



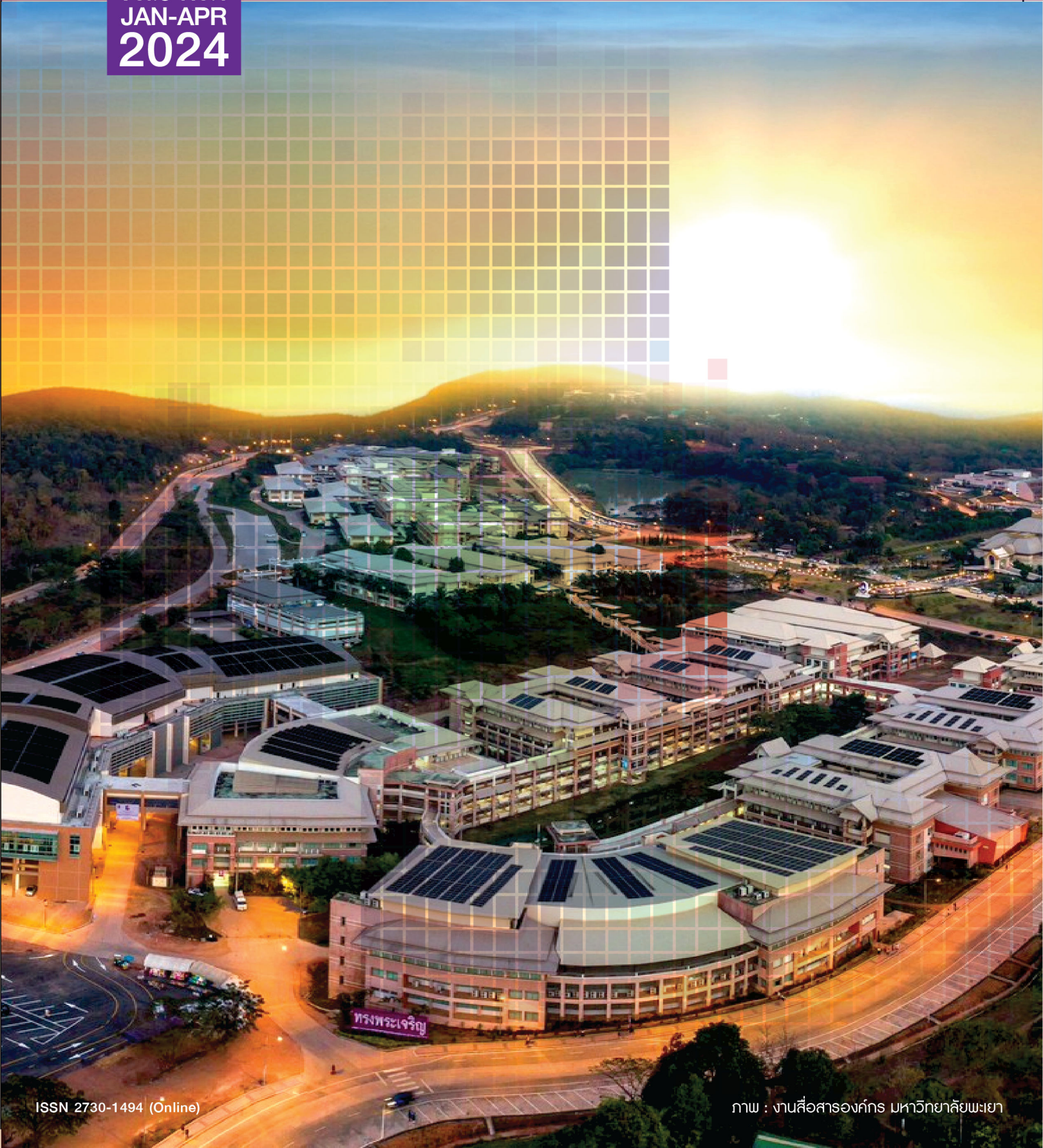
JSID

The Journal of Spatial Innovation Development

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1
ม.ค.-เม.ย. 2567

Vol.5 No.1
JAN-APR
2024

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา





วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

The Journal of Spatial Innovation Development (JSID)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2567

Vol.5, No.1, January – April, 2024

ISSN: 2730-1494 (Online)

1. ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ เชื้อสุวรรณ

ศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ

2. คณะทำงานวารสารวิชาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

2.1 บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว

2.2 รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น

2.3 กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.มนัส สุวรรณ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ เหล่าสุวรรณ

รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา นาคะภากร

รองศาสตราจารย์ ดร.มานัส ศรีวัณิช

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จีฟู

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ลิ้มปิยากร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา ภูมิพะกาญจนะ โรแบร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต แสงประดิษฐ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาติยะ พัฒนาคักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ ปันบำรุงกิจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอื้อต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูลำโรง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประसार อินทเจริญ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมมสรรพ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาพ แพงวังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรุตม์ นาที	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นครศ ชัยแก้ว	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.รัชพล สัมพุทธานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.ดิณณ์ ธีรกุลโตมร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.สิปปกานต์ กัดสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตรี
ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.จิราพร กุลสุนทรรัตน์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.ธิดาภัทร อนุชาญ	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์ชัชพงศ์ ภาชนะพรรณ	มหาวิทยาลัยพะเยา

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

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมินบทความ
วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)
ประจำปี ที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2567
(Vol.5, No.1, January – April, 2024)

รายชื่อ	หน่วยงาน
รองศาสตราจารย์ ดร. สุพัตรา พุฒินาวรัตน์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์วรา รัตนโอภาส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกนก โกศลสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิพัชร เมฆรา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต แสงประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาสพงษ์ ฐิตานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาพ พงษ์วังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรุตม์ นาทิ	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สารวิ จุลแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ดร.ดิณณ์ ธีรกุลโตมร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.ปกรณ จันทน์อินทร์	มหาวิทยาลัยราชชมงคลล้านนา น่าน
ดร.วราวุธ อ้วนโพธิ์กลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.เกวรินทร์ จันทน์คำ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ภูริต มีพร้อม	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.เสถียร หันตา	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.ณณวิสา นันทา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.พิมพ์ไพ ขาวขำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ดร.ศศิกันต์ ไพลกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.มนตรี พิมพ์ใจ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.สิริวรรณ รวมแก้ว	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.รัชพล สัมพุทธานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.ธิดาภัทร อนุชาญ	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์พรสวรรค์ ชัยมีแรง	มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ได้เผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ ด้านนวัตกรรม เทคโนโลยี องค์ความรู้ กระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนา แก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อพื้นที่ องค์การ หน่วยงาน และชุมชนท้องถิ่น ปัจจุบันวารสารผ่านการประเมินจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย อยู่ในฐาน 2 (TCI2) ทุกบทความจะผ่านขั้นตอนกระบวนการพิจารณาจากกองบรรณาธิการ ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review) เพื่อประเมินคุณภาพบทความ แล้วส่งกลับไปยังผู้พิมพ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนการตีพิมพ์

วารสารฯ เข้าสู่ปีที่ 5 ในฉบับที่ 1 เนื้อหาประกอบด้วย 8 บทความวิจัย เป็นการประยุกต์องค์ความรู้เชิงพื้นที่หรือภูมิสารสนเทศ 3 บทความ ได้แก่ 1. การประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนสาธารณะในเมือง กรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม 2. อุณหภูมิพื้นผิว ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน และความสัมพันธ์ บริเวณเทศบาลเมืองน่านและตำบลช้างเคียง จังหวัดน่าน และ 3. การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินพื้นที่บุกรุกในอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว จังหวัดอุดรธานี งานการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (R2R) 2 บทความ ได้แก่ 1. การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา และ 2. การพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet และบทความทางด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 3 บทความ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อพัฒนาเป็นห่วงโซ่คุณค่าใหม่และโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ 2. ระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท และ 3. การจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน และ หวังว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และนักวิชาการในงานด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและศาสตร์สาขาอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

ในนามกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้พิมพ์ทุกท่านที่ได้ส่งบทความเข้ารับการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาในการพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความ ตลอดจนคณะที่ปรึกษา ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านจนทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งหมายไว้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิจัย

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา	1
พลพิทักษ์ อินต๊ะสอน, อนุพงศ์ หลวงโย และ ธิดาภรณ์ อนุชาญ	
การประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนสาธารณะในเมือง	19
กรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม	
วันชัยพร รุ่งแจ้ง, ภาติยะ พัฒนาคักดี และ ณัฐกานต์ ภูมิโคกรักษ์	
ระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท	34
เกสรดา เพชรกระจ่าง, อรรถพล คงหวาน, ปิยะพร มูลทองชุน,	
นงนาฏ ระวีวงศ์ และ พงศกร เจริญเนตรกุล	
การพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์	47
มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet	
ศัทธิยา วันโน	
การจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน	60
แก้วใจ อาภรณ์พิศาล, ชีรภัทร เกตุสม, อรณิชา เทียนทอง, และ ชุตติพงษ์ สามงามเสื่อ	
อุณหภูมิพื้นผิว ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน และความสัมพันธ์ บริเวณเทศบาลเมือง	73
น่านและตำบลช้างเคี้ยว จังหวัดน่าน	
จิราพร กุลสุนทรรัตน์, พิชพร สายะหมี่, วิภาพ แสงวังทอง และ ณัฐพงษ์ พวงแก้ว	
การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อพัฒนาเป็นห่วงโซ่	92
คุณค่าใหม่และโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่	
จิตติคุณ นิยมสิริ, ปวีณา แดงวิรุฬห์, ภาณุพงษ์ อินต๊ะวงศ์ และ Harloi Fajardo Tungao	
การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินพื้นที่ปลูกรุกในอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว จังหวัดอุดรธานี	109
วุฒิพงษ์ นิลจันทร์, ฟารุต ใจทัศน์กุล, ธิดาภรณ์ อนุชาญ และ นิติ เอี่ยมชื่น	
คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์	124

Table of Contents

Research Article

The Web Application Development for Direct Admission (Teacher Counseling Quota) at the University of Phayao <i>Ponpitak Intasorn, Anupong Loungyo and Thidapath Anucharn</i>	1
Estimation of Above Ground Carbon Sequestration in Urban Public Park: A Case Study of Nakhon Pathom Municipality Youth Center, Nakorn Pathom Province, <i>Wanatchaporn Rungjaeng, Patiya Pattanasak and Nutthakarn Phumkokrux</i>	19
Appointments and Communication System for Healthcare with a Chatbot <i>Ketsara Phetkrachang, Authapon Kongwan, Piyaporn Multongchun, Nongnard Rawangwong and Pongsagorn Chalearnnetkul</i>	34
Development of Financial Document Tracking System, Income Budget of School of Allied Health Sciences, University of Phayao by Google Sheet <i>Khattariya Wanno</i>	47
Classification of Caladium by Image Processing on the Mobile Application <i>Kaewjai Apornpisarn, Teerapat Kedsom, Ornicha Theanthong and Chutipong Samgamsue</i>	60
Land Surface Temperature, Land Cover Spectral Indices, and Their Correlations, Nan Town Municipality and Adjacent Sub-Districts, Nan Province <i>Jiraporn Kulsoontornrat, Phatcharaporn Sayamee, Wipop Pangewangtong and Nattapong Puangkaew</i>	73
Analysis of the Tourism Supply Chain and Community Products to Develop a New Value Chain and Business Model Under the New Normal of Phrao District, Chiang Mai Province <i>Jittikhun Niyomsiri, Paveena Dangviroon, Panupong Intawong and Harloi Fajardo Tungao</i>	92
Utilization of Geoinformatics to Assess Encroachment Areas in Phu Soi Dao National Park, Uttaradit Province <i>Wuttipong Ninjun, Pharuit Jaitaskul, Thidapath Anucharn and Niti Iamchuen</i>	109
Instruction for Author	124

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา พลพิทักษ์ อินต๊ะสอน^{1*}, อนูปงค์ หลวงโย² และ ธิดาภัทร อนุชาญ³

The Web Application Development for Direct Admission (Teacher Counseling Quota) at the University of Phayao

Ponpitak Intasorn^{1*}, Anupong Loungyo² and Thidapath Anucharn³

¹ Division of Education Service, University of Phayao, Phayao, 56000

² Center for Information Technology Services, Mae Fah Luang University, Chiangrai, 57100

³ School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

* Corresponding author: ponpitak.in@up.ac.th

Received: October 4, 2023; Revised: December 12, 2023; Accepted: December 13, 2023

บทคัดย่อ

โครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา ระบบเดิมงานครูแนะแนวจะดำเนินการส่งเอกสารในรูปแบบกระดาษมายังมหาวิทยาลัยพะเยา จากนั้นเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาจะดำเนินการรับเอกสาร มีจำนวนมาก อีกทั้งการจัดส่งเอกสารอาจมีโอกาสดผิดพลาด ทำให้นักเรียนสูญเสียโอกาสทางการศึกษา ทำให้เกิดความยุ่งยาก ซ้ำซ้อน และเพิ่มภาระงาน ค่าใช้จ่ายให้กับครูแนะแนว โดยการจัดเก็บในรูปแบบเอกสารต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ ต้องการความปลอดภัยสูง และมีโอกาสดผิดพลาดในการตรวจสอบเอกสาร จากเอกสารที่มีจำนวน 53,247 ฉบับ งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา 2) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดขั้นตอนในการดำเนินงานของครูแนะแนวและเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา ขั้นตอนสำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วยส่วน Front-End ที่พัฒนาโดยภาษา JavaScript, HTML, CSS และ Bootstrap Framework ส่วน Back-End พัฒนาโดยภาษา PHP, Phalcon Framework ในส่วนของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ใช้ระบบฐานข้อมูล Microsoft SQL Server ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา ผลการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) เว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา มีการแบ่งสิทธิ์ของผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มครูแนะแนว และกลุ่มเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา 2) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: โครงการรับตรง, โควตาครูแนะแนว, มหาวิทยาลัยพะเยา, เว็บแอปพลิเคชัน

¹ กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² ศูนย์บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย 57100

³ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

Previously, Teacher counseling used to submit documents in paper format to University of Phayao. Subsequently, the admissions office had to manage the reception of a substantial volume of documents, leading to increased complexity and a heightened burden on the counseling staff. This process incurred additional expenses for the guidance counselors. Additionally, the paper-based document storage required considerable physical space and posed a high-security risk, with a likelihood of errors during document verification. A total of 53,247 documents. The primary objective of this study was to create a web application for the Direct Admission (Teacher Counseling Quota) project at the University of Phayao. 2) To evaluate user satisfaction with the web application for the Direct Admission (Teacher Counseling Quota) project at the University of Phayao. The primary objective of the web application's creation is to optimize efficiency and streamline the operational procedures undertaken by academic counselors and admission authorities. The objective is to create a web application that comprises Front-End components constructed with JavaScript, HTML, CSS, and Bootstrap, as well as Back-End components produced using PHP and the Phalcon Framework. Microsoft SQL Server is commonly employed in the field of relational databases. 2) Assess the level of user satisfaction pertaining to the utilization of the web application for the Direct Admission (Teacher Counseling Quota) initiative at the University of Phayao, which has been developed in the format of a web-based application. The outcomes of this study comprise the creation of a web application and the implementation of a satisfaction questionnaire. The statistical measures employed in this study encompass the calculation of the mean and standard deviation. According to the research findings, the online application utilized in the Direct Admission (Teacher Counseling Quota) initiative at the University of Phayao segregates user roles into two distinct categories: academic counselors and admission officers. The study of user satisfaction resulted in an average score of 4.53, with a standard deviation of 0.53. These findings suggest that the system is extremely successful and may be categorized as "very good."

Keywords: Direct Admission, Teacher Counseling Quota, University of Phayao, Web application

บทนำ

ปัจจุบันการศึกษานับว่ามีความสำคัญมากต่อการพัฒนาบุคคล และเป็นสิ่งที่ทุกคนแสวงหาองค์ความรู้เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินชีวิต การทำงาน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กำหนดรูปแบบการศึกษา 3 รูปแบบ คือ การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย โดยการศึกษาในระบบ เป็นการศึกษากำหนดจุดมุ่งหมาย วิธีการศึกษา หลักสูตรระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการสำเร็จการศึกษาที่แน่นอน การศึกษานอกระบบ เป็นการศึกษามีความยืดหยุ่นในการกำหนดจุดมุ่งหมายรูปแบบ วิธีการจัดการศึกษา ระยะเวลาของการศึกษา การวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญของการสำเร็จการศึกษา โดยเนื้อหาและหลักสูตรจะต้องมีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของบุคคลแต่ละกลุ่ม การศึกษาตามอัธยาศัย เป็นการศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ คักยภาพ ความพร้อม และโอกาสโดยศึกษาจากบุคคล ประสบการณ์ สังคม สภาพแวดล้อม สื่อ หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ทั้งนี้มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นมหาวิทยาลัยที่จัดตั้งขึ้นเพื่อเป็นการกระจายโอกาสทางการศึกษาให้แก่นักเรียนในภูมิภาคต่าง ๆ

ให้ได้รับการศึกษาเท่าเทียมกับนักเรียนที่อยู่ในเมือง โดยให้โอกาสนักเรียนตามภูมิภาคต่าง ๆ ได้มีโอกาสเข้าเรียนในหลักสูตร สาขาที่ตนเองสนใจหรือชอบตามศักยภาพของนักเรียน

มหาวิทยาลัยพะเยาเปิดรับสมัครนักเรียนเพื่อคัดเลือกเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยพะเยา ระดับปริญญาตรี โครงการรับตรง 10% ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 โดยในปีการศึกษา 2564 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น โครงการรับตรงมหาวิทยาลัยพะเยา (โควตาครูแนะแนว) ซึ่งเป็นโครงการที่กระจายโอกาสทางการศึกษาให้กับนักเรียนที่กำลังจะสำเร็จการศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อเข้าสู่การศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยระบบเดิมนั้นครูแนะแนวจะดำเนินการส่งเอกสารในรูปแบบกระดาษมายังมหาวิทยาลัยพะเยา จากนั้นเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาจะดำเนินการรับเอกสารซึ่งมีจำนวนมาก ทำให้เกิดความยุ่งยาก ช้าช้อน การจัดส่งเอกสารมายังมหาวิทยาลัยพะเยา มีโอกาสผิดพลาด ทำให้นักเรียนสูญเสียโอกาสทางการศึกษา รวมถึงเป็นการเพิ่มภาระ และค่าใช้จ่ายในการจัดส่งให้กับครูแนะแนว การจัดเก็บในรูปแบบเอกสารต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บเป็นจำนวนมากและต้องการความปลอดภัยสูง ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคต่อการจัดเก็บ มีโอกาสผิดพลาดในการตรวจสอบเอกสาร และใช้เวลาในการค้นหาเมื่อต้องการข้อมูลเร่งด่วน มีความเสี่ยงต่อการสูญหายหรือเสียหายจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม จากเอกสารที่มีจำนวน 53,247 ฉบับ ในยุคปัจจุบัน ระบบการสื่อสารได้ก้าวข้ามสู่ยุคไร้พรมแดน ที่ทำให้ผู้คนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็วผ่านเทคโนโลยีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่มีการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ทั่วโลกด้วยระบบสายหรือไร้สายมีบทบาทสำคัญในการทำงานและการสื่อสารในทุกด้านของสังคม การทำงานผ่านระบบเครือข่ายบนอินเทอร์เน็ตเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงในสถาบันการศึกษา เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกและประสิทธิภาพในการบริการและจัดการในด้านต่าง ๆ

จากความสำคัญดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการทำวิจัยครั้งนี้ ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดขั้นตอนในการดำเนินงานของครูแนะแนวและเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาโดยประกอบด้วยส่วน Front-End ที่พัฒนาโดยภาษา JavaScript, HTML, CSS, Bootstrap Framework ส่วน Back-End พัฒนาโดยภาษา PHP, Phalcon Framework ในส่วนของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ใช้ระบบฐานข้อมูล Microsoft SQL Server ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัย

พะเยา

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา จากการศึกษาพบว่าม้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ และปัจจัยที่มีการใช้ในการพัฒนาระบบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

บทความเกี่ยวกับการพัฒนาระบบ	กระบวนการพัฒนาระบบ	ภาษาที่ใช้พัฒนาระบบ		ระบบฐานข้อมูล
บทความ	พัฒนาระบบ	Front-End	Back-End	
วงศ์สุวรรณ ศรีมนตรัสง่า (2565)	-AgileSDLC Methodology	-JavaScript, -Vue.js 2 Framework	-PHP 7	-MySQL6, -MariaDB 10.5
สละสิทธิ์ สะแอ, โซเพียร โต๊ะกูเบ และอัจฉราพร ยกขุน (2566)	-SDLC	-Java Script, -Bootstrap Framework	-PHP	-MySQL
อมีนา นายนสุวรรณ ชุมพล จันทร์ฉลอง (2566)	-SDLC	-	-PHP	-MySQL
จารุกิตติ์ สายสิงห์ (2565)	-SDLC -UML	-	-	-
เพียรทิพย์ ศรีสุธรรม, รัตนาสิริ้ง นาวารัตน์ และณัฐภูมิ นทีบจันทร์กริ (2565)	-	-HTML -CSS -jQuery	-PHP	-MySQL โปรแกรม XAMPP
วุฒิกัทร พงษ์เพชร, อภิชาติ จำปา และอัจฉริยา ทุมพานิชย์ (2566)	-AgileSDLC Methodology	-HTML, -CSS, -JavaScript, -Bootstrap Framework	-PHP	-MySQL

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ข้อมูลเข้า (Input)	กระบวนการ (Process)	ปัจจัยออก (Output)
ข้อมูลผู้สมัคร โครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา	1. วิเคราะห์ปัญหา ศึกษาขั้นตอนกระบวนการทำงาน ในปัจจุบัน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง	1.เว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา
	2. ออกแบบ และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน	
	Front-end: JavaScript, HTML, CSS, Bootstrap Framework Back-end: PHP, Phalcon Framework	2.ความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา
	ฐานข้อมูล: Microsoft SQL Server จากนั้นทดสอบกระบวนการทำงาน และทำสรุปจัดทำเอกสาร คู่มือการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา	
	3. ประเมินความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา	

รายละเอียดมีดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหา ศึกษาขั้นตอนกระบวนการทำงานในปัจจุบัน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากผลการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาปัญหา ความต้องการของผู้ใช้งาน นำมาวิเคราะห์เป็นความต้องการของระบบที่จะพัฒนาขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับเทคโนโลยีปัจจุบัน โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเทคนิค คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ภาษาและเทคนิคต่าง ๆ รวมถึงวิเคราะห์การใช้งานของผู้ใช้งานในแต่ละกลุ่ม โดยนำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไปกำหนดเป็นข้อกำหนดของระบบและการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งมีการแบ่งสิทธิ์การใช้งานเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. ครูแนะแนว สามารถบันทึกข้อมูลส่วนตัวของครูแนะแนว ช่องทางการติดต่อ และจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 ปีการศึกษาปัจจุบัน ดูข้อมูลผู้สมัครในโครงการรับตรงมหาวิทยาลัยพะเยา (โควตาครูแนะแนว) บันทึกผลการคัดเลือก ยืนยันผลการคัดเลือก ตรวจสอบสถานะการส่งผลการคัดเลือก ตรวจสอบผลการคัดเลือกของผู้สมัคร ตรวจสอบผลการเรียนของนักเรียนที่ผ่านการคัดเลือกจากโครงการรับตรงมหาวิทยาลัยพะเยา (โควตาครูแนะแนว) โดยมีครูแนะแนว จำนวน 346 ท่าน ซึ่ง Username และ Password ของระบบจะถูกดำเนินการสร้างโดยเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา และดำเนินการจัดส่งให้ครูแนะแนวผ่านช่องทางการติดต่อระหว่างครูแนะแนวและเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา

2. เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา จำนวน 4 ท่าน โดยเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาจะสามารถเข้าใช้งานโดยใช้ UP Account ที่กำหนดขึ้นโดยมหาวิทยาลัยพะเยา โดยสามารถตั้งค่าเว็บแอปพลิเคชัน บันทึกผลการคัดเลือกจากครูแนะแนว รายงานสรุปผลการส่งข้อมูลและดูรายละเอียดข้อมูลผู้สมัคร

จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการมอบหมายให้เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา ตรวจสอบกระบวนการการทำงาน ของเว็บแอปพลิเคชัน และสิทธิ์การใช้งานอีกครั้ง เพื่อให้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ กระบวนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันที่กำลังจะพัฒนาขึ้น

2. ออกแบบ และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยนำผลจากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหามาดำเนินการออกแบบแผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลในภาพรวม (Context Diagram) แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram) แผนผังความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูล (ER-Diagram) รวมถึงการออกแบบ User Interface นำเข้าข้อมูล/การบันทึกข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การออกแบบรายงาน จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ได้จากการวิเคราะห์และการออกแบบ โดยผู้วิจัยได้แบ่งแยกงานออกเป็นส่วนย่อย เรียงลำดับความสำคัญตามความต้องการของผู้ใช้งาน และได้พัฒนาในส่วนที่สำคัญที่สุดให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งาน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน แบ่งการพัฒนาเป็น 2 ส่วน ได้แก่ Front-end เป็นส่วนหนึ่งของเว็บแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้งานมองเห็น และสามารถโต้ตอบได้ เช่น กดปุ่ม กรอกแบบฟอร์ม หรือรูปภาพต่าง ๆ พัฒนาโดยภาษา JavaScript, HTML, CSS โดยใช้ Bootstrap Framework ในส่วนของ Back-end ส่วนของการทำงานเบื้องหลัง เช่น การเชื่อมต่อฐานข้อมูลและโครงสร้างพื้นฐาน (Morris, 2023) ซึ่งพัฒนาขึ้นด้วยภาษา PHP โดยใช้ Phalcon Framework เนื่องจาก Phalcon Framework รองรับทุกขั้นตอนของการพัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น การออกแบบ UI ฐานข้อมูล การทดสอบ มีโครงสร้างแบบ MVC (Model-View-Controller) ทำให้การพัฒนาและแก้ไขได้ง่ายขึ้น รองรับ ORM (Object-Relational Mapping) ที่ทำให้ง่ายต่อการทำงานกับฐานข้อมูล มีระบบแคชที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดึงข้อมูล (tutorialspoint, 2023) ในส่วนของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ใช้ระบบฐานข้อมูล Microsoft SQL Server จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข ทดสอบการทำงาน

ของเว็บแอปพลิเคชันจนแน่ใจว่ามีการรับส่งข้อมูลถูกต้อง ไม่มีข้อผิดพลาด และให้เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา จำนวน 4 ท่าน ทดสอบใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน รวมถึงสัมภาษณ์เพื่อนำผลมาปรับปรุงให้สอดคล้องกับข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้ และท้ายสุดจัดทำเอกสารคู่มือการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยคู่มือการใช้งานประกอบด้วย คู่มือการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับครูแนะแนว และคู่มือการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา ความปลอดภัยของข้อมูลและการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เป็นสิ่งสำคัญต่อการถูกเข้าถึงหรือโจมตีจากบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาต ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคโนโลยีที่ปัจจุบัน และได้ดำเนินการกำหนดความปลอดภัยของการสื่อสารระหว่าง Client-Server (https) ปรับปรุงบำรุงรักษาระบบ สำรองข้อมูล การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่อง มีการกำหนดสิทธิ์การใช้งาน โดยครูแนะแนวจะเห็นเฉพาะข้อมูลนักเรียนในสังกัดโรงเรียนครูแนะแนวเท่านั้น เช่น ข้อมูลการสมัคร ข้อมูลผลการคัดเลือก รวมไปถึงผลการเรียนสะสมปัจจุบันของนิสิต ผู้วิจัยได้ติดตามผลการใช้งานระบบและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างต่อเนื่อง

3. ประเมินความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน มีหัวข้อประเมิน 3 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการออกแบบและจัดวางเนื้อหา 2) ด้านการใช้งาน และ 3) ด้านความปลอดภัย ที่ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index Of Item Objective Congruence: IOC) (Rovinelli, 1977) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม และใช้แบบมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับตามวิธีของ Likert Scale (Likert, 1932) โดยมีค่าคะแนนความพึงพอใจดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

สำหรับการวิเคราะห์ความพึงพอใจทำการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีเกณฑ์ระดับคุณภาพ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพ ดีมาก

3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพ ดี

2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพ ปานกลาง

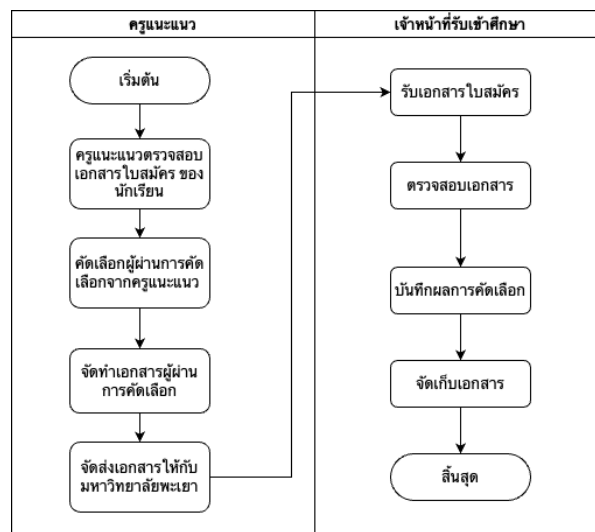
2.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพ พอใช้

1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพ ควรปรับปรุง

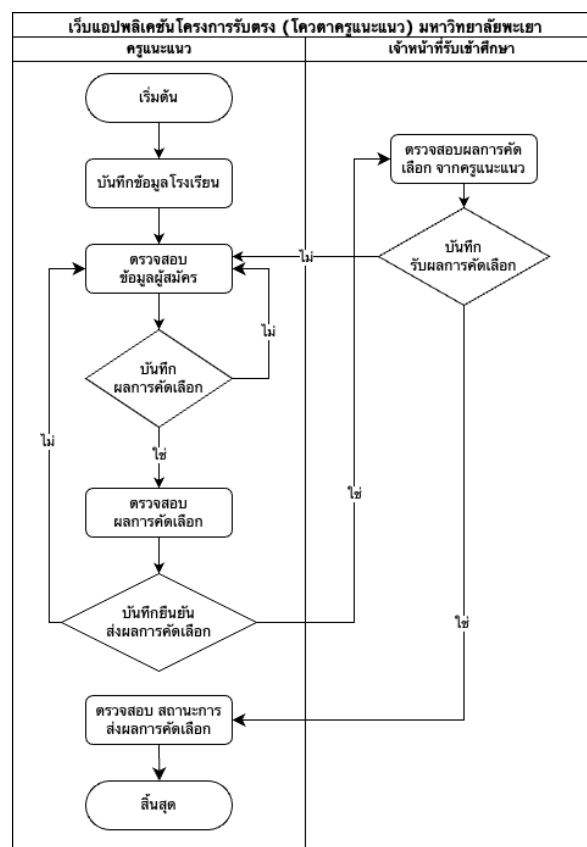
ผลการศึกษา

การวิจัย เรื่องการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา โดยผู้วิจัยสรุปผลการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ผลจากการวิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา ระบบงานเดิมแสดงดังภาพที่ 1 และระบบงานใหม่ซึ่งมีลำดับขั้นตอนกระบวนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ 2 มีการแบ่งส่วนการทำงาน สิทธิ์การใช้งานต่าง ๆ ดังตารางที่ 3 และแผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 1 ดังภาพที่ 3



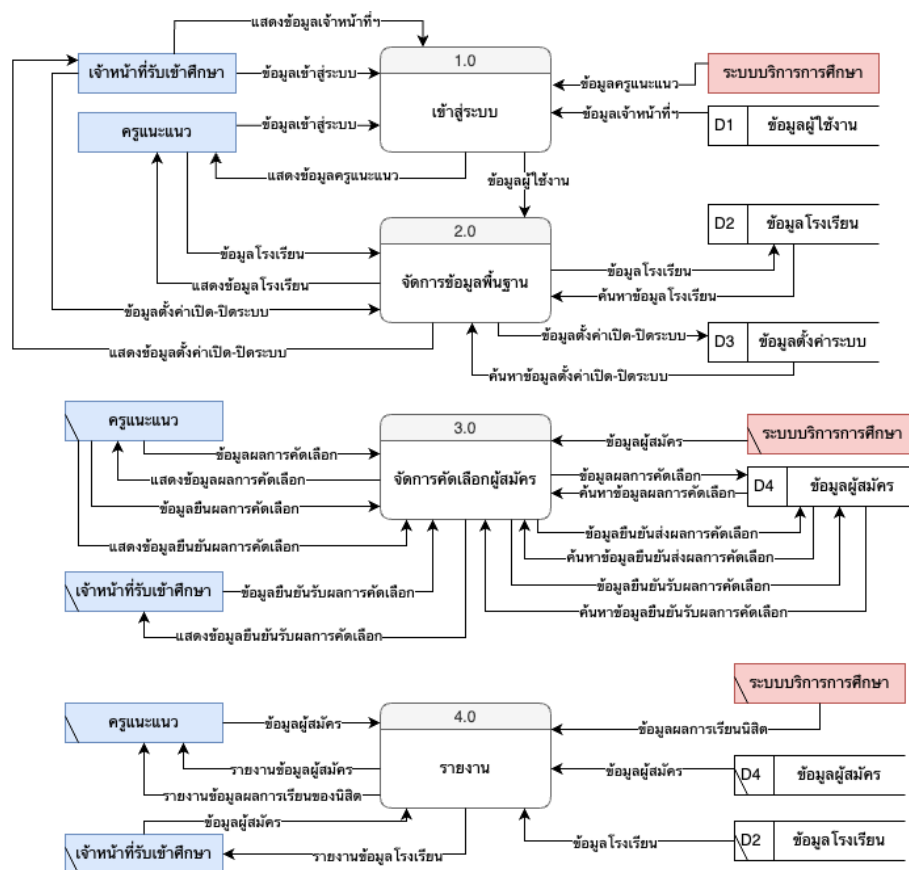
ภาพที่ 1 ผังงานแสดงกระบวนการทำงานระบบงานเดิม



ภาพที่ 2 ผังงานแสดงกระบวนการทำงานใหม่

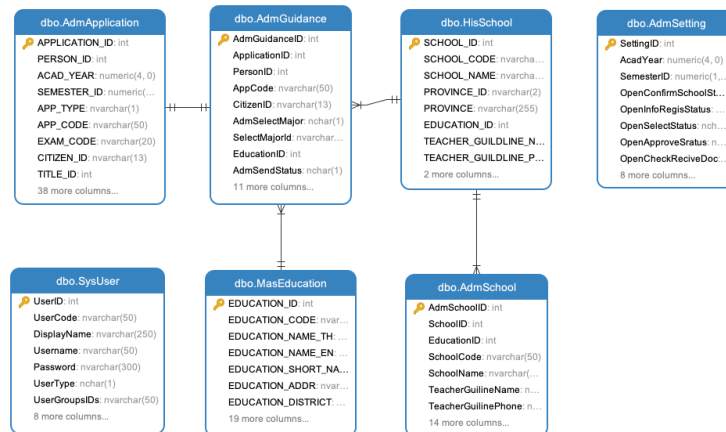
ตารางที่ 3 สิทธิการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

สิทธิการใช้งาน	ครูแนะแนว	เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา
บันทึกข้อมูลโรงเรียน	✓	
ข้อมูลผู้สมัคร (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)	✓	✓
บันทึกผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)	✓	
ยืนยันผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)	✓	
ตรวจสอบสถานะการส่งผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)	✓	
ตรวจสอบผลการคัดเลือก	✓	
ตรวจสอบผลการเรียน (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)	✓	
ตั้งค่าเปิดปิดระบบ		✓
บันทึกรับผลการคัดเลือก (ครูแนะแนว)		✓
รายงานการสรุปผลการส่งข้อมูล (ครูแนะแนว)		✓



ภาพที่ 3 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 1

แบบจำลองอธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูล ดังภาพที่ 4 และรายละเอียดแต่ละตารางดังตารางที่ 4 ประกอบด้วย ตาราง AdmApplication ใช้เก็บข้อมูลของใบสมัคร ตาราง AdmGuidance ใช้เก็บข้อมูลผลการคัดเลือกจากครูแนะแนว ตาราง HisSchool เก็บข้อมูลโรงเรียน ตาราง MasEducation ใช้เก็บข้อมูลของสถาบันและสถานศึกษา ซึ่งจะเชื่อมกับระบบบริการการศึกษา ตาราง AdmSchool เก็บข้อมูลรายละเอียดครูแนะแนว จากภาพจะเห็นว่า มี 2 ตารางที่ไม่มีเส้นเชื่อมความสัมพันธ์เนื่องจาก AdmSetting เก็บข้อมูลการตั้งค่าระบบ และ SysUser เก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ



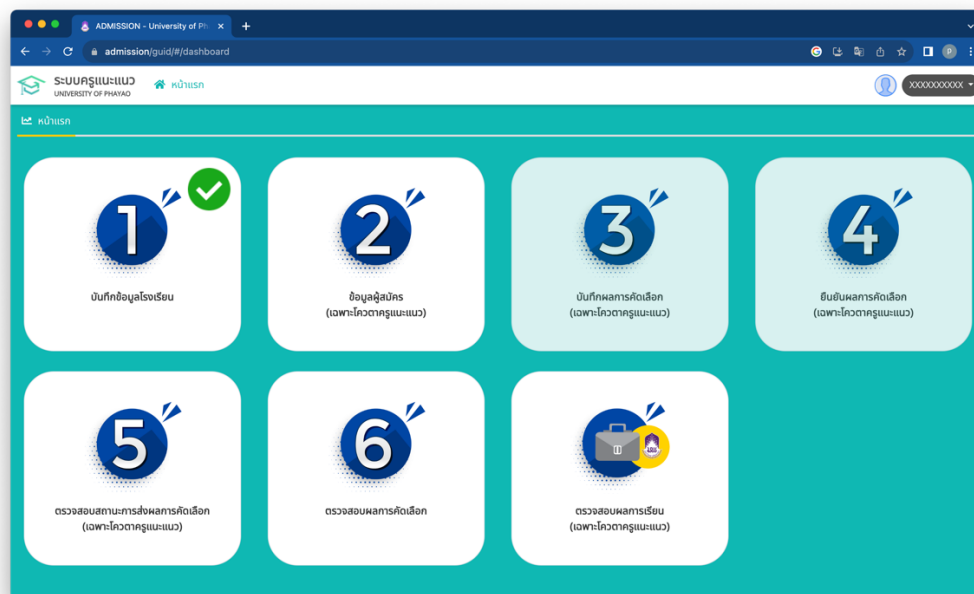
ภาพที่ 4 แบบจำลองที่ใช้อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูล

ตารางที่ 4 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล

ชื่อตาราง	รายละเอียด
AdmApplication	สำหรับเก็บข้อมูลของใบสมัคร
AdmGuidance	สำหรับเก็บข้อมูลผลการคัดเลือกจากครูแนะแนว
HisSchool	สำหรับเก็บข้อมูลโรงเรียน
MasEducation	สำหรับเก็บข้อมูลของสถาบันและสถานศึกษา ซึ่งจะเชื่อมกับระบบบริการการศึกษา
AdmSchool	สำหรับเก็บข้อมูลรายละเอียดครูแนะแนว
AdmSetting	สำหรับเก็บข้อมูลการตั้งค่าระบบ
SysUser	สำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

2. เว็บไซต์พลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา ภายในเว็บไซต์แบ่งการใช้งานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของครูแนะแนว และส่วนของเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา รายละเอียดดังนี้

2.1. เว็บไซต์พลิเคชัน ในส่วนของครูแนะแนว (<https://admission.up.ac.th/guid>) ดังภาพที่ 5 ซึ่งมีการออกแบบหน้าจอกการทำงาน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร สี ฟอนต์ และลำดับขั้นตอน 1) บันทึกข้อมูลโรงเรียน 2) ข้อมูลผู้สมัคร (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) 3) บันทึกผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) 4) ยืนยันผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) 5) ตรวจสอบสถานะการส่งผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) 6) ตรวจสอบผลการคัดเลือก 7) ตรวจสอบผลการเรียน (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) การทำงานเพื่อง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งานอีกทั้งรองรับการทำงานได้ทุกอุปกรณ์ (Responsive)



ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอการทำงาน ส่วนของครูแนะแนว

การทำงานของระบบในส่วนของครูแนะแนวประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

(1) บันทึกข้อมูลโรงเรียน เป็นส่วนของการบันทึกข้อมูลของโรงเรียน ประกอบด้วย ชื่อครูแนะแนว โทรสาร อีเมล จำนวนนักเรียนทั้งหมดในชั้นเรียนโดยแบ่งเพศชาย เพศหญิงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แสดงดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอการทำงาน บันทึกข้อมูลของโรงเรียน

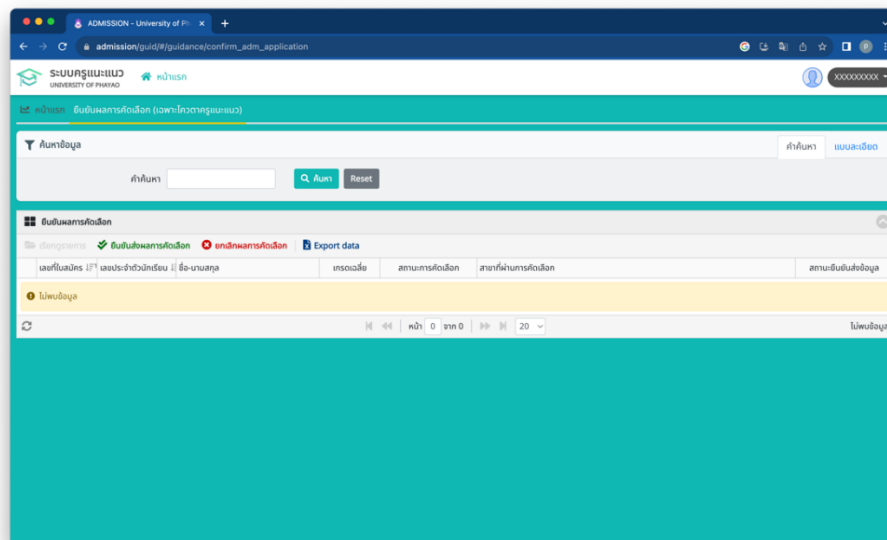
(2) ข้อมูลผู้สมัคร (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) แสดงข้อมูลเฉพาะของนักเรียนที่สมัครโควตาครูแนะแนว มหาวิทยาลัยพะเยา และสังกัดโรงเรียนของครูแนะแนวเท่านั้นประกอบด้วย เลขที่ใบสมัคร เลขประจำตัวนักเรียน ชื่อ นามสกุล เกรดเฉลี่ย และหลักสูตรที่เลือกอันดับ 1 อันดับ 2 แสดงดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 แสดงหน้าจอข้อมูลผู้สมัคร

(3) บันทึกผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) ครูแนะแนวสามารถบันทึกผลการคัดเลือกจากใบสมัครที่นักเรียนในสังกัดโรงเรียนครูแนะแนว โดยสถานะผลการคัดเลือกมี 2 สถานะ คือ สถานะผ่านการคัดเลือก หรือสถานะไม่ผ่านการคัดเลือก แสดงดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 แสดงหน้าจอ บันทึกผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)

(4) ยืนยันผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) หลังจากกระบวนการบันทึกผลการคัดเลือก โดยครูแนะแนวจะต้องยืนยันผลการคัดเลือกอีกครั้ง เพื่อยืนยันส่งผลการคัดเลือกมายังทางมหาวิทยาลัยพะเยา แสดงดังภาพที่ 9 กระบวนการดังกล่าวจะสามารถบันทึกยืนยันส่งผลการคัดเลือกได้ก็ต่อเมื่อครูแนะแนวได้ทำการบันทึกผลการคัดเลือกเสร็จเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 9 แสดงหน้าจอ ยืนยันผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)

(5) ตรวจสอบสถานะการส่งผลการคัดเลือก (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)

(6) ตรวจสอบผลการคัดเลือก ครูแนะแนวสามารถตรวจสอบผลการคัดเลือกของนักเรียนในสังกัดโรงเรียนของครูแนะแนวได้ทุกโครงการ แสดงดังภาพที่ 10

โครงการศึกษา	เลขที่ใบสมัคร	เลขประจำตัวนักเรียน	ชื่อ-นามสกุล	โรงเรียน	วันรับ 1	วันรับ 2	สถานประกอบการคัดเลือก	สถานะส่งผลการคัดเลือก	สถานะยืนยันผลการคัดเลือก
หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต							ไม่ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรนิติศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรนิเทศศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
การศึกษาศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓
หลักสูตรรัฐศาสตรบัณฑิต							ผ่านการคัดเลือก	✓	✓

ภาพที่ 10 แสดงหน้าจอตรวจสอบผลการคัดเลือก

(7) ตรวจสอบผลการเรียน (เฉพาะโควตาครูแนะแนว) ครูแนะแนวสามารถตรวจสอบผลการเรียนของนักเรียนที่ผ่านการคัดเลือกโควตาครูแนะแนวในสังกัดได้โดยเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงผลการเรียนก่อนเข้าศึกษา และผลการเรียนสะสมปัจจุบันของนิสิต ดังภาพที่ 11

วิทยาลัย	ชั้น	ประเภทการเข้าศึกษา	คะแนน	เกรดเฉลี่ยสะสม ปัจจุบัน	สถานะ
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	3.13	1.71	กำลังศึกษา
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	3.66	2.64	กำลังศึกษา
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	3.57	3.03	กำลังศึกษา
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	3.28	2.70	กำลังศึกษา
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	3.71	3.52	กำลังศึกษา
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	3.76	3.80	กำลังศึกษา
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	3.55	2.78	กำลังศึกษา

ภาพที่ 11 แสดงหน้าจอตรวจสอบผลการเรียน (เฉพาะโควตาครูแนะแนว)

2.2 เว็บแอปพลิเคชัน ในส่วนเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา (<https://admission.up.ac.th/main>) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

(1) ตั้งค่าระบบ เจ้าหน้าที่ที่สามารถตั้งค่าเปิด-ปิด ลำดับขั้นตอน ในส่วนกระบวนการทำงานของครูแนะแนว แสดงดังภาพที่ 12

วิทยาลัย	ชั้น	ประเภทการเข้าศึกษา	เปิด/ปิด	ลำดับ	สถานะ	ดำเนินการ
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	✓	1	เปิด	✗
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	✓	2	เปิด	✗
วิทยาลัยการศึกษามณฑล...	มัธยมศึกษา	โควตาครูแนะแนว	✓	3	เปิด	✗

ภาพที่ 12 แสดงหน้าจอตั้งค่าเปิด-ปิด ลำดับขั้นตอนในส่วนกระบวนการทำงานของครูแนะแนว

(2) วันที่กรรับผลการคัดเลือก (ครูแนะแนว) เมื่อครูแนะแนวยืนยันส่งผลการคัดเลือก เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาจะดำเนินการวันที่กรรับผลการคัดเลือกจากครูแนะแนว

(3) รายงานการสรุปผลการส่งข้อมูล (ครูแนะแนว) เจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา สามารถตรวจสอบการส่งผลการคัดเลือกจากครูแนะแนว แสดงดังภาพที่ 13

Username	Password	ชื่อครูแนะแนว	เลขที่	อีเมล	จำนวนผู้สมัคร	ผ่านการคัดเลือก	ไม่ผ่านการคัดเลือก	สถานะยืนยันส่งข้อมูล
					21	21		✓
					4			✗
					27	27		✓
					11	8	3	✓
					13	13		✓
					11	11		✓
					12	11	1	✓
					62	53	9	✓
					9	8	1	✓
					11	11		✓

ภาพที่ 13 แสดงหน้าจอรายงานสรุป การส่งผลการคัดเลือกจากครูแนะแนว

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของครูแนะแนว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชันกับกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย เจ้าหน้าที่รับเข้าศึกษา จำนวน 4 คน และครูแนะแนวจำนวน 183 คน จากจำนวนประชากร 350 คน โดยการสุ่มแบบไม่เจาะจง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ ทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane, 1973) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน วิเคราะห์โดยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล ดังตารางที่ 3 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อการประเมิน 3 ด้าน คือ 1) ด้านการออกแบบและจัดวางเนื้อหา ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันให้ใช้งานง่ายและเป็นมิตรกับผู้ใช้ ความเหมาะสมของสี ขนาดตัวอักษร ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาที่ชัดเจน 2) ด้านการใช้งาน เน้นความถูกต้องของข้อมูล ความรวดเร็ว ในการตอบสนองต่อการใช้งาน ระบบสามารถใช้งานได้จริง 3) ด้านความปลอดภัย ความปลอดภัยของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของระบบมีความสำคัญอย่างยิ่งซึ่งเว็บแอปพลิเคชันมีการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งาน เฉพาะครูแนะแนว และเจ้าหน้าที่รับเข้าศึกษาเท่านั้น โดยครูแนะแนวจะดูข้อมูลได้เฉพาะโรงเรียนในสังกัดของครูแนะแนวเท่านั้น

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	($\bar{X}$)	S.D.	แปลผล
1.ด้านการออกแบบและจัดวางเนื้อหา			
1.1 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอ	4.48	0.53	ดี
1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.46	0.55	ดี
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.50	0.54	ดี
1.4 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	4.50	0.56	ดี
1.5 ความเหมาะสมของการจัดลำดับการนำเสนอ	4.54	0.52	ดีมาก
1.6 ความถูกต้องของเนื้อหา สื่อความหมายชัดเจน	4.63	0.49	ดีมาก
เฉลี่ยรายด้าน	4.52	0.53	ดีมาก
2.ด้านการใช้งาน			
2.1 ความครบถ้วนของข้อมูล	4.50	0.55	ดี
2.2 ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	4.51	0.55	ดีมาก
2.3 ความสามารถในการทำงานตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	4.55	0.52	ดีมาก
2.4 ระบบมีความง่ายต่อการเรียนรู้	4.58	0.53	ดีมาก
2.5 ระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.63	0.49	ดีมาก
เฉลี่ยรายด้าน	4.55	0.53	ดีมาก
3.ด้านความปลอดภัย			
3.1 ความเหมาะสมของการรักษาความปลอดภัยและสิทธิ์การเข้าถึง	4.49	0.55	ดี
3.2 ความน่าเชื่อถือของระบบ	4.58	0.50	ดีมาก
เฉลี่ยรายด้าน	4.54	0.53	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยภาพรวม 3 ด้าน	4.53	0.53	ดีมาก

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน พบว่าทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าเว็บแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับที่ดีมาก ผ่านเกณฑ์การประเมินสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านการออกแบบและจัดวางเนื้อหา มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 หัวข้อความถูกต้องของเนื้อหา สื่อความหมายชัดเจน ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษากระบวนการทำงานเดิม พิจารณาโครงสร้างการทำงานความสัมพันธ์ของข้อมูล และได้ออกแบบลำดับการทำงานก่อนหลัง ทั้งนี้ยังสอบถามเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาอยู่เสมอ และค่าต่ำสุดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ส่วนด้านการใช้งาน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 หัวข้อระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ในหัวข้อความครบถ้วนของข้อมูล และในส่วนด้านความปลอดภัย มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม

เท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ในหัวข้อความน่าเชื่อถือของระบบ และค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 หัวข้อความเหมาะสมของการรักษาความปลอดภัยและสิทธิ์การเข้าถึง

สรุปและอภิปรายผล

1) จากกระบวนการเดิมนั้นครูแนะแนวจะดำเนินการส่งเอกสารในรูปแบบกระดาษมายังมหาวิทยาลัยพะเยา จากนั้นเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาจะดำเนินการรับเอกสารซึ่งมีจำนวนมาก ทำให้เกิดความยุ่งยาก ซับซ้อน ซึ่งการจัดส่งเอกสารมายังมหาวิทยาลัยพะเยามีโอกาสผิดพลาด ทำให้นักเรียนสูญเสียโอกาสทางการศึกษา รวมถึงเป็นการเพิ่มภาระและค่าใช้จ่ายในการจัดส่งให้กับครูแนะแนว การจัดเก็บในรูปแบบเอกสารต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บเป็นจำนวนมากและต้องการความปลอดภัยสูง ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคต่อการจัดเก็บ มีโอกาสผิดพลาดในการตรวจสอบเอกสาร และใช้เวลาในการค้นหาเมื่อต้องการข้อมูลเร่งด่วน มีความเสี่ยงต่อการสูญหายหรือเสียหายจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม จากเอกสารที่มีจำนวน 53,247 ฉบับ ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์กระบวนการทำงานเดิม และได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีการกำหนดสิทธิ์กลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้ 1) กลุ่มครูแนะแนว 2) กลุ่มเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา โดยครูแนะแนว สามารถบันทึกผลการคัดเลือก ส่งผลการคัดเลือกมายังมหาวิทยาลัยพะเยา ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ทำให้ลดขั้นตอนการทำงาน ภาระงาน ค่าใช้จ่าย รวมถึงลดการใช้กระดาษ ซึ่งในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ได้มีการแยกส่วน Front-End และ Back-End สอดคล้องกับงานวิจัยของ วงศ์สุวรรณ ศรีมนตรีนงา (2565) ที่ทำให้การพัฒนาหรือปรับปรุงมีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบพัฒนาส่วนหน้าเว็บไซต์ (Front-End) สอดคล้องกับ สะตียะห์ สะแอ, โซเฟียร์ โตกูเบ และอัจฉราพร ยกขุน (2566) โดยใช้ภาษา HTML, CSS, JavaScript, Bootstrap Framework ในส่วนระบบจัดการหลังบ้าน (Back-End) พัฒนาด้วยภาษา PHP, Phalcon Framework และใช้ระบบฐานข้อมูล Microsoft SQL Server ผลการศึกษาค้นคว้าพึงพอใจของผู้ใช้เว็บแอปพลิเคชันจำนวน 187 คน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

1.1 ด้านการออกแบบและจัดวางเนื้อหา การออกแบบและจัดวางเนื้อหาที่เข้าใจง่ายเป็นมิตรกับผู้ใช้งาน ความสะดวกสบาย และการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ความเหมาะสมของสี ขนาดตัวอักษร ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาที่ชัดเจน สามารถเข้าถึงและใช้งานง่ายจากทุกอุปกรณ์ สอดคล้องกับ วุฒิภัทร พงษ์เพชร, อภิชาติ จำปา และอัจฉริยา ทูมพานิชย์ (2566) ที่การออกแบบระบบมีความทันสมัย สามารถสื่อสารต่อกลุ่มเป้าหมายได้เป็นอย่างดี จัดประเภทข้อมูลมีความเหมาะสม การออกแบบที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน

1.2 ด้านการใช้งาน การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้มีประสิทธิภาพต้องมีความง่ายต่อการใช้งานระบบ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชัน มีการพัฒนาให้ใช้งานง่าย มีการระบุลำดับขั้นตอนการทำงาน อย่างชัดเจน การจัดวางรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ง่ายต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับ อมينا ฉายสุวรรณ ชุมพล จันทรฉลอง (2566) ที่ระบบมีความง่าย ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ความครบถ้วนของกระบวนการทำงาน โดยเริ่มจากตั้งแต่บันทึกข้อมูลโรงเรียน การคัดเลือกส่งผลการคัดเลือก รายงานผลการเรียนสะสมปัจจุบันของนิสิต

1.3 ด้านความปลอดภัย ข้อมูลมีความสำคัญ ความปลอดภัยของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของระบบ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งซึ่งเว็บแอปพลิเคชันมีการกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งานเฉพาะครูแนะแนวและเจ้าหน้าที่รับเข้าศึกษาเท่านั้น โดยครูแนะแนวจะดูข้อมูลได้เฉพาะโรงเรียนในสังกัดของครูแนะแนวเท่านั้น อีกทั้งได้ดำเนินการกำหนดความปลอดภัยของการสื่อสารระหว่าง Client-Server (https) ปรับปรุงบำรุงรักษาระบบ สำรองข้อมูล การเพิ่ม

ประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ สุธาเทพ รุณเรศ (2561) ที่ตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ทางอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดผลกระทบต่อนตนเองจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต

2) ผลคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าเว็บแอปพลิเคชัน สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระหว่างครูแนะแนว และเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษา ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการทำงาน ภาระงาน ค่าใช้จ่าย รวมถึงลดการใช้กระดาษ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการพัฒนาในครั้งต่อไป ควรมีส่วนข่าวประชาสัมพันธ์สำหรับครูแนะแนว แจ้งเตือนครูแนะแนว เมื่อใกล้หมดระยะเวลาส่งผลการคัดเลือก เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างครูแนะแนวและเจ้าหน้าที่งานรับเข้าศึกษาผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน มีการแสดงข้อมูลผลการเรียนหรือผลการคัดเลือกของนักเรียนในรูปแบบของแดชบอร์ด นอกจากนี้เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นควรสามารถนำไปใช้กับการคัดเลือกในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การคัดเลือกจากคณะ/วิทยาลัย ซึ่งเงื่อนไขที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบโต้และสามารถใช้ร่วมกันได้ แต่อาจมีโครงสร้างฐานข้อมูลที่แตกต่างจากเดิม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545. สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.
- จารุกิตติ์ สายสิงห์. (2565). การพัฒนาระบบสารสนเทศกิจกรรมนักศึกษาผ่านเว็บแอปพลิเคชัน : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *Journal of Modern Learning Development*, 8(4), 161–173.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เพียรทิพย์ ศรีสุธรรม, รัตนาสิริรุ่งนาวรัตน์ และณัฐธรมน หีบจันทร์กริ. (2565). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการงานบัณฑิตนิพนธ์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดร*, 10(2), 139–154.
- วงศ์สุวรรณ ศรีมนตรัสงา. (2565). การพัฒนาระบบรับสมัครเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษา. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 11(3), 118–128.
- วุฒิกัทร พงษ์เพชร, อภิชาติ จำปา และอัจฉริยา ทูมพานิชย์. (2566). การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบบอจิลเพื่อพัฒนาระบบรับสมัครนักศึกษาออนไลน์มหาวิทยาลัยนครพนม. *วารสารศิลปศาสตร์(วังนางเลิ้ง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*, 3(1), 49–61.
- สะตียะห์ สะแอ, โซเฟียร์ โต๊ะกูเบ และอัจฉราพร ยกขุน. (2566). ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 8 และ การประชุมวิชาการระดับนานาชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 1*.
- สุธาเทพ รุณเรศ. (2561). ปัจจัยที่มีผลต่อการตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในกรุงเทพมหานคร. (วิทยาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิชานโยบายและการบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อมิณา ฉายสุวรรณ และชุมพล จันทรธลอง. (2566). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันพจนานุกรมคำศัพท์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 18(2), 29–44.

Likert, R. (1932). A Technique For The Measurement of Attitudes (พิมพ์ครั้งที่ 22). *Archiver Of Psychology*.

- Morris, S. (2023). *What Is A Full Stack Developer? Find Out Here!* . สืบค้นวันที่ 10 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://skillcrush.com/blog/front-end-back-end-full-stack/>.
- Rovinelli, R. J., and Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2, 49–60.
- Taro Yamane. (1973). *Statistics : an introductory analysis / Taro Yamane* (พิมพ์ครั้งที่ 3). New York : Harper and Row: New York : Harper and Row.
- tutorialspoint. (2023). *Phalcon – Overview*. สืบค้นวันที่ 10 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.tutorialspoint.com/phalcon/index.htm>.

การประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนสาธารณะในเมือง

กรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม

วันชัยพร รุ่งแจ้ง^{1*}, ภาติยะ พัฒนาศักดิ์¹ และ นุตthanครน พุ่มโคกรักษ์¹

Estimation of Above Ground Carbon Sequestration in Urban Public Park: A Case Study of Nakhon Pathom Municipality Youth Center, Nakorn Pathom Province

Wanatchaporn Rungjaeng^{1*}, Patiya Pattanasak¹ and Nutthakarn Phumkokrux¹

¹ Department of Geography, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Bangkok, 90000

* Corresponding author: 6404000405@rumail.ru.ac.th

Received: October 6, 2023; Revised: December 7, 2023; Accepted: December 25, 2023

บทคัดย่อ

การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้สามารถช่วยลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์ (1) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง (2) เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงตัวอย่างพื้นที่ศึกษา ได้แก่ บริเวณพื้นที่ศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม โดยลงพื้นที่สำรวจแปลงตัวอย่างขนาด 10×10 เมตร จำนวน 4 แปลง เก็บข้อมูลเฉพาะต้นไม้ที่สูงมากกว่า 1.30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกมีขนาดตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ทำการจดบันทึกชื่อพันธุ์ไม้ เส้นรอบวงที่ความสูงระดับ 1.30 เมตร จากพื้นดิน ความสูงของต้นไม้ แล้ววิเคราะห์หาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากสมการแอลโลเมตรีที่มีผู้ศึกษาไว้ และคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงตัวอย่างและในพื้นที่ศึกษา ซึ่งผลการศึกษาพบว่าไม้พันธุ์ไม้ที่พบในพื้นที่แปลงตัวอย่างทั้งหมด 12 ชนิด โดยพบต้นหางนกยูงฝรั่งและต้นมะฮอกกานีใบใหญ่มากที่สุด ส่วนพื้นที่แปลงตัวอย่างมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด 17.555 ตัน คิดเป็นค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนทั้ง 4 แปลงตัวอย่างเท่ากับ 33.004 ตันคาร์บอน/ไร่ ดังนั้นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สีเขียวของศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม นครปฐมเท่ากับ 602.983 ตันคาร์บอน ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ต่อไป

คำสำคัญ: ต้นไม้, การกักเก็บคาร์บอน, มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน, ศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม

¹ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240

Abstract

Carbon sequestration of trees can reduce carbon dioxide in atmosphere which is part of the factors that cause global warming. The purposes of this study were (1) to analyse the above-ground biomass of trees in the sample plots and (2) to evaluate the carbon storage of trees in the sample plots. The study area was separated into 4 sample plots with 10x10 meters in Nakhon Pathom Municipality Youth Center, Nakorn Pathom Province. Survey data consisted of name, height, diameter at breast height (DBH) of trees which were higher than 1.30 meters with diameter at breast height over 4.5 centimetres. Then, plant's name, diameter value, and tree's height data were recorded. Estimation of above-ground biomass from allometric equation and carbon storage in the sample plots of study area was operated. The results indicated that there were 12 species of plants such as Flambuoyant tree, Broad Lead Mahogany and Pride of India which were the most found. Above-ground biomass in sample plots area was 17.555 tons, average carbon sequestration of 4 sample plots was at 33.004 tons C/rai. Therefore, carbon sequestration in greenfield of Nakhon Pathom Municipality Youth Centre was 602.983 tons C. This information can be a guideline to improve the efficiency of carbon storage in further.

Keywords: Tree, Carbon sequestration, Above ground biomass, The Nakhon Pathom Municipality Youth Center

บทนำ

วัฏจักรคาร์บอน (Carbon Cycle) มีการหมุนเวียนเปลี่ยนสถานะตามธรรมชาติอย่างสมดุล แต่กิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปีทั้งจากกระบวนการหายใจ การเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ล้วนทำลายความสมดุลของวัฏจักรคาร์บอนและเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณแก๊สเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นจนเกิดภาวะโลกร้อนได้ (Global warming) (NOAA, 2023a; Kabir et al, 2023) ซึ่งในปี พ.ศ. 2565 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเฉลี่ยทั่วโลกอยู่ที่ 417.06 ppm ถือเป็นสถิติสูงสุดตั้งแต่เริ่มปฏิวัติอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2293 (NOAA, 2023b) ผลกระทบที่เห็นได้ชัดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ คือ การเกิดฝนกรดทำให้โครงสร้างต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยเหล็กหรือหินปูนจะเกิดการผุกร่อนเร็วกว่าปกติ (EPA, 2023) หรือการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกินสภาวะปกติของมหาสมุทร ทำให้มหาสมุทรมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสัตว์ทะเล (IPCC, 2023)

การปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยเพิ่มขึ้นทุกปีตั้งแต่ พ.ศ. 2541 แม้จะลดลงในปี พ.ศ. 2562-2564 จากมาตรการต่าง ๆ ในช่วงการแพร่ระบาด covid-19 แต่หลังจากกลับเข้าสู่สถานการณ์ปกติใน พ.ศ. 2565 ปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 247.7 ล้านตันคาร์บอน หรือเพิ่มขึ้น 1.5% จาก พ.ศ. 2564 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2565; สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2566) ซึ่งหลายหน่วยงานได้ให้ความสำคัญในการลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น ปตท. ได้เข้าร่วมศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดักจับและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Storage: CCS) (การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2565) ส่วนในภาคอุตสาหกรรมมีการส่งเสริมการขึ้นทะเบียนเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อผลักดันให้ผู้ประกอบการปรับใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, ม.ป.ป.) หรือโครงการปลูกต้นไม้ล้านต้นในพื้นที่กรุงเทพมหานครของชัชชาติ สิทธิพันธุ์ ที่ช่วยฟอกอากาศ เพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับกรุงเทพมหานคร และช่วยดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารและเก็บสะสมใน

รูปมวลชีวภาพ (biomass) ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น กิ่ง ใบ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2559; ชัชชาติ สิทธิพันธุ์, 2565) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการปลูกต้นไม้เป็นวิธีการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ง่ายและยั่งยืนที่สุด

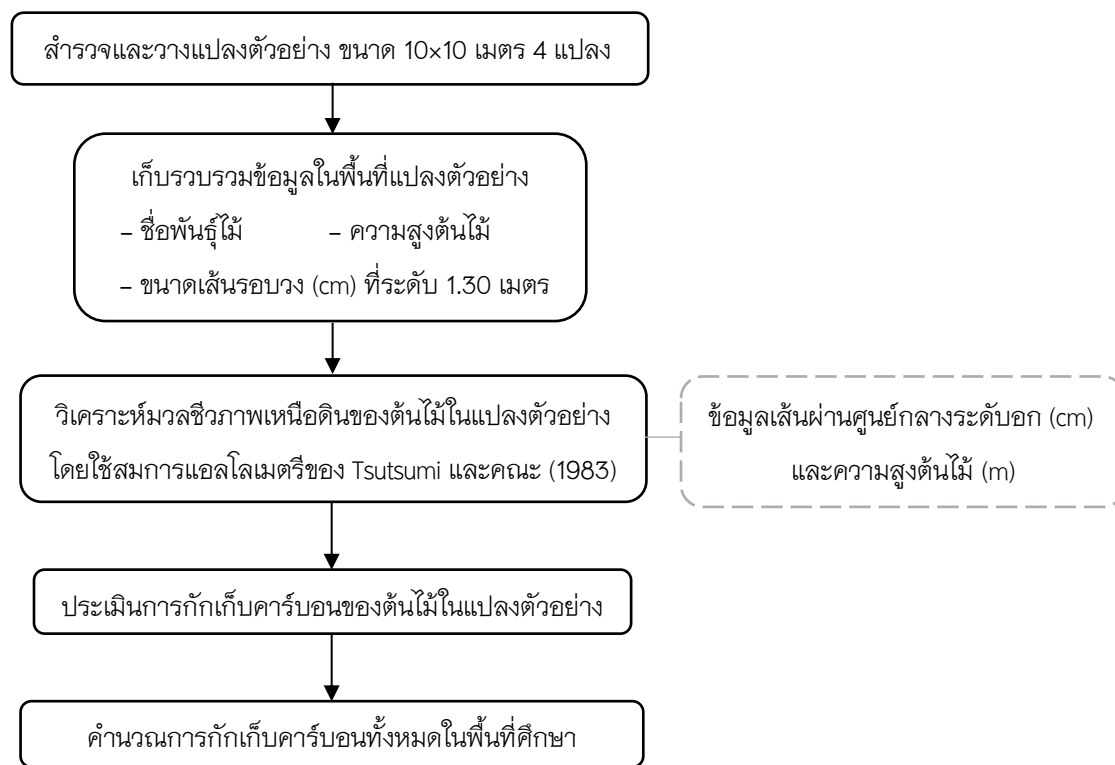
จังหวัดนครปฐมเป็นจังหวัดที่รองรับการขยายตัวในภาคอุตสาหกรรมจากกรุงเทพมหานคร ซึ่งอำเภอเมืองนครปฐมเป็นอำเภอที่มีอุตสาหกรรมหนาแน่นเป็นอันดับ 2 ของจังหวัดและเป็นอำเภอที่มีประชากรมากที่สุดในจังหวัด ทำให้พบปัญหาในเรื่องของการจราจรที่หนาแน่นและมลพิษต่าง ๆ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2559) ซึ่งพื้นที่ศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของกิจกรรม ประกอบไปด้วย สนามผู้สูงอายุ สนามแบดมินตัน สนามเทนนิส สระว่ายน้ำ อาคารอเนกประสงค์ สวนสัตว์ สนามฟุตบอลสนามจันทร์ และสวนสุขภาพ ให้ประชาชนในพื้นที่สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกันได้ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในพื้นที่มีต้นไม้ให้ความร่มเงาและสร้างความร่มรื่นให้กับประชาชนแล้วนั้น ยังช่วยดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงตัวอย่างของศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ศูนย์เยาวชนเทศบาลนคร เพื่อลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง
2. เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง กรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 1 คือ สำรวจและวางแผนแปลงตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์มวลชีวภาพเหนือดิน ประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง และคำนวณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

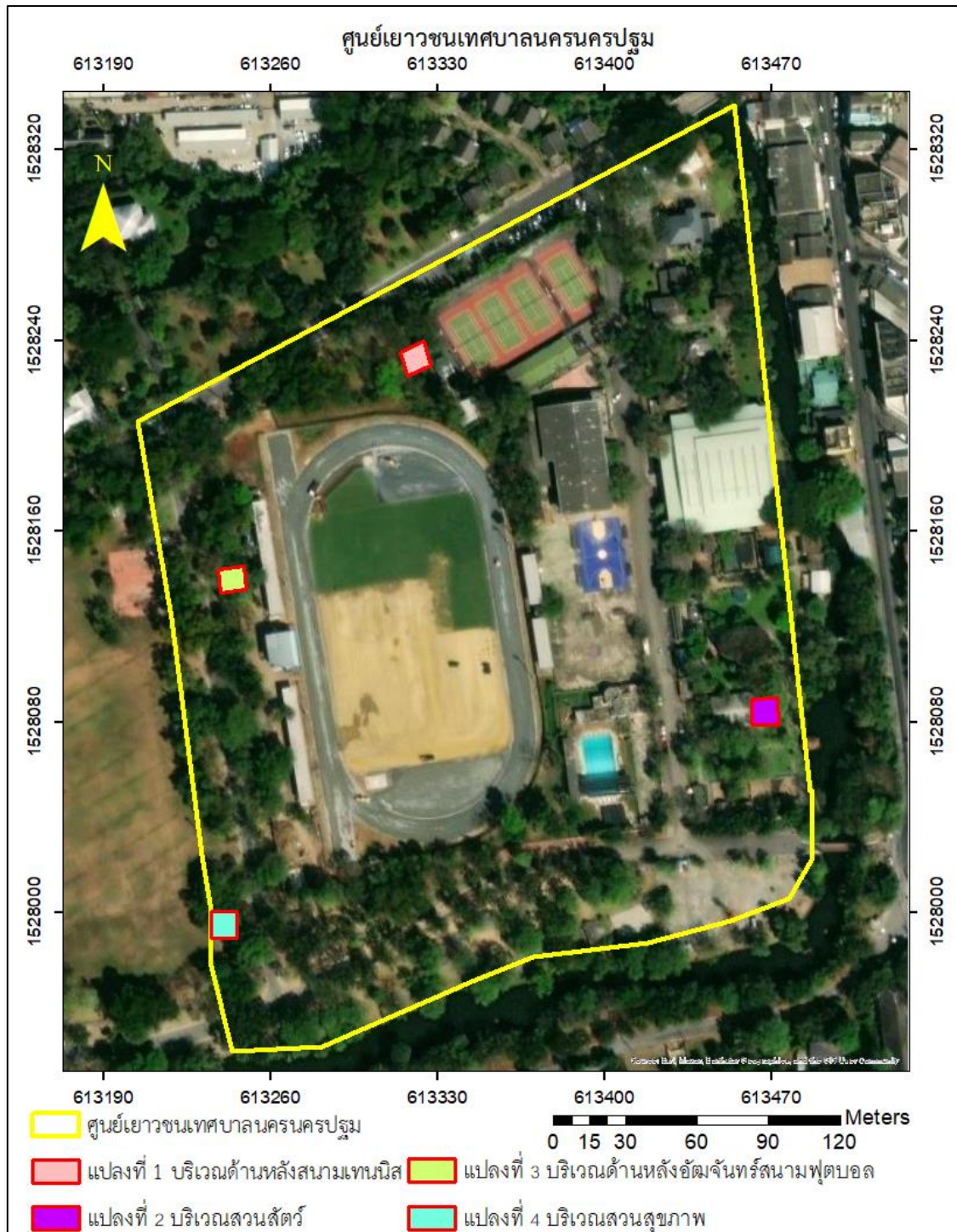


รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาพื้นที่ศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม ซึ่งตั้งอยู่ที่ตำบลสนามจันทร์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม หรือพิกัด UTM ที่ 47N 613203m E ถึง 613487m E และ 1528338m N ถึง 1527942m N มีเนื้อที่ทั้งหมด 77,696.31 ตารางเมตร หรือ 48.56 ไร่ ดังรูปที่ 2 แบ่งเป็นพื้นที่กิจกรรม 30.29 ไร่ และพื้นที่สีเขียว 18.27 ไร่ ซึ่งลักษณะพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ มีความชันไม่มาก บริเวณโดยรอบมีต้นไม้ให้ความร่มเงาส่งส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบและไม่ผลัดใบ

สำรวจและวางแปลงตัวอย่าง

ทำการลงพื้นที่สำรวจและสุ่มวางแปลงตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามลักษณะพื้นที่สวนสาธารณะในเมือง โดยเลือกเฉพาะบริเวณที่มีต้นไม้หนาแน่นและวางกระจายให้ครอบคลุมพื้นที่จำนวน 4 แปลง ขนาด 10x10 เมตร ประกอบไปด้วย แปลงตัวอย่างที่ 1 บริเวณด้านหลังสนามเทนนิส (X: 613317.61 Y: 1528225.21) แปลงที่ 2 บริเวณสวนสัตว์ (X: 613249.91 Y: 1528135.32) แปลงที่ 3 บริเวณด้านหลังอิมพัลส์สนามฟุตบอล (X: 613461.97 Y: 1528089.79) และแปลงที่ 4 บริเวณสวนสุขภาพ (X: 613235.36 Y: 1528000.31) ดังรูปที่ 2 ซึ่งดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามแปลงที่ 1-3 วันที่ 22 กรกฎาคม 2566 แปลงที่ 4 วันที่ 12 สิงหาคม 2566



รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษา

เครื่องมือและอุปกรณ์

อุปกรณ์ในเก็บข้อมูลภาคสนามและวางแผนด้วยอย่าง ขนาด 10x10 เมตร จำนวน 4 แปลง ประกอบไปด้วย เทปวัดระยะ 50 เมตร ไม้ไผ่เหลาตัดสั้น ค้อน และเชือกฟางที่ใช้ในการกำหนดพื้นที่แปลงตัวอย่าง, ซอส์สำหรับขีดระดับที่ใช้ในการวัดเส้นรอบวงของต้นไม้, เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง, ไม้ฉากสามเหลี่ยมใช้สำหรับวัดค่าความสูงของต้นไม้จากการใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส, อุปกรณ์ในการจดบันทึกข้อมูล และอุปกรณ์ในการเก็บค่าพิกัดแปลงตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลในพื้นที่แปลงตัวอย่างเฉพาะต้นไม้ที่สูงมากกว่า 1.30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป โดยบันทึกชื่อพันธุ์ไม้และเก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นไม้ ได้แก่ ค่าความสูงของต้นไม้ (Height: H) จากการใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส (University of british columbia, 2019) ดังสมการที่ 1 ค่าเส้นรอบวง ของต้นไม้จากการใช้สายเทปวัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน (Girth at breast height : GBH) เพื่อนำไปคำนวณหา ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (Diameter at breast height: DBH) ดังสมการที่ 2

$$H = \tan 45^\circ \times d + \text{ความสูงจากตาถึงปลายเท้า} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

โดยที่ H คือ ค่าความสูงต้นไม้(m)

d คือ ระยะห่างจากต้นไม้ถึงผู้วัด (m)

$$DBH = GBH / \pi \quad (\text{สมการที่ 2})$$

โดยที่ DBH คือ ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (cm)

GBH คือ ค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ระดับอก หรือที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน

กรณีลำต้นไม่มีพุ่มพุ่มที่ระดับความสูง 1.3 เมตร ทำการขยับจุดการวัดเส้นรอบวงขึ้นมา 20-30 เซนติเมตร หรือ ในกรณีที่ลำต้นมีการแยกที่ระดับความสูง 1.3 เมตร ทำการวัดทุกลำต้นแล้วนำมารวมกันเพื่อหาค่าเฉลี่ย (องค์การบริหารแก้สเรือนกระจุ, 2563)



รูปที่ 3 การเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่แปลงตัวอย่างที่ 1 บริเวณด้านหลังสนามเทนนิส



รูปที่ 4 การเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่แปลงตัวอย่างที่ 2 บริเวณสวนสัตว์



รูปที่ 5 การเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่แปลงตัวอย่างที่ 3 บริเวณด้านหลังอิมจันทร์สนามฟุตบอล



รูปที่ 6 การเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่แปลงตัวอย่างที่ 4 บริเวณสวนสุขภาพ

วิเคราะห์มวลชีวภาพเหนือดิน

นำค่าข้อมูลความสูงและค่าเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกของต้นไม้ที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจ มาคำนวณมวลชีวภาพเหนือดินของต้นไม้แต่ละต้นในพื้นที่แปลงตัวอย่างด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งลักษณะพืชพรรณส่วนใหญ่ในพื้นที่สวนสาธารณะของศูนย์เยาวชนฯ มีลักษณะคล้ายป่าดิบแล้ง กล่าวคือ มีไม้ไม่ผลัดใบและไม้ผลัดใบขึ้นผสมกัน ดังนั้นสามารถใช้สมการแอลโลเมตรี Tsutsumi et al. (1983) ด้วยวิธีทางอ้อม คำนวณมวลชีวภาพเหนือดินของต้นไม้ได้ดังสมการที่ 3-6 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2564)

$$W_{ob} = W_s + W_b + W_t \quad ; W_{ob} \text{ คือ มวลชีวภาพเหนือดิน (kg)} \quad (\text{สมการที่ 3})$$

$$\text{เมื่อ } W_s = 0.0509(D^2H)^{0.919} \quad ; W_s \text{ คือ มวลชีวภาพลำต้น (kg)} \quad (\text{สมการที่ 4})$$

$$W_b = 0.00893(D^2H)^{0.977} \quad ; W_b \text{ คือ มวลชีวภาพกิ่ง (kg)} \quad (\text{สมการที่ 5})$$

$$W_t = 0.0140(D^2H)^{0.669} \quad ; W_t \text{ คือ มวลชีวภาพใบ (kg)} \quad (\text{สมการที่ 6})$$

โดยที่ D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (cm)

H คือ ค่าความสูงต้นไม้ (m)

ประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (Carbon sequestration of trees: CS) ในพื้นที่แปลงตัวอย่าง สามารถคำนวณได้จากสัดส่วนมวลชีวภาพของต้นไม้ (Carbon fraction of biomass) (IPCC, 2006) ดังสมการที่ 7

$$CS = GB \times 0.47 \quad \text{kgC/tree} \quad (\text{สมการที่ 7})$$

โดยที่ GB คือ มวลชีวภาพเหนือดิน (kg)

0.47 คือ มวลชีวภาพเหนือดินของต้นไม้ 47% เป็นคาร์บอน

คำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม มีเนื้อที่ทั้งหมด 48.56 ไร่ พื้นที่กิจกรรม 30.29 ไร่ และพื้นที่สีเขียว 18.27 ไร่ ดังนั้นการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 8

$$\text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด} = \text{การกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 4 แปลง} \times 18.27 \quad (\text{สมการที่ 8})$$

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

สำนักงานเทศบาลเมืองนครปฐม (2564) ได้รายงานนโยบาย และกรอบแนวทางการบริหารจัดการแก๊สเรือนกระจกเทศบาลเมืองนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยพบว่ากิจกรรมที่มีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกมากที่สุด ในเขตพื้นที่การดูแลของเทศบาลเมืองนครปฐมปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 คือการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต่าง ๆ เช่น เลื่อยยนต์ เครื่องพ่นควัน เครื่องตัดหญ้า รองลงมาคือการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะ ซึ่งในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 พบว่ากิจกรรมที่สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตพื้นที่ของเทศบาลฯ ซึ่งช่วยลดปริมาณแก๊สเรือนกระจก 0.02 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และการลดใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลสำหรับยานพาหนะ ซึ่งช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 0.043 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

ผลการศึกษา

พื้นที่ศึกษาแปลงตัวอย่างที่ 1 บริเวณด้านหลังสนามเทนนิส ขนาด 10x10 เมตร มีต้นไม้ 6 ต้น 2 พันธุ์ไม้ ประกอบด้วย หางนกยูงฝรั่งและต้นนนทรีป่าซึ่งจัดเป็นไม้ผลัดใบทั้งคู่ (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, 2561) โดยมวลรวมชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่แปลงตัวอย่างมีค่า 5,977.824 กิโลกรัม 2,809.578 กิโลกรัมคาร์บอน ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนต่อไร่เท่ากับ 44.953 ตันคาร์บอนไร่

ตารางที่ 1 ชื่อพื้นเมืองพันธุ์ไม้และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากการสำรวจแปลงตัวอย่างที่ 1 บริเวณด้านหลังสนามเทนนิส

No.	ชื่อพื้นเมือง	GBH (cm)	DBH (cm)	Ht (m)	W_s (kg)	W_b (kg)	W_t (kg)	W_{db} (kg)	CS (kg)
1	หางนกยูงฝรั่ง	102	32.463	12.5	310.964	94.577	7.984	413.525	194.357
2	หางนกยูงฝรั่ง	120	38.192	13	434.607	135.004	10.187	579.798	272.505
3	หางนกยูงฝรั่ง	173	55.060	13.4	875.355	284.202	16.959	1,176.516	552.963
4	ต้นนนทรีป่า	223	70.974	12.1	1,270.920	422.455	22.248	1,715.623	806.343
5	หางนกยูงฝรั่ง	169	53.787	11.8	746.040	239.786	15.096	1,000.922	470.433
6	หางนกยูงฝรั่ง	170	54.106	12.8	812.735	262.638	16.067	1,091.440	512.977
ผลรวม					4,450.621	1,438.662	88.541	5,977.824	2,809.578

หมายเหตุ : GBH = ค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ความสูงระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดิน

DBH = ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร

W_b = มวลชีวภาพกิ่ง

W_t = มวลชีวภาพใบ

CS = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

Ht = ค่าความสูงต้นไม้

W_s = มวลชีวภาพลำต้น

W_{db} = มวลชีวภาพเหนือดิน

พื้นที่ศึกษาแปลงตัวอย่างที่ 2 บริเวณสวนสัตว์เทศบาลนครนครปฐม ขนาด 10×10 เมตร มีต้นไม้ 6 ประกอบด้วย ไม่น้อยต้นไม้ผลัดใบ 2 พันธุ์ไม้ ได้แก่ ต้นมะหาด ต้นยางแดงและ ไม่น้อยต้นประเภทผลัดใบ 3 พันธุ์ไม้ ได้แก่ ต้นตะแบก ต้นสะเดา ต้นอินทนิลน้ำ (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, 2561) โดยมวลรวมชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่แปลงตัวอย่างมีค่า 5,575.233 กิโลกรัม 2,620.361 กิโลกรัมคาร์บอนตามลำดับ ดังตารางที่ 2 ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนต่อไร่เท่ากับ 41.926 ตันคาร์บอน/ไร่

ตารางที่ 2 ชื่อพื้นเมืองพันธุ์ไม้และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากการสำรวจแปลงตัวอย่างที่ 2 บริเวณสวนสัตว์เทศบาลนครนครปฐม

No.	ชื่อพื้นเมือง	GBH (cm)	DBH (cm)	Ht (m)	W_s (kg)	W_b (kg)	W_t (kg)	W_{ob} (kg)	CS (kg)
1	มะหาด	305.2	97.136	20.3	3,640.084	1,293.052	47.858	4,980.994	2,341.067
2	ยางแดง	86.3	27.467	7.2	137.766	39.802	4.414	181.982	85.532
3	ยางแดง	46.2	14.704	8.4	50.336	13.647	2.121	66.104	31.069
4	ตะแบก	74.7	23.775	8.8	127.059	36.522	4.161	167.742	78.839
5	สะเดา	47.7	15.181	10.5	65.527	18.064	2.570	86.161	40.496
6	ต้นอินทนิลน้ำ	47.7	15.118	11.4	70.133	19.417	2.700	92.250	43.358
ผลรวม					4,090.905	1,420.504	63.824	5,575.233	2,620.361

หมายเหตุ : GBH = ค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ความสูงระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดิน

Ht = ค่าความสูงต้นไม้

DBH = ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร

W_s = มวลชีวภาพลำต้น

W_b = มวลชีวภาพกิ่ง

W_t = มวลชีวภาพใบ

W_{ob} = มวลชีวภาพเหนือดิน

CS = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

พื้นที่ศึกษาแปลงตัวอย่างที่ 3 บริเวณด้านหลังอิมจันทร์สนามฟุตบอล ขนาด 10×10 เมตร มีต้นไม้ 7 ต้น 5 พันธุ์ไม้ ประกอบด้วย ยูคาลิปตัส ไม่น้อยต้นไม้ผลัดใบและไม่น้อยต้นประเภทผลัดใบ 3 พันธุ์ไม้ ได้แก่ ต้นมะฮอกกานีใบใหญ่, ต้นนนทรีป่า, อินทนิลน้ำ และประดู่กิ่งอ่อน (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, 2561) โดยคำนวณค่าพารามิเตอร์มวลรวมชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่แปลงตัวอย่างมีค่า 4,136.558 กิโลกรัม 1,944.182 กิโลกรัมคาร์บอนตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนต่อไร่เท่ากับ 31.106 ตันคาร์บอน/ไร่

ตารางที่ 3 ชื่อพื้นที่เมืองพันธุ์ไม้และค่าพารามิเตอร์ต่างๆจากการสำรวจแปลงตัวอย่างที่ 3 บริเวณด้านหลังอัมจันทร์สนามฟุตบอล

No.	ชื่อพื้นที่เมือง	GBH (cm)	DBH (cm)	Ht (m)	W_s (kg)	W_b (kg)	W_t (kg)	W_{ob} (kg)	CS (kg)
1	มะฮอกกานีใบใหญ่	66.5	21.165	7.2	85.328	23.918	3.114	112.360	52.809
2	มะฮอกกานีใบใหญ่	99.0	31.509	15.3	354.464	108.702	8.782	471.948	221.816
3	ต้นนนทรีป่า	219.0	69.701	16.7	1,652.980	558.643	26.939	2,238.562	1,052.124
4	ยูคาลิปตัส	149.1	47.454	9.8	499.625	156.573	11.275	667.473	313.712
5	มะฮอกกานีใบใหญ่	80.6	25.652	8.5	141.520	40.956	4.501	186.977	87.879
6	ต้นอินทนิลน้ำ	72.95	23.218	13.6	181.479	53.351	5.394	240.224	112.905
7	ประดู่กิ่งอ่อน	68.4	21.770	14.0	165.574	48.394	5.046	219.014	102.937
ผลรวม					3,080.970	990.537	65.051	4,136.558	1,944.182

หมายเหตุ : GBH = ค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ความสูงระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดิน

Ht = ค่าความสูงต้นไม้

DBH = ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร

W_s = มวลชีวภาพลำต้น

W_b = มวลชีวภาพกิ่ง

W_t = มวลชีวภาพใบ

W_{ob} = มวลชีวภาพเหนือดิน

CS = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

พื้นที่ศึกษาแปลงตัวอย่างที่ 4 บริเวณสวนสุขภาพ ขนาด 10×10 เมตร มีต้นไม้ 7 ต้น 5 พันธุ์ไม้ ประกอบด้วย ต้นไทรซึ่งเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ และไม้ยืนต้นประเภทผลัดใบ 4 พันธุ์ไม้ ได้แก่ ตะแบก ต้นมะฮอกกานีใบใหญ่, อินทนิลน้ำ และประดู่กิ่งอ่อน (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, 2561) โดยคำนวณค่าพารามิเตอร์มวลรวมชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่แปลงตัวอย่างมีค่า 1,865.674 กิโลกรัม 876.867 กิโลกรัม คาร์บอน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4 ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนต่อไร่เท่ากับ 14.029 ตันคาร์บอนไร่

ตารางที่ 4 ชื่อพื้นเมืองพันธุ์ไม้และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากการสำรวจแปลงตัวอย่างที่ 4 บริเวณด้านหลังอัมจันทร์สนามฟุตบอล

No.	ชื่อพื้นเมือง	GBH (cm)	DBH (cm)	Ht (m)	W_s (kg)	W_b (kg)	W_t (kg)	W_{ob} (kg)	CS (kg)
1	ประดู่กิ่งอ่อน	96.4	30.681	7.8	181.727	53.428	5.400	240.555	113.061
2	ตะแบก	39.6	12.603	5.2	24.400	6.320	1.252	31.972	15.027
3	มะฮอกกานีใบใหญ่	170	54.106	10.6	683.406	218.442	14.163	916.011	430.525
4	มะฮอกกานีใบใหญ่	34.8	11.076	6.1	22.285	5.739	1.172	29.196	13.722
5	อินทนิลน้ำ	54.5	17.346	7.9	64.459	17.751	2.539	84.749	39.832
6	ไทร	83.5	26.575	12.5	215.258	63.967	6.108	285.333	134.107
7	ไทร	79.5	25.302	13.4	209.665	62.201	5.992	277.858	130.593
ผลรวม					1,401.200	427.848	36.626	1,865.674	876.867

หมายเหตุ : GBH = ค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ความสูงระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดิน

DBH = ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร

W_b = มวลชีวภาพกิ่ง

W_t = มวลชีวภาพใบ

CS = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

Ht = ค่าความสูงต้นไม้

W_s = มวลชีวภาพลำต้น

W_{ob} = มวลชีวภาพเหนือดิน

จากการสำรวจเก็บข้อมูลพื้นที่แปลงตัวอย่างพบต้นหางนกยูงฝรั่ง, ต้นมะฮอกกานีใบใหญ่ และต้นอินทนิลน้ำ มากสุดตามลำดับ โดยต้นมะหาดมีเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงที่สูงสุด ส่งผลให้มีความสามารถในการเก็บคาร์บอนเฉลี่ยสูงสุด คือ 2,341.067 กิโลกรัม ดังตารางที่ 5 และค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนทั้ง 4 แปลงตัวอย่าง เท่ากับ 33.003 ตันคาร์บอนไร่ ดังนั้นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สีเขียวทั้งหมดของศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐมมีค่าเท่ากับ 602.964 ตันคาร์บอน

ตารางที่ 5 ตารางแสดงจำนวนพันธุ์ไม้ที่พบทั้งหมดและความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยแต่ละชนิด

No.	ชนิดพันธุ์ไม้	จำนวน ต้นไม้	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)			ความสูงต้นไม้ (m)			ความสามารถในการกัก เก็บคาร์บอนเฉลี่ย (kg)
			สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	
1	หางนกยูงฝรั่ง	5	55.060	32.463	46.722	13.4	11.8	12.7	400.467
2	มะฮอกกานีใบใหญ่	5	54.106	11.076	28.702	15.3	6.1	9.54	161.35
3	อินทนิลน้ำ	3	17.346	15.118	18.561	13.6	11.4	11	65.365
4	ยางแดง	2	27.467	14.704	21.086	8.4	7.2	7.8	58.301
5	ตะแบก	2	23.775	12.603	18.189	8.8	5.2	7	46.933
6	ประดู่กิ่งอ่อน	2	21.77	30.681	26.226	14	7.8	10.9	213.387
7	ไทร	2	26.575	25.302	25.939	13.4	12.5	12.95	132.35
8	ต้นกระถินณรงค์	1	70.974	70.974	70.974	12.1	12.1	12.1	806.343
9	มะหาด	1	97.136	97.136	97.136	20.3	20.3	20.3	2,341.067
10	สะเดา	1	15.181	15.181	15.181	10.5	10.5	10.5	40.496
11	ต้นนนทรีป่า	1	69.701	69.701	69.701	16.7	16.7	16.7	1,052.124
12	ยูคาลิปตัส	1	47.454	47.454	47.454	9.8	9.8	9.8	313.712

สรุปและอภิปรายผล

จากการลงภาคสนามเก็บข้อมูลต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง กรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม ลักษณะพืชพรรณส่วนใหญ่ในพื้นที่สวนสาธารณะของศูนย์เยาวชน มีลักษณะคล้ายป่าดิบแล้ง กล่าวคือ มีไม้ไม่ผลัดใบและไม้ผลัดใบขึ้นผสมกันแปลงตัวอย่างทั้งหมด 26 ต้น 12 ชนิด โดยพบมากที่สุด คือ หางนกยูงฝรั่งและมะฮอกกานีใบใหญ่ชนิดละ 5 ต้น และวิเคราะห์มวลชีวภาพเหนือดินของต้นไม้ด้วยวิธีการทางอ้อมหรือการวัดความสูงของต้นไม้และเส้นรอบวงที่ความสูงระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดิน แล้วใช้สมการแอลโลเมตรีของ Tsutsumi et al. (1983) คำนวณมวลชีวภาพเหนือดินของต้นไม้ ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วมากกว่าวิธีการอื่น ๆ เช่น การประมาณค่ามวลชีวภาพด้วยวิธี stratified-clip technique (พงษ์ศักดิ์, 2538) นั้นมีการตัดเก็บชิ้นส่วนต่าง ๆ ทั้งลำต้น กิ่ง ใบ ทุก 1 เมตร ตั้งแต่ลำต้นถึงปลายยอด ก่อนนำไปผึ่งและอบแห้งด้วยความร้อนสูงถึง 85 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วถึงสามารถนำมาชั่งหามวลชีวภาพของต้นไม้ได้ ซึ่งใช้ทั้งเวลาและต้นทุนในการทำสูง แต่ทั้งนี้การใช้สมการแอลโลเมตรีของ Tsutsumi et al. (1983) ประมาณค่าชีวมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงเกินไป 17% (Pothong et al.,) ดังนั้นในการศึกษครั้งนี้จึงเลือกใช้สมการแอลโลเมตรีของ Tsutsumi et al. (1983) มีความเหมาะสมกับต้นไม้ที่ขึ้นในพื้นที่ไม่สูงมาก เหมาะสมกับสภาพป่าดิบแล้ง และมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ส่วนสมการแอลโลเมตรีอื่น ๆ เช่น Owaga et al. (1965) เหมาะสมสำหรับป่าเต็งรัง (บุษรา กันหอมและคณะ, 2562)

ผลการวิจัยพบว่าต้นมะหาดมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงที่สูงที่สุดคือ 97.136 เซนติเมตร 20.3 เมตร ตามลำดับ ส่งผลให้มีมวลชีวภาพเหนือดินและค่าการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุด คือ 4,980.994 กิโลกรัม และ 2,341.067 กิโลกรัมคาร์บอน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Agevi et al. (2017) และ รุจน์ ยศธสารและ เพ็ญประภา เพชรบูรณ์ (2563) ที่อธิบายถึงความสูงและขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ซึ่งส่งผลทำให้ปริมาณมวลชีวภาพเหนือดินและความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแต่ละต้นไม่เท่ากัน นอกจากนี้ในพื้นที่แปลงตัวอย่างมีมวลชีวภาพเหนือดินเท่ากับ 17,555.289 กิโลกรัม หรือ 17.555 ตัน โดยมวลรวมชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ ในแปลงตัวอย่างมีค่า 13.023 ตัน 4.277 ตัน และ 0.254 ตัน ตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนทั้ง 4 แปลงตัวอย่างเท่ากับ 33.004 ตันคาร์บอน/ไร่ ดังนั้นในพื้นที่สีเขียวของศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐมจำนวน 18.27 ไร่ มีค่าการกักเก็บคาร์บอน 602.983 ตันคาร์บอน ซึ่งต่ำกว่าค่าการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สวนลุมพินี กรุงเทพมหานคร ที่มีเนื้อที่ประมาณ 360 ไร่ เป็นสวนอเนกประสงค์ ประกอบไปด้วย สระว่ายน้ำ สนามแบดมินตัน สนามเทนนิส ฯลฯ เป็นสวนสาธารณะในเมือง เช่นเดียวกันกับศูนย์เยาวชนเทศบาลนครปฐม ที่สามารถกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินทั้งหมดได้ 1,270.881 ตันคาร์บอน (วีระ ปะทะชินังและคณะ, 2557) และศูนย์เยาวชนเทศบาลนครปฐมสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการปลูกต้นไม้ในพื้นที่เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. (2565). *กลุ่ม ปตท. นำร่องศึกษา CCS Hub Model เป็นต้นแบบเทคโนโลยีมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์*. สืบค้น 21 สิงหาคม 2566, จาก <https://www.pttplc.com/th/Media/News/Content-30295.aspx>.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2559). *แผนปฏิบัติการตามแผนแม่บทการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศจังหวัดนครปฐม*. ม.ป.ท. : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. จาก http://ecocenter.diw.go.th/upload_file/eco_plan/NakhonPathom_2fbee587-2701-47c5-86de-60136f2bc8c3.pdf.
- ชัชชาติ สิทธิพันธุ์. (2565). *นโยบายปลูกต้นไม้ล้านต้น สร้างพื้นที่สีเขียวและกำแพงกรองฝุ่นทั่วกรุง*. สืบค้น 21 สิงหาคม 2566, จาก <https://www.chadchart.com/policy/6215eef94e43cd8b4760bc16/>.
- รุจน์ ยศธสาร และเพ็ญประภา เพชรบูรณ์. (2563). การศึกษาวิธีประมาณค่าการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นยางนาโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*, 20(4), 1–12. จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/gskku/article/view/215094/164399>.
- วีระ ปะทะชินัง, สุรีย์พร นิพัทธวิทยา และปรกรณ์ เมฆแสงสว. (2557). การประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนสาธารณะในเมือง กรณีศึกษา: สวนลุมพินีกรุงเทพมหานคร. ใน *โครงการประชุมวิชาการระดับชาติ SMARTS ครั้งที่ 4: อัตลักษณ์แห่งเอเชีย 2014*. (น. 675–686). ม.ป.ท.: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.

- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2565). *การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) จากการใช้พลังงาน ปี 2564*. ม.ป.ท. : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. จาก https://www.eppo.go.th/index.php/th/component/k2/item/download/22061_5ccc70b8d6aaf1e3d34dc98b6d138bc2.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2566). *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2566*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน.
- สำนักงานเทศบาลเมืองนครปฐม. (2564). *นโยบาย และกรอบแนวทางการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกเทศบาลเมืองนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม*. นครปฐม: สำนักงานเทศบาลเมืองนครปฐม.
- สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (2561). *สารานุกรมพืชในประเทศไทย*. สืบค้น 21 สิงหาคม 2566, จาก <https://www.dnp.go.th/botany/dictindex.html>.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (ม.ป.ป.). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ศูนย์*. สืบค้น 22 กันยายน 2566, จาก <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdplVmpkSE5mYVhNP>.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2559). *ปลูกต้นไม้ช่วยลดโลกร้อนได้ยังไงนะ? (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2563). *วัดต้นไม้อย่างไรให้ถูกต้อง*. สืบค้น 22 กันยายน 2566, จาก <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/download-less/100-less-management/1364-2020-09-23-10-21-08.html>.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564). *การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้*. สืบค้น 22 กันยายน 2566, จาก <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/tver-method/tver-tool/for-agr/item/245-t-ver-tool-for-agr.html>.
- Agevi, H., Onwonga, R., Kuyah, S., & Tsingalia, M. (2017). Carbon stocks and stock changes in agroforestry practices: a review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 101–109, Retrieved from http://ir-library.mmust.ac.ke:8080/bitstream/handle/123456789/507/CARBON_STOCKS_AND_STOCK_CHANGES_IN_AGROFORESTRYPRACTICES.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- EPA. (2023). *Effects of Acid Rain*. Retrieved 21 August 2023, from <https://www.epa.gov/acidrain/effects-acid-rain>.
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture Forestry and Other Land Use*. Japan: IGES.
- IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. In H. Lee and J. Romero (Eds.), *Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, (pp. 35–115), Geneva: IPCC.
- Kabir, M., Habiba, U., Iqbal, M. Z., Shafiq, M., Farooqi, Z. R., Shah, A., & Khan, W. (2023). Impacts of anthropogenic activities & climate change resulting from increasing concentration of Carbon dioxide on environment in 21st Century; A Critical Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1194(1), 012010. doi: 10.1088/1755-1315/1194/1/012010.
- NOAA. (2023a). *What is the carbon cycle?*. Retrieved 21 August 2023, from <https://oceanservice.noaa.gov/facts/carbon-cycle.html#transcript>.
- NOAA. (2023b). *Greenhouse gases continued to increase rapidly in 2022*. Retrieved 21 August 2023, from <https://www.noaa.gov/news-release/greenhouse-gases-continued-to-increase-rapidly-in-2022>.

- Pothong, T., Elliott, S., Chairuangsi, S., Chanthorn, W., Shannon, D. P. & Wangpakapattanawong, P. (2022). New allometric equations for quantifying tree biomass and carbon sequestration in seasonally dry secondary forest in northern Thailand. *New Forests*, 53(1), 17–36. doi: 10.1007/s11056-021-09844-3.
- Tsutsumi, t., yoda, k., sahanalu, p., dhanmanonda, p. & prachaiyo, b. (1983). forest: felling, burning and regeneration. in k. kyume and c. pairintra (eds.). *shifting cultivation*. 13–62. Tokyo: n.p.
- University of british columbia. (2019). *Height measurements*. Retrieved 21 August 2023, from <https://bigtrees.forestry.ubc.ca/measuring-trees/height-measurements/>.

ระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท

เกสรฯ เพชรกระจ่าง¹, อรรถพล คงหวาน^{1*}, ปิยะพร มุลทองชุน¹, นงนฏ ระวังวงศ์¹ และ พงศกร เจริญเนตรกุล¹

Appointments and Communication System for Healthcare with a Chatbot

Ketsara Phetkrachang¹, Authapon Kongwan^{1*}, Piyaporn Multongchun¹, Nongnard Rawangwong¹
and Pongsagorn Chalearnnetkul¹

¹ Computer Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla, 90000

*Corresponding author: authapon.k@rmutsv.ac.th

Received: November 20, 2023; Revised: December 27, 2023; Accepted: January 10, 2024

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการสื่อสารข้อความด้วยระบบแชทบอทอุปกรณ์สมาร์ตดีไวซ์ เป็นการสื่อสารที่มีความสะดวกและปลอดภัย ซึ่งการให้บริการข้อมูลโดยผ่านระบบแชทของสถานพยาบาลให้แก่ผู้ใช้บริการ จะสามารถอำนวยความสะดวก ประหยัด และปลอดภัยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะการณโรคระบาดหรือมีการเดินทางที่ลำบากไม่ปลอดภัย ดังนั้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในการใช้เทคโนโลยีมือถือ ซึ่งจะเพิ่มความสะดวก ประหยัด และปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้บริการ จึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบนัดหมายและการสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาระบบแชทบอทเพื่อกำหนดนัดหมายและการสื่อสารสำหรับสถานพยาบาล 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และ ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของผู้ใช้ เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบแชทบอทประกอบด้วย 1) ระบบฐานข้อมูล ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) โดยการดึงข้อมูลบางส่วนจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จากโปรแกรม JHCIS (Java Health Center Information System) 2) การออกแบบชุดคำสั่งในแชทบอท จะใช้โปรแกรมส่งข้อความเทเลแกรม (Telegram) เพื่อออกแบบชุดคำสั่งในแชทบอท และการสร้างช่องทางในการรับส่งข้อความ กระจายข่าวสาร โดยข้อความจะถูกเข้ารหัสเอาไว้เพื่อป้องกันบุคคลภายนอกเข้ามาเจาะระบบ 3) ภาษาโก (Golang) สำหรับการโหลดข้อมูลตั้งต้น และปรับปรุงข้อมูลการนัดหมายต่าง ๆ ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และ มีกลุ่มผู้ใช้งาน จำนวน 100 คน สามารถสรุปผลการประเมินเป็น 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านประสิทธิภาพของระบบ และการใช้งานของระบบ โดยใช้ค่าสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยมีการนำผลที่ได้ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของการประเมิน ผลการประเมินคุณภาพของการใช้งานระบบ และ ประสิทธิภาพของระบบ เฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย = 4.54 และ ค่า S.D = 0.54 เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็น พบว่า ประเด็นด้านการใช้งานของระบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.53 ,S.D = 0.65 และ ประเด็นประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55 ,S.D = 0.56

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน, นัดหมาย, การสื่อสาร, แชทบอท, สถานพยาบาล

¹ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา 90000

Abstract

Nowadays, chat messaging system on smart devices is convenient and safe communication. The hospital's chat messaging system is able to provide significant information to the users. That can be convenient, economical, and safe for the user, especially, in an epidemic situation or having difficult or unsafe travel. In order to take advantage of the use of mobile technology this will increase convenience, savings, and safety for the users, therefore, the idea was born to develop an appointment and communication system for healthcare with a chatbot. The objectives of this research are to; 1) Develop a chatbot system for appointments and communication for healthcare facilities; 2) Evaluate the performance of the system and assess user satisfaction with its use. The technology used in developing the chatbot system consists of; 1) A database system that collects data (Data Collection) by pulling some data from the database of the Subdistrict Health Promotion Hospital from the JHCIS (Java Health Center Information System) software; 2) Designing a command set in the chatbot that will use the Telegram messaging system (Telegram) and create a messaging channel to broadcast the news to the users. The message will be encrypted to prevent outsiders from hacking the system. 3) Golang for loading the initial data and updating various appointment information. The evaluation of the performance of the system is done by 5 experts and 100 users. The results of the evaluation can be summarized in 2 areas, consisting of the efficiency of the system and the usability of the system using statistical values, percentage values, mean, and standard deviation (S.D). The overall of the results of evaluation the efficiency of the system and the usability are at a very good level. The average is 4.54, S.D = 0.54. When considering each issue, it was found that the issues regarding the usability of the system have an average of 4.53, S.D = 0.65 and system efficiency issues have an average of 4.55, S.D = 0.56.

Keywords: Application, Appointments, Communication, Chatbots, Medical

บทนำ

ปัจจุบันการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร และการสื่อสารต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ให้บริการ และ ผู้รับบริการ พฤติกรรมผู้ให้บริการ และ ผู้รับบริการมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสื่อสารระหว่างบุคคลผ่านแอปพลิเคชันเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีการพัฒนาระบบตอบโต้อัตโนมัติ หรือ แชทบอท (Chatbots) เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น ในการยกระดับการสนทนาของผู้ใช้บริการ และ ผู้ให้บริการ เพื่อความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการ ยกตัวอย่างเช่น การสอบถามราคาสินค้าหรือบริการ ซึ่งมักจะมีระบบการตอบโต้อัตโนมัติเพื่อให้ทันท่วงทีต่อความต้องการของผู้ใช้ แชทบอท จัดเป็นปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) รูปแบบหนึ่งที่สามารถโต้ตอบสื่อสารผ่านข้อความกับคนได้อย่างธรรมชาติ มีความฉลาดเช่นเดียวกับมนุษย์ มีความตอบสนองต่อคำถามและคำสั่งแบบเรียลไทม์ โดยผ่านการประมวลผล ทำให้หลายองค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน อย่างไรก็ตาม ระบบแชทบอทยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาความสามารถของแชทบอทยังมีบทบาทสำคัญต่อการให้บริการ และช่วยเพิ่มคุณค่าแก่การบริการ เป็นสื่อกลางระหว่างการสื่อสารโดยเฉพาะงานด้านการบริการลูกค้า คาดหวังว่าร้อยละ 85% ของงานบริการ จะถูกขับเคลื่อนด้วยแชทบอท (Tan O., 2017)

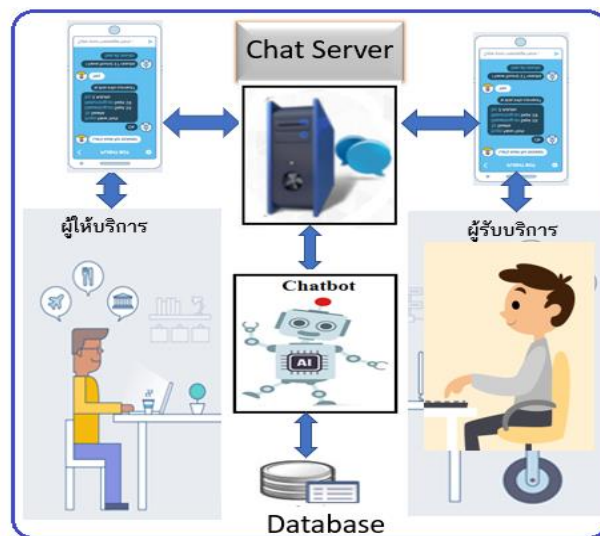
อนามัยเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา นวมินทราชินี บ้านควนป้อม ตำบลโคกทราย อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง มีบทบาทสำคัญในการให้บริการด้านสุขภาพและสาธารณสุขแก่ประชาชนในพื้นที่ รวมทั้งการให้บริการด้านการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคต่าง ๆ ตามนโยบายของรัฐบาล กระทรวงสาธารณสุขในระดับท้องถิ่น และเป็นสถานพยาบาลที่ยังไม่มีระบบการสื่อสารและนัดหมายเพื่อให้บริการประชาชนในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ และ ปัจจุบันนี้ การสื่อสารผ่านในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีความก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้ผู้สื่อสาร ลดค่าใช้จ่ายในการสื่อสาร เช่น ค่าโทรศัพท์ เนื่องจากสามารถใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการเชื่อมต่อผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น ไลน์ เทเลแกรม ฯลฯ ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็วในการสื่อสาร รวมทั้งประหยัดเวลา และ แอปพลิเคชันแต่ละตัวก็มีความสามารถที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจ ในพัฒนาระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท เพื่อบริการข้อมูลการนัดหมาย แจ้งเตือนล่วงหน้าแก่ผู้รับบริการ และ แจ้งข้อมูลประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้รับบริการ การนัดหมายผู้ป่วยหรือผู้ใช้บริการถือเป็นภารกิจสำคัญอย่างหนึ่งที่สถานพยาบาลให้ความสำคัญและเป็นขั้นตอนของการตรวจติดตามอาการข้างต้นของผู้ป่วยหรือผู้ใช้บริการ เช่น การนัดมาเพื่อรับยาอย่างต่อเนื่อง ฉีดวัคซีน ตรวจสุขภาพ และ อื่นๆมากมาย โดยการนัดนั้นเพื่อทำการดูแลรักษาอย่างต่อเนื่องและวินิจฉัยเพิ่มเติม แต่บางครั้งมีปัญหาพบว่าผู้ป่วยหรือผู้ใช้บริการจำนวนมากไม่มารับการตรวจตามนัด เนื่องจากมีความยุ่งยากในการติดต่อสื่อสาร เพื่อทำการกำหนดวันนัดใหม่ หรือ เปลี่ยนวัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอ ระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท เพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร นัดหมาย และแจ้งเตือน เมื่อถึงเวลานัดหมายโดยระบบสามารถโต้ตอบการสนทนาระหว่างผู้ใช้บริการกับผู้รับบริการได้อย่างสะดวกทันทั่วถึง ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

- 1) ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) กรอบแนวคิดการวิจัย
- 3) วิธีการดำเนินการวิจัย
- 4) สรุปผลการศึกษาค้นคว้าวิจัย

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิด มีรายละเอียดดังรูปที่ 1

จากรูปที่ 1 เป็นการแสดงกรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบนัดหมายและการสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท เพื่อการตอบกลับการสนทนาด้วยตัวอักษรอัตโนมัติผ่าน Messaging Application เสมือนการโต้ตอบของคนจริง ๆ ในการเลือกข้อความสำหรับการตอบกลับของแชทบอทจะมีตัวกลางคอยรับข้อความเพื่อนำมาประมวลผลและส่งผลลัพธ์ไป-กลับ ในหน้าต่าง Chat และบันทึกข้อมูลเข้าใน Chat Server ซึ่งจะมีการบันทึกคำถามและคำตอบไว้เป็นจำนวนหนึ่ง และทำการตรวจจับคำหลัก (Keyword) จากคำถามเพื่อนำไปประมวลผลเป็นคำตอบแล้วส่งกลับไปยังผู้ใช้ โดยสามารถใช้งานได้อย่างยืดหยุ่น โดยข้อมูลต่าง ๆ จะผ่าน Chat Server และ Chatbot ตลอดเวลา โดยข้อมูลต่าง ๆ จะเก็บไว้เป็น Database เพื่อประโยชน์ในการใช้งานด้านสารสนเทศต่อไป



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sameera และ John (Abdul, A., & Woods, J, 2017) ได้ทำการพัฒนาระบบแชทบอท โดยมีการเก็บพฤติกรรมของผู้ใช้งาน จากการรับข้อความแล้วนำข้อมูลไปสืบค้นในระบบอินเทอร์เน็ตแล้วทำนายความต้องการของผู้ใช้งานในอนาคต โดยวิธีการสกัดคำตอบจากคำตอบทั้งหมด จากนั้นดำเนินการนำคำตอบส่งกลับให้ผู้ใช้ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ ความถูกต้องของการเลือกคำตอบที่ถูกต้องอยู่ที่ MMR เท่ากับ 52.31

Budsabok, S. และ คณะ (Budsabok, et al., 2020) ได้ทำการวิจัยในเรื่องของการพัฒนาแอปพลิเคชันแชทบอท เกี่ยวกับการให้บริการแก่นักศึกษา ซึ่งเป็นส่วนงานของกองพัฒนานักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ และทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ เช่น เจ้าหน้าที่ นักศึกษา ในส่วนของการประสิทธิภาพการทำงานระบบมีการใช้ผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 2 คน และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ พบว่าระบบ มีความพึงพอใจ โดยมีค่าเฉลี่ย = 4.50 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) = 0.20 ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ และนักศึกษา จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ซึ่งถ้าคิดเป็นค่าเฉลี่ย = 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.03

สุวิมล ผาบแก้ว และ ธนากร อุษพานิชย์ (2561) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่องแอปพลิเคชันสำหรับนัดหมายผู้ป่วยทันตกรรมผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ และ ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบซึ่งมีกลุ่มเป้าหมาย 550 คนระบบ โดยผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของระบบสำหรับนัดหมายอยู่ในระดับมากที่สุด และ ความพึงพอใจต่อการใช้งานสำหรับการนัดหมาย อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

วิริยะ รอดโพธิ์ทอง ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดนัดหมาย งานการประชุมการท่องเที่ยว อาเซียน DEVELOPMENT ASEAN. โดยใช้โปรแกรม ลาราวเอล เฟรมเวิร์ค (Laravel Framework) ของพีเอสพี เพื่อศึกษาการทำงาน การประยุกต์ใช้ตารางนัดหมายการประชุม สำหรับกลุ่มลูกค้าที่มางาน ATF2018 ผลความพึงพอใจของระบบอยู่ที่ระดับมาก ช่วยให้ผู้บริหารและนักธุรกิจของกิจกรรมภายในงานได้อย่างสะดวก (วิริยะ รอดโพธิ์ทอง, 2561)

สุวิมล ผาบแก้ว และ ธนากร อุษพานิชย์ ได้พัฒนาแอปพลิเคชันในการนัดหมายผู้ป่วยทันตกรรม ผ่านระบบแอนดรอยด์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการประเมินประสิทธิภาพระบบบนสำหรับการนัดหมายผู้ป่วย และ มีการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ ผลการประเมินพบว่าประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน สำหรับนัดหมายผู้ป่วยทันตกรรมผ่านระบบแอนดรอยด์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่า ($\bar{x}$ = 4.63, S.D. = 0.63). ความพึงพอใจแอปพลิเคชันสำหรับนัดหมายผู้ป่วย

ทันตกรรมผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์อยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่า ($\bar{x} = 4.71$, S.D. = 0.48) และ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านอายุและปัจจัยด้านรายได้กับการใช้แอปพลิเคชันสำหรับนัดหมายผู้ป่วยทันตกรรมผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (สุวิมล ผาบแก้ว และ ธนากร อุษพานิชย์, 2561)

กาญจนา เพิ่มพูล, มานีสา รัชชะตะ, & หทัยรัตน์ เกตุมณี ชัยรัตน์ ได้ทำการศึกษา เรื่อง การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบแจ้งเตือน กำหนดการสำหรับ วิทยาลัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรม. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนกำหนดการสำหรับวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและ ผลการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และอาจารย์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน ผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ มีความพึงพอใจสูงที่สุด คือ มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 4.55 มีค่า S.D. เท่ากับ 0.52 รองลงมาคือ การทำงานด้านฟังก์ชันงานของระบบ มีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 4.46 มีค่า S.D. เท่ากับ 0.55 และด้านความง่ายต่อการใช้โปรแกรมมีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 4.42 มีค่า S.D. เท่ากับ 0.61 และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบมีค่า $\bar{x}$ เท่ากับ 4.41 มีค่า S.D. เท่ากับ 0.61 ตามลำดับ (กาญจนา เพิ่มพูล และ คณะ, 2559)

จักรพงษ์ รัตนโยธิน และ วชิรศักดิ์ วานิชชา ได้ทำการศึกษาในการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในรูปแบบแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน เพื่อให้ความรู้และแจ้งเตือนการรับประทานยาสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือด สมอง โดยการพัฒนาระบบต้นแบบที่เรียกว่า ดีซีเม็ต และผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยโรคหลอดเลือด สมองซึ่งอยู่ในกลุ่มทดลองที่มีการใช้ระบบดีซีเม็ต มีความสนใจและให้ความร่วมมือในการรับประทานยาเพิ่มขึ้นร้อยละ 42.86 และสามารถทานยาได้ตรงตามเวลามากกว่าผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้ใช้ระบบ อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 (จักรพงษ์ รัตนโยธิน และ วชิรศักดิ์ วานิชชา, 2560)

วิไลลักษณ์ ลูกอินทร์ และ อุดุลย์ ได้ทำการศึกษาในเรื่องระบบจัดการคลินิกด้านทันตกรรมโดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะเอาเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์กับการทำร่วมรวมกับการบริการทางด้านทันตกรรม ระบบถูกพัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Access ซึ่งเป็นโปรแกรมติดต่อกับฐานข้อมูลระบบการนัดหมาย โดยมีการเก็บข้อมูลประวัติผู้ป่วย ข้อมูลการรักษา และ ข้อมูลในการวินิจฉัยโรค พร้อมทั้งสามารถออกรายงานที่เกี่ยวข้อง และจัดการในเรื่องคลังยาเวชภัณฑ์ ทำให้สามารถติดตามประวัติการให้บริการในเรื่องการรักษาอย่างต่อเนื่อง เพิ่มความสะดวกในการบริการ (วิไลลักษณ์ ลูกอินทร์ และ อุดุลย์ ไต่บก, 2558)

ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

1) แชทบอท (Chatbot) คือโปรแกรมประยุกต์ชนิดหนึ่งทำงานโดยการโต้ตอบอย่างอัตโนมัติ เป็นบริการที่ทำงานโดยถูกตั้งเงื่อนไขการทำงานเอาไว้ล่วงหน้าด้วยการประมวลผลข้อความ โดยแชทบอทได้รับการพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) การสังเคราะห์เสียงที่เกิดจากการพูด (Speech Synthesis) การใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) โดยผู้ใช้สามารถโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ผ่านทางสนทนาได้ (ชุมพล โมฆรัตน์ และ คณะ 2559) ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบันในส่วนของอุตสาหกรรมด้านบริการ และการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น เชิงพาณิชย์ หรือการให้บริการทั่วไปเกี่ยวกับสินค้าและบริการ การทำหน้าที่ดูแลเสมือน Call Center เป็นการช่วยปิดการขาย การใช้โปรแกรมสนทนา สื่อสังคมออนไลน์ การท่องเที่ยว การโรงแรม บริการทางด้านการแพทย์ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยการให้บริการข้อมูลต่าง ๆ เช่น สายการบิน การเป็นช่องทางสื่อสารให้กับลูกค้า หรือ การถาม-ตอบ การดูแลผู้ป่วยด้วยเทคโนโลยีออนไลน์ (Phetkrachang K., & Kittiphattanabawon N., 2019) สำหรับการถามตอบแบบอัตโนมัติ

2) ภาษาโก Go (Chabbi, M., & Ramanathan, M., 2022) หรือเรียกอีกอย่างว่า Golang ซึ่งพัฒนาโดย Google เป็นภาษา System Programming การเขียนโปรแกรมฝั่ง Backend พัฒนาในปี 2550 โดย Robert Griesemer, Rob Pike และ Ken Thompson เช่น ทำการสร้าง API Server หรือ Network Application ลักษณะของภาษาเป็นแบบ Compiler มีการแปลเป็นภาษาเครื่อง ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำไปรันได้ทันทีไม่ต้องแปลคำสั่งใหม่ทุกรอบ ข้อดีของภาษา Go ใช้เวลาคอมไพล์น้อย ใช้งานเร็ว ออกแบบมาสำหรับการเขียนโปรแกรมแบบ Parallel โดยเฉพาะ Syntax ของภาษาใช้คอนเซ็ปของภาษา C

3) ระบบฐานข้อมูล (Database System) ซึ่งเป็นแหล่งที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมแฟ้มข้อมูลหลาย ๆ แฟ้มเข้าด้วยกัน ที่อยู่ในรูปตารางและเก็บรวมไว้ที่เดียวกันรวมทั้งส่วนของโครงสร้างข้อมูล และ ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลนั้นมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทำให้ง่ายต่อการสืบค้น (retrieval) แก้ไข (modified) การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูล (update) และการจัดเรียง (sort) ได้สะดวกขึ้น เป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลออกไป การเก็บรวบรวมข้อมูลจะเก็บไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อการใช้งานร่วมกันภายในองค์กร ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลโรงพยาบาล ประกอบด้วย ข้อมูลทะเบียนผู้ป่วย ข้อมูลการนัดหมาย ข้อมูลการรักษา เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีรหัสประจำตัวสำหรับการจัดเก็บเพื่อสะดวกในการค้นหาและเรียกใช้

4) วงจรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle : SDLC) (Maheshwari, S., & Jain, D., 2012) เป็นเทคนิค หรือ กระบวนการในการพัฒนาระบบอย่างเป็นขั้นตอนที่มีการกำหนดเอาไว้ในแผนการพัฒนาระบบงานต่าง ๆ เพื่อทำการสร้างระบบงานคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาขึ้นให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อประหยัดเวลาในการออกแบบและสร้างซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ ลดความเสี่ยงของโปรเจกต์ด้วยการวางแผนล่วงหน้า โดยทั่วไปประกอบด้วย ขั้นตอนกล่าวคือ 1) การเข้าใจปัญหาก่อน 2) การศึกษาความเป็นไปได้ของงาน 3) การวิเคราะห์ระบบงาน 4) การออกแบบระบบ 5) การพัฒนาระบบงาน 6) การบำรุงรักษาระบบ

5) ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) หรือที่เรียกว่า ดีบีเอ็มเอส (DBMS) เป็นกลุ่มโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในระบบติดต่อระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล เพื่อจัดการและควบคุมความถูกต้อง ความซ้ำซ้อน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล ซึ่งต่างจากระบบแฟ้มข้อมูลที่หน้าที่เหล่านี้จะเป็นหน้าที่ของโปรแกรมเมอร์ ในการติดต่อกับข้อมูลในฐานข้อมูลไม่ว่าจะด้วยการใช้คำสั่งในกลุ่มดีเอ็มแอล (DML) หรือ ดีดีแอล (DDL) หรือจะด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ทุกคำสั่งที่ใช้กระทำกับข้อมูลจะถูกดีบีเอ็มเอสนำมาแปล (คอมไพล์) เป็นการปฏิบัติการ (Operation) ต่าง ๆ ภายในคำสั่งนั้น ๆ เพื่อนำไปกระทำกับตัวข้อมูลภายในฐานข้อมูลต่อไป สำหรับส่วนการทำงานต่าง ๆ ภายในดีบีเอ็มเอสที่ทำหน้าที่แปลคำสั่งไปเป็นการปฏิบัติการต่าง ๆ กับข้อมูลนั้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากร คือ บุคลากรที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในส่วนงาน อนามัยเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา นวมินทราชินี บ้านควนปอม ตำบลโคกทราย อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง ซึ่งมีหน้าที่ในการให้บริการต่าง ๆ ภายใน และ กลุ่มบุคคลทั่วไปที่ใช้บริการ ซึ่งเป็นผู้ใช้บริการ รวมทั้งกลุ่มอาสาสมัครในการเข้าร่วมโครงการซึ่งทั้งหมดมีจำนวน 100 คน จาก 180 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง และ การสุ่มแบบบังเอิญ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท ผู้วิจัยเลือกใช้ เครื่องมือในการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้



รูปที่ 2 กระบวนการพัฒนาระบบ

1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น โดยการศึกษา ขั้นตอนการให้บริการในการตอบคำถามระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับบริการ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานบริการข้อมูลสุขภาพของประชาชนจากส่วนงานการบริการ การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) ในขั้นตอนนี้ ทำการรวบรวมข้อมูล โดยการดึงข้อมูลบางส่วนจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โปรแกรม JHCIS (Java Health Center Information System) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ข้อมูลที่ดึงมาจะนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว ประกอบด้วย ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการการตรวจรักษา ข้อมูลการนัดหมายของผู้รับบริการ ข้อมูลการนัดหมายรับวัคซีน ข้อมูลการนัดหมายบริการวางแผน ข้อมูลนัดหมายการเยี่ยมบ้าน ซึ่งระบบฐานข้อมูลโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (jhcis) เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้ภายในระบบงานของด้านสาธารณสุขชุมชน ซึ่งโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลได้นำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการเข้ารับการรักษาของสมาชิกภายในตำบล เป็นต้น โดยจะมีการทำงานในลักษณะ client – server ซึ่งภายในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจะทำการติดตั้งเครื่อง server ภายใน และในส่วน client จะมีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาใช้ในการบันทึกและปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่

2) วิเคราะห์และออกแบบระบบ ในการพัฒนาระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท ในขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบชุดคำสั่งในแชทบอท โดยใช้โปรแกรมส่งข้อความ 텔레แกรม (Telegram Messenger) ซึ่งจุดเด่นของเทเลแกรม มีหลายอย่างที่แตกต่างจากแอปพลิเคชันอื่น เช่น สามารถสร้างกลุ่มแชทขนาดใหญ่ และ รองรับจำนวนคนได้จำนวนมหาศาล โดยได้สูงสุดถึง สองแสนคน หรือทำการสร้างแชนแนล (Chanel) เพื่อเอาไว้สำหรับส่งข้อมูลกระจายข่าวสารให้กลุ่มคนได้เช่นกัน ลักษณะการแชททั้งหมดไม่ว่าจะเป็นแบบเดี่ยวหรือ แบบกลุ่ม ข้อความจะถูกเข้ารหัสเอาไว้ตลอดเวลาเพื่อป้องกันบุคคลภายนอกที่เข้ามาเจาะระบบและอ่านได้ง่าย ๆ ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ มีการแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

- เจ้าหน้าที่ ซึ่งเป็นผู้ส่งชุดคำสั่งสำหรับการพูดคุยกับผู้รับบริการเป็นรายบุคคล ประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่าง ๆ ส่งไปยังกลุ่มผู้รับบริการทั้งหมด รวมทั้งการนัดหมาย และการขอเลื่อนนัด จากผู้รับบริการ

- ผู้รับบริการซึ่งเป็นประชาชนทั่วไปที่ได้ลงทะเบียนไว้กับสถานพยาบาล โดยทำการลงทะเบียนในระบบ แชนบอท สามารถใช้ชุดคำสั่ง ตรวจสอบการนัดหมาย เลื่อนการนัดหมายแล้ว รอเจ้าหน้าที่ทำการยืนยัน และสามารถพูดคุยหรือซักถามข้อมูลต่าง ๆ จากเจ้าหน้าที่ผ่านแชทบอทได้ตลอด

- อาสาสมัครผู้ดูแลผู้รับบริการ โดยจะเป็นประชาชนในชุมชนที่อาสาสมัครเป็นผู้ดูแลผู้รับบริการ โดยจะทำหน้าที่ติดตามและช่วยเหลือผู้รับบริการต่าง ๆ เช่น ตรวจสอบรายนามผู้ลงทะเบียนที่อยู่ในกลุ่มที่อาสาสมัครเป็นผู้ดูแล ตรวจสอบการนัดหมายรายกลุ่ม และ ตรวจสอบการเลื่อนนัด ซึ่งต้องรอให้เจ้าหน้าที่ทำการยืนยันอีกครั้งหนึ่ง

3) การพัฒนาโปรแกรมแชทบอท ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมภาษาโก (golang) เนื่องจากภาษา Go เป็นภาษาที่ให้ความสะดวกในการเขียนโปรแกรม ลักษณะของภาษาถูกตีความการพิมพ์แบบไดนามิก มีประสิทธิภาพสูง และมีความปลอดภัย นอกจากนี้ภาษาโกยังมีจุดมุ่งหมายที่ทันสมัยด้วยการสนับสนุนสำหรับเครือข่ายและการคำนวณแบบมัลติคอร์ และ เป็นภาษาที่มีความสามารถในการแตกโปรแกรมย่อย ประกอบด้วย ส่วน Main เป็นโปรแกรมย่อยหลักที่ทำหน้าที่โหลดข้อมูลตั้งต้น และทำการเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ทั้งหมด ส่วนของ AppointmentRefresh เป็นโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่ปรับปรุงข้อมูลการนัดหมายต่าง ๆ ภายในหน่วยความจำหลัก ส่วนของ BotForOfficer เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับการรับคำสั่งและตอบสนองคำสั่งจากเจ้าหน้าที่ และส่วนของ BotForClient เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับการรับคำสั่งและตอบสนองคำสั่งจากผู้รับบริการและอาสาสมัคร

4) การทดสอบและประเมินระบบ เป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และ การทดสอบระบบของการออกแบบและการใช้งาน ผู้วิจัยเลือกใช้ ทีมผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้วิธีการ (IOC : Index of item objective congruence) เพื่อหาผลรวมของคะแนน/จำนวนผู้เชี่ยวชาญ แล้วทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ กลุ่มผู้ใช้งานระบบจากอาสาสมัคร จำนวน 100 คน โดยมีการประเมินเป็น 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านประสิทธิภาพของระบบ และ การใช้งานของระบบ ซึ่งทำการใช้ค่า ค่าสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังแสดงในหัวข้อ 5.4

5) การติดตั้งระบบ ผู้ใช้งานทำการติดตั้งแอปพลิเคชัน เทเลแกรม ผ่าน Appl Store กรณีใช้ระบบปฏิบัติการ iOS และ Play Store กรณีใช้ระบบปฏิบัติการ Android จากนั้นเริ่มใช้งานเทเลแกรม โดยทำการป้อนหมายเลขโทรศัพท์และชื่อสกุลเพื่อเริ่มใช้งานครั้งแรก แล้วทำการค้นหาบอท myidbot เพื่อสอบถามหมายเลขไอดี เทเลแกรม ในการลงทะเบียนการใช้งานครั้งแรก จากนั้นทำการค้นหาบอท อนามัยควนปอม เพื่อเริ่มใช้งาน

6) การบำรุงรักษา เป็นขั้นตอนการรักษาระบบอย่างต่อเนื่อง หลังจากเริ่มใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานระบบอาจพบกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานโปรแกรม เช่น ปัญหาจากการใช้งานที่ไม่คุ้นเคยกับระบบใหม่ และ เป็นขั้นตอนการติดตามผล เพื่อให้การดำเนินการได้ประสิทธิภาพตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และ หน่วยงาน ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถปรับเปลี่ยนความต้องการให้เหมาะสมกับความพึงพอใจของผู้ให้บริการ และ ผู้รับบริการ เช่น ปัญหาโปรแกรมมีความผิดพลาด (Bug) หรือ ปัญหาที่มีผลกระทบต่อระบบ

ผลการศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า ความสำคัญของระบบแซทบอท สามารถได้ตอบกับผู้ใช้บริการ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ ทำงานได้อย่างทั่วถึง รวดเร็ว ลดภาระการทำงานของเจ้าหน้าที่ ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของระบบ และ ผู้ใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก โดยรายละเอียดผลการการศึกษาวิจัย ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ระบบฐานข้อมูล

ภายในระบบฐานข้อมูล จะประกอบด้วยตารางต่าง ๆ ที่ใช้เก็บข้อมูล ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงชื่อตารางที่ใช้เก็บข้อมูล

ชื่อตาราง	ประเภทตาราง
Person	ตารางข้อมูลส่วนบุคคล
Visit	ตารางการเข้าตรวจ
visitdiagnpoint	ตารางการนัดหมายเพื่อตรวจ
visitepiappoint	ตารางการนัดหมายรับวัคซีน
Visitfp	ตารางนัดหมายบริการวางแผนครอบครัว
visithomehealthindividual	ตารางนัดหมายการตรวจเยี่ยมบ้าน
visitnutrition	ตารางนัดหมายการตรวจโภชนาการ
visitbabycare	ตารางนัดหมายตรวจดูแลทารกหลังคลอด
visitancmothercare	ตารางนัดหมายตรวจดูแลหลังคลอดมารดา
Person	ตารางข้อมูลส่วนบุคคล

ผลการออกแบบชุดคำสั่ง

การออกแบบชุดคำสั่ง จะประกอบด้วยผู้ใช้งาน 3 ประเภท ดังนี้

1) เจ้าหน้าที่ จะเป็นผู้ใช้งานที่ปฏิบัติงานที่ภายในสถานพยาบาล และทำหน้าที่ประสานงานกับผู้ใช้บริการ โดยในส่วนงานของเจ้าหน้าที่จะมีชุดคำสั่ง แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชุดคำสั่งสำหรับเจ้าหน้าที่

ชุดคำสั่ง	คำอธิบาย
/talk	ชุดคำสั่งสำหรับพูดคุยกับผู้รับบริการต่าง ๆ เป็นรายบุคคล
/inform	ชุดคำสั่งสำหรับการประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่าง ๆ ไปยังผู้รับบริการทั้งหมด
/listapp	ชุดคำสั่งสำหรับตรวจสอบคำขอเลื่อนนัดหมายต่าง ๆ จากผู้รับบริการ
/informapp	ชุดคำสั่งสำหรับการตอบรับการเลื่อนนัดหมายต่าง ๆ แก่ผู้รับบริการ
/adviseset	ชุดคำสั่งสำหรับการกำหนดข้อความสำหรับการให้คำแนะนำต่าง ๆ แก่ผู้รับบริการ
/adviseshow	ชุดคำสั่งสำหรับแสดงข้อความสำหรับการให้คำแนะนำต่าง ๆ
/orsormorlist	ชุดคำสั่งสำหรับแสดงรายชื่ออาสาสมัครดูแลผู้รับบริการ
/orsormoradd	ชุดคำสั่งสำหรับเพิ่มรายชื่ออาสาสมัครดูแลผู้รับบริการ

ชุดคำสั่ง	คำอธิบาย
/orsomordel	ชุดคำสั่งสำหรับการนำรายชื่ออาสาสมัครดูแลผู้รับบริการออกจากระบบ
/alertapp	ชุดคำสั่งกระตุ้นการแจ้งเตือนนัดหมายต่าง ๆ ทันที

2) ผู้รับบริการ จะเป็นผู้รับบริการในสถานบริการ โดยจะเป็นประชาชนทั่วไป ที่ได้ลงทะเบียนกับสถานพยาบาล โดยในส่วนของผู้รับบริการจะมีชุดคำสั่ง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ชุดคำสั่งสำหรับผู้รับบริการ

ชุดคำสั่ง	คำอธิบาย
/login	ชุดคำสั่งสำหรับการลงทะเบียนใช้งานระบบแชทบอท โดยผู้รับบริการจะต้องระบุรหัสประชาชนและวันเดือนปีเกิด เพื่อทำการยืนยันตัวตนบุคคล
/chklogin	ชุดคำสั่งสำหรับตรวจสอบการลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบแชทบอท
/logout	ชุดคำสั่งสำหรับการถอนการลงทะเบียนใช้งานระบบแชทบอท
/appointment	ชุดคำสั่งสำหรับการตรวจสอบการนัดหมายต่าง ๆ ของผู้รับบริการ
/change	ชุดคำสั่งสำหรับการขอเลื่อนการนัดหมายต่าง ๆ ของผู้รับบริการ โดยการเลื่อนการนัดหมายนัด จะได้รับการยืนยันจากเจ้าหน้าที่อีกครั้งหนึ่ง
/talk	ชุดคำสั่งสำหรับการพูดคุยหรือซักถามข้อมูลต่าง ๆ จากเจ้าหน้าที่

3) อาสาสมัคร หรือ เป็นผู้ดูแลผู้รับบริการ โดยจะทำหน้าที่ติดตามและช่วยเหลือผู้รับบริการต่าง ๆ โดยในส่วนของอาสาสมัครจะมีชุดคำสั่ง แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ชุดคำสั่งสำหรับอาสาสมัครดูแลผู้รับบริการ

ชุดคำสั่ง	คำอธิบาย
/login	ชุดคำสั่งสำหรับการลงทะเบียนผู้รับบริการที่อยู่ภายใต้การดูแล โดยอาสาสมัครจะต้องระบุรหัสประชาชนของผู้รับบริการเพื่อบันทึก
/chklogin	ชุดคำสั่งสำหรับตรวจสอบรายนามการลงทะเบียนของผู้รับบริการที่อยู่ภายใต้การดูแลของอาสาสมัคร
/logout	ชุดคำสั่งสำหรับการถอนการลงทะเบียนผู้รับบริการออกจากการดูแลของอาสาสมัคร
/appointment	ชุดคำสั่งสำหรับการตรวจสอบการนัดหมายต่าง ๆ ของผู้รับบริการ
/change	ชุดคำสั่งสำหรับการขอเลื่อนการนัดหมายต่าง ๆ ของผู้รับบริการ โดยการเลื่อนการนัดหมายนัด จะได้รับการยืนยันจากเจ้าหน้าที่อีกครั้งหนึ่ง
/talk	ชุดคำสั่งสำหรับการพูดคุยหรือซักถามข้อมูลต่าง ๆ จากเจ้าหน้าที่

ผลการออกแบบหน้าจอ

ในการออกแบบหน้าจอสำหรับการใช้งานของระบบสำหรับผู้ใช้งาน และ สำหรับเจ้าหน้าที่ ซึ่งประกอบด้วยเมนูการทำงานต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอสำหรับผู้ใช้งาน

จากรูปที่ 3 จะแสดง ระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท โดยมีการทำงานบนโปรแกรม 텔레แกรม ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยเจ้าหน้าที่ ผู้รับบริการ และ และผู้ดูแลผู้รับบริการ จะสามารถใช้งานคำสั่งจากเมนู ของระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท โดยเลือกชุดคำสั่งที่ปรากฏในตัวของแชทบอท ที่ได้กำหนดสร้างไว้ ดังรูปที่ 3

ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และ การใช้งานระบบ

ผลของการประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของระบบโดยใช้ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และ กลุ่มผู้ใช้งานจำนวน 100 คน ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการใช้งานระบบ และ ด้านประสิทธิภาพของระบบ ผู้วิจัยเลือกใช้ ค่าสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของการประเมิน (Likert, R. (1932). ดังนี้ ซึ่งแสดงค่าดังตารางที่ 4

ค่าเฉลี่ย ระหว่าง 4.50 – 5.00 คือ อยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย ระหว่าง 3.50 – 4.49 คือ อยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ย ระหว่าง 2.50 – 3.49 คือ อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย ระหว่าง 1.50 – 2.49 คือ อยู่ในระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย ระหว่าง 1.00 – 1.49 คือ อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ และการทำงานของระบบ

ด้านการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
ด้านการใช้งานระบบ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
ระบบมีความสะดวกในการติดตั้ง ตั้งค่า	4.51	0.70	ดีมาก
ระบบมีการเข้าถึงง่าย และรวดเร็ว	4.49	0.69	ดีมาก
ระบบมีเมนูการใช้งานที่ง่าย	4.53	0.64	ดีมาก
ระบบเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้	4.53	0.69	ดีมาก
ระบบมีประโยชน์ในการนำไปต่อยอด	4.61	0.55	ดีมาก
รวม	4.53	0.65	ดีมาก
ด้านประสิทธิภาพของระบบ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
ระบบมีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ	4.54	0.54	ดีมาก
ระบบมีการจัดรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้งาน	4.53	0.59	ดีมาก
ระบบทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ	4.52	0.56	ดีมาก
ระบบมีการทำงานอย่างรวดเร็ว	4.62	0.55	ดีมาก
รวม	4.55	0.56	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.54	0.54	ดีมาก

จากตารางที่ 1 เป็นผลการประเมินคุณภาพของการใช้งานระบบ และ ประสิทธิภาพของระบบ ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งได้ค่าเฉลี่ย = 4.54 และ S.D = 0.54 เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็น พบว่า ประเด็นด้านการใช้งานของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.53 ,S.D = 0.65 และ ประเด็นประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55 ,S.D = 0.56

สรุปอภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง ระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแอปบอท หลังจากที่มีการติดตั้งระบบ และ ติดตามผล พบว่า ผู้ใช้บริการที่ไม่มารับการตรวจตามนัด มีจำนวนลดลง เนื่องจาก การติดต่อสื่อสาร ในการกำหนดวันนัดใหม่ มีความสะดวกเพิ่มมากขึ้น และมีการแจ้งเตือนเมื่อถึงเวลานัดผู้ใช้สามารถได้ตอบการสนทนา ระหว่างผู้ให้บริการกับผู้รับบริการได้อย่างสะดวก ทำให้ผู้ใช้บริการมาตามนัดกันเพิ่มมากขึ้น ส่วนข้อจำกัดของระบบในการเปลี่ยนแปลงวันนัดหมาย จะต้องยืนยันโดยเจ้าหน้าที่เท่านั้น และ ระบบนี้ไม่สามารถ ใช้ร่วมกับ โปรแกรมส่งข้อความชนิดอื่น นอกจาก โปรแกรม 텔레แกรมเท่านั้น แนวทางในอนาคต จะพัฒนาเพื่อให้ใช้ร่วมกับโปรแกรมส่งข้อความชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากการจัดสรรงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปี 2565 ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และอนามัยเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษานวมินทราชินี บ้านควนปอม ตำบลโคกทราย อำเภอบ้านฉาง จังหวัดพัทลุง ตลอดจนผู้นำชุมชน อาสาสมัคร ประชาชน ผู้เข้าร่วมโครงการ และผู้ร่วมคิดสร้างสรรค์ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา เพิ่มพูล, มานิสรา ระชะตะ และหทัยรัตน์ เกตุมณี ชัยรัตน์. (2559). การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบแจ้งเตือน กำหนดการสำหรับ วิทยาลัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรม. *Phetchabun Rajabhat Journal (ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร)*, 17(1), 33–42.
- จักรพงษ์ รัตนโยธิน และวชิรศักดิ์ วานิชชา. (2560). การออกแบบ และ พัฒนาแอนดรอยด์ แอปพลิเคชัน การแจ้งเตือนรับประทานยาเพื่อเพิ่มคุณภาพการรักษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. *วารสาร วิชาการ ปทุมวัน Pathumwan Academic Journal*, 7(20), 29–44.
- ชุมพล โมสรรัตน์, วรางคณา อุ๋นชัย และ สุกัญญา มารแพ. (2559). แอปพลิเคชันแชทบอท เพื่อการวินิจฉัยโรคเบาหวาน ด้วยออนไลน์. *The 20th International Computer Science and Engineering Conference 2016, ICSEC 2016 (519–524), 14–17 December 2016.*
- วิริยะ รอดโพธิ์ทอง. (2561). การพัฒนาระบบการจัดการนัดหมายของงาน ATF 2018. *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี ปี 2561 National and International conference (SPUC).*
- วิไลลักษณ์ ลูกอินทร์ และอดุลย์ ไต่บงก. (2558). ระบบการจัดการคลินิกทันตกรรม. *การประชุมวิชาการ ระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน 2015” (The ASEAN Undergraduate Conference in Computing: AUC2 2015).* ฉะเชิงเทรา: มหาวิทยาลัยราชภัฏ ราชนครินทร์.
- สุวิมล ผาบแก้ว และ ธนากร อุยพานิชย์. (2561). แอปพลิเคชันสำหรับนัดหมายผู้ป่วยทันตกรรมผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. *Journal of Humanities and Social Sciences, Suan Sunandha Rajabhat University*, 1(2), 77–89.
- Abdul-Kader, S. A., & Woods, J. (2017), September). Question answer system for online feedable new born Chatbot. *In 2017 Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*, 863–869.
- Budsabok, S., Pechpong, N., & Singtokaeo, C. (2563). การพัฒนาแอปพลิเคชัน Chatbot สำหรับงานบริการนักศึกษา กรณีศึกษาของพัฒนานักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ. *Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*, 19(2), 85–94.
- Chabbi, M., & Ramanathan, M. K. (2022, June). A study of real-world data races in Golang. *Proceedings of the 43rd ACM SIGPLAN International Conference on Programming Language Design and Implementation (474–489).*
- Likert, R. (1932). *A Technique for the Measurement of Attitudes*. Archives of Psychology, 140, 1–55.
- Maheshwari, S., & Jain, D. C. (2012). A comparative analysis of different types of models in software development life cycle. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2(5), 285–290.
- Phetkrachang K., Kittiphattanabawon N., (2019, November). A Thai Ontology– Based Framework for Diabetes Question and Answers. *In 10th International Science, Social Science, Engineering and Energy Conference I–SEEC Thailand*, 1–9.
- Tan, O. (2017). *How AI can improve the customer experience*. Forbes Technology Council.

การพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet

คัทริยา วันโน^{1*}

Development of Financial Document Tracking System, Income Budget of School of Allied Health Sciences, University of Phayao by Google Sheet

Khattariya Wanno^{1*}

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

* Corresponding author: khattariya.wa@up.ac.th

Received: December 4, 2023; Revised: February 1, 2024; Accepted: February 2, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet และประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน จากบุคลากรคณะสหเวชศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ คือ บุคลากรสายวิชาการและบุคลากรสายสนับสนุนที่สังกัดคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ แบบประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวได้รับการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้งานจริง ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของผลประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet จากบุคลากรภายในคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ± 1.33 อีกทั้งผลการประเมินในแต่ละหัวข้อการประเมินมีค่าคะแนนเฉลี่ย อยู่ในระดับมากที่สุด การวิจัยนี้สรุปได้ว่า บุคลากร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีความพึงพอใจในระดับที่ มากต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet

คำสำคัญ: ระบบติดตามสถานะรายงานทางการเงิน, งบประมาณรายได้, ภูเก็ต ซิตี้, คณะสหเวชศาสตร์

¹ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

This study aims to develop a financial status tracking system, and income budget Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao using Google Sheets and assess satisfaction with the development of a financial status tracking system from the Faculty of Allied Health Sciences personnel. The participants of this were academic personnel and support personnel belonging to the Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao about 45 people. The tool used in the study was a satisfaction assessment form regarding the development of a financial status tracking system, and income budget Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao using Google Sheets, where the tools used in the research were evaluated for quality by experts before being put to actual use. The results found that the overall average score of the evaluation results of satisfaction with the development of the financial status tracking system, and income budget Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao using Google Sheets personnel within the Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao at a high level. The average score was 4.48 ± 1.33 . The evaluation results for each evaluation topic has a high average score. This study concludes that the personnel of the Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao, there is a high level of satisfaction with the development of the financial status tracking system, and income budget Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao using Google Sheet.

Keywords: Financial document tracking system, Income budget, Google sheet, School of Allied Health sciences

บทนำ

กองคลัง มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนกิจการด้านการเงินการคลัง และกำหนดนโยบายการเงิน การบัญชี รวมทั้งจัดทำฐานข้อมูลและรายงานด้านการเงินของมหาวิทยาลัย โดยมีการให้บริการดังนี้ 1) บริการด้านการรับเงินทุกประเภท เช่น รายได้ค่าธรรมเนียมการศึกษา รายได้ค่าเช่าสถานที่ รับคืนเงินยืมจากลูกหนี้เงินยืม รับเงินประเภทรายการเบิกเกินส่งคืน รับเงินโครงการวิจัยและบริการวิชาการจากแหล่งทุนภายนอก เงินกู้ยืมเพื่อการศึกษา และเงินบริจาค เป็นต้น 2) บริการด้านเบิกจ่ายเงินอุดหนุนค่าใช้จ่ายจากรัฐบาลและงบประมาณรายจ่ายของมหาวิทยาลัย และ 3) จัดทำรายงานทางการเงินของมหาวิทยาลัยให้เป็นไปตามมาตรฐานและนโยบายการบัญชีภาครัฐ (มหาวิทยาลัยพะเยา, 2553) ดังนั้น เพื่อให้การจัดการด้านการเงินและบัญชี ของมหาวิทยาลัยพะเยาเป็นไปตามความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จึงได้มีการกำหนดตำแหน่ง นักวิชาการเงินและบัญชี คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งมีหน้าที่ให้บริการด้านการเงินและบัญชี ทั้งงบประมาณรายได้และงบประมาณแผ่นดิน จัดทำรายงานทางการเงิน กำกับดูแลการเบิกจ่ายให้เป็นไปตามข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง สอดคล้องกับการจัดสรรงบประมาณของมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อให้เกิดความโปร่งใส และตรวจสอบได้ (มหาวิทยาลัยพะเยา, 2566) ซึ่งการปฏิบัติงานด้านการเงินและบัญชีของคณะสหเวชศาสตร์แบบเดิมได้จัดทำรายงานสถานะทางการเงินทั้งงบประมาณรายได้และงบประมาณแผ่นดินเป็นประจำทุกเดือน โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และ รายงานสถานะทางการเงินต่อที่ประชุมคณะกรรมการคณะสหเวชศาสตร์ เป็นประจำทุกเดือน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการเผยแพร่ข้อมูลดังกล่าวให้กับบุคลากรภายในคณะสหเวชศาสตร์ได้รับทราบ จึงทำให้บุคลากรภายในคณะสหเวชศาสตร์ ไม่สามารถรับทราบและเข้าถึงข้อมูลสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ของคณะสหเวชศาสตร์ ได้อย่างทั่วถึง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการติดตามและตรวจสอบข้อมูลได้ตามหลักการการบริหารจัดการแบบโปร่งใส (Integrity and Transparency Assessment:

ITA) ซึ่งระบุไว้ว่า การประเมิน ITA ถือเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนนโยบายของรัฐเครื่องมือหนึ่ง โดยเป็นเครื่องมือในเชิงบวกที่มุ่งพัฒนาระบบราชการไทยในเชิงสร้างสรรค์มากกว่ามุ่งจับผิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐทั่วประเทศได้รับทราบถึงสถานะและปัญหาการดำเนินงานด้านคุณธรรมและความโปร่งใสขององค์กร ผลการประเมินที่ได้จะช่วยให้หน่วยงานภาครัฐสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพัฒนาองค์กรให้มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน การให้บริการสามารถอำนวยความสะดวก และตอบสนองต่อประชาชนได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น การประเมิน ITA จึงไม่ได้เป็นเพียงการประเมินคุณธรรมและความโปร่งใสเพียงเท่านั้น แต่ยังเป็นการประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและการให้บริการประชาชนเพื่อให้ทราบถึงช่องว่างของความไม่เป็นธรรมและความด้อยประสิทธิภาพ สำหรับนำไปจัดทำแนวทางมาตรการต่าง ๆ ในการป้องกันการทุจริตและประพฤติมิชอบในระบบราชการไทยต่อไป (สำนักคณะกรรมการการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ, 2566) ดังนั้นการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ทำให้บุคลากรสามารถเข้าถึงข้อมูลและตรวจสอบได้จึงถือเป็นหลักการการบริหารองค์กรแบบ ITA อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบสารสนเทศที่จะช่วยให้องค์กรมีการพัฒนาสู่ความสำเร็จควรออกแบบประยุกต์ให้สอดคล้องกับระบบการจัดการขององค์กรซึ่งต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ โครงสร้างขององค์กร และการติดต่อสื่อสารภายในองค์กร เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับระดับการจัดการภายในองค์กร หากองค์กรนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการในการปฏิบัติงานจะช่วยให้องค์กรลดต้นทุนบางอย่างลงได้ เช่น ลดเวลาในการทำงาน ลดปริมาณการใช้กระดาษ และลดจำนวนพนักงาน เป็นต้น อีกทั้งยังช่วยให้การประมวลผลข้อมูลมีความรวดเร็ว ทันต่อการตัดสินใจในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานในแต่ละวันจะถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถค้นหา คำนวณ และนำไปสร้างรายงานได้สะดวกมากขึ้น (สุรัตน์ไชยชมภู, 2556) ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศออกมาอย่างต่อเนื่องเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการงานภายในองค์กร หนึ่งในเทคโนโลยีที่นิยมนำมาใช้กันคือ Google Sheet ซึ่งเป็นหนึ่งใน Google App มีลักษณะการทำงานคล้าย ๆ กับสเปรดชีตในโปรแกรม Microsoft Excel โดยสามารถสร้างคอลัมน์และแถว และใส่ข้อมูลลงไปในเซลล์เพื่อคำนวณสูตรต่าง ๆ ได้ สามารถใช้งานได้แบบออนไลน์โดยผู้ใช้งานไม่ต้องติดตั้งที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งไฟล์ที่สร้างขึ้นจะถูกบันทึกเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ของ Google จึงทำให้เปิดใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา (อาพร สุนทรวัฒน์, 2560) เนื่องด้วยคุณสมบัติของ Google Sheet ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้วิธีการดำเนินการตามหลักทฤษฎีของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ด้วยการใช้ Google Sheet เพื่อให้สถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นไปตามหลักการบริหารองค์กรแบบ ITA ในการเปิดเผยข้อมูลทางการเงินของหน่วยงานรัฐ และเมื่อพัฒนาระบบผ่าน Google sheet แล้วจะทำการเผยแพร่สถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ โดยใช้ Google sheet เพื่อให้บุคลากรทุกคนในคณะสหเวชศาสตร์ สามารถเข้าถึงข้อมูลสถานะทางการเงินได้โดยง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ลดขั้นตอนในการทำงาน และสามารถตรวจสอบได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet จากบุคลากร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการบริหารจัดการแบบโปร่งใส (Integrity and Transparency Assessment: ITA) ถือเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนนโยบายของรัฐเครื่องมือหนึ่ง โดยเป็นเครื่องมือในเชิงบวกที่มุ่งพัฒนาระบบราชการไทยในเชิงสร้างสรรค์มากกว่ามุ่งจับผิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐทั่วประเทศได้รับทราบถึงสถานะและปัญหาการดำเนินงานด้านคุณธรรมและความโปร่งใสขององค์กร ผลการประเมินที่ได้จะช่วยให้หน่วยงานภาครัฐสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพัฒนาองค์กรให้มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน การให้บริการ สามารถอำนวยความสะดวก และตอบสนองต่อประชาชนได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น การประเมิน ITA จึงไม่ได้เป็นเพียงการประเมินคุณธรรมและความโปร่งใสเพียงเท่านั้น แต่ยังเป็นการประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและการให้บริการประชาชน เพื่อให้ทราบถึงช่องว่างของความไม่เป็นธรรมและความด้อยประสิทธิภาพ สำหรับนำไปจัดทำแนวทางมาตรการต่าง ๆ ในการป้องกันการทุจริตและประพฤติมิชอบในระบบราชการไทยต่อไป (สำนักคณะกรรมการการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ, 2566)

นักวิชาการเงินและบัญชี หมายถึงบุคลากรที่มีหน้าที่ให้บริการด้านการเงินและบัญชี ทั้งงบประมาณรายได้และงบประมาณแผ่นดิน จัดทำรายงานทางการเงิน กำกับดูแลการเบิกจ่ายให้เป็นไปตามข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง สอดคล้องกับการจัดสรรงบประมาณของมหาวิทยาลัยพะเยา (คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2566)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาพร สุทรวัฒน์ และคณะ (2560) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ Google Sheet ในการบริหารงบประมาณโดยกล่าวว่า Google Sheet ซึ่งเป็นหนึ่งใน Google App มีลักษณะการทำงานคล้าย ๆ กับสเปรดชีตในโปรแกรม Microsoft Excel โดยสามารถสร้างคอลัมน์และแถว และใส่ข้อมูลลงไปในเซลล์เพื่อคำนวณสูตรต่าง ๆ ได้ สามารถใช้งานได้ทั้งแบบออนไลน์โดยผู้ใช้งานไม่ต้องติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งไฟล์ที่สร้างขึ้นจะถูกบันทึกเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ของ Google จึงทำให้เปิดใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา จากผลการศึกษาพบว่า Google Sheet ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานด้านงบประมาณมีเครื่องมือในการปฏิบัติงานที่รวดเร็ว ทันสมัย สะดวก และมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้บริหารสามารถเข้าตรวจสอบการเบิกจ่ายงบประมาณ เพื่อใช้ในการตัดสินใจได้ทันเวลา

ปิ่นกมล สมพิร์วงศ์ และคณะ (2564) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ Google Sheet สำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติงานของวิทยาลัยการสาธารณสุขสุจริตินธร จังหวัดชลบุรี และได้เปรียบเทียบความพึงพอใจก่อนและหลังใช้งาน จากผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 จาก 5 และจากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า Google Sheet สามารถนำข้อมูลเข้า ปรับปรุง และแก้ไขข้อมูลแผนโครงการสำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติงานได้ง่าย มีความเหมาะสม ลดความซ้ำซ้อน และสามารถทำงานได้พร้อมเพียงกันบนฐานข้อมูลเดียวกัน

อรรถพล จันทรสมุทร (2564) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ Google sheet เพื่อจัดการเอกสารสำหรับสำนักงานคณบดี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 จากผลการวิจัยดังกล่าวทำให้สามารถนำ Google sheet ไปประยุกต์ใช้งานในการจัดการเอกสารได้อย่างเหมาะสม

กนิษฐา อินธิจิต และคณะ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการประยุกต์ใช้ Google application เพื่อสนับสนุนการศึกษาและแนะแนวการศึกษา สำหรับสถาบันอุดมศึกษา จากผลการวิจัยพบว่า ความเหมาะสมของรูปแบบการประยุกต์ใช้ Google application เพื่อสนับสนุนการแนะแนวการศึกษา สำหรับสถาบันอุดมศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และเหมาะสมต่อการใช้งาน

ธภัทร ติระวัฒน์ (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในโรงพยาบาล จากผลการวิจัยพบว่าคุณธรรมความโปร่งใสจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในโรงพยาบาล มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และผลการวิจัยนี้สามารถนำไปวางแผนคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในโรงพยาบาลต่อไป

หทัยพร อ้วนภักดี (2563) พบว่าผลการพัฒนาการประเมินคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ (ITA) โรงพยาบาลคำมวง อำเภอกำแพง จังหวัดกาฬสินธุ์ ปี 2560-2563 โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็น จากผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับสูงมาก โดยปี 2560 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 93.94 ปี 2561-2563 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 100 จากการศึกษาที่ผ่านมาเห็นได้ว่าการนำ Google sheet มาประยุกต์ใช้ในการบริหารงานด้านการเงินและบัญชีอย่างแพร่หลาย และผลคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดี สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานได้อย่างดี โดยไม่ต้องติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะใช้งานผ่านโปรแกรม Browser ทำให้ใช้คอมพิวเตอร์เครื่องไหนก็ได้ในการทำงาน และสามารถดูข้อมูลผ่าน Smart phone ได้ ข้อมูลถูกเก็บไว้แบบออนไลน์ ที่ Cloud Server ของ Google และสามารถใช้งานได้ฟรี

การพัฒนากระบวนการสารสนเทศเป็นการดำเนินงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน เรียกว่า วงจรพัฒนาระบบงาน (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นกระบวนการทางความคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาในการดำเนินงานและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การศึกษาขั้นต้น 2) กำหนดความต้องการ 3) ออกแบบระบบ 4) ออกแบบรายละเอียด 5) เขียนและทดสอบโปรแกรม 6) ทดสอบระบบ และ 7) เปลี่ยนระบบ นอกจากนี้วงจรการพัฒนาระบบ SDLC เป็นวงจรที่แสดงถึงกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นในการพัฒนาระบบสารสนเทศ ประกอบด้วย 7 กิจกรรมคือ 1) การกำหนดความต้องการ 2) การวิเคราะห์ระบบ 3) การออกแบบระบบ 4) การพัฒนาระบบ 5) การทดสอบระบบ 6) การติดตั้งระบบ และ 7) การบำรุงรักษาระบบ (วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ์, 2561)

สมมติฐานการวิจัย

1. ระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในการบริหารจัดการองค์กรให้เกิดความโปร่งใส และทราบสถานะทางการเงินปัจจุบัน
2. บุคลากร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีความพึงพอใจต่อระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้คือ พนักงานสายวิชาการและพนักงานสายสนับสนุน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จำนวนทั้งสิ้น 50 คน โดยใช้วิธีการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง (Sample size-Taro Yaman) จากจำนวนบุคลากรทั้งหมดของคณะสหเวชศาสตร์ โดยสูตรในการคำนวณ มีดังนี้

บุคลากร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่นำมาใช้ในการทำวิจัย จำนวน 45 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. บุคลากรสายวิชาการ จำนวน 31 คน
2. บุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 14 คน

สูตรของ Taro Yamane (1967) คือ $n = N / [1 + (Ne^2)]$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง (ค่าความเชื่อมั่น 95%)

ดังนั้น

$$n = 50 / 1 + [50 \times (0.05)^2]$$

$$= 44.44 \text{ คน}$$

$$= 45 \text{ คน}$$

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยพะเยา เลขที่โครงการ HREC-UP-HSS 2.2/098/66

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

1. รายงานสถานะทางการเงิน ของคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ประกอบด้วยข้อมูลงบประมาณที่ได้รับการจัดสรรทั้งหมด โดยแบ่งออกตามรายการค่าใช้จ่ายในแต่ละหมวดเงิน รวมทั้งการรายงานค่าใช้จ่ายและรายงานงบประมาณคงเหลือ ซึ่งข้อมูลดังกล่าว นักวิชาการการเงินและบัญชี ของคณะสหเวชศาสตร์ จะทำการเสนอต่อผู้บริหารรับทราบโดยนำเข้าไปประชุมคณะกรรมการบริหารคณะเป็นประจำทุกเดือน

2. ระบบบัญชี 3 มิติ (ERP) Microsoft Dynamic AX–University of Phayao เป็นระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการระบบงบประมาณ ระบบพัสดุ ระบบการเงิน และระบบการบัญชี มหาวิทยาลัยพะเยา

3. ระบบงบประมาณ (Budget) <https://budget.up.ac.th/Login.aspx?ReturnUrl=%2f> เป็นระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการแผนและงบประมาณ มหาวิทยาลัยพะเยา

4. เว็บบแอปพลิเคชัน Google Sheet เป็นซอฟต์แวร์การสร้างตารางคำนวณ ทำงานแบบออนไลน์ ใช้งานได้ฟรี ทำหน้าที่คล้าย ๆ กับ Microsoft Excel เป็นตารางเป็นช่อง ๆ ใส่สูตรคำนวณได้ สามารถแชร์ให้กับคนอื่น เพื่อเข้ามาทำงานร่วมกันได้ พร้อมแจ้งเตือนได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเอกสารทันที

5. แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีการกำหนดรูปแบบของการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (รัตน ททรัพย์บำเรอ, 2559) คือ

1.00 –1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

1.50 –2.49 หมายถึง ระดับน้อย

2.50 –3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

3.50 –4.49 หมายถึง ระดับมาก

4.50 –5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

6. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item–Objective Congruence; IOC) (อารยา องค์เอี่ยม และคณะ, 2561) จากสูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

โดย IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ คะแนน 1+ เมื่อเนื้อหามีความสอดคล้อง คะแนน -1 เมื่อเนื้อหาไม่สอดคล้อง และ คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจ ซึ่งแบบทดสอบหรือข้อสอบจะต้องมีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในระดับดี และสามารถนำไปใช้ได้

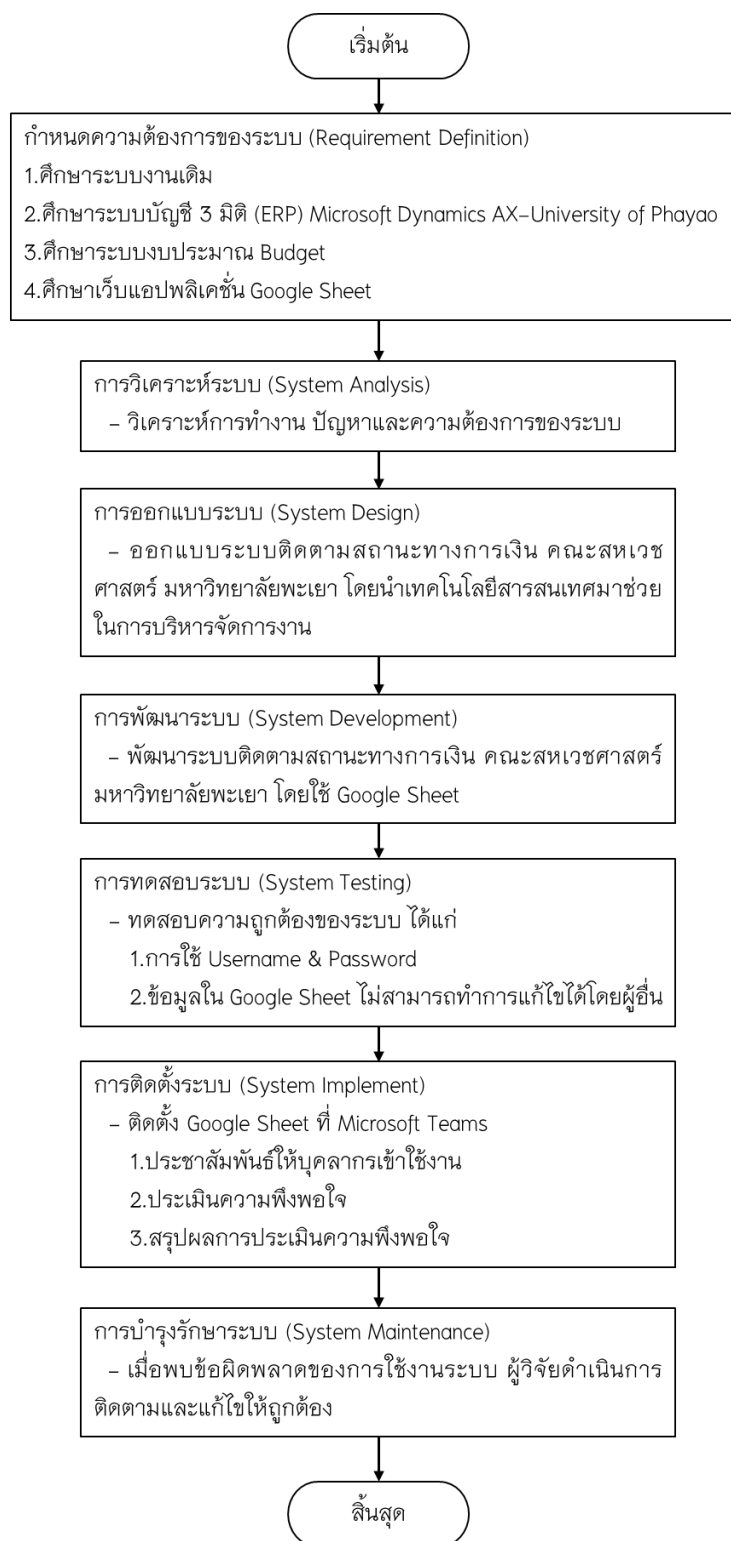
ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแต่ละข้อคำถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1 ดังนั้นข้อคำถามแต่ละข้อสามารถนำไปใช้ได้ โดยคำถามด้านเนื้อหา มีจำนวน 5 คำถาม ได้แก่ คำถามเนื้อหาเข้าใจง่าย คำถามแบบประเมินสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีการจัดเรียงคำถามอย่างเป็นลำดับ จำนวนคำถามเหมาะสม ครอบคลุม และมีการแจกแจงเกณฑ์การประเมินชัดเจน ซึ่งทั้ง 5 คำถามได้รับคะแนนผลการประเมิน IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ในระดับ 1 จึงแปลผลได้ว่าคำถามทั้ง 5 ข้อสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนคำถามด้านการเปิดเผยข้อมูล ถูกต้อง โปร่งใส มีจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ความชัดเจนของประเด็นที่มีการเปิดเผยข้อมูล กระบวนการเปิดเผยข้อมูลสามารถตรวจสอบได้ และเปิดเผยข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย จากผลการประเมิน IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า คำถามในส่วนของการเปิดเผยข้อมูลของประเด็นที่มีการเปิดเผยข้อมูล และเปิดเผยข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ได้รับคะแนน IOC เท่ากับ 0.67 ส่วนคำถามกระบวนการเปิดเผยข้อมูลสามารถตรวจสอบได้ ได้รับคะแนน IOC เท่ากับ 1 ดังนั้นทั้ง 3 คำถามสามารถนำไปใช้ได้ สำหรับคำถามด้านการรักษาความปลอดภัย พบว่า คำถามมีการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล ได้ได้รับคะแนน IOC เท่ากับ 1 ส่วนคำถามกระบวนการรักษาข้อมูล กำหนดให้เข้าถึงได้โดยการใส่รหัสผ่านได้รับคะแนน IOC เท่ากับ 0.67 จึงบ่งบอกได้ว่าทั้ง 2 คำถามสามารถนำไปใช้ได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

เนื้อหาที่พิจารณา	ระดับคะแนนที่ได้รับ			ΣR	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านเนื้อหา						
1. คำถามเนื้อหาเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. คำถามแบบประเมินสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. มีการจัดเรียงคำถามอย่างเป็นลำดับ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. จำนวนคำถามเหมาะสม ครอบคลุม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. มีการแจกแจงเกณฑ์การประเมินชัดเจน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

เนื้อหาที่พิจารณา	ระดับคะแนนที่ได้รับ			ΣR	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านการเปิดเผยข้อมูล ถูกต้อง โปร่งใส						
1. ความชัดเจนของประเด็นที่มีการเปิดเผยข้อมูล	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
2. กระบวนการการเปิดเผยข้อมูลสามารถตรวจสอบได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. เปิดเผยข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
ด้านการรักษาความปลอดภัย						
1. มีการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. กระบวนการรักษาข้อมูลกำหนดให้เข้าถึงได้โดยการใส่รหัสผ่าน	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

7. ผู้วิจัยเผยแพร่รายงานสถานะทางการเงิน งบรายได้คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผ่านช่องทาง Microsoft Team ของบุคลากรคณะสหเวชศาสตร์ พร้อมทั้งประชาสัมพันธ์ให้บุคลากรเข้าใช้งานระบบ และประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผ่าน Google sheet โดยข้อมูลของความพึงพอใจจากการทำแบบประเมินในระบบ Google form จะเป็นข้อมูลแบบปกปิด ข้อมูลพื้นฐานของผู้ทำแบบประเมิน (Blinded) เพื่อความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล และป้องกันความอคติจากผู้วิจัย (Bias) หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
ตามทฤษฎี System Development Life Cycle: SDLC

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อแสดงลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร ได้แก่ จำนวนบุคลากรสายวิชาการและจำนวนบุคลากรสายสนับสนุน ระดับคะแนนความพึงพอใจในแต่ละข้อคำถามของแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ แสดงผลการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย จำนวนบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 31 คน บุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 14 คน เพศชาย จำนวน 14 คน เพศหญิง จำนวน 31 คน และมีค่าอายุเฉลี่ยประมาณ 38 ปี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร

ข้อมูลลักษณะทั่วไป	การแปลผล
บุคลากรสายวิชาการ	31 คน
บุคลากรสายสนับสนุน	14 คน
เพศหญิง	31 คน
เพศชาย	14 คน
อายุเฉลี่ย	38 ปี

2. ผลประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet พบว่าระดับคะแนนความพึงพอใจในแต่ละข้อคำถามอยู่ในระดับมากที่สุด และระดับคะแนนรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก จากผลการประเมินในแต่ละหัวข้อคำถามพบว่า หัวข้อคำถามด้านมีความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล ด้านลำดับและขั้นตอนในการเข้าถึงข้อมูลไม่ซับซ้อน และด้านเข้าใจวิธีการโดยรวมได้รับผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ส่วนหัวข้อคำถามด้านเข้าใจใช้งานระบบได้ง่ายสะดวก ด้านเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และด้านทราบสถานะทางการเงินที่เป็นปัจจุบันของคณะ ฯ ได้รับผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet

หัวข้อประเมิน	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. เข้าใช้งานระบบได้ง่ายสะดวก	4.58 ± 1.47	มากที่สุด
2. มีความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล	4.38 ± 1.10	มาก
3. เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว	4.51 ± 1.32	มากที่สุด
4. ลำดับและขั้นตอนในการเข้าถึงข้อมูลไม่ซับซ้อน	4.47 ± 1.24	มาก
5. ทราบสถานะทางการเงินที่เป็นปัจจุบันของคณะ ฯ	4.58 ± 1.54	มากที่สุด
6. เข้าใจวิธีการโดยรวม	4.38 ± 1.29	มาก
คะแนนรวมเฉลี่ย	4.48 ± 1.33	มาก

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet สามารถสรุปอภิปรายผลได้ ดังนี้

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ของคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet ซึ่งข้อมูลสถานะทางการเงินที่ระบุไว้ใน Google Sheet ประกอบด้วยข้อมูล งบประมาณที่ได้รับการจัดสรรทั้งหมด โดยแบ่งออกตามรายการค่าใช้จ่ายในแต่ละหมวดเงิน รวมทั้งการรายงานค่าใช้จ่ายและรายงาน งบประมาณคงเหลือ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจที่ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการเปิดเผยข้อมูล ถูกต้อง โปร่งใส และด้านการรักษาความปลอดภัย หลังจากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผลการประเมินความสอดคล้องของแต่ละข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1 ดังนั้นข้อคำถามแต่ละข้อในแบบสอบถามความพึงพอใจสามารถนำไปใช้ได้ (อารยา องค์เอี่ยม และคณะ, 2561) จากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามดังกล่าวไปใช้ประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet จากบุคลากร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จากผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของผลประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet จากบุคลากรภายในคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ± 1.33 อีกทั้งผลการประเมินในแต่ละหัวข้อการประเมิน ได้แก่ มีความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล ลำดับและขั้นตอนในการเข้าถึงข้อมูลไม่ซับซ้อน และเข้าใจวิธีการโดยรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วนหัวข้อการประเมินในด้านเข้าใช้งานระบบได้ง่ายสะดวก เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และทราบสถานะทางการเงินที่เป็นปัจจุบันของคณะ ฯ มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด จากผลการประเมินดังกล่าวจะเห็นได้ว่าบุคลากร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีความพึงพอใจในระดับที่มากต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet ซึ่งผลการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับหลาย ๆ การศึกษาก่อนหน้านี้ เช่น จากการศึกษาของกอนหนานนี้ของ ปิ่นกมล สมพิร์วงศ์ และคณะ ปี พ.ศ. 2564 ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ Google Sheet สำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติงานของวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี จากผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก อีกทั้งการศึกษาของอรุณพล จันทร์สมุด ปี พ.ศ. 2564 ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ Google sheet เพื่อจัดการเอกสารสำหรับสำนักงานคนบตี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และได้เปรียบเทียบความพึงพอใจก่อนและหลังใช้งาน ผลการวิจัยพบว่า ความเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และการศึกษาของกนิษฐา อินธิจิต และคณะ ปี พ.ศ. 2561 ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้ Google application เพื่อสนับสนุนการศึกษาและแนะแนวการศึกษา สำหรับสถาบันอุดมศึกษา จากผลการวิจัยพบว่า ความเหมาะสมของรูปแบบการประยุกต์ใช้ Google application เพื่อสนับสนุนการแนะแนวการศึกษา สำหรับสถาบันอุดมศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดและเหมาะสมต่อการใช้งาน รวมทั้ง การศึกษาของ ธภัทร ติระวัฒน์ ปี พ.ศ. 2563 ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในโรงพยาบาล จากผลการวิจัยพบว่าคุณธรรม ความโปร่งใสจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในโรงพยาบาล มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และผลการวิจัยนี้สามารถนำไปวางแผนคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในโรงพยาบาลต่อไป และการศึกษาของ

หทัยพร อ้วนภักดี ปี พ.ศ. 2563 พบว่าผลการพัฒนาการประเมินคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ (ITA) โรงพยาบาลคำม่วง อำเภอกำแพง จังหวัดกาฬสินธุ์ ปี 2560-2563 โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็น จากผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับสูงมาก โดยปี 2560 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 93.94 ปี 2561-2563 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 100 จากการศึกษาที่ผ่านมาเห็นได้ว่าการนำ Google sheet มาประยุกต์ใช้ในการบริหารงานด้านการเงินและบัญชีอย่างแพร่หลาย และผลคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับดี สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานได้อย่างดี โดยไม่ต้องติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะใช้งานผ่านโปรแกรม Browser ทำให้ใช้คอมพิวเตอร์เครื่องไหนก็ได้ในการทำงาน และสามารถดูข้อมูลผ่าน Smart phone ได้ ข้อมูลถูกเก็บไว้แบบออนไลน์ ที่ Cloud Server ของ Google และสามารถใช้งานได้ฟรี

จากการผลการวิจัยและการอภิปรายผลจึงสรุปได้ว่า บุคลากรทั้งสายวิชาการและบุคลากรสายสนับสนุน คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีความพึงพอใจในระดับมากต่อการพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet ดังนั้นนักวิชาการการเงินและบัญชี คณะสหเวชศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา สามารถนำระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ มาใช้เป็นเครื่องมือในการปฏิบัติงานของตนเองได้เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในการบริหารจัดการภายในองค์กรให้เกิดความโปร่งใส และทราบสถานะทางการเงินปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

1. บุคลากรคณะสหเวชศาสตร์ควรตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและสัญญาณอินเทอร์เน็ตก่อนเข้าใช้งานระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
2. พัฒนาระบบความปลอดภัยด้วยการแจ้งเตือนเมื่อมีผู้ที่ยพยายามเข้าสู่ระบบที่ใช้ชื่อและรหัสผ่านไม่ถูกต้องเป็นจำนวนครั้งที่มากเกินไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนโครงการวิจัย งบประมาณรายได้คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

เอกสารอ้างอิง

- กนิษฐา อินธิจิต, วรภา อาวีราชฤทธิ์ และจรัญ แสนราช. (2561). การพัฒนารูปแบบการประยุกต์ใช้กูเกิล แอปพลิเคชัน เพื่อสนับสนุนการแนะแนวการศึกษา สำหรับสถาบันอุดมศึกษา. *วารสารวิชาการ การจัดการ เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 5(2), 83-93.
- สำนักงานคณะกรรมการป้องกัน และปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ. (2566). *คู่มือการประเมินคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566*. กรุงเทพฯ: สำนักประเมินคุณธรรมและความโปร่งใส.
- ธภัทร ตีระวัฒน์. (2563). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในโรงพยาบาล. *โรงพยาบาลสิงห์บุรีเวชสาร*, 29(2), 99-110.

- ปิ่นกมล สมพิร์วงศ์ และสฤณีชัย ปรีดาวัลย์. (2564). การประยุกต์ใช้ Google Sheet สำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติงานของวิทยาลัยการสาธิตสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารวิจัยระบบสารสนเทศสุขภาพ สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข*, 15(4), 490–510.
- กองคลัง มหาวิทยาลัยพะเยา. (2566). *ภารกิจหน้าที่หลักของหน่วยงานกองคลัง*. จาก <https://finance.up.ac.th/V2/Authority.aspx>.
- วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ, จิระศักดิ์ ธาระจักร์ และปาโมกข์ รัตนตรียาภิบาล. (2561). *การพัฒนาระบบสารสนเทศในการจัดการทรัพยากรและฐานข้อมูล*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- รัตนา ทรัพย์บำเรอ. (2559). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสาธารณสุข*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สุรัตน์ ไชยชมภู. (2556). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาองค์การ. *วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*, 7(1), 1–14.
- หทัยพร อ้วนภักดี. (2563). ผลการพัฒนากาปรประเมินคุณธรรมจริยธรรมและความโปร่งใสในการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ (ITA) โรงพยาบาลคำม่วง อำเภอดำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ ปี 2560–2563. *วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม และสุขภาพชุมชน*, 5(3), 23–29.
- อรรถพล จันทร์สมุต. (2564). การประยุกต์ใช้ Google sheet เพื่อการจัดการเอกสารสำหรับสำนักงานคณบดี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, *วารสารแม่ใจเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยแม่ใจ*, 7(2), 1–10.
- อารยา องค์เอี่ยม และพงศ์ธรา วิจิตเวชไพศาล. (2564). การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ, *วิสัยทัศน์สาร*, 44(1), 36–42.
- อาพร สุนทรวัฒน์ และทัตทอง พรหมณี. (2560). การประยุกต์ใช้ Google Sheet ในการบริหารงบประมาณ Applying Google Sheet in Budget Administration, *วารสาร Pulinet*, 4(3), 24–33.
- Yamane Taro. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis* (3rd Ed). New York: Harper and Row.

การจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน

แก้วใจ อารณพิศาล¹, ชีรภัทร เกตุสม^{1*}, อรณิชา เทียนทอง¹, และชุตีพงษ์ สามงามเสื่อ¹

Classification of Caladium by Image Processing on the Mobile Application

Kaewjai Apornpisarn¹, Teerapat Kedsom^{1*}, Ornicha Theanthong¹, and Chutipong Samgamsue¹

¹ Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, 73000

* Corresponding author: 634230012@webmail.npru.ac.th

Received: December 3, 2023; Revised: January 31, 2024; Accepted: February 2, 2024

บทคัดย่อ

บอนสี เติบโตในพื้นที่เขตร้อน ลักษณะของใบมีหลายขนาดและรูปทรง เป็นการยากที่ผู้สนใจเพาะเลี้ยงจะสามารถแยกแยะสายพันธุ์ด้วยสายตาได้ทั้งหมด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน และ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยใช้หลักการวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้ CRISP-DM ในการพัฒนาโมเดลจำแนกรูปภาพด้วย Teachable Machine และโปรแกรม Android Studio มาช่วยในพัฒนาการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน เครื่องมือที่ใช้ศึกษา ได้แก่ แอปพลิเคชันเพื่อจำแนกสายพันธุ์บอนสี 15 สายพันธุ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า การจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชันนี้ใช้กล้องในการสแกนภาพถ่ายใบของบอนสีเข้าสู่แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นต้องอยู่สภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างเพียงพอ ระบบจะสามารถแสดงชื่อสายพันธุ์บอนสีได้อย่างถูกต้องร้อยละ 95 และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน จำนวน 30 คน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 อยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันนี้ช่วยตอบสนองความต้องการ และเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, จำแนกรูปภาพ, สายพันธุ์บอนสี, แอปพลิเคชัน

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

Abstract

Caladiums, which grow in tropical areas, have leaves of various sizes and shapes, making it challenging for enthusiasts to distinguish between species by sight alone. The objectives are 1) to classification caladium by using image processing on the mobile application, and 2) to assess user satisfaction of classification caladium by using image processing on the mobile application. The researcher utilized CRISP-DM principles of analysis and design to develop an image classification model. Teachable Machine and the Android Studio program were used to support the classification caladium by using image processing on the mobile application. The research instruments included 15 applications to classify species of caladium and a user satisfaction questionnaire. The data were analyzed using average and standard deviation statistics. The results found that the classification caladium by using image processing on the mobile application, photography must be conducted in an environment with sufficient lighting. This application uses a camera to scan a caladium leaf into the developed application. The system was able to correctly identify caladium species with 95% accuracy. Satisfaction results from 30 users indicated satisfaction with the application. Overall, the average satisfaction rating was 4.58, at the highest level, indicating that the application can fulfill users' needs and useful usage.

Keywords: Image processing, Classification, Caladium, Application

บทนำ

บอนสี เป็นไม้ประดับที่มีรูปทรงของใบ และสีล้นสวยงาม มีชื่อว่า “ราชินีแห่งไม้ใบ” จัดอยู่ในวงศ์ Araceae สกุล คาลาเดียม (Caladium) (สมาคมบอนสีแห่งประเทศไทย, 2552) เติบโตในพื้นที่เขตร้อน ซึ่งเป็นพืชที่มีลักษณะหัวสะสมอาหารอยู่ในดิน (ออปฟิศเมท, 2566) ระหว่างรากมีหน่อเล็ก ๆ เรียกว่า เหง้า ลักษณะของใบบอนสีมีหลายขนาดและรูปทรงแบ่งรูปแบบของใบได้ 4 ลักษณะ คือ บอนใบไทย บอนใบกลม บอนใบกาบ บอนใบไข่ และบอนใบยาว โดยแต่ละรูปแบบจะมีสีที่แตกต่างกันออกไป (108 พรรณไม้, 2566) หากแบ่งตามลักษณะสี มาแบ่งได้ 4 แบบ คือ บอนกัณฐี บอนไม้กัณฐี บอนป้าย และบอนต่าง บอนสีเป็นพืชที่ได้รับความนิยมตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 มีการจัดทำหลักเกณฑ์ตรวจสอบลักษณะประจำพันธุ์บอนสีจากกรมคุ้มครองพันธุ์พืชอีกด้วย (พรเทพ ท้วมสมบูรณ์ และคณะ, 2553) และมีการขึ้นทะเบียนชื่อบอนสีสายพันธุ์ใหม่ และอนุรักษบอนสีสายพันธุ์เก่าโดยสมาคมบอนสีแห่งประเทศไทย และสมาคมอนุรักษ์และพัฒนาบอนสีแห่งประเทศไทย (อรวรรณ วิชัยลักษณ์, 2548) ในช่วงปีพ.ศ. 2563-2566 บอนสีเป็นพืชที่คนไทยหันกลับนิยมเลี้ยง แลกเปลี่ยนซื้อขาย ตลอดจนผสมพันธุ์บอนสีใหม่ ๆ กันอย่างกว้างขวางอีกครั้ง โดยภาพรวมตลาดบอนสีของไทยประมาณการว่ามีการซื้อขายบอนสีกว่า 1,000 ล้านบาทต่อปี ทั้งการส่งออกต่างประเทศและในประเทศ จากกลุ่มเพาะเลี้ยงบอนสีทั่วประเทศ (ไทยโพสต์ออนไลน์, 2565)

จากการที่บอนสีมีหลากหลายสายพันธุ์ รูปทรงและสีของใบมีสีล้นสวยงาม เช่น สีแดง ชมพู เหลือง (อรดี สหวัชรินทร์, 2525) บางสายพันธุ์มีลักษณะของใบที่คล้ายคลึงกันมาก และสถานการณ์การซื้อขายของตลาดบอนสีที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดผู้ที่สนใจเพาะเลี้ยงบอนสีรายใหม่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งคนกลุ่มนี้อาจจะยังไม่มีความรู้ และประสบการณ์ในการจำแนกสายพันธุ์บอนสี ทำให้บางครั้งไม่สามารถแยกแยะสายพันธุ์จากการมองเห็นด้วยสายตาเท่านั้นได้ และการจำแนกสายพันธุ์นั้นมีส่วนสำคัญในการซื้อขายเป็นอย่างมาก หากสับสนในสายพันธุ์ จะก่อให้เกิดการเพาะเลี้ยงบอนสีไม่เหมาะสมก็เป็นได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นขั้นตอนจัดการและวิเคราะห์รูปภาพให้เป็นข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ภาพที่ละเอียดคมชัดหรือข้อมูลที่อยู่ในภาพที่สามารถนำมาใช้งานในเรื่องอื่น ๆ เช่น การตรวจสอบยืนยันตัวตน ระบบการรักษาความปลอดภัย ระบบการจราจร ตลอดจนการใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น โดยการจัดการดังกล่าวสามารถทำได้ทั้งภายในและภายนอกกล้อง รวมทั้งซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชันในการตกแต่งภาพของสมาร์ทโฟนอีกด้วย แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลักสำหรับงานวิจัย 1) การรับภาพจากอุปกรณ์ 2) การรับข้อมูลภาพแบบ 2 มิติหรือ 3 มิติ 3) การประมวลผล 4) การวิเคราะห์ผล และ 5) การสรุปผล (ศิษพัทธ์ เจริญพงษ์, 2563)

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เป็นการศึกษาขั้นตอนวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ วิเคราะห์ และหารูปแบบจากข้อมูลได้โดยไม่ต้องโปรแกรมโดยตรง หรือไม่ต้องมีกฎกติกาที่ชัดเจนเก็บไว้ล่วงหน้า ซึ่งทำให้เครื่องจักรสามารถปรับตัวเองต่อการเปลี่ยนแปลงในข้อมูลหรือสภาพแวดล้อมได้และนำไปสู่การตัดสินใจได้เอง สามารถนำไปใช้งานต่าง ๆ เช่น ความเสี่ยงต่อการอนุมัติสินเชื่อ การแนะนำสินค้าและโปรโมชั่น การวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยเพื่อคาดการณ์ความเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อนและการหาแนวทางการป้องกัน เป็นต้น กระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การเรียนแบบมีผู้สอน 2) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน และ 3) การเรียนรู้แบบเสริมแรง (สุพจน์ เสงี่ยมพรหม, 2566)

Teachable Machine

Teachable Machine คือเครื่องมือที่พัฒนาโดย Google Creative Lab ที่ให้ผู้ใช้ทำการฝึกสอนโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้อย่างง่าย มีขั้นตอนการใช้งาน 4 ขั้นตอนคือ 1) เลือกโมเดลที่ต้องการ สามารถเลือกได้ทั้งแบบรูปภาพ หรือเสียง 2) ฝึกสอนโมเดล 3) ทดสอบโมเดล และ 4) การนำไปใช้งานสำหรับการทำนายหรือจำแนกประเภทของวัตถุหรือเหตุการณ์ในรูปภาพหรือเสียงได้รับมา โดยผู้ใช้สามารถใช้งานผ่านเบราว์เซอร์ได้ที่ teachablemachine.withgoogle.com (Toivonen, T. et al. 2020) Teachable Machine ใช้ Convolutional Neural Network (CNN) ประเภทหนึ่งที่เรียกว่า MobileNet เป็นสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมน้ำหนักเบาและมีประสิทธิภาพซึ่งออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับแอปพลิเคชันการมองเห็นแบบเคลื่อนที่และแบบฝัง (Carney, M., et al. 2020) ด้วยความสามารถในการจัดหมวดหมู่ภาพและคอมพิวเตอร์วิทัศน์อื่น ๆ ในขณะที่ได้รับการปรับปรุงความเร็วและขนาดให้เหมาะสม Teachable Machine ของ Google ใช้หลักการของการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบหลัก ๆ (OpenAI, 2023) ดังนี้:

1. Neural Networks: ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญที่สุดใน Teachable Machine โดยโมเดลต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นจะใช้ neural networks เพื่อเรียนรู้จากข้อมูลที่ให้สำหรับงานจำแนกภาพและทำนาย โมเดลอาจจะใช้ Convolutional Neural Networks (CNNs) ซึ่งเหมาะสำหรับการแปลความหมายของข้อมูลภาพ

2. Transfer Learning: Teachable Machine มักใช้วิธีการที่เรียกว่า transfer learning ซึ่งหมายถึงการนำโมเดลที่ได้รับการฝึกฝนมาแล้วกับข้อมูลขนาดใหญ่ (pre-trained models) และปรับให้เหมาะสมกับงานเฉพาะที่ผู้ใช้ต้องการ วิธีนี้ช่วยลดเวลาและทรัพยากรที่จำเป็นในการฝึกฝนโมเดล

3. Optimization Algorithms: เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของ neural networks, Teachable Machine จะใช้อัลกอริทึมต่าง ๆ เช่น stochastic gradient descent (SGD) หรือ variants อื่นๆ สำหรับการปรับปรุง weights และ biases ภายใน network ให้ดีขึ้นตามข้อมูลที่ได้รับ

4. Data Augmentation: เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความหลากหลายของข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝน Teachable Machine อาจรวมถึงการเพิ่มเติมหรือปรับเปลี่ยนข้อมูลอย่างเช่นการหมุนหรือการเปลี่ยนสีเพื่อช่วยให้โมเดลสามารถจำลองข้อมูลที่หลากหลายได้ดีขึ้น

Android Studio

Android Studio เป็นแพลตฟอร์มการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ถูกพัฒนาโดยนักพัฒนาสามารถใช้ Android Studio เพื่อสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชัน Android ที่ประกอบไปด้วยแอกทิวิตี, ระบบ, Emulator สำหรับการทดสอบโปรเจกต์ และพีเจอรต์ต่าง ๆ ที่สามารถทำงานบนอุปกรณ์ Android ต่าง ๆ รองรับการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ภาษา Java หรือ Kotlin เป็นภาษาหลักของการพัฒนาแอปพลิเคชัน Android (ศุภชัย สมพานิช, 2562)

TensorFlow Lite

TensorFlow Lite (TFLite) เป็นส่วนย่อยของ TensorFlow ซึ่งเป็นไลบรารีที่พัฒนาโดย Google สำหรับการสร้างและการฝึกสอนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ (Machine Learning) โดยเฉพาะสำหรับการใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และแบบฝังตัว (Alsing, O., 2018) เช่น โทรศัพท์มือถือ, อุปกรณ์ IoT (Internet of Things), และอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ TensorFlow Lite ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกฝึกสอนด้วย TensorFlow ที่มาขนาดเล็กทำงานได้เร็วมาใช้งานบนแพลตฟอร์มที่มีข้อมูลทรัพยากรน้อย (Konaite, M., et al. 2021) รองรับภาษาที่หลากหลายซึ่งรวมถึง Java, Swift, Objective-C, C++ และ Python (TensorFlow, 2024) แปลงโมเดลจาก TensorFlow มาเป็นโมเดลเวอร์ชัน Lite ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก (Abed, A. A., et al. (2023) คือ

1. TensorFlow lite converter: แปลงโมเดล TensorFlow เป็นรูปแบบ TensorFlow Lite FlatBuffer (.tflite) ที่ใช้ในการนำโมเดลไปใช้งานบนอุปกรณ์ที่รองรับ TFLite เพื่อการใช้งานแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์

2. TensorFlow lite interpreter: เป็นส่วนที่ทำให้โมเดล TensorFlow Lite ทำงานบนอุปกรณ์ที่เหมาะสม ได้รับไฟล์ .tflite และจัดการทำนายตามข้อมูลนำเข้าที่กำหนดโดยผู้ใช้

บอนสี

บอนสีที่ใช้ในการพัฒนาโมเดลการจำแนกสายพันธุ์บอนสี มีอยู่ 15 สายพันธุ์ ได้แก่ 1) เทพอักษรา 2) เศรษฐี พันล้าน 3) ชายชล 4) ดารานพรัตน์ 5) นางพญา 6) นางรากษส 7) นางสุชาดา 8) บับเบิ้ล 9) บัวสวรรค์ 10) มัฆวานรังสรรค์ 11) หนุมานเข้าเฝ้า 12) หลวงราชเสนหา 13) อสงไขย 14) อิเหนา 15) อัปสรสวรรค์ โดยการที่จะแยกสายพันธุ์บอนสีและความแตกต่างของบอนสีแต่ละชนิด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติภัทร์ ยางคำ และคณะ. (2565) ทำการพัฒนาระบบคัดแยกยานพาหนะเพื่อออกแบบสถานที่จอดรถที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกด้วย Teachable Machine และเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Convolution (CNN) ข้อมูลรูปภาพประกอบด้วยรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และรถจักรยาน จากการทดสอบโมเดลพบว่า ประสิทธิภาพในการรู้จำยานพาหนะอยู่ที่ร้อยละ 95 พัฒนาเป็นเว็บไซต์แสดงจำนวนยานพาหนะทั้งหมดเป็นกราฟ

แก้วใจ อาภรณ์พิศาล และคณะ (2566). จำแนกสายพันธุ์ดอกกุหลาบด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน เนื่องจากดอกกุหลาบมีลักษณะดอกคล้าย ๆ กัน ทำให้มือใหม่หัดปลูกอาจสับสนในสายพันธุ์และเลี้ยงดูแบบผิดวิธีได้ จึงมีการพัฒนาโมเดลจำแนกรูปภาพขึ้นมาใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีจาก Teachable Machine ในการประมวลผลภาพดอกกุหลาบ เพื่อนำมาวิเคราะห์สายพันธุ์กุหลาบแล้วใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพในการจำแนกสายพันธุ์กุหลาบ โดยใช้โปรแกรม Android Studio ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

บุษกร ท่วมอัน และคณะ (2565) พัฒนาโมเดลจำแนกพืชผักสวนครัวเพื่อแก้ปัญหาการจำแนกพืชผักสวนครัวจำนวน 10 สายชนิดให้กับคนรุ่นใหม่ที่ไม่สามารถแยกพืชผักสวนครัวบางชนิดออกและมีการเข้าถึงความรู้ สรรพคุณด้วยการเรียนรู้ด้วยเครื่อง ซึ่งจะมีการพัฒนาโมเดลจำแนกรูปภาพด้วย Teachable Machine โดยใช้โปรแกรม Bootstrap และ Firebase เข้ามาช่วยในการพัฒนา ระบบสามารถแสดงชื่อทางวิทยาศาสตร์และสรรพคุณได้อย่างถูกต้อง และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานโมเดลจำแนกรูปภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

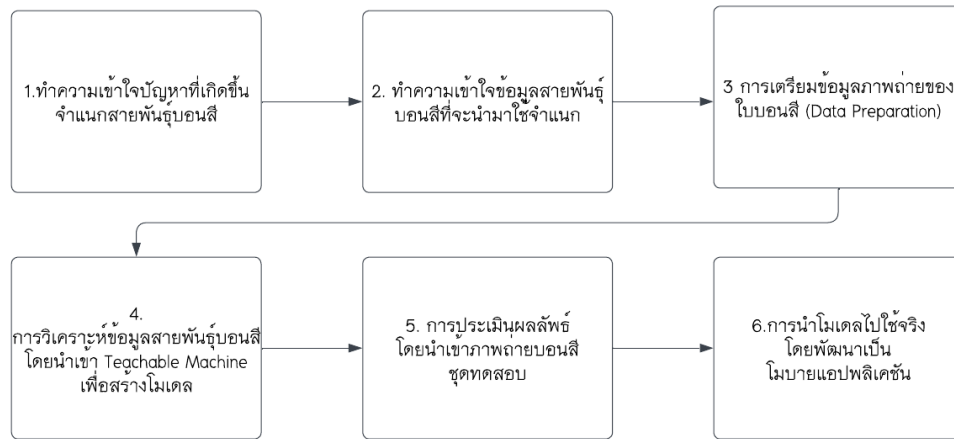
สมศักดิ์ ดอนไพรเถร และศุภกฤษฎ นาควบอมลิน (2565) การพัฒนาไลน์แชทบอทเพื่อตรวจสอบใบหน้าพนักงานรักษาความปลอดภัยด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วยแอปพลิเคชันไลน์, Node-Red และ Teachable Machine ผลการพัฒนาคือแอปพลิเคชันไลน์จะส่งข้อมูลภาพของพนักงานที่ได้จากการถ่ายภาพไปยังระบบตรวจสอบ และตอบกลับว่าบุคคลในภาพเป็นพนักงานรักษาความปลอดภัยหรือไม่ ความแม่นยำโดยเฉลี่ยร้อยละ 83.38

สุภาพร นุภาพ และอรอุมา พริ้มโต (2564) ทำการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันรู้จำจำนวนตัวอักษรบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อการฝึกเขียนพยัญชนะไทย โดยใช้ทีชเชอเบิล แมชชีน (Teachable Machine) ในการสร้างโมเดลลายมือพยัญชนะไทย 44 ตัว ซึ่งเก็บจากผู้ใช้งานจำนวน 100 คน โมเดลที่ได้มีค่าความถูกต้องร้อยละ 94 และส่งออกโมเดลที่ได้เป็นไฟล์เทนเซอร์ฟลิวไลต์ (TensorFlow Lite) นำไปพัฒนาส่วนของแอปพลิเคชันด้วยแอนดรอยด์สตูดิโอ (Android Studio) ในส่วนของการรู้จำ ลบตัวอักษร และบันทึกไฟล์รูปภาพ เมื่อนำไปประเมินความพึงพอใจ พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดจากงานวิจัยข้างต้นมาใช้ในการงานวิจัยดังนี้ 1) การเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาโมเดลจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วย Teachable Machine และ Android Studio มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน และ 2) ส่วนโมเดลการจำแนกรูปภาพมาจากการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการเรียนรู้ด้วยเครื่องข้างต้น ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยนำหลักการวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้ CRISP-DM ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังรูปที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Business Understanding)

ศึกษาและค้นคว้าปัญหาที่เกิดขึ้น ลักษณะความแตกต่างของบอนสีแต่ละชนิด และข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสายพันธุ์บอนสี เพื่อนำมาพัฒนาตัวโมเดลจำแนกสายพันธุ์บอนสี ให้ง่ายขึ้นต่อการใช้งานและน่าสนใจ

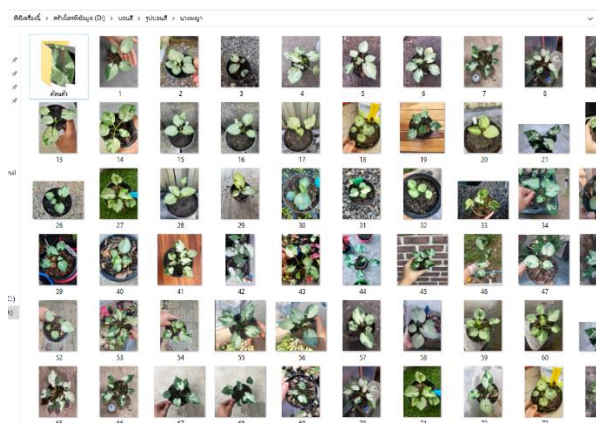
ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding)

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของสายพันธุ์บอนสี โดยเลือกจากความแตกต่างของลักษณะใบ สีเส้นใบ สีสะดือ สีกระดูกใบ และสีขอบใบ จำนวน 15 สายพันธุ์ ได้แก่ 1) เทพอักษรา 2) เศรษฐีพันล้าน 3) ชายชล 4) ดารานพรัตน์ 5) นางพญา 6) นางรากษส 7) นางสุชาดา 8) บับเบิ้ล 9) บัวสวรรค์ 10) มังฆวานรังสรรค์ 11) หนูมานเข้าเฝ้า 12) หลวงราชเสนหา 13) อสงไขย 14) อิเหนา 15) อัปสรสวรรค์ จำนวน 1,500 รูป ได้มาจากอินเทอร์เน็ต หนังสือ และรูปภาพที่ถ่ายจริง โดยสอบถามการจำแนกสายพันธุ์จากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นแอดมินเพจเกี่ยวกับบอนสี และเจ้าของสวน

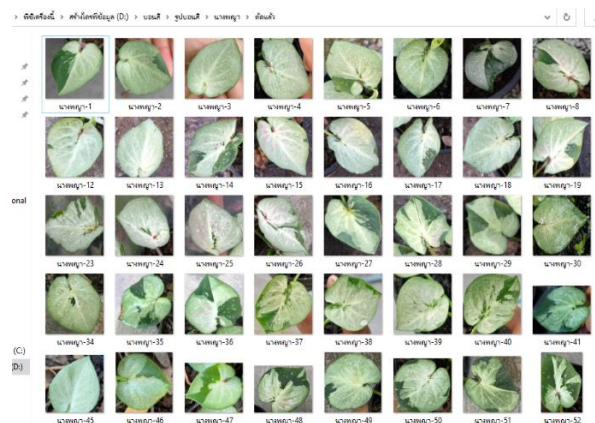
ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

1. การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection)

ผู้วิจัยคัดเลือกรูปภาพที่ได้จากขั้นตอนการเก็บข้อมูล แบ่งชุดข้อมูลสำหรับฝึกฝน (Train set) ร้อยละ 80 และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Test set) ร้อยละ 20 โดยทำการเก็บรูปภาพของบอนสี 15 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 80 รูป สำหรับฝึกฝนดังรูปที่ 2 และสำหรับทดสอบโมเดลละ 20 รูป ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 รูปภาพสำหรับฝึกฝน 80 รูป



รูปที่ 3 รูปภาพสำหรับการทดสอบ 20 รูป

2. การกรองข้อมูล (Data Cleaning)

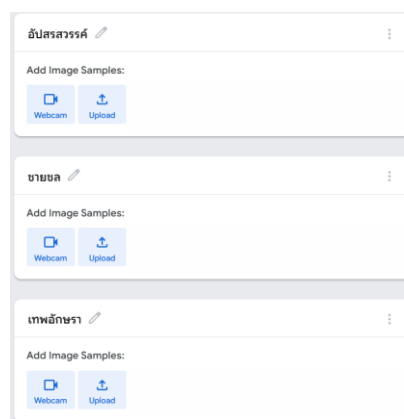
นำข้อมูลทั้งหมดมากรองข้อมูล โดยเลือกรูปภาพที่มีความคมชัด และถูกต้องตรงตามสายพันธุ์โดยการสอบถามจากผู้ที่มีความรู้เรื่องสายพันธุ์บอนสีทั้งในเพจ และสวนบอนสี

3. การแปลงรูปภาพ (Data Transformation)

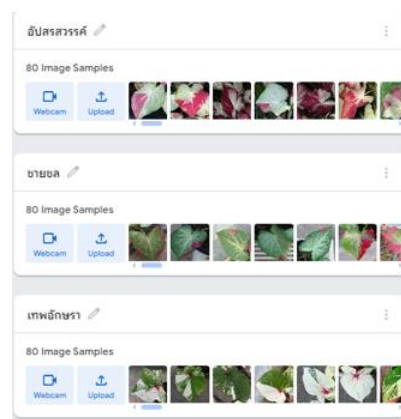
ผู้วิจัยนำรูปภาพจากขั้นตอนก่อนหน้ามาตัดขอบ และปรับขนาดรูปภาพเป็น 224 x 224 px เพื่อนำเข้าสู่ Teachable Machine

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Modeling)

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยจะกำหนดคลาส 15 คลาสตามสายพันธุ์บอนสีใน Teachable Machine ดังรูปที่ 4 และนำเข้ารูปภาพสำหรับการเทรนนิ่งทั้งหมด 1,200 รูป อัปโหลดเข้า Teachable Machine ใช้อัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) ที่ 0.001 และ ขนาดกลุ่ม (Batch Size) ที่ 16 เพื่อสร้างโมเดลจำแนกรูปภาพสายพันธุ์บอนสี ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ขั้นตอนสร้างคลาส



รูปที่ 5 ขั้นตอนการจำแนกข้อมูล

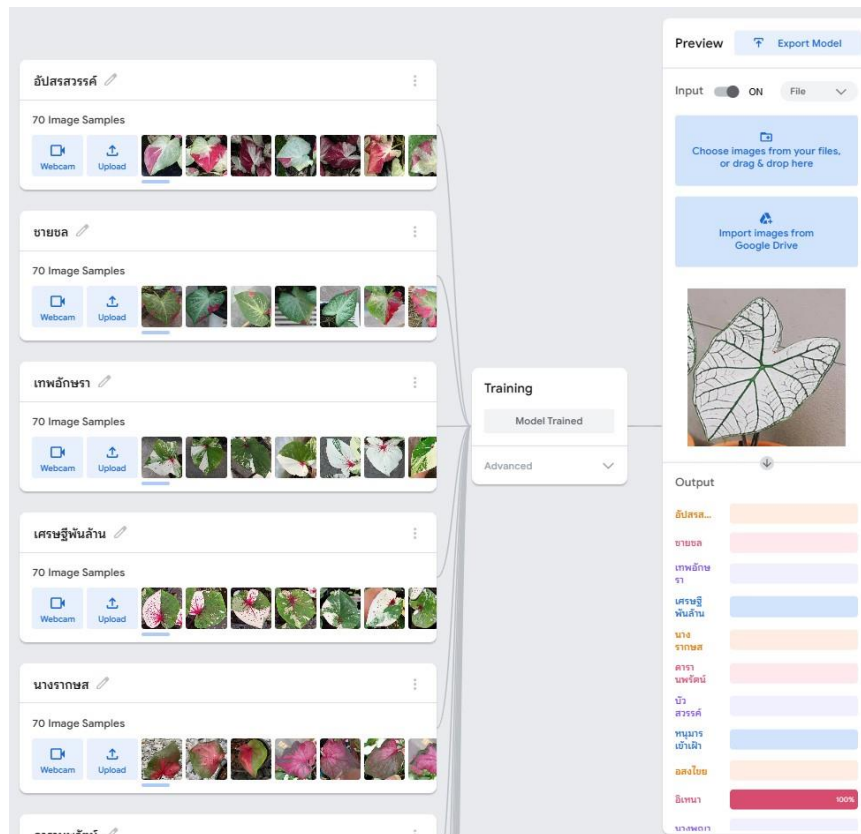
ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลลัพธ์ (Evaluation)

หลังจากที่ทำการฝึกอบรมโมเดลสำเร็จ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบจากชุดรูปภาพทดสอบคลาสละ 20 รูป มาทดสอบผ่าน Teachable Machine ดังรูปที่ 6 ในงานวิจัยนี้ใช้ประเมินด้วยกันทั้งหมด 4 ค่า ได้แก่ Precision, Recall, Accuracy และ F1-Score ซึ่งต้องใช้ Confusion Matrix เพื่อช่วยในการคำนวณความแม่นยำของแต่ละคลาส ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}, \quad \text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}, \quad F1 - \text{Score} = \frac{2}{\frac{1}{\text{Precision}} + \frac{1}{\text{Recall}}}$$

ค่าที่พิจารณาอยู่ 4 ค่า ได้แก่ 1) True Positive (TP) จำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่กำลังพิจารณา 2) True Negative (TN) จำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่ไม่ได้กำลังพิจารณา 3) False Positive (FP) จำนวนที่ทำนายผิดในคลาสที่กำลังพิจารณา และ 4) False Negative (FN) จำนวนที่ทำนายผิดในคลาสที่ไม่ได้กำลังพิจารณา



รูปที่ 6 การทดสอบโมเดลใน Teachable Machine

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้จริง (Deployment)

ผู้วิจัยนำโมเดลจำแนกสายพันธุ์บอนสีที่ได้จาก Teachable Machine ส่งออกเป็นไฟล์นามสกุล .tflite มาจาก TensorFlow Lite (TFLite) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

จากนั้นนำโมบายแอปพลิเคชันการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพไปประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 30 คน

ผลการศึกษา

ผลการวิจัยของการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ผลการศึกษาของการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน

ผลการทดสอบโมเดลด้วย Teachable Machine ผลที่ได้จากการพัฒนาโมเดลจำแนกรูปภาพสายพันธุ์บอนสี ได้มีการนำรูปภาพสายพันธุ์บอนสี 15 ชนิด ชนิดละ 20 รูป รวมจำนวน 300 รูป ที่ทำการจัดเก็บในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลมาทดสอบ ใช้อัตราการเรียนรู้ที่ 0.001 และ ขนาดกลุ่มที่ 16 ได้ผลลัพธ์การเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางผลลัพธ์การเปรียบเทียบ

คลาส	อัปสร	เตพอักษ	เครษฐี	นาง	ดารา	หนุมน	มัจวาน	หลวงราช	Precision	Accuracy	F1-Score
อัปสรสวรรค์	18	0	0	0	1	0	1	0	0.90	0.99	0.95
ชายชล	0	19	0	0	1	0	0	0	0.95	0.99	0.97
เทพอักษรา	0	0	19	0	1	0	0	0	0.95	0.99	0.97
เครษฐีพันล้าน	0	0	0	20	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00
นางราชชล	0	0	0	0	20	0	0	0	1.00	0.98	0.87
คารานพรัตน์	0	0	0	0	2	16	2	0	0.80	0.97	0.82
บัวสวรรค์	0	0	0	0	1	1	18	0	0.90	0.98	0.88
หนุมนเข้าเฝ้า	0	0	0	0	0	0	19	1	0.95	0.99	0.95
อสงไขย	0	0	0	0	0	0	0	20	1.00	0.99	0.95
อิเหนา	0	0	0	0	0	0	0	20	1.00	1.00	1.00
นางพญา	0	0	0	0	0	0	0	20	1.00	1.00	1.00
บับเบิ้ล	0	0	0	0	0	0	0	20	1.00	1.00	1.00
มัจวานรังสรรค์	0	0	0	0	0	0	0	20	1.00	1.00	1.00
สุชาดา	0	0	0	0	0	1	0	1	0.85	0.99	0.92
หลวงราชเสนาหา	0	0	0	0	0	1	0	0	0.95	0.99	0.97
Recall	1.00	1.00	1.00	1.00	0.77	0.84	0.86	0.95	0.91	1.00	1.00

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบรูปภาพ จำนวน 300 รูป โดยใช้ Teachable machine เป็นเครื่องมือ ให้ความถูกต้องร้อยละ 95 จากชุดข้อมูลทดสอบ เนื่องจากสายพันธุ์บอนสีที่นำมาเปรียบเทียบบางสายพันธุ์มีลักษณะของลักษณะใบสีเส้นใบ สีสะดือ สีกระดูกใบ และสีขอบใบคล้ายกันมาก

ผลการศึกษาของการออกแบบโมเดลจำแนกรูปภาพสายพันธุ์บอนสี 15 สายพันธุ์ และนำโมเดลจำแนกรูปภาพออกมาพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของโมบายแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 7 โดยผู้ใช้จะคลิกเลือกรูปภาพจากแกลลอรี่ หรือจะถ่ายภาพจากกล้องโทรศัพท์ ดังรูปที่ 8 เมื่อทำการถ่ายภาพ หรือนำเข้ารูปภาพ จะแสดงภาพบอนสี ผลลัพธ์การจำแนกสายพันธุ์ พร้อมบอกเปอร์เซ็นต์ของความถูกต้อง ดังรูปที่ 9



รูปที่ 7 หน้าต่างแรกของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 8 หน้าตาของการเปิดกล้องถ่ายรูป



รูปที่ 9 หน้าต่างผลลัพธ์การจำแนกสายพันธุ์

2. ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความพึงพอใจ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีจำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านสายพันธุ์บอนสีจำนวน 5 คน และกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 22 คน รวมจำนวน 30 คน โดยมีผลสรุปดังตารางที่ 2 โดยใช้สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบ่งระดับการให้คะแนนจากน้อยที่สุดไปหามากที่สุด (ระดับ 1 ถึง 5) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน

ความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของโมเดล	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1.ข้อมูลมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ตรงตามความต้องการ	4.50	0.50	ระดับมากที่สุด
2.ข้อมูลมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน	4.46	0.50	ระดับมาก
3.ข้อมูลตอบสนองตรงความต้องการของผู้ใช้งาน	4.66	0.47	ระดับมากที่สุด
4.เนื้อหาเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.63	0.55	ระดับมากที่สุด
5.ความสมบูรณ์ของเนื้อหา	4.40	0.49	ระดับมาก
ด้านการออกแบบ			
1.ระบบใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน	4.70	0.46	ระดับมากที่สุด
2.ความสะดวกและรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูล ของแอปพลิเคชัน	4.53	0.50	ระดับมากที่สุด
3.ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของแอปพลิเคชัน	4.70	0.46	ระดับมากที่สุด
4.ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษรของแอปพลิเคชัน	4.56	0.50	ระดับมากที่สุด
5.การจัดวางเมนูต่อการใช้งานของแอปพลิเคชัน	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
ด้านประโยชน์และการนำไปใช้			
1.เนื้อหา มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้	4.36	0.49	ระดับมาก
2.เป็นแหล่งข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
3.สามารถแก้ไขปัญหา หรือตอบสนองต่อผู้ใช้งาน	4.76	0.43	ระดับมากที่สุด
4.เกิดประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้จริง	4.66	0.47	ระดับมากที่สุด
5.นำสาระความรู้ทางด้านบอนสีไปสนทนากับผู้อื่นในสังคมได้	4.53	0.50	ระดับมากที่สุด
ด้านความพึงพอใจจากใช้งาน			
1.ความถูกต้องแม่นยำจากการใช้งาน	4.73	0.50	ระดับมากที่สุด
2.ความสะดวกในการใช้งาน	4.66	0.47	ระดับมากที่สุด

ความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของโมเดล	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3.ความรู้เกี่ยวกับบอนสีมากขึ้น	4.63	0.49	ระดับมากที่สุด
4.ความไว้วางใจจากผู้ใช้ออปพลิเคชัน	4.53	0.50	ระดับมากที่สุด
5.ได้รับความหลากหลายสายพันธุ์ของชนิดบอนสี	4.70	0.46	ระดับมากที่สุด
โดยรวม	4.58	0.48	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินโดยวัดจากค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน พบว่า ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ โมบายแอปพลิเคชันสามารถแก้ไขปัญหา หรือตอบสนองต่อผู้ใช้งานค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.76 รองลงมาคือ ด้านความพึงพอใจจากใช้งาน ความถูกต้องแม่นยำจากการใช้งานค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.73 และโดยภาพรวมความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผล

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำเสนอการพัฒนาการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยให้ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับสายพันธุ์บอนสี สามารถแยกแยะสายพันธุ์บอนสีในการซื้อขาย และการเพาะเลี้ยงอย่างถูกต้อง โดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาคือ Teachable Machine, TensorFlow Lite และ Android Studio ผลที่ได้จากการพัฒนามีดังนี้ 1) ผลการพัฒนาโมเดลด้วย Teachable Machine ใช้อัตราการเรียนรู้ที่ 0.001 และ ขนาดกลุ่มที่ 16 โดยใช้รูปภาพบอนสี 15 สายพันธุ์ โดยมีความถูกต้องร้อยละ 95 จากชุดข้อมูลทดสอบ หลังจากได้โมเดลแล้วนำไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชัน มีหลักการออกแบบและทำงาน 3 ส่วนคือ หน้าจอหลัก หน้าจอรับข้อมูลโดยการถ่ายภาพ และหน้าจอแสดงผลที่ได้จากการจำแนกรูปภาพ และ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่มีต่อการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชันโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จากการทดสอบการใช้งานจริง แอปพลิเคชันมีข้อจำกัดคือ การจำแนกสายพันธุ์ต้องเป็นใบของบอนสี คุณภาพและความละเอียดของกล้องที่ใช้ระยะทางการถ่ายภาพ และแสงสว่างมีผลต่อความแม่นยำของการจำแนกสายพันธุ์บอนสีอีกด้วย

อภิปรายผล

การพัฒนาการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน มีหลักการออกแบบและทำงาน 3 ส่วนคือ หน้าจอหลัก หน้าจอรับข้อมูลโดยการถ่ายภาพ และหน้าจอแสดงผลที่ได้จากการจำแนกรูปภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาพร นุภาพ และอรอุมา พริ้มไธมา (2564) ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันรู้จำตัวอักษรบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ และงานวิจัยของแก้วใจ อภรณ์พิศาล และคณะ (2566) ในส่วนแสดงผลลัพธ์ และบอกเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการจำแนก และ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่มีต่อการจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชันโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดสอดคล้องกับงานวิจัยของบุษกร ท้วมอัน และคณะ (2566) พัฒนาโมเดลจำแนกรูปภาพพืชผักสวนครัว และสหัสวรรษ งามทรง และคณะ (2564) การสร้างโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการสำรวจข้อมูลจากภาคสนามสำหรับงานบริหารจัดการภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น แสดงให้เห็นว่า การนำโมเดลจำแนกรูปภาพที่พัฒนาขึ้น มาพัฒนาเป็นโมบายแอปพลิเคชันนั้น ทำให้ผู้ใช้งานการเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้อง และก่อให้เกิดประโยชน์กับผู้สนใจในสายพันธุ์บอนสีต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ความแม่นยำของโมเดลสามารถปรับเปลี่ยนได้ภายหลังจากการ Train โมเดล version ใหม่ ด้วยข้อมูลที่มากขึ้น
2. สามารถนำไปพัฒนาต่อในส่วนของการจำแนกสายพันธุ์ดอกไม้ชนิดอื่น ๆ หรือสามารถเพิ่มคลาสบอนสีประดิษฐ์ได้
3. การพัฒนาในครั้งถัดไปแอปพลิเคชันควรมีการแจ้งเตือนในกรณีที่ไม่ใช้รูปภาพที่เกี่ยวข้องกับสายพันธุ์บอนสี

เอกสารอ้างอิง

- กิตติภัทร์ ยางคำ, กิตติคุณ บุญเกิด, จิรวดี โยธรมย์ และ เปรม อิงคเวชชากุล. (2565). การพัฒนาระบบคัดแยก ยานพาหนะเพื่อออกแบบสถานที่จอดรถให้เหมาะสมด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก. *การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชชมคลสุรินทร์ ครั้งที่ 13 “วิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ BCG”*, วันที่ 17 – 18 พฤศจิกายน 2565 (น. A464–A472). สุรินทร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- แก้วใจ อาภรณ์พิศาล, ธนวัฒน์ สระทองฮ่วม และ วริดา ดารา. (2566). การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อจำแนกกล้วย 10 สายพันธุ์. *การประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 15*, วันที่ 1 กันยายน 2566 (น. 215–223). ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- ขวัญเดือน รัตน, ชิดารัตน์ ผ่องแผ้ว, วิทิตา สิงห์เชื้อ, ขจรพงศ์ ดาศรี และ ศุภาวีร์ แสงจันทร์จิรเดช. (2565). การขยายพันธุ์บอนสีด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. *วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี*, 3(3), 94–105
- ทีฆพันธุ์ เจริญพงษ์. (2563). *การประยุกต์ใช้ MATLAB สำหรับการประมวลผลภาพดิจิทัล*. กรุงเทพฯ: บริษัท จรัสสินทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.
- ไทยโพสต์ออนไลน์. (2565). ธุรกิจ 'บอนสี' พืชเศรษฐกิจน่าสนใจเงินสะพัดกว่าพันล้านบาท/ปี. สืบค้นวันที่ 17 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.thaipost.net/economy-news/238869/>.
- บุษกร ท่วมอัน, ชีราพร พวงทอง และแก้วใจ อาภรณ์พิศาล. (2565). โมเดลจำแนกรูปภาพพืชผักสวนครัว. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 6*, วันที่ 11–12 กุมภาพันธ์ 2565 (น. 122–130). พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พรเทพ ท่วมสมบูรณ์, ณัฐวุฒิ กฤษณ์มิตร, ชิดาบุญ แสนอุดม และวราภรณ์ ทองพันธ์. (2553). *ศึกษา พัฒนาหลักเกณฑ์ และวิธีการตรวจสอบพันธุ์บอนสี*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- ศุภชัย สมพานิช. (2562). *คู่มือพัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Android Studio ฉบับสมบูรณ์*. กรุงเทพฯ: โอดีซี พรีเมียร์.
- สมาคมบอนสีแห่งประเทศไทย. (2552). *บอนสีราชินีแห่งไม้ใบ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บ้านและสวน.
- สหสวรรค์ งามทรง, สุรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข และสะอาด วงศ์ใหญ่. (2564). การสร้างโมบายแอปพลิเคชันแบบไม่ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อการสำรวจข้อมูลจากภาคสนามสำหรับงานบริหารจัดการภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. *วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาวัตกรรมการแข่งขันพื้นที่*, 2(3), 55–69.
- สุพจน์ เฮงพระพรหม. (2566). การเรียนรู้ของเครื่อง MACHINE LEARNING. นครปฐม: สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล.

- สุภาพร นุภาพ และ อรุณา พริ้งมิต. (2564). การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันรู้จำตัวอักษรบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อการฝึกเขียนพยัญชนะไทย. *การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*, วันที่ 8 – 9 กรกฎาคม 2564 (น. 641–649). นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- สมศักดิ์ ดอนโพธิ์ และ ศุภกฤษ นาคป้อมฉิน. (2565). การพัฒนาไลน์แชทบอทเพื่อตรวจสอบใบหน้าพนักงานรักษาความปลอดภัยด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพแบบแอปพลิเคชัน. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม*, 32(2), 80–86.
- อรดี สหวัชรินทร์. (2525). การขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์บอนสีโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *วารสารพืชสวน*, 17(3), 19–25.
- อรรณณ วิชัยลักษณ์. (2548). *บอนสี* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ออฟฟิศเมท. (2566). รวมเรื่องต้องรู้ มือใหม่หัดปลูก 'บอนสี'. สืบค้น 17 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.ofm.co.th/blog/caladium/>.
- 108 พรรณไม้. (2566). *บอนสี Caladium*. สืบค้นวันที่ 17 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.panmai.com/Caladium/Caladium.shtml>.
- Abed, A. A., Al-Ibadi, A., & Abed, I. A. (2023). Real-time multiple face mask and fever detection using YOLOv3 and TensorFlow lite platforms. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 12(2), 922–929.
- Alsing, O. (2018). *Mobile object detection using TensorFlow lite and transfer learning*. (Master in Computer Science). Sweden: School of Compute Science and Communication.
- Carney, M., Webster, B., Alvarado, I., Phillips, K., Howell, N., Griffith, J., ... & Chen, A. (2020). Teachable machine: Approachable Web-based tool for exploring machine learning classification. In *Proceedings of the Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing* (pp. 1–8). ACM.
- Google. (2023). *Google Teachable Machine*. Retrieved 30 November 2023, from <https://teachablemachine.withgoogle.com/>.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255–260.
- Konaite, M., Owolawi, P. A., Mapayi, T., Malele, V., Odeyemi, K., Aiyetoro, G., & Ojo, J. S. (2021). Smart Hat for the blind with Real-Time Object Detection using Raspberry Pi and TensorFlow Lite. *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and its Applications* (pp. 1–6).
- OpenAI. (2023). *Chatgpt*. Retrieved 30 November 2023, from <https://chat.openai.com/>.
- TensorFlow. (2024). *TensorFlow Lite*. Retrieved 20 January 2024, from <https://www.tensorflow.org/lite/guide?hl=th>.
- Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., Valtonen, T., & Vartiainen, H. (2020). Co-designing machine learning apps in K–12 with primary school children. *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 308–310). IEEE.

อุณหภูมิพื้นผิว ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน และความสัมพันธ์ บริเวณเทศบาลเมือง น่านและตำบลช้างเคือง จังหวัดน่าน

จิราพร กุลสุนทรรัตน์^{1*}, พัชรพร สายะหมี¹, วิภพ แพงวังทอง¹ และ นัฐพงษ์ พวงแก้ว²

Land Surface Temperature, Land Cover Spectral Indices, and Their Correlations, Nan Town Municipality and Adjacent Sub-Districts, Nan Province

Jiraporn Kulsoontornrat^{1*}, Phatcharaporn Sayamee¹, Wipop Pangewangtong¹, and Nattapong Puangkaew²

¹ Major of Geographic Information Science, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

² Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Pattani, 94000

* Corresponding author: j.kulsoontornrat@gmail.com

Received: December 4, 2023; Revised: February 3, 2024; Accepted: February 6, 2024

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิพื้นผิว (LST) และส่งผลกระทบต่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในภูมิภาค ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำข้อมูลภาพ Landsat 8 (L2SP) มาใช้ในการสกัดดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน และคำนวณอุณหภูมิพื้นผิวสำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์และอธิบายความผันแปรของอุณหภูมิพื้นผิว ตั้งแต่ปี 2557 ถึงปี 2565 บริเวณเทศบาลเมืองน่านและตำบลช้างเคือง ผลการวิจัยพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยทั้ง 9 ปี ในพื้นที่ที่มีความผันผวน โดยในปี 2557 2559 2560 2562 และ 2564 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ในขณะที่ปี 2558 2561 2563 และ 2565 มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) ดัชนีผลต่างของน้ำ (NDWI) ดัชนีสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และดัชนีความเป็นดินดัดแปลง (MBI) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์กันปานกลางถึงสูงมาก โดยเฉพาะ LST-NDVI ที่มีความสัมพันธ์กันเชิงลบ ในขณะที่ LST กับดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นมีความสัมพันธ์กันเชิงบวก นอกจากนี้ สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเปิดเผยให้เห็นว่า NDVI สามารถอธิบายการลดลงของอุณหภูมิพื้นผิว ในขณะที่ NDWI NDBI และ MBI สามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิว ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้บ่งชี้ให้เห็นถึงผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของอุณหภูมิพื้นผิว

คำสำคัญ: อุณหภูมิพื้นผิว, ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน, ความสัมพันธ์, ความผันแปรอุณหภูมิพื้นผิว, ข้อมูลภาพ Landsat 8 (L2SP)

¹ สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จังหวัดปัตตานี 94000

Abstract

Land use and land cover changes exert a direct impact on land surface temperatures, significantly contributing to environmental and climate shifts in the region. In this study, Landsat 8 (L2SP) imagery was utilized for extracting land cover spectral indices and computing land surface temperature (LST) to analyze the relationships and explain the variation in land surface temperatures from 2014 to 2022 in the Nan municipality area and adjacent sub-districts. The results revealed a fluctuation in average land surface temperatures over 9 years. In the year of 2014, 2016, 2017, 2019, and 2021, land surface temperatures were lower than the average, whereas in 2015, 2018, 2020, and 2022, land surface temperatures were higher than the average. Correlation coefficients between land surface temperature and four land cover spectral indices, namely Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), Normalized Difference Built-Up Index (NDBI), and Modified Bare Soil Index (MBI), demonstrated moderate to very high relationships. Specifically, LST–NDVI exhibited a negative correlation, while LST and the other three land cover indices showed a positive correlation. Additionally, a simple linear regression equation reveals that NDVI can explain the decrease in land surface temperature, while NDWI, NDBI, and MBI can explain the increase in land surface temperature. The results obtained from this analysis indicate the impact of changes in land cover, influencing both the increase and decrease in land surface temperatures.

Keywords: Land Surface Temperature, Land Cover Spectral Indices, Correlations, LST Variations, Landsat 8 (L2SP) imagery

บทนำ

อุณหภูมิพื้นผิว (LST) เป็นตัวแปรที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดสมดุลพลังงานจากการแผ่รังสีของโลก โดยการแผ่รังสีคลื่นยาวและกระแสความร้อนแปรปรวนกลับไปยังชั้นบรรยากาศบริเวณรอยต่อระหว่างพื้นดินกับบรรยากาศ ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างพื้นผิวโลกกับชั้นบรรยากาศมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางกายภาพระดับโลก ซึ่งเกี่ยวข้องกับสมดุลของน้ำ (Hulley et al., 2019) อีกทั้งยังมีความสำคัญทางภูมิอากาศในฐานะตัวควบคุมการถ่ายเทความร้อนของอากาศและความร้อนแฝงภายในชั้นบรรยากาศ (Sun and Pinker, 2003) ในหลายปีที่ผ่านมาอุณหภูมิพื้นผิวในเมืองบางแห่งทั่วโลกกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Polydoros, Mavroukou, & Cartalis, 2018; Jain et al., 2020; Ayanlade, Aigbiremolen, & Oladosu, 2021) จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ เช่น พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิพื้นผิว และส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ ทั้งในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค และระดับโลก (Singh, Ali, & Piyoosh, 2022)

การศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิพื้นผิว โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการวัดที่หลากหลายและให้ความสม่ำเสมอเชิงเวลา งานวิจัยจำนวนมากจึงได้นำข้อมูลการสำรวจระยะไกล มาใช้เพื่อประเมินอุณหภูมิพื้นผิวจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดิน (Fathian, Prasad, Dehghan, & Eslamian, 2015; Carrasco et al., 2020) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง LST และ LULC (Falahatkar, Hosseini, & Soffianian, 2011; Tran et al., 2017; Ullah et al., 2019) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชีวมวลและ LST (Guechi, Gherraz, & Alkama, 2021) รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของดัชนีสิ่งปกคลุมดิน/การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ที่ส่งผลต่อลักษณะ

และการกระจายตัวของ LST (Anbazhagan & Paramasivam, 2016; Hua & Ping, 2018; Akomolafe & Rosazlina, 2022) ดัชนีสิ่งปกคลุมดินที่แตกต่างกัน เช่น ดัชนีสำหรับพื้นที่สีเขียว แหล่งน้ำ พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่ว่างเปล่า จึงถูกนำไปใช้เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง LST และ LULC ประเภทต่างๆ (Malik, Shukla, & Mishra, 2019; Guha, Govil, & Besoya, 2020; Abir & Saha, 2021; Guha & Govil, 2021)

พื้นที่บริเวณใจกลางเมืองน่าน หรือเขตเทศบาลเมืองน่าน เป็นชุมชนศูนย์กลางลำดับที่ 1 ตามผังโครงสร้าง มีบทบาทเป็นเมืองศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคม การปกครอง และการศึกษาของจังหวัดน่าน ตลอดจนเป็นแหล่งรวบรวมและซื้อขายผลผลิตทางการเกษตร การท่องเที่ยวภายในจังหวัดน่านและจังหวัดข้างเคียง พื้นที่ดังกล่าวมีสถานที่ท่องเที่ยวที่ประกอบไปด้วยสถานที่ที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ เช่น คุ่มเจ้า วัด ย่านการค้า ชุมชนที่พักอาศัยเก่าแก่ และคุณค่าทางเศรษฐกิจ บริเวณใจกลางเมืองน่านและพื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการส่งเสริมคุณค่าเศรษฐกิจให้กับชุมชน (หอศิลปวัฒนธรรม เมืองน่าน, 2562) นอกจากนี้ ตำบลที่อยู่โดยรอบยังเป็นที่ตั้งของศูนย์ราชการ สถานศึกษา และแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ จากบริบททางเศรษฐกิจ สังคม ส่งผลให้เมืองน่านมีการขยายตัวของเมืองเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับการขยายตัวจากการท่องเที่ยว เช่น การเพิ่มขึ้นของโรงแรม (สำนักงานประชาสัมพันธ์ จังหวัดน่าน, 2561) เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ดังกล่าว

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นตรวจสอบความสัมพันธ์และอธิบายความผันแปรของอุณหภูมิพื้นผิวระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิว บริเวณเทศบาลเมืองน่านและตำบลข้างเคียง ในช่วงเก้าปีที่ผ่านมา โดยใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat 8 collection 2 level 2 Science product (L2SP) ตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2565 ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินทั้ง 4 ดัชนี ได้แก่ ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ดัชนีผลต่างของน้ำ (Normalized Difference Water Index: NDWI) ดัชนีสิ่งปลูกสร้าง (Normalized Difference Built – Up Index : NDBI) และดัชนีความเป็นดินดัดแปลง (Modified Bare Soil Index: MBI) ผลจากการศึกษาครั้งนี้จะมีประโยชน์ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิว อีกทั้งยังสามารถอธิบายความผันแปรของอุณหภูมิพื้นผิวระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิวได้ นอกจากนี้ ยังเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับการวางแผนเมือง การจัดการการใช้ที่ดิน และการจัดการสิ่งแวดล้อมในอนาคต เพื่อป้องกันผลกระทบจากปัญหาต่างๆ เช่น การก่อให้เกิดเกาะความร้อนในเมือง การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบพืชพรรณ หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่สามารถส่งผลกระทบต่อเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ได้

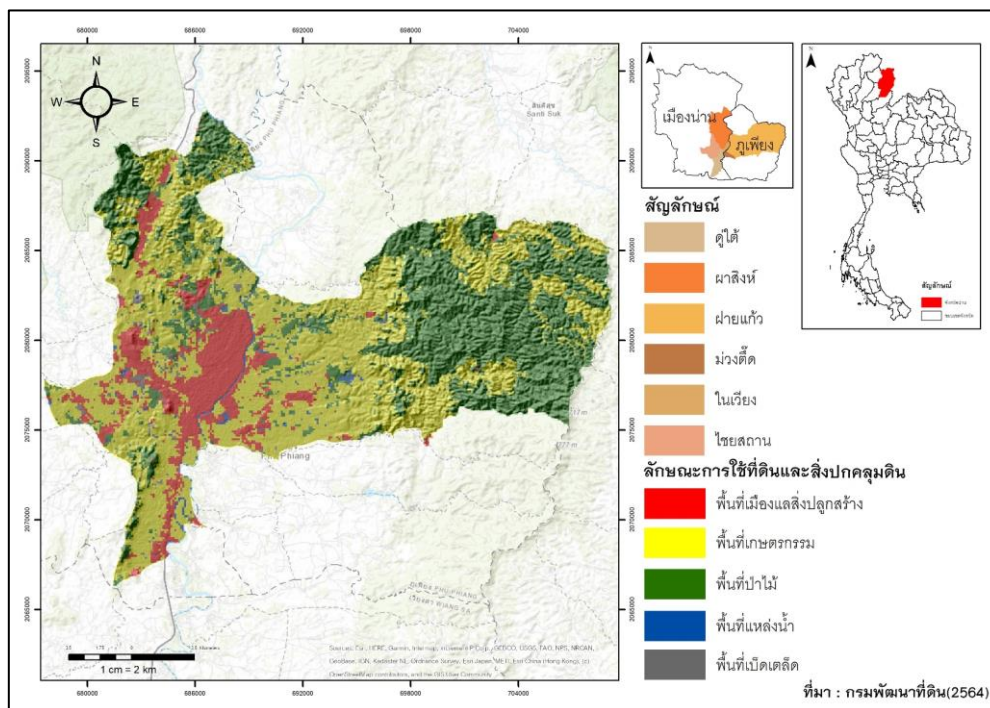
วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิว
2. เพื่ออธิบายความผันแปรของอุณหภูมิพื้นผิวระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิว

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา (รูปที่ 1) มีพื้นที่ทั้งหมด 349.46 ตารางกิโลเมตร ประกอบไปด้วย เทศบาลเมืองน่าน (ครอบคลุมตำบลในเวียงทั้งหมด และบางส่วนของตำบลผาสิงห์) และตำบลข้างเคียง คือ ตำบลผาสิงห์ ตำบลไชยสถาน ตำบลคูใต้ อำเภอเมืองน่าน และ ตำบลม่วงดี ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง ลักษณะภูมิประเทศในบริเวณพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่มีพื้นที่ราบอยู่ทางด้านตะวันตกตามแนวแม่น้ำน่าน และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบที่อยู่อาศัย สิ่งปลูกสร้าง และเกษตรกรรม ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้และภูเขาจะปรากฏให้เห็นทางด้านทิศตะวันออก นอกจากนี้ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้มีฝนตกชุกในฤดูฝน

มีอากาศร้อนอบอ้าวในฤดูร้อน และหนาวเย็นในฤดูหนาว อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์คาบ 30 ปี อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 16.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566)



รูปที่ 1 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา เขตอำเภอเมืองน่านและอำเภอภูเพียง

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลภาพ การสกัดดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน การได้มาของอุณหภูมิพื้นผิว การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินต่างๆ และการวิเคราะห์ความสามารถของดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินในการอธิบายความผันแปรของ LST ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

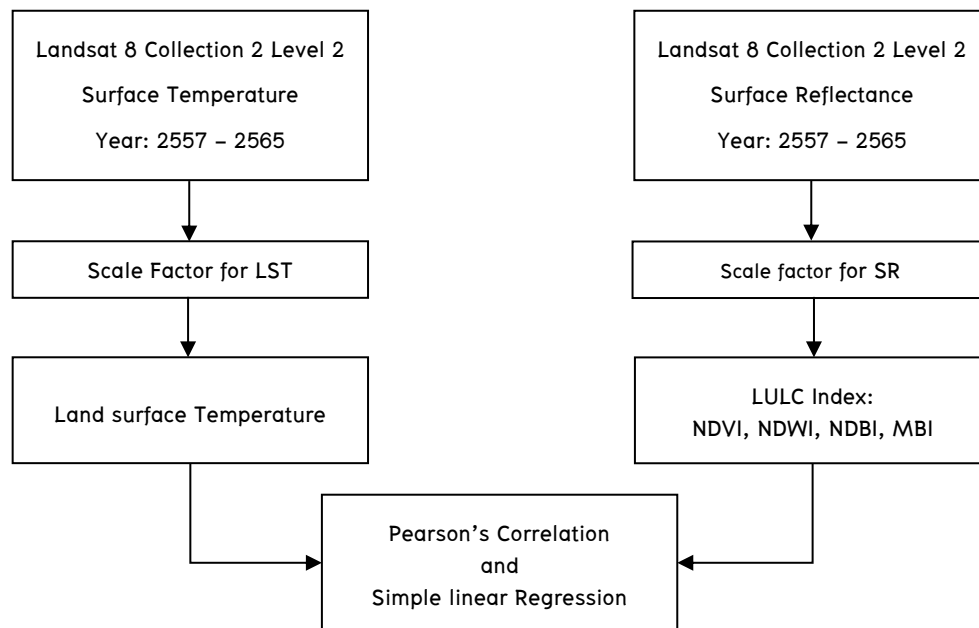
การจัดเตรียมข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 collection 2 level 2 Science product (L2SP) ปี 2557 ถึง 2565 ดาวน์โหลดได้จาก <https://earthexplorer.usgs.gov/path/row> ที่ 130/047 ดังแสดงในตารางที่ 1 ภาพส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นเดือนที่เป็นช่วงเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูร้อน ตามลักษณะอากาศประจำถิ่นของประเทศไทย คาบ 70 ปี (พ.ศ. 2494–2563) (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564) นอกจากนี้ข้อมูลภาพการสะท้อนของพื้นผิว (Surface reflectance) ต้องผ่านกระบวนการแปลงค่า โดยใช้ค่าสเกลแฟคเตอร์และค่าออฟเซตเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพที่ปรับค่ากลับไปเป็นหน่วยต้นฉบับของฟิกเซล เช่น การสะท้อนหรือความสว่าง (reflectance หรือ radiance) ดังสมการที่ 1 (U.S. Geological Survey, 2023) ก่อนนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการสกัดดัชนี

$$\text{Surface reflectance} = (0.0000275 * \text{SR}_B) - 0.2$$

(สมการที่ 1)

เมื่อ 0.0000275 คือ ค่าสเกลแฟคเตอร์ (Scale factor) ของข้อมูลภาพการสะท้อนของพื้นผิว, 0.2 คือ ค่าออฟเซต (offset) ของข้อมูลภาพการสะท้อนของพื้นผิว, และ SR_B* คือ แบนด์ใดๆ ของภาพ



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 collection 2 level 2 Science product (L2SP) ปี 2557 ถึง 2565

ภาพที่	วัน-เดือน-ปี	แบนด์	ความละเอียดเชิงพื้นที่
1	09/02/2557	ใช้แบนด์ “SR_B2, SR_B3, SR_B4, SR_B5, SR_B6, SR_B7 และ ST_B10” ของทุกภาพและทุกปี	30 เมตร
2	28/02/2558		
3	15/02/2559		
4	01/02/2560		
5	20/02/2561		
6	07/02/2562		
7	10/02/2563		
8	28/02/2564		
9	03/03/2565		

การสกัดดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน

ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalize Difference Vegetation : NDVI) เป็นค่าดัชนีบ่งชี้สัดส่วนและสุขภาพของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิว ซึ่งคำนวณจากค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้(NIR) กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (Red) มาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติ (Rouse et al., 1974) ดังสมการที่ 2

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

(สมการที่ 2)

เมื่อ NIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band) และ Red คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (Red Band) โดยค่าจะอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ค่าเข้าใกล้ 1 แสดงถึงการมีพืชใบเขียวปกคลุมจำนวนมาก

ดัชนีผลต่างของน้ำ (Normalized Difference Water Index: NDWI) เป็นค่าดัชนีที่ใช้ในการตรวจจับและติดตามการมีอยู่ของแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งคำนวณจากค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีเขียว (Green) (McFeeters, 1996) ดังสมการที่ 3

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \quad (\text{สมการที่ 3})$$

เมื่อ NIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band) และ Green คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นตามองเห็นสีเขียว (Green Band) โดยค่าจะอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ค่าเข้าใกล้ 1 แสดงถึงการมีอยู่ของน้ำ

ดัชนีสิ่งปลูกสร้าง (Normalized Difference Built – Up Index : NDBI) เป็นค่าดัชนีที่ใช้บ่งชี้พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งคำนวณจากค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) กับช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) (Zha et al., 2003) ดังสมการที่ 4

$$NDBI = (SWIR - NIR) / (SWIR + NIR) \quad (\text{สมการที่ 4})$$

เมื่อ NIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band) และ SWIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Shortwave Infrared Band) โดยค่าจะอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ค่าเข้าใกล้ 1 แสดงถึงการมีสิ่งปลูกสร้าง

ดัชนีความเป็นดินดัดแปลง (Modified Bare Soil Index : MBI) เป็นค่าดัชนีที่ใช้ตรวจจับพื้นที่ดินเปล่าในระหว่างช่วงพื้นที่รกร้างทางการเกษตรในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยใช้ความสามารถในการดูดกลืนน้ำของพืชพรรณในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น และการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างดินเปลือย เมือง และพืชพรรณ ดัชนีนี้ถูกพัฒนาโดย Nguyen et al. (2021) ซึ่งคำนวณจากค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR1 และ SWIR2) ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) และค่าสัมประสิทธิ์ (f) ดังสมการที่ 5

$$MBI = ((SWIR1 - SWIR2 - NIR) / (SWIR1 + SWIR2 + NIR)) + f \quad (\text{สมการที่ 5})$$

เมื่อ NIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band), SWIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Shortwave Infrared1 Band และ Shortwave Infrared2 Band), และ f คือ ค่าสัมประสิทธิ์ (factor) มีค่าเท่ากับ 0.5 ดัชนี MBI มีช่วงค่าอยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 1.5 โดยที่ค่าเพิ่มขึ้นไปทางบวกถึง 1.5 แสดงถึงการมีพื้นที่หน้าดินเปิดโล่ง ในขณะที่ค่าลดลงไปทางลบถึง -0.5 คือแหล่งน้ำและพืชพรรณ

การได้มาของข้อมูลภูมิพื้นผิว

ข้อมูลภูมิพื้นผิว (ST_B10) เป็นข้อมูลที่ถูกจัดทำโดยสำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USGS) สร้างขึ้นจากอัลกอริธึมแบบ single-channel โดยใช้ข้อมูลแบนด์อินฟราเรดความร้อน (TIRS) แบนด์ 10 จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat Collection 2 level 1 ข้อมูลการสะท้อนของบรรยากาศ (TOA) ข้อมูลภูมิพื้นผิวความสว่างของ TOA ข้อมูลการแผ่รังสีความร้อน (Emissivity) จากฐานข้อมูลทั่วโลกโดย ASTER (GED), ข้อมูลดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI), และข้อมูลโปรไฟล์บรรยากาศ ซึ่งข้อมูลที่ได้ให้ผลลัพธ์ภูมิพื้นผิวดินในหน่วยของอุณหภูมิสัมบูรณ์ (เคลวิน, K) (U.S. Geological Survey, 2021) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ ภาพ ST_B10 ที่ได้รับจาก Landsat 8 L2SP จึงถูกนำมาคำนวณ

กับค่าสเกลแฟคเตอร์และค่าออฟเซต และทำการแปลงหน่วยข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเป็นองศาเซลเซียส (°C) ดังสมการที่ 6 (U.S. Geological Survey, 2023)

$$LST(^{\circ}C) = ((0.00341802 * ST_B10) + 149) - 273.15 \quad (\text{สมการที่ 6})$$

เมื่อ 0.00341802 คือ ค่าสเกลแฟคเตอร์ (Scale factor) ของข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว, 149 คือ ค่าออฟเซต (offset) ของอุณหภูมิพื้นผิว, และ ST_B10 คือ อุณหภูมิพื้นผิวจากแบนด์ 10 (TIR)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน และอุณหภูมิพื้นผิว

ข้อมูลภาพจากดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน ทั้ง 4 คือ NDVI NDWI NDBI และ MBI และอุณหภูมิพื้นผิว ถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ดังสมการที่ 7 โดยมีการสร้างจุดสุ่มโดยใช้ขนาดแถวและคอลัมน์ 50*55 ด้วยเครื่องมือ Fishnet ด้วย ArcGIS ซึ่งจุดสุ่มที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ศึกษาให้เป็นจุดประจำเซลล์และนำไปใช้ในการดึงค่าจากข้อมูลภาพทั้ง 9 ปี เพื่อหาความสัมพันธ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) ที่ได้ จะถูกนำมาแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์ตามรูปแบบของ Davies (1971) ดังตารางที่ 2

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (\text{สมการที่ 7})$$

เมื่อ r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน, n คือ จำนวนจุดสุ่มทั้งหมด 1,141 จุด, x คือ ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน, y คือ อุณหภูมิพื้นผิว

ตารางที่ 2 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Davies (1971)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
0.70 – 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.50 – 0.69	มีความสัมพันธ์กันสูง
0.30 – 0.49	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
0.10 – 0.29	มีความสัมพันธ์กันต่ำ
0.01 – 0.09	แทบจะไม่มีความสัมพันธ์กัน

การวิเคราะห์ความสามารถของดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินในการอธิบายความผันแปรของ LST

ความสามารถของดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินในการอธิบายความแปรผันของ LST วิเคราะห์จากการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) ดังสมการที่ 8 โดยมีตัวแปรอิสระ คือ ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน และตัวแปรตาม คือ LST สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (regression coefficient) แสดงให้เห็นถึงความสามารถของดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ LST

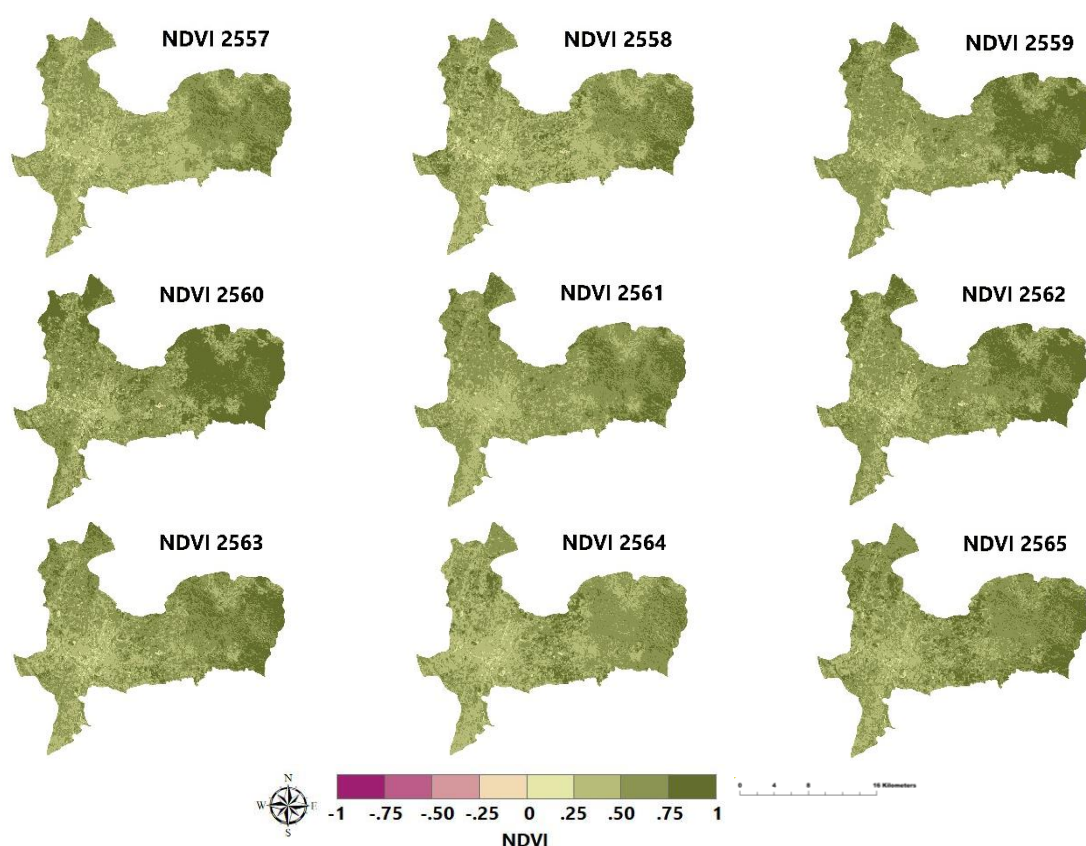
$$y = a + b(x) \quad (\text{สมการที่ 8})$$

เมื่อ y คือ อุณหภูมิพื้นผิว, x คือ ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน, a คือ จุดตัดของแกน y , b คือ ความลาดชัน (Slope) ของสมการ

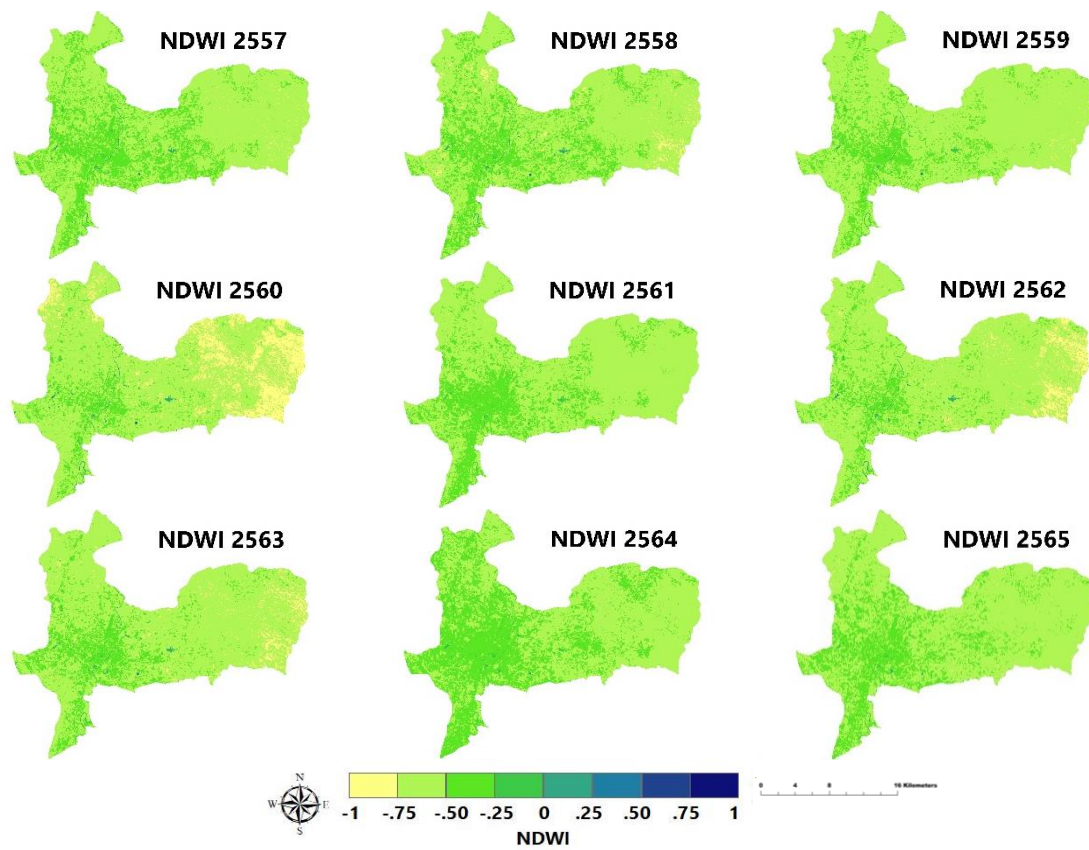
ผลการศึกษา

ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน ปี 2557 ถึง 2565

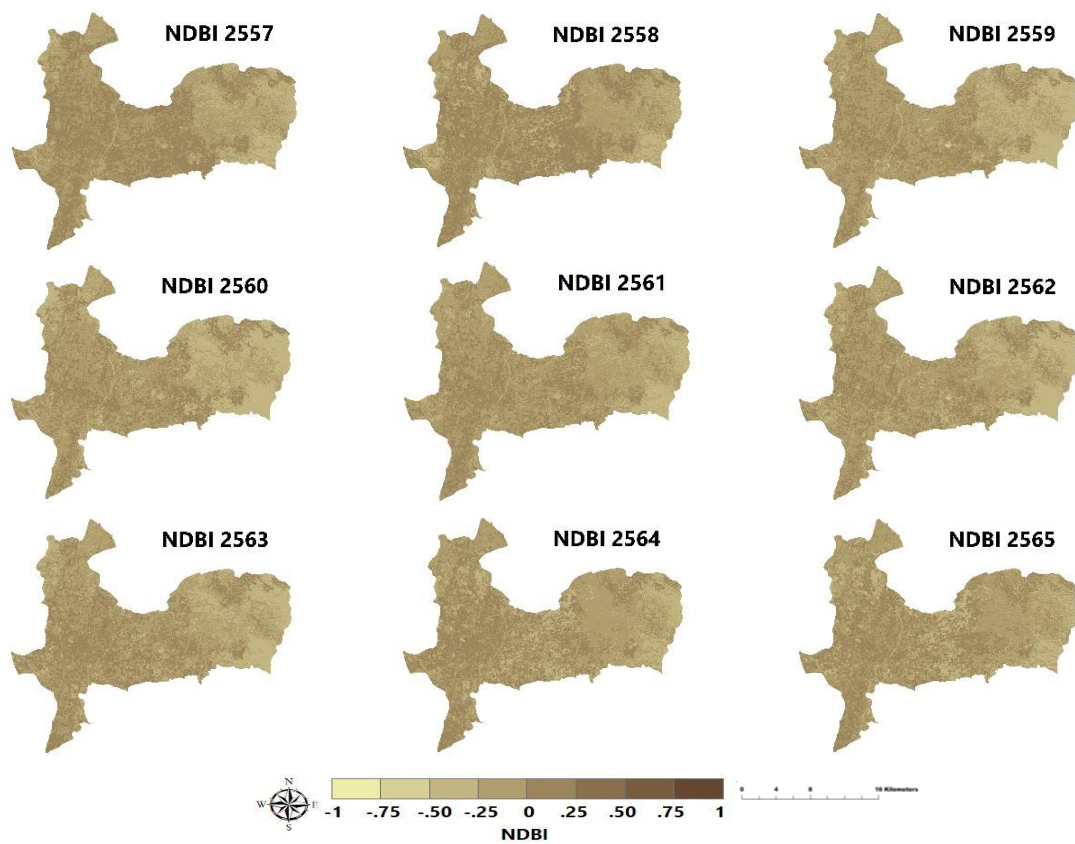
ผลจากการสกัดดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน ทั้ง 4 ดัชนี ได้แก่ NDVI, NDWI, NDBI และ MBI ตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2565 (รูปที่ 3 - 6) พบว่า ดัชนี NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง -0.88 ถึง 0.94 โดยค่าที่มากกว่า 0.5 อยู่บริเวณด้านทิศตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้หนาแน่น ในขณะที่ค่าต่ำกว่าศูนย์ส่วนใหญ่พบทางด้านทิศตะวันตกซึ่งเป็นพื้นที่เมือง แหล่งน้ำ และพื้นที่ว่างเปล่า ในทางกลับกัน ค่าดัชนี NDWI ส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษามีค่าต่ำซึ่งอยู่ระหว่าง -0.94 ถึง 0 ยกเว้นบริเวณแหล่งน้ำผิวดินที่มีค่าดัชนี NDWI สูงถึง 0.9 ในขณะที่ดัชนี NDBI บริเวณพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างมีค่าระหว่าง 0.25 ถึง 0.63 ยกเว้นบริเวณแหล่งน้ำที่มีค่าดัชนี NDBI ต่ำถึง -1 สำหรับดัชนี MBI บริเวณพื้นที่เปิดโล่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.46 ในขณะที่บริเวณแหล่งน้ำ ค่าดัชนี MBI ต่ำ ถึง -0.5



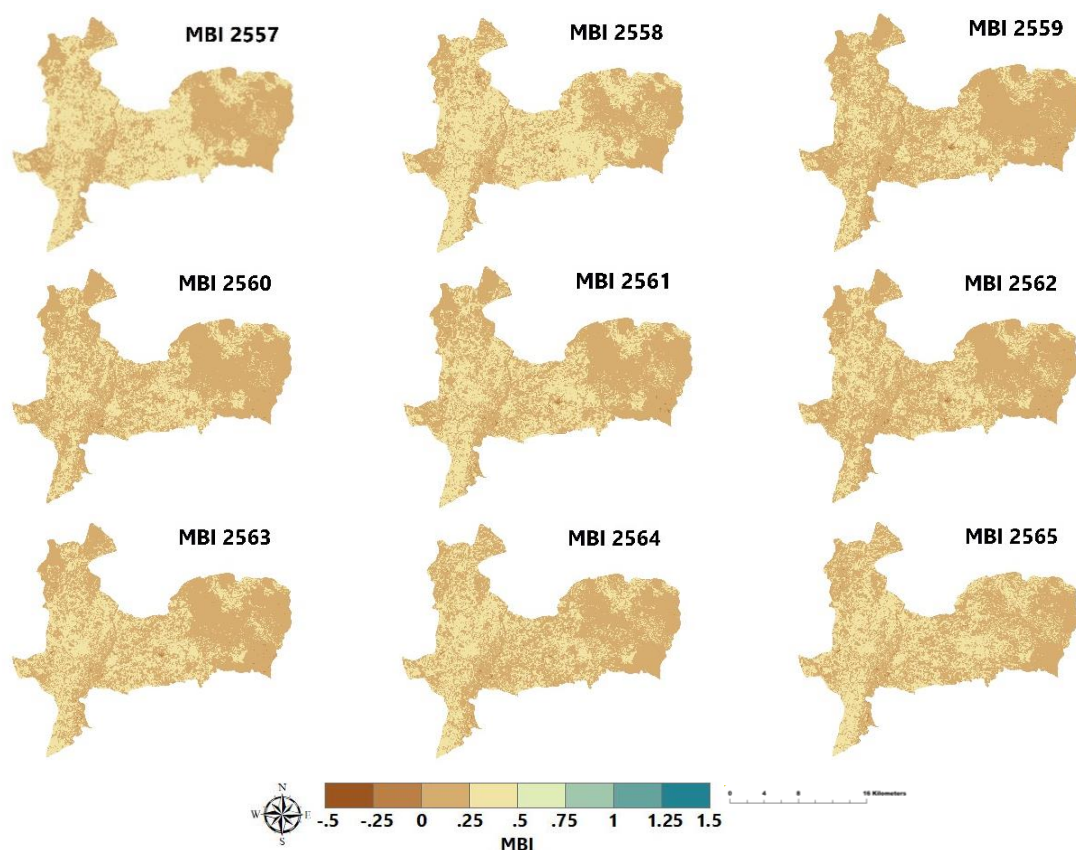
รูปที่ 3 ดัชนีผลต่างพืชพรรณ ปี 2557 ถึง 2565



รูปที่ 4 ดัชนีผลต่างของน้ำ ปี 2557 ถึง 2565



รูปที่ 5 ดัชนีสิ่งปลูกสร้าง ปี 2557 ถึง 2565

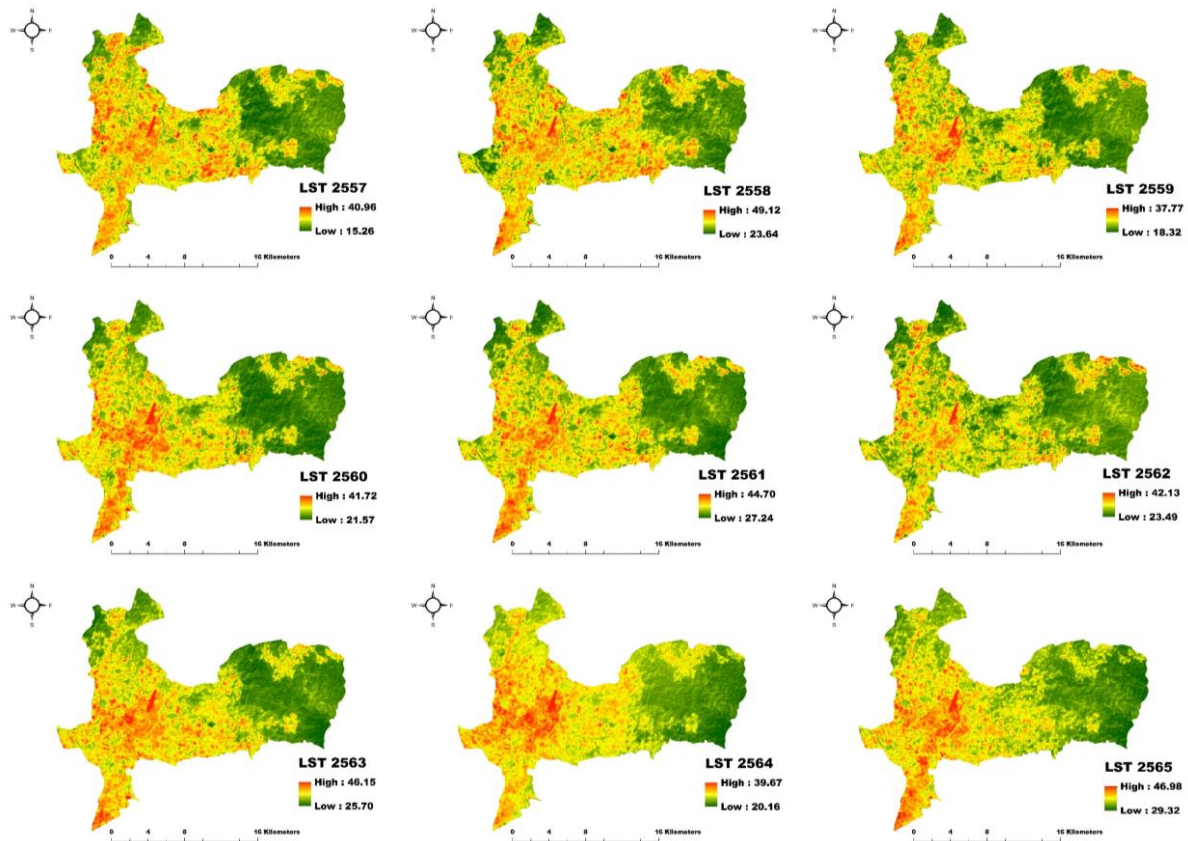


รูปที่ 6 ดัชนีความเป็นดินดัดแปลง ปี 2557 ถึง 2565

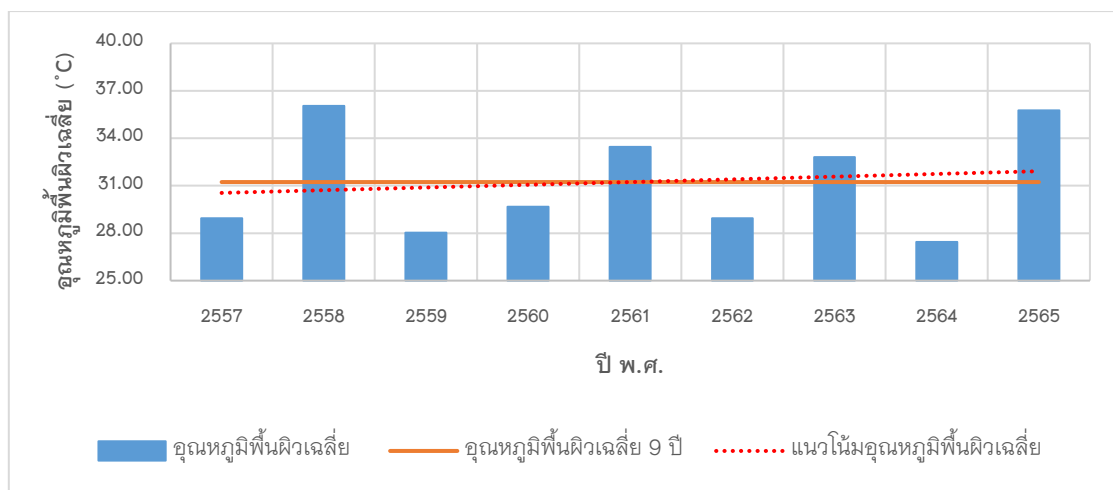
อุณหภูมิพื้นผิว ปี 2557 ถึง 2565

จากการคำนวณอุณหภูมิพื้นผิว (LST) โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 L2SP ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูร้อน (กุมภาพันธ์) ปี 2557 ถึง 2565 แสดงให้เห็นว่า ในปี 2557 อุณหภูมิพื้นผิวต่ำสุดมีค่า 15.26 องศาเซลเซียส และในปี 2558 มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดถึง 49.12 องศาเซลเซียส (รูปที่ 7) นอกจากนี้ รูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยตั้งแต่ ปี 2557 ถึง 2565 มีความความผันผวน โดยมีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 28.95°C ($\text{SD}=2.82$), 36.04°C ($\text{SD}=2.99$), 28.03°C ($\text{SD}=2.14$), 29.66°C ($\text{SD}=3.13$), 33.45°C ($\text{SD}=2.70$), 28.94°C ($\text{SD}=2.33$), 32.81°C ($\text{SD}=3.38$), 27.44°C ($\text{SD}=3.11$) และ 35.76°C ($\text{SD}=2.95$) ตามลำดับ

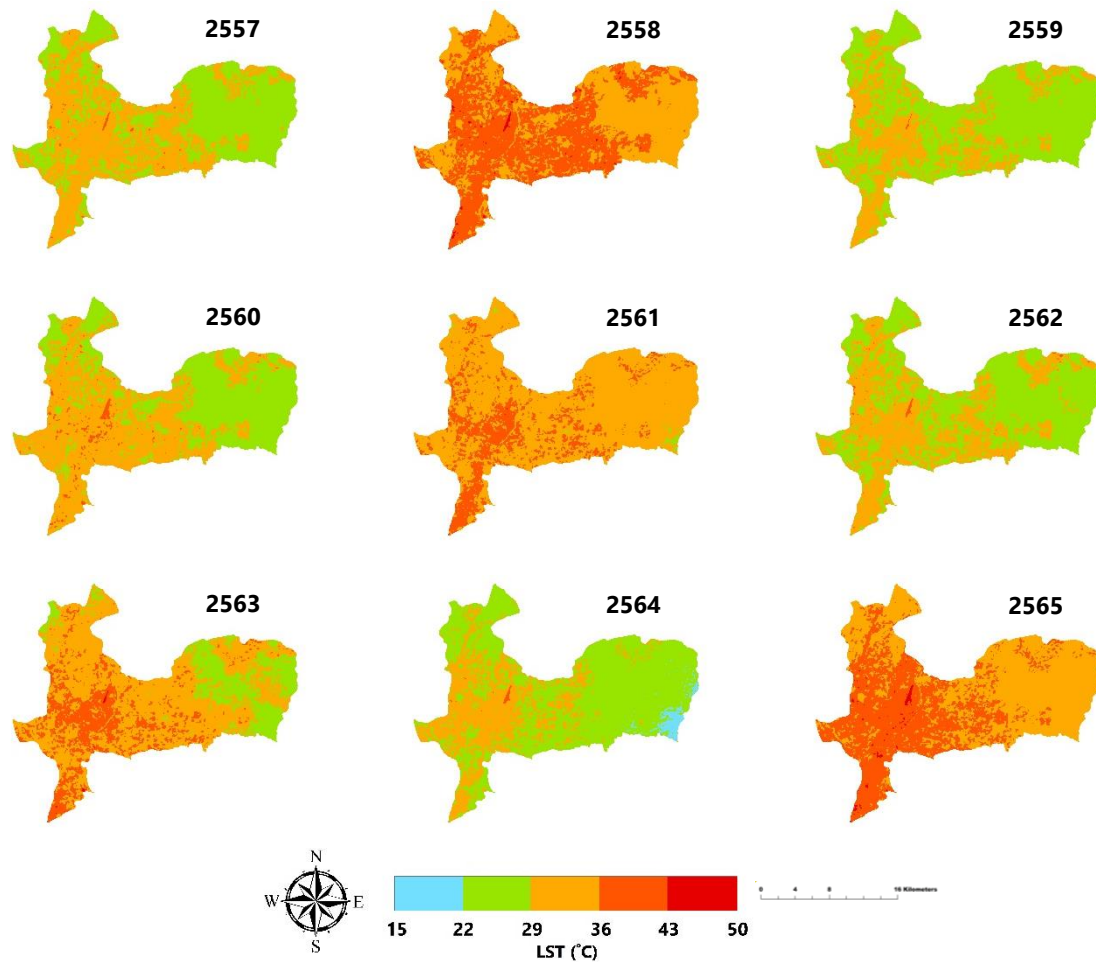
เพื่อแสดงให้เห็นการกระจายของ LST ได้ชัดเจนขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงแบ่ง LST ออกเป็น 5 โซน ดังแสดงในรูปที่ 9 พบว่า ทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ (อำเภอเมืองน่าน) เป็นบริเวณที่มีโซนอุณหภูมิพื้นผิวสูง (36 ถึง 50 องศาเซลเซียส) ในขณะที่ด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ (อำเภอภูเพียง) อยู่ในโซนอุณหภูมิพื้นผิวต่ำกว่า 36 องศาเซลเซียส ถึง 15 องศาเซลเซียส และจากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าในปี 2557 2559 และ 2564 มีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำสุดระหว่าง 15 ถึง 22 องศาเซลเซียส ครอบคลุมพื้นที่ 0.03, 0.03, และ 8.20 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.01, 0.01, และ 2.35 ของพื้นที่ ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าว คือ แหล่งน้ำ และป่าไม้ ในขณะที่ปี 2558 2561 2563 และ 2565 มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดระหว่าง 43.01 ถึง 50 องศาเซลเซียส ครอบคลุมพื้นที่ 2.38, 0.03, 0.39, และ 2.48 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.68, 0.01, 0.11, และ 0.71 ของพื้นที่ ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าว คือ พื้นที่เปิดโล่งจากการเกษตร เมืองและสิ่งปลูกสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณสนามบิน อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิพื้นผิวของทุกปีส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 29.01 ถึง 36 องศาเซลเซียส ครอบคลุมพื้นที่ 111.20 ถึง 279.29 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 31.82 ถึง 79.92 ของพื้นที่



รูปที่ 7 อุณหภูมิพื้นผิว ปี 2557 ถึง 2565



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ปี 2557 ถึง 2565



รูปที่ 9 การกระจายเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิพื้นผิว ปี 2557 ถึง 2565

ตารางที่ 3 พื้นที่และเปอร์เซ็นต์การกระจายเชิงพื้นที่อุณหภูมิพื้นผิว ตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2565

ปี		อุณหภูมิ (°C)					รวม
		15.00–22.00	22.01–29.00	29.01–36.00	36.01–43.00	43.01–50.00	
2557	พื้นที่ (sq.km.)	0.03	173.59	174.54	1.30	–	349.46
	%	0.01	49.67	49.95	0.37	–	100.00
2558	พื้นที่ (sq.km.)	–	0.04	170.65	176.39	2.38	349.46
	%	–	0.01	48.83	50.48	0.68	100.00
2559	พื้นที่ (sq.km.)	0.03	232.80	116.38	0.24	–	349.46
	%	0.01	66.62	33.30	0.07	–	100.00
2560	พื้นที่ (sq.km.)	–	152.44	190.28	6.74	–	349.46
	%	–	43.62	54.45	1.93	–	100.00
2561	พื้นที่ (sq.km.)	–	2.30	279.29	67.85	0.03	349.46
	%	–	0.66	79.92	19.42	0.01	100.00
2562	พื้นที่ (sq.km.)	–	195.77	152.36	1.33	–	349.46
	%	–	56.02	43.60	0.38	–	100.00
2563	พื้นที่ (sq.km.)	–	61.96	218.84	68.27	0.39	349.46
	%	–	17.73	62.62	19.54	0.11	100.00
2564	พื้นที่ (sq.km.)	8.20	229.27	111.20	0.79	–	349.46
	%	2.35	65.61	31.82	0.23	–	100.00
2565	พื้นที่ (sq.km.)	–	–	192.44	154.54	2.48	349.46
	%	–	–	55.07	44.22	0.71	100.00

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่าง LST และดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน ได้แก่ NDVI NDWI NDBI และ MBI ตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2565 โดยใช้จุดประจำเซลล์ที่มีตำแหน่งตรงกัน 1,141 จุด จากเครื่องมือ Fishnet ด้วย ArcGIS ในการดึงค่าจากข้อมูลภาพ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ NDVI มีความสัมพันธ์กันเชิงลบกับ LST โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบ ต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย คือ -0.55 -0.77 และ -0.71 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ NDWI NDBI และ MBI มีความสัมพันธ์กันเชิงบวก โดย NDWI มีความสัมพันธ์ต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย คือ 0.53 0.69 และ 0.62 ส่วน NDBI มีความสัมพันธ์ต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย คือ 0.57 0.81 และ 0.73 และ MBI มีความสัมพันธ์ต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย คือ 0.46 0.74 และ 0.64 นอกจากนี้ ตารางที่ 4 ยังแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลางถึงสูงมาก

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง LST และดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน

ปี	LST-NDVI	LST-NDWI	LST-NDBI	LST-MBI
2557	-0.76	0.64	0.81	0.74
2558	-0.68	0.58	0.75	0.66
2559	-0.73	0.62	0.75	0.68
2560	-0.74	0.64	0.76	0.68
2561	-0.77	0.69	0.77	0.69
2562	-0.65	0.53	0.70	0.60
2563	-0.72	0.63	0.77	0.69
2564	-0.55	0.55	0.57	0.46
2565	-0.74	0.65	0.63	0.52
ค่าเฉลี่ย	-0.71	0.62	0.73	0.64

ความผันแปรของอุณหภูมิพื้นผิวระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิว

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) เพื่ออธิบายความผันแปรของ LST ระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน (ตัวแปรอิสระ) และอุณหภูมิพื้นผิว (ตัวแปรตาม) ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (regression coefficient) ทั้งค่าบวกและค่าลบของแต่ละดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิพื้นผิว นอกจากนี้ สัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of Determination, R^2) แสดงให้เห็นว่า ที่ระดับความเชื่อมั่นน้อยกว่า 0.01 สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายทั้งหมดสามารถอธิบายความผันแปรของ LST ได้ โดย NDVI สามารถอธิบายการลดลงของ LST ได้ระหว่าง 30% ถึง 59% ในขณะที่ NDWI สามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของ LST ได้ระหว่าง 29% ถึง 48% ส่วน NDBI สามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของ LST ได้ระหว่าง 33% ถึง 66% และ MBI สามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของ LST ได้ระหว่าง 20% ถึง 55%

ตารางที่ 5 การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิว ปี 2557 ถึง 2565

ปี	สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	R^2	P Value
2557	$y = 36.567 - 14.065NDVI$	0.58	<0.01
	$y = 37.814 + 15.736NDWI$	0.41	<0.01
	$y = 29.732 + 14.804NDBI$	0.66	<0.01
	$y = 22.653 + 26.621MBI$	0.55	<0.01
2558	$y = 43.18 - 12.874NDVI$	0.47	<0.01

ปี	สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	R ²	P Value
	$y = 44.187 + 14.332NDWI$	0.34	<0.01
	$y = 36.689 + 14.354NDBI$	0.57	<0.01
	$y = 30.045 + 25.093MBI$	0.44	<0.01
2559	$y = 34.876 - 10.944NDVI$	0.54	<0.01
	$y = 35.462 + 12.727NDWI$	0.39	<0.01
	$y = 29.372 + 11.17NDBI$	0.57	<0.01
	$y = 24.193 + 18.999MBI$	0.46	<0.01
2560	$y = 38.778 - 14.013NDVI$	0.55	<0.01
	$y = 39.428 + 15.258NDWI$	0.40	<0.01
	$y = 31.542 + 15.318NDBI$	0.58	<0.01
	$y = 24.314 + 26.131MBI$	0.47	<0.01
2561	$y = 42.63 - 15.342NDVI$	0.59	<0.01
	$y = 44.235 + 19.160NDWI$	0.48	<0.01
	$y = 34.836 + 14.543NDBI$	0.60	<0.01
	$y = 27.905 + 25.112MBI$	0.47	<0.01
2562	$y = 35.031 - 9.7099NDVI$	0.42	<0.01
	$y = 35.086 + 10.017NDWI$	0.29	<0.01
	$y = 30.199 + 10.715NDBI$	0.49	<0.01
	$y = 25.36 + 17.539MBI$	0.37	<0.01
2563	$y = 41.578 - 14.8NDVI$	0.52	<0.01
	$y = 42.945 + 16.922NDWI$	0.40	<0.01
	$y = 34.405 + 16.084NDBI$	0.60	<0.01
	$y = 26.932 + 27.327MBI$	0.48	<0.01
2564	$y = 33.931 - 11.93NDVI$	0.30	<0.01
	$y = 36.013 + 16.466NDWI$	0.30	<0.01
	$y = 28.33 + 11.344NDBI$	0.33	<0.01
	$y = 23.519 + 17.94MBI$	0.20	<0.01
2565	$y = 44.789 - 14.831NDVI$	0.55	<0.01
	$y = 46.067 + 18.406NDWI$	0.43	<0.01
	$y = 36.734 + 12.023NDBI$	0.40	<0.01
	$y = 31.544 + 18.721MBI$	0.27	<0.01

สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้ การสกัดดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน ได้แก่ NDVI NDWI NDBI และ MBI และอุณหภูมิพื้นผิว ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 collection 2 level 2 Science product (L2SP) ในเดือนกุมภาพันธ์ ตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2565 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และอธิบายความผันแปรของอุณหภูมิพื้นผิวระหว่างดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินและอุณหภูมิพื้นผิว พบว่า ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดสามารถบ่งชี้สิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทในพื้นที่ศึกษา โดยดัชนี NDVI (รูปที่ 3) แสดงให้เห็นการมีพืชพรรณหนาแน่นบริเวณด้านทิศตะวันออกซึ่งส่วนใหญ่คือพื้นที่ป่าไม้และภูเขา ดัชนี NDWI ส่วนใหญ่แสดงค่าลบ (รูปที่ 4) เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรและป่าไม้ มีพื้นที่แหล่งน้ำเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ดัชนี NDBI (รูปที่ 5) ที่มีค่าสูงส่วนใหญ่อยู่ด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งเป็น

พื้นที่ตั้งของเทศบาลเมืองน่าน และชุมชนต่างๆ สำหรับดัชนี MBI แสดงให้เห็นพื้นที่เปิดโล่งซึ่งส่วนใหญ่กระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 6) เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมได้เปลี่ยนเป็นพื้นที่เปิดโล่งจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่น ข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นที่เรียบร้อยแล้วในเดือนกุมภาพันธ์ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559; สมศรี บุญเรือง และ อำนาจ จันทร์ครุฑ, 2551) ผลจากการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface temperature) โดยใช้แบนด์ ST_B10 ทั้ง 9 ปี พบว่า ในปี 2557 อุณหภูมิพื้นผิวต่ำสุดมีค่า 15.26 องศาเซลเซียส และในปี 2558 มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดถึง 49.12 องศาเซลเซียส (รูปที่ 7) เนื่องจากในปี 2558 เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญระดับรุนแรงมากในประเทศไทย ทำให้สภาพอากาศโดยรวมร้อนขึ้น มีปริมาณฝนน้อยกว่าปกติ และเกิดความแห้งแล้ง (ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, 2564) นอกจากนี้ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในพื้นที่ที่มีความผันผวนทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงของอุณหภูมิพื้นผิว (รูปที่ 8) โดยในปี 2557 (28.95°C), 2559 (28.03°C), 2560 (29.66°C), 2562 (28.94°C) และ 2564 (27.44°C) มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยทั้ง 9 ปี (31.23 °C) ในขณะที่ปี 2558 (36.04°C), 2561 (33.45°C), 2563 (32.81°C) และ 2565 (35.76°C) มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยทั้ง 9 ปี ซึ่งเป็นผลจากการใช้ข้อมูลเพียงหนึ่งวันสำหรับเป็นตัวแทนของแต่ละปี ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป ควรพิจารณาการใช้ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวในหลายวันต่อฤดูกาล (season) เพื่อลดความผันผวนของข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวที่เกิดขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินทั้ง 4 ชนิด พบว่า NDVI มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ LST ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้น (Anbazhagan & Paramasivam, 2016; Marzban, Sodoudi, & Preusker, 2018; Shoukat, 2022) และค่าเฉลี่ยของ LST-NDVI (-0.71) แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันสูงมาก โดย NDVI สามารถอธิบายการผันแปรของอุณหภูมิพื้นผิวได้ว่า ความหนาแน่นของพืชพรรณสูงสามารถช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวได้ (Putra, Agustina, Quratu'Aini, & Adwasyifa, 2022) เนื่องจากกระบวนการระเหยและการคายน้ำของพืชทำให้พื้นผิวโลกเย็นลง (Barry, 2019) และสามารถอธิบายการทำความเย็นให้กับอุณหภูมิพื้นผิวได้ระหว่าง 30% ถึง 59%

ในขณะที่ NDWI มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ LST โดยที่ค่าเฉลี่ยของ LST-NDWI (0.62) แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันสูง ซึ่งอธิบายได้ว่าอุณหภูมิพื้นผิวที่สูงขึ้นสัมพันธ์กับการมีอยู่ของแหล่งน้ำ อย่างไรก็ตาม แหล่งน้ำที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษามีจำนวนน้อยจึงส่งผลให้ดัชนี NDWI แสดงค่าเป็นลบ ประกอบกับเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูร้อน ซึ่งอุณหภูมิสูงในตอนกลางวันเป็นผลให้อุณหภูมิของผิวน้ำสูงขึ้นและส่งผลให้ LST สูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Guha, Govil, & Besoya, (2020) ที่พบว่า LST-NDWI มีความสัมพันธ์กันทางบวกในทุกฤดูกาลเมื่อสิ่งปกคลุมดินเป็นพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง พืชพรรณ และพื้นที่เปิดโล่ง นอกจากนี้ NDWI ยังสามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของพื้นผิวได้ระหว่าง 29% ถึง 48%

ในขณะเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่าง NDBI และ LST มีความสัมพันธ์ต่อกันในเชิงบวก โดยที่ค่าเฉลี่ยของ LST-NDBI แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันสูงมากถึง 0.73 ซึ่งสัมพันธ์กับ LST มากที่สุดจากทั้ง 4 ดัชนี จึงอธิบายได้ว่าพื้นที่ที่มีความเป็นเมืองและสิ่งปลูกสร้างสูงทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างดูดซับและกักเก็บรังสีจากแสงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้น (Gartland, 2012; Nuruzzaman, 2015; Mohajerani, Bakaric, & Jeffrey-Bailey, 2017) ซึ่งผลลัพธ์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen, Li, Huang, & Xu (2013); Chen & Zhang (2017) และ Jamei, Rajagopalan, & Sun (2019) และสามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวได้ระหว่าง 33% ถึง 66%

นอกจากนี้ ดัชนี MBI ซึ่งเป็นดัชนีคิดค้นใหม่สำหรับตรวจจับพื้นที่ดินเปล่าในระหว่างช่วงพื้นที่รกร้างทางการเกษตรถูกนำมาใช้ในการหาความสัมพันธ์กับ LST ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า LST-MBI มีความสัมพันธ์กันสูงในเชิงบวก และมีความสัมพันธ์เฉลี่ย 0.64 อธิบายได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ดินเปล่าทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้นไปด้วย เนื่องจากพื้นที่ดินเปล่ามีความสามารถในการดูดซับและกักเก็บความร้อนได้สูง ทำให้ฟลักซ์ความร้อนของดินเพิ่มขึ้น (Richard &

Cellier, 1998; Chakraborty, Kant, & Mitra, 2015) และสามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวได้ระหว่าง 20% ถึง 55%

ดังนั้น สรุปได้ว่าดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิวและสามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นและลดลงของอุณหภูมิพื้นผิวได้ นอกจากนี้ ผลการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับการจัดการพื้นที่เมือง การจัดการการใช้ที่ดิน และเป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจเพื่อการพัฒนาและจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน อีกทั้งวิธีการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาให้กับพื้นที่อื่นได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณสำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USGS) สำหรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 collection 2 level 2 Science product (L2SP) เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการเผยแพร่ผลงานนี้ให้เป็นประโยชน์ในวงวิชาการและการพัฒนาเชิงพื้นที่ ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ช่วยชี้แนะ สั่งสอน และให้คำปรึกษา งานวิจัยครั้งนี้จึงสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). ข้าว. จาก <http://www.agriinfo.doe.go.th/year59/plant/rortor/rice.pdf>.
- ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. (2564). *ปรากฏการณ์ ENSO (เอลนีโญและลานีญา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. (2566). *สถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 ถึง 2563*. จาก <http://climate.tmd.go.th/statistic/stat30y>.
- ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. (2564). *ลักษณะอากาศประจำวันของประเทศไทยเดือน กุมภาพันธ์ คาบ 70 ปี (พ.ศ. 2494-2563)*. จาก <http://climate.tmd.go.th/content/file/1862>.
- สมศรี บุญเรือง และ อำนาจ จันทรครุฑ. (2551). *คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ข้าวโพด*. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร, 56.
- สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดน่าน. (2561). *น่านเศรษฐกิจ คึกคัก เปิดโรงแรม ด้านอาหารท่องเที่ยว ทำให้นักลงทุนผู้ประกอบการ ขยายตัวเศรษฐกิจ ด้านโรงแรมเพิ่มขึ้น ในการรองรับการท่องเที่ยว*. จาก <https://nbtworld.prd.go.th/th/news/detail/TNSOC6102260010080>.
- หอศิลปวัฒนธรรม เมืองน่าน. (2562). *บริบทของเมืองเก่าน่าน*. จาก <https://nan-acc.com/บริบทของเมืองเก่าน่าน/>.
- Abir, F. A., & Saha, R. (2021). Assessment of land surface temperature and land cover variability during winter: A spatio-temporal analysis of Pabna municipality in Bangladesh. *Environmental Challenges*, 4, 100167.
- Anbazhagan, S., & Paramasivam, C. R. (2016). Statistical correlation between land surface temperature (LST) and vegetation index (NDVI) using multi-temporal landsat TM data. *International Journal of Advanced Earth Science and Engineering*, 5(1), 333-346.

- Akomolafe, G. F., & Rosazlina, R. (2022). Land use and land cover changes influence the land surface temperature and vegetation in Penang Island, Peninsular Malaysia. *Scientific Reports*, 12(1), 21250. doi:10.1038/s41598-022-25560-0.
- Ayanlade, A., Aigbiremolen, M. I., & Oladosu, O. R. (2021). Variations in urban land surface temperature intensity over four cities in different ecological zones. *Scientific Reports*, 11(1), 20537.
- Barry, R. G. (2019). *Evaporation and transpiration*. Water, Earth.
- Carrasco, R. A., Pinheiro, M. M. F., Junior, J. M., Cicerelli, R. E., Silva, P. A., Osco, L. P., & Ramos, A. P. M. (2020). Land use/land cover change dynamics and their effects on land surface temperature in the western region of the state of São Paulo, Brazil. *Regional Environmental Change*, 20, 1–12.
- Chakraborty, S. D., Kant, Y., & Mitra, D. (2015). Assessment of land surface temperature and heat fluxes over Delhi using remote sensing data. *Journal of environmental management*, 148, 143–152.
- Chen, L., Li, M., Huang, F., & Xu, S. (2013, December). Relationships of LST to NDBI and NDVI in Wuhan City based on Landsat ETM+ image. *2013 6th international congress on image and signal processing (CISP)* (840–845). IEEE.
- Chen, X., & Zhang, Y. (2017). Impacts of urban surface characteristics on spatiotemporal pattern of land surface temperature in Kunming of China. *Sustainable Cities and Society*, 32, 87–99.
- Falahatkar, S., Hosseini, S. M., & Soffianian, A. R. (2011). The relationship between land cover changes and spatial-temporal dynamics of land surface temperature. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(2), 76–81.
- Fathian, F., Prasad, A., Dehghan, Z., & Eslamian, S. (2015). Influence of land use/land cover change on land surface temperature using RS and GIS techniques. *International Journal of Hydrology Science and Technology*, 5(3), 195–207.
- Gartland, L. M. (2012). *Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas*. Routledge.
- Guechi, I., Gherraz, H., & Alkama, D. (2021). Correlation analysis between biophysical indices and Land Surface Temperature using remote sensing and GIS in Guelma city (Algeria). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*.
- Guha, S., Govil, H., & Besoya, M. (2020). An investigation on seasonal variability between LST and NDWI in an urban environment using Landsat satellite data. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 1319–1345.
- Guha, S., & Govil, H. (2021). Seasonal variability of LST–NDVI correlation on different land use/land cover using Landsat satellite sensor: a case study of Raipur City, India. *Environment, Development and Sustainability*, 1–17.
- Hua, A. K., & Ping, O. W. (2018). The influence of land–use/land–cover changes on land surface temperature: a case study of Kuala Lumpur metropolitan city. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 1049–1069.
- Hulley, G. C., Ghent, D., Götsche, F. M., Guillevic, P. C., Mildrexler, D. J., & Coll, C. (2019). 3 – Land Surface Temperature. In G. C. Hulley & D. Ghent (Eds.), *Taking the Temperature of the Earth* (pp. 57–127). Elsevier.
- Jain, S., Sannigrahi, S., Sen, S., Bhatt, S., Chakraborti, S., & Rahmat, S. (2020). Urban heat island intensity and its mitigation strategies in the fast-growing urban area. *Journal of Urban Management*, 9(1), 54–66.

- Jamei, Y., Rajagopalan, P., & Sun, Q. C. (2019). Spatial structure of surface urban heat island and its relationship with vegetation and built-up areas in Melbourne, Australia. *Science of the total environment*, 659, 1335–1351.
- Malik, M. S., Shukla, J. P., & Mishra, S. (2019). Relationship of LST, NDBI and NDVI using landsat-8 data in Kandahimmat watershed, Hoshangabad, *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 48(1), 25–31.
- Marzban, F., Sodoudi, S., & Preusker, R. (2018). The influence of land-cover type on the relationship between NDVI–LST and LST–T air. *International Journal of Remote Sensing*, 39(5), 1377–1398.
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*, 17(7), 1425–1432.
- Mohajerani, A., Bakaric, J., & Jeffrey–Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of environmental management*, 197, 522–538.
- Nguyen, C. T., Chidthaisong, A., Kieu Diem, P., & Huo, L. Z. (2021). A modified bare soil index to identify bare land features during agricultural fallow-period in southeast Asia using Landsat 8. *Land*, 10(3), 231.
- Nuruzzaman, M. (2015). Urban heat island: causes, effects and mitigation measures—a review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3(2), 67–73.
- Polydoros, A., Mavroukou, T., & Cartalis, C. (2018). Quantifying the trends in land surface temperature and surface urban heat island intensity in mediterranean cities in view of smart urbanization. *Urban science*, 2(1), 16.
- Putra, R. P., Agustina, R. D., Qurratu’Aini, K., & Adwasyifa, K. (2022). Analysis of Vegetation Density and Surface Temperature in Buahbatu District, Bandung using Landsat 8 Oli/Tirs Satellite Images. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 18(3), 63–68.
- Richard, G., & Cellier, P. (1998). Effect of tillage on bare soil energy balance and thermal regime: an experimental study. *Agronomie*, 18(3), 163–181.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Spec. Publ*, 351(1), 309.
- Shoukat Ali Shah. (2022). Statistical Analysis of Land Surface Temperature and Normalized Difference Vegetation Index Relationship Based on Remote Sensing. *Journal of Agriculture and Aquaculture* 4(3).
- Singh, V. D., Ali, S. R., & Piyoosh, A. K. (2022, 16–17 Dec. 2022). *A Review on the Relationship between LULC and LST using Geospatial Technologies*. Paper presented at the 2022 11th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART).
- Sun, D., & Pinker, R. T. (2003). Estimation of land surface temperature from a Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES-8). *Journal of geophysical research: atmospheres*, 108(D11).
- Tran, D. X., Pla, F., Latorre–Carmona, P., Myint, S. W., Caetano, M., & Kieu, H. V. (2017). Characterizing the relationship between land use land cover change and land surface temperature. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 124, 119–132.
- Ullah, S., Tahir, A. A., Akbar, T. A., Hassan, Q. K., Dewan, A., Khan, A. J., & Khan, M. (2019). Remote sensing-based quantification of the relationships between land use land cover changes and surface temperature over the Lower Himalayan Region. *Sustainability*, 11(19), 5492.

U.S. Geological Survey. (2021). *Landsat Collection 2 Level-2 Science Products: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2021-3055*. accessed on June 23, 2023, from <https://pubs.usgs.gov/fs/2021/3055/fs20213055.pdf>.

U.S. Geological Survey. (2023). *Landsat 8-9 Collection 2 (C2) Level 2 Science Product (L2SP) Guide. LSDS-1619 Version 5.0*. Date June 29, 2023, from https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/files/LSDS-1619_Landsat8-9-Collection2-Level2-Science-Product-Guide-v5.pdf.

Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International journal of remote sensing*, 24(3), 583-594.

การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อพัฒนาเป็นห่วงโซ่คุณค่าใหม่และโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

จิตติคุณ นิยมสิริ^{1*}, ปวีณา แดงวิรุฬห์¹, ภาณุพงษ์ อินตะวงศ์¹ และ Harloi Fajardo Tungao¹

Analysis of the Tourism Supply Chain and Community Products to Develop a New Value Chain and Business Model Under the New Normal of Phrao District, Chiang Mai Province

Jittikhun Niyomsiri^{1*}, Paveena Dangviroon¹, Panupong Intawong¹ and Harloi Fajardo Tungao¹

¹ International College, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai, 50300

* Corresponding author: jittikhun_niy@cmru.ac.th

Received: December 7, 2023; Revised: February 12, 2024; Accepted: February 13, 2024

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อพัฒนาเป็นห่วงโซ่คุณค่าใหม่และโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนในปัจจุบันของอำเภอพร้าว พัฒนาห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนใหม่ของอำเภอพร้าว และสร้างโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิจัยพบว่าลักษณะของห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนในปัจจุบันของอำเภอพร้าวยังไม่ได้มีการประสานงานกับในระหว่างต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ รวมถึงยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดห่วงโซ่อุปทานและการดำเนินงานร่วมกันกับธุรกิจในส่วนต่าง ๆ ทำให้การดำเนินงานเป็นไปโดยมีการเชื่อมโยงระหว่างธุรกิจค่อนข้างต่ำ ในส่วนของการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวนั้น ผู้วิจัยได้นำเสนอ 7A Model เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าตลอดทั้งกระบวนการท่องเที่ยว ด้านการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าผลิตภัณฑ์ได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ข้าวหลามแม่อ่อนศรี และได้จัดทำโมเดลห่วงโซ่คุณค่าขึ้น เพื่อนำเสนอวิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จากแนวคิด Economies of Scale และผู้วิจัยได้นำเสนอโมเดลทางธุรกิจ Business Model Canvas เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการธุรกิจข้าวหลามให้เกิดต้นทุนที่เหมาะสม เพิ่มกำไร สร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการทำธุรกิจ

คำสำคัญ: ห่วงโซ่อุปทาน, ห่วงโซ่คุณค่า, โมเดลธุรกิจ, ชีวิตวิถีใหม่

¹ วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300

Abstract

This research: Analysis of the tourism supply chain and community products to develop a new value chain and business model under the new normal of Phrao District, Chiang Mai Province intended to 1. Analyze the current characteristics of tourism and community products supply chain 2. Develop tourism and new community products value chain and 3. Create a suitable business model canvas of community products of Phrao District, Chiang Mai Province.

The results showed that the current characteristics of the supply chain of tourism and community products at present in Phrao District are not coordinated with the upstream, midstream, and downstream areas, including lack of understanding of supply chain concepts and operations. Low collaboration between businesses. As for the development of the tourism value chain, researchers have proposed the 7A model as a guide to the value-added of the entire tourism process. In terms of product value chain development, Kao Larm Mae-On-sri products were studied, and a value chain model was created. To propose ways to improve business efficiency, economies of scale theory were applied. Moreover, researchers have proposed a business model canvas to improve business management and to achieve reasonable costs, profits, and customer satisfaction. Therefore, gaining business sustainability at the end.

Keywords: Supply Chain, Value Chain, Business Model, New Normal

บทนำ

อำเภอพร้าว ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดเชียงใหม่ มีลักษณะพื้นที่ล้อมรอบด้วยป่าไม้และภูเขา พื้นที่ราบลุ่มบางส่วน พื้นที่ทั้งหมดประมาณ 798,308 ไร่ การคมนาคมติดต่อระหว่างอำเภอพร้าวและจังหวัดเชียงใหม่สามารถเดินทางผ่านทางหลวงแผ่นดินสายพร้าว-เชียงดาว-เชียงใหม่ มีระยะทาง 115 กิโลเมตร เมืองพร้าวเป็นเมืองที่สงบ มีวัฒนธรรมความเป็นอยู่ที่ยังคงความดั้งเดิมอยู่ บ้านเรือน ร้านค้าแทบทั้งหมดเป็นบ้านไม้ มีตลาดโต้รุ่งที่เดียว ร้านอาหารยังมีไม่มากนัก และพร้าวยังถือเป็นดินแดนธรรมะ เนื่องจากเป็นสถานที่ที่หลวงปู่แหวนเคยพำนักและสร้างชื่อเสียงให้กับอำเภอพร้าวเป็นอย่างมาก มีผู้ศรัทธาเลื่อมใสทำนุบำรุงอย่างมากมาย ตามรอยหลวงปู่แหวนที่วัดดอยแม่ป๋ง นอกจากนั้นยังมีวัดถ้ำดอกคำ วัดพระเจ้าล้านทองพระพุทธรูปปางมารวิชัย วัดพระธาตุกลางใจเมือง (วัดสะตือเมือง) และมีประเพณีในการสรงน้ำพระธาตุ รวมถึงสถานที่ท่องเที่ยวอีกมากมาย ได้แก่ น้ำพุเจ็ดสี น้ำตกบัวตอง น้ำตกม่อนหินไหล โบราณสถานพระธาตุม่วงเงิน ถ้ำหลากลาน และวังชมภู

จากการลงพื้นที่สำรวจพบว่าอาชีพหลักของคนในพื้นที่คือการทำการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่เน้นปลูกข้าวเป็นหลัก นอกจากนั้นก็จะมีลำไย กาแฟ และพืชผักอื่น ๆ โดยมีการจัดการอยู่ในรูปแบบของสหกรณ์ที่มีความมั่นคงสูง สหกรณ์อำเภอพร้าวจะเป็นผู้รับซื้อผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจากเกษตรกรจากนั้นจะทำการแปรรูปและขายสินค้าให้แก่บริษัทที่อยู่ในเครือ บริษัทใหญ่ที่สหกรณ์ผลิตสินค้าให้คือบริษัทแอมเวย์ จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่พบว่าเกษตรกรที่มีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของสหกรณ์อำเภอพร้าว เนื่องจากให้ราคาซื้อสูงกว่าราคาตลาดทั่วไป เช่น ราคาซื้อข้าวทั่วไปอยู่ที่ 15 บาท/กิโลกรัม แต่ที่สหกรณ์รับซื้ออยู่ที่ 17 บาท/กิโลกรัม ทำให้เกษตรกรไม่ต้องนำผลิตภัณฑ์ไปขายเอง ไม่ต้องแบกรับความเสี่ยงที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงของความต้องการซื้อและความต้องการขายของตลาด เป็นการลดภาระของเกษตรกรลงอย่างมาก หากแต่ในช่วงที่ไม่มีกรเก็บเกี่ยวพืชผล เกษตรกรก็จะขาดรายได้ และ

มีเวลาว่าง ในช่วงเวลาดังกล่าว จึงมักจะเป็นเวลาที่เกษตรกรหันมาประกอบอาชีพเสริม ทำการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร ที่ตนเองมีอยู่และเป็นส่วนเกินที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำการเกษตร ผลิตภัณฑ์ชุมชนของอำเภอพร้าวส่วนใหญ่จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการแปรรูปทางการเกษตรเป็นหลัก เช่น ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลำไย กระบวนการแปรรูปนั้นเริ่มต้นมาจากการที่เกษตรกรมีส่วนเกินจากการทำการเกษตร กล่าวคือ เกษตรกรนำส่งข้าวที่ผ่านกระบวนการสีแล้วให้กับสหกรณ์ ดังนั้น เกษตรกรจะมีส่วนของเปลือกข้าวอยู่เป็นจำนวนมาก ในส่วนนี้เกษตรกรจึงต้องการนำมาแปรรูป โดยในบางรายนั้นสามารถทำการแปรรูปได้แต่ยังไม่ได้มาตรฐาน บางรายยังไม่รู้วิธีการแปรรูปที่จะทำให้สินค้ามีมูลค่าที่สูงขึ้น นอกเหนือจากนี้ สินค้าที่ผ่านการแปรรูปแล้วนั้น ไม่สามารถขายออกได้เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายที่ซื้อสินค้าเป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวที่อำเภอพร้าวและซื้อผลิตภัณฑ์กลับไปเป็นของฝาก

ในปัจจุบันอำเภอพร้าวไม่มีนักท่องเที่ยวเข้ามา อันเนื่องมาจากผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งคือการที่อำเภอพร้าวไม่ถูกประชาสัมพันธ์ด้านการท่องเที่ยวให้คนไทยได้รับทราบในวงกว้าง ขาดการจัดการด้านข้อมูลและนำการท่องเที่ยวรูปแบบชีวิตวิถีใหม่ คำแนะนำในส่วนของการเดินทางมาท่องเที่ยว ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเดินทางมาต่อครั้ง การประสานงานขององค์กรในพื้นที่ทั้งภาครัฐและเอกชน ส่งผลกระทบทำให้การขายผลิตภัณฑ์ชุมชนนั้นลดลงไปด้วย ทั้งนี้การประสานงานกันในระหว่างธุรกิจต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ จะช่วยลดจำนวนครั้งในการติดต่อสื่อสารของนักท่องเที่ยวและสร้างความเชื่อมั่นในการท่องเที่ยวแบบปลอดภัยจากโรค ธุรกิจต้นน้ำจะสามารถตอบรับวิถีใหม่ได้โดยการสร้างกิจกรรมท่องเที่ยวที่ลดการสัมผัสกันโดยไม่จำเป็น แสดงความพร้อมด้านสุขอนามัย ธุรกิจกลางน้ำ ในส่วนของร้านอาหาร ผู้บริโภควิถีใหม่จะมีความใส่ใจในสุขภาพมากยิ่งขึ้น อาจจะมีการเพิ่มเมนูอาหารสำหรับคนรักสุขภาพ เมนูอาหารต้านโรคหวัด เป็นต้น ในส่วนของที่พักรถ ควรสร้างความเชื่อมั่นในด้านความปลอดภัยที่ได้มาตรฐาน และปลายน้ำ นักท่องเที่ยวที่มาท่องเที่ยวยังอำเภอพร้าวก็จะรู้สึกปลอดภัย ปลอดภัยโรค มีความสุขและเกิดการบอกต่อประสบการณ์การท่องเที่ยวให้แก่ผู้อื่นต่อไป

การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อพัฒนาเป็นห่วงโซ่คุณค่าใหม่และโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ จะช่วยเข้าไปแก้ไขปัญหาใน 2 ส่วนใหญ่ของอำเภอพร้าว ได้แก่ ส่วนของการท่องเที่ยว และส่วนของผลิตภัณฑ์ชุมชนทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ ในส่วนของการท่องเที่ยว โครงการวิจัยนี้จะทำการเชื่อมโยงห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวให้พัฒนาเป็นห่วงโซ่คุณค่าท่องเที่ยว (Tourism Value Chain) (Hjalager et al., 2016) ซึ่งประกอบด้วยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คือ ผู้ส่งมอบวัตถุดิบและบริการ (Tourism Supplier), บริษัทนำเที่ยว (Tour Operator), บริษัทตัวแทนท่องเที่ยว (Travel Agent) และนักท่องเที่ยว (Tourist) ที่เป็นผู้มีบทบาทหลักคอยทำหน้าที่เชื่อมโยงประสานกันภายในห่วงโซ่อุปทานหนึ่ง ๆ ทั้งในแนวดิ่ง (Vertical) และในแนวราบ (Horizontal) ตั้งแต่ต้นน้ำ (Upstream) จนถึงปลายน้ำ (Downstream) (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2560; Rahmianti, 2020) ห่วงโซ่คุณค่าท่องเที่ยวจึงเป็นกระบวนการสร้างสรรค์กิจกรรมและผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว จนกระทั่งมีการส่งมอบบริการนั้นให้กับนักท่องเที่ยว โดยมีเป้าหมายหลัก คือ เพื่อให้นักท่องเที่ยวเกิดความพึงพอใจโดยรวมสูงสุดจากการเดินทางท่องเที่ยวในหนึ่งเส้นทาง และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถทำงานสอดคล้องประสานกัน (Collaboration) ได้อย่างลงตัว เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยวที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยมีต้นทุนต่ำที่สุด มีส่วนร่วมร้อยละ (ของเสีย) น้อยที่สุด ในส่วนของผลิตภัณฑ์ชุมชน งานวิจัยจะทำการวิเคราะห์ถึงสภาพของห่วงโซ่อุปทานในปัจจุบันของสินค้าชุมชนที่มีอยู่เดิม มุ่งเน้นการค้นหาคำว่าที่แท้จริงของรูปแบบการจัดการห่วงโซ่อุปทาน อันจะนำไปสู่การยกระดับเพื่อแก้ไขปัญหา ลดต้นทุน และเพิ่มกำไร เกิดเป็นห่วงโซ่คุณค่าใหม่ของผลิตภัณฑ์ชุมชน

วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์ลักษณะของห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนในปัจจุบันของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่
2. พัฒนาห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่
3. สร้างโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ห่วงโซ่อุปทาน คือ กระบวนการที่เชื่อมโยงการดำเนินงานกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าปลายทางทั้งในด้านสินค้าและบริการ เพื่อให้ลูกค้ามีความพึงพอใจสูงสุด ประกอบด้วย จุดที่สำคัญคือ ผู้ส่งมอบ (Suppliers) โรงงานผู้ผลิต (Manufactures) ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution centers) และร้านค้าย่อยและลูกค้าหรือผู้บริโภค (Retailers or customers) ทั้งนี้ความสำเร็จที่จะเกิดขึ้นในห่วงโซ่อุปทาน จะประกอบด้วยการไหลเวียนของข้อมูลข่าวสาร สินค้าและเงินทุน ซึ่งจะอยู่ระหว่างขั้นตอนแต่ละกระบวนการ ในการตอบสนองต่อความพึงพอใจของลูกค้า (Rahmianti et al., 2020) การจัดการห่วงโซ่อุปทาน ประกอบไปด้วยขั้นตอนทุก ๆ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งไม่เพียงแต่อยู่ในส่วนของผู้ผลิตและผู้จัดส่งวัตถุดิบเท่านั้น แต่รวมถึงส่วนของผู้จัดส่ง คลังสินค้า พ่อค้าคนกลางและลูกค้าอีกด้วย สิ่งที่เป็นตัวเชื่อมต่อกันประกอบต่าง ๆ ในห่วงโซ่อุปทานคือ สายสัมพันธ์ ทางธุรกิจ (Business Relationship) ตั้งแต่ต้นน้ำ (Upstream) ถึงปลายน้ำ (Downstream) ซึ่งการมีสัมพันธ์ที่ดีในทางธุรกิจจะทำให้เกิดความไว้วางใจ (Trust) นำไปสู่การเป็นพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) และจะทำให้การดำเนินงานในระยะยาวของธุรกิจ ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันของทุกฝ่าย (Mutually Benefit) (ACS, 2562)

ห่วงโซ่คุณค่า มุ่งให้ความสำคัญกับกิจกรรมในโซ่คุณค่าของแต่ละหน่วยธุรกิจ ตั้งแต่การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ การแปรรูป ตลอดจนถึงกระบวนการส่งมอบสินค้าและบริการให้กับลูกค้า โดยมุ่งสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ ด้วยการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนหรือกิจกรรม ดังนั้น ห่วงโซ่คุณค่าจึงเป็นการเชื่อมโยงกิจกรรมต่าง ๆ ที่สร้างมูลค่าเพิ่ม (Value-Creation Activities) และเกิดการเชื่อมโยงกับคู่ค้าในห่วงโซ่อุปทานด้วยกัน การเชื่อมโยงกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกองค์กร ส่งผลต่อศักยภาพในการแข่งขัน (Competitive position) Porter (2004) ได้จำแนกคุณค่าของกิจกรรมภายในองค์กรออกเป็น 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมหลัก (Primary Activities) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า หรือ บริการที่ส่งมอบให้กับลูกค้า โดยประกอบด้วย กิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ โลจิสติกส์ขาเข้า การดำเนินงานโลจิสติกส์ขาออก การตลาด การขาย และการบริการ และ กิจกรรมสนับสนุน (Supporting Activities) เป็นกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การจัดซื้อจัดหา การพัฒนาเทคโนโลยี การบริหารทรัพยากรมนุษย์ และโครงสร้างภายในองค์กร

โมเดลธุรกิจ (Business Model Canvas) คือ การอธิบายองค์ประกอบของธุรกิจซึ่งมี 9 ส่วน ในแบบที่เรียบง่ายบนหน้ากระดาษเพียงแผ่นเดียว เพื่อให้ทุกคนทั้งภายในและภายนอกองค์กรสามารถสื่อถึงสิ่งเดียวกันได้อย่างตรงประเด็น เข้าใจง่าย และนำไปใช้งานได้ทันที นอกจากจะทำให้การสื่อสารชัดเจนแล้ว จุดเด่นของ Business Model Canvas หรือ BMC คือ ทำให้เจ้าของกิจการและผู้บริหารสามารถเห็นภาพรวมของบริษัท เพื่อเสริมจุดแข็งและปรับจุดอ่อนรวมไปถึงการปรับกลยุทธ์การตลาดของบริษัทได้ง่ายและรวดเร็ว องค์ประกอบของ BMC ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ลูกค้า 2) คุณค่า 3) ช่องทาง 4) ความสัมพันธ์กับลูกค้า 5) กระแสรายได้ 6) ทรัพยากรหลัก 7) กิจกรรมหลัก 8) พันธมิตรหลัก และ 9) โครงสร้างต้นทุน (Osterwalder and Pigneur, 2010)

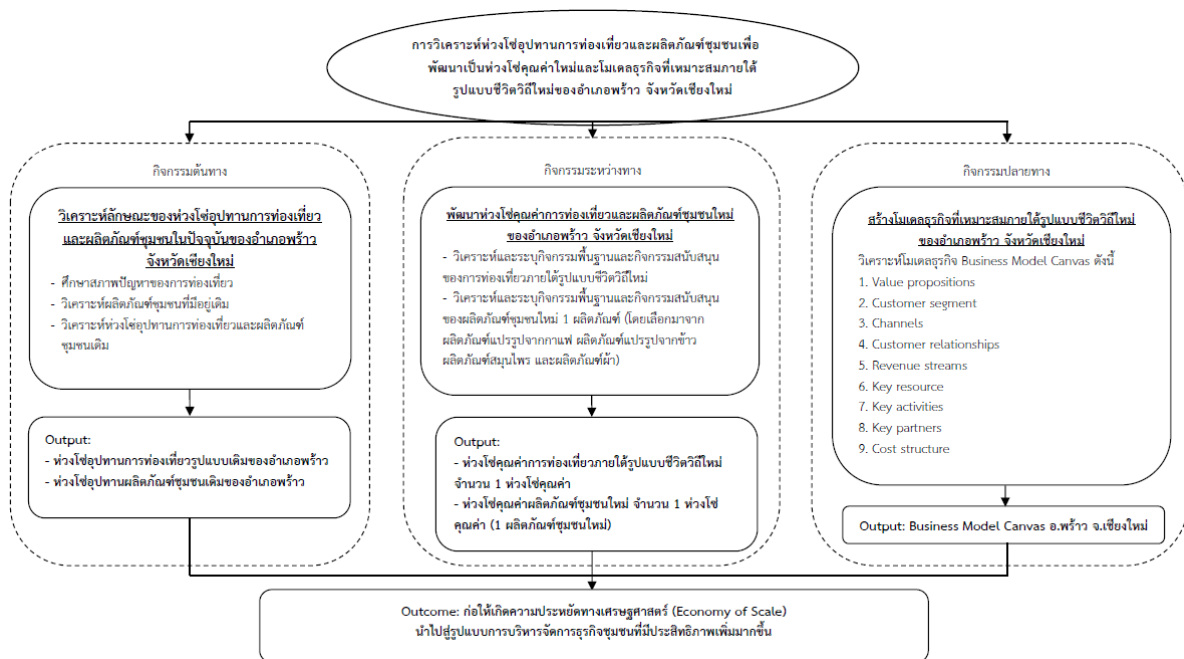
ชีวิตวิถีใหม่ หรือ ความปกติใหม่ เป็นรูปแบบการดำเนินชีวิตอย่างใหม่ที่แตกต่างจากอดีตและกำลังจะกลายเป็นวิวัฒนาการใหม่ของสังคมมนุษย์และระบบสังคมใหม่ของโลก (บดินทร์ ชาตะเวที, 2563) กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมมนุษย์ที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนวิถีการใช้ชีวิตในช่วงระหว่างสถานการณ์โรคระบาดเข้าสู่ความปกติใหม่ พฤติกรรมวิถีชีวิตรูปแบบใหม่ ได้แก่ หน้ากากอนามัยและแอลกอฮอล์ยังคงเป็นอุปกรณ์ที่พกติดตัวเพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการติดเชื้อโรค การคงไว้ของ Social Distancing ทั้งในแง่ของร่างกายและจิตใจ เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมการทักทายของชาติทางตะวันตก ผู้คนเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ปลอดภัย และมีความสะอาด ผู้คนนิยมการออกกำลังกายมากขึ้น ลดการพบปะในสังคมและหันมาใช้ชีวิตกับครอบครัวมากขึ้น ปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นแบบออนไลน์หรือทำงานที่บ้านมากขึ้น เทคโนโลยีจะเป็นเรื่องปกติในชีวิตประจำวัน เปลี่ยนจากการออกไปนอกบ้านเป็นการสั่งสินค้าหรืออาหารออนไลน์ การจ่ายเงินแบบเงินสดเปลี่ยนเป็นการโอนเงินจากมือถือแทนเพื่อลดการสัมผัส ผู้คนมีการเลือกปฏิบัติมากขึ้นด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัยหรือการคำนึงถึงสุขอนามัย ระบบสาธารณสุขจะมีแพลตฟอร์มด้านสุขภาพเป็นบริการพื้นฐาน และป้องกันความเจ็บป่วยจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิชาติ ตะลุนเพรย์ (2556) ได้ศึกษาเรื่อง ใช้อุปทานและการจัดการโลจิสติกส์ของลำไยและลิ้นจี่ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างไม่ได้รับการศึกษา ประกอบอาชีพปลูกลิ้นจี่เป็นหลัก และมีอาชีพรองคือปลูกผัก เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่รู้จักการปลูกลิ้นจี่ในรูปแบบของเกษตรที่ดีและเหมาะสม มีการจัดการในส่วนการเตรียมการผลิตและจัดหาปัจจัยการผลิตด้วยตนเอง ปัญหาที่เกษตรกรได้รับคือปัญหาโรคและแมลง มีการขาดแคลนน้ำในบางช่วง และพบปัญหาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยและสารเคมีที่ไม่เหมาะสม จากการระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานและยกระดับโลจิสติกส์ของลิ้นจี่ พบว่า การจัดการโลจิสติกส์ของลิ้นจี่จากพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย มีจุดแข็งคือ ผลผลิตออกสู่ตลาดก่อนเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตลิ้นจี่ในพื้นที่อื่น ๆ พื้นที่สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศเหมาะสมรวมถึงสามารถปลูกเป็นลิ้นจี่นอกฤดูได้ ส่วนจุดอ่อนคือ วิธีการปลูกของเกษตรกรเป็นแบบเดิมไม่นำเทคโนโลยีมาใช้ในการคาดเดาปริมาณลิ้นจี่เป็นไปได้อย่างและโรคและแมลงรบกวนมากส่งผลให้ดูแลค่อนข้างยาก ในส่วนของโอกาสสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกคือ เกษตรกรปลูกลิ้นจี่พันธุ์สูงฮวย ซึ่งเป็นที่ต้องการของโรงงานเป็นอย่างมาก สามารถพัฒนาเรื่องการเพิ่มมูลค่าลิ้นจี่เพื่อการเข้าสู่ AEC และเกิดโอกาสขยายตลาดสินค้าเกษตรให้กว้างขึ้น

เขมิกา ธนธำรงกุล และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่องโมเดลธุรกิจเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร ในจังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) โมเดลธุรกิจของธุรกิจจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร 2) กลยุทธ์การสร้างความสามารถได้เปรียบในการแข่งขันของผู้ประกอบธุรกิจ และ 3) สร้างโมเดลธุรกิจความได้เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร ผลการวิจัยพบว่า 1) โมเดลธุรกิจในการจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร ผู้ประกอบธุรกิจคำนึงถึงวัตถุประสงค์ที่มีคุณภาพ จำหน่ายสินค้าที่มีคุณภาพ และการให้บริการหลังการขายช่วยสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า 2) กลยุทธ์การสร้างความสามารถได้เปรียบในการแข่งขันต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ด้านการเมือง และอำนาจต่อรอง เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำมาจำหน่ายต้องมีความแข็งแรง ทนทาน บำรุงรักษาได้ง่ายมีราคาไม่สูงเกินไป และ 3) การสร้างโมเดลธุรกิจให้ได้เปรียบในการแข่งขันเครื่องจักรกลการเกษตรต้องมีความแข็งแรง ทนทาน และมีประสิทธิภาพ มีการจำหน่ายสินค้าผ่านทางหน้าร้านที่ชัดเจน มีการติดตามการใช้สินค้าอย่างสม่ำเสมอ มีช่องทางการสื่อสารที่หลากหลาย ผู้ประกอบธุรกิจต้องมีความรู้เฉพาะทาง มีเงินทุนที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ และความสามารถได้เปรียบของธุรกิจเกิดจากการสร้างความแตกต่างให้กับตัวธุรกิจ

กรอบแนวความคิดการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวความคิดการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร คือ ประชากรในเขตอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 54,902 คน (สำนักงานสภาเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2562) ประกอบด้วยตำบล 11 ตำบล ได้แก่ (1) ชุมชนในตำบลทุ่งหลวง (2) ชุมชนในตำบลน้ำแพร่ (3) ชุมชนในตำบลบ้านโป่ง (4) ชุมชนในตำบลป่าตุ่ม (5) ชุมชนในตำบลป่าใหม่ (6) ชุมชนในตำบลสันทราย (7) ชุมชนในตำบลเชื่อนผาก (8) ชุมชนในตำบลเวียง (9) ชุมชนในตำบลแม่ปั้ง (10) ชุมชนในตำบลแม่แวน และ (11) ชุมชนในตำบลโหล่งขอด กลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานและห่วงโซ่มูลค่าของการท่องเที่ยว อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบมีวัตถุประสงค์หรือเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้เป็นตัวแทนของห่วงโซ่อุปทานและห่วงโซ่มูลค่าการท่องเที่ยว ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างจากธุรกิจต้นน้ำ กลางน้ำ และนักท่องเที่ยวซึ่งถือเป็นกลุ่มปลายน้ำ กลุ่มธุรกิจต้นน้ำและกลางน้ำ ทำการคัดเลือกจากตัวแทนชุมชนละ 1 คน (จาก 11 ชุมชน) โดยได้รับคำแนะนำในการคัดเลือกจากเจ้าหน้าที่พัฒนาชุมชนอำเภอพร้าว กลุ่มนักท่องเที่ยว จำนวน 11 คน โดยวิธีเฉพาะเจาะจงเป็นนักท่องเที่ยวที่กำลังท่องเที่ยวอำเภอพร้าว ณ สถานที่ท่องเที่ยวซึ่งเป็นธุรกิจต้นน้ำของงานวิจัย

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานและห่วงโซ่คุณค่า

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน
ธุรกิจต้นน้ำด้านการท่องเที่ยว (ต้นน้ำ)	11 คน
ธุรกิจกลางน้ำด้านการท่องเที่ยว (กลางน้ำ)	11 คน
นักท่องเที่ยว (ปลายน้ำ)	11 คน
รวม	33 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานและห่วงโซ่คุณค่าของผลิตภัณฑ์ชุมชน และการสร้างโมเดลทางธุรกิจของผลิตภัณฑ์ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ชุมชนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการศึกษา คือ ข้าวหลาม จากกลุ่มข้าวหลามกะทิ นางอ่อนศรี แก้วลิ ภายใต้ชื่อ ข้าวหลามแม่อ่อนศรี และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึกจากกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ชุมชน

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน
ผู้จัดการกลุ่ม	1
เจ้าหน้าที่ผู้ผลิต	7
เจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดซื้อ	2
เจ้าหน้าที่ฝ่ายขาย	5
ลูกค้า (ผู้ค้าส่ง/ค้าปลีกที่มารับสินค้าไปขายต่อ)	12
รวม	27

เครื่องมือวิจัย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) เน้นไปที่การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยมีเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ การสัมภาษณ์แบบทั่วไป (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์แบบเปิดประเด็นทั่วไป สอบถามความคิดเห็นโดยไม่มีหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง สอบถามข้อมูลโดยทั่วไปสอบถามความเป็นไปได้ต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จะกระจายกระจายจากนั้นจึงค่อยนำมาจับประเด็นและการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการรายละเอียดมาก ตามประเด็นที่ได้ตั้งไว้อย่างชัดเจน ต้องการทราบความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์ในขอบเขตที่ต้องการ ซึ่งจะได้รับข้อมูลที่ชัดเจน สามารถสรุปได้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยผู้สัมภาษณ์ได้มีการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้าและเปิดประเด็นให้ผู้รับการสัมภาษณ์ได้แสดงความ คิดเห็นเรียงตามประเด็นคำถามไป

การวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ทีมวิจัยได้นำเอาข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ตามแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data Analysis) ซึ่งนำเอาข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าวิจัยมาจัดให้เป็นระบบ แยกแยะองค์ประกอบ จัดกลุ่มความคิดเห็น รวมทั้งเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อให้สามารถนำไปสู่จากตอบวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ ห่วงโซ่อุปทาน ห่วงโซ่คุณค่า ด้านการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ และโมเดลทางธุรกิจของผลิตภัณฑ์ชุมชน ในการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ของการวิจัยมีแนวทาง ดังนี้ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากการรวบรวมข้อมูลหุติยภูมิจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เชิงลึก จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา แยกประเภท และจัดหมวดหมู่ของข้อมูล (Categories) อธิบายและวิเคราะห์แบบของความหมาย (Meaning of Pattern) วิเคราะห์ลักษณะโครงสร้าง (Structure Feature) แปลความหมาย

(Interpret) ควบคู่กับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปสู่การเรียบเรียงข้อมูลอย่างเป็นระบบ (Organize Data) และสรุปข้อมูล (Conclusion) เชื่อมโยงเข้ากับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้เป็นกรอบในการศึกษาสำหรับการตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อพัฒนาเป็นห่วงโซ่คุณค่าใหม่ และโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุปผลการวิจัยแยกแยะรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

ลักษณะของห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวในปัจจุบันของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

แนวคิดของห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเป็นการอธิบายถึงเครือข่ายองค์กรด้านการท่องเที่ยวที่มีส่วนร่วมในการสร้างสรรคกิจกรรมและผลิตภัณฑ์สำหรับการท่องเที่ยว (สถานที่ท่องเที่ยว) รวมไปถึงการส่งมอบบริการนั้นให้กับนักท่องเที่ยว ทั้งนี้ สิ่งสำคัญที่ทำให้ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวแตกต่างจากห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์ คือ ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวจะไม่มี การเคลื่อนย้ายของสินค้าเนื่องจากเป็นทรัพยากรหรือสถานที่ท่องเที่ยวแหล่งนั้น ๆ ไม่สามารถทำการเคลื่อนย้ายได้ แต่จะเป็นการเคลื่อนย้ายผู้บริโภคเข้ามาสู่พื้นที่แทน โดยผ่านขั้นตอนด้านต่าง ๆ ผลการศึกษาค้นคว้าประกอบของห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ สามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1.1 ต้นน้ำ (ผู้ผลิต): คือ ทรัพยากร หรือ แหล่งท่องเที่ยว ประกอบด้วย

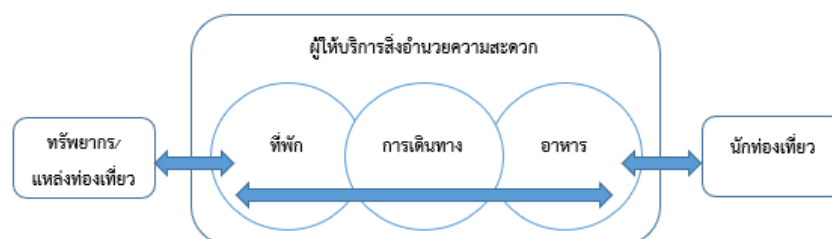
1. จำนวนทรัพยากรหรือแหล่งท่องเที่ยว
2. ความหลากหลายของทรัพยากรหรือแหล่งท่องเที่ยว
3. การให้ข้อมูลกิจกรรมการท่องเที่ยว
4. ค่านิยมและวัฒนธรรม
5. สิ่งอำนวยความสะดวกภายในสถานที่ท่องเที่ยว

1.2 กลางน้ำ (ผู้ให้บริการ): คือ ผู้ให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย

1. ที่พักอาศัย
2. การเดินทาง
3. อาหาร

1.3 ปลายน้ำ (ผู้บริโภค): คือ นักท่องเที่ยว

1. ความพึงพอใจหรือประสบการณ์ที่ได้รับจากการท่องเที่ยว

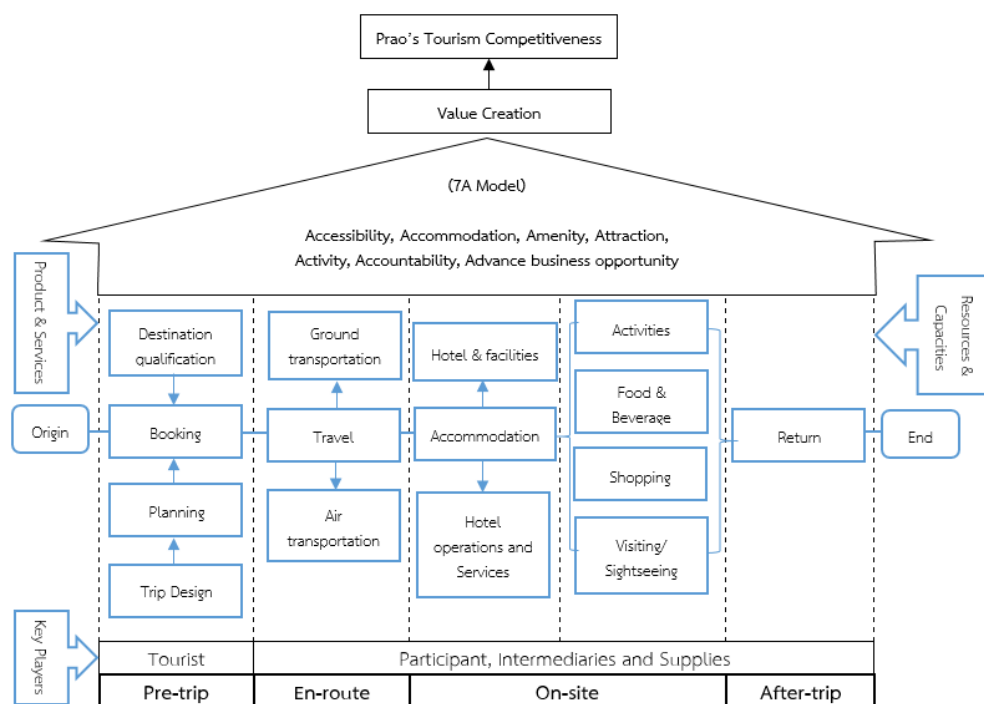


รูปที่ 2 ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกพบว่าอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ มีการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวที่ยังไม่ได้มีการประสานงานกับในระหว่างต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ รวมถึงยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและการดำเนินงานร่วมกันกับภาคส่วนต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ในส่วนของต้นน้ำ ซึ่งเป็นทรัพยากรและแหล่งท่องเที่ยว สำหรับอำเภอพร้าวจะเน้นไปทางแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ และยังไม่ได้มีการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้พื้นถิ่นให้กับนักท่องเที่ยวที่ไปยังสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ทำให้การท่องเที่ยวเป็นเพียงการไปเยี่ยมชมเท่านั้น ไม่ได้เกิดการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศประวัติศาสตร์ หรือการท่องเที่ยวเชิงการเรียนรู้ ลำดับต่อมาคือธุรกิจกลางน้ำ ซึ่งในอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ การเดินทาง ที่พัก และอาหาร ซึ่งหากนักท่องเที่ยวเดินทางมายังอำเภอพร้าว มักจะเดินทางมาจากสถานบินเชียงใหม่ หรือเชียงราย และขับรถต่อมายังอำเภอพร้าว ทำให้การเดินทางทางถนนเป็นการเดินทางหลักที่สำคัญของอำเภอ สำหรับที่พักนั้นมีให้เลือกอยู่อย่างหลากหลาย ทั้งในแบบ Hostel, Hotel, Resort, Homestay และ Air BNB ทั้งนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของโรงแรมขนาดเล็ก ซึ่งผู้ประกอบการเป็นคนท้องถิ่นของอำเภอพร้าว ที่มีที่ดินหรือพื้นที่อยู่เดิม นำมาพัฒนาเป็นโรงแรม เน้นสร้างแบบตามธรรมชาติไม่เน้นความหรูหรามากนัก ในส่วนของร้านอาหาร ส่วนใหญ่จะเป็นร้านอาหารของคนในพื้นที่เช่นกัน เน้นเป็นอาหารทางเหนือ อาหารจานเดียว ก๋วยเตี๋ยว ข้าวซอย นอกจากนี้จะเป็นร้านคาเฟ่ขายอาหารและเครื่องดื่ม ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ตามห่วงโซ่อุปทานดังรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าแต่ละธุรกิจนั้นมีความเกี่ยวเนื่องเชื่อมต่อกันอยู่บ้าง เช่น ที่พักมีการนำเสนออาหารเช้าหรืออาหารเย็นให้ด้วย หรือที่พักมีบริการร้านกาแฟ ขนม และอาหารจานเดียว จึงทำให้ธุรกิจกลางน้ำมีความเชื่อมโยงกันอยู่บ้าง แต่ก็ยังไม่มากนัก

การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

ผลจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านการท่องเที่ยวของอำเภอพร้าว พบว่า ความเชื่อมโยงของห่วงโซ่คุณค่าของธุรกิจการท่องเที่ยวควรมีขั้นตอนของกระบวนการสร้างคุณค่าที่ต่อเนื่องกันเป็นทอด ๆ จากต้นน้ำ ไปยัง ปลายน้ำ ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้นำแนวคิดห่วงโซ่คุณค่ามาใช้เป็นกรอบในการวิจัยร่วมกับแบบจำลองคุณสมบัติ 10 ประการ (10A Model) จากการท่องเที่ยว MICE ทั้งนี้เนื่องจากการท่องเที่ยวมายังอำเภอพร้าวที่ดำเนินการศึกษาไม่ใช้การท่องเที่ยวในรูปแบบ MICE ผู้วิจัยจึงได้ทำการตัด 10A Model เหลือเป็น 7A Model แสดงดังรูปที่ 3



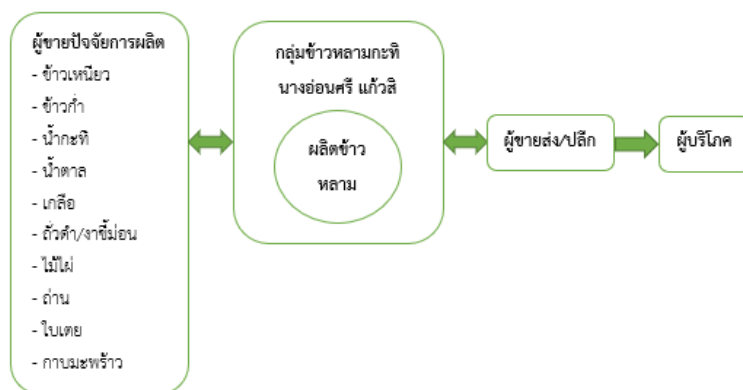
รูปที่ 3 ห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวอำเภอพัว จังหวัดเชียงใหม่

จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าการยกระดับห่วงโซ่อุปทานไปสู่ห่วงโซ่คุณค่านั้น จะเป็นเสมือนการมองภาพการท่องเที่ยวของอำเภอพัวแบบองค์รวม ครอบคลุมไปในทุกส่วนของธุรกิจต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยในแต่ละภาคส่วนมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันอยู่อย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดการบริหารจัดการแบบ Total Optimization ลดการเกิด waste ในระบบห่วงโซ่คุณค่าให้น้อยที่สุด โดยห่วงโซ่คุณค่าจะเริ่มตั้งแต่ตอนที่นักท่องเที่ยววางแผนการเดินทาง เนื่องจากในช่วง Pre-Trip นั้นเป็นช่วงเวลาที่สำคัญในการเลือกสถานที่ท่องเที่ยว (ต้นน้ำ) ที่พัก ร้านอาหาร และการเดินทาง (กลางน้ำ) ทั้งหมด หากในช่วงเวลาดังกล่าว นักท่องเที่ยวได้มีข้อมูลที่ครบถ้วน และทางผู้ให้บริการในส่วน of ต้นน้ำและกลางน้ำมีการร่วมมือกันจัดเป็น Travel Value Pack ขึ้นในรูปแบบที่แตกต่างกันไปตาม Lifestyle ของนักท่องเที่ยว จะทำให้การวางแผนการเดินทางนั้นเป็นไปด้วยความสะดวกและตอบใจนักท่องเที่ยวมากที่สุด ทั้งนี้ การบริหารจัดการ 7A Model ควรดำเนินงานอยู่ในรูปแบบของคณะกรรมการที่ประกอบด้วยหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อขับเคลื่อนและประสานการดำเนินงานร่วมกัน ใช้ทรัพยากรร่วมกันให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ลักษณะของห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์ของอำเภอพัว จังหวัดเชียงใหม่

ลักษณะของห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์ของอำเภอพัว จังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลพื้นที่ทำการเกษตรอำเภอพัว พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่นำมาเพาะปลูกกล้วยไม้สูงที่สุด รองลงมาคือข้าว มะม่วง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และยางพารา ซึ่งจากการสำรวจพื้นที่ การสัมภาษณ์เกษตรกร หน่วยงานภาครัฐ และนักท่องเที่ยว พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีในอำเภอพัว แบ่งเป็น ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากกาแฟ ได้แก่ Roast Runner กาแฟอราบิก้า ดอยม่อนล้าน และ Rimchandra เมล็ดกาแฟคั่ว ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว ได้แก่ ข้าวหอมมะลิเมืองพัว สหกรณ์การเกษตรพัว จำกัด และผลิตภัณฑ์ข้าวหอมแม่ฮ่องสอน ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากสมุนไพร คือ แม่คำแบ่งสมุนไพร และผลิตภัณฑ์จากผ้า ได้แก่ ผ้าทอเส้นใยย้อมสีธรรมชาติ บ้านมัสายนาเลา และตุ๊กตาปั้นด้วย ดาบปลาตุ้ม และผลิตภัณฑ์จักสาน ได้แก่ จักสานคุณนิยา และจักสานครุฑศิลป์ จากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้ก็นักวิจัยได้ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ชุมชนที่มีความเป็นไปได้ในการพัฒนา มีจุดเด่นที่น่าสนใจและเป็นอำเภอพัว และผู้ประกอบการให้ความร่วมมือ โดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์ข้าว

หลามแม่อ่อนศรี ซึ่งมีศักยภาพตรงตามเกณฑ์ที่นักวิจัยตั้งไว้ ข้าวหลามถือเป็นอาหารว่างที่อยู่คู่ประเพณีของภาคเหนือมาอย่างช้านาน ตามประวัติศาสตร์นั้นชาวล้านนานิยมทำข้าวหลามเพื่อรับประทานในฤดูหนาว หรือเมื่อได้ข้าวใหม่ ใช้ไฟข้าวหลาม หรือไม้ป้างเป็นกระบอกลใส่ข้าวหลาม ข้าวหลามแบบชาวบ้าน ใช้ข้าวสารเหนียวกับน้ำเปล่า และเกลือเท่านั้น สำหรับข้าวหลามที่ทำขายโดยทั่วไปจะใส่น้ำกะทิ และเติมถั่วดำ หรืองาขี้ม่อน การทำข้าวหลามตามประเพณีนิยมของชาวล้านนาจะเป็นพิเศษเพื่อถวายพระในวันเพ็ญเดือนสี่ หรือประมาณเดือนมกราคม ซึ่งเป็นการรับประทานร่วมกับข้าวจี และข้าวล้นบาตร



รูปที่ 4 ห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์ข้าวหลามแม่อ่อนศรี อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

รูปที่ 4 แสดงห่วงโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์ข้าวหลามแม่อ่อนศรี อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ โดยเริ่มจากการคัดเลือกวัตถุดิบจากผู้ขายปัจจัยการผลิต โดยข้าวเหนียวและข้าวเก่าที่รับซื้อโดยตรงมาจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอพร้าว กระบอกลไม้ไฟที่ใช้ในการบรรจุข้าวหลามได้จากการรับซื้อจากคนในพื้นที่ ในส่วนของวัตถุดิบอื่น ๆ ได้แก่ น้ำกะทิ น้ำตาล เกลือ ถ่าน ถั่วดำ และงาขี้ม่อน เป็นการหาซื้อตามท้องตลาดทั่วไป เมื่อได้วัตถุดิบครบแล้ว จึงนำวัตถุดิบผ่านกระบวนการผลิต ดังนี้

1. แช่วถั่วดำประมาณ 2 ชั่วโมง และนำมาต้มให้สุก พักไว้
 2. ผสมน้ำกะทิ น้ำตาล และเกลือ แล้วคนจนน้ำตาลละลายเข้ากันดี
 3. ล้างข้าวทั้งสองชนิดให้สะอาด สะเด็ดน้ำ จากนั้นแยกออกเป็นสองส่วน
 4. นำข้าวส่วนที่หนึ่งผสมกับถั่วดำที่ต้มสุกแล้ว และส่วนที่สองผสมกับงาขี้ม่อน คลุกเคล้าให้เข้ากัน
 5. นำข้าวที่ผสมถั่วกับงาแล้ว ใส่ลงในกระบอกลไม้ไฟ ค่อยๆ ใส่ทีละน้อย สลับกับการตอกกระบอกล เพื่อให้ข้าวเต็มกระบอกลมากที่สุด ทั้งนี้ให้เหลือพื้นที่ก่อนถึงปากกระบอกลประมาณ 2 นิ้ว
 6. เทน้ำกะทิที่ผสมแล้วลงไปในกระบอกลข้าวทีละน้อย จนกระทั่งน้ำกะทิท่วมข้าว
 7. พับใบเตยเป็นรูปสี่เหลี่ยม ปิดกระบอกลข้าวหลาม แล้วนำกาบมะพร้าวมาวนเป็นทรงกลมมาปิดอีกชั้นหนึ่ง ทิ้งไว้ประมาณ 5-6 ชั่วโมง
 8. เผาข้าวหลามกับถ่านไม้ พอกระบอกลเหลืองให้หมุนกระบอกลข้าวหลาม ใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที สังเกตกระบอกลมีสีเหลืองทั่ว แสดงว่าข้าวหลามสุก
 9. ทิ้งไว้ให้อุ่น ปอกเปลือก และเหลาให้เปลือกข้าวหลามบางลง เพื่อให้แกะรับประทานได้ง่าย
- การจัดจำหน่ายนั้นมีทั้งแบบจัดจำหน่ายเอง ณ แหล่งผลิต หรือนำไปขายตามงานต่าง ๆ และจัดจำหน่ายแบบขายส่งไปยังร้านอาหารและร้านขายชำของในอำเภอพร้าว ทั้งนี้หากวิเคราะห์กิจกรรมของกลุ่มข้าวหลามแม่อ่อนศรีตามแนวคิดห่วงโซ่คุณค่า พบว่า กิจกรรมหลักเน้นไปที่กระบวนการผลิต ซึ่งมีจุดเด่นที่วัตถุดิบข้าวที่มีคุณภาพและ

รสชาติที่อร่อย หากแต่ยังขาดกิจกรรมพื้นฐานในการตลาด และยังคงไม่มีการวางแผนในส่วนองกิจกรรมสนับสนุนแต่อย่างใด ดังนั้น ในการยกระดับห่วงโซ่อุปทานไปเป็นห่วงโซ่คุณค่าใหม่องผลิตภัณฑ์ข้าวหลามแม่อ่อนศรี จึงเป็นประโยชน์ในการขยายธุรกิจในอนาคต และสร้างความเข้มแข็งในการแข่งขันกับธุรกิจอย่างยั่งยืน

การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าผลิตภัณฑ์อำเภอฟ้าว จังหวัดเชียงใหม่

การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าองผลิตภัณฑ์ข้าวหลามแม่อ่อนศรีนั้น ทางคณะวิจัยได้จำแนกคุณค่าองกิจกรรมออกเป็น 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมหลัก (Primary Activities) และกิจกรรมสนับสนุน (Support Activities) โดยกิจกรรมหลักสามารถแบ่งย่อยได้เป็น 5 กิจกรรม ดังนี้

1. Inbound Logistics – การได้รับ การขนส่ง การจัดเก็บ และการแจกจ่ายวัตถุดิบ
2. Operations – การเปลี่ยนหรือแปรรูปวัตถุดิบให้ออกมาเป็นสินค้า
3. Outbound Logistics – กิจกรรมการจัดเก็บ รวบรวม จัดจำหน่ายสินค้าไปยังลูกค้า
4. Marketing & Sales การชักจูงให้ลูกค้าซื้อสินค้า
5. Customer Services – การให้บริการเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า การให้บริการหลังการขาย

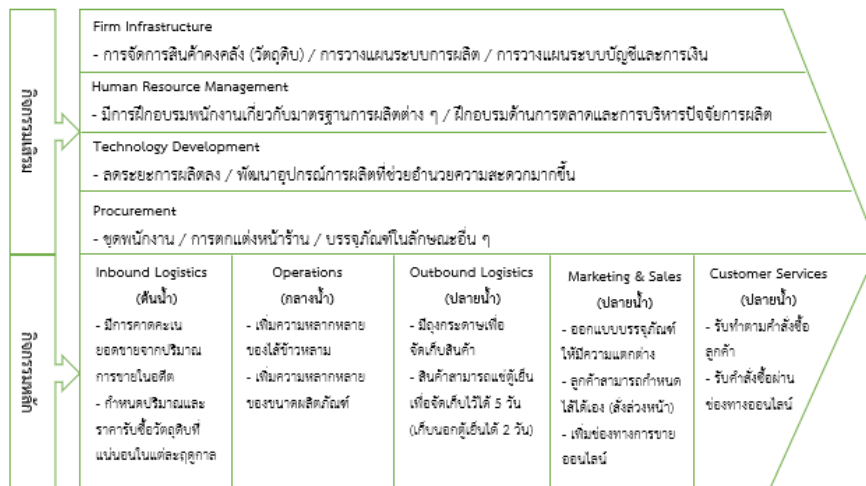
ในส่วนองกิจกรรมสนับสนุน สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 4 กิจกรรม ดังนี้

- 1) Procurement – กิจกรรมในการจัดซื้อ-จัดหา Input เพื่อมาใช้ในกิจกรรมหลัก
- 2) Technology Development – กิจกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยในการเพิ่มคุณค่าให้สินค้าและบริการหรือกระบวนการผลิต

3) Human Resource Management – กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบริหารทรัพยากรบุคคล ตั้งแต่วิเคราะห์ความต้องการ สรรหา และคัดเลือก ประเมินผล พัฒนา ฝึกอบรม ระบบเงินเดือนค่าจ้าง และแรงงาน

4) Firm Infrastructure – โครงสร้างพื้นฐานององค์กร ได้แก่ ระบบบัญชี ระบบการเงิน การบริหารจัดการององค์กร

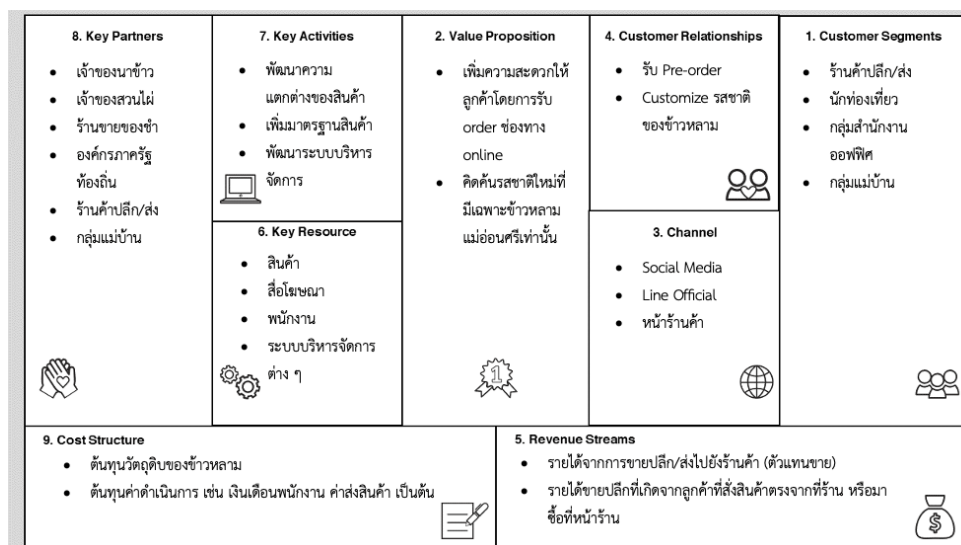
ซึ่งกิจกรรมหลักจะทำงานประสานงานกันได้ดีจนก่อให้เกิดคุณค่าได้นั้น จะต้องอาศัยกิจกรรมสนับสนุนทั้ง 4 กิจกรรม และนอกจากกิจกรรมสนับสนุนจะทำหน้าที่สนับสนุนกิจกรรมหลักแล้วกิจกรรมสนับสนุนยังจะต้องทำหน้าที่สนับสนุนซึ่งกันและกันอีกด้วย และจะเห็นได้ว่า ระบบสารสนเทศจะเป็นองค์ประกอบหนึ่งในห่วงโซ่คุณค่าในส่วนองการพัฒนาเทคโนโลยี ที่จะนำมาใช้ในการวางแผน การดำเนินงาน การตัดสินใจ และการควบคุม โดยจะต้องทำหน้าที่สนับสนุนเชื่อมต่องิจกรรมในทุก ๆ องค์ประกอบองห่วงโซ่คุณค่าเป็นการสร้างความได้เปรียบในเชิงแข่งขันองธุรกิจหรือองค์กรเป็นอย่างดี โดยห่วงโซ่คุณค่าองผลิตภัณฑ์ข้าวหลามแม่อ่อนศรี สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ห่วงโซ่คุณค่าผลิตภัณฑ์ข้าวหลามแม่อ่อนศรี อำเภอพราขาว จังหวัดเชียงใหม่

การสร้างโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพราขาว จังหวัดเชียงใหม่

การสร้างโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพราขาว จังหวัดเชียงใหม่ ใช้แนวคิด Business Model Canvas โดยแบ่งองค์ประกอบของธุรกิจออกเป็น 9 ส่วน ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 Business Model Canvas ข้าวหลามแม่อ่อนศรี อำเภอพราขาว จังหวัดเชียงใหม่

1. ลูกค้า (Customer Segments—CS) ผู้ซื้อสินค้าหรือบริการ ได้แก่ ร้านค้าปลีก/ส่ง, นักท่องเที่ยว, กลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงาน และกลุ่มแม่บ้าน

2. คุณค่า (Value Propositions—VP) จุดขายของสินค้าหรือบริการ ทางที่วิจัยเห็นว่าธุรกิจควรเพิ่มความสะดวกให้ลูกค้าโดยการรับ order ช่องทาง online เช่น Line Official หรือ Facebook Message และควรมีการคิดค้นรสชาติใหม่ที่มีเฉพาะข้าวหลามแม่อ่อนศรีเท่านั้นไม่สามารถไปหาซื้อจากร้านอื่นได้ จะช่วยให้เกิดการสร้างคุณค่าที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ให้ลูกค้าจดจำและกลับมาซื้อซ้ำ

3. ช่องทาง (Channels—CH) สื่อ แพลตฟอร์ม รูปแบบ และวิถีในการสื่อสารไปถึงลูกค้า ได้แก่ social media คือ Facebook, Line Official หรือช่องทางหน้าร้านค้าของตนเอง และร้านค้าที่เป็นคู่ค้า

4. ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships—CR) วิธีในการรักษาลูกค้าฐานลูกค้า ทำได้โดยการรับ Pre-order ล่วงหน้าและมีการจัดส่งสินค้าไปยังสถานที่ทำงานหรือที่บ้านของลูกค้าได้เลย หรือเปิดโอกาสให้ลูกค้า Customize รสชาติของข้าวหลามตามที่ลูกค้าต้องการ

5. กระแสรายได้ (Revenue Streams—RS) รายได้ของธุรกิจ แบ่งออกเป็น 2 ทาง คือ รายได้จากการขายปลีก/ส่งไปยังร้านค้า (ตัวแทนขาย) และรายได้ขายปลีกที่เกิดจากลูกค้าที่สั่งสินค้าตรงจากร้าน หรือมาซื้อที่หน้าร้าน

6. ทรัพยากรหลัก (Key Resources—KR) สิ่งที่ต้องมีในการดำเนินธุรกิจ ได้แก่ สินค้า (ข้าวหลาม), สื่อโฆษณา, พนักงาน และระบบบริหารจัดการต่าง ๆ

7. กิจกรรมหลัก (Key Activities—KA) กิจกรรมที่ต้องทำเพื่อให้โมเดลธุรกิจอยู่ได้ ได้แก่ การพัฒนาความแตกต่างของสินค้า, การเพิ่มมาตรฐานสินค้า และการพัฒนาระบบบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องในการดำเนินธุรกิจ

8. พันธมิตรหลัก (Key Partners—KP) ส่วนที่เกี่ยวข้องทั้งการช่วยป้อนวัตถุดิบและการช่วยขาย ได้แก่ เจ้าของนาข้าว, เจ้าของสวนไผ่, ร้านขายของชำ, องค์กรภาครัฐท้องถิ่น, ร้านค้าปลีก/ส่ง และกลุ่มแม่บ้าน

9. โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure—CS) ต้นทุนทั้งหมดของธุรกิจนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ต้นทุนในการจัดซื้อวัตถุดิบของข้าวหลาม และต้นทุนค่าดำเนินการ เช่น เงินเดือนพนักงาน ค่าส่งสินค้า เป็นต้น

โดยโมเดลธุรกิจนี้มีความสอดคล้องกับรูปแบบชีวิตวิถีใหม่ กล่าวคือ มีการเพิ่มช่องทางการส่งสินค้าผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ ลูกค้าสามารถสั่ง Pre-order สินค้าได้ รวมถึงสินค้าสามารถไปส่งถึงที่บ้านผ่านไปรษณีย์หรือ delivery เป็นการลดโอกาสการสัมผัส ลดโอกาสการแพร่กระจายของโรค ในส่วนของการสร้างพันธมิตรร่วมกันในห่วงโซ่อุปทานจะทำให้ต้นทุนรวมของสินค้าลดลง สามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพของวัตถุดิบได้ ทำให้ข้าวหลามมีคุณภาพมากขึ้น ถูกสุขอนามัย สร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้

สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาในส่วนของลักษณะของห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวในปัจจุบันของอำเภอพร้าวนั้น พบว่า มีความสอดคล้องกันกับการศึกษาเรื่องห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเชิงอาหารในประเทศไทยหลังยุควิกฤตโควิด-19 ของ รามณรงค์ นิลกำแหง และ กันทิมาลย์ จินดาประเสริฐ (2566) ที่ได้พัฒนาแผนภาพแสดงห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเชิงอาหารในประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะเชื่อมโยงกันระหว่างธุรกิจต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยผู้ศึกษาพบว่าควรให้ความสำคัญกับผู้ผลิตจากต้นทาง (เกษตรกรท้องถิ่น, ผู้แปรรูปวัตถุดิบจากผลิตภัณฑ์การเกษตร) ส่งผ่านไปยังตัวกลาง (ผู้ร่วมลงทุนสนับสนุนด้านอาหาร, ผู้ประกอบการท้องถิ่น, ผู้รู้ด้านประวัติศาสตร์อาหารในท้องถิ่น, อาหารเพื่อสุขภาพทาง การเกษตร) เน้นสร้างเครือข่ายความร่วมมือของผู้ประกอบการ เช่น วิสาหกิจชุมชน ร้านอาหาร โรงแรม และรีสอร์ท ส่งต่อไปยังนักท่องเที่ยวซึ่งเป็นปลายน้ำ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของอำเภอพร้าวนี่ที่ได้ทำการพัฒนาแผนภาพแสดงห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเช่นกัน ซึ่งได้แสดงถึงความต่อเนื่องเชื่อมโยงของต้นน้ำในด้านแหล่งท่องเที่ยว กลางน้ำในด้านที่พัก การเดินทาง ร้านอาหาร และปลายน้ำในด้านของนักท่องเที่ยว โดยหากมีการติดต่อสื่อสารเชื่อมโยงข้อมูลซึ่งกันและกัน จะทำให้เกิดการลดปัญหาของเสียในระบบห่วงโซ่ ซึ่งทำให้เกิดประสิทธิภาพโดยรวมมากยิ่งขึ้น ผลการศึกษาเช่นนี้ เห็นได้จากการวิจัยของ ทำนอง ชิดชอบ และคณะ (2557) ซึ่งได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองห่วงโซ่อุปทานของข้าวหอมมะลิอินทรีย์ในประเทศไทย โดยได้นำเสนอว่าการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานจะทำให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มในการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน การสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและผู้บริโภค ผู้ผลิตทุกฝ่ายได้ผลตอบแทนที่เหมาะสมภายใต้การค้าที่เป็นธรรม การไหลเวียนของข้อมูลของผู้บริโภคไปสู่เกษตรกร จะทำให้เกิดการวางแผนในการผลิตในระดับต้นน้ำ การประสานงานในการจัดซื้อ-จัดหา รวมถึงความเป็นธรรมในการซื้อขาย ในส่วนของกิจกรรมกลางน้ำ กลุ่มสหกรณ์

การเกษตร/โรงสีจะต้องมีการวางแผนการใช้เส้นทางการขนส่งและการจ้างบริษัทรับเหมาการขนส่ง และกลุ่มปลายน้ำ คือ ผู้ประกอบการบรรจุถุงและจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค ควรคำนึงถึงความหลากหลายและทันสมัยของผลิตภัณฑ์ สามารถที่จะหาซื้อได้ง่ายและสะดวก และปัจจัยความต้องการหรือทัศนคติต่อการบริโภคข้าวหอมมะลิอินทรีย์

ทั้งนี้การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมแม่อ่อนศรีนั้น มีความสอดคล้องกับการยกระดับห่วงโซ่คุณค่าด้านอาหารจังหวัดสุโขทัยของ สไบทิพย์ มงคลนิมิตร และคณะ (2563) ซึ่งได้นำเสนอการยกระดับห่วงโซ่คุณค่าด้านอาหารว่าควรนำเสนออาหารที่สามารถสร้างเรื่องราวของท้องถิ่น ทำให้นักท่องเที่ยวเกิดความรู้สึกร่วมในการเดินทางท่องเที่ยว และการใช้วัตถุดิบท้องถิ่นในการทำขนม โดยนำเสนอให้ชุมชนวังวน จังหวัดสุโขทัย เปลี่ยนจากข้าวต้มมัดได้กลายเป็นไส้มะม่วง เนื่องจากมีการปลูกต้นมะม่วงบริเวณชุมชนจำนวนมาก แนวความคิดการยกระดับดังกล่าวสอดคล้องกับห่วงโซ่คุณค่าของข้าวหอมอำเภอฟัวในส่วนของการสร้างเรื่องราวเล่า ที่มาของข้าวหอมว่าเป็นอาหารว่างที่อยู่คู่ประเพณีของภาคเหนือมาอย่างช้านาน ตามประวัติศาสตร์ชาวล้านนานิยมทำข้าวหอมเพื่อรับประทานในฤดูหนาวเป็นต้น ในด้านการใช้วัตถุดิบท้องถิ่นนั้น อำเภอฟัวเป็นอำเภอที่ปลูกข้าวที่มีคุณภาพสูงของประเทศไทย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวหอมจึงใช้วัตถุดิบข้าวที่มาจากท้องถิ่น ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะตัวของข้าวอำเภอฟัวเป็นต้น

ด้านการพัฒนาโมเดลทางธุรกิจซึ่งใช้ทฤษฎี Business Model Canvas นั้น ผลการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับ เขมิกา ธนอำรุงกุล และคณะ (2563) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่องโมเดลธุรกิจเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยจากการวิเคราะห์ด้วย Business Model Canvas พบว่า มีหลายองค์ประกอบที่จะทำให้ธุรกิจมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ได้แก่ คุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ การให้บริการหลังการขาย มีความง่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยราคาที่ไม่สูงเกินไป มีการจัดจำหน่ายผ่านทางหน้าร้านที่ชัดเจน มีการติดตามการใช้สินค้าอย่างสม่ำเสมอ มีช่องทางการสื่อสารที่หลากหลาย ผู้ประกอบธุรกิจต้องมีความรู้เฉพาะทาง มีเงินทุนที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ และความได้เปรียบของธุรกิจเกิดจากการสร้างความแตกต่างให้กับตัวธุรกิจ โดยองค์ประกอบทั้งหมดเหล่านี้มาจากการวิเคราะห์ด้วย Business Model Canvas ทำให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาแต่ละส่วนขององค์กรได้ชัดเจนและตรงจุดมากที่สุด เช่นเดียวกับการพัฒนา Business Model Canvas ข้าวหอมแม่อ่อนศรี ที่พบว่าสามารถปรับปรุงกิจกรรมให้มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างความได้เปรียบทางธุรกิจ ได้แก่ คุณค่าด้านรสชาติ ได้ข้าวหอมที่ไม่เหมือนที่อื่น เปิดโอกาสให้ลูกค้า Customize รสชาติของข้าวหอมตามที่ลูกค้าต้องการ และช่องทางการส่งออนไลน์เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ลูกค้า รวมถึงการสร้างพันธมิตรในห่วงโซ่คุณค่าซึ่งจะทำให้เกิดการลดต้นทุนและสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบได้

การสร้างโมเดลธุรกิจที่เหมาะสมภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอฟัว งานวิจัยได้นำเสนอ Business Model Canvas ที่มีความสอดคล้องกับชีวิตวิถีใหม่มากขึ้นเพื่อรองรับพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงได้ ได้แก่ การลดโอกาสการสัมผัสด้วยการสั่งซื้อทางออนไลน์และมีบริการจัดส่ง การเพิ่มคุณภาพของวัตถุดิบจากการประสานงานกันของผู้ผลิตวัตถุดิบและข้าวหอมแม่อ่อนศรีทำให้สินค้าข้าวหอมมีมาตรฐาน ถูกสุขอนามัยมากขึ้น ส่งผลให้ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในด้านความปลอดภัยของสินค้า ปราศจากเชื้อโรค สามารถรับประทานได้อย่างสบายใจ สอดคล้องกับการศึกษาของ สิริลักษณ์ พานิช (2564) ในเรื่องรูปแบบฐานวิถีชีวิตใหม่ในการเลือกซื้ออาหารของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร ภายหลังสถานการณ์ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ที่แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคเน้นซื้ออาหารที่ทำสดใหม่ ผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อน (ไม่ใช่อาหารดิบ) นอกจากนี้ยังพบว่าพฤติกรรมการเลือกซื้ออาหารมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของตนเอง จึงสามารถสรุปได้ว่าอาหารที่มีกรรมวิธีผลิตที่ถูกหลักอนามัย มีคุณค่าทางอาหารและมีคุณภาพ มีแนวโน้มที่จะถูกเลือกซื้อเพิ่มขึ้นจากผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) จึงทำให้สามารถดำเนินงานวิจัยได้บรรลุผลตามที่มุ่งหวังไว้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่พัฒนาชุมชนอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้นำลงพื้นที่ ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ประโยชน์และคุณค่าของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ชาวบ้าน ผู้ประกอบการ นักวิจัย นักวิชาการ และผู้ที่สนใจ เพื่อยังประโยชน์แก่ส่วนรวมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2560). *แผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติฉบับที่ 2 (พ.ศ.2560-2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- กฤตพา แสงชัยธร. (2564). *กลยุทธ์การจัดการโซ่อุปทาน (Strategic Supply Chain Management)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เขมิกา ธนธำรงกุล, ปรีดา ศรีนฤวรรณ, ภูษณิศ เทชเถกิง, และภัทริกา มณีพันธ์. (2563). โมเดลธุรกิจเพื่อสร้างรายได้เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจจำหน่ายเครื่องจักรกลการเกษตร ในจังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 14(2), 51 – 62.
- ชุตติเดช วิชาลภิตติ. (2555). *การจัดการห่วงโซ่อุปทานของสินค้า ผักปลอดภัยในเขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม* (บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). สาขาวิชาการประกอบการ, กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ทำนอง ชิดชอบ, นันทา สมเป็น, สุนิสา เยาวสกุลมาศ และประทีป ดวงแก้ว. (2557). การพัฒนาแบบจำลองโซ่อุปทานของข้าวหอมมะลิอินทรีย์ในประเทศไทย. *แก่นเกษตร*, 42(ฉบับพิเศษ 2), 243-249.
- ธนพัฒน์ จงมีสุข. (2563). นโยบายการจัดการห่วงโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ ห่วงลุ่มร้องไห้. *มนุษย์สังคมสาร*, 18(1), 127-146.
- บดินทร์ ชะตะเวที. (2563). *พฤติกรรมกับชีวิตวิถีใหม่: New Normal*. จาก <http://www.ttmed.psu.ac.th/258>.
- ประจวบ กล่อมจิตร. (2564). *โลจิสติกส์-โซ่อุปทาน: การออกแบบและจัดการเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ซีอีเอดูเคชั่น.
- รามณรงค์ นิลกำแหง และกันทิมาลย์ จินดาประเสริฐ. (2566). ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเชิงอาหารในประเทศไทยหลังยุคโควิด-19. *วารสารศิลปศาสตรราชชมงคลสุวรรณภูมิ*, 5(2), 462-476.
- สไบทิพย์ มงคลนิมิตร, จิรัชญา โชติโสภานนท์ และพนกฤษ อุดมกิตติ. (2563). การยกระดับห่วงโซ่คุณค่าการท่องเที่ยวเชิงประสบการณ์ท้องถิ่น กรณีศึกษา เส้นทางพื้นที่ต้นแบบจังหวัดสุโขทัย. *วารสารวิชาการการท่องเที่ยวไทยนานาชาติ*, 16(1), 57-80.
- สิริมา ศรีสวัสดิ์ และเดชรินทร์ สัมฤทธิ์. (2565). การคัดเลือกและการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยเสี่ยงบนห่วงโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมปลาหูช้างประเทศไทยภายใต้สภาพแวดล้อมที่คลุมเครือ. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, 4(2), 104-117.
- สุริยนต์ สูงคำ และลัดดา ปินตา. (2565). การจัดการห่วงโซ่อุปทานสินค้าเกษตรปลอดภัยของบริษัท เชียงใหม่วิสาหกิจเพื่อสังคม จำกัด. *วารสารบริหารธุรกิจและศิลปศาสตรราชชมงคลล้านนา*, 10(2), 1-18.
- สิริลักษณ์ พานิช. (2564). รูปแบบฐานวิถีชีวิตใหม่ในการเลือกซื้ออาหารของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร ภายหลังสถานการณ์ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19). *วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษาและสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์*, 11(1), 87-98.

อภิชาติ ตะลุดนเพรย์. (2556). *การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของสินค้า* (รายงานการวิจัย).

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ACS. (2562). *การจัดการห่วงโซ่อุปทานคืออะไรและเหตุใดจึงสำคัญ*. จาก <https://acsregistrars-thai.com/การจัดการห่วงโซ่อุปทาน-s/>.

Bueno, R. A., Urbistondo, A. P. and Martinez, A. B. (2020). The MICE tourism value chain: Proposal of a conceptual framework and analysis of disintermediation. *Journal of Convention & Event Tourism*, 21(3), 177–200.

Hjalager, A. M., Tervo-Kankare, K. and Tuohino, A. (2016). Tourism value chains revised and applied to rural well-being tourism. *Tourism Planning & Development*, 13(4), 379–395.

Nhamo, G., Dube, K. and Chikodzi, D. (2020). *Global Tourism Value Chains, Sustainable Development Goals and COVID-19. Counting the Cost of COVID-19 on the Global Tourism Industry*. Cham: Springer.

Osterwalder, A. and Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Porter, M. E. (2004). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Simon & Schuster.

Rahmiati, F., Othman, A. N., Ismail, Y., Bakri, H. M. and Amin, G. (2020). The Analysis of Tourism Value Chain Activities on Competitive Creation: Tourists Perspective. *Talent Development & Excellent*, 12(1), 4613–4628.

การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินพื้นที่บุกรุกในอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว จังหวัดอุดรธานี

วุฒิพงษ์ นิลจันทร์¹, ฟารุต ใจทัศน์กุล², ธิดาภัทร อนุชาญ¹ และ นิตี เอี่ยมชื่น^{1*}

Utilization of Geoinformatics to Assess Encroachment Areas in Phu Soi Dao National Park, Uttaradit Province

Wuttipong Ninjun¹, Pharuit Jaitaskul², Thidapath Anucharn¹ and Niti Iamchuen^{1*}

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

² Upstream management section, Conservation Area Administration Office 11, Phitsanulok, 65000

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

Received: January 18, 2024; Revised: February 14, 2024; Accepted: February 19, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าชี้แจงดัชนีพืชพรรณเพื่อใช้ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกเพื่อประหยัดเวลาและงบประมาณในการตรวจสอบพื้นที่บุกรุกป่าไม้ โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Differential Vegetation Index: NDVI) จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel – 2B และจุดสำรวจพื้นที่การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้จากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART data) ระหว่างปี พ.ศ. 2563–2566 แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกใช้ในการเรียนรู้ (Training 60 จุด) และส่วนที่สองใช้ในการทดสอบ (Testing 40 จุด) โดยส่วนแรกใช้ข้อมูลจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้มาสังกัดค่าจากดัชนีพืชพรรณเพื่อนำมากำหนดช่วงของค่าชี้แจงพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในรูปแบบรายเดือนและค่าเฉลี่ยรายเดือน (ตัวแทนรายปี) โดยพิจารณาค่าดัชนีแบบสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละเดือน ผลการศึกษาพบว่า ในแบบรายเดือน เดือนกรกฎาคมมีค่าชี้แจงมากที่สุด คือ 0.384821 เดือนกุมภาพันธ์มีค่าชี้แจงต่ำสุดคือ คือ 0.098974 และแบบค่าเฉลี่ยรายเดือน มีค่าระหว่าง 0.141287–0.244678 นำช่วงค่าดัชนีพืชพรรณแบบค่าเฉลี่ยรายเดือน มาเป็นค่าชี้แจงของพื้นที่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกและพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก 67,096 ไร่ และพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก 146,115 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 31.47 และ ร้อยละ 68.53 ตามลำดับ ถัดมาทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ส่วนที่สองมาทำการซ้อนทับกับพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกและพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุกจากการใช้ช่วงค่าชี้แจง พบว่า จุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 40 จุด ตกในพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก 32 จุด และตกพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก 8 จุด คิดเป็นร้อยละ 85 และ ร้อยละ 15 ตามลำดับ สามารถนำช่วงค่าชี้แจงดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนในการเข้าลาดตระเวนพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: การบุกรุก, ดัชนีพืชพรรณ, อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว, ภูมิสารสนเทศ, ค่าชี้แจง

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² ส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 11 จังหวัดพิษณุโลก 65000

Abstract

The objective of this study was to examine the threshold value of the Vegetation Index for the purpose of identifying areas that are susceptible to invasion. To enhance efficiency and cost-effectiveness in the analysis of areas where forests are expanding. By analyzing the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) data received from Sentinel-2B satellite images and qualitative reconnaissance survey points on forest encroachment (SMART data) between 2020 and 2023. The first segment is allotted for the purpose of acquiring knowledge, with a training set of 60 points. The following segment is dedicated for validation, with a testing set of 40 points. The initial segment data is obtained from survey stations that indicate territorial encroachments. Forestry employs the Vegetation Index to evaluate the magnitude of hazardous regions by extracting valuable data. The invasion is quantified by computing the monthly means, which are representative of the full year. This is achieved by considering the maximum and minimum index values for each month. The study's findings suggest that the month of July has the highest monthly threshold value, namely at 0.384821. The February threshold value is 0.098974, the lowest among all months. The February monthly average falls between the values of 0.141287 and 0.244678. Acquire the spectrum of average monthly vegetation index values. The threshold value delineates the demarcation between regions that are prone to invasion and regions that are not prone to invasion. A grand total of 67,096 rai of land were recognized as being susceptible to encroachment, whilst 146,115 rai were deemed to be devoid of such risk. The first percentage represents 31.47% of the total area, while the second percentage represents 68.53% of the whole area. In the second stage, the locations that are prone to encroachment were overlaid with the regions that are not prone to encroachment, using a specific range of values as a threshold. A total of 40 survey locations were discovered within areas prone to encroachment, whereas 32 points were located within these areas. Unauthorized access is not possible at 8 specified places, which account for 85 percent and 15 percent, respectively. The aforementioned threshold range can be employed in the strategic planning of future area patrols to optimize efficacy.

Keywords: Encroachment, Vegetation index, Phu Soi Dao National Park, GIS, Threshold value

บทนำ

ทรัพยากรป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2556 มีพื้นที่ป่าร้อยละ 33.44 ปัจจุบันประเทศไทย มีพื้นที่ป่าเหลือเพียงร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ประเทศ (กรมป่าไม้, 2566) จากสถิติพบว่า พื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มลดลงในอัตราร้อยละ 0.27 ต่อปี สาเหตุหลักมาจากการ บุกรุกทำลายป่า จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ประชาชนมีความต้องการขยายที่อยู่อาศัย รวมถึงพื้นที่เกษตรกรรม

อุทยานแห่งชาติภูสอยดาวมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 213,125 ไร่ หรือประมาณ 341 ตารางกิโลเมตร ถึงแม้ว่าจะได้รับการประกาศในราชกิจจานุเบกษาให้เป็นเขตอุทยานแห่งชาติมาแล้ว 15 ปี (28 พฤษภาคม พ.ศ. 2551) แต่ก็ยังประสบปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะพื้นที่ทำกินที่มีการครอบครองอยู่นั้นมีอยู่อย่างจำกัด ประชาชนจึงมีความต้องการที่จะขยายพื้นที่ทำกินเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในการดำรงชีวิต นำมาซึ่งการตัดไม้ทำลายป่า และการแผ้วถางบุกรุก

จับจองที่ดินเพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยไม่ถูกต้องตามกฎหมาย และการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ก็ยังไม่สามารถทำได้
อย่างทั่วถึง เนื่องจากขาดกำลังบุคลากร เครื่องมือสื่อสาร อาวุธ และเส้นทางการสำรวจของเจ้าหน้าที่ที่ยังไม่ครอบคลุม
ทั่วทุกพื้นที่ และที่สำคัญยังขาดข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการวางแผนการจัดการแข่งขันพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเครื่องมือและวิธีการป้องกันที่มีความทันสมัย โดยการ
ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีจากการรับรู้ระยะไกลเพื่อประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ เข้า
มาช่วยในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในการประเมินและติดตามพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตป่าอนุรักษ์ สามารถใช้
เป็นแนวทางป้องกันและวางแผนการบริหารจัดการในพื้นที่เพื่อลดการสูญเสียทรัพยากรป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติ
ภูสอยดาว จังหวัดอุดรธานี ในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อกำหนดค่าขีดแบ่งจากดัชนีพืชพรรณในพื้นที่บุกรุกจากภาพถ่ายดาวเทียมในเขตอุทยานแห่งชาติ
ภูสอยดาวในช่วงเวลาปี พ.ศ. 2566
2. เพื่อประเมินความถูกต้องของค่าขีดแบ่งจากดัชนีพืชพรรณในการนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่
บุกรุกป่าไม้และวางแผนในการปฏิบัติการภาคสนาม

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำเสนอองค์ประกอบของแนวคิดทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคนิคทางภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ และ
ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยรวมทั้งเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย โดยระบุนิยามรายละเอียดที่นำไปสู่
ประเด็นของงานวิจัย เพื่อเป็นการเชื่อมโยง องค์ความรู้ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

การบุกรุกป่าไม้

ความหมายของการบุกรุกป่า การฝ่าฝืนมาตรการหรือวิธีการใด ๆ ที่กฎหมายป่าไม้ได้กำหนดไว้เพื่อการ
หวงห้ามหรือกีดกันพื้นที่ป่าและทรัพยากรธรรมชาติในป่าเป็นการบุกรุกทำลายป่าทั้งสิ้น (เจิมศักดิ์ ปิ่นทอง, 2535)

สาเหตุของการบุกรุกป่า สาเหตุที่ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าสงวนเกิดจากหลากหลายสาเหตุด้วยกัน ได้แก่
การบุกรุกอันเกิดจากราษฎร การบุกรุกเนื่องจากผู้มีอิทธิพล และการบุกรุกอันเกิดจากเจ้าหน้าที่

แนวทางการแก้ไขปัญหาการบุกรุกป่า

ให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในการ ดำเนินงานพัฒนา ร่วมคิดร่วมตัดสินใจและแก้ไขปัญหาของตนเอง
ร่วมใช้ความคิดสร้างสรรค์ ความรู้และความชำนาญร่วมกับวิทยาการที่เหมาะสม และสนับสนุนติดตามผลการปฏิบัติงาน
ขององค์การและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (Erwin, 1976)

การศึกษาข้อมูลและการจัดการชุมชนได้อย่างถูกวิธีย่อมเป็นการบรรเทาปัญหาป่าไม้ รวมทั้งสามารถปรับปรุง
คุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชนส่งผลให้สามารถลดกิจกรรมการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าลงไปได้ (Byron and Arnold,
1997) ให้ประชากรในพื้นที่มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ การประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจ อันดี
ให้กับประชาชนในพื้นที่ รวมทั้งมีการก่อตั้งป่าชุมชนขึ้นด้วย (บรรณรักษ์เสริมทอง, 2543)

ดาวเทียมเซนทิเนล (Sentinel Satellites)

เป็นกลุ่มดาวเทียมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับภารกิจสังเกตการณ์โลก (Earth Observation) ได้รับการพัฒนาภายใต้โครงการ Copernicus โดยองค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency: ESA) และคณะกรรมการยุโรป (European Commission: EC) ประกอบไปด้วยดาวเทียม Sentinel-1A และ 1B (ตารางที่ 1) ด้วยเครื่องมือการรับแสง Synthetic Aperture Radar (SAR) ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้ในทุกสภาพอากาศ, Sentinel-3 ใช้เพื่อสนับสนุนภารกิจด้านมหาสมุทร พื้นดิน น้ำแข็ง และระดับความสูงของผิวน้ำทะเล รวมไปถึงความหนาของน้ำแข็งในทะเล, Sentinel-5 บันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการประเมินคุณภาพและความเข้มข้นของละอองลอยในอากาศ, โอโซน, มีเทน, พอร์มาลดีไฮด์, คาร์บอนมอนอกไซด์, ไนโตรเจนออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ส่วนดาวเทียมที่นิยมใช้เพื่อศึกษาและตรวจสอบพื้นดิน น้ำ และความเสี่ยงด้านภัยพิบัติ ตลอดจนติดตามความเป็นพืชพรรณในพื้นที่ได้แก่ภารกิจของดาวเทียม Sentinel-2 ซึ่งเป็นดาวเทียมที่บันทึกภาพแบบหลายช่วงคลื่น ความละเอียดเชิงจุดภาพสูง ประกอบไปด้วยดาวเทียมจำนวน 2 ดวงได้แก่ Sentinel-2A (เข้าสู่วงโคจร 23 มิถุนายน 2558) และ Sentinel-2B (เข้าสู่วงโคจร 7 มีนาคม 2560) ดาวเทียมทั้งสองดวงมีเครื่องมือสำหรับการบันทึกภาพ แบบเดียวกัน แต่มีวงโคจรที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันบันทึกข้อมูลดาวเทียมแต่ละดวงจะมีรอบการวนซ้ำทุก ๆ 10 วัน เมื่อได้รับข้อมูลจากดาวเทียมทั้งสองดวงจะมีรอบการวนซ้ำที่ถี่มากยิ่งขึ้น (Drusch, et al., 2012; Piazz, et al., 2019)

ตารางที่ 1 ช่วงคลื่นของดาวเทียม Sentinel-2A และ 2B ระบบ Multispectral (MSI)

Name	Resolution (m)	Wavelength (nm)		Description
		2A	2B	
Band 1	60	443.9	442.3	Coastal aerosol
Band 2	10	496.6	492.1	Blue
Band 3	10	560	559	Green
Band 4	10	664.5	665	Red
Band 5	20	703.9	703.8	Red-edge 1
Band 6	20	740.2	739.1	Red-edge 2
Band 7	20	782.5	779.7	Red-edge 3
Band 8	10	835.1	833	Near infrared
Band 8A	20	864.8	864	Red-edge 4
Band 9	60	945	943.2	Water vapor
Band 10	60	1375	1375	Short-wave infrared Cirrus
Band 11	20	1613.7	1610.4	Short-wave infrared 1
Band 12	20	2202.4	2185.7	Short-wave infrared 2

ที่มา: Piazz, et al. (2019) และ European Space Agency

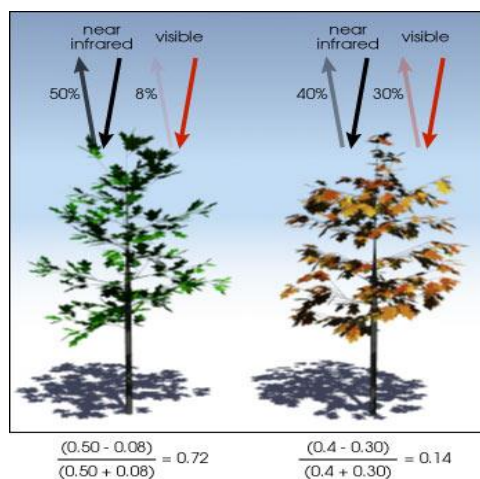
ดัชนีพืชพรรณหรือดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Differential Vegetation Index: NDVI)

ถูกพัฒนาโดย Rouse, Haas, Scholl and Deering (1974) เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายในการศึกษาด้านพืชพรรณ ซึ่งเป็นการศึกษาอัตราส่วนระหว่างผลต่างของปริมาณค่าการสะท้อนต่อผลรวมของปริมาณค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (Red) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) (Paul and Clare, 2000) ดังสมการที่ 1 และ รูปที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยส่วนใหญ่แล้วค่าที่เข้าใกล้ศูนย์หรือไปในทางลบ จะหมายความว่าไม่มีพืชพรรณที่มีลักษณะใบสีเขียวปกคลุมพื้นผิว ในขณะที่ค่าที่เข้าใกล้ 1 จะหมายถึงมีพืชพรรณที่มีลักษณะใบ สีเขียวปกคลุมพื้นผิว

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

โดยที่ NIR หมายถึง ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RED หมายถึง ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง



รูปที่ 1 การสะท้อนของช่วงคลื่นด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI

ที่มา: National Aeronautics and Space Administration (2000)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภาภรณ์ ผ่องศาลา (2559) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุก ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่เงาฝั่งขวา จังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูล ปี พ.ศ. 2545, 2551 และ 2557 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลง มากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 12.95 ของพื้นที่ป่าทั้งหมดพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 150.50 ของพื้นที่เกษตรกรรม ปี 2545 รองลงมาคือ พื้นที่โล่ง แหล่งน้ำ และชุมชน คิดเป็นร้อยละ 216.00, 136.36 และ 606.42 ตามลำดับ และการ กำหนดพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุก โดยการวิเคราะห์ทางสถิติหาความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบจำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ตำแหน่งหมู่บ้าน ถนน ปัญหาการถือครองที่ดิน และ ชนิดป่า ผลการศึกษายังพบว่ามีพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุก ต่ำมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 87.05 ของพื้นที่ป่ารองลงมา คือ พื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกปานกลาง และพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกสูง คิดเป็นร้อยละ 7.85

และ 5.10 ตามลำดับ โดยพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกต่ำคือ พื้นที่ป่าเบญจพรรณและมีความลาดชันสูง ส่วนพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกสูง พบในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ไกล่ถนน และอยู่ในพื้นที่ท้องที่ตำบลทางเหนือเป็นส่วนใหญ่ และเมื่อตรวจสอบความถูกต้อง พบว่า มีความถูกต้องรวมร้อยละ 72.5

สุรกิจ กลิ่นทอง (2561) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้ ระหว่าง พ.ศ. 2541 – ปี พ.ศ. 2561 ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5-TM (ปี พ.ศ. 2541) และภาพถ่าย จากดาวเทียม THEOS (ปี พ.ศ. 2551 และ 2561) ด้วยการแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียมเชิงเลข ซึ่งใช้กระบวนการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยทฤษฎีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification) และประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกเข้าใช้ประโยชน์ พื้นที่ป่าไม้ ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่ามวกเหล็ก-ป่าทับกวาง แปลงที่ 2 จังหวัดสระบุรี โดยใช้สมการ Encroachment Risk Factor (ERF) เพื่อกำหนดค่าคะแนนความเสี่ยงของปัจจัยกายภาพ (ความลาดชันของพื้นที่, ความสูงของพื้นที่, ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม, ระยะห่างจากแหล่งน้ำ, ระยะห่างจากหมู่บ้าน, ระยะห่างจากพื้นที่เกษตรกรรม) และวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของปัจจัย ด้วยสมการ Coincided Value (CV) ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับ 60.45 % และมี ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) เท่ากับ 0.45 โดยผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง 22.21 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.60 ถัดมาพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนรองมา เป็นอันดับสอง 5.34 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2.06 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการบุกรุกสูงมาก พบพื้นที่กระจายอยู่บริเวณตอนกลางและแนวขอบของพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่ามวกเหล็ก-ป่าทับกวาง แปลงที่ 2 เป็นพื้นที่ 52.46 ตารางกิโลเมตร ปัจจัยที่มีความเสี่ยงต่อการบุกรุกสูงมากคือ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม 0.00-0.40 กิโลเมตร ระยะห่างจากหมู่บ้านในช่วงระดับ 0.00-1.50 กิโลเมตร และอยู่ในระดับ ความสูงของพื้นที่ 20-220 เมตร

อาภาภรณ์ ทองเสงี่ยม, กาญจน์เชจร ชูชีพ และรัชณี โพธิ์แท่น (2561) ศึกษาการวิเคราะห์หาตัวแปรด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่าและ การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาด้วยวิธีการแปลตีความภาพถ่าย ทางอากาศออร์โธส พ.ศ. 2545 และ ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต พ.ศ. 2559 เพื่อจำแนกการใช้ที่ดิน 2 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความและปรับปรุงคุณภาพของผล การแปลความเพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ป่าไม้ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2559 และการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าโดยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อวิเคราะห์หา ตัวแปรด้านกายภาพ ที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่าและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่ามี 4 ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากชุมชน ความลาดชัน และทิศด้านลาด นอกจากนี้ ระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกอยู่ในระดับน้อยและน้อยมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 1,098.43 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.99 ของพื้นที่ศึกษา ในขณะเดียวกันระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 164.01 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.51 ของพื้นที่ศึกษา ผลการวิเคราะห์ ความไวของแบบจำลองด้วย ROC Curve พบว่ามีค่าพื้นที่ใต้เส้นกราฟเท่ากับร้อยละ 74.2 ซึ่งถือว่าแบบจำลองนี้ให้ ความถูกต้องโดยรวมของการทำนายอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี

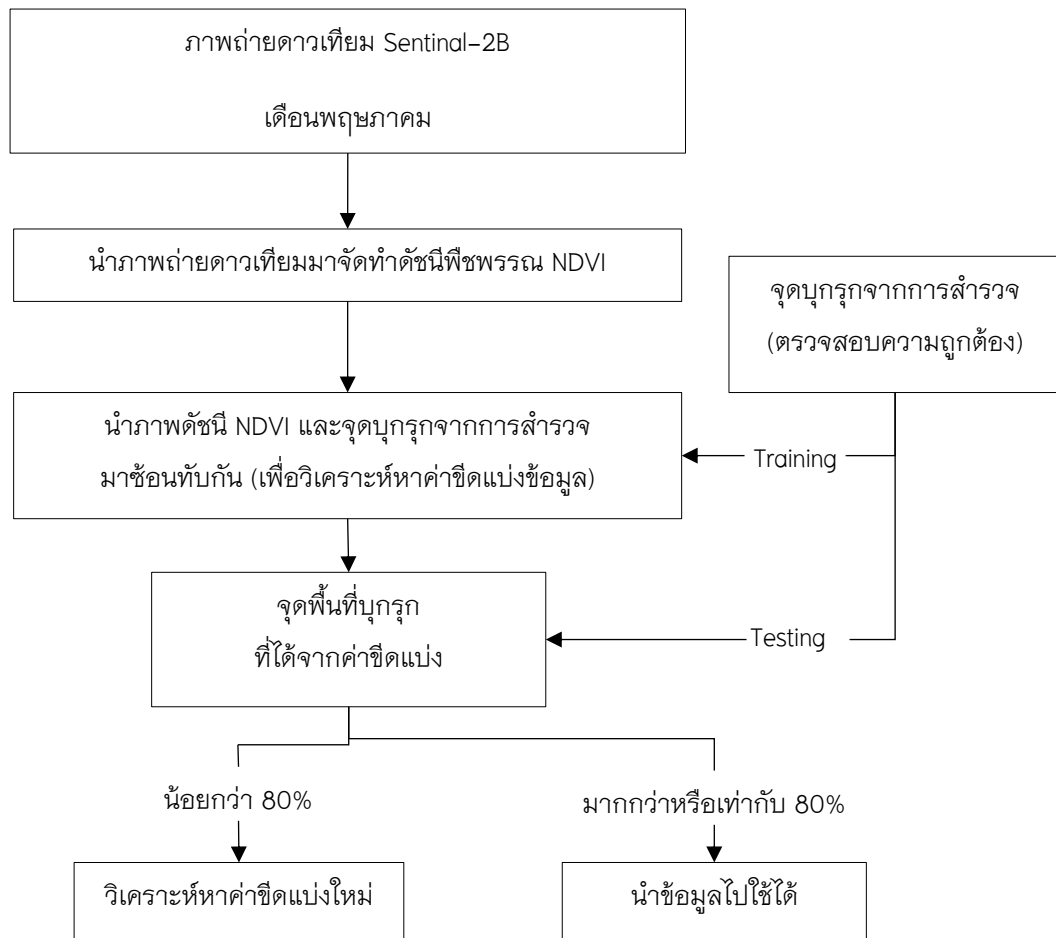
ทิพย์กมล สนลับ, วันชัย อรุณประภารัตน์ และนันท์ พงศ์พัฒนานุรักษ์. (2561) ศึกษาการกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน โดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ทางสถิติของปัจจัยทางกายภาพ ของพื้นที่บางประการกับการบุกรุกของป่าต้นน้ำ และใช้แบบจำลองโลจิสติก (logistic model) ในการวิเคราะห์ ค่าความเสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบุกรุกของป่าต้นน้ำ ได้แก่ ระยะห่างจากที่ดินที่ถือครอง ระยะห่างจาก ชุมชน ความลาดชัน ทิศด้านลาด ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ ระดับความสูง และระยะห่างจากแหล่งน้ำ และพบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าต้นน้ำในระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นเนื้อที่รวม 145.97 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 8.58 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา โดยกระจายอยู่ในเขตอำเภอปัว อำเภอแม่จริม อำเภอทุ่งช้าง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 85.28, 33.18, 16.04 และ 11.46 ตามลำดับ มีผลการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำที่สร้างขึ้นด้วยแบบจำลองโลจิสติก มีความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80.00 และมีค่าพื้นที่ใต้กราฟ AUC (Area Under the Curve) เท่ากับ 0.88 (± 0.045) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ณัฐพล วงษ์รัมย์ (2560) ศึกษาการสำรวจและจำแนกพื้นที่ป่าไม้ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในเทศบาลตำบลหนองเต็ง อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ในช่วง ปี พ.ศ. 2545–2557 โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2545 และภาพถ่ายดาวเทียมที่บันทึกในปี พ.ศ. 2550 และ 2557 มาจำแนกพื้นที่ป่าไม้ด้วยการแปลภาพด้วยสายตา และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2557 ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2545 2550 และ 2557 มีพื้นที่ป่าไม้ 8.781 8.586 และ 7.985 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ โดยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 – 2550 พื้นที่ป่าไม้ลดลง จำนวน 0.195 ตารางกิโลเมตร หรือ 121.875 ไร่ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.21 เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่นาข้าวมากที่สุด คือ 0.095 ตารางกิโลเมตร หรือ 59.376 ไร่ และปี พ.ศ. 2550–2557 พื้นที่ป่าไม้ยังคงลดลงอีก จำนวน 0.601 ตารางกิโลเมตร หรือ 375.625 ไร่ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 7.00 ป่าไม้เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ยางพารามากที่สุด คือ 0.274 ตารางกิโลเมตร หรือ 171.25 ไร่ นอกจากนี้ยังพบว่า พื้นที่ป่าไม้มีการเพิ่มขึ้น 0.057 ตารางกิโลเมตร หรือ 35.625 ไร่ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าว อยู่ในบริเวณ ป่าชุมชนบ้านจาน พื้นที่ ป่าไม้มีแนวโน้มลดลง โดยเฉลี่ยปีละ 0.039 ตารางกิโลเมตร หรือ 24.375 ไร่ ต่อปี ในช่วง พ.ศ. 2545–2557 และลดลงปีละ 0.086 ตารางกิโลเมตร หรือ 53.75 ไร่ ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ. 2550–2557 แสดงให้เห็นว่า อัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นจากการแผ้วถางเพื่อทำเป็นพื้นที่การเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่นาข้าวและยางพาราเป็นหลัก

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิเคราะห์หาพื้นที่บุกรุกเข้าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก การเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบความสมเหตุสมผล โดยประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) จุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ หมายถึง จุดที่พบการเข้ามาบุกรุกทำลายป่าจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART data) ระหว่างปี พ.ศ. 2563–2566 ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว และ 2) การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Threshold) ของดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) สาเหตุที่เลือกใช้ดัชนีพืชพรรณ เนื่องจากการบุกรุกพื้นที่จะเป็นการแผ้วถางเพื่อทำการเกษตรจากพื้นที่เดิมที่เป็นป่าไม้ ทำให้ค่ามวลชีวภาพ (Biomass) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด และใช้ข้อมูล

จากดาวเทียม Sentinel-2B เนื่องจากเป็นภาพข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงที่สามารถเข้าถึงได้สะดวกผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขอข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

การเตรียมข้อมูลประกอบด้วยส่วนของภาพข้อมูลดาวเทียม และข้อมูลจากการสำรวจโดยหน่วยงาน (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพรรณพืช) ในส่วนแรกภาพข้อมูลดาวเทียม Sentinel เลือกใช้ในช่วงปี พ.ศ. 2566 ในการดำเนินงาน เนื่องจากมีภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงที่สามารถนำมาใช้ได้ฟรี และสอดคล้องกับข้อมูลจากการสำรวจที่ได้จากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART patrol) จากอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว ซึ่งเริ่มดำเนินการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลในพื้นที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึงปัจจุบัน (2566) โดยพื้นที่ที่พบการบุกรุกในปี 2563-2565 มีจำนวนไม่มากและยังพัฒนาการฟื้นฟูกลับสู่สภาพป่า (Reforestation) ต่ำ (ยังไม่ได้เป็นพื้นที่ป่าโดยสมบูรณ์) จากในภาพปี พ.ศ. 2566

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

ในส่วนของภาพดาวเทียม นำมาหาค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ก่อน และนำมาหาค่าขีดแบ่ง (Threshold) โดยใช้จุดบุกรุกเป็นพิกัดในการสกัดค่าดัชนี (Extraction) โดยจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว ที่ได้จากการสำรวจปี พ.ศ. 2563 – พ.ศ. 2566 นำมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกใช้ในการหาค่าขีดแบ่ง (Threshold) ใช้จุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 60 ของทั้งหมด นำมาใช้เป็นตัวเรียนรู้ (Training) และส่วนที่สองใช้ในการทดสอบความสมเหตุสมผล (Validation) ใช้จุดบุกรุกที่เหลือร้อยละ 40 ของจุดบุกรุกทั้งหมดมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง โดยสาเหตุที่ใช้การแบ่งสัดส่วน 60–40 เนื่องจากได้ทดสอบสัดส่วน 70–30 และ 80–20 ได้ผลลัพธ์ไม่ต่างกัน แต่พยายามกระจายตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่และตัว training – Validation ไม่ให้มีความแตกต่างกันมากเกินไป จึงได้ใช้สัดส่วน 60–40 ในงานวิจัยนี้ โดยจุดทั้งหมดที่นำมาคัดเลือกออกเป็น 2 กลุ่มข้างต้น จะทำการคัดเลือกโดยให้เกิดการกระจายตัวและความสม่ำเสมอครอบคลุมทุกพื้นที่ทั้งในส่วนแรกและส่วนที่สอง โดยในส่วนแรกที่จะนำการหาค่าขีดแบ่ง (Threshold) ภายหลังจากภาพดาวเทียมมาหาค่าดัชนีพืชพรรณแล้ว จะทำการสกัดค่าทั้ง 60 จุดออกมาและนำเสนอในลักษณะข้อมูลรายเดือนทั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยรายเดือน (ตัวแทนรายปี) โดยใช้ค่าเฉลี่ยของทุกเดือนตลอดทั้งปี ทั้งค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุด เพื่อพิจารณาหาความเหมาะสมในการหาช่วงของค่าขีดแบ่งในการนำไปประเมินพื้นที่บุกรุกพื้นที่ป่าไม้ต่อไป และได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก/พื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก

การทดสอบความสมเหตุสมผล (Validation)

ในการทดสอบความสมเหตุสมผล (Validation) จะใช้ชุดข้อมูลจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ส่วนที่สองที่กำหนดไว้ร้อยละ 40 ของจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง โดยนำจุดดังกล่าวมาทดสอบกับแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก/พื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุกที่ได้จากชุดข้อมูลส่วนแรก (ชุดข้อมูลจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 60) นำมาสกัดค่าจากแผนที่ แล้วมาเปรียบเทียบกับค่าผลลัพธ์ว่ามีความถูกต้องมากน้อยอย่างไร โดยนำตรวจสอบค่าความถูกต้อง โดยหากผลลัพธ์ของการนำจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดส่วนที่สองมีความถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 80 จะทำการวิเคราะห์หาช่วงค่าขีดแบ่งใหม่ต่อไป

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว ประกอบด้วย 1) เพื่อทราบค่าขีดแบ่งจากดัชนีพืชพรรณในพื้นที่บุกรุกจากภาพข้อมูลดาวเทียมในเขตอุทยานแห่งชาติภูสอยดาวในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2563–2566 และ 2) เพื่อประเมินความถูกต้องของค่าขีดแบ่งจากดัชนีพืชพรรณในการนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่บุกรุกป่าไม้และวางแผนในการปฏิบัติการภาคสนาม โดยในวัตถุประสงค์แรกจากการนำข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel มาทำการหาค่าดัชนีพืชพรรณ แล้วทำการสกัดค่าดัชนี (รูปที่ 2) โดยใช้พิกัดจุดบุกรุกในช่วงแต่ละเดือนในรอบระยะเวลา 3 ปี (2563–2566) พบว่าค่าขีดแบ่งในระยะ 12 เดือนพบทั้งหมด 100 จุด นำมาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม (Training–Testing) โดยในกลุ่มที่นำมา Training พบว่ามีจำนวน 60 จุดแยกเป็นข้อมูลรายเดือนดังนี้ (ตารางที่ 2) โดยจากตารางจะพบว่าข้อมูลจุดบุกรุกส่วนใหญ่กระจุกตัวในช่วงเดือน พฤษภาคม เนื่องจากการเป็นช่วงเริ่มต้นของฤดูการผลิตทางการเกษตรกรรม จะมีการลักลอบเข้ามาบุกรุกเพื่อเตรียมพื้นที่ทำการเพาะปลูกพืช และมีกระจายเล็กน้อย (1–7 ครั้งต่อเดือน) ในช่วงเดือนมกราคมถึงตุลาคม (ยกเว้นเดือนพฤษภาคมดังที่กล่าวไปแล้ว) โดยในเดือน พฤศจิกายน และ ธันวาคม ไม่พบการบุกรุกในช่วงเวลาดังกล่าว

ตารางที่ 2 จำนวนจุดที่พบการบุกรุกของแต่ละเดือน

เดือน	จุดที่พบการบุกรุก	ร้อยละ
มกราคม	1	1.67
กุมภาพันธ์	2	3.33
มีนาคม	1	1.67
เมษายน	3	5.00
พฤษภาคม	37	61.67
มิถุนายน	7	11.67
กรกฎาคม	2	3.33
สิงหาคม	2	3.33
กันยายน	4	6.67
ตุลาคม	1	1.67
พฤศจิกายน	-	-
ธันวาคม	-	-
รวม	60	100

ถัดมาทำการใช้ค่าขีดแบ่งมาคำนวณตามจุดบุกรุกตามข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม (พฤศจิกายนและธันวาคม ไม่มีพื้นที่บุกรุก) (ตารางที่ 3 และรูปที่ 3-4) โดยแบ่งค่าเฉลี่ยรายเดือนของค่าดัชนี NDVI สูงสุด และค่าเฉลี่ยรายเดือนของค่าดัชนี NDVI ต่ำสุด (ไม่นับรวมเดือนที่ไม่มีจุดบุกรุก) พบว่า มีค่าเฉลี่ยรายเดือนของค่าดัชนี NDVI สูงสุดอยู่ระหว่าง 0.384821 – 0.182478 โดยเดือนที่มีค่าสูงสุดคือ กรกฎาคม และเดือนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ มีนาคม และมีค่าเฉลี่ยรายเดือนของค่าดัชนี NDVI ต่ำสุดอยู่ระหว่าง 0.268528 – 0.098974 โดยเดือนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดสูงสุดคือ มกราคม และเดือนที่มีค่าต่ำสุดคือ กุมภาพันธ์ จะเห็นได้ว่าค่ามีช่วงระยะห่างกันมากพอสมควร จึงได้นำค่ารายเดือนมาหาเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนเพื่อไปเป็นตัวแทนของรายปี และเมื่อพิจารณาภาพรวมแบบรายปีพบว่า ค่าเฉลี่ยรายปีของค่าดัชนี NDVI สูงสุด 0.244678 และ ค่าเฉลี่ยรายปีของค่าดัชนี NDVI ต่ำสุดคือ 0.141287 นำช่วงค่าดังกล่าวของค่าเฉลี่ยรายเดือน (ตัวแทนรายปี) ค่าระหว่าง 0.141287 – 0.244678 มาเป็นช่วงของค่าขีดแบ่งของพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก โดยค่าที่อยู่นอกเหนือช่วงค่าขีดแบ่ง (ค่าน้อยกว่า 0.141287 และ ค่ามากกว่า 0.244678) จะถูกจัดในกลุ่มพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก

ภายหลังนำค่าขีดแบ่งรายเดือน (ตัวแทนรายปี) มากำหนดช่วงในการแบ่งพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกและพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก (รูปที่ 5 สีแดงและสีเขียว ตามลำดับ) พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก 67,096 ไร่ และพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก 146,115 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 85 % และ 15% ตามลำดับของพื้นที่ทั้งหมดของอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว

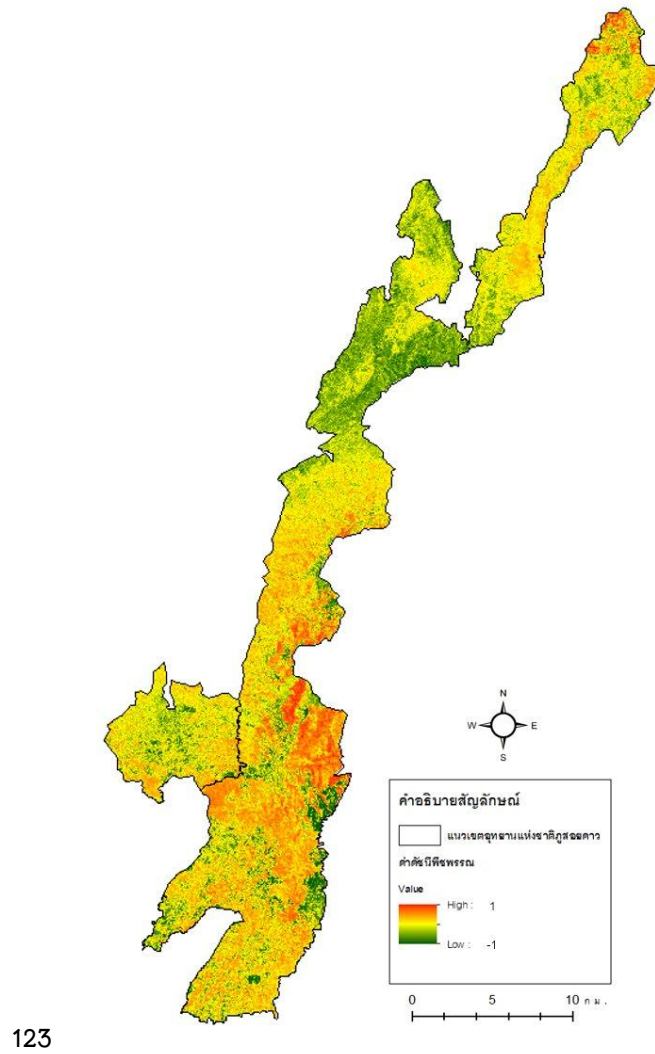
ตารางที่ 3 จำนวนจุดบุงรุ๊ก ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด จำแนกรายเดือน และค่าเฉลี่ยรายปี

เดือน	จุดที่พบการบุงรุ๊ก	Max	Min
มกราคม	1	0.268528	0.268528
กุมภาพันธ์	2	0.193489	0.098974
มีนาคม	1	0.182478	0.182478
เมษายน	3	0.296576	0.113697
พฤษภาคม	37	0.363255	0.133517
มิถุนายน	7	0.334857	0.153815
กรกฎาคม	2	0.384821	0.123847
สิงหาคม	2	0.284875	0.168471
กันยายน	4	0.361288	0.186147
ตุลาคม	1	0.265972	0.265972
พฤศจิกายน	0	–	–
ธันวาคม	0	–	–
ค่าเฉลี่ยรายปี (มกราคม – ธันวาคม)	60	0.244678	0.141287

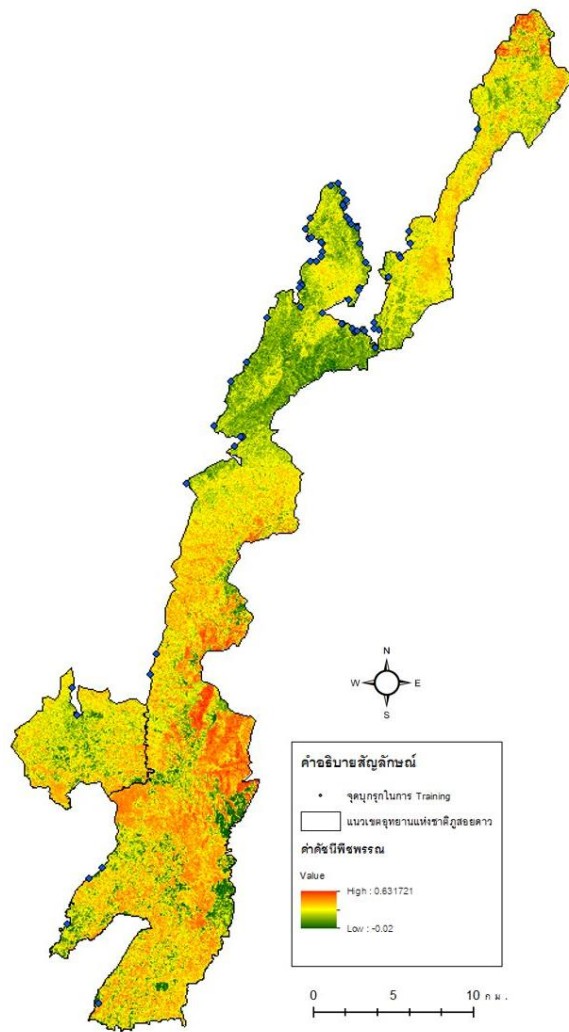
ตารางที่ 4 พื้นที่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊กและพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊กจำแนกตามพื้นที่อุทยานฯ และจุดสำรวจการบุงรุ๊กพื้นที่ป่าไม้

ประเภท	พื้นที่อุทยานภูสอยดาว		จุดสำรวจการบุงรุ๊กพื้นที่ป่าไม้	
	ไร่	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
พื้นที่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊ก	67,096	31.47	34	85.00
พื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊ก	146,115	68.53	6	15.00
รวม	213,211	100.00	40	100.00

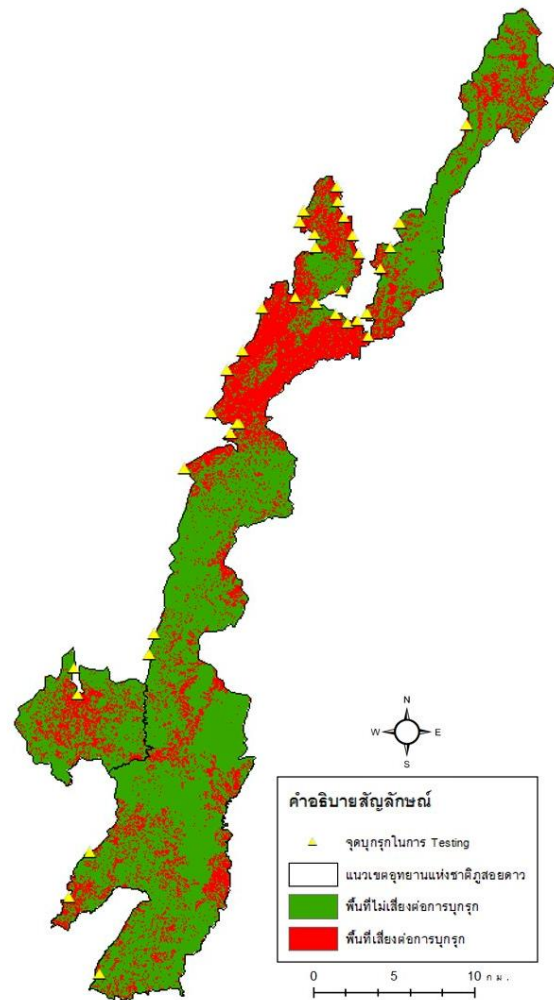
ถัดมาทำการนำจุดบุงรุ๊กในส่วนที่สอง จำนวน 40 จุด (Testing) ที่ได้กำหนดไว้มาใช้ในการตรวจสอบจุดผลจากการใช้ค่าขีดแบ่ง มาซ้อนทับกับพื้นที่ (เสี่ยงต่อการบุงรุ๊กและพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊ก) พบว่า จุดบุงรุ๊กทั้ง 40 จุด แยกเป็น จุดบุงรุ๊กที่ตกในพื้นที่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊ก (True) จำนวน 34 จุด คิดเป็นร้อยละ 85 ของจุดบุงรุ๊กทั้งหมดของส่วนที่สอง และจุดบุงรุ๊กที่ตกในพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊ก (False) จำนวน 6 จุด คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด (ตารางที่ 4) จากการทดสอบความถูกต้องจะเห็นได้ว่ามีความถูกต้องมากถึง 85 เปอร์เซ็นต์ จึงพอสรุปเบื้องต้นได้ว่า ค่าขีดแบ่งที่นำมาใช้ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารจัดการพื้นที่เสี่ยงต่อการบุงรุ๊กได้



รูปที่ 3 แผนที่ดัชนีพืชพรรณอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว



รูปที่ 4 แผนที่ดัชนีพืชพรรณและจุดบุกรุก
อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว



รูปที่ 5 จุดบุกรุกที่ตกอยู่บนพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก

สรุปและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว พบว่า เมื่อนำภาพดาวเทียมและจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้มาหาความสัมพันธ์กันได้ผลลัพธ์ที่น่าสนใจดังนี้ เมื่อนำจุดบุกรุกที่ได้จากการสำรวจมาแบ่งเป็นสองส่วน (ส่วนแรกนำไปเพื่อเรียนรู้ค่าดัชนีและส่วนที่สองนำมาเพื่อทดสอบความถูกต้อง) ส่วนที่หนึ่ง (Training 60 จุด) มาทำการซ้อนทับกับภาพของภาพดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จากดาวเทียม Sentinel 2B ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 พิจารณาในลักษณะของรายเดือน พบว่าผลลัพธ์มีค่าดัชนีพืชพรรณแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน โดยค่าสูงสุดอยู่ในเดือน กรกฎาคม คือ 0.384821 และค่าน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ คือ 0.098974 โดยเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยรายเดือนจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.141287 – 0.244678 และนำค่าเฉลี่ยรายเดือนปรับไปเป็นตัวแทนของค่ารายปี นำค่าช่วงดังกล่าว (0.141287 – 0.244678) มาทำเป็นค่าขีดแบ่งในช่วงของพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก ค่าที่อยู่นอกเหนือจากนี้จะถูกจัดในกลุ่มพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก ภายหลังทำการแบ่งพื้นที่จากช่วงค่าขีดแบ่ง พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก 67,096 ไร่ พื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก 146,115 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.47%, 68.53% จากพื้นที่ทั้งหมดของอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว ตามลำดับ ถัดมานำข้อมูลจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ส่วนที่สอง (Testing 40 จุด) มาตรวจสอบความถูกต้องของ

ช่วงค่าขีดแบ่ง พบจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้แยกเป็น 2 กลุ่มคือ จุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ที่ตกในพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก 34 จุด และจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ที่ตกในพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการบุกรุก 6 จุด คิดเป็นร้อยละ 85 และ 15 ของจุดสำรวจการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดของส่วนที่สองตามลำดับ จากการทดสอบความถูกต้องจะเห็นได้ว่ามีความถูกต้องสูงพอสมควร สามารถนำค่าขีดแบ่งไปใช้เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกไปใช้ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยง และวางแผนในการเข้าลาดตระเวนพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางในการนำค่าขีดแบ่งไปใช้ในพื้นที่อื่น ๆ เพื่อ วางแผนการป้องกันและปราบปรามผู้บุกรุกพื้นที่ป่าไม้ โดยในการทบทวนวรรณกรรมพบว่า พื้นที่บุกรุกในเขตป่าไม้ มีการวิจัยใช้การรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อยู่มากแต่ไม่ได้ใช้ค่าดัชนี เช่น ดัชนีกนกธน์ กันอินทร์ (2564) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อนุรักษ์บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยผาหลวง จังหวัดแพร่ ใช้วิธีการจำแนกด้วยวิธีการแบบกึ่งดูแล (Supervised) นิรันดร์ มรกตเขียว, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, วันชัย อรุณประภารัตน์ และสิริกร กาญจนสุนทร (2551) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน ใช้สมการโลจิสติก ขณะที่ ชมพูนุช ผลาหาญ (2564) ประยุกต์การรับรู้ระยะไกลเพื่อติดตามการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติทับลาน ใช้การแปลงเชิงวัตถุ (Object-Based Image Analysis: OBIA) จึงไม่มีการศึกษาให้เปรียบเทียบและอภิปรายในเรื่องการบุกรุกป่า แต่เทคนิควิธีการใช้ค่าขีดแบ่งในการประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ เช่น งานของ ชยกร พุ่มนวล และ นิติ เอี่ยมชื่น (2563) ใช้เทคนิคค่าขีดแบ่งในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงเกิดจุดความร้อนอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา โดยแบ่งจุดความร้อนปีแรกเป็นค่าขีดแบ่ง แล้วนำค่าขีดแบ่งไปทดสอบในปีถัดไป โดยทดสอบด้วยค่าจุดความร้อนของปีถัดไปเช่นกัน และพิจารณาจุดความร้อนที่ตกในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันออกไป เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป สามารถขยายช่วงค่าขีดแบ่งย่อยให้มากขึ้นกว่าเดิม (เสี่ยง/ไม่เสี่ยง) เพื่อให้การวิเคราะห์และใช้บริหารจัดการได้แม่นยำยิ่งขึ้น และใช้กลุ่มดาวเทียมที่มีลักษณะการโคจรต่อเนื่องกันมาช่วยในการลดข้อต่อด้วยความถี่ในการโคจรซ้ำ (Revisit) เช่น การใช้ร่วมกันของดาวเทียม Landsat 8 และ Landsat 9 เป็นต้น ขณะเดียวกันทำการวิจัยในการหาค่าขีดแบ่งในช่วงที่กระชับขึ้นเพื่อความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น เช่น ทำในช่วงเฉพาะฤดูกาลเตรียมแปลงเพราะปลูกช่วง พฤษภาคม-กรกฎาคม เป็นต้น หรือพิจารณารอบระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นต่อเนื่องหลายรอบปี เพื่อศึกษาพฤติกรรมสภาพอากาศที่แปรปรวนที่อาจส่งผลกระทบต่อความอ่อนไหวของค่าขีดแบ่งในช่วงต่าง ๆ (เอลนีโญ และ ลานินญา) ในมิติเวลาและเชิงพื้นที่ เช่น NDVI ในเดือนพฤษภาคม Max, Min ผู้การแผ้วรังวัด ลาดตระเวน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว และส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 11 จังหวัดพิษณุโลก ในการอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. (2566). ระบบติดตามการบุกรุกทำลายป่า. สถิติคดีของสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่3 (อุตรดิตถ์). จาก <http://protection.forest.go.th/mainmenu.html>.
- เจิมศักดิ์ ปิ่นทอง. (2535). *วิวัฒนาการของการบุกรุกที่ดินในเขตป่า*. กรุงเทพฯ: สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา.
- ชมพูนุช ผลาหาญ. (2564). *การประยุกต์การรับรู้ระยะไกลเพื่อติดตามการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติทับลาน ตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา*. (วิทยาสตรมหาบัณฑิต) สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชยกร พุ่มนวล และ นิติ เอี่ยมชื่น. (2563). การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงเกิดจุดความร้อนอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 25(1), 64–75.
- ณัฐกมล กัณอินทร์. (2564). การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อนุรักษ์ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยผาหมอง จังหวัดแพร่. (วิทยาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาการจัดการป่าไม้. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ณัฐพล วงษ์รัมย์. (2560). การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ในเขตเทศบาลตำบลหนองเต็ง อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์. *มนุษยสังคมสาร*, 15(2), 297– 306.
- ทิพย์กมล สนลับ, วันชัย อรุณประภารัตน์ และนันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์. (2561). การกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำ ที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน. *วารสารวนศาสตร์*, 37(2), 60–70.
- นิรันดร์ มรกตเขียว, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, วันชัย อรุณประภารัตน์ และ สิริกร กาญจนสุนทร. (2551). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก บริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น. *วารสารวนศาสตร์*, 27(2), 89–98.
- บรรณรักษ์ เสริมทอง. (2543). *ปัจจัยทางเศรษฐกิจ-สังคม ที่มีผลต่อการพึ่งพิงผลิตผลจากป่า และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา จังหวัดระนอง*. (วิทยาสตรมหาบัณฑิต) คณะวนศาสตร์ สาขาวิชาวนศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมนิมิตร พุกงาม, ประสงค์ สงวนธรรม และสุภาภรณ์ ผ่องศาลา. (2560). การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่จางฝั่งขวา จังหวัดลำปาง. *วารสารวนศาสตร์*, 36(1), 123–128.
- สุรกิจ กลิ่นทอง. (2561). การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกเข้าใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่ามวกเหล็ก-ป่าทับกวาง แปลงที่ 2 จังหวัดสระบุรี. *วารสารวนศาสตร์*, 37(2), 60–70.
- อาภาภรณ์ ทองแสงยม ,กาญจน์เขจร ชูชีพ และรัชณี โพธิ์แท่น. (2561). การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวนศาสตร์* 37(2), 108–117.
- Congalton, R.G. & K.Green. (1998). *Assessing the accuracy of remotely sensed data:principles and practices*. New York: Lewis.
- Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F. et. al. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing of Environment*, 120, 25–36.
- Erwin, W. (1976). *Participation Management: Conept Theory and Implementation*. Atianta Ga: Georgia State University.
- Paul, G. & Clare, P. (2000). *Introductory Remote Sensing Digital Image Processing and Applications*. Taylor and Francis.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. & Deering, D.W. (1974). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS, *Third ERTS Symposium*, NASA SP-351, 309–317.

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาบัณฑิตกรรมเชิงพื้นที่

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

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

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ต้นฉบับพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้:** แต่ละเรื่องจะต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์ และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตามหลักของราชบัณฑิตยสถานให้หลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีคำแปล หรือคำที่ใช้แล้ว ทำให้เข้าใจง่าย ขึ้นคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนปนภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะสำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษก่อน

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

3. ชนิดและขนาดตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวอักษร Browallia New

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

4. การส่งต้นฉบับ ผู้เสนอผลงานจะต้องส่งต้นฉบับแบบพิมพ์ ในรูปแบบของอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์แบบ “.doc” (MS Word) มาที่ระบบ Thaijo

5. จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า และไม่ควรสั้นเกินไป โดยรวมทั้งตาราง รูปภาพ

6. รูปแบบการเขียนต้นฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

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

7. ใส่เลขหน้ากำกับทุกหน้า ตรงกลางด้านบนของกระดาษ A4

การเรียงลำดับหัวข้อในบทความผลงานวิจัย

1. ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น กระชับ และสื่อเป้าหมายหลักของงานวิจัย ไม่ใช้คำย่อ ความยาวไม่ควรเกิน 100 ตัวอักษร (ประมาณ 2 บรรทัด) ชื่อเรื่องให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ต้นฉบับภาษาไทยให้พิมพ์ชื่อเรื่องภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ

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

3. บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้น และมีเนื้อหาครบถ้วนตามเรื่องเต็มความยาวไม่เกิน 250 คำ ไม่ควรมีคำย่อ

4. คำสำคัญ (Keywords) ให้ระบุไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษา ไม่ควรเกิน 5 คำ

5. บทนำ (Introduction) เป็นส่วนเริ่มต้นของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา เหตุผล และวัตถุประสงค์ที่นำไปสู่การวิจัยนี้ ควรให้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจากการตรวจเอกสารประกอบ

6. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา (Materials and Methods) ให้ระบุรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ สิ่งื่อนำมาศึกษา จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา อธิบายวิธีการศึกษา แผนการ ทดลองทางสถิติ วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการแปลผล

7. ผลการศึกษา (Results) รายงานผลที่ค้นพบ ตามลำดับขั้นตอนของการวิจัย อย่าง ชัดเจนได้ใจความถ้าผลไม่ซับซ้อน และมีตัวเลขไม่มาก ควรใช้คำบรรยาย แต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัว แปรมาก ควรใช้ตารางหรือแผนภูมิแทน ไม่ควรมีเกิน 5 ตารางหรือแผนภูมิ

8. วิจารณ์และสรุปผล (Discussion and Conclusion) แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาตรงกับ วัตถุประสงค์และเปรียบเทียบกับสมมติฐานของงานวิจัยที่ตั้งไว้หรือแตกต่างไปจากผลงานที่มี ผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และมีพื้นฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และให้จบ ด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทิ้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทาง สำหรับการวิจัยต่อไป

9. ตาราง รูป ภาพ แผนภูมิ (Tables, Figures, and Diagrams) ควรคัดเลือกเฉพาะที่ จำเป็นแทรกไว้ในเนื้อเรื่อง โดยเรียงลำดับให้สอดคล้องกับคำอธิบายในเนื้อเรื่อง และต้องมี คำอธิบายสั้นๆ ที่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วน

กรณีที่เป็นตารางคำอธิบายอยู่ด้านบน ถ้าเป็นรูปภาพ แผนภูมิ คำอธิบายอยู่ ด้านล่าง (สำหรับรูปภาพจะต้องส่งในรูปแบบของอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ jpg.)

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ระบุสั้น ๆ ว่างานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุน และความช่วยเหลือจากองค์กรใด หรือผู้ใดบ้าง

11. เอกสารอ้างอิง (References) ระบุรายการเอกสารที่นำมาใช้อ้างอิงให้ครบถ้วน โดยใช้ อ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association) คือ ให้เรียงเอกสารที่ใช้อ้างอิงทั้งหมด ตามลำดับตัวอักษรตัวแรกของรายการที่อ้างอิง โดยยึดวิธีการเรียงลำดับตามแบบพจนานุกรม โดยมี เอกสารอ้างอิงภาษาไทยก่อนภาษาต่างประเทศ

1. รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงหนังสือ

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

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

ดั่งตัวอย่าง:

พิมพ์ระวี โรจน์รุ่งสัจย์. (2553). การท่องเที่ยวชุมชน (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

2. รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงในวิทยานิพนธ์

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).\ชื่อบทความ.\ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตหรือวิทยานิพนธ์ปริญาดุขฎฐิบัณฑิต).\ ชื่อจังหวัดมหาวิทยาลัย,\ ชื่อมหาวิทยาลัย.

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

ดั่งตัวอย่าง:

ชุดิพงค์ ร่มสนธิ์. (2551). การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้แบบจำลอง CA-MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

3. การอ้างอิงในวารสาร

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

ดั่งตัวอย่าง:

วีระภาส คุณรัตนสิริ. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง

CLUE-S เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดน่าน. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, 19(2), 78-100.

4. รายงานจากการประชุมทางวิชาการ

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

ดังตัวอย่าง:

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

5. การอ้างจากข่าว

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

ดังตัวอย่าง:

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

6. การอ้างจากบทความจากเว็บไซต์

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

ดังตัวอย่าง:

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

ข้อมูลในการติดต่อ:

หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนาวัฒนธรรมเชิงพื้นที่ (RUSID)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

โทร. 0 54-466666 ต่อ 2314

E-mail: rusid@up.ac.th

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาวัตกรรมการเชิงพื้นที่ (JSID)

ประจำปี 5 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2567 (Vol.5, No.1, January-April, 2024)

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโครงการรับตรง (โควตาครูแนะแนว) มหาวิทยาลัยพะเยา

The Web Application Development for Direct Admission (Teacher Counseling Quota) at the University of Phayao

การประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนสาธารณะในเมือง กรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม

Estimation of Above Ground Carbon Sequestration in Urban Public Park:

A Case Study of Nakhon Pathom Municipality Youth Center, Nakorn Pathom Province

ระบบนัดหมายและสื่อสารสำหรับสถานพยาบาลด้วยแชทบอท

Appointments and Communication System for Healthcare with a Chatbot

การพัฒนาระบบติดตามสถานะทางการเงิน งบประมาณรายได้ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ Google Sheet

Development of Financial Document Tracking System, Income Budget of School of Allied Health Sciences, University of Phayao by Google Sheet

การจำแนกสายพันธุ์บอนสีด้วยการประมวลผลภาพบนโมบายแอปพลิเคชัน

Classification of Caladium by Image Processing on the Mobile Application

อุณหภูมิพื้นผิว ดัชนีสเปกตรัมสิ่งปกคลุมดิน และความสัมพันธ์ บริเวณเทศบาลเมืองน่าน และตำบลข้างเคียง จังหวัดน่าน

Land Surface Temperature, Land Cover Spectral Indices, and Their Correlations, Nan Town Municipality and Adjacent Sub-Districts, Nan Province

การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวและผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อพัฒนาเป็นห่วงโซ่มูลค่าใหม่และโมเดลธุรกิจที่เหมาะสม

ภายใต้รูปแบบชีวิตวิถีใหม่ของอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

Analysis of the Tourism Supply Chain and Community Products to Develop a New Value Chain and Business Model

Under the New Normal of Phrao District, Chiang Mai Province

การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินพื้นที่บุกรุกในอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว จังหวัดอุตรดิตถ์

Utilization of Geoinformatics to Assess Encroachment Areas in Phu Soi Dao National Park, Uttaradit Province



กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาวัตกรรมการเชิงพื้นที่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314 Email: rusid@up.ac.th