# JSID

The Journal of Spatial Innovation Development

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1
ม.ค.-เม.ย. 2563
Vol.1 No.1
JAN-APR
2020

## วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา


ภาพวาดโดย นายจักรพรรดิ์ มูลถวิล โรงเรียนดงเจนวิทยาคม จังหวัดพะเยา

ISSN 2730-1478 (Print)
ISSN 2730-1494 (Online)

**วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่**

The Journal of Spatial Innovation Development (JSID)

**คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา**

**ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2563**

Vol.1, No.1, January-April, 2020

ISSN: 2730-1478 (Print) 2730-1494 (Online)

| | |
|---|---|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุโข เสมมหาศักดิ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ศรีวณิช | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ลิมปิยากร | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์ | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง |
| ดร.ธิดาภัทร อนุชาญ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย |
| ดร.สุทัศน์ สุรวาณิช | มหาวิทยาลัยรังสิต |
| นาวาอากาศเอก ดร.ชำนาญ ขุมทรัพย์ | สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภพ แพงวังทอง | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อต | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์ | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จี้ฟู | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา เกาะวิวัฒนากุล | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ดร.นิติ เอี่ยมชื่น | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| อาจารย์ชัชพงศ์ ภาชนะพรรณ์ | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| อาจารย์จิราพร กุลสุนทรรัตน์ | มหาวิทยาลัยพะเยา |

**2.4 เลขานุการ**

นางสาวประนอม เครือวัลย์

**2.5 ผู้ช่วยเลขานุการ**

นางสาวกมลพร ฉิมพาลี

นางสาวนุชรารัตน์ ยะชะระ

ออกแบบปก : อาจารย์นคเรศ ชัยแก้ว

จากภาพวาดโดย นายจักรพรรดิ์ มูลถวิล โรงเรียนดงเจนวิทยาคม จังหวัดพะเยา

เจ้าของ : สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314

กำหนดออก : ปีละ 3 ฉบับ

วัตถุประสงค์ : 1) เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ ตลอดจนสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์เชิงพื้นที่และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

2) เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป มีโอกาสเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

3) เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่สนใจด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

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

อีเมล์ : **rusid@up.ac.th**

# บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา เล่มนี้เป็นฉบับปฐมฤกษ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ได้เผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่สนใจ ด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ตลอดจนสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์เชิงพื้นที่และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ ในวารสารที่มีคุณภาพตามระดับเกณฑ์มาตรฐานของสำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) โดยมีการตีพิมพ์เผยแพร่เป็นประจำปีละสามฉบับ และทุกบทความจะต้องผ่านขั้นตอนกระบวนการพิจารณาจากกองบรรณาธิการ และคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอก (Peer review) เพื่อประเมินผลและพิจารณาบทความ แล้วส่งกลับไปยังผู้นิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนการตีพิมพ์

วารสารฉบับนี้ มีบทความวิจัยที่น่าสนใจ ได้แก่ “ความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ในเมืองเชียงใหม่” “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับการระบาดเชิงพื้นที่ของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดพะเยา” และ “การศึกษามาตรฐานภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้งานสำหรับการบริหารจัดการส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแม่กา” รวมทั้งบทความวิชาการ เรื่อง “ผังเมืองกับการพัฒนาเมืองพะเยา” รวมบทความทั้งสิ้น 8 บทความ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อการศึกษาเชิงพื้นที่และการพัฒนาแนวคิดนวัตกรรมเชิงพื้นที่ทั้งสิ้น

ในนามกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ให้เกียรติในการส่งบทความทุกเรื่อง ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาในการพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านจนทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งหมายไว้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อด
บรรณาธิการ

# สารบัญ

# ความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ในเมืองเชียงใหม่

# Relationship between Tasseled Cap Transformation and Normalized Difference Vegetation Index in the City of Chiang Mai

ภาติยะ พัฒนาศักดิ์[1*]

Patiya Pattanasak[1*]

[1]ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

*Corresponding author: patiya13@gmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ในเมืองเชียงใหม่ ซึ่งดัชนีพืชพรรณเป็นตัวบ่งชี้ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในส่วนของพืช ดิน และน้ำ สามารถใช้ประโยชน์กับเมืองเชียงใหม่และปริมณฑลที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้ใช้ภาพจากดาวเทียมแลนด์แซท 8 โดยการปรับแก้เชิงเรขาคณิต และปรับแก้เชิงคลื่นก่อนการประมวลผล สุ่มตัวอย่างจุดสำรวจจำนวน 203 จุดครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน วิเคราะห์และแสดงสมการจากความสัมพันธ์ที่ได้ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเขียว และ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ มีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกันและสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก ($r = 0.897$, $p < .01$) สมการแสดงความสัมพันธ์ได้แก่ ค่าความเขียว = 0.275 (ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์) – 0.0623 ($R^2 = 0.81$) ในขณะที่ ค่าความสว่าง และ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ มีความสัมพันธ์กันทิศทางตรงกันข้ามและสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($r = -0.301$, $p < .01$) ส่วนค่าความชื้น และ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันและสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($r = 0.322$, $p < .01$)

**คำสำคัญ**: การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล / ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ / เมืองเชียงใหม่

**Abstract**

This research aimed to study relationship between Tasseled Cap Transformation (TCT) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in the city of Chiang Mai. The vegetation indices indicated the characteristics of land use and land cover in a part of vegetation, soil and water which applied for Chiang Mai city and surrounding area with rapid changes of area. Landsat 8 OLI satellite images used in this research with geometric correction and atmospheric correction before analyzed. This research focused mainly on sampling of 203 points covering of 5 types land uses which were urban and build up land, agricultural land, forest land, water body and miscellaneous land. Data were gathered through Pearson Product Moment Coefficient and shown equation from relationship between variables. The study found that there was high positive correlation between Tasseled cap greenness and NDVI ($r = 0.897$, $p < .01$). The equation was Tasseled cap greenness = 0.275(NDVI) – 0.0623 ($R^2 = 0.81$).

Meanwhile, there was low negative correlation between Tasseled cap brightness and NDVI (r =−0.301, p<.01). On the other hand, there was low positive correlation between Tasseled cap wetness and NDVI (r =0.322, p<.01).
**Keyword**: Tasseled cap Transformation / Normalized Difference Vegetation Index / The city of Chiang Mai

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดเชียงใหม่ ไม่สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่จริง เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องการขาดแคลนข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูง ดังนั้นจึงไม่สามารถจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินให้ครบทั้งหมดได้ในครั้งเดียว ปัจจุบันได้นำภาพจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูง มาติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่มักจะมีข้อจำกัดทางด้านการติดตามแบบใกล้เคียงเวลาจริง ซึ่งสภาพพื้นที่โดยเฉพาะเมืองเชียงใหม่และปริมณฑลมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อย่างรวดเร็ว โดยมีการขยายความเป็นเมืองสูง (Urbanization) สาเหตุจากการปัจจัยในการพัฒนาเมืองหลายด้าน ทั้งการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร รวมถึงการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างเข้มข้นจากภาคส่วนอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ของจังหวัด [1]

การวิจัยในครั้งนี้จึงได้นำได้ทำเทคนิคการรับรู้จากระยะไกล มาการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียมแลนด์แซท 8 ในปี พ.ศ.2561 โดยใช้การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (Tasseled Cap Transformation: TCT) เป็นการวิธีการนำข้อมูลในหลายๆ แบนด์มาจัดเรียงข้อมูลใหม่ ซึ่งใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับพืช ดิน และน้ำ วิธีการดังกล่าวจะเป็นการพัฒนาวิธีการศึกษาด้านการเน้นข้อมูลภาพ (Image enhancement) และสามารถนำไปเปรียบเทียบกับกับดัชนีพืชพรรณประเภทอื่น ๆ โดยสามารถนำผลการศึกษาไปปรับใช้ในการวางแผนการขยายตัวของเมืองเชียงใหม่ในอนาคตได้อย่างเหมาะสม โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (TCT) และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ในเมืองเชียงใหม่

## 2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

**ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา** แบ่งออกได้เป็น

1. ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงเลขแลนด์แซท 8 (LANDSAT 8 ระบบ OLI) จำนวน 11 ช่วงคลื่น พ.ศ. 2561 มีรายละเอียดภาคพื้นดิน 30 เมตรในระบบหลายช่วงคลื่น (Multi – spectral) จาก กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา [2]
2. แผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวาง 4746 I, 4746 II, 4747 II, 4846 I, 4846 II, 4846 III, 4846 IV, 4847 II, 4847 III
3. ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะประจำในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง ถนน แม่น้ำ สถานที่สำคัญ

**อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา**

1. เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลและเครื่องพิมพ์
2. ซอฟต์แวร์ด้านภูมิสารสนเทศศาสตร์

**การนำเข้าข้อมูล**

1. นำเข้าข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ภาพดาวเทียมแลนด์แซท 8 ที่ผ่านการขจัดความผิดพลาดเชิงคลื่น บันทึกในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

2. นำเข้าแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวาง 4746 I, 4746 II, 4747 II, 4846 I, 4846 II, 4846 III, 4846 IV, 4847 II, 4847 III ลงในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

**การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction)**

เพื่อให้ภาพดาวเทียมสามารถอ้างอิงพิกัดตรงกับพิกัดบนพื้นดิน ใช้วิธีการปรับแก้ทางตำแหน่งของภาพดังต่อไปนี้

1. การปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซท โดยอ้างอิงจากแผนที่เชิงเลข มาตราส่วน 1:50,000 ที่มีความถูกต้องทางเรขาคณิตแล้วเป็นภาพอ้างอิง โดยเลือกจุดควบคุมตามสมการโพลีโนเมียล (Polynomial) ในลำดับที่สอง จะได้จุดควบคุมจำนวนอย่างน้อย 6 จุด โดยจะต้องเป็นจุดที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันทั้งในแผนที่และภาพดาวเทียม และให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

2. ตรวจสอบการใช้หลักการรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง โดยมีค่าไม่เกิน 1 จุดภาพ

3. คำนวณค่าความสว่างใหม่ด้วยวิธีการประมาณค่าข้อมูลแบบจุดข้างเคียงที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Interpolation)

**การปรับแก้เชิงคลื่น (Atmospheric correction)**

โดยการปรับค่าการสะท้อนของจุดภาพ (DN) ให้เป็นค่าการสะท้อนจากผิวโลก (Reflectance) จากภาพดาวเทียมแลนด์แซท 8 ก่อนไปวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ [3] ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การแปลงค่าการสะท้อนของจุดภาพ (DN) เป็นค่าแผ่รังสีช่วงคลื่น (Radiance) โดยนำค่าเกน (Gain) ค่าความเอนเอียง (Bias) และค่าออฟเซ็ต(Offset) ที่ได้จากข้อมูลเมทาดาตา (Metadata) ของข้อมูลภาพดาวเทียมในแต่ละช่วงคลื่น มาแทนค่าในสมการ

$P\lambda' = M p * Q cal + A p$

โดยที่

$P\lambda'$ = ค่าการสะท้อนจากผิวโลกโลกไม่ได้ปรับแก้มุมของดวงอาทิตย์

Mp = ค่าเกนจากข้อมูลเมทาดาตาของแต่ละแบนด์

Ap = ค่าออฟเซ็ตที่วัดได้จากระบบตรวจวัดจากข้อมูลเมทาดาตาของแต่ละแบนด์

Qcal = ค่าการสะท้อนของจุดภาพของภาพจากดาวเทียม

จากนั้น ในขั้นตอนที่ 2 ปรับแก้ค่าการสะท้อนจากผิวโลกด้วยมุมของดวงอาทิตย์ตามสมการ

$P\lambda = P\lambda' / \cos \theta SZ$ หรือ

$P\lambda = P\lambda' / \sin \theta SE$

โดยที่

$P\lambda$ = ค่าการสะท้อนจากผิวโลก

$P\lambda'$ = ค่าการสะท้อนจากผิวโลกโดยไม่ได้ปรับแก้มุมของดวงอาทิตย์

$\theta SZ$ = มุมของดวงอาทิตย์กระทำกับพื้นผิวโลก; $\theta SZ = 90° - \theta SE$

$\theta_{SE}$ = มุมยกของดวงอาทิตย์จากข้อมูลเมทาดาตาของภาพจากดาวเทียม [4]

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

**การจัดทำดัชนีพืชพรรณ**

1. นำภาพดาวเทียมแลนด์แซท 8 ที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิต ปรับแก้ค่าชดเชยจากบรรยากาศ เพื่อปรับค่าความสว่างของจุดภาพเป็นการสะท้อน วิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์จากสมการ

$$\text{ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (NDVI)} = \frac{\text{ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR)} - \text{ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (Red)}}{\text{ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR)} + \text{ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (Red)}} \qquad \text{(สมการ 1)}$$

การวิเคราะห์การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (Tasseled Cap Transformation) ประกอบไปด้วย ค่าความสว่าง (Tasseled cap brightness) ค่าความเขียว (Tasseled cap greenness) และ ค่าความชื้น (Tasseled cap wetness) โดยค่าสัมประสิทธิ์แทสเซิล (Tasseled cap) ดังตาราง 1 และแสดงสมการได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์แทสเซิล ของดาวเทียมแลนด์แซท 8 [5]

| | แบนด์ 1 | แบนด์ 2 | แบนด์ 3 | แบนด์ 4 | แบนด์ 5 | แบนด์ 6 | แบนด์ 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ค่าความสว่าง | 0.0000 | 0.3029 | 0.2786 | 0.4733 | 0.5599 | 0.5080 | 0.1872 |
| ค่าความเขียว | 0.0000 | −0.2941 | −0.2430 | −0.5424 | 0.7276 | 0.0713 | −0.1608 |
| ค่าความชื้น | 0.0000 | 0.1511 | 0.1973 | 0.3283 | 0.3407 | −0.7117 | −0.4559 |
| TCT4 | 0.0000 | −0.8239 | 0.0849 | 0.4396 | −0.0580 | 0.2013 | −0.2773 |
| TCT5 | 0.0000 | −0.3294 | 0.0557 | 0.1056 | 0.1855 | −0.4349 | 0.8085 |
| TCT6 | 0.0000 | 0.1079 | −0.9023 | 0.4119 | 0.0575 | −0.0259 | 0.0252 |

ค่าความสว่าง = (0.3029 * แบนด์ 2) + (0.2786 * แบนด์ 3) + (0.4733 * แบนด์ 4) + (0.5599 * แบนด์ 5) + (0.5080 * แบนด์ 6) + (0.1872 * แบนด์ 7) (สมการ 2)

ค่าความเขียว = (−0.2941 * แบนด์ 2) + (−0.2430 * แบนด์ 3) + (−0.5424 * แบนด์ 4) + (0.7276 * แบนด์ 5) + (0.0713 * แบนด์ 6) + (−0.1608 * แบนด์ 7) (สมการ 3)

ค่าความชื้น = (0.1511 * แบนด์ 2) + (0.1973 * แบนด์ 3) + (0.3283 * แบนด์ 4) + (0.3407 * แบนด์ 5) + (−0.7117 * แบนด์ 6) + (−0.4559 * แบนด์ 7) (สมการ 4)

2. แสดงแผนที่จากดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ ค่าความสว่าง ค่าความเขียว และ ค่าความชื้น

3. วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ตามเกณฑ์การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในระดับที่ 1 ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and build up land) พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land) พื้นที่ป่าไม้ (Forest land) พื้นที่แหล่งน้ำ (Water body) และพื้นที่อื่น ๆ(Miscellaneous land)

4. กำหนดจุดสำหรับเปรียบเทียบค่าจากดัชนีพืชพรรณ โดยใช้หลักการเดียวกับการสุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องจากการจำแนก ตามสมการ

$$N = \frac{z^2(p)(q)}{E^2} \qquad \text{(สมการ 5)}$$

โดยที่

N = จำนวนจุดภาพ

Z = 2 (จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 1.96 สำหรับร้อยละ 95 ของความเชื่อมั่น 2 ทาง)

P = ร้อยละของการยอมรับได้

q = 100 – p (ร้อยละ)

E = ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

โดยกำหนดร้อยละของการยอมรับได้ เท่ากับ ร้อยละ 85 กำหนดความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 5 สามารถคำนวณจำนวนจุดภาพในการสำรวจเท่ากับ 203 จุด [6]

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

6. สร้างสมการทำนาย ค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้นจากดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ด้วยการวิเคราะห์การถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ ด้วยสมการในรูปแบบที่มีความเชื่อมั่นสูงสุด

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

### การวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices)

ดัชนีพืชพรรณเป็นการคำนวณโดยนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกันแล้วให้ผลลัพธ์ในการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชพรรณปกคลุมกับบริเวณที่ไม่ใช่พืชพรรณ เป็นประโยชน์ในการติดตามเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพืชพรรณและสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา ช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณได้แก่ ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง มีคุณสมบัติในการวัดค่าการสะท้อนจากส่วนที่มีการดูดกลืนพลังงานในใบพืชหรือส่วนที่มีคลอโรฟิลล์ และช่วงอินฟราเรดใกล้ มีคุณสมบัติในการแยกแยะพืชพรรณและวัดปริมาณมวลชีวภาพ

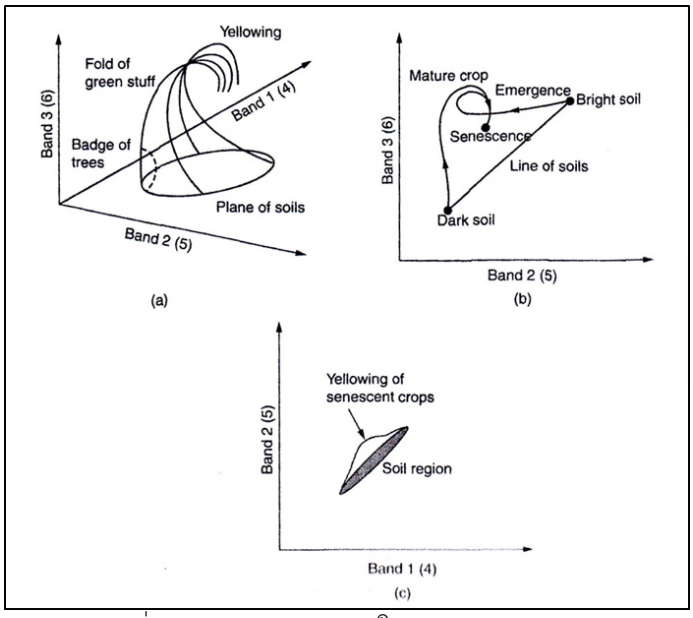
1) ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index)

เป็นการทำสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น 2 ช่วงคลื่นที่ปรับให้มีลักษณะเป็นการกระจายปกติ คือ นำช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ลบด้วยช่วงคลื่นตามองเห็นได้ในช่วงคลื่นสีแดง หารด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดบวกด้วยช่วงคลื่นตามองได้เห็นได้ในช่วงคลื่นสีแดง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ –1 ถึง 1 โดยพื้นที่ที่มีปริมาณพืชปกคลุมมากจะมีค่าใกล้เคียง 1 ส่วนที่ไม่มีพืช ค่าจะเข้าใกล้ 0 และส่วนที่เป็นพื้นน้ำ ค่าจะเข้าใกล้ –1

2) ดัชนีพืชพรรณโดยใช้วิธีการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล (Tasseled cap Transformation)

เคาท์และโธมัส (Kauth – Thomas) ได้พัฒนาดัชนีพืชพรรณโดยใช้ภาพดาวเทียม 4 แบนด์ แทนที่ 2 แบนด์ แล้วแปลงสู่ที่ว่าง 4 มิติใหม่ หรือที่เรียกว่าดัชนีหมวกพู่ห้อย (Tasseled cap) ทั้งนี้เพราะผลจากแปลงทำให้ข้อมูลความสว่างที่อยู่ในที่ว่าง 4 มิติมีรูปร่างเหมือนพู่ห้อย แกนทั้ง 4 แกน จะประกอบไปด้วยแกนความสว่างชัด (Brightness) แกน

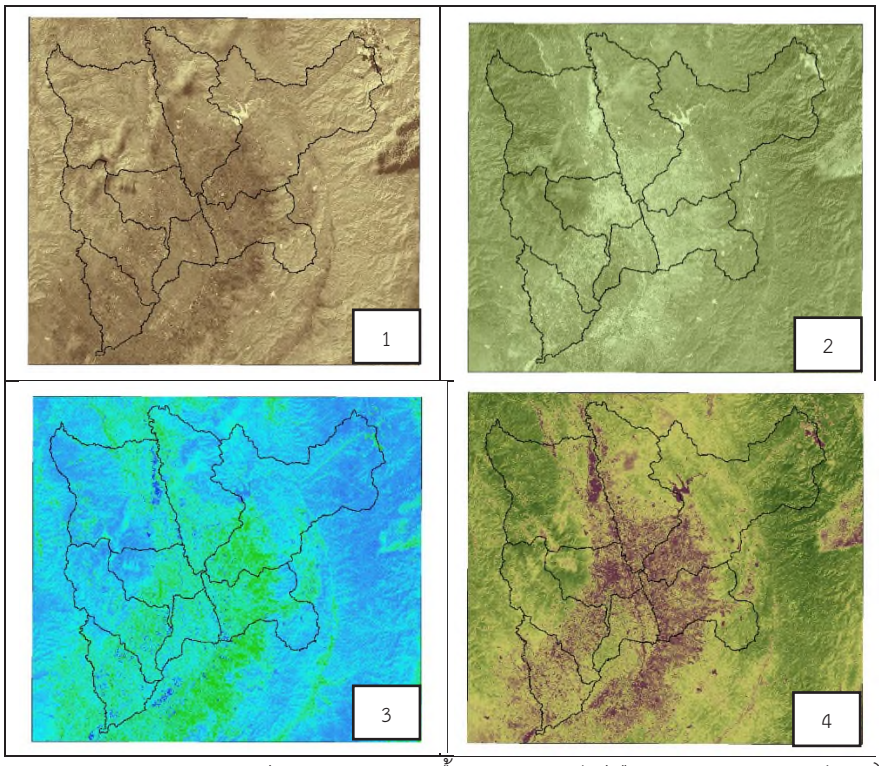
ความเขียว (Greenness) แกนความเหลือง (Yellowness) และแกนเปรียบมิได้ (Non such) โดยที่แกนความสว่างชัดจะสัมพันธ์กับความแปรผันของการสะท้อนแสงจากดิน แกนความเขียวมีสหสัมพันธ์กับความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณที่สมบูรณ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงอายุของการเจริญเติบโต ขณะที่แกนความเหลืองจะสัมพันธ์กับความเปลี่ยนแปลงของพืชที่มีโรคและแมลงรบกวน ส่วนแกนเปรียบมิได้ เป็นแกนที่มิได้สัมพันธ์กับสิ่งปกคลุมดิน [6] แสดงดังรูปที่ 1




รูปที่ 1 การแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิล [7]

ตามปกติข้อสนเทศส่วนใหญ่จะปรากฏใน 2 แกนหลัก คือ แกนความสว่างชัดและแกนความเขียวถึงประมาณร้อยละ 95 – 98 ของข้อมูล โดยที่ข้อเทศของดินจะขนานกับแนวแกนความสว่างชัด ที่เรียกว่าเส้นดินหรือเส้นความสว่างชัดของดินและข้อสนเทศของพืชพรรณจะอยู่ในแนวแกนความเขียวซึ่งจะเบนไปในลักษณะที่ตั้งฉากกับเส้นดิน ข้อสนเทศเกี่ยวกับพืชพรรณ เช่น ปริมาณของพืชพรรณสามารถทราบได้จากแนวแกนของความเขียวนี้ กล่าวคือ ถ้าแกนความเขียวที่ตั้งฉากกับเส้นดินอยู่ห่างจากเส้นดินมากเท่าใด ปริมาณของพืชพรรณก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ทั้งนี้เพราะก่อนเริ่มต้นฤดูการเพาะปลูกมีการเตรียมดินพื้นดินจึงว่างเปล่า ดังนั้นพื้นดินจะมีการสะท้อนแสงสูง ต่อมาเมื่อทำการเพาะปลูกและพืชเจริญเติบโตขึ้นเป็นลำดับนั้น ใบของพืชจะปกคลุมผิวดินไว้ทำให้การสะท้อนแสงจากดินลดลง ขณะที่พืชจะมีการสะท้อนแสงมากขึ้นมากช่วงอายุของการเจริญเติบโต ลำดับของการสะท้อนแสงของดินและพืชพรรณจะมีลักษณะได้แก่ ความสว่างชัดจะทวนเข็มนาฬิกาจากขวามุมล่าง ขณะที่พืชพรรณเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยว “ความเขียว” จะเพิ่มมากขึ้นจนอยู่บนมุมซ้ายของแผนภูมิ เมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จแล้วความเขียวจะเริ่มลดลงขณะที่ดินจะเริ่มกลับมาสะท้อนแสงความสว่างชัดจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น [6] ส่วน Hung *et al.* (n.d.) [8] ได้ศึกษาผลการวิเคราะห์การแปลงค่า Tasseled cap จากภาพดาวเทียม Landsat 7 พบว่าการแปลงค่าในระบบ 4 แกน เหมาะสำหรับขอบเขตของความเป็นไปได้ทางด้านการปรับแก้เชิงบรรยากาศ Brightness Greenness และ Wetness อธิบายได้ถึงร้อยละ 97 จากการแปลงค่าการสะท้อนจากค่าการสะท้อนของจุดภาพ ส่วนงานวิจัยของรัฐสิทธิ์ (2560) [9] ได้นำการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลมาใช้ในการจำแนกพื้นที่ปลูกลำใย โดยกล่าวว่าค่าความสว่างแสดงทิศทางความแปรปรวนหลักของการสะท้อนของดิน ค่าความเขียวสัมพันธ์กับปริมาณสีเขียว ส่วนค่าความชื้นสัมพันธ์กับทรงพุ่มของพืชและความชื้นของดิน

ในการวิเคราะห์ค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และ ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ แสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังภาพที่ 2




รูปที่ 2 ค่าความสว่าง (1) ค่าความเขียว (2) ค่าความชื้น (3) และ ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ (4)

**ความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์**

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ โดยกำหนดจุดตัวอย่างครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวน 5 ประเภท จำนวน 203 จุด ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์

| | ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ | ค่าความสว่าง | ค่าความเขียว | ค่าความชื้น |
|---|---|---|---|---|
| ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ | 1 | -0.301** | 0.897** | 0.322** |
| ค่าความสว่าง | -0.301** | 1 | -0.065 | -0.506** |
| ค่าความเขียว | 0.897** | -0.065 | 1 | 0.243** |
| ค่าความชื้น | 0.322* | -0.506** | 0.243** | 1 |

** ความสัมพันธ์ตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 พบว่า ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และค่าความสว่าง มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.897 ซึ่งทั้งดัชนีพืชพรรณทั้งสองตัว มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

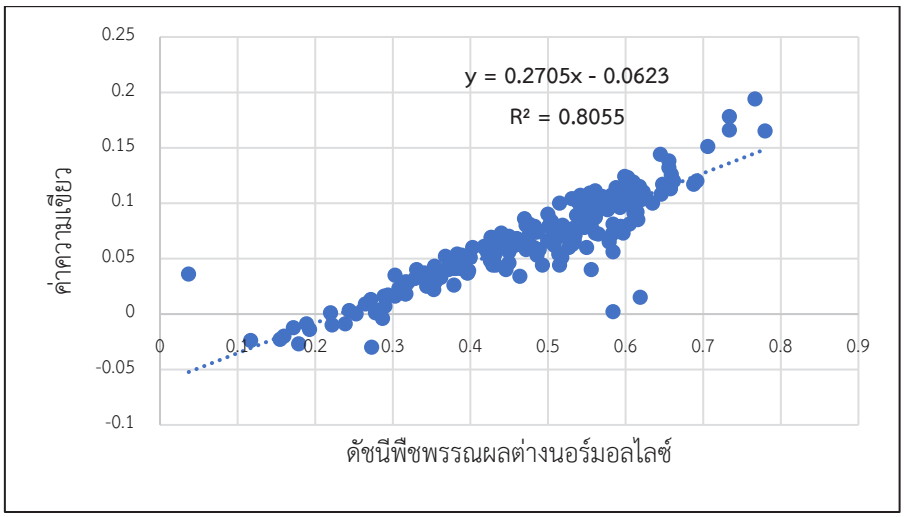
ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และค่าความเขียว มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ –0.301 ซึ่งทั้งดัชนีพืชพรรณทั้งสองตัว มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม ด้วยความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และค่าความชื้น มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.322 ซึ่งทั้งดัชนีพืชพรรณทั้งสองตัว มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

**สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลและดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์**

การแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง ค่าความเขียว ค่าความชื้น และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ เลือกแสดงความสัมพันธ์ของค่าความเขียวและดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์ได้ดังรูปที่ 3 เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ในระดับสูง

สมการแสดงความสัมพันธ์ของค่าความเขียว และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ แสดงได้ในรูปแบบสมการเชิงเส้น ได้แก่ ค่าความเขียว = 0.275 (ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์) – 0.0623 ($R^2$ = 0.81) ส่วนสมการแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง ค่าความชื้น กับค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ไม่ถูกนำมาแสดง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ในระดับต่ำ




รูปที่ 3 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความเขียว และดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์

## สรุป

ดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์เป็นการแสดงปริมาณพืชปกคลุมมากจะมีค่าใกล้เคียง 1 ส่วนที่ไม่มีพืช ค่าจะเข้าใกล้ 0 และส่วนที่เป็นพื้นน้ำ ค่าจะเข้าใกล้ –1 ส่วนดัชนีพืชพรรณโดยใช้วิธีการแปลงค่าข้อมูลใหม่แบบแทสเซิลใช้ภาพดาวเทียม 4 แบนด์ แทนที่จะเป็น 2 แบนด์ แล้วแปลงสู่ที่ว่าง 4 มิติใหม่ โดยแกนความเขียวมีสหสัมพันธ์กับ

ความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณที่สมบูรณ์ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และ ค่าความเขียว มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก เนื่องจากทั้งสองดัชนีพืชพรรณแสดงถึงลักษณะความเป็นพืชพรรณ โดยสามารถใช้ทดแทนกันได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Samarawickrama (2017) [9] โดยดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์และค่าความเขียวมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์ที่สูงมาก ในขณะเดียวกันดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์และค่าความสว่างความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามและสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ส่วนดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ และ ค่าความชื้น มีความสัมพันธ์กันตามระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ และหากทราบค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างนอร์มอลไลซ์ สามารถนำมาวิเคราะห์ค่าความสว่าง ค่าความเขียว และค่าความชื้นได้ เพื่อประเมินพื้นที่แสดงความเป็นพืช พื้นที่แสดงส่วนที่เป็นดิน พื้นที่แสดงส่วนที่เป็นน้ำในพื้นที่อื่น ๆ จากการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแลนด์แซทได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**เอกสารอ้างอิง**

[1] สมพร สง่าวงศ์. (2552). การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์. กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พริ้น (1998) จำกัด.

[2] U.S. Geological survey. (2018). EarthExplorer–Home. Retrieved March 13, 2018, from https://earthexplorer.usgs.gov/

[3] Kiyoshi, H. (2005). DN to reflectance. Retrieved October 1, 2017, from http://www.rsgis.ait.ac.th/~honda/textbooks/advrs/ DN2Reflectance_2p.pdf

[4] U.S. Geological Survey. (2017). Landsat Project Description. Retrieved August 13, 2017, from https://landsat.usgs.gov/landsat–project–description

[5] Tamblyn, C. (2015). Tasseled cap transformation for Landsat 8. Retrieved August 13, 2017, from http://community.hexagongeospatial.com/t5/tkb/articleprintpage/tkb–id/KS_SpatialModeler_AnalyticalRecipes/article–id/29

[6] สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2550). การสำรวจระยะไกล: การประมวลภาพเชิงเลขเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียน สโตร์.

[7] Gao, J. (2009). Remotely Sensed Imagery. USA: McGraw–Hill Companies.

[8] Hung, C., Wyile. W.B., Yang, L., Homer, C and Zylstra, G. (n.d.). Derivation of A Tasseled Cap Transformation Based on Landsat 7 At–Satellite Reflection. Retrieved August 13, 2017, from http://landcover.usgs.gov/pdf/tasseled.pdf

[9] รัฐสิทธิ์ สุขะหุต และคณะ. (2560). การพัฒนาระบบการจำแนกและประมาณพื้นที่การเกษตรด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล กรณีศึกษาสวนลำใยในประเทศไทย จีน เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562, จาก http://stdb.most.go.th/research_detail.aspx? ResearchId=81528

[10] Samarawickrama, D., Piyaratne, D. and Ranagalage, M. (2017). Relationship between NDVI with Tasseled cap Indices: A Remote Sensing based Analysis. Retrieved December 2, 2019, from http://ijirt.org/master/publishedpaper/IJIRT144493_PAPER.pdf

# ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับการระบาดเชิงพื้นที่ของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดพะเยา

# The Relationship between Land use Patterns and the Spatial Outbreak of Dengue Hemorrhagic Fever in Phayao Province

ศิริลักษณ์ พิมมะสาร[1*]

Siriruk Pimmasarn

[1]สาขาวิชาการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สำนักวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) จังหวัดปทุมธานี 12120

*Corresponding author: Siriruk.pim@gmail.com

**บทคัดย่อ**

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับการระบาดเชิงพื้นที่ของโรคไข้เลือดออกของจังหวัดพะเยา ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยในระดับหมู่บ้าน ปี พ.ศ.2549-2553 และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดพะเยา ปี พ.ศ.2552 ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำวิธีการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ และใช้วิธีวิเคราะห์คุณค่าของข้อมูลเพื่อหาระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ผลการศึกษาพบว่า การระบาดเชิงพื้นที่ของโรคไข้เลือดออกมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชุมชน/เมือง อยู่ในระดับสูง โดยพื้นที่ชุมชน/เมืองที่มีความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคจะกระจายตัวอยู่ทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันออกของกว๊านพะเยาเป็นส่วนใหญ่

**คำสำคัญ:** การวิเคราะห์คุณค่าของข้อมูล/ ไข้เลือดออก/ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

**Abstract**

The objective of this study was to study the relationship between land use patterns and the spatial outbreak of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) in Phayao Province, northern Thailand. This study utilized data collecting from DHF patients at village level for the period 2006 – 2010 and Phayao land use map in 2009. A Geographic Information System (GIS) was used to prepare the spatial data for analyzing the outbreak areas of DHF. In data analysis, the information value method was used to calculate the information values between factors. Preliminary results demonstrated that the spatial statistical relationship of various land use classed with DHF-affected areas. The highest information value was obtained for the urban and built-up area. This indicated that built-up area had the maximum influence on the incidence of dengue. The risk areas of DHF occurred in the north and east of Kwan Phayao.

**Keyword:** Information Value Based Analysis/ Dengue Hemorrhagic Fever/ Geographic Information Systems/

**บทนำ**

ไข้เลือดออก เป็นโรคที่เป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของประเทศไทย จะเห็นได้จากในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา พบว่ามีรายงานผู้ป่วยเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 30,000–50,000 ราย และยังมีการระบาดครั้งใหญ่ที่มีจำนวนผู้ป่วยมากกว่า 100,000 รายหลายครั้ง จากรายงานการระบาดในช่วง 3 ปีย้อนหลัง คือ ปี พ.ศ. 2549 – 2551 พบว่า จำนวนผู้ป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เท่ากับ 46,829 ราย 65,581 ราย และ 89,626 ราย ตามลำดับ คิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 74.78 , 104.21 และ 142.18 ต่อแสนประชากรตามลำดับ และในปีพ.ศ. 2551 พบว่า ภาคกลาง มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงสุดถึง 43,883 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 207.72 ต่อแสนประชากร รองลงมา ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ มีผู้ป่วยจำนวน 20,598 ราย 12,699 ราย และ 12,446 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 173.50, 59.38 และ 143.80 ต่อแสนประชากร ตามลำดับ [1] ผลกระทบของการระบาดของโรคไข้เลือดออกนอกจากจะส่งผลต่อภาวะสุขภาพของประชาชน ยังส่งผลต่อภาวะเศรษฐกิจของประเทศ จะเห็นได้จากในแต่ละปี รัฐต้องสูญเสียงบประมาณในการรณรงค์ควบคุมและป้องกันการเกิดโรคไข้เลือดออกประมาณปีละ 50 ล้านบาท เนื่องจากการอุบัติการณ์ของโรคยังสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลซึ่งเข้าถึงสถานบริการทางการแพทย์ได้ยาก รวมถึงมีจำนวนบุคลากรทางการแพทย์ และอุปกรณ์การแพทย์ที่ไม่เพียงพอต่อการดูแลรักษา

ในการควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยนั้น กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดแนวทางและมาตรการในการควบคุมและป้องกันโรค โดยเน้นการดำเนินงานก่อนช่วงก่อนการระบาดของโรค เช่น การกำจัดลูกน้ำยุงลาย ร่วมกับองค์กรภาคีเครือข่ายในชุมชน และเมื่อมีการเกิดโรคในพื้นที่ การเฝ้าระวังสอบสวนเคลื่อนที่เร็ว (Surveillance and Rapid Response Team หรือ SRRT) ดำเนินการสอบสวนโรคและการควบคุมการระบาดของโรค ร่วมกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ โดยการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ของข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางด้านรูปแบบ แนวโน้ม และผลกระทบจากโรค รวมถึงข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพ ประชากร เศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่ที่เกิดการระบาด ประกอบกับการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems : GIS) มาใช้เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจ เพื่อการวางแผน เฝ้าระวัง และป้องกันการระบาดของโรคติดต่อในเชิงพื้นที่ [2]

ในงานด้านระบาดวิทยาเชิงพื้นที่ การผสานแนวคิดการศึกษาทางด้านภูมิศาสตร์เข้ากับวิธีการทางสถิติเชิงพื้นที่ มีส่วนสำคัญที่จะช่วยในการเฝ้าระวังและป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคติดต่อที่มีการแพร่ระบาดของโรคอย่างรุนแรง และมีการกระจายตัวที่กว้างขวาง การนำเอาเทคโนโลยีทางด้านภูมิศาสตร์ เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการและการตัดสินใจในการควบคุมและป้องกันโรค เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานได้อย่างรวดเร็วและครอบคลุมในทุกพื้นที่ [3] ช่วยลดจำนวนอัตราป่วยและอัตราการตายจากโรคติดต่อต่างๆได้ โดยเฉพาะโรคที่ต้องมีการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาและการป้องกัน โดยจะชี้ให้เห็นถึงขอบเขตพื้นที่ที่มีการเกิดโรค บ่งบอกได้ถึงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน ความหนาแน่นของแหล่งน้ำในพื้นที่ ฯลฯ ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อการแพร่เชื้อ รวมถึงคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรค ที่จะเป็นประโยชน์ในการช่วยตัดสินใจการวางแผน การแก้ไขปัญหาและการพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชน

จังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดที่ประสบปัญหาการระบาดของโรคไข้เลือดออกอย่างต่อเนื่อง จากรายงานจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในปี พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยเป็นอันดับสามในเขตพื้นที่ภาคเหนือ โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 1,356 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 278.37 ต่อแสนประชากร [4] ปัญหาการระบาดของไข้เลือดออกในจังหวัดพะเยามีความซับซ้อน และแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ การศึกษาเพื่อให้ทราบถึงข้อเท็จจริงหรือความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสภาพแวดล้อมกับการระบาดของโรคถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการบริหารจัดการและการตัดสินใจในการควบคุม ป้องกัน และเฝ้าระวังการระบาดของโรคในพื้นที่ให้เกิดประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองทางสถิติเพื่อวิเคราะห์คุณค่าของข้อมูล (Information value) เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินกับการระบาดเชิงพื้นที่ของโรคไข้เลือดออกของจังหวัดพะเยา ร่วมการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อชี้ให้เห็นถึงพื้นที่เสี่ยงของโรคไข้เลือดออกที่มีความสัมพันธ์ต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะต่างๆ ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผน ควบคุม ป้องกัน และเฝ้าระวังการระบาดของโรคในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดพะเยาต่อไป

## 2. วิธีการศึกษา

### 2.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (Dengue Hemorrhagic Fever: DHF) รายหมู่บ้าน ระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2553 (5 ปี) ซึ่งเป็นคาบเวลาที่มีสถานการณ์การระบาดในพื้นที่และมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยอย่างเด่นชัด จำนวน 1,014 ราย และ 2) ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และ ตำแหน่งหมู่บ้าน จำนวน 818 หมู่บ้านของจังหวัดพะเยา

### 2.2 การจัดเตรียมข้อมูล

การจัดเตรียมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1) ทำการเชื่อมโยงข้อมูลจุดหมู่บ้านเข้ากับข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 5 ปี (พ.ศ.2549–2553) ให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และใช้วิธีการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation: KDE) เพื่อคำนวณค่าความหนาแน่นของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อ 1 ตร.กม. โดยกำหนดค่ารัศมี(Radius) วงกลมในการตรวจสอบการกระจายของจุดหมู่บ้านและจำนวนผู้ป่วย 5 ปี เท่ากับ 1 กิโลเมตร และรายละเอียดจุดภาพ (Pixel Resolution) ของการแสดงผลเท่ากับ 100 เมตร [5] โดยแสดงผลออกมาเป็นแผนที่พื้นที่ระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยมีการจำแนกข้อมูลในการแสดงผลออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ค่าความหนาแน่นมากกว่าหนึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (>1SD), มากกว่าสองส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (>2SD) และ มากกว่าสามส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (>3SD) ตามลำดับ

2) ทำการสร้างพื้นที่กริดโซนขนาด 1 ตร.กม. เพื่อใช้เป็นขอบเขตพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ เชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2552 [6] ที่มีจำแนกการใช้ประโยชน์ออกเป็นพื้นที่ เกษตรกรรม ชุมชน/เมือง แหล่งน้ำ ป่าไม้ และ พื้นที่อื่นๆ

### 2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินกับพื้นที่ระบาดของโรคไข้เลือดออก ในจังหวัดพะเยาในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์คุณค่าของข้อมูล (Information Value Method) ที่อาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็นของเบย์ (Baye's Theorem) ที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจะมีผลหรือมีความสัมพันธ์ต่อการระบาดของโรคในเชิงพื้นที่ [7] ซึ่งค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Information Value) จะสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 1 ถึง 3 ดังนี้

$$I - Value = log\left(\frac{classden}{mapden}\right) \quad (1)$$

$$classden = \frac{ndclass}{nclass} \quad (2)$$

$$mapden = \frac{ndmap}{nmap} \quad (3)$$

เมื่อ *I–Value* = ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ndclass = ขนาดพื้นที่ระบาดของโรคจำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในเขตพื้นที่ศึกษา (ตร.กม.)

nclass = ขนาดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในเขตพื้นที่ศึกษา (ตร.กม.)

ndmap = ขนาดพื้นที่ระบาดในเขตพื้นที่ศึกษา (ตร.กม.)

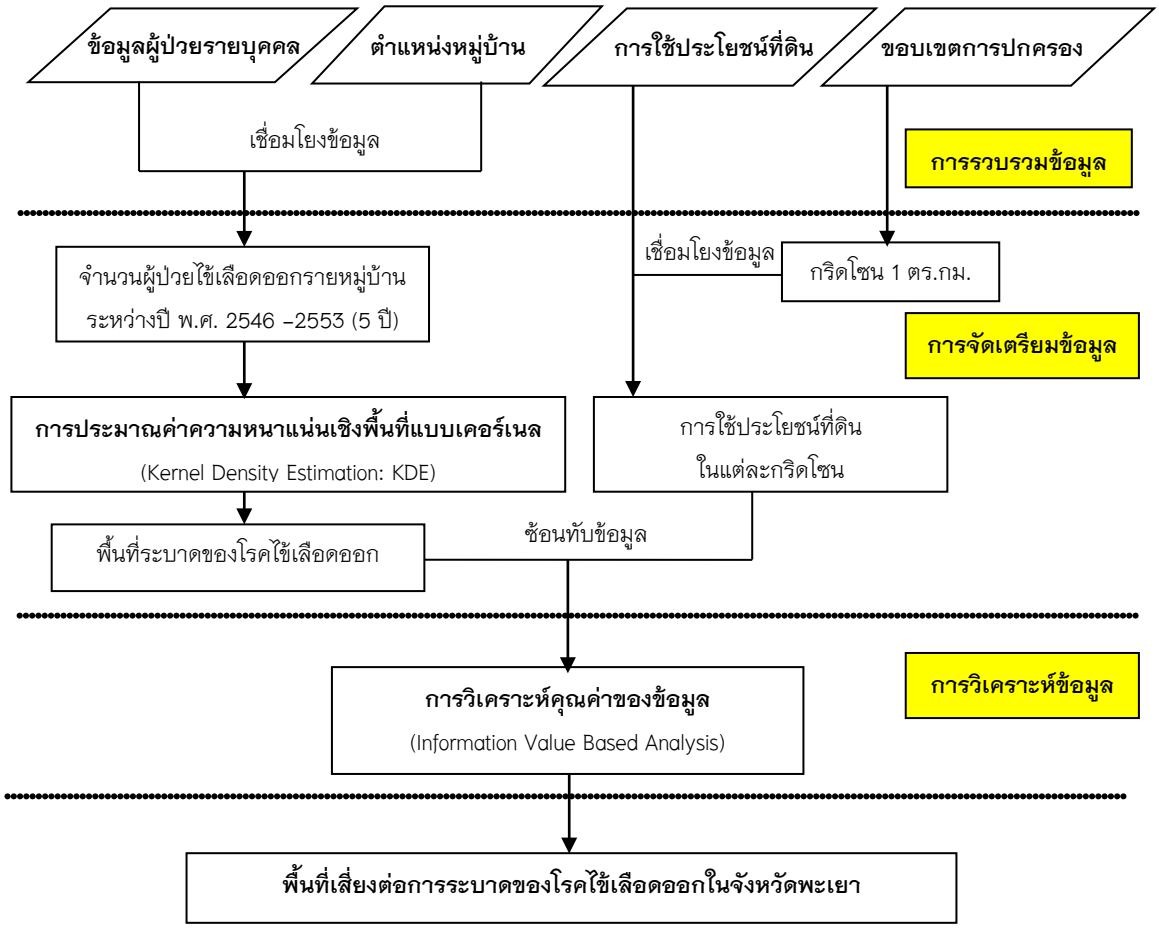
nmap = ขนาดพื้นที่ศึกษา (ตร.กม.)

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่คำนวณได้ สามารถจำแนกได้ออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลน้อยมาก (I–Value < –1.0) มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลน้อย (–1.0 < I–Value < –0.5) มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปานกลางค่อนข้างต่ำ (–0.5 < I–Value < 0.0) มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปานกลางค่อนข้างสูง (0.0 < I–Value < 0.5) มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสูง (0.5 < I–Value < 1.0) และมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสูงมาก (I–Value > 1.0)

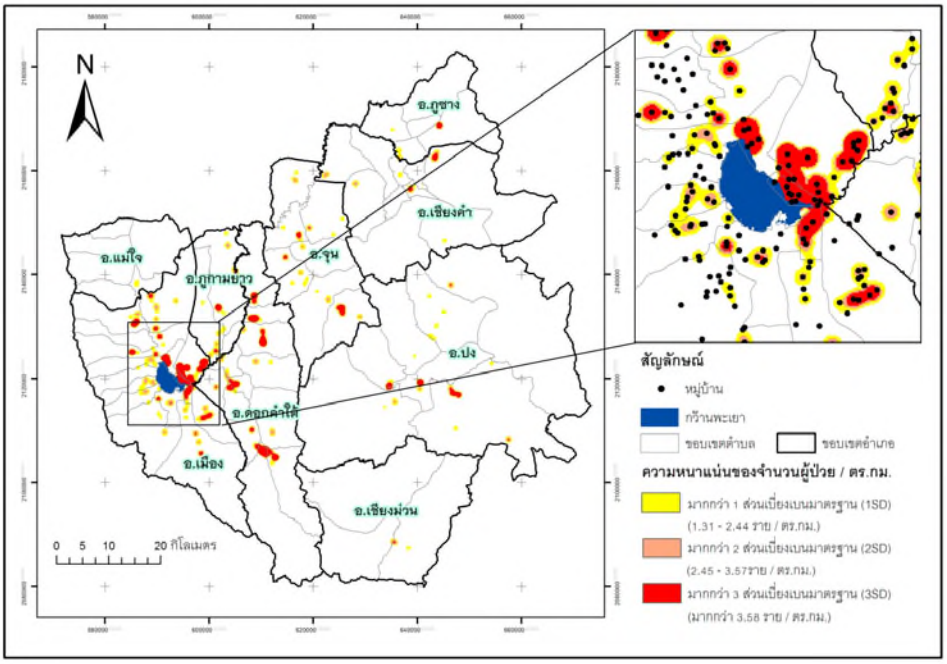
**3. ผลการศึกษา**

การแสดงผลพื้นที่ระบาดของโรคไข้เลือดออกระหว่างปี พ.ศ.2549–2553 ที่ผ่านการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลเพื่อจำแนกพื้นที่ระบาดตามความหนาแน่นของจำนวนผู้ป่วยต่อหน่วยพื้นที่ (ตร.กม.) พบว่าพื้นที่ที่มีความชุกของการเกิดโรคไข้เลือดออกในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ปรากฏอยู่ในเขตพื้นที่ อำเภอเมืองทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดพะเยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพื้นที่บริเวณกว๊านพะเยา ที่เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ของจังหวัด ที่มีค่าความหนาแน่นของผู้ป่วยต่อหน่วยพื้นที่ที่สูงมากกว่าค่าเฉลี่ยไปสามส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (>3SD) หรือ มากกว่า 3.58 ราย / 1 ตร.กม. (รูปที่ 2)

กรอบการดำเนินการวิจัยแสดงไว้ดังรูปที่ 1

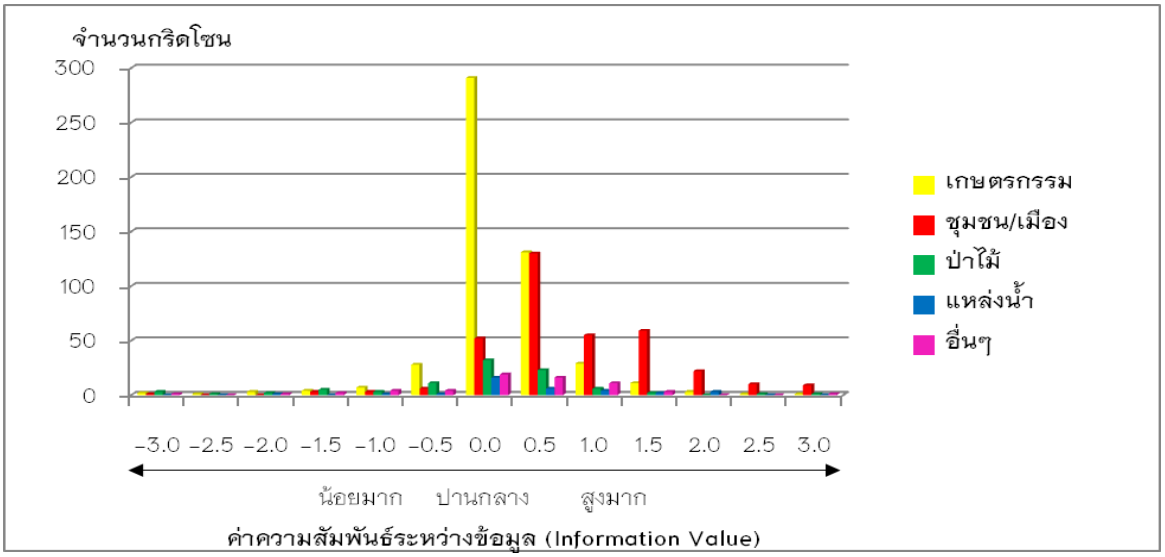



รูปที่ 1 กรอบการดำเนินงาน

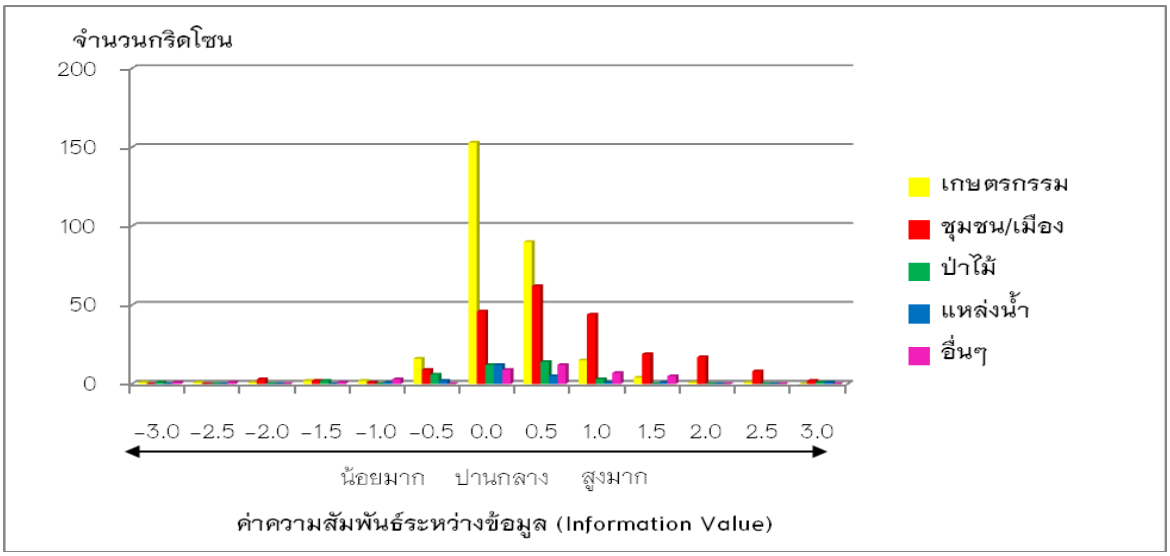



รูปที่ 2 พื้นที่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดพะเยา ระหว่างปี พ.ศ.2549 – 2553

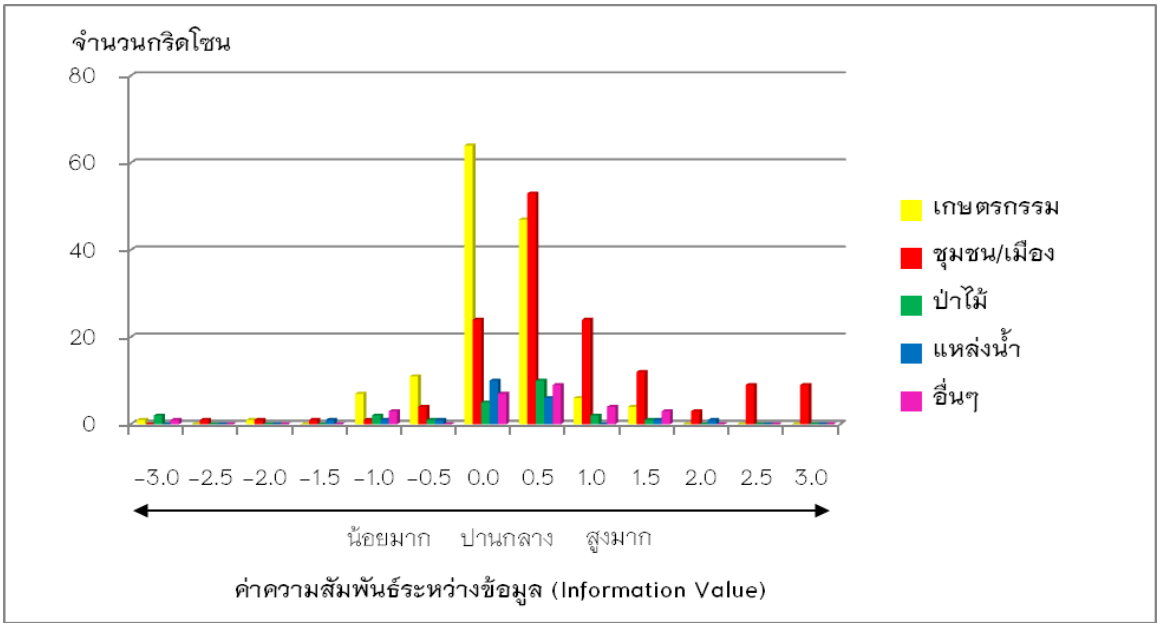
ถ้าพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ระบาดของโรคไข้เลือดออก ระหว่างปี พ.ศ.2549 – 2553 กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้วิธีการวิเคราะห์คุณค่าของข้อมูล (Information Value Method) พบว่าพื้นที่ระบาดของโรคไข้เลือดออกส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท ชุมชน/เมือง ในระดับปานกลางค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (I–Value > 0.0) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพื้นที่ระบาดที่มีความหนาแน่นของจำนวนผู้ป่วย / ตร.กม. มากกว่า 3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (>3SD) ที่ชี้ให้เห็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้ป่วยมากผิดปกติ และมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม (–0.5 < I–Value < 0.5) (รูปที่ 3 – 5)




รูปที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของจำนวนผู้ป่วย / ตร.กม.มากกว่า 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท




รูปที่ 4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของจำนวนผู้ป่วย / ตร.กม.มากกว่า 2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท




รูปที่ 5 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของจำนวนผู้ป่วย / ตร.กม.มากกว่า 3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท

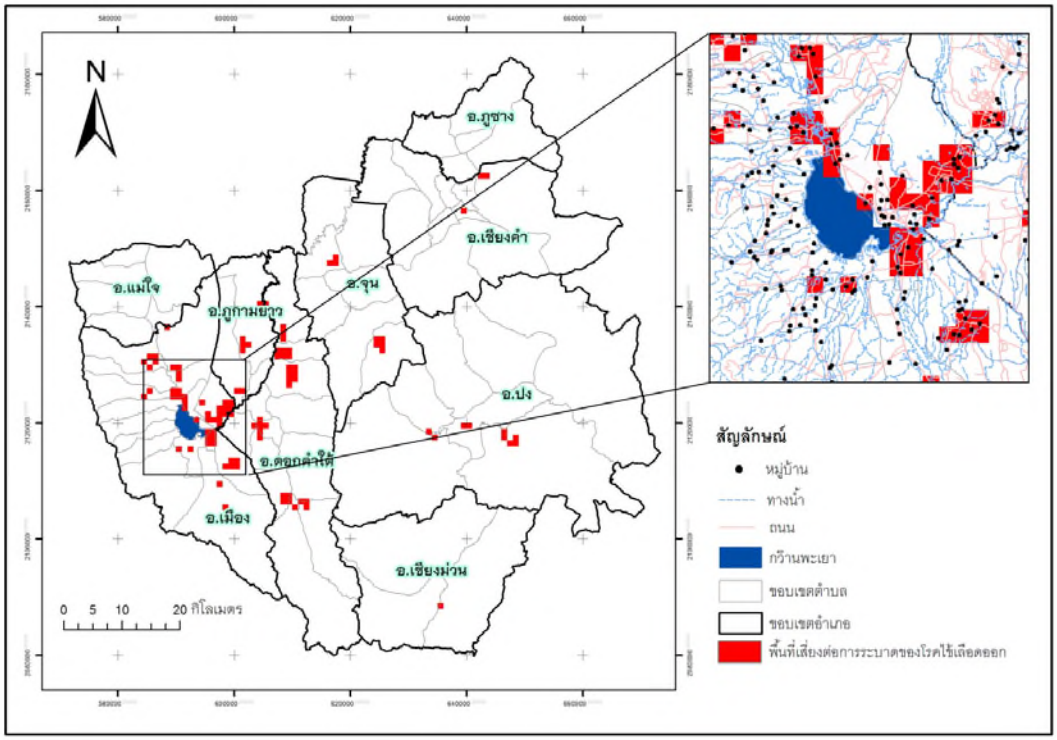
การประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์คุณค่าของข้อมูล (Information Value Method) ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก จังหวัดพะเยา ระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2553 ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ชุมชน / เมือง ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง ดังรูปที่ 6 ได้แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของพื้นที่ชุมชน / เมือง ที่มีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นของจำนวนผู้ป่วย / ตร.กม.ในระยะ 5 ปีที่ผ่านมามากกว่า 3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในระดับปานกลางค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (I–Value > 0.0) ซึ่งพบว่าพื้นที่เสี่ยงส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ชุมชน / เมือง ที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง และอำเภอดอกคำใต้ ทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดพะเยา โดยเฉพาะชุมชนที่อยู่อาศัยในเขตตำบลบ้านต๋อม และตำบลบ้านต๋ำทางด้านทิศเหนือติดกับกว๊านพะเยา และ ชุมชนในเขตตำบลแม่ต๋ำ และตำบลท่าวังทองทางด้านทิศตะวันออกของกว๊านพะเยา

## 4. สรุป อภิปรายผลการศึกษา

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์คุณค่าของข้อมูลสามารถอธิบายให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ระบาดกับลักษณะสภาพแวดล้อมทางกายภาพซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินมาเป็นตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งพบว่า การระบาดของโรคไข้เลือดออกมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบพื้นที่ชุมชน / เมือง ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ค้นพบว่านอกเหนือจากปัจจัยด้านภูมิอากาศแล้ว รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะความหนาแน่นของชุมชนทั้งเขตเมืองหรือชนบท ความหนาแน่นของประชากร ต่างมีความสัมพันธ์กับการระบาดของโรคได้เช่นกัน [8, 9] นอกจากนั้นผลการศึกษายังสามารถชี้ให้เห็นพื้นเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดพะเยาออกมาในรูปแบบของแผนที่โรค ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนติดตาม ป้องกัน และเฝ้าระวังโรคไข้เลือดออกของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพะเยา หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามในการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์จากข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เกิดขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2553 ร่วมกับข้อมูลรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

เพียงเท่านั้น แต่ไม่ได้พิจารณาถึงปัจจัยลักษณะสภาพแวดล้อมทางกายภาพอื่นๆ เช่น ความหนาแน่นของลำน้ำ/แหล่งน้ำ ลักษณะภูมิประเทศ ฯลฯ หรือปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการระบาดของโรคไข้เลือดออก เช่น ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ด้านเศรษฐกิจสังคม หรือด้านการให้บริการสาธารณสุข มาใช้ร่วมในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และประเมินพื้นที่เสี่ยงครั้งนี้ ซึ่งหากนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้มาประกอบการพิจารณา จะช่วยในการอธิบายถึงลักษณะสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดการระบาดของโรคมีความชัดเจนเพิ่มขึ้น ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนจัดการป้องกัน และเฝ้าระวังโรคไข้เลือดออกของจังหวัดพะเยาต่อไป




รูปที่ 6 พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชุมชน / เมือง

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยพะเยาที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัย และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพะเยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษาครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

[1] กองระบาดวิทยา สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2551). รายงานการเฝ้าระวังโรคประจำสัปดาห์. กรุงเทพมหานคร: กองระบาดวิทยา สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข.

[2] งานควบคุมโรคติดต่อ. (2551). สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2551. เชียงใหม่: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่.

[3] มนัส สุวรรณ. (2532). ระเบียบวิธีการวิจัยทางภูมิศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

[4] งานควบคุมโรคติดต่อ. (2553). สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2553. พะเยา: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพะเยา.

[5] Maurizio, G., Paul, L., and Phil, A. (2007). Kernel density estimation and percent volume contours in general practice catchment area analysis in urban areas. GISRUK 2007: Proceedings of the Geographical Information Science Research UK 15th Annual Conference. Maynooth, Ireland, 11th –13th April 2007.

[6] กรมพัฒนาที่ดิน (2552). ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จ.พะเยา ปี 2551/2552. พะเยา: สถานีพัฒนาที่ดินพะเยา.

[7] Suresh, KG. (1999). Rainfall Effect in Landslide hazard Zonation using Remote Sensing and GIS. India: Institute of Technology, Kanpur, India.

[8] Vanwanbeke, SO., Van Benthem, BHB., Khantikul, N., Burghoorn–Maas, C., Panart, K., Oskam, L., Lambin, EF., and Somboon, P. (2006) Multi–level analyses of spatial and temporal determinants for dengue infection. International Journal of Health Geographics, 5, 5.

[9] Van Benthem, BHB., Vanwanbeke, SO., Khantikul, N., Burghoorn–Maas, C., Panart, K., Oskam, L., Lambin, EF., and Somboon, P. (2005). Spatial Patterns of and Risk Factors for Seropositivity for Dengue Infection. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 72(2), 201–8.

# การสร้างแผนที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วม โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่ และดัชนีทางสถิติ กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์

# Flood Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Statistical Index Methods, A Case Study of Nakhon Sawan Province

ธิดาภัทร อนุชาญ[1*], ณัฐริกา ทองจิต[2]

Thidapath Anucharn[1*], Nuttarika Thongjit[2]

[1]สาขาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา 90000

[2]สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

*Corresponding author: thidapath.a@gmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์และจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีดัชนีทางสถิติ (SI) และ 2) เปรียบเทียบความถูกต้องของแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ในการศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม จำนวน 7 ปัจจัย ประกอบด้วย ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน การระบายน้ำของผิวดิน ความสูงภูมิประเทศ ความหนาแน่นเส้นทางถนน ความหนาแน่นเส้นทางน้ำ และปริมาณน้ำฝนรายปี นำปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นระหว่าง ปี พ.ศ. 2550 – 2559 โดยแบ่งลักษณะการเกิดน้ำท่วมเป็น 2 รูปแบบ คือ พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก และพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมกับไม่เคยเกิดน้ำท่วม เพื่อทำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในจังหวัดนครสรรค์ ผลจากการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด กรณีการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก วิธีอัตราส่วนความถี่ครอบคลุมพื้นที่ 669.12 ตร.กม. 190.74 ตร.กม. 283.48 ตร.กม. 5,719.75 ตร.กม. และ 2,651.34 ตร.กม. ตามลำดับ ส่วนวิธีดัชนีทางสถิติ ครอบคลุมพื้นที่ 1,566.91 ตร.กม. 3,651.75 ตร.กม. 3,145.81 ตร.กม. 1,044.17 ตร.กม. และ 105.78 ตร.กม. ตามลำดับ ส่วนกรณีพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมและไม่เคยเกิดน้ำท่วม วิธีอัตราส่วนความถี่ครอบคลุมพื้นที่ 242.58 ตร.กม. 2,400.17 ตร.กม. 4,385.40 ตร.กม. 2,189.33 ตร.กม. และ 296.94 ตร.กม. ตามลำดับ ส่วนวิธีดัชนีทางสถิติครอบคลุมพื้นที่ 2,034.85 ตร.กม. 5,107.32 ตร.กม. 1,884.46 ตร.กม. 371.80 ตร.กม. และ 115.99 ตร.กม. ตามลำดับ แผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมจังหวัดนครสวรรค์ กรณีพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก วิธีอัตราส่วนความถี่ มีความถูกต้องเท่ากับ 80.13% วิธีดัชนีทางสถิติ มีความถูกต้องเท่ากับ 89.06% กรณีพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมและไม่เคยเกิดน้ำท่วม วิธีอัตราส่วนความถี่ มีความถูกต้องเท่ากับ 78.34% วิธีดัชนีทางสถิติ มีความถูกต้องเท่ากับ 88.12% ดังนั้น วิธีดัชนีทางสถิติมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมดีกว่าวิธีอัตราส่วนความถี่

**คำสำคัญ:** น้ำท่วม / วิธีอัตราส่วนความถี่ / วิธีดัชนีทางสถิติ

**Abstract**

The objectives of this research were 1) to analyze and map the flood susceptibility areas in Nakhon Sawan Province by applying geographic information system together with frequency ratio (FR) and statistical index

methods (SI) and 2) to compare the accuracy of flood susceptibility maps. In this study, 7 factors used including slope, land use and land cover, elevation, stream network density, road network density and annual rainfall. All factors were analyzed together with flood areas that had occurred between 2007– 2016 by dividing the flood patterns into 2 types which were repeatedly flooded and areas that had previously been flooded and never flooded in order to formulate flood susceptibility map in Nakhon Sawan province. The results found that the areas that were the highest susceptibility area, high, moderate, low and the lowest in the case of repeated flooding, frequency ratio method covered area 669.12 sq.km, 190.74 sq.km., 283.48 sq.km., 5,719.75 sq.km. and 2,651.34 sq.km., respectively. The SI method covered area 1,566.91 sq. Km. 3,651.75 sq. Km. 3,145.81 km. 1,044.17 km. And 105.78 sq. Km., respectively. In the case of flooded areas and never flooded, the frequency ratio method covered 242.58 sq.km., 2,400.17 sq.km., 4,385.40 sq.km., 2,189.33 sq.km. and 296.94 sq.km., respectively. The SI method were 2,034.85 sq.km., 5,107.32 sq.km., 1,884.46 sq.km., 371.80 sq.km. and 115.99 sq.km., respectively. Flood susceptibility map in Nakhon Sawan Province in case of repetitive flood areas using FR and SI method had the accuracy of 80.13% and 89.06%, respectively while flooded and never flooded areas, FR and SI method had the accuracy of 78.34% and 88.12%, respectively. The SI method was more effective in finding flood susceptibility areas than the FR method.

**Keyword:** Flood / Frequency Ratio / Statistical Index

## 1. บทนำ

สถานการณ์น้ำท่วมตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2554 จังหวัดนครสวรรค์เป็นจังหวัดที่มีน้ำท่วมมากที่สุดเป็นอันดับ 1 ครอบคลุมพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วม 1.989 ล้านไร่ โดยมีน้ำท่วมขังในพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุด รองลงมา คือ พื้นที่ชุมชน (คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ, 2554) [1] มีพื้นที่น้ำท่วม 10 อำเภอ รวม 73 ตำบล 643 หมู่บ้าน ประชาชนเดือดร้อน 70,851 ครัวเรือน และมีผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์นี้ 72 คน (ไทยรัฐออนไลน์, 2554) [2] จังหวัดนครสวรรค์มีสถิติการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก 5 ปี ในปี พ.ศ. 2554 – 2558 พื้นที่ทางการเกษตรเสียหาย 251,013.75 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่นาข้าว 226,583 ไร่ พืชไร่ 23,669 ไร่ พืชสวนและอื่น ๆ 761 ไร่ (กองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดนครสวรรค์, 2561) [3] นอกจากนี้เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2559 จังหวัดนครสวรรค์เกิดเหตุการณ์น้ำไหลหลากเข้าท่วมพื้นที่ 14 อำเภอ ประชาชนได้รับผลกระทบ 28,243 ครัวเรือน พื้นที่การเกษตรเสียหาย 248,380 ไร่ (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2559) [4] จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าจังหวัดนครสวรรค์มีเหตุการณ์การน้ำท่วมเกิดขึ้นทุก ๆ ปี การวิจัยนี้จึงต้องการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio – FR) และวิธีดัชนีทางสถิติ (Statistical Index – SI) และนำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาช่วยวางแผนบรรเทาปัญหาอุทกภัย การเตือนภัย และการเตรียมรับสถานการณ์ช่วงฤดูฝนในบริเวณจังหวัดนครสวรรค์

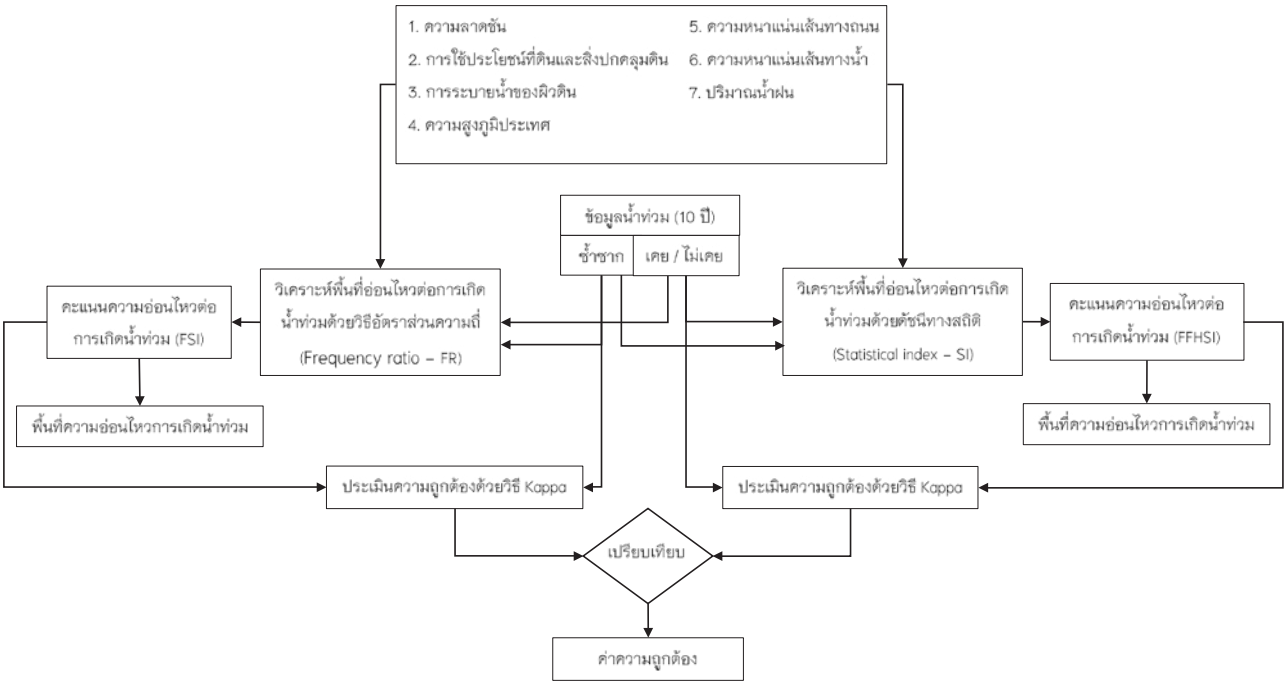
## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio – FR) และวิธีดัชนีทางสถิติ (Statistical Index – SI)

2.2 เปรียบเทียบความถูกต้องแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมที่ได้จากทั้ง 2 วิธี

## 3. วิธีการศึกษา

แนวทางการศึกษาครั้งนี้ มุ่งเน้นที่การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ และวิธีดัชนีทางสถิติ แล้วนำผลลัพธ์จากทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง (รูปที่ 1 ) สำหรับรายละเอียดการศึกษา มีดังนี้




รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการศึกษา

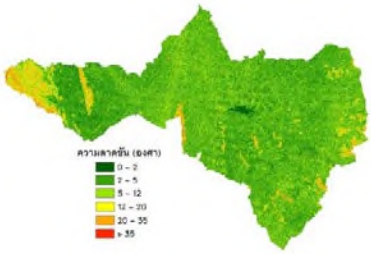
3.1 การรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลและทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการสำรวจภาคสนาม เพื่อจัดเตรียมปัจจัยด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 2 – 10)

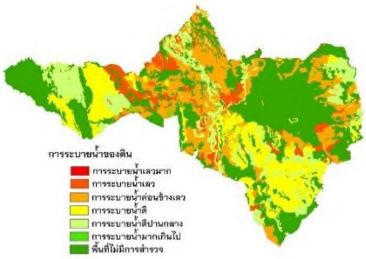
ตารางที่ 1 ปัจจัย (Factor)

| ปัจจัย | รายละเอียด | แหล่งที่มา |
|---|---|---|
| 1. ความลาดชัน | 1:50,000 | สร้างจากความสูงเชิงเลข |
| 2. การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน | 1:50,000 | กรมพัฒนาที่ดิน |
| 3. การระบายน้ำของผิวดิน | 1:50,000 | กรมพัฒนาที่ดิน |
| 4. แบบจำลองความสูงเชิงเลข | 1:50,000 | USGS (SRTM GLOBAL DEM) |
| 5. ความหนาแน่นเส้นทางถนน | 1:50,000 | สร้างจากเส้นทางถนน (กรมแผนที่ทหาร) |
| 6. ความหนาแน่นเส้นทางน้ำ | 1:50,000 | สร้างจากเส้นทางน้ำ (กรมแผนที่ทหาร) |
| 7. ปริมาณน้ำฝนรายปี | 1:50,000 | กรมอุตุนิยมวิทยา |
| 8. ข้อมูลน้ำท่วมปี 2550 – 2559 | 1:50,000 | GISTDA |

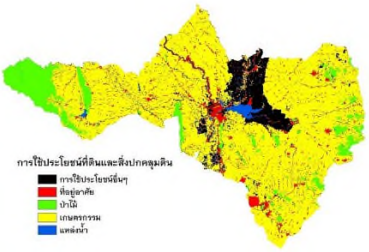
หมายเหตุ. GISTDA (Geo–Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) – สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) มีตัวย่อว่า สทอภ. และ USGS (United States Geological Survey) – กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา



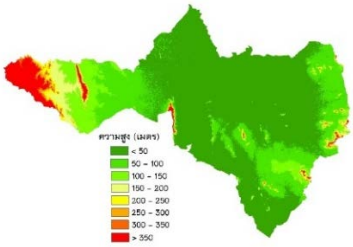
รูปที่ 2 ความลาดชัน



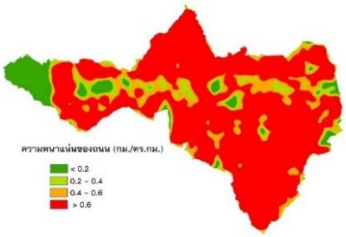
รูปที่ 3 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน



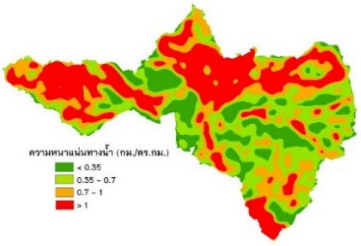
รูปที่ 4 การระบายน้ำของผิวดิน



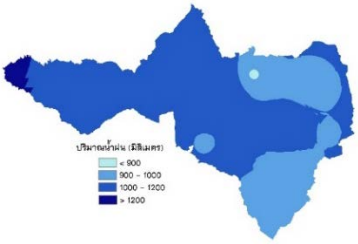
รูปที่ 5 ความสูงภูมิประเทศ



รูปที่ 6 ความหนาแน่นของเส้นทางถนน

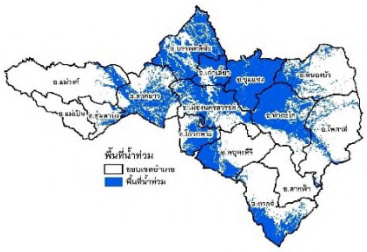


รูปที่ 7 ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ



รูปที่ 8 ปริมาณน้ำฝน

รูปที่ 9 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก



รูปที่ 10 พื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมกับไม่เคยเกิด

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย และข้อมูลน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีตจำนวน 10 ปี (พ.ศ. 2550 – 2559) มาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม โดยวิธี FR (สมการที่ 1) [5] และวิธี SI (สมการที่ 3) [6] ซึ่งมีสมการการคำนวณ ดังนี้

สมการที่ 1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ด้วยวิธี FR

$$\text{FR} = \frac{(\text{CLP/TLP})}{(\text{CA/TA})} = \frac{(\text{CLP/CA})}{(\text{TLP/TA})} \quad (1)$$

เมื่อ CLP คือ จำนวนพิกเซลน้ำท่วมในแต่ละคลาสของปัจจัย

TLP คือ จำนวนพิกเซลในพื้นที่ของแต่ละคลาสในปัจจัย

CA คือ จำนวนพิกเซลของแต่ละคลาสในปัจจัย

TA คือ จำนวนพิกเซลพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

โดยค่า FR แบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่

ค่า FR > 1 หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก

ค่า FR < 1 หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก

ค่า FR = 1 หมายถึง โอกาสเกิดใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีผลต่อการศึกษา

จากนั้นนำค่า FR ในแต่ละปัจจัยมาซ้อนทับกันด้วยวิธี addition เพื่อหาค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Susceptibility Index– FSI) (สมการที่ 2) ดังนี้

สมการที่ 2 ค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Susceptibility Index– FSI) (สิริกร ด้วงพิบูลย์ และคณะ, 2561) [7]

$$\text{FSI} = \sum_{i=1}^{n} \text{FR}_i \quad (2)$$

เมื่อ $\text{FR}_i$ คือ ค่า FR ของแต่ละปัจจัย

n คือ จำนวนของปัจจัยที่นำมาพิจารณา

สมการที่ 3 การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ด้วยวิธี SI

$$\text{SI} = ln\left(\frac{D_{ij}}{D}\right) = ln\left(\frac{N_{ij}}{M_{ij}} / \frac{N}{M}\right) \quad (3)$$

เมื่อ SI คือ ดัชนีทางสถิติ

$ln$ คือ ลอกาลิทึม $log_e X$

$D_{ij}$ คือ ค่าความหนาแน่นของพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละคลาสของปัจจัย

$D$ คือ ค่าความหนาแน่นของพื้นที่น้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

$N_{ij}$ คือ จำนวนพิกเซลน้ำท่วมในแต่ละคลาสของปัจจัย

$M_{ij}$ คือ จำนวนพิกเซลพื้นที่ศึกษาในแต่ละคลาสของปัจจัย

$N$ คือ จำนวนพิกเซลน้ำท่วมทั้งหมด

$M$ คือ จำนวนพิกเซลพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

ค่า SI แบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่

ค่า SI > 1 หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก

ค่า SI < 1 หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก

ค่า SI = 1 หมายถึง โอกาสเกิดใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีผลต่อการศึกษา

จากนั้นนำค่า SI ในแต่ละปัจจัยมาซ้อนทับกัน เพื่อหาค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Hazard Susceptibility – FHSI) (สมการที่ 4) ดังนี้

สมการที่ 4 ค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Hazard Susceptibility – FHSI)

$$\text{FHSI} = \sum_{i=1}^{n} SI_{ij} \tag{4}$$

เมื่อ $SI_{ij}$ คือ ค่า SI ของแต่ละปัจจัย

n คือ จำนวนของปัจจัยที่นำมา

จากนั้นนำค่า FSI และค่า FHSI ไปใช้ในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการน้ำท่วม โดยแบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีการ Natural break เป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมน้อยที่สุด พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมน้อย พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมปานกลาง พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมมาก และพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมมากที่สุด

3.3 การตรวจสอบความถูกต้อง

ในการตรวจสอบความถูกต้องของวิธี FR และวิธี SI ได้นำข้อมูลผลลัพธ์จากระดับความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วมทั้ง 5 ระดับ นำมาซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วม ที่แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 รูปแบบ คือ พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก และพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมกับไม่เคยเกิดน้ำท่วม โดยใช้วิธีการสุ่มจุด (random point) และทำการตรวจสอบความถูกต้องกับพื้นที่น้ำท่วมจริงที่เคยเกิดขึ้นในอดีตด้วยวิธี Kappa Analysis (K) (US National Library of Medicine, 2012) [8] (สมการที่ 5)

สมการที่ 5 วิธี Kappa Analysis (K)

$$\text{K} = N\frac{\sum_{i=1}^{k} x_{ii} - N\sum_{i=1}^{k}(x_{i+} * x_{+1})}{N^2 - N\sum_{i=1}^{k}(x_{i+} * x_{+1})} \tag{5}$$

เมื่อ $N$ คือ จำนวนทั้งหมด

$x_{ii}$ คือ จำนวนการสังเกตที่ตรงกับในแถวที่ i และคอลัมน์ที่ i

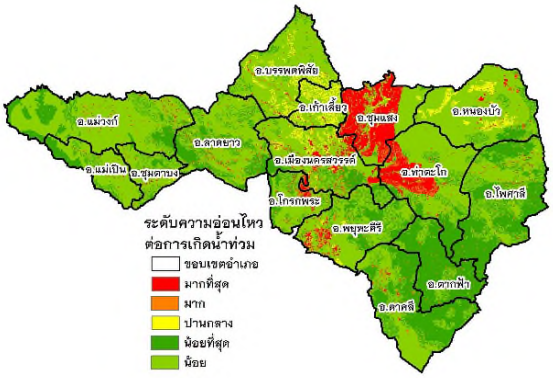
$x_{i+}$ คือ ผลรวมทั้งหมดสำหรับแถว i

$x_{+i}$ คือ ผลรวมเล็กน้อยสำหรับคอลัมน์ i

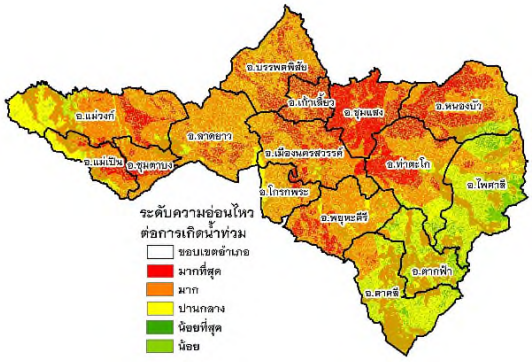
**4. ผลการศึกษา**

จากการวิเคราะห์แผนที่ความอ่อนไหวการเกิดน้ำท่วม ที่นำปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมทั้งหมด 7 ปัจจัย มาวิเคราะห์ร่วมกับลักษณะน้ำท่วม 2 รูปแบบ คือ รูปแบบน้ำท่วมที่เกิดซ้ำซาก ที่แบ่งคลาสหรือจำแนกชั้นข้อมูลในการคำนวณด้วยวิธี FR และวิธี SI ดังตารางที่ 2 จากนั้นนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์มาจัดระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม 5 ระดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3 และแสดงผลลัพธ์ได้ดังรูปที่ 11 และ 12 และรูปแบบพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมและไม่เคยเกิดน้ำท่วม ดังตารางที่ 4 และนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์มาจัดระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม 5 ระดับ รายละเอียดดังตารางที่ 5พร้อมผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ดังรูปที่ 13 – 14 ตามลำดับ

จากการนำข้อมูลปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นซ้ำซาก เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่า FR และค่า SI (ตารางที่ 2) ซึ่งมีจำนวนพิกเซลพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 5,946,511 พิกเซล จำนวนพิกเซลพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด 68,643 พิกเซล ผลการศึกษาพบว่า ความลาดชัน 0 – 5 องศา (FR = 1.23, SI = 0.207) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ประเภทเบ็ดเตล็ด (FR = 9.942, SI = 2.297) การระบายน้ำของผิวดินค่อนข้างเลว (FR = 2.243, SI = 0.808) ความสูงภูมิประเทศน้อยกว่า 0 – 100 เมตร (FR = 1.132, SI = 0.124) ความหนาแน่นของถนน 2 – 4 กม./ตร.กม. (FR = 1.302, SI = 0.264) มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก สำหรับความหนาแน่นของทางน้ำ 0.7 – 1 กม./ตร.กม. (FR = 1.242, SI = 0.217) และความหนาแน่นของทางน้ำมากกว่า 1 กม./ตร.กม. (FR = 1.746, SI = 0.557) และปริมาณน้ำฝน 1,000 – 1,200 มิลิเมตร (FR = 1.403, SI = 0.338) มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมมาก




รูปที่ **11** ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมโดยวิธี FR




รูปที่ 12 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมโดยวิธี SI

ตารางที่ 2 การคำนวณค่าอัตราความถี่และค่าทางสถิติ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก

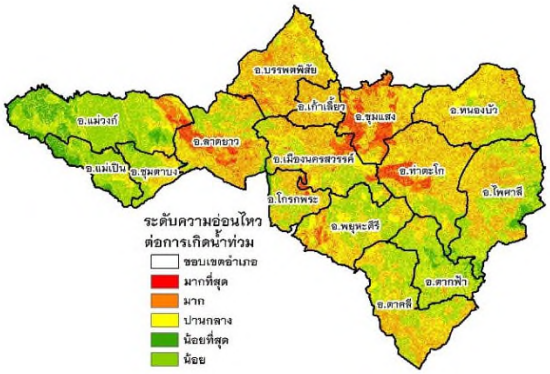
| ปัจจัย | กลุ่มการจำแนก | พิกเซลพื้นที่ศึกษา | | พิกเซลน้ำท่วมซ้ำซาก | | อัตราส่วนความถี่ | ดัชนีทางสถิติ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | จำนวน | ร้อยละ | จำนวน | ร้อยละ | | |
| ความลาดชันของพื้นที่ (องศา) | 0–5 | 4,834,699 | 81.3 | 68,580 | 99.98 | 1.23 | 0.207 |
| | 5–10 | 838,556 | 14.1 | 9 | 0.01 | 0.001 | –6.98 |
| | 10–15 | 129,645 | 2.18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | >15 | 143,611 | 2.42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน | เกษตรกรรม | 4,311,293 | 72.5 | 5,988 | 8.73 | 0.12 | –2.117 |
| | แหล่งน้ำ | 142,226 | 2.39 | 812 | 1.18 | 0.495 | –0.703 |
| | ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง | 351,930 | 5.92 | 148 | 0.22 | 0.036 | –3.312 |
| | ป่าไม้ | 603,612 | 10.15 | 9 | 0.01 | 0.001 | –6.651 |
| | เบ็ดเตล็ด | 537,450 | 9.04 | 61,632 | 89.85 | 9.942 | 2.297 |
| การระบายน้ำของผิวดิน | การระบายน้ำเลวมาก | 322 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | การระบายน้ำเลว | 372,406 | 6.26 | 2,726 | 3.97 | 0.635 | –0.455 |
| | การระบายน้ำค่อนข้างเลว | 1,204,106 | 20.25 | 31,149 | 45.41 | 2.243 | 0.808 |
| | การระบายน้ำดี | 1,050,089 | 17.66 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | การระบายน้ำดีปานกลาง | 873,807 | 14.69 | 969 | 1.41 | 0.096 | –2.342 |
| | การระบายน้ำมากเกินไป | 11,644 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | พื้นที่ไม่มีการสำรวจ | 2,434,137 | 40.93 | 33,745 | 49.2 | 1.202 | 0.184 |
| ความสูงภูมิประเทศ (เมตร) | 0–100 | 3,204,905 | 53.89 | 41,832 | 60.98 | 1.132 | 0.124 |
| | 100–300 | 1,957,580 | 32.92 | 22,575 | 32.91 | 1 | 0 |
| | 300–500 | 440,939 | 7.42 | 3,642 | 5.31 | 0.716 | –0.334 |
| | > 500 | 343,087 | 5.77 | 540 | 0.79 | 0.136 | –1.992 |
| ความหนาแน่นของถนน กม./ตร.กม. | <0.2 | 452,034 | 7.6 | 3,668 | 5.35 | 0.704 | –0.352 |
| | 0.2–0.4 | 382,666 | 6.44 | 5,746 | 8.38 | 1.302 | 0.264 |
| | 0.4–0.6 | 749,140 | 12.6 | 10,540 | 15.37 | 1.22 | 0.199 |
| | >0.6 | 4,362,671 | 73.37 | 48,635 | 70.91 | 0.967 | –0.034 |
| ความหนาแน่นของทางน้ำ กม./ตร.กม. | < 0.35 | 969,824 | 16.31 | 1,120 | 1.63 | 0.1 | –2.301 |
| | 0.35–0.7 | 1,688,572 | 28.4 | 9,377 | 13.67 | 0.481 | –0.731 |
| | 0.7–1 | 1,397,776 | 23.51 | 20,023 | 29.19 | 1.242 | 0.217 |
| | >1 | 1,890,339 | 31.79 | 38,069 | 55.5 | 1.746 | 0.557 |
| ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) | 0–900 | 1 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 900–1,000 | 1,415,032 | 23.8 | 138 | 0.2 | 0.008 | –4.773 |
| | 1,000–1,200 | 4,231,016 | 71.15 | 68,451 | 99.8 | 1.403 | 0.338 |
| | > 1,200 | 300,462 | 5.05 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ค่า FSI และ FHSI ที่ได้นำไปใช้ในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมสามารถแบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด (ตารางที่ 3) จากนั้นนำข้อมูลผลลัพธ์จากระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมทั้ง 5 ระดับ มาซ้อนทับกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด พบว่าค่า FSI มีพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 77.10) ตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี Kappa Analysis เท่ากับร้อยละ 80.13 ส่วนค่า FHSI พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 94.08) ตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี Kappa Analysis เท่ากับร้อยละ 89.06

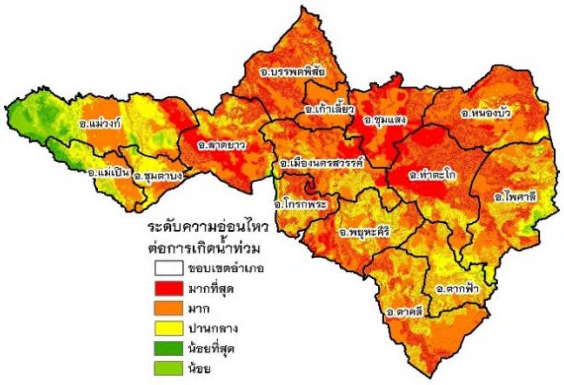
ตารางที่ 3 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก

| ระดับความอ่อนไหว | พื้นที่ทั้งหมด (FR) | | พื้นที่น้ำท่วมจริง (FR) | | พื้นที่ทั้งหมด (SI) | | พื้นที่น้ำท่วมจริง (SI) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ไร่ | ร้อยละ | ไร่ | ร้อยละ | ไร่ | ร้อยละ | ไร่ | ร้อยละ |
| น้อยที่สุด | 1,657,086 | 27.87 | 49 | 0.07 | 66,110 | 1.11 | 2 | 0 |
| น้อย | 3,574,841 | 60.12 | 2,241 | 3.26 | 652,604 | 10.97 | 70 | 0.10 |
| ปานกลาง | 177.172 | 2.98 | 5,727 | 8.34 | 1,966,134 | 33.06 | 1,088 | 1.59 |
| มาก | 119,214 | 2 | 7,705 | 11.22 | 2,282,344 | 38.38 | 2,907 | 4.23 |
| มากที่สุด | 418,198 | 7.03 | 52,921 | 77.10 | 979,319 | 16.47 | 64,576 | 94.08 |
| รวม | 5,946,511 | 100 | 68,643 | 100 | 5,946,511 | 100 | 68,643 | 100 |

แผนที่แสดงระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมโดยวิธี FR (รูปที่ 11) และวิธี SI (รูปที่ 12) มีความแตกต่างกันมาก อาจเนื่องจากวิธีการคำนวณของทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ของวิธี FR ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมซ้ำซากในระดับมากที่สุดและมาก จะมีความสอดคล้องกับลักษณะการเกิดน้ำท่วมซ้ำซากในรูปที่ 9 มากกว่าวิธีการ SI ซึ่งแผนที่ที่ได้จะส่งผลต่อการตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี Kappa Analysis อีกด้วย เนื่องจากวิธี SI พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมในระดับมากที่สุดและมากค่อนข้างกระจายไปทั่วเกือบทุกพื้นที่ นั่นแสดงว่าไม่ว่าจะตรวจสอบพื้นที่ตรงตำแหน่งใดก็จะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมได้สูงและมีความถูกต้องมากกว่าแน่นอน ดังนั้นหากมองในลักษณะความเป็นจริงเมื่อเทียบกับรูปที่ 8 วิธี FR ให้ผลลัพธ์ของแผนที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมเหมาะสมกว่า




รูปที่ 13 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมโดยวิธี FR




รูปที่ 14 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมโดยวิธี SI

ตารางที่ 4 การคำนวณค่าอัตราความถี่และค่าทางสถิติ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมกับพื้นที่ไม่เกิดน้ำท่วม

| ปัจจัย | กลุ่มการจำแนก | พิกเซลพื้นที่ศึกษา | | พิกเซลน้ำท่วมเคยเกิด/ไม่เคยเกิด | | อัตราส่วนความถี่ | ดัชนีทางสถิติ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | จำนวน | ร้อยละ | จำนวน | ร้อยละ | | |
| ความลาดชันของพื้นที่ (องศา) | 0–5 | 4,834,699 | 81.3 | 1,273,490 | 55.47 | 0.682 | –0.382 |
| | 5–10 | 838,556 | 14.1 | 822,845 | 35.845 | 2.542 | 0.933 |
| | 10–15 | 129,645 | 2.18 | 158,360 | 6.898 | 3.164 | 1.152 |
| | >15 | 143,611 | 2.42 | 41,049 | 1.788 | 0.74 | –0.301 |
| การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน | เกษตรกรรม | 4,311,293 | 72.5 | 1,684,648 | 73.38 | 1.012 | 0.012 |
| | แหล่งน้ำ | 142,226 | 2.39 | 62,182 | 2.71 | 1.132 | 0.124 |
| | ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง | 351,930 | 5.92 | 96,901 | 4.22 | 0.713 | –0.338 |
| | ป่าไม้ | 603,612 | 10.15 | 26,710 | 1.16 | 0.115 | –2.166 |
| | เบ็ดเตล็ด | 537,450 | 9.04 | 425,413 | 18.53 | 2.05 | 0.718 |
| การระบายน้ำของผิวดิน | การระบายน้ำเลวมาก | 322 | 0.01 | 284 | 0.01 | 2.284 | 0.826 |
| | การระบายน้ำเลว | 372,406 | 6.26 | 240,630 | 10.48 | 1.674 | 0.515 |
| | การระบายน้ำค่อนข้างเลว | 1,204,106 | 20.25 | 706,614 | 30.78 | 1.52 | 0.419 |
| | การระบายน้ำดี | 1,050,089 | 17.66 | 50,775 | 2.21 | 0.125 | –2.078 |
| | การระบายน้ำดีปานกลาง | 873,807 | 14.69 | 180,725 | 7.87 | 0.536 | –0.624 |
| | การระบายน้ำมากเกินไป | 11,644 | 0.2 | 4,049 | 0.18 | 0.901 | –0.105 |
| | พื้นที่ไม่มีการสำรวจ | 2,434,137 | 40.93 | 1,112,777 | 48.47 | 1.184 | 0.169 |
| ความสูงภูมิประเทศ (เมตร) | 0–100 | 3,204,905 | 53.89 | 2,031,863 | 88.85 | 1.648 | 0.496 |
| | 100–300 | 1,957,580 | 32.92 | 241,37 | 10.56 | 0.321 | –1.141 |
| | 300–500 | 440,939 | 7.42 | 12,078 | 0.53 | 0.071 | –2.646 |
| | >500 | 343,087 | 5.77 | 1,616 | 0.07 | 0.012 | –4.406 |
| ความหนาแน่นของถนน กม./ตร.กม. | <0.2 | 452,034 | 7.60 | 40,697 | 1.77 | 0.233 | –1.456 |
| | 0.2–0.4 | 382,666 | 6.44 | 153,743 | 6.70 | 1.041 | 0.040 |
| | 0.4–0.6 | 749,140 | 12.60 | 335,705 | 14.62 | 1.161 | 0.149 |
| | >0.6 | 4,362,671 | 73.37 | 1,765,709 | 76.91 | 1.048 | 0.047 |
| ความหนาแน่นของทางน้ำ กม./ตร.กม. | <0.35 | 969,824 | 16.31 | 274,860 | 11.97 | 0.734 | –0.309 |
| | 0.35–0.7 | 1,688,572 | 28.40 | 489,200 | 21.31 | 0.75 | –0.287 |
| | 0.7–1 | 1,397,776 | 23.51 | 519,747 | 22.64 | 0.963 | –0.038 |
| | >1 | 1,890,339 | 31.79 | 1,012,047 | 44.08 | 1.387 | 0.327 |
| ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) | 0–900 | 1 | 0.01 | 1 | 0 | 0.006 | 0.952 |
| | 900–1000 | 1,415,032 | 23.8 | 274,830 | 11.97 | 0.001 | –0.687 |
| | 1000–1100 | 4,231,016 | 71.15 | 2,021,023 | 88.03 | 0.002 | 0.144 |
| | > 1100 | 300,462 | 5.05 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**ตารางที่ 5** ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมกับพื้นที่ไม่เกิดน้ำท่วม

| ระดับความอ่อนไหว | พื้นที่ทั้งหมด (FR) | | พื้นที่น้ำท่วมจริง (FR) | | พื้นที่ทั้งหมด (SI) | | พื้นที่น้ำท่วมจริง (SI) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ไร่ | ร้อยละ | ไร่ | ร้อยละ | ไร่ | ร้อยละ | ไร่ | ร้อยละ |
| น้อยที่สุด | 185,589 | 3.12 | 3,674 | 0.16 | 72,494 | 0.92 | 134 | 0.01 |
| น้อย | 1,368,329 | 23.01 | 151,297 | 6.59 | 232,376 | 2.95 | 5,492 | 0.24 |
| ปานกลาง | 2,740,878 | 46.09 | 1,123,741 | 48.96 | 1,177,785 | 14.97 | 145,502 | 6.34 |
| มาก | 1,500,104 | 25.23 | 885,351 | 38.58 | 3,192,074 | 53.68 | 349,980 | 15.25 |
| มากที่สุด | 151,611 | 2.55 | 131,020 | 5.47 | 1,271,782 | 21.39 | 1,793,975 | 78.17 |
| รวม | 5,946,511 | 100 | 2,295,083 | 100 | 5,946,511 | 100 | 2,295,083 | 100 |

ค่า FSI และ FHSI ที่ได้นำไปใช้ในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม สามารถแบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด จากนั้นนำข้อมูลผลลัพธ์จากระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมทั้ง 5 ระดับ มาซ้อนทับกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด พบว่าค่า FSI มีพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 48.96) และมาก (ร้อยละ 38.58) ตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี Kappa Analysis เท่ากับร้อยละ 78.34 ส่วนค่า FHSI พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 78.17) ตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี Kappa Analysis เท่ากับร้อยละ 88.12

แผนที่แสดงระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมโดยวิธี FR (รูปที่ 13) และวิธี SI (รูปที่ 14) เมื่อเทียบกับพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมกับไม่เคย (รูปที่ 10) วิธีการ FR ทำนายโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมในระดับมากที่สุดและมากได้ถูกต้องน้อยกว่าพื้นที่ที่เคยเกิดขึ้นจริง ส่วนวิธี SI ทำนายโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมในระดับมากที่สุดและมากได้ถูกต้องใกล้เคียงกับพื้นที่ที่เคยเกิดขึ้นจริง

## 5. สรุป อภิปรายผลการศึกษา

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วม โดยใช้วิธี FR และวิธี SI กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์ ได้นำปัจจัย 7 ปัจจัย ประกอบด้วย ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน การระบายน้ำของผิวดิน ความสูงภูมิประเทศ ความหนาแน่นเส้นทางถนน ความหนาแน่นเส้นทางน้ำ และปริมาณน้ำฝนรายปี มาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นระหว่าง ปี พ.ศ. 2550 – 2559 โดยแบ่งน้ำท่วมเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ น้ำท่วมซ้ำซาก และพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมกับไม่เคยเกิดน้ำท่วม โดยพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมซ้ำซากด้วยวิธี FR มี 5 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ครอบคลุมพื้นที่ 669.12 ตร.กม. 190.74 ตร.กม. 283.48 ตร.กม. 5,719.75 ตร.กม. และ 2,651.34 ตร.กม. ตามลำดับ ส่วนวิธี SI ครอบคลุมพื้นที่ 1,566.91 ตร.กม. 3,651.75 ตร.กม. 3,145.81 ตร.กม. 1,044.17 ตร.กม. และ 105.78 ตร.กม. ตามลำดับ วิธี FR มีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 80.13 วิธี SI มีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 89.06 พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดพื้นที่เคยเกิดน้ำท่วมและไม่เคยเกิดน้ำท่วม ด้วยวิธี FR มี 5 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ครอบคลุมพื้นที่ 242.58 ตร.กม. 2,400.17 ตร.กม. 4,385.40 ตร.กม. 2,189.33 ตร.กม. และ 296.94 ตร.กม. ตามลำดับ ส่วนวิธี SI ครอบคลุมพื้นที่ 2,034.85 ตร.กม. 5,107.32 ตร.กม. 1,884.46 ตร.กม. 371.80 ตร.กม. และ 115.99 ตร.กม. ตามลำดับ วิธี FR มีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 78.34 วิธี SI มีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 88.12 โดยปัจจัยความลาด

ชันของพื้นที่ 0–5 องศา ความสูงภูมิประเทศ 0–100 เมตร ปริมาณน้ำฝน 1,000–1,200 มิลลิเมตร พื้นที่เบ็ดเตล็ด และการระบายน้ำค่อนข้างเลว ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมสูง สำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวไม่สามารถทำการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละปัจจัยได้ว่าปัจจัยใดส่งผลกระทบต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด แต่สามารถเปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละคลาสได้ว่าคลาสไหนส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมมากน้อยเพียงใด

อย่างไรก็ดี การศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการ โดยเฉพะปัจจัยปริมาณน้ำฝน เนื่องจากมีระยะห่างระหว่างแต่ละสถานีวัดน้ำฝนห่างไกลกัน และส่วนใหญ่สถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เมือง ไม่ได้ครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นภูมิประเทศลาดชันและภูเขา อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการนำมาใช้งานได้ และครั้งต่อไปควรนำรูปแบบวิธีการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการเกิดน้ำท่วมในหลายๆ วิธีการมาร่วมวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบโมเดลที่เหมาะสมที่สุด

## 6. เอกสารอ้างอิง

[1] คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ. (2554). บันทึกเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี 2554. Retrieved from http://www.thaiwater.net/current/flood54.html

[2] ไทยรัฐออนไลน์. (2554). นครสวรรค์อ่วม น้ำท่วมโกรกพระสูงกว่า 2 เมตร. Retrieved from https://www.thairath.co.th/content/122266

[3] กองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดนครสวรรค์. (2561). ข้อมูลจังหวัดที่เกิดอุทกภัย ปี 2554 – 2558 (เกิดซ้ำ 5 ปี). Retrieved from http://122.155.1.141/upload/filecenter/191/files

[4] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2559). ปภ.รายงานสถานการณ์อุทกภัย 17 จังหวัด. Retrieved from http://www.disaster.go.th/th/cdetail–7115disaster_news

[5] ธิดาภัทร อนุชาญ และ นิติ เอี่ยมชื่น. (2560). การสร้างแผ่นที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วมโดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย. บูรพา, 22(3), 106–122.

[6] Chen Cao, Peihua Xu, Yihong Wang, Jianping Chen, Lianjing Zheng and Cencen Niu. (2016). Flash Flood Hazard Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Statistical Index Methods in Coalmine Subsidence Areas. Sustainability, 8(948), 2–18.

[7] สิริกร ด้วงพิบูลย์, ธงชัย สุธีรศักดิ์, รวี รัตนาคม และวันจิตรา โต๊ะหวันหลง. (2561). การจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์อัตราส่วนความถี่ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ประเทศไทย. พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 28(2), 259–272.

[8] US National Library of Medicine National Institutes of Health. (2012). วิธี Kappa Analysis (K). Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3900052/

[9] Mahyat Shafapour Tehrany et al. (2018). Evaluating the application of the statistical index method in flood susceptibility mapping and its comparison with frequency ratio and logistic regression methods

# การศึกษามาตรฐานภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้งานสำหรับการบริหารจัดการส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแม่กา

# A Study on Geoinformation Standards and Its Application to Local Government Administration: A Case Study of Mae Ka Subdistrict Municipality

ประพันธ์ เทียนวิหาร[1], อนุรักษ์ เกิดสกุล[2*], สอาด วงศ์ใหญ่[1]

Praphan Thienviharn[1], Anurak Kerdsakul[2*] and Sarrj Wongyai[1]

[1]สำนักงานเทศบาลตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

[2] บริษัท กราฟเมติกซ์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

*Corresponding author: anurakkerdsakul@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานมาตรฐานภูมิสารสนเทศในการพัฒนาต้นแบบฐานข้อมูลเชิงตำแหน่งสำหรับสนับสนุนการทำงานและการบริหารจัดการของเทศบาลตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา โดยอาศัยการศึกษา การรวบรวม วิเคราะห์และประเมินความต้องการใช้งานภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารราชการและการสอบถามจากเจ้าหน้าที่ในหน่วยงาน คณะนักวิจัยพบว่ามาตรฐานภูมิสารสนเทศที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานเบื้องต้น ประกอบด้วย 5 มาตรฐาน คือ มาตรฐานคำอธิบายข้อมูล (Metadata) การเข้าถึงข้อมูลฟีเจอร์แบบพื้นฐาน (Simple Feature Access) มาตรฐานข้อมูลภาพและข้อมูลกริด (Imagery and Gridded Data) การให้บริการข้อมูลแผนที่ภาพผ่านเว็บ (Web Map Service) และการให้บริการข้อมูลแผนที่แบบฟีเจอร์ผ่านเว็บ (Web Feature Service) นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ ยังมีการพัฒนาต้นแบบฐานข้อมูลเชิงตำแหน่งเพ่อสนับการทำงานของเทศบาลตำบล โดยประกอบด้วยชั้นข้อมูลเชิงตำแหน่งพื้นฐานจำนวน 4 ชั้นข้อมูล คือ เส้นทางคมนาคม การใช้ประโยชน์ที่ดิน ขอบเขตการปกครอง และเส้นทางน้ำธรรมชาติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในปฏิบัติงานร่วมกับการให้บริการจากหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องได้อย่างสะดวก รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาข้อมูลสำหรับการใช้งานได้อย่างชัดเจน รวดเร็ว จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า มาตรฐานภูมิสารสนเทศมีความจำเป็นและเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้งานเพื่อให้การบริหารจัดการส่วนท้องถิ่นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** มาตรฐานภูมิสารสนเทศ / การบริหารจัดการส่วนท้องถิ่น / การให้บริการข้อมูลแผนที่ผ่านเครือข่าย

**Abstract**

The purpose of this study is to explore and apply an appropriate geoinformation standards for developing a geospatial database to support an administration of Mae Ka local municipality. To understand their missions and the needs of Geoinformation application, questionnaire surveys and personal interviews were accomplished to correct a key information. The results reveal the necessary Geoinformation standards comprising of Metadata, Simple feature access (SFA), Imagery and gridded data, Web Map Service (WMS), and the Web Feature Service (WFS). Furthermore, there are the four fundamental geographic datasets for government administration consist of transportation, land use/land cover, administrative boundary and the natural stream. These results indicate that the Geoinformation standard implementation is the key for effective administration of Mae Ka local municipality.

The local government can take some advantage of implemented Geoinformation standards to avoid overproduction of the geographic dataset and its can reduce the cost of the data acquisition and it also provide sharing, retrieving and integrating their own datasets/services to other organization (interoperability).

**Keyword:** Geoinformation standard / Local government administration / web mapping service

## 1. บทนำ

จากการศึกษาของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศเมื่อปี พ.ศ.2555 (แก้ว นวลฉวี, 2555) พบว่า หน่วยงานภาครัฐของไทยมีการใช้จ่ายงบประมาณมากกว่าสองหมื่นล้านบาทต่อปี เพื่อลงทุนในระบบภูมิสารสนเทศของหน่วยงานต่างๆ โดยงบประมาณมากกว่าหนึ่งหมื่นล้านบาทหรือครึ่งหนึ่งของงบประมาณทั้งหมดถูกนำไปใช้เพื่อการจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ซ้ำซ้อนกันจากมากกว่า 130 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำและการจัดหาข้อมูลภมิสารสนเทศและบางชั้นข้อมูลมีการให้บริการผ่านเครือข่ายอยู่แล้ว แต่ผู้ใช้งานทั่วไปไม่สามารถนำมาผสานการทำงานร่วมกับข้อมูลของหน่วยงานตนเองได้ เนื่องจากการให้บริการเหล่านั้นจำเป็นต้องเข้าใจถึงวิธีการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นไปตามมาตรฐานภูมิสารสนเทศสากล (คณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งชาติ, 2559)

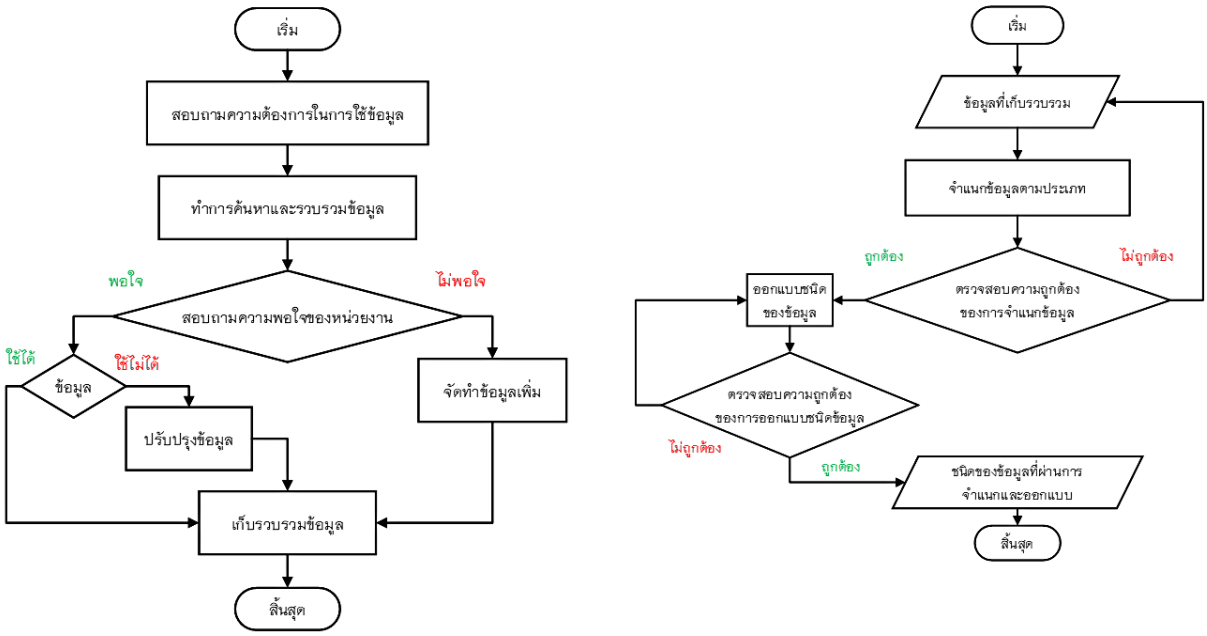
เทศบาลตำบลแม่กาได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเทศบาล ครอบคลุมยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม การศึกษาและวัฒนธรรม ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านความมั่นคงและรักษาความสงบเรียบร้อย และด้านการส่งเสริมการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ (เทศบาลตำบลแม่กา, 2559) ในการบริหารจัดการตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเทศบาลดังกล่าว มีการใช้งบประมาณในการจัดทำและปรับปรุงข้อมูล โดยงบประมาณที่ใช้นั้นมีการกระจายสู่หลายแผนกตามแผนงาน ปัญหาที่พบคือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกลุ่มงานต่างๆ การปฏิบัติงานซ้ำซ้อนกัน ความถูกต้องครบถ้วนและความสมบูรณ์ของข้อมูล รวมถึงการขาดความรู้ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้การทำงานไม่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การประยุกต์ใช้งานภูมิสารสนเทศและมาตรฐานภูมิสารสนเทศจะช่วยให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและสามารถเลือกการเข้าถึงข้อมูลที่ตรงกับความต้องการได้เป็นอย่างดี (Jakobsson และ Giversen, 2004) รวมถึงการใช้งานโปรแกรมภูมิสารสนเทศแบบเปิดเผยรหัสจะช่วยลดต้นทุนและค่าดำเนินงานของหน่วยงานได้อย่างชัดเจน (สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข, 2559)

## 2. วัตถุประสงค์

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาและการประยุกต์ใช้มาตรฐานภูมิสารสนเทศที่มีกำหนดและการประกาศใช้งานอย่างเป็นทางการโดยองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization – ISO) สมาคมด้านภูมิสารสนเทศแบบเปิด (Open Geospatial Consortium – OGC) และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. สำหรับการบริหารจัดการองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (เทศบาลตำบลแม่กา) เพื่อให้ผู้ใช้งานทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานสามารถบูรณาการข้อมูลร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความซ้ำซ้อนในการจัดทำหรือจัดหาข้อมูลภูมิสารสนเทศ รวมถึงการพัฒนาต้นแบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่เป็นไปตามมาตรฐานภูมิสารสนเทศสากลเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

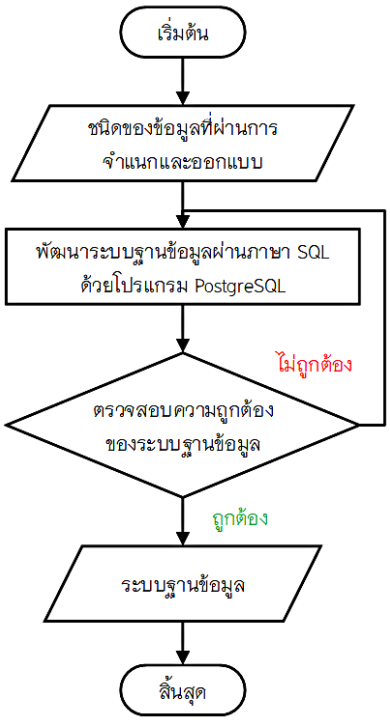
## 3. วิธีการศึกษา

การศึกษาหน้าที่ ความรับผิดชอบ การบริหารจัดการภารกิจของเทศบาลตำบลแม่กา อาศัยการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารทางราชการ การสอบถามความต้องการของเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานภูมิสารสนเทศ ระหว่างทำการศึกษาวิจัย (พ.ศ. 2560) เพื่อประเมินหาความต้องการการประยุกต์ใช้งานภูมิสารสนเทศและมาตรฐานภูมิสารสนเทศพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปฏิบัติงาน โดยอาศัยการวิเคราะห์และประเมินโดยคณะนักวิจัย ในส่วนของมาตรฐานภูมิสารสนเทศนั้นจะอาศัยเอกสารมาตรฐานที่มีการประกาศใช้งานอย่างเป็นทางการโดยองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (ISO) สมาคมด้านภูมิสารสนเทศแบบเปิด (OGC) และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ร่วมกับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นจากการสอบถามข้อมูล การนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข การจำแนกและออกแบบชนิดของข้อมูล การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และการพัฒนาต้นแบบการประยุกต์ใช้งานภูมิสารสนเทศที่มีการปรับใช้มาตรฐานภูมิสารสนเทศ รายละเอียดของกระบวนการต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 และ 2 ดังนี้




(ก) (ข)

รูปที่ 1 ขั้นตอนการศึกษารวบรวมข้อมูล (ก) และขั้นตอนการจำแนกและออกแบบชนิดข้อมูล (ข)




รูปที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาระบบฐานข้อมูล

**4. ผลการศึกษา**

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การสอบถามความต้องการในการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศจากเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของเทศบาลตำบลแม่กา รวมถึงการประยุกต์ใช้งานภูมิสารสนเทศที่มีการใช้งานอยู่แล้วของเทศบาลตำบลแม่กา พบว่าภารกิจที่มีความจำเป็นต้องใช้งานภูมิสารสนเทศนั้นประกอบด้วย ภารกิจหน้าที่ของเทศบาลตามพระราชบัญญัติเทศบาล ประเภทเทศบาลตำบล (กำหนดไว้ในมาตราที่ 50) นโยบายหลักในการบริหารจัดการเทศบาลตำบลแม่กา และภาระงานที่ได้สอบถามจากทางเทศบาลตำบลแม่กาที่กำลังดำเนินการอยู่ในช่วงที่ทำการศึกษาวิจัย (พ.ศ. 2560) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1 – 4 และโครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์และมีรูปแบบข้อมูลมาตรฐานเอีเอสอาร์ไอเชฟไฟล์ (ESRI Shapefile) ที่มีการจัดเก็บข้อมูลและชนิดของข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute) ต้นฉบับและรูปแบบข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง การแปลงค่าพิกัด (Coordinate transformation) ให้อยู่ในระบบมาตรฐานเดียวกัน (UTM 47N WGS84 datum หรือ EPSG:32647) ที่มีการใช้งานอยู่แล้วนั้น สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 5 และ 6 ส่วนชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานและแนวทางการพัฒนาต้นแบบการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายด้วยโปรแกรมภูมิสารสนเทศแบบเปิดเผยรหัส (Free/Open Source Software for Geospatial – FOSS4G) ร่วมกับมาตรฐานภูมิสารสนเทศ (Geoinformation standard) ที่ใช้ประยุกต์ใช้งานในครั้งนี้ คณะนักวิจัยได้ทำการวิเคราะห์และประเมินเพื่อเลือกใช้ประกอบการพัฒนาระบบ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7 และตัวอย่างงานประยุกต์ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการภารกิจของเทศบาลตำบลแม่กา

| มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง | คำย่อ | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| Imagery and Gridded Data | IAG | ข้อมูลภาพและข้อมูลกริด |
| Metadata | Met | คำอธิบายข้อมูล |
| Simple Feature Access | SFA | การเข้าถึงข้อมูลฟีเจอร์แบบพื้นฐาน |
| Web Feature Service | WFS | การให้บริการข้อมูลแผนที่แบบฟีเจอร์ผ่านเว็บ |
| Web Map Service | WMS | การให้บริการข้อมูลแผนที่ภาพผ่านเว็บ |

ตารางที่ 2 ภารกิจหน้าที่ของเทศบาลตามพระราชบัญญัติเทศบาล ประเภทเทศบาลตำบล (กำหนดไว้ในมาตราที่ 50)

| ภาระงาน | การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ | มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|---|
| 1.รักษาความสงบเรียบร้อยของประชาชน | ✗ | ✗ |
| 2.ให้มีและบำรุงทางบกและทางน้ำ | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 3.รักษาความสะอาดของถนน หรือทางเดินและที่สาธารณะ รวมทั้งการกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 4.ป้องกันและระงับโรคติดต่อ | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 5.ให้มีเครื่องใช้ในการดับเพลิง | ✗ | ✗ |
| 6.ให้ราษฎรได้รับการศึกษาอบรม | ✗ | ✗ |
| 7.ส่งเสริมการพัฒนาสตรี เด็ก เยาวชน ผู้สูงอายุและผู้พิการ | ✗ | ✗ |
| 8.บำรุงศิลปะ จารีตประเพณี ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวัฒนธรรมอันดีของท้องถิ่น | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 9.หน้าที่อื่นตามที่กฎหมายบัญญัติให้เป็นหน้าที่ของเทศบาล | ✗ | ✗ |

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2496

ตารางที่ 3 นโยบายหลักในการบริหารจัดการเทศบาลตำบลแม่กา

| ภาระงาน | การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ | มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|---|
| 1.ส่งเสริมและสนับสนุนโครงการพัฒนาหมู่บ้าน ๆ ละ หนึ่งล้านบาท (ผ่านการทำประชาคมหมู่บ้าน) | ✗ | |
| 2.แก้ไขปัญหาน้ำอุปโภค บริโภค แบบยั่งยืน โดยการขยายเขตประปาทั่วทั้งเขตเทศบาลแม่กา หรือก่อสร้างระบบประปาตำบลแม่กา (ผ่านการทำประชาคมหมู่บ้าน) | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 3.จัดให้มีไฟฟ้า แสงสว่างอย่างทั่วถึง ทุกหมู่บ้านในเขตเทศบาลตำบลแม่กา | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 4.ส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรม เสริมสร้างความเข้มแข็งของกลุ่มองค์กร อปพร., อสม. สตบ. ชรบ. ทหารกองหนุน เด็ก เยาวชน ผู้พิการ ผู้สูงอายุ และลูกเสือชาวบ้าน | ✗ | |
| 5.ส่งเสริมและสนับสนุนองค์กรสตรีและกลุ่มแม่บ้าน ในเขตเทศบาลตำบลแม่กาให้เกิดความเข้มแข็งและสามารถพึ่งตนเองได้ | ✗ | |
| 6.พัฒนาแหล่งน้ำและถนน สู่ชุมชนและพื้นที่การเกษตรอย่างครอบคลุมเต็มพื้นที่ | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 7.ส่งเสริม ฟื้นฟู และสนับสนุน ด้านการศึกษา ศาสนา วัฒนธรรมประเพณี เพื่อเป็นพลังในการพัฒนาชุมชน และสังคมให้เข้มแข็ง | ✗ | |
| 8.ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการบริหารจัดการบำรุงรักษา อนุรักษ์ และใช้ประโยชน์จากป่าไม้ ที่ดิน แหล่งน้ำ ทรัพยากรธรรมชาติและส่งแวดล้อม อย่างเป็นระบบ (การประชาคมแบบมีขั้นตอนและกระบวนการที่มีส่วนร่วมอย่างแท้จริง) | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 9.ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยกับองค์กรปกครองท้องถิ่น ในการพัฒนาชุมชน การศึกษา การสารธารณสุข ตำบลแม่กาอย่างยั่งยืน | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 10.ประสานงานเกี่ยวกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อวางผังเมืองเทศบาลตำบลแม่กาให้เป็นเมืองน่าอยู่ และรองรับความเจริญสู่ประชาคมอาเซียน | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 11.ประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยว และพักผ่อน | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |

ที่มา : http://www.maekalocal.com/modules.php?name=index&file=vsi

ตารางที่ 4 ภาระงานที่ได้สอบถามจากทางเทศบาล

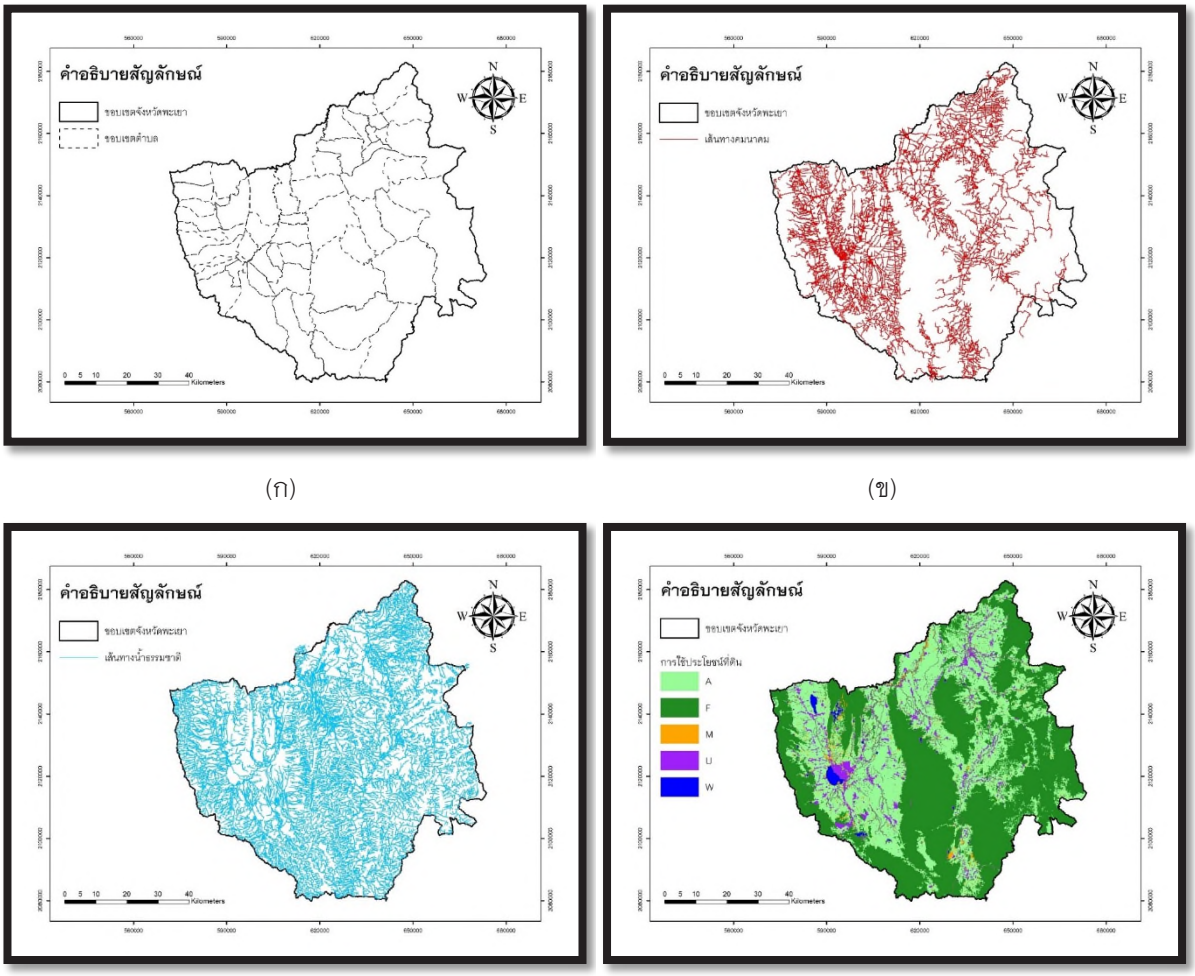
| ภาระงาน | การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ | มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|---|
| 1.งานจัดเก็บค่าธรรมเนียมขยะมูลฝอย วางแผนการออกพื้นที่เก็บค่าขยะ | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |
| 2.การจัดเก็บภาษี/วางแผนสำรวจ และแยกผู้ประกอบการว่าอยู่ในพื้นที่ได้ เช่นพื้นที่ป่าไม้ สปก. โฉนด รวมทั้งเขตในการขอจำหน่ายสุรา | ✓ | SFA, Met, WMS, WFS, IAG |

ตารางที่ 5 รายละเอียดข้อมูลภูมิสารสนเทศต้นฉบับ

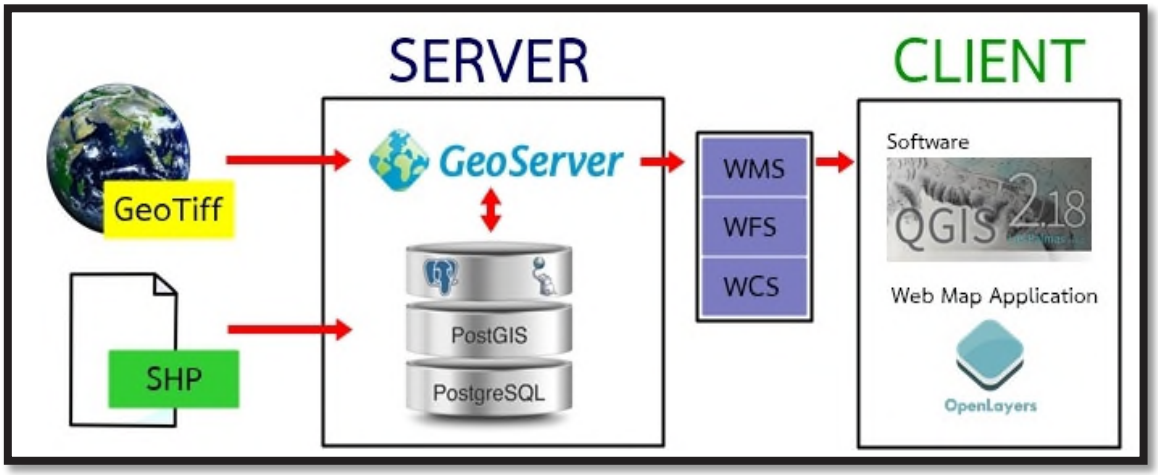
| ชื่อไฟล์ | รายละเอียด | ระบบพิกัด | Geometry Type | Encoding |
|---|---|---|---|---|
| Tambon_geog84.shp | ข้อมูลขอบเขตตำบล กรมการปกครอง | 4326 | Polygon | Windows874/TIS620 |
| ROAD_PYO.shp | ข้อมูลเส้นทางคมนาคมจังหวัดพะเยา กระทรวงคมนาคม | 32647 | Polyline | Windows874/TIS620 |
| Stream.shp | เส้นทางน้ำธรรมชาติ กรมชลประทาน | 32647 | Polyline | Windows874/TIS620 |
| North2558-2559.shp | ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดพะเยา ปี 2558-2559 กรมพัฒนาที่ดิน | 32647 | Polygon | UTF-8 |

ตารางที่ 6 รายละเอียดข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและจัดทำให้เป็นมาตรฐาน

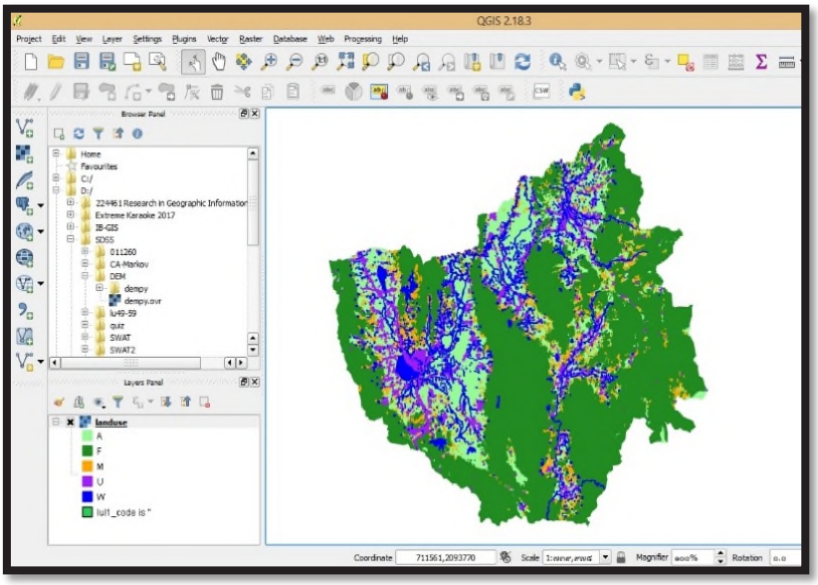
| ชื่อไฟล์ | รายละเอียด | ระบบพิกัด | Geometry Type | Encoding |
|---|---|---|---|---|
| ADMIN_Line.shp | ข้อมูลขอบเขตตำบล กรมการปกครอง | 32647 | Polygon | UTF-8 |
| ROAD_CL.shp | ข้อมูลเส้นทางคมนาคมจังหวัดพะเยา กระทรวงคมนาคม | 32647 | Polyline | UTF-8 |
| NAT_STREAM.shp | เส้นทางน้ำธรรมชาติ กรมชลประทาน | 32647 | Polyline | UTF-8 |
| LandUse.shp | ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดพะเยา ปี 2558-2559 กรมพัฒนาที่ดิน | 32647 | Polygon | UTF-8 |



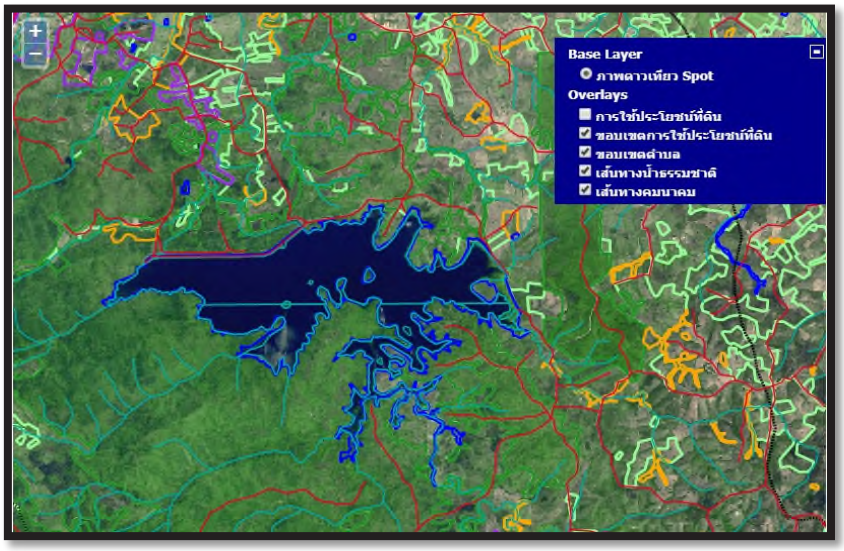

รูปที่ 3 ชั้นข้อมูลขอบเขตตำบล (ก) เส้นทางคมนาคม (ข) เส้นทางน้ำธรรมชาติ (ค) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ง)




รูปที่ 4 แนวทางการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ การพัฒนาแม่ข่ายให้บริการข้อมูลแผนที่ (Web Map Server) และลูกข่าย(Client) การใช้บริการงานประยุกต์สำหรับการบริหารจัดการเทศบาลตำบลแม่กาด้วยโปรแกรมภูมิสารสนเทศแบบเปิดเผยรหัส




รูปที่ 5 ตัวอย่างการใช้งานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Quantum GIS (QGIS)




รูปที่ 6 ตัวอย่างการใช้งานต้นแบบการประยุกต์ใช้มาตรฐานภูมิสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการเทศบาลตำบลแม่การ่วมกับการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศจากหน่วยงานอื่นผ่านเครือข่าย

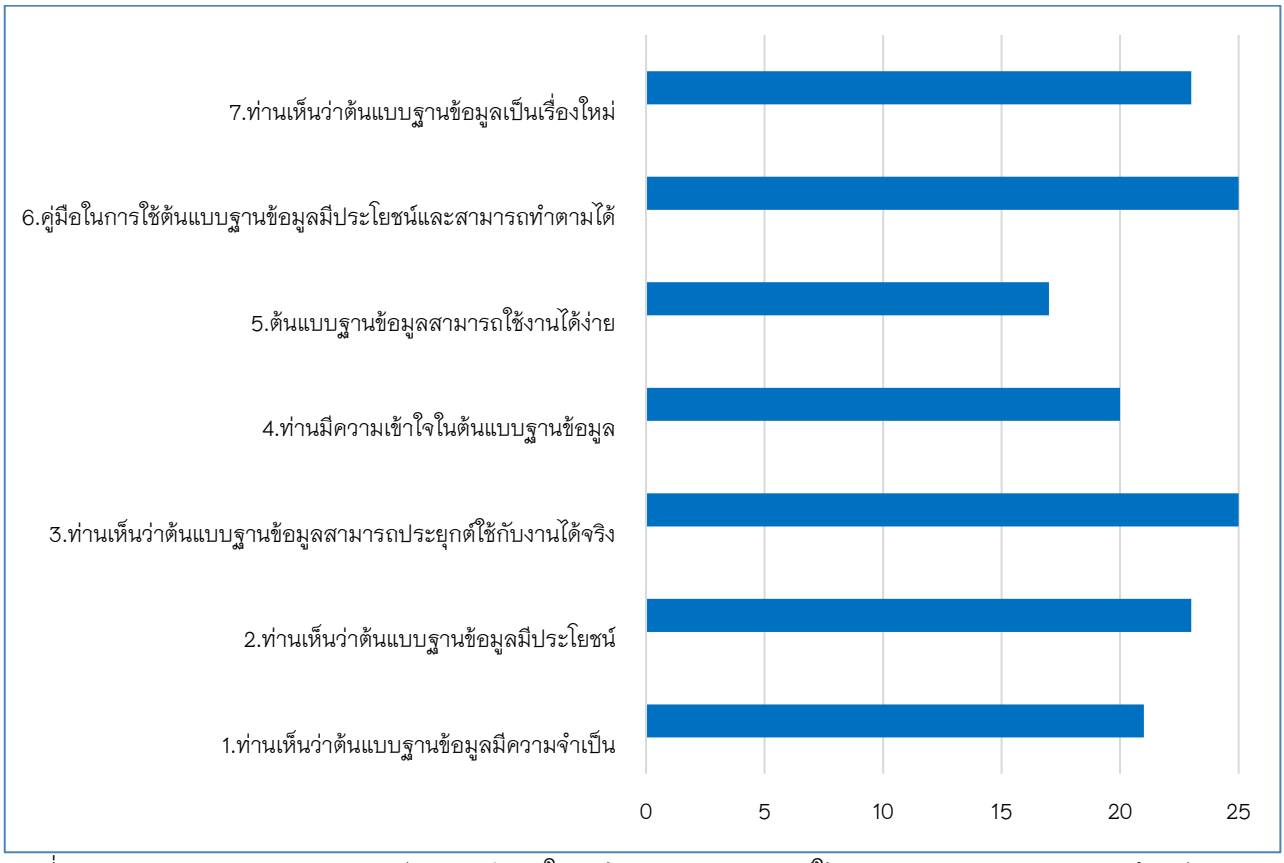
ตารางที่ 7 มาตรฐานภูมิสารสนเทศสำหรับการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่าย

| มาตรฐานภูมิสารสนเทศ | รายละเอียด | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| SFA | Simple Feature Access | การเข้าถึงข้อมูลฟีเจอร์แบบพื้นฐาน |
| WMS | Web Map Service | การให้บริการข้อมูลแผนที่ภาพ |
| WFS | Web Feature Service | การให้บริการข้อมูลแผนที่แบบฟีเจอร์ |
| WCS | Web Coverage Service | การให้บริการเว็บโคเวอร์เรจ |
| WMTS | Web Map Tile Service | การให้บริการเว็บแมพไทล์ |
| SLD | Styled Layer Descriptor | การกำหนดสัญลักษณ์ของชั้นข้อมูล |

ในงานวิจัยครั้งนี้ คณะนักวิจัยได้ทำการการประเมินความพึงพอใจต่อต้นแบบระบบภูมิสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการส่วนท้องถิ่นของเทศาลตำบลแม่กา โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจต่อกับการประยุกต์ใช้งาน ดังตารางที่ 8 และภาพแสดงผลการประเมินด้วยกราฟแสดงผลรวมคะแนน จากตัวเลือก มากที่สุด 5 คะแนน มาก 4 คะแนน ปานกลาง 3 คะแนน น้อย 2 คะแนน และน้อยมาก 1 คะแนน พบว่าในทุกเรื่องที่ทำการประเมินนั้น ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับสูง (เฉลี่ยรวมแล้วมากกว่า 3 คะแนนขึ้นไป) โดยหัวข้อที่ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดคือ ระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถประยุกต์ใช้งานได้จริงและคู่มือที่คณะนักวิจัยได้จัดทำขึ้นนั้นมีประโยชน์สามารถนำไปใช้งานได้จริง อย่างไรก็ดี ผู้ใช้งานอาจไม่คุ้นเคยกับการใช้งานเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายจึงทำให้ระดับความพึงพอใจต่ำกว่าข้ออื่น ผลการประเมินความพึงพอใจต่อต้นแบบการประยุกต์ใช้งานมาตรฐานภูมิสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการส่วนท้องถิ่น เทศาลตำบลแม่กา แสดงได้ดังรูปที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนน

| ช่วงคะแนน | ระดับความพึงพอใจ |
|---|---|
| 1 – 5 | น้อยมาก |
| 6 – 10 | น้อย |
| 11 – 15 | ปานกลาง |
| 16 – 20 | มาก |
| 21 – 25 | มากที่สุด |




รูปที่ 7 กราฟแสดงผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อต้นแบบการประยุกต์ใช้งานมาตรฐานภูมิสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการส่วนท้องถิ่น เทศบาลตำบลแม่กา

## 5. สรุป อภิปรายผลการศึกษา

จากการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ไม่พบว่ามีการศึกษาใดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามาตรฐานภูมิสารสนเทศที่จำเป็นและเหมาะสมกับการบริหารจัดการองค์ปกครงส่วนท้องถิ่นในประเทศไทยมาก่อน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการรวบรวมวิเคราะห์และพัฒนาชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการบริหารจัดการส่วนท้องถิ่นของเทศบาลตำบลแม่กา ให้สอดคล้องตามมาตรฐานภูมิสารสนเทศที่กำหนดไว้โดยองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (ISO) สมาคมด้านภูมิสารสนเทศแบบเปิด (OGC) ที่มาจากความร่วมกันขององค์กรและหน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชนและภาคอุตสาหกรรมกว่า 500 หน่วยงานทั่วโลก และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) อันเป็นหน่วยงานหลักของประเทศไทยในการกำกับดูแลและสนับสนุนการประยุกต์ใช้งานภูมิสารสนเทศ มาตรฐานภูมิสารสนเทศพื้นฐานที่จำเป็นนั้น ประกอบด้วย มาตรฐานคำอธิบายข้อมูล (Metadata) มาตรฐานการเข้าถึงข้อมูลฟีเจอร์แบบพื้นฐาน (Simple Feature Access – SFA) มาตรฐานการให้บริการข้อมูลแผนที่ภาพผ่านเว็บ (Web Map Service – WMS) มาตรฐานการให้บริการข้อมูลแผนที่แบบฟีเจอร์ผ่านเว็บ (Web Feature Service – WFS) และมาตรฐานข้อมูลภาพและข้อมูลกริด (Imagery and Gridded Data) นอกจากนี้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาต้นแบบระบบการให้บริการข้อมูลผ่านเครือข่ายด้วยโปรแกรมแบบเปิดเผยรหัสเพื่อสนับสนุนการทำงานของเทศบาลตำบลแม่กา โดยผู้ปฏิบัติงานของเทศบาลตำบลแม่กาที่ได้ใช้งานระบบดังกล่าวมีความพึงพอใจอย่างสูง เนื่องจากสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและการทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยสนับสนุน

นโยบายเปิดเผยข้อมูล (Open data) ซึ่งช่วยให้เกิดความโปร่งใสในการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการสนับสนุนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในอนาคต

**6. เอกสารอ้างอิง**

แก้ว นวลฉวี. (2555). ความสำคัญของมาตรฐานภูมิสารสนเทศ. สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2560, จาก http://thaisdi.gistda.or.th/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=26:2012-04-04-02-59-15&id=2:seminar-meeting-article&Itemid=57

คณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งชาติ. (2559). แผนแม่บทภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ปี พ.ศ.2560 – 2564.

งานวิเคราะห์นโยบายและแผน สำนักปลัดเทศบาล เทศบาลตำบลแม่กา. (2559). แผนดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2559.

สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข. (ผู้บรรยาย). (19 ตุลาคม 2559). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐานด้านภูมิสารสนเทศและมาตรฐานสำหรับการให้บริการข้อมูลผ่านเครือข่าย. ห้องประชุมเชียงคำ: มหาวิทยาลัยพะเยา

Jakobsson, A. and Giversen, J. (2004). Guidelines for Implementing the ISO 19100 Geographic Information Quality Standards in National Mapping and Cadastral Agencies.

# การวิเคราะห์แบบหลายกฎเกณฑ์ด้วยภูมิสารสนเทศสำหรับพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกรณีศึกษา พื้นที่รอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา

# GIS Based Multi-Criteria Analysis for Site Selection Analysis of Aquaculture Case Study of Around Kwan Phayao, Phayao Province

นิติ เอี่ยมชื่น[1], เกรียงไกร สีตะพันธุ์[2*]

Niti Iamchuen[1], Kriengkrai Seetapan[2*]

[1]สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2]สาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

*Corresponding author: kook82@htmail.com

**บทคัดย่อ**

การหาพื้นที่เหมาะสมคือปัจจัยที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่จะทำให้สำเร็จและยั่งยืน กระบวนการทำโดยประยุกต์ใช้การพัฒนาการประเมินแบบหลายกฎเกณฑ์ทางพื้นที่ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตัวแปรในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้แก่ 1) ประเภทการใช้ที่ดิน 2) แหล่งน้ำ และเส้นทางน้ำ 3) เส้นทางน้ำไหลตลอดปี 4) ความสูง 5) ความลาดชัน 6) ลักษณะเนื้อดิน 7) ระยะห่างจากถนน และ 8) ระยะห่างจากชุมชน โดยการให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนน ตัวแปรเหล่านี้จะถูกรวมเชิงตรรกะและสร้างผลลัพธ์ออกมาแสดงในรูปแบบช่วงชั้นความเหมาะสม 3 ชั้น (ต่ำ ปานกลาง และมาก) ต่อจากนั้นจะนำมาซ้อนทับกับฟาร์มเพาะเลี้ยงในปัจจุบันเพื่อช่วยสนับสนุนการวางแผนอนาคตและกระบวนการตัดสินในเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

**คำสำคัญ:** พื้นที่เหมาะสม / การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ / กว๊านพะเยา

**Abstract**

Site selection is a key factor in any aquaculture success and sustainability. Its process was developed by applying the spatial multiple criteria evaluation (SMCE) along with aquaculture physical variables. The aquaculture variables consisted of: 1) land use and land cover, 2) water body and stream lines, 3) permanent streams, 4) altitude, 5) slope 6) soil unit 7) distance from road and 8) distance from the community. In the part of analysis, weighting and scoring were addressed. Variables were grouped by a logical model and the outputs showing the suitable areas which divided into 3 classes (low, moderate and high). After that, overlay with actual aquaculture site was managed in order to support in future planning and decision making processes for sustainable development.

**Keyword:** Site Selection / Aquaculture / Kwan Phayao

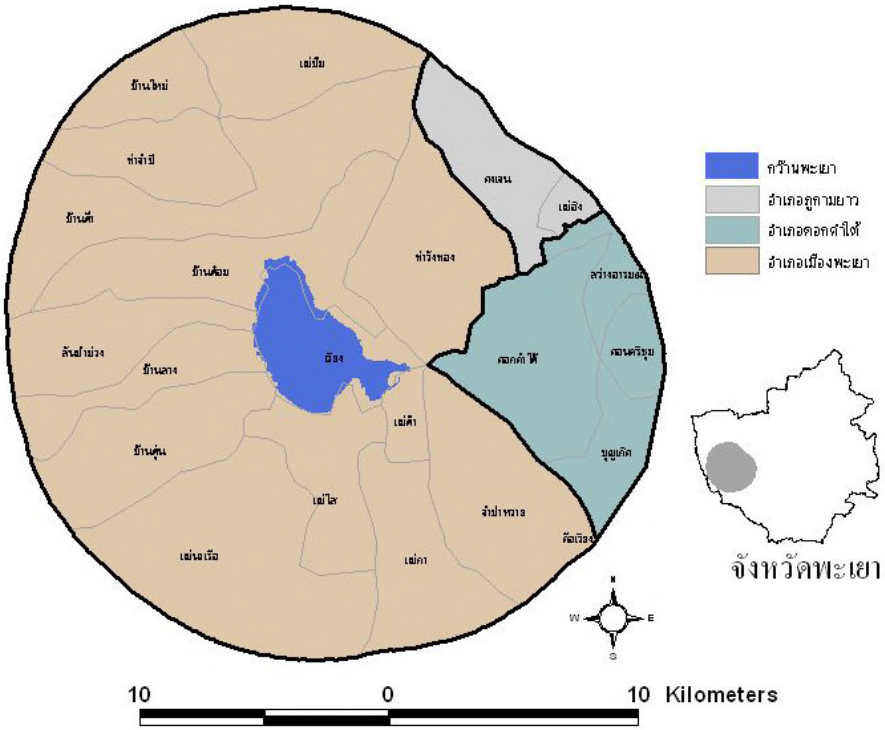
**1. บทนำ**

อุตสาหกรรมการประมงของประเทศไทยนับว่ามีความก้าวหน้าในระดับต้นๆ ของโลก จากข้อมูลสถิติของกรมประมง [1] พบว่าในปี พ.ศ. 2560 ทำรายได้กว่า 160,299 ล้านบาท โดยในจำนวนนี้มาจากสัตว์น้ำจืดจากการเพาะเลี้ยงถึง 22,574 ล้านบาท และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจากปี พ.ศ. 2540 จนถึง 2560 จะพบว่าการจับสัตว์น้ำจืดจากแหล่งธรรมชาติแทบจะมีปริมาณคงที่คือ 205,000 ตันต่อปีในปี พ.ศ. 2540 และ 192,600 ตันในปี พ.ศ. 2560 ขณะที่ปริมาณการเพาะเลี้ยงเพิ่มมากขึ้นกว่าสองเท่าตัวคือจาก 200,200 ตันในปี พ.ศ. 2540 เป็น 413,300 ตันในปี พ.ศ. 2560 โดยส่วนหนึ่งมาจากการปรับเปลี่ยนรสนิยมในการบริโภคปลาเนื้อปลาเพื่อสุขภาพและความปลอดภัยจากสารตกค้างต่างๆ ที่พบน้อยกว่าเนื้อสัตว์ประเภทอื่นๆ ในส่วนของภาคเหนือ มีปริมาณผลผลิตปลาน้ำจืดแทบจะคงที่ยกเว้นจังหวัดพะเยาข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 มีผลผลิตสัตว์น้ำจืด 6,299 ตัน ขณะที่ในปีถัดมาคือ พ.ศ. 2560 มีผลผลิตสัตว์น้ำจืดสูงขึ้นถึง 9,585 ตันหรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 152 โดยรูปแบบการเพาะเลี้ยงในจังหวัดพะเยามีทั้งแบบกระชังที่เลี้ยงตามลำน้ำอิงและการขุดบ่อเลี้ยงเอง สร้างทั้งอาหาร อาชีพเสริมที่ก่อเกิดรายได้ และเป็นสินค้าคู่เมืองพะเยา โดยเฉพาะในพื้นที่รอบๆ กว๊านพะเยาเป็นต้น

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นจำนวนมากขึ้นจากสภาพอากาศและภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยในการสร้างโอกาสของแหล่งอาหารและรายได้ตามศักยภาพของพื้นที่ การศึกษาครั้งนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics) มาประยุกต์ใช้ในการหาศักยภาพของพื้นที่ดังกล่าวเพื่อวางแผนวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตน้ำจืด ซึ่งจากการค้นคว้าเอกสารนั้นมีจำนวนไม่มากและส่วนใหญ่เป็นการเพาะเลี้ยงในรูปแบบกระชัง (เพาะเลี้ยงในแม่น้ำหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ) ดังรายงานของ เปเรซและคณะ [2], สมฤดี [3], วัลลภ และวิรงรอง [4] ณพวรรณ [5] หรือทางทะเลที่มีการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบหลายกฎเกณฑ์ เช่น Banafi et al. [6] Radiarta et al. [7] Gimpel et al. [8] Longdill et al. [9] และ Gimpel et al. [10] หรือใช้หาแหล่งที่อยู่อาศัย เช่น Nikolakaki [11] เป็นต้น ซึ่งต่อมา Solana et al. [9] พบว่าการใช้การวิเคราะห์แบบหลายกฎเกณฑ์ (Multicriteria decision-making: MCDM) เริ่มมีงานวิจัยตีพิมพ์มากยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านเนื้อหาที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากการหาพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง เช่น การวิเคราะห์ทางด้านการเงินทุนการลงทุน การวางยุทธศาสตร์การประมง ข้อดีของการนำเทคนิค MCDM มาใช้สามารถทำให้มองได้หลากหลายแง่มุมและช่วยในการวางแผนที่เหมาะสมในหลายๆด้านดังที่กล่าวมาข้างต้น ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นไปในรูปแบบของพื้นที่ซึ่งแตกต่างจากลักษณะของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังหรือการเลี้ยงในทะเล(น้ำเค็ม) โดยเฉพาะในพื้นที่ศึกษารอบกว๊านพะเยา ที่นิยมขุดบ่อในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นจึงมีปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์ที่แตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อต้องการใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนช่วยตัดสินใจ (Decision Support) ทางพื้นที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพื่อใช้ประกอบกับการวางแผนการตัดสินใจในการป้องกันและบรรเทาปัญหาจากอุทกภัยหรือภัยแล้ง จากการนำข้อมูลเชิงพื้นที่มาประยุกต์ใช้งานช่วยให้เกิดแนวทางที่สามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ก่อให้เกิดความยั่งยืนอย่างเป็นระบบในการใช้งานทรัพยากรอย่างมั่นคง และเป็นแนวทางให้ผู้สนใจนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องต่อไป

**2. วัตถุประสงค์**

เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตพื้นที่รอบกว๊านพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา




รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

**3. วิธีการศึกษา**

ในส่วนของขอบเขตพื้นที่ศึกษาทำการสำรวจและจำแนกพื้นที่เหมาะสมตามปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และกำหนดพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบขุดบ่อเพาะเลี้ยงในพื้นที่รอบกว๊านพะเยา ในรัศมีจากกว๊านพะเยา 10 กิโลเมตร ดังรูปที่ 1 (เนื่องจากระยะดังกล่าวจากทิศตะวันตกของกว๊านพะเยาบรรจบบริเวณภูเขาและบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ป่าไม้และมีความสูงชันเป็นตัวบังคับตามสภาพธรรมชาติ) ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมือง บางส่วนของอำเภอดอกคำใต้ และอำเภอภูกามยาว จังหวัดพะเยา ในการศึกษาเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่และอุปกรณ์เพื่อวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ดังนี้ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) มาตราส่วน 1: 50,000 จากกรมแผนที่ทหาร ชุด L7018 ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งและพิจารณาลักษณะภูมิประเทศเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดดิน (เนื้อดิน) และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 จากกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อพิจารณาเนื้อดินที่เหมาะสมในการทำบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและความเหมาะสมของกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่จะนำมาทำการพิจารณาว่ามีความคุ้มค่ามากน้อยเพียงไร และข้อมูลขอบเขตป่าไม้จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช เพื่อกำหนดเขตการพัฒนาไม่ให้ตกอยู่ในเขตป่าไม้ตามกฎหมาย โดยข้อมูลทั้งหมดจะนำมาจัดกลุ่มตามเกณฑ์เพื่อในการการวิเคราะห์ โดยใช้ซอฟแวร์ทางภูมิสารสนเทศตามศักยภาพตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ และนำเครื่องบอกพิกัดโลก (Global Positioning System: GPS) Garmin รุ่น eTrex มาใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งสถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปี พ.ศ. 2552 (เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน) เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยมีผังการดำเนินการวิเคราะห์เพื่อประเมินเชิงพื้นที่ของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (รูปที่ 1) มีขั้นตอนพอสังเขปดังนี้

3.1 การกำหนดชั้นข้อมูลปัจจัย (Factor) ที่จะนำมาในการวิเคราะห์ศักยภาพได้แก่ แหล่งน้ำ ถนน เส้นทางน้ำ แบบจำลองความสูง ความลาดชัน ที่ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ ขอบเขตป่าตามกฎหมาย ลักษณะเนื้อดิน และประเภทการใช้ที่ดิน

3.2 กำหนดประเภทของข้อมูล (Classification) ในแต่ละปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ เพื่อใช้ในการจำแนกกลุ่มตามความเหมาะสมของพื้นที่ในแต่ละปัจจัย (ตารางที่ 1 สดมภ์ที่ 2) เช่น ขอบเขตป่าตามกฎหมาย จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พื้นที่ป่า และไม่ใช่พื้นที่ป่า เป็นต้น

3.3 กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) เพื่อกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่จะส่งผลต่อการทำบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ (คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประมงในพื้นที่) กำหนดค่าอยู่ระหว่าง 1–5 (ตารางที่ 1 สดมภ์ที่ 3)

3.4 กำหนดค่าคะแนนของประเภทข้อมูล (Rating) ตามการจำแนกประเภทของแต่ละปัจจัย โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญกำหนดค่าคะแนนตามแต่ละประเภทองปัจจัย เช่น ขอบเขตป่าตามกฎหมาย จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พื้นที่ป่า ให้ค่าคะแนนเท่ากับศูนย์ และไม่ใช่พื้นที่ป่าให้ค่าคะแนนเท่ากับหนึ่ง เป็นต้น (ตารางที่ 1 สดมภ์ที่ 4)

3.5 นำค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยและค่าคะแนนของประเภทข้อมูลมาคูณกัน (Weighting X Rating) เพื่อกำหนดช่วงชั้นของผลลัพธ์และจำแนกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยแบ่งระดับเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้ข้อมูลในลักษณะกริด (Grid or Raster) เพื่อซ้อนทับ (Overlay) และกำหนดให้แต่ละกริดมีขนาด 40 X 40 เมตร (1ไร่) เป็น Minimum mapping unit และใช้การวิเคราะห์แบบหลากหลายปัจจัย (Multi–Criteria Decision Analysis: MCDA) โดยใช้การให้ค่าน้ำหนักปัจจัยคูณกับค่าคะแนนของปัจจัยอย่างง่าย (SAW : Simple Average Weighting) โดยอ้างอิงเทคนิคจาก วิธีการให้ค่าคะแนน (Scoring Methods) ของ Malczewski [13].

$$A_i = \sum_j w_j x_{ij} \qquad (1)$$

Ai = คะแนนสำหรับแต่ละทางเลือก (Alternatives i)

Xij = คะแนนของทางเลือก i ที่พิจารณาปัจจัย (Attribute) j

Wi = ค่าน้ำหนักที่ทำค่ามาตรฐาน(Normalized) แล้ว โดย $\sum Wi = 1$

3.6 นำผลจากแบ่งระดับ พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสูง ปานกลาง และต่ำ มาตรวจสอบขนาดพื้นที่แบบกลุ่มก้อน (Compactness) เนื่องจากการสร้างบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นอกจากตัวบ่อแล้ว ยังมีสิ่งที่จำเป็นที่ในการจัดการและดูแลรักษาบ่อเพาะเลี้ยงในพื้นด้วยต่างๆ รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรในการดูแลรักษาที่จำเป็นต้องมีพื้นที่ต่อเนื่องกัน (ผืน) โดยจัดแบ่งตามขนาดพื้นที่ดังนี้ น้อยกว่า 10 ไร่, 10–30 ไร่ และมากกว่า 30 ไร่ (ตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ)

3.7 ประเมินความถูกต้องของพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีในพื้นที่อยู่ด้วยเครื่อง GPS

ในการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) ตามหัวข้อที่ 2.3 แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มตามลำดับความสำคัญดังนี้ กลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ปัจจัยแหล่งน้ำและเส้นทางน้ำ ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 5 เนื่องจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ น้ำถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากที่สุด กลุ่มที่สอง คือ ปัจจัยลักษณะเนื้อดิน ให้ค่า

น้ำหนักเท่ากับ 4 เพราะลักษณะโครงสร้างของดินแบบต่างๆ จะมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำ รวมไปถึงคุณสมบัติของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) รวมถึงแร่ธาตุต่างๆ ในดินจะมีการถ่ายเทไปสู่น้ำที่เราใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ กลุ่มที่สาม คือ ปัจจัยความลาดชัน ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 3 เพราะความลาดชันมากจะส่งผลต่อการงบประมาณในการก่อสร้างบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้สูงขึ้น เนื่องจากในการก่อสร้างบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต้องสิ้นเปลืองงบประมาณไปกับการปรับพื้นที่ให้เหมาะสมกับการขุดบ่อ กลุ่มที่สี่ ได้แก่ ปัจจัยทางประเภทการใช้ที่ดิน ปัจจัยระยะห่างจากถนน และปัจจัยระยะห่างจากชุมชน ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 3 ทั้งสามปัจจัยมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยในกลุ่มข้างต้นเมื่อพิจารณาถึงความจำเป็นก่อนหลังในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และกลุ่มสุดท้ายกลุ่มที่ห้า ปัจจัยความสูง และปัจจัยขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม เนื่องจากความสูงและขนาดพื้นที่ที่แตกต่างกันไม่มากในพื้นที่ ขณะที่ปัจจัยขอบเขตป่าไม้ตามกฎหมายนั้น ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 เช่นกัน เพื่อกั้นพื้นที่ป่าตามกฎหมายออกเพื่อตัดปัญหาการ บุกรุกพื้นที่ป่าในอนาคต

การกำหนดค่าคะแนนของประเภทข้อมูลของแต่ละปัจจัยตามหัวข้อ 3.4 มีการให้ค่าคะแนนที่แตกต่างกันตามรายละเอียดที่ต่างกันดังนี้

1) ขอบเขตป่าตามกฎหมาย (Forest Laws) จำแนกออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นพื้นที่ป่า ได้แก่ ป่าสงวนแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และอุทยานแห่งชาติ) และกลุ่มที่สองคือ ไม่ใช่ป่าตามกฎหมาย (รูปที่ 2)

2) ประเภทการใช้ที่ดิน (Land Use and Land Cover Classification) ใช้ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 ในระดับที่ 1 และปรับใหม่คือ พื้นที่เกษตรกรรม (ยุบรวมพื้นที่อื่นๆ เข้าในกลุ่มนี้) พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อยู่อาศัย โดยพื้นที่แหล่งน้ำจะให้คะแนนสูงเพราะพื้นที่ที่ทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจำเป็นในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ มีน้ำไหล สภาพคุณภาพน้ำในบ่อจะดี ปลาจะเจริญเติบโตได้ดีตามไปด้วย จะให้คะแนน 3 ส่วนกลุ่มถัดมาคือ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เพาะเลี้ยงปลาส่วนใหญ่ในพื้นที่จากการสำรวจจะเป็นบ่อขุดจากพื้นที่เกษตรกรรมเดิม ให้คะแนน 2 ขณะที่พื้นที่ชุมชนไม่นิยมทำการเพาะเลี้ยงเพราะจะเกิดปัญหาน้ำเน่าเสียและการลักขโมย รวมทั้งบางกรณีน้ำในบ่อส่งกลิ่นรบกวนและจะเกิดการร้องเรียนจึงไม่นิยมทำในเขตชุมชนที่อยู่อาศัย จะให้คะแนน 1 สุดท้ายคือพื้นที่ป่าปลูกให้คะแนน 0 (ศูนย์) เนื่องจาก ผิดกฎหมายป่าไม้และป้องกันการบุกรุกเพิ่มเติมในอนาคต (รูปที่ 3)

3) แหล่งน้ำ (Water Body) พิจารณาระยะห่างจากแหล่งน้ำและการไหลของน้ำ กรณีแรกพิจารณาระยะห่างจากเส้นทางน้ำหรือแหล่งน้ำตามแผนที่ภูมิประเทศ และเพิ่มเติมข้อมูลแหล่งน้ำจากข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 จากกรมพัฒนาที่ดิน โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ ห่างไม่เกิน 100 เมตร ให้คะแนน 0, ห่างระหว่าง 100–400 เมตรให้ค่าคะแนน 3, ห่างระหว่าง 400–700 เมตรให้ค่าคะแนน 2 และห่างมากกว่า 700 เมตรให้ค่าคะแนน 1และกรณีที่สอง การจำแนกจะแบ่งตามข้อมูลเส้นทางน้ำที่ระบุเส้นทางน้ำออกเป็น 2 ประเภท คือ เส้นทางน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปีและไหลไม่ตลอดปี กำหนดระยะห่างจากเส้นทางน้ำไหลตลอดปีและให้คะแนนเพิ่มเติมตามเกณฑ์เดียวกับกรณีที่หนึ่ง ห่างไม่เกิน 100 เมตร ให้คะแนน 0, ห่างระหว่าง 100–400 เมตรให้ค่าคะแนน 3, ห่างระหว่าง 400–700 เมตรให้ค่าคะแนน 2 และห่างมากกว่า 700 เมตรให้ค่าคะแนน 1 โดยระยะทางที่ห่างออกไปใกล้ที่สุดให้คะแนนศูนย์เนื่องจาก มีความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมที่ส่งผลต่อความสูญเสียของตัวบ่อโดยเฉพาะขอบบ่อพัง ที่นำความเสียหายมาต่อตัวสัตว์น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (รูปที่ 4 และรูปที่ 5)

4) ความสูง (Altitude) พื้นที่หลังจากกันพื้นที่ป่าไม้ออกไปและพิจารณาเฉพาะพื้นที่ที่ห่างจากกว๊านไปไม่เกิน 5 กิโลเมตร มีระดับความสูงแตกต่างกันไม่มากนักจัดกลุ่มออกเป็น 3 ระดับคือ ต่ำกว่า 200 เมตร, 200 – 500 เมตร และสูงกว่า 500 เมตร โดยความสูงที่มากขึ้นอากาศจะเย็นลงส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ช้าลง (รูปที่ 6)

5) ความลาดชัน (Slope) สร้างจากข้อมูลแบบจำลองเชิงเลข (Digital Elevation Model) กำหนดเกณฑ์โดยอ้างอิงกับมาตรฐานการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ออกเป็น 0–15 % ให้ค่าคะแนน 3 ส่วนความลาดชัน 15–35 % ให้ค่าคะแนน 2 และความลาดชันมากกว่า 35 % ให้ค่าคะแนน 1 ทั้งนี้อ้างอิงตามความเหมาะสมทางพื้นที่และพื้นที่ที่มีความลาดชันมากจะทำให้การดำเนินการสร้างบ่อมีค่าใช้จ่ายสูงและไม่สะดวกในการเข้าถึง ลักษณะบ่อที่ดี ควรมีความลาดชันเล็กน้อยเพื่อสะดวกในการเปลี่ยนถ่ายน้ำตามหลักแรงโน้มถ่วงจากธรรมชาติ และสะดวกในการขนส่งปลาไปยังตลาดหรือพ่อค้าที่เข้ามารับซื้อ (รูปที่ 7)

6) ลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture) พิจารณาการอุ้มน้ำของพื้นผิวเป็นหลัก เนื่องจากบ่อขุดที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำดินที่สามารถมีการเก็บกักน้ำได้ดี ไม่สูญเสีย (ซึม) น้ำได้ง่าย ดินเหนียวมีอนุภาคเล็กมากที่สุด รองลงมาได้แก่ดินเหนียวปนทรายร่วนปนเหนียว ดินร่วนปนตะกอนทรายแป้ง ดินร่วน ดินร่วนปนตะกอนทราย ดินที่มีเศษหินปน ดินทราย โดยดินที่มีหินปะปนมากจะส่งผลต่อการสูญเสียน้ำได้รวดเร็ว และการปนเปื้อนของธาตุเหล็กจากหินลูกรังที่พบในพื้นที่อาจจะปะปนกับน้ำที่เลี้ยงสัตว์น้ำ อันจะส่งผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ รวมไปถึงการสิ้นเปลืองในการลงทุนขุดบ่อที่มีพื้นหินจะต้องใช้การลงทุนสูง (รูปที่ 8)

7) ระยะห่างจากถนน (Road Buffer) ได้จากข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศ มาทำการวาดเส้นให้อยู่ในรูปแบบเวคเตอร์ (Vector) และทำการกำหนดพื้นที่กันชัน โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ ห่างจากถนนน้อยกว่า 300 เมตร ให้คะแนน 0 , ห่างจากถนนระหว่าง 300–600 เมตรให้ค่าคะแนน 3 ,ห่างจากถนนระหว่าง 600–900 เมตรให้ค่าคะแนน 2 และห่างจากถนนมากกว่า 900 เมตรให้ค่าคะแนน 1 พื้นที่ที่อยู่ใกล้ถนนมากเกินไป จะเสี่ยงต่อการลักขโมยสัตว์น้ำได้ง่าย และเสียงจากชุมชนและยานพาหนะจะทำให้ปลาตกใจและเกิดความเครียด ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาและอัตราการรอดตายของของสัตว์น้ำต่ำ จึงกำหนดพื้นที่ห่างจากถนนน้อยกว่า 300 เมตร ให้มีค่าคะแนนเป็นศูนย์ ส่วนระยะทางที่ห่างไป พิจารณาในการเข้าถึงของผู้เลี้ยงและการขนส่ง เป็นหลัก (รูปที่ 9)

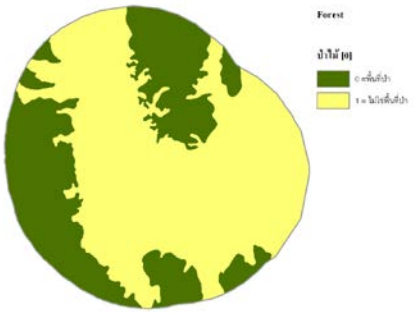
8) ระยะห่างจากชุมชน (Community Buffer) ใช้ขอบเขตชุมชน (Community Area) จากข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ดินมาทำการกำหนดระยะห่างจากชุมชน ในการกำหนดระยะทางพิจารณาถึงความปลอดภัยจากการลักขโมย และปัญหามลภาวะที่เกิดขึ้นจากชุมชนที่อาจส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ ทั้งมลภาวะทางเสียง สิ่งปฏิกูลต่างๆ และการเข้าถึงพื้นที่ที่ไม่ไกลจนเกินไปจากชุมชนสู่แหล่งผลิตทำให้ดูแลได้สะดวกและทั่วถึง ดังนั้นระยะห่างจึงใช้เกณฑ์ระยะทางจากถนนในการกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ ห่างจากชุมชนน้อยกว่า 300 เมตร ให้คะแนน 0, ห่างจากชุมชนระหว่าง 300–600 เมตรให้ค่าคะแนน 3, ห่างจากชุมชนระหว่าง 600–900 เมตรให้ค่าคะแนน 2 และห่างจากชุมชนมากกว่า 900 เมตรให้ค่าคะแนน 1 (รูปที่ 9)

ตารางที่ 1 ปัจจัยและการให้ค่าคะแนนและค่าน้ำหนัก

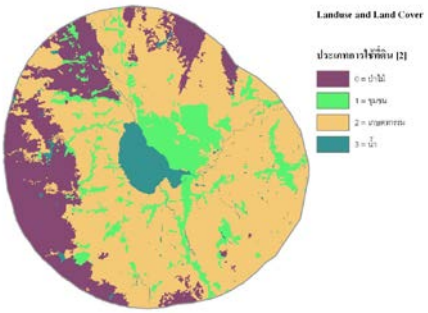
| ปัจจัย | การจำแนก | ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) | ค่าคะแนนของประเภทข้อมูล (Rating) |
|---|---|---|---|
| 1.ขอบเขตป่าตามกฎหมาย | | | |
| | พื้นที่ป่า | 1 | 0 |
| | ไม่ใช่พื้นที่ป่า | | 1 |
| 2.ประเภทการใช้ที่ดิน | | | |
| | 1. น้ำ | | 3 |
| | 2. เกษตรกรรม | 2 | 2 |
| | 3. ชุมชน | | 1 |
| | 4. ป่าไม้ | | 0 |
| 3.1แหล่งน้ำ และเส้นทางน้ำ | | | |
| | 1. น้อยกว่า 100 เมตร | | 0 |
| | 2. 100 – 400 เมตร | 5 | 3 |
| | 3. 400 – 700 เมตร | | 2 |
| | 4. มากกว่า 700 เมตร | | 1 |
| 3.2. เส้นทางน้ำไหลตลอดปี | | | |
| | 1. น้อยกว่า 100 เมตร | | 0 |
| | 2. 100 – 400 เมตร | 5 | 3 |
| | 3. 400 – 700 เมตร | | 2 |
| | 4. มากกว่า 700 เมตร | | 1 |
| 4.ความสูง | | | |
| | 1. ต่ำกว่า 200 เมตร | | 3 |
| | 2. 200 – 500 เมตร | 1 | 2 |
| | 3. มากกว่า 500 เมตร | | 1 |
| 5.ความลาดชัน | | | |
| | 1. น้อยกว่า 15% | | 3 |
| | 2. 15 – 35% | 3 | 2 |
| | 3. มากกว่า 35% | | 1 |

ตารางที่ 1 ปัจจัยและการให้ค่าคะแนนและค่าน้ำหนัก (ต่อ)

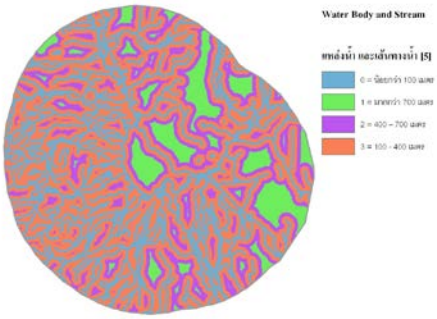
| ปัจจัย | การจำแนก | ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) | ค่าคะแนนของประเภทข้อมูล (Rating) |
|---|---|---|---|
| 6.ลักษณะเนื้อดิน | | | |
| | 1. ดินเหนียว | | |
| | 2. ดินเหนียวปนทรายร่วน | | 7 |
| | ปนเหนียว | | 6 |
| | 3. ดินร่วนปนตะกอนทราย | | 5 |
| | แป้ง | **4** | 4 |
| | 4. ดินร่วน | | 3 |
| | 5. ดินร่วนปนตะกอนทราย | | 2 |
| | 6. ดินที่มีเศษหินปน | | 1 |
| | 7. ดินทราย | | 0 |
| | 8. แหล่งน้ำ ชุมชน ฯลฯ | | |
| 7.ระยะห่างจากถนน | | | |
| | 1. น้อยกว่า 300 เมตร | | 0 |
| | 2. 300 – 600 เมตร | **2** | 3 |
| | 3. 600 – 900 เมตร | | 2 |
| | 4. มากกว่า 900 เมตร | | 1 |
| 8.ระยะห่างจากชุมชน | | | |
| | 1. น้อยกว่า 300 เมตร | | 0 |
| | 2. 300 – 600 เมตร | **2** | 3 |
| | 3. 600 – 900 เมตร | | 2 |
| | 4. มากกว่า 900 เมตร | | 1 |



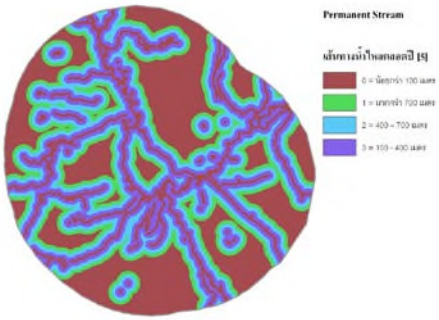

รูปที่ 2 แผนที่ขอบเขตป่าตามกฎหมาย



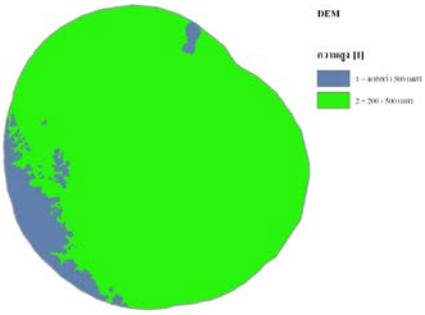

รูปที่ 3 แผนที่ประเภทการใช้ที่ดิน



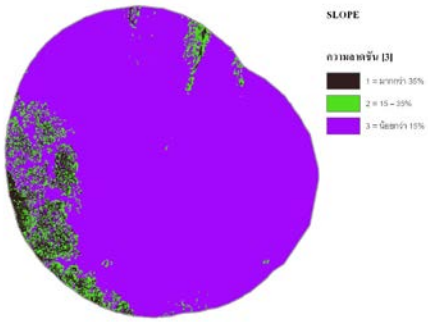

รูปที่ 4 แผนที่แหล่งน้ำและเส้นทางน้ำ



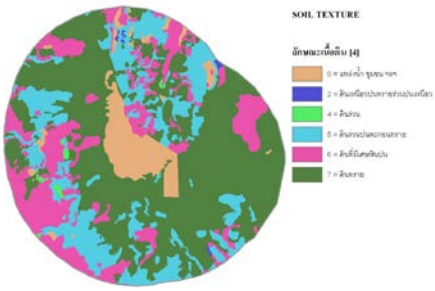

รูปที่ 5 แผนที่เส้นทางน้ำไหลตลอดปี



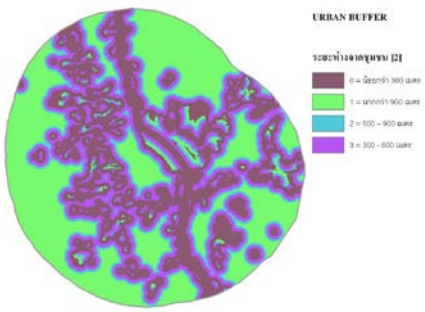

รูปที่ 6 แผนที่ความสูง (เมตร)




รูปที่ 7 แผนที่ความลาดชัน



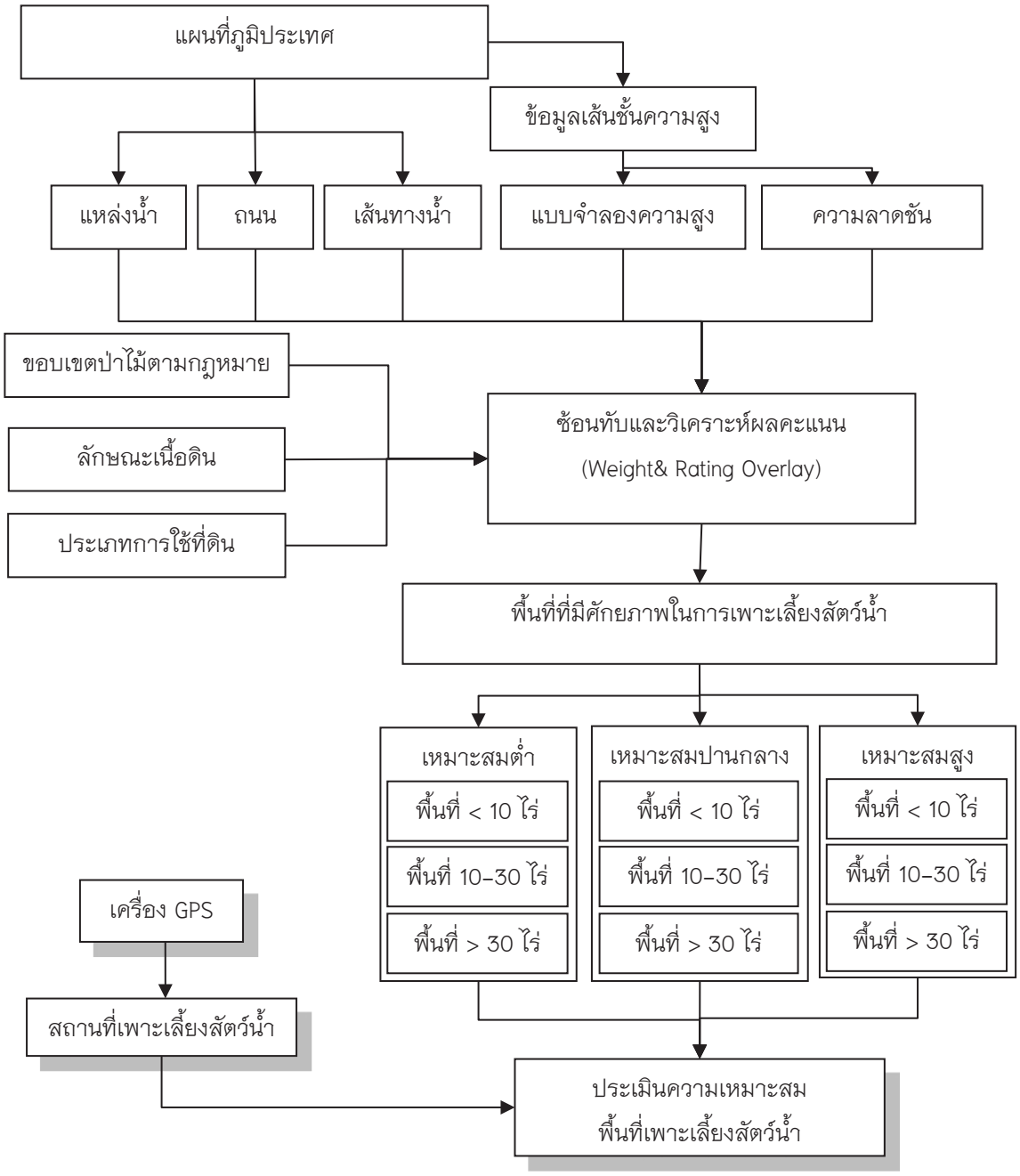

รูปที่ 8 แผนที่ลักษณะเนื้อดินจำแนกตามชุดดิน




รูปที่ 9 แผนที่ระยะห่างจากถนนและชุมชน

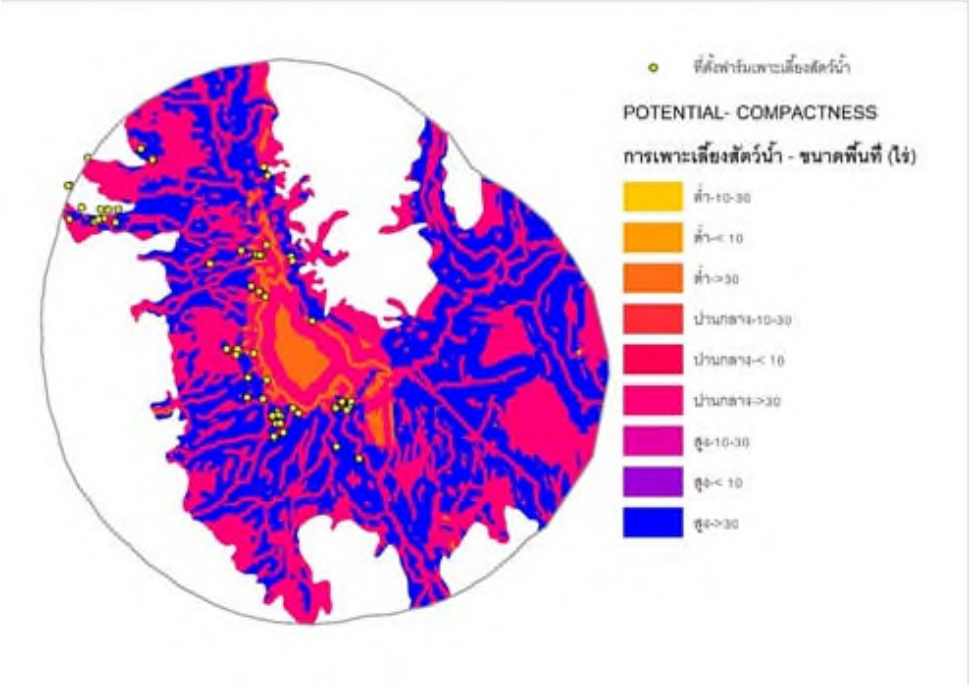
**4. ผลการศึกษา**

ผลจากการคูณค่าคะแนนของประเภทข้อมูล (Rating) กับและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) ด้วยเทคนิค SAW นำค่าข้อมูลผลรวม (4–88) มาจัดกลุ่มใหม่ออกเป็น 3 ช่วงชั้นเท่าๆ กันคือ พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่ำ (4 – 32) พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำปานกลาง (32–60) และ พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสูง (60–88) ต่อจากนั้นทำการตรวจสอบขนาดพื้นที่แบบกลุ่มก้อน (Compactness) ที่จะทำการสร้างบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและสิ่งที่จำเป็นที่ในการจัดการและดูแลรักษาบ่อเพาะเลี้ยงในพื้นที่ต่างๆ รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรในการดูแลรักษา ด้านต่างๆ ซึ่งกำหนด และจัดแบ่งตามขนาดพื้นที่ดังนี้ น้อยกว่า 10 ไร่, 10–30 ไร่ และมากกว่า 30 ไร่ ของทั้งสามเกณฑ์คะแนน




รูปที่ 10 ผังการดำเนินการ

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพตามเกณฑ์ขนาดพื้นที่เป็นดังนี้ โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่ำมีแปลงที่มีขนาดพื้นที่น้อยกว่า 10 ไร่อยู่ 27 แปลง (ตารางที่ 2) ขนาดพื้นที่ 10 – 30 ไร่ มีจำนวนแปลง 6 แปลง และขนาดพื้นที่มากกว่า 30 ไร่อยู่ 20 แปลง รวมพื้นที่ศักยภาพต่ำมีทั้งหมด 53 แปลง ขณะที่พื้นที่ที่มีศักยภาพปานกลางแปลงที่มีขนาดพื้นที่น้อยกว่า 10 ไร่อยู่ 164 แปลง ขนาดพื้นที่ 10 – 30 ไร่ มีจำนวนแปลง 28 แปลง และขนาดพื้นที่มากกว่า 30 ไร่อยู่ 84 แปลง รวมพื้นที่ศักยภาพต่ำมีทั้งหมด 276 แปลง โดยพื้นที่กว่าครึ่งหนึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีศักยภาพสูง รวม 401 แปลง แยกเป็นแปลงที่มีขนาดพื้นที่น้อยกว่า 10 ไร่อยู่ 248 แปลง ขนาดพื้นที่ 10 – 30 ไร่มีจำนวนแปลง 36 แปลง และขนาดพื้นที่มากกว่า 30 ไร่อยู่ 117 แปลง




รูปที่ 11 แผนที่ศักยภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเทียบกับขนาดพื้นที่

ตารางที่ 2 พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและจำนวนแปลงต่อขนาดพื้นที่

| พื้นที่ที่มีศักยภาพ | จำนวนแปลง | | | รวม |
|---|---|---|---|---|
| ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ | พื้นที่ < 10 ไร่ | พื้นที่ 10 – 30ไร่ | พื้นที่ >30 ไร่ | |
| ต่ำ | 27 | 6 | 20 | 53 |
| ปานกลาง | 164 | 28 | 84 | 276 |
| สูง | 248 | 36 | 117 | 401 |
| **รวม** | **439** | **70** | **221** | **730** |

ตารางที่ 3 พื้นที่ที่มีศักยภาพฯ เปรียบเทียบกับฟาร์มประมงที่ทำการสำรวจ

| พื้นที่ที่มีศักยภาพ ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ | จำนวนฟาร์ม | | | |
|---|---|---|---|---|
| | พื้นที่ < 10 ไร่ | พื้นที่ 10 – 30ไร่ | พื้นที่ >30 ไร่ | ร้อยละ |
| ต่ำ | – | – | 4 | 6 |
| ปานกลาง | – | – | 37 | 56 |
| สูง | – | – | 25 | 38 |
| **รวม** | **0** | **0** | **66** | **100** |

เมื่อนำข้อมูลจุดพิกัดการเพาะเลี้ยงสัตว์ที่มีอยู่แล้วในพื้นที่มาซ้อนทับจะพบว่า ฟาร์มปลาที่มีอยู่ในพื้นที่ทั้งหมด 70 แห่ง เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่า ฟาร์มปลาที่ทั้งหมด 66 ฟาร์ม ตกอยู่ในพื้นที่ศักยภาพสูงจำนวน 25 ฟาร์ม หรือร้อยละ 38 ของฟาร์มที่ตกในพื้นที่ทั้งหมด ส่วนศักยภาพปานกลางมีอยู่จำนวน 37 ฟาร์ม ร้อยละ 56 ของฟาร์มที่ตกในพื้นที่ทั้งหมด และศักยภาพต่ำ 4 ฟาร์มหรือร้อยละ 6 ของฟาร์มที่ตกในพื้นที่ทั้งหมด (ตารางที่ 3)

## 5. สรุป อภิปรายผลการศึกษา

ผลจากการศึกษาหาพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนในพื้นที่รอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา จากการพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศออกมา 8 ปัจจัย 1) ประเภทการใช้ที่ดิน 2) แหล่งน้ำ 3) ความสูง 4) ความลาดชัน 5) ลักษณะเนื้อดิน 6) ระยะห่างจากถนน 7) ระยะห่างจากชุมชน และ 8) พื้นที่ป่าไม้ตามกฎหมาย โดยนำการวิเคราะห์แบบหลากหลายปัจจัย (MCDA) โดยใช้การให้ค่าคะแนนของประเภทข้อมูล(Rating) ของแต่ละปัจจัย (Factor) และค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) แล้วนำมารวมกันด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย (SAW) โดยการซ้อนทับจะได้ผลคะแนนรวมของทุกปัจจัยเพื่อวิเคราะห์และประเมินพื้นที่ ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ แล้วนำมาแบ่งช่วงเท่าๆ กันออกเป็น 3 ช่วง ตามศักยภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มาก ปานกลางและต่ำ ผลการวิเคราะห์ได้ผลลัพธ์คือพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่ำมี 9,008 ไร่ หรือร้อยละ 4 ส่วนพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำปานกลาง 107,945 ไร่ หรือร้อยละ 51 และพื้นที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสูง 94,215 ไร่ หรือร้อยละ 45 รวมทั้งหมด 211,168 ไร่ และเมื่อนำเอาพื้นที่ฟาร์มที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอยู่ก่อนมาเปรียบเทียบกับศักยภาพที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า พื้นที่ฟาร์มเพาะเลี้ยงเกือบทั้งหมด (อยู่นอกเขตพื้นที่ศักยภาพ 2 แห่งจากทั้งหมด 70 แห่ง) อยู่ในเขตศักยภาพและมีขนาดพื้นที่มากกว่า 30 ไร่ โดยครึ่งหนึ่งของฟาร์มเพาะเลี้ยงพบในพื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมปานกลาง ขณะที่ร้อยละ 38 อยู่ในพื้นที่ศักยภาพสูง ที่เหลืออยู่ในเขตศักยภาพเพียงต่ำร้อยละ 6 จากผลการเปรียบเทียบชี้ให้เห็นว่าการประเมินข้างต้นสามารถนำเอาไปใช้ในการวางแผนสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในอนาคตที่อาจจะทำการกำหนดโซนนิ่ง (Zoning) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดต้นทุน เพิ่มรายได้ โดยนำเอาผลการวิเคราะห์นี้มาเป็นพื้นฐานโดยเอื้อในด้านการลดภาษีหรือเพิ่มรายได้จากรูปของการให้ราคาที่ดีกว่าตามศักยภาพของพื้นที่ หรือมีการประกันราคาในพื้นที่ที่มีศักยภาพเพื่อก่อให้เกิดแรงจูงใจทำการผลิตมากขึ้นและลดพื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำไปปรับใช้ในกิจกรรมที่เหมาะสมต่อไป

ในส่วนของการอภิปรายผลการศึกษาพบว่ามีการใช้ปัจจัยต่างๆ คล้ายคลึงกันในหลายๆ งานวิจัย รวม 2 ด้านหลัก คือ ปัจจัยทางชีวกายภาพ และปัจจัยทางด้านสังคม เช่น Banafi e al. [6] ใช้ปัจจัยในเรื่อง ระยะห่างจากถนน, ความสูง, ความลาดเท, ทิศทางความลาดเท, อุณหภูมิ, อุทกศาสตร์, การระเหย, หิน ,ดิน, และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่กั้นออก และแหล่งน้ำ ช่วยในการแยกแยะได้พอสมควร ส่วนงานของ Radiarta e al. [7] ใช้ภาพดาวเทียม SeaWiFS MODIS และ ALOS มาช่วยในการหาพื้นที่เหมาะสมเลี้ยงปลาในทะเล ปัจจัยกลุ่มแรกทางด้านชีวกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำทะเล คลอโรฟิลล์ ตะกอนแขวนลอยและความลึกน้ำทะเล กลุ่มที่สองคือโครงสร้างพื้นฐานและสังคม ได้แก่ ระยะห่างจากเมือง ท่าเรือ และสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นที่ ขณะที่ สมฤดี ศิริรัตน์ [3] เป็นการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังที่จังหวัดพะเยาใช้เกณฑ์ทางด้านกายภาพและปัจจัยทางการสนับสนุนการผลิตมาช่วยในการวิเคราะห์พื้นที่ เช่น พื้นที่กันออก (พื้นที่อนุรักษ์สัตว์น้ำ, เขตอภัยทาน) ความลึกของกว๊านพะเยา แหล่งเพาะพันธุ์ปลา แหล่งจำหน่ายอาหาร แหล่งสนับสนุนการบริการ (สหกรณ์ การรวมกลุ่ม สำนักงานสนับสนุนการประมง) ส่วนงานของ Pérez et al. [2] ใช้ปัจจัยแบบจำลองความสูงเชิงเลขเพื่อกำหนดความลาดเท ทิศทางความลาดเท ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน และปริมาณน้ำฝน เพื่อกำหนดปริมาณตะกอนจากแบบจำลอง MUSLE (สมการปรับแก้การสูญเสียดินสากล) และข้อมูลอุณหภูมิจากดาวเทียม AVHRR และความลึก ร่วมกับข้อมูลการจัดการสิ่งปฏิกูลที่พิจารณา ข้อมูลประชากร การจัดการพื้นที่และความลึก และ ณพวรรณ ทนุโวหาร [5] กำหนดชั้นข้อมูล 3 ประเภทหลักๆ คือ พื้นที่กันออก พื้นที่ปัจจัยการผลิต และภูมิกายภาพ ในส่วนของพื้นที่กันออก กำหนดโดย แหล่งกำเนิดมลพิษ (โรงงานอุตสาหกรรม และฟาร์มปศุสัตว์) หวงห้ามตามกฎหมาย (สิ่งปลูกสร้างทางชลศาสตร์และสถานที่ราชการ เขตอภัยทาน) พื้นที่อนุรักษ์สัตว์น้ำ ขณะที่พื้นที่ปัจจัยการผลิต กำหนดโดย ศูนย์อนุบาลลูกปลานิล ศูนย์จำหน่ายอาหารสัตว์น้ำ ศูนย์สนับสนุนกิจกรรม (สหกรณ์ การรวมกลุ่มเกษตรกร) และสำนักงานสนับสนุนการประมง ส่วนพื้นที่ภูมิกายภาพ ประกอบด้วยความลึกต่ำสุดของแม่น้ำปิงและอุณหภูมิสูงสุด จากงานวิจัยข้างต้นจะพบว่าใช้เกณฑ์ทางด้านกลายภาพเป็นหลัก ประกอบกับปัจจัยทางด้านการเข้าถึงของสิ่งอำนวยความสะดวกหรือกั้นพื้นที่บางอย่างออก (พื้นที่ชุมชนและพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น) โดยผลการวิเคราะห์จะขึ้นกับวิธีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่มาจากให้ให้ค่าจากผู้เชี่ยวชาญ หรือการใช้สมการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) หรือใช้การวิเคราะห์การตัดสินใจเชิงลำดับขั้น (Analysis Hierarchy Process) โดยผลลัพธ์ของการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมมีการแบ่งกลุ่มเป็น พื้นที่เหมาะสม 3– 5 ระดับ และมีการตรวจสอบความถูกต้องโดยการเทียบเคียงกับการแห่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่มายืนยันความถูกต้อง

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้จากความอนุเคราะห์จากงบประมาณแผ่นดินของมหาวิทยาลัยพะเยา นอกจากนี้ผู้วิจัยยังขอขอบคุณ ดร.วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ หัวหน้าชุดโครงการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรประมงในกว๊านพะเยาอย่างยั่งยืน ที่ให้โอกาสเข้าร่วมโครงการดังกล่าว กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยาที่ช่วยประสานงานและดูแลเรื่องงบประมาณ ผศ.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล ที่ให้คำแนะนำทางเอกสารวิชาการ คุณอำนวย โรจนอุดมพร ประมงอำเภอเมืองพะเยา นางสาวนุชรารัตน์ ยะชะระ ที่ช่วยการสำรวจภาคสนามและติดต่อประสานงานภาคสาม รวมทั้งเกษตรกรที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล และนิสิตสาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## 7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมประมง. (2562). สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560. กรุงเทพ กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง.

[2] Pérez, O. M., Ross, L. G., Telfer, T. C. and del Campo Barquin, L. M. (2003). Water quality requirements for marine fish cage site selection in Tenerife (Canary Islands): predictive modelling and analysis using GIS. Aquaculture, 224(1–4), 51–68.

[3] สมฤดี ศิริรัตน์. (2551). การประยุกต์ใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาในกระชังในพื้นที่กว๊านพะเยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยแม่โจ้).

[4] วัลลภ ทิมดี และวิรงรอง ทิมดี. (2548). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูลฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล กรณีศึกษา : จังหวัดฉะเชิงเทรา. กรุงเทพฯ ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

[5] ณพวรรณ ทนุโวหาร. (2548). การหาพื้นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำปิง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยแม่โจ้).

[6] Banafi, M., Kamali, A., Salman Mahiny AR., and Kiabi, B. (2008). Site selection for coldwater fish culture using GIS in Golestan province of Iran. Iranian scientific fisheries journal. 16(4), 35–44.

[7] Radiarta, N., Saitoh, S–I., and Miyazono, A. (2008). GIS–based multi–criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (Mizuhopecten yessoensis) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. Aquaculture. 281, 127–135.

[8] Gimpel, A. et al., (2018). A GIS–based tool for an integrated assessment of spatial planning trade–offs with aquaculture. Science of The Total Environment. 627, 1644–1655.

[9] Longdill, P. C., Healy, T. R. and Black, K.P., An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. Ocean & Coastal Management. 51(8–9), 612–624.

[10] Gimpel, A. et al., (2015). A GIS modelling framework to evaluate marine spatial planning scenarios: Co–location of offshore wind farms and aquaculture in the German EEZ. 55, 102–115.

[11] Nikolakaki, P. (2004). A GIS site–selection process for habitat creation: estimating connectivity of habitat patches. Landscape and Urban Planning. 68 (1) 77–94.

[12] Solana, F. V., Araneda, M. W. and Ponce–Diıaz, G. (2019). Opportunities for strengthening aquaculture industrythrough multicriteria decision–making. Reviews in Aquaculture. 11, 105–118.

[13] Malczewski. J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. New York : J. Wiley & Sons.

# ความแม่นยำของการพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2562 ในประเทศไทย ด้วยแบบจำลองสภาพอากาศ (WRF)

# The accuracy of the forecast of mean sea level pressure in May 2019 of Thailand by the Weather Research and Forecasting (WRF) model

นุชนาถ คงช่วย[1*], ตรีลักษณ์ ธรรมดี[1]

Noodchanath Kongchouy[1*], Treelak Thamdee[1]

[1]ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

*Corresponding author: nootchanath.k@psu.ac.th

**บทคัดย่อ**

ความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง คือความกดอากาศเทียบกับระดับมาตรฐาน เป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมสภาพอากาศ ซึ่งในการพยากรณ์สภาพอากาศเป็นเรื่องสำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น ช่วยในการวางแผนการเดินทางของนักท่องเที่ยว การทำเกษตร การคมนาคม รวมไปถึงการเฝ้าระวังภัยธรรมชาติ ดังนั้นต้องอาศัยความแม่นยำของการพยากรณ์ ที่จะส่งผลให้การติดตามสถานการณ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาความแม่นยำของการพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง ด้วยแบบจำลองสภาพอากาศ WRF โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศ (Gridded atmospheric data) จาก Global Forecast System (GFS) เช่น ลม อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับเป็นสภาวะเริ่มต้นหรือเงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขขอบเขต ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนั้นเป็นข้อมูลรายวัน ในเดือนพฤษภาคม 2562 และวิธีทางสถิติที่นำมาใช้ในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองคือ ค่า Root mean square error (RMSE) Mean error (ME) Mean percentage error (MPE) Mean Absolute Percentage Error (MAPE) %Average Accuracy และ Nash–Sutcliffe efficiency (NSE) โดยนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง WRF เทียบกับค่าตรวจวัดจริงจากสถานีอุตุนิยมวิทยา 118 สถานี ในประเทศไทย

จากผลการศึกษาพบว่าการประเมินค่า RMSE ME MPE MAP %Average Accuracy และค่า NSE ให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยแสดงให้เห็นว่า แบบจำลอง WRF มีความถูกต้องสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำมากกว่าการใช้ค่าเฉลี่ย แบบจำลองให้ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางมากกว่าค่าจริงที่ได้จากการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งสำหรับประเทศไทยที่มีสภาพอากาศภายในประเทศไม่แตกต่างกันมากนั้น พบว่าเกณฑ์ประเมินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ความแม่นยำแบบจำลองสภาพอากาศ คือค่า RMSE และ ME เนื่องจากสามารถบอกความแตกต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงในสเกลขนาดเล็กของแต่ละภาคในประเทศไทยได้ชัดเจนมากกว่าเกณฑ์อื่น ๆ และเมื่อใช้เกณฑ์ในการประเมินที่มากขึ้น อาจทำให้ค้นพบคุณสมบัติเพิ่มเติมของแบบจำลองได้

**คำสำคัญ:** ความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง / แบบจำลองอากาศ WRF / ความแม่นยำของแบบจำลอง

**Abstract**

Mean sea-level pressure is one factor that controls the weather. The weather forecast facilitates the planning of tourist activities, agriculture, transport, as well as the surveillance of natural disasters. Therefore, forecasting accuracy is required to ensure effective situation tracking and the reliability of the model. Restricted to the weather forecast in Thailand, this research studies the accuracy of the mean sea-level pressure forecast by the WRF model. The data such as wind, temperature, humidity, and air pressure at sea level is imported from the Global Forecast System for initial condition, and boundary condition. The results from the model are daily forecasts for May 2019 and the statistical methods used to test the accuracy of the model are Root mean square error (RMSE), Mean error (ME), Mean percentage error (MPE), Mean absolute percentage error (MAPE), % Average Accuracy, and Nash-Sutcliffe efficiency (NSE). The predictions based on the WRF are compared to the actual measurements from 118 meteorological stations in Thailand.

The evaluation of RMSE, ME, MPE, MAPE, % Average Accuracy, and NSE showed similar results. By demonstrating the accuracy of the WRF model, its effective usage was proved. The model gives a forecast value of atmospheric pressure at mean sea level greater than the actual value obtained from meteorological measurements. For Thailand, with no significant difference in local weather conditions, the most suitable criteria for analyzing the weather model accuracy are RMSE and ME. The difference between the forecast value and the actual value on a small scale of each region in Thailand is expressed more precise. Using more evaluation criteria may enable the discovery of additional features of the model.

**Keywords:** Sea-level Pressure / WRF Model / Accuracy of Model

## 1. บทนำ

ความกดอากาศ (Pressure) คือ น้ำหนักของอากาศที่กดทับเหนือบริเวณนั้น ๆ ในการศึกษาทางอุตุนิยมวิทยา ตรวจวัดค่าความกดอากาศด้วยเครื่องบารอมิเตอร์ปรอท ด้วยสถานที่ตั้งสถานีตรวจอากาศต่าง ๆ ตั้งอยู่บนพื้นที่สูงแตกต่างกัน เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงระบุค่าความกดอากาศเทียบกับระดับมาตรฐาน ณ ระดับทะเลปานกลาง อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1,013.25 มิลลิบาร์ (mb) จะเท่ากับ 1,013.25 เฮกโตพาสคัล (hPa) ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้ในปัจจุบัน แต่บางครั้งอาจเทียบกับความยาวของปรอท มีค่าเท่ากับ 760 มิลลิเมตรปรอท สภาพทั่วไปพื้นที่ที่สูงกว่าระดับทะเลปานกลางจะมีความกดอากาศและความหนาแน่นน้อยกว่าบริเวณใกล้ระดับผิวน้ำทะเลปานกลาง เพราะพื้นผิวโลกใกล้ระดับน้ำทะเลมีความหนาแน่นของอากาศมากกว่า และมีชั้นอากาศทับถมกันอยู่หนาแน่นกว่าชั้นอากาศที่อยู่สูงขึ้นไป สามารถกล่าวได้ว่า เมื่อเพิ่มความสูงจากระดับผิวโลก ค่าความกดอากาศจะลดลง โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการเคลื่อนที่ของอากาศ ทำให้ในบริเวณหนึ่ง ๆ นั้นมีค่าความกดอากาศไม่คงที่ในแต่ละช่วงเวลา (วุฒิพงษ์ แสงมณี, 2556) [1] เนื่องจากความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพอากาศอื่น ๆ เช่น ความสูงของพื้นที่ โดยยิ่งสูง อุณหภูมิจะยิ่งต่ำ ความกดอากาศจะลดตามไปด้วย ทั้งนี้อากาศเย็นมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศร้อน จึงมีความกดอากาศมากกว่า เรียกว่า “ความกดอากาศสูง” (High pressure) อากาศเย็นด้านบนมีอุณหภูมิต่ำ เคลื่อนเข้ามาแทนที่อากาศร้อนที่อยู่เหนือพื้นผิว ทำให้เกิดแห้งแล้ง เนื่องจากอากาศเย็นมีไอน้ำน้อย อาจทำให้อากาศโปร่งใส ในทางตรงกันข้าม เรียกว่า “ความกดอากาศต่ำ” (Low pressure) อากาศร้อนเหนือพื้นผิว ยกตัวขึ้นแล้วอุณหภูมิลดต่ำลง ทำให้เกิดการ

ควบแน่นเป็นเมฆและฝนได้ และในการเคลื่อนตัวของอากาศเย็นมีมวลและความหนาแน่นมากกว่าอากาศร้อน กระแสอากาศจึงเคลื่อนตัวจากหย่อมความกดอากาศสูง (H) ไปยังหย่อมความกดอากาศต่ำ (L) ทำให้เกิดการกระจายและหมุนเวียนอากาศไปยังตำแหน่งต่าง ๆ บนผิวโลก เราเรียกกระแสอากาศซึ่งเคลื่อนตัวในแนวราบว่า “ลม” (Wind) เป็นต้น (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2562) [2]

การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction, NWP) คือ การคาดหมายลักษณะของลมฟ้าอากาศ โดยอาศัยสมการทาง Hydrodynamic และ Thermodynamic ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ สมการเหล่านี้จะรวมกันเป็นระบบสมการที่สมบูรณ์ เพื่อใช้ในการพยากรณ์อากาศเรียกว่าแบบจำลอง(Model) โดยจะบอกถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ เช่น ลม ความกดอากาศ อุณหภูมิและปริมาณความชื้นในอากาศ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของลมฟ้าอากาศ (ดุษฎี ศุขวัฒน์, 2549) [3] ด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ระหว่างละติจูด 5 องศา 37 ลิปดา เหนือ กับ 20 องศา 27 ลิปดา เหนือ และระหว่างลองจิจูด 97 องศา 22 ลิปดา ตะวันออก กับ 105 องศา 37 ลิปดา ตะวันออก สภาพอากาศส่วนใหญ่คล้ายคลึงกันมีแตกต่างกันบ้างเพียงเล็กน้อย สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝน ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูหนาว ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) [4] ซึ่งข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้คือ เดือนพฤษภาคม มีความเหมาะสมแก่การศึกษา เนื่องจากมีความหลากหลายของสภาพอากาศอยู่ระหว่างปลายฤดูร้อนและต้นฤดูฝน

งานวิจัยได้ใช้แบบจำลองสภาพอากาศ WRF (v.3.8.1) เป็นแบบจำลองที่พัฒนาโดย National Center for Atmospheric Research (NCAR) ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้ข้อมูลแบบจำลองสภาพอากาศขนาดภูมิภาค หรือจำกัดพื้นที่ สำหรับข้อมูลสภาพอากาศนั้นสามารถที่จะดาวน์โหลดได้โดยตรงจากเว็บไซต์ของ NCAR (ภาคภูมิ รัตน์จิรานุกูล. 2549, หน้า 21) [5] โดยมีการสร้างแบบจำลอง WRF และนำไปศึกษาในงานวิจัยหลาย ๆ ภูมิภาคทั่วโลก เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป เอเชีย ออสเตรเลีย รวมทั้งประเทศไทยด้วย สำหรับสภาวะเริ่มแรกของการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข จากการวัดตัวแปรจากข่ายการตรวจอากาศที่ปกคลุมพื้นที่ภายในแบบจำลอง รวมทั้งข้อมูลที่ได้จาก Sensor ต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ตามสถานีผิวพื้นเรือ ทุ่นลอย การตรวจอากาศชั้นบน ดาวเทียม และอากาศยาน ในระบบการตรวจอากาศรวมทั้งข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศซึ่งใช้เป็นเครื่องช่วยในการปรับข้อมูล (Assimilation) หรือเรียกว่า Objective Analysis สถานีตรวจอากาศที่กระจัดกระจายอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างไม่เท่ากัน จะถูกปรับเปลี่ยนเป็นตารางกริดในแบบจำลองการพยากรณ์อากาศด้วยวิธี Interpolation ซึ่งวิธีนี้ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นในเงื่อนไขระยะเริ่มแรกของแบบจำลอง เพราะฐานของข้อมูลไม่ได้เป็นข้อมูลแท้จริงก่อนที่จะนำเข้าสู่แบบจำลอง [3]

การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข หากมีความแม่นยำจะเกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานวางแผนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การช่วยกำหนดเส้นทางที่ปลอดภัยสำหรับการคมนาคมทางเรือและทางอากาศ การติดตามข่าวสภาพอากาศเพื่อการท่องเที่ยว การทำเกษตร รวมไปถึงการเฝ้าระวังภัยธรรมชาติ นำมาสู่ความสนใจของผู้วิจัยที่จะศึกษาค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง และกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยใช้แบบจำลองสภาพอากาศ WRF จึงทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความแม่นยำของผลการพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางด้วยแบบจำลองสภาพอากาศ WRF ในเดือนพฤษภาคม 2562 ศึกษาตามรายสถานีในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยว่ามีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด ด้วยเกณฑ์การพิจารณาหลายวิธีทางสถิติที่นิยมใช้กัน 6 วิธี สำหรับการพิจารณาในเชิงการนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อน

กำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error (RMSE)) ที่สามารถบอกความแตกต่างในหน่วยเดียวกับข้อมูล เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าค่าจริงและค่าพยากรณ์แตกต่างกันน้อย และค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error (MAPE)) มีค่ายิ่งน้อย แบบจำลองมีความแม่นยำมาก ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean error (ME)) สำหรับการพิจารณาค่าพยากรณ์มีค่ามากหรือน้อยกว่าค่าจริง เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean percentage error (MPE)) จะบ่งบอกว่าแบบจำลองสามารถใช้งานได้หรือไม่ และสำหรับการใช้ประกอบการพิจารณาความแม่นยำของแบบจำลองได้แก่ เปอร์เซ็นความถูกต้องเฉลี่ย (%Average Accuracy) และ ค่า Nash–Sutcliffe efficiency (NSE) วราวุธ วุฒิวิณิชย์, (2553) [6] กล่าวไว้ว่าเป็นดรรชนีที่นิยมใช้ในการบอกค่าความแม่นยำหรือประสิทธิภาพของแบบจำลอง

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาความแม่นยำการพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางเดือนพฤษภาคม 2562 ในประเทศไทย ด้วยแบบจำลอง WRF

2.2 เพื่อศึกษาเกณฑ์ประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินความแม่นยำการพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง เดือนพฤษภาคม 2562 ในประเทศไทย ด้วยแบบจำลอง WRF

## 3. วิธีการศึกษา

3.1 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา คือ ข้อมูลความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง รายวันใน เดือนพฤษภาคม 2562 จากการพยากรณ์โดยแบบจำลอง WRF และค่าตรวจวัดความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง จาก 118 สถานีตรวจวัด แบ่งเป็นรายภาคของประเทศไทยในทางอุตุนิยมวิทยา จึงพิจารณารูปแบบภูมิอากาศและแบ่งประเทศไทยออกได้เป็น 6 ภาคได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก และทำการสร้างแผนภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดค่าความกดอากาศ ทั่วประเทศไทยด้วยโปรแกรม Power BI (รูปที่ 1)


รูปที่ 1 ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา ในประเทศไทย จำนวน 118 สถานี

ข้อมูลนำเข้า (forcing data) สำหรับเป็นเงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลอง WRF คือข้อมูลแบบจำลองโลก (Global Forecast System (GFS)) ได้แก่ Mean sea level pressure, Wind, Temperature, Relative humidity และ Geopotential height เป็นต้น (ภาคภูมิ รัตน์จิรานุกูล และสุจิตรา รัตน์จิรานุกูล, 2561) [7]

3.2 การสร้างแบบจำลอง WRF เพื่อพยากรณ์ความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง

การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศมีความซับซ้อนภายใต้กฎทางฟิสิกส์ สำหรับการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่สมบูรณ์แบบนั้นเป็นไปได้ยาก ทางอุตุนิยมวิทยาจึงทำการดัดแปลงคุณสมบัติบางประการของบรรยากาศ โดยใช้สมมติฐานต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้ระบบสมการมีความซับซ้อนน้อยลง (Simplified) ซึ่งระบบสมการที่ใช้บรรยายคุณสมบัติของบรรยากาศจะเรียกว่า แบบจำลองบรรยากาศเชิงตัวเลข โดยเมื่อนำไปคาดหมายลักษณะอากาศในอนาคต จึงกลายเป็นการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction)

แบบจำลอง WRF คือแบบจำลองสภาพอากาศเชิงตัวเลขแบบ Non Linear ค่าตัวแปรต่าง ๆ ของบรรยากาศเรียงลำดับตามพิกัดจุดกริดในแต่ละคาบเวลา (Grid Point Model) เริ่มจากการวิเคราะห์ตัวแปรของบรรยากาศคำนวณจากข้อมูลสภาวะเริ่มแรกและ เมื่อแก้ระบบสมการของแบบจำลองได้อย่างถูกต้อง ทำให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับสถานะของบรรยากาศที่จะเกิดในอนาคตได้ จากนั้นจึงแปลผลที่ได้จากการแก้สมการโดยประมาณในรูปแบบของสภาพอากาศ เช่น ฝน อุณหภูมิ ปริมาณเมฆปกคลุม ความเร็วลมและความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง เนื่องจากมีข้อมูลจำนวนมากและเป็นวิธีการคำนวณที่ซับซ้อน จึงต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่และมีความเร็วสูงในการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข ซึ่งการคำนวณและการพิจารณาอย่างรอบคอบของแหล่งที่มาของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจะส่งผลต่อความถูกต้องของผลการพยากรณ์อากาศ และสามารถสรุปขั้นตอนการติดตั้งแบบจำลอง WRF (รูปที่ 2) ตามแนวทางของ ดุษฎี ศุขวัฒน์, (2549) [3] ได้ดังนี้

1) การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เช่น การถอดรหัสข้อมูล และการตรวจสอบความผิดพลาด

3) การวิเคราะห์เชิงวัตถุวิสัย (Objective Analysis) เพื่อจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณด้วยวิธีการเชิงตัวเลขโดยคอมพิวเตอร์

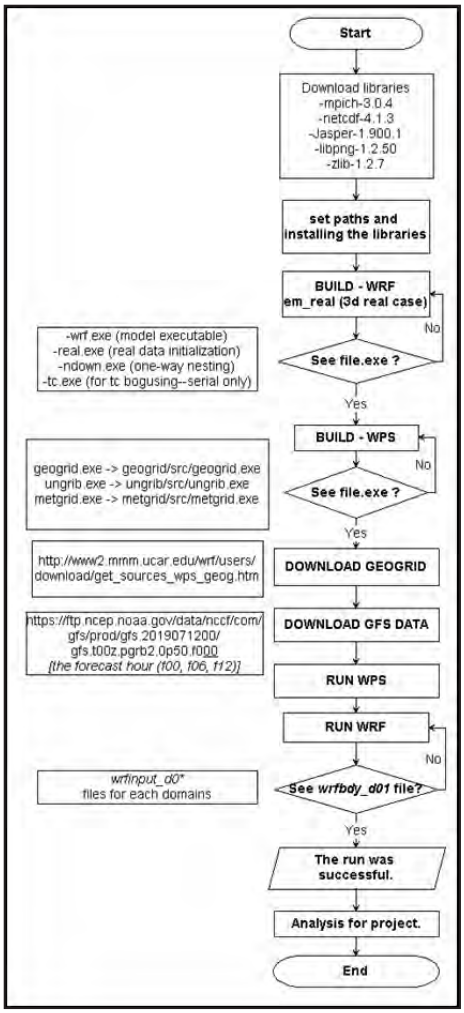
4) การเตรียมข้อมูลเริ่มต้น (Initialization) ใช้ข้อมูลสภาพอากาศ (Gridded atmospheric data) จาก Global Forecast System (GFS) เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับเป็นเงื่อนไขเริ่มต้น และเงื่อนไขขอบเขต

5) การคำนวณตามระบบสมการของแบบจำลอง เพื่อพยากรณ์องค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง HPC ณ กรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย Global 0.5 degree domain run 10 km. resolution พยากรณ์ทุก ๆ 24 ชม. ที่เวลา 00.00 UTC

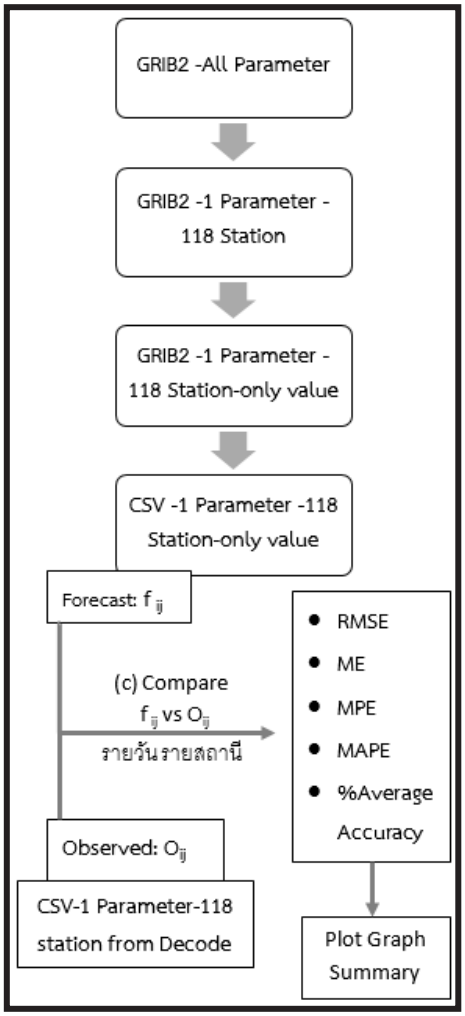
6) การหาค่าองค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ (Derivation of Specific Weather Parameters)

7) การแสดงผลการพยากรณ์รูปแบบตัวเลข

8) การตรวจสอบ (Verification) ผลการพยากรณ์เชิงตัวเลขของค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง (รูปที่ 3)




รูปที่ 2 ขั้นตอนการติดตั้งแบบจำลอง WRF




รูปที่ 3 ขั้นตอนการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง WRF

3.3 การประเมินความแม่นยำของการพยากรณ์

การประเมินความแม่นยำของการพยากรณ์ ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง เดือนพฤษภาคม2562 ในประเทศไทยด้วยแบบจำลอง WRF ในแต่ละสถานีตามรายภาค ได้แก่ ค่า Root mean square error (RMSE), Mean error (ME), Mean percentage error (MPE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), %Average Accuracy และค่า Nash–Sutcliffe efficiency (NSE) โดยมีการคำนวณและแปลความหมายความสอดคล้องกันของเกณฑ์ประเมินความแม่นยำ (ตารางที่ 1)

ตาราง 1 สูตรคำนวณของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ และการแปลความหมาย

| สมการ | สูตรที่ใช้คำนวณ | การแปลความหมาย |
|---|---|---|
| 1 | RMSE = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i - O_i)^2}{n}}$ | ค่ายิ่งเข้าใกล้ 0 แสดงว่าตัวแบบยิ่งมีความแม่นยำ (Sile et.al., 2014) [8] |
| 2 | ME = $\frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i - O_i)}{n}$ | ME > 0 แสดงว่าค่าพยากรณ์มากกว่าค่าจริง<br>ME < 0 แสดงว่าค่าพยากรณ์น้อยกว่าค่าจริง [8] |
| 3 | MPE = $\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{f_i - O_i}{O_i} \times 100\right)\right]/n$ | −10% < MPE < 10% แสดงว่าแบบจำลองมีความถูกต้องในระดับใช้งานได้ (เกษรินตร์ ห่านประเสริฐ, 2554) [9] |
| 4 | MAPE = $\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\lvert f_i - O_i\rvert}{O_i} \times 100\right)\right]/n$ | ค่ายิ่งน้อย แสดงว่าตัวแบบยิ่งมีความแม่นยำ (Pompigna. A & Rupi. F. 2018). [10] |
| 5 | % Average Accuracy<br>$= 100 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\left\lvert\frac{f_i - O_i}{O_i}\right\rvert \times 100\right)\right]}{n}$ | ค่ายิ่งมาก แสดงว่าตัวแบบยิ่งมีความแม่นยำ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2562) [11] |
| 6 | NSE $= 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \bar{O})^2}$ | NSE =1 แบบจำลองไม่มีความผิดพลาด<br>0 < NSE < 1 แบบจำลองให้ค่าพยากรณ์แม่นยำกว่าการใช้ค่าเฉลี่ย<br>NSE = 0 แบบจำลองให้ค่าพยากรณ์ไม่ต่างจากการใช้ค่าเฉลี่ย<br>NSE □ 0.75 Good prediction<br>0.36 < NSE < 0.75 Satisfactory prediction [7] |

เมื่อ $n$ คือ จำนวนข้อมูลรายวัน

$f\_i$ คือ ค่าพยากรณ์ความกดอาศที่ระดับทะเลปานกลาง จากแบบจำลอง WRF

$\bar{O}$ คือ ค่าเฉลี่ยค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางจากสถานีตรวจวัด

$O\_i$ คือ ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางจากสถานีตรวจวัด (ค่าจริง)

3.4 การจัดการและการประมวลผล

ติดตั้งแบบจำลอง WRF version 3.8.1 โดยใช้ระบบปฏิบัติการ LINUX ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์สมรรถะสูง HPC ที่ส่วนพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข กองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย

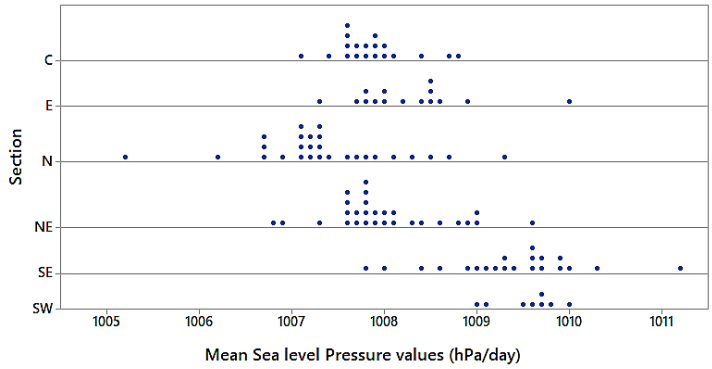
ในการจัดการข้อมูลและสร้างกราฟแสดงค่าของเกณฑ์ต่าง ๆ ใช้โปรแกรม Microsoft Excel การสร้างกราฟ Dot plot และคำนวณช่วงความเชื่อมั่น 95% ใช้โปรแกรม Minitab ส่วนการคำนวณตามสูตรต่าง ๆ (ตารางที่ 1) ใช้โปรแกรม MATLAB และการสร้างแผนที่แสดงพิกัดของสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย ด้วยโปรแกรม Power BI

**4. ผลการศึกษา**

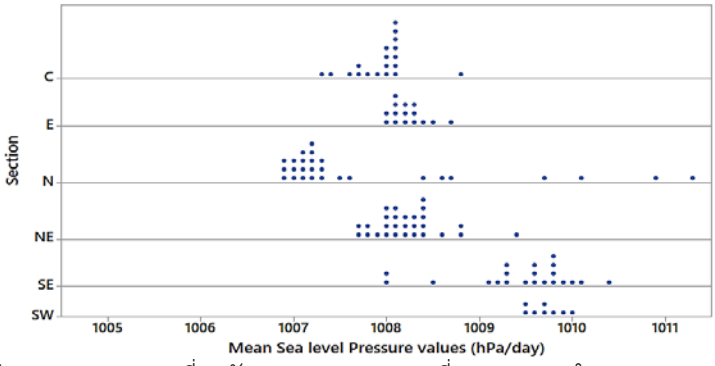
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

เมื่อนำค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง (hPa) จากสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาทุกสถานี ในเดือนพฤษภาคม 2562 จำนวน 31 วัน เฉลี่ยได้ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง hPa ต่อวัน ในแต่ละสถานีแสดงใน

กราฟ Dot plot พบว่าค่าจริงและค่าพยากรณ์มีการกระจายตัวของค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4–5)



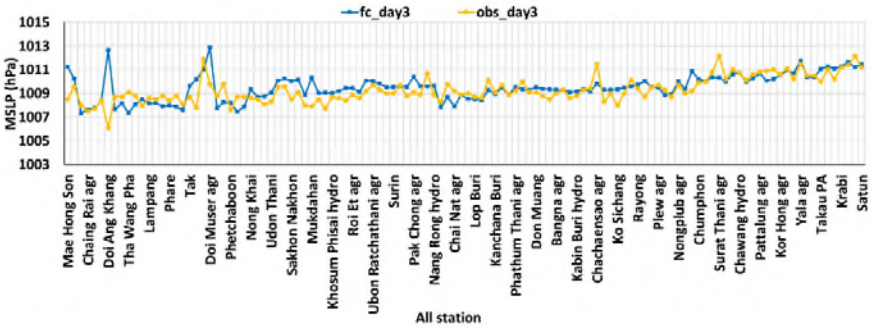

รูปที่ 4 ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา 118 สถานี



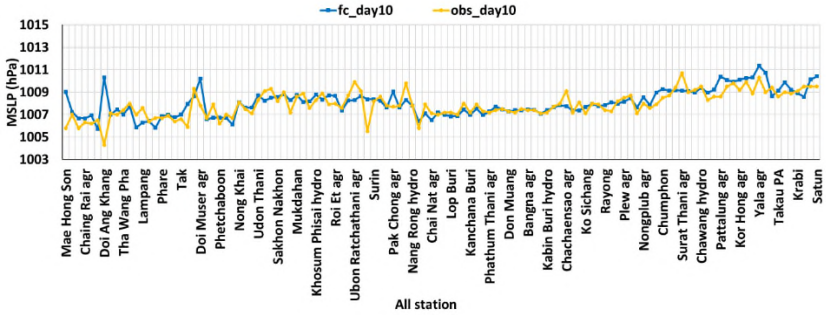

รูปที่ 5 ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางเฉลี่ย จากแบบจำลอง WRF 118 สถานี

4.2 ผลการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง WRF

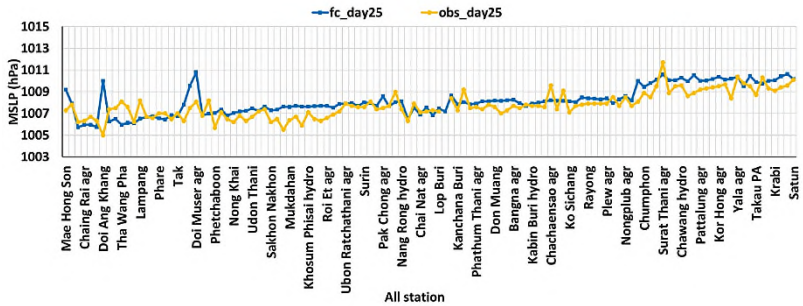
เมื่อนำผลการพยากรณ์ของแบบจำลอง WRF plot กับค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางที่ได้จากสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาแล้ว พบว่าค่าพยากรณ์มีความใกล้เคียงกับค่าจริง โดยสุ่มยกตัวอย่าง ได้แก่ วันที่ 3 วันที่ 10 และวันที่ 25 เดือนพฤษภาคม 2562 ตามลำดับ (รูปที่ 6–8)




รูปที่ 6 ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง รายวัน ระหว่างผลการพยากรณ์ของแบบจำลอง WRF กับค่าจริง 118 สถานี วันที่ 3 พฤษภาคม 2562




รูปที่ 7 ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง รายวัน ระหว่าง ผลการพยากรณ์ของแบบจำลอง WRF กับค่าจริง 118 สถานี วันที่ 10 พฤษภาคม 2562

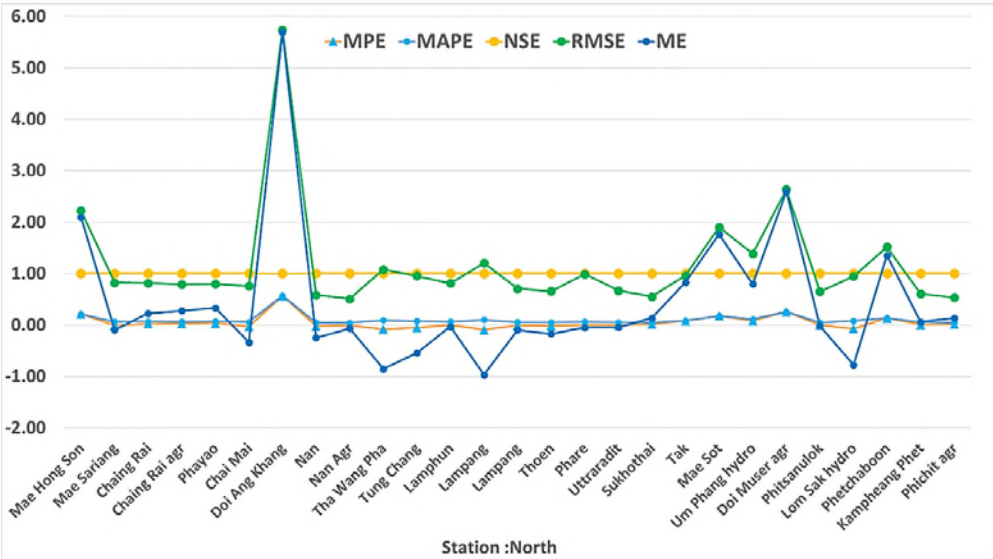



รูปที่ 8 ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง รายวัน ระหว่าง ผลการพยากรณ์ของแบบจำลอง WRF กับค่าจริง 118 สถานี วันที่ 25 พฤษภาคม 2562

4.3 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง WRF

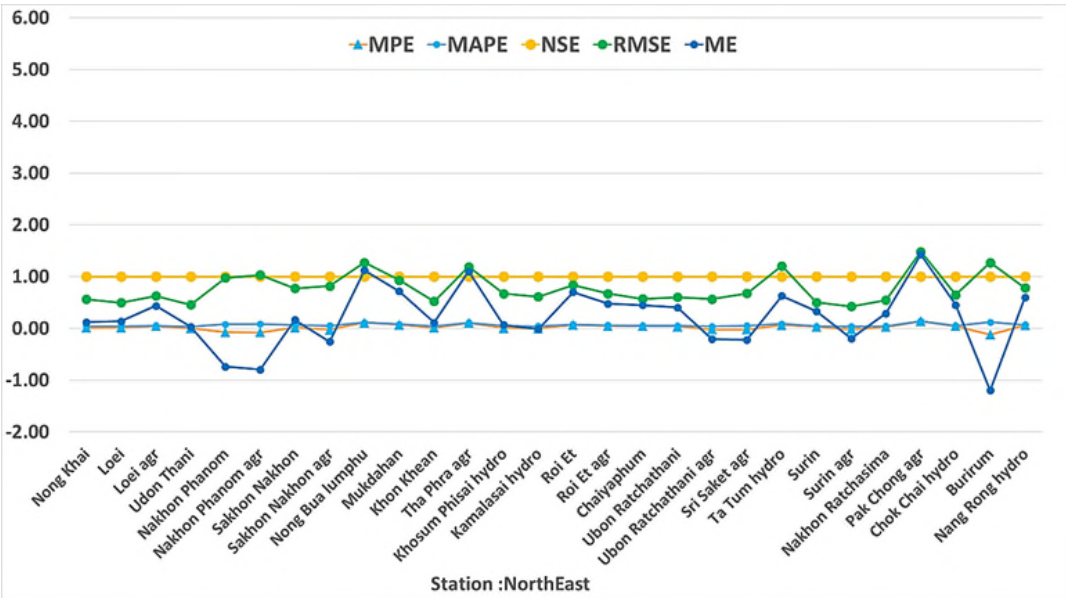
จากการตรวจสอบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์อากาศ ซึ่งพบว่า แบบจำลอง WRF มีความเหมาะสมกับข้อมูลความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง พิจารณาการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์อากาศด้วยเกณฑ์ประเมินทั้ง 6 เกณฑ์ ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และ ภาคใต้ฝั่งตะวันออก จะเห็นได้ว่าได้ผลการพยากรณ์สอดคล้องกัน โดยในแต่ละภาคนั้นมีค่า NSE เท่ากับ 1 ค่า %Average Accuracy เกือบ 100% อาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองไม่มีความผิดพลาด ส่วนค่า MAPE และค่า MPE มีค่าเข้าใกล้ 0 แต่ละภาคแทบจะไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) แต่เมื่อพิจารณาค่า RMSE และ ME สามารถบอกความแตกต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงในแต่ละภาคของประเทศไทยได้ชัดเจนและสามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างในสเกลขนาดเล็กได้ดีกว่าเกณฑ์อื่น ๆ (รูปที่ 9–14) จึงสามารถกล่าวได้ว่าเป็นเกณฑ์ประเมินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ความแม่นยำแบบจำลองสภาพอากาศ สำหรับรายละเอียดการวิเคราะห์แยกตามภาคของประเทศไทย ได้ดังนี้

1) ในภาคเหนือมีทั้งหมด 27 สถานี (รูปที่ 9) พบว่าสถานีส่วนใหญ่ การพยากรณ์มีความแม่นยำสูงทุกการประเมินให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน มีค่า RMSE > 2 เพียง 3 สถานี ที่เหลือจะมีค่าตั้งแต่ 2 เข้าใกล้ 0แสดงว่าค่าพยากรณ์ต่างจากค่าจริงเล็กน้อย มี 14 สถานีที่ค่า ME < 0 หมายถึงค่าพยากรณ์มีค่าน้อยกว่าค่าจริงและค่า MAPE เข้าใกล้เส้น 0 มาก แบบจำลองสามารถใช้งานได้ ค่า MPE อยู่ระหว่าง –10% และ 10% บ่งบอกว่าแบบจำลองสามารถใช้งานได้ และในส่วนค่า NSE เข้าใกล้ 1 มาก ๆ แสดงว่าแบบจำลองให้ค่าพยากรณ์แม่นยำกว่าการใช้ค่าเฉลี่ยและความแม่นยำเฉลี่ยสูงสุดที่สถานี Nan Agr ต่ำสุดที่สถานี Doi Ang Khang แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ความแม่นยำสูง



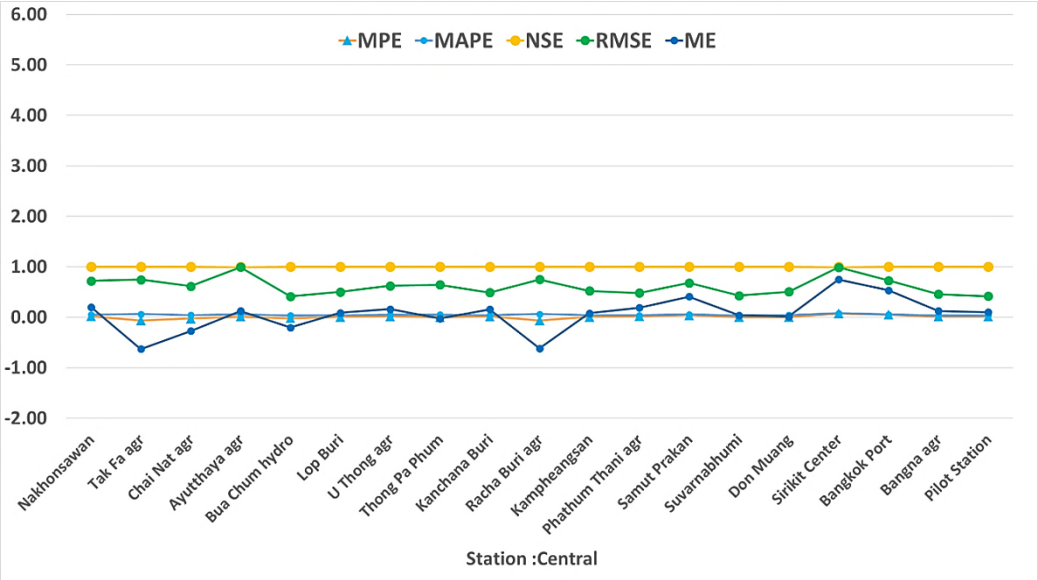

รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ ทุกสถานีในภาคเหนือ

2) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีทั้งหมด 28 สถานี (รูปที่ 10) พบว่าในการประเมินให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยสถานีส่วนใหญ่มีค่า RMSE ในช่วง 0.5 – 1 แสดงว่า ค่าพยากรณ์มีความแตกต่างจากค่าจริงเล็กน้อย แสดงว่าตัวแบบนั้นมีความแม่นยำ จากเกณฑ์ ME มี 20 สถานีที่ ME > 0 แสดงว่าสถานีส่วนใหญ่ แบบจำลองให้ค่าพยากรณ์มากกว่าค่าจริง และค่าอื่น ๆ (NSE, MPE, MAPE) แสดงผลคล้ายกับภาคเหนือและ ความแม่นยำเฉลี่ยสูงสุดที่ สถานี Surin agr ต่ำสุดที่สถานี สถานี Pak Chong ag แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่มีความแม่นยำเช่นเดียวกัน



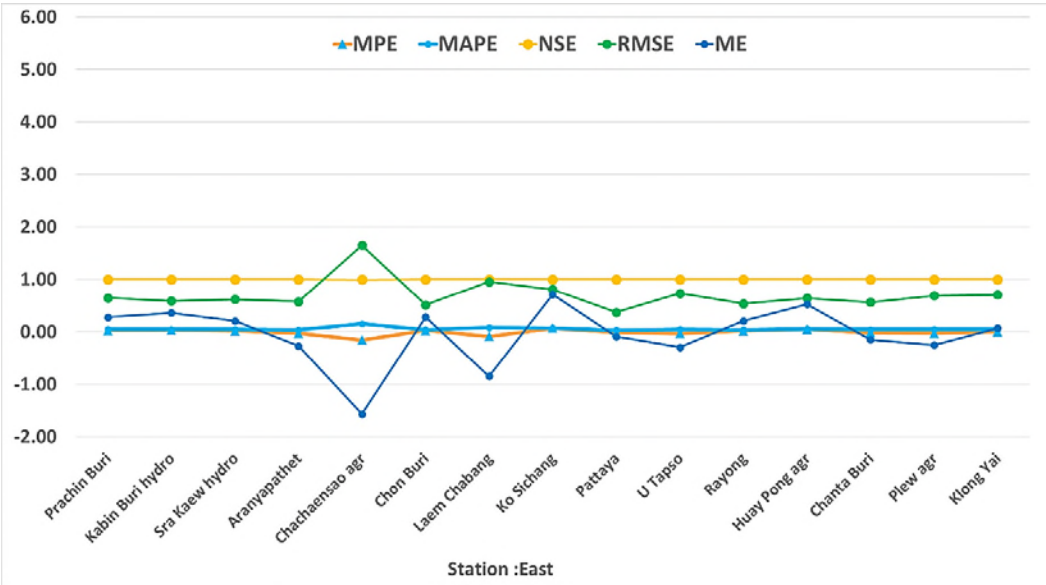

รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ ทุกสถานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3) สถานีในภาคกลางมีทั้งหมด 19 สถานี (รูปที่ 11) พบว่าค่า RMSE ในช่วง 0.5 – 1 โดยส่วนใหญ่มีค่าเข้าใกล้ 0.5 แสดงว่า ค่าพยากรณ์มีความแตกต่างจากค่าจริงน้อยมาก และสถานีส่วนใหญ่มีค่า 0<ME<0.5 แสดงว่าพยากรณ์เกินค่าจริงเล็กน้อย ส่วนเกณฑ์ของค่าอื่น ๆ (NSE, MPE, MAPE) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความแม่นยำเช่นเดียวกันภาคเหนือ โดยมีสถานีที่แม่นยำน้อยที่สุดคือ Ayutthaya agr และมากที่สุดคือ สถานี Bua Chum hydro



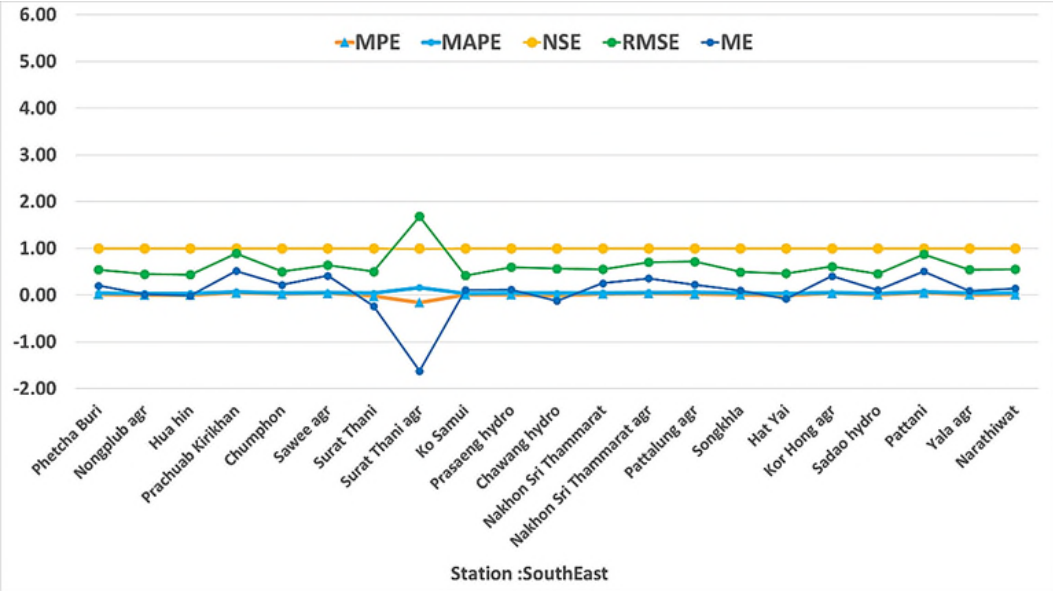

รูปที่ 11 กราฟแสดงค่าของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ ทุกสถานีในภาคกลาง

4) ภาคตะวันออกมีทั้งหมด 15 สถานี (รูปที่ 12) พบว่าค่า RMSE ในช่วง 0.5 – 1 โดยส่วนใหญ่มีค่าเข้าใกล้ 0.5 แสดงว่า ค่าพยากรณ์มีความแตกต่างจากค่าจริงเล็กน้อยเช่นเดียวกัน สำหรับค่า ME สถานีที่มีค่ามากกว่า 0 และน้อยกว่า 0 มีจำนวนใกล้เคียงกัน แสดงว่าแบบจำลองให้ค่าพยากรณ์ทั้งมากกว่าและน้อยกว่าค่าจริง ซึ่งมีความใกล้เคียงกัน ส่วนเกณฑ์ของค่าอื่น ๆ (NSE, MPE, MAPE) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความแม่นยำเช่นเดียวกับภาคเหนือโดยมีสถานีที่แม่นยำน้อยที่สุดคือ Chachaensao agr และสถานี Pattaya แม่นยำมากที่สุด



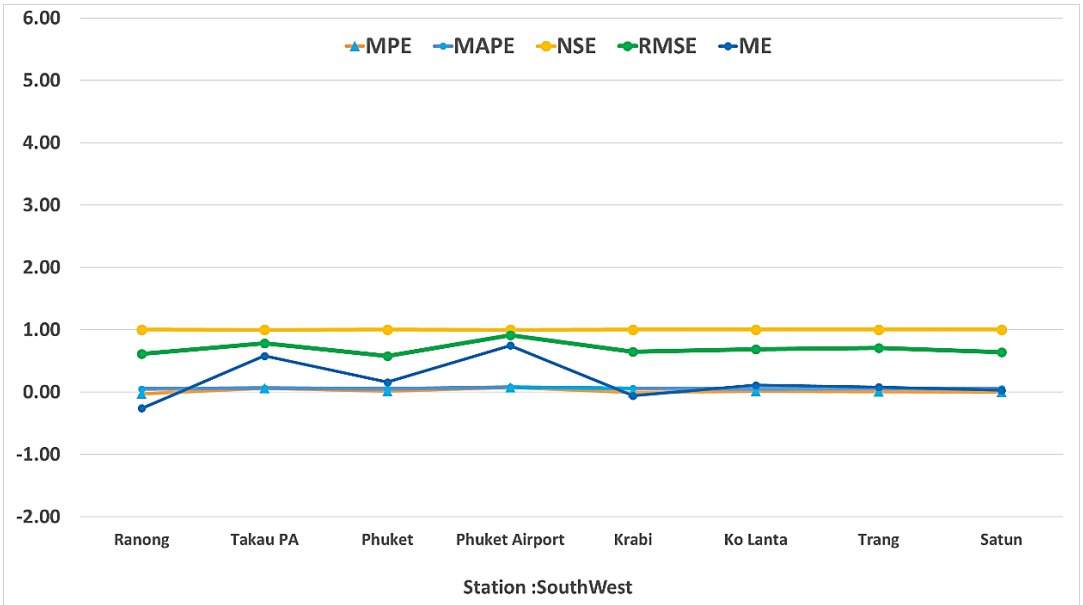

รูปที่ 12 กราฟแสดงค่าของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ ทุกสถานีในภาคตะวันออก

5) ภาคใต้ตะวันออกมีทั้งหมด 21 สถานี (รูปที่ 13) พบว่าสถานีส่วนใหญ่มีค่า RMSE แสดงถึงความแตกต่างเล็กน้อยของค่าพยากรณ์และค่าจริง ส่วนค่า ME สถานีส่วนใหญ่มีค่าพยากรณ์มากกว่าค่าจริงและค่าอื่น ๆ (NSE, MPE, MAPE) แสดงผลคล้ายกับภาคเหนือ ซึ่งสถานีที่แม่นยำน้อยที่สุดคือ Surat Thani agr และสถานี Ko Samui มีความแม่นยำมากที่สุดในภาคกลาง




รูปที่ 13 กราฟแสดงค่าของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ ทุกสถานีในภาคใต้ฝั่งตะวันออก

6) ภาคใต้ตะวันตกมีทั้งหมด 8 สถานี (รูปที่ 14) พบว่าสถานีส่วนใหญ่มีค่า RMSE เข้าใกล้ 0แบบจำลองนั้นมีความแม่นยำ ส่วนค่า ME แสดงให้เห็นว่ามีเพียง 3 สถานีที่มีค่าพยากรณ์มากกว่าค่าจริงอย่างชัดเจน และค่าอื่น ๆ (NSE, MPE, MAPE) แสดงผลในทิศทางเดียวกับภาคเหนือ โดยมีสถานีที่แม่นยำน้อยที่สุดคือ Phuket Airport และสถานี Phuket แม่นยำมากที่สุด

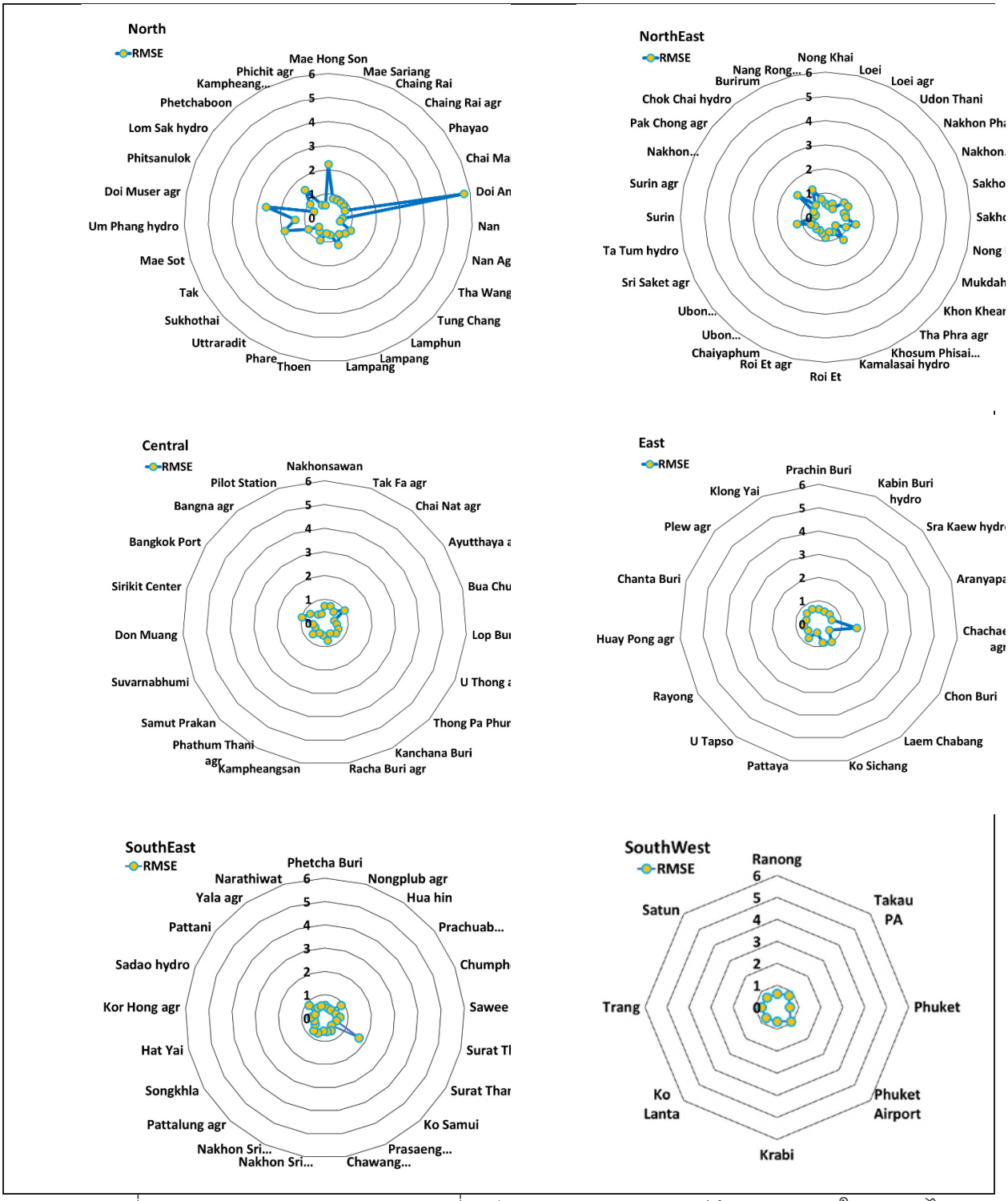



รูปที่ 14 กราฟแสดงค่าของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ ทุกสถานีในภาคภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ตารางที่ 2 ค่าของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ สถานีที่แม่นยำที่สุดและน้อยที่สุดจำแนกรายภาค

| สถานี | Station | RMSE | ME | MAPE | MPE | NSE | % Average Accuracy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ภาคเหนือ | | | | | | | |
| แม่นยำสูงที่สุด | Nan Agr | 0.5080 | −0.0677 | 0.0414 | −0.0067 | 0.9999 | 99.9586 |
| แม่นยำน้อยที่สุด | Doi Ang Khang | 5.7362 | 5.6894 | 0.5660 | 0.5660 | 0.9998 | 99.4340 |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | | | | | | | |
| แม่นยำสูงที่สุด | Surin agr | 0.4227 | −0.1965 | 0.0354 | −0.0195 | 0.9999 | 99.9646 |
| แม่นยำน้อยที่สุด | Pak Chong agr | 1.4816 | 1.4313 | 0.1420 | 0.1420 | 0.9999 | 99.8580 |
| ภาคกลาง | | | | | | | |
| แม่นยำสูงที่สุด | Bua Chum hydro | 0.4142 | −0.2032 | 0.0335 | −0.0202 | 0.9999 | 99.9665 |
| แม่นยำน้อยที่สุด | Ayutthaya agr | 0.9936 | 0.1242 | 0.0589 | 0.0124 | 0.9999 | 99.9411 |
| ภาคตะวันออก | | | | | | | |
| แม่นยำสูงที่สุด | Pattaya | 0.3743 | −0.0897 | 0.0320 | −0.0089 | 0.9999 | 99.9680 |
| แม่นยำน้อยที่สุด | Chachaensao agr | 1.6464 | −1.5626 | 0.1547 | −0.1547 | 0.9999 | 99.8453 |
| ภาคใต้ฝั่งตะวันออก | | | | | | | |
| แม่นยำสูงที่สุด | Ko Samui | 0.4214 | 0.1074 | 0.0339 | 0.0106 | 0.9999 | 99.9661 |
| แม่นยำน้อยที่สุด | Surat Thani agr | 1.6844 | −1.6239 | 0.1606 | −0.1606 | 0.9999 | 99.8394 |
| ภาคใต้ฝั่งตะวันตก | | | | | | | |
| แม่นยำสูงที่สุด | Phuket | 0.5766 | 0.1565 | 0.0496 | 0.0155 | 0.9999 | 99.9504 |
| แม่นยำน้อยที่สุด | Phuket Airport | 0.9105 | 0.7445 | 0.0806 | 0.0738 | 0.9999 | 99.9194 |

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเกณฑ์ที่พบว่ามีความเหมาะสมสำหรับการประเมินความแม่นยำของแบบจำลองสภาพอากาศ WRF นั่นคือค่า RMSE (รูปที่ 15) อีกทั้งยังเป็นเกณฑ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันของกรมอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย จำแนกตามแต่ละสถานีตรวจวัดในแต่ละภูมิภาค ซึ่งพบว่าที่ภาคเหนือ แบบจำลองให้ค่าพยากรณ์คลาดเคลื่อนมากกว่าภาคอื่น ๆ




รูปที่ 15 ค่า RMSE ของค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางทุกสถานีจำแนกรายภาคในประเทศไทย

4.5 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของ แบบจำลอง WRF ภาพรวมทั้งประเทศ

การพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 บริเวณประเทศไทยทุกเกณฑ์มีช่วงความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 3) อยู่ในช่วงที่ดี พิจารณาค่า RMSE มีช่วงไม่คลุม 0 ค่าพยากรณ์มีความแตกต่างจากค่าจริงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า MAPE มีค่าน้อยและช่วงอยู่ใกล้ 0 มาก แสดงว่าตัวแบบจำลอง WRF มี

ความแม่นยำ โดยค่าพยากรณ์มีค่ามากกว่าค่าจริง บ่งบอกด้วยค่า ME ที่อยู่ในช่วงค่าเป็นบวก %Average Accuracy และค่า NSE แสดงถึงแบบจำลอง WRF ไม่มีความผิดพลาดในการพยากรณ์ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าแบบจำลอง WRF มีความแม่นยำ สามารถเชื่อถือได้และนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์สภาพอากาศในประเทศไทยได้ โดยเฉพาะค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง

ตารางที่ 3 ช่วงความเชื่อมั่น 95 % ของเกณฑ์ประเมินต่าง ๆ

| เกณฑ์ประเมินความแม่นยำ | ช่วงความเชื่อมั่น 95 % |
|---|---|
| RMSE | (0.6954, 0.9075) |
| ME | (0.0411, 0.3249) |
| MAPE | (0.0562, 0.0773) |
| MPE | (0.0041, 0.0323) |
| NSE | (0.9999, 1.0000) |
| % Average Accuracy | (99.9227%, 99.9439%) |

**5. สรุป อภิปรายผลการศึกษา**

จากวัตถุประสงค์การศึกษา เพื่อหาความแม่นยำการพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลางเดือนพฤษภาคม 2562 ในประเทศไทย ด้วยแบบจำลอง WRF และเปรียบเทียบ เกณฑ์ประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประมเนความแม่นยำการพยากรณ์ค่าความกดอากาศที่ระดับทะเล ปานกลาง เดือนพฤษภาคม 2562 ในประเทศไทย พบว่าแบบจำลอง WRF เป็นเครื่องมือพยากรณ์สภาพอากาศที่มีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำ และเกณฑ์การประเมินความแม่นยำต่าง ๆ ในบริเวณประเทศไทยนั้นสามารถใช้หลายเกณฑ์ประกอบการพิจารณาความแม่นยำได้ เนื่องจากทำให้แปลผลได้ในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ในมุมมองความเคลื่อนที่นอกจากจะทราบเพียงแค่ความแตกต่างของค่าพยากรณ์กับค่าจริงแล้ว ยังทำให้ทราบถึงค่าพยากรณ์มากหรือน้อยกว่าค่าจริง และในด้านความแม่นยำ ที่ทำให้ทราบความถูกต้องโดยเฉลี่ย และดรรชนีความแม่นยำอีกด้วย อย่างไรก็ตามค่า RMSE และ ME ก็ยังสามารถแสดงให้เห็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถทำให้มีการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนต่อไปได้ แต่การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีข้อสังเกตว่าอาจจะเกิดจากตำแหน่งของสถานีตรวจวัดที่ตั้งอยู่ในภูมิประเทศที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากสถานีตรวจวัดอื่นในประเทศไทย เช่น สถานีดอยอ่างข่าง (Doi Ang Khang) มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร ซึ่งพบความกดอากาศที่วัดได้โดยเฉลี่ยในเดือนพฤษภาคม 2562 เท่ากับ 1005.2 hPa มีค่าต่ำกว่าสถานีตรวจวัดอื่น ๆ ในประเทศไทย และเป็นค่าผิดปกติ (Outlier) จากค่าเฉลี่ยค่าความกดอากาศของทั้งประเทศ เมื่อทำการพยากรณ์ จึงมีผลทำให้ค่าพยากรณ์มากกว่าค่าจริง (Overestimate) อย่างเห็นได้ชัดกว่าสถานีอื่น ๆ แต่ทั้งนี้ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ซึ่งในทางปฏิบัติของนักอุตุนิยมวิทยายอมรับค่า RMSE ที่มีค่าไม่เกิน 7 ทั้งนี้และการศึกษาครั้งต่อไปสามารถทำวิจัยเพิ่มเติมได้ โดยการขยายช่วงเวลาเป็นทั้งปีเพื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ในแต่ละฤดูกาลได้ด้วย และนอกจากนี้สามารถหาแบบจำลองการพยากรณ์อื่นที่ทำให้พยากรณ์ในสถานีตรวจวัดที่มีความพิเศษ เช่น สถานีดอยอ่างข่าง เช่น การสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาวิธีบอกซ์–เจนกินส์ ดังการศึกษาของ วรางคณา กีรติวิบูลย์, (2556) [12] **ที่ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาล อย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์รวมสำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร** ถึงแม้ข้อมูลจะเป็นข้อมูลต่างกันพื้นที่ต่างกัน แต่

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาเช่นเดียวกับค่าความกดอากาศ ดังนั้น**วิธีการพยากรณ์** น่าจะช่วยให้พยากรณ์ได้น่าจะเป็นอีกวิธีที่เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในสถานีที่มีลักษณะเฉพาะ ได้ส่วนสถานีอื่นๆ การใช้แบบจำลอง WRF ที่กรมอุตุนิยมประเทศไทยใช้อยู่มีความแม่นยำสูงอยู่แล้วไม่ว่าจะวัดความแม่นยำด้วยเกณฑ์ใด ทั้งนี้แบบจำลอง WRF เป็นแบบจำลองที่ยอมรับการใช้ทั่วโลกในวงการอุตุนิยมวิทยาที่มีความจำเป็นการพยากรณ์ข้อมูลสภาพอากาศทั้งนี้ ความแม่นยำขึ้นอยู่กับ ข้อมูลนำเข้า (input) ด้วย ดังจากการศึกษาของ **Misaki et.al.** (2019) [13] ที่ทำการเปรียบเทียบการเปรียบเทียบความแม่นยำของความเร็วลมชายฝั่ง ระหว่างการจำลอง WRF โดยใช้ชุดข้อมูลที่ต่างกันในญี่ปุ่น คือ ความเร็วลมเหนือพื้นดิน ความเร็วลมชายฝั่ง ความเร็วลมเหนือทะเล เพื่อปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลองความเร็วลม สำหรับการประเมินทรัพยากรลมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลเพื่อใช้เป็นแนวทางการประเมินประสิทธิภาพของการใช้สำนักงานอุตุนิยมวิทยาญี่ปุ่น ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองค่าความกดอากาศที่ระดับทะเลการจะเลือกใช้แบบจำลองใดอาจจะต้องขึ้นอยู่กับระดับความสูงของสถานีตรวจวัดด้วย

## 6. เอกสารอ้างอิง


[1] วุฒิพงษ์ แสงมณี. (2556). ความกดอากาศ. โครงการตำราคณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์. http://www.geog.pn.psu. ac.th/CAIClimate/5Pressure 49.pdf (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[2] ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2562). ความกดอากาศ. www.lesa.biz/earth/atmosphere/air-pressure

[3] ดุษฎี ศุขวัฒน์. (2549). การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction). http://www.wing2rtaf.net/department/weather/images/commander/1.6%20%20NWP.pdf (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[4] กรมอุตุนิยมวิทยา. (2556). ภูมิอากาศของประเทศไทย. https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=22&fbclid=IwAR0lx 2v- hHNSQf9oNP-AP88iU5arW9S1p3fDTXrO5KxSu7UfzdKbVX7xpzM (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[5] ภาคภูมิ รัตน์จิรานุกูล. (2549). การจำลองสภาพอากาศเชิงตัวเลขของพายุโซนร้อนบริเวณประเทศไทยตอนบน โดยใช้แบบจำลอง WRF. http://newtdc.thailis.or.th/doc view.aspx?tdcid=31916 (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[6] วราวุธ วุฒิวิณิชย์. (2553). การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองโดยใช้ Nash-Sutcliffe Efficiency และ$R^2$. วันชูชาติ. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์. http://pirun.ku.ac.th/~fengvwv/paperpdf/95-Jan-4-2553Nash%20 Efficiency.pdf (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[7] ภาคภูมิ รัตน์จิรานุกูล และสุจิตรา รัตน์จิรานุกูล. (2561). การประเมินศักยภาพพลังงานลมบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยในอนาคตด้วยแบบจำลองภูมิอากาศความละเอียดสูง. http://cmruir.cmru.ac.th/handle/123456789/1363?fbclid=IwAR1BdYlf4ol21wVu0dEwsQ0VGcWIaw-N5FOXd0mYoKxIHibklSLNmpySyqw (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[8] Sile, T., Bekere, L., Cepite-Frisfelde, D., Sennikovs, J. & Bethers, U. (2014). Verification of numerical weather prediction model results for energy applications in Latvia. Energy Procedia, 59(6), 213-220. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.369 (accessed on 25 August 2019).

[9] เกษรินตร์ ห่านประเสริฐ. (2554). แบบจำลองในการประมาณค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รวมสำหรับประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา. เอกสารผลงานวิชาการอุตุนิยมวิทยา (2554). https://www.tmd.go.th/info/proceedings.pdf

[10] Pompigna. A & Rupi. F. (2018). Comparing practice-ready forecast models for weekly and monthly fluctuations of average daily traffic and enhancing accuracy by weighting methods. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209575641 730301X (accessed on 25 August 2019).

[11] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2562). Accuracy / ความถูกต้อง ความแม่นยำ. [เว็บบล็อก]. สืบค้นจาก http://www.food networksolution.com/wiki/word/4289/accuracy (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[12] วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2556). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพแนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์รวม สำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร. http://science.buu.ac.th/ojs246/index.php/sci/article/download/687/631 (เข้าถึงเมื่อ 25 สิงหาคม 2562)

[13] Misaki, T., Ohsawa, T., Konagaya, M., Shimada, S., Takeyama, Y. and Nakamura, S. (2019). Accuracy comparison of coastal wind speeds between WRF simulations using different Input datasets in Japan. Energies 12, 27-54. Retrieved from: http://app10.infoc.nedo.go.jp/ Nedo_Webgis/top.html (accessed on 25 December 2019).

# การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

# Landslide Risk Assessment using Geographic Information System: A case study of Phanom District, Surat Thani Province, Thailand

ณัฐพงษ์ รักกะเปา[1*], พงศ์พล ปลอดภัย[1] กานต์ธิดา บุญมา[1] และพรทิพย์ วิมลทรง[1]
Nattapong Rakkapao[1*], Pongpon Plodpai[1], Kantida Boonma and Pornthip Wimonsong
[1]สาขาวิชาการจัดการภัยพิบัติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 84100
*Corresponding author: pongpon.plo@sru.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม 2) เพื่อประเมินระดับพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม และ 3) เพื่อเสนอแนวทางการป้องกันแก้ไขปัญหาภัยดินถล่มในอำเภอพนม ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แบบประเมินปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญ และใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่แบบ PSA (Potential Spatial Analysis) ซึ่งการซ้อนทับข้อมูลปัจจัยโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่มในอำเภอพนม พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลและส่งผลต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุด คือ ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีย้อนหลัง ผลการศึกษาพบว่า อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำมาก รองลงมาคือ พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมากตามลำดับ

**คำสำคัญ (TH):** ดินถล่ม / พื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติ / ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

**Abstract**

This research is the application of geographic information system to analyze landslide risk areas in Phanom district, Surat Thani province. The research objectives are 1) to study the physical factors affecting the landslide disaster in Phanom district, 2) to assess the level of landslide risk areas in Phanom district and 3) to propose solutions to prevent landslide disaster problems in Phanom district. The data used in the analysis consists of primary data and secondary data from relevant agencies combined with the factors assessment form by experts. In this research, the technique of spatial potential analysis uses PSA technique before analyzing the overlay of all factor by GIS. The study of risk factors for landslides in Phanom District found that the most influential factor affecting landslide is the average rainfall for the past 10 years. When overlaying all factors to classify the area at risk of landslides in Phanom district Surat Thani province, it shows that the level of landslide risk areas are the lowest, low, medium, high and the highest, respectively.

**Keywords:** Landslide / Disaster Risk Area / Geographic Information System

**บทนำ**

ดินถล่ม เป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นภูเขา มีความลาดชันสูง และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุมหน้าดิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตและสิ่งอำนวยความสะดวกของประชาชนในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา เหตุการณ์ธรณีภัยพิบัติดินถล่ม น้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลันในประเทศไทย ได้สร้างความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นจำนวนมาก ทั้งในพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ เนื่องจากการย้ายถิ่นฐานเข้าไปอยู่อาศัยและประกอบอาชีพในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่ม จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การก่อสร้างบ้านเรือนและการสร้างถนนเข้าสู่ชุมชน โดยการตัดลาดพื้นที่หน้าเขาและการรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตรกรรมเป็นผลให้ประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดธรณีภัยพิบัติดินถล่มเพิ่มขึ้น (เนติพงษ์ ยศสันเทยะ และคณะ, 2556)

อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสที่จะประสบปัญหาภาวะดินโคลนถล่มเพราะอยู่ใกล้กับรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย นอกจากนี้อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีนั้น ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเนินเขาและภูเขา มีสภาพภูมิประเทศที่ลาดชัน ประกอบกับการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากขึ้น เมื่อพื้นที่มีฝนตกหนักในช่วงเวลาที่ติดต่อกันเวลานานจึงทำให้เกิดปัญหาดินโคลนถล่มเข้าทำลายพื้นที่ที่อยู่อาศัย ส่งผลกระทบและเกิดความเดือดร้อนแก่ประชาชนในพื้นที่ โดยเหตุการณ์ดินโคลนถล่มล่าสุดที่เกิดขึ้นในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปีพุทธศักราช 2553 – 2554 ได้สร้างความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่ และยังมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต โดยเหตุการณ์ครั้งนั้นมีผลทำให้ประชาชนที่อาศัยในหมู่บ้านสองแพรก ต้องอพยพมาอาศัยที่หมู่บ้านบางคราม หมู่ที่ 6 โดยประเมินความเสียหายที่ถูกน้ำป่าและดินโคลนถล่มพังเสียหาย รวมแล้วกว่า 30 หลังคาเรือนมีผู้เสียหายและผู้บาดเจ็บจำนวนมาก ที่ดินเสียหายประมาณ 200 – 300 ไร่ (ไพฑูรณ์ คงเดิม, 2562)

จากเหตุการณ์ดินโคลนถล่มในพื้นที่บ้านสองแพรกในเขตรอยต่อ ระหว่างเขตตำบลคลองชะอุ่นและเขตตำบลพลูเถื่อน ที่สร้างความเสียหายและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่อง การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อกำหนดระดับพื้นที่เสี่ยงภัยในการเกิดดินโคลนถล่ม และสำรวจหาพื้นที่อพยพที่เหมาะสมจากภัยดินถล่ม เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรธรณีและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้ประโยชน์ข้อมูลเครือข่ายเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัยดินโคลนถล่ม และประชาชนผู้ประสบภัยได้มีพื้นที่ที่สามารถอพยพเข้าไปอาศัยชั่วคราวได้เมื่อเกิดเหตุการณ์ดินโคลนถล่มในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีในอนาคต การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์:

[1] เพื่อศึกษาสาเหตุ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

[2] เพื่อประเมินระดับพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

[3] เพื่อเสนอแนวทางการป้องกันภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

**อุปกรณ์และวิธีการ**

**1) การเตรียมข้อมูล**

1.1 รวบรวมข้อมูล เอกสารงานศึกษาวิจัยหรือบทความที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภัยดินโคลนถล่ม และสถิติการเกิดภัยดินถล่มในแต่ละพื้นที่ จากแหล่งค้นคว้าต่าง ๆ ได้แก่ หอสมุด เว็บไซต์ เป็นต้น

1.2 ข้อมูล Shape file ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ระยะห่างจากชุมชน ความสามารถในการระบายน้ำของดิน ความลาดชัน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง

1.3 กำหนดขอบเขตการศึกษา

(1) ขอบเขตด้านพื้นที่ การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินโคลนถล่ม โดยศึกษาในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งอำเภอพนม มีเนื้อที่โดยประมาณ 1,160 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 720,000 ไร่ (รูปที่ 1 ข)

(2) ขอบเขตด้านเนื้อหา การวิเคราะห์นั้นจะวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลหลากในแต่ละพื้นที่ การวิเคราะห์ชนิดดิน และการใช้ที่ดินในแต่ละพื้นที่ย่อย.ๆ การจัดทำข้อมูลของพื้นที่ ดินถล่มนั้นประกอบด้วย 1) ขอบเขตของตำบล 2) ร่องรอยดินถล่มที่เกิดขึ้น และ 3) พื้นที่ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากดินถล่ม

1.3 ข้อมูล Shape File ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ ทั้งหมด 7 ปัจจัย ได้แก่ขอบเขตพื้นที่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี สภาพทางธรณีวิทยา การระบายน้ำของดิน ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และระยะห่างจากแหล่งน้ำใต้ดิน (บาดาล) จากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4 การกำหนดปัจจัยทางกายรูปที่เกี่ยวข้อง กำหนดปัจจัยที่มีผลเสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่ม ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาจากปัจจัยทางกายรูปที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อการเกิดดินถล่ม ซึ่งได้แก่

1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (10 ปี) ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่อำเภอพนม มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำในพื้นที่ พื้นที่ที่มีฝนตกมากจะเป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มมาก ดังนั้น ปริมาณน้ำฝนจึงเป็นตัวแปรตรงที่สำคัญในการพิจารณา

2) ความลาดชันของพื้นที่ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงมีโอกาสที่ดินจะเกิดการสูญเสียเสถียรภาพและเคลื่อนที่ลงมาตามความลาดชันของภูเขาได้สูง จึงมีโอกาสที่จะเกิดดินถล่มได้ง่ายกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำมีผลโดยตรงต่อระดับการเกิดดินถล่ม ทั้งนี้ ค่าความลาดชันของภูมิประเทศในพื้นที่สามารถคำนวณได้จากข้อมูลความสูงของภูมิประเทศ

3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการศึกษาเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ ทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง 2) พื้นที่เกษตรกรรม 3) พื้นที่แหล่งน้ำ 4) พื้นที่เบ็ดเตล็ด และ 5) พื้นที่ป่าไม้

4) โครงสร้างทางธรณีวิทยา โครงสร้างทางธรณีวิทยามีผลต่อการผุพังของหินโดยหินที่มีรอยแตกมากและอยู่ในเขตรอยเลื่อน โดยเฉพาะรอยเลื่อนมีพลังจะมีอัตราการผุพังสูงเนื่องจาก มีช่องว่างให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ง่าย ชั้นหินจึงผุพังรวดเร็วกว่าบริเวณอื่น

5) ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง ลักษณะความสูง – ต่ำของพื้นที่ พื้นที่ที่มีความสูงมากจะมีการกัดเซาะของน้ำรุนแรง ดังนั้น ความสูงของพื้นที่จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดดินถล่ม

6) การระบายน้ำของดิน และลักษณะดิน มีความสำคัญเนื่องจากบริเวณที่เกิดแผ่นดินถล่มมักจะอยู่บนลาดเขาภูเขาหินแกรนิต เพราะหินแกรนิตเป็นหินเนื้อหยาบ เมื่อสลายตัวเป็นดินจะได้ดินที่มีทรายปนอยู่มาก ซึ่งจะมี

ลักษณะสภาพค่อนข้างร่วนบางแห่งอาจมีดินเหนียวปนอยู่ด้วย ดินบริเวณดังกล่าวจึงเป็นดินร่วนปนดินเหนียว โดยปกติดินประเภทนี้ จะมีค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินต่ำ แต่มีค่าแรงเสียดทานภายในค่อนข้างสูงเมื่อเกิดฝนตกหนักชั้นดินที่อุ้มน้ำจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันลดลง ถ้าฝนตกหนักเป็นเวลานาน ๆ จนไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินเมื่อมีแรงดันของน้ำเพิ่มขึ้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดดินถล่มมาก

1.4 โดยสมการ ที่ใช้ซ้อนทับพื้นที่เสี่ยงภัย RI = W1 R1+ W2 R2 +W3 R3 +...+Wn Rn..... (1)

โดยที่ RI = ค่าดัชนีระดับความเสี่ยงภัยดินถล่ม

W1...n = ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่ 1 –n

R 1... n = ค่าน้ำหนักคะแนนระดับของปัจจัยที่ 1 –n

**2) การวิเคราะห์ข้อมูล** ทำการนำข้อมูลปัจจัยทั้งหมด มาซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ดังแสดงในรูปที่ 1 ก)

2.1 ทำการแบ่งระดับพื้นที่เสี่ยงดินถล่ม โดยการ Reclassify ข้อมูลปัจจัยที่ทำการซ้อนทับ โดยใช้ค่าจากการซ้อนทับดังสมการข้างต้น มาจัดแบ่งค่าระดับโอกาสเกิดภัยดินถล่มโดยอ้างอิงค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลร่วมกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับคะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

(1) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูงมาก

(2) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูง

(3) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มปานกลาง

(4) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มต่ำ

(5) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มต่ำมาก

2.2 จัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

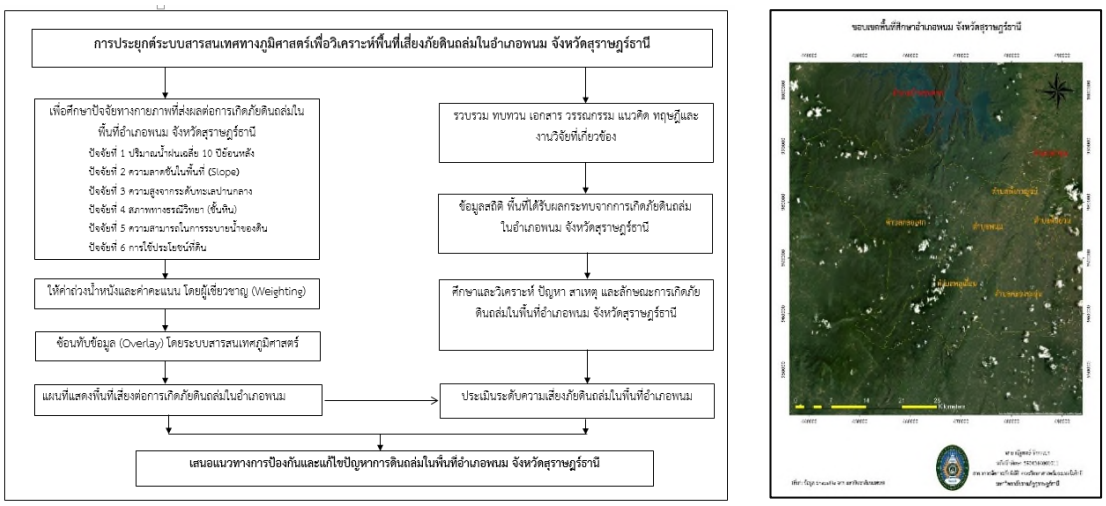
2.3 ทำการประเมินพื้นที่เสี่ยงดินถล่มในพื้นที่ศึกษาจากการวิเคราะห์ข้างต้น

**3) ประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม** ในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มโดยการประเมินจากปัจจัยทางกายรูปที่เกี่ยวข้องที่สัมพันธ์กับข้อมูลระดับความเสี่ยงเชิงพื้นที่โดยดูสาเหตุการเกิดแต่ละพื้นที่เป็นหลัก

**4) สรุปผลของการวิจัย** ทำการสรุปผลการวิเคราะห์และการประเมินพื้นที่เสี่ยงโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์

**ตารางที่ 1** ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย

| ปัจจัย | การคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยทางกายภาพ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1 | ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2 | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 | รวมค่าถ่วงน้ำหนัก | ค่าเฉลี่ย | **ค่าถ่วงน้ำหนักที่ใช้** |
| ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี | 6 | 6 | 5 | 17 | 5.67 | **6** |
| ความลาดชันในพื้นที่ | 5 | 5 | 6 | 16 | 5.33 | **5** |
| สภาพทางธรณีวิทยา | 1 | 3 | 4 | 8 | 2.67 | **2** |
| การระบายน้ำของดิน | 3 | 4 | 2 | 9 | 3.00 | **3** |
| ความสูงจากทะเลปานกลาง | 4 | 5 | 3 | 12 | 4.00 | **4** |
| การใช้ประโยชน์ที่ดิน | 2 | 2 | 2 | 6 | 2.00 | **1** |




(ก) (ข)

**รูปที่ 1** แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (ก) และแผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา (ข)

**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

**1. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดภัยดินถล่มในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีโดยพบมีปัจจัยทางกายภาพและอุตุนิยมวิทยา ที่ส่งผลและเกี่ยวข้องต่อการเกิดภัยดินถล่มในพื้นที่ทั้งหมด 6 ปัจจัย มีดังนี้

1.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีย้อนหลัง (รูปที่ 2 ก) พบว่าพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีย้อนหลังน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี มีพื้นที่ประมาณ 773.41 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 63.42) รองลงมา คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนระหว่าง 1,800 – 2,000 มิลลิเมตรต่อปี มีพื้นที่ประมาณ 280.47 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 23.00) พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,001 – 2,200 มิลลิเมตรต่อปี มีพื้นที่ประมาณ 137.25 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 11.26) และพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากกว่า 2,200 มิลลิเมตรต่อปี มีพื้นที่ประมาณ 28.33 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 2.32)

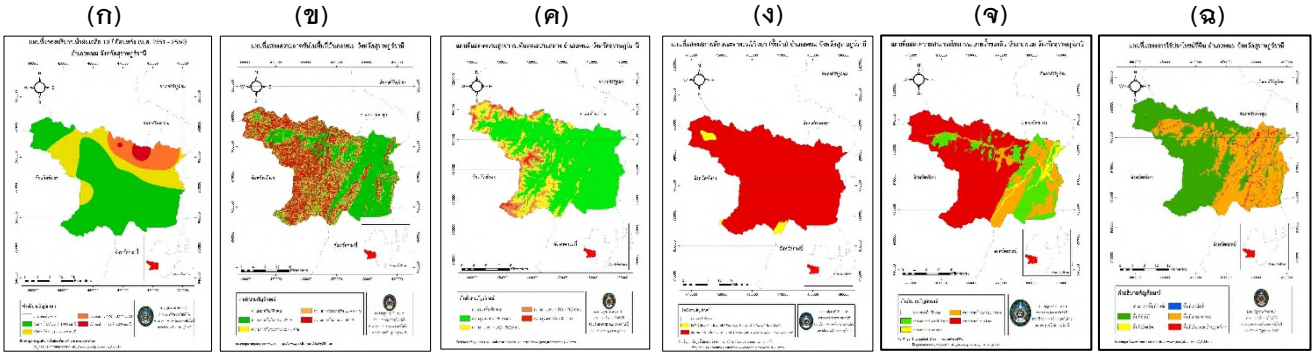
1.2 ความลาดชัน (รูปที่ 2 ข) ผลการศึกษาพบว่า อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า 15 % มีพื้นที่ประมาณ 671.76 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 55.09) รองลงมา คือ พื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35 % มีพื้นที่ประมาณ 322.38 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 26.44) พื้นที่ที่มีความลาดชันระหว่าง 26 – 35 % มีพื้นที่ประมาณ 120.62 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 9.89) และพื้นที่ที่มีความลาดชันระหว่าง 15 – 25 % มีพื้นที่ประมาณ 104.69 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 8.58)

1.3 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง (รูปที่ 2 ค) ผลการศึกษาพบว่า อำเภอพนมจังหวัดสุราษฎร์ธานี พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางน้อยกว่า 300 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 870.19 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 71.36) รองลงมา คือ ความสูงจากระดับทะเลปานกลางระหว่าง 300 – 500 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 212.27 (ร้อยละ 17.41) ความสูงจากระดับทะเลปานกลางระหว่าง 501 – 700 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 110.45 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 9.06) และพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางมากกว่า 700 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 26.54 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 2.18)

1.4 สภาพทางธรณีวิทยา (รูปที่ 2 ง) ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนหรือหินชั้น ซึ่งถือเป็นชั้นหินที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่มสูง มีพื้นที่ประมาณ 1194.61 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 97.96) และรองลงมา คือ กลุ่มชั้นหินอัคนี ซึ่งถือเป็นกลุ่มชั้นหินที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มรองลงมาจากกลุ่มหินชั้น มีพื้นที่ประมาณ 24.84 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 2.04)

1.5 การระบายน้ำของดิน (รูปที่ 2 จ) ผลการศึกษาพบว่า อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การระบายน้ำของดินดีมาก มีพื้นที่ประมาณ 693.92 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 56.90) รองลงมา คือ พื้นที่การระบายน้ำของดินเลว มีพื้นที่ประมาณ 249.81 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 20.49) พื้นที่การระบายน้ำของดินดี มีพื้นที่ประมาณ 235.14 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 19.28) พื้นที่การระบายน้ำของดินปานกลาง มีพื้นที่ประมาณ 40.58 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 3.33)

1.6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (รูปที่ 2 ฉ) ผลการศึกษาพบว่า อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่เสี่ยงปานกลาง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ประมาณ 632.29 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 51.85) รองลงมา คือ พื้นที่เกษตรกรรม มีพื้นที่ประมาณ 549.33 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 45.05) พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้าง 31.77 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 2.61) พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ประมาณ 5.99 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.49) และพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ประมาณ 0.08 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.01)

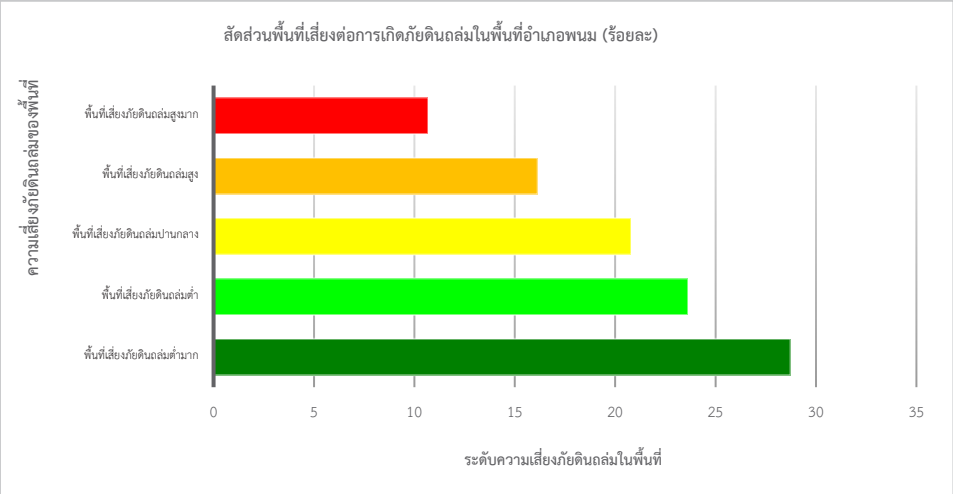



**รูปที่ 2** ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี ย้อนหลัง (ก) ความลาดชัน (ข) ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง (ค) สภาพทางธรณีวิทยา (ง) การระบายน้ำของดิน (จ) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ฉ)

**2. ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่มในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**

**ตารางที่ 2** พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

| ช่วงชั้นข้อมูลปัจจัย | ตารางกิโลเมตร | ไร่ | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มต่ำมาก | 350.38 | 218,988 | 28.73 |
| พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มต่ำ | 288.21 | 180,131 | 23.63 |
| พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มปานกลาง | 253.69 | 158,556 | 20.80 |
| พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูง | 196.78 | 122,988 | 16.14 |
| พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูงมาก | 130.39 | 81,495 | 10.69 |
| **รวม** | **1,219.45** | **762,158** | **100.00** |



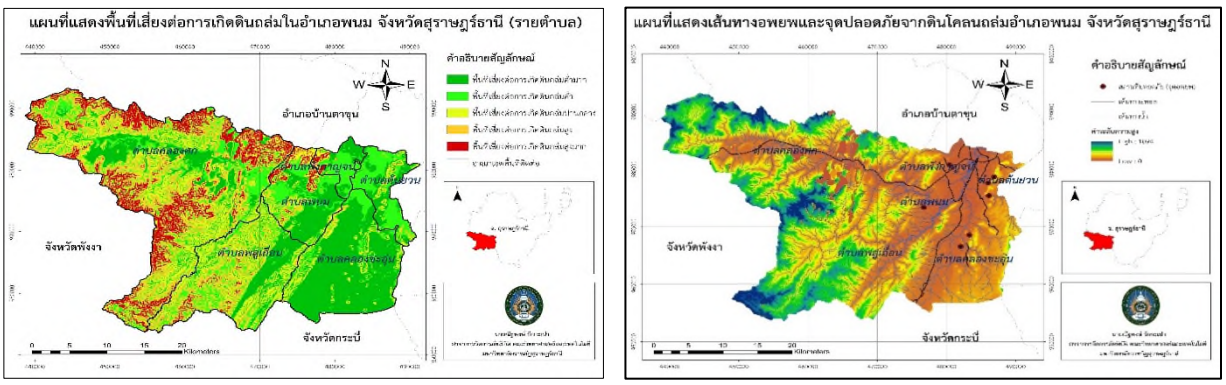

**รูปที่ 3** แผนภูมิสัดส่วนพื้นที่เสี่ยงดินถล่มอำเภอพนม

ผลการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในอำเภอพนม พบว่า อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มต่ำมาก ประมาณ 350.38 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 28.73) รองลงมา คือ พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มต่ำ ประมาณ 288.21 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 23.63) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มปานกลาง ประมาณ 253.69 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 20.80) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูง ประมาณ 196.78 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 16.14) และพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูงมาก ประมาณ 130.39 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 10.69) รูปที่ 2 และตารางที่ 3

**3. ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี (รายตำบล)**

ผลการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในอำเภอพนม รายตำบล พบว่า ตำบลในอำเภอพนม ที่มีพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูงมาก 3 อันดับแรก คือ ตำบลคลองศก ตำบลพนม และตำบลพังกาญจน์ และตำบลที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูง 3 อันดับแรก คือ ตำบลคลองศก ตำบลพลูเถื่อน และตำบลพังกาญจน์ ตำบลที่เสี่ยงภัยดินถล่มปานกลาง 3 อันดับแรก คือ ตำบลพลูเถื่อน ตำบลคลองศก และตำบลพังกาญจน์ ตำบลที่ภัยดินถล่มต่ำ 3 อันดับแรก คือ ตำบลต้นยวน

ตำบลพนม และตำบลพังกาญจน์ และตำบลที่เสี่ยงภัยดินถล่มต่ำมาก 3 อันดับแรก คือ ตำบลคลองชะอุ่น ตำบลพังกาญจน์ และตำบลพนม (ดังแสดงในรูปที่ 4)




(ก) (ข)

**รูปที่ 4** พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระดับตำบล (ก) และเส้นทางอพยพจากข้อเสนอแนวทางการแก้ไข (ข)

## สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในเขตอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถสรุปผลได้ว่า ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญต่อการเกิดภัยดินถล่ม ประกอบด้วย 6 ปัจจัย ดังกล่าวข้างต้นซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญจากการให้ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มเรียงตามลำดับความสำคัญ คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย รองลงมาคือ ความลาดชัน ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง สภาพทางธรณีวิทยา (ชั้นหิน) ความสามารถในการระบายน้ำของดินหรือชนิดดิน และปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามลำดับความสำคัญ ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยรายตำบลในอำเภอพนม พบว่า ตำบลที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่มมากที่สุด คือ ตำบลคลองศก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูง และมีความลาดชันมาก ประจวบกับเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนพื้นที่ตำบลที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่มในอำเภอพนมต่ำที่สุด คือ ตำบลคลองชะอุ่น เนื่องด้วยเป็นพื้นที่ที่มีความสูงเฉลี่ยต่ำกว่า 300 เมตร และความลาดชันค่อนข้างน้อย ประจวบกับได้รับปริมาณน้ำฝนทั้งพื้นที่เฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี และพื้นที่มีชั้นหินอัคนีรองรับบางส่วน จึงส่งผลให้ตำบลคลองชะอุ่นเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยดินถล่มต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ ในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

## เสนอแนวทางการแก้ไข

เพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากภัยดินถล่มในอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในอนาคตทางผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางการแก้ไขแก่หน่วยงาน คือ การสร้างเส้นทางอพยพเมื่อเกิดสัญญาณหรือเหตุการณ์ก่อนการเกิดภัยดินถล่ม อพยพ หรือเคลื่อนย้ายมาอยู่ในบริเวณที่โล่งแจ้ง และหลีกเลี่ยงบริเวณเส้นทางที่ดินโคลนถล่ม นอกจากนี้หน่วยงานและทางภาคประชาชนเองยังต้องตื่นตัวต่อการรับมือจากเหตุการณ์อยู่ตลอดเวลาอย่าวางใจ และคอย

สังเกตสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ข้างอยู่เสมอ อีกทั้งต้องติดตามข่าวสารจากวิทยุพกพาเกี่ยวกับการรายงานของปริมาณน้ำฝนและการเข้าช่วยเหลือของหน่วยงานกู้ภัยเป็นระยะ โดยทางผู้วิจัยได้ทำแผนที่เส้นทางอพยพ ดังแสดงในรูปที่ 4 ข

**เอกสารอ้างอิง**

[1] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี (2556). แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน ตำบลแสนตอ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์. กรุงเทพ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ.

[2] กาญจนา ศรเทยีน, กนกธาดา ทิโน และเอกลักษณ์ หาพุททธา. (2549). การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล [ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์]. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ฉบับพิเศษจากงานประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ, 18(3).

[3] ดุษฎี อายุวัฒน์, ปนัดดา ภู่เจริญศิลปะ และวณิชชา ณรงค์ชัย. (2559). ปฏิบัติการของชุมชนเพื่อลดความเสี่ยงภัยพิบัติกรณีศึกษาน้ำป่าไหลหลากดินโคลนถล่ม จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 8(1), 199–220.

[4] วิภา อินเรือง และทวี ชัยพิมลผลิน. (2558). การคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์. วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 18(1), 191–207.

[5] สุภัทรา ผมทอง และดวงเดือน อัศวสุธีรกุล. (2559). การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา. 2(3), 41–52.

# ผังเมืองกับการพัฒนาเมืองพะเยา

## Urban Planning and Phayao Development

ศรีสุดา วงษ์ชุ่ม[1*]

Srisuda Wongchum[1*]

[1]สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง 93000

*Corresponding author: mona_too@hotmail.com

**วิกฤตเมือง...ผลพวงจากการพัฒนา**

ในยุคที่วิทยาการสมัยใหม่ได้เข้ามามีบทบาททำให้ประเทศไทยมีการพัฒนาและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางเศรษฐกิจ สังคม และการดำรงชีวิตของประชาชนอย่างรวดเร็ว สภาพความเป็นเมืองและความเจริญเติบโตของเมืองได้แพร่กระจาย และส่งผลต่อความไม่เท่าเทียมกันทางพื้นที่ ทำให้ชุมชนหรือเมืองขนาดใหญ่ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางความเจริญ และมีประชากรอยู่รวมกันเป็นจำนวนมาก ประสบปัญหาในแง่ของการขยายตัวของชุมชนอย่างกระจัดกระจาย ขาดการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อประกอบกิจกรรมต่างๆ ของสังคมอย่างเป็นระเบียบ ขาดระบบโครงข่ายบริการพื้นฐาน และส่งผลให้เมืองเกิดปัญหาอื่นๆ ตามมามากมาย เช่น ปัญหาคุณภาพชีวิต ปัญหาอาชญากรรม และปัญหากายภาพของเมืองที่นับวันจะทวีความรุนแรง เช่น ปัญหาการจราจรแออัด ปัญหาขาดแคลนที่อยู่อาศัย ปัญหาการใช้ที่ดินผิดประเภท ปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม รวมทั้งความเสื่อมโทรมทางด้านการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมและศาสนา ปัญหาเมืองหลายประการที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาสังคมหรือปัญหากายภาพ มิได้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นโดยตัวของมันเอง แต่เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยหลายประการ ตั้งแต่นโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมระดับชาติ นโยบายการพัฒนาระดับภูมิภาค นโยบายการพัฒนาเมือง รวมทั้งการบริหารจัดการเมืองของการปกครองส่วนท้องถิ่น และความเข้มแข็งของชุมชนเมือง เพื่อรองรับกระแสแห่งการเปลี่ยนแปลง การพัฒนา และการปรับตัวของสังคม และเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบดังกล่าวข้างต้น การผังเมืองจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีจำเป็นในการป้องกัน แก้ไขปัญหา ควบคุมการพัฒนาในปัจจุบัน พร้อมทั้งสามารถกำหนดทิศทางของเมืองสำหรับอนาคต เพื่อรองรับการขยายตัวของเมือง ถือเป็นทั้งศาสตร์ที่จัดการเรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดิน และศิลป์ที่ว่าด้วยทัศนียภาพ สถาปัตยกรรม และสุนทรียภาพของการอยู่อาศัย ดังนั้นการผังเมืองจึงมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเมืองอย่างแท้จริง

**การผังเมือง...หัวใจของการพัฒนาเมือง**

ตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2562 มาตรา 4 วรรคหนึ่ง นิยามคำว่า “การผังเมือง หมายถึง การวาง จัดทำและดำเนินการให้เป็นไปตามผังเมืองในระดับต่างๆ สำหรับเป็นกรอบชี้นำการพัฒนาทางด้านกายภาพในระดับประเทศ ระดับภาค ระดับจังหวัด ระดับเมือง ระดับชนบท และพื้นที่เฉพาะควบคู่กับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อการพัฒนาเมือง บริเวณที่เกี่ยวข้อง หรือชนบทให้มีหรือทำให้ดียิ่งขึ้นซึ่งสุขลักษณะ ความสะดวกสบาย ความเป็นระเบียบ ความสวยงาม การใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน การคมนาคมและการขนส่ง ความปลอดภัยของประชาชน สวัสดิภาพของสังคม การป้องกันภัยพิบัติ และการป้องกันความขัดแย้งการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อส่งเสริมการเศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อม เพื่อดำรงรักษา หรือบูรณะสถานที่และวัตถุที่มีประโยชน์หรือ

คุณค่าในทางศิลปกรรม สถาปัตยกรรม ประวัติศาสตร์หรือโบราณคดี หรือบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภูมิประเทศที่งดงามหรือมีคุณค่าในทางธรรมชาติ” [1]

อีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า การผังเมืองเป็นเครื่องมือในการวางแผนระยะยาว เพื่อกำหนดวิสัยทัศน์ของชุมชนเมือง นโยบาย เป้าหมาย วัตถุประสงค์ ที่สะท้อนแนวคิด รูปแบบ และทิศทางการพัฒนาเมืองในแต่ละด้าน เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบบริการโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อดำเนินการให้เป็นรูปธรรมได้ และนำไปสู่ลักษณะเมืองที่คาดหวังไว้ อีกทั้งเป็นการวางแผนป้องกันมิให้เกิดปัญหาดังที่เคยปรากฏขึ้นกับเมืองอื่นๆ มาแล้ว ฉะนั้นในการวางผังเมือง จึงต้องมีการพิจารณาในแง่มุมทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมควบคู่ไปด้วย เพื่อให้เมืองมีโครงสร้างทางกายภาพเหมาะสม และสามารถส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีให้แก่ประชากรเมืองได้อย่างยั่งยืน

ในประเทศไทย การผังเมืองเป็นการดำเนินการจัดทำรายละเอียดแผนงานและโครงการต่างๆ ให้มีเอกภาพและสามารถนำไปปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยแผนผัง 2 ประเภท ได้แก่

1) ผังเมืองรวม (Comprehensive Plan หรือMaster Plan) และ

2) ผังเมืองเฉพาะ (Specific Plan) ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติและผลบังคับใช้ที่แตกต่างกัน

***ผังเมืองรวม*** หมายถึง แผนผัง นโยบาย และโครงการ รวมทั้งมาตรการควบคุมโดยทั่วไปในพื้นที่หนึ่งพื้นที่ใด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเมืองและการดำรงรักษาเมือง บริเวณที่เกี่ยวข้อง หรือชนบท ในด้านการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน การคมนาคมและขนส่ง การสาธารณูปโภค สาธารณูปการ บริการสาธารณะ และสภาพแวดล้อม เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการผังเมือง

***ผังเมืองเฉพาะ*** หมายถึง แผนผังและโครงการดำเนินการเพื่อพัฒนาหรือดำรงรักษาบริเวณเฉพาะแห่งหรือกิจการ ที่เกี่ยวข้องในเมือง บริเวณที่เกี่ยวข้อง หรือชนบท มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อประโยชน์ในการสร้างเมืองใหม่ การพัฒนาเมือง การอนุรักษ์เมือง หรือการฟื้นฟูเมือง

การประกาศใช้บังคับผังเมืองรวม ตามมาตรา 32 และมาตรา 33 แห่ง พ.ร.บ. การผังเมือง พ.ศ.2562 ให้ดำเนินการออกเป็นประกาศกระทรวงมหาดไทย หรือข้อบัญญัติท้องถิ่นแล้วแต่กรณี โดยผังจะไม่มีกำหนดอายุการใช้บังคับ แต่จะมี การประเมินผลผังและการปรับปรุงให้ผังมีความทันสมัยอยู่เสมอ องค์ประกอบของผังเมืองรวมตามมาตรา 22 ประกอบด้วยแผนผังดังต่อไปนี้

***1) แผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภท*** มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ส่งเสริมการพัฒนา ป้องกันการใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภท ป้องกันการใช้ที่ไม่เหมาะสม ป้องกันการเก็บที่ดินไว้โดยไม่ใช้ประโยชน์ อนุรักษ์พื้นที่เพื่อสาธารณประโยชน์และสิ่งแวดล้อม กำหนดแนวทางการจัดทำโครงการพัฒนาขึ้นมาใหม่ และ เพื่อกำหนดแนวทางการจัดทำโครงการรื้อล้างสร้างใหม่ในผังเมืองเฉพาะ ในส่วนการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยทั่วไปมีหลักเกณฑ์ในการจำแนกออกเป็น 3 ส่วน คือ

***1.1) พื้นที่สงวน*** เป็นพื้นที่ที่มีคุณค่าทางธรรมชาติและระบบนิเวศตลอดจนห่วงโซ่อาหารเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ทุกคนได้รับประโยชน์ร่วมกัน ต้องได้รับการปกป้องคุ้มครองและป้องกันให้ดำรงรักษาคุณค่าทางธรรมชาติและระบบนิเวศมิให้ถูกนำไปใช้ประโยชน์หรือได้รับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จนทำให้เสียคุณค่า

***1.2) พื้นที่อนุรักษ์*** เป็นพื้นที่ที่ต้องการการบำรุงรักษาให้คงคุณค่าในการนำมาใช้ประโยชน์ในระยะยาว เช่น พื้นที่ที่มีคุณค่าทางธรรมชาติ พื้นที่ที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม เป็นต้น โดยพื้นที่ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ แต่ต้องไม่ทำให้คุณค่าเดิมที่มีอยู่เสื่อมคลายลง

***1.3) พื้นที่พัฒนา*** เป็นพื้นที่มีศักยภาพสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในการตั้งถิ่นฐานของชุมชน ตอบสนองกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมในชีวิตประจำวัน ได้แก่ อาคารสิ่งก่อสร้างเพื่อการอยู่อาศัย อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม การคมนาคมขนส่ง สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าว จะต้องพิจารณาจากพื้นที่ตามศักยภาพและข้อจำกัด พื้นที่ทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นผลประโยชน์ส่วนรวมต้องได้รับการคุ้มครอง และที่ดินในเขตพื้นที่พัฒนาต้องได้รับการส่งเสริมให้มีการใช้อย่างเกิดประโยชน์ตอบแทนสูงสุด ทั้งนี้ แผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทจะบังคับใช้ควบคู่กับข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีสาระสำคัญจะประกอบด้วย การควบคุมกิจกรรมที่มีผลต่อสุขลักษณะความปลอดภัยของประชาชน สวัสดิภาพของสังคม และการสงวนรักษาสภาพพื้นที่ทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีคุณค่าในพื้นที่ [2]

***2) แผนผังแสดงที่โล่ง*** เป็นแผนผังแสดงพื้นที่โล่งประเภทต่างๆ ของเมือง/ชุมชน รวมถึงพื้นที่สงวนรักษาไว้เพื่อ การแก้ไข ป้องกัน และบรรเทาปัญหาภัยพิบัติ แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณริมแม่น้ำและลำคลอง ที่โล่งเพื่อการสงวนรักษาสภาพการระบายน้ำตามธรรมชาติ ที่โล่งพักน้ำเพื่อการป้องกันน้ำท่วม ที่โล่งเพื่อการอนรักษาและสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเล และที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและพื้นที่ชุ่มน้ำ

***3) แผนผังแสดงโครงการคมนาคมขนส่ง*** เป็นการวางระบบการเคลื่อนที่ ติดต่อสื่อสารถึงกันระหว่างพื้นที่ส่วนต่างๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแผนผังอื่น โดยเฉพาะแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภท และแผนผังแสดงโครงการกิจการสาธารณูปโภค สำหรับการจัดทำแผนผังแสดงโครงการคมนาคมขนส่ง เป็นการเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาระบบโครงข่ายการคมนาคม ได้แก่ โครงการสร้างถนนสายใหม่ โครงการปรับปรุงและขยายผิวจราจรที่มีอยู่เดิม การเชื่อมโยงโครงข่ายเส้นทางและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งนี้เพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองและประชากรเมืองตามที่คาดการณ์ไว้ในอนาคต

***4) แผนผังแสดงโครงการกิจการสาธารณูปโภคและบริการสาธารณะ*** เป็นการจัดบริการสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เช่น ประปา ไฟฟ้า การบำบัดน้ำเสีย การระบายน้ำ การป้องกันน้ำท่วม การบรรเทาสาธารณภัยรูปแบบต่างๆ การส่งเสริมคุณภาพและความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เป็นต้น โดยมีขอบเขตการดำเนินงานเกี่ยวกับ การคาดการณ์ความต้องการบริการจากสาธารณูปโภคแต่ละประเภท การกำหนดที่ตั้งและเขตบริการ การเลือกใช้เทคนิควิธีการจัดบริการให้เหมาะสมกับลักษณะชุมชน ถือเป็นการบริการสาธารณะในชุมชนเพื่อให้ประชาชนผู้อยู่อาศัยในเมืองนั้นๆ เกิดความสุข ความสะดวกสบาย และเป็นการเตรียมความพร้อมให้เหมาะสมกับความจำเป็นในอนาคต

***5) แผนผังแสดงแหล่งทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*** เป็นการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญในพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์ ควบคุมดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้น เช่น การอนุรักษ์พื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ท้องถิ่น การอนุรักษ์พื้นที่วางไข่ของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญในพื้นที่ เป็นต้น

6) ***แผนผังแสดงผังน้ำ*** เป็นแผนผังแสดงการบริหารจัดการด้านน้ำในพื้นที่วางผัง โดยมีวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการด้านน้ำท่วม น้ำแล้ง การระบายน้ำในพื้นที่ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการผังเมืองมีความสำคัญในหลากหลายแง่มุม เพราะการจัดวางผังเมืองในเขตเมืองหรือเทศบาลถือเป็นการกำหนดแนวทางการพัฒนาด้านกายภาพของเมืองในอนาคต เพื่อให้เมืองหรือเทศบาลนั้นๆ มีแผนและนโยบายที่ชัดเจนและเพื่อเป็นกรอบในการ

พัฒนาแก่ภาครัฐและภาคเอกชน ทำให้การพัฒนาเมืองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับแผนพัฒนาระบบเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

***7) แผนผังอื่นๆ ที่จำเป็น*** กรณีที่พื้นที่วางผังมีลักษณะพิเศษหรือเป็นพื้นที่อ่อนไหว อาจมีความจำเป็นต้องเพิ่มเติมการควบคุม ดูแลเพิ่มขึ้นในแต่ละด้านแล้วแต่กรณี

**การดำเนินการด้านผังเมือง...กระบวนการและแนวปฏิบัติ**

การดำเนินการด้านการผังเมืองของประเทศไทย เริ่มต้นเมื่อมีการประกาศพระราชบัญญัติการผังเมืองและชนบท ในปี พ.ศ. 2495 ซึ่งนับเป็นกฎหมายผังเมืองฉบับแรกที่กำหนดสิทธิ์ต่างๆ ในการจัดทำโครงการแบบองค์รวม โดยที่โครงการจะต้องผ่านการเห็นชอบจากมติของกระทรวงมหาดไทย และบังคับให้ท้องถิ่นต้องจัดทำผังและตรากฎหมายขึ้นในแต่ท้องที่ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว พระราชบัญญัติการผังเมืองและผังชนบท พ.ศ. 2495 แทบจะไม่เกิดการใช้งานจริง เนื่องจากกฎหมายขาดความยืดหยุ่น ไม่สามารถตอบสนองความเป็นเมืองหรือมหานครได้ในระยะเวลาดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการจัดทำพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2518 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนารูปแบบขั้นตอนในการจัดทำผังเมืองและจำแนกลักษณะของผังให้มีความชัดเจนในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับภาคและเมือง อีกทั้งได้เพิ่มเติมในเรื่องของการมีส่วนร่วมของประชาชน จนกระทั่งปัจจุบันได้มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2562 เมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 (มีผลบังคับใช้วันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562) โดยมีเหตุผลและความจำเป็นเพื่อให้การวางและจัดทำผังเมืองและการใช้ประโยชน์พื้นที่ในทุกระดับเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อันจะเป็นประโยชน์แก่สภาพเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งประโยชน์แก่สาธารณะ จากการดำเนินการที่ผ่านมา กระบวนการวางและจัดทำผังเมืองรวม ได้กำหนดให้มีคณะที่ปรึกษาผังเมืองรวมในระดับท้องที่ที่จะวางและจัดทำผังเมืองรวม ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนจากหน่วยงานของภาครัฐ องค์กรเอกชน รวมถึงภาคประชาชนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมือง และการกำหนดให้มีการประชุมรับฟังความคิดเห็นจากประชาชน ตลอดจนการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนได้เสียสามารถยื่นคำร้องต่อคณะกรรมการผังเมือง เพื่อพิจารณาให้แก้ไขเปลี่ยนแปลง หรือยกเลิกข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด และภายหลังจากการออกกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมแล้วนั้น หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมือง จะกำหนดแผนงานและโครงการดำเนินการ เพื่อพัฒนาให้เป็นไปตามผังเมือง นอกจากนี้หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการพัฒนาของภาคเอกชน จะดำเนินการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เป็นไปตามที่ผังเมืองรวมกำหนด ถึงแม้ว่าผังเมืองรวมจะเป็นแผนการพัฒนาเมืองในระยะยาว แต่กฎหมายผังเมือง ได้กำหนดให้มีการประเมินผลการใช้ผังเมืองรวมและปรับปรุงผังเมืองรวมในทุก 5 ปี เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม จากการปฏิบัติที่ผ่านมา พบว่า ข้อกำหนด และนโยบายต่างๆ ในการจัดทำผังเมืองรวมมีความซับซ้อนทั้งทางด้านการวางแผนและขั้นตอนในการดำเนินการ ซึ่งมีความจำเป็นต้องประสานการดำเนินการร่วมกันระหว่างหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และผังเมืองรวมที่ได้วางและจัดทำขึ้นนั้น ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประสานการพัฒนาเมืองด้านต่างๆ ได้ เนื่องจากการจัดทำผังเมืองรวมมุ่งเน้นเฉพาะการควบคุมให้เป็นไปตามข้อกำหนดของแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมสาระสำคัญของแผนผังโครงการคมนาคมและขนส่ง โดยเป็นการแก้ไขปัญหาการจราจรของเมืองเพียงอย่างเดียว รวมทั้งข้อจำกัดด้านบทบาทหน้าที่ของบุคลากรทางการผังเมือง ส่วนใหญ่จะกระจุกตัวอยู่ในกรมโยธาธิการและผังเมืองทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค การถ่ายโอนภารกิจด้านการผังเมืองให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังมีน้อย ประกอบกับการขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ด้านการผังเมือง ทำให้การดำเนินการด้านการวางผังเมืองรวมไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ส่งผลให้เกิดปัญหาเมืองในด้านต่างๆ ตามมามากมาย โดยเฉพาะอย่าง

ยิ่งในเมืองที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร หรือเมืองหลักตามภูมิภาค ซึ่งประสบปัญหาการจราจร ปัญหาแหล่งเสื่อมโทรม และปัญหาสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อยู่อาศัยอย่างชัดเจนและต่อเนื่องในอนาคต ตราบเท่าที่มีการเพิ่มขึ้นของประชากรและการเติบโตของเมือง จากผลพวงการดำเนินการด้านการผังเมืองและลักษณะปัญหาเมืองที่เกิดขึ้นไม่เพียงแต่เมืองขนาดใหญ่เท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อการวางผังเมืองและการพัฒนาในท้องที่อื่นๆ ของประเทศไทยเช่นเดียวกับจังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นเมืองขนาดเล็กด้วย ดังนั้น ทิศทางการผังเมืองไทย ควรให้ความสำคัญกับการวางผังกายภาพทุกระดับ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการผลักดันให้นโยบายของรัฐไปสู่การดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงการแก้ไขปัญหา ข้อจำกัดของกฎหมายผังเมือง รวมทั้งกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการพัฒนาเมือง ควรสนับสนุนให้ทุกภาคส่วนเป็นผู้วางและจัดทำผังเมืองรวม เพื่อให้เกิดการประสานผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างภาครัฐ องค์กรภายในท้องถิ่น และภาคประชาชนดังกล่าว

**การเปรียบเทียบระบบการวางผังเมืองกับประเทศฝรั่งเศส**

จากการศึกษาระบบการวางผังเมืองในระดับนานาชาติ โดยเฉพาะระบบการวางผังเมืองของประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นประเทศที่มีการวางผังเมืองมายาวนาน โดยประเทศฝรั่งเศสเริ่มมีการวางผังเมืองครั้งแรกตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 10–13 ในสมัยยุคกลาง เป็นการวางผังเมืองเพื่อการป้องกันข้าศึกษาศัตรูในประเทศ และได้มีการพัฒนารูปแบบการวางผังเมืองเรื่อยมา ปัจจุบันลักษณะเด่นของระบบการผังเมืองของประเทศฝรั่งเศส ได้แก่ การบริหารจัดการการใช้พื้นที่ และศาสตร์ด้านความเป็นเมือง โดยที่การบริหารจัดการการใช้พื้นที่เป็นการพิจารณาการใช้พื้นที่แบบบูรณาการเป็นองค์รวมทั้งในระดับประเทศและระดับภาค วางแนวทางเป็นกรอบนโยบายระดับใหญ่โดยภาครัฐ โดยอาศัยองค์กรที่ดำเนินงานในลักษณะบูรณาการระหว่างกระทรวง อันได้แก่ คณะกรรมการการจัดการบริหารการใช้พื้นที่และโครงการระดับภาค ส่วนการผังเมืองเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของประชาชน จึงใช้ระบบการกระจายอำนาจถ่ายโอนภารกิจเรื่องการผังเมืองให้กับท้องถิ่น และให้เกิดการสอดส่องดูแลในท้องถิ่นของตน โดยอาศัยอำนาจการบริหารปกครองระดับเทศบาล อย่างไรก็ตามในบางพื้นที่ที่มีลักษณะพิเศษทางภูมิศาสตร์ที่มีความเปราะบาง หรือเป็นพื้นที่ที่รัฐกำหนดนโยบายในการพัฒนาเป็นพิเศษ ส่วนกลางจะเป็นผู้วางแผนและผังสำหรับพื้นที่พิเศษเหล่านี้ ลักษณะเด่นของการผังเมืองอีกประการหนึ่งของประเทศฝรั่งเศส ได้แก่ กลไกของกฎหมายที่จะนำไปสู่ความมีประสิทธิภาพด้านการวางผังเมือง เพราะกฎหมายผังเมืองไม่ได้จำกัดอยู่เพียงกฎเกณฑ์ในการวางและจัดทำผังเมือง การอนุญาตและการควบคุมเท่านั้น แต่ยังกำหนดกลไกในการนำผังไปปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย เช่น การกำหนดมาตรการพิเศษด้านภาษี มาตรการที่เกี่ยวกับการได้มาซึ่งที่ดินเพื่อประโยชน์ด้านการวางผัง มาตรการเยียวยาที่เป็นธรรม ตลอดจนการกำหนดโทษที่เหมาะสมกับผลกระทบต่อสังคมที่เกิดขึ้นจากการไม่ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ด้านการผังเมือง

เมื่อพิจารณาระบบการวางผังเมืองระหว่างประเทศไทยและประเทศฝรั่งเศส พบว่า ปัจจัยที่ทำให้ระบบการผังเมืองของประเทศไทยไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจาก

1) ขาดกรอบ นโยบายการพัฒาพื้นที่ในระดับประเทศ ภาค จังหวัด และท้องถิ่นที่จะใช้เป็นแนวทางในการวางแผนร่วมกัน

2) เนื้อหาในกฎหมายผังเมืองของประเทศไทยไม่มีความละเอียด ไม่สามารถใช้มาตรการทางกฎหมายผังเมืองในการสร้างกลไกในการวางผังเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ขั้นตอนและกระบวนการในการวางผังมีหลายขั้นตอนและใช้ระยะเวลาดำเนินการยาวนาน ยังเป็นลักษณะรวมศูนย์ ยังไม่มีมาตรการให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการวางและจัดทำผังอย่างแท้จริง การประชาสัมพันธ์ยังไม่ทั่วถึงประชาชนทุกระดับ ขาดมาตรการในการติดตามและประเมินผลผังอย่างเป็นระบบ

4) เทคนิคการวางผังของประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดวิสัยทัศน์ของผังอย่างชัดเจน

5) ขาดความร่วมมือระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการวางผังเมือง ทำให้ข้อมูลที่ใช้ในการวางผังไม่ครบถ้วน และไม่สามารถบูรณาการแผนพัฒนาเมืองด้านต่างๆ ลงบนพื้นที่ได้

อย่างไรก็ดี กรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่มีบทบาทหน้าที่ในการพัฒนาเมือง และการวางผังเมือง ได้มีความพยายามในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น โดยทำการปรับปรุงแก้ไขข้อจำกัดต่างๆ ไว้ในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2562 โดยเพิ่มเติมรายละเอียดในหมวดที่ 3 เกี่ยวกับผังนโยบายในระดับต่างๆ ตั้งแต่ ระดับประเทศ ระดับภาค ระดับจังหวัด เพื่อเป็นกรอบนโยบาย และกำหนดวิสัยทัศน์ในการวางแผนร่วมกัน อีกทั้งได้ลดขั้นตอนในกระบวนการวางผังเมืองให้มีความกระชับและสั้นลง โดยให้ผังเมืองรวมบังคับใช้เป็นประกาศกระทรวงมหาดไทย และข้อบัญญัติท้องถิ่นแล้วแต่กรณี และเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับแผนผังต่างๆ ให้มีความละเอียดสอดคล้องกับสภาพพื้นที่มากยิ่งขึ้น ซึ่งยังคงต้องรอพิจารณาผลของการบังคับใช้ พ.ร.บ.การผังเมือง พ.ศ.2562 ต่อไปในอนาคตว่า จะมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

**ผังเมืองรวมพะเยา...เส้นทางสู่เมืองน่าอยู่**

จังหวัดพะเยา เป็นเมืองเก่าที่มีสภาพความเป็นเมืองมาก่อนพุทธศตวรรษที่ 18 ในแถบล้านนาไทย เดิมชื่อ “ภูกามยาว หรือ พยาว” ซึ่งได้รับการกล่าวถึงในฐานะที่เป็นเมืองเก่าที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์และโบราณคดี มีความเจริญในฐานะเป็นเมืองเอก หรืออาณาจักรพยาว โดยพ่อขุนศรีจอมธรรม กษัตริย์แห่งราชวงศ์ลัวะจักรราชหิรัญนครเงินยาง เมืองเชียงแสน และเจริญรุ่งเรืองสูงสุดในสมัยพ่อขุนงำเมือง ต่อมามีการเปลี่ยนแปลงการปกครองตามอิทธิพลของอาณาจักรต่างๆ ที่ผลัดกันมีอำนาจในแถบนี้ [3] จนถึงสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ “พยาว” ได้รับการเปลี่ยนชื่อเป็น “พะเยา” และรวมอยู่กับจังหวัดเชียงราย จนมีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ประกาศใช้พระราชบัญญัติจังหวัดพะเยา พ.ศ. 2520 ทำให้อำเภอพะเยา ซึ่งแต่เดิมขึ้นอยู่กับจังหวัดเชียงราย มีฐานะเป็นจังหวัดเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2520 ปัจจุบันเมืองพะเยา ถือเป็นชุมชนศูนย์กลางที่สำคัญของจังหวัด มีบทบาทการเป็นศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และการให้บริการปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นแก่การดำรงชีพของประชากรในพื้นที่

กรมการผังเมือง ได้ดำเนินการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองพะเยา โดยได้ประกาศกฎกระทรวง ฉบับที่ 284 (พ.ศ.2539) ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 113 ตอนที่ 50 ก วันที่ 11 ตุลาคม 2539 ใช้บังคับเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2539 และหมดอายุบังคับใช้ในวันที่ 10 ตุลาคม 2544 ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 60 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 37,500 ไร่ ประกอบด้วย พื้นที่เขตเทศบาลเมืองพะเยา และพื้นที่บางส่วนของตำบลบ้านต๋อม ตำบลสัน-ป่าม่วง ตำบลบ้านสาง ตำบลบ้านตุ่น ตำบลแม่ใส ตำบลแม่กา ตำบลจำป่าหวาย ตำบลท่าวังทอง ในเขตอำเภอเมืองพะเยา และตำบลดอกคำใต้ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา เนื่องจาก พ.ร.บ. การผังเมือง พ.ศ. 2518 ได้กำหนดให้กฎกระทรวงมีอายุบังคับใช้ 5 ปี กรมการผังเมืองจึงได้ดำเนินการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองพะเยา (ปรับปรุงครั้งที่ 1) ขึ้น ซึ่งผังดังกล่าวจัดเป็นเป็นผังแม่บทในการพัฒนาพื้นที่ โดยเฉพาะด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน การพัฒนาระบบคมนาคมและขนส่ง และการบริการสาธารณะ ซึ่งจะเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาเมือง เพื่อรองรับกิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และประชากรในอนาคตให้เป็นไปอย่างเหมาะสม และคุ้มค่ากับการลงทุนของรัฐ [4] ผังเมืองรวมเมืองพะเยา มีนโยบายเพื่อการจัดระบบใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีประสิทธิภาพสามารถรองรับและสอดคล้องกับการขยายตัวของชุมชนในอนาคต ส่งเสริมและพัฒนาเศรษฐกิจและโครงข่ายบริการสาธารณะ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1) ส่งเสริมให้ชุมชนเมืองพะเยาเป็นศูนย์กลางการบริหาร การค้า การบริการ และ การศึกษา ของจังหวัดพะเยา

2) พัฒนาการบริการทางสังคม การสาธารณูปโภค และสาธารณูปการ ให้เพียงพอและได้มาตรฐาน

3) ส่งเสริมการพัฒนาด้านที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม และอุตสาหกรรมบริการให้สัมพันธ์กับโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมของชุมชน และส่งเสริมการพัฒนาในบริเวณที่อยู่อาศัยให้เป็นชุมชนที่สมบูรณ์โดยมีศูนย์กลางชุมชนเพื่อให้บริการต่างๆ ที่จำเป็น

4) ส่งเสริม อนุรักษ์ และฟื้นฟูศิลปวัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมที่มีคุณค่าทางศาสนา ศิลปกรรม สถาปัตยกรรม ประวัติศาสตร์ และโบราณสถาน เพื่อดำรงความเป็นเอกลักษณ์ของเมืองพะเยา

5) อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าการวางผังเมืองจะเป็นพื้นฐานและจุดเริ่มต้นที่ดีต่อการพัฒนาเมือง แต่ปัจจุบันด้วยการพัฒนาชุมชนเมืองพะเยา ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและสังคม ตลอดจนวัฒนธรรม เช่น การขยายตัวของสิ่งปลูกสร้าง การขยายตัวของโครงข่ายคมนาคมและขนส่ง การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตดั้งเดิม ทำให้เมืองพะเยามีความซับซ้อนมากขึ้น การดำเนินการให้เป็นไปตามผังเมืองรวม ยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนา เนื่องจากผังเมืองรวมที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงของเมืองที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การใช้ประโยชน์ที่ดินมีลักษณะผสมผสานและขัดแย้งในแต่ละพื้นที่ ขาดการบริการขั้นพื้นฐานที่เพียงพอและได้มาตรฐาน ซึ่งผลพวงเหล่านี้อาจนำไปสู่ปัญหาเมืองต่างๆ อีกหลายประการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ฉะนั้น การพัฒนาเมืองพะเยาอย่างเป็นระบบจำเป็นต้องมีกรอบแนวคิดในการวางผังเมืองที่มีประสิทธิภาพ สามารถเป็นกรอบชี้นำการเป็นเมืองให้น่าอยู่ภายใต้นโยบายการพัฒนาเมืองได้

การพัฒนาเมืองน่าอยู่ในประเทศไทย ได้ริเริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกภายใต้กรอบทางด้านสาธารณสุขตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก โดยสนับสนุนให้ชุมชนเมืองขนาดต่างๆ 5 เมือง ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครราชสีมา พะเยา ยะลา และพนัสนิคม เป็นเมืองนำร่องและกำหนดแนวทางให้ผู้บริหารองค์กรท้องถิ่น สร้างเครือข่ายการพัฒนาร่วมกับชุมชนภายในท้องถิ่นนั้น โดยในทางปฏิบัติแต่ละเมืองได้ใช้วิธีการของตนเองในการพัฒนาไปสู่ความเป็นเมืองน่าอยู่ [5] ซึ่งตามบริบทเมืองน่าอยู่ (Healthy City) ของประเทศไทย ได้มุ่งให้เกิดการนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือ ความน่าอยู่ด้านกายภาพและสังคมที่ดี มีความเข้มแข็ง รวมถึงคนมีคุณภาพชีวิตดี มีความสุข การมีภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมให้ชุมชนมีความเข้มแข็ง การสืบทอดและพัฒนาต่อยอด มีเศรษฐกิจฐานรากที่เข้มแข็ง เกิดความสมดุลระหว่างชนบท เมือง และพื้นที่ภายนอก การมีระบบบริหารจัดการที่ดี มีประสิทธิภาพ โปร่งใส ตรวจสอบได้ และประชาชนมีส่วนร่วม เมื่อพิจารณาจากปัจจัยทางด้านกายภาพของเมืองน่าอยู่และชุมชนน่าอยู่ควรประกอบด้วย

1) เมืองที่มีระเบียบด้วยการวางผังเมืองที่มีข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างชัดเจน

2) มีการวางแผนและจัดบริการโครงสร้างพื้นฐานได้ทันต่อความต้องการของประชาชน

3) มีระบบการคมนาคมขนส่งที่สะดวก ปลอดภัย และไม่สิ้นเปลือง

4) มีสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ สวนสาธารณะ พื้นที่สีเขียว และที่ว่างโล่งอย่างพอเพียง

5) มีระบบบำบัดน้ำเสีย กำจัดขยะอย่างเหมาะสม [6]

หากนำเอาแนวคิดของเมืองน่าอยู่มาพิจารณาร่วมกับการพัฒนาเมือง สามารถเสนอแนะแนวทางการวางผังเมืองน่าอยู่สำหรับเมืองพะเยาได้ตามประเด็นการพัฒนา ดังต่อไปนี้

***1) เมืองกระชับหรือเมืองกระทัดรัด***

การวางผังเมืองที่มีการกำหนดขอบเขตการพัฒนาเมืองให้กระชับและเหมาะสมกับพื้นที่ สามารถประหยัดต้นทุนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและป้องกันการขยายตัวของชุมชนเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรมชั้นดี หรือพื้นที่ที่มีคุณค่าทางด้านประวัติศาสตร์ หรือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการฟื้นฟู พัฒนา บริเวณ

พื้นที่ใจกลางเมือง เพื่อการประหยัดพื้นที่การใช้ที่ดินและเพิ่มคุณค่าการใช้ที่ดินให้ได้ประโยชน์สูงสุด [7] ทำให้สามารถรักษาและฟื้นฟูธรรมชาติรอบเมืองได้ รวมทั้งการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมของเมือง เพื่อให้สะท้อนและตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของประชากรสภาพเศรษฐกิจและสังคม เน้นการใช้พื้นที่ในเมืองแบบผสมผสาน โดยให้ความสำคัญกับการใช้ชีวิตในเมืองยุคใหม่ คือ การอยู่อาศัย ทำงาน พักผ่อน และสถานที่ราชการ ให้ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันหรืออยู่ในละแวกเดียวกัน และสามารถเดินทางถึงกันได้อย่างสะดวก รวดเร็ว เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่สูงสุด

***2) เมืองเก่า–เมืองใหม่***

การให้ความสำคัญด้านอัตลักษณ์ของเมืองและการกำเนิดเมือง ถือเป็นสิ่งจำเป็น เพราะในทุกพื้นที่เมืองย่อมมีรากฐานของเมืองเก่าที่สะท้อนออกมาในรูปแบบของสิ่งปลูกสร้าง ไม่ว่าจะเป็นกำแพงเมือง คูคันดิน กลุ่มอาคารบ้านไม้เก่า โบราณสถาน สถาปัตยกรรมอันเป็นเอกลักษณ์ของเมือง เป็นต้น ดังนั้น การวางผังจึงต้องช่วยอนุรักษ์ฟื้นฟูย่าน หรือส่วนของเมืองที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ สถาปัตยกรรม ศิลปวัฒนธรรมที่สำคัญในอดีต โดยการควบคุมการก่อสร้างอาคารบางประเภทไม่ให้เกิดขึ้นในบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์ รวมทั้งการพัฒนาใหม่ที่เกื้อกูลย่านเก่าโดยไม่ปิดบังหรือทำลายคุณค่า ความโดดเด่นของเอกลักษณ์เดิม หรือแม้แต่การนำเหตุการณ์ เรื่องราวในประวัติศาสตร์กลับมาเป็นเรื่องราวหลักในการพัฒนา การออกแบบชุมชน และการสร้างกิจกรรม เพื่อรักษาไว้ให้ลูกหลานได้เห็นในอนาคต ทั้งมรดกทางประวัติศาสตร์ และศิลปวัฒนธรรมอันเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่

***3) สร้างพื้นที่สีเขียวให้เมืองน่าอยู่***

เพื่อทดแทนพื้นที่ที่สูญเสียไปจากการก่อสร้างอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้การวางผังเมือง มีความจำเป็นต้องส่งเสริมให้เกิดพื้นที่โล่งสาธารณะประเภทต่างๆ ให้มากขึ้น เช่น สวนสาธารณะ สวนชุมชน พื้นที่สีเขียว ทั้งในส่วนของหลังคาเขียว ที่โล่งระหว่างอาคาร สวนเกษตรในเมือง หรือแม้แต่พื้นที่การเกษตร ที่ทำหน้าที่กำหนดขอบเขตให้กับชุมชน เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี ลดความแออัด เพิ่มอากาศบริสุทธิ์ และรองรับน้ำจากฝนหรือพายุ รวมถึงการออกแบบพื้นที่น้ำในสวนสาธารณะ หรือพื้นที่เปิดโล่งประเภทต่างๆ ให้สามารถใช้ประโยชน์เป็นทางระบายน้ำ ป้องกันการรุกล้ำของกิจกรรมเมือง [8] นอกจากนี้ก ารวางผังและออกแบบโครงข่ายการสัญจรควรเพิ่มทางเลือกอื่นๆ นอกเหนือจากการพึ่งพารถยนต์ จัดรูปแบบทางเดินให้ต่อเนื่องกันทั้งชุมชน ปรับปรุงลักษณะทางกายภาพเพื่อให้เกิดทางเดินเชื่อมต่อระหว่างบ้านและแหล่งงาน ภูมิทัศน์ถนนและเมืองต้องมีศักยภาพในการดึงดูดประชาชนให้ใช้เส้นทางเดินเท้าและทางจักรยานอย่างมีประสิทธิภาพ

***4) ผังเมืองที่ยั่งยืนจากพหุภาคี***

การพัฒนาเมืองมีความเกี่ยวข้องในหลากหลายแง่มุมทั้งทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และที่สำคัญที่สุด คือ ความมั่นคงของมนุษย์ ดังนั้นการมีส่วนร่วมของประชาชน ภาครัฐ และเอกชน เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การปฏิบัติงานทางผังเมืองมีความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และบรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ ดังนั้น การดำเนินการวางและจัดทำผังเมืองรวม ควรเปิดโอกาสให้มีการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนตลอดระยะเวลาการจัดทำผัง โดยการเปิดประชุมในที่สาธารณะสำหรับผู้สนใจทั่วไป และการส่งจดหมายเป็นลายลักษณ์อักษรถึงเจ้าของที่ดินที่เป็นผู้มีส่วนได้เสีย หรือได้รับผลกระทบจากการกำหนดผังเมืองรวมในพื้นที่ ดังรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2550 กล่าวถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมของประชาชนกับการผังเมืองในมาตรา 57 วรรคสอง ว่า *“การวางแผนพัฒนาสังคมเศรษฐกิจ การเมือง และวัฒนธรรม การเวนคืนอสังหาริมทรัพย์ การวางผังเมือง การกำหนดเขตการใช้*

*ประโยชน์ในที่ดิน และการออกกฎที่อาจมีผลกระทบต่อส่วนได้เสียสำคัญของประชาชน ให้รัฐจัดให้มีกระบวนการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนอย่างทั่วถึงก่อนดำเนินการ"* [9]

**บทสรุป**

การผังเมือง ถือได้ว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนาเมือง เพราะเป็นภารกิจด้านนโยบายที่จะช่วยป้องกันปัญหาต่างๆ และสามารถเป็นกรอบชี้นำในการพัฒนาเมือง ทั้งในแง่ของการกำหนดขนาดการเจริญเติบโตของเมืองและประชากร ให้สอดคล้องเหมาะสมกับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม ความสามารถในการให้บริการด้านสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ รวมทั้งกำหนดทิศทางและรูปแบบของการขยายเมืองให้เป็นไปตามแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ แผนผัง โครงการคมนาคมและขนส่ง แผนผังกิจการสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ที่สัมพันธ์สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการดำเนินการระหว่างหน่วยงานการพัฒนาเมืองในด้านต่างๆ การวางผังเมือง จึงถือเป็นการวางแผนในการรองรับไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การพัฒนาเมืองเป็นไปอย่างมีระบบ ฉะนั้น การจัดทำผังเมืองรวมเมืองพะเยา ควรมีการวางแผนกำหนดทิศทางการพัฒนาเมืองให้เป็นเมืองน่าอยู่ มีโครงสร้างทางกายภาพที่เหมาะสม สามารถรักษาสภาพแวดล้อมและทรัพยากรที่มีคุณค่าทางธรรมชาติ ประวัติศาสตร์และศิลปวัฒนธรรมของเมือง เพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนทั้งในเมืองและชนบททุกระดับอย่างเท่าเทียมกันด้วยความสงบสุข ความสะดวกสบาย ความสะอาด ถูกสุขอนามัย มีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามแนวทางของการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน

**เอกสารอ้างอิง**

[1] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2562, พระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2562, สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, กรุงเทพมหานคร, 28 น.

[2] กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2552, เกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม มยผ.3-004, สำนักพัฒนามาตรฐาน กรมโยธาธิการและผังเมือง, กรุงเทพมหานคร, 30 น.

[3] เกรียงศักดิ์ ชัยดรุณ, 2558, ย่านเก่าเมืองเก่าในพะเยา, หอวัฒนธรรมนิทัศน์ วัดศรีโคมคำ, พะเยา, 18 น.

[4] กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2550, แผนงาน โครงการพัฒนาตามผังเมืองรวมพะเยา, สำนักผังเมืองรวมและผังเมืองเฉพาะกลุ่มงานจัดและวิเคราะห์โครงการกรมโยธาธิการและผังเมือง, กรุงเทพมหานคร, 2 น.

[5] สำนักที่ปรึกษา กรมอนามัย, แนวคิดเรื่องเมืองน่าอยู่, แหล่งที่มา: http:// www. http://advisor.anamai.moph.go.th/main.php?filename=cities01, 1 มิถุนายน 2561.

[6] รุจิโรจน์ อนามบุตร, 2547, การออกแบบชุมชนเมืองน่าอยู่และประหยัดพลังงาน, สมาคมสถาปนิกชุมชนเมืองไทย, กรุงเทพมหานคร, 27 น.

[7] Jacobs, A. B., 1978, Making City Planning Work, American Planning Association, Chicago. 233 p.

[8] Moughtin, C., 2005, Urban Design: Green Dimension, 2 nd ed., Architectural Press, Oxford, 89 p.

[9] สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2550, รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550, สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, กรุงเทพมหานคร, 16 น.

**คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์**

**สำหรับบทความวิจัย/วิชาการ เพื่อเสนอตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่**

**The Journal of Spatial Innovation Development (JSID)**

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID) เป็นวารสารวิชาการที่จัดพิมพ์โดยสาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา กำหนดพิมพ์ปีละ 3 ฉบับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลงานวิจัย/วิชาการที่มีเนื้อหาครบคลุมศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ ได้แก่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การรับรู้จากระยะไกล ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียม การโปรแกรมด้านภูมิสารสนเทศ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ ตลอดจนสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์เชิงพื้นที่และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ และผลงานที่จะลงตีพิมพ์ในวารสารนี้จะต้องเป็นงานที่น่าสนใจ เป็นบทความที่มีการทบทวนความรู้เดิมหรือองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย รวมทั้งข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ต่อผู้อ่าน นอกจากนี้บทความที่ตีพิมพ์จะต้องเป็นผลงานที่ไม่เคยนำไปพิมพ์เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการหรือวารสารอื่นใดมาก่อน และไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารใดๆ บทความอาจถูกดัดแปลง แก้ไข เนื้อหา รูปแบบ และสำนวน ตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อให้วารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากล และนำไปอ้างอิงได้ หากผู้นิพนธ์มีข้อสงสัยในการจัดเตรียมต้นฉบับสามารถตรวจสอบระเบียบการตีพิมพ์ล่าสุดของวารสารได้จากที่อยู่ของกองบรรณาธิการ

**การเตรียมต้นฉบับ**

1. ต้นฉบับพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่ละเรื่องจะต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน ให้หลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปะปนภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีคำแปลหรือคำที่ใช้แล้ว ทำให้เข้าใจง่ายขึ้นคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนปะปนภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะสำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษก่อน

2. ขนาดของต้นฉบับ ใช้กระดาษขนาด A4 (8.5x11 นิ้ว) และพิมพ์โดยเว้นระยะห่างจากขอบกระดาษด้านละ 1 นิ้ว (2.54 เซนติเมตร) จัดหน้าพิมพ์เป็นคอลัมน์เดี่ยว โดยมีระยะห่างระหว่างบรรทัดเป็นแบบ double space เพื่อสะดวกในการอ่านและการแก้ไข ส่วนเนื้อด้านในใช้ระยะห่างระหว่างบรรทัดเท่าเดิม

3. ชนิดและขนาดตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวอักษร ใช้ตัวอักษรแบบ TH Niramit โดยชื่อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 16 pt. ตัวหนา ชื่อผู้นิพนธ์ใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวปกติ หัวข้อหลักใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวหนา หัวข้อรองใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวหนา บทคัดย่อและเนื้อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวปกติ เชิงอรรถหน้าแรกที่เป็นที่อยู่ของผู้นิพนธ์ ใช้อักษรขนาด 12 pt. ตัวปกติ เนื้อหาใช้การกระจายตัวอักษรแบบ Thai Distributed

4. การส่งต้นฉบับ ผู้เสนอผลงานจะต้องส่งต้นฉบับแบบพิมพ์ จำนวน 3 ฉบับ และในรูปแบบของอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ต่อไปนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่ “.doc”(MS Word) หรือ “.rft” (Rich text)

5. จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า รวมตาราง รูปภาพ (JPEG.) และเอกสารอ้างอิง

**(การอ้างอิงแบบ APA)**

6. รูปแบบการเขียนต้นฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทบทความรายงานผลงานวิจัย (research article) และบทความวิชาการทันสมัยที่ได้จากการทบทวนเอกสารงานวิจยใหม่ๆ ที่ผู้อื่นได้ทำไว้มาก่อน (review article)

7. ใส่เลขหน้ากำกับทุกหน้า ด้านบนขวาของกระดาษ A4

**การเรียงลำดับหัวข้อในบทความผลงานวิจัย**

1. ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น กะทัดรัด และสื่อเป้าหมายหลักของงานวิจัย ไม่ใช้คำย่อ ความยาวไม่ควรเกิน 100 ตัวอักษร (ประมาณ 2 บรรทัด) ชื่อเรื่องให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ต้นฉบับภาษาไทยให้พิมพ์ชื่อเรื่องภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ ดังตัวอย่าง “Local communities’ participation in sustainable tourism management along the Phayao Lake Rim”

2. ชื่อผู้นิพนธ์ [Author(s)] และที่อยู่ ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และระบุหน่วยงานหรือสถาบันที่สังกัด และ E-mail address ของผู้นิพนธ์ เพื่อกองบรรณาธิการและผู้ที่สนใจบทนิพนธ์สามารถติดต่อได้

3. บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้นและมีเนื้อหาครบถ้วนตามเรื่องเต็ม ความยาวไม่เกิน 250 คำ ไม่ควรมีคำย่อ

4. คำสำคัญ (Keywords) ใหระบุไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษา ไม่ควรเกิน 5 คำ

5. บทนำ (Introduction) เป็นส่วนเริ่มต้นของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา เหตุผล และวัตถุประสงค์ที่นำไปสู่การวิจัยนี้ ควรให้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจากการตรวจเอกสารประกอบ

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

7. ผลการศึกษา (Results) รายงานผลที่ค้นพบตามลำดับขั้นตอนของการวิจัยอย่างชัดเจนได้ใจความ ถ้าผลไม่ซับซ้อน และมีตัวเลขไม่มาก ควรใช้คำบรรยาย แต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัวแปรมาก ควรใช้ตารางหรือแผนภูมิแทน และไม่ควรมีเกิน 5 ตารางหรือแผนภูมิ

8. วิจารณ์และสรุปผล (Discussion and Conclusion) แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาตรงกับวัตถุประสงค์และเปรียบเทียบกับสมมติฐานของงานวิจัยที่ตั้งไว้ หรือแตกต่างไปจากผลงานที่มีรายงานไว้ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้นและมีพื้นฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทิ้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

9. ตาราง รูปภาพ แผนภูมิ (Tables, Figures, and Diagrams) ควรคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็นแทรกไว้ในเนื้อเรื่อง โดยเรียงลำดับให้สอดคล้องกับคำอธิบายในเนื้อเรื่อง และต้องมีคำอธิบายสั้นๆ ที่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วน กรณีที่เป็นตารางให้คำอธิบายอยู่ด้านบน ถ้าเป็นรูปภาพ แผนภูมิ คำอธิบายอยู่ด้านล่าง (สำหรับรูปภาพจะต้องส่งในรูปแบบของอิเล็คทรอนิกส์ไฟล์ jpg.)

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ระบุสั้นๆ ว่างานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนและความช่วยเหลือจากองค์กรใด หรือ ผู้ใดบ้าง

11. เอกสารอ้างอิง (Reference) ระบุรายการเอกสารที่นำมาใช้ในการอ้างอิงให้ครบถ้วน โดยใช้แบบ APA (The American Psychological Association) (http://stin.ac.th/th/file.pdf) ในการอ้างอิงท้ายข้อความในเรื่องให้กำกับด้วยตัวเลขในวงเล็บ เช่น [1, 2, 3] และใช้ตัวเลขนำหน้าเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง โดยมีการอ้างอิงภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ

## ตัวอย่างการอ้างอิง

**หนังสือทั่วไป**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้แต่ง./(ปีที่พิมพ์)./ชื่อเรื่อง /ครั้งที่พิมพ์ (พิมพ์ครั้งที่ 2 เป็นต้นไป). /สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.

*ตัวอย่าง*

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์. (2548). ใต้ทะเลมีความรัก ภาคสาม: หลังคลื่นอันดามัน. กรุงเทพฯ: บ้านพระอาทิตย์.

**บทความในหนังสือ**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้เขียนบทความ./(ปีพิมพ์)./ชื่อบทความ./ใน/ชื่อผู้แต่ง (บรรณาธิการ),/ชื่อหนังสือ (ครั้งที่พิมพ์), เลขหน้าที่ปรากฏบทความจากหน้าใดถึงหน้าใด)./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์

*ตัวอย่าง*

เสาวณีย์ จำเดิมเผด็จศึก. (2534). การรักษาภาวะจับหืดเฉียบพลันในเด็ก. ใน สมศักดิ์ โล่ห์เลขา, ชลีรัตน์ ดิเรกวัฒชัย และ มนตรี ตู้จินดา (บรรณาธิการ), อิมมูโนวิทยาทางคลีนิคและโรคภูมิแพ้. (น. 99-103). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย และสมาคมกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย.

**วารสาร**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้เขียนบทความ./(ปีพิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร,/ปีที่ (ฉบับที่),/เลขหน้าที่ปรากฏ.

*ตัวอย่าง*

กุลธิดา ท้วมสุข. (2538). แหล่งสารนิเทศบนอินเทอร์เน็ต. มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 13(2), 1-13.

**นิตยสาร**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้เขียนบทความ./(ปี,เดือนที่พิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อนิตยสาร,/ปีที่ (ฉบับที่),/ เลขหน้าที่ปรากฏ.

*ตัวอย่าง*

ส้มโอมือ. (มีนาคม 2545). อาหารบำรุงสมอง. Update, 20(210), 37-40

**หนังสือพิมพ์**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้เขียนบทความ./(ปี,เดือนที่พิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อหนังสือพิมพ์,/ปีที่ (ฉบับที่),/ เลขหน้าที่ปรากฏ.

*ตัวอย่าง*

ไตรรัตน์ สุนทรประภัสสร. (2540, 8 พฤศจิกายน). อนาคตจีน-อเมริกา. เดลินิวส์, น. 6

**วิทยานิพนธ์**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์./(ปีพิมพ์)./ชื่อวิทยานิพนธ์./(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตหรือวิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต,/ชื่อมหาวิทยาลัย/สถาบันการศึกษา).

*ตัวอย่าง*

ช่อเพ็ญ นวลขาว. (2548). ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศกับแบบแผนการผลิตและวัฒนธรรมการบริโภคอาหาร ศึกษากรณีชุมชนขนาบนาก จังหวัดนครศรีธรรมราช. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์).

**สื่อโสตทัศน์และสื่ออื่นๆ**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้จัดทำ (หน้าที่)./(ปีที่ผลิต)./ชื่อเรื่อง. /[ลักษณะของสื่อ]. /สถานที่ผลิต: หน่วยงานที่เผยแพร่.

*ตัวอย่าง*

อยุธยา: สมเด็จพระนารายณ์มหาราช. (2540). [วีดิทัศน์]. กรุงเทพฯ: ทิชชิ่งทอยส์.

**สารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์**

*รูปแบบ*

ชื่อผู้แต่ง./(ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่อง. /URL ของแหล่งที่สืบค้นข้อมูล

*ตัวอย่าง*

Hanegraaff, W. (2005). New Age movement. In L. Jones (Ed.), Encyclopedia of religion. Retrieved from http://find.galegroup.com/gvrl/

**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมินบทความ**

**วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)**

**ประจำปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม–เมษายน พ.ศ. 2563 (Vol.1, No.1, January–April, 2020)**

| **รายชื่อ** | **หน่วยงาน** |
|---|---|
| รองศาสตราจารย์ ดร.รวี หาญเผชิญ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาติยะ พัฒนาศักดิ์ | มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิวัติ ฤทธิเดช | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| ดร.มนตรี พิมพ์ใจ | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัส ศรีวณิช | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| ดร.ประสาร อินทเจริญ | มหาวิทยาลัยบูรพา |
| ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์ | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรดี สรวิสูตร | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภพ แพงวังทอง | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อต | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์ | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จี้ฟู | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข | มหาวิทยาลัยพะเยา |
| ดร.นิติ เอี่ยมชื่น | มหาวิทยาลัยพะเยา |

# วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)

**ประจำปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2563 (Vol.1, No.1, January-April, 2020)**



The Journal of Spatial Innovation Development

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