005) สาเหตุของการย้ายถิ่นเกิดจากหลายปัจจัยและในหลายเหตุการณ์ เช่น อพยพจากการลี้ภัยสงคราม หรือเป็นผู้ได้รับผลกระทบจากการต่อสู้ทางการเมืองภายในประเทศ สปป.ลาว สาเหตุช่องว่างทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศแตกต่างกัน จากระบบเศรษฐกิจในประเทศไทยที่กำลังเติบโตทำให้เกิดการอพยพแรงงานจากประเทศที่มีเศรษฐกิจและรายได้ต่ำไปสู่ประเทศที่มีเศรษฐกิจที่ดีกว่า เช่น นโยบาย “เปลี่ยนสนามรบ เป็นสนามการค้า” มีการปรับเปลี่ยนภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากพื้นที่หวาดระแวงทางความมั่นคงให้กลายเป็นพื้นที่เชื่อมโยงทางเศรษฐกิจ เกิดโครงการพัฒนาความร่วมมือทางเศรษฐกิจในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง : Greater Mekong Subregion (GMS) และโครงการพัฒนาระเบียง

เศรษฐกิจในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง (Sukhlom, 2004) โดยทั้งหมดอยู่บนพื้นฐานความคิดที่ต้องการเปลี่ยนลุ่มน้ำโขงให้พัฒนาบนพื้นฐานของการพัฒนาแบบระบบตลาด ทั้งยังต้องการลดความยากจนและต้องการทรัพยากรมนุษย์ด้วย ส่งผลให้บริเวณพื้นที่ชายแดนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดความตึงเครียดทางด้านเศรษฐกิจ ทั้งในงานภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร และภาคบริการ กลายเป็นแหล่งทางเลือกทางเศรษฐกิจที่ดึงดูดแรงงานจากประเทศ สปป.ลาว เดินทางเข้ามาขายแรงงานในประเทศไทยจำนวนมาก ซึ่งการเข้ามามีทั้งที่มีใบอนุญาตและไม่มีใบอนุญาตทำงานถูกต้องตามกฎหมาย ถึงแม้เหตุผลของการอพยพย้ายถิ่นเข้ามาอาศัยในไทยจะแตกต่างกัน แต่ประชากรข้ามชาติจาก สปป.ลาว เหล่านี้จำนวนไม่น้อยเลือกตัดสินใจที่จะตั้งถิ่นฐานอยู่ในประเทศไทย หรือมีการแต่งงานสร้างครอบครัวอยู่กับคนไทย ผากชีวิตไว้ที่ประเทศไทยในฐานะเป็น “ผู้มีปัญหาสถานะบุคคล” “บุคคลไร้รัฐ ไร้สัญชาติ” ซึ่งถูกมองว่าเป็น “คนอื่น” ภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดทางกฎหมาย

ขณะเดียวกันรัฐบาลไทยก็ได้มีนโยบายในการจัดการประชากรกลุ่มต่างๆ ที่เข้ามาอาศัยในแผ่นดินไทยแตกต่างกันไปตามบริบทสถานการณ์ในแต่ละช่วงเวลา โดยในช่วงทศวรรษ 2540 ได้มีการสำรวจชนกลุ่มน้อยเพื่อให้สถานะทางทะเบียน และมีการจัดการปัญหาแรงงานข้ามชาติและผู้ติดตามให้มาขึ้นทะเบียนแรงงาน (Thawisit, (2009) แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการปัญหาดังกล่าวก็ยังไม่สามารถจัดการปัญหาการเป็นบุคคลไร้รัฐ ไร้สัญชาติ และปัญหาแรงงานที่ไม่ถูกต้องตามกฎหมายได้อย่างเรียบร้อย ยังมีบุคคลที่ยังตกหล่นกลายเป็นคนไร้รัฐ ไร้สัญชาติ และประชากรข้ามชาติที่ไม่ได้รับอนุญาตทำงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งด้วยเงื่อนไขทางกฎหมายทำให้กลุ่มคนเหล่านี้ ถูกเอารัดเอาเปรียบ ถูกเลือกปฏิบัติ รวมถึงไม่สามารถเข้าถึงสวัสดิการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตัวเองและครอบครัวในฐานะมนุษย์คนหนึ่งได้เท่าที่ควร (United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), 2023)

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัย จึงได้มีการพัฒนา “โครงการพัฒนากลไกความร่วมมือด้านสุขภาพเพื่อการเข้าถึงบริการสุขภาพของประชากรข้ามชาติและผู้มีปัญหาลักษณะบุคคลในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว” โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานสนับสนุนสุขภาพะประชากรกลุ่มเฉพาะ (สำนัก 9) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ดำเนินการในพื้นที่อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย จำนวน 3 ตำบล (Figure 1) คือ ตำบลน้ำพูน ตำบลอาฮี และตำบลหนองผือ เป็นพื้นที่เป้าหมายดำเนินงาน ซึ่งบทความวิจัยนี้เป็นหนึ่งในผลงานโครงการที่เกิดจากความจำเป็นต้องเข้าถึง “ข้อมูลของกลุ่มเป้าหมายที่มีความแม่นยำและทันสมัย” ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องการตรวจสอบสถานะภาพของกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติร่วมกับเครื่องมือด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics) ในการสำรวจตำแหน่งที่อยู่อาศัยด้วยดาวเทียมระบุตำแหน่งบนโลก (GPS: Global Positioning System) สำหรับยืนยันตำแหน่ง และการมีตัวตนอยู่จริงของกลุ่มเป้าหมาย ทั้งยังสามารถแสดงจำนวน และการกระจายตัวของกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติผ่านการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS: Geographic Information System) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับ และมีการประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งด้านวิทยาศาสตร์ละสังคมศาสตร์ (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization). 2023; Amornsanguansin, 2012; Chuayrai & Songthap, 2019; Taburi, Hoomhong, & Narongrit, 2020). ที่สามารถแสดงผลตำแหน่ง การวิเคราะห์จำแนกประเภท การเชื่อมโยงกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลข้อมูลที่ชัดเจนเป็นรูปธรรมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะนำสู่การพิจารณาปัญหา การตัดสินใจในการพัฒนาแก้ไขปัญหาาร่วมกันของกลไกภาคีที่เกี่ยวข้องกับผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติในพื้นที่ ให้สามารถเข้าถึงบริการสุขภาพได้อย่างเหมาะสม ทัวถึง และเป็นธรรมโดยไม่เลือกปฏิบัติต่อไป

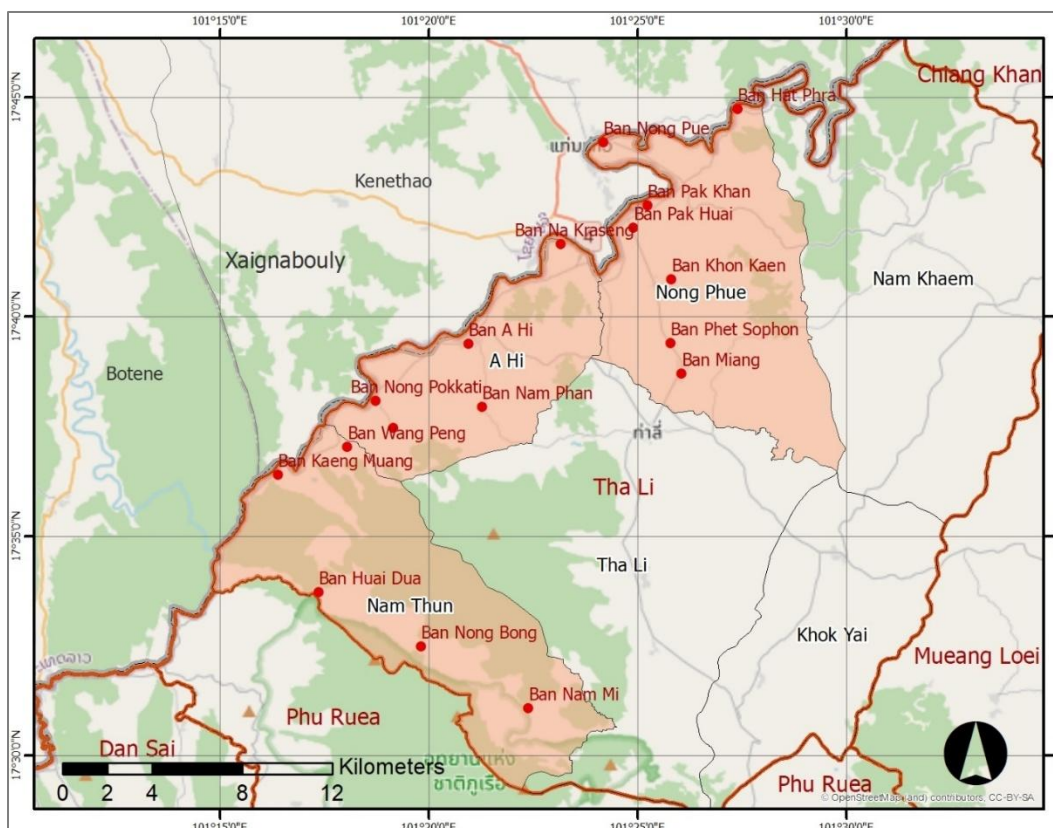


Figure 1 The study area is Tha Li District, Loei Province

Objectives

เพื่อศึกษาบริบทปัญหาและพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่สำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการระบบสุขภาพชายแดนผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว อำเภอทาลี จังหวัดเลย

Research Conceptual Framework

การดำเนินการวิจัยอยู่บนกรอบพื้นฐานความต้องการใช้ข้อมูลที่แม่นยำและทันสมัยเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานใดที่ดำเนินการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งในด้านจำนวน ที่อยู่ การกระจายตัว ตลอดจนบริบทการข้ามแดนและผลกระทบจากการอยู่ในสถานะผู้มีปัญหาสถานะบุคคลเพื่อจัดเก็บเป็นข้อมูลฐาน (Baseline Data) (Department of Health, Ministry of Public Health, 2020) ในการพัฒนาแก้ไขปัญหานี้ในพื้นที่ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบกระบวนการศึกษาวิจัยเพื่อตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าว (Figure 2) ดังนี้

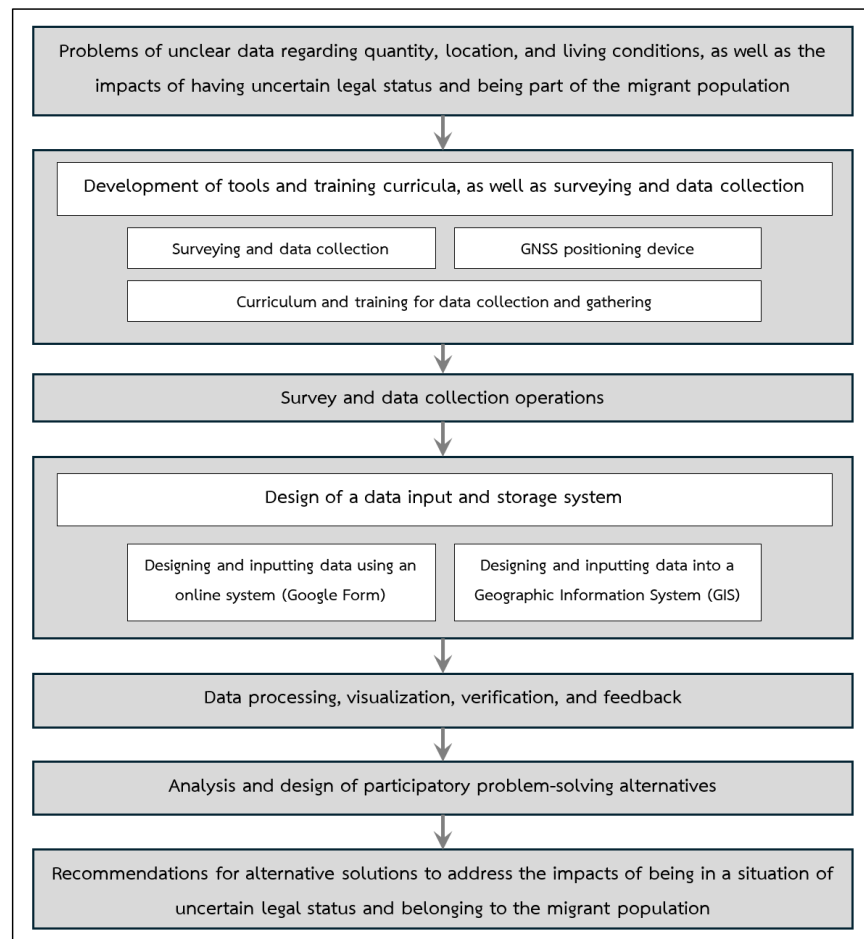


Figure 2 Research Process

1. การพัฒนาเครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้มีปัญหาด้านบุคคลและประชากรข้ามชาติทั้งในด้านข้อมูลทั่วไป การข้ามแดน ผลกระทบ ระบบสุขภาพและความต้องการในการแก้ปัญหา
2. การพัฒนากลไกสำรวจข้อมูล การจัดทำหลักสูตรอบรมการพัฒนาอาสาสมัครสุขภาพชายแดน เพื่อสร้างความเข้าใจเครื่องมือการเก็บและรวบรวมข้อมูลผู้มีปัญหาด้านบุคคลและประชากรข้ามชาติ ตลอดจนการอบรมทักษะการใช้งานเครื่องระบุพิกัดตำแหน่งบนโลก (GPS) สำหรับการสำรวจพิกัดที่อยู่อาศัยของกลุ่มเป้าหมาย
3. การออกแบบและนำเข้าข้อมูลด้วยโปรแกรมออนไลน์ Google Form และการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ตำแหน่งที่อยู่อาศัยกลุ่มเป้าหมายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โปรแกรม QGIS ที่สามารถแสดงผลเชิงตำแหน่งสัมพันธ์กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (High Resolution Satellite Imagery) และข้อมูลประกอบอื่น ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรม (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2019; Office for Academic Promotion and Support, 8 Provinces of Lopburi , 2019; Hoomhong, 2019)
4. การประมวลผลข้อมูล และเวทีการทวนสอบ การคืนข้อมูลด้วยการจัดประชุมแบบมีส่วนร่วม กับกลไกภาคีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนคณะทำงานสำรวจข้อมูลเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและยืนยันความแม่นยำของข้อมูลที่ได้ และจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพต่อไป

5. เวทีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบมีส่วนร่วมและการเสนอแนะทางเลือกการแก้ปัญหาผลกระทบจากการอยู่ในสถานะผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติร่วมกัน

Methodology

การพัฒนาสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการระบบสุขภาพชายแดนในกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว กรณีอำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย ได้กำหนดขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาบริบทและสถานการณ์ผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย

1.1 การศึกษาบริบททั่วไปการประชุมพัฒนาออกแบบและสร้างแบบสอบถามร่วมกันของคณะทำงาน เพื่อสร้างแบบสอบถามที่สามารถนำสู่การรวบรวมข้อมูลซึ่งสามารถสะท้อนและอธิบายสถานการณ์ผู้มีปัญหาสถานะบุคคลทั้งด้านข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลสถานะด้านสิทธิ และสถานะด้านสุขภาพ ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญดังนี้

1) ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลส่วนบุคคล เช่น ชื่อ-สกุล เพศ อายุ อาชีพ การศึกษา การเข้ามาอาศัยในประเทศไทย เป็นต้น

2) ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านสถานะบุคคลและสิทธิผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เอกสารทางราชการที่มี ช่องทางการรับรู้ข้อมูลด้านสิทธิ สถานภาพการพัฒนาสิทธิ ความรู้ความเข้าใจในสิทธิ ปัญหาและความต้องการการสนับสนุนในการพัฒนาสิทธิ เป็นต้น

3) ส่วนที่ 3 ข้อมูลสถานะด้านสุขภาพผู้ตอบแบบสอบถาม ช่องทางการรับรู้ข้อมูลด้านสุขภาพ การเจ็บป่วย และการรักษาพยาบาล การใช้สิทธิตามบัตรที่มี ปัญหาและความต้องการการสนับสนุนในการพัฒนาสิทธิด้านสุขภาพ เป็นต้น

4) ส่วนที่ 4 ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่อาศัยของผู้มีปัญหาสถานะบุคคล การสำรวจต้องดำเนินการสำรวจค่าพิกัดที่อยู่ของผู้มีปัญหาสถานะบุคคล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการบันทึกค่าพิกัดในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (ละติจูด ลองจิจูด) โดยอาศัยระบบกำหนดตำแหน่ง (GPS) และแอปพลิเคชันระบุตำแหน่งในสมาร์ทโฟน (Smart Phone)

1.2 การพัฒนาการสำรวจข้อมูลสำรวจรวบรวมข้อมูลกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคล การฝึกอบรมและพัฒนาคณะทำงาน คือ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และอาสาสมัครแรงงานต่างด้าว (อสต.) ในการออกสำรวจ สอบถาม บันทึกข้อมูลกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลในพื้นที่โครงการ ให้คณะทำงานเข้าใจในที่มา หลักการ วิธีการ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติการสำรวจข้อมูลที่มีความถูกต้อง ครบถ้วนตรงตามวัตถุประสงค์

1.3 การสำรวจข้อมูลกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลในพื้นที่ชายแดนในภาคสนาม โดยกำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมาย คือ กลุ่มประชากรทุกคนที่เข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ กลุ่มประชากรข้ามชาติ (ประชากรที่มีเลขบัตร 13 หลัก เลขตัวหน้าขึ้นต้นด้วย 0, 6, 7, 8) กลุ่มแรงงานข้ามชาติ และกลุ่มที่ไม่มีบัตร ในพื้นที่ตำบลนาทูน ตำบลอาฮี และตำบลหนองผือ โดยดำเนินการสำรวจข้อมูลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2564

2. การพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อการตัดสินใจในการจัดการปัญหาผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว มีวิธีการออกแบบระบบ การนำเข้าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ดังนี้

2.1 ระบบการบันทึกข้อมูล โครงการได้พัฒนาระบบการนำเข้าข้อมูลโดยอาศัยโปรแกรมประยุกต์ Google Form ซึ่งสามารถพัฒนาระบบนำเข้าข้อมูล การประมวลผลข้อมูลได้ตามแบบสอบถามของโครงการ โปรแกรมสามารถติดตั้งส่วนเพิ่มเติม (Plug-in) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึก นอกจากนี้ระบบยังสามารถส่งออกเพื่อการใช้งานต่อไปในรูปแบบโปรแกรมตารางคำนวณได้ เช่น Google Sheet หรือ Microsoft Excel เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลต่อไปได้

2.2 การประมวลผลข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลจะถูกประมวลสรุปและแสดงผลข้อมูลแต่ละประเด็นในรูปแบบการแจกแจงความถี่ อัตราส่วนร้อยละ แผนภูมิ โดยแยกประมวลผลข้อมูลให้เห็นภาพรวมแต่ละพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ยังดำเนินการประมวลสรุปและแสดงผลข้อมูลแยกย่อยเป็นรายตำบลของแต่ละพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้การสรุปและนำเสนอชุดข้อมูลเป็นภาพตัวแทนพื้นที่นั้นอย่างแท้จริง

2.3. การจัดทำฐานข้อมูลที่สำรวจให้อยู่ในรูปแบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ด้วยโปรแกรม QGIS ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์รหัสเปิด (Open Source) ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบพิกัดตำแหน่ง ผลการดำเนินการจะทำให้ได้สารสนเทศที่สามารถแสดงที่ตั้ง และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของผู้มีปัญหาสถานะบุคคลได้อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม สนับสนุนการประชุมหารือร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และวางแผนการพัฒนาาร่วมกัน

3. การวิเคราะห์และนำเสนอผลการพัฒนาฐานข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจ ข้อมูลเชิงปริมาณ ดำเนินการวิเคราะห์สรุปค่าในรูปแบบผลรวมจำนวน การวิเคราะห์สัดส่วน การวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล การแสดงผลในรูปแบบกราฟและตารางแจกแจงความถี่ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยการจัดกลุ่มข้อมูล การแสดงค่าระดับและตลอดจนการซ้อนทับข้อมูลแสดงการกระจายตัวของพื้นที่ และการแสดงผลผลลัพธ์แผนที่ด้วยโปรแกรม QGIS ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ นำสู่เวทีการทวนสอบความถูกต้อง การวิเคราะห์และพัฒนาฐานข้อมูลร่วมกับคณะทำงานและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ เพื่อให้เห็นสภาพสถานการณ์และปัญหาร่วมกันซึ่งจะนำไปสู่การปรึกษา ออกแบบ การพัฒนารูปแบบการจัดการปัญหาในกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติร่วมกัน

Results

ผลการดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อการตัดสินใจในการจัดการระบบสุขภาพชายแดนในกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว กรณีอำเภอทาลี จังหวัดเลย สรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนากลไกการสำรวจข้อมูล การฝึกปฏิบัติการเก็บข้อมูลตามแบบสำรวจ และการฝึกการสำรวจค่าพิกัดตำแหน่ง (GPS) ด้วยการใช้โทรศัพท์ Smart Phoneและแอปพลิเคชัน Google Map ในการบอกค่าพิกัดที่อยู่อาศัยผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติในพื้นที่อำเภอทาลี จังหวัดเลย จัดทำโครงการในวันที่ 17 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ณ ห้องประชุมสำนักงานสาธารณสุขอำเภอทาลี จังหวัดเลย ผลการทดสอบหลังการฝึกปฏิบัติพบว่า กลไกการทำงานการสำรวจข้อมูลที่ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และตัวแทนกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคล ภายใต้การกำกับให้คำปรึกษาโดยเจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) สามารถเป็นกลไกการทำงานที่สามารถสำรวจเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย และการสำรวจบันทึกข้อมูล บันทึกค่าพิกัดตำแหน่งจาก GPS ของที่อยู่ผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติในพื้นที่ได้ทุกคน

2. บริบทพื้นที่ศึกษา ที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 ตำบล เป็นพื้นที่ชุมชนชายแดนประเทศไทย – สปป.ลาว มีประชากรคนไทยอาศัยอยู่ทั้งสิ้น 13,189 คน (Table 1) โดยมีแม่น้ำเหืองเป็นแม่น้ำแบ่งเขตแดน ซึ่งลักษณะทางกายภาพแม่น้ำเหืองมีความกว้าง โดยเฉลี่ยประมาณ 50 เมตร (จากการรังวัดด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์) น้ำในแม่น้ำในฤดูแล้งบางบริเวณแห้งขอด สามารถเดินข้ามไปมาได้ แม่น้ำเหืองมีความยาวแม่น้ำที่ไหลผ่านบริเวณพื้นที่ศึกษาจากตำบลน้ำทูนถึงตำบลหนองผือ ประมาณ 50 กิโลเมตร และมีการตั้งหมู่บ้านริมแม่น้ำจำนวนมาก คือ ตำบลน้ำทูน ได้แก่ บ้านแก่ม่วง บ้านวังเป่ง ตำบลลอฮี ได้แก่ บ้านหนองปกติ บ้านอาฮี บ้านนากระเซง ตำบลหนองผือ ได้แก่ บ้านปากห้วย บ้านปากคาน บ้านหนองผือ และบ้านหาดพระ ส่วนหมู่บ้านที่ตั้งถิ่นฐานริมแม่น้ำเหือง ตรงข้ามในพื้นที่ศึกษาได้แก่ บ้านโพนสว่าง บ้านดอนตาปู บ้านนาแก่งม้า บ้านเมืองหมอ บ้านจอมแก้ว บ้านเมืองเก่า และบ้านหาดแดง เมืองแก่นท้าว สปป.ลาว

Table 1 Number of villages and Thai population in the study area

Subdistrict	Number of villages	Male	Female	Total
Nam Thun	5	960	864	1,824
A-hi	6	2,202	2,279	4,481
Nong Phue	10	3,376	3,508	6,884
Total	21	6,538	6,651	13,189

3. ผลการดำเนินการสำรวจข้อมูล พบว่ามีจำนวนผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ในพื้นที่เป้าหมายอำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย ทั้งสิ้น จำนวน 991 คน โดยแบ่งเป็นตำบลน้ำทูน จำนวน 153 คน พื้นที่ตำบลลอฮี จำนวน 307 คน และตำบลหนองผือ จำนวน 531 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (Table 2) โดยมีที่ตั้งการอยู่อาศัยร่วมกับชุมชนคนไทยกระจายในทุกพื้นที่ของหมู่บ้านทั้ง 3 ตำบล ทั้งนี้พบการอยู่อาศัยหนาแน่นมากที่สุดในพื้นที่หมู่บ้านปากคาน-ปากห้วย ตำบลหนองผือ ที่เป็นหมู่บ้านชายแดนริมแม่น้ำเหือง ตั้งอยู่ตรงข้ามกับชุมชนเมืองหนาแน่นของเมืองแก่นท้าว สปป.ลาว และพบการอยู่อาศัยหนาแน่นรองลงมาคือบริเวณพื้นที่หมู่บ้านอาฮี ตำบลลอฮี ที่เป็นหมู่บ้านริมแม่น้ำเหือง ตรงข้ามกับบ้านเมืองหมอ เมืองแก่นท้าว เช่นเดียวกัน

Table 2 Number of persons with uncertain legal status and migrant population in Tha Li District, Loei Province (persons)

Age range (yrs)	Nam Thun Subdistrict			Nong Phue Subdistrict			A hi Subdistrict			Total
	Male	Female	Total	Male	Female	Total	Male	Female	Total	
Newborn–9 yrs.	–	1	1	1	–	1	3	1	4	6
10–19	8	–	8	9	5	14	6	2	8	30
20–29	7	6	13	11	41	52	7	19	26	91
30–39	5	17	22	17	90	107	8	35	43	172
40–49	9	21	30	26	94	120	7	35	42	192

Age range (yrs)	Nam Thun Subdistrict			Nong Phue Subdistrict			A hi Subdistrict			Total
	Male	Female	Total	Male	Female	Total	Male	Female	Total	
50-59	14	17	31	34	56	90	23	40	63	184
60-69	10	15	25	19	73	92	24	47	71	188
70-79	4	11	15	10	26	36	15	32	47	98
80-89	3	2	5	7	11	18	1	2	3	26
90 yrs. and above	1	2	3	1	-	1	-	-	-	4
Total	61	92	153	135	396	531	94	213	307	991

4. การพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ได้นำไปสู่พัฒนาฐานข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) โดยใช้โปรแกรมประยุกต์รหัสเปิด (Open Source) คือโปรแกรม QGIS สามารถระบุตำแหน่งครัวเรือน วิเคราะห์จำแนกสี สัญลักษณ์ และแสดงผลข้อมูลผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ตามประเด็นแบบสำรวจที่ได้ถูกบันทึกลงในรายการข้อมูลอธิบาย (Attribute Data) (Figure 3)

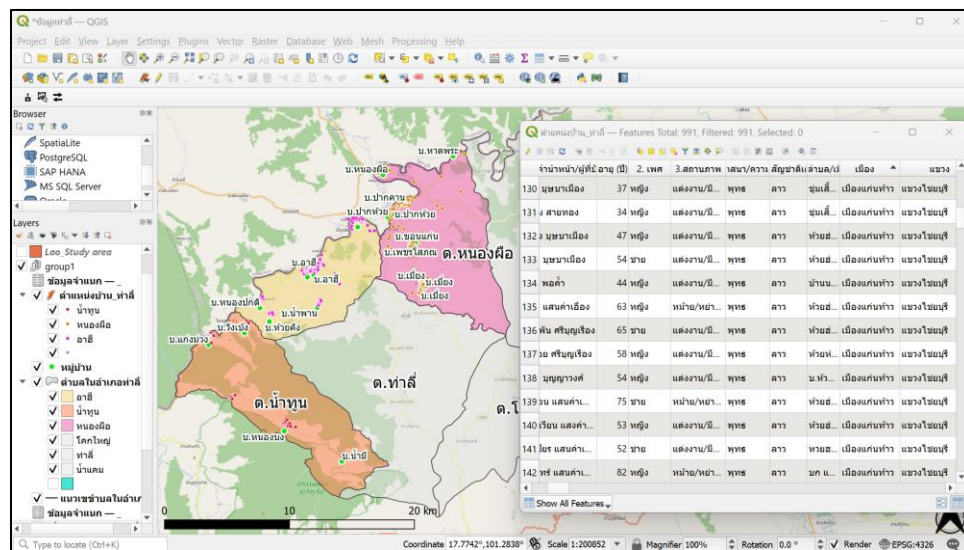


Figure 3 Spatial information of persons with uncertain legal status using QGIS

การกระจายตัวแต่ละประเด็นวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม สามารถใช้เป็นแนวทางในการสนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น การวิเคราะห์จำแนกข้อมูลข้อมูลผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติตามเขตปกครอง เมืองหรือถิ่นที่อยู่เดิม สาเหตุการย้ายถิ่น ชนิดเอกสารที่ถือครอง ช่วงอายุ ข้อมูลสุขภาพการเจ็บป่วย ความต้องการในการพัฒนา และอื่น ๆ เป็นต้น ดังตัวอย่างผลวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้เสนอแนะในเวทีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบมี

ส่วนร่วมและการเสนอแนะทางเลือกการแก้ปัญหาผลกระทบจากการอยู่ในสถานะผู้มีความเสี่ยงและประชากรข้ามชาติร่วมกัน ดังนี้

4.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประเด็นถิ่นที่อยู่เดิม และสายสัมพันธ์กับประเทศเดิม กลุ่มเป้าหมายที่พบเป็นประชากรที่อพยพย้ายถิ่นมาจาก สปป.ลาว โดยมีสถานที่ของถิ่นที่อยู่เดิมก่อนย้ายมาประเทศไทยอยู่ในเมืองตรงข้ามและเมืองที่อยู่ใกล้เคียงกับอำเภอทาสี ได้แก่ เมืองแก่นท้าว เมืองบ่อแต่น เมืองปากลาย แขวงไชยบุรี (Figure 4) และจากผลการสอบถามถึงความถี่ในการเดินทางกลับประเทศเดิมที่ตนเองเคยอาศัยนั้นพบว่ากลุ่มประชากรเหล่านี้ส่วนใหญ่ ร้อยละ 66.30 ของประชากรทั้งหมด (657 คน จาก 991 คน) ไม่เคยเดินทางกลับประเทศที่จากมาเลย และมีอีกจำนวนร้อยละ 13.6 ของประชากรทั้งหมด (135 คน จาก 991 คน) ที่ไม่ได้กลับประเทศที่จากมามากกว่า 5 ปี (Figure 5)

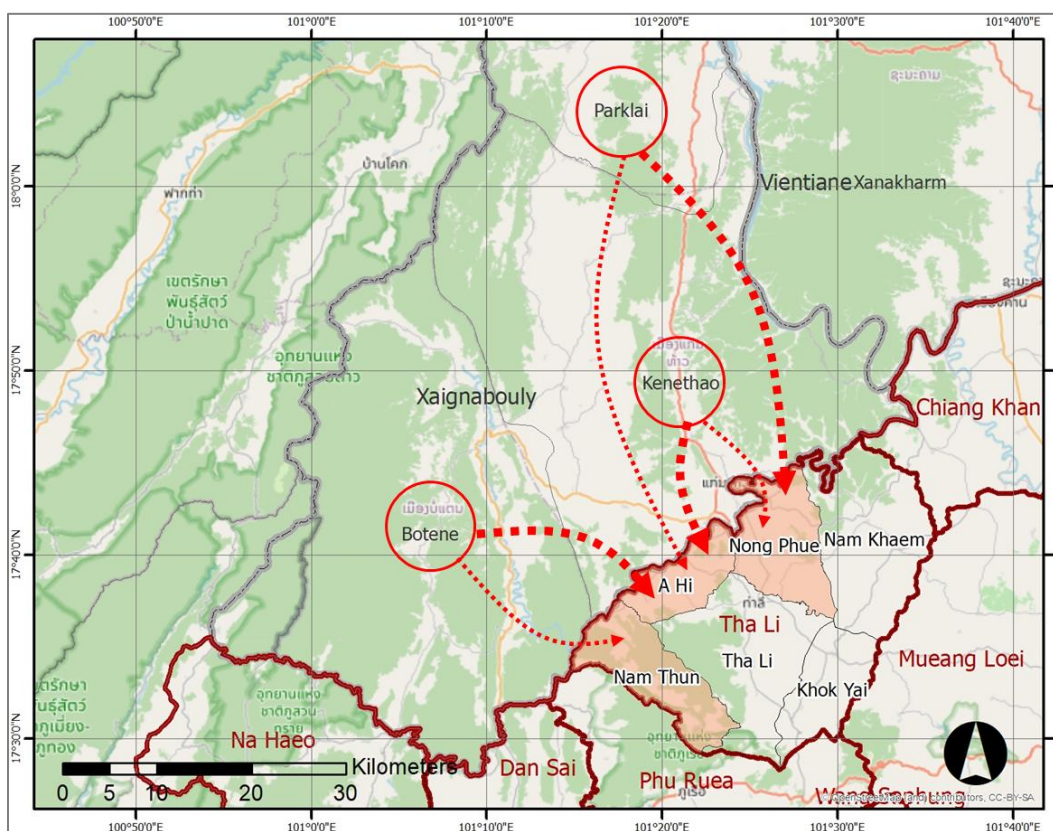


Figure 4 Original residence and migration of persons with uncertain legal status

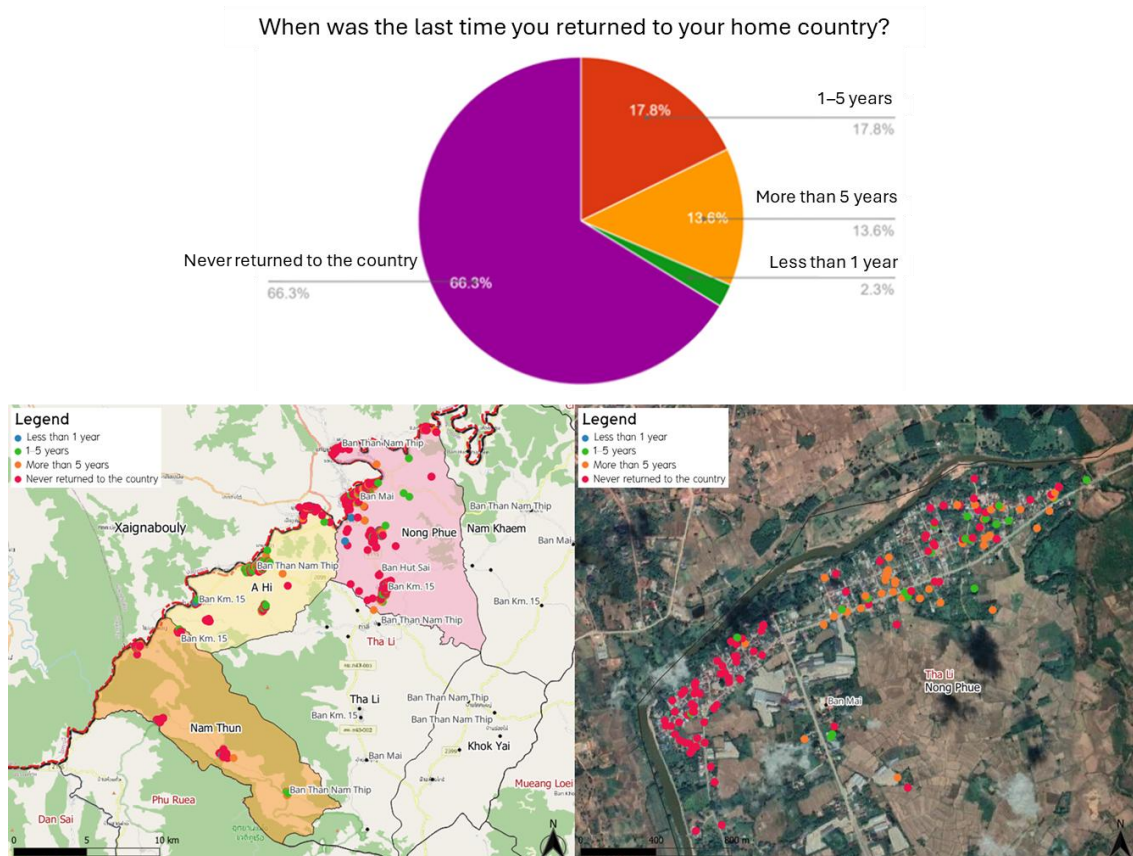


Figure 5 Frequency of returning to their home country

ข้อค้นพบนำสู่การวิเคราะห์ด้านสายสัมพันธ์และติดต่อกลับประเทศที่จากมานี้ แสดงให้เห็นแนวโน้มเจตนาของประชากรเหล่านี้ ที่ตั้งใจจะอาศัยอยู่ในประเทศไทยอย่างถาวร ซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ว่าในอนาคตเมื่อเกิดการเจ็บป่วย จำเป็นต้องพึ่งพิงระบบบริการสุขภาพของหน่วยบริการสาธารณสุขในประเทศไทยอย่างแน่นอน ซึ่งหากหน่วยงานดังกล่าว ไม่มีการวางแผนหรือไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหาก็ดีตั้งแต่ต้นย่อมส่งผลกระทบต่อระบบการให้บริการสุขภาพในอนาคต ทั้งด้านงบประมาณ และด้านอัตรากำลังบุคลากรอย่างแน่นอน

4.2 ตัวอย่างประเด็นด้านสถานภาพเอกสารราชการที่มี กับสิทธิและการเข้าถึงบริการสุขภาพ จากการประมวลผลข้อคำถามถึงเอกสารราชการที่ถือครองในการอาศัยอยู่ในประเทศไทย ทั้ง 991 คน (Table 3 and Figure 6) พบว่าในจำนวนนี้มีผู้ที่มีเอกสารทางราชการจำนวน 647 คน (65.29%) และกลุ่มที่ไม่มีเอกสารใด ๆ ซึ่งไม่สามารถเข้าถึงสิทธิและบริการสุขภาพ จำนวน 344 คน (34.71)

Table 3 Types of personal status documents

Type of ID card	Nam Thun	Nong Phue	A hi	Total
Work permit card	1	34	4	39
0 ID card	57	197	64	315
6 ID card	63	85	127	275
7 ID card	–	1	–	1
8 ID card	–	14	–	14
No ID card	34	187	123	344
Total	155	518	318	991

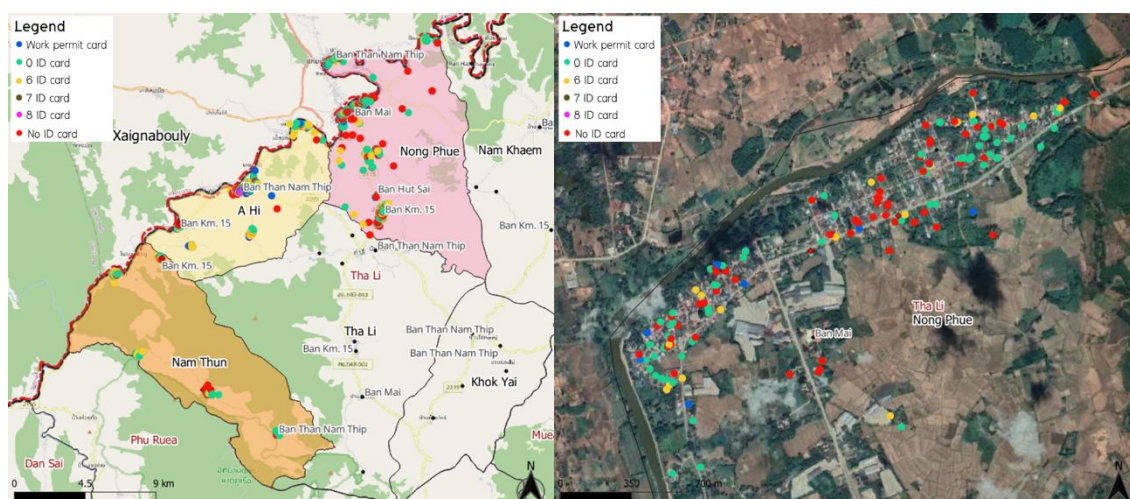


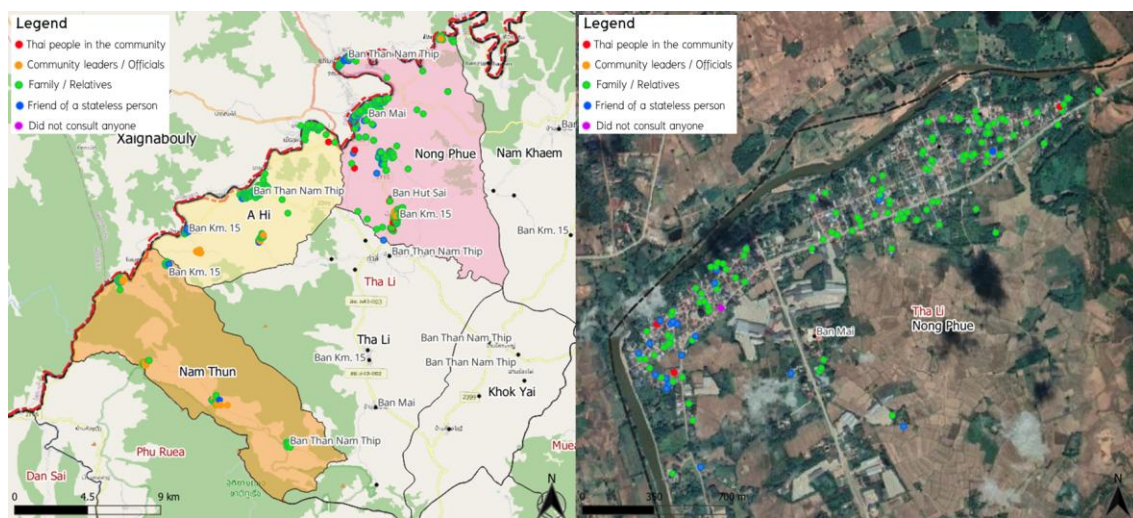
Figure 6 Types of personal status documents held by persons with uncertain legal status

ข้อมูลนี้สะท้อนให้เห็นถึงข้อเท็จจริงของสถานภาพสิทธิและสิทธิ และข้อจำกัดในการเข้าถึงการรับบริการสุขภาพของกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถใช้ข้อค้นพบนี้เป็นเส้นฐาน (Baseline) ในการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย กำหนดตัวชี้วัดในการแก้ไขปัญหาในอนาคตได้

4.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประเด็นด้านความไว้วางใจต่อบุคคลหน่วยงานกับการพัฒนากลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคล ด้านความไว้วางใจในการปรึกษาหารือ จากการสำรวจและประมวลผลพบว่าเมื่อกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลเกิดปัญหาหรือเกิดความไม่สบายใจ 3 ลำดับแรกที่ได้รับ ความไว้วางใจปรึกษาหารือ (Table 4 and Figure 7) คือ กลุ่มคนในครอบครัว/ญาติ คิดเป็นร้อยละ 77.40 ของประชากรทั้งหมด (767 คน จาก 991 คน) รองลงมาคือผู้นำชุมชน คิดเป็นร้อยละ 11.40 ของประชากรทั้งหมด (113 คน จาก 991 คน) และเพื่อนผู้มีปัญหาสถานะบุคคลในชุมชนคิดเป็นร้อยละ 8.88 ของประชากรทั้งหมด (88 คน จาก 991 คน) ทั้งนี้จากการระบุถึงตัวบุคคลที่กล่าวถึงเหล่านี้พบว่า นอกจากคนในครอบครัวหรือเครือญาติแล้ว กลุ่มผู้นำชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน อสม. เป็นกลุ่มบุคคลที่มีการกล่าวอ้างถึงและให้ความไว้วางใจมากที่สุด

Table 4 Trusted person for consultation

Item(s)	Nam Thun	Nong Phue	A hi	Total
Friend of a stateless person	7	71	10	88
Family / Relatives	115	384	268	767
Thai people in the community	2	15	2	19
Community leaders / Officials	27	58	28	113
Did not consult anyone	2	2	–	4
Total	153	530	308	991

**Figure 7** Trust in individuals and agencies in relation to the development of persons with uncertain legal status

ประเด็นที่น่าสนใจในการนำข้อมูลที่พบนี้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาแก้ไขปัญหา คือ ในกระบวนการและการดำเนินการแก้ไขปัญหาสุขภาพชายแดนของผู้มีสถานะบุคคลในพื้นที่นั้นจะต้องได้รับความไว้วางใจ และความร่วมมือในการทำงานแก้ปัญหา กลุ่มบุคคลที่ได้รับการไว้วางใจเหล่านี้โดยเฉพาะ ตัวแทนผู้มีปัญหาสถานะบุคคล ผู้นำชุมชน อสม. ผู้ใหญ่บ้าน เจ้าหน้าที่ รพ.สต. จะเป็นคณะทำงานหรือที่ปรึกษาในการแก้ไขปัญหาได้เป็นอย่างดี

4.4 ตัวอย่างการพัฒนาและใช้ข้อมูลออนไลน์ เนื่องจากฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ได้ดำเนินการพัฒนาขึ้นนั้น การเข้าใช้และเรียกดูข้อมูลจำเป็นต้องมีการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ QGIS ในระบบคอมพิวเตอร์ และต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการเข้าใช้งานข้อมูล ทำให้เกิดข้อจำกัดในการเข้าถึง และใช้งานข้อมูลของคณะทำงานทางโครงการวิจัยจึงได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบสารสนเทศเชิงพื้นที่ให้สามารถเรียกใช้ข้อมูลที่มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ด้วยระบบแผนที่ Google MyMaps ซึ่งเป็นระบบที่ทุกคนมีความคุ้นเคย สามารถเข้าใช้งานได้ทั้งคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟน (Smart Phone) นอกจากนี้ระบบยังสามารถกำหนดระดับสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลได้ (Figure 8)

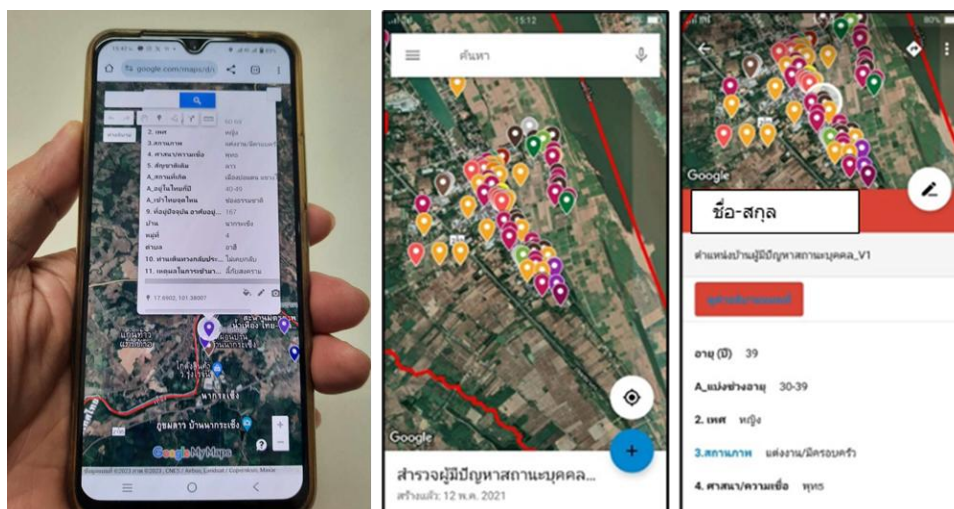


Figure 8 Example of displaying spatial information of persons with uncertain legal status using a smartphone

Conclusion and Discussion

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบริบทปัญหาและพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่สำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการระบบสุขภาพชายแดนผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว อำเภอกำแพงแสน จังหวัดเลย ผลการศึกษาสามารถสรุปและอภิปรายผลดังนี้

1. บริบททางกายภาพและพลวัตของพื้นที่ ผลการศึกษาทำให้เข้าใจถึงสภาพการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ ที่มีชุมชนอยู่อาศัยริมแม่น้ำเหืองร่วมกันของประชากรทั้งสองประเทศจำนวนมาก ประกอบกับแม่น้ำเหืองเป็นแม่น้ำขนาดเล็ก ทำให้ประชากรทั้งสองฝั่งสามารถเดินทางข้ามแดนไปมาได้อย่างง่ายดาย และง่ายกว่าพื้นที่อื่นเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ชายแดนที่มีแม่น้ำโขงซึ่งเป็นแม่น้ำขนาดใหญ่เป็นพรมแดนกันประเทศไทย – สปป.ลาว ทั้งนี้การข้ามแดนมีทั้งผ่านช่องทางธรรมชาติตลอดแนวแม่น้ำ ด้านประเพณีบ้านอาฮี ด้านประเพณีบ้านหนองผือ จุดผ่อนปรนข้ามแดนบ้านนากระเซิง และจุดผ่านแดนถาวรสะพานมิตรภาพแม่น้ำเหือง (บ้านนากระเซิง) (Tina, 2018; Pongcharoen et al., 2021) ทำให้ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดเลย ยังมีการอพยพย้ายถิ่นของประชากรเข้ามาในประเทศ นำมาซึ่งการเกิดปัญหาการเป็นกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ

2. การพัฒนากลไกการสำรวจข้อมูล ผลการวิจัยนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงบทเรียนสำคัญในการจัดองค์ประกอบของกลไกคณะทำงานในพื้นที่ชายแดนที่ต้องมีการสำรวจและเข้าถึงข้อมูลที่มีการปกปิด จำเป็นที่ต้องมีบุคคลที่ได้รับความเชื่อถือไว้วางใจจากกลุ่มเป้าหมายจึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้ ผลของการจัดองค์ประกอบกลไกที่ประกอบด้วยผู้นำชุมชนกำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ตัวแทนกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคล และโดยเฉพาะอาสาสมัครสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) นั้นสามารถทำงานเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย และได้รับการไว้วางใจและเปิดเผยข้อมูลที่ได้เข้าถึงได้ยากเหล่านี้ได้ ทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติที่มีความถูกต้องแม่นยำซึ่งสอดคล้องกับ Sunthornnon (2023) ที่ยืนยันว่ากลไกอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านเป็นกลไกที่ได้มีการพัฒนาศักยภาพและสมรรถนะในยุคดิจิทัล เป็นกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีดิจิทัลในการทำงาน โดยเฉพาะเทคนิคเชิงพื้นที่ ในการสำรวจค่าพิกัดตำแหน่งเป้าหมายด้วย GPS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ข้อมูลการสำรวจและการพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ที่ได้นำไปสู่พัฒนาฐานข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) โดยใช้โปรแกรมประยุกต์รหัสเปิด (Open Source) คือโปรแกรม QGIS สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Buckle, 2020) ใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่อยู่อาศัยผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติที่ได้จากการสำรวจด้วย GPS ได้อย่างชัดเจน (Meehl, 2008; Kakembo & Van, 2014) ตลอดจนสามารถแสดงผลข้อมูลร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) อื่น ๆ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (Google Satellite) แผนที่ภูมิประเทศและโครงข่ายถนน (Open Street Map) ขอบเขตการปกครอง ข้อมูลแหล่งน้ำ โครงข่ายการคมนาคม ด้านชายแดน เป็นต้น ทำให้สามารถมองเห็นที่ตั้ง และการกระจายตัวเชิงตำแหน่ง ตลอดจนการจำแนกสี หรือสัญลักษณ์ประเภทข้อมูลสามารถใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะหรือการนำไปใช้ประโยชน์

1. ข้อเสนอแนะด้านการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ การอยู่ในสถานะผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาที่ตามมาหลายประการทั้งทางปัญหาด้านสถานะสิทธิและด้านการเข้าถึงบริการสุขภาพ โดยเฉพาะในหน่วยบริการสุขภาพชายแดนที่เป็นหน่วยงานให้บริการหลักในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ดังนั้นหน่วยงานจำเป็นต้องมีข้อมูลฐาน (Baseline Data) เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดข้อมูล จำนวน ที่ตั้งและการกระจายตัวของปัญหาที่แท้จริง เพื่อเป็นฐานการอ้างอิงการพัฒนาและแก้ไขปัญหาที่ตรงกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้ต้นแบบการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ในการวิเคราะห์ การแสดงผลข้อมูล และสนับสนุนการตัดสินใจต่อการพัฒนาในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี

2. ข้อเสนอแนะด้านการพัฒนากลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ กลุ่มประชากรเหล่านี้ส่วนใหญ่อพยพจาก สปป.ลาว ที่เดิมที่อยู่อาศัยอยู่เมืองตรงข้าม และจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าประชากรเหล่านี้มีเจตนาจะอยู่อาศัยในประเทศไทยต่อไป อีกทั้งยังพบว่าบุคคลเหล่านี้ส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจถึงสิทธิประโยชน์และสิทธิสุขภาพที่จะได้จากการมีสถานะบุคคล ดังนั้นหน่วยงานด้านการพัฒนาสถานะบุคคลที่เกี่ยวข้องควรจัดให้มีการแก้ไขปัญหาสถานะบุคคลโดยอาศัยกลไกความร่วมมือผู้นำชุมชน ซึ่งอาจเริ่มต้นจากการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้ที่ยังไม่ได้พัฒนาสถานะ และการสื่อสารให้ความรู้ความเข้าใจในสิทธิประโยชน์ โดยเฉพาะสิทธิสุขภาพที่ได้รับจากการมีสถานะบุคคล

3. ข้อเสนอแนะด้านระบบสุขภาพ กลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ เป็นกลุ่มประชากรที่มีข้อจำกัดในการเข้าถึงระบบบริการสุขภาพ จากผลสำรวจและการประมวลผลข้อมูลในพื้นที่ศึกษา พบว่ากลุ่มประชากรผู้มีปัญหาสถานะบุคคลที่พบส่วนใหญ่เป็นประชากรเพศหญิง และเป็นประชากรกลุ่มผู้สูงอายุ ทั้งนี้ข้อคนพบดังกล่าวส่งผลข้อเสนอแนะกับหน่วยงานบริการสุขภาพในการทำงานเชิงรุกในพื้นที่ การหาแนวทางการเฝ้าระวัง การให้ความรู้ การตรวจคัดกรอง ดูแลรักษาในกลุ่มโรคทางรีเวช และโรคกลุ่มผู้สูงอายุ เป็นงานเร่งด่วน

4. ข้อเสนอแนะด้านการพัฒนากลไกความร่วมมือสาธารณสุขชายแดน จากข้อมูลแหล่งที่อยู่เดิมก่อนการอพยพเคลื่อนย้ายถิ่นมาประเทศไทยของประชากรเหล่านี้ ส่วนใหญ่มาจากเมืองคูขนานตรงข้ามกับประเทศไทย (เมืองแก่นท้าว-อำเภอลำทะลุ) ดังนั้นแนวทางการทำงานภายใต้ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ต้นทางคือ

สปป. ลาว และพื้นที่ปลายทางคือประเทศไทย ควรมีการพัฒนาความร่วมมือข้ามแดน โดยเฉพาะด้านการสาธารณสุขในกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลและประชากรข้ามชาติ ระหว่างรัฐร่วมกันที่ชัดเจนเป็นรูปธรรม

Acknowledgements

ขอขอบคุณโครงการพัฒนารูปแบบการจัดการปัญหาสุขภาพกลุ่มผู้มีปัญหาสถานะบุคคลในพื้นที่ชายแดนไทย-ลาว ที่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักสนับสนุนสุขภาวะประชากรกลุ่มเฉพาะ (สำนัก 9) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

References

- Amornsanguansin, J. (2012). Geographic information system for sustainable development. *Journal of Environmental Management*, 3(2), 220–252. (in Thai)
- Buckle, C. (2020). Touching, scrolling and swooping: Performing and representing migrant stories through geospatial technologies. *Geoforum*. 111, 83–93.
- Chuayrai, P., & Songthap, A. (2019). Application of geographic information systems in public health. *Southern Network Journal of Nursing and Public Health Colleges*, 6(3), 229–236. (in Thai)
- Department of Health, Ministry of Public Health. (2020). *Guidelines for basic data collection and environmental health surveillance in the Eastern Economic Corridor*. Retrieved November 8, 2023, From https://hia.anamai.moph.go.th/web-upload/migrated/files/hia/n3040_ad0fbb1a2860cf17bfe17b82a54bce14_EEC63_01.pdf. (in Thai)
- Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. (2019). *Manual for the application of Quantum GIS (QGIS) program for natural resource conservation work*. Bangkok: Geo-Informatics Division, Information and Communication Technology Center. (in Thai)
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization). (2023). *How prominent and hot is GIS technology in daily life*. Retrieved September 30, 2023, From https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=6953&lang=TH. (in Thai)
- Hoomhong, C. (2019). *QGIS professional: A professional guide to using QGIS*. Phitsanulok: Mappidia Co., Ltd. (in Thai)
- Kakembo, V., & Van, S. (2014). The integration of GIS into demographic surveying of informal settlements: The case of Nelson Mandela Bay Municipality, South Africa. *Habitat International*, 44, October, 451–460.
- Meehl, J. (2008). *Using GIS and other location based tools for the registration, design, maintenance, and mapping of refugee camps*. Saint Mary's University of Minnesota University Central Services Press. Winona, MN.
- Office for Academic Promotion and Support, 8 Provinces of Lopburi, Ministry of Social Development and Human Security. (2019). *Geographic information system for social development: Quantum 3.4 Madeira*. Lopburi. (in Thai)

- Pongcharoen, P., Duangpastra, C., Wisetruangroj, S., Krebs, N., Phochan, J., & Wijitpongsa, W. (2021). *Research report on the development of the potential of Thai–Lao border checkpoints*. Bangkok: National Research Council of Thailand. (in Thai)
- Sukkhlo, P. (2004). *Laotian migrant workers in Northeastern Thailand: A case study of Laotian migrant workers in Mukdahan Province* (Master's thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Sunthornnon, T. (2023). Components, indicators, and strategic recommendations for developing the competency of village health volunteers in the digital era: The case of Trang Province. *Khon Kaen University Journal of Public Health Research*, 16(2), 58–73. (in Thai)
- Taburi, W., Hoomhong, C., & Narongrit, C. (2020). An online geographic information system prototype to support elderly health care in communities. *Srinagarind Medical Journal*, 35(1), 59–65. (in Thai)
- Thawisit, S. (2009). Imagined citizens and stateless Laotians at the Northeastern border. *Journal of Arts, Ubon Ratchathani*, Special Issue. (in Thai)
- Thongyu, M., & Auywat, D. (2005). Social networks of Laotian migrant workers in Thailand. *Mekong Basin Social Journal*, 1(2), 55–56. (in Thai)
- Tina, Y. (2018). *A study of border area potential: A case study of Ban Nakraseng border checkpoint, Tha Li District, Loei Province* (Master's thesis). Bangkok: Thammasat University. (in Thai)
- United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), Thailand Office. (n.d.). *Stateless persons*. Retrieved September 12, 2023, From <https://www.unhcr.org/th/statelessness>. (in Thai)

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจระหว่างการใช้ โปรแกรมจำลอง Cisco Packet Tracer กับการศึกษาในห้องปฏิบัติการจริง

ธวัชชัย แสนแก้ว¹, บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ^{2*}, สุขชาติวี ประสมสุข¹, ต่อศักดิ์ สุนทรพันธุ์¹,
อภิวัดณ์ วิทยารัฐ¹, วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์³ และ จิรวัดณ์ ดวงแก้ว²

A Comparative Study of Academic Achievement and Satisfaction between using the Cisco Packet Tracer Simulator and Real Laboratory Study

Thawatchai Sankaew¹, Bowonsak Srisungsittisunti^{2*}, Sukchatri Prasomsuk¹, Torsak Soontornphand¹,
Apiwat Witayarat¹, Weeraphan Siririth³ and Jirawat Duangkaew²

¹ Information Technology, School of Information and Communication Technology University of Phayao, Phayao, 56000

² Program in Computer Engineering, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

³ Faculty of Business Administration, Chiang Rai College, Chiang Rai, 57000

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

Received: 5 July 2025; Revised: 6 October 2025; Accepted: 21 October 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอการศึกษาเชิงเปรียบเทียบด้านผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนรู้ระหว่างการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ Cisco Packet Tracer กับการฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริง โดยได้ดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาจำนวน 60 คน จากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ประจำปีการศึกษา 2565 ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน เพื่อเรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลองและฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์แสดงระดับความพึงพอใจทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มโปรแกรมจำลองมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 3.82 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 ส่วนกลุ่มที่ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริงมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 3.64 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 ผลการวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นว่า การนำโปรแกรมจำลองสถานการณ์ไปใช้ในการเรียนการสอนสามารถสร้างความพึงพอใจและยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ของนักศึกษาในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การศึกษาเปรียบเทียบ, โปรแกรมจำลองสถานการณ์, การฝึกปฏิบัติจริง, ห้องปฏิบัติการ, ซิสโก้

¹ เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

³ คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000

Abstract

This research presents a comparative study on the learning achievement and satisfaction between using the Cisco Packet Tracer simulation program and practicing with real equipment. The research was conducted with a sample group of 60 students from the Faculty of Information and Communication Technology, University of Phayao, academic year 2022. They were divided into two groups of 30 students each to learn through the simulation program and practice with real equipment. The results of the study found that the group learning through the simulation program showed a significantly higher level of learning satisfaction than the group practicing with real equipment at the 0.05 level. The simulation group had a mean satisfaction score of 3.82 and a standard deviation of 0.74, while the group practicing with real equipment had a mean satisfaction score of 3.64 and a standard deviation of 0.65. The results of this study reflect that the use of simulation programs in teaching can effectively create satisfaction and enhance the learning experience of students in the field of information technology.

Keywords: Comparison study, Simulation, Real practice, Laboratory, CISCO

Introduction

การนำเทคโนโลยีการจำลอง (Simulation) และห้องปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) มาใช้ในการสอนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและปลอดภัย โดยมีหัวใจสำคัญอยู่ที่การออกแบบกระบวนการสอนให้เหมาะสมเพื่อลดภาระการเรียนรู้ที่ไม่จำเป็นของผู้เรียน งานวิจัยหลายฉบับชี้ว่า สภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Immersive Virtual Reality) ที่ออกแบบมาดีสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญ (Shen & Pan, 2022; Thomay et al., 2023) และช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการถ่ายทอดความรู้ (Triejunita et al., 2021; Lin & Chen, 2023) อีกทั้งการเปรียบเทียบระดับความสมจริงยังช่วยให้นักวิจัยเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมยิ่งขึ้น (Uhl et al., 2024) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการเสมือนให้ผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ที่ติดเทียมกับการลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on Labs) ในหลายสาขา ตั้งแต่การสอนโครงสร้างดีเอ็นเอ (DNA) ที่ซับซ้อน (Dunn et al., 2023) ไปจนถึงกระบวนการทางการแพทย์อย่างปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์ (PCR) (Darejeh et al., 2024) นอกจากนี้ เทคโนโลยีอย่าง Digital Twins และความจริงขยาย (extended reality; XR) ยังถูกนำมาใช้เพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์ระหว่างห้องปฏิบัติการทั้งสองรูปแบบ (Alsaleh et al., 2022) รวมถึงการจำลองการพิมพ์สามมิติ (3D-Printing) ที่แสดงให้เห็นศักยภาพในการสร้างเสริมทักษะได้เทียบเท่าอุปกรณ์จริง (Singhal et al., 2024) สำหรับเครื่องมือจำลองเครือข่าย Cisco Packet Tracer ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยมีการประยุกต์ใช้ที่หลากหลาย ตั้งแต่การจำลองเครือข่ายพื้นฐานในสถานศึกษา (Cangir et al., 2023; Thobiyah T et al., 2024) การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนขั้นสูงเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ (Santiyadiputra et al., 2024) และการออกแบบห้องปฏิบัติการที่เข้าถึงได้จากทุกที่ (Baun et al., 2025) ซอฟต์แวร์นี้ยังถูกใช้ในการศึกษาเฉพาะทาง เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things; IoT) (Azhari et al., 2021; Bharat Ratnala et al., 2023) และมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเครื่องมืออื่นเพื่อการสอนที่เหมาะสม (Oikoomou & Oikonomou, 2024) โดยงานวิจัยพบว่า Packet Tracer ส่งผลเชิงบวกต่อทั้งแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน (Atjo et al., 2023; Runtuwene et al., 2024) ศักยภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนยังขยายไปสู่สาขาวิชาอื่น ๆ เช่น การพัฒนาแพลตฟอร์มคลาวด์สำหรับวิชาชีววิทยา (Ahmed et al., 2024) การสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน (ChemistryVR) ที่ปลอดภัย (Jiang et al., 2024) และเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติช่วงการระบาดของ

โควิด-19 (COVID-19) (Schaumont, 2021) อีกทั้งยังมีการนำกลไกของเกม (Gamification) มาใช้เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Holly et al., 2024) งานวิจัยดังกล่าวสะท้อนถึงความสำคัญของห้องปฏิบัติการเสมือนและซอฟต์แวร์จำลองเครือข่าย ในการส่งเสริมทักษะด้านเทคโนโลยีที่จำเป็น ทั้งในด้านการเรียนการสอน การออกแบบและบริหารจัดการระบบ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับนักศึกษาและบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

สำหรับรายวิชา 222241 เทคโนโลยีเครือข่าย และ 226352 หลักการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ได้บูรณาการการเรียนรู้สองรูปแบบ คือ การใช้โปรแกรมจำลองเครือข่าย Cisco Packet Tracer ดังภาพที่ 1 และการฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์เครือข่ายจริงในห้องปฏิบัติการ ดังภาพที่ 2 อย่างไรก็ตาม การประเมินประสิทธิผลของทั้งสองรูปแบบการสอนอย่างเป็นระบบเพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดยังคงเป็นประเด็นที่ต้องมีการศึกษาเชิงประจักษ์ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษา ระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลองและกลุ่มที่ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริง โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาดังกล่าว ผลการวิจัยที่ได้จะนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

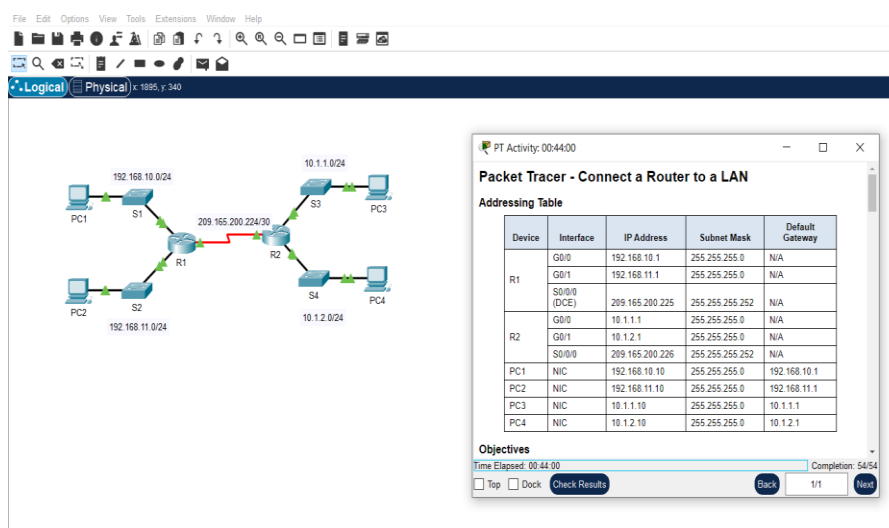


Figure 1 The Packet Tracer program used for computer network simulation.



Figure 2 Students practicing with real tools and equipment in the laboratory.

Objectives

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลอง Cisco Packet Tracer กับกลุ่มที่ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริงในห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้ระหว่างการใช้โปรแกรมจำลอง Cisco Packet Tracer กับการฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริง

Methodology

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ส่วนกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครือข่ายในปีการศึกษา 2565 จำนวนทั้งสิ้น 60 คน กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามภาคการศึกษา และรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียน ได้แก่ กลุ่มที่หนึ่ง เรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลอง ประกอบด้วยนักศึกษา 30 คนจากรายวิชา 222241 เทคโนโลยีเครือข่าย ในภาคการศึกษาที่ 1 และกลุ่มที่สอง ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริง ประกอบด้วยนักศึกษา 30 คน จากรายวิชา 226352 หลักการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในภาคการศึกษาที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวัดผลตัวแปรที่ศึกษาอย่างครอบคลุม การวิจัยนี้ใช้เครื่องมือหลักสองประเภทในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจดังนี้

- 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหลักสูตร มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC; Index of Item-Objective Congruence) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 และเมื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability) ด้วยสูตร Kuder-Richardson 20 (KR-20) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82
- 2) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อวัดระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อรูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (5-Point Likert Scale) ซึ่งจากการตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ส่วนนี้นำเสนอกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการเตรียมการ การดำเนินการทดลอง และการวัดผลภายหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

- 1) การเตรียมการและชี้แจง ในช่วงต้นภาคการศึกษา ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยให้นักศึกษาทั้งสองกลุ่มที่เรียนรู้ผ่านโปรแกรมจำลองและกลุ่มที่ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริงได้รับทราบอย่างชัดเจน เพื่อสร้างความเข้าใจและขอความร่วมมือในการวิจัย
- 2) การดำเนินการทดลองและจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัดตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา โดยทั้งสองกลุ่มได้เรียนรู้ในหัวข้อเนื้อหาเดียวกันตาม

วัตถุประสงค์ของรายวิชา แต่มีความแตกต่างกันในส่วนของการฝึกปฏิบัติ กล่าวคือ กลุ่มที่หนึ่งได้ฝึกปฏิบัติผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Cisco Packet Tracer ขณะที่กลุ่มที่สองได้ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์เครือข่ายจริงในห้องปฏิบัติการ

3) การรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง เมื่อสิ้นสุดกระบวนการเรียนการสอนในสัปดาห์สุดท้ายของภาคการศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักศึกษาทั้งกลุ่มที่เรียนผ่านโปรแกรมจำลองและกลุ่มที่ฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริง โดยใช้เครื่องมือวิจัยที่ได้พัฒนาขึ้น ได้แก่ การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ซึ่งดำเนินการผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ Google Forms เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการรวบรวมข้อมูล

4) การตรวจสอบและเตรียมข้อมูล ภายหลังการรวบรวมข้อมูลเสร็จสิ้น ข้อมูลดิบทั้งหมดถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนสมบูรณ์ จากนั้นจึงดำเนินการกำหนดค่าตัวเลขให้กับข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น เพศ, อายุ และข้อมูลลักษณะคำตอบจากมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เพื่อจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มีการจำแนกการวิเคราะห์ออกเป็นสองส่วนหลักดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้สำหรับวิเคราะห์และอธิบายข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย โดยข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน จะถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อแสดงภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับความพึงพอใจ จะถูกวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อเป็นตัวแทนค่ากลางของข้อมูล และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายการกระจายตัวของคะแนนในแต่ละกลุ่มทดลอง

2) การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยได้เลือกใช้สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Samples t-test) ซึ่งเป็นสถิติที่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่เกี่ยวข้องกัน เพื่อสรุปผลว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของกลุ่มที่เรียนด้วยโปรแกรมจำลองและกลุ่มที่เรียนด้วยอุปกรณ์จริงมีความแตกต่างกันหรือไม่

Results

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากการวิจัยซึ่งรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างนิสิตจำนวน 60 คน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสอบถามความพึงพอใจซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละระดับ ได้แก่ ระดับ 5 หมายถึงมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ระดับ 4 หมายถึงมีความพึงพอใจในระดับมาก ระดับ 3 หมายถึงมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ระดับ 2 หมายถึงมีความพึงพอใจในระดับน้อย และระดับ 1 หมายถึงมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนแรก คือข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง และส่วนที่สองเป็นการเปรียบเทียบความพึงพอใจทางการเรียนในแต่ละด้าน โดยผลการวิเคราะห์ภาพรวมพบว่ากลุ่มผู้เรียนที่ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์จริงซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 โดยความแตกต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ในส่วนนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยนิสิตจำนวน 60 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อเครือข่าย โดยแสดงข้อมูลทั่วไปในด้านเพศ อายุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ในรูปแบบของค่าความถี่และค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างตามรายละเอียดที่ปรากฏในตารางที่ 1

Table 1 Demographic information of the respondents

Item	Category	Frequency (N)	(Percentage %)
Gender	Male	40	66.67
	Female	20	33.33
	Total	2	100.00
Age (Years)	19 Years	16	3.33
	20 Years	38	26.67
	21 Years	4	63.33
	22 Year and above	60	6.67
	Total	24	100.00
Learning Device	Personal Notebook Computer	34	40.00
	Laboratory Computer		56.67
	Others	2	3.33
	Total	60	100.00

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1 ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน พบว่า เมื่อพิจารณาในด้านเพศ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนิสิตชายจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ในขณะที่เป็นนิสิตหญิงจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 สำหรับการกระจายตัวทางด้านอายุ พบว่านิสิตส่วนใหญ่มีอายุ 21 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 รองลงมาคือนิสิตอายุ 20 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 ตามลำดับ และเมื่อจำแนกตามอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ พบว่านิสิตส่วนใหญ่จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 56.67 ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการของสถานศึกษาเป็นหลัก ในขณะที่นิสิตจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนตัวส่วนบุคคลในการเรียน

ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจทางการเรียน

การวิเคราะห์ในส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจทางการเรียนระหว่างกลุ่มนิสิตที่ศึกษาผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์กับกลุ่มที่เรียนในห้องปฏิบัติการด้วยอุปกรณ์จริง โดยจำแนกการประเมินความพึงพอใจออกเป็นสี่ด้านหลักคือ ด้านผู้เรียน ด้านปฏิสัมพันธ์และเนื้อหา ด้านเวลาและสถานที่ และด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาอันได้แก่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังรายละเอียดใน

Table 2

Table 2 Comparison of learning satisfaction between the two models

Assessment Item	Learning Model	Mean	Standard Deviation
Learner Aspect	Simulation Program	3.86	0.80
	Real Equipment	3.71	0.67
Interaction and Content Aspect	Simulation Program	3.81	0.84
	Real Equipment	3.69	0.82
Time and Place Aspect	Simulation Program	3.79	0.52
	Real Equipment	3.65	0.58
Technology and Equipment Aspect	Simulation Program	3.81	0.77
	Real Equipment	3.49	0.52
Overall Mean	Simulation Program	3.82	0.74
	Real Equipment	3.64	0.65

จาก Table 2 ซึ่งเปรียบเทียบความพึงพอใจในสี่ด้านหลัก พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจำลองสถานการณ์มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยอุปกรณ์จริงในทุกด้าน โดยด้านผู้เรียนของกลุ่มโปรแกรมจำลองสถานการณ์มีคะแนนสูงสุดที่ 3.86 ตามด้วยด้านปฏิสัมพันธ์และเนื้อหาที่ 3.81 และด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ 3.81 ขณะที่ด้านเวลาและสถานที่มีคะแนน 3.79 ส่วนกลุ่มอุปกรณ์จริงมีคะแนนสูงสุดในด้านผู้เรียนที่ 3.71 ตามด้วยด้านปฏิสัมพันธ์และเนื้อหาที่ 3.69 ด้านเวลาและสถานที่ที่ 3.65 และต่ำสุดในด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ 3.49 เมื่อพิจารณาในภาพรวมดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจำลองสถานการณ์มีค่าเท่ากับ 3.82 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยอุปกรณ์จริงซึ่งมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 3.64 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 เมื่อดำเนินการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสองกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที (Independent Samples t-test) ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมของกลุ่มที่เรียนด้วยโปรแกรมจำลองสถานการณ์สูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งบ่งชี้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ทั้งสองส่งผลให้เกิดความพึงพอใจที่ต่างกัน

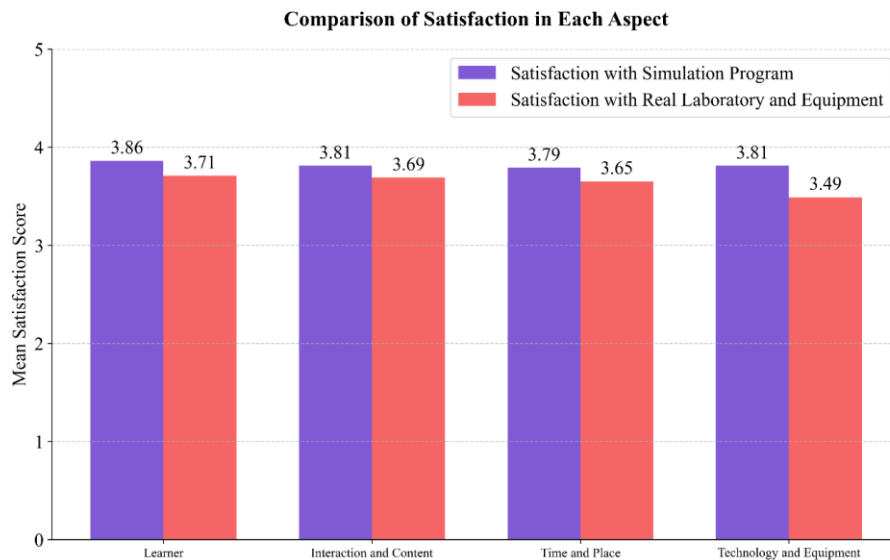


Figure 3 Comparing satisfaction in each aspect

Figure 3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในแต่ละด้านผ่านแผนภูมิแท่ง แท่งสีม่วงแทนกลุ่มโปรแกรมจำลองสถานการณ์ แท่งสีแดงแทนกลุ่มห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์จริง กลุ่มโปรแกรมจำลองสถานการณ์มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจสูงกว่ากลุ่มห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์จริงในทุกด้าน โดยด้านผู้เรียนของกลุ่มโปรแกรมจำลองสถานการณ์มีคะแนนสูงสุดที่ 3.86 ตามด้วยด้านปฏิสัมพันธ์และเนื้อหาที่ 3.81 และด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ 3.81 ขณะที่ด้านเวลาและสถานที่มีคะแนน 3.79 ส่วนกลุ่มห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์จริงมีคะแนนสูงสุดในด้านผู้เรียนที่ 3.71 ตามด้วยด้านปฏิสัมพันธ์และเนื้อหาที่ 3.69 ด้านเวลาและสถานที่ที่ 3.65 และต่ำสุดในด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ 3.49 การเปรียบเทียบพบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมของกลุ่มโปรแกรมจำลองสถานการณ์เท่ากับ 3.82 สูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มอุปกรณ์จริงซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.64

Discussion

ผลการวิจัยเผยให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual Learning Environments) มีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดข้อจำกัดทางการศึกษา โดยเฉพาะในสาขาที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีราคาสูงและซับซ้อนจากการศึกษา พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ เช่น Cisco Packet Tracer นั้นสูงกว่าการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์จริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งความแตกต่างนี้โดดเด่นที่สุดในส่วนของเทคโนโลยีและอุปกรณ์ โดยโปรแกรมจำลองสถานการณ์ได้ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึงอุปกรณ์เครือข่ายที่หลากหลายได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องกังวลในด้านความเสียหายหรือค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ผ่านการทดลองและการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งเน้นย้ำถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือจำลองสถานการณ์ในฐานะที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการศึกษาในสาขาเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าโปรแกรมจำลองสถานการณ์จะแสดงถึงความสำเร็จโดยรวม ผลการวิจัยก็ไม่ได้ลดทอนความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยอุปกรณ์จริงซึ่งยังคงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ (Hands-on Skills) ที่ไม่สามารถทดแทนได้ การได้สัมผัสและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์จริง เช่น การเชื่อมต่อสาย LAN การจัดการกับปัญหาทางกายภาพของอุปกรณ์ หรือการแก้ไขปัญหาที่ไม่คาดคิดซึ่งมักไม่เกิดขึ้นในโปรแกรมจำลองนั้น เป็นประสบการณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเข้าสู่ตลาดงาน ดังนั้น การบูรณาการจุดแข็งของทั้งสองวิธีการเข้าด้วยกันในรูปแบบการเรียนรู้

แบบผสมผสาน (Blended Learning Approach) จึงเป็นแนวทางที่นำไปสู่ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่สูงสุด ในการจัดการเรียนการสอนควรเริ่มต้นด้วยโปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในหลักการเชิงทฤษฎีและคุ้นเคยกับการตั้งค่าในสภาพแวดล้อมที่สามารถควบคุมได้ ก่อนที่จะต่อยอดด้วยการสัมผัสอุปกรณ์จริง

Suggestions

ผลการวิจัยได้ชี้ให้เห็นถึงแนวทางในการประยุกต์ใช้ออกแบบการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รวมถึงสาขาวิชาอื่นที่เน้นในด้านการปฏิบัติ โดยมีลักษณะการศึกษาแบบผสมผสาน (Blended Learning) ซึ่งเริ่มต้นด้วยการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อสร้างความเข้าใจในหลักการเชิงทฤษฎีและสร้างความคุ้นเคยกับการตั้งค่าในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ ก่อนที่จะดำเนินการไปสู่การฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์จริงในห้องปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติที่ไม่สามารถทดแทนได้ ในขณะเดียวกัน ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตคือ ควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งพัฒนาระบบการวิจัยให้เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การวัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียน นอกจากนี้ ยังควรศึกษาเกี่ยวกับผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ในมิติอื่น ๆ เช่น ทักษะในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่มีความครอบคลุมและนำไปสู่การพัฒนาการสอนที่มีประสิทธิผลสูงสุด

Acknowledgements

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการระบบอัจฉริยะและหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและแนวคิดในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- Ahmed, T., Bumbacher, E., Blikstein, P., & Riedel-Kruse, Ingmar H. (2024). *Large-scale and versatile deployment of biology cloud labs in schools through teacher driven curricula design*. Atlanta, GA, USA: Association for Computing Machinery, 524–529. Form <https://doi.org/10.1145/3657604.3664713>.
- Alsaleh, S., Tepljakov, A., Kose, A., Belikov, J., & Petlenkov, E. (2022). RelImagine Lab: Bridging the Gap Between Hands-On, Virtual and Remote Control Engineering Laboratories Using Digital Twins and Extended Reality. *IEEE Access*, 10, 89924–89943. Form <https://doi.org/10.1109/access.2022.3199371>.
- Azhari, A. D., Sulaiman, N. A., & Kassim, M. (2021, November 1). Secured Internet Office Network with the Internet of Things Using Packet Tracer Analysis. Form <https://doi.org/10.1109/ICSET53708.2021.9612554>.
- Baun, C., Kappes, M., Cocos, H.-N., Koch, M., & Petrozziello, M. (2025). The Virtual Computer Networks Lab: On the Design and Implementation of a Location Independent Networks Laboratory in Higher Education. *Proceedings of the 17th International Conference on Computer Supported Education*, 199–207. Form <https://doi.org/10.5220/0013199400003932>.
- Bharat Ratnala, T. Anuradha, Vidya Maddali, & Harsha Vardhan Chintalapudi. (2023). Designing Smart Room Using Cisco Packet Tracer Simulator. *2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)*. Form <https://doi.org/10.1109/icssit55814.2023.10061048>.

- Darejeh, A., Huynh, L., Ji, X., Marcus, N., & Polly, P. (2024). Assessing the Efficacy of Virtual Reality–Based Laboratories Versus Real–Life Settings for PCR Procedures, within Medical Science Laboratories. *2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR–Adjunct)*, 489–492. Form <https://doi.org/10.1109/ismar-adjunct64951.2024.00142>.
- Dunn, S., Wünsche, Burkhard C, Allison, J. R., Samuel, & Lange–Nawka, D. (2023). *Hands–on DNA: Exploring the impact of virtual reality on teaching DNA structure and function*. Christchurch, New Zealand: Association for Computing Machinery. Form <https://doi.org/10.1145/3611659.3615684>.
- Ersoy Cangir, Ö., Yıldırım, M., & Bostan, N. (2023). Faculty network system implementation using cisco packet tracer. *Journal of Computer & Electrical and Electronics Engineering Sciences*, 1(1), 20–24. Form <https://doi.org/10.51271/jceees-0005>.
- Gede Saindra Santyadiputra, None Purnomo, Waras Kamdi, Syaad Patmanthara, & Didik Nurhadi. (2024). Vilanets: An advanced virtual learning environments to improve higher education students' learning achievement in computer network course. *Cogent Education*, 11(1). Form <https://doi.org/10.1080/2331186x.2024.2393530>.
- Holly, M., Brettschuh, S., Tiwari, A. S., Bhagat, K. K., & Pirker, J. (2024). *Game–based motivation: Enhancing learning with achievements in a customizable virtual reality environment*. Trier, Germany: Association for Computing Machinery. Form <https://doi.org/10.1145/3641825.3687741>.
- Jiang, G., Xia, X., Li, Y., Liang, H.–N., & Hui, P. (2024). *ChemistryVR: Enhancing educational experiences through virtual chemistry lab simulations*. Association for Computing Machinery. Form <https://doi.org/10.1145/3680533.3697068>.
- Lin, X., & Chen, Z. (2023). Knowledge Transfer Happen in Virtual Simulation Experiment Teaching: A Factor Study Based on Educational Experiment. *Proceedings of the 2023 6th International Conference on Educational Technology Management*, 137–147. Form <https://doi.org/10.1145/3637907.3637966>.
- Muhammad Fadly Atjo, Djami Olli, Hiskia Manggopa, & Tino, P. (2023). Effect of Packet Tracer Simulator Media on Motivation and Learning Outcomes of Basic Network TKJ Students of Cokroaminoto Vocational School, Kotamobagu. *Deleted Journal*, 2(2), 26–44. Form <https://doi.org/10.62711/ijite.v2i2.103>.
- None Thobiyah T, Franciscus, A., None Fakrurrozi, Ilyas Wichaksono, Baqi, A., Ridwan Daeli, & Riko Tarigan. (2024). Design and Simulation of a LAN Network for Optimizing IT Infrastructure at SMKS XYZ Depok Using Cisco Packet Tracer. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 4(2), 731–744. Form <https://doi.org/10.35870/ijsecs.v4i2.2673>.
- Oikonomou, N. V., & Oikonomou, D. V. (2024). Educational Applications and Comparative Analysis of Network Simulators: Protocols, Types, and Performance Evaluation. *Journal of Engineering Research and Sciences*, 3(6), 18–32. Form <https://doi.org/10.55708/js0306003>.
- Runtuwene, S. J., Abdulgani, A. N., Pakan, O. M. L., Pinontoan, F. C. G., Mangaronda, D. I., & Kambey, T. N. (2024). Network Simulation Using Cisco Packet Tracer in Computer Network Learning in Higher Education. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(11), 5099–5106. Form <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i11.1774>.

- Schaumont, P. (2021). *Socially-distant hands-on labs for a real-time digital signal processing course*. 425–430. Virtual Event, USA: Association for Computing Machinery. Form <https://doi.org/10.1145/3453688.3461490>.
- Shen, Y., & Pan, Z. (2022). Evaluating the Impact of Immersive Virtual Reality Learning Environments with a Cognitive Load on Students in Various Interaction Modes. *2022 8th International Conference on Virtual Reality (ICVR)*, 210–215. Form <https://doi.org/10.1109/icvr55215.2022.9848091>.
- Singhal, I., Guru Ratan Satsangee, Bhardwaj, L., Sharma, G. S., Anand Swarup Chandrakar, Gupta, H., ... Rahul Swarup Sharma. (2024). 3D-PRINTING VIRTUAL SIMULATION LAB. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1530–1543. Form <https://doi.org/10.1109/tlt.2024.3384556>.
- Thomay, C., Fermitsch, A., Fessler, J., Garatva, P., Gollan, B., Lietz, A. K., ... Wagner, M. (2023). Towards Cognitive Load-Based Decision Making in VR Training. *2023 IEEE 2nd International Conference on Cognitive Aspects of Virtual Reality (CVR)*, 000023–000028. Form <https://doi.org/10.1109/cvr58941.2023.10395602>.
- Triejunita, C. N., Putri, A., & Rosmansyah, Y. (2021, November 1). A Systematic Literature Review on Virtual Laboratory for Learning. Form <https://doi.org/10.1109/ICoDSE53690.2021.9648451>.
- Uhl, J. C., Gutierrez, R., Regal, G., Schrom-Feiertag, H., Schuster, B., & Tscheligi, M. (2024). *Choosing the right reality: A comparative analysis of tangibility in immersive trauma simulations*. Honolulu, HI, USA: Association for Computing Machinery. Form <https://doi.org/10.1145/3613904.3641912>.

การพัฒนาระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่าน텔레แกรมแชทบอท กรณีศึกษา งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยองค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก จังหวัดพะเยา

กฤตพร เพชรตะกั่ว¹, ปรียาภรณ์ กองลี¹ และ ธิดาภัทร อนุชาญ^{1*}

Development of a Fire Incident Reporting System via Telegram Chatbot: A Case Study of the Disaster Prevention and Mitigation Division, Mae Suk Subdistrict Administrative Organization, Phayao Province

Krittaphon Phattakua¹, Preeyaporn Konglee¹ and Thidapath Anucharn^{1*}

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

* Corresponding author: thidapath.ao@up.ac.th

Received: 25 June 2025; Revised: 20 August 2025; Accepted: 9 September 2025

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่าน텔레แกรมแชทบอท กรณีศึกษา งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยองค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก จังหวัดพะเยา มีวัตถุประสงค์หลักสองประการ ได้แก่ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยผ่านแอปพลิเคชัน텔레แกรมแชทบอท และ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไปและผู้ดูแลระบบต่อฟังก์ชันการทำงานของระบบ โดยมุ่งเน้นให้ประชาชนสามารถแจ้งเหตุอัคคีภัยได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ขณะเดียวกันเจ้าหน้าที่สามารถรับข้อมูล ติดตามสถานการณ์ และจัดการเหตุการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้รองรับการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานทั่วไป อาทิเช่น ชื่อ-นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ ตำแหน่งที่ตั้งของเหตุการณ์ พร้อมภาพถ่ายหรือวิดีโอ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปยังกลุ่มเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องผ่านทาง Telegram โดยระบบมีปุ่มตอบกลับเพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถปรับสถานะการดำเนินการได้อย่างสะดวก ด้านเทคนิค ระบบใช้ Google Apps Script เป็นเซิร์ฟเวอร์หลักสำหรับรับข้อความจาก Telegram ผ่าน Webhook และประมวลผลข้อมูลทั้งหมดก่อนบันทึกลงใน Google Sheets ข้อมูลที่จัดเก็บสามารถนำไปแสดงผลในรูปแบบรายงานหรือแดชบอร์ดผ่าน Looker Studio เพื่อให้เจ้าหน้าที่และผู้บริหารสามารถติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบการใช้งาน Telegram และด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68, 4.59, และ 4.56 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.50, 0.53, และ 0.54 ตามลำดับ ระบบนี้ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถแจ้งเหตุผ่านแชตได้อย่างสะดวก พร้อมแสดงพิกัดจุดเกิดเหตุ และวางแผนเส้นทางสำหรับเจ้าหน้าที่ อีกทั้งยังสามารถแสดงสถิติการแจ้งเหตุ เช่น จำนวนเหตุการณ์ในแต่ละวัน ตำแหน่งที่เกิดเหตุ หรือประเภทของเหตุอัคคีภัย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเหตุอัคคีภัยในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบแจ้งเหตุอัคคีภัย, เทเลแกรมแชทบอท, องค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก, Google Apps Script

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

The development of a fire incident reporting system via Telegram chatbot, with a case study of the Disaster Prevention and Mitigation Division, Mae Suk Subdistrict Administrative Organization, Phayao Province, was undertaken with two main objectives: (1) to design and develop a fire alert notification system through the Telegram chatbot application, and (2) to evaluate the satisfaction of both general users and system administrators regarding the system's functionalities. The system is designed to enable the public to report fire incidents conveniently and rapidly, while allowing officials to receive information, monitor situations, and manage incidents efficiently. The developed system supports the collection of information from general users, including name, surname, phone number, incident location, and multimedia files such as photos or videos. This information is transmitted to relevant officials via Telegram, with interactive response buttons provided for officials to update the status of each incident. Technically, the system utilizes Google Apps Script as the main server to receive messages from Telegram via Webhook, process the data, and store all information in Google Sheets. The stored data can then be visualized in the form of reports or dashboards through Looker Studio, enabling officials and administrators to monitor and analyze statistical data effectively. Regarding user satisfaction, the evaluation revealed that users were highly satisfied with the system, with an overall mean score of 4.61 and a standard deviation of 0.52. When considering specific aspects, the mean scores for content quality, interface design and layout for Telegram usage, and practical application were 4.68, 4.59, and 4.56, respectively, with standard deviations of 0.50, 0.53, and 0.54. This system allows users to conveniently report incidents via chat, display the coordinates of the incident location, and assist officials in route planning. Additionally, it provides statistics on incident reports, such as the number of incidents per day, incident locations, or types of fire incidents, which are beneficial for enhancing the efficiency of fire incident management in the area.

Keywords: Fire incident reporting system, Telegram chatbot, Mae suk subdistrict administrative organization, Google Apps Script

Introduction

อัคคีภัยถือเป็นภัยพิบัติที่สร้างผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อความปลอดภัยของประชาชนและทรัพย์สินในประเทศไทย สาเหตุของการเกิดอัคคีภัยมีความหลากหลาย ตั้งแต่ความประมาทเลินเล่อในการใช้ไฟฟ้า การจัดการขยะที่ไม่เหมาะสมตามหลักสุขาภิบาล การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า ไปจนถึงปัจจัยทางธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ ปัจจัยเหล่านี้สามารถนำไปสู่เหตุการณ์ที่ร้ายแรงและสร้างความเสียหายอย่างมีนัยสำคัญ หากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสมและทันท่วงที จากข้อมูลสถิติของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย ปี พ.ศ. 2567 แสดงให้เห็นว่า อัคคีภัยยังคงเป็นสาธารณภัยที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งที่สุดในประเทศไทย โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 60.00 ของภัยพิบัติทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลย้อนหลัง พบว่า มีแนวโน้มที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 70.93 ในปี พ.ศ. 2565 และร้อยละ 54.31 ในปี พ.ศ. 2564 (Department of Disaster Prevention and Mitigation, 2024) สำหรับข้อมูลในระดับจังหวัด โดยเฉพาะจังหวัดพะเยา

จากรายงานสถิติในปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 พบว่า จำนวนการเกิดอัคคีภัยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ปี พ.ศ. 2565 เกิดขึ้น 36 ครั้ง ปี พ.ศ. 2566 ลดลงเหลือ 31 ครั้ง และปี พ.ศ. 2567 ลดลงต่อเนื่องเหลือ 26 ครั้ง ซึ่งในพื้นที่ศึกษาขององค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก พบว่า อัคคีภัยที่เกิดขึ้นบ่อย นอกจากเหตุเพลิงไหม้ภายในอาคารหรือบ้านเรือน ยังรวมถึงการไหม้ในพื้นที่เกษตรกรรม เช่น การเผาตอซังข้าว การเผาพื้นที่เพาะปลูกหลังการเก็บเกี่ยว และการไหม้หญ้าสองข้างทาง ซึ่งมักเกิดในฤดูแล้งจากการจุดไฟเพื่อเคลียร์พื้นที่หรือการทิ้งก้นบุหรี่โดยไม่ระวัง นอกจากนี้ยังพบเหตุเพลิงไหม้ที่เกี่ยวข้องกับโรงเก็บพืชผลทางการเกษตรและสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ซึ่งสร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินและอันตรายต่อชุมชนโดยรอบ (Disaster Prevention and Mitigation Provincial Office, Phayao Province, 2024)

การเกิดอัคคีภัยอย่างต่อเนื่องตลอดหลายปีที่ผ่านมาสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนาแนวทางและวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดอัคคีภัย ความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน การตอบสนองที่รวดเร็วและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดผลกระทบจากเหตุการณ์อัคคีภัย ระบบการแจ้งเตือนเหตุการณ์และการสื่อสารข้อมูลที่รวดเร็วจะช่วยให้ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการป้องกันและควบคุมเหตุการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (Thailand Consumers Council, 2024) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยเฉพาะเทคโนโลยีแชทบอท (Chatbot) บนแอปพลิเคชันเทเลแกรม (Telegram) จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการยกระดับประสิทธิภาพของการสื่อสารระหว่างประชาชนกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และการจัดการเหตุการณ์อัคคีภัยให้มีความรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจะมีความสามารถในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ประสบภัยในการแจ้งเหตุการณ์ รับข้อมูลข่าวสารและการแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการให้ข้อมูลสำคัญต่าง ๆ เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของเหตุการณ์ เส้นทางอพยพที่เหมาะสม และช่องทางการติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ด้วยเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าวข้างต้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีเป้าหมายในการศึกษาและพัฒนาระบบการแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่านแอปพลิเคชันเทเลแกรมแชทบอท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณแจ้งเตือนเหตุฉุกเฉินและการติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ดับเพลิงได้โดยตรง พร้อมทั้งมีความสามารถในการระบุทิศทางภูมิศาสตร์ของจุดเกิดเหตุ การคำนวณระยะเวลา และการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเดินทางไปยังจุดเกิดเหตุได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้ ระบบยังมีความสามารถในการแนะนำเส้นทางการอพยพหรือการหลีกเลี่ยงพื้นที่อันตรายสำหรับผู้แจ้งเหตุ และผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับจุดเกิดเหตุ สามารถวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทางสถิติเพื่อการประเมินความเสี่ยงและแนวโน้มของการเกิดอัคคีภัยซ้ำซ้อนในพื้นที่เฉพาะ เพื่อนำไปสู่การเพิ่มการเฝ้าระวังและการป้องกันในพื้นที่เสี่ยงเป็นพิเศษ ระบบที่พัฒนาขึ้นยังรวบรวมและจัดการฐานความรู้ในการป้องกันและการรับมือกับเหตุการณ์อัคคีภัยอย่างเป็นระบบ เพื่อช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยผู้ใช้งานสามารถใช้ประโยชน์จากระบบในการแจ้งเหตุผ่านช่องทางการสนทนา ระบบจะแสดงพิกัดของจุดเกิดเหตุและช่วยในการวางแผนเส้นทางอพยพ สำหรับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ระบบสามารถแสดงข้อมูลสถิติการแจ้งเหตุในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จำนวนเหตุการณ์ในแต่ละช่วงเวลา การกระจายตัวของตำแหน่งที่เกิดเหตุ หรือการจำแนกประเภทของเหตุการณ์อัคคีภัย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการและการตอบสนองต่อเหตุการณ์อัคคีภัยในอนาคต

Objectives

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนอัคคีภัยผ่านแอปพลิเคชัน 텔레แกรมแชทบอท
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไปและผู้ดูแลระบบต่อฟังก์ชันการทำงานของระบบแจ้งเตือนอัคคีภัย

Relevant Concepts and Theories

การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยผ่าน 텔레แกรมแชทบอท มีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชัน 텔레แกรมแชทบอท

แอปพลิเคชัน 텔레แกรมแชทบอทเป็นบริการส่งข้อความที่มีความปลอดภัยสูง โดยใช้โปรโตคอลที่พัฒนาขึ้นเองสำหรับการเข้ารหัสสองชั้น เพื่อปกป้องข้อความและสื่อทั้งหมดในการสนทนา ข้อมูลที่ส่งผ่านระบบจะได้รับการเข้ารหัสอย่างแข็งแกร่งตลอดกระบวนการ แอปพลิเคชันนี้สามารถนำมาใช้ในการแจ้งเตือนสถานการณ์ออนไลน์ไปยังระบบปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับการส่งข้อความแจ้งเตือนหรือข้อมูลจากอุปกรณ์ใด ๆ ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านการเชื่อมต่อแบบ HTTP POST ไปยังบัญชีผู้ใช้ เมื่อมีความต้องการส่งข้อความแจ้งเตือน ผู้พัฒนาจะต้องสร้างโทเคน (Token) ของบัญชี Telegram Bot ซึ่งโทเคนดังกล่าวจะถูกใช้ในการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน HTTP POST ไปยังผู้ใช้งาน ข้อดี คือ มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถเข้าสู่ระบบบัญชีเดียวกันได้พร้อมกันบนโทรศัพท์ แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง รองรับการใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม สามารถย้ายข้อมูลข้ามแพลตฟอร์มได้อย่างสะดวก ไฟล์ที่ส่งผ่านระบบไม่มีวันหมดอายุ และไม่จำเป็นต้องสำรองข้อมูลด้วยตนเอง (Houyongthong et al., 2023)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลแบบเรียลไทม์

การประมวลผลแบบเรียลไทม์ (Real-time Processing) หมายถึง ระบบที่สามารถให้การตอบสนองต่อข้อมูลนำเข้า (Input) ได้ทันที โดยในทางอุดมคติ ระบบดังกล่าวจะไม่มีภาระหน่วงเวลาหรือใช้เวลาประมวลผลเป็นศูนย์ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ ระบบคอมพิวเตอร์ไม่สามารถบรรลุเงื่อนไขได้อย่างสมบูรณ์ ทำได้เพียงลดเวลาการประมวลผลให้เหลือน้อยที่สุด จนผู้ใช้ไม่สามารถรับรู้ความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาที่ย้อนข้อมูลนำเข้าและช่วงเวลาที่ได้รับผลลัพธ์ (Output) เวลาดังกล่าวเรียกว่า "เวลาตอบสนอง" (Response Time) ซึ่งผู้ใช้งานระบบทั่วไปต้องการให้ค่านี้ต่ำที่สุดเพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบ (Nangam, 2022)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลแบบคลาวด์

การประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing) เป็นเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการทรัพยากรทางดิจิทัลผ่านเครือข่ายออนไลน์แบบครบวงจร ครอบคลุมบริการตั้งแต่ซอฟต์แวร์ประยุกต์ พื้นที่จัดเก็บข้อมูล หน่วยประมวลผล ระบบเครือข่าย ไปจนถึงโครงสร้างพื้นฐานทางไอทีที่จำเป็นต่อการดำเนินงานขององค์กร โดยมีรูปแบบการคิดค่าบริการตามการใช้งานจริง (Pay-as-you-go) แทนการลงทุนเป็นเจ้าของทรัพยากรดังกล่าว ในทางเทคนิค ระบบคลาวด์อาศัยการทำงานร่วมกันของเซิร์ฟเวอร์จำนวนมากภายใต้สถาปัตยกรรมแบบกระจายศูนย์ โดยมีการแยกชั้นการประมวลผลออกจากชั้นการจัดเก็บข้อมูลอย่างชัดเจน คุณลักษณะสำคัญคือความสามารถในการรองรับการขยายตัวหรือลดขนาดทรัพยากรอัตโนมัติตามความต้องการใช้งาน (Elastic Scalability) รวมถึงกลไกความทนทานต่อความล้มเหลว (Fault Tolerance) ที่เมื่อเซิร์ฟเวอร์

ใดเกิดขึ้นของ ระบบจะเปลี่ยนเส้นทางการทำงานไปยังเซิร์ฟเวอร์สำรองโดยทันทีโดยไม่เกิดการหยุดชะงักของบริการ ทำให้
องค์กรสามารถดำเนินงานต่อเนื่องได้โดยปราศจากจุดล้มเหลวเชิงเดี่ยว (Single Point of Failure) (Nangam, 2022)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการภัยพิบัติ

แนวคิดการจัดการจัดการภัยพิบัติ หมายถึงกระบวนการบูรณาการความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งหน่วยงานภาครัฐ
ภาคเอกชน องค์กรสาธารณกุศล และอาสาสมัคร เพื่อให้การจัดการภัยพิบัติบรรลุประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบ่งกระบวนการ
จัดการออกเป็นสามระยะหลัก ได้แก่ ระยะก่อนเกิดภัยซึ่งมุ่งเน้นการป้องกันและการเตรียมความพร้อม อาทิ การวางแผน
เชิงกลยุทธ์ การจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่เสี่ยง ระบบเฝ้าระวังเชิงรุก การแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า การสร้างความรู้ความเข้าใจ
แก่ประชาชน และการฝึกซ้อมแผนรับมือภัยพิบัติ ระยะขณะเกิดภัยซึ่งเป็นช่วงการตอบโต้เหตุการณ์อย่างทันท่วงที ครอบคลุม
การช่วยเหลือผู้ประสบภัย การบริการการแพทย์ฉุกเฉิน การดำเนินการค้นหาและกู้ภัย ตลอดจนการอพยพประชาชน
ออกจากพื้นที่อันตราย และระยะหลังเกิดภัยซึ่งเน้นการฟื้นฟูบูรณะโครงสร้างพื้นฐานสาธารณูปโภคและการดำรงชีวิตให้
กลับสู่สภาวะปกติ พร้อมทั้งการฟื้นฟูสภาพร่างกายและจิตใจของผู้ประสบภัย ซึ่งความสำเร็จของทุกระยะต้องอาศัยกลไก
ความร่วมมือจากหลายภาคส่วนอย่างเป็นระบบ (Akkharaphongphaiboon et al., 2020)

Methodology

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่าน 텔레แกรมแชทบอท โดยมีกรณีศึกษาจากงานป้องกันและบรรเทาสา
ธารณภัยองค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก จังหวัดพะเยา จากการทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา
ระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่านแอปพลิเคชัน พบว่า 텔레แกรมเป็นบริการที่สามารถรับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ต่าง ๆ
และทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งสถานะการออนไลน์ไปยังระบบปลายทาง ส่งผลให้สามารถส่งข้อความแจ้งเตือน
จากบริการหรืออุปกรณ์ใด ๆ ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านโปรโตคอล HTTP POST ไปยังบัญชีผู้ใช้ได้ การพัฒนาระบบ
텔레แกรมแชทบอทในงานวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาแบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นกรอบแนวทาง
โดยกระบวนการดำเนินงานวิจัย (Figure 1) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การศึกษาและรวบรวมข้อมูลทั้งจากเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันแจ้งเหตุผ่าน
แพลตฟอร์ม 텔레แกรมแชทบอทและข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่หน่วยงานเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน เช่น
การรับแจ้งเหตุ วิธีการรับมือเหตุการณ์ และการวางแผนก่อนลงพื้นที่ปฏิบัติงาน ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์กลุ่มผู้ใช้งาน
ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป (ผู้แจ้งเหตุ) และกลุ่มเจ้าหน้าที่ (ผู้ตอบสนอง)

2. การวิเคราะห์ระบบดำเนินการโดยใช้เครื่องมือ UML Diagram เพื่อวิเคราะห์และแสดงกระบวนการทำงานของระบบ
ซึ่งระบบได้รับการออกแบบให้แบ่งฟังก์ชันการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนแรก คือ ผู้ใช้งานทั่วไป สามารถแจ้งเหตุ
ผ่านการส่งพิกัด รูปภาพหรือวิดีโอ ส่วนที่สอง คือ ฝ่ายเจ้าหน้าที่ผู้รับแจ้งเหตุ สามารถตรวจสอบข้อมูลการแจ้งเหตุและ
พิจารณาสถานะอนุมัติหรือไม่อนุมัติให้กับผู้แจ้งเหตุ และส่วนที่สามคือ แดชบอร์ด (Dashboard) สำหรับเจ้าหน้าที่ดับเพลิงที่
แสดงรายงานสถิติการเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา

3. การออกแบบระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่าน 텔레แกรมแชทบอท ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนแรก คือระบบ
แจ้งเหตุที่ส่งข้อมูลจากผู้ใช้งานทั่วไปผ่าน 텔레แกรมแชทบอทและแจ้งเตือนไปยังเจ้าหน้าที่ ส่วนที่สอง คือ ระบบตอบสนองจาก
เจ้าหน้าที่ที่รับข้อมูลจากผู้แจ้งเหตุ พิจารณาข้อมูลที่รับมา และตอบกลับสถานะอนุมัติหรือไม่อนุมัติให้กับผู้แจ้ง ส่วนที่สาม

คือ ระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลใน Google Sheets รวมถึงชื่อ-นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ของผู้แจ้งเหตุ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการแจ้งเหตุ และส่วนสุดท้าย คือ ระบบเส้นทางที่เชื่อมต่อกับ Google Maps API เพื่อแสดงตำแหน่งของผู้แจ้งเหตุ

4. การพัฒนาระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติผ่านแพลตฟอร์มแชทบอทใช้ Google Apps Script สร้างฟังก์ชันรับส่งข้อมูลอัตโนมัติ และสร้างบอทผ่าน Telegram BotFather ในการเรียกใช้งาน สำหรับการจัดเก็บข้อมูล ระบบใช้ Google Sheets และ Google Drive จัดเก็บข้อมูลการแจ้งเหตุในรูปแบบตาราง ขณะที่ Google Maps API ใช้เพื่อแสดงพิกัดจุดเกิดเหตุและวางแผนเส้นทางสำหรับเจ้าหน้าที่ การพัฒนาแบบฟอร์มและแดชบอร์ดใช้ Google Forms เป็นแบบฟอร์มกรอกข้อมูลรายงานผลปฏิบัติงาน และใช้ Looker Studio สร้างแดชบอร์ดรายงานสถิติการแจ้งเหตุ

5. การทดสอบระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติผ่านแพลตฟอร์มแชทบอทดำเนินการเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ และความพร้อมของระบบก่อนนำไปใช้งานจริง การทดสอบที่ดำเนินการแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การทดสอบการแจ้งเหตุจากผู้ใช้งาน เช่น การเก็บข้อมูลจากผู้ใช้งานตามขั้นตอนที่ออกแบบระบบได้อย่างถูกต้อง รวมถึงชื่อ-นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ พิกัด รูปภาพ และรายละเอียดต่าง ๆ การทดสอบการตอบสนองของระบบเจ้าหน้าที่ เช่น การได้รับข้อมูลจากผู้แจ้งเหตุ การจัดการสถานะการดำเนินการ และการทดสอบการจัดเก็บข้อมูลลง Google Sheets เช่น ข้อมูลและรายละเอียดของการแจ้งเหตุ รวมถึงข้อมูลการรายงานหลังเสร็จสิ้นภารกิจ

6. การประเมินผลความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบดำเนินการจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน ได้แก่ เจ้าหน้าที่ในหน่วยงาน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไป 40 คน โดยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) (Rovinelli & Hambleton, 1977) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่คัดเลือกแบบเจาะจง ประเด็นที่ใช้ในการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบการใช้แพลตฟอร์ม และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวัดหรือประเมินความพึงพอใจใช้แบบสอบถามวัดทัศนคติตามวิธีของ Likert Scale ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการประเมินความคิดเห็นและทัศนคติ (Likert, 1967) เกณฑ์การพิจารณาระดับความพึงพอใจแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยตามน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยที่คำนวณได้ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ คะแนน 4.50–5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คะแนน 3.50–4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก คะแนน 2.50–3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง คะแนน 1.50–2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย และคะแนน 1.00–1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด (Best, 1977) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะนำไปเปรียบเทียบความคิดเห็นในแต่ละด้าน เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาต่อยอดการพัฒนา ระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติผ่านแพลตฟอร์มแชทบอทให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7. การจัดทำคู่มือการใช้งานโดยการใช้สื่อในการทำคลิปวิดีโอ คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชันแพลตฟอร์มแชทบอทสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป เช่น การเพิ่มเพื่อนบอทในแพลตฟอร์ม การกรอกข้อมูล และวิธีการแจ้งเหตุ คู่มือสำหรับฝั่งเจ้าหน้าที่จะประกอบด้วยข้อมูลการรับข้อมูลของผู้แจ้งเหตุ การอัปเดตสถานะให้กับผู้แจ้งเหตุ การกรอกแบบฟอร์มรายงานผล การปฏิบัติงาน และการดูสรุปผลผ่าน Dashboard Looker Studio การจัดทำคู่มือที่มีประสิทธิภาพถือเป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนให้ผู้ใช้งานระบบได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

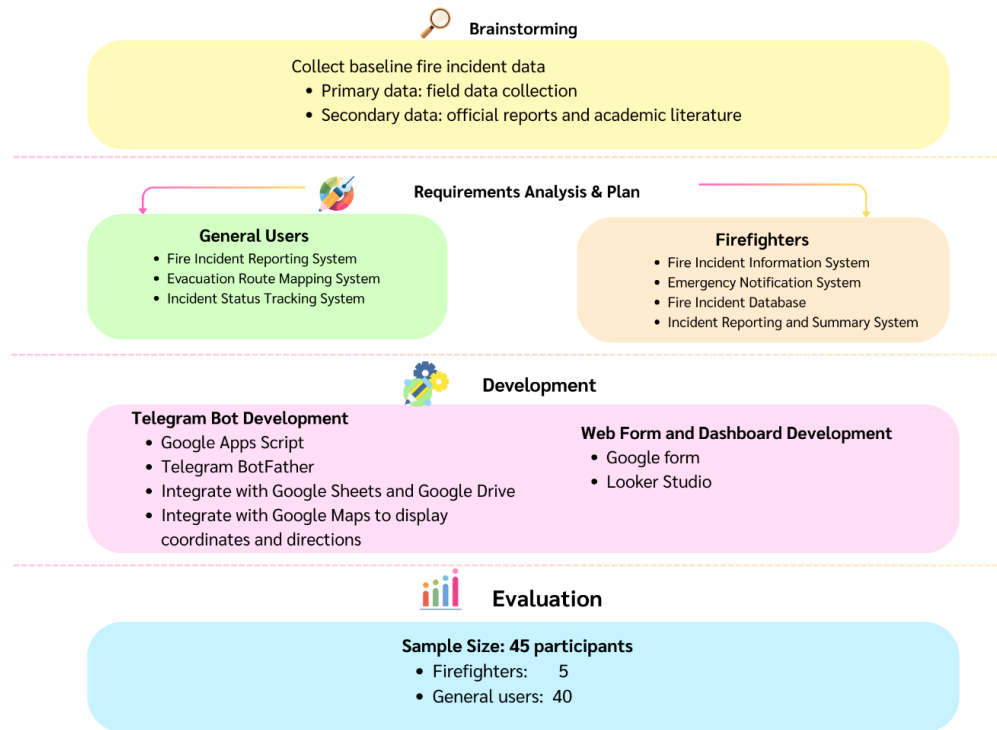


Figure 1 The conceptual framework

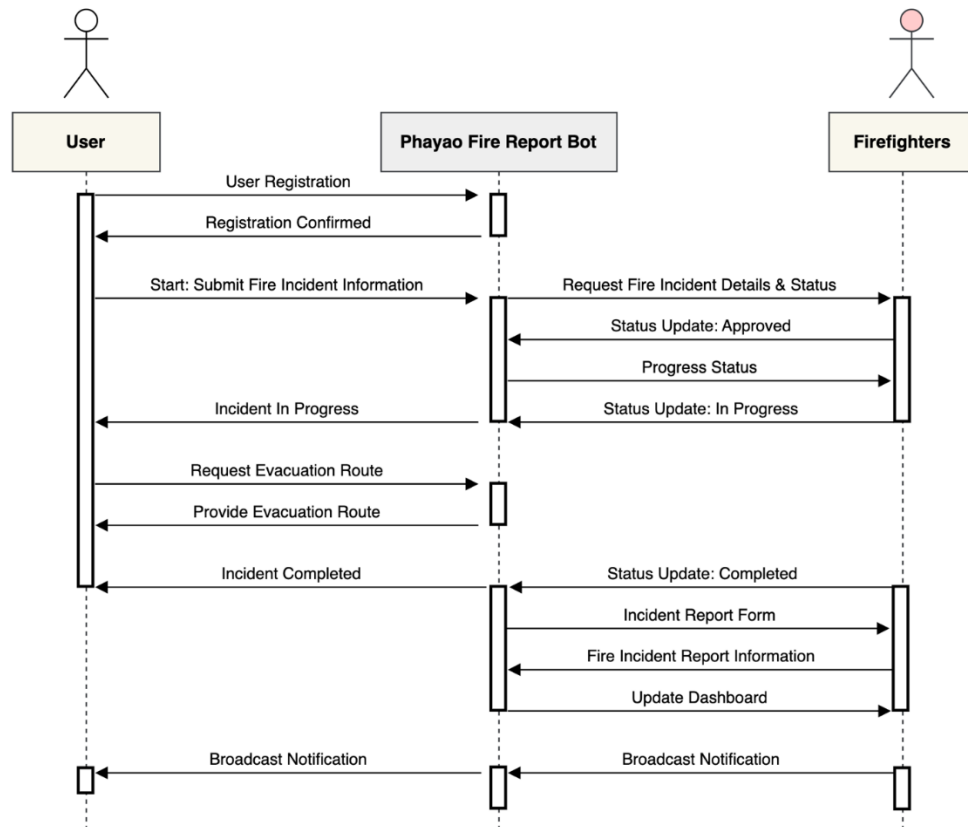


Figure 2 Sequence Diagram of Phayao Fire Report Bot

จากภาพแผนผังข้างต้น (Figure 2) ระบบประกอบด้วยผู้มีส่วนร่วมหลัก 3 ฝ่าย ได้แก่ ผู้ใช้งานทั่วไป (User) แชนบอทรายงานเหตุอัคคีภัยพะเยา (Phayao Fire Report Bot) และเจ้าหน้าที่ดับเพลิง (Firefighters) กระบวนการทำงานเริ่มต้นด้วยการที่ผู้ใช้งานทะเบียนเข้าใช้ระบบผ่านแชทบอท และได้รับการยืนยันการลงทะเบียน เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถรายงานเหตุการณ์โดยส่งข้อมูลรายละเอียดไปยังแชทบอท ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งต่อคำขอและข้อมูลเหตุการณ์ไปยังเจ้าหน้าที่ดับเพลิง เจ้าหน้าที่ดับเพลิงจะดำเนินการตอบสนองโดยอัปเดตสถานะการดำเนินงานตามลำดับ ได้แก่ "อนุมัติ" (Approved) "กำลังดำเนินการ" (In Progress) และ "ดำเนินการเสร็จสิ้น" (Completed) แชทบอทจะถ่ายทอดข้อมูลสถานะเหล่านี้ให้แก่ผู้ใช้งานทั่วไปแบบเรียลไทม์ ในระหว่างการดำเนินการผู้ใช้งานทั่วไปสามารถร้องขอข้อมูลเส้นทางอพยพ (Evacuation Route) และแชทบอทจะให้บริการข้อมูลเส้นทางที่เหมาะสมกลับไป เมื่อเจ้าหน้าที่อัปเดตสถานะการดำเนินการ "ดำเนินการเสร็จสิ้น" ผู้ใช้งานทั่วไปจึงสามารถส่งข้อมูลแจ้งเหตุอัคคีภัยได้อีกครั้ง และระบบจะส่งแบบฟอร์มรายงานเหตุการณ์ (Incident Report Form) ให้เจ้าหน้าที่กรอกข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้รับกลับมาอัปเดตลงในแดชบอร์ดของระบบ นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ดับเพลิงยังสามารถใช้ฟีเจอร์การประกาศ (Broadcast Notification) เพื่อแจ้งข้อมูลสถานการณ์ฉุกเฉินให้แก่ผู้ใช้งานทั่วไปทั้งหมดที่ลงทะเบียนในระบบได้อย่างพร้อมเพรียงกัน

Results

จากการออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเหตุอัคคีภัยผ่านแอปพลิเคชัน 텔레แกรม แชทบอท พบว่า ระบบสามารถแบ่งส่วนการแสดงผลและฟังก์ชันการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป ส่วนสำหรับเจ้าหน้าที่ และแดชบอร์ดสำหรับเจ้าหน้าที่ดับเพลิง โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดการทำงานดังต่อไปนี้

ระบบสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

ระบบได้รับการออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงบริการได้อย่างสะดวกผ่านการเพิ่มบัญชี 텔레แกรมของระบบ (@Phayao_FireReport_bot) โดยสามารถเริ่มต้นใช้งานได้โดยการกดปุ่ม "Start" จากนั้นระบบจะดำเนินการตามลำดับขั้นตอนอัตโนมัติอย่างเป็นระบบ กระบวนการแจ้งเหตุเริ่มต้นจากการลงทะเบียนข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล และเบอร์โทรศัพท์ โดยระบบมีปุ่มให้ผู้ใช้งานสามารถแชร์เบอร์โทรศัพท์ได้ทันที เพื่อความสะดวกในการกรอกข้อมูล

ขั้นตอนต่อมา คือ การส่งตำแหน่งที่ตั้งผ่านระบบ GPS โดยมีปุ่มแชร์ตำแหน่งที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถส่งพิกัดจุดเกิดเหตุได้อย่างแม่นยำ ตามด้วยการแนบภาพถ่ายหรือวิดีโอเพื่อให้ข้อมูลประกอบการแจ้งเหตุที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ระบบยังรองรับการกรอกข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติมที่สำคัญ เช่น ประเภทของสถานที่ที่เกิดเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บ วัตถุอันตรายที่อาจมีอยู่ในพื้นที่ และข้อมูลเกี่ยวกับการเข้าถึงสถานที่เกิดเหตุ

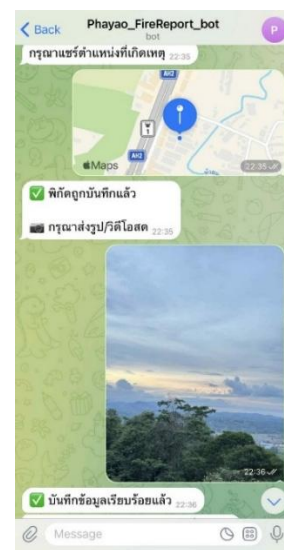
นอกเหนือจากฟังก์ชันหลักในการแจ้งเหตุ ระบบยังมีเมนูเพิ่มเติมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน ประกอบด้วย ฟังก์ชันเส้นทางอพยพ การตรวจสอบสถานะ การดูประวัติการแจ้งเหตุ และการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการข้อมูลและติดตามความคืบหน้าได้อย่างสะดวก ดัง Figure 3



(A) User registration



(B) Incident location submission



(C) Incident photo submission



(D) Additional information inquiry



(E) Display evacuation points



(F) Display request status

Figure 3 A fire emergency reporting system through a Telegram Chatbot for general users

ระบบสำหรับเจ้าหน้าที่

เจ้าหน้าที่จะได้รับข้อมูลการแจ้งเหตุจากผู้ใช้งานทั่วไปผ่าน Telegram Group Chat อย่างครบถ้วน โดยข้อมูลที่ได้รับประกอบด้วย รายละเอียดที่จำเป็นสำหรับการตอบสนองเหตุการณ์ ได้แก่ ชื่อ-นามสกุลผู้แจ้งเหตุ เบอร์โทรศัพท์ ตำแหน่งที่ตั้งของเหตุการณ์ เส้นทางเดินทาง ประเภทสถานที่ ข้อมูลบุคคลที่ติดอยู่ภายในที่เกิดเหตุ ข้อมูลเกี่ยวกับสารไวไฟ ข้อมูลการเข้าถึงสถานที่ และภาพถ่ายหรือวิดีโอประกอบ ดัง Figure 4(A)

ระบบมีกลไกการจัดการสถานะเหตุการณ์ที่มีประสิทธิภาพผ่านปุ่มควบคุมต่าง ๆ เริ่มจากปุ่ม "อนุมัติ" และ "ไม่อนุมัติ" สำหรับยืนยันหรือปฏิเสธความถูกต้องของข้อมูลการแจ้งเหตุ ตามด้วยปุ่มเปลี่ยนสถานะเพื่อกำหนดสถานะการดำเนินงานเป็น "อยู่ระหว่างดำเนินการ" หรือ "ดำเนินการเสร็จสิ้น" ซึ่งช่วยให้การติดตามความคืบหน้าเป็นไปอย่างเป็นระบบ ดัง Figure 4(C)

หลังจากดำเนินการเสร็จสิ้น เจ้าหน้าที่จะต้องกรอกข้อมูลสรุปรายงานในรูปแบบฟอร์มที่กำหนด ดัง Figure 4(D) เพื่อบันทึกรายละเอียดการปฏิบัติงานและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ เจ้าหน้าที่ยังสามารถส่งประกาศแจ้งเตือนฉุกเฉินหรือข่าวสารที่เกี่ยวข้องให้กับผู้ใช้งานทั่วไปได้ ซึ่งเป็นการสื่อสารสองทิศทางที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเหตุการณ์ ดัง Figure 4(E)



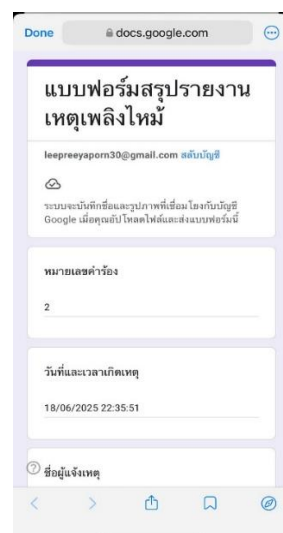
(A) Status Update



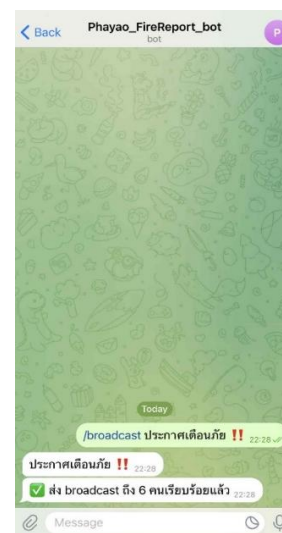
(B) Show Route to Incident Location



(C) Status Reporting



(D) Status summary report form



(E) Emergency alert notification

Figure 4 A fire emergency reporting system through a Telegram Chatbot for emergency response officials

การแสดงผลแดชบอร์ดสำหรับเจ้าหน้าที่ดับเพลิง

ข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับจากระบบจะถูกจัดเก็บไว้ใน Google Sheets และได้รับการประมวลผลเพื่อสรุปข้อมูลและแสดงออกมาในรูปแบบกราฟต่าง ๆ ผ่าน Looker Studio ในรูปแบบแดชบอร์ดที่มีประสิทธิภาพ ระบบแดชบอร์ดมีความยืดหยุ่นในการใช้งานโดยสามารถเลือกดูข้อมูลผ่านตัวควบคุมที่หลากหลาย เช่น การกำหนดช่วงเวลา การเลือกหมู่บ้าน การกรองตามสถานะ และการแยกประเภทเหตุอัคคีภัย การแสดงผลข้อมูลสถิติมีความครบถ้วนและเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ โดยสามารถแสดงตำแหน่งภาพรวมของพื้นที่ที่เกิดเหตุ ประเภทเหตุของอัคคีภัย กราฟแท่งที่แสดงเวลาที่ใช้ในการดำเนินการจัดการเหตุแบ่งตามประเภทเหตุอัคคีภัย และกราฟวงกลมที่แสดงรายชื่อหมู่บ้านพร้อมสรุปอัตราส่วนการเกิดเหตุอัคคีภัย

ข้อมูลสรุปที่แสดงในแดชบอร์ด ประกอบด้วย ตัวชี้วัดที่สำคัญ ได้แก่ จำนวนคำร้องทั้งหมด จำนวนเหตุที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว และจำนวนคำร้องที่ได้รับการอนุมัติ (Figure 5) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้เจ้าหน้าที่ดับเพลิงและผู้บริหารสามารถทราบสถิติการดำเนินงานและประเมินประสิทธิภาพของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ในการป้องกันและบรรเทาอัคคีภัยในอนาคต

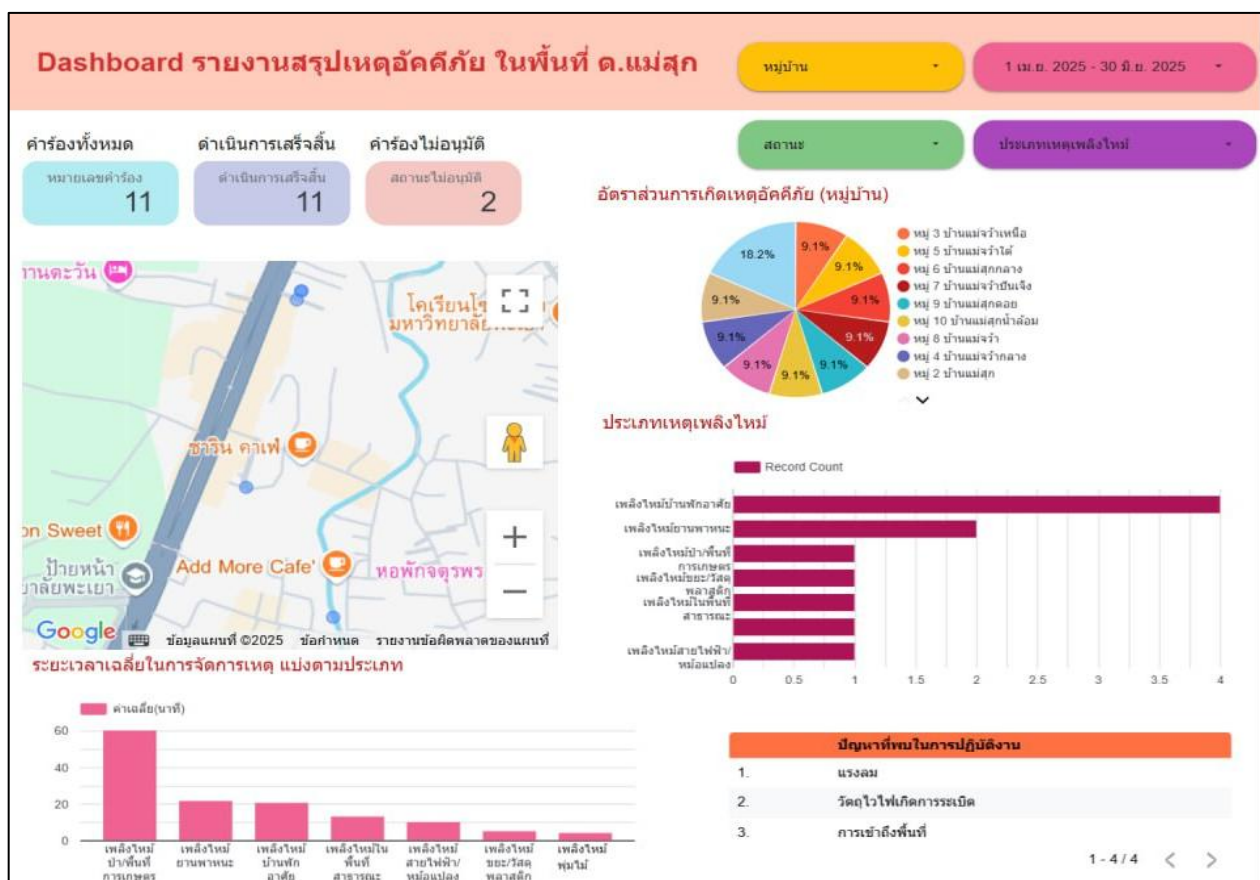


Figure 5 Dashboard for summarizing incident reports

การประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ผลลัพธ์ค่า IOC เท่ากับ 1.00 สำหรับทุกข้อคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ของ Rovinelli & Hambleton (1977) ที่กำหนดว่าค่าดัชนีต้องไม่ต่ำกว่า 0.50 จึงจะถือว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย ผลการวิเคราะห์ยืนยันว่าแบบประเมินความพึงพอใจที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปประเมินประสิทธิภาพระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 45 คน พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.61, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52) เมื่อแยกวิเคราะห์ตามมิติหลัก พบว่า ด้านเนื้อหาามีค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.68, SD 0.50) รองลงมาคือด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบการใช้เทเลแกรม (4.59, SD 0.53) และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (4.56, SD 0.54) ตามลำดับ

ในแต่ละมิติพบประเด็นที่ได้รับคะแนนสูงสุดดังนี้ ด้านเนื้อหาประเด็น "การเข้าถึงระบบทำได้ง่ายและรวดเร็ว" มีค่าเฉลี่ย 4.78 (SD 0.47) ด้านการออกแบบประเด็น "การใช้งานสะดวกบนสมาร์ตโฟน" มีค่าเฉลี่ย 4.64 (SD 0.56) และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ประเด็น "ช่วยสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ได้สะดวกรวดเร็ว" มีค่าเฉลี่ย 4.58 (SD 0.54) ผลลัพธ์สะท้อนว่าผู้ใช้งานให้การยอมรับระบบในด้านการเข้าถึง ความสะดวกในการใช้งานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ และประสิทธิภาพการสื่อสารกับหน่วยงาน รายละเอียดดังตารางที่ 1

Table 1 Mean scores and standard deviations of satisfaction levels for the fire incident reporting system using Telegram Chatbot technology

Evaluation Aspect	Mean	Standard Deviation	Satisfaction Level
1. Content			
1.1 Easy and quick system access	4.78	0.47	Highest
1.2 Convenient and fast performance tracking	4.64	0.48	Highest
1.3 Clear and understandable system guidance messages	4.67	0.56	Highest
1.4 Use of concise, simple, and sufficient language for emergency notifications	4.64	0.48	Highest
Overall Content	4.68	0.50	Highest
2. Design and Layout of Telegram Usage			
2.1 Simple and user-friendly menus and buttons	4.60	0.57	Highest
2.2 Appropriately sequenced operation steps	4.47	0.50	Highest
2.3 Symbols facilitate better understanding	4.64	0.52	Highest
2.4 Well-organized and user-friendly screen layout	4.58	0.49	Highest
2.5 Convenient usage on smartphones	4.64	0.56	Highest
Overall Design and Layout	4.59	0.53	Highest

3. Practical Application

3.1 Accurate and reliable evacuation route display	4.53	0.54	Highest
3.2 Convenient and fast communication between users and officers	4.58	0.54	Highest
3.3 High potential for real-world application in emergencies or field operations	4.56	0.54	Highest
Overall Practical Application	4.56	0.54	Highest
Overall Evaluation	4.61	0.52	Highest

Discussion and Conclusion

ผลการวิจัยการพัฒนาระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยผ่าน 텔레แกรมแชทบอท กรณีศึกษางานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยองค์การบริหารส่วนตำบลแม่สุก จังหวัดพะเยา พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแก้ไขปัญหาการจัดการเหตุอัคคีภัยในระดับท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านความสะดวกของการแจ้งเตือนผ่านแชทบอท ซึ่งช่วยลดขั้นตอนการประสานงานแบบเดิมและเพิ่มความรวดเร็วในการตอบสนองต่อเหตุการณ์จริง ระบบได้รับการออกแบบให้รวบรวมข้อมูลการแจ้งเตือน เช่น ชื่อ-นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ พิกัด และภาพหรือวิดีโอ จากนั้นส่งข้อมูลไปยังเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องแบบเรียลไทม์ผ่านกลุ่ม 텔레แกรม พร้อมด้วยฟังก์ชันการจัดการสถานะที่ทำให้กระบวนการรับมืออัคคีภัยมีความคล่องตัวมากขึ้น ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน 45 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยเฉพาะในประเด็นการเข้าถึงระบบที่ทำได้ง่าย รวดเร็ว และสะดวกผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งสะท้อนว่าระบบนี้ตอบสนองความต้องการของประชาชนทั่วไปทั้งในด้านการใช้งานและการสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบเดิมการประสานงานในพื้นที่มักใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารผ่านบุคคลหรือการแจ้งด้วยวาจาจึงมีข้อจำกัด อาทิเช่น การสื่อสารที่คลาดเคลื่อนส่งผลให้ข้อมูลที่สำคัญไม่ได้รับการจัดเก็บ ได้แก่ พิกัด ภาพถ่ายหรือวิดีโอ รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสารทำให้ติดตามสถานการณ์หรือวิเคราะห์สถิติย้อนหลังได้ยาก ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบทดลองจริงที่ได้แก้ไขปัญหาล่าช้าด้วยการรับข้อมูลแบบครบถ้วน มีพิกัด ภาพถ่ายหรือวิดีโอ และบันทึกหลักฐานข้อมูลอัตโนมัติ เจ้าหน้าที่จึงสามารถตอบสนองได้รวดเร็ว วางแผนเส้นทางได้แม่นยำ และมีข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เพื่อป้องกันเหตุในอนาคต

การพัฒนาระบบในงานวิจัยนี้ได้ต่อยอดและบูรณาการแนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้าน โดยงานของ Sanujit & Dasri (2021) ซึ่งเสนอวิธีตรวจจับไฟไหม้ผ่านการวิเคราะห์ภาพด้วยระบบสี HSV ถือเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับเทคโนโลยีตรวจจับเหตุการณ์อัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่ได้ใช้กล้องหรือระบบประมวลผลภาพโดยตรง แต่ได้นำแนวคิดการรายงานและตรวจจับเหตุการณ์ที่แม่นยำมาผสมผสานกับระบบแจ้งเตือนผ่านแชทบอท เพื่อสร้างข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจที่มีคุณภาพสูง

Ponpatcharapong & Khampliw (2022) ที่พัฒนาระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยโดยใช้ภาพถ่ายความร้อนและภาพเหตุการณ์จริงแบบประหยัด ได้แสดงให้เห็นถึงการออกแบบระบบที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำแนวทาง "ต้นทุนต่ำ-ประสิทธิภาพสูง" มาประยุกต์ผ่านการเลือกใช้ Google Apps Script, Telegram API และ Looker Studio

ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดได้โดยไม่ต้องลงทุนด้านฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม นับเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับหน่วยงานท้องถิ่นที่มีทรัพยากรจำกัด

ในมิติการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งาน ในงานวิจัยของ Sawatraksakul (2022) ซึ่งออกแบบแพลตฟอร์มแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว และงานวิจัยของ Surintha, Charoenrat & Kamonrat (2024) ที่พัฒนาระบบนัดหมายอัตโนมัติผ่านไลน์ แอปพลิเคชัน ได้แสดงศักยภาพของแพลตฟอร์มแชทบอทในการให้บริการผู้ใช้อย่างเป็นระบบ งานวิจัยนี้จึงได้นำแนวคิดด้าน UX/UI จากงานดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ อาทิเช่น การใช้ปุ่มเมนูอัตโนมัติ (Callback buttons) การจัดลำดับขั้นตอนการแจ้งเหตุอย่างเป็นตรรกะ ตลอดจนการใช้งานรูปภาพและแผนที่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสาร

ส่วนงานของ Faiboon (2025) ที่ใช้ Looker Studio ในการสร้างแดชบอร์ดเพื่อแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลชุมชนเชิงพื้นที่แบบออนไลน์ผ่านแดชบอร์ดและแผนที่เชิงโต้ตอบ ช่วยให้การสื่อสารและการตัดสินใจของชุมชนมีประสิทธิภาพมากขึ้นและได้ให้แนวทางการออกแบบที่สำคัญ งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่มาใช้ในการแสดงผลตำแหน่งเกิดเหตุ ความถี่ และลักษณะของเหตุการณ์ เพื่อสนับสนุนการวางแผนและตัดสินใจของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง

ระบบที่พัฒนาขึ้นยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การพึ่งพาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และความจำเป็นในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากผู้แจ้งเหตุ อย่างไรก็ตาม จุดเด่นหลัก คือ ความยืดหยุ่นในการปรับใช้และการเข้าถึงง่ายในบริบทหน่วยงานท้องถิ่น สำหรับการพัฒนาต่อยอด ระบบสามารถเพิ่มขีดความสามารถด้วยการผนวกปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อตรวจสอบภาพหรือข้อความอัตโนมัติ ตลอดจนเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศอื่น ๆ เพื่อขยายขอบเขตการแจ้งเตือนภัยประเภทต่างๆ ในอนาคต

Suggestion

1. การประยุกต์ใช้ผลการวิจัยในหน่วยงานท้องถิ่น

หน่วยงานท้องถิ่นสามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องลงทุนด้านฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม โดยอาศัยทรัพยากรที่มีอยู่แล้ว การดำเนินการเพียงจัดทีมเจ้าหน้าที่รับผิดชอบและประชาสัมพันธ์ระบบให้ประชาชนทราบ ก็จะสามารถเริ่มรับแจ้งเหตุอัคคีภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การขยายขีดความสามารถของระบบ

ควรพัฒนาระบบให้รองรับหลายภาษาเพื่อให้สอดคล้องกับความหลากหลายทางวัฒนธรรมของประชากรในพื้นที่ โดยเฉพาะในเขตชุมชนที่มีกลุ่มชาติพันธุ์หรือผู้ใช้ภาษาต่างประเทศ

3. การประยุกต์ใช้กับภัยพิบัติประเภทอื่น

งานวิจัยครั้งต่อไปควรมุ่งศึกษาการปรับใช้ระบบนี้กับภัยพิบัติประเภทอื่น เช่น อุทกภัย (น้ำท่วม) ธรณีพิบัติภัย (ดินถล่ม) อุบัติเหตุทางถนน เพื่อขยายขอบเขตการใช้งานและเพิ่มศักยภาพของระบบในการจัดการภัยพิบัติแบบบูรณาการ

References

- Akkharaphongphaiboon, T., Chirinang, P., Ruktham, A., & Fueangchan, S. (2020). Integrated of disaster management in the 4.0 era. *Journal of Management and Administration Innovation*, 8(3), 14–23. (in Thai)
- Best, J.W. (1977). *Research in Education*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice–Hall Publisher.
- Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2024, June 12). *Annual disaster statistics report for 2024*. <https://datacenter.disaster.go.th/datacenter/cms/8670?id=132971>. (in Thai)
- Disaster Prevention and Mitigation Provincial Office, Phayao Province (2024). *Disaster prevention and mitigation plan of Phayao Provincial Administrative Organization for 2025*. (in Thai)
- Faiboon, A. (2025) Development of an online spatial community data management system tool. *Proceedings of the 17th National Research Conference for Academic Support Personnel in Higher Education Institutions, Chiang Mai University, Thailand*, March 30 – April 1, 2025. Multidisciplinary Digital Procedia, 1(1), CUAStO117. (in Thai)
- Houyhongthonh, I., Raruen, W., Saijai, J., & Pantong, S. (2023). Security camera system with Telegram Alerts. *ECTI Applied Research and Development Journal*, 3(2), 36–43. (in Thai)
- Likert, R. (1967). *The method of constructing and attitude scale, in attitude theory and measurement*. New York: Wiley & Son.
- Nangam, P. (2022). *Cloud base Real-time data processing from social media data*. Engineering, College of Innovative Technology and Engineering, Dhurakij Pundit University, Bangkok. (in Thai)
- Ponpatcharapong, W., & Khampliw, P. (2022). Fire Alarm System by Using Economic Thermal imaging and True Photography. *Academic Journal of Technology Management, Rajabhat Maha Sarakham University*, 9(1), 73–82. (in Thai)
- Rovinelli, R. J., & 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.
- Sanujit, N., & Dasri, B. (2021). Fire detection system by using finding contour and HSV modal. *Journal of Science, Technology and Innovation*, 2(1), 10–14. (in Thai)
- Sawatraksakul, P. (2022). *Development of introducing tourist attractions and travel routes in the form of day trips within Samutsakhon province LINE Chatbot application*. Master of Science, Sripatum University, Bangkok. (in Thai)
- Surintha, S., Charoenrat, W., & Kamonrat, K. (2024). Development of an automatic activity and appointments notification system via the LINE application. *Mahidol R2R e-Journal*, 9(2), 32–45. (in Thai)
- Thailand Consumers Council. (2024, January 8). "Thai Alert" refers to Thailand's national emergency alert system. https://www.tcc.or.th/08012567_thai-alert_article-midi/. (in Thai)

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่การรับเข้า นิสิตและการพัฒนาเส้นทางแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ:

กรณีศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

กิตติคุณ นุพัฒน์¹, นครินทร์ ชัยแก้ว¹, บุรินทร์ พันธุ์สุวรรณ² และ นิตี เอี่ยมชื่น^{1*}

Application of Geographic Information System for Spatial Data Analysis of Student Admissions and the Development of Educational Guidance Pathways in Northeastern Thailand: A Case Study of the School of Information and Communication Technology, University of Phayao

Kittikun Nupat¹, Nakarin Chaikaew¹, Buran Phansawan² and Niti Iamchuen^{1*}

¹ School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

² School of Energy and Environment, University of Phayao, Phayao, 56000

* Corresponding author: niti.ia@up.ac.th

Received: 27 May 2025; Revised: 6 October 2025; Accepted: 21 October 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการรับเข้านิสิตระดับปริญญาตรีของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ในเชิงพื้นที่และวางแผนเส้นทางแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างมีประสิทธิภาพ โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) จากข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยคือข้อมูลการรับเข้านิสิตช่วงปีการศึกษา 2554 – 2567 รวมระยะเวลา 14 ปี ผู้วิจัยวิเคราะห์ความถี่เชิงพื้นที่และคัดเลือกโรงเรียนที่มีความเหมาะสมเข้าแนะแนวด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักแบบอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) โดยใช้ 2 ปัจจัย ได้แก่ จำนวนผู้สำเร็จการศึกษาที่เข้าศึกษาต่อ และช่วงเวลาของปีการศึกษา ผลการวิจัยพบโรงเรียนที่เหมาะสมสำหรับการเข้าแนะแนวจำนวน 10 แห่ง และสามารถสร้างแบบจำลองฉากทัศน์ (Multi scenarios) ใน 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) เส้นทางระยะทางสั้นที่สุด 487 กม. ใช้เวลา 365 นาที, (2) เส้นทางย้อนกลับสู่ศูนย์กลาง 589.08 กม. ใช้เวลา 442 นาที, และ (3) เส้นทางแบบต่อเนื่อง 477.8 กม. ใช้เวลา 358 นาที ผลการศึกษานี้ช่วยให้การแนะแนวการศึกษามีประสิทธิภาพ ตรงกลุ่มเป้าหมาย และสามารถใช้เป็นแนวทางในการขยายโอกาสการเข้าถึงการศึกษาอย่างเท่าเทียม สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต

คำสำคัญ: การวิเคราะห์โครงข่าย, การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, การแนะแนวการศึกษา, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, มหาวิทยาลัยพะเยา

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

This study aimed to analyze the spatial distribution of undergraduate admissions to the School of Information and Communication Technology, University of Phayao, and to develop an effective educational guidance route plan in Northeastern Thailand. The research applied Geographic Information System (GIS) technology and Network Analysis. The dataset comprised admission records from academic years 2011 to 2024, totaling 14 years. Spatial frequency analysis was conducted, and target schools were identified using the Simple Additive Weighting (SAW) method, based on two main factors: the number of admitted students from each school and the time period of their admissions. The results revealed 10 schools suitable for educational guidance activities. Additionally, three scenario-based route models were developed: (1) the shortest distance route covering 487 kilometers in 365 minutes, (2) the return-oriented route covering 589.08 kilometers in 442 minutes, and (3) the multimodal continuous route covering 477.8 kilometers in 358 minutes. The findings support strategic planning for targeted, efficient educational guidance under limited resources, and promote equitable access to higher education. This approach aligns with the goals of sustainable development and lifelong learning enhancement.

Keywords: Network analysis, Educational guidance, Multi-attribute decision making, Geographic information system, School of Information and Communication Technology, University of Phayao

Introduction

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาอัตราการเกิดที่ลดลง ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสถาบันอุดมศึกษา โดยเฉพาะในด้านการรับสมัครนักเรียนและการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย ข้อมูลจากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย แสดงให้เห็นว่าสถิติจำนวนการเกิดของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม 2567 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2567 มีเด็กไทยเกิดจำนวน 461,421 คน ซึ่งเป็นครั้งแรกในรอบ 70 ปี ที่ประเทศไทยมีจำนวนเด็กเกิดไม่ถึง 5 แสนคนต่อปี ซึ่งสะท้อนถึงจำนวนผู้สมัครเรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัยที่อาจลดลงในอนาคต และคาดว่าอัตราการเกิดจะมีแนวโน้มลดลงอีก รวมถึงเกิดการแข่งขันทางการศึกษาของสถาบันการศึกษาด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นการเปิดการเรียนการสอนหลักสูตรที่หลากหลายทำให้นักเรียนมีทางเลือกมากขึ้น การขยายโอกาสของสถานศึกษาสายอาชีพที่เปิดรับเข้าศึกษาในวุฒิการศึกษาระดับที่สูงขึ้น และการเกิดสถาบันการศึกษาในภาคเอกชน

การแนะแนวการศึกษาเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างโอกาสรับนักเรียนเข้าศึกษาและยังช่วยให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาสามารถเลือกเส้นทางการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของตนเอง (มาณิชดา เกิดเกษ, 2555) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันนักเรียนจำนวนมากยังขาดข้อมูลที่เป็นระบบสำหรับการตัดสินใจเกี่ยวกับการเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรระดับปริญญาตรี ส่งผลให้เกิดความไม่แน่ใจในการเลือกหลักสูตรหรือสาขาวิชาที่เหมาะสมกับตนเอง ทำให้อัตราการเปลี่ยนสาขาวิชาในระหว่างการศึกษาเพิ่มสูงขึ้น และอาจส่งผลต่อความสามารถในการจบการศึกษาไม่ตรงตามระยะเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ การเลือกสาขาวิชาที่ไม่สอดคล้องกับแนวโน้มของตลาดแรงงานยังอาจนำไปสู่ปัญหาการว่างงานหรือการทำงานที่ไม่ตรงกับสาขาวิชาที่ตัดสินใจเข้าศึกษา (สมศักดิ์ พาณิชกุล, 2562)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ก่อตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2553 เป็นสถาบันทางการศึกษาที่มุ่งผลิตบัณฑิตในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรองรับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมดิจิทัล อย่างไรก็ตาม การประชาสัมพันธ์หลักสูตรและกิจกรรมแนะแนว

การศึกษาในปัจจุบันของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ยังขาดการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ และข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอในการตัดสินใจดำเนินการแนะแนวการศึกษาที่เป็นระบบ เนื่องจากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ได้เปิดหลักสูตรระดับปริญญาตรีทั้งหมด 8 หลักสูตร มีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป และทำให้จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรในการแนะแนวการศึกษาให้กับนักเรียน รวมถึงงบประมาณที่มีอย่างจำกัดในการเดินทางแนะแนวเพื่อประชาสัมพันธ์หลักสูตร ส่งผลให้คณะอาจไม่สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนอาจไม่ได้รับข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจเลือกหลักสูตรที่ต้องการหรือเหมาะสมกับตนเอง ดังนั้น การแนะแนวการศึกษาและการประชาสัมพันธ์หลักสูตรจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดของประเทศและเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากมหาวิทยาลัยพะเยา ประกอบกับข้อมูลการรับเข้าศึกษาแสดงให้เห็นว่า 14 ปี ที่ผ่านมา การตัดสินใจเข้าศึกษาของนิสิตคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นนักเรียนจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จึงเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะสร้างโอกาสทางการศึกษาและประชาสัมพันธ์ให้นักเรียนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับรู้และเข้าศึกษาต่อในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา มากยิ่งขึ้น

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้มุ่งวิเคราะห์ข้อมูลการรับเข้านิสิตระดับปริญญาตรีของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2567 (14 ปี) นับแต่การก่อตั้งมหาวิทยาลัยพะเยา ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2553 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่จำนวนนิสิตระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา และจัดทำแผนที่เส้นทางแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งช่วยให้สามารถวางแผนกิจกรรมแนะแนวได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เหตุผลที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นในการจัดทำแผนที่เส้นทางแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเนื่องจากจำนวนนักเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เข้าศึกษาต่อในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังเป็นการสร้างชื่อเสียงให้กับคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ให้เป็นที่รู้จักเป็นวงกว้างมากยิ่งขึ้นอีกด้วย อันจะเป็นประโยชน์วงกว้างทั้งนักเรียน ผู้ปกครอง ครู โรงเรียน คณะ มหาวิทยาลัยพะเยาและภาคอุตสาหกรรมในระยะยาวต่อไป

Objectives

1. เพื่อวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่การรับเข้าของจำนวนนิสิตระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จากโรงเรียนในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย
2. เพื่อวิเคราะห์หาเส้นทางเชื่อมต่อโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับการแนะแนวการศึกษา

Concepts, Theories, and Related Research

การศึกษานี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการรับเข้านิสิตระดับปริญญาตรีของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา และการวางแผนเส้นทางแนะแนวการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพิจารณาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในประเด็นหลัก ดังนี้

การกระจายตัวเชิงพื้นที่ (Spatial Distribution)

การวิเคราะห์การกระจายตัวเชิงพื้นที่เป็นแนวคิดพื้นฐานในภูมิศาสตร์และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งมุ่งเน้นการศึกษารูปแบบการกระจายของข้อมูลในเชิงพื้นที่ เช่น ความหนาแน่นของนิสิตในแต่ละพื้นที่ หรือระยะทางระหว่างโรงเรียนต้นทางกับมหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เช่น Heat Map หรือ Density Analysis เพื่อระบุพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูงของผู้สมัครเข้าเรียน (Goodchild, 2007; Longley et al., 2015)

แนวคิดเรื่องการเข้าถึง (Accessibility)

แนวคิดด้านการเข้าถึง (Accessibility) หมายถึงความสามารถในการเข้าถึงบริการหรือทรัพยากร เช่น การแนะนำการศึกษาในบริบทของพื้นที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทหรือพื้นที่ห่างไกล การประเมินระดับการเข้าถึงจะพิจารณาทั้งในเชิงกายภาพ (เช่น ระยะทางและระยะเวลาในการเดินทาง) และเชิงข้อมูลข่าวสาร (เช่น การเข้าถึงข้อมูลแนะนำผ่านสื่อหรือกิจกรรม) ซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญในด้านการวางแผนพัฒนาสังคมและการศึกษา (Hansen, 1959; Geurs & van Wee, 2004)

การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ในระบบ GIS

การวิเคราะห์โครงข่ายเป็นเครื่องมือสำคัญในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับการหาทางเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเข้าถึงพื้นที่เป้าหมาย การวิเคราะห์ในบริบทนี้จะช่วยวางแผนเส้นทางการเดินทางแนะนำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยประยุกต์ใช้โมเดลต่าง ๆ เช่น Shortest Path Analysis, Service Area Analysis และ Location-Allocation Model (ESRI, 2021; Tang, Wang, & Yao, 2014)

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis)

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูล ซึ่งสามารถใช้ในการคาดการณ์การกระจายตัวของนิสิตในพื้นที่ต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ โดยอาศัยเทคนิคเช่น Heatmap, Density Analysis และการหาค่าศูนย์กลางการกระจาย (Fotheringham, Brunsdon, & Charlton, 2000; Burrough & McDonnell, 1998)

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM)

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDM) เช่น Simple Additive Weighting (SAW) เป็นเครื่องมือที่ช่วยจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ หรือการกำหนดเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ (Malczewski, 2006; Triantaphyllou, 2000)

การทบทวนวรรณกรรม/งานวิจัย/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

Pimphat, P., & colleagues. (2025) นำเสนองานการวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาตำบลบ้านขาว อำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา งานวิจัยนี้มุ่งสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในตำบลบ้านขาว อำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการมีส่วนร่วมของชุมชน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ตำบลบ้านขาวมีแหล่งท่องเที่ยวทั้งหมด 12 แห่ง แบ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร 4 แห่ง และประเภทอื่นอีก 8 แห่ง พร้อมทั้งกำหนดเส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตร 2 รูปแบบ ได้แก่ เส้นทางแบบ 1 วัน และแบบ 2 วัน 1 คืน ซึ่งเน้นกิจกรรมเชิงเกษตร เช่น การล่องเรือชมวิถีชีวิตประมง การเยี่ยมชมฟาร์ม และการเรียนรู้การทำเกษตรผสมผสาน งานวิจัยนี้ช่วยส่งเสริมการจัดการและประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในพื้นที่ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้นและสร้างรายได้แก่ชุมชน

Sumet, S., & colleagues. (2015) งานวิจัยนี้สำรวจและจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรี และตราด โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เพื่อออกแบบเส้นทางท่องเที่ยวชุมชนที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบแหล่งท่องเที่ยวชุมชนรวม 50 แห่ง แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม ธรรมชาติ และนิเวศ พร้อมทั้งนำเสนอเส้นทางท่องเที่ยวชุมชน 3 เส้นทาง ได้แก่ "เมืองเก่าชมสถาปัตยกรรมยุโรป" ระยะทาง 17.70 กิโลเมตร, "สองหาดมหัศจรรย์" ระยะทาง 98.80 กิโลเมตร, และ "ของดีเมืองจัน" ระยะทาง 69.40 กิโลเมตร งานวิจัยนี้ช่วยส่งเสริมการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวชุมชนให้ยั่งยืนผ่านการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ

Thanyarat, C. (2017) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์เส้นทางในเขตพื้นที่ 12 เมืองต้องห้าม...พลาด การศึกษาใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวในกลุ่มจังหวัดภาคกลางที่อยู่ในโครงการ "12 เมืองต้องห้าม...พลาด" โดยเน้นปัจจัยด้านระยะทาง เวลา และค่าใช้จ่ายต่ำสุด ผลการศึกษาพบแหล่งท่องเที่ยวรวม 180 แห่ง แบ่งเป็น 8 ประเภท เช่น นิเวศ วัฒนธรรม และประวัติศาสตร์ พร้อมทั้งเสนอแนะเส้นทางท่องเที่ยว 4 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทางไหว้พระ 9 วัด (262.66 กิโลเมตร), เส้นทางสายน้ำสามเวลา (253.42 กิโลเมตร), เส้นทางชุมชนคนอาร์ต (253.56 กิโลเมตร), และเส้นทางตลาดยอดนิยมของคนภาคกลาง (30.96 กิโลเมตร) งานวิจัยนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวหลักและรอง พร้อมทั้งสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่ผ่านการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ

Niti, E., & colleagues. (2023) งานวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการให้บริการเก็บขยะเขตพื้นที่เทศบาลนครสงขลาและหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการกบฝังขยะโดยนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์โครงข่าย ในการหาเส้นทางรถเก็บขยะ ตั้งแต่ตำแหน่งจุดเริ่มต้น จุดเก็บขยะ จนถึงจุดปลายทางที่ทิ้งขยะของรถแต่ละคันในแต่ละเส้นทาง และการหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการกบฝังขยะแหล่งใหม่จากการคัดเลือกปัจจัยเชิงพื้นที่โดยใช้ฉากทัศน์ 2 รูปแบบ คือ ฉากทัศน์แรก การนำปัจจัยและเกณฑ์ในการคัดเลือกสถานที่กบฝังขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลของกรมควบคุมมลพิษภายใต้ 2 เงื่อนไข คือ 1) ถ้าผ่านเกณฑ์มีค่าเป็น 1 กับไม่ผ่านเกณฑ์มีค่าเป็น 0 และฉากทัศน์ที่สอง จากการทบทวนวรรณกรรม แนวโน้มของงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อกำหนดปัจจัยที่เหมาะสมตามสภาพปัจจุบัน ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบหลายกฎเกณฑ์ (MCDA) โดยใช้วิธีการให้น้ำหนักอิงตามฉากทัศน์แรกและขยายการให้ค่าคะแนนเพิ่ม ร่วมกับการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง และพื้นที่เหมาะสมน้อย และทำการกรองพื้นที่โดยกันออกของข้อมูลประเภทแหล่งน้ำ พื้นที่เหมาะสม ปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และป่าไม้รวมไปถึงพิจารณาคัดเลือกเฉพาะขนาดพื้นที่ที่มากกว่า 500 ไร่

Thirakultomom, T., & colleagues. (2025) วิเคราะห์เส้นทางเชื่อมต่อแหล่งวัฒนธรรมเมืองเก่าโคราชสำหรับสนับสนุนการท่องเที่ยวชุมชนสู่เมืองแห่งการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์โครงข่าย 1) การวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุด (Best Route Analysis) เป็นการหาเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ในการวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุดยังสามารถวิเคราะห์หรือจำลองรูปแบบการเดินทางแบบต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation) 2) การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด (Closest Facilities Analysis) เป็นการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อใช้ในการค้นหาสถานที่ที่ใกล้เคียงที่สุด โดยจะทำการคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดจากตำแหน่งที่เป็นแคนดิเดตกับตำแหน่งใด ๆ บนระบบโครงข่าย แล้วเลือกตำแหน่งแคนดิเดตกับตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันที่สุดมาแสดงผลในรูปแบบตารางเมทริกซ์บนพื้นฐานของการกำหนดค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ (Impedance) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ และ 3) การวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ (Service Area Analysis) เป็นการกำหนดพื้นที่ที่สามารถให้บริการของการเข้าถึงสถานที่หรือตำแหน่งโดยครอบคลุมโครงข่ายถนนตามเงื่อนไขของค่าปัจจัยในการวิเคราะห์ที่กำหนดขึ้น

Methodology

การวิจัยและศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้านิสิตระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ครั้งนี้ มีวิธีการดำเนินการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จำนวนนิสิตระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1 การรวบรวมและการจัดเตรียมข้อมูลการรับนิสิตแรกเข้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา เนื่องจากมหาวิทยาลัยพะเยาได้จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2553 ผู้วิจัยจึงได้กำหนดช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลเพื่อมาทำการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 (14 ปี) โดยข้อมูลดังกล่าวได้รับจาก กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบในการเก็บข้อมูลการรับเข้าทั้งหมดของมหาวิทยาลัยพะเยา โดยผู้วิจัยได้ขอข้อมูล ได้แก่ จำนวนนิสิตแยกตามหลักสูตร ที่นิสิตเข้าศึกษาต่อในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ชื่อโรงเรียน และที่อยู่ของโรงเรียน ที่นิสิตสำเร็จการศึกษาในระดับเตรียมอุดมศึกษา

1.2 การกรองข้อมูลนิสิต โดยการกรองข้อมูลตามความถี่ของจำนวนนิสิตตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 เป็นรายจังหวัดของแต่ละจังหวัด แล้วนำผลลัพธ์มาผนวกกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่ได้จาก www.mitrearth.org ได้แก่ ข้อมูลขอบเขตพื้นที่จังหวัดประเทศไทย พร้อมทั้งข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data)

1.3 จัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ของจำนวนนิสิตระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา โดยสร้างแบบจำลองแผนที่เพื่อแสดงความถี่ของจำนวนนิสิตที่เข้าศึกษา จากโรงเรียนในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย โดยแบ่งช่วงปีการศึกษา 14 ปี ออกเป็น 3 ช่วงหลัก ได้แก่ ช่วงที่ 1 ปีการศึกษา 2554 – 2557 (4 ปี) ช่วงที่ 2 ปีการศึกษา 2558 – 2562 (5 ปี) และช่วงที่ 3 ปีการศึกษา 2563–2567 (5 ปี) เพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของการเข้าศึกษาและสะท้อนถึงความถี่เชิงพื้นที่การรับเข้าศึกษาในแต่ละช่วงเวลา รวมถึงการใช้ผลลัพธ์จากแผนที่ในการกำหนดพื้นที่เป้าหมายสำหรับการแนะแนวการศึกษาในขั้นตอนถัดไป

2. การวิเคราะห์หาเส้นทางเชื่อมต่อที่ดีที่สุดของโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับการแนะแนวการศึกษา โดยกระบวนการเดินทางการแนะแนวการศึกษามีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการ ประการแรก คือ ระยะเวลา เนื่องจากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา มีหลักสูตรที่หลากหลายจำเป็นต้องใช้เวลาในการแนะแนวให้กับผู้บริหารโรงเรียน ครูแนะแนว และนักเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและบรรลุวัตถุประสงค์ของการแนะแนวการศึกษา ประการสอง คือ ระยะเวลาในการเดินทางระหว่างโรงเรียน เพื่อความเหมาะสมในการเดินทางแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้สอดคล้องกับงบประมาณที่ได้รับจัดสรร การเข้าแนะแนวการศึกษาจะใช้ระยะเวลาในการแนะแนวทั้งหมด 5 วันทำการ (ไม่นับรวมวันเดินทางไป-กลับ) และเข้าแนะแนวการศึกษาวันละ 2 โรงเรียน ดังนั้น จำนวนโรงเรียนที่เหมาะสมได้รับการคัดเลือกเข้าแนะแนวการศึกษาจะมีทั้งหมด 10 โรงเรียน (Point) มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 การรวบรวมและการจัดเตรียมข้อมูลการรับนิสิตแรกเข้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 โดยการกรองข้อมูลความถี่ของจำนวนนิสิตเป็นรายจังหวัดของโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2 การคัดเลือกโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เหมาะสมในการเข้าแนะแนวการศึกษาเป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องอาศัยข้อมูลเชิงสถิติและหลักเกณฑ์ในการประเมินอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยได้นำโรงเรียนที่มีความถี่ของจำนวนนิสิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาพิจารณาร่วมกับ 2 ปัจจัยเป็นหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนที่มีความเหมาะสมโดยใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) ดังนี้

1) ปัจจัยด้านจำนวนนิสิตที่สำเร็จการศึกษาโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีนิสิตเข้าศึกษาในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 (14 ปี) มาเรียงลำดับ (Ranking) ตามจำนวนรวมของนิสิต ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการ Equal Interval ซึ่งเป็นวิธีการจำแนกข้อมูลออกเป็นช่วงชั้น (Class Interval) ที่มีขนาดระยะช่วงชั้นเท่ากันทุกช่วงชั้น

$$\text{Class Interval} = \frac{\text{Maximum Value} - \text{Minimum Value}}{\text{Number of Class Interval}} \quad (\text{Equation 1})$$

โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ โรงเรียนเหมาะสมมาก มีจำนวนนิสิตมากกว่า 6 คน (5 คะแนน) โรงเรียนเหมาะสมปานกลาง มีจำนวนนิสิต 4 – 6 คน (3 คะแนน) และโรงเรียนเหมาะสมน้อย มีจำนวนนิสิต 0 – 3 คน (1 คะแนน) ทั้งนี้ คะแนนที่ได้จากการจัดอันดับนี้จะถูกนำมาคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนรวมในการประเมินความเหมาะสมของโรงเรียน เนื่องจากปัจจัยด้านจำนวนนิสิตที่สำเร็จการศึกษาเป็นตัวชี้วัดหลักที่สะท้อนผลลัพธ์เชิงประจักษ์ (Outcome-Based Indicator) มีข้อมูลย้อนหลังที่ต่อเนื่องและชัดเจน (Longitudinal and Reliable Data) ช่วยให้การวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือและมีเสถียรภาพ เพราะเป็นการพิจารณาจาก “ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง” ซึ่งถือว่าเป็น “ผลลัพธ์ที่วัดได้จริง”

2) ปัจจัยด้านช่วงความถี่ของปีการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 (14 ปี) ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ด้วยวิธีการ Equal Interval (Adjusted) หรือ ช่วงเท่าเทียมโดยประมาณ ซึ่งเป็นการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงที่พยายามมีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยปรับให้ช่วงมีค่าที่เป็นจำนวนเต็มหรือเหมาะสมกับประเภทข้อมูล โดยแบ่งจากเกณฑ์การเข้าศึกษาในปีการศึกษาล่าสุด เนื่องจากการเข้าศึกษาในปีการศึกษาล่าสุดเป็นการบ่งบอกการเป็นที่รู้จักหรือรับรู้ข้อมูลของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ในพื้นที่ระดับหนึ่ง ได้แก่ ช่วงปีการศึกษา 2554 – 2557 (4 ปี) หากโรงเรียนมีนิสิตเข้าเรียนมากที่สุดในช่วงนี้ แสดงถึงความเหมาะสมน้อย (1 คะแนน) ช่วงปีการศึกษา 2558 – 2562 (5 ปี) หากโรงเรียนมีนิสิตเข้าเรียนมากที่สุดในช่วงนี้ แสดงถึงความเหมาะสมปานกลาง (3 คะแนน) และช่วงปีการศึกษา 2563 – 2567 (5 ปี) หากโรงเรียนมีนิสิตเข้าเรียนมากที่สุดในช่วงนี้ แสดงถึงความเหมาะสมมาก (5 คะแนน) ในกรณีที่ช่วงเวลามีนิสิตเข้าเรียนเท่ากันผู้วิจัยได้อนุมัติให้คะแนนกับช่วงเวลาที่ให้มีผลคะแนนมากที่สุด ทั้งนี้ คะแนนในส่วนนี้จะถูกนำมาคิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนรวมทั้งหมด เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวเป็นเพียงปัจจัยเสริมที่สะท้อนแนวโน้มความสนใจหรือการรับรู้ข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาเท่านั้น ไม่ใช่ปริมาณนิสิตจริงที่เป็นผลลัพธ์โดยตรงเหมือนกับปัจจัยด้านจำนวนผู้สำเร็จการศึกษา จึงมีความสำคัญรองลงมาจากปัจจัยจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาที่เป็นปัจจัยหลักที่สามารถวัดผลลัพธ์จริงโดยตรง ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำปัจจัยดังกล่าวเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินแบบสมดุล โดยไม่กระทบต่อความชัดเจนของข้อมูลหลัก หากให้ค่าน้ำหนักสูงเกินไป อาจทำให้การวิเคราะห์ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.3 การจัดลำดับและคัดเลือกความเหมาะสมของโรงเรียน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่นิยมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ด้วยการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์มาเรียงลำดับ โดยได้กรองโรงเรียนที่มีผลลัพธ์ 30 อันดับแรก จากโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีผลคะแนนมากที่สุดตามลำดับผลลัพธ์ของวิธีการรวม

แบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายและนำมาคัดเลือกโรงเรียนที่อยู่กลุ่มเส้นทาง เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งบประมาณที่ได้รับจัดสรร และระยะเวลาในการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด เพื่อคัดเลือกกำหนดโรงเรียนที่มีความเหมาะสมสำหรับการแนะแนวการศึกษา จำนวน 10 โรงเรียน

2.4 นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่ได้จาก มิตรเอิร์ธ หรือ Mitrearth ผ่านแพลตฟอร์ม www.mitrearth.org และ www.facebook.com/mitrearth ดังนี้

1) ข้อมูลโครงข่ายถนนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อวิเคราะห์หาเส้นทางเชื่อมต่อโรงเรียนที่เหมาะสม สำหรับการแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยข้อมูลโครงข่ายถนนภาคตะวันออกเฉียงเหนือผ่านการตรวจสอบ โครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล (Topology) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ

2) ข้อมูลตำแหน่งพิกัดโรงเรียนที่ได้คัดเลือก พร้อมทั้งข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data)

2.5 การตรวจสอบข้อมูลโครงข่าย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลโครงข่ายถนนในพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Line) และข้อมูลตำแหน่งพิกัดโรงเรียนจำนวน 10 โรงเรียน (Point) ที่ได้คัดเลือก พร้อม ตรวจสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล (Topology)

2.6 การสร้างแผนที่เส้นทางการแนะแนวการศึกษา ผู้วิจัยไม่ได้นำลำดับความเหมาะสมของโรงเรียนมาใช้ในการหาเส้นทางเพื่อให้สอดคล้องกับบริบทในการเดินทางแนะแนวการศึกษา และใช้กระบวนการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เพื่อสร้างแบบจำลองฉากทัศน์ (Multi scenarios) ใน 3 รูปแบบ เพื่อสร้างทางเลือกในการกำหนดเส้นทางการแนะแนวการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนี้

1) เส้นทางการแนะแนวแบบระยะทางสั้นที่สุด (Shortest Route) โดยกำหนดจุดเริ่มต้นจากโรงเรียน ที่อยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยพะเยามากที่สุด (Origin) และคำนวณเส้นทางที่มีระยะทางหรือเวลาน้อยที่สุด ระหว่างโรงเรียนเริ่มต้น กับโรงเรียนปลายทางทั้งหมด ด้วย Dijkstra's Algorithm เป็นแนวทางเพื่อลดระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทาง รวมให้น้อยที่สุด และใช้งบประมาณที่ได้รับจัดสรรในการเดินทางอย่างคุ้มค่า

2) เส้นทางการแนะแนวแบบย้อนกลับเข้าสู่ศูนย์กลาง (Return-Oriented Route) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น จากโรงเรียนที่อยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยพะเยามากที่สุด (Origin) แล้วค่อย ๆ เดินทางเข้ามายังโรงเรียนที่ใกล้มหาวิทยาลัยพะเยามากที่สุดเป็นจุดสิ้นสุด เพื่อให้วันสุดท้ายของการเดินทางใช้เวลาน้อยที่สุดสำหรับการเดินทางกลับมหาวิทยาลัยพะเยา

3) เส้นทางการแนะแนวแบบต่อเนื่อง (Multimodal Transportation Route) ใช้กระบวนการการจัดกลุ่มข้อมูล (Cluster Analysis) โดยกำหนดจุดเริ่มต้นจากโรงเรียนที่อยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยพะเยามากที่สุด (Origin) แบ่งกลุ่มโรงเรียนตามพื้นที่ใกล้เคียงกัน นำผลจากการจัดกลุ่มมาวางแผนตารางการเดินทางแบบต่อเนื่อง โดยเข้าโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในวันเดียวกัน และเดินทางอย่างต่อเนื่องและไม่วนกลับ เป็นรูปแบบการวางแผนที่เน้นความต่อเนื่องในการเดินทาง ในแต่ละวัน โดยพิจารณาจากความใกล้เคียงทางภูมิศาสตร์ของโรงเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้การเดินทางมีประสิทธิภาพสูงสุด

Results

จากการวิจัยและศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้ามิลิตระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการศึกษา 2 วัตถุประสงค์ คือ เพื่อวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่จำนวนมิลิตและเพื่อวิเคราะห์หาเส้นทางเชื่อมต่อโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับการแนะแนวการศึกษา โดยมีผลการศึกษาดังนี้

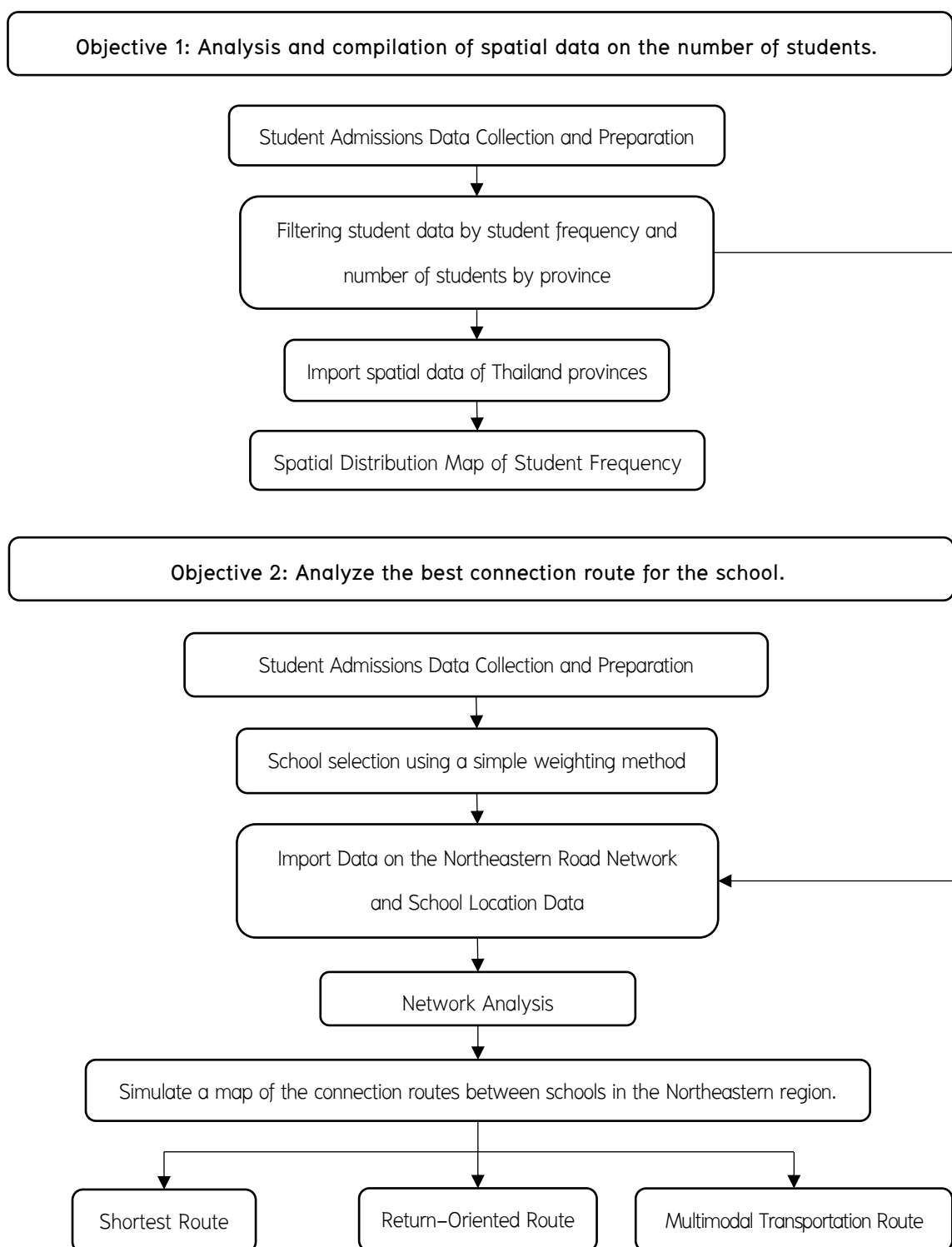


Figure 1 Research Procedures

การวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่

1. การวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่จำนวนนิสิตระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีผลลัพธ์ดังนี้

1.1 จากการรวบรวมข้อมูลการรับนิสิตแรกเข้าของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 (14 ปี) จาก กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา พบว่า คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวนนิสิตมีการผันผวนระหว่างปี แต่มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงปีการศึกษา 2565 – 2567 และยังชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างภูมิภาค ซึ่งภาคเหนือมีสัดส่วนนิสิตที่รับเข้าศึกษาสูงมากที่สุดกว่าภูมิภาคอื่น รองลงมาคือภาคกลาง ลำดับต่อมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ตามลำดับ โดยแยกข้อมูลการรับเข้านิสิตแบ่งตามรายภาค และข้อมูลการรับเข้านิสิตแบ่งตามรายจังหวัด (Table 1)

Table 1 Admission Data of Students by Region

Region	Academic Year														Total
	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	
Central	18	20	21	23	23	34	15	14	23	21	31	57	72	65	437
Eastern	0	1	1	5	1	1	3	1	4	9	10	12	21	9	78
Northeastern	10	15	13	8	9	13	13	10	11	14	15	35	35	34	235
Southern	1	3	3	3	4	4	2	2	2	2	6	10	9	22	73
Northern	351	394	380	336	347	326	232	256	281	258	334	443	490	467	4,895
Total	380	433	418	375	384	378	265	283	321	304	396	557	627	597	5,718

Note: Regional division according to the Tourism Authority of Thailand (TAT)

1.2 ผลลัพธ์จากการกรองข้อมูลแสดงความถี่จำนวนนิสิตรายจังหวัดและแยกเป็นรายปีการศึกษา นำมาจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่แสดงข้อมูลจำนวนนิสิตในรูปแบบแผนที่ความถี่แยกเป็นช่วงปีการศึกษา ได้แก่ ช่วงปีการศึกษา 2554 – 2557 ช่วงปีการศึกษา 2558 – 2562 และช่วงปีการศึกษา 2563 – 2567 พบว่า การกระจายตัวของนิสิตในแต่ละจังหวัดในช่วงปีการศึกษา โดยรวมแล้วแผนที่แสดงให้เห็นว่าจังหวัดในภาคเหนือมีความหนาแน่นของนิสิตมากที่สุดอย่างสม่ำเสมอ อาจเป็นเพราะมหาวิทยาลัยพะเยาตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือจึงเป็นเหตุผลในการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อ สำหรับช่วงปีการศึกษา 2554 – 2557 (Figure 2) เป็นช่วงระยะเวลาที่มหาวิทยาลัยพะเยาได้ก่อตั้งขึ้น พบว่ามีความหนาแน่นของนิสิตที่สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนในเขตภาคเหนือ ในช่วงปีการศึกษา 2558 – 2562 (Figure 3) พบว่า ยังคงมีความหนาแน่นของนิสิตที่สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนในเขตภาคเหนือ และมีการกระจายครอบคลุมไปทั่วทุกภาคของพื้นที่ประเทศไทย และในช่วงปีการศึกษา 2563 – 2567 (Figure 4) เป็นช่วงระยะเวลาที่มหาวิทยาลัยพะเยามีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในระดับประเทศเป็นวงกว้าง จากแผนที่แสดงให้เห็นถึงการหนาแน่นของนิสิตในภาคเหนือมากยิ่งขึ้น และมีการเพิ่มจำนวนนิสิตในแต่ละภูมิภาคมากขึ้นเช่นกัน โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปีการศึกษา 2565 – 2567 มีจำนวนนิสิตที่สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังได้แสดงแผนที่ความถี่ปีการศึกษา 2554–2567 รวมทั้งหมด 14 ปีการศึกษา (Figure 5) ภาคเหนือมีสัดส่วนนิสิตที่รับเข้าศึกษาสูงมากที่สุดกว่าภูมิภาคอื่น รองลงมาคือภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ตามลำดับ

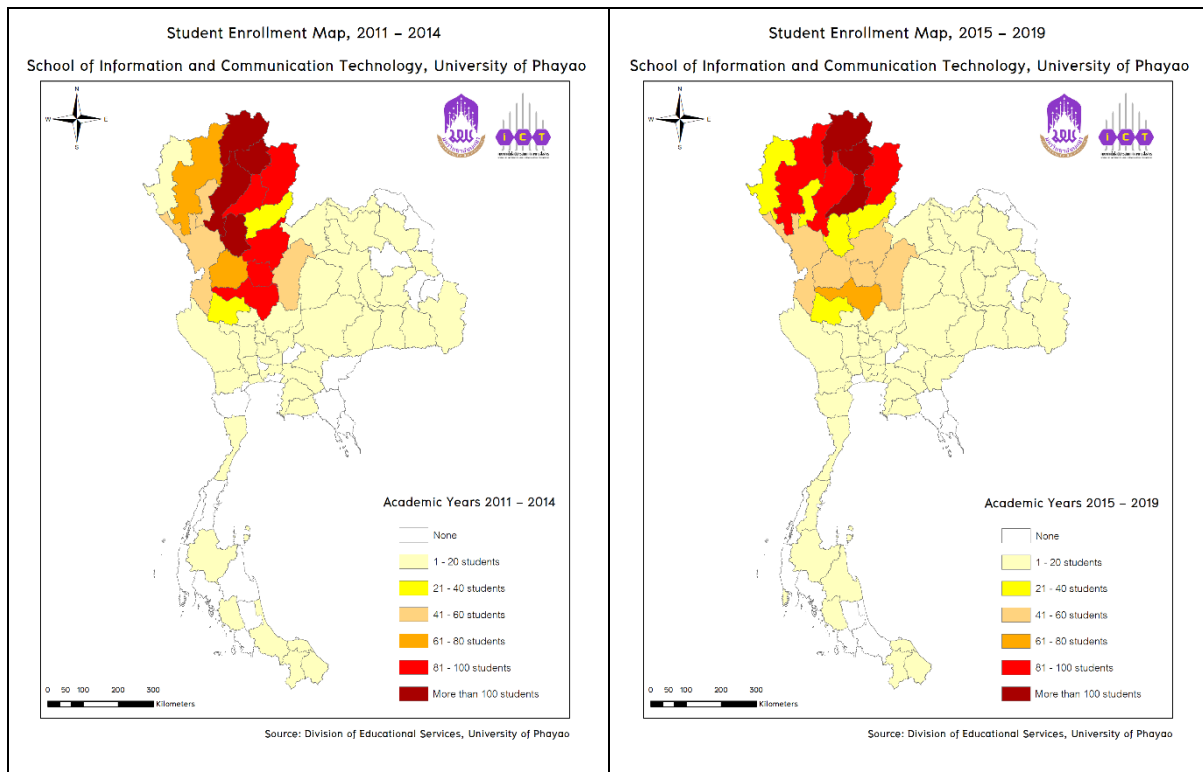


Figure 2 Student Enrollment Map, 2011 – 2014

Figure 3 Student Enrollment Map, 2015 – 2019

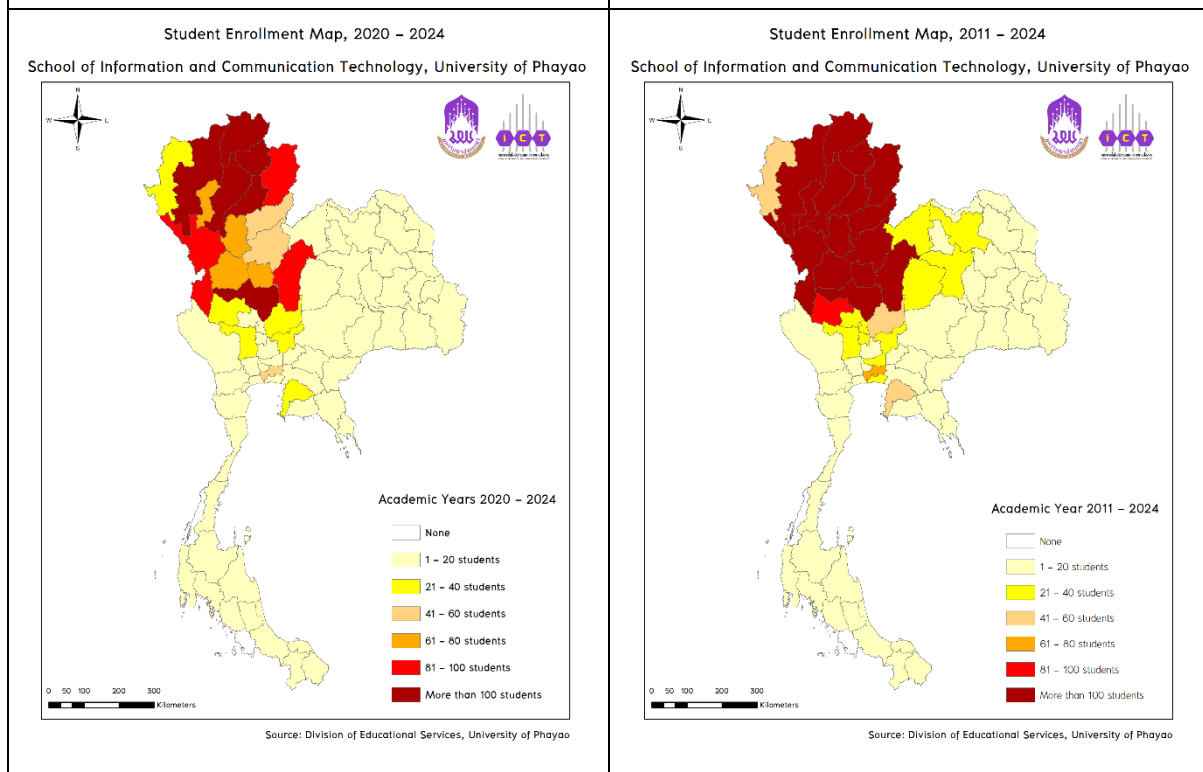


Figure 4 Student Enrollment Map, 2020 – 2024

Figure 5 Student Enrollment Map, 2011 – 2024

การวิเคราะห์หาเส้นทางเชื่อมต่อที่ดีที่สุด

2. การวิเคราะห์หาเส้นทางเชื่อมต่อที่ดีที่สุดของโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับการแนะแนวการศึกษา โดยมีผลลัพธ์ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์คัดเลือกโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เหมาะสมในการเข้าแนะแนวการศึกษา โดยการนำโรงเรียนที่มีความถี่ของจำนวนนิสิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาพิจารณาร่วมกับ 2 ปัจจัยเป็นหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนที่มีความเหมาะสม ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1) การวิเคราะห์ปัจจัยด้านจำนวนนิสิตที่สำเร็จการศึกษาโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีนิสิตเข้าศึกษาในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 (14 ปี) มาเรียงลำดับ (Ranking) ตามจำนวนรวมของนิสิต ด้วยวิธีการ Equal Interval พบว่า มีโรงเรียนที่มีความเหมาะสมมากจำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา และโรงเรียนศรีสงครามวิทยา โรงเรียนที่มีความเหมาะสมปานกลางจำนวน 11 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนท่าบ่อ โรงเรียนเลยพิทยาคม โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ โรงเรียนบ้านไผ่ โรงเรียนชุมแพศึกษา โรงเรียนนาวังศึกษาวิช โรงเรียนสตรีชัยภูมิ โรงเรียนเกษตร สมบูรณ์วิทยาคม โรงเรียนสตรีราชินูทิศ และโรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร โดยโรงเรียนนอกจากนี้จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเหมาะสมน้อย

2) การวิเคราะห์ปัจจัยด้านช่วงความถี่ของการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 – 2567 (14 ปี) โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ด้วยวิธีการ Equal Interval (Adjusted) หรือ ช่วงเท่าเทียมโดยประมาณ คือ ช่วงปีการศึกษา 2554 – 2557 (4 ปี) ช่วงปีการศึกษา 2558 – 2562 (5 ปี) และช่วงปีการศึกษา 2563 – 2567 (5 ปี) หากคำนึงจากจำนวนโรงเรียนที่มีความเหมาะสมมากและเหมาะสมปานกลางจากปัจจัยด้านจำนวนนิสิตที่สำเร็จการศึกษา พบว่า มีโรงเรียนที่มีความเหมาะสมมาก จำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา โรงเรียนศรีสงครามวิทยา โรงเรียนท่าบ่อ โรงเรียนเลยพิทยาคม โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ โรงเรียนชุมแพศึกษา โรงเรียนนาวังศึกษาวิช โรงเรียนสตรีชัยภูมิ โรงเรียนที่มีความเหมาะสมปานกลาง จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม และโรงเรียนสตรีราชินูทิศ โรงเรียนที่มีความเหมาะสมน้อย จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านไผ่ และโรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร

การนำปัจจัยด้านจำนวนนิสิตที่สำเร็จการศึกษา (ร้อยละ 80) และปัจจัยด้านช่วงความถี่ของการศึกษา (ร้อยละ 20) มาวิเคราะห์ร่วมกันแล้ว พบว่า จำนวนโรงเรียนที่ได้คะแนนผลลัพธ์มากกว่า 3 คะแนน มีทั้งหมด 11 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา โรงเรียนศรีสงครามวิทยา โรงเรียนท่าบ่อ โรงเรียนเลยพิทยาคม โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ โรงเรียนชุมแพศึกษา โรงเรียนนาวังศึกษาวิช โรงเรียนสตรีชัยภูมิ โรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม และโรงเรียนสตรีราชินูทิศ สังเกตได้ว่า ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ดังกล่าวพบว่าโรงเรียนทั้งหมด 11 โรงเรียนเป็นโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์โรงเรียนที่มีความเหมาะสมในการเข้าแนะแนวการศึกษา ด้วยการกรองโรงเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มพื้นที่หรือเส้นทางเดินทาง เนื่องจากการเดินทางแนะแนวการศึกษาจำเป็นต้องใช้งบประมาณที่ได้รับจัดสรรอย่างจำนวนจำกัดให้คุ้มค่าที่สุดที่สุด จากทั้ง 11 โรงเรียน จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่แล้วกลุ่มโรงเรียนจะอยู่ในจังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดเลย จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดชัยภูมิ ดังนั้น จึงได้กรองโรงเรียนท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ออกจากกลุ่มเส้นทางทางการแนะแนวการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและระยะเวลาในการเดินทางเข้าแนะแนวการศึกษา พบว่า จะได้โรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีความเหมาะสมในการเข้าแนะแนวการศึกษา จำนวน 10 โรงเรียน คือ 1) โรงเรียนบ้านดุงวิทยา 2) โรงเรียนศรีสงครามวิทยา 3) โรงเรียนเลยพิทยาคม 4) โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร 5) โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ 6) โรงเรียนชุมแพศึกษา 7) โรงเรียนนาวังศึกษาวิช 8) โรงเรียนสตรีชัยภูมิ 9) โรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม และ 10) โรงเรียนสตรีราชินูทิศ ตาม Table 2 โรงเรียนที่มีความเหมาะสมในการเข้าแนะแนวการศึกษา

Table 2 Appropriate Schools for Educational Guidance

School	Factor of Student Graduation Rate			Factor of Academic Year Frequency Range			Total Score
	(80%)			(20%)			
	Students	Level	Score	Range	Level	Score	
Ban Dung Wittaya	9	High	5	2020–2024	High	5	5
Si Songkhram Wittaya	7	High	5	2020–2024	High	5	5
Loei Pittayakom	6	Moderate	3	2020–2024	High	5	3.4
Sriboonruang Wittayakarn	6	Moderate	3	2020–2024	High	5	3.4
Khamsaen Wittayasan	5	Moderate	3	2020–2024	High	5	3.4
Chum Phae Suksa	4	Moderate	3	2020–2024	High	5	3.4
Nawang Suksawit	4	Moderate	3	2020–2024	High	5	3.4
Satri Chaiyaphum	4	Moderate	3	2020–2024	High	5	3.4
Kaset Sombun Wittayakom	4	Moderate	3	2015–2019	Moderate	3	3
SatriRachinuthit	4	Moderate	3	2015–2019	Moderate	3	3

2.2 ผลการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) และการสร้างแผนที่จำลองเส้นทางการแนะแนว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลถนนและพิกัดตำแหน่งโรงเรียน พบว่า เส้นทางที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับการแนะแนว 5 วัน (วันละ 2 โรงเรียน) สามารถจำลองเส้นทางการเดินทางออกเป็น 3 เส้นทาง พร้อมทั้งผู้วิจัย ได้คำนวณระยะเวลาในการเดินทางเป็นนาที โดยคำนวณจากความเร็วที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อเป็นการสร้างทางเลือก ในการตัดสินใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยเริ่มต้นจากโรงเรียนที่อยู่ไกลที่สุดจากมหาวิทยาลัยพะเยา ดังนี้

1) เส้นทางที่ 1 เส้นทางการแนะแนวแบบระยะทางสั้นที่สุด (Shortest Route) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น จากโรงเรียนที่อยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยพะเยามากที่สุด (Origin) คือ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา โรงเรียนสตรีราชินูทิศ โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ โรงเรียนนาว่างศึกษาวิซ โรงเรียนศรีสงครามวิทยา โรงเรียนเลยพิทยาคม โรงเรียนศรีบุญเรือง วิทยาคาร โรงเรียนชุมแพศึกษา โรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม และโรงเรียนสตรีชัยภูมิ ตามลำดับ พบว่า รวมระยะทาง ทั้งสิ้น 487 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทางแนะแนวทั้งสิ้น 365 นาที หรือ 6 ชั่วโมง 5 นาที (Table 3 and Figure 6)

Table 3 Distance of Educational Guidance Route 1

No.	School	Distance (kilometers)	Duration (minutes)
1	Ban Dung Wittaya	0	0
2	SatriRachinuthit	71	53
3	Khamsaen Wittayasan	72.9	55
4	Nawang Suksawit	16.3	12
5	Si Songkhram Wittaya	34.6	26
6	Loei Pittayakom	24.7	18
7	Sriboonruang Wittayakarn	100.2	75
8	Chum Phae Suksa	57	43
9	Kaset Sombun Wittayakom	41.2	31
10	Satri Chaiyaphum	69	52
Total		<u>487</u>	<u>365</u>

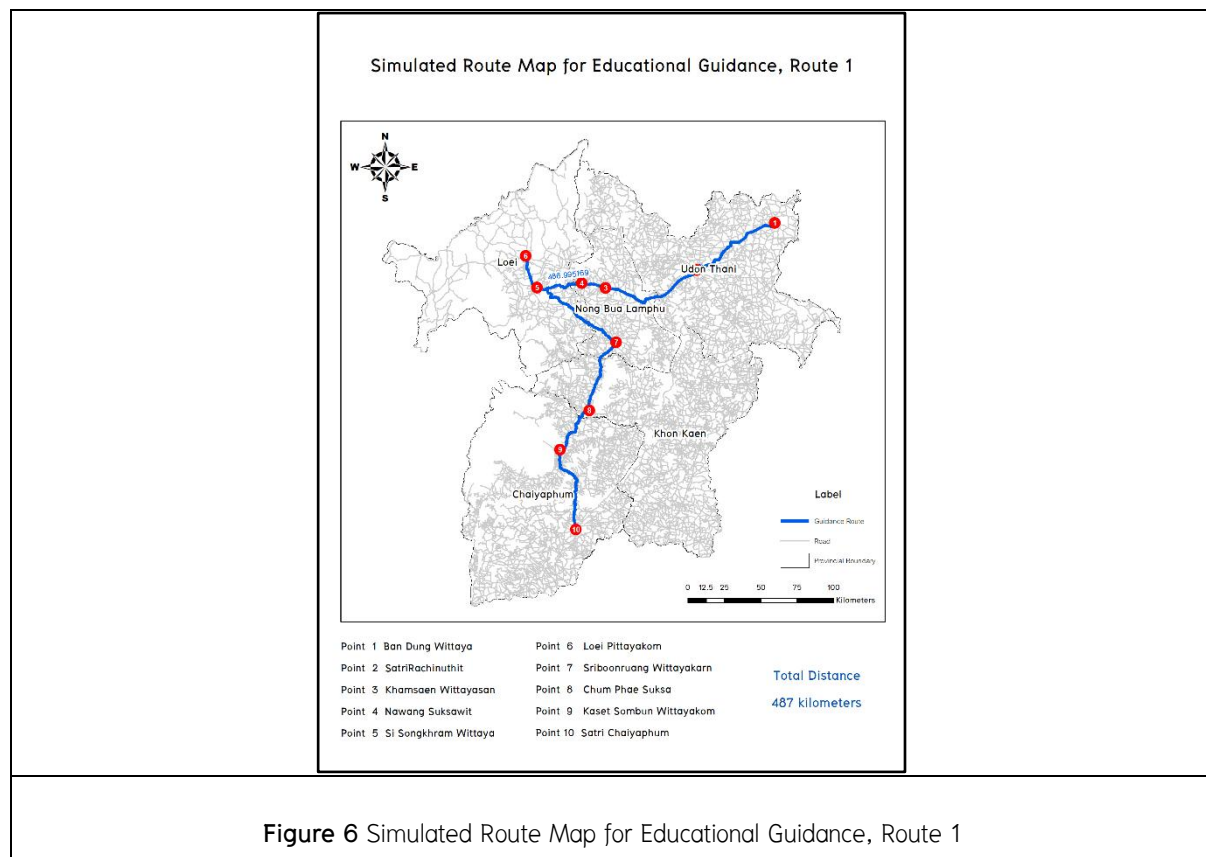
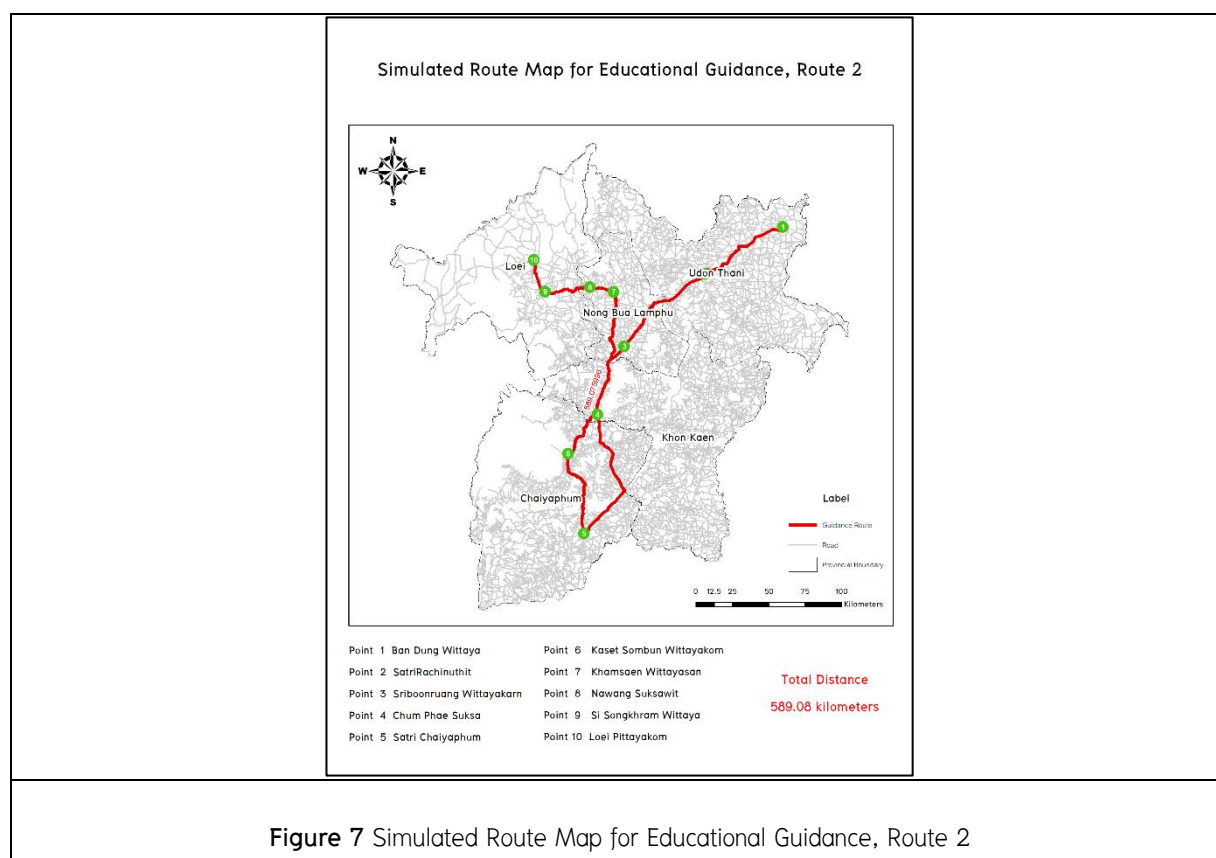


Figure 6 Simulated Route Map for Educational Guidance, Route 1

2) เส้นทางที่ 2 เส้นทางการแนะนำแบบย้อนกลับเข้าสู่ศูนย์กลาง (Return-Oriented Route) โดยกำหนดจุดเริ่มต้นจากโรงเรียนที่อยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยพะเยามากที่สุด (Origin) คือ โรงเรียนบ้านดุงวิทยา โรงเรียนสตรีราชินูทิศ โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร โรงเรียนชุมแพศึกษา โรงเรียนสตรีชัยภูมิ โรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ โรงเรียนนาวังศึกษาวิซ โรงเรียนศรีสงครามวิทยา และโรงเรียนเลยพิทยาคม ตามลำดับ พบว่า รวมระยะทางทั้งสิ้น 589.08 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทางแนะนำทั้งสิ้น 442 นาที หรือ 7 ชั่วโมง 22 นาที (Table 4 and Figure 7)

Table 4 Distance of Educational Guidance Route 2

No.	School	Distance (kilometers)	Duration (minutes)
1	Ban Dung Wittaya	0	0
2	SatriRachinuthit	71	53
3	Sriboonruang Wittayakarn	78.9	59
4	Chum Phae Suksa	57	43
5	Satri Chaiyaphum	102.2	77
6	Kaset Sombun Wittayakom	69	52
7	Khamsoen Wittayasan	135.2	101
8	Nawang Suksawit	16.3	12
9	Si Songkhram Wittaya	34.6	26
10	Loei Pittayakom	24.7	18
Total		<u>589.1</u>	<u>442</u>



3) เส้นทางที่ 3 เส้นทางการแนะนำแบบต่อเนื่อง (Multimodal Transportation Route) โดยกำหนดจุดเริ่มต้นจากโรงเรียนที่อยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยพะเยามากที่สุด (Origin) คือ เริ่มจาก โรงเรียนบ้านดุงวิทยา โรงเรียนสตรีราชินูทิศ โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ โรงเรียนนาวังศึกษาวิซ โรงเรียนเลยพิทยาคม โรงเรียนศรีสงครามวิทยา โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร โรงเรียนชุมแพศึกษา โรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม และโรงเรียนสตรีชัยภูมิ ตามลำดับ พบว่า รวมระยะทางทั้งสิ้น 477.8 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทางแนะนำทั้งสิ้น 358 นาที หรือ 5 ชั่วโมง 58 นาที (Table 5 and Figure 8)

Table 5 Distance of Educational Guidance Route 3

No.	School	Distance (kilometers)	Duration (minutes)
1	Ban Dung Wittaya	0	0
2	SatriRachinuthit	71	53
3	Khamsaen Wittayasan	72.9	55
4	Nawang Suksawit	16	12
5	Loei Pittayakorn	49.5	37
6	Si Songkhram Wittaya	25	18
7	Sriboonruang Wittayakorn	76.1	57
8	Chum Phae Suksa	57	43
9	Kaset Sombun Wittayakorn	41.2	31
10	Satri Chaiyaphum	69	52
Total		<u>477.8</u>	<u>358</u>

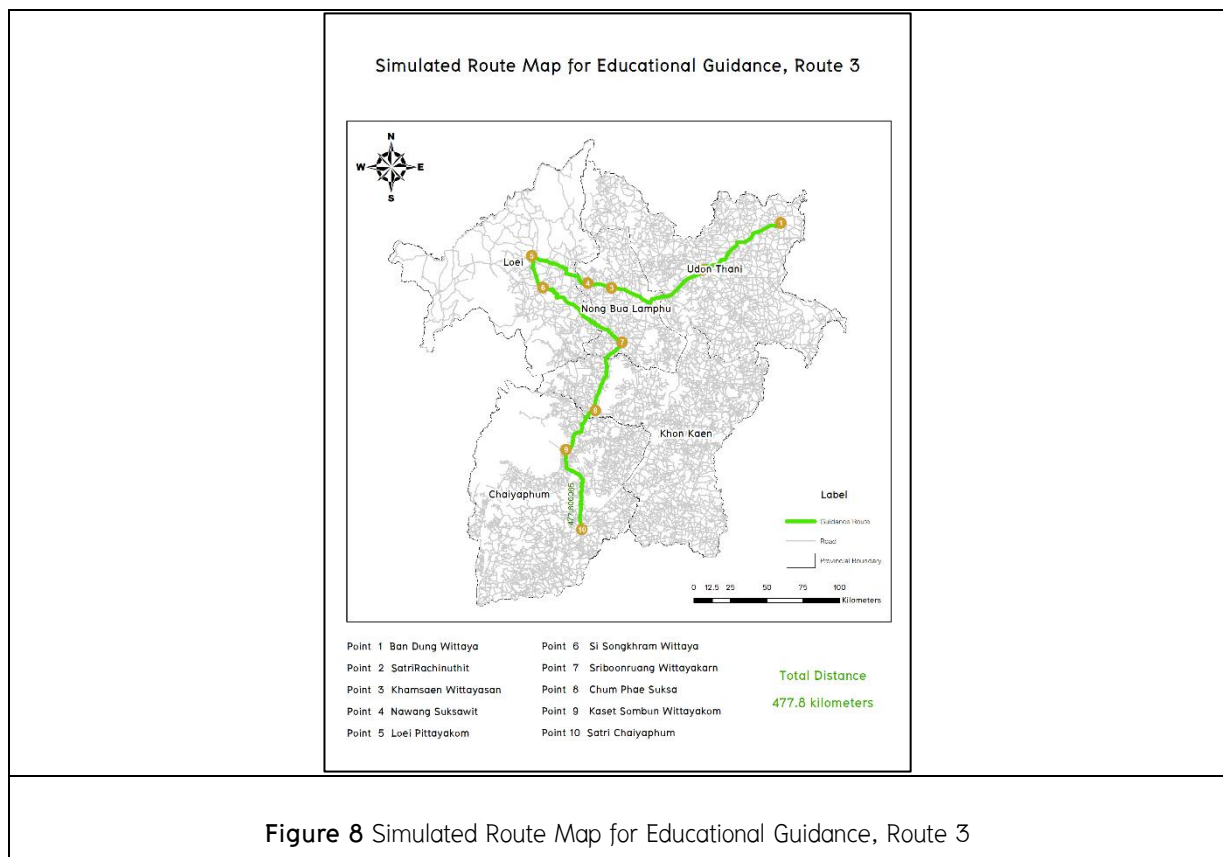


Figure 8 Simulated Route Map for Educational Guidance, Route 3

Conclusion and Discussion

ผลการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ในการวางแผนเชิงกลยุทธ์และเส้นทางแนะแนวการศึกษาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยการใช้ข้อมูลการรับเข้ามิลิตย่อนหลัง 14 ปี (พ.ศ. 2554–2567) เป็นข้อมูลฐานในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ซึ่งช่วยให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนกลยุทธ์เชิงพื้นที่ จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนการเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา มีการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบริบทของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีจำนวนนักเรียนเข้าศึกษาต่อเพิ่มขึ้นจากเดิมมากกว่าเท่าตัวตั้งแต่ปีการศึกษา 2565 – 2567 ซึ่งถือว่าเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ มีการกระจายตัวของโรงเรียนที่นักเรียนเข้าศึกษาต่ออย่างกว้างขวาง

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งช่วยให้สามารถวางแผนกลยุทธ์เชิงพื้นที่ในการระบุโรงเรียนที่มีความเหมาะสมตรงเป้าหมายหลักในการแนะแนวการศึกษาได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Spatial Decision Support System (SDSS) ที่เน้นการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ประกอบการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ (Malczewski, 2006) โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) พบว่า ปัจจัยด้านจำนวนผู้สำเร็จการศึกษา และช่วงเวลาการเข้าศึกษา มีผลอย่างมีนัยสำคัญในการระบุโรงเรียนเป้าหมายที่มีแนวโน้มรับข้อมูลแนะแนวอย่างต่อเนื่อง (Yoon & Hwang, 1995; Triantaphyllou, 2000) ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา งบประมาณ และทรัพยากรในการแนะแนว (Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2015) ผลลัพธ์ในการคัดเลือกโรงเรียนที่มีความเหมาะสมในการแนะแนวการศึกษามีจำนวน 10 โรงเรียน ได้แก่ 1) โรงเรียนบ้านดุงวิทยา 2) โรงเรียนศรีสงครามวิทยา 3) โรงเรียนเลยพิทยาคม 4) โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร 5) โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์ 6) โรงเรียนชุมแพศึกษา 7) โรงเรียนนาวังศึกษาวิษ 8) โรงเรียนสตรีชัยภูมิ 9) โรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม และ 10) โรงเรียนสตรีราชินูทิศ อีกทั้งได้จำลองฉากทัศน์ (Mult scenarios)

ใน 3 รูปแบบ ได้แก่ เส้นทางระยะทางสั้นที่สุด (Shortest Route) พบว่า รวมระยะทางทั้งสิ้น 487 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทางแนะนำทั้งสิ้น 365 นาที หรือ 6 ชั่วโมง 5 นาที, เส้นทางย้อนกลับสู่ศูนย์กลาง (Return-Oriented Route) พบว่า รวมระยะทางทั้งสิ้น 589.08 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทางแนะนำทั้งสิ้น 442 นาที หรือ 7 ชั่วโมง 22 นาที และเส้นทางแบบต่อเนื่อง (Multimodal Transportation Route) พบว่า รวมระยะทางทั้งสิ้น 477.8 กิโลเมตร และใช้เวลาในการเดินทางแนะนำทั้งสิ้น 358 นาที หรือ 5 ชั่วโมง 58 นาที ดังนั้น เส้นทางแบบต่อเนื่องจึงเป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการแนะนำการศึกษาจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้แนวทางการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสม ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุเมธ สายสมุทร และคณะ (2558) ที่ได้นำการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) มาใช้ในการกำหนดเส้นทางท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรีและตราด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้ทรัพยากร และยังสอดคล้องกับ ธีญญรัตน์ ไชยคราม (2560) ที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวแบบ Multimodal Transportation เพื่อให้การเดินทางมีประสิทธิภาพสูงสุด

การกำหนดกลยุทธ์แนะนำแบบเน้นพื้นที่ (Place-Based Guidance Strategy) ที่อิงจากข้อมูลเชิงพื้นที่ จึงถือเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการขยายโอกาสทางการศึกษาให้ครอบคลุมและเท่าเทียม โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล หรือมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึง ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals – SDGs) ข้อที่ 4 ที่มุ่งสร้างหลักประกันว่าทุกคนสามารถเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพได้อย่างทั่วถึงและเท่าเทียม (United Nations, 2015; UNESCO, 2017)

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดที่ควรพิจารณา ได้แก่ การใช้เพียง 2 ปัจจัยหลักในการคัดเลือกโรงเรียน ซึ่งอาจยังไม่ครอบคลุมมิติเชิงคุณภาพของผู้สมัคร เช่น ความสนใจในสาขาวิชา คะแนนเฉลี่ย หรือกิจกรรมแนะนำที่เคยจัดขึ้นในพื้นที่ เป็นต้น

ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรพัฒนาแบบจำลองที่รวมปัจจัยที่เป็นตัวแปรมากขึ้น เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนนักเรียน ระดับโรงเรียน พฤติกรรมการเลือกสาขาวิชา ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ หรือปัจจัยด้านการคมนาคมที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสถานการศึกษาต่อ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย รวมถึงควรใช้เครื่องมือวิเคราะห์เส้นทางขั้นสูง เช่น Location-Allocation Analysis และ Service Area Analysis เพื่อเพิ่มความละเอียดในการวางแผนเส้นทาง (Esri, 2023; Tang, Wang, & Yao, 2014; Kraak & Ormeling, 2020)

Acknowledgements

ข้าพเจ้า นายกิตติคุณ นุพัฒน์ ผู้วิจัยฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้ให้โอกาสและการสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ของการรับเข้านิสิตและการพัฒนาเส้นทางแนะนำการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” ขอแสดงความขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตติ เอี่ยมชื่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะอย่างต่อเนื่องด้วยความเอาใจใส่และเมตตา ซึ่งเป็นแนวทางที่สำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลด้านการรับเข้านิสิต ตลอดจนแพลตฟอร์ม Mitrearth ที่ให้ข้อมูลภูมิสารสนเทศเชิงพื้นที่ซึ่งมีส่วนช่วยสำคัญต่อการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเส้นทางในการศึกษาครั้งนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดในงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าขออภัยไว้ด้วยตนเอง

Reference

- Bureau of Registration Administration, Ministry of Interior. (2024). *Birth statistics of Thailand, January–November 2024*. Bangkok: Bureau of Registration Administration, Ministry of Interior. (in Thai)
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.
- ESRI. (2021). *ArcGIS Pro Documentation*. Retrieved From <https://pro.arcgis.com>.
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2000). *Quantitative geography: Perspectives on spatial data analysis*. Sage.
- Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land–use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221.
- Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76.
- Kraak, M. J., & Ormeling, F. J. (2020). *Cartography: Visualization of Geospatial Data* (4th ed.). Routledge.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (4th ed.). Wiley.
- Malczewski, J. (2006). GIS–based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726.
- Manichda, K. (2012). Educational guidance to create educational opportunities. Bangkok: Thai Education Publishing. (in Thai)
- Manichda, K. (2012). Factors affecting the decision to continue undergraduate studies in the vocational–to–degree program of vocational students in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province [Master’s thesis]. Phra Nakhon Si Ayutthaya: Rajabhat Phra Nakhon Si Ayutthaya University]. (in Thai)
- Niti, E., Boonsiri, S., Nakarin, C., & Thida, P. A. Y. (2023). Network analysis of waste collection systems and guidelines for finding landfill areas: A case study of Songkhla Municipality, Songkhla Province. *Burapha Science Journal*, 28(1), 364–383. (in Thai)
- Pimphat, P., & colleagues. (2025). Analysis of agri–tourism routes using geographic information systems: A case study of Ban Khao Subdistrict, Ranot District, Songkhla Province. *Thai Journal of Geoinformatics*, 17(1), 85–100. (in Thai)
- Somsak, P. (2019). Educational guidance and career planning. Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Sumet, S., & colleagues. (2015). Analysis of community tourism route networks using GIS: A case study of Chanthaburi and Trat Provinces. *Journal of Community Development Research*, 8(2), 57–72. (in Thai)
- Sumet, S., & colleagues. (2015). Developing community tourism routes using GIS and network analysis. *Journal of Tourism Research*, 8(2), 100–115. (in Thai)
- Tang, J., Wang, L., & Yao, Z. (2014). Network analysis in urban planning: A GIS–based study. *Urban Studies*, 51(5), 1022–1038.
- Tanit, T., & colleagues. (2025). Analysis of connecting routes for old town cultural sites to support community tourism. *Journal of Urban Development Research*, 15(1), 23–38. (in Thai)

- Thanyarat, C. (2017). Application of GIS for analyzing tourism routes in the “12 Must-Visit Cities” area. *Thai Journal of Tourism Management*, 5(3), 101–115. (in Thai)
- Thirakultomorn, T., Tiyaowongsuwan, S., Prasomsup, W., & Phinyoyang, A. (2025). Application of geoinformatics technology for route management connecting the cultural sites of Korat’s old town. *Journal of Spatial Innovation Development (JSID)*, 6(1), 77–92. (in Thai)
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Springer.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: UNESCO.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- University of Phayao Act B.E. 2553. (2010). *Royal Gazette*, 127(28a), 1–8. Retrieved From <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>. (in Thai)
- Yoon, K. P., & Hwang, C. L. (1995). *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*. Sage Publications.

การประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญเร่งด่วนของแผน โครงการก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่จังหวัดพะเยา

ปริญญญา ไศกิตทิญญิ¹ และ สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ^{2*}

Assessment to Determine Urgent Plan Priorities Project to Reduce Greenhouse Gases in Phayao Province

Parinya Sopitpinyo¹ and Sukthai Pongpattanasiri^{2*}

¹ Faculty of Energy and Environment, University of Phayao, Phayao, 56000

² Environmental Science Program, Faculty of Energy and Environment, University of Phayao, Phayao, 56000

*Corresponding : sukthai_p@hotmail.com

Received: 17 November 2025; Revised: 1 March 2026; Accepted: 6 March 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัดของจังหวัดพะเยา จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดพะเยาในปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีการประเมินใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับ Basic และระดับ Basic+ โดยระดับ Basic พบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 667,981 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือประมาณ 1.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน ขณะที่ระดับ Basic+ ซึ่งมีการเก็บข้อมูลละเอียดและครอบคลุมมากกว่า พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 5,093,153 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือประมาณ 10.78 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน โดยคิดจากจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร ปี 2562 จำนวน 472,356 คน (Department of Provincial Administration, 2019) จังหวัดพะเยามีแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักมาจากภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือ AFOLU ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนสูงถึง 86.82% ของการปล่อยทั้งหมด รองลงมาคือ ภาคการจัดการของเสีย ภาคพลังงาน และภาคการขนส่ง ส่วนภาคอุตสาหกรรมไม่พบการปล่อยในปีนั้น

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัดของจังหวัดพะเยาส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการใช้ที่ดินและภาคเกษตรกรรม ดังนั้น จังหวัดพะเยาจึงได้กำหนดแผนการลดก๊าซเรือนกระจกจำนวน 26 มาตรการ ครอบคลุมภาคพลังงาน ขนส่ง การเกษตร และป่าไม้ โดยตั้งเป้าลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 422,380 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี พ.ศ. 2573 แผนดำเนินการแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะสั้นมุ่งมาตรการที่ดำเนินการได้ทันทีและใช้งบประมาณไม่สูง เช่น การเปลี่ยนไฟสาธารณะเป็น LED การรณรงค์ประหยัดพลังงาน ระยะกลางเน้นการลงทุนและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น โซลาร์รูฟท็อป การจัดการขยะและน้ำเสีย และการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และระยะยาวมุ่งสู่การเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้าง เช่น ระบบขนส่งพลังงานสะอาดและการใช้พลังงานหมุนเวียนเต็มรูปแบบ ทั้งนี้ แผนให้ความสำคัญกับภาคเกษตร โดยส่งเสริมเกษตรปลอดภัยและเกษตรคาร์บอนต่ำภายใต้แนวคิด BCG ผ่านการลดการใช้สารเคมี การพัฒนาศักยภาพเกษตรกร การประยุกต์ใช้นวัตกรรม และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในพื้นที่ ควบคู่กับระบบติดตามและประเมินผลอย่างต่อเนื่องเพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัด, แผนการลดก๊าซเรือนกระจก, จังหวัดพะเยา

¹ คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

This study aimed to assess provincial-level greenhouse gas (GHG) emissions in Phayao Province. The 2019 GHG inventory was conducted at two reporting levels: Basic and Basic+. At the Basic level, total emissions were approximately 667,981 tons of carbon dioxide equivalent (tCO₂e) or about 1.41 tCO₂e per capita. At the more comprehensive Basic+ level, which involves more detailed and extensive data collection, total emissions reached 5,093,153 tCO₂e, equivalent to approximately 10.78 tCO₂e per capita, calculated based on the registered population of 472,356 in 2019 (Department of Provincial Administration, 2019). The main source of emissions in Phayao Province was the Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU) sector, accounting for 86.82% of total emissions, followed by the waste management, energy, and transportation sectors, while no emissions from the industrial processes sector were reported in that year.

As most provincial GHG emissions were generated from land use and agricultural activities, Phayao Province developed a GHG reduction plan comprising 26 measures covering the energy, transportation, agriculture, and forestry sectors, with a target to reduce emissions by 422,380 tCO₂e by 2030. The implementation framework is divided into three phases: short-term measures focusing on low-cost and immediately actionable actions, such as replacing public lighting with LED bulbs and promoting energy conservation campaigns; medium-term measures emphasizing infrastructure investment and development, including solar rooftop installations, improved waste and wastewater management systems, and expansion of green areas; and long-term measures aiming at structural transformation, such as the development of clean energy public transportation systems and full-scale renewable energy utilization. The plan places particular emphasis on the agricultural sector by promoting safe and low-carbon agriculture under the Bio-Circular-Green (BCG) Economy model through reducing chemical use, strengthening farmers' capacity, applying innovation and appropriate technologies, and establishing local cooperation networks, together with continuous monitoring and evaluation to ensure effective and tangible outcomes.

Keywords: City carbon footprint, Greenhouse gas emissions, Phayao province

Introduction

ประเทศไทยกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระยะ 20 ในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) มาตรการและพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) ของประเทศไทย (Office of the National Economic and Social Development Board, Office of the Prime Minister, 2016) ภายใต้การดำเนินงานตามยุทธศาสตร์การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้จังหวัดและกลุ่มจังหวัดสามารถบริหารงาน แก้ไขปัญหา พัฒนาพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับศักยภาพของจังหวัด นำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนและสร้างโอกาสการเป็นเมืองคาร์บอนต่ำภายในจังหวัดพะเยา โดยความร่วมมือของภาคธุรกิจ ภาครัฐ ชุมชน ภูมิรัฐศาสตร์ ความพร้อมและความร่วมมือในมิติต่าง ๆ สร้างกลไกและการขับเคลื่อน Carbon offset และ สร้าง Base line Emissions ผู้การมีกลยุทธ์เศรษฐกิจสีเขียว ตลาดคาร์บอนเครดิต การท่องเที่ยวและคุณภาพชีวิต โดยมีองค์กรร่วมมือในการดำเนินกิจกรรม ประกอบกับในแผนพัฒนาฉบับที่ 13 มุ่งสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) และรักษาและเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมเศรษฐกิจและสร้างกลยุทธ์ Green supply chain สร้างกลยุทธ์เศรษฐกิจสีเขียวองค์กรและ

สิทธิประโยชน์การลงทุน เพื่อการส่งเสริมกิจกรรมลดการปลดปล่อยคาร์บอนและเชื่อมโยงพื้นที่กักเก็บคาร์บอนและการชดเชยคาร์บอน อย่างมีส่วนร่วมและCarbon Co-benefit ภายในจังหวัดพะเยา

จังหวัดพะเยา มีลักษณะเฉพาะด้านความหลากหลายของฐานทรัพยากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ทั้งภาคเกษตรกรรม ปศุสัตว์ และ ผลไม้ขึ้นชื่อของจังหวัดพะเยา คือ ลิ้นจี่ จากอำเภอแม่ใจ ที่ได้รับรองเป็นสินค้า GI รสชาติหวานกรอบ ผลใหญ่เปลือกบาง(Department of Intellectual Property,2024) ประมงน้ำจืด อย่างกว๊านพะเยา ทะเลสาบขนาดใหญ่อันดับ 1 ในภาคเหนือ(Thailandtourismdirectory,n.d.)การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม-ธรรมชาติ ภาคบริการ และภาคการศึกษาในฐานะเมืองมหาวิทยาลัย โครงสร้างเศรษฐกิจแบบผสมผสานดังกล่าวก่อให้เกิดทั้งโอกาสและความท้าทายด้านการจัดการทรัพยากรและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำจึงจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากภาครัฐ ภาคธุรกิจ ชุมชน และภาควิชาการ เพื่อสร้างกลไกการขับเคลื่อนที่สอดคล้องกับศักยภาพเชิงพื้นที่ รวมถึงการเชื่อมโยงกิจกรรมลดการปล่อยคาร์บอนกับการพัฒนาคุณภาพชีวิต การท่องเที่ยว และเศรษฐกิจท้องถิ่นอย่างสมดุล

ดังนั้น การกำหนดแผนจังหวัดพะเยาสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำควรมุ่งเน้นการพัฒนา “นิเวศเศรษฐกิจใหม่” ที่บูรณาการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้ากับการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ผ่านกลไกตลาดคาร์บอนเครดิต การส่งเสริมองค์กรและชุมชนคาร์บอนต่ำ การเพิ่มพื้นที่กักเก็บคาร์บอน และการสร้าง Carbon Co-benefit ในระดับพื้นที่ แนวทางดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างขีดความสามารถของจังหวัดในการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัดอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ และสนับสนุนเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศไทยในระยะยาว พร้อมยกระดับจังหวัดพะเยาให้เป็นจังหวัดคาร์บอนต่ำที่น่าอยู่ของภาคเหนืออย่างยั่งยืน

Objectives

1. เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดในจังหวัดพะเยา จากกิจกรรมต่าง ๆ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนงานด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของจังหวัดพะเยาในระยะต่าง ๆ

Concepts and Literature review

1. ระเบียบ ประกาศ และนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม

กรอบนโยบายและแผนด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยเริ่มต้นจากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ซึ่งกำหนดเป้าหมายการพัฒนาประเทศให้มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน โดยยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความเชื่อมโยงโดยตรงกับการลดก๊าซเรือนกระจก การพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียว เมืองน่าอยู่ เกษตรยั่งยืน และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุล ควบคู่กับแผนการปฏิรูปประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่มุ่งฟื้นฟูฐานทรัพยากร ลดมลพิษ และสร้างกลไกบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วมเพื่อรองรับการพัฒนาระยะยาวของประเทศ

ในระดับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและพลังงาน แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) กำหนดหมุดหมาย “เศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ” โดยตั้งเป้าเพิ่มพลังงานทดแทนไม่น้อยกว่าร้อยละ 24 การนำขยะกลับมาใช้ใหม่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 และลดปริมาณขยะต่อหัวลงร้อยละ 10 ภายในปี 2570 สนับสนุนโดย แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) ที่ตั้งเป้าลด Energy Intensity ร้อยละ 30 ภายในปี 2579 และ แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) ที่ตั้งเป้าเพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 30 ภายในปี 2579 ครอบคลุมภาคไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งทั้งหมดเป็นกลไกสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน ขนส่ง และอุตสาหกรรม

ด้านเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก ประเทศไทยได้จัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจก พ.ศ. 2564–2573 และกรอบแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกภายหลังปี 2563 โดยตั้งเป้าลดการปล่อยไม่น้อยกว่า 115.6 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี 2573 ครอบคลุม 3 สาขาหลัก ได้แก่ พลังงานและขนส่ง การจัดการของเสีย และกระบวนการทางอุตสาหกรรม ควบคู่กับ แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558–2593 ที่กำหนดเป้าหมายระยะสั้น กลาง และยาว ทั้งด้านการปรับตัว (Adaptation) และการลดก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) เช่น การเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 40 ของประเทศ การเพิ่มพลังงานหมุนเวียนอย่างน้อยร้อยละ 25 และการลดความเข้มการใช้พลังงานอย่างน้อยร้อยละ 25 เมื่อเทียบกับกรณีปกติ (BAU) ทั้งนี้ นโยบายและแผนดังกล่าวเป็นกรอบสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองและจังหวัดสู่การเป็น “สังคมคาร์บอนต่ำ” อย่างเป็นรูปธรรม และสามารถนำมาใช้เป็นฐานกำหนดแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัดได้อย่างสอดคล้องกับเป้าหมายประเทศและพันธกรณีระหว่างประเทศ

2. แนวคิดและหลักการการประเมินก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง

การประเมินก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนการจัดทำแผนงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัด โดยยึดหลักการตามคู่มือ Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) ควบคู่กับแนวทางของ IPCC ซึ่งมุ่งให้การประเมินมีความครบถ้วน โปร่งใส สามารถเปรียบเทียบได้ และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล แนวคิดสำคัญคือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก (GHG Inventory) เพื่อระบุแหล่งกำเนิด ปริมาณ และแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่ อันเป็นฐานข้อมูล (Baseline Emissions) สำหรับกำหนดเป้าหมายและมาตรการลดการปล่อยในระยะสั้นและระยะยาว

หลักการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใช้สมการพื้นฐานตามแนวทาง IPCC คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) × ค่าการปล่อย (Emission Factor) โดยข้อมูลกิจกรรมหมายถึงข้อมูลเชิงปริมาณของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อย เช่น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณขยะมูลฝอยหรือจำนวนปศุสัตว์ ส่วนค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอ้างอิงจากคู่มือขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) และ 2006 IPCC Guidelines ทั้งนี้ การประเมินบางกิจกรรม เช่น การปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) และไนตรัสออกไซด์ (N₂O) อาจใช้สมการเฉพาะตามประเภทกิจกรรม

การรายงานผลตามระเบียบวิธี GPC แบ่งแหล่งปล่อยออกเป็น 5 ภาคส่วนหลัก ได้แก่ (1) ภาคพลังงาน (Stationary Energy) (2) ภาคการขนส่ง (Transportation) (3) ภาคการจัดการของเสีย (Waste) (4) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) และ (5) ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) พร้อมกำหนดขอบเขตการรายงาน 3 ระดับ คือ

Scope 1 การปล่อยทางตรงภายในขอบเขตจังหวัด

Scope 2 การปล่อยทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้าและพลังงานความร้อนที่นำเข้า

Scope 3 การปล่อยทางอ้อมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจังหวัด

การกำหนดขอบเขตการประเมินต้องครอบคลุมพื้นที่ภูมิศาสตร์ของจังหวัด ช่วงเวลา 12 เดือนต่อเนื่อง และก๊าซเรือนกระจกหลัก 7 ชนิด ได้แก่ CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆ และ NF₃ โดยใช้กษรย่อตามแนวทาง IPCC เช่น NO, NE, IE และ C เพื่ออธิบายข้อจำกัดของข้อมูล

Methodology

กระบวนการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการภายในพื้นที่จังหวัดพะเยา การศึกษาดังกล่าวได้จำแนกขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ขอบเขตหลักตามแนวทางมาตรฐาน ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมที่อยู่ภายในขอบเขตความรับผิดชอบของพื้นที่ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากแหล่งกำเนิดโดยตรง ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานที่ซื้อมาใช้จากภายนอกพื้นที่ และ ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีสาเหตุจากกิจกรรมภายในเขตจังหวัดพะเยา ที่ถูกนำไปจัดการหรือก่อให้เกิดการปล่อยนอกเขตจังหวัด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา

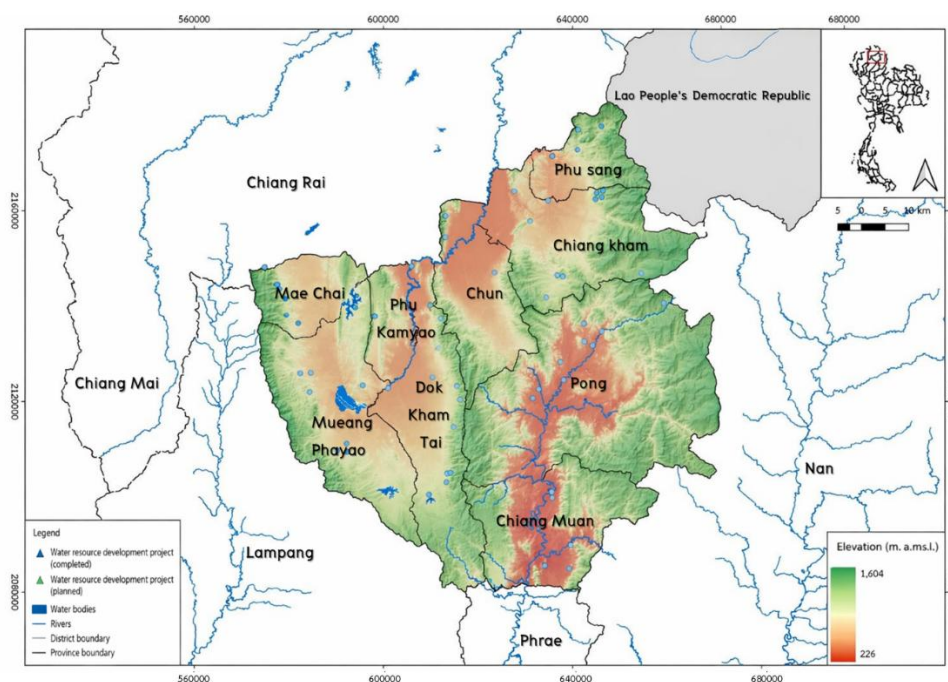


Figure 1 Study area: Phayao Province

Source: U.S. Geological Survey (USGS)

จังหวัดพะเยา มีเขตพื้นที่รับผิดชอบประมาณ 6,335 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 3,959,412 ไร่ ประกอบด้วย 9 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองพะเยา อำเภอแม่ใจ อำเภอดอกคำใต้ อำเภอภูกามยาว อำเภอจุน อำเภอเชียงคำ อำเภอเชียงม่วน อำเภอปง และอำเภอภูซาง (Phayao Provincial Statistical Office, 2025) จังหวัดพะเยา มีประชากร 472,356 คน (Department of Provincial Administration, 2019) โดยโครงสร้างเศรษฐกิจและรายได้หลักของประชากรในจังหวัดพะเยานั้น ประกอบด้วย การพาณิชย์กรรม การอุตสาหกรรมขนาดเล็ก การบริการ และภาคเกษตรกรรม

2. การกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน

การกำหนดขอบเขตการดำเนินงานตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. จำเป็นต้องมีการระบุกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่เมือง โดยสามารถจำแนกขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ขอบเขตหลัก ดังนี้

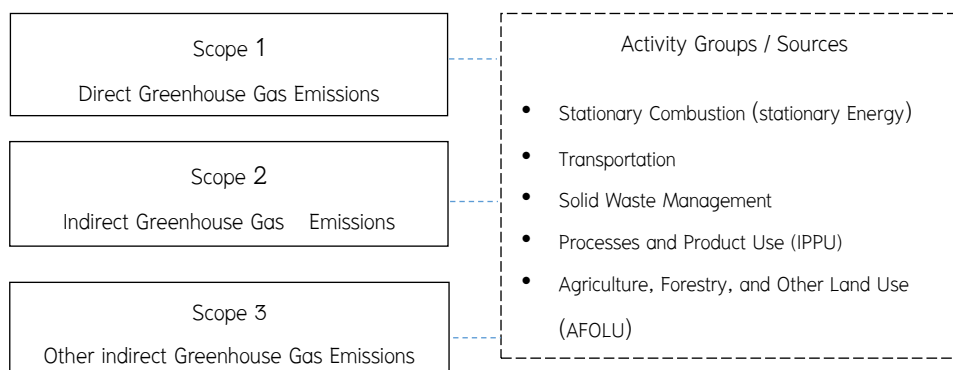


Figure 2 Organizational Carbon Assessment Boundaries

Source: Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (2022)

2.1 ขอบเขตที่ 1 (Scope 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง

1) กลุ่มกิจกรรมการเผาไหม้แบบอยู่กับที่ (Stationary Energy)

1.1) การใช้เชื้อเพลิงในส่วนที่ฟักอาศัย ไม่รวมการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะ ได้แก่

1.1.1) ปริมาณการใช้ก๊าซ LPG จัดเก็บข้อมูลจากกรมธุรกิจพลังงาน

2.) กลุ่มกิจกรรมการจัดการของเสีย (Solid Waste)

2.1) การจัดการของเสียด้วยวิธีการฝังกลบ/เทกอง จัดเก็บข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ

2.1.1) ปริมาณขยะ

2.1.2) องค์ประกอบขยะ(ร้อยละโดยน้ำหนัก)

2.2) การจัดการน้ำเสีย จัดเก็บข้อมูลจากการบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองพะเยา

2.2.1) ระบบบำบัดน้ำเสีย

2.2.2) ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ

2.2.3) ค่า BOD ของน้ำเสีย

3.) การใช้เชื้อเพลิงในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ประกอบไปด้วย การใช้น้ำมันและเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ จัดเก็บข้อมูลจากรายงานสถิติจังหวัดพะเยา 2562

3.1) ปริมาณการใช้น้ำมันประเภทต่าง เช่น ดีเซล เบนซิน LPG NGV จัดเก็บข้อมูลจาก

3.2) จำนวนพาหนะในองค์กรภาครัฐและเอกชน ในจังหวัดพะเยา

3.3) จำนวนเที่ยว/วัน

3.4) เส้นทาง (ต้นทาง-ปลายทาง)

4) กลุ่มกิจกรรมการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)

4.1) การเพาะปลูกข้าวภายในเขตจังหวัด จัดเก็บข้อมูลจากสำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา

4.1.1) พื้นที่เพาะปลูกข้าว

4.1.2) ประเภทของนาข้าว

4.1.3) จำนวนครั้งที่ปลูก

4.1.4) ระยะเวลาการเพาะปลูก

2.2 ขอบเขตที่ 2 (Scope 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Emissions)

การปล่อยก๊าซที่เกิดจากการใช้พลังงานซึ่งผลิตจากแหล่งนอกเขตพื้นที่เมืองและนำมาใช้ภายในพื้นที่ เช่น พลังงานไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำ โดยผลการสำรวจพบว่าจังหวัดพะเยาใช้พลังงานจากภายนอกพื้นที่เฉพาะพลังงานไฟฟ้าที่จัดหาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (grid mix) เท่านั้น จึงพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงรูปแบบเดียว จัดเก็บข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดพะเยา

2.3 ขอบเขตที่ 3 (Scope 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other indirect Greenhouse Gas Emissions)

เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีสาเหตุจากกิจกรรมภายในเขตจังหวัดพะเยา ที่ถูกนำไปจัดการหรือก่อให้เกิดการปล่อยนอกเขตจังหวัด โดยผลการสำรวจพบว่าจังหวัดพะเยา ไม่พบกิจกรรมภายในเขตจังหวัดพะเยา ที่ถูกนำไปจัดการหรือก่อให้เกิดการปล่อยนอกเขตจังหวัด

การรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธี GPC ได้แบ่งการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 2 ระดับ ประกอบด้วย การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic และการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic+ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตและภาคส่วนต่างๆ ดังนี้

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในขอบเขตที่ 1 จากภาคพลังงาน (ยกเว้นการผลิตไฟฟ้าและส่งเข้าสายส่ง)
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในขอบเขตที่ 1 จากภาคการขนส่ง
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในขอบเขตที่ 1 จากภาคการจัดการของเสียยกเว้นของเสียที่ถูกนำเข้าจากเมืองอื่นมาจัดการภายในเมือง
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในขอบเขตที่ 2 จากภาคพลังงานและภาคการขนส่ง
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 จากภาคการจัดการของเสีย (ได้แก่ ของเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในขอบเขตเมืองแต่ถูกนำไปกำจัดหรือบำบัดภายนอกขอบเขตเมือง)

2. การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic+ จะรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในระดับ Basic และยังครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตและภาคส่วนต่างๆ ดังนี้

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในขอบเขตที่ 1 จากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในขอบเขตที่ 1 จากภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 3 จากภาคพลังงาน (การสูญเสียพลังงานจากสายส่งและจำหน่ายไฟฟ้า ไอน้ำ และความร้อน นอกเขตเมือง) และภาคการขนส่งเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic และ Basic+ ตามระเบียบวิธี GPC มากขึ้น

3.การรวบรวมข้อมูล

3.1 รวบรวมข้อมูลกิจกรรมตามแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตการปกครองของจังหวัดพะเยา

การวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมตามแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตการปกครองของจังหวัดพะเยา ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 และข้อมูลกิจกรรมสำหรับการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ของเทศบาลเมืองพะเยาในปี พ.ศ.2562 ซึ่งรายละเอียดแสดงใน Table 1

Table 1 Inventory of Phayao Provincial greenhouse gas emission in 2019

Scopes	Items	Sources	Quantities	Units
1	Gasoline	Phayao Provincial Statistical Report	2,276,000	L
	Diesel	Phayao Provincial Statistical Report	48,211,010	L
	Gasohol	Phayao Provincial Statistical Report	30,713,602	L
	LPG vehicle	Phayao Provincial Statistical Report	1,676,944	L
	Biodiesel and renewable energy	Phayao Provincial Statistical Report	498,000	L
	LPG	Department of Energy Business	10,087.52	kg
	Wastewater treatment	operation report of Muang Phayao Municipality Wastewater Treatment	2,226,040	m ³
	Rice cultivation	Phayao District Agricultural Office	684,545	rai
	Livestock (beef cattle)	Phayao Provincial Livestock Office	40,270	head
	Livestock (Buffalo)	Phayao Provincial Livestock Office	6,781	head
	Livestock (Swine)	Phayao Provincial Livestock Office	34,762	head
	Livestock (chicken)	Phayao Provincial Livestock Office	2,085,854	head
	Livestock (Duck)	Phayao Provincial Livestock Office	58,770	head
	Livestock (Quail)	Phayao Provincial Livestock Office	8,951	head
	Waste	Pollution Control Department (PCD)	114,350	kg
2	Electricity	Phayao Provincial Statistical Report	391,905,187	Unit

4.การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณสามารถคำนวณตาม คู่มือการจัดทำก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด จากสมการที่ 1 (Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2022)

GHG Emission = AD x EF

(Equation 1)

โดยที่

- GHG Emission
- คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- Activity Data (AD)
- คือ ปริมาณการใช้พลังงานหรือกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- Emission Factor (EF)
- คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและการใช้ไฟฟ้าดำเนินการตามสมการที่ (1) โดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กำหนดไว้ในคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่น ๆ สามารถคำนวณได้ตามวิธีการดังต่อไปนี้

3.1 การจัดการขยะ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบเทกอง (open dump) และแบบหลุมฝังกลบโดยนำก๊าซมาผลิตไฟฟ้า ซึ่งแบบเทกองนั้นจะคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้แบบจำลองการย่อยสลายอันดับที่ 1 (first order decay, FOD) ซึ่งคำนวณได้ดังสมการที่ (2)

$$GHG_{OD} = \left[\left\{ \sum_x \left[MSW_x \times L_0 \times \left((1 - e^{-k}) \times e^{-k(t-x)} \right) \right] - R_0 \right\} \times (1 - OX) \right] \times 25 \quad (\text{Equation 2})$$

โดยที่ GHG_{OD} หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะด้วยวิธีการเทกอง (kgCO_2e) และ MSW_x หมายถึง ปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดของเมืองในปีที่ x (ตัน) ค่า L_0 แทนศักยภาพในการเกิดก๊าซมีเทน (ตันมีเทน/ตันขยะ) ขณะที่ R_t หมายถึง ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ในปีที่ t (ตันมีเทน) ส่วน OX หมายถึง สัดส่วนของก๊าซมีเทนที่ถูกเปลี่ยนรูปผ่านกระบวนการออกซิเดชัน โดยที่ x แทนปีที่เริ่มต้นการทิ้งขยะในบ่อเทกอง และ t แทนปีปัจจุบัน นอกจากนี้ การกำจัดขยะที่นำไปฝังกลบนอกพื้นที่แบบระบบก๊าซหลุมฝังกลบ (Landfill Gas: LFG) ได้มีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ และนำมารวมในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของเทศบาลเมืองพะเยา ภายใต้ขอบเขตที่ 3

3.2 การจัดการน้ำเสีย ก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและการใช้ไฟฟ้าสามารถคำนวณตามสมการที่ 1 โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากคู่มือการจัดทำก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสีย คำนวณได้ 2 แบบ คือ บ่อแฟคัลเตดทีฟ (facultative pond) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 5 ตารางกิโลเมตร และการปล่อยทิ้งทั่วไป ซึ่งการคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำเสีย คำนวณได้จากสมการที่ (3) คือ

$$GHG_{FP} = \left[\left((TOW - S) \times EF_{FP} \right) - R \right] \times 10^{-3} \times 25 \quad (\text{Equation 3})$$

โดยที่ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากระบบบำบัดน้ำเสีย (kgCO_2e) คือ ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (กิโลกรัมบีโอดี) คือ ปริมาณกากตะกอนน้ำเสียที่ถูกลอกออก (กิโลกรัมบีโอดี) คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากสารอินทรีย์ (กิโลกรัมมีเทน/กิโลกรัมบีโอดี) และ คือ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ในปีนั้น ๆ (กิโลกรัมมีเทน)

3.3 การเพาะปลูกข้าว การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพาะปลูกข้าว สามารถคำนวณจากมีเทนที่เกิดขึ้นจากสมการที่ (4) คือ

$$GHG_{RC} = [EF_{RC} \times t \times A] \times 25 \quad (\text{Equation 4})$$

โดยที่ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว (kgCO_2eq) คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายวันของระบบการเพาะปลูก (กิโลกรัมมีเทน/ไร่) คือ ระยะเวลาการเพาะปลูกข้าวของระบบการเพาะปลูก (วัน) และ คือ พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวรายปี (ไร่)

3.4 ปศุสัตว์และการจัดการมูลสัตว์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเลี้ยงสัตว์ในเขตเมืองมาจาก 2 ส่วน คือ มีเทนที่เกิดจากการย่อยอาหารและมีเทนที่เกิดจากการจัดการมูลสัตว์ คำนวณได้จากสมการที่ (5) คือ

$$GHG_{EF} = [N \times EF_{EF}] \times 25 \quad (\text{Equation 5})$$

โดยที่ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยอาหารของโค (kgCO₂eq) คือ จำนวนโคในเขตเมือง (ตัว) และ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยอาหารของโค (กิโลกรัมมีเทน/ตัว) โดยค่า มีค่า 47 กิโลกรัมมีเทนต่อโค 1 ตัว วนของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดการมูลโคนั้นคำนวณได้จากสมการที่ (6) คือ

$$GHG_{MM} = [N \times EF_{MM}] \times 25 \quad (\text{Equation 6})$$

โดยที่ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลโค (kgCO₂eq) คือ จำนวนโคในเขตเมือง (ตัว) และ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กิโลกรัมมีเทน/ตัว) โดยค่า มีค่า 1 กิโลกรัมมีเทนต่อโค 1 ตัว

Results

จังหวัดพะเยามีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2 ระดับ คือ Basic และ Basic+ โดยระดับ Basic มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 667,981 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็น 1.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน ส่วนการรายงานระดับ Basic+ จังหวัดพะเยามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 5,093,153 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็น 10.78 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนโดยคิดจากจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร ปี 2562 จำนวน 472,356 คน (Department of Provincial Administration, 2019)

จากการพิจารณาข้อมูลที่มีจังหวัดพะเยามีข้อมูลเพียงพอสำหรับการรายงานในระดับ Basic+ ซึ่งมีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า จึงมีการเสนอให้จังหวัดพะเยารายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยพิจารณาเฉพาะแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 3 ทั้งในระดับ Basic และ Basic+ เมื่อวิเคราะห์ผลการรายงานระดับ Basic+ พบว่า ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 86.82 4,421,651 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า รองลงมาคือ ภาคการจัดการของเสีย ร้อยละ 4.66 หรือ 237,121 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภาคพลังงาน ร้อยละ 5 หรือ 230,997 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และ ภาคการขนส่ง ร้อยละ 3.99 หรือ 203,384 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Table 2)

Table 2 Greenhouse Gas Emissions in Phayao Province, 2019

Sector	Total Greenhouse Gas Emissions (tCO ₂ e)				
	scope 1	scope 2	scope 3	BASIC	BASIC+
1. Stationary Energy	35,098	195,899	–	230,997	230,997
2. Transportation	199,863	–	3,521	199,863	203,384
3. Waste	237,121	–	–	237,121	237,121
4. Processes and Product Use (IPPU)	–	–	–	–	–
5. Agriculture, Forestry and. Other Land Use (AFOLU)	4,421,651	–	–	–	4,421,651
Total	4,893,733	195,899	3,521	667,981	5,093,153

จากรายงาน โครงการ การพัฒนาศักยภาพสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด เพื่อพัฒนาแผนงาน ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัด จังหวัดพะเยา (Office of Natural Resources and Environment Phayao Province ,2024) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดพะเยา พ.ศ.2562 พบว่า ภาคเกษตร ป่าไม้ และ การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด อยู่ที่ 86.82% รองลงมาคือ ภาคการขนส่ง เท่ากับ 22.83% ภาคการจัดการของเสีย เท่ากับ 4.66% ภาคพลังงาน เท่ากับ 4.54% และภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) เท่ากับ 0.00% ตามลำดับสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดพะเยา (Figure 3)

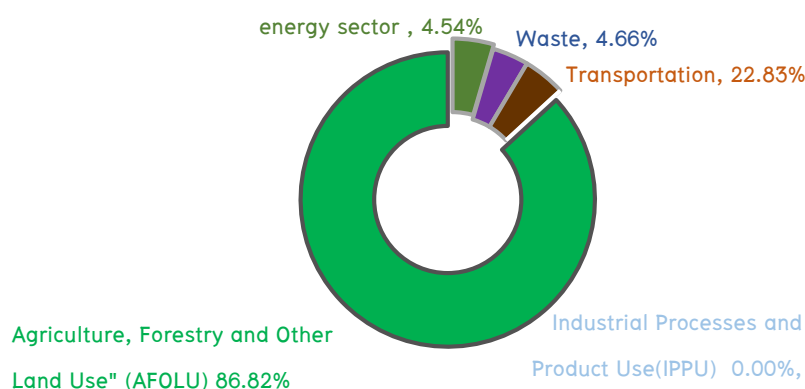


Figure 3 Proportion of Greenhouse Gas Emissions in Phayao Province 2019

1. ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคพลังงาน (Stationary Energy)

ในปี พ.ศ. 2562 ภาคพลังงานของจังหวัดพะเยามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพื้นที่จังหวัด โดยสามารถจำแนกแหล่งการปล่อยออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ดังนี้

1.1 พลังงานในที่พักอาศัย มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 89,923 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 38.93 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน หรือร้อยละ 1.77 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของจังหวัด โดยมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม (LPG) ในครัวเรือน

1.2 พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 75,480 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 32.68 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน หรือร้อยละ 1.48 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของจังหวัด โดยมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ก๊าซหุงต้ม (LPG) น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล และน้ำมันเบนซิน ในอาคารพาณิชย์ ธุรกิจเอกชน และหน่วยงานรัฐ

1.3 พลังงานในอุตสาหกรรมและการก่อสร้าง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 62,885 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 27.22 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน หรือร้อยละ 1.23 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของจังหวัด ซึ่งเป็นการใช้พลังงานจากน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และก๊าซหุงต้ม (LPG) ในกระบวนการผลิต (ไม่รวมการเผาไหม้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าและความร้อน)

1.4 พลังงานในการเกษตร ป่าไม้ และประมง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,217 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.53 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน หรือร้อยละ 0.02 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของจังหวัด ซึ่งมาจากการใช้พลังงานในกิจกรรมทางการเกษตร ป่าไม้ และการประมง

1.5 พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,493 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.65 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน หรือร้อยละ 0.03 ของการปล่อยก๊าซเรือน

กระจกทั้งหมดของจังหวัด ซึ่งรวมถึงการใช้พลังงานของกิจกรรมที่ไม่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มอื่น ๆ ได้ เช่น หน่วยงานทหาร และไฟถนน/สาธารณะ

2. ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง (Transportation)

ภาคการขนส่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง ตามระเบียบวิธี GPC แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ ทางถนน ทางราง ทางน้ำ ทางอากาศ และการขนส่งทางบกที่ไม่ใช้ถนน

ในปี พ.ศ. 2562 จังหวัดพะเยามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางถนน จำนวน 203,385 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 3.99 ของการปล่อยทั้งหมดของจังหวัด โดยเกิดจากการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน LPG และแก๊สโซฮอล์ประเภทต่าง ๆ โดยเป็นการปล่อยจากการขนส่งทางถนนทั้งหมด แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเดินทางที่พึ่งพารถยนต์และรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลเป็นหลัก

3. ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสีย (Waste)

ของเสียจากชุมชนและภาคอุตสาหกรรม ทั้งขยะมูลฝอยและน้ำเสีย เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก ได้แก่ CO₂, CH₄ และ N₂O โดยตามระเบียบวิธี GPC แบ่งเป็น 4 ประเภทหลัก

ในปี พ.ศ. 2562 จังหวัดพะเยามีการปล่อยจาก 2 กิจกรรมหลัก ได้แก่

3.1 การฝังกลบขยะมูลฝอย ปล่อยก๊าซมีเทนคิดเป็น 176,962 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 74.68 ของภาคของเสีย และร้อยละ 3.47 ของทั้งหมด การประเมินใช้วิธี First Order Decay (FOD) ซึ่งคำนึงถึงการย่อยสลายสะสมของขยะและการเริ่มปล่อยก๊าซตั้งแต่ปีที่สองหลังการฝังกลบ

3.2 การจัดการน้ำเสีย ปล่อยก๊าซเรือนกระจก 60,158 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 25.37 ของภาคของเสีย และร้อยละ 1.18 ของทั้งหมด ครอบคลุมบ่อเกรอะ ระบบบำบัดน้ำเสีย และแหล่งน้ำเสียที่ไม่เข้าสู่ระบบ

4. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)

ภาค IPPU ครอบคลุมการปล่อยก๊าซจากกระบวนการผลิตที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้เชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจข้อมูลกับสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด พบว่าในปี พ.ศ. 2562 จังหวัดพะเยาไม่มีกิจกรรมในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมที่เข้าข่ายการปล่อยตามหมวดนี้ จึงไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาค IPPU

5. ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)

ภาค AFOLU เป็นแหล่งปล่อยหลักของจังหวัด โดยปล่อย CO₂, CH₄ และ N₂O จากกิจกรรมต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

5.1 การจัดการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซเรือนกระจก 68,314 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากกระบวนการหมักในลำไส้และการจัดการมูลสัตว์

5.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Change) ปล่อยสูงสุด 2,849,611 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 55.95 ของทั้งหมด สะท้อนบทบาทสำคัญของพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตร และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในจังหวัด

5.3 รวมแหล่งการปล่อยอื่น ๆ และการปล่อยที่ไม่ใช่ CO₂ จากพื้นดิน (Aggregate sources and non-CO₂ emissions sources on land) ในปี 2562 จังหวัดพะเยามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก

(1) การจัดการเพาะปลูกข้าว 1,503,726 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 34.01% ของภาค AFOLU, 29.52% ของทั้งหมด)

(2) การเผาไหม้ชีวมวล (พื้นที่เสียหายจากไฟป่าและการเผาพื้นที่เกษตร) 434,550 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 9.83% ของภาค AFOLU, 8.53% ของทั้งหมด

เพื่อแก้ไขปัญหาหนี้ จังหวัดพะเยาได้กำหนด 26 มาตรการลดก๊าซเรือนกระจก ครอบคลุมภาคพลังงาน ขนส่ง การเกษตร และป่าไม้ โดยตั้งเป้าลดการปล่อยก๊าซให้ได้ 422,380 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี พ.ศ. 2573 มีมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถจัดลำดับตามระยะเวลาดำเนินการได้เป็น 3 ระยะ เพื่อให้สอดคล้องกับศักยภาพและความพร้อมของพื้นที่ ดังนี้

ระยะสั้น (1-2 ปี) มุ่งเน้นมาตรการที่ดำเนินการได้ทันที ใช้งบประมาณไม่สูง และเห็นผลเร็ว เช่น การเปลี่ยนไฟสาธารณะเป็นหลอด LED การรณรงค์ลดการใช้พลังงานในภาครัฐ ครุภัณฑ์ และภาคเกษตร การส่งเสริมเชื้อเพลิงชีวภาพ การจัดกิจกรรมวันปลอดรถ การลดขยะต้นทาง ลดการเผาในพื้นที่เกษตร และการปลูกข้าวแบบแห้งสลับเปียก ซึ่งช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นรูปธรรม

ระยะกลาง (2-5 ปี) เน้นการลงทุนและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรม การติดตั้งโซลาร์รูฟท็อปในภาครัฐ เอกชน และครัวเรือน การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในระบบเกษตร การส่งเสริมนานยนต์ไฟฟ้า การปรับปรุงระบบจัดการขยะและบำบัดน้ำเสีย ตลอดจนการปลูกป่าและเพิ่มพื้นที่สีเขียว

ระยะยาว (มากกว่า 5 ปี) เป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้าง เช่น การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะพลังงานสะอาด การใช้พลังงานหมุนเวียนเต็มรูปแบบ และการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นคงด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาวอย่างเป็นระบบ

Conclusion and Discussion

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดของจังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2562 ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก พบว่าการจัดทำบัญชีมี 2 ระดับ ได้แก่ Basic และ Basic+ โดยระดับ Basic มีปริมาณการปล่อยประมาณ 667,981 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ 1.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน ขณะที่ระดับ Basic+ ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและแหล่งปล่อยที่ละเอียดมากขึ้น มีปริมาณสูงถึง 5,093,153 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ 10.78 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน โดยคำนวณจากจำนวนประชากร 472,356 คน ตามข้อมูลของ Department of Provincial Administration (2019) ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสองระดับสะท้อนให้เห็นว่าแหล่งปล่อยสำคัญของจังหวัดอยู่ในภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) ซึ่งถูกรวมอยู่ในการประเมินระดับ Basic+ เป็นหลัก โดยมีสัดส่วนสูงถึง 86.82% ของการปล่อยทั้งหมดตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2025) ที่พบว่า ในส่วนการประเมินการปล่อยเรือนกระจกจังหวัดแพร่ แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักมาจากภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือ AFOLU เนื่องจากจังหวัดพะเยา ภาคเกษตรกรรมเป็นฐานเศรษฐกิจหลักที่สำคัญที่สุดของจังหวัดพะเยา โดยมีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม (GPP) สาขาเกษตรกรรมสูง พืชเศรษฐกิจอันดับ 1 คือ ข้าวนาปี (กว่า 6 แสนไร่) ตามด้วยลำไย ลิ้นจี่ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยพะเยามีชื่อเสียงด้านลิ้นจี่คุณภาพดี (ลิ้นจี่แม่ใจ) และข้าวหอมมะลิ (Office of the Permanent Secretary for Agriculture and Cooperatives, 2019) รองลงมาคือ ภาคการจัดการของเสีย ภาคพลังงาน และภาคการขนส่ง ซึ่งมีสัดส่วน 4.66% 4.54% และ 22.83% ส่วนภาคอุตสาหกรรมไม่พบการปล่อยในปีนั้น ซึ่งสอดคล้องกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2025) ที่พบว่า ในส่วนการประเมินการปล่อยเรือนกระจกจังหวัดน่าน ที่กล่าวว่า จากการศึกษาและการลงพื้นที่ร่วมกับสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดน่าน พบว่า จังหวัดน่านไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธีของ GPC ดังนั้น จังหวัดน่านจึงไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) เพื่อแก้ไขปัญหาหนี้ จังหวัดพะเยาได้กำหนด 26 มาตรการลดก๊าซเรือนกระจก ครอบคลุมภาคพลังงาน ขนส่ง การเกษตร และป่าไม้ โดยตั้งเป้าลดการปล่อยก๊าซให้ได้ 422,380 ตัน

คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี พ.ศ. 2573 นอกจากนี้ ยังมีแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเน้นการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เกษตรกรรม การท่องเที่ยว และสุขภาพของประชาชน

เพื่อให้แผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพ จังหวัดพะเยาจะมีการติดตามผลเป็นระยะ และปรับปรุงแผนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ รวมถึงเลือกมาตรการที่มีผลกระทบเชิงบวกและสามารถดำเนินการได้จริง ได้แก่ การส่งเสริมเกษตรปลอดภัย แนวทางการดำเนินงานประกอบด้วย การสร้างความรู้ความเข้าใจแก่เกษตรกรเกี่ยวกับการใช้สารอินทรีย์ทดแทนสารเคมี และการตระหนักถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยเคมี การอบรมพัฒนาศักยภาพเกษตรกร และการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรที่เหมาะสม รวมถึงการสนับสนุนการทำเกษตรคาร์บอนต่ำภายใต้แนวคิด BCG เพื่อพัฒนาระบบการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างครบวงจร นอกจากนี้ ยังส่งเสริมการรวมกลุ่มและสร้างเครือข่ายเกษตรกร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตและการตลาด ตลอดจนการนำงานวิจัยและนวัตกรรมทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้

Acknowledgements

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณหน่วยงานและบุคคลหลายฝ่ายที่มีส่วนสำคัญในการทำให้การวิจัยเรื่อง “การประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญเร่งด่วนของแผน โครงการก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่จังหวัดพะเยา” สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดพะเยา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในจังหวัดพะเยาที่ให้ข้อมูลและสนับสนุนด้านวิชาการ รวมถึงให้คำแนะนำอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย ขอแสดงความขอบคุณต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ซึ่งช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถพัฒนาผลงานวิจัยนี้ให้มีคุณภาพและความถูกต้องตามหลักวิชาการ

References

- Department of Provincial Administration. (2019). *Population statistics from the civil registration system*, Phayao Province. Ministry of Interior, Thailand. (in Thai)
- Phayao Provincial Office of Natural Resources and Environment. (2024). *Project on Capacity Development of the Provincial Office of Natural Resources and Environment for the Enhancement of Provincial-Level Climate Change Action Planning: Phayao Province*. (in Thai)
- Phayao Provincial Livestock Office.(2022). *Livestock by District: 2020*. Form https://phayao.nso.go.th/images/ebook/PhayaoProvincialStatisticalReport_2022.pdf. (in Thai)
- Phayao District Agricultural Office. (2019). *Rice cultivation statistics in Phayao Province*. Office of Agricultural Economics, Thailand. (in Thai)
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization. (2016). *Guidelines for Assessing the Carbon Footprint of City* (2nd Ed). January 2, 2020. Form http://conference.tgo.or.th/download/tgo_or_th/ccf/TGO_CCF_Ebook_V.Sep2559.pdf. (in Thai)
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2019). *Final report: Provincial greenhouse gas mitigation roadmap development project, Phrae Province*. Bangkok: TGO. (in Thai)

- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2025). *Final report: Provincial greenhouse gas mitigation roadmap development project – Phrae Province*. Bangkok: Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (in Thai)
- World Resources Institute (WRI), C40 Cities Climate Leadership Group and ICLEI – Local Governments for Sustainability. (2014). *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2018). *The 20-Year National Strategy (2018–2037)*. Bangkok, Thailand: Office of the Prime Minister.
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2022). *The Thirteenth National Economic and Social Development Plan (2023–2027)*. Bangkok, Thailand: Office of the Prime Minister.
- Ministry of Energy. (2019). *Energy Efficiency Plan (EEP 2018–2037)*. Bangkok, Thailand: Ministry of Energy.
- Ministry of Energy. (2019). *Alternative Energy Development Plan: AEDP 2018–2037*. Bangkok, Thailand: Ministry of Energy.
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2021). *Thailand's Greenhouse Gas Emissions Reduction Roadmap (2021–2030)*. Bangkok, Thailand: Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization).
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2020). *Thailand's Post-2020 Greenhouse Gas Emission Reduction Framework*. Bangkok, Thailand: Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization).
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2015). *Thailand Climate Change Master Plan (2015–2050)*. Bangkok, Thailand: Ministry of Natural Resources and Environment.
- Regional Hydrological Cycle (RHC ThaiWater). (n.d.). Water resource database: Phayao province [Map]. Retrieved From <https://rhc.thaiwater.net/uppernorth/database/phayao.html>.
- Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2022). *Provincial Greenhouse Gas Emission Calculation Manual* (2nd ed., revised edition 1, September 2016). (in Thai)
- National Statistical Office's. (2022). Quantity of Gasoline Sold by Type of Gasoline: 2019 – 2021. From https://phayao.nso.go.th/images/ebook/PhayaoProvincialStatisticalReport_2022.pdf. (in Thai)
- Phayao Provincial Statistical Report. (2020). *Consumer and Electricity Sales by Type of Consumers and District: Fiscal Year 2019*. From https://phayao.nso.go.th/images/ebook/PhayaoProvincialStatisticalReport_2020.pdf. (in Thai)
- Pollution Control Department. (2019). *Municipal solid waste management report: Phayao province—Landfill/open dumping data 2019* [Report]. Bangkok, Thailand: Pollution Control Department.
- Department of Energy Business. (2025). *Liquefied Petroleum Gas (LPG) sales volume by province, including Phayao Province (Statistical data 2562)*. Open Government Data Platform (Data.go.th). <https://data.go.th/dataset/lpg>
- Thailand Tourism Directory. (n.d.). *Tourism Authority of Thailand*. From <https://thailandtourismdirectory.go.th>.
- Department of Intellectual Property. (2024). *Phayao Lychee Mae Chai*. From <https://www.ipthailand.go.th>.
- Office of the Permanent Secretary for Agriculture and Cooperatives. (2019). *Basic information of Phayao Province*. Office of the Permanent Secretary for Agriculture and Cooperatives.

การออกแบบและพัฒนาระบบดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการทรัพยากร เกษตรกรรมในระดับชุมชน: กรณีศึกษาแพลตฟอร์มของเครื่องจักรและแรงงาน สำหรับชุมชนทำนา

สุรางคณา ระวังยศ^{1*}, ปะกาศิต วิเวกวรรณ¹, นัทธมน ไชยวงศ์¹, ณัฏฐนิชา ตาคำ¹, เกียรติกุล สุขสมสถาน¹,
ธรรมรัตน์ ธรรมา¹, ศิริทธิ์ พร้อมเทพ², สันติวัฒน์ พิทักษ์พล³ และ ชัมมิชา ตันติสันติสม⁴

Designing and Developing a Community-Based Digital Platform for Agricultural Resource Management: A Case Study of Machinery and Labor Booking in Rice Farming Communities

Surangkana Rawungyot^{1*}, Pakasit Wiwekwan¹, Nattamon Chaiwong¹, Natthanicha Takhom¹,
Kiattikul Sooksomsatarn¹, Thammarat Thamma¹, Sarit Phromthep², Santiwat Pithakpol³ and
Khumphicha Tantisantisom⁴

¹ Program of Computer Science, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

² Demonstration School, University of Phayao, 56000

³ Program of Technology and Innovation for Fisheries, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

⁴ Program of Computer Science and Information Technology, Faculty of Science and Technology, Kamphaengphet Rajabhat University,
Kamphaengphet, 62000

* Corresponding author: surangkana.ra@up.ac.th

Received: 17 November 2025; Revised: 1 March 2026; Accepted: 6 March 2026

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับเป็นศูนย์กลางในการติดต่อเช่าใช้
เครื่องจักรกลและจ้างงานทางการเกษตรในการทำนาระดับชุมชน โดยมุ่งแก้ปัญหาความยากลำบากในการติดต่อ
ประสานงาน เช่า-ใช้ เครื่องจักรกลทางการทำนา เช่น รถเกี่ยวข้าว รถดำนา รวมถึงการจ้างงานในการทำนา เช่น การดำนา
การพ่นยา และการหว่านเมล็ดข้าว ระบบถูกออกแบบเป็นศูนย์รวมข้อมูลเครื่องจักรกลและแรงงานสำหรับเช่าทำนา
เพื่อสนับสนุนให้เกษตรกรสามารถสะดวกในการหาข้อมูลเช่าเครื่องจักรและจ้างงานในการทำนา การพัฒนาแพลตฟอร์ม
ดำเนินการโดยการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยโปรแกรม Figma ตามหลักการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พัฒนาแอป

¹ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยพะเยา 56000

³ หลักสูตรเทคโนโลยีและนวัตกรรมการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

⁴ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
จังหวัดกำแพงเพชร 62000

พลีเคชันด้วยภาษา Dart เป็นภาษาหลักในการเขียนโปรแกรมผ่านการใช้ Flutter Framework ซึ่งเป็น UI toolkit ในส่วนเชื่อมต่อประสานกับผู้ใช้ บริหารจัดการฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บ ประมวลผล จัดการข้อมูลการจอง ช่วยสนับสนุนการทำงานของระบบแบบเรียลไทม์ด้วย Supabase ระบบสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์มือถือและคอมพิวเตอร์ได้ งานวิจัยนี้ทดสอบความง่ายในการใช้งานตามหลักการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ทดสอบความพร้อมใช้งานของระบบบนสถานการณ์จำลองกับกลุ่มเกษตรกรจำนวน 10 คน คะแนนเฉลี่ยของทุกมิติอยู่ในช่วง 3.0–3.3 สะท้อนว่าแพลตฟอร์มมีคุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างดี และ ใช้งานได้จริงในภาพรวม แต่ยังมีประเด็นที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มความพึงพอใจและความเหมาะสมต่อการใช้งานภาคสนามในระดับชุมชน

คำสำคัญ: การออกแบบโดยยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง, นวัตกรรมเชิงพื้นที่, การจัดการเครื่องจักรกลทางการเกษตร, การจองแรงงาน

Abstract

This research aims to design and develop a community-based digital platform for managing the reservation of agricultural equipment and labor, with an emphasis on resolving delays, improving coordination, and establishing a centralized system for accessing agricultural machinery services within local communities. The platform facilitates the reservation of agricultural machinery, such as combine harvesters and rice transplanters, as well as the hiring of agricultural labor for various farming tasks, including transplanting, pesticide application, fertilization, and rice seed seeding. The system is designed to provide real-time information on the availability of agricultural machinery and labor, enabling farmers to plan their operations more effectively and reducing errors caused by unstructured coordination. At the same time, the platform helps service providers manage their resources efficiently through a flexible booking and scheduling system that accommodates diverse community contexts. The platform development process involves user interface design using Figma, application development using the Flutter framework with Dart as the primary programming language, and data management using Supabase. Currently, the platform is accessible via desktop computers and mobile devices. This research examines the functional correctness and practical readiness of a digital platform prototype for real-world use. A usability-based evaluation was conducted using simulated scenarios with ten farmers as representative users. The results show mean usability scores ranging from 3.0 to 3.3, indicating a moderate to fairly good level of usability. Overall, the platform is feasible for practical application, although further improvements are required to enhance user satisfaction and suitability for community-level deployment.

Keywords: User-centered design, Area-based innovation, Agricultural machinery management, Agricultural labor booking

Introduction

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภาคเกษตรกรรมเป็นฐานเศรษฐกิจสำคัญโดยเฉพาะการทำนาซึ่งมีบทบาทต่อความมั่นคงทางอาหารและวิถีชีวิตของชุมชนชนบท (ASEAN AgriFood, 2024) กระบวนการทำนาประกอบด้วยหลายขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมพื้นที่ การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องอาศัยเครื่องจักรกลทางการเกษตรและแรงงานรับจ้างเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อช่วงการดำเนินการที่เหมาะสม ปัญหาสำคัญของเกษตรกรคือต้นทุนเครื่องจักรที่สูงและการใช้งานเครื่องจักรทางการเกษตรที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มผลผลิตในกลุ่มเกษตรกรรายย่อย (Sameerunnisa et. al., 2025) ภาคเกษตรกรรมทั่วโลกเผชิญกับอุปสรรคสำคัญจากต้นทุนเครื่องจักรที่สูงและการใช้งานอุปกรณ์ที่ไม่เต็มประสิทธิภาพเช่นกัน Subrahmanya et al., (2024) ได้เสนอโมเดลเศรษฐกิจแบ่งปัน (Shared Economy) ผ่านแพลตฟอร์มเช่าเครื่องจักร AgriConnect เพื่อช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงเครื่องมือทันสมัยได้ตามความต้องการในราคาที่เหมาะสม ซึ่งช่วยลดภาระทางการเงินและส่งเสริมความยั่งยืน โดยมีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มาใช้ในการจำแนกประเภทเกษตรกรและแนะนำอุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิต ด้วยปัญหาเดียวกัน Anuj et al. (2023) และ Sameerunnisa et al., (2025) ได้นำเสนอระบบเช่าอุปกรณ์ล้ำสมัยผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และทีมวิจัยของ Verma et al., (2025) ได้พัฒนาระบบ Farmers-I Connect ทำให้เกษตรกรเข้าถึงอุปกรณ์ทันสมัยได้ตามความต้องการผ่านเว็บแอปพลิเคชัน จากการที่ทีมวิจัยได้ทำการสำรวจพื้นที่การทำนาในชุมชน ต.ดอกคำใต้ อำเภอเมืองและอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา การเข้าถึงเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตรยังคงพึ่งพาวิธีการแบบดั้งเดิม เช่น การติดต่อประสานงานผ่านโทรศัพท์หรือการบอกต่อกันภายในพื้นที่ ซึ่งไม่สามารถแสดงข้อมูลความพร้อมใช้งานของทรัพยากรอย่างเป็นระบบและแบบเรียลไทม์ โดยเฉพาะในช่วงฤดูเพาะปลูกข้าวที่มีความต้องการใช้เครื่องจักรและแรงงานสูง ส่งผลให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการดำเนินงาน การจองคิวช้าซ้อน การจัดสรรทรัพยากรที่ไม่เหมาะสมและขาดศูนย์กลางข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรร่วมกัน สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนถึงช่องว่างด้านการบริหารจัดการทรัพยากรทางการเกษตรในระดับพื้นที่ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุนเวลา และรายได้ของเกษตรกร อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาภาคเกษตรกรรมให้ก้าวเข้าสู่ระบบดิจิทัลอย่างเป็นระบบและยั่งยืน แม้จะมีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในภาคการเกษตรเพิ่มมากขึ้น (Mekchay et al., 2025) แต่การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลที่ตอบโจทย์บริบทระดับชุมชน โดยทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการจัดการการจองเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตรยังไม่พบการใช้งานในพื้นที่เก็บข้อมูล

โครงการวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่รองรับการจองเครื่องจักรและคนงานในการทำนา โดยมุ่งเน้นเป็นแพลตฟอร์มที่ให้บริการทั้งชาวนาและผู้ให้บริการให้เช่า โดยผู้ใช้บริการขอเช่าสามารถดำเนินการจอง ตรวจสอบสถานะการจองได้อย่างสะดวกและรวดเร็วผ่านสมาร์ทโฟนหรือเว็บไซต์ ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการหาข้อมูล การจองและการติดต่อระหว่างผู้ให้เช่าเครื่องจักรในการทำนาและผู้เช่า ขณะเดียวกันได้ออกแบบรองรับผู้ให้บริการเช่าสามารถบริหารจัดการทรัพยากรของตนได้อย่างเป็นระบบ ลดปัญหาการจองช้าซ้อนและการจัดตารางงานที่ผิดพลาด รวมทั้งนำเสนอรายงานทางสถิติให้กับผู้ใช้บริการแพลตฟอร์มสำหรับวิเคราะห์และวางแผนการเช่า การจองเครื่องจักรกลและคนงานในการทำนา

Objectives

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลระดับชุมชนสำหรับเป็นศูนย์รวมข้อมูลอุปกรณ์เครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตรสำหรับเช่าทำนา

Methodology

ทีมวิจัยมุ่งพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลระดับชุมชนเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเกษตรกร ผู้ให้บริการเช่าเครื่องจักรและรับจ้างงาน และผู้จัดการแพลตฟอร์ม เพื่อสนับสนุนการจัดการการของเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตรในกระบวนการทำนา ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) (Brown, T, 2009; Liedtka, J, 2015) วิธีการดำเนินการวิจัยนี้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้

1. กรอบแนวคิดการวิจัย (Research Framework)

บริบทของชุมชนเกษตรกรมุ่งเน้นกลุ่มเกษตรกรทำนาข้าวในพื้นที่จังหวัดพะเยา ช่วงฤดูทำนาตามวิถีชุมชนมีความต้องการเช่าใช้เครื่องจักรในการทำนา รวมทั้งมีผู้รับจ้างในการทำนา กลุ่มตัวอย่างทำการเช่าโดยใช้วิธีการบอกต่อ สอบถามจากคนรู้จัก หากแต่ความต้องการเช่า ช่วงเวลา ราคา ไม่สอดคล้องกับความต้องการและยากในการติดต่อผู้ให้บริการ เนื่องจากไม่มีข้อมูลความเป็นเจ้าของหรือ ข้อมูลอื่น ๆ ประกอบการตัดสินใจเช่าใช้ งานวิจัยนี้จึงเสนอแนวคิดหลักของระบบเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลผู้ให้บริการเครื่องจักร ผู้รับจ้างทำนา และกลุ่มเกษตรกรผู้มีอาชีพทำนาเข้าด้วยกันผ่านระบบฐานข้อมูลกลาง เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรในระดับชุมชนอย่างเป็นระบบ โดยเกษตรกรสามารถตรวจสอบช่วงเวลาว่างและทำการจองเครื่องจักรกลหรือแรงงานได้ผ่านแพลตฟอร์มเดียว ขณะที่ผู้ให้บริการเช่าสามารถจัดการตารางเวลา ตรวจสอบสถานะการจอง และบริหารทรัพยากรของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเกษตรกรที่หางานทำ มีความต้องการรับจ้างทำนา

นอกจากนี้ ระบบยังมีการจัดเก็บข้อมูลประวัติการจองและการประเมินคุณภาพการให้บริการ เพื่อสนับสนุนการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการให้บริการในระยะยาว การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้ใช้เทคโนโลยีหลัก ได้แก่ Figma สำหรับการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ Flutter Framework (Flutter team, 2026) และภาษา Dart (Dart Team, 2026) สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน Visual Studio Code เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมร่วมกับ GitHub (GitHub, 2026) แพลตฟอร์มออนไลน์ที่ใช้ในการจัดการเวอร์ชันของซอร์สโค้ด รองรับการพัฒนา พัฒนา ทดสอบและปรับปรุงระบบซอฟต์แวร์ร่วมกันระหว่างผู้วิจัยตลอดกระบวนการดำเนินงานวิจัย และ Supabase (Supabase Team, 2025) สำหรับการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลในระบบฐานข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งานและรองรับบริบทการใช้งานในพื้นที่ชุมชน แพลตฟอร์มนี้จะทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อชาวนา (Farmers) และผู้ให้เช่าเครื่องจักรและคนรับจ้างทำนา (Service Providers) ผู้จัดการแพลตฟอร์ม (Platform Administrators) โดยเน้นการใช้งานที่สะดวกการจองเครื่องจักรในการทำนาในพื้นที่ใกล้เคียงทำงานได้แบบเรียลไทม์ กรอบแนวคิดการวิจัยแสดงดัง Figure 1

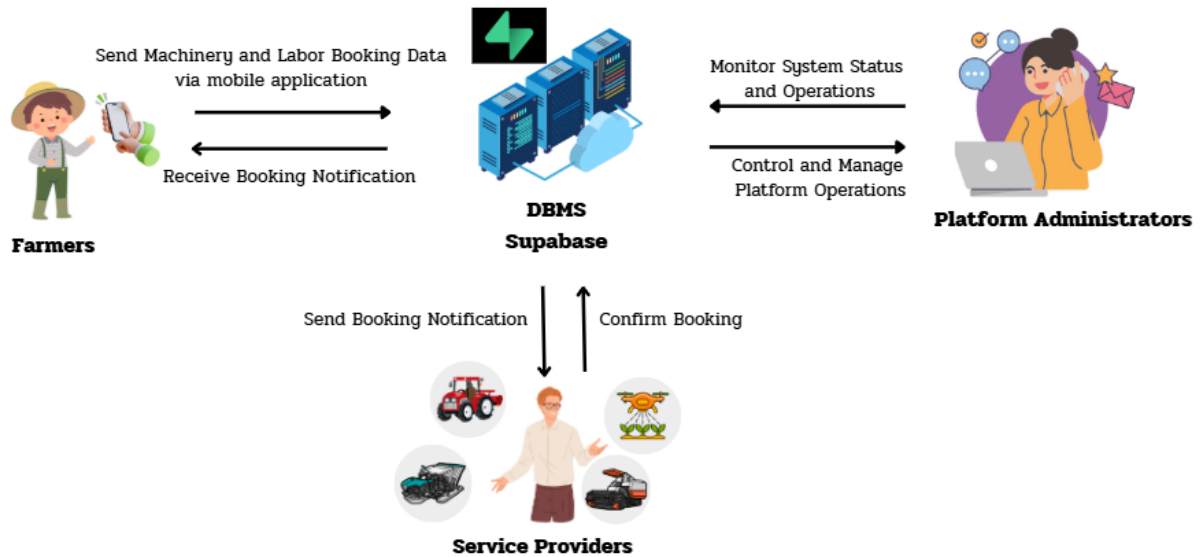


Figure 1 System architecture and information flow of the proposed community-level booking platform

2. การวิเคราะห์กลุ่มผู้ใช้งานและความต้องการของระบบ(User and Requirement Analysis)

ผลจากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานจริงในพื้นที่ศึกษา อำเภอดอกคำใต้ และอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา จำแนกกลุ่มผู้ใช้ของระบบและวิเคราะห์ความต้องการของแต่ละกลุ่มดังนี้

1) กลุ่มเกษตรกร (Farmers) เกษตรกรเป็นกลุ่มผู้ใช้งานหลักของระบบ โดยมีความต้องการในการเข้าถึงเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตร เช่น รถไถ รถเกี่ยวข้าว โดรนพ่นยา รวมถึงแรงงานรับจ้างสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การหว่านเมล็ด การหว่านปุ๋ย และการพ่นสารเคมี ระบบจึงถูกออกแบบให้เกษตรกรสามารถสมัครสมาชิก ค้นหา และเลือกใช้บริการเครื่องจักรและแรงงานผ่านแพลตฟอร์มเดียว โดยสามารถระบุวันที่ เวลา และรายละเอียดการใช้งานที่ต้องการได้ นอกจากนี้ เกษตรกรสามารถตรวจสอบรายละเอียดการให้บริการ เช่น ประเภทเครื่องจักร ความสามารถของแรงงาน เงื่อนไขการให้บริการ และสถานะการจอง ระบบออกแบบรองรับการแก้ไขหรือยกเลิกการจองภายใต้เงื่อนไขด้านเวลา เพื่อป้องกันผลกระทบต่อการจัดสรรทรัพยากรของผู้ให้บริการ ตลอดจนมีฟังก์ชันการติดตามสถานะการจองและการแจ้งเตือนอัตโนมัติเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในกระบวนการให้บริการ หลังจากเสร็จสิ้นการให้บริการ เกษตรกรสามารถประเมินคุณภาพและให้ข้อเสนอแนะผ่านระบบ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการในระยะยาว

2) กลุ่มผู้ให้บริการเช่าเครื่องจักรและกลุ่มแรงงานทางการเกษตร (Service Providers) ระบบออกแบบให้ผู้ให้บริการสามารถสมัครเข้าใช้งานและจัดการข้อมูลส่วนบุคคล เพิ่ม แก้ไข หรือปรับปรุงรายละเอียดการให้บริการ เช่น ประเภทเครื่องจักร พื้นที่ให้บริการ ราคา และสถานะความพร้อมใช้งาน ผู้ให้บริการสามารถตรวจสอบรายการการจองทั้งหมด ผู้ให้บริการสามารถติดตามสถานะการใช้งาน ช่วยลดปัญหาการจองซ้ำซ้อน

3) กลุ่มผู้จัดการแพลตฟอร์ม (Platform Administrators) ผู้จัดการแพลตฟอร์มทำหน้าที่ดูแลและควบคุมการทำงานโดยรวมของระบบ เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับได้ รองรับการจัดการข้อมูลสมาชิก การติดตามข้อมูลการจอง ผู้จัดการแพลตฟอร์มสามารถดำเนินการแก้ไขข้อมูลในระบบได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ระบบได้ออกแบบให้ผู้จัดการแพลตฟอร์มสามารถสร้างรายงานและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งาน เช่น รายงานสรุปการใช้บริการ สถานะการจอง ประสิทธิภาพ

การใช้งานเครื่องจักรและแรงงาน รวมถึงภาพรวมการทำงานของระบบ ข้อมูลดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจและการพัฒนาแพลตฟอร์มในอนาคต ทีมวิจัยได้ออกแบบ Use Case Diagram แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับฟังก์ชันของระบบ เพื่ออธิบายขอบเขตและความสามารถของระบบอย่างเป็นภาพรวม (Functional Requirements) แสดงดังรูปใน Figure 2

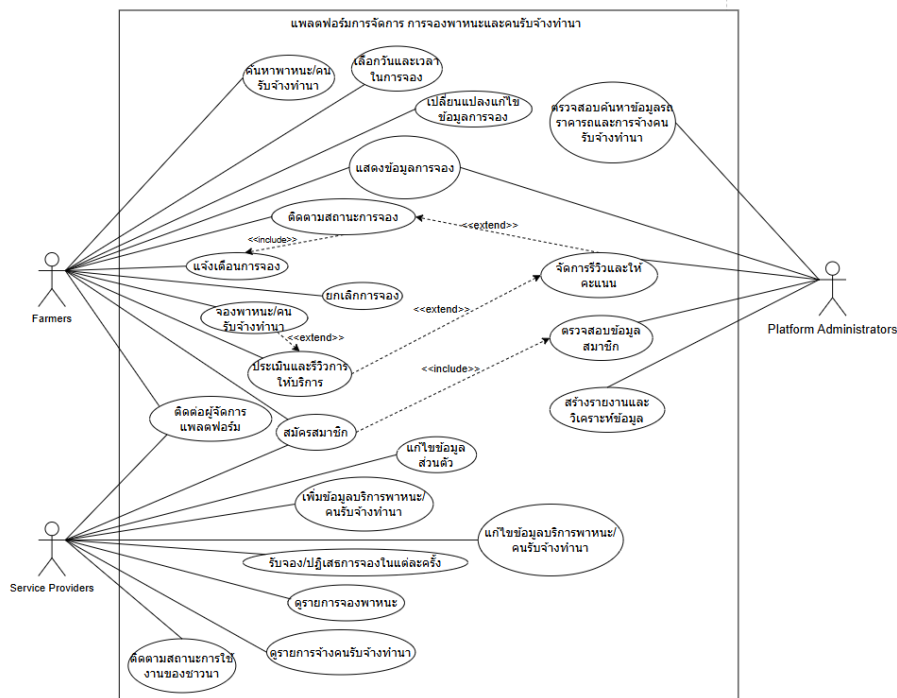


Figure 2 Use case diagram of the proposed community-based agricultural service platform, illustrating key actors (farmers, service providers, and platform administrators) and their interactions, including searching resources, submitting, and confirming bookings, receiving notifications, updating machinery/labor status, and overall system monitoring.

3. ออกแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมระบบด้วย UML(System Architecture and UML-Based Design)

ในงานวิจัยนี้ใช้ UML (Booch et al., 2005; Dennis et al., 2018) เป็นเครื่องมือหลักในการสร้างแบบจำลองเชิงระบบ เพื่อให้การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบมีความชัดเจน เป็นมาตรฐาน และรองรับการพัฒนาแพลตฟอร์มในระดับชุมชน เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างระบบ ในงานวิจัยนี้ออกแบบและวิเคราะห์ด้วย 5 ไดอะแกรมหลัก ได้แก่ 1. Use Case Diagram สำหรับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับฟังก์ชันของระบบ 2. Activity Diagram สำหรับอธิบายลำดับขั้นตอนของกระบวนการทำงานหลัก 3. Sequence Diagram สำหรับแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบ 4. Class Diagram สำหรับกำหนดโครงสร้างข้อมูลและความสัมพันธ์ของเอนทิตีที่ต่าง ๆ และ 5. E-R diagram (Entity relationship diagram) ในการออกแบบฐานข้อมูลระบบแบบ Relational

4. การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัล(Digital Platform Development)

กระบวนการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลตามการออกแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างระบบแบ่งเป็น 2 กระบวนการย่อย ได้แก่ การออกแบบส่วนต่อประสาน(User Interface Design) และการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการออกแบบส่วนต่อประสานในงานวิจัยนี้นำแนวคิดกระบวนการออกแบบโดยยึดผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง (User-centered Design : UCD) (Abrams et al., 2004) ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ(Design Thinking) (Brown, T, 2009; Liedtka, J, 2015) โดยใช้ Figma เป็นเครื่องมือในการออกแบบส่วนต่อประสาน พัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมภาษา Dart ด้วยชุดเครื่องมือ(UI toolkit) Flutter framework ที่สร้างส่วนต่อประสานและฟังก์ชันต่าง ๆ ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน(User friendly) สร้างแอปพลิเคชันข้ามแพลตฟอร์ม(Cross-platform) โดยเขียนโปรแกรมชุดเดียวสามารถทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม ส่วนการบริหารจัดการและประมวลผลข้อมูลผ่านระบบฐานข้อมูลเชื่อมต่อระหว่างส่วนติดต่อผู้ใช้และระบบหลังบ้านด้วย Supabase

5. การทดสอบและประเมินความพร้อมของระบบระบบ(System Testing and Evaluation)

แนวทางการทดสอบระบบในระยะเริ่มต้น มุ่งเน้นการตรวจสอบความถูกต้องในรูปแบบของ functional testing และ requirement conformance โดยใช้สถานการณ์จำลองตามบทบาทผู้ใช้งาน (เกษตรกร ผู้ให้บริการ และผู้จัดการแพลตฟอร์ม) พร้อมจัดทำ test cases และ requirement traceability matrix เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันและความครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้ ตัวชี้วัดประกอบด้วยอัตราการผ่านของ test cases ความครอบคลุม requirements อัตราความสำเร็จของภารกิจ และเวลาเฉลี่ยในการดำเนินการกิจ ทั้งนี้ผลการทดสอบถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงระบบและการวางแผนการทดลองใช้งานภาคสนามเพื่อยืนยันความพร้อมของระบบก่อนนำไปทดลองใช้จริงในพื้นที่ชุมชนต่อไป

Results

ผลการทดลองออกแบบและวิเคราะห์ความต้องการใช้งานระบบตามหลักการผู้เป็นศูนย์กลาง

1. ผลการออกแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรมระบบด้วย UML

จากการวิเคราะห์และออกแบบลำดับขั้นตอนของกระบวนการทำงานด้วย Activity Diagram แสดงลำดับกระบวนการของเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตรภายในแพลตฟอร์มดิจิทัลระดับชุมชน โดยอธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างเกษตรกร (farmers), ผู้ให้บริการ (service providers) และ ระบบ (system) ตั้งแต่เริ่มต้นใช้งานจนสิ้นสุดการให้บริการและการประเมินผลกระบวนการเริ่มจากเกษตรกรเข้าสู่ระบบและค้นหาประเภทบริการที่ต้องการ จากนั้นระบบจะแสดงข้อมูลบริการที่เกี่ยวข้องพร้อมสถานะความพร้อมใช้งานและช่วงเวลาว่างให้เลือก เมื่อเกษตรกรเลือกบริการและระบุรายละเอียดการจอง (เช่น วันที่ เวลา หรือขอบเขตงาน) ระบบจะสร้างคำขอจองและส่งต่อไปยังผู้ให้บริการเพื่อพิจารณา ในขั้นตอนการพิจารณา ผู้ให้บริการตรวจสอบรายละเอียดคำขอและตัดสินใจ ยืนยัน หรือ ปฏิเสธ/ยกเลิก ตามความพร้อมของทรัพยากรและเงื่อนไขการให้บริการ หากยืนยัน ระบบจะปรับปรุงสถานะการจองและแจ้งเตือนให้เกษตรกรทราบ พร้อมบันทึกตารางเวลาเพื่อป้องกันการจองซ้ำซ้อน ในกรณีที่ผู้ให้บริการปฏิเสธหรือไม่พร้อมให้บริการ ระบบจะแจ้งผลกลับไปยังเกษตรกรเพื่อให้สามารถเลือกช่วงเวลาใหม่หรือเลือกผู้ให้บริการรายอื่นได้ เมื่อถึงช่วงเวลาการให้บริการ ระบบจะติดตามสถานะการดำเนินงานจนเสร็จสิ้น และหลังจากงานบริการเสร็จ เกษตรกรสามารถให้คะแนนและเขียนรีวิวผ่านแพลตฟอร์มเพื่อสะท้อนคุณภาพการให้บริการ ข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเก็บเป็นประวัติการใช้บริการและใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับสำหรับผู้ให้บริการและการปรับปรุงระบบในอนาคต

โดยรวมแล้ว แผนภาพนี้ช่วยสะท้อนกระบวนการทำงานเชิงระบบที่สนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรทางการเกษตรในระดับชุมชนอย่างเป็นระบบลดความล่าช้าจากการประสานงานแบบเดิม ที่มียุติวิเคราะห Activity Diagram ของงานระบบแสดงดังรูปใน Figure 3

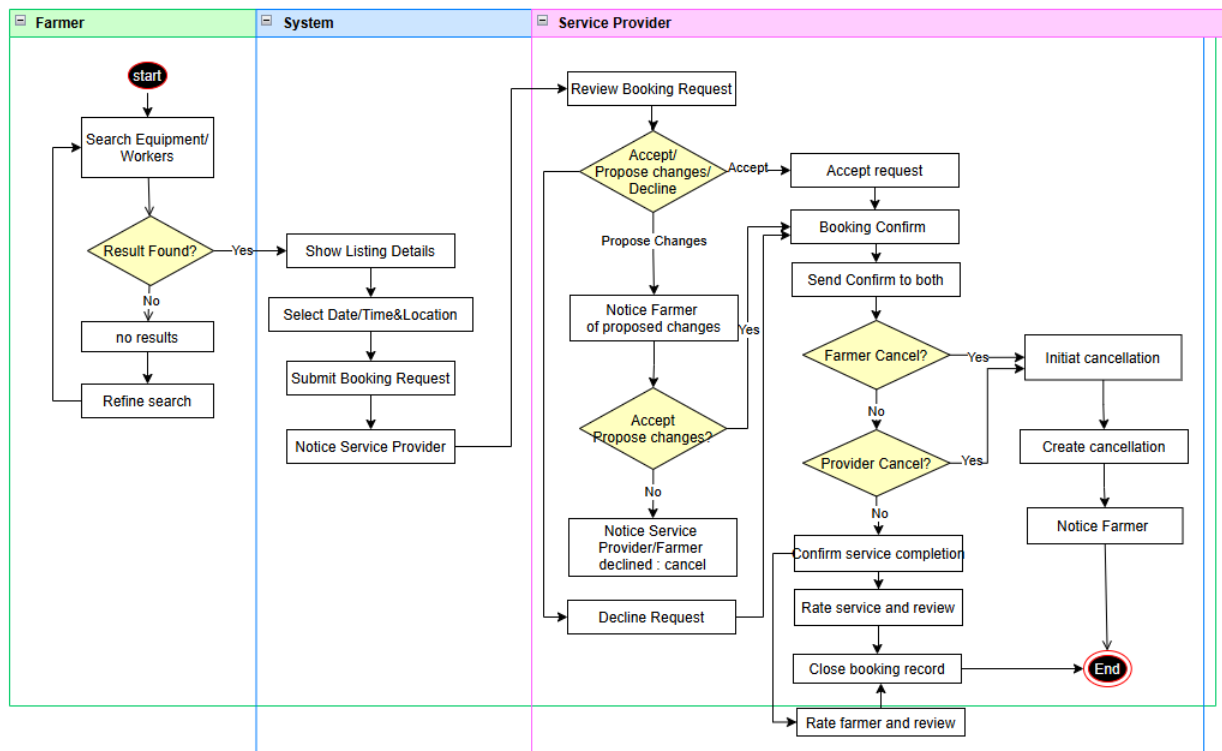


Figure 3 Activity Diagram illustrating the booking process for agricultural machinery and labor management within the community-based digital platform, detailing the interactions between farmers, service providers, and the system from login and search to booking request review, confirmation, or cancellation, and eventually service delivery and review.

เครื่องมือในการวิเคราะห์ลำดับการทำงานของระบบการจองเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตรในเชิงเวลา (time-based interaction) งานวิจัยนี้ใช้ Sequence Diagram เป็นเครื่องมือในการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและองค์ประกอบหลักของระบบ ได้แก่ ชาวนา (Farmer), ส่วนติดต่อการจอง (Booking Interface), วัตถุควบคุมการทำงานของระบบ (Control Object) และระบบฐานข้อมูล (Database) โดย Sequence Diagram ช่วยให้เห็นขั้นตอนการประมวลผลตั้งแต่การเริ่มต้นจองจนถึงการยืนยันผลการจองอย่างเป็นระบบ กระบวนการเริ่มต้นเมื่อ ชาวนาเปิดแบบฟอร์มการจอง ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ (Booking Interface) ระบบจะแสดงแบบฟอร์มการจองเพื่อให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลที่จำเป็น เช่น รหัสเครื่องจักรหรือแรงงาน วันที่ และเวลาที่ต้องการใช้งาน เมื่อชาวนาส่งคำขอจอง ระบบส่วนติดต่อจะส่งข้อมูลดังกล่าวไปยัง Control Object เพื่อดำเนินการประมวลผลตามตรรกะของระบบ จากนั้น Control Object จะทำการตรวจสอบสถานะของเครื่องจักรหรือแรงงาน โดยส่งคำสั่งไปยังระบบฐานข้อมูล เพื่อค้นหาข้อมูลการจองที่มีอยู่ในช่วงวันและเวลาที่ระบุ ระบบฐานข้อมูลจะส่งผลการตรวจสอบกลับมายัง Control Object ในรูปแบบของสถานะความพร้อมใช้งาน หากทรัพยากรยังว่าง ระบบจะดำเนินการ

บันทึกข้อมูลการจองใหม่ลงในฐานข้อมูล พร้อมส่งสถานะการยืนยันการจองกลับมายัง Control Object เมื่อการจองสำเร็จ Control Object จะส่งข้อความยืนยันการจองไปยังส่วนติดต่อผู้ใช้ และแสดงผลการยืนยันให้ชาวนาทราบ ในทางกลับกัน หากผลการตรวจสอบพบว่าเครื่องจักรหรือแรงงานไม่พร้อมใช้งานในช่วงเวลาที่ร้องขอ Control Object จะส่งข้อความแจ้งสถานะไม่พร้อมใช้งานกลับไปยังส่วนติดต่อผู้ใช้ เพื่อแสดงผลให้ชาวนาทราบและสามารถปรับเปลี่ยนการจองได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่าง Sequence Diagram ส่วนหนึ่งของการจองเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตรจากการวิเคราะห์ของทีมวิจัย แสดงดังรูป Figure 4

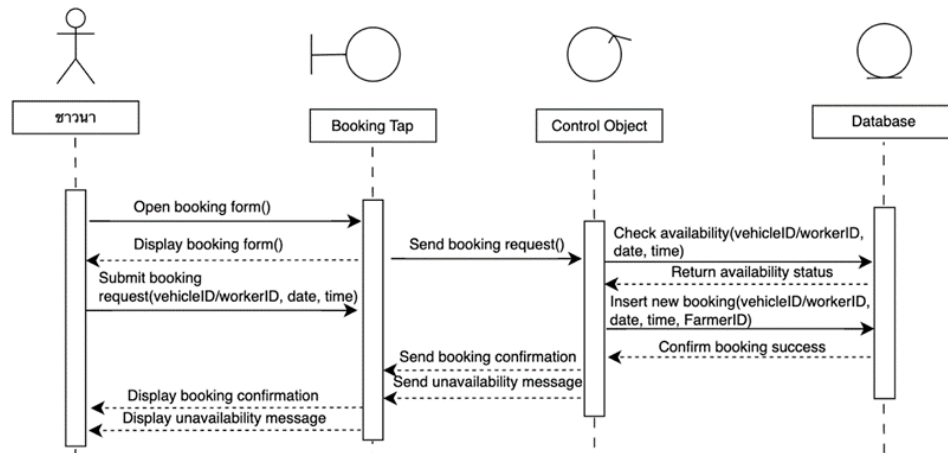


Figure 4 Sequence diagram illustrating the interaction between farmers, the booking interface, control object, and database during the agricultural machinery and labor booking process, including booking submission, availability checking, booking confirmation, and system feedback.

การใช้ Sequence Diagram ในงานวิจัยนี้ช่วยให้สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบได้อย่างชัดเจน แสดงบทบาทของแต่ละองค์ประกอบในกระบวนการจอง และสนับสนุนการออกแบบระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานในระดับชุมชน ทั้งยังช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการพัฒนาและเป็นพื้นฐานสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันในขั้นตอนการทดสอบระบบ ผลการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล(Database Schema) ได้นำไปสร้างฐานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์บริหารจัดการฐานข้อมูล Supabase แสดงดัง figure 5 การพัฒนาส่วนต่อประสานด้วยภาษา Dart ผ่าน Flutter framework ตามที่ทีมวิจัยได้ร่วมกันออกแบบด้วย Figma ตัวอย่างภาพหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้สำหรับเกษตรกร แสดงถึงการค้นหา การดูรายละเอียดบริการ และการจองเครื่องจักรและแรงงานทางการเกษตรออนไลน์ผ่านเว็บและแอปพลิเคชันบนมือถือ แสดงดัง Figure 6 ส่วนFigure 7 แสดงตัวอย่างภาพหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้สำหรับผู้ให้บริการ แสดงให้เห็นถึงแดชบอร์ดการจัดการและคุณสมบัติการบริหารจัดการการจองภายในแพลตฟอร์มดิจิทัลแบบชุมชน Figure 8 ตัวอย่างภาพหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้สำหรับผู้ดูแลระบบแพลตฟอร์ม แสดงตัวอย่างหน้าการจัดการบริการทางการเกษตร ซึ่งผู้ให้บริการสามารถดู เพิ่ม และจัดการเครื่องจักรและบริการแรงงานทางการเกษตรที่มีอยู่ (เช่น รถแทรกเตอร์ แรงงานปลูกต้นกล้า) พร้อมรายละเอียดสำคัญ เช่น ราคาและสถานะความพร้อมใช้งาน และ Figure 9 ตัวอย่างภาพหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้สำหรับผู้ดูแลระบบแพลตฟอร์ม: หน้าการจัดการสมาชิกสำหรับผู้ดูแลระบบแพลตฟอร์ม แสดงรายการผู้ใช้ที่ลงทะเบียนที่สามารถ

ค้นหาได้พร้อมข้อมูลตามบทบาท (เช่น เกษตรกร/ผู้เช่า) สถานะบัญชี วันที่ใช้งานล่าสุด และการดำเนินการจัดการบัญชีขั้นพื้นฐาน ตามลำดับ



Figure 5 Database schema of the agricultural machinery and labor booking platform, illustrating the relationships among core entities including Users, Vehicles, Bookings, Reviews, and other related tables.

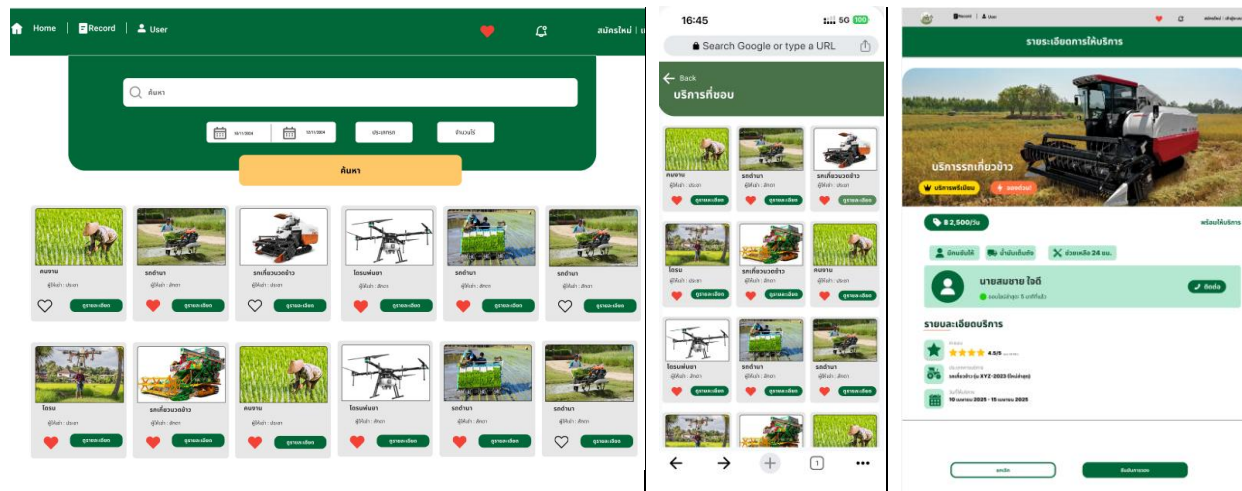


Figure 6 Example screenshots of the user interface for farmer, illustrating the search, service detail viewing, and online booking of agricultural machinery and labor via web and mobile application.

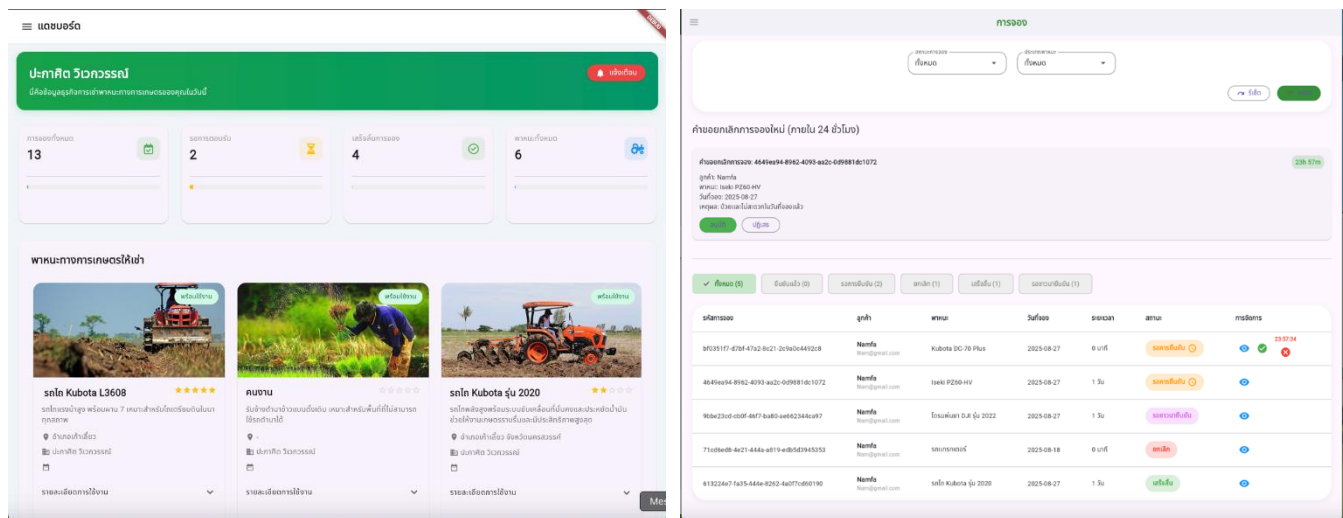


Figure 7 Example screenshots of the user interface for Service Providers, illustrating the management dashboard and booking administration features within the community-based digital platform.

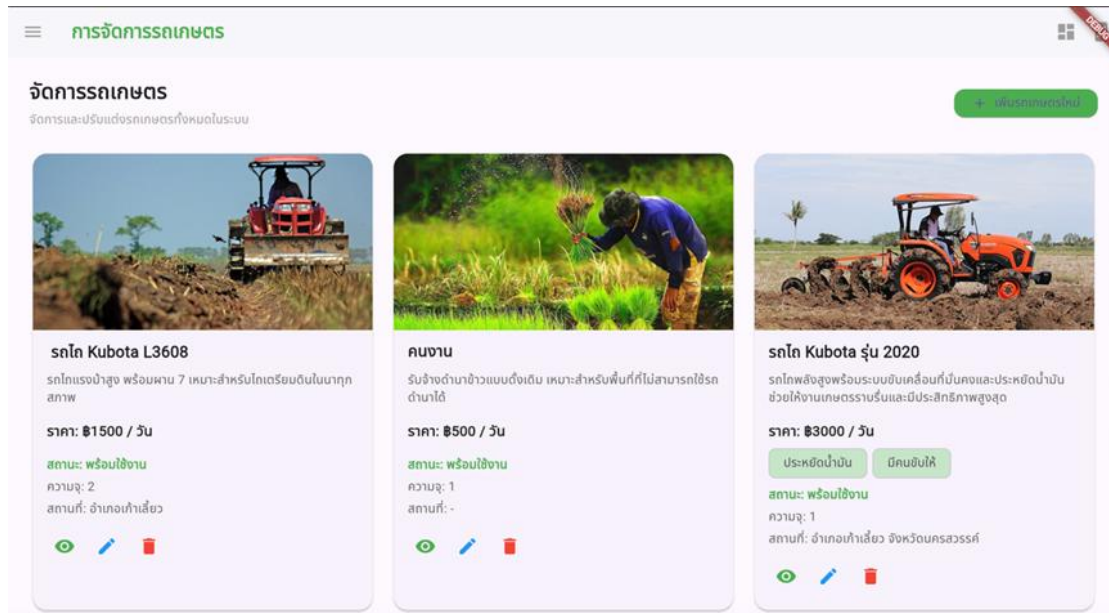


Figure 8: Example screenshots of the user interface for platform administrators: the Agricultural Service Management page, where service providers can view, add, and manage available agricultural machinery and labor services (e.g., tractors, transplanting labor) with key details such as price and availability status.

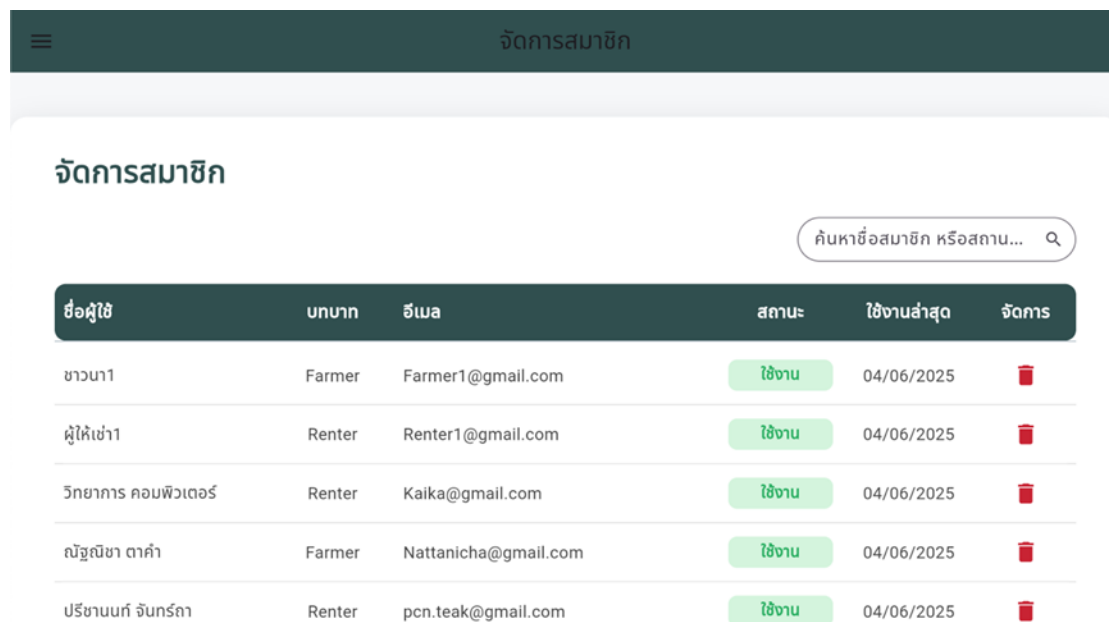


Figure 9: Example screenshots of the user interface for platform administrators: the Member Management page for platform administrators, presenting a searchable list of registered users with role-based information (e.g., farmer/renter), account status, last-active date, and basic account management actions.

2. ผลการทดลองใช้งานระบบ

จากกระบวนการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์ม ทีมวิจัยได้ร่วมกันออกแบบทดสอบความสามารถในการใช้งาน (Usability testing) เพื่อประเมินความสะดวกในการใช้งานและความเข้าใจของผู้ใช้ต่อฟังก์ชันหลักของระบบการจัดการการจองเครื่องจักรกลและแรงงานเพื่อการทำนา ในงานวิจัยนี้ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ซึ่งเป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำนาโดยตรง เพื่อให้ผลการประเมินสะท้อนบริบทการใช้งานจริงในระดับพื้นที่ กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ (1) เกษตรกรผู้ต้องการเช่าเครื่องจักรกลและแรงงานทางการเกษตร และ (2) เกษตรกรผู้ให้บริการเครื่องจักรกลทางการเกษตรสำหรับการเช่าใช้งาน โดยกลุ่มตัวอย่างมีช่วงอายุระหว่าง 25-50 ปี ซึ่งเป็นช่วงวัยทำงานที่มีประสบการณ์ด้านการเกษตรและมีบทบาทในการตัดสินใจด้านการจัดการทรัพยากรการผลิต การเก็บข้อมูลดำเนินการในพื้นที่ชุมชนของอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ครอบคลุมหมู่บ้านป่าแฝกกลาง หมู่บ้านป่าซ่า และหมู่บ้านป่าสัก โดยทีมวิจัยอธิบายการใช้งานแอปพลิเคชัน กลุ่มผู้ใช้งานทดลองใช้งานแพลตฟอร์ม และทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ใช้งาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการทดสอบ ปรับปรุง และพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานจริงในชุมชน จากกรอบการทดลองใช้งานดังกล่าว ผลการประเมินการใช้งานระบบในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพรายงานคะแนนการประเมินสรุปดังตาราง Table 1

Table 1 Mean scores of the usability and system evaluation for the community-based digital platform for agricultural machinery and labor booking (5-point Likert scale; 5 = highest).

Evaluation Criteria	Mean Scores (5 = Highest)
1.Functional completeness	3.2
2. Ease of use	3.1
3. Data accuracy	3.3
4. Interface appropriateness	3.0
5. Response speed	3.1
6. System stability	3.2
7. Multi-device compatibility	3.0
8 Data security measures	3.3
9 Readiness for future feature expansion	3.1
10 Overall satisfaction	3.2

จากตารางผลการประเมิน คะแนนเฉลี่ยของทุกมิติอยู่ในช่วง 3.0-3.3 สะท้อนว่าแพลตฟอร์มมีคุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างดี และ ใช้งานได้จริงในภาพรวม แต่ยังมีประเด็นที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มความพึงพอใจและความเหมาะสมต่อการใช้งานภาคสนามในระดับชุมชน มิติที่ได้คะแนนสูงสุด ได้แก่ ความถูกต้องของข้อมูล (Data accuracy = 3.3) และ มาตรการความปลอดภัยของข้อมูล (Data security measures = 3.3) แสดงว่าผู้ใช้รับรู้ถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล การจองและความมั่นใจด้านการจัดการข้อมูลส่วนบุคคล/ข้อมูลการใช้งาน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการยอมรับแพลตฟอร์ม

โดยเฉพาะระบบที่เกี่ยวข้องกับการนัดหมายและการจัดสรรทรัพยากรที่ต้องอาศัยความเชื่อมั่นระหว่างเกษตรกรและผู้ให้บริการ

กลุ่มมิติที่อยู่ในระดับรองลงมา ได้แก่ ความครบถ้วนของฟังก์ชัน (3.2), ความเสถียรของระบบ (3.2) และ ความพึงพอใจโดยรวม (3.2) สะท้อนว่าฟังก์ชันหลักของระบบตอบโจทย์การใช้งานพื้นฐานได้ค่อนข้างครบ และระบบทำงานได้ค่อนข้างเสถียรเพียงพอสำหรับการใช้งานเชิงปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม คะแนนที่ยังไม่สูงมากชี้ให้เห็นว่ายังมี ช่องว่างในการยกระดับคุณภาพซอฟต์แวร์ เช่น การเพิ่มฟังก์ชันสนับสนุนงานจริง (workflow) ให้สมบูรณ์ขึ้น การลดขั้นตอน และการเพิ่มความสอดคล้องของประสบการณ์ใช้งานในแต่ละหน้า

สำหรับมิติด้านความสะดวกในการใช้งาน (Ease of use = 3.1) และความเร็วในการตอบสนอง (Response speed = 3.1) อยู่ในระดับปานกลาง บ่งชี้ว่าระบบใช้งานได้ค่อนข้างง่ายและตอบสนองได้โดยทั่วไป แต่ผู้ใช้อย่างไรก็ตามยังรับรู้ถึงความสับสนที่ยังไม่สม่ำเสมอในบางส่วน จึงควรพิจารณาปรับปรุงทั้งด้านการออกแบบขั้นตอนการใช้งาน (task flow) และด้านประสิทธิภาพการทำงาน เช่น การลดการโหลดซ้ำ การจัดการข้อมูลแบบเรียลไทม์ให้เหมาะสม และการให้ feedback ต่อการกด/เลือกเมนูชัดเจนขึ้น

มิติที่ได้คะแนนต่ำสุดคือ ความเหมาะสมของอินเทอร์เฟซ (Interface appropriateness = 3.0) และการรองรับอุปกรณ์หลากหลายประเภท (Multi-device compatibility = 3.0) ซึ่งสะท้อนถึงความท้าทายในการออกแบบ User Interface ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นเกษตรกร ซึ่งอาจมีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีดิจิทัลในระดับที่แตกต่างกัน การพัฒนาในส่วนนี้ควรเน้นการออกแบบที่เรียบง่าย ใช้งานง่าย มีภาษาที่เข้าใจง่าย ปรับขนาดตัวอักษร การจัดวางองค์ประกอบให้เหมาะกับหน้าจอขนาดเล็ก การลดความหนาแน่นของข้อมูล การออกแบบปุ่ม/ฟอร์มให้ใช้งานสะดวกและมีคำแนะนำการใช้งานที่ชัดเจน จะช่วยเพิ่มคะแนนด้านอินเทอร์เฟซและความสะดวกในการใช้งานได้อย่างมีนัยสำคัญ ท้ายที่สุด ความพร้อมในการขยายฟีเจอร์ในอนาคต (3.1) ชี้ว่าผู้ใช่มองเห็นศักยภาพในการต่อยอด แต่ยังคาดหวังการพัฒนาเพิ่มเติมให้ตอบโจทย์การใช้งานจริงมากขึ้น เช่น ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ การจัดการคิวขั้นสูง การสรุปรายงานการใช้งาน หรือการเชื่อมต่อบริการที่เกี่ยวข้อง (เช่น ช่องทางชำระเงิน/หลักฐานการทำงาน) การพัฒนาระบบที่สามารถทำงานแบบ offline ได้บางส่วน

โดยสรุป ผลการประเมินชี้ว่าแพลตฟอร์มมีจุดแข็งด้าน ความถูกต้องและความปลอดภัยของข้อมูล รวมถึงความครบถ้วนและเสถียรภาพของระบบในระดับหนึ่ง ขณะที่ประเด็นที่ควรปรับปรุงเพื่อรองรับการใช้งานภาคสนาม ได้แก่ การออกแบบอินเทอร์เฟซให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนการเพิ่มความสลับไหลของระบบ ซึ่งจะช่วยยกระดับความพึงพอใจโดยรวมและเพิ่มโอกาสการนำไปใช้งานจริงในระดับชุมชนอย่างยั่งยืน.

Conclusion and Discussion

งานวิจัยนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับเป็นศูนย์กลางในการติดต่อเช่า ยืมเครื่องจักรกลและจ้างงานทางการเกษตรในการทำนาระดับชุมชน มุ่งเน้นการสร้างแพลตฟอร์มที่ให้บริการทั้งชาวนาและผู้ให้บริการสามารถดำเนินการจอง ตรวจสอบสถานะการจอง และชำระเงินได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ผ่านระบบออนไลน์ ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการค้นหาข้อมูล การจองล่าช้า และการสื่อสารที่ไม่สะดวกในกระบวนการทำเกษตรกรรมแนวคิดหลักของระบบแนวคิดหลักของระบบคือการเชื่อมโยงข้อมูลการจองของชาวนา ผู้ให้บริการ และผู้ดูแลระบบเข้าด้วยกันผ่านระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล โดยการออกแบบแพลตฟอร์มรองรับฟังก์ชันการทำงานหลัก ได้แก่

1. การจัดการข้อมูลการจอง: ระบบจะเก็บข้อมูลการจองเครื่องจักรและคนงานในฐานข้อมูลกลาง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและดูสถานะการจองได้อย่างเรียลไทม์
2. การตรวจสอบคิวว่าง: ชวนาสามารถตรวจสอบคิวว่างของเครื่องจักรได้ในแพลตฟอร์มเดียว ทำให้สามารถวางแผนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. การจัดการคิวของผู้ให้บริการ: ผู้ให้บริการสามารถจัดการคิวและการตรวจสอบสถานะการจองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถบริหารจัดการทรัพยากรได้ดีขึ้น
4. การเก็บข้อมูลและการให้คะแนนบริการ: ระบบมีการเก็บข้อมูลประวัติการจองและการให้คะแนนบริการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถปรับปรุงคุณภาพการให้บริการได้

ในมุมมองของนวัตกรรมแข่งขันที่ งานวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะบริบทของชุมชนเกษตรกรรม โดยมุ่งเน้นการออกแบบระบบที่ตอบสนองต่อรูปแบบการใช้งานจริงและโครงสร้างการจัดการทรัพยากรร่วมกันในระดับพื้นที่ นอกจากนี้ แพลตฟอร์มยังมีส่วนสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านของภาคเกษตรกรรมสู่แนวทางเกษตรอัจฉริยะ และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม และการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน

Suggestion

การพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับชุมชนเกษตรกรต้องคำนึงถึงบริบทของพื้นที่ ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน และความสามารถของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อการพัฒนาภาคการเกษตรของชุมชนอย่างแท้จริง ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

1. พัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้ใช้ โดยอาจจัดกิจกรรม participatory design workshop กับเกษตรกรเพื่อเข้าใจความต้องการที่แท้จริง และออกแบบระบบที่ตอบโจทย์การใช้งานจริงในทุกช่วงวัยและระดับความสามารถทางเทคโนโลยี
2. ขยายผลการใช้งานแพลตฟอร์ม เพื่อช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจและสามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจจัดทำในรูปแบบวิดีโออธิบายการใช้งานแชร์ผ่าน Line, Tiktok หรือการอบรมภาคปฏิบัติในชุมชน
3. สร้างกลไกการรับ Feedback อย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานมาพัฒนาระบบให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง และตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป
4. วางแผนการขยายฟีเจอร์ในอนาคต โดยออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบให้มีความยืดหยุ่นและรองรับการเพิ่มฟังก์ชันใหม่ๆ เช่น ระบบการคาดการณ์ความต้องการเครื่องจักร ระบบแนะนำช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำนา หรือการเชื่อมโยงกับระบบจำหน่ายผลผลิต

การประเมินผลในงานวิจัยนี้ยังจำกัดอยู่ที่การตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันและความพร้อมของระบบ การศึกษาครั้งต่อไปควรมุ่งเน้นการนำแพลตฟอร์มไปทดลองใช้ในพื้นที่ชุมชน เพื่อประเมินผลกระทบด้านประสิทธิภาพการทำงาน ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และศักยภาพในการขยายผลไปสู่บริบททางการเกษตรอื่น ๆ เสริมสร้างศักยภาพของชุมชนเกษตรกรรมในการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาภาคเกษตรกรรมสร้างความยั่งยืนในระยะยาว

Acknowledgements

ผู้ศึกษาขอขอบคุณข้อมูลกลุ่มเกษตรกร ต.บ้านถ้ำ อำเภอดอกคำใต้และอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยาที่ให้ความอนุเคราะห์ทดลองใช้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการเผยแพร่ผลงานนี้ให้เป็นประโยชน์ในวงวิชาการและการพัฒนางานวิจัยเชิงพื้นที่

References

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. *Thousand Oaks: Sage Publications*, 37(4), 445–456.
- Anuj S. P., Neel S. Gupta, Prasanna S., Siddhant K. P. and V. Mishra, *Revolutionizing Farming with Innovative Equipment Rental System*. (2023). *2023 2nd International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA)*, 1641–1646.
- ASEAN AgriFood | Thai Rice GCF. (2024). Thai Rice: Strengthening Climate-Smart Rice Farming. Form <https://www.asean-agrifood.org/thai-rice-gcf/>.
- Bang, J., & Han, J. W. (2025). *Factors influencing farmers' motivation to adopt smart farm technology in South Korea*. arXiv preprint arXiv: 2504.01795.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). The Unified Modeling Language User Guide (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking creates new alternatives for business and society*. Harper Business.
- Dart Team. (2025). *Dart documentation*. Form <https://dart.dev/docs>.
- Dennis, A., Wixom, B. H., & Roth, R. M. (2018). Systems analysis and design (7th ed.). Wiley.
- Flutter Team. (2026). *Flutter documentation: Learn*. Form <https://docs.flutter.dev/learn>.
- GitHub, Inc. (2026). *GitHub documentation*. Form <https://docs.github.com>.
- Liedtka, J. (2015). Perspective: Linking design thinking with innovation outcomes through cognitive bias reduction. *Journal of Product Innovation Management*, 32(6), 925–938.
- Mekchay, M., Torkaew, W., & Srisamrit, K. (2025). Social media and agricultural promotion 4.0. *Arts of Management Journal*, 9(4), 41–55. Form <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jam/article/view/280208>.
- Sameerunnisa.SK, Harsha Vardhan Penugonda, Ramya Yarram, Kethan Kumar Valiveti, Durgarao Annavarapu. (2025). A Web-Based Equipment Rental System For Sustainable Farming. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering (IJARCCE)*.
- Subrahmanya, T. Pradhan, S. S. Shaikh, R. N. Shetty and T. Shreekumar, (2024), *Agriconnect: Revolutionizing Farm Machinery Booking*, 2024 Second International Conference on Advances in Information Technology (ICAIT), Chikkamagaluru, Karnataka, India, 2024, 1–5.

Supabase Team. (2025). *Supabase documentation: Database overview*. Form <https://supabase.com/docs/guides/database/overview>.

Verma, Y.K., Gupta, T., Jha, P., Dinesh, Malhotra, A., & Sharma, A.K. (2023). “Design of Farm Machinery Rental Based Model “Farmers-I Connect”. *4th IEEE Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*, 1–5.

การศึกษาการตัดสินใจของเกษตรกรในการลดการเผาวัสดุเหลือใช้จากการทำนาข้าว จังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย

ธนากร แก้วจรรณ^{1*}

The Study of Farmers' Decision to Reduce the Burning of Rice Residue, Phitsanulok and Sukhothai Provinces

Thanakorn Kaewjaroon^{1*}

¹ Office of Agricultural Economics Regional 2 (Phitsanulok), Phitsanulok, 65000

* Corresponding author: thanakorn.329979@gmail.com

Received: 4 June 2025; Revised: 8 September 2025; Accepted: 17 September 2025

บทคัดย่อ

การศึกษาการตัดสินใจของเกษตรกรในการลดการเผาวัสดุเหลือใช้จากการทำนาข้าว จังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย โดยใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่าง จำนวน 192 ราย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมาน พบว่า ปัจจัยการมีแหล่งน้ำสำหรับเพาะปลูกข้าว พฤติกรรมการตามสังคมขนาดเนื้อที่นาข้าว และรายได้จากการเพาะปลูกข้าว ส่งผลให้เกษตรกรตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวเพิ่มขึ้น ส่วนปัจจัยการเข้าร่วมโครงการด้านเกษตรของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ส่งผลให้เกษตรกรตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวลดลง เมื่อทดสอบอิทธิพลของมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลดการเผา พบว่า กลุ่มเกษตรกรที่ได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ มีโอกาสลดการเผาลง ร้อยละ 18.41 และกลุ่มเกษตรกรที่ได้รับมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว มีโอกาสลดการเผาลง ร้อยละ 13.61 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับมาตรการ ด้านผลของแรงจูงใจจากภายใน พบว่า หากยกเลิกการใช้ทั้ง 2 มาตรการดังกล่าว จะส่งผลให้แรงจูงใจจากภายในของเกษตรกรลดลง (Crowding out) โดยเกษตรกรจะตัดสินใจไม่ลดการเผาตอซังและฟางข้าวในนาข้าวของตนเอง เพื่อประโยชน์ของสังคม ทั้งนี้ ภาครัฐควรสนับสนุนมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรตัดสินใจลดการเผา เร่งวิจัยและพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์ให้ย่อยสลายตอซังและฟางข้าวได้รวดเร็วขึ้น ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรรายย่อยเข้าร่วมในโครงการด้านการเกษตรให้มากขึ้น เพื่อให้เข้าถึงองค์ความรู้ในการจัดการตอซังและฟางข้าวได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรตระหนักถึงผลกระทบทางลบที่เกิดขึ้นจากการเผา ในส่วนของเกษตรกรควรเน้นการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรที่สามารถสลายตอซังและฟางข้าวได้ง่าย มีการวางแผนการจัดการแปลงนาข้าวให้เหมาะสม และทันต่อการเพาะปลูกข้าวในรอบถัดไป รวมทั้งให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมโครงการด้านเกษตร เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ให้สามารถนำฟางข้าวมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนได้มากขึ้น

คำสำคัญ: วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร, ลดการเผา, ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ, อิทธิพลของมาตรการ

¹ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 2 (พิษณุโลก) จังหวัดพิษณุโลก 65000

Abstract

This study investigates the decision-making of rice farmers in Phitsanulok and Sukhothai provinces regarding the reduction of rice residue burning. Data were collected through questionnaires from 192 farmers and analyzed using descriptive and inferential statistics. The results revealed that access to irrigation, social conformity behavior, farm size, and income from rice cultivation significantly increased the likelihood of burning rice residues. In contrast, participation in agricultural programs organized by the Ministry of Agriculture and Cooperatives was associated with a decreased likelihood of burning. Farmers who received subsidies for plowing rice residues back into the soil were 18.41% more likely to reduce burning, while those who received microbial decomposition agents were 13.61% more likely to do so, compared to those who did not receive any support. The study also found that removing both measures could lead to a crowding-out effect, diminishing farmers' intrinsic motivation to reduce burning for the benefit of society. Therefore, it is recommended that the government continue subsidizing plowing costs, accelerate research and development of effective microbial agents, and encourage small-scale farmers to participate more actively in agricultural programs. Public awareness campaigns should also be promoted to emphasize the negative impacts of residue burning. Additionally, farmers should utilize agricultural machinery that facilitates residue management, plan their field operations efficiently, and integrate knowledge from government programs to maximize the household use of rice straw.

Keywords: Agricultural waste, Reduction of burning, Factors affecting decision making, Influence of measures

Introduction

ข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีสัดส่วนการใช้พื้นที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.37 ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตรของประเทศไทย (Office of Agricultural Economics, 2023) โดยหลังฤดูเก็บเกี่ยวข้าวมีวัสดุที่เหลือใช้จากนาข้าวจำนวนมาก คือ ตอซังและฟางข้าว ซึ่งเกษตรกรมีวิธีการบริหารจัดการตอซังและฟางข้าวที่แตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดการที่ดีและเหมาะสม โดยเกษตรกรนิยมเลือกใช้วิธีการเผา ซึ่งเป็นการสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจ และยังเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองและหมอกควัน ซึ่งสร้างผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชนและสิ่งแวดล้อมโดยรวม สำหรับภาคเหนือ 6 จังหวัด ประกอบด้วย พิษณุโลก สุโขทัย อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน และตาก พบว่า ในปีเพาะปลูก 2565/66 มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวนาปี รวมทั้งสิ้น 4,300,055 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.84 ของเนื้อที่เพาะปลูกข้าวทั่วประเทศ เมื่อพิจารณาจุดความร้อนที่เกิดจากการเผา มีจุดความร้อนรวมทั้งสิ้น 1,066 จุด คิดเป็นร้อยละ 5.77 ของจุดความร้อนจากการเผาในเนื้อที่นาข้าวทั่วประเทศ โดยจังหวัดพิษณุโลก มีจุดความร้อนมากที่สุด จำนวน 391 จุด รองลงมาคือ จังหวัดสุโขทัย จำนวน 278 จุด เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าว เป็นแหล่งเพาะปลูกข้าวที่สำคัญ เกษตรกรส่วนใหญ่มีแหล่งน้ำเพียงพอสามารถเพาะปลูกข้าวได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี ดังนั้น เกษตรกรจึงต้องการเร่งรอบในการเพาะปลูกข้าว เพื่อสร้างรายได้ให้มากขึ้น จึงมีแนวโน้มที่เกษตรกรจะเผาในนาข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากช่วยประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย จากสถานการณ์การเผาในพื้นที่เกษตรที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามาตรการ กฎหมาย และแนวทางที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ยังไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจให้เกษตรกรลดหรือหยุดการเผาได้ ถึงแม้ว่าภาครัฐได้มีการส่งเสริมและสร้างความตระหนักรู้ถึงประโยชน์ของการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อลดการเผา ดังนั้น ภาครัฐควรต้องมีมาตรการที่เหมาะสมในการบริหารจัดการ เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและจูงใจให้เกษตรกรจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากพื้นที่นาข้าวด้วยวิธีการไม่เผาและคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม

ให้มากขึ้น แต่การใช้มาตรการเพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนอาจส่งกระทบทั้งเชิงบวกและเชิงลบ ดังนั้น การออกแบบและการใช้มาตรการจำเป็นที่จะต้องมีความระมัดระวังและเหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อให้ได้ผลตามที่ภาครัฐคาดหวังไว้

Objectives

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกร
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลดการเผาของเกษตรกร

Scope of the Study

1. ประชากรกลุ่มเป้าหมาย คือ เกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าว ปีเพาะปลูก 2565/66
2. พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ในตำบลที่มีจุดความร้อนสูงที่สุดของจังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย (ข้อมูลจุดความร้อนที่เกิดจากการเผาในพื้นที่นาข้าว ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ในช่วงวันที่ 1 มกราคม ถึง 31 พฤษภาคม 2566) ประกอบด้วย
 - 2.1) ตำบลคูม่วง และตำบลพันเสา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก
 - 2.2) ตำบลเมืองเก่า และตำบลบ้านกล้วย อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
3. ระยะเวลาของข้อมูล คือ ข้อมูลการผลิตข้าว ปีเพาะปลูก 2565/66

Definition of Terms

1. สินค้าสาธารณะ (Public Good) หมายถึง สินค้าที่มีลักษณะของการบริโภคดังต่อไปนี้ ประการที่ 1 คือ การใช้ประโยชน์หรือการบริโภคของบุคคลหนึ่งไม่ได้ลดประโยชน์ที่บุคคลอื่น ๆ จะได้รับจากทรัพยากรหนึ่ง (Non – rival in consumption) ประการที่ 2 คือ ไม่สามารถกีดกันบุคคลใดบุคคลหนึ่งจากการใช้ทรัพยากร (Non Excludability) หรือไม่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากในการที่จะกีดกันไม่ให้คนใดคนหนึ่งไม่สังคมได้รับผลประโยชน์จากสินค้าสาธารณะ (Santi Saengloetsawai, 2022) ซึ่งในการศึกษานี้ คือ คุณภาพอากาศ ซึ่งจัดเป็นสินค้าสาธารณะ
2. ผลกระทบภายนอก (Externality) หมายถึง ผลกระทบจากการทำกิจกรรมใด ๆ ของหน่วยเศรษฐกิจหนึ่ง (Economic unit) หรือหลายหน่วยที่มีต่อหน่วยเศรษฐกิจอื่นซึ่งไม่มีความเกี่ยวข้องกัน (Chalermphon Senarak, 2011) เช่น การเผาวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรของเกษตรกร ก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกต่อคนในชุมชนจากค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการป้องกันฝุ่นละอองจากการเผา และต้นทุนทางด้านสุขภาพ
3. แรงจูงใจแบบผลตอบแทนส่วนตัว (Individual benefit incentive) หมายถึง แรงจูงใจที่ประโยชน์ที่ได้เป็นประโยชน์ส่วนบุคคล (Rewadee Jarunrattanapong et al., 2023)
4. แรงจูงใจแบบอิงประโยชน์ส่วนรวม (Collective benefit incentive) หมายถึง แรงจูงใจที่ประโยชน์ที่ได้เป็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นร่วมกันของคนในชุมชน (Rewadee Jarunrattanapong et al., 2023)
5. ผลของการหักล้าง (Crowding out) หมายถึง แรงจูงใจภายนอกหักล้างแรงจูงใจภายในของพฤติกรรมความร่วมมือในการทำเพื่อสิ่งแวดล้อม (Rewadee Jarunrattanapong et al., 2023)
6. ผลของการมีส่วนร่วม (Crowding in) หมายถึง แรงจูงใจภายนอกส่งเสริมแรงจูงใจภายในของพฤติกรรมความร่วมมือในการทำเพื่อสิ่งแวดล้อม (Rewadee Jarunrattanapong et al., 2023)
7. ข้าวนาปี ปีเพาะปลูก 2565/66 หมายถึง ข้าวที่เพาะปลูกระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2565 ถึง 31 ตุลาคม 2565 (Office of Agricultural Economics, 2022)

Related Concepts and Theoretical Framework

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการศึกษาคัดเลือกของเกษตรกรในการลดการเผาวัสดุเหลือใช้จากการทำนาข้าว จังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัยในครั้งนี้ ได้มีการตรวจเอกสารงานวิจัยในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มลภาวะจากหมอกควัน เศรษฐศาสตร์พฤติกรรมและการทดลอง โดยนำแนวคิดและทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical Model) โดยใช้แบบจำลอง Logit Regression เพื่อประมาณค่าและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเผาวัสดุเหลือใช้ในข้าวของเกษตรกรโดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถาม เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการศึกษาข้อที่ 1 และใช้แบบจำลอง Difference in Differences (DID) Regression เพื่อประมาณค่าอิทธิพลของมาตรการ (Treatment) ต่อการตัดสินใจลดการเผาโดยใช้ข้อมูล Lab-in-the-field Experiment เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการศึกษาข้อที่ 2

Methodology

การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกร โดยใช้แบบสอบถามครอบคลุมประเด็นคำถามปัจจัย 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเศรษฐกิจสังคมครัวเรือน 2) ด้านลักษณะการผลิต 3) ด้านพฤติกรรมของเกษตรกร ได้แก่ อิทธิพลทางสังคม ความพึงพอใจในความเสีย และความพึงพอใจต่างเวลา และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ได้แก่ สุขภาพ และการรับรู้ผลกระทบของการเผา และการศึกษาอิทธิพลของมาตรการเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลดการเผาของเกษตรกร โดยใช้การทดลองในสนามประดิษฐ์ขึ้น (Lab in the field Experiment) ในรูปแบบของการเล่นเกม เพื่อทดสอบอิทธิพลของการอุดหนุนต่อการตัดสินใจลดการเผาวัสดุเหลือใช้ในแปลงนาข้าวของเกษตรกร ซึ่งมีการทดสอบ 2 มาตรการ ได้แก่ มาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ และมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว ซึ่งมาตรการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มาตรการต่าง ๆ เป็นเพียงสมมติฐานเพื่อการศึกษาเท่านั้น

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Primary Data) การศึกษาครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล 2 แหล่ง คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ดังนี้

1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

1.1.1 การทำ Pre – survey เพื่อหาสาเหตุการเผาในพื้นที่ (Pain Points) ก่อนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในพื้นที่ (Pre – survey) เพื่อหาปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของการเผาวัสดุเหลือใช้จากการทำนา (Pain Points) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะนำไปสู่การสร้างแบบสอบถามและการออกแบบมาตรการได้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่ที่ศึกษา โดยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ ได้แก่ เจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร ผู้นำชุมชน และเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่ พบว่า

(1) การเผาของเกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ เกิดจากปัญหาการจัดการตอซังและฟางข้าวที่มีความยุ่งยาก และใช้ระยะเวลานาน รวมทั้งเกษตรกรมีอาชีพหลักคือการเพาะปลูกข้าว ไม่ได้เลี้ยงปศุสัตว์ ส่งผลให้เกษตรกรไม่ค่อยมีการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวในด้านต่าง ๆ ประกอบกับพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ มีแหล่งน้ำเพียงพอ สามารถเพาะปลูกข้าวได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี เกษตรกรจึงต้องการเร่งจัดการตอซังและฟางข้าวออกจากแปลงนาของตนเองให้เร็วที่สุด เพื่อเตรียมการเพาะปลูกในรอบถัดไป ส่งผลให้เกษตรกรเลือกเผามากกว่าจัดการด้วยวิธีอื่น ๆ ซึ่งการเผาในนาข้าวจะเกิดขึ้นมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ของทุกปี

(2) สาเหตุของการเผา (Pain Points) วัสดุเหลือใช้ในนาข้าวในพื้นที่ 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) มีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด เนื่องจากการไม่เผาตอซังและฟางข้าวจะมีค่าใช้จ่ายจากการอบการไถที่เพิ่มขึ้น 2) เป็นวิธีที่มีความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดเวลา และ 3) มีข้อจำกัดเชิงพื้นที่ ส่งผลให้รถอัดฟางไม่สามารถเข้าไปดำเนินการอัดฟางก่อนในแปลงนาของเกษตรกรได้

(3) หน่วยงานสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในพื้นที่ มีการประชาสัมพันธ์และรณรงค์ขอความร่วมมือให้เกษตรกรงดการเผาในนาข้าว รวมถึงได้จัดกิจกรรมจัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ในการจัดการตอซังและฟางข้าว สาธิตการทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว นอกจากนี้ ยังดำเนินการตรวจเข้มการเผาในพื้นที่ โดยดำเนินการตรวจสอบและจับกุม แต่ดำเนินการได้เพียงจับกุมเพื่อตักเตือนและปรับทัศนคติเท่านั้น

(4) มีการพูดคุยกับเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อหาแนวทางเบื้องต้นในการลดการเผาตอซังและฟางข้าว ซึ่งเกษตรกรมีความคิดเห็นว่าการให้เกษตรกรงดเผา ภาครัฐควรมีมาตรการสนับสนุนให้แก่เกษตรกร อาทิ การอุดหนุนค่าไถกลบ การสนับสนุนปัจจัยการผลิต เช่น สนับสนุนสารจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายตอซังและฟางข้าวได้ รวดเร็วกว่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจทำให้เกษตรกรตัดสินใจไม่เผา

จากสาเหตุของการเผาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเกี่ยวข้องกับต้นทุนในการจัดการตอซังและฟางข้าวที่เพิ่มขึ้นทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่าย รวมทั้งสาเหตุหลักของการเผาในพื้นที่เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์สุทธิทางเศรษฐกิจของเกษตรกร (Private Benefit) ดังนั้น มาตรการที่ใช้ในการทดสอบ จึงเป็นการให้แรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ในเชิงบวก (Positive Incentives) ได้แก่ มาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ และมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว

1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปี ปี เพาะปลูก 2565/66 ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย จังหวัดละ 96 ราย โดยข้อคำถามเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีทั้งคำถามปลายเปิดและปลายปิด ในการเก็บข้อมูลทั่วไปจะเก็บข้อมูลความคิดเห็นของเกษตรกรเกี่ยวกับปัจจัย 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านเศรษฐกิจสังคมครัวเรือน 2) ด้านลักษณะการผลิต 3) ด้านพฤติกรรมของเกษตรกร ได้แก่ อิทธิพลทางสังคม ความพึงพอใจในความเสีย และความพึงพอใจต่อเวลา และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ได้แก่ สุขภาพ ทัศนคติ และการรับรู้ผลกระทบจากการเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกร ตลอดจนความคิดเห็นในอิทธิพลของมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลดการเผาของเกษตรกร

การกำหนดขนาดตัวอย่าง จะคำนวณตามหลัก Power analysis เพื่อทดสอบผลกระทบของมาตรการ โดยใช้แบบจำลอง Logistic Regression ซึ่งคำนวณขนาดของผลกระทบ (Effect size) จากค่า Odds Ratio โดยอ้างอิงจากการศึกษาของ Lopes et al. (2023) ซึ่งศึกษาผลของมาตรการให้เงินอุดหนุนต่อการเผาของเกษตรกรที่ประเทศอินเดีย ซึ่งมีค่า Odds ratio เท่ากับ 0.1177 โดยมีความน่าจะเป็นของการเกิดผลกระทบของมาตรการหรือ $Pr(Y=1|X=1)$ H1 เท่ากับ 0.07 และความน่าจะเป็นของการไม่เกิดผลกระทบของมาตรการ หรือ $Pr(Y=1|X=1)$ H0 เท่ากับ 0.39 ค่า R^2 เท่ากับ 0.20 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) ที่ 0.05 และความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง ($1 - \beta$) หรือ Power เท่ากับ 0.80 ผลจากการคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power จะได้ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 75 ราย อย่างไรก็ตาม เพื่อให้สอดคล้องกับงบประมาณที่ได้รับในการศึกษาและการออกแบบการทดลองที่ต้องมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน จึงได้ทำการขยายตัวอย่างเป็นจำนวนทั้งสิ้น 192 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรจากจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 96 ราย และจังหวัดสุโขทัย จำนวน 96 ราย โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม (Control: C) กลุ่มมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ (Treatment Group 1: T1) และกลุ่ม

มาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว (Treatment Group 2: T2) กลุ่มละ 64 ราย ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Number of Sampled Farmers

Unit: Individual case(s)

Provinces	Control	T1	T2	Total
Phitsanulok	32	32	32	96
Sukhothai	32	32	32	96
Total	64	64	64	192

source: Survey

1.2.2) การทดลองในสนามที่ประดิษฐ์ขึ้น (Lab-in-the-field Experiment) ในรูปแบบของการเล่นเกม เพื่อทดสอบอิทธิพลของการอุดหนุนต่อการตัดสินใจลดการเผาในแปลงนาข้าวของเกษตรกร โดยมีการเก็บข้อมูลจากกิจกรรมการเล่นเกมนอกก่อน เมื่อจบกิจกรรมจึงมีการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยใช้แบบสอบถาม

1.2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากรายงานการศึกษาเอกสารวิชาการ บทความ วิทยานิพนธ์ งานวิจัยต่าง ๆ รวมถึงการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต จากหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน อาทิ กรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) โดยใช้

2.1) สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) อธิบายลักษณะส่วนบุคคลของครัวเรือนเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ความคิดเห็นของเกษตรกร และสถานะการผลิตข้าวนาปี โดยอาศัยเครื่องมือทางสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2.2) สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกรโดยใช้แบบจำลองโลจิส (Logit Model) ใช้โปรแกรม Stata ในการคำนวณผล และวิเคราะห์อิทธิพลของมาตรการจากแบบจำลองเชิงประจักษ์ (Empirical Model) โดยใช้แบบจำลอง Difference in Differences (DID) Regression Model

Results

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกร

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกร ด้วยการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้แบบจำลองโลจิส (Logit Regression Model) พบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกรในจังหวัดพิษณุโลก และสุโขทัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปัจจัยการมีแหล่งน้ำสำหรับเพาะปลูกข้าว พฤติกรรมการตามสังคม ขนาดเนื้อที่นาข้าว และรายได้จากการเพาะปลูกข้าว ส่งผลต่อการตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกรเพิ่มขึ้น ส่วนปัจจัยการเข้าร่วมโครงการด้านเกษตรของกระทรวงเกษตร และสหกรณ์ ส่งผลให้เกษตรกรตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ลดลง ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Estimated Factors Affecting the Burning of Residues in Rice Fields

Variables	Coefficient	St. Err	p-value	Marginal-Effect
Household socio-economic dimension				
Experience in rice cultivation (years)	-0.0283*	0.0170	0.097	-0.0022
Income from rice cultivation (THB per rai)	0.0015***	0.0003	0.000	0.0001
Agricultural Laborers in the household (persons)	0.2461	0.4277	0.565	0.0190
Straw management training	-0.5022	0.6777	0.459	-0.0387
Participation in agricultural programs	-1.3796**	0.6584	0.036	-0.1063
Production characteristics				
Rice field area (rai)	0.0328**	0.0162	0.043	0.0025
Availability of irrigation sources	1.4320**	0.6344	0.024	0.1103
Ownership of a tractor	-0.4654	0.7737	0.547	-0.0359
Farmer behavioral characteristics				
Social conformity behavior	0.1390*	0.0788	0.087	0.0104
Risk-seeking behavior in the domain of losses	-0.4643	0.3528	0.188	-0.0358
Discount rate (ratio)	4.2964	3.3628	0.201	0.3311
Environmental and health aspects				
Presence of chronic respiratory diseases	0.0129	1.0000	0.990	0.0001
Perception of impacts from burning	-0.7586**	0.3779	0.045	-0.0585
Constant	-2.8635	5.6606	0.613	-

Note: * indicates statistical significance at the 0.10 level.

** indicates statistical significance at the 0.05 level.

*** indicates statistical significance at the 0.01 level.

Source: Calculated by the author(s)

2. อิทธิพลของมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลดการเผาของเกษตรกร

ได้กำหนดมาตรการที่มีผลต่อการตัดสินใจลดการเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกร จำนวน 2 มาตรการ ได้แก่ 1) มาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ และ 2) มาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว โดยใช้แบบจำลอง Difference in Difference regression Model (DID regression) และค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effects) ในแบบจำลองที่ 1 แสดงผลการทดสอบ โดยไม่ใส่ตัวแปรควบคุมลักษณะเกษตรกร (Control variables) และแบบจำลองที่ 2 ใส่ตัวแปรควบคุมลักษณะเกษตรกรที่อาจเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ จำนวน 12 ตัวแปร ได้แก่ 1) ประสบการณ์ในการเพาะปลูกข้าว 2) รายได้จากการเพาะปลูกข้าว 3) จำนวนแรงงานเกษตรในครัวเรือน 4) การเข้าร่วมอบรมการจัดการตอซังและฟางข้าว 5) การเข้าร่วมโครงการด้านเกษตรของภาครัฐ 6) ขนาดเนื้อที่นาข้าว 7) การมีแหล่งน้ำสำหรับเพาะปลูกข้าว 8) การมีรถแทรกเตอร์ 9) พฤติกรรมการตามลั้งคม 10) พฤติกรรมชอบความเสี่ยงในมิติ

การสูญเสีย 11) การมีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และ 12) การรับรู้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเผาซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการทดสอบในแบบจำลองที่ 1 พบว่า ในช่วงที่เกษตรกรได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบและมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว (Phase 2) สามารถลดการเผาของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 โดยกลุ่มที่ได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ มีแนวโน้มในการลดการเผาตอซังและฟางข้าว (ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ $T1 \times P2 = -1.082$) ซึ่งจากค่า Marginal Effect แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่ได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ มีโอกาสลดการเผา ร้อยละ 18.41 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Control) และกลุ่มที่ได้รับมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว มีแนวโน้มในการลดการเผาตอซังและฟางข้าว (ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ $T2 \times P2 = -0.800$) ซึ่งจากค่า Marginal Effect แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่ได้รับมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว มีโอกาสลดการเผา ร้อยละ 13.61 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Control)

2) ผลการทดสอบในแบบจำลองที่ 2 ซึ่งเพิ่มตัวแปรควบคุมเกี่ยวกับคุณลักษณะที่มีอิทธิพลต่อเกษตรกรในแบบจำลอง ซึ่งจากผลการทดสอบ พบว่า ในช่วงที่เกษตรกรได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ และมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว (Phase 2) สามารถลดการเผาของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 โดยกลุ่มที่ได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ มีแนวโน้มในการลดการเผาตอซังและฟางข้าว (ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ $T1 \times P2 = -1.094$) ซึ่งจากค่า Marginal Effect แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่ได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ มีโอกาสลดการเผา ร้อยละ 18.67 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Control) และกลุ่มที่ได้รับมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว มีแนวโน้มในการลดการเผาตอซังและฟางข้าว (ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ $T2 \times P2 = -0.795$) ซึ่งจากค่า Marginal Effect แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่ได้รับมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว มีโอกาสลดการเผา ร้อยละ 13.55 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Control) ดังแสดงใน Table 3 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าผลการศึกษามีเปลี่ยนแปลงจากแบบจำลองที่ 1 จึงสรุปได้ว่ามาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ และมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว ส่งผลต่อการตัดสินใจเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวของเกษตรกรที่ลดลง

สำหรับผลกระทบของมาตรการต่อแรงจูงใจภายในในการลดการเผาของเกษตรกร (Crowding in/ Crowding out Effect) การทดสอบผลกระทบของมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ (T1) และมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว (T2) ต่อแรงจูงใจภายในของเกษตรกรในการตัดสินใจลดการเผาในนาข้าว เพื่อประโยชน์ของสังคม (Social preference) สามารถลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้เมื่อยกเลิกการใช้มาตรการ โดยสามารถพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของเกษตรกรในกลุ่ม $T1 \times P3$ และ $T2 \times P3$ ซึ่งหากค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก (+) หมายความว่ามาตรการดังกล่าว ส่งผลให้แรงจูงใจภายในของเกษตรกรลดลง (Crowding out) กล่าวคือ เมื่อยกเลิกการใช้มาตรการใด ๆ แต่เกษตรกรยังมีแรงจูงใจจากภายในของตนเองในการตัดสินใจไม่ลดการเผาตอซังและฟางข้าวในนาข้าวของตนเอง เพื่อประโยชน์ของสังคม และหากค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ (-) หมายความว่ามาตรการดังกล่าว ส่งผลให้แรงจูงใจภายในของเกษตรกรเพิ่มขึ้น (Crowding in) กล่าวคือ เมื่อยกเลิกการใช้มาตรการใด ๆ แต่เกษตรกรยังมีแรงจูงใจจากภายในของตนเองในการตัดสินใจลดการเผาตอซังและฟางข้าวในนาข้าวของตนเอง เพื่อประโยชน์ของสังคม จากผลการทดสอบ พบว่า การใช้มาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ และมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว ส่งผลต่อการตัดสินใจให้เกษตรกรลดการเผาตอซังและฟางข้าว แต่ไม่ก่อให้เกิดความยั่งยืน เนื่องจากหากยกเลิกการใช้มาตรการดังกล่าว จะส่งผลให้เกษตรกรตัดสินใจไม่ลดการเผาตอซังและฟางข้าวในนาข้าวของตนเอง เพื่อประโยชน์ของสังคม

Table 3 Estimated Effects of the Measures Using a Difference-in-Differences Regression Model

Items	Model 1				Model 2			
	Coefficient	St. Err	p-value	Marginal Effect	Coefficient	St. Err	p-value	Marginal Effect
Treatment: T								
subsidy treatment (T1)	- 0.767	0.360	0.032	- 0.131	- 0.721	0.328	0.028	- 0.123
subsidy treatment (T2)	- 0.768	0.368	0.037	- 0.131	- 0.859	0.357	0.016	- 0.148
Phase: P								
P2	0.096	0.313	0.760	0.016	0.097	0.312	0.757	0.016
P3	- 0.247	0.434	0.570	- 0.041	- 0.245	0.432	0.571	- 0.041
Treatment x Phase								
T1 x P2	- 1.082***	0.404	0.007	- 0.184	- 1.094***	0.403	0.007	- 0.187
T2 x P2	- 0.800***	0.310	0.010	- 0.136	- 0.795***	0.307	0.010	- 0.136
T1 x P3	1.104***	0.348	0.002	0.188	1.107***	0.349	0.002	0.189
T2 x P3	0.835**	0.374	0.025	0.142	0.830**	0.373	0.026	0.142
monitored in the previous round	- 0.018	0.142	0.900	- 0.003	- 0.014	0.143	0.923	- 0.002
round	0.011	0.068	0.869	0.002	0.011	0.067	0.871	0.002
Constant	0.767	0.271	0.005		- 1.008	1.342	0.452	
Other control variables	<i>not available</i>				<i>available</i>			

Note: ** indicates statistical significance at the 0.05 level.

*** indicates statistical significance at the 0.01 level.

Source: Calculated by the author(s)

Conclusion and Discussion

ปัจจัยที่ส่งผลให้เกษตรกรตัดสินใจเผาเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การมีแหล่งน้ำสำหรับเพาะปลูกข้าว เนื่องจากการที่เกษตรกรมีแหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวเพียงพอ ไม่ได้อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้เกษตรกรสามารถเพาะปลูกข้าวได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี จึงต้องการเร่งเตรียมพื้นที่สำหรับเพาะปลูกข้าวในรอบถัดไป ซึ่งการเผาเป็นวิธีที่มีความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดเวลา ส่วนปัจจัยที่ส่งผลให้เกษตรกรตัดสินใจเผาลดลงมากที่สุด คือ การเข้าร่วมโครงการด้านการเกษตร ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เนื่องจากเกษตรกรได้เข้าร่วมหรือเป็นสมาชิกโครงการด้านการเกษตรต่าง ๆ ของหน่วยงานสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในพื้นที่ อาทิ โครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ โครงการส่งเสริมเกษตรทฤษฎีใหม่ ฯลฯ ซึ่งเกษตรกรได้รับการอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้และวิธีปฏิบัติด้านการจัดการตอซังและฟางข้าวที่ถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้น สำหรับอิทธิพลของมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลดการเผาของเกษตรกร พบว่า กลุ่มเกษตรกรที่ได้รับมาตรการอุดหนุนค่าไถกลบ มีโอกาสลดการเผาได้ถึงร้อยละ 18.41 ส่วนกลุ่มที่ได้รับมาตรการสนับสนุนหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังและฟางข้าว มีโอกาสลดการเผาวัสดุเหลือใช้ในนาข้าวลงได้ถึงร้อยละ 13.61 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Control group) หรือกลุ่มที่ไม่ได้รับมาตรการ ส่วนผลการทดสอบผลกระทบจากการหักล้างแรงจูงใจภายใน (Crowding out) ในกรณีที่มีการยกเลิกทั้ง 2 มาตรการดังกล่าว พบว่า มีแนวโน้มที่เกษตรกรจะตัดสินใจเพิ่มการเผาตอซังและฟางข้าวมากขึ้น และยังส่งผลให้แรงจูงใจจากภายในของเกษตรกรลดลง (Crowding out) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ ภาครัฐควรสนับสนุนมาตรการจูงใจในรูปแบบที่ไม่ใช้เงินอุดหนุน เนื่องจากเป็นมาตรการไม่ก่อให้เกิดความยั่งยืน แต่ยังส่งผลให้เกษตรกรได้ประโยชน์จากการไม่เผาตอซังและฟางข้าว อาทิ สิทธิในการเข้าร่วมกิจกรรมหรือโครงการของภาครัฐก่อนเกษตรกรที่มีการเผา และควรเร่งวิจัยและพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง สามารถใช้ย่อยสลายตอซังและฟางข้าวได้รวดเร็วกว่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรตัดสินใจลดการเผาตอซังและฟางข้าวให้มากขึ้น มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรรายย่อยเข้ามามีส่วนร่วมในโครงการด้านการเกษตรให้มากขึ้น รวมทั้งสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ อาทิ การผลิตปุ๋ยหมักจากตอซังและฟางข้าว และการสาธิตการไถกลบ ฯลฯ นอกจากนี้ ควรมุ่งเน้นประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างการรับรู้ให้เกษตรกรตระหนักถึงผลกระทบทางลบที่เกิดขึ้นจากการเผาตอซังและฟางข้าวให้มากขึ้น ในส่วนของเกษตรกร ควรเน้นการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรที่สามารถสลายตอซังและฟางข้าวได้ง่ายขึ้น มีการวางแผนการบริหารจัดการแปลงนาข้าวของตนเองให้มีความเหมาะสม เพื่อจัดการตอซังและฟางข้าวด้วยวิธีการไม่เผาให้ทันต่อการเพาะปลูกข้าวในรอบถัดไป นอกจากนี้ ควรให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมโครงการด้านเกษตรต่าง ๆ ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในแปลงนาข้าวของตนเองให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงนำฟางข้าวมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนให้มากขึ้น เพื่อลดการเผาวัสดุเหลือใช้ใ้ในนาข้าว ลดต้นทุนการผลิต และสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ครัวเรือน

Acknowledgements

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดสุโขทัย รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐที่ให้ความอนุเคราะห์ในการนัดหมายเกษตรกร และให้ใช้สถานที่ในการจัดกิจกรรมการวิจัยเชิงทดลองในสนามที่ประดิษฐ์ขึ้น (Lab-in-the-field Experiment) เพื่อระดมความคิดเห็น และสัมภาษณ์ข้อมูลเกษตรกร ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะเป็นอย่างดี นอกจากนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยและประเมินผล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์และแนะนำในด้านวิชาการจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

References

- Sena-rak, C. (2011). Economic theories on negative externalities and maritime transportation. *Journal of Economics and Management Strategy*, 101–111. (In Thai)
- Charungrattanapong, R. (2023). *Introduction to behavioral economics*. Bangkok: Sukhothai Thammathirat Open University Press. (In Thai)
- Charungrattanapong, R., et al. (2023). *The hidden cost of financial incentives: Do financial incentives undermine cooperative motivation?*. Bangkok: National Research Council of Thailand (NRCT). (In Thai)
- Saenglerdsawai, S. (2022). *Economic valuation of natural resources and the environment: Direct preference elicitation methods*. Bangkok: Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University. (In Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2022). *Definitions of agricultural statistical data*. Agricultural Information Center, Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (In Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2023). *The situation of major agricultural commodities and trends for 2024*. Agricultural Economics Research Office, Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (In Thai)

Office of Agricultural Economics. (2023). *Agricultural statistics of Thailand 2023*. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. (In Thai)

Lopes, A. A., Tasneem, D., & Viriyavipart, A. (2023). *Nudges and compensation: Evaluating experimental evidence on controlling rice straw burning*. Ecological Economics, 204.