



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้  
เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลอง การเรียนรู้ของเครื่อง  
กรณีศึกษา : จังหวัดแม่ฮ่องสอน

โดย

นางสาว พิชามญชุ์ ยอดสุข

นางสาว รัชชา แก้วเนตร

รายงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษารายวิชาการวิจัยทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2566

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้  
เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบ่งจำแนกการเรียนรู้ของเครื่อง  
กรณีศึกษา : จังหวัดแม่ฮ่องสอน

โดย

นางสาว พิชามณัฐ ยอดสุข

นางสาว รัชชา แก้วเนตร

รายงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษารายวิชาการวิจัยทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 256

- ชื่อเรื่อง:** การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง  
กรณีศึกษา : จังหวัดแม่ฮ่องสอน
- ผู้วิจัย:** นางสาวพิชามญชุ์ ยอดสุข และนางสาวธัชชา แก้วเนตร
- อาจารย์ที่ปรึกษา:** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มรกต วรชัยรุ่งเรือง
- ปีที่ทำการวิจัย:** 2566
- หน่วยงาน:** มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
- คณะ:** มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
- สาขา:** ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

#### บทคัดย่อ

จากสถานการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน โดยเมื่อ ปี พ.ศ. 2516 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 138,566,875 ไร่ หรือร้อยละ 43.21 ของพื้นที่ประเทศ ล่าสุดในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่เพียง 102,135,974.96 ไร่ หรือร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ประเทศ จึงแสดงให้เห็นว่า ในปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยอยู่ในสถานการณ์วิกฤติ ดังนั้นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง กรณีศึกษา : จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ และเพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ โดยมีปัจจัยทั้งหมด 10 ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ประกอบด้วย 7 ปัจจัย ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากหมู่บ้าน ความลาดชัน ชุดดิน ชุดหิน ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI) จากนั้นนำปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้มาประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องและเปรียบเทียบแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า Random Forest: RF และ Support Vector Machine: SVM ให้ค่าความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องอยู่ที่ 93.29% 82.40% ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้, การเรียนรู้ของเครื่อง, การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ

**Research Title:** Analysis of factors influencing changes in forest areas to predict the reduction of forest area in the future. Using machine learning modeling techniques. Case study: Mae Hong Son Province.

**Researcher:** Pichamon Yodsuk and Thatcha Gaeoned

**Thesis Advisor:** Assistant Professor Dr. Morakot Worachairungreung

**Year:** 2023

**University:** Suan Sunandha Rajabhat University

**Faculty:** Faculty of Humanities and Social Sciences

**Department:** Geography and Geo-Informatics

#### Abstract

From the situation of the reduction of forest areas from the past to the present, in 1973, Thailand had a total forest area of 138,566,875 rai, or 43.21 percent of the country's area. Most recently in 2022, Thailand has a forest area. There are only 102,135,974.96 rai or 31.57 percent of the country's area. Therefore shows that at present, forest areas in Thailand are in a critical situation. Therefore, the analysis of factors influencing changes in forest areas to predict the reduction of forest area in the future. Using machine learning modeling techniques. Case study: Mae Hong Son Province. The objective is to find factors that influence changes in forest areas, and to apply machine learning models to predict changes in forest areas. There was a total of 10 factors. Using Binary Logistic Regression analysis, the study found that factors influencing forest area change include 7 factors, including land use, Distance from the village, slope, soil series, rock series, Differential Vegetation Index (NDVI), and Differential Humidity Index (NDWI). Then, the factor influencing the area change was taken. forestry to apply machine learning models and compare machine learning models the results of the study showed that Random Forest: RF and Support Vector Machine: SVM gave machine learning model accuracy values of 93.29% and 82.40%, respectively.

**Keywords:** forest area change, Machine Learning, Binary Logistic Regression

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมทรัพยากรธรณี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลชุดหิน ประกอบด้วย ข้อมูลธรณีวิทยา (ในรูปแบบข้อมูลประเภท Shapefile) แผนที่ธรณีวิทยา และรายงานประกอบแผนที่ธรณีวิทยา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลชุดดิน (ในรูปแบบข้อมูลประเภท Shapefile) จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มรกต วรชัยรุ่งเรือง ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการทำงานวิจัยในครั้งนี้ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง

ผู้จัดทำ

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.4 พื้นที่และขอบเขตการศึกษา.....	5
<b>บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....</b>	<b>7</b>
2.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	7
2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning).....	11
2.3 อัลกอริทึมในการสร้างแบบจำลอง.....	14
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>21</b>
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา.....	22
3.2 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	22
3.3 การเตรียมข้อมูล.....	23
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>39</b>
4.1 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	41

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	49
4.3 การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	53
<b>บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b> .....	54
อภิปรายผลการวิจัย.....	54
ข้อเสนอแนะ.....	57
บรรณานุกรม.....	58
ประวัติผู้ทำวิจัย.....	67

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

## สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1: สถิติข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ย้อนหลัง 5 ปี.....	9
ตารางที่ 2: ข้อมูลชนิดป่าของจังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	10
ตารางที่ 3: ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	22
ตารางที่ 4: ระดับชั้นข้อมูลและช่วงชั้นข้อมูลที่ใช้.....	25
ตารางที่ 5: การรวบรวมปัจจัยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้จากเอกสารงานวิจัย และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	26
ตารางที่ 6: การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564.....	39
ตารางที่ 7: ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression).....	42
ตารางที่ 8: การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564.....	43
ตารางที่ 9: ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง พื้นที่ป่าไม้ ด้วยเมทริกซ์ความผิดพลาดแบบไบนารี (Binary Error Matrix).....	47
ตารางที่ 10: ระดับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ด้วยอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF).....	51
ตารางที่ 11: ระดับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ด้วยอัลกอริทึม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM).....	52
ตารางที่ 12: การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	53

## สารบัญภาพ

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 1: แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	6
ภาพที่ 2: การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) .....	12
ภาพที่ 3: หลักการ Supervised Learning.....	13
ภาพที่ 4: ฟังก์ชันโลจิสติก (logistic function) .....	15
ภาพที่ 5: Random Forest.....	16
ภาพที่ 6: Random Forest Classifier.....	17
ภาพที่ 7: Support Vector Machine Algorithm.....	18
ภาพที่ 8: กรอบแนวความคิดการดำเนินงานวิจัย.....	21
ภาพที่ 9: แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2554.....	27
ภาพที่ 10: แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2564.....	28
ภาพที่ 11: แผนที่แสดงระยะห่างจากถนน จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	29
ภาพที่ 12: แผนที่แสดงระยะห่างจากแหล่งน้ำ จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	30
ภาพที่ 13: แผนที่แสดงระยะห่างจากหมู่บ้าน จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	31
ภาพที่ 14: แผนที่แสดงจุดดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	32
ภาพที่ 15: แผนที่แสดงจุดหิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	33
ภาพที่ 16: แผนที่แสดงระบบจำลองความสูงเชิงเลข: DEM จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	34
ภาพที่ 17: แผนที่แสดงความลาดชัน จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	35
ภาพที่ 18: แผนที่แสดงดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	36
ภาพที่ 19: แผนที่แสดงดัชนีผลต่างความชื้นของน้ำ (NDWI) จังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	37
ภาพที่ 20: แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2564.....	45
ภาพที่ 21: การตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง พื้นที่ป่าไม้ ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression).....	46
ภาพที่ 22: กราฟแสดงการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression).....	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 23: แผนที่แสดงการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression).....	48
ภาพที่ 24: การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) .....	50
ภาพที่ 25: การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอัลกอริทึม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM).....	50
ภาพที่ 26: กราฟแสดงอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF).....	50
ภาพที่ 27: กราฟแสดงอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM).....	50
ภาพที่ 28: แผนที่แสดงอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF).....	51
ภาพที่ 29: แผนที่แสดงอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM).....	52

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนสุนันทา

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน โดยเมื่อ ปี พ.ศ. 2516 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 138,566,875 ไร่ หรือร้อยละ 43.21 ของพื้นที่ประเทศ ล่าสุดในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่เพียง 102,135,974.96 ไร่ หรือร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ประเทศ การป้องกันและรักษาทรัพยากรป่าไม้จึงเป็นหนึ่งในนโยบายเร่งด่วนที่สำคัญของรัฐบาล จะเห็นได้จากการขับเคลื่อนแผนนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการปฏิรูปทรัพยากรป่าไม้ การปรับปรุงกฎหมายและกฎระเบียบ การกำหนดแนวทางการปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่ในแต่ละหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรป่าไม้ หากนำเป้าหมายของนโยบายป่าไม้แห่งชาติ พ.ศ. 2552 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) และแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ที่กำหนดให้ประเทศไทยควรมีพื้นที่ป่าไม้อย่างน้อยร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ หรือเท่ากับ 129,411,479.86 ไร่ (กรมป่าไม้, 2565) จึงแสดงให้เห็นว่า ในปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยอยู่ในสถานการณ์วิกฤติ เนื่องจากมีพื้นที่ป่าไม้ต่ำกว่าที่ควรเป็น ดังนั้นจึงต้องมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ให้ได้ตามเป้าหมาย โดยจะต้องมีการร่วมมือกันของทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐและภาคเอกชน (คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558) เนื่องจากทรัพยากรป่าไม้ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าและความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของประเทศ และยังมีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิต วัฒนธรรม และความเป็นอยู่ของคนในสังคม (กรมป่าไม้, 2560) อีกทั้งทรัพยากรป่าไม้ยังมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ยารักษาโรค และเป็นแหล่งต้นน้ำ ลำธาร ตลอดจนการรักษาสมดุลด้านระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นทรัพยากรป่าไม้ จึงถือได้ว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูให้มีความอุดมสมบูรณ์ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2565, น. 1)

สาเหตุที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้มีการลดลง และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use change) ที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ป่าไม้ เช่น การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจที่ทำให้ประชากรใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าไม้มากขึ้น

ในลักษณะของการเป็นที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นอกจากนี้การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรัฐบาล เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างอ่างเก็บน้ำ และการสร้างถนน เพื่อใช้สำหรับการกักเก็บน้ำและเป็นเส้นทางคมนาคมที่สะดวกสบาย ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้พื้นที่ป่าไม่มีการลดลง เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลายเป็นบริเวณกว้าง (กรมป่าไม้, 2564) ถ้าพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลายลงมากยิ่งขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มนุษย์ สัตว์ป่าดิน น้ำ สภาพอากาศ และโดยการส่งผลกระทบต่อดิน และแหล่งน้ำที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ทำการเผาพื้นที่เกษตรกรรม หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้เกิดไฟลุกลามไปยังพื้นที่ป่าไม้ และเกิดการเผาไหม้ป่า ส่งผลทำให้สัตว์ป่าตาย และพื้นดินโล่งขาดพืชปกคลุม เมื่อฝนตกลงมาก็จะชะล้างหน้าดินและความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุในดินไปอีกด้วย นอกจากนี้การขาดต้นไม้ที่คอยช่วยดูดซับน้ำ ส่งผลทำให้เกิดน้ำไหลบ่าท่วมบ้านเรือนของประชาชน และพื้นที่ลุ่มในฤดูน้ำหลาก พอถึงฤดูแล้งก็ไม่มีน้ำซึมลงไปดิน กลายเป็นน้ำใต้ดิน เพื่อหล่อเลี้ยงต้นน้ำลำธาร ทำให้แม่น้ำมีปริมาณน้ำเหลืออยู่เป็นปริมาณน้อย ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคม เช่น การขาดแคลนน้ำในระบบชลประทาน ทำให้ไม่สามารเพาะปลูกผลผลิตได้ และการขาดแคลนน้ำยังทำให้ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าใช้งานได้อีกด้วย (สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 13, 2561) ดังนั้นประโยชน์ของทรัพยากรป่าไม้จะช่วยทำหน้าที่ยึดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งต้นไม้จะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสร้างอาหารและเพิ่มมวลชีวภาพในเนื้อไม้และส่วนต่างๆของพืช (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2564) นอกจากนี้ทรัพยากรป่าไม้ยังทำหน้าที่สร้างก๊าซออกซิเจนมายังชั้นบรรยากาศ จึงทำให้มีสภาพอากาศบริสุทธิ์ (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, ม.ป.ป.) และการที่มีทรัพยากรป่าไม้เพิ่มมากขึ้น ก็จะช่วยลดปัญหาการเกิดสภาวะแล้งร้อน ปัญหาก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยได้อีกด้วย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2564) การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่เราควรต้องตระหนักและเห็นคุณค่า เพื่อรักษาทรัพยากรป่าไม้เหล่านี้ให้คงอยู่ตลอดไป

พื้นที่เสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย จากข้อมูลในเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2559 จนถึง ปัจจุบันข้อมูลใน ปี พ.ศ. 2564 พบว่า เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ทั้งหมด 1,384 แห่ง ทั่วประเทศ หรือคิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 8,600 ไร่ โดยพบการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดในพื้นที่ทางภาคเหนือ ทั้งหมด 651 แห่ง (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2564) เนื่องจากภาคเหนือมีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนอันเป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำ ลำธาร สายสำคัญ ได้แก่ ปิง

วัง ยม น่าน (กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.) และมีพื้นที่ป่าไม้ ทั้งหมด 38,147,662.41 ไร่ จึงทำให้ภาคเหนือ เป็นพื้นที่เกิดการบุกรุก และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด (กรมป่าไม้, 2565) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งจัดเป็นจังหวัดที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่สูงทำให้ หน่วยงานของรัฐเข้าไปดำเนินงานบนพื้นที่สูงได้ไม่ทั่วถึง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ป่า อย่างต่อเนื่อง (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2566) โดยจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีการ ลดลงของพื้นที่ป่าไม้อย่างต่อเนื่องมากที่สุดในปี พ.ศ. 2561 จนถึง พ.ศ. 2565 จากข้อมูลสถิติป่าไม้ ของ กรมป่าไม้ พบว่า ปีที่มีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ก็คือ ปี พ.ศ. 2564 มีการ ลดลงของพื้นที่ป่าไม้จากปี พ.ศ. 2563 ทั้งหมด 42,140.71 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.62 (กรมป่าไม้, 2565) เช่น จากเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการบุกรุก และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2566 กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืชและกรมป่าไม้ สามารถจับกลุ่มผู้ ลักลอบเผาป่าและแผ้วถางบุกรุกเขตป่าใหม่ได้ 2 คน พร้อมของกลางจำนวนมาก บริเวณป่าบ้านกีดสามสิบ หมู่ 6 ตำบลสบป่อง อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่บุกรุกใหม่ มีการโค่น ไม้ใหญ่จำนวน 1 ต้น และเก็บบริษสมเผาไม้ นวกลูกกันยังพบอุปกรณ์กระทำความผิด คือ เลื่อยโซยนต์ 1 เครื่อง ไฟแช็ก 1 อัน มีด 1 เล่ม และจักรยานยนต์ 1 คัน จากการตรวจสอบของเจ้าที่ พบว่า พื้นที่ไม่ได้อยู่ ในโครงการแก้ปัญหาที่ดินทำกินในเขตป่าอนุรักษ์ จึงลงความความเห็นว่าเป็นการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ใหม่ จำนวน 1 ไร่ ซึ่งเป็นการกระทำความผิด ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 มาตรา 55 ในฐานะความผิดยึดถือครองที่ดินก่อสร้างแผ้วถาง เผาป่า หรือทำด้วยประการใดให้เสื่อมสภาพ หรือเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติเดิมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า โดยไม่ได้รับอนุญาต และยังกระทำความผิด พระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 มาตรา 11 ในฐานะความผิดทำไม้โดยไม่รับอนุญาต มาตรา 54 , ในฐานะ ความผิดบุกรุกแผ้วถางป่าโดยไม่ได้รับอนุญาต มาตรา 69 , ในฐานะความผิดมีไม้หวงห้ามอันยังมีได้แปรรูป ไว้ในครอบครองโดยไม่ได้รับอนุญาต และในฐานะความผิดมีเลื่อยโซยนต์ไว้ในครอบครองโดยไม่ได้รับ อนุญาต พ.ศ. 2545 มาตรา 4 (สำนักข่าว กรมประชาสัมพันธ์, 2566)

จากการศึกษางานวิจัยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของภาควิชาการจัดการป่าไม้ ได้ใช้การศึกษา เปรียบเทียบแบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง CLUE-S เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดน่าน โดยคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากการใช้ข้อมูล การใช้ประโยชน์ที่ดินสองช่วงเวลา (วีระภาส, 2563) และภาควิชาการจัดการสารสนเทศ ได้ใช้การศึกษา

การจัดการสารสนเทศ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดปัตตานี โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (อิสมาแอ, 2558) เช่นเดียวกับภาควิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ ที่ใช้การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ในเขตเทศบาลตำบลหนองเต็ง อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ มาจำแนกพื้นที่ป่าไม้ด้วยการแปลภาพจากภาพถ่าย และใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ (ณัฐพล, 2560) ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์รวมกับการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติก เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ โดยการแปลตีความภาพถ่าย เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ และทำการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความและปรับปรุงคุณภาพของผลการแปลความ เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้น และมีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก เพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ และยังจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (อาภาภรณ์, กาญจน์เพชร และรัชณี, 2561) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ในการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนเขตร้อนด้วยอัลกอริธึมป่าสุ่ม และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง โดยการใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อจำแนกแบบป่าสุ่ม (Random forest: RF) ที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลรีโมทเซนซิงในงานประเภทต่างๆ เช่น งานด้านการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน พื้นที่ป่าชายเลน รวมไปถึงการติดตามพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ ซึ่งการจำแนกแบบป่าสุ่ม เกิดจากการรวมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) จำนวนหลายต้นไว้ด้วยกันให้มีลักษณะคล้ายป่า และทำการลงคะแนน เพื่อเลือกค่าฐานนิยม (Model) ของผลลัพธ์จากต้นไม้ทั้งหมด ส่งผลทำให้คำตอบมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าการใช้ผลลัพธ์จากต้นไม้เพียงต้นเดียว (กฤชญาณ และสุชาติ, 2562)

ดังนั้นบทความวิจัยนี้ จึงเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) กับการใช้ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต และใช้กระบวนการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) เพื่อหาปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จากนั้นนำแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องมาเปรียบเทียบ โดยใช้โมเดล Random forest: RF และ Support Vector Machines: SVM เพื่อทำให้เกิด

ความแม่นยำในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ และใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง กรณีศึกษา : จังหวัดแม่ฮ่องสอน

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้
2. เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้
3. เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อได้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในบริเวณพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน
2. เพื่อได้ทราบถึงบริเวณพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ในบริเวณพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

### 1.4 พื้นที่และขอบเขตการศึกษา

#### ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ศึกษาจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีเนื้อที่ประมาณ 12,780.493232 ตารางกิโลเมตร (หรือประมาณ 7,987,808.27 ไร่) เป็นจังหวัดที่มีขนาดใหญ่เป็น 3 ของภาคเหนือ และเป็นอันดับ 8 ของประเทศไทย

#### ที่ตั้งและอาณาเขต

ที่ตั้งจังหวัดแม่ฮ่องสอนตั้งอยู่ทางภาคเหนือไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 17 องศา 38 ลิปดา – 19 องศา 48 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 97 องศา 20 ลิปดา 03 องศา 39 ลิปดาตะวันออก ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงและประเทศเพื่อนบ้าน ดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ

ทิศใต้

ทิศตะวันออก

ทิศตะวันตก

ติดต่อกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา

ติดต่อกับอำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก

ติดต่อกับอำเภอเวียงแหง อำเภอเชียงดาว

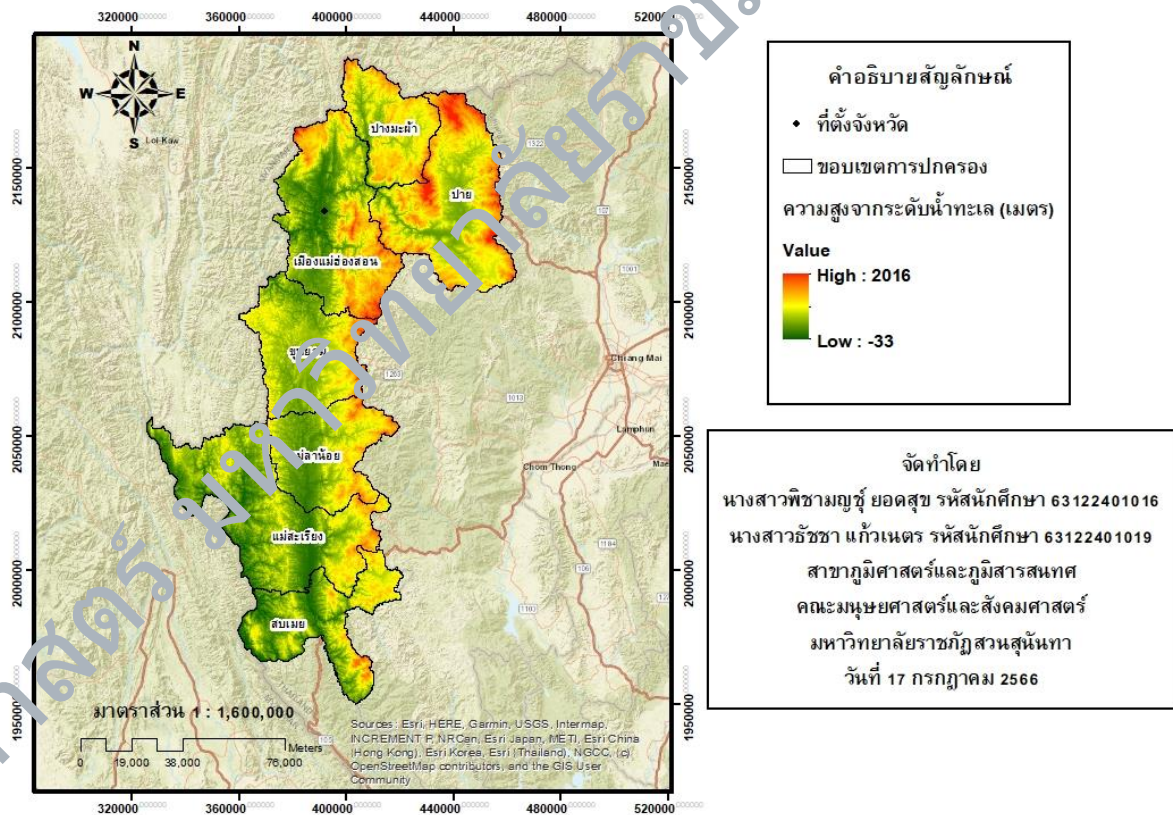
อำเภอแม่แตง อำเภอสะเมิง อำเภอแม่แจ่ม

อำเภอฮอด และอำเภออมก๋อย จังหวัด

เชียงใหม่

ติดต่อกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา

แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ และเพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ และยังมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ โดยงานวิจัยครั้งนี้มีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อใช้สำหรับการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งการทบทวนวรรณกรรมในครั้งนี้เป็นการศึกษาจากเอกสารงานวิจัย บทความวิชาการและวารสารทางวิชาการต่างๆ รวมถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบการวิเคราะห์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยมีการทบทวนวรรณกรรม ดังต่อไปนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของ

จังหวัดแม่ฮ่องสอน

2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

2.3 อัลกอริทึมในการสร้างแบบจำลอง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัด

แม่ฮ่องสอน

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน จากตารางที่ 1 สถิติข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ย้อนหลัง 5 ปี พบว่า จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้อย่างต่อเนื่องมากที่สุดในปี พ.ศ. 2561 จนถึง พ.ศ. 2565 โดยปีที่มีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด ก็คือ ปี พ.ศ. 2564 มีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้จากปี พ.ศ. 2563 ทั้งหมด 42,140.71 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.62 ของพื้นที่จังหวัด (กรมป่าไม้, 2565)

ตารางที่ 1 สถิติข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ย้อนหลัง 5 ปี

ปี	จังหวัด	พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)	การเปลี่ยนแปลง (ไร่)	ร้อยละ
พ.ศ. 2561	แม่ฮ่องสอน	6,860,611.94	-40,671.59	-0.59
	เชียงราย	2,876,043.23	-16,445.66	-0.57
	น่าน	4,649,143.63	-4,799.53	-0.1
พ.ศ. 2562	แม่ฮ่องสอน	6,821,808.03	-38,803.91	-0.48
	ลำปาง	5,466,690.07	-20,766.53	-0.27
	เชียงใหม่	9,627,355.98	-34,170.05	-0.25
พ.ศ. 2563	แม่ฮ่องสอน	6,795,180.77	-26,627.26	-0.34
	เชียงราย	2,855,069.64	-10,394.49	-0.15
	น่าน	4,640,747.22	-6,920.38	-0.09
พ.ศ. 2564	แม่ฮ่องสอน	6,753,040.03	-42,140.71	-0.62
	เชียงราย	2,845,312.24	-9,757.41	-0.34
	เชียงใหม่	9,556,205.76	-30,023.24	-0.31
พ.ศ. 2565	แม่ฮ่องสอน	6,726,064.70	-26,975.35	-0.34
	เชียงใหม่	9,519,443.24	-36,762.52	-0.26
	ลำปาง	5,445,799.69	-9,411.53	-0.12

หมายเหตุ. ดัดแปลงจากข้อมูลสถิติข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ย้อนหลัง 5 ปี (น.134), โดยกรมป่าไม้, 2565, กรุงเทพฯ สำนักจัดการที่ดิน

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีลักษณะเป็นทิวเขาสูงสลับซับซ้อน ซึ่งมีลักษณะเป็นทิวเขาที่เรียงตามแนวทิศเหนือและทิศใต้ในลักษณะขนานกัน ซึ่งมีทิวเขาที่สำคัญ คือ ทิวเขาแดนลาว อยู่ทางตอนเหนือสุดของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นแนวแบ่งเขตแดนประเทศไทยกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ และยังมีทิวเขาถนนธงชัย ซึ่งจะมีการเรียงกันของทิวเขาทั้ง 3 แนว ประกอบไปด้วย ทิวเขาถนนธงชัยตะวันตก เป็นแนวแบ่งเขตแดนประเทศไทยกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ ทิวเขาถนนธงชัยกลาง ซึ่งจะอยู่ระหว่างแม่น้ำยวมและแม่น้ำแม่แจ่ม และทิวเขาถนนธงชัยตะวันออก ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดแม่ฮ่องสอนกับจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดแม่ฮ่องสอนยังมียอดเขาที่สูงที่สุด คือ ยอดเขาแม่ยะ อยู่บริเวณทิวเขาถนนธงชัยตะวันออก ทางทิศ

ตะวันออกเฉียงเหนือในอำเภอปาย นอกจากนี้จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีความสูงจากระดับน้ำทะเล ประมาณ 2,005 เมตร มีพื้นที่ราบที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก มีความจำกัดเพียง 211,413 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.6 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งอยู่บริเวณอำเภอแม่สะเรียง บริเวณอำเภอขุนยวม และบริเวณอำเภอปาย (สำนักงานแรงงาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน, ม.ป.ป.)

ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น โดยฤดูร้อนจะมีสภาพอากาศที่มีความร้อนจัด เช่นเดียวกับในฤดูหนาวก็มีสภาพอากาศที่มีความหนาวจัด (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ม.ป.ป.) ซึ่งจังหวัดแม่ฮ่องสอนจะมีการแบ่งฤดูกาลออกเป็น 3 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน ช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงกลางเดือนตุลาคม ฤดูหนาว ช่วงเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และฤดูร้อน ช่วงเดือนมีนาคมจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม (Thesunsight 2562) นอกจากนี้จังหวัดแม่ฮ่องสอนยังมีหมอกปกคลุมตลอดทั้งปี ซึ่งสาเหตุเกิดจากลักษณะภูมิประเทศที่เป็นหุบเขาสูง และตำแหน่งที่ตั้งของจังหวัดแม่ฮ่องสอนอยู่บนที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง จึงทำให้มีอุณหภูมิสูงในเวลากลางวัน เนื่องจากเวลากลางถูกแสงแดดส่องเข้ามา ส่วนตอนกลางคืนได้รับอิทธิพลจากลมภูเขา ทำให้มีสภาพอากาศเย็นลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้ความชื้นที่สะสมอยู่ในตอนกลางลดตัวขึ้นปะทะกับความชื้นของสภาพอากาศ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดหมอกปกคลุมไปทั่ว (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ม.ป.ป.)

สภาพพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีสภาพพื้นที่ป่าไม้ตามธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ จากข้อมูล ปี พ.ศ. 2565 พบว่า มีพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดประมาณ 6,726,064.70 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 84.31 ของพื้นที่จังหวัด โดยพบพื้นที่ป่าไม้ในทุกอำเภอของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งพื้นที่ป่าไม้จะพบได้ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าขุนแม่ลาย ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่เงา และป่าแม่สำเพ็ง ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่แจ่ม ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ปายฝั่งขวา ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ปายฝั่งซ้าย ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ปายฝั่งซ้ายตอนบน ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ยวมฝั่งขวา ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ยวมฝั่งซ้าย ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่สุรินทร์ ป่าสงวนแห่งชาติป่าสาละวิน เขตห้ามล่าสัตว์ป่าลุ่มน้ำปายฝั่งซ้าย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยเวียงหล้า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ยวมฝั่งขวา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่เลา-แม่สะเซ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสาละวิน อุทยานแห่งชาติถ้ำปลา-น้ำตกผาเสื่อ อุทยานแห่งชาติน้ำตกแม่สุรินทร์ อุทยานแห่งชาติสาละวิน อุทยานแห่งชาติห้วยน้ำดัง วนอุทยานแก้วโกมล วนอุทยานถ้ำธารลอด วนอุทยานทุ่งบัวตอง วนอุทยานน้ำตกกลอไค้ะ วนอุทยานน้ำตกแม่ยวมหลวง วนอุทยานน้ำตกแม่สวรรค์น้อย วนอุทยานน้ำตกไม้ฆางหนาม วนอุทยานน้ำตกห้วยแม่แสด

วนอุทยานผาหินตั้ง วนอุทยานไม้สักใหญ่ สวนรุกขชาติดอยหมากหินหอม สวนรุกขชาติโป่งแช่ สวนรุกขชาติแม่สุริน และสวนรุกขชาติห้วยชมภู่ และชนิดป่าของจังหวัดแม่ฮ่องสอนที่พบส่วนใหญ่ คือ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบเขา และป่าเต็งรัง จากตารางที่ 2 ข้อมูลชนิดป่าของจังหวัดแม่ฮ่องสอน (กรมป่าไม้, 2561)

ตารางที่ 2 ข้อมูลชนิดป่าของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

ชนิดป่า	พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)	ร้อยละ
ป่าดิบแล้ง	204,505.97	2.56
ป่าดิบเขา	1,354,908.66	16.98
ป่าสนเขา	44,242.78	0.55
ป่าเบญจพรรณ	4,258,837.23	53.38
ป่าเต็งรัง	834,021.66	10.45
ป่าไผ่	15,552.99	0.19
สวนป่าสัก	517.69	0.01
ป่าที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ	129,589.73	1.61
ป่าทุ่ง	17,898.40	0.22
สังคมพืชลานหิน	1,536.83	0.02

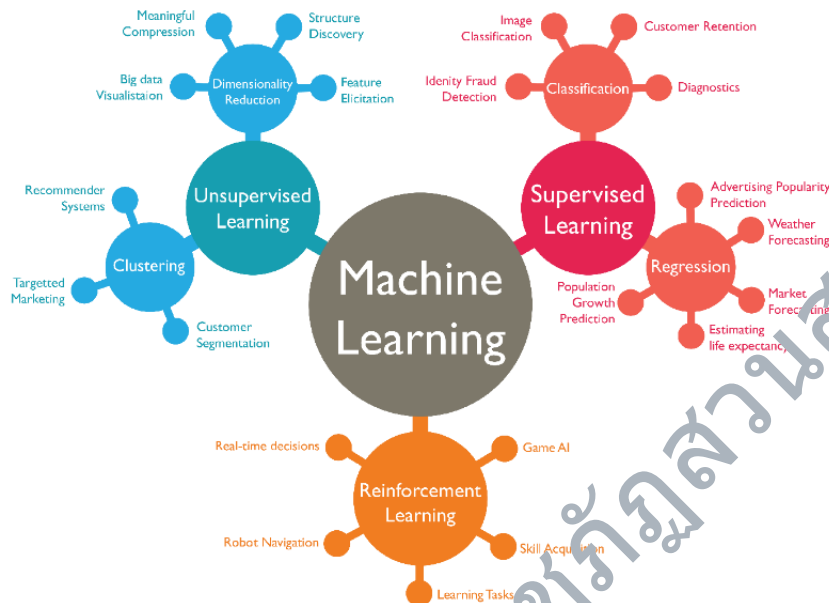
หมายเหตุ. จากโครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2560-2561 (น.169-170), โดย กรมป่าไม้, 2561, กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยป่าไม้.

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน จึงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use change) ที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ป่าไม้ เช่น การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เพื่อขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจที่ทำให้ประชากรใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าไม้มากขึ้น ในลักษณะของการเป็นที่ยอยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นอกจากนี้การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรัฐบาล เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างอ่างเก็บน้ำ และการสร้างถนน เพื่อใช้สำหรับการกักเก็บน้ำและเป็น

เส้นทางคมนาคมที่สะดวกสบาย ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้พื้นที่ป่าไม่มีการลดลง เนื่องจากพื้นที่ป่าไม่ถูกทำลาย เป็นบริเวณกว้าง (กรมป่าไม้, 2564) ถ้าพื้นที่ป่าไม่ถูกทำลายลงมากยิ่งขึ้น ย่อมส่งผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มนุษย์ สัตว์ป่า ดิน น้ำ สภาพอากาศ ฯลฯ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมและ ควบคุมมลพิษที่ 13, 2561)

## 2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) คือ ทางด้านส่วนการเรียนรู้ของเครื่อง เป็นการเรียนรู้ ที่ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการเรียนรู้ของเครื่องจะเรียนรู้จากข้อมูลที่เราทำการส่ง เข้าไปกระตุ้นจากนั้นทำการจดจำเอาไว้เป็นมันสมอง เพื่อส่งออกผลลัพธ์ออกมาในลักษณะตัวเลข หรือ code จากนั้นทำการส่งต่อไปแสดงเป็นผลลัพธ์ของข้อมูล หรือส่งคำสั่งให้ AI (Artificial Intelligence) นำไปสู่ การแสดงการกระทำการเรียนรู้ของเครื่องเอง และยังสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ โดยต้องมีการอาศัยกลไกที่เป็นโปรแกรม เรียกว่า Algorithm ที่มีหลากหลายแบบ โดยมีการเรียนรู้เชิงลึก (Data Scientist) เป็นผู้ออกแบบ และหนึ่งใน Algorithm ที่ได้รับความนิยมสูง คือ การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ซึ่งถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้จริงและประยุกต์ใช้ได้หลากหลายลักษณะงาน อีกทั้งใน การทำงานจริง Data Scientist จำเป็นต้องออกแบบตัวแปรต่างๆ ทั้งในตัวของการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) และ Algorithm อื่นๆ เพื่อมาเป็นคู่เปรียบเทียบ และเพื่อมองหา Algorithm ที่เหมาะสมที่สุด ในการใช้งานจริงได้มากที่สุด อีกทั้งตัว Algorithm ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังมาจาก ข้อมูลตัวอย่าง เรียกว่า ข้อมูลสอน เพื่อที่จะคาดการณ์หรือตัดสินใจได้อย่างชัดเจน การเรียนรู้ของเครื่อง ยังมีการพัฒนาจากภาค การศึกษาการเรียนรู้จำแบบ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการศึกษา และการสร้าง อัลกอริทึมที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลและทำนายข้อมูลได้ อัลกอริทึมนั้นจะทำงานโดยอาศัยโมเดลที่สร้างจาก ชุดข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง เพื่อการทำนายหรือตัดสินใจในภายหลัง แทนการทำงานตามลำดับของคำสั่ง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนรู้ของเครื่องมีส่วนเกี่ยวข้องกับสถิติศาสตร์ เนื่องจากเป็นการ วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการทำนายเช่นกัน (Athiwat, 2562) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มีหลักการเรียนรู้ข้อมูลอยู่ 3 หลัก ดังต่อไปนี้

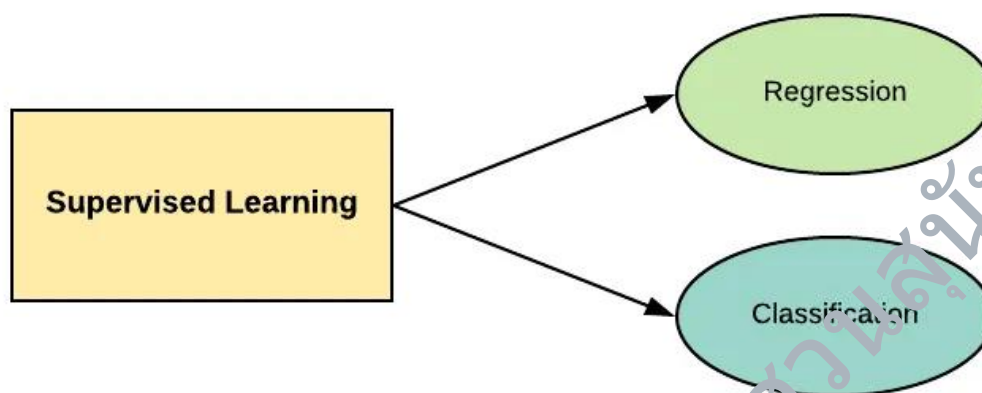


## ภาพที่ 2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

ที่มา: (บริษัท พี. ซีซีทีวี เวิร์ค เอ็นจิเนียริง จำกัด, ม.ป.ป.)

สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2566

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) คือ การทำให้คอมพิวเตอร์สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ด้วยตัวเอง หลังจากเรียนรู้จากชุดข้อมูลตัวอย่างไปแล้วในระยะเวลาหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น เวลาเราป้อนข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ (Input) ลักษณะรูปปากกา เบื้องต้นคอมพิวเตอร์จะยังไม่รู้ว่ารูปที่เราป้อนเข้าไป คือ รูปปากกา เราจึงต้องทำการสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จัก เพื่อนำไปวิเคราะห์ (Feature Extraction) ว่า ปากกาจะมีปลายด้าม เป็นปุ่ม และใช้หมึกในการเขียน จากนั้นคอมพิวเตอร์ก็นำข้อมูลดังกล่าวไปประมวลผล/จัดหมวดหมู่ (Classification) เพื่อให้หลังจากนี้มันสามารถแยกออกได้ว่าอะไร คือ ปากกา อะไรไม่ใช่ปากกา (Chalermkiatsakul, 2561)



ภาพที่ 3 หลักการ Supervised Learning

ที่มา: (Chalermkiatsaku, 2551)

สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2566

2. การเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) คือ การเรียนรู้ที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีค่าเป้าหมายของแต่ละข้อมูล ซึ่งวิธีการคือ จะทำการนำเข้าข้อมูลต่างๆ และทำการกำหนดสิ่งที่ต้องการจากข้อมูล และส่งผลทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการวิเคราะห์จากการจำแนกและสร้างแบบแผนจากข้อมูลที่รับมา ตัวอย่างเช่น การที่เราป้อนข้อมูล (Input) ลักษณะรูปปากกาเข้าไป แต่ไม่ได้บอกว่ารูปที่ใส่เข้าไปเป็น รูปปากกา เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการวิเคราะห์ (Feature Extraction) ก็ยังสามารถวิเคราะห์ได้ว่ารูปที่ใส่เข้าไป มีลักษณะยังไง แต่ไม่สามารถเอาไปประมวลผลหรือจัดหมวดหมู่ (Classification) ได้ แต่จะใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแทน (Clustering) ซึ่งคอมพิวเตอร์ก็อาจนำรูปปากกาไปจัดกลุ่มกับปากกาไฮไลท์ หรือเครื่องเขียนอื่นๆ ที่มีปลายด้ามเป็นปุ่มและใช้หมึกในการเขียนเหมือนกันนั่นเอง (cyberelite, 2565)

**3. การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement Learning)** คือ วิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การเรียนรู้แบบเกิดมาจากการปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างผู้เรียนรู้ (agent) กับสิ่งแวดล้อม (environment) ที่มี การเรียนรู้สิ่งต่างๆ จาก Agent ภายใต้การเลือกกระทำสิ่งต่างๆ ให้ได้ผลลัพธ์ที่มากที่สุด ผ่านการลองผิดลองถูกภายใต้สถานการณ์หรือระบบจำลองที่พัฒนาระบบการตัดสินใจให้ดีขึ้นเรื่อยๆ (TITIPATA, 2562) หรือ คือการที่เรากำหนดเงื่อนไขบางอย่างให้กับคอมพิวเตอร์ แล้วทำให้คอมพิวเตอร์บรรลุหรือทำตามเงื่อนไขนั้นให้ได้ผ่านการลองผิดลองถูก โดยผู้พัฒนาจะตั้งเป้าหมาย Feedback Loop และเงื่อนไขในการได้รับรางวัล ยกตัวอย่างเช่น Alpha Go เงื่อนไขของการเล่นหมากล้อมให้ชนะ คือ ใช้หมากของตนล้อมพื้นที่บนกระดาน ให้ครอบคลุมดินแดนมากกว่าคู่ต่อสู้ ทั้งนี้ Alpha Go ก็เรียนรู้ว่าหากคู่ต่อสู้เดินหมากนี้ ตัวมันเองจะเดินหมากไหน เพื่อให้บรรลุเงื่อนไขที่กำหนดไว้ นั่นคือการยึดพื้นที่บนกระดานให้ได้มากที่สุดนั่นเอง (cyberelite, 2565)

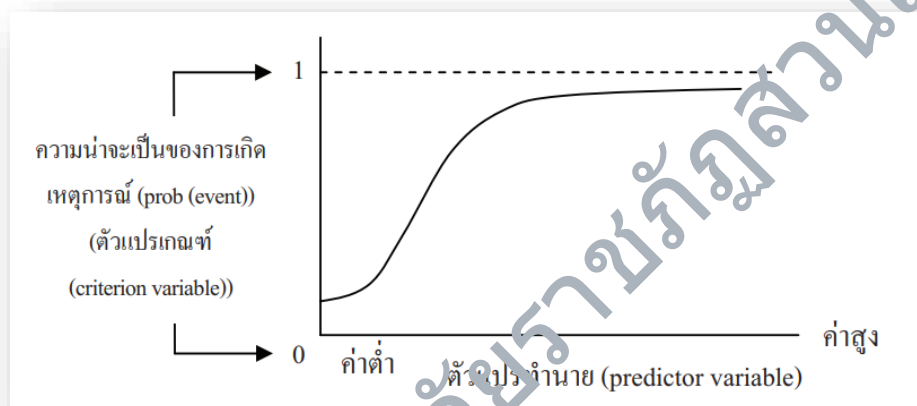
### 2.3 อัลกอริทึมในการสร้างแบบจำลอง

**การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)** คือ การวิเคราะห์ที่มีเป้าหมาย เพื่อทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยอาศัยสมการโลจิสติกที่สร้างขึ้นจากชุดตัวแปรการทำนาย ซึ่งการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) และการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกพหุกลุ่ม (Multinomial Logistic Regression) โดยงานวิจัยการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง กรณีศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน จะใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) แบบ 2 กลุ่ม โดยที่ 0 แทน เหตุการณ์ที่ไม่สนใจ หรือพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ 1 แทน เหตุการณ์ที่สนใจ หรือพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลง

โมเดลการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) กรณีตัวแปรทำนาย 1 ตัว ในการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $x$  กับ  $y$  จะอยู่ในรูปเชิงเส้น (ไคยวรณ์, 2555) ดังต่อไปนี้

$$y = b_0 + b_1x + e$$

แต่สำหรับการวิเคราะห์โลจิสติกที่เป็นแบบทวิ ตัวแปรตามหรือตัวแปรเกณฑ์ (y) มี 2 ค่า คือ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ( $y = 0$ ) หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ( $y = 1$ ) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทำนาย (x) ไม่อยู่ในรูปเชิงเส้น ทั้งนี้ เพราะตัวแปรตามมี 2 ค่า คือ 0 กับ 1 จึงเป็นไปไม่ได้ที่ความสัมพันธ์จะอยู่ในรูปเส้นตรง ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปรของการวิเคราะห์โลจิสติก จะอยู่ในรูปค่าตัว s ดังแสดงในภาพที่ 4 ฟังก์ชันโลจิสติก (logistic function) (ไถยวรรณ, 2555)

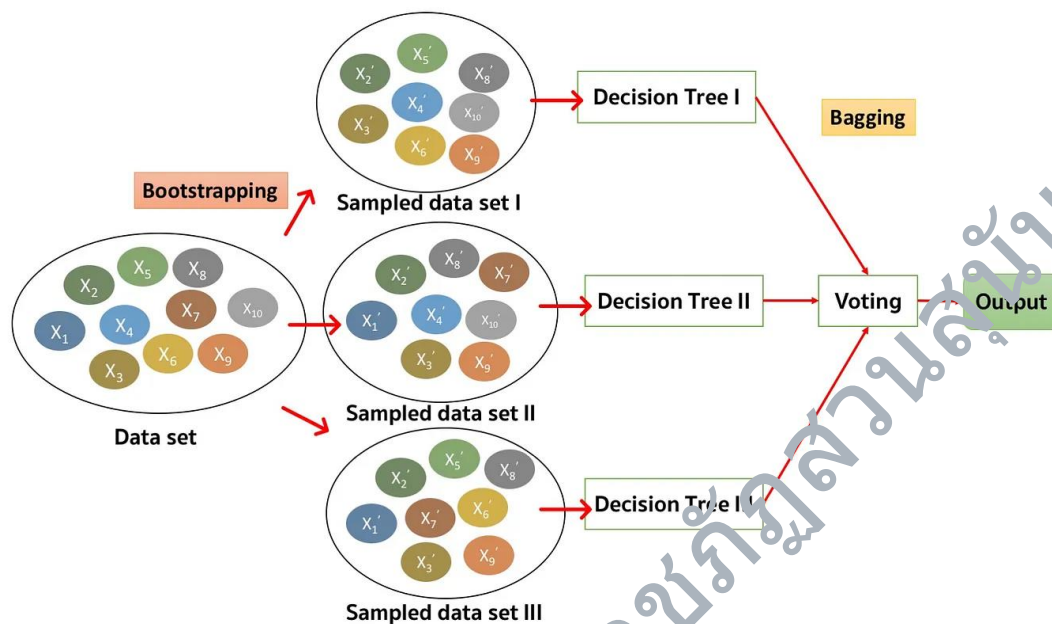


ภาพที่ 4 ฟังก์ชันโลจิสติก (logistic function)

ที่มา: (ยุทธ ไถยวรรณ, 2555)

สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2566

**อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF)** คือ เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องที่ใช้ในการแก้ปัญห การถดถอยและการจำแนกประเภท โดยใช้การเรียนรู้แบบทั้งมวลซึ่งเป็นเทคนิคที่รวมตัวการแยกประเภท หลายตัวเข้าด้วยกัน เพื่อมอบวิธีแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน และอัลกอริทึมป่าสุ่มประกอบด้วยแผนผังการ ตัดสินใจจำนวนมากที่สร้างโดยอัลกอริทึมป่าสุ่ม ที่ได้รับการฝึกฝนผ่านการรวมบูตสเตรป Bagging (ย่อมาจาก Bootstrap Aggregation) คือ เมตาอัลกอริทึมทั้งมวลที่ปรับปรุงความแม่นยำของอัลกอริทึมการ เรียนรู้ของเครื่อง อีกทั้งกำหนดผลลัพธ์ตามการทำนายแผนผังการตัดสินใจ โดยใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าเฉลี่ยของ ผลผลิตจากต้นไม้ต่างๆ ซึ่งการเพิ่มจำนวนต้นไม้จะเพิ่มความแม่นยำของผลลัพธ์ด้วย อัลกอริทึมป่าสุ่มจะ กำหนดข้อจำกัดของอัลกอริทึมแผนผังการตัดสินใจ เพื่อช่วยลดการใส่ชุดข้อมูลมากเกินไป และเพิ่มความ แม่นยำนั่นเอง (Mbaabu, 2563)

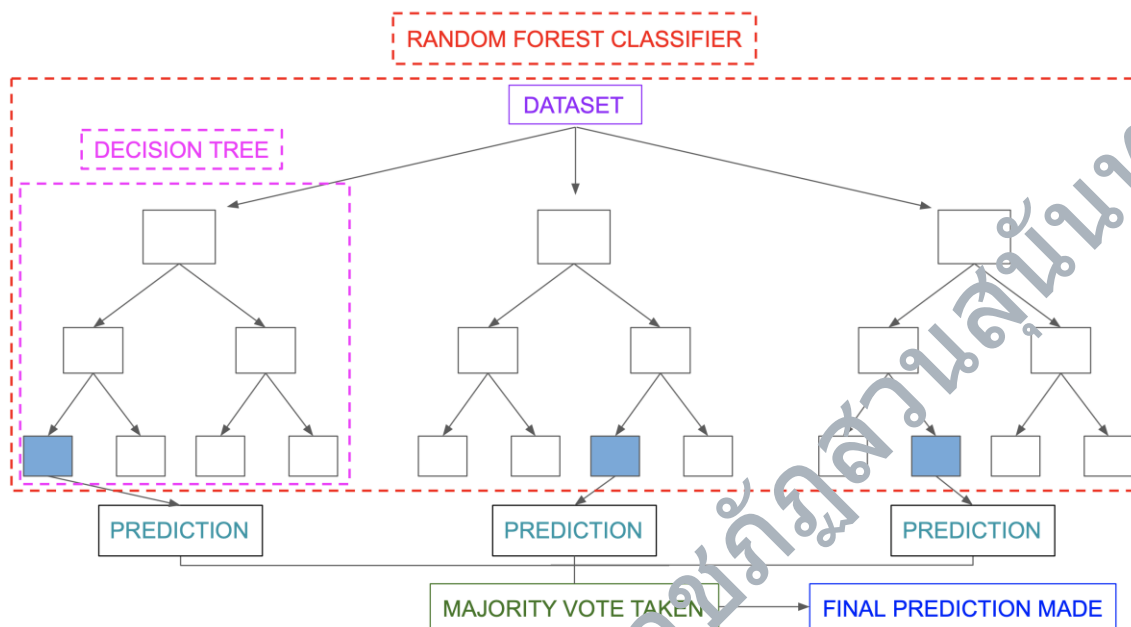


ภาพที่ 5 Random Forest: RF

ที่มา: (Duroonham, 2561)

สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2566

และในการจำแนกประเภทในอัลกอริทึมป่าสุ่มจะใช้วิธีการทั้งหมด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยที่ข้อมูลการฝึกอบรมจะถูกป้อน เพื่อฝึกแบบแผนผังการตัดสินใจต่างๆ ชุดข้อมูลนี้ประกอบด้วยข้อสังเกตและฟีเจอร์ที่จะถูกเลือกแบบสุ่มระหว่างการแยกโหนด โดยอาศัยต้นไม้ตัดสินใจหลายแบบแผนผังการตัดสินใจทุกรายการประกอบไว้เห็นเหตุการณ์ตัดสินใจ โหนดย่อย และโหนดราก โหนดใบ ของแต่ละข้อมูล คือผลลัพธ์สุดท้ายที่สร้างโดยแผนผังการตัดสินใจเฉพาะนั้น การเลือกผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็นไปตามระบบการลงคะแนนเสียงข้างมาก ในกรณีนี้ ผลลัพธ์ที่เลือกโดยแผนผังการตัดสินใจส่วนใหญ่จะกลายเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของอัลกอริทึมป่าสุ่ม ดังแสดงในภาพที่6 Random Forest Classifier

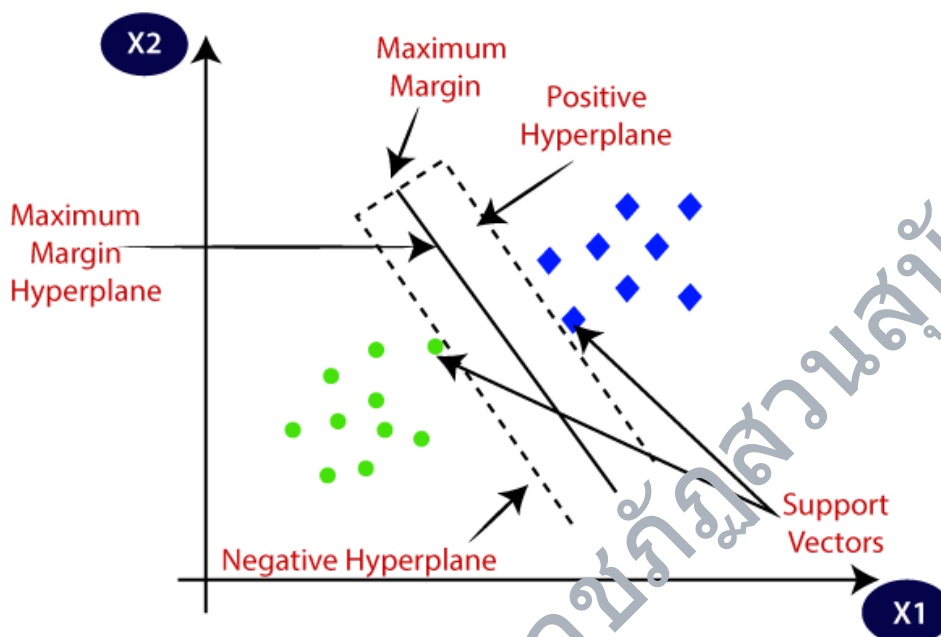


ภาพที่ 6 Random Forest Classifier

ที่มา: (Mhlabu, 2563)

สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2566

อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกนอร์แมลชี (Support Vector Machine: SVM) คือ อัลกอริทึมในกลุ่มวิธีการเรียนรู้ของเครื่องแบบมีผู้สอนที่สามารถนำมาช่วยแก้ไขปัญหาคารจำแนกข้อมูลได้ โดยเฉพาะกับปัญหาที่มีขนาดของข้อมูลไม่ใหญ่มาก แต่คุณลักษณะ (features) ของข้อมูลที่เป็นจำนวนมาก SVM จะถือได้ว่า เป็นอัลกอริทึมที่ทำงานได้ค่อนข้างจะมีประสิทธิภาพมากๆ อัลกอริทึมหนึ่งหลักการทำงานของ SVM จะอาศัยการสร้างเส้นแบ่งหรือไฮเปอร์เพลน (Hyperplane) ในการแบ่งแยกคลาสของข้อมูลออกจากกัน จากนั้นจะทำการหาว่าไฮเปอร์เพลนใดเป็นเส้นที่ใช้แยกคลาสของข้อมูลได้ดีที่สุด (Optimal hyperplane) (เกษร, 2564)



ภาพที่ 7 Support Vector Machine Algorithm

ที่มา: (jovajpoint, n.d.)

สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2566

และดังแสดงในภาพที่ 7 Support Vector Machine Algorithm เราจะเห็นได้ว่าปัญหา Binary classification ที่ต้องการจำแนกข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ สีน้ำเงินและสีแดง สิ่งที่ SVM ทำคือ การหาเส้นแบ่งกั้นที่ตัดสินใจที่เป็นเส้นทึบ ซึ่งเส้นนี้จะเกิดขึ้นระหว่างกลางของเส้นประด้านซ้ายและขวา โดยมีเงื่อนไขที่จะต้องหาคู่ของเส้นประที่กว้างที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยคู่ของเส้นประที่กว้างที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จะมี 2 แบบ คือ 1. Hard margin classification คือ คู่เส้นประที่ห้ามไม่ให้มีจุดข้อมูลอยู่ในพื้นที่ระหว่างเส้นประ และ 2. Soft margin classification คือ อนุญาตให้มีข้อมูลอยู่ในพื้นที่ระหว่างเส้นประได้บ้าง โดยใน scikit-learn เราสามารถกำหนด Hyperparameter C เพื่อเลือกกระดุมของการอนุญาตให้มีการละเมิดขอบเขตเส้นประ โดยถ้า C มีค่าน้อย หมายความว่า จะยอมให้มีขอบเขตที่กว้างขึ้น นั่นแปลว่า มี Regularisation มากขึ้นนั่นเอง (กิตตินราทร, 2563)

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(อิสมาแอ ยิมะแซ, 2558) จากการศึกษางานวิจัยการจัดการสารสนเทศการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดปัตตานี โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ของอิสมาแอ ยิมะแซ ก็ได้เป็นการศึกษาเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในบริเวณจังหวัดปัตตานี ของช่วง ปี พ.ศ. 2542 ถึง พ.ศ. 2552 และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน โดยมีการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ รวมทั้งเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากสารสนเทศต่อการหาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนให้มีการพัฒนาที่มากยิ่งขึ้น และมีปัจจัยที่สำคัญ คือ 1. ระดับชั้นความสูง 2. ความลาดชัน 3. ชุดหิน 4. ทิศด้านลาด 5. ระยะห่างจากถนน 6. ระยะห่างจากชุมชน 7. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และ 8. สแกนภาพพื้นที่

(ณัฐพล วงษ์รัมย์, 2560) จากการศึกษางานวิจัยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในเขตเทศบาลตำบลหนองเต็ง อำเภอกะเปอร์ จังหวัดบุรีรัมย์ ของณัฐพล วงษ์รัมย์ ก็ได้เป็นการศึกษาเพื่อสำรวจและจำแนกพื้นที่ป่าไม้ รวมถึงการวิเคราะห์เพื่อหาความเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2557 โดยการใช้ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2545 และภาพถ่ายดาวเทียมที่บันทึกใน ปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2557 มาจำแนกพื้นที่ป่าไม้ด้วยการแปลภาพด้วยสายตา และมีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2557 ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล และมีปัจจัยที่ คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2545 พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2557

(อาภาภรณ์ ทองเสี้ยม, กาญจน์เขจร ชูชีพและรัชณี โปธิแทน, 2561) จากการศึกษางานวิจัยการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ ของอาภาภรณ์ ทองเสี้ยม, กาญจน์เขจร ชูชีพและรัชณี โปธิแทน เป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่า และเพื่อประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวิธีการวิเคราะห์แบบการถดถอยโลจิสติกด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการศึกษาด้วยวิธี การแปลตีความภาพถ่ายทางอากาศออร์โธรี ปี พ.ศ. 2545 และภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ปี พ.ศ. 2559 เพื่อจำแนกการใช้ที่ดิน 2 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่อป่าไม้ และเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความและปรับปรุงคุณภาพของผลการแปลความในการนำไปใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2559 และเพื่อการวิเคราะห์หาความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่า ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อในการวิเคราะห์หาตัวแปรด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่า ซึ่งมีปัจจัยที่สำคัญ คือ 1. ระดับชั้นความสูง

2. ความลาดชัน 3. ชูดิน 4. ทิศด้านลาด 5. ระยะห่างจากถนน 6. ระยะห่างจากชุมชน 7. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และ 8. สถานภาพพื้นที่

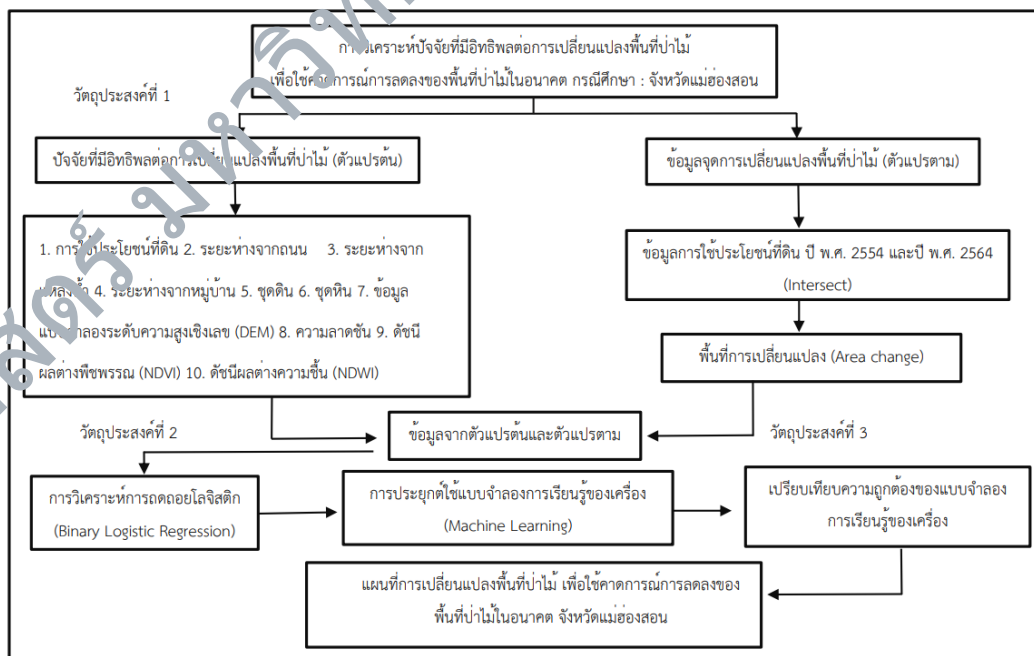
(กฤษฎาณ อินทร์ดี และสุชาวดี ศิลปรัตน์, 2563) จากการศึกษางานวิจัยการจำแนกพื้นที่ไม้ป่าชายเลนเขตร้อนด้วยอัลกอริธึมป่าสุ่ม และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง ของกรุงเทพฯ อินทร์ดี และสุชาวดี ศิลปรัตน์ เป็นการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการใช้อัลกอริธึมการจำแนกแบบเชิงจุดภาพป่าสุ่ม เพื่อปรับปรุงความถูกต้องในการจำแนกพื้นที่ไม้ป่าชายเลนเขตร้อน บริเวณพื้นที่อนุรักษ์ป่าชายเลน อำเภอบางพลี จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง Quickbird ที่ได้รับการปรับแก้เชิงรังสีและเชิงเรขาคณิตแล้ว ร่วมกับข้อมูลที่แจ้งจากการสำรวจภาคสนาม ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ใช้สำหรับ ทำการสอน และทำการทดสอบ กระบวนการสอน จะทำการปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองที่มีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกด้วย RF คือ ค่าความลึกสูงสุดของต้นไม้, ค่าจำนวนตัวอย่างต่ำสุดของแต่ละโหนด และจำนวนของต้นไม้สูงสุดในป่า ผลที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกกับวิธีการจำแนกเชิงจุดภาพแบบความน่าจะเป็นสูงสุด โดยใช้ค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกค่าสถิติต้นไม้ และค่าสถิติการทดสอบ Z เป็นตัวชี้วัด

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคตด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง กรณีศึกษา: จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้วิธีการ Intersect ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564 ในโปรแกรม ArcGIS 10.8 เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จากนั้นวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ และเพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา
- 3.2 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล
- 3.3 การเตรียมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 8 กรอบแนวความคิดการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมระบบปฏิบัติการ

3.1.2 โปรแกรม ArcGIS 10.8

3.1.3 โปรแกรม RStudio

3.1.4 โปรแกรม Microsoft Excel 2016

### 3.2 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ในการทำวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง ภาควิชา: วิศวกรรมศาสตร์ ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลดังต่อไปนี้

#### ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูล	ปี	ลักษณะข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 OLI - ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) - ดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI)	2564	Raster	USGS Earth Explorer
2. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	2554 และ 2564	Shapefile	กรมพัฒนาที่ดิน
3. ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) - ความสูงภูมิประเทศ - ความชื้น	-	Raster	USGS Earth Explorer
4. ข้อมูลเขตดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน		Shapefile	กรมพัฒนาที่ดิน
5. ข้อมูลเขตหิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน	2551	Shapefile	กรมทรัพยากรธรณี
6. ระยะห่างจากถนน	-	Line	E-PORTAL
7. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ	-	Line	E-PORTAL
8. ระยะห่างจากหมู่บ้าน	2554	Point	E-PORTAL

### 3.3 การเตรียมข้อมูล

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง กรณีศึกษา: จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยเป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลการวิจัยดังต่อไปนี้

3.3.1 นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564 มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการ Geoprocessing เลือกใช้เครื่องมือ Intersect เพื่อนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564 มารวมกัน เพื่อสร้างเป็นไฟล์ใหม่ จากนั้นทำการสร้างตารางชื่อว่า Change\_TH ซึ่งเป็นตารางข้อมูลที่จะใช้แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ โดยใช้เครื่องมือ Field Calculator ผลลัพธ์การแสดงผลข้อมูลจะได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

3.3.2 นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564 ที่ได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ มาสร้างข้อมูลเป็น 2 ข้อมูล คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลง โดยใช้เครื่องมือ Select Features จากนั้นทำการสุ่มจุดข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ Create Random Points (Data Management) (Tool) เพื่อสร้างจุด 0 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ จุด 1 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำ 2 ข้อมูลมารวมเป็นตารางข้อมูลเดียวกัน โดยใช้วิธีการ Geoprocessing เลือกใช้เครื่องมือ Merge

3.3.3 รวบรวมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งใช้ปัจจัยทั้งหมด 10 ปัจจัย ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากหมู่บ้าน ชุดดิน ชุดหิน ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) ความลาดชัน ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI) ดังแสดงในตารางที่ 5 การรวบรวมปัจจัยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้จากเอกสารงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.3.4 นำข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากหมู่บ้าน ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) และความลาดชัน มาทำการแบ่งระยะห่าง ดังแสดงในตารางที่ 4 ระดับชั้นข้อมูลและช่วงชั้นข้อมูลที่ใช้ โดยใช้วิธีการ Geoprocessing เลือกใช้เครื่องมือ Buffer

3.3.5 นำข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน มาแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบ Raster โดยใช้เครื่องมือ Polygon to Raster (Conversion) (Tool) แล้วนำข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ได้จากการแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบ Raster มาทำการเปลี่ยนข้อมูลจากอักษรภาษาไทยให้เป็นตัวเลข โดยใช้เครื่องมือ Reclassify (Spatial Analyst) (Tool)

3.3.6 นำข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน แต่ละข้อมูลมารวมกันให้อยู่ในข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และข้อมูลพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลง โดยใช้เครื่องมือ Extract Multi Values to Point (Spatial Analyst) (Tool) แล้วทำการ Export ตารางข้อมูล ซึ่งมีนามสกุลไฟล์ Text File จากนั้นเปลี่ยนนามสกุลไฟล์ Text File ให้เป็นนามสกุลไฟล์ .csv ในโปรแกรม Microsoft Excel

3.3.7 นำไฟล์ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน นามสกุลไฟล์ .csv มาวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) ในโปรแกรม Rstudio เพื่อหาปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ในวัตถุประสงค์ที่ 2 และเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ในวัตถุประสงค์ที่ 3

ตารางที่ 4 ระดับชั้นข้อมูลและช่วงชั้นข้อมูลที่ใช้

ระดับชั้นข้อมูล	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมถนน (เมตร)	ระยะห่างจากหมู่บ้าน (เมตร)	ระยะห่างจากทางน้ำ (เมตร)	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความลาดชัน (องศา)
ระดับที่ 1	0-400	0-1,500	0-500	-33-420	0-10
ระดับที่ 2	401-1,000	1,500-3,000	501-1,500	421-620	11-30
ระดับที่ 3	1,001-1,500	3,001-4,500	1,501-3,000	621-820	31-40
ระดับที่ 4	1,501-2,000	4,500-6,000	3,000-4,500	821-1,020	41-50
ระดับที่ 5	> 2,000	>6,000	>4,500	1,021-2,016	>50

หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้ เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง จังหวัดเลย (น.8), โดย ภัทรพร และรัศมี, 2554.

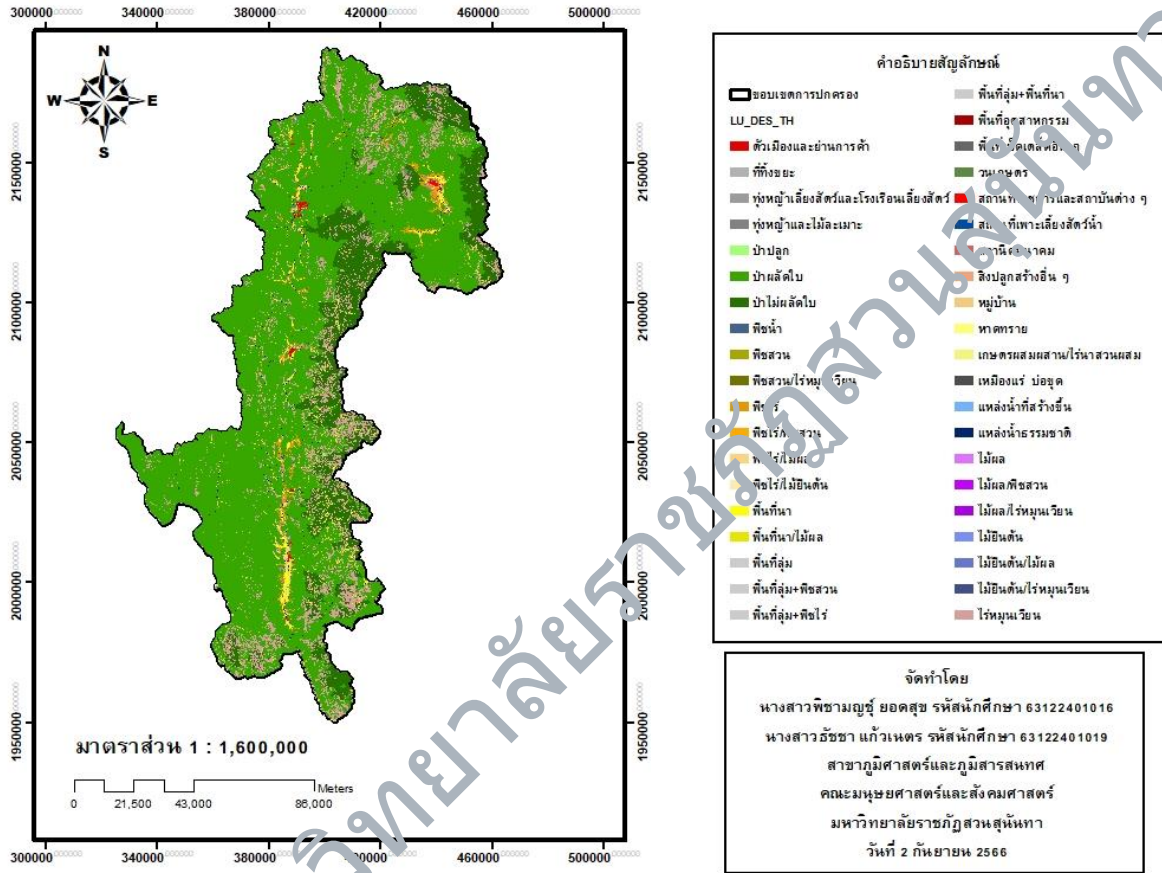
หมายเหตุ. ดัดแปลงจาก การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปายจังหวัดแม่ฮ่องสอน (น.61), โดย คำนิง, 2530.

ตารางที่ 5 การรวบรวมปัจจัยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้จากเอกสารงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูล	แหล่งที่มาของปัจจัยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้
<b>ปัจจัยทางกายภาพ</b>	
1. ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM)	วศิรา วันชัย และลัดดาวรรณ (2563)
2. ความลาดชัน	อภาภรณ์ กาญจน์เขจร และรัชณี (2561), วิภาพ และจันธิมา (2564), วศิรา วันชัย และลัดดาวรรณ (2563)
<b>ปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์</b>	
3. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	อภาภรณ์ กาญจน์เขจร และรัชณี (2561), วิภาพ และจันธิมา (2564), วศิรา วันชัย และลัดดาวรรณ (2563)
4. ระยะห่างจากถนน	อภาภรณ์ กาญจน์เขจร และรัชณี (2561), วิภาพ และจันธิมา (2564), วศิรา วันชัย และลัดดาวรรณ (2563)
5. ระยะห่างจากหมู่บ้าน	อภาภรณ์ กาญจน์เขจร และรัชณี (2561), วิภาพ และจันธิมา (2564), วศิรา วันชัย และลัดดาวรรณ (2563)
<b>ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม</b>	
6. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ	อภาภรณ์ กาญจน์เขจร และรัชณี (2561), วิภาพ และจันธิมา (2564), วศิรา วันชัย และลัดดาวรรณ (2563)
7. ชุดดิน	อภาภรณ์ กาญจน์เขจร และรัชณี (2561), วิภาพ และจันธิมา (2564), วศิรา วันชัย และลัดดาวรรณ (2563)
8. ชุดหิน	วิภาพ และจันธิมา (2564)
9. ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)	บำรุงรัตน์ (2562) และยศธร (2562)
10. ดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI)	ยศธร (2562)



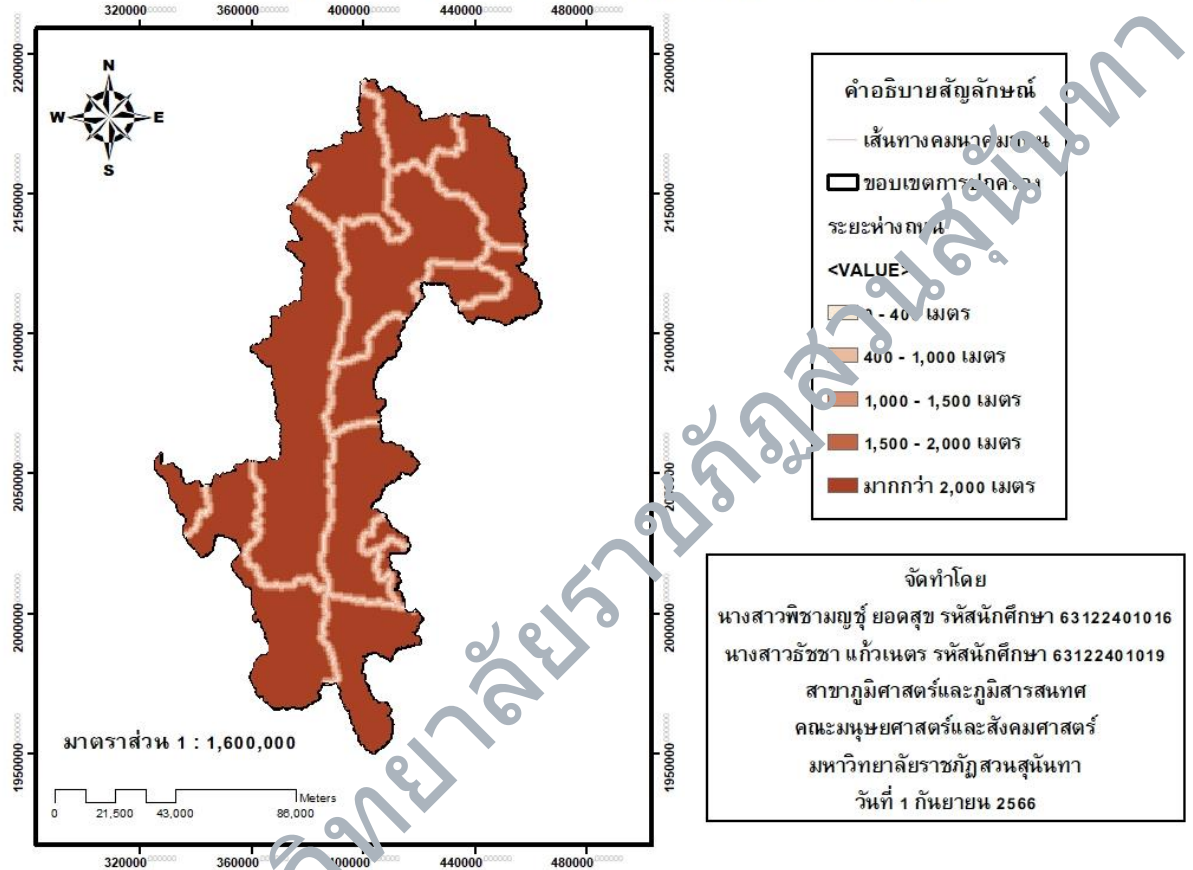
แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2564



ภาพที่ 10 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2564

สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2566

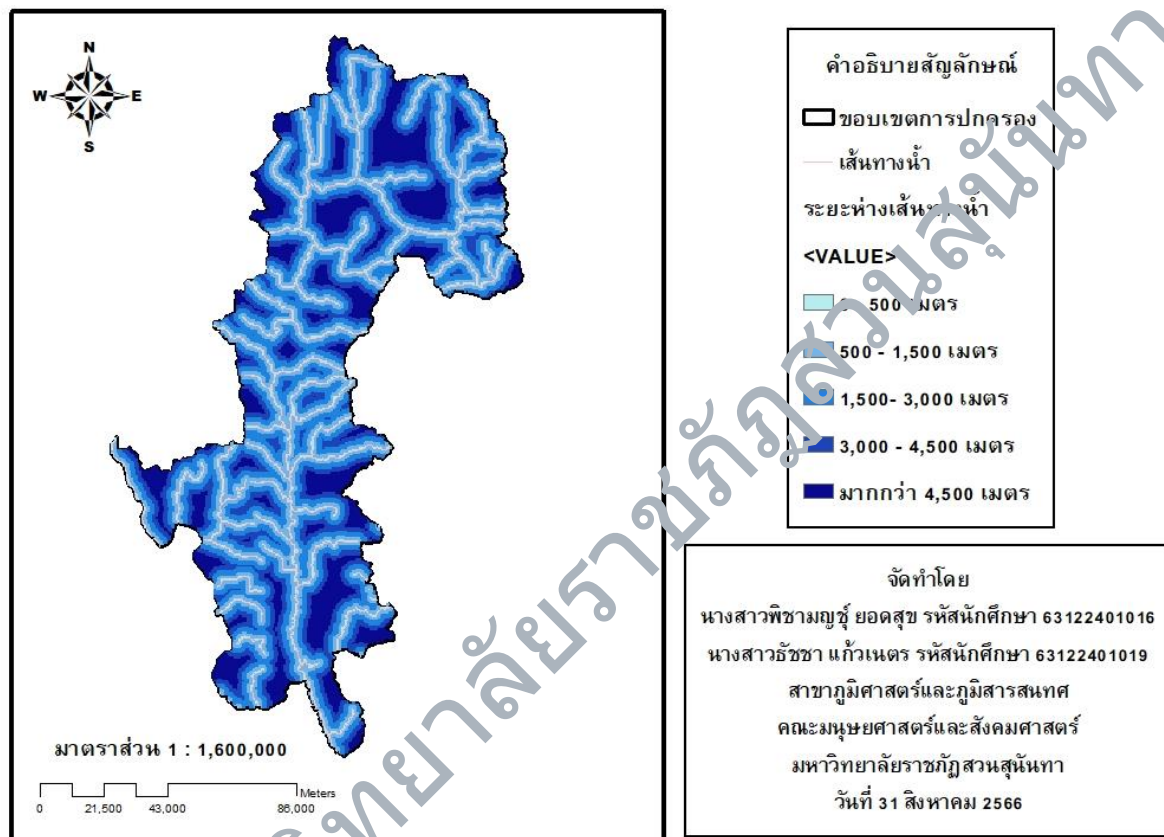
### แผนที่แสดงระยะห่างจากถนน จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 11 แผนที่แสดงระยะห่างจากถนน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

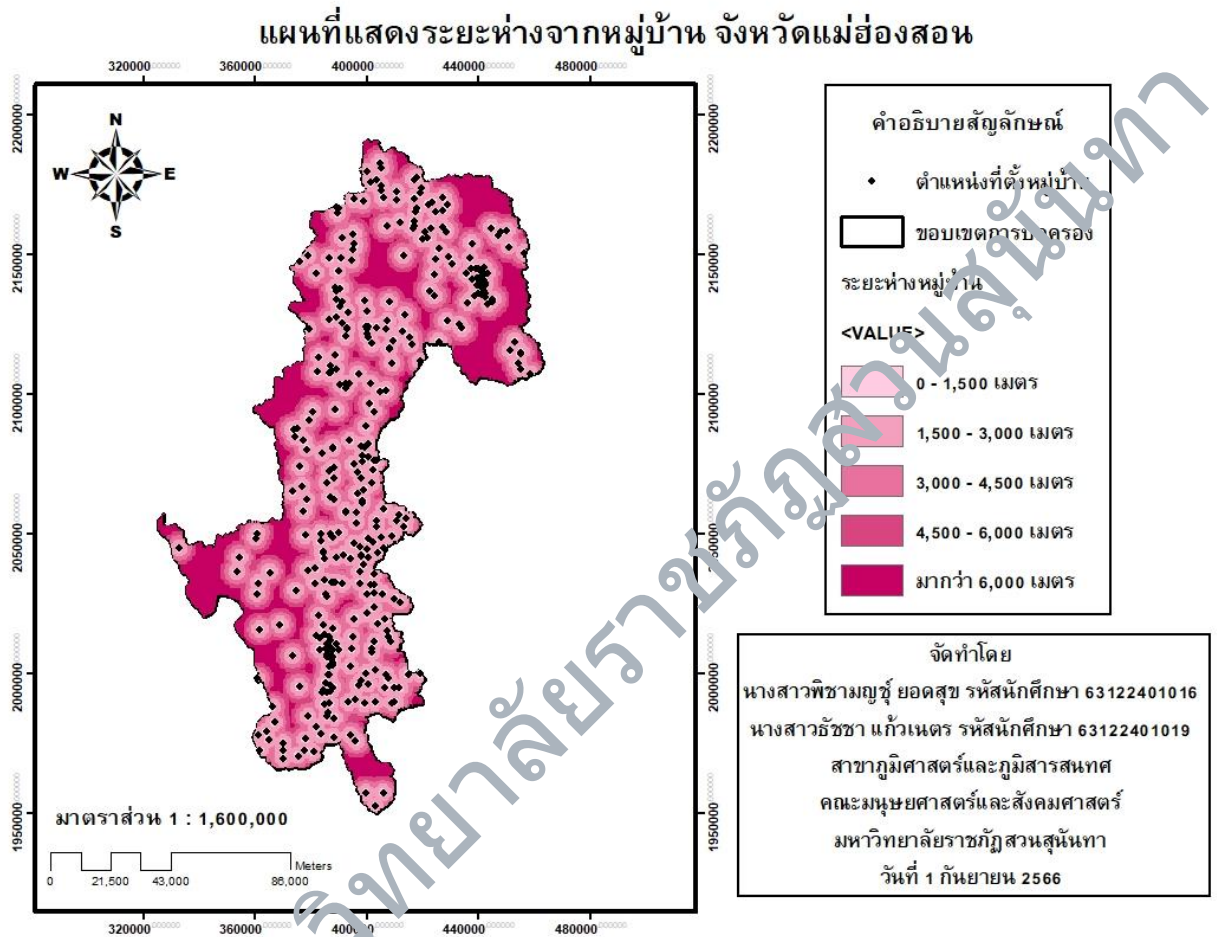
สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2566

### แผนที่แสดงระยะห่างจากแหล่งน้ำ จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 12 แผนที่แสดงระยะห่างจากแหล่งน้ำ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

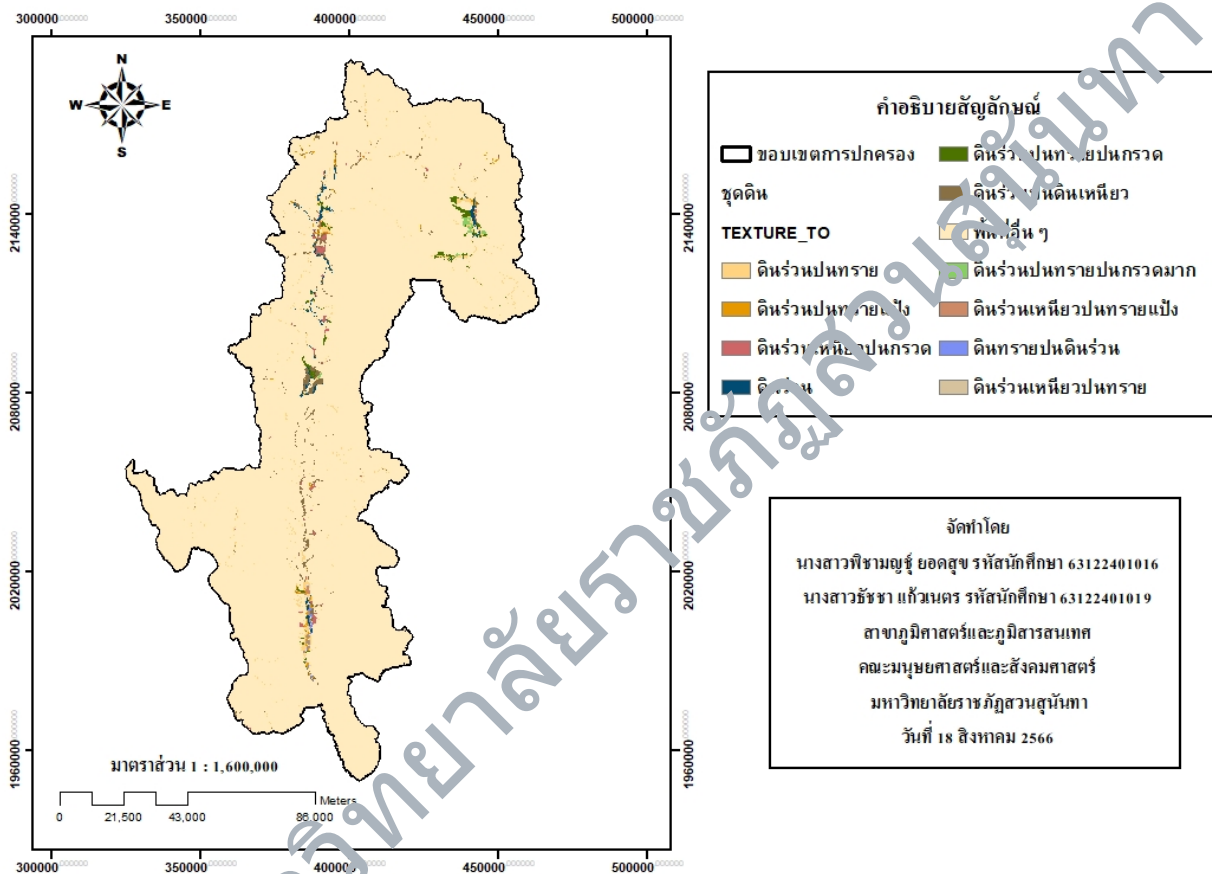
สืบค้นเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2566



ภาพที่ 13 แผนที่แสดงระยะห่างจากหมู่บ้าน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2566

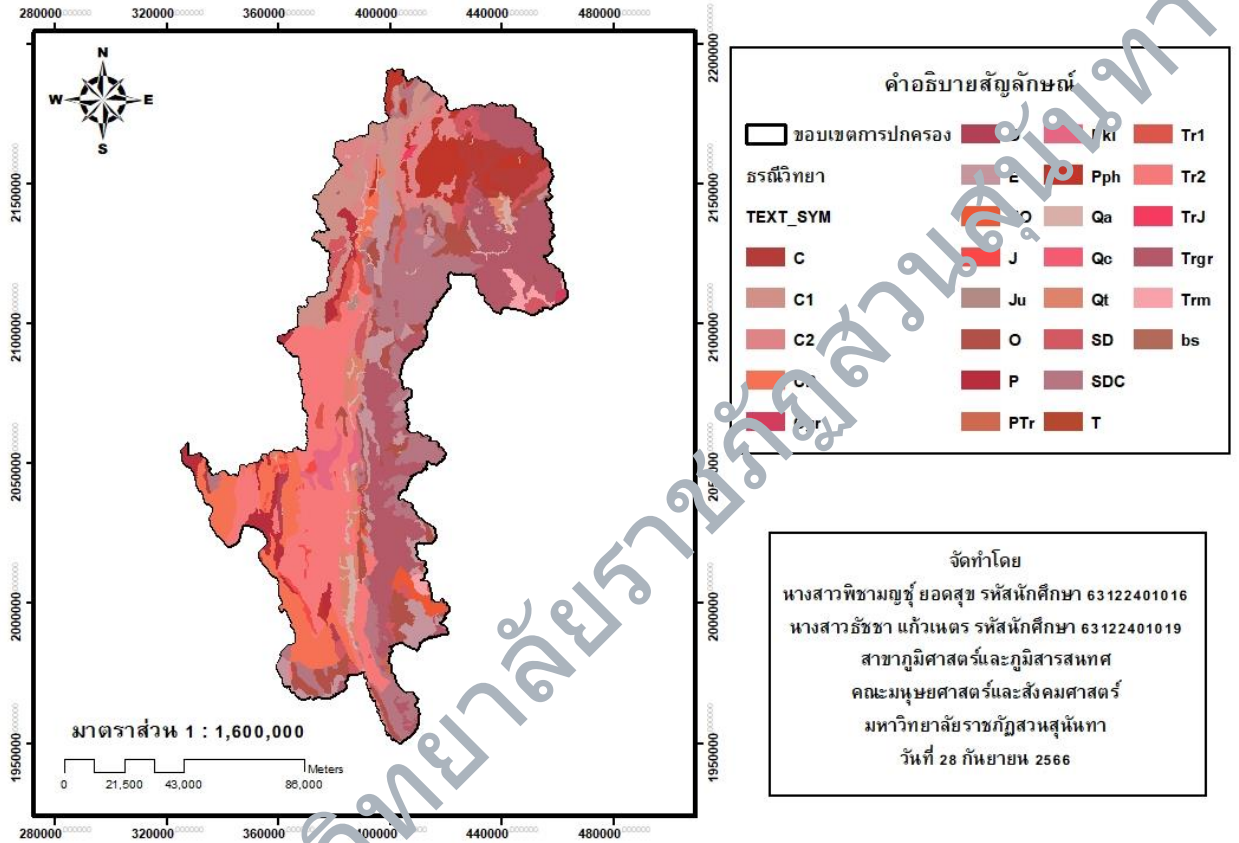
## แผนที่แสดงชุดดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 14 แผนที่แสดงชุดดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สืบค้นเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2566

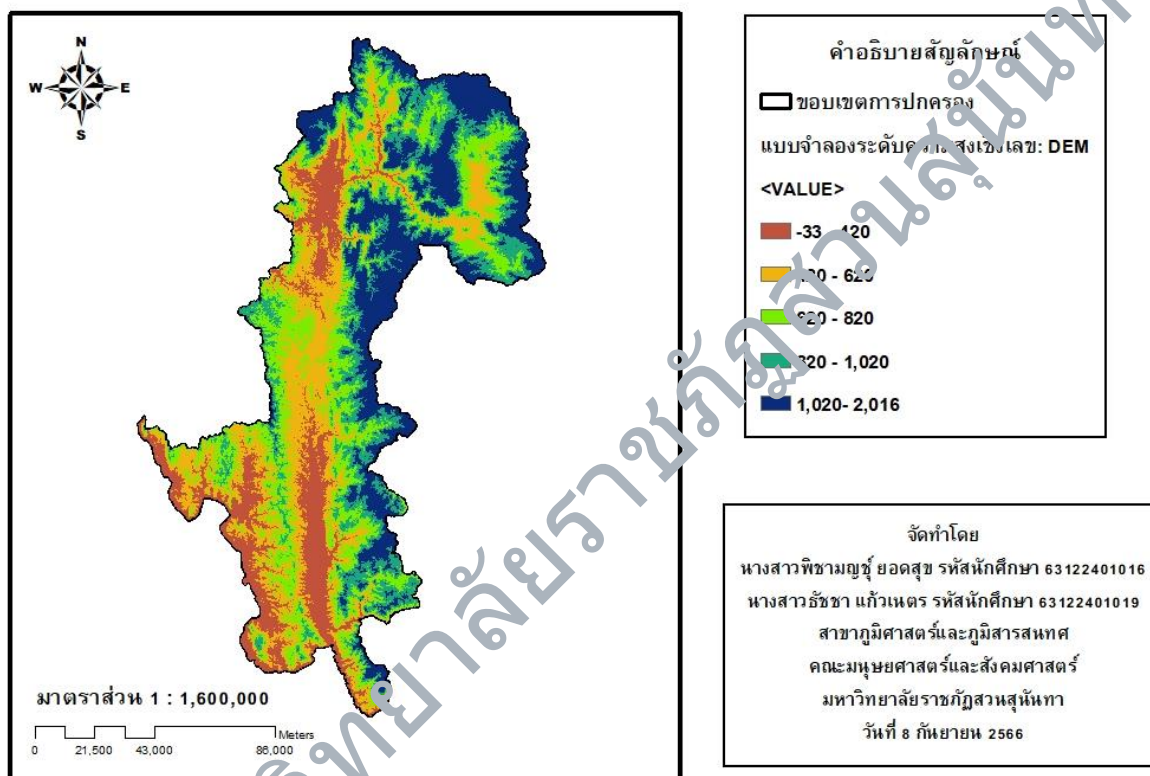
### แผนที่แสดงข้อมูลชุดหิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 15 แผนที่แสดงชุดหิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2566

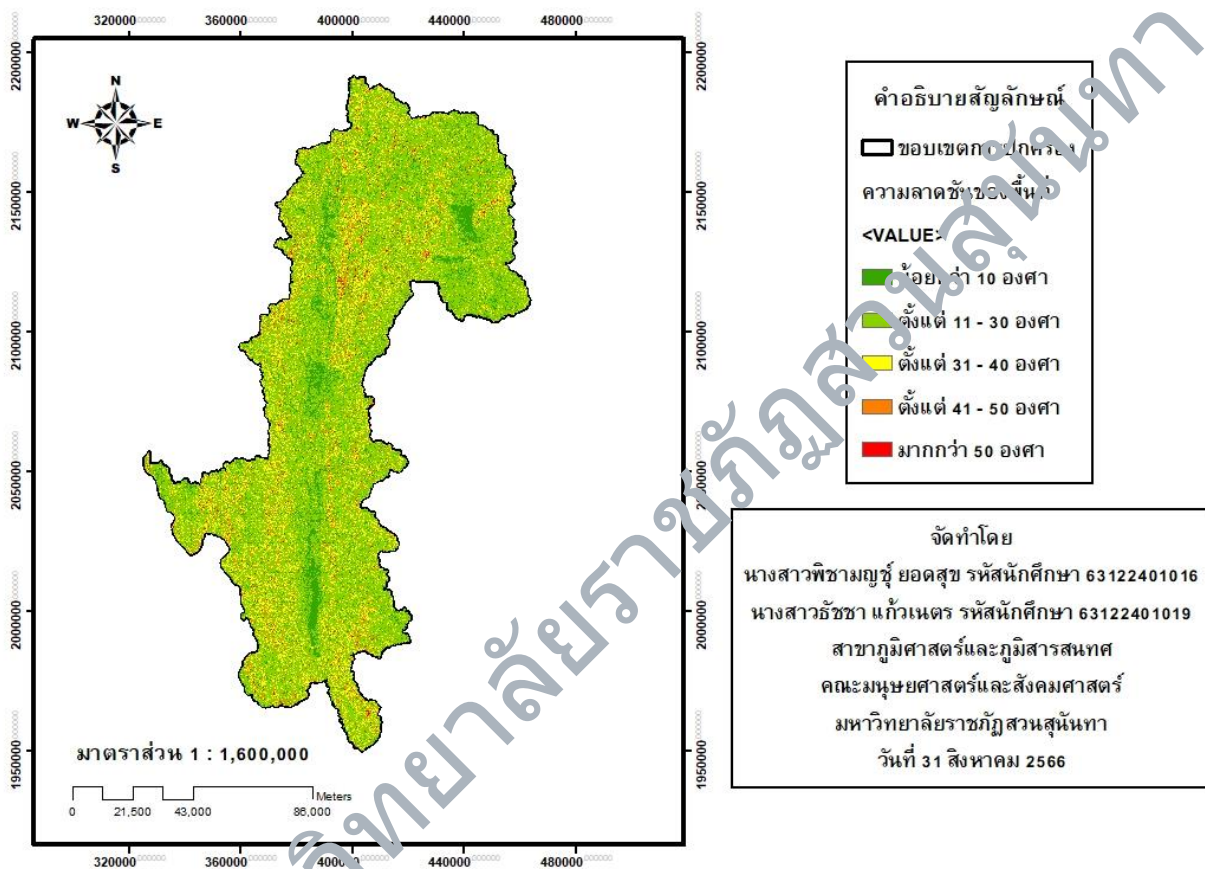
แผนที่แสดงแบบจำลองความสูงเชิงเลข: DEM จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 16 แผนที่แสดงแบบจำลองความสูงเชิงเลข: DEM จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กันยายน 2566

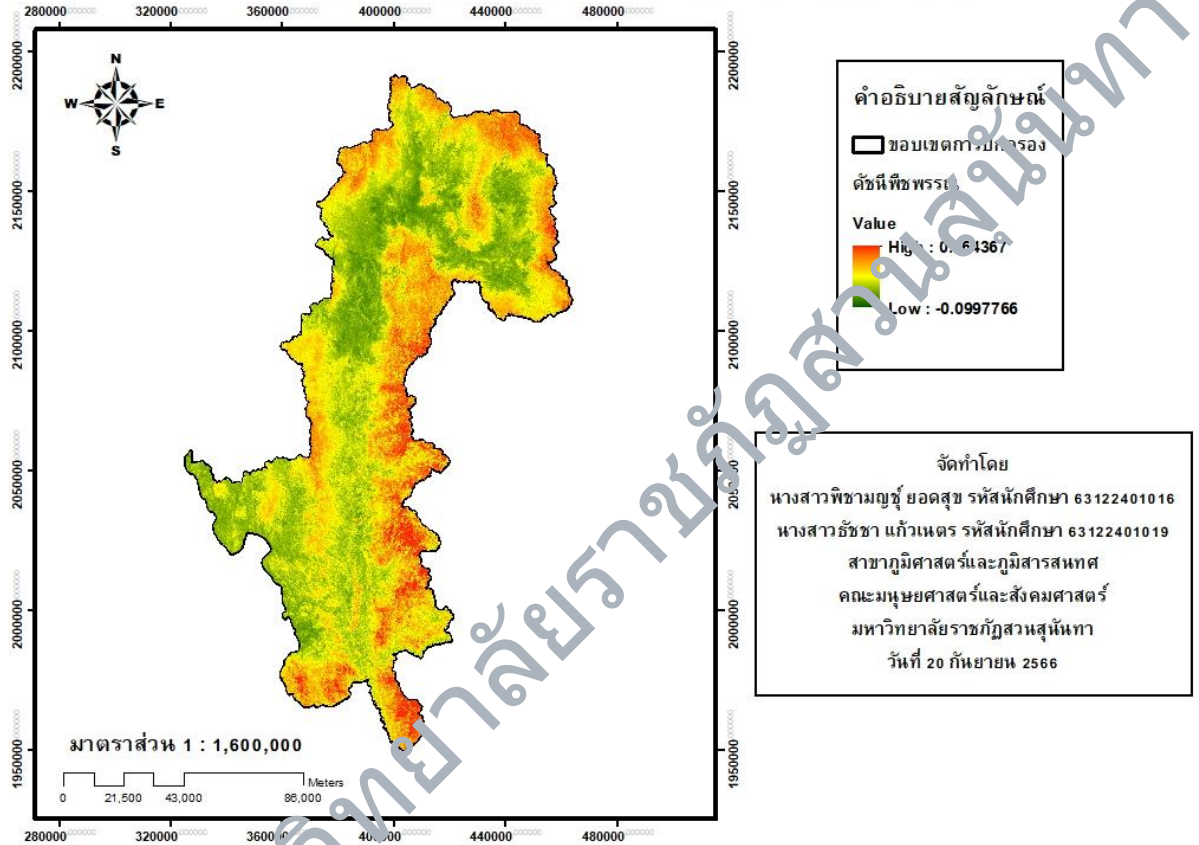
### แผนที่แสดงความลาดชัน จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 17 แผนที่แสดงความลาดชัน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สืบค้นเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2566

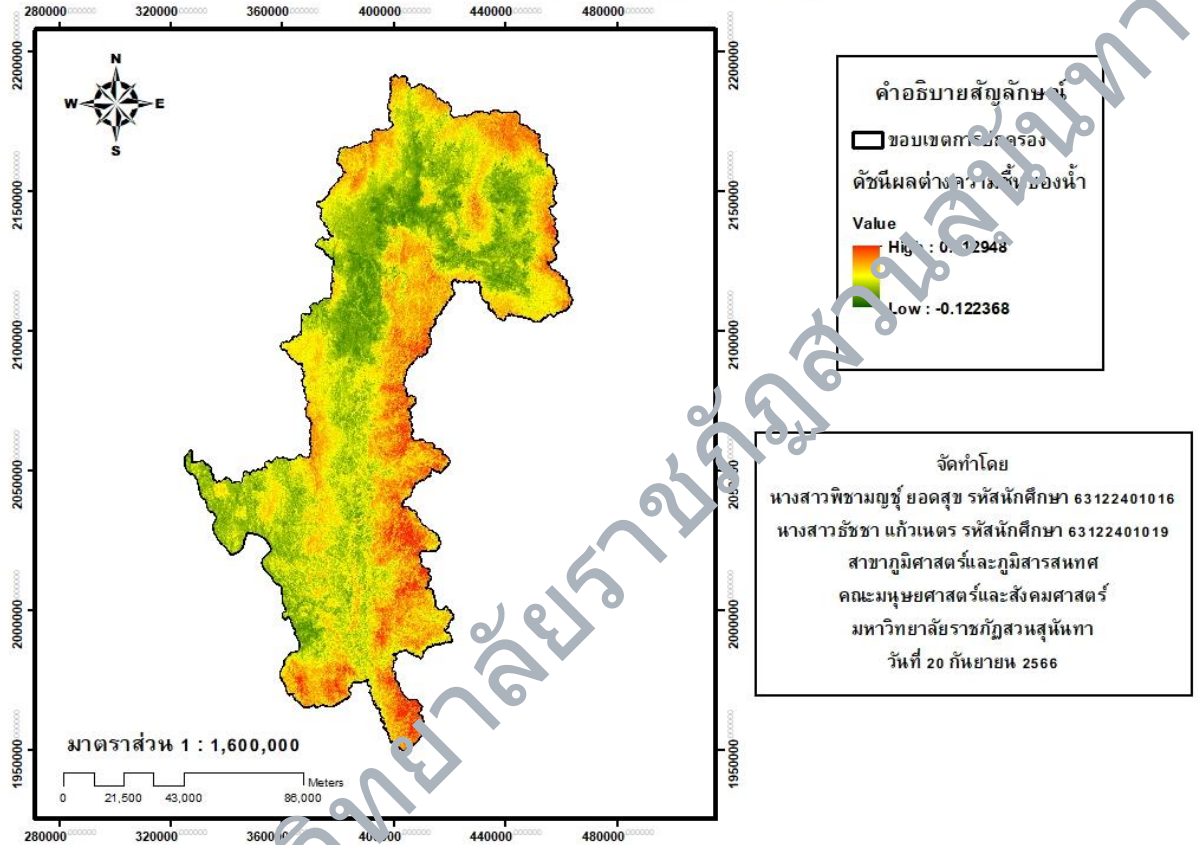
### แผนที่แสดงดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 18 แผนที่แสดงดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2566

### แผนที่แสดงดัชนีผลต่างความชื้นของน้ำ (NDWI) จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 19 แผนที่แสดงดัชนีผลต่างความชื้นของน้ำ (NDWI) จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2566

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.4.1 วัตถุประสงค์ที่ 1

นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564 มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการ Geoprocessing เลือกใช้เครื่องมือ Intersect ซึ่งผลลัพธ์การแสดงผลข้อมูลจะได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จากนั้นทำการสุ่มจุดข้อมูล เพื่อสร้างจุด 0 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ จุด 1 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน มารวมกันให้อยู่ในข้อมูลจุด 0 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ จุด 1 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลง โดยใช้เครื่องมือ Extract Multi Values to Point แล้วทำการ Export เป็นตาราง Microsoft Excel มีนามสกุลไฟล์ .csv เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) ในโปรแกรม Rstudio เพื่อหาปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

#### 3.4.2 วัตถุประสงค์ที่ 2

การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้โมเดล Random forest: RF, Support Vector Machines: SVM ว่าให้ค่าความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องอยู่ที่เท่าไร

#### 3.4.3 วัตถุประสงค์ที่ 3

การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้โมเดล Random forest: RF, Support Vector Machines: SVM ว่าค่าความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในวัตถุประสงค์ที่ 2 แบบไหนแสดงผลแม่นยำที่สุดในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564 โดยใช้วิธีการ Intersect ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564 ในโปรแกรม ArcGIS 10.8 เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า พื้นที่ป่าไม้ ใน ปี พ.ศ. 2554 ได้แก่ ป่าไม่ผลัดใบ มีเนื้อที่ 1,154,818.67 ไร่ ป่าปลูก มีเนื้อที่ 37,541.80 ไร่ และป่าผลัดใบ มีเนื้อที่ 5,275,422.16 ไร่ และใน ปี พ.ศ. 2564 พื้นที่ป่าไม้ ได้แก่ ป่าไม่ผลัดใบ มีเนื้อที่ 1,183,750.05 ไร่ และป่าผลัดใบ มีเนื้อที่ 5,490,532.69 ไร่ ซึ่งมีเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 28,931.38 ไร่ และ 215,110.53 ไร่ แต่ป่าปลูก มีเนื้อที่ 3,949.88 ไร่ ซึ่งมีเนื้อที่ลดลงจากปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 33,591.98 ไร่ ดังแสดงในตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564

ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2554 (ไร่)	ปี พ.ศ. 2564 (ไร่)	การเปลี่ยนแปลง (ไร่)
เกษตรผสมผสาน/ไร่นาผสม	6.96	6.96	6.96
เหมืองแร่/ขุด	139.66	307.59	+167.93
แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	2,033.53	2,646.15	+612.59
แหล่งน้ำธรรมชาติ	21,291.09	29,180.47	+7,889.38
ไม้ผล	12,175.47	17,915.02	+5,739.55
ไม้ผล/ไร่มุขเวียน	-	15.86	+15.86
ไม้ผล/พืชสวน	-	44.46	+44.46
ไม้ยืนต้น	9,691.06	9,366.18	-324.88
ไม้ยืนต้น/ไม้ผล	-	236.58	+236.58
ไม้ยืนต้น/ไร่มุขเวียน	-	7.72	+7.72
ไร่มุขเวียน	973,331.63	872,938.84	-100,392.79

ตัวเมืองและย่านการค้า	12,153.78	12,595.55	+441.77
ที่ทิ้งขยะ	86.84	115.52	+28.68
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	343.78	318.82	-24.96
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	7,312.92	10,309.81	2,996.89
ป่าไม้ผลัดใบ	1,154,818.67	1,183,750.05	+28,931.38
ป่าปลูก	37,541.86	3,949.88	-33,591.98
ป่าผลัดใบ	5,275,422.16	5,490,532.69	+215,110.53
พืชไร่	262,643.35	105,634.89	-157,008.46
พืชไร่/ไม้ผล	-	66.32	+66.32
พืชไร่/ไม้ยืนต้น	-	45.91	+45.91
พืชไร่/พืชสวน	-	33.47	+33.47
พืชน้ำ	-	1.38	+1.38
พืชสวน	4,285.25	1,159.59	-3,125.66
พืชสวน/ไร่หมุนเวียน	-	888.33	+888.33
พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่นๆ	43.94	244.36	+195.42
พื้นที่นา	133,144.68	132,815.06	-329.62
พื้นที่นา/ไม้ผล	-	20.25	+20.25
พื้นที่ลุ่ม	13,180.57	16,870.78	3,690.21
พื้นที่ลุ่ม/พืชไร่	-	740.18	+740.18
พื้นที่ลุ่ม/พืชสวน	-	287.39	+287.39
พื้นที่ลุ่ม/พืชอื่นๆ	-	673.97	+673.97
พื้นที่อุตสาหกรรม	390.75	615.24	+224.49
วนเกษตร	121.03	1,329.08	+1,208.05
สร้างที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	17.73	1.44	-16.29
สถานราชการและสถาบันต่างๆ	11,253.65	11,022.04	-231.61
สถานีคมนาคม	413.42	798.67	+385.25
สนามกอล์ฟ	14.09	-	-14.09
สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ	5,382.70	5,974.77	+592.07
หมู่บ้าน	48,568.56	63,280.51	+14,711.95
หาดทราย	2,046.43	1,349.96	-696.47

#### 4.1 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้

ผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ที่ 1 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) ซึ่งจุด 0 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ จุด 1 คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 3,979 จุด โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ข้อมูล คือ Training Data หรือการสอนคอมพิวเตอร์ (70%, n = 2,786 จุด) Test Data หรือทดสอบในสิ่งที่คอมพิวเตอร์ทำ (30%, n = 1,193 จุด) และตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ โดยที่ค่า  $Pr(>|z|)$  น้อยกว่า 0.05 ถือว่ามีความสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปัจจัยนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีทั้งหมด 10 ปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 5 การรวบรวมปัจจัยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้จากเอกสารงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) และความลาดชัน
2. ปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากถนน และระยะห่างจากหมู่บ้าน
3. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ชุดดิน ชุดหิน ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI)

จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ มีอยู่ทั้งหมด 3 กลุ่ม ทั้งหมด 7 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ คือ ความลาดชัน ปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์ คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากหมู่บ้าน และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม คือ ชุดดิน ชุดหิน ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI) ซึ่งดูจากค่า  $Pr(>|z|)$  น้อยกว่า 0.05 ถือว่ามีความสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) นอกจากนี้กิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564

ตารางที่ 7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)

COEFFICIENTS:					
	ESTIMATE	STD. ERROR	z value	Pr(> z )	Significance
Intercept	6.263955	0.678038	9.238	< 2e-16	***
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	-0.027046	0.004090	-6.613	3.78e-11	***
ชุดดิน	-0.374430	0.079131	-4.732	2.23e-06	***
ชุดหิน	-0.016687	0.005221	-3.196	0.00139	**
แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM)	-0.013484	0.041603	-0.321	0.74585	
ความลาดชัน	-0.356960	0.058326	-6.020	9.35e-10	***
ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)	-0.831213	0.109654	-7.578	3.50e-14	***
ดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI)	1.045128	0.105725	9.787	< 2e-16	***
ระยะห่างจากถนน	-0.039336	0.031755	-0.989	0.32243	
ระยะห่างจากแหล่งน้ำ	0.051698	0.037715	1.371	0.17045	
ระยะห่างจากหมู่บ้าน	-0.535503	0.035352	-15.091	< 2e-16	***

แทนค่านัยสำคัญ 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.001 จึงแทนค่านัยสำคัญ '\*\*\*'

THE AKAIKE INFORMATION CRITERION (AIC): 3261.8

NUMBER OF FISHER SCORING ITERATIONS: 4

หมายเหตุ. Estimate คือ การแสดงค่าระยะตัดแกน y และค่าสัมประสิทธิ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรการทำนาย ในขณะที่ตัวแปร Std. error คือ ข้อผิดพลาดมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์ประมาณการ ซึ่งแทน ค่าความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์ ยังมีข้อผิดพลาดมาตรฐานมีขนาดใหญ่มาก จะทำให้มีความมั่นใจน้อยลงเกี่ยวกับการประมาณการ z value คือ ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ (Estimate) ที่หารด้วยข้อผิดพลาดมาตรฐานของการประเมิน (Std. error) นอกจากนี้ Pr(>|z|) คือ ค่า P ที่สอดคล้องกับสถิติ z ยิ่งค่า P น้อยกว่าค่าประมาณการก็มีความสำคัญมากขึ้น The Akaike information criterion (AIC) คือ การวัดทฤษฎีข้อมูลเพื่ออธิบายคุณภาพของแบบจำลอง และ Fisher Scoring คือ ข้อมูลเกี่ยวกับการทำซ้ำของแบบจำลอง ซึ่งการทำซ้ำจำนวนมาก อาจจะเป็นสาเหตุมาจากความกังวลที่บ่งชี้ว่าอัลกอริทึมไม่บรรจบกันอย่างถูกต้อง (เปียวดี, 2564)

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วงปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2564

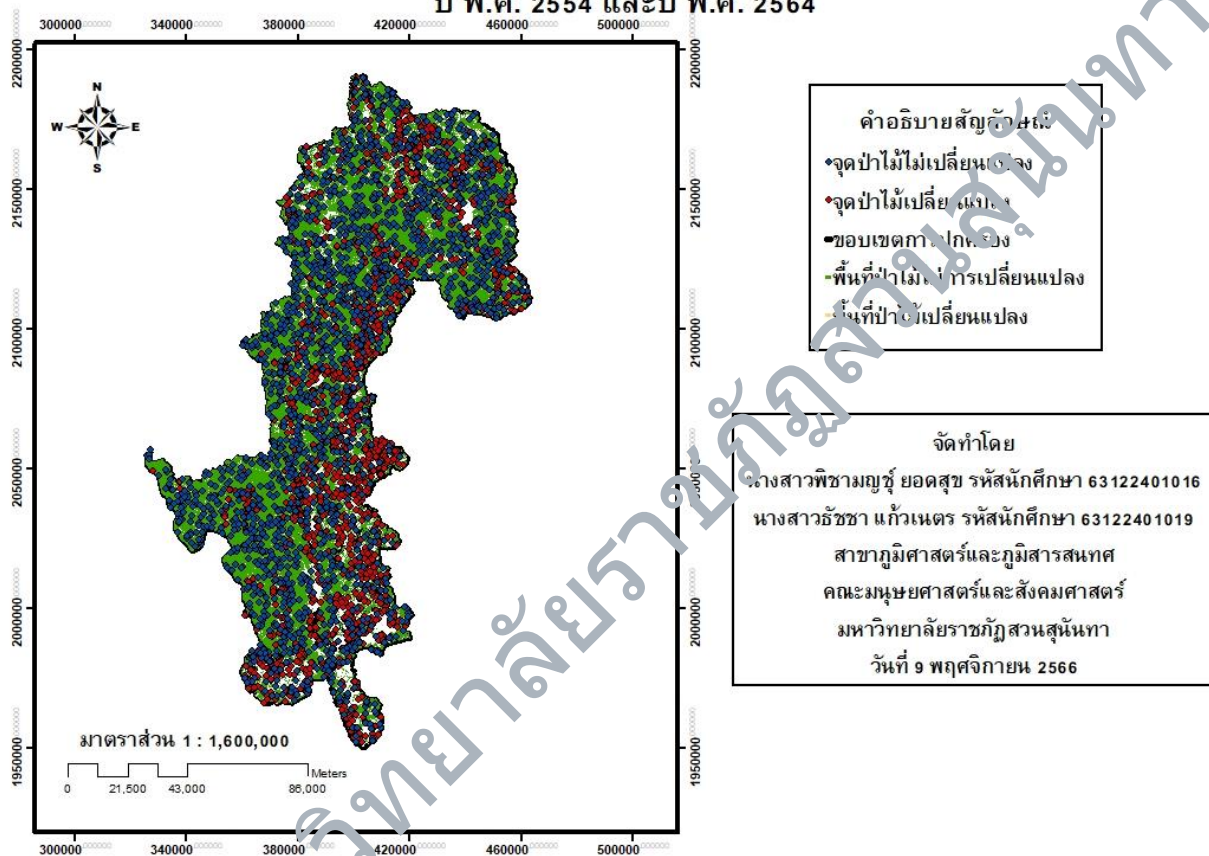
การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน		
ปี พ.ศ. 2554	ปี พ.ศ. 2564	พื้นที่ (ไร่)
ป่าปลูก	พืชไร่	33.81
ป่าปลูก	พื้นที่นา	371.10
ป่าปลูก	พื้นที่ลุ่ม	8.45
ป่าปลูก	สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ	8.23
ป่าปลูก	หมู่บ้าน	233.91
ป่าปลูก	ไม้ยืนต้น	29.18
ป่าปลูก	ไร่หมุนเวียน	7,022.17
ป่าผลัดใบ	ตัวเมืองและย่านการค้า	375.64
ป่าผลัดใบ	ที่ทิ้งขยะ	21.09
ป่าผลัดใบ	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	741.86
ป่าผลัดใบ	พืชสวน	47.67
ป่าผลัดใบ	พืชไร่/ไร่หมุนเวียน	0.01
ป่าผลัดใบ	พืชไร่	16,737.10
ป่าผลัดใบ	พืชไร่/พืชสวน	16.71
ป่าผลัดใบ	พื้นที่นา	7,878.62
ป่าผลัดใบ	วนเกษตร	241.92
ป่าผลัดใบ	สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ	590.37
ป่าผลัดใบ	สถานีคมนาคม	145.04
ป่าผลัดใบ	สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ	678.83
ป่าผลัดใบ	หมู่บ้าน	4,823.95
ป่าผลัดใบ	หาดทราย	83.72
ป่าผลัดใบ	เหมืองแร่ บ่อขุด	86.32
ป่าผลัดใบ	แหล่งน้ำธรรมชาติ	4,028.34
ป่าผลัดใบ	ไม้ผล	2,010.05
ป่าผลัดใบ	ไม้ผล/พืชสวน	1.99
ป่าผลัดใบ	ไม้ยืนต้น	1,269.18
ป่าผลัดใบ	ไร่หมุนเวียน	121,271.44
ป่าไม่ผลัดใบ	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	153.81

ป่าไม่ผลัดใบ	พืชไร่	353.69
ป่าไม่ผลัดใบ	พื้นที่นา	2,357.71
ป่าไม่ผลัดใบ	วนเกษตร	238.86
ป่าไม่ผลัดใบ	สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ	160.85
ป่าไม่ผลัดใบ	สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ	17.18
ป่าไม่ผลัดใบ	หมู่บ้าน	2,313.24
ป่าไม่ผลัดใบ	หาดทราย	0.01
ป่าไม่ผลัดใบ	เหมืองแร่ บ่อขุด	7.90
ป่าไม่ผลัดใบ	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	200.21
ป่าไม่ผลัดใบ	ไม้ยืนต้น	548.21
ป่าไม่ผลัดใบ	ไร่มนเวียน	67,267.64

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

## แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ปี พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2564



ภาพที่ 20 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2564

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) ซึ่งได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) อยู่ที่ 0.7058 หรือ 70.58% นอกจากนี้ค่าเมทริกซ์ของความผิดพลาดแบบไบนารี (Binary Error Matrix) พบว่า การทำนายผลบวก (Sensitivity) ของพื้นที่เท่ากับ 0.7215 หรือ 72.15% และการทำนายผลลบ (Specificity) ของพื้นที่เท่ากับ 0.6911 หรือ 69.11% ดังนั้นค่าผลบวกจริงต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (Positive Prediction Value) เท่ากับ 0.6870 หรือ 68.70% และค่าผลลบจริงต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (Negative Prediction Value) เท่ากับ 0.7253 หรือ 72.53% ดังแสดงในภาพที่ 21 การตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)

#### Confusion Matrix and statistics

	no	yes
no	417	190
yes	71	125

Accuracy : 0.7058  
 95% CI : (0.679, 0.7315)  
 No Information Rate : 0.5155  
 P-Value [Acc > NIR] : <2e-16

Kappa : 0.4119

Mcnemar's Test P-Value : 0.135

Sensitivity : 0.7215  
 Specificity : 0.6911  
 Pos Pred Value : 0.6870  
 Neg Pred Value : 0.7253  
 Prevalence : 0.4845  
 Detection Rate : 0.3495  
 Detection Prevalence : 0.5088  
 Balanced Accuracy : 0.7063

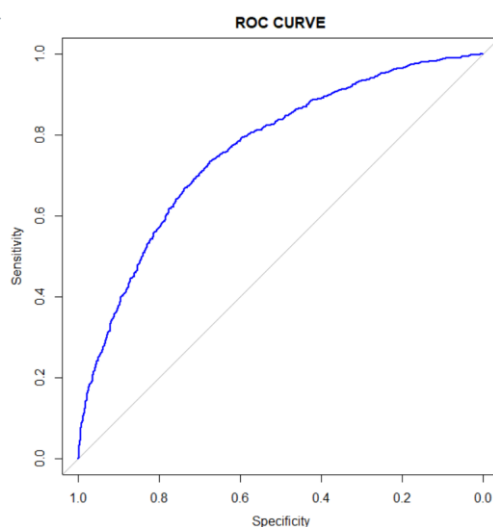
'Positive' Class : no

ภาพที่ 21 การตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)

ผลจากแบบจำลอง				
		พื้นที่ป่าไม้ไม่เปลี่ยนแปลง	พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลง	
ข้อเท็จจริง	พื้นที่ป่าไม้ไม่เปลี่ยนแปลง	417	190	0.7215 หรือ 72.15%
	พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลง	161	425	0.6911 หรือ 69.11%
		0.6870	0.7253	0.7058 หรือ 70.58%

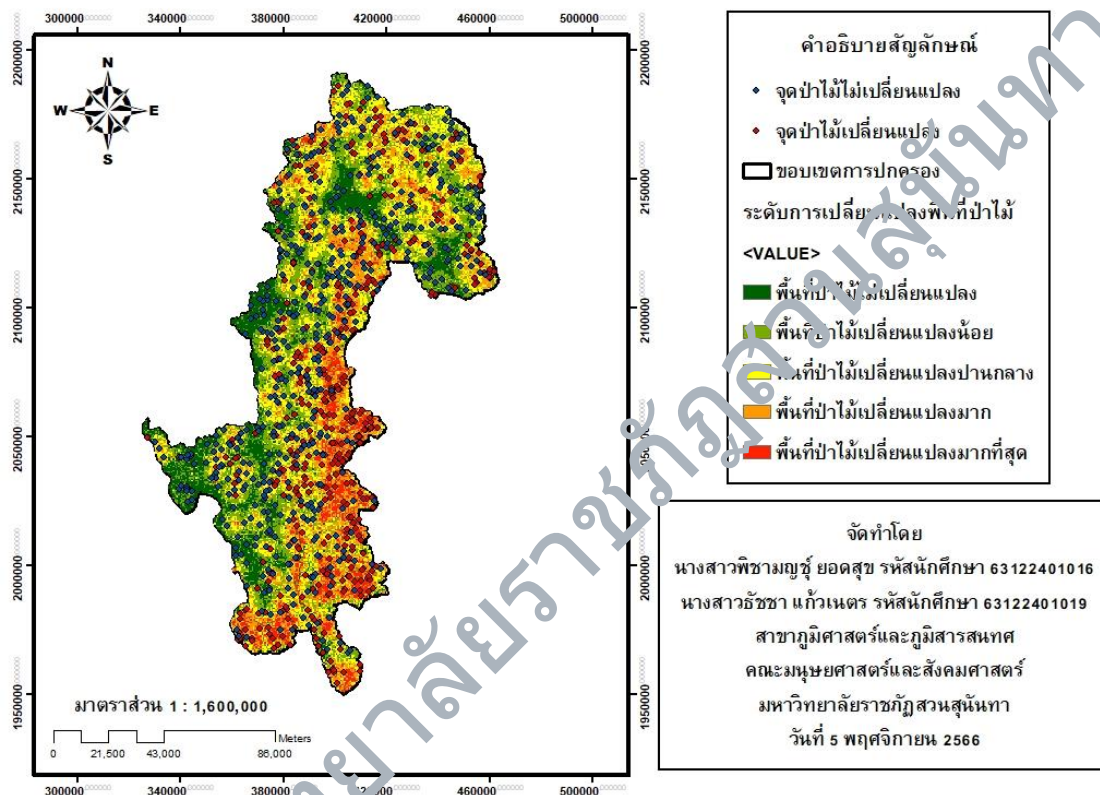
ตารางที่ 9 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ด้วยเมทริกซ์ความผิดพลาดแบบไบนารี (Binary Error Matrix)

จากการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดย Receiver Operating Characteristic Curves (ROC) และหาค่าพื้นที่ใต้กราฟ Area Under Curve (AUC) ผลของแบบจำลอง Binary Logistic Regression มีค่าใต้กราฟ Area under the curve 0.7625 หรือ 76.25% โดยค่า AUC มีค่าระหว่าง 0.00– 1.00 หากค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าแบบจำลองมีความถูกต้องสูง หรือแสดงถึงความน่าจะเป็นที่ผลจากแบบจำลองเข้าใกล้เคียงกับข้อเท็จจริง โดยทั่วไปในการประยุกต์ใช้งานด้านภูมิสารสนเทศ ค่า AUC ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ถือว่าแบบจำลองนี้มีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ ดังแสดงในภาพที่ 22 กราฟแสดงการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)



ภาพที่ 22 กราฟแสดงการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)

### แผนที่แสดงการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)



ภาพที่ 23 แผนที่แสดงการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression)

## 4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ที่ 2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง 2 แบบจำลอง ได้แก่ Random Forest: RF และ Support Vector Machine: SVM ซึ่งได้ค่าความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องอยู่ที่ 93.29% 82.40% ตามลำดับ จากนั้นนำมาสร้างแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งมีการแบ่งระดับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เป็น 5 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ไม่เปลี่ยนแปลง พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงน้อย พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงปานกลาง พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงมาก และพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 28 แผนที่แสดงอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) และภาพที่ 29 แผนที่แสดงอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง 2 แบบจำลอง ได้แก่ Random Forest: RF และ Support Vector Machine: SVM ซึ่งแบบจำลองอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของแบบจำลองอยู่ที่ 0.9329 หรือ 93.29% นอกจากนี้ค่าเมตริกซ์ความผิดพลาดแบบไบนารี (Binary Error Matrix) พบว่า การทำนายผลบวก (Sensitivity) ของพื้นที่เท่ากับ 0.9648 หรือ 96.48% และการทำนายผลลบ (Specificity) ของพื้นที่เท่ากับ 0.9012 หรือ 90.12% ดังนั้นค่าผลบวกจริงต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (Positive Prediction Value) เท่ากับ 0.9069 หรือ 90.69% และค่าผลลบจริงต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (Negative Prediction Value) เท่ากับ 0.9624 หรือ 96.24% ดังแสดงในภาพที่ 24 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF)

แบบจำลองอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของแบบจำลองอยู่ที่ 0.824 หรือ 82.40% นอกจากนี้ค่าเมตริกซ์ความผิดพลาดแบบไบนารี (Binary Error Matrix) พบว่า การทำนายผลบวก (Sensitivity) ของพื้นที่เท่ากับ 0.8440 หรือ 84.40% และการทำนายผลลบ (Specificity) ของพื้นที่เท่ากับ 0.8040 หรือ 80.40% ดังนั้นค่าผลบวกจริง

ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (Positive Prediction Value) เท่ากับ 0.8113 หรือ 81.13% และค่าผลบจริงต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (Negative Prediction Value) เท่ากับ 0.8377 หรือ 83.77% ดังแสดงในภาพที่ 25 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)

Confusion Matrix and Statistics

Prediction	Reference no	Reference yes
no	575	59
yes	21	538

Accuracy : 0.9329  
95% CI : (0.9172, 0.9465)  
No Information Rate : 0.5004  
P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16  
Kappa : 0.8659  
McNemar's Test P-Value : 3.523e-05  
Sensitivity : 0.9648  
Specificity : 0.9012  
Pos Pred Value : 0.9069  
Neg Pred Value : 0.9624  
Prevalence : 0.4996  
Detection Rate : 0.4820  
Detection Prevalence : 0.5314  
Balanced Accuracy : 0.9330  
'Positive' Class : no

ภาพที่ 24

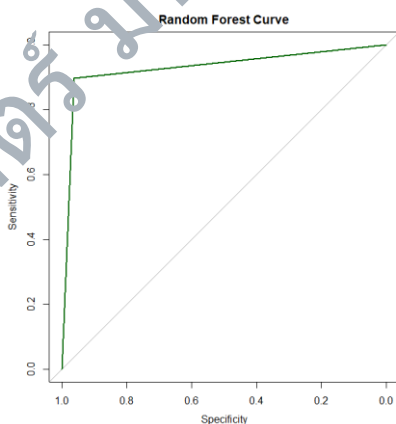
Confusion Matrix and Statistics

Prediction	Reference no	Reference yes
no	503	117
yes	93	480

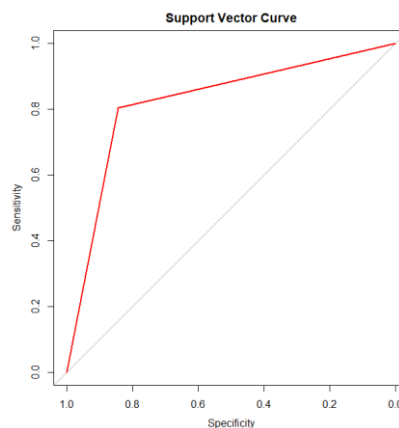
Accuracy : 0.824  
95% CI : (0.7932, 0.8452)  
No Information Rate : 0.5004  
P-Value [Acc > NIR] : < 2.2e-16  
Kappa : 0.648  
McNemar's Test P-Value : 0.1125  
Sensitivity : 0.8440  
Specificity : 0.8040  
Pos Pred Value : 0.8113  
Neg Pred Value : 0.8377  
Prevalence : 0.4996  
Detection Rate : 0.4216  
Detection Prevalence : 0.5197  
Balanced Accuracy : 0.8240  
'Positive' Class : no

ภาพที่ 25

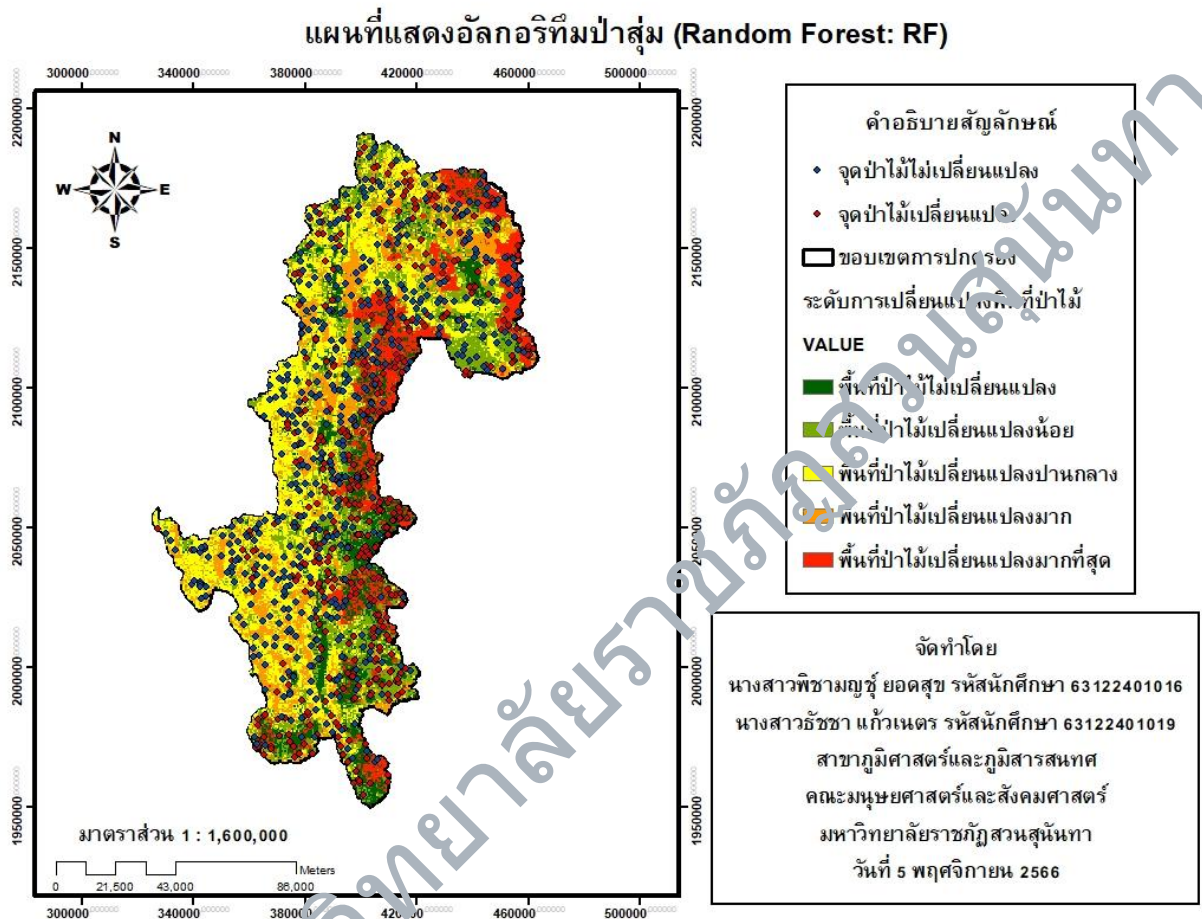
หมายเหตุ. ภาพที่ 24 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) และภาพที่ 25 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)



ภาพที่ 26 กราฟแสดงอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF)



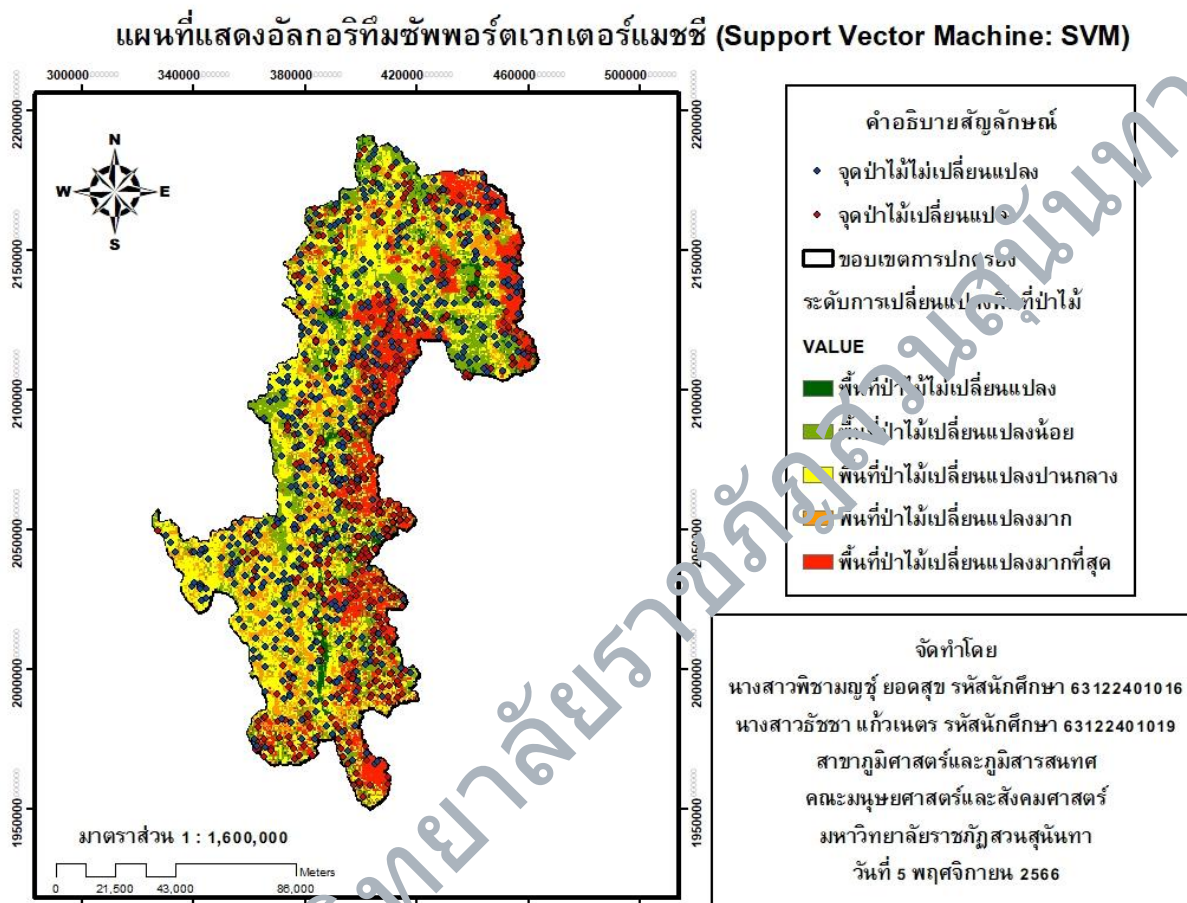
ภาพที่ 27 กราฟแสดงอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)



รูปที่ 28 แผนที่แสดงอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF)

ระดับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ (ไร่)
พื้นที่ป่าไม้ไม่เปลี่ยนแปลง	908,992
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงน้อย	1,210,490
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงปานกลาง	1,401,039
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงมาก	1,723,366
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงมากที่สุด	2,474,541

ตารางที่ 10 ระดับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ด้วยอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF)



ภาพที่ 29 แผนที่แสดงอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)

ระดับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ (ไร่)
พื้นที่ป่าไม้ไม่เปลี่ยนแปลง	493,838
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงน้อย	675,085
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงปานกลาง	795,800
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงมาก	964,847
พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงมากที่สุด	1,394,448

ตารางที่ 11 ระดับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ด้วยอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

(Support Vector Machine: SVM)

#### 4.3 การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ที่ 3 การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ของแบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลอง พบว่า แบบจำลองที่ได้ผลลัพธ์แม่นยำที่สุดในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ นั้นคือแบบจำลอง Random Forest ได้ผลลัพธ์เป็น 93.29% ดังแสดงในตารางที่ 12 การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

	Model	Accuracy
การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)	อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF)	0.9329 หรือ 93.29%
	อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)	0.824 หรือ 82.40%

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

## บทที่ 5

### อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### อภิปรายผลการวิจัย

ตามผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ที่ 1 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จะประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 7 ปัจจัย ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากหมู่บ้าน ความลาดชัน ซุดดิน ซุดหิน ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างความชื้น (NDWI) โดยใช้ค่าความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องอยู่ที่ 70.58% และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดย Receiver Operating Characteristic Curves (ROC) และหาค่าพื้นที่ใต้กราฟ Area Under Curve (AUC) ผลของแบบจำลอง Binary Logistic Regression มีค่าใต้กราฟ Area under the curve 76.25% ซึ่งมีความสอดคล้องกับ (อาภาภรณ์, กาญจน์เขจร และรัชณี, 2564) ที่ศึกษาหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ 4 ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากชุมชน ความลาดชัน และทิศด้านลาด มีเพียงระยะห่างจากชุมชน หรือระยะห่างจากหมู่บ้าน และความลาดชันที่มีความสอดคล้องกัน

(อาภาภรณ์, กาญจน์เขจร และรัชณี, 2564) จากการศึกษางานวิจัยการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรด้านสภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่า และเพื่อการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการวิเคราะห์แบบการถดถอยโลจิสติกเช่นเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การคงอยู่ของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง กรณีศึกษา : จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตามผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ที่ 2 มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง 2 แบบจำลอง ได้แก่ Random Forest: RF และ Support Vector Machine: SVM ซึ่งได้ค่าความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องอยู่ที่ 93.29% และ 82.40% ตามลำดับ และตามผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์ที่ 3 มีการเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง พบว่า แบบจำลองที่

ได้ผลลัพธ์แม่นยำที่สุดในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ นั่นคือ แบบจำลอง Random Forest ได้ผลลัพธ์เป็น 93.29%

นอกจากนี้การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) และการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องว่าแบบไหนแสดงผลแม่นยำที่สุดในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยผลลัพธ์ของแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression), อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) และอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) สรุปได้ว่าแบบจำลองที่มีความตรงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด จะเป็นแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) โดยมีพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ในบริเวณ 16 ตำบลด้วยกัน 1. ตำบลสบเมย 2. ตำบลแม่สามแลบ 3. ตำบลกองก้อย 4. ตำบลป่าโป่ง 5. ตำบลคะตวน 6. ตำบลป่าแป๋ 7. ตำบลท่าผาป้อม 8. ตำบลห้วยห้อม 9. ตำบลสันติคีรี 10. ตำบลแม่นาจร 11. ตำบลขุนแม่ลาน้อย 12. ตำบลแม่โถ 13. ตำบลแม่ยวนน้อย 14. ตำบลแม่อุคอ 15. ตำบลแม่สวด และ 16. ตำบลห้วยโป่ง นั้นเอง และในส่วนของแบบจำลองอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) และอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) ก็สามารถสรุปได้ว่าบริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) มีอยู่ในบริเวณ 22 ตำบลด้วยกัน คือ 1. ตำบลสบเมย 2. ตำบลแม่สามแลบ 3. ตำบลแม่สวด 4. ตำบลป่าแป๋ 5. ตำบลท่าผาป้อม 6. ตำบลห้วยห้อม 7. ตำบลขุนแม่ลาน้อย 8. ตำบลแม่โถ 9. ตำบลเมืองปอน 10. ตำบลแม่ยวนน้อย 11. ตำบลแม่อุคอ 12. ตำบลห้วยโป่ง 13. ตำบลผาบ่อง 14. ตำบลห้วยปูลิง 15. ตำบลโป่งสา 16. ตำบลแม่ฮี้ 17. ตำบลเวียงเหนือ 18. ตำบลแม่นาเติง 19. ตำบลทุ่งยาว 20. ตำบลสบป่อง 21. ตำบลจ่าลาด และ 22. ตำบลเมืองแปง นั้นเอง และบริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) มีอยู่ในบริเวณ 23 ตำบลด้วยกัน คือ 1. ตำบลสบเมย 2. ตำบลแม่สามแลบ 3. ตำบลแม่สวด 4. ตำบลป่าแป๋ 5. ตำบลท่าผาป้อม 6. ตำบลห้วยห้อม 7. ตำบลแม่เหาะ 8. ตำบลคะตวน 9. ตำบลแม่โถ 10. ตำบลขุนแม่ลาน้อย 11. ตำบลแม่ยวนน้อย 12. ตำบลแม่อุคอ 13. ตำบลห้วยโป่ง 14. ตำบลผาบ่อง 15. ตำบลห้วยปูลิง 16. ตำบลเมืองแปง 17. ตำบล

โป่งสา 18. ตำบลแม่ฮี้ 19. ตำบลเวียงเหนือ 20. ตำบลแม่नाเตง 21. ตำบลถ้ำลอด 22. ตำบลสบป่อง และ 23. ตำบลทุ่งยาว นั้นเอง

โดยเมื่อพิจารณาจากข้อสรุปข้างต้นนี้ ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจากผลลัพธ์ของแบบจำลองทั้ง 3 แบบจำลอง คือ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest: RF) และอัลกอริทึมตัวพอร์.เวกเตอร์แมชชี (Support Vector Machine: SVM) สรุปได้ว่าบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีอยู่ด้วยกัน 11 ตำบล คือ 1. ตำบลสบเมย 2. ตำบลแม่สามแลบ 3. ตำบลแม่สวด 4. ตำบลป่าแป๋ 5. ตำบลท่าผาป้อม 6. ตำบลห้วยหอม 7. ตำบลขุนแม่ลาน้อย 8. ตำบลแม่ใจ 9. ตำบลแม่ยวนน้อย 10. ตำบลแม่อุคอ 11. ตำบลห้วยโป่ง นั้นเอง

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

### ข้อเสนอแนะ

1. สามารถนำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เพื่อใช้คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอนาคต ด้วยเทคนิคแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง กรณีศึกษา : จังหวัดแม่ฮ่องสอน นำไปปรับใช้กับพื้นที่ศึกษาอื่นในภาคเหนือหรือบริเวณอื่นที่ที่มีความคล้ายคลึงกันได้หรือไม่ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ที่มีพื้นที่ติดต่อกับจังหวัดแม่ฮ่องสอน ว่าผลลัพธ์จะแสดงออกมาเป็นที่น่าสนใจเช่นเดียวกับจังหวัดแม่ฮ่องสอนหรือไม่

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### บรรณานุกรม

Athiwat. (2562). *Machine Learning คืออะไร?*. เข้าถึงได้จาก medium:

<https://medium.com/machines-school/machine-learning-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-%E0%B8%97%E0%B8%53%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%A2%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%87-1c0e411a40a2>

cyberelite. (2565). *Machine Learning เทคโนโลยีประโยชน์ครบจักรวาล*. เข้าถึงได้จาก

cyberelite: <https://www.cyberelite.co.th/blog/machine-learning/?fbclid=IwAR3eHM8517QaMY53DdudiNDuhxLn7wnUmCJncg8RU2ShouG6ocKnQA-sKNM>

Onesmus Mbaabu. (2563). *Introduction to Random Forest in Machine Learning*. เข้าถึง

ได้จาก section: <https://www.section.io/engineering-education/introduction-to-random-forest-in-machine-learning/>

Phuri Chalermkiatsakul. (2561). *Supervised Learning คืออะไร? ทำงานยังไง?*. เข้าถึงได้จาก

medium: <https://phuri.medium.com/supervised-learning-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-%E0%B8%97%E0%B8%53%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%A2%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%87-1c0e411a40a2>

TITIPATA. (2562). *จาก Reinforcement Learning จนมาเป็น Deep Reinforcement Learning (ฉบับพกพา)*. เข้าถึงได้จาก tupleblog:

<https://tupleblog.github.io/reinforcement-learning/>

### บรรณานุกรม (ต่อ)

Witchapong Daroontham. (2561). *เจาะลึก Random Forest !!!— Part 2 of “รู้จัก Decision Tree, Random Forest, และ XGBoost!!!”*. เข้าถึงได้จาก medium:

<https://medium.com/@witchapongdaroontham/%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%A5%E0%B8%B6%E0%B8%81-random-forest-part-2-of-%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81-decision-tree-random-forest-%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0-xgboost-79b9f41>

กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). *ยุทธศาสตร์กรมป่าไม้ พ.ศ. 2560-2579*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. เข้าถึงได้จาก

<https://www.forest.go.th/songkhla13/wr-content/uploads/sites/23/2018/08/%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%97%E0%B8%98%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C-%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89-2560-2579>.

กฤษฎาณ อินทร์ตัน. (256๑). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครนายก ด้วยอัลกอริธึมการเรียนรู้เครื่องและภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*(2), 1153-1171. เข้าถึงได้จาก <https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/science/article/view/8152>

กฤษฎาณ อินทร์ตัน, และ สุชาวดี ศิลปรัตน์. (2562). การจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนเขตร้อนด้วยอัลกอริธึมป่าสุมและข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม รายละเอียดสูง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* (2), 742-753. เข้าถึงได้จาก [https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/science/article/view/6214?fbclid=IwAR3La18So5uWGDUoURNAfZWqy226Uhe5Jes8JgcGBw\\_JS7RkBcv8jJZLZIQ](https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/science/article/view/6214?fbclid=IwAR3La18So5uWGDUoURNAfZWqy226Uhe5Jes8JgcGBw_JS7RkBcv8jJZLZIQ)

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- กาญจน์เขจร ชูชีพ. (2561). การถดถอยโลจิสติก. 1-10. เข้าถึงได้จาก <https://forest-admin.forest.ku.ac.th/304xxx/?q=system/files/book/5%282018%29%20Logistic%20Regression.pdf>
- ไกรศักดิ์ เกษร. (2564). *THE ART OF DATA SCIENCE FOR THE BEGINNERS USING PYTHON AND AZURE ML*. อำเภอเมือง , จังหวัดพิษณุโลก, ประเทศไทย: ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร . เข้าถึงได้จาก <https://csit.nu.ac.th/kraisak/ds/?fbclid=IwAR2FRjSACgCFpBqpxP7Tw04yX1vAFhbQsxQ8yqmNKIEl8PQHEdgDS5ZFg>
- คณะกรรมการการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สภานิติบัญญัติแห่งชาติ. (2558). *รายงานการศึกษาเรื่อง การแก้ไขปัญหาที่ดินป่าไม้ของชาติ*. สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. เข้าถึงได้จาก [https://www.senate.go.th/document/nc10836/10836956\\_0003.PDF](https://www.senate.go.th/document/nc10836/10836956_0003.PDF)
- ศราวดี ไวยสุศรี. (2565). การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบ พื้นที่เหมืองทองคำ บริเวณลุ่มน้ำห้วยน้ำฮวย จังหวัดเลย. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9*, 429-441. เข้าถึงได้จาก <http://journal.grad.ssru.ac.th/index.php/8thconference/article/view/1254>
- ชมพูนุช ผลาหาญ. (2564). *การประยุกต์การรับรู้ระยะไกลเพื่อติดตามการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติทับลานตำบลไทยสามัคคีอำเภอวังน้ำเขียวจังหวัดนครราชสีมา*. เข้าถึงได้จาก [http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1716/1/gs611130412.pdf?fbclid=IwAR2hK\\_7irxBXuJ7bCpiYcYC\\_3ecCOaBEn7Snb9lgqlXi\\_MB2DcdGu1dYTEA](http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1716/1/gs611130412.pdf?fbclid=IwAR2hK_7irxBXuJ7bCpiYcYC_3ecCOaBEn7Snb9lgqlXi_MB2DcdGu1dYTEA)
- ชิตพงษ์ กิตตินราดร. (2563). *Support Vector Machines*. เข้าถึงได้จาก [guopai: https://guopai.github.io/ml-blog08.html](https://guopai.github.io/ml-blog08.html)

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- ณัฐพล วงษ์รัมย์. (2560). การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ในเขตเทศบาลตำบลหนองเต็ง อำเภอกะสัง จังหวัดบุรีรัมย์. *รมยสาร*(15). เข้าถึงได้จาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jhusoc/article/view/201801/140905>
- ณัฐสรณ์ ธิติวัชรเดช. (2565). การสร้างแบบจำลองปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบอ้อยด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเซนทินัลสอง. Faculty of Engineering (คณะวิศวกรรมศาสตร์). เข้าถึงได้จาก <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/3811/>
- นภาพร จันทะแพน, อภิสทิธิ ภูละมุล, จุฬาวัลย์ นนตะพันธ์, และ ตี๋ว่า แก้วปลั่ง. (2566). เปรียบเทียบข้อมูลดาวเทียม Landsat8 สำหรับการติดตามความเค็มของดินในฤดูแล้งและฤดูฝน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 57-74. เข้าถึงได้จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/jst.m/article/view/248633/168745>
- นิรันดญา แก้วบัวดี. (2564). การจำแนกพันธุ์ไม้ไปะบายเลนด้วยแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) กรณีศึกษา อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ปิยมาศ วัจศิริ, ลัดดาวรรณ นริยญตระกูล, และ วันชัย อรุณประภารัตน์ อรุณประภารัตน์. (2564). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าค้อ-ภูกระแต จังหวัดเลย. *วารสารวิทยาศาสตร์ไทย*(40), 34-49. เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/248852/171943>
- ปิยวิทย์ อยุสวดี. (2564). การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างปี พ.ศ.2543 และ ปีพ.ศ.2564. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- ภัทรพร พิมดี, และ รัศมี สุวรรณวีระกำจร. (2554). *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. เข้าถึงได้จาก <https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/252736>
- ยุทธ ไกยวรรณ. (2555). *หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกสำหรับงานวิจัย*. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 1-12. เข้าถึงได้จาก [https://rdi.rmutsv.ac.th/rmutsvrj/download/year4-issu\\_1-2555/p1.pdf](https://rdi.rmutsv.ac.th/rmutsvrj/download/year4-issu_1-2555/p1.pdf)
- รัชนีวรรณ ไพศาลวรกิจติ. (2564). *การเปรียบเทียบตัวแบบการถดถอยโลจิสติกและเทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์การเป็นโรคเบาหวาน*. มหาวิทยาลัยนเรศวร. เข้าถึงได้จาก <http://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3943/3/62060149.pdf>
- วศิรา คงสวี่, วันชัย อรุณประภารัตน์, และ ลัดดาวรรณ เจริญตระกูล. (2563). *การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่*. วารสารวิทยาศาสตร์ไทย(39), 77-90. เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/249031/170282?fbclid=IwAR3JcJgNJ-KP6BoIaKiGuRsUl6Gn3nB8jMFk9UBPIw0DxYKhaZCDPHupB-c>
- วันชัย อรุณประภารัตน์, และ โตชิอะคิ ทาซากะ. (2540). *การประยุกต์ใช้ GIS ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่นอกชายฝั่งก่อนและหลังการห้ามเข้าสู่ระบบ : กรณีศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย*. วารสารวิทยาศาสตร์(16), 13-22. เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/256056/174899>
- วิภาพ แพงวังทอง, และ จันธิมา ศรณารายณ์. (2564). *การกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าและการวิเคราะห์ความอ่อนไหว: กรณีศึกษาป่าสงวนแห่งชาติในจังหวัดพะเยา*. วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาอนุรักษ์เชิงพื้นที่(1), 16-27. เข้าถึงได้จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jsid/article/view/244128/166551>

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- วีระภาส คุณรัตนสิริ. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง CLUE-S เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติจังหวัดน่าน *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์*(19), 87-100. เข้าถึงได้จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JASCI/article/view/241453/165629>
- คันสนีย์ มณีโชติ. (2564). การวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซทหลายช่วงเวลาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง การปกคลุมของป่าไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติทับลาน. *วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า*(19), 76-95. เรียกใช้เมื่อ 2564. เข้าถึงได้จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/crma-journal/article/view/244503/167021>
- ศาลากลางจังหวัดแม่ฮ่องสอน. (ม.ป.ป.). **ที่ตั้ง ขนาดพื้นที่ และอาณาเขต.** อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน, จังหวัดแม่ฮ่องสอน, ประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก <https://www.maehongson.go.th/new/ocation/>
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). (30 สิงหาคม 2566). **ความหมายของพื้นที่สูง.** เข้าถึงได้จาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน): <https://www.hrdi.or.th/About/Highland>
- สมนิมิตร พุกงาม, ประสงค์ สงวนธรรม, และ สุภาภรณ์ ผ่องศาลา. (2560). การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่จาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง. *วารสารวนศาสตร์* (31), 123-128. เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/246915/168924>
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2564). **บุกรุกทำลายป่า...!! รู้ได้ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ.** เข้าถึงได้จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน): [https://www.gistda.or.th/news\\_view.php?n\\_id=4604&lang=TH](https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=4604&lang=TH)

### บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 13 (ชลบุรี). (2561). *ทรัพยากรป่าไม้*. เข้าถึงได้จาก สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 13 (ชลบุรี):

<https://reo13.mnre.go.th/th/news/detail/9367>

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. (2561). *โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2560 -*

*2561*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. เข้าถึงได้จาก

<https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/final-report-2561.pdf>

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. (2562). *โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2561 -*

*2562*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. เข้าถึงได้จาก

[https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/rfd\\_forestarea2561\\_62\\_final\\_report.pdf](https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/rfd_forestarea2561_62_final_report.pdf)

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. (2563). *โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปีพ.ศ.2563*. สำนัก

จัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. เข้าถึงได้จาก [https://www.forest.go.th/land/wp-](https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2021/03/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%89%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%B9%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C-%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%8)

[content/uploads/sites/29/2021/03/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%89%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%B9%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C-%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%8](https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2021/03/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%89%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%B9%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C-%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%8)

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. (2564). *โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ.2564*.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. เข้าถึงได้จาก

[https://forestinfo.forest.go.th/Content/file/ForestArea/ForestArea\\_2564.pdf?fbclid=IwAR0u6elzPGAeFdo6m28xhWuo0Ga-eF64bEM7s-LvjUugyDy8AKdtpvyTohU](https://forestinfo.forest.go.th/Content/file/ForestArea/ForestArea_2564.pdf?fbclid=IwAR0u6elzPGAeFdo6m28xhWuo0Ga-eF64bEM7s-LvjUugyDy8AKdtpvyTohU)

### บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. (2565). *โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ.2565.*

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. เข้าถึงได้จาก [https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2023/01/Forest-Area-2565-](https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2023/01/Forest-Area-2565-Full_compressed.pdf?fbclid=IwAR3sJ-ZHMNFO_qwckXfjXf5Yte9pJ1VvQ3HqiGQUhFeDDTQPN50MLyPBFac)

Full\_compressed.pdf?fbclid=IwAR3sJ-ZHMNFO\_qwckXfjXf5Yte9pJ1VvQ3

HqiGQUhFeDDTQPN50MLyPBFac

สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (2565). *คู่มือการสำรวจทรัพยากรป่าไม้*. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. เข้าถึงได้จาก <https://anyflip.com/eyzrnc/pouu/>

สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (ม.ป.ป.). *ประโยชน์ของป่าไม้ ทางอ้อม - ส่วนการ*

*เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภาคป่าไม้*. เข้าถึงได้จาก สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช: <http://reddplus.dnp.go.th/?p=5845>

สุณี ลำสา, และ ฆริกา คันธา. (2561). การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและแนวทางการป้องกันพื้นที่ป่าไม้ในอุทยานแห่งชาติน้ำตกห้วยยาง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*(14). เข้าถึงได้จาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jssnu/article/view/201407/140693>

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2564). *TGO ร่วมกับหน่วยงานภายใต้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ผลักดันให้ทุกภาคส่วน มีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว*. เข้าถึงได้จาก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน): <https://www.tgo.or.th/2023/index.php/th/>

อาณาจักร ทองเสงี่ยม, กาญจน์เขจร ชูชีพ , และ รัชนิ โปธิแทน . (2561). การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวนศาสตร์*(37), 108-117. เข้าถึงได้จาก [https://li01.tci-](https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/246650/168706?fbclid=IwAR31e90tsmZhalwa)

thaijo.org/index.php/tjf/article/view/246650/168706?fbclid=IwAR31e90tsmZhalwa  
a5449AlitF6ja-KB6\_NoAC8smwAPxeoc\_04XxwU6Zqo

### บรรณานุกรม (ต่อ)

อิสมาแอ ยี่มะแซ. (2558). การจัดการสารสนเทศการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี โดย  
ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. เข้าถึงได้จาก

<https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/10609/1/TC1201.pdf>

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

## ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล : นางสาวพิชามณูชु ยอดสุข

ประวัติการศึกษา: กำลังศึกษาอยู่ระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

E-mail: s63122401016@ssru.ac.th

2. ชื่อ-นามสกุล : นางสาวรัชชา แก้วเนตร

ประวัติการศึกษา: กำลังศึกษาอยู่ระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

E-mail: s63122401019@ssru.ac.th

ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา