การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและการสนับสนุนการวางแผนป้องกันการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง

จิรภัทร กันธิยาใจ

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศประยุกต์
พฤษภาคม 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและการสนับสนุนการวางแผนป้องกันการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง

จิรภัทร กันธิยาใจ

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศประยุกต์
พฤษภาคม 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

RISK AREA ANALYSIS AND PLANNING SUPPORT FOR PREVENTING ILLEGAL LOGGING OF ROSEWOOD AND PADAUK USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: A CASE STUDY OF THAM PHA TAI NATIONAL PARK, LAMPANG PROVINCE

JIRAPHAT KANTHIYAJAI

A Thesis Submitted to University of Phayao

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Master of Science Degree in Applied Geoinformatics

May 2025

Copyright 2025 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและการสนับสนุนการวางแผนป้องกันการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง

ของ จิรภัทร กันธิยาใจ

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศประยุกต์
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

---------- ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รังสรรค์ เกตุอ๊อต)

---------- ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภพ แพงวังทอง)

---------- กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิติ เอี่ยมชื่น)

---------- อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล จี้ฟู)

---------- คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรเทพ โรจนวสุ)

เรื่อง: การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและการสนับสนุนการวางแผนป้องกันการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง

ผู้วิจัย: จิรภัทร กันธิยาใจ, วิทยานิพนธ์: วท.ม. (ภูมิสารสนเทศประยุกต์), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2567

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภพ แพงวังทอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิติ เอี่ยมชื่น

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ซ้อนทับ, ลักลอบตัดไม้, ชิงชัน, ประดู่, อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลทางภูมิสารสนเทศ (GIS) ของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 7 ปัจจัย ได้แก่ 1) การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่ 2) ตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่ 3) เส้นทางคมนาคม 4) แหล่งชุมชน 5) หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ 6) แหล่งน้ำขนาดใหญ่ และ 7) ความลาดชัน ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDA) โดยใช้วิธีการถ่วงค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน แล้วใช้เทคนิคซ้อนทับข้อมูลเพื่อให้ได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่ โดยได้แบ่งพื้นที่เสี่ยงออกเป็น 5 ระดับ จากผลการศึกษาพบว่ามีจำนวนเนื้อที่ดังนี้ เสี่ยงมากที่สุด 36,541 ไร่ เสี่ยงมาก 114,250 ไร่ เสี่ยงปานกลาง 134,250 ไร่ เสี่ยงน้อย 101,125 ไร่ และเสี่ยงน้อยที่สุด 58,998 ไร่ ส่วนใหญ่พื้นที่เสี่ยงมากที่สุดพบในบริเวณแนวขอบอุทยานฯ จากนั้นได้นำแผนที่พื้นที่เสี่ยงไปใช้ในการวางแผนป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่ร่วมกับหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ 1) กำหนดตำแหน่งเหมาะสมสำหรับการจัดตั้งจุดสกัดจำนวน 2 จุด 2) กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) จำนวน 5 จุด 3) ใช้ข้อมูลแผนที่ระดับความเสี่ยงซ้อนทับตารางเส้นกริด (Grid) ขนาด 1 x 1 ตร.กม. ในการวางแผนลำดับความสำคัญของพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยลาดตระเวนชุดที่ 1–4 ดังนี้ ชุดลาดตระเวนที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด 2,936 ไร่ 85 ตารางเส้นกริด ชุดลาดตระเวนที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด 7,112 ไร่ 127 ตารางเส้นกริด ชุดลาดตระเวนที่ 3 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด 13,802 ไร่ 151 ตารางเส้นกริด และชุดลาดตระเวนที่ 4 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด 12,450 ไร่ 137 ตารางเส้นกริด

Title: RISK AREA ANALYSIS AND PLANNING SUPPORT FOR PREVENTING ILLEGAL LOGGING OF ROSEWOOD AND PADAUK USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: A CASE STUDY OF THAM PHA TAI NATIONAL PARK, LAMPANG PROVINCE

Author: Jiraphat Kanthiyajai, Thesis: M.Sc. (Applied Geoinformatics), University of Phayao, 2024

Advisor: Assistant Professor Dr. Wipop Paengwangthong Co-advisor Assistant Professor Dr.Niti Iamcheun

Keywords: Overlay Analysis, Illegal Logging, Burma rosewood (Dalbergia oliveri Gamble), Padauk (Pterocarpus macrocarpus), Tham Pha Tai National Park

ABSTRACT

The analysis of areas vulnerable to illegal logging of Burma rosewood (Dalbergia oliveri Gamble) and Padauk (Pterocarpus macrocarpus) in the area being prepared for announcement as Tham Pha Tai National Park applied Geographic Information System (GIS) data from 7 relevant factors: 1) Distribution of Burma rosewood and Padauk, 2) Locations of Burma rosewood and Padauk logging cases, 3) Transportation routes, 4) Community locations, 5) National Park Ranger Stations, 6) Large water bodies, and 7) Slope. This was integrated with a Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) process, utilizing a weighting method for the importance of each factor as determined by 6 experts. Data overlay techniques were then employed to generate a risk map for illegal logging of Burma rosewood and Padauk, categorizing risk areas into five levels. The study revealed the following distribution: highest risk area 58.4656 km², high-risk area 182.8 km², moderate-risk area 214.80 km², low-risk area 161.80 km², and lowest-risk area 94.3968 km². The majority of the highest and high-risk areas were found along the boundaries of Tham Pha Tai National Park. Subsequently, the risk map was utilized in conjunction with relevant criteria to plan the prevention and suppression of illegal logging of Burma rosewood and Padauk in the area as follows: 1) Determined 2 suitable locations for establishing checkpoints. 2) Determined 5 suitable locations for installing camera traps. 3) Used the risk level map overlaid with a 1 x 1 km² grid to plan the priority of areas of responsibility for patrol units 1-4 as follows: Patrol Unit 1, highest risk area 4.6976 km² (85 grid cells); Patrol Unit 2, highest risk area 11.3792 km² (127 grid cells); Patrol Unit 3, highest risk area 22.0832 km² (151 grid cells) and Patrol Unit 4, highest risk area 19.92 km² (137 grid cells)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่งแด่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภพ แพงวังทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการศึกษาวิจัย ชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิติ เอี่ยมชื่น รองศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล จี้ฟู และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่ง สละเวลาในการให้คำปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน ได้แก่ ท่านหัวหน้า ผู้ช่วย และเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยในการวิเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศประยุกต์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจและความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา รวมทั้งขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการศึกษาคุณค่าและประโยชน์อันใดที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

จิรภัทร กันธิยาใจ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 7

1.6 กรอบแนวคิด 7

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท 10

2.2 ไม้ชิงชันและไม้ประดู่ 14

2.3 สถานการณ์การลักลอบทำไม้ชิงชันและประดู่และนโยบายรัฐบาล 22

2.4 ภูมิสารสนเทศศาสตร์ 26

2.5 การวิเคราะห์ซ้อนทับ 30

2.6 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ 32

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 51
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา 51
3.2 การรวบรวมข้อมูล 52
3.3 ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้ 53
3.4 วิธีการศึกษา 57
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล/ผลการทดลอง/ผลการวิจัย 63
4.1 การนำเข้าข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัย 63
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัย 71
4.3 การวางมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท 89
บทที่ 5 บทสรุป 106
สรุปผลการวิจัย 106
อภิปรายผลการวิจัย 108
ข้อเสนอแนะ 110
บรรณานุกรม 113
ภาคผนวก 120
ประวัติผู้วิจัย 124

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การแบ่งชุดลาดตระเวนของหน่วยงานในสังกัดอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท 4

ตาราง 2 สัดส่วนความสูงเฉลี่ยและค่าสัดส่วนพื้นที่ในแต่ละช่วงชั้นความลาดชัน..... 11

ตาราง 3 ค่าสัดส่วนพื้นที่ในแต่ละช่วงชั้นความลาดชัน..... 12

ตาราง 4 ขนาดเนื้อที่และร้อยละของสังคมพืชป่าไม้ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท 14

ตาราง 5 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการตัดสินใจ..... 37

ตาราง 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46

ตาราง 7 ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์..... 52

ตาราง 8 ปัจจัยและการให้ค่าคะแนน..... 54

ตาราง 9 ประเมินค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ..... 59

ตาราง 10 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญรวมทั้ง 6 นาย..... 74

ตาราง 11 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 1..... 75

ตาราง 12 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 1 76

ตาราง 13 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 2 77

ตาราง 14 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 2..... 78

ตาราง 15 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 3 79

ตาราง 16 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 3..... 80

ตาราง 17 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 4..... 81

ตาราง 18 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 4..... 82

ตาราง 19 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท..... 83

ตาราง 20 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท..... 84

ตาราง 21 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท 85

ตาราง 22 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท 86
ตาราง 23 พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท 87
ตาราง 24 หลักเกณฑ์ในการตั้งจุดสกัดเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้ 92
ตาราง 25 หลักเกณฑ์ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ 96
ตาราง 26 ระดับความเสี่ยงและจำนวนของพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัด.....99
ตาราง 27 จำนวนตารางเส้นกริดแยกตามระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยง..... 103

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 พื้นที่ศึกษา 5
ภาพ 2 กรอบแนวคิด 8
ภาพ 3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและปริมาณน้ำในลำธารที่ประเมินจากแบบจำลอง 13
ภาพ 4 ต้นชิงชัน 16
ภาพ 5 ต้นประดู่ 18
ภาพ 6 เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไม้ชิงชัน และประดู่ 19
ภาพ 7 ลักษณะโครงสร้างด้านตัดขวางของไม้ชิงชัน และประดู่ 20
ภาพ 8 สีแก่นไม้และเนื้อไม้ของไม้ชิงชัน และประดู่ 21
ภาพ 9 กระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ 34
ภาพ 10 ขั้นตอนการศึกษา 62
ภาพ 11 แผนที่ตำแหน่งการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่ 64
ภาพ 12 แผนที่ตำแหน่งการเกิดคดีเกี่ยวกับการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ 65
ภาพ 13 แผนที่ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม 66
ภาพ 14 แผนที่ระยะห่างจากแหล่งชุมชน 67
ภาพ 15 แผนที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ 68
ภาพ 16 แผนที่ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่ 69
ภาพ 17 แผนที่ความลาดชัน 70
ภาพ 18 แผนที่ผลการวิเคราะห์ปัจจัย 72
ภาพ 19 แผนที่ผลการวิเคราะห์ปัจจัย 73
ภาพ 20 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ 88
ภาพ 21 แผนที่แสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งจุดสกัด 93

ภาพ 22 แผนที่ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ 95

ภาพ 24 แผนที่แสดงตารางเส้นกริดแบ่งตามระดับความเสี่ยงของพื้นที่ 102

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สถานการณ์ปัจจุบันของการลักลอบตัดไม้ประดู่ (Pterocarpus macrocarpus) และไม้ชิงชัน (Dalbergia cochinchinensis) ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยมุ่งเน้นเป็นพิเศษที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท (เตรียมการ) จังหวัดลำปาง พบว่า ปัญหาการลักลอบตัดไม้ทั้งสองชนิดทวีความรุนแรงขึ้นอย่างน่าเป็นห่วง สาเหตุหลักมาจากมูลค่าที่สูงในตลาดมืดและความต้องการที่แข็งแกร่งจากตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีนสำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์หงมู่ (Hongmu) ไม้เหล่านี้มักถูกใช้ทดแทนไม้พะยูงซึ่งหายากขึ้น การลักลอบตัดไม้มักดำเนินการโดยเครือข่ายอาชญากรรมข้ามชาติที่มีการจัดการอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเป้าไปที่ไม้ขนาดใหญ่และมีอายุมากในพื้นที่ป่าอนุรักษ์และป่าสงวน ข้อมูลจากการจับกุมล่าสุดระบุราคาในตลาดมืดเพื่อการส่งออกสูงถึงกิโลกรัมละ 1,500 บาท ขณะที่ไม้ประดู่มีราคาประมาณกิโลกรัมละ 300 บาท และปมไม้ประดู่ซึ่งมีลวดลายสวยงามเป็นที่ต้องการสูง อาจมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 2,000 บาท (ไทยพีบีเอส, 2566) ราคาไม้แปรรูปตามประกาศกรมศุลกากร (ซึ่งอาจต่ำกว่าราคาตลาดจริง) ก็สูงเช่นกัน เช่น ไม้ชิงชันแปรรูป ลูกบาศก์เมตรละ 47,730 บาท ไม้ประดู่แปรรูป ลูกบาศก์เมตรละ 25,080–40,170 บาท (ขึ้นกับขนาด) (กรมศุลกากร, 2566) การตรวจยึดไม้แต่ละครั้งมักมีมูลค่าหลายล้านบาท และมูลค่าจะเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัวเมื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ (อาจสูงถึง 10 เท่า) ไม้ชิงชันมีสถานะการอนุรักษ์ที่น่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง โดยถูกจัดอยู่ในบัญชีชนิดพันธุ์ที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (Critically Endangered) ของ IUCN และอยู่ในบัญชีหมายเลข 2 ของ CITES ซึ่งควบคุมการค้าระหว่างประเทศอย่างเข้มงวด ในขณะที่ไม้ประดู่ถูกจัดอยู่ในสถานะใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) โดย IUCN แต่ยังไม่ได้ถูกบรรจุในบัญชี CITES ทั่วโลก ช่องว่างทางกฎหมายนี้ก่อให้เกิดปัญหาในการบังคับใช้กฎหมาย เนื่องจากไม้ทั้งสองชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกันและมักถูกลักลอบขนส่งปะปนกัน ไม้ประดู่และไม้ชิงชันกลายเป็นเป้าหมายหลักทดแทนไม้พะยูง (Dalbergia bariensis หรือ Dalbergia cochinchinensis ซึ่งเป็นชื่อสามัญที่ใช้เรียกไม้ในสกุล Dalbergia หลายชนิด) ที่เริ่มหายากและเติบโตไม่ทันต่อความต้องการของตลาด การเปลี่ยนแปลงเป้าหมายของขบวนการลักลอบตัดไม้เช่นนี้ สะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบการใช้ทรัพยากรจนหมดสิ้นไปทีละชนิด (sequential depletion) กล่าวคือ เมื่อไม้ชนิดหนึ่งหายากขึ้นเนื่องจาก

การลักลอบตัดอย่างหนัก ขบวนการก็จะหันไปหาไม้ชนิดอื่นที่มีมูลค่ารองลงมา ซึ่งบ่งชี้ถึงความล้มเหลวของกลไกตลาดและความต้องการที่ไม่ยั่งยืนที่ผลักดันให้ไม้ชนิดใหม่ๆ ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์อย่างต่อเนื่อง กิจกรรมการลักลอบตัดไม้มักดำเนินการโดยเครือข่ายที่มีการจัดการอย่างเป็นระบบ ซึ่งเชื่อมโยงกับนายทุนทั้งในและต่างประเทศ มีรายงานว่าเครือข่ายการตัดไม้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนืออาจมีความเชื่อมโยงกัน เนื่องจากปริมาณไม้มีค่าในภูมิภาคอื่นลดน้อยลง ทำให้ขบวนการขยายพื้นที่เข้ามาทางภาคเหนือ ซึ่งยังคงมีไม้ชนิดที่เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศหลงเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก สถิติการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดูในพื้นที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557–ปัจจุบัน (พฤษภาคม 2568) จำนวน 84 คดี และตรวจยึด ไม้ชิงชันและประดู่แปรรูปได้จำนวน 791 แผ่น/เหลี่ยม รวมปริมาตร 86.49 ลูกบาศก์เมตร และไม้ประดู่ท่อนจำนวน 6 ท่อน รวมปริมาตร 8.72 ลูกบาศก์เมตร (อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท, 2568)

จากปัญหาลักลอบทำไม้ดังกล่าว ชี้ให้เห็นถึงสถานการณ์การบริหารจัดการพื้นที่อนุรักษ์ว่าจะต้องมีการใช้มาตรการป้องกันและปราบปรามการกระทำผิดกฎหมายว่าด้วยกรมป่าไม้ในพื้นที่อย่างเข้มข้นเพื่อเป็นการรักษาไม้มีค่าในผืนป่า หยุดยั้งพวกขบวนการลักลอบทำไม้ อีกทั้งยังเป็นการสนองต่อนโยบายของรัฐบาลที่เน้นให้ความสำคัญในเรื่องการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า มาตรการป้องกันและปราบปรามหลายอย่างได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับเครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัย มาตรการระบบลาดตระเวนโดยเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าก็เป็นอีกหนึ่งรูปแบบที่ใช้ในการป้องกันรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่มีมูลค่าสูงให้คงอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนามาเป็นระบบลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol) ซึ่งเป็นการเดินลาดตระเวนในพื้นที่ป่าอนุรักษ์อย่างเป็นระบบ ได้มีการเพิ่มศักยภาพในการป้องกัน ปราบปราม และการจัดการพื้นที่ โดยการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อวางแผน การลาดตระเวน การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ประมวลผลในมาตรฐานเดียวกันทุกที่และให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่รับผิดชอบ

การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและการสนับสนุนการวางแผนป้องกันการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท เป็นการนำเอาข้อมูลทางภูมิสารสนเทศที่ได้จากการเดินลาดตระเวนเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางภูมิสารสนเทศของปัจจัยอื่น ๆ โดยเทคนิคการซ้อนทับ มีการกำหนดค่าความสำคัญและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ เมื่อนำข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ มาซ้อนทับแล้วจะทำให้ทราบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภัยคุกคามการลักลอบตัดไม้ ซึ่งสามารถแบ่งระดับของความเสี่ยงได้ตามความหนาแน่นของปัจจัยที่ซ้อนทับกัน

(สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 3 (บ้านโป่ง), 2563) ซึ่งทำให้ทราบถึงสภาพพื้นที่ที่มีความเสี่ยง แล้วจะได้มีการกำหนดพื้นที่เสี่ยงเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนใช้มาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่และการเดินลาดตระเวนของชุดปฏิบัติการในพื้นที่ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการวางมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่และการวางแผนลาดตระเวนเชิงคุณภาพของชุดปฏิบัติการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ได้ศึกษาวิเคราะห์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จากปัจจัยหลัก 7 ปัจจัย ได้แก่

1) ปัจจัยการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่
2) ปัจจัยระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่
3) ปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม
4) ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งชุมชน
5) ปัจจัยระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ
6) ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่
7) ปัจจัยความลาดชัน

มาซ้อนทับกันโดยมีการกำหนดค่าความสำคัญและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบไปด้วยเจ้าหน้าที่ระดับผู้อำนวยการ นักวิชาการ และผู้ปฏิบัติงานของอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

1.3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

พื้นที่เตรียมการประกาศอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง ครอบคลุมท้องที่ 5 อำเภอ 13 ตำบล ได้แก่

1) อำเภอเมืองลำปาง ได้แก่ ตำบลบ้านแลง

2) อำเภองาว ได้แก่ ตำบลบ้านหวด ตำบลบ้านโป่ง ตำบลบ้านอ้อน ตำบลบ้านร้อง ตำบลนาแก และตำบลปงเตา

3) อำเภอแจ้ห่ม ได้แก่ ตำบลแจ้ห่ม ตำบลเมืองมาย ตำบลปงดอน และตำบลทุ่งผึ้ง

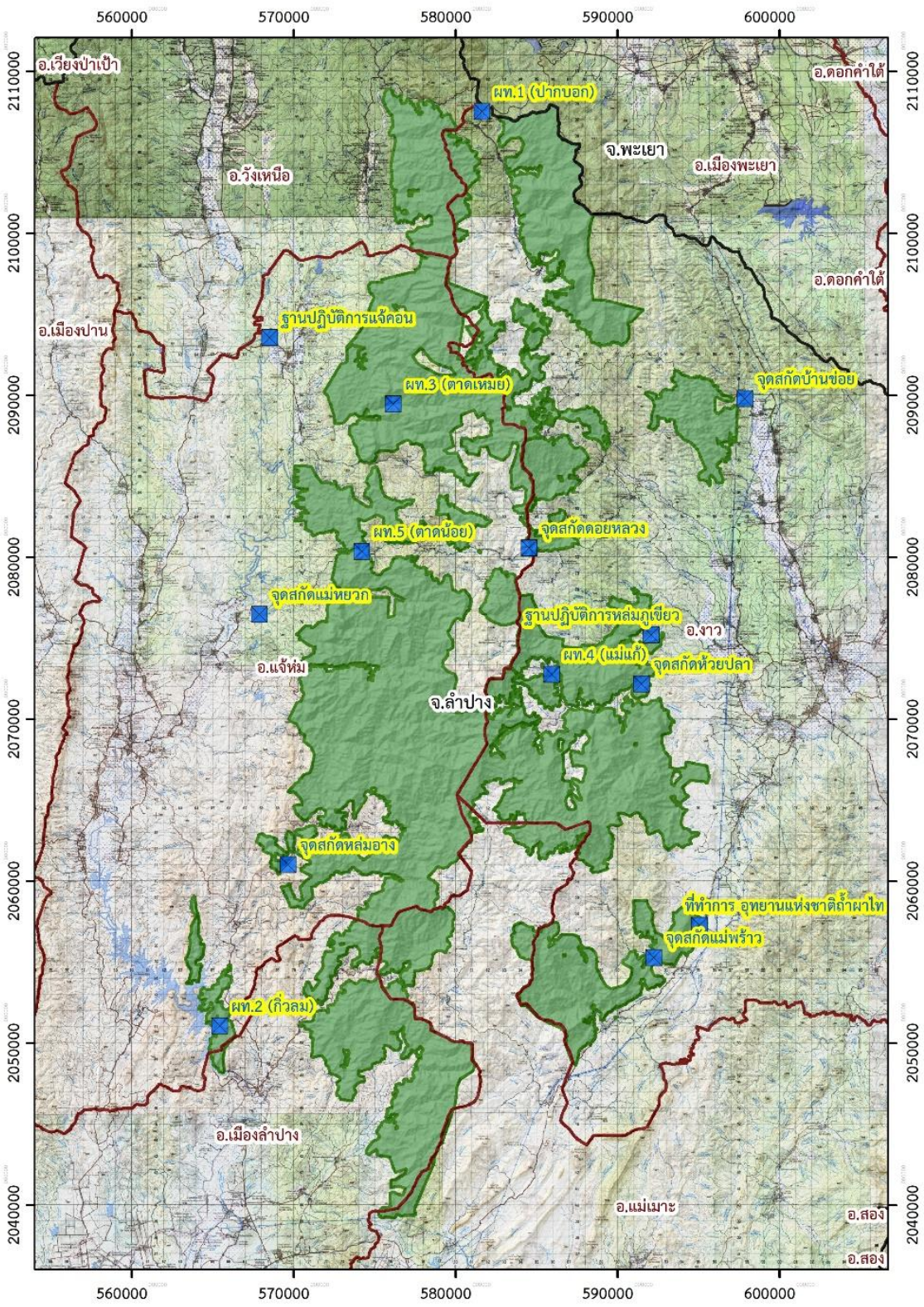
4) อำเภอแม่เมาะ ได้แก่ ตำบลบ้านดง

5) อำเภอวังเหนือ ได้แก่ ตำบลวังทอง

ในพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยงานในสังกัดอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ดังต่อไปนี้

ตาราง 1 การแบ่งชุดลาดตระเวนของหน่วยงานในสังกัดอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ชุดลาดตระเวน	ชื่อหน่วยงาน
ชุดที่ 1	หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ผท.1 (ปากบอก) ฐานปฏิบัติการหล่มภูเขียว จุดสกัดบ้านข่อย
ชุดที่ 2	หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ผท.4 (แม่แก้) จุดสกัดห้วยปลา ชุดปฏิบัติการสายตรวจส่วนกลาง จุดสกัดแม่พร้าว
ชุดที่ 3	หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ผท.3 (ตาดเหมย) ฐานปฏิบัติการแจ้คอน หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ผท.5 (ตาดน้อย) จุดสกัดดอยหลวง
ชุดที่ 4	จุดสกัดแม่หยวก หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติที่ ผท.2 (กิ่วลม) จุดสกัดหล่มอาง



ภาพ 1 พื้นที่ศึกษา

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. อุทยานแห่งชาติตามมาตรา 4 แห่งพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2562 หมายความว่า พื้นที่ที่มีความโดดเด่นสวยงามทางธรรมชาติเป็นพิเศษหรือมีความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และสัตว์ป่าหรือพืชป่าประจำถิ่นที่หายากหรือใกล้สูญพันธุ์ หรือโดดเด่นด้านธรณีวิทยา หรือมรดกทางวัฒนธรรม ที่สมควรสงวนหรืออนุรักษ์ไว้เพื่อประโยชน์ของคนในชาติหรือเพื่อเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ทางธรรมชาติหรือนันทนาการของประชาชนอย่างยั่งยืน

2. ระบบเอ็นแคป หรือ Network Centric Anti – Poaching System (NCAPS) เป็นระบบที่ประกอบด้วยกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) ที่ติดตั้งในพื้นที่ป่าไม้ เมื่อมีความเคลื่อนไหวกล้องจะบันทึกภาพและส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแจ้งมาถึงเจ้าหน้าที่ที่อยู่ภายนอกป่าเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจหรือวางแผนดำเนินการจากภาพที่ได้รับ โดยปกติกล้องดักถ่ายภาพนิยมใช้ในการศึกษาความหนาแน่นจำนวนของสัตว์ป่า เฝ้าระวังการลับลอบตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น กล้องดักถ่ายภาพจะมีหน่วยความจำในตัวเครื่องเพื่อบันทึกภาพและวิดีโอ ซึ่งกล้องดักถ่ายภาพในระบบเอ็นแคปจะสามารถส่งข้อมูลออกมาภายนอกป่าไม้ได้โดยส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายสื่อสาร เช่น ส่งข้อมูลผ่านระบบสัญญาณโทรศัพท์ เป็นต้น หลักเกณฑ์ในการพิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายระบบเอ็นแคปอย่างแรกคือ วัตถุประสงค์ของการติดตั้ง เช่น เพื่อศึกษาประชากรสัตว์ป่า เพื่อเฝ้าระวังการตัดไม้ เป็นต้น (ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูลและคณะ, 2023)

3. การลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol) คือ ระบบการเดินลาดตระเวนในพื้นที่ป่าอนุรักษ์อย่างเป็นระบบ เพิ่มศักยภาพในการป้องกันปราบปรามและการจัดการพื้นที่ โดยการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อวางแผนลาดตระเวน การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ประมวลผลในมาตรฐานเดียวกันทุกที่ โดยมีจุดมุ่งหมายให้ชุดลาดตระเวนเก็บข้อมูลจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ เช่น การเก็บร่องรอยการกระทำความผิดด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การทำไม้ การล่าสัตว์ เก็บหาของป่า และปัจจัยทางระบบนิเวศต่าง ๆ มาผสมผสานกับเทคโนโลยี เพื่อหยุดยั้ง ป้องกันการทำลายทรัพยากรป่าไม้และ สัตว์ป่า (สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์, 2563) และช่วยให้หัวหน้าหน่วยงานในพื้นที่อนุรักษ์ ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนปฏิบัติงาน ตลอดจนผู้บริหารทุกระดับสามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลใช้กำหนดนโยบาย วางแผนบริหารจัดการพื้นที่อนุรักษ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักข่าวไทยแลนด์พลัส, 2568)

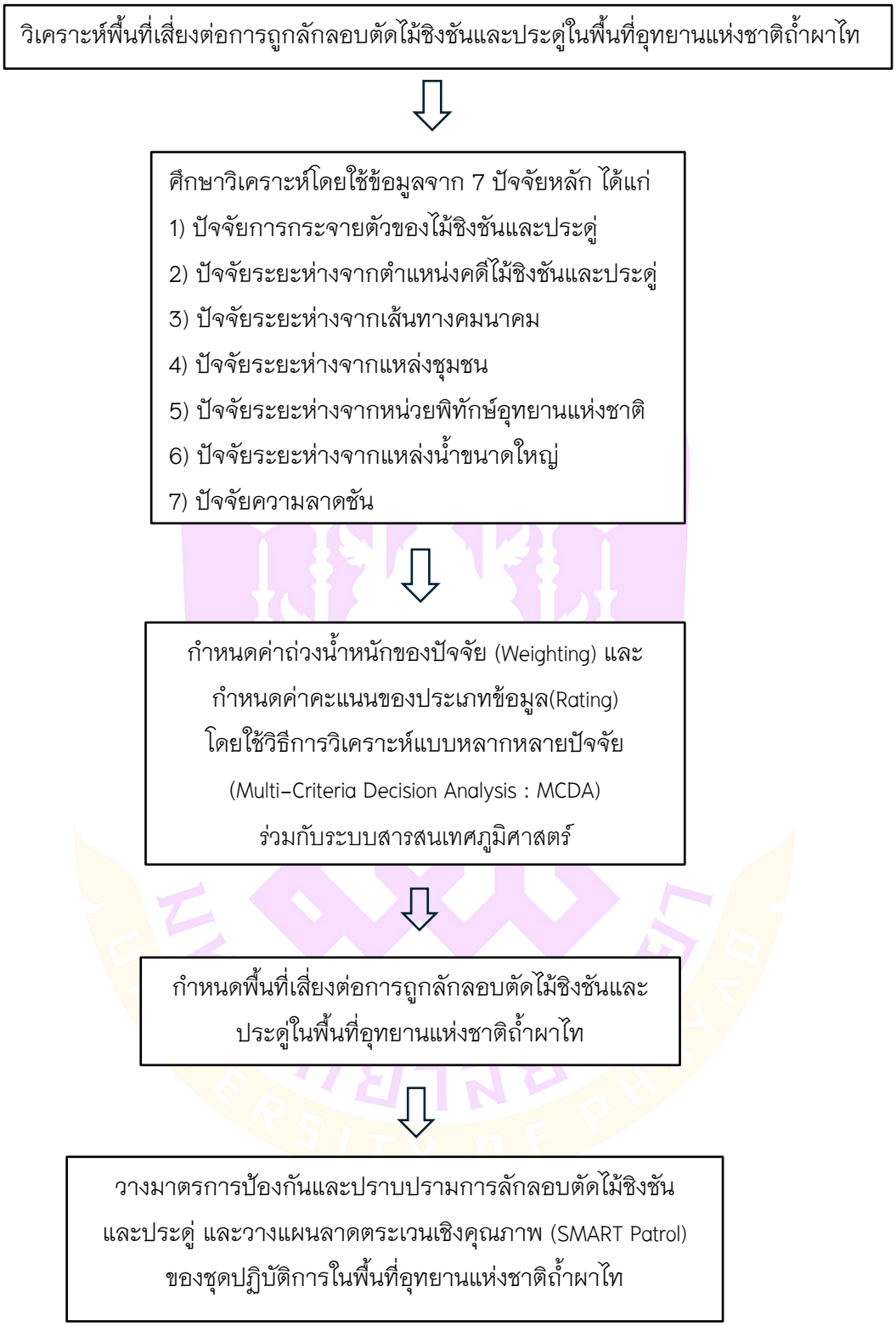
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงพื้นที่เสี่ยงและจุดที่ต้องเฝ้าระวังต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

2. สามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่และการวางแผนลาดตระเวนเชิงคุณภาพของชุดปฏิบัติการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

1.6 กรอบแนวคิด

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการวางแผนป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท มีกรอบแนวคิดในการศึกษา คือการใช้ GIS เพื่อจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่โดยพิจารณาจาก 7 ปัจจัย ร่วมกับ MCDA (การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์) โดยเฉพาะเทคนิค SAW (Simple Additive Weighting) และ AHP (Analytic Hierarchy Process) เพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการลักลอบตัดไม้ แล้วนำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ผ่านการให้น้ำหนักแล้วมาซ้อนทับกัน (Overlay) ใน GIS เพื่อสร้าง “แผนที่ความเสี่ยง” (Risk Map) ซึ่งจะชี้เป้าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงที่ควรให้ความสำคัญในการลาดตระเวนป้องกันและปราบปรามเพื่อสนับสนุนการวางแผนลาดตระเวนและจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพ 2 กรอบแนวคิด

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง โดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะได้ใช้เป็นแนวทางในการวางมาตรการป้องกันและปราบปรามของเจ้าหน้าที่ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญโดยแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้

1. อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท
2. ไม้ชิงชันและประดู่
3. นโยบายรัฐบาลและสถานการณ์การลักลอบทำไม้ชิงชันและประดู่
4. ภูมิสารสนเทศศาสตร์
5. การวิเคราะห์ซ้อนทับ
6. กระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-criteria Decision Analysis (MCDA))
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

2.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ปี พ.ศ. 2518 จัดตั้งเป็นวนอุทยานถ้ำผาไท

ปี พ.ศ. 2532 คำสั่งกรมป่าไม้ที่ 1627/2532 ให้ นายพูนสถิตย์ วงศ์สวัสดิ์ นักวิชาการป่าไม้ 5 กองอุทยานแห่งชาติดำเนินการสำรวจเพิ่มเติมและจัดตั้งพื้นที่ป่าบริเวณวนอุทยานถ้ำผาไทและบริเวณป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ยาง–ป่าแม่อาง ป่าแม่ต๋ำ–ป่าแม่มาย ป่าแม่งาวฝั่งขวา และป่าแม่โป่งในท้องที่อำเภอเมือง อำเภอแจ้ห่ม และอำเภองาว จังหวัดลำปาง เพื่อประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติ

ปี พ.ศ. 2534 ผลการสำรวจพื้นที่พบว่าเป็นป่าธรรมชาติที่ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์มีสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติหลายแห่ง จึงได้ขออนุมัติใช้ชื่ออุทยานแห่งชาติตามหนังสือที่ กษ 0713 (ผท)/20 ลงวันที่ 1กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534 ว่าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ซึ่งนายไพโรจน์ สุวรรณกร อธิบดีกรมป่าไม้ อนุมัติให้ใช้ชื่อ “อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท” เมื่อวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2534

ปี พ.ศ. 2566 มีสถานะเป็นพื้นที่เตรียมการประกาศอุทยานแห่งชาติ มีพื้นที่รับผิดชอบจำนวน 1,200.48 ตารางกิโลเมตร หรือ 750,301 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 5 อำเภอ 17 ตำบล ของจังหวัดลำปาง ได้แก่ อำเภอเมืองลำปาง อำเภองาว อำเภอแจ้ห่ม อำเภอแม่เมาะ และอำเภอวังเหนือ

ปี พ.ศ. 2567 มีการปรับแก้ไขพื้นที่รับผิดชอบลดลงเหลือจำนวน 718.26 ตารางกิโลเมตร หรือ 448,910 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 5 อำเภอ 13 ตำบล ของจังหวัดลำปาง ครอบคลุมพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จำนวน 8 ป่า ได้แก่ ป่าขุนวังแปลงที่หนึ่ง ป่าแม่งาวฝั่งซ้าย ป่าแม่โป่ง ป่าแม่แจ้ฟ้า ป่าแม่ต๋ำและป่าแม่มาย ป่าแม่งาวฝั่งขวา ป่าแม่ยางและป่าแม่อาง และป่าแม่เมาะ

2.1.2 ลักษณะสภาพพื้นที่

ลักษณะสภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูงชันสลับซับซ้อน ภูเขาดั้งเดิมเป็นภูเขาหินปูนและภูเขาทราย ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย เทือกเขาที่สำคัญมีลักษณะเป็นแนวยาวจากทิศเหนือทางด้านตะวันตกของจังหวัดพะเยาทอดตัวลงมาทางใต้จนถึงเขตอำเภอเมืองลำปาง ตั้งอยู่ระดับความสูง 280 – 1,253 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ยอดเขาที่สูงที่สุดอยู่บริเวณยอดดอยบ่อสี่เหลี่ยม สูง 1,253 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A และชั้น 2 อยู่ระหว่างลุ่มน้ำวังและลุ่มน้ำยม ด้านตะวันตกเป็นทางน้ำไหลลงสู่แม่น้ำวัง ประกอบด้วยแม่น้ำ/ลำห้วยสายสำคัญ เช่น น้ำแม่เม่า น้ำแม่แจ้ฟ้า ห้วยแม่แมะ เป็นต้น ทางด้านตะวันออก

ไหลลงสู่แม่น้ำงาวและไหลไปสมทบกับแม่น้ำยมทางตอนเหนือของอำเภอสอง จังหวัดแพร่ ประกอบด้วย ลำห้วยสายสำคัญ เช่น ห้วยแม่พลึง น้ำแม่งาว ห้วยทาก ห้วยแม่พร้าว เป็นต้น

2.1.3 ลักษณะภูมิประเทศและความลาดชัน

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นภูเขาสูงชัน มีค่าระดับความสูงเฉลี่ยจากระดับทะเลปานกลางสูงที่สุดประมาณ 1,253 เมตร อยู่บริเวณยอดดอยบ่อสี่เหลี่ยม พื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 46.51 มีความสูงอยู่ระหว่าง 500 – 750 เมตร ส่วนความลาดชันของพื้นที่มีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 37.51 และมีค่าสูงสุดประมาณร้อยละ 63.67 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันอยู่ระหว่างช่วงร้อยละ 5 – 15 คิดเป็นประมาณร้อยละ 54.67 ของพื้นที่

ตาราง 2 สัดส่วนความสูงเฉลี่ยและค่าสัดส่วนพื้นที่ในแต่ละช่วงชั้นความลาดชัน

ช่วงชั้นความสูง (เมตร)	สัดส่วนพื้นที่ (ร้อยละ)
< 100	–
100 – 250	–
> 250 – 500	13.25
> 500 – 750	46.51
> 750 – 1,000	32.09
> 1,000	8.16

ที่มา : อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท, 2568

ตาราง 3 ค่าสัดส่วนพื้นที่ในแต่ละช่วงชั้นความลาดชัน

ช่วงชั้นความลาดชัน (ร้อยละ)	สัดส่วนพื้นที่ (ร้อยละ)
0 – 5	8.03
> 5 – 15	54.67
> 15 – 35	36.78
> 35 – 60	0.52
> 60	0.01

ที่มา : อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท, 2568

2.1.4 สภาพภูมิอากาศ

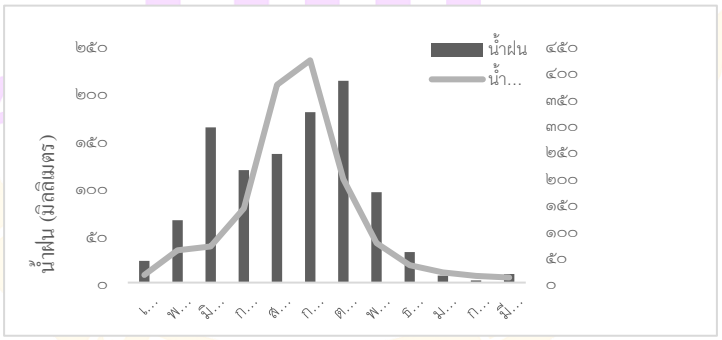
ลักษณะภูมิอากาศบริเวณอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จากการตรวจวัดสภาพอากาศในคาบ 30 ปี ระหว่างปี พ. ศ. 2537 – 2567 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีมีค่าเท่ากับ 17.5 องศาเซลเซียส โดยเดือนที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดคือเดือนเมษายน และต่ำสุดในเดือนธันวาคม มีค่าเท่ากับ 41.1 และ 9.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยตลอดปีมีค่าเท่ากับ 34.9 และ 17.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9 วัน โดยเดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมและกันยายน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18 วัน และเดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และธันวาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 วัน ปริมาณน้ำฝนรายปีมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2,985.24 มิลลิเมตร เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม และน้อยที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 772.6 และ 263.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 240.9 มิลลิเมตร/วัน

2.1.5 แหล่งน้ำและลุ่มน้ำสำคัญ

ลุ่มน้ำหลักของอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท คือ ลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยมมีลุ่มน้ำสาขา คือ ลุ่มน้ำแม่งาว ลุ่มน้ำแม่วังมีลุ่มน้ำสาขา คือ ลุ่มน้ำแม่วังตอนบน ลุ่มน้ำแม่วังตอนกลาง การจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำบริเวณอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1A คิดเป็นร้อยละ 58.78 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1B คิดเป็นร้อยละ 2.13 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 19.66 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 17.57 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 1.71 และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 0.15

ลักษณะลำห้วยบริเวณอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท พื้นที่ลุ่มน้ำยมส่วนใหญ่เป็นลำห้วยที่ไหลในทิศทางจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก มีต้นน้ำมาจากลำห้วยแม่งาว ลำห้วยแม่แป้น ลำห้วยแม่อ้อน และลำห้วยแม่หวด ไหลไปลงสู่แม่น้ำยม ส่วนลุ่มน้ำวังส่วนใหญ่เป็นลำน้ำสั้น ๆ ไหลในทิศทางจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก มีต้นน้ำมาจากลำห้วยแม่ตาก ลำห้วยแม่ปอย ลำห้วยแม่แมะ ลำห้วยแม่ตาใน ลำห้วยแม่ฟ้า ลำห้วยแม่ตา–กิ่วลม ลำห้วยแม่คิง ลำห้วยแม่มาย และลำห้วยแม่อาง ไหลไปลงสู่แม่น้ำวัง แหล่งน้ำผิวดินอื่น ๆ ที่สำคัญที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ได้แก่ เขื่อนกิ่วลม เขื่อนกิ่วคอหมา อ่างแม่ฟ้า เป็นต้น

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทั้งหมดที่อยู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท มีทั้งหมด 13 ลุ่มน้ำ คิดเป็นพื้นที่รับน้ำทั้งหมดประมาณ 5,214 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในคาบระยะเวลา 30 ปี ประมาณ 1,043.9 มิลลิเมตร เมื่อนำมาประมาณปริมาณน้ำในลำธารด้วยแบบจำลองพบว่ามีปริมาณน้ำในลำธารตลอดทั้งปีเฉลี่ยประมาณ 1,426.78 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นหน่วยความสูงได้ประมาณ 7,190 มิลลิเมตร คิดเป็นศักย์การให้น้ำท่าประมาณ 0.87 ล้านลูกบาศก์เมตร/ตารางกิโลเมตร เดือนที่มีปริมาณน้ำในลำธารสูงสุดคือเดือนกันยายน เฉลี่ยประมาณ 421.36 ล้านลูกบาศก์เมตร และเดือนที่มีปริมาณน้ำในลำธารน้อยมาก คือ เดือนมีนาคม ประมาณ 1.13 ล้านลูกบาศก์เมตร (อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท, 2565)



ภาพ 3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและปริมาณน้ำในลำธารที่ประเมินจากแบบจำลอง

2.1.6 ทรัพยากรป่าไม้

ประเภทของป่าไม้และจำแนกชนิดสังคมพืชของไม้ต้น (tree) และลูกไม้ (sapling) ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จำแนกได้ออกเป็น สังคมพืชป่าเบญจพรรณ 239.22 ตร.กม. หรือ ร้อยละ 33.31 สังคมพืชป่าเต็งรัง 73.89 ตร.กม. หรือร้อยละ 10.29 สังคมพืชป่าดิบแล้ง 237.65 ตร.กม. หรือร้อยละ 33.09 สังคมพืชดิบเขา 167.50 ตร.กม. หรือร้อยละ 23.32 แหล่งน้ำ 0.0016 ตร.กม. หรือร้อยละ 0.00

ตาราง 4 ขนาดเนื้อที่และร้อยละของสังคมพืชป่าไม้ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

สังคมพืชป่าไม้	เนื้อที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
ป่าเบญจพรรณ	239.22	33.30
ป่าเต็งรัง	73.89	10.29
ป่าดิบแล้ง	237.65	33.09
ป่าดิบเขา	167.50	23.32
แหล่งน้ำ	0.0016	0.00
รวม	**718.26**	**100.00**

ที่มา : อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท, 2568

2.2 ไม้ชิงชันและไม้ประดู่

2.2.1 ชิงชัน

ไม้ชิงชันมีชื่อพื้นเมืองว่า ประดู่ชิงชัน ดู่สะแตน เก็ดแดง อีเม็ง พยุงแกลบ กะซิบ หมากพลูตั๊กแตน Burma rosewood, Tamalan มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Dalbergia oliveri Gamble โดยมีชื่อพ้อง 2 ชื่อ D.bariensis Pierre และ D.dongnaiensis Pierre ชิงชันจัดอยู่ในสกุลไม้ชิงชัน (Dalbergia Linn.) ในอนุวงศ์ประดู่ (Papilionatae) ของวงศ์ไม้ประดู่ (Leguminosae) ไม้สกุลไม้ชิงชันมีอยู่ทั้งสิ้นประมาณ 80 ชนิด ในประเทศไทยมีประมาณ 30 ชนิด แต่ที่หวงห้ามมีเพียง 3 ชนิด คือ พะยูง (*D*.cochinchinensis) ชิงชัน (*D*.oliveri) และกระพี้เขาควาย (*D*.cultrata) มีถิ่นกำเนิดในพม่า ลาว และไทย และถูกนำไปปลูกในมาเลเซียและสิงคโปร์ เป็นที่รู้จักกันทั่วโลกว่าไม้ตระกูลนี้มีเนื้อไม้และแก่นที่สวยงาม แข็งแรง ทนทาน จึงนิยมใช้ทำเครื่องเรือน เครื่องใช้ต่าง ๆ เครื่องแกะสลัก หวี และด้ามเครื่องมือ (ชิงชัน, ม.ป.ป.)

ลักษณะทั่วไป ไม้ชิงชันจัดเป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงถึง 25 เมตร เปลือกหนา มีสีน้ำตาลเทา กะเทาะล่อนเป็นแว่นหรือแผ่นขนาดเล็ก เปลือกในสีเหลือง เนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง แก่นสีม่วงถึงน้ำตาลอมม่วง มีเส้นแทรกดำและมีเสี้ยนสน ยอดอ่อนใบอ่อนออกสีแดงเกลี้ยงหรือมีขนเบาบาง ใบเป็นช่อ ก้านช่อยาว 5–30 เซนติเมตร ส่วนมากจะมีใบประกอบย่อย 11–17 ใบ เมื่อยังเล็กจะมีลักษณะค่อนข้างกลมและมีลักษณะยาวรีหรือเรียวเป็นรูปขอบขนานแกมรูปหอก เมื่อต้นไม้มีอายุมากขึ้น ใบกว้าง 1–4 เซนติเมตร ยาว 4–8 เซนติเมตร ฐานใบกลมหรือเป็นรูปลิ่มกว้าง ๆ ปลายใบมนทู่หรือยักเว้าเล็กน้อย ด้านท้องใบจะมีสีจางกว่าหลังใบ ดอกมีสีขาวอมม่วง เกิดบนช่อดอกเชิงประกอบตามปลายกิ่ง ดอกจะเกิดพร้อมกับการผลิใบใหม่ในราวเดือนมีนาคม–พฤษภาคม เกสรผู้แยกออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 5 อัน ฝักมีลักษณะยาวรี หรือ รูปขอบขนาน กว้าง 3–3.5 เซนติเมตร ยาว 8–17 เซนติเมตร ส่วนที่หุ้มเมล็ดหนาแข็งมีลักษณะเป็นกระเปาะผิวเรียบบาง ไม่เห็นเส้นแขนง ตัวของกระเปาะกลมหรือรีเล็กน้อยนูนเด่นออกมาเห็นได้ชัด รอบ ๆ กระเปาะจะมีลักษณะคล้ายปีกแผ่กว้างออกไปเห็นได้ชัด ฝักจะแก่ประมาณสองเดือนหลังจากออกดอก เมล็ดส่วนมากจะมีเมล็ดเดียว แต่อาจพบบ้างที่มีจำนวน 2–3 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะคล้ายรูปไตสีน้ำตาล กว้าง 0.6 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร ระบบรากเท่าที่มีการศึกษาระบบรากของกล้าไม้พบว่าจะมีรากแก้วยาวมาก มีรากฝอยที่เกิดจากรากแขนงจำนวนปานกลาง และมักจะพบปมรากถั่วเกิดอยู่เสมอ

การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ พบขึ้นอยู่ในประเทศพม่า ลาว และไทย กระจายทั่วไปในป่าเบญจพรรณที่มีสภาพแห้งแล้ง (dry type) มักพบเกิดอยู่ร่วมกับไม้สักและไม้ไผ่และบ่อยครั้งก็พบในป่าเต็งรังที่เป็นดินลูกรัง ที่พบในประเทศไทยมีขึ้นอยู่ทุกภาคยกเว้นภาคใต้ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติของไม้ชนิดนี้พบว่าจะขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิใต้ร่มไม้สูงสุดระหว่าง 40° C ถึง 43° C และอุณหภูมิต่ำสุดระหว่าง 4.4° C ถึง 7.2° C มีปริมาณน้ำฝนในระหว่าง 875–2,000 มม. เกิดในบริเวณพื้นดินที่มีการระบายน้ำดีทั้งในพื้นที่ที่มีความสูงใกล้ระดับน้ำทะเลจนถึง 500 เมตร จากระดับน้ำทะเล

การใช้ประโยชน์ เนื่องจากเนื้อไม้สวยงาม มีความหนาแน่นสูง (905–1140 kg/cu.m.) มีอายุการใช้งานมากกว่า 25 ปี จึงมีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นไม้โครงสร้างในการก่อสร้าง เป็นไม้พื้นตัวถังรถ เฟอร์นิเจอร์ ด้ามเครื่องมือ เครื่องกีฬา เครื่องมือเกษตร ตกแต่งภายใน เป็นไม้ข้อต่อ ใช้ทำเสา แกะสลัก ของเล่น ไม้หมอนรถไฟ ฯลฯ นอกจากประโยชน์ที่ได้รับจากเนื้อไม้โดยตรงแล้ว ไม้ชนิดนี้ยังอาจเป็นไม้ที่ปลูกเพื่อการปรับปรุงพื้นที่ได้ เนื่องจากเป็นไม้ในตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ และจากการที่มีระบบ

รากลึกจึงทำให้สามารถทนแล้ง และสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำและธาตุอาหารพืชในระดับต่ำกว่าพืชชนิดอื่นได้ ซึ่งเป็นข้อดีในการปลูกร่วมกับพืชที่มีระบบรากตื้น (สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 (ปราจีนบุรี), 2551)

ภาพ 4 ต้นชิงชัน

ที่มา : ชิงชัน (ม.ป.ป.)

2.2.2 ประดู่

ประดู่ หรือ ประดู่ป่า (Burma padauk) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pterocarpus macrocarpus* Kurz เป็นไม้ผลัดใบขนาดใหญ่ชนิดหนึ่งในสกุล Pterocarpus วงศ์ Leguminosae มีชื่อเรียกตามท้องถิ่น ดู่ หรือ ดู่ป่า (ภาคเหนือ) ฉะนอง (เชียงใหม่) จิต๊อก (ไทใหญ่–แม่ฮ่องสอน) เตอะเลอ (กะเหรี่ยง–แม่ฮ่องสอน) ประดู่ หรือ ประดู่ป่า (ภาคกลาง) ประดู่เสน (สระบุรี ราชบุรี)

การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ พบทั่วไปในป่าเขตร้อนในประเทศอินเดีย พม่า อินโดนีเซีย ลาว ไทย กัมพูชา และทางใต้ของประเทศเวียดนาม นอกจากนี้พบในแถบแอฟริกาและอเมริกา ในที่มีลักษณะภูมิประเทศคล้ายเอเชีย ประเทศพม่าพบประดู่ป่าขึ้นอยู่ในพื้นที่ราบหรือเป็นเนินขึ้นลง และพบขึ้นในที่สูงจากระดับน้ำทะเลถึง 2,800 ฟุต (ประมาณ 750 เมตร) ในพื้นที่ที่พบประดู่มีสภาพทางธรณีวิทยาแตกต่างกันหลายแบบเช่น พวกหินไนล์ (qneiss) หินปูน (limestone) หินทราย (sandstone) และหินดินดาน (shale) บางครั้งพบขึ้นในหินศิลาแลง

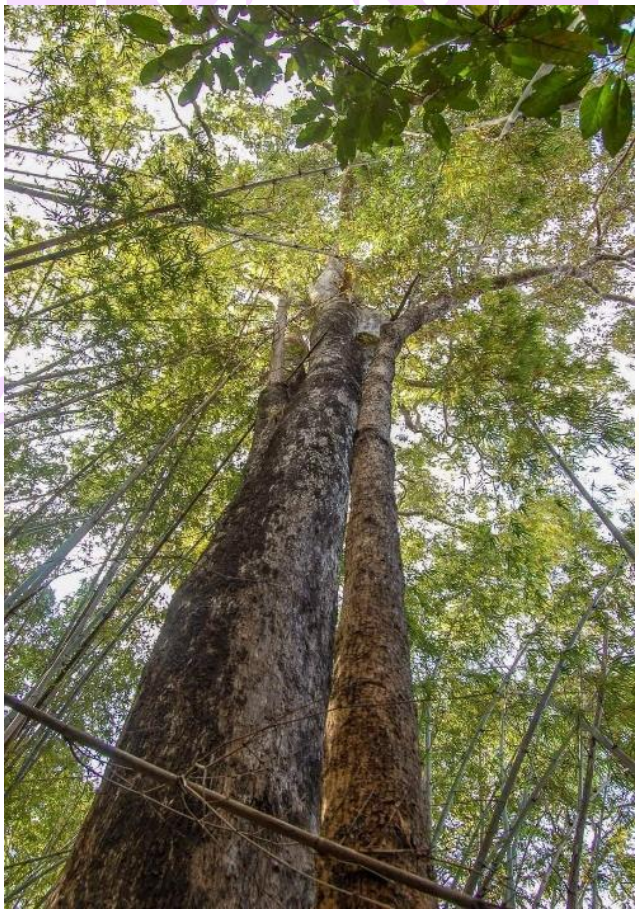
(laterite) แต่การเจริญเติบโตไม่ดี และเป็นพันธุ์ไม้ซึ่งต้องการพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี โดยทั่วไปพบมากที่สุดในดินร่วนปนทราย (sandy loam) ในดินที่มีปริมาณของทรายมากเกินไป ถึงแม้ว่าประดู่จะเจริญเติบโตจนมีขนาดใหญ่ได้ก็ตามแต่พบว่าต้นไม้มีลักษณะไม่สมบูรณ์ เช่น มีไส้กลวง เป็นต้น การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้ดีในพื้นที่ที่มีสภาพค่อนข้างแห้งและเปิดโล่งเท่านั้น ส่วนในสภาพป่าที่ชื้นและความหนาแน่นมากกว่าการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้น้อยหรือไม่มีเลย ในประเทศไทยประดู่ป่า (*P.*macrocarpus) พบขึ้นอยู่ในป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) และป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest) ในบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตกของประเทศไทยยกเว้นทางภาคใต้ พบในที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100–600 เมตร ประดู่ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่ในป่าเบญจพรรณชั้นสูง (moist upper mixed deciduous forest) ซึ่งป่าชนิดนี้จะเกิดขึ้นในระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 300–600 เมตร และมักขึ้นอยู่บนดินร่วนที่เกิดจากหินปูนหรือหินแกรนิต พบประดู่ ขึ้นปนกับพันธุ์ไม้ต่าง ๆ เช่น ไม้สัก แดง มะค่าโมง กระพี้เขาควาย ชิงชัน รกฟ้า สมอไทย ไข่เน่า สีเสียดแก่น เป็นต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ลำต้นสูง 15–30 เมตร หุ้มด้วยเปลือกหนาสีน้ำตาลซึ่งแตกสะเก็ดเป็นร่องลึก มีน้ำยางมาก เรือนยอดเป็นพุ่มกลมทึบ กิ่งก้านมักไม่ห้อยระย้าอย่างประดู่บ้าน ใบเป็นใบประกอบรูปขนนกเรียงสลับ ใบย่อยเยื้องสลับกัน 4–10 ใบ รูปไข่ถึงรูปขนานกว้าง 2.5–5 เซนติเมตร ยาว 5–15 เซนติเมตร ปลายเป็นติ่ง โคนมน ดอกมีสีเหลือง กลิ่นหอม มีกลิ่นคล้ายดอกซ่อนกลิ่น ออกเป็นช่อยาว 10–20 เซนติเมตร ตามง่ามใบ ดอกจะออกช่วงมีนาคม–พฤษภาคม ช่อดอกมีขนาดใหญ่ แต่ไม่แตกกิ่งก้านแขนงมากอย่างประดู่บ้าน (แต่ดอกจะบานแค่หนึ่งถึงสองวันเท่านั้น) ผลมีลักษณะเหมือนรูปโล่แบนบาง ตรงกลางนูนเส้นผ่าศูนย์กลาง 6–10 เซนติเมตร ผลใหญ่กว่าประดู่บ้านมาก และมีขนปกคลุมทั่วไป การขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

การใช้ประโยชน์ ไม้ประดู่เป็นไม้ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นงานก่อสร้างภายในอาคารหรือภายนอกอาคาร ซึ่งต้องการไม้ที่รับน้ำหนักน้อยจนถึงมาก เป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความแข็งแรงและความทนทานสูงที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากเนื้อไม้มีสีสวยงามสีแดงอมเหลืองถึงสีแดงอิฐแก่ มีเส้นสีแก่กว่าสีพื้น เสี้ยนสนเป็นริ้วไสกบตบแต่งและชันเงาได้ดี ในด้านคุณสมบัติการใช้ประโยชน์ไม้ประดู่ในการก่อสร้างเป็นไปอย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ยังเหมาะสมที่จะทำเฟอร์นิเจอร์และเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ปัจจุบันไม้ประดู่เป็นที่นิยมมากในการทำเฟอร์นิเจอร์ส่งออก ไม้ขนาดเล็กหรือกิ่งก้านสามารถนำไปทำไม้ปาร์เก้ ไม้ประสานแผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นไม้ชุบซีเมนต์ ฟืนและถ่านไม้ประดู่ค่าความร้อน 5,022 และ

7,539 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ เปลือกของประดู่ให้สีน้ำตาลใช้ย้อมผ้าได้และให้น้ำฝาดสำหรับฟอกหนัง แก่นให้สีดำคล้ำใช้ย้อมผ้า

ประโยชน์ในเชิงอนุรักษ์สภาพแวดล้อม ประดู่เป็นไม้ที่มีเรือนยอดกลมโตแข็งแรง กิ่งก้านสาขาเหนียวมาก มีใบดกทึบหนาแน่น ย่อมจะช่วยกันลมและเป็นที่คลุมพื้นดินให้ดินชุ่มชื้นอยู่เสมอ สิ่งสำคัญที่สุดเรือนยอดจะช่วยรองรับน้ำฝนที่ตกลงมาให้มีแรงปะทะกับหน้าดินที่เบื้องล่างให้น้อยลง หน้าดินก็จะไม่แตกกระจายไหลบ่าไปกับน้ำฝนประกอบกับมีระบบรากที่หยั่งลึกและแผ่กว้างเช่นเดียวกับเรือนยอดจะช่วยยึดดินไว้ไม่ให้ดินถูกนำกัดเซาะเกิดการพังทลายได้โดยง่าย นอกจากนี้รากของไม้ประดู่ยังมีปมใหญ่อยู่ทั่วไป มีประโยชน์ช่วยตรึงไนโตรเจนในอากาศมาเก็บไว้ในรูปของไนโตรเจน ที่เป็นประโยชน์ในดินอีกด้วย ใบที่หนาแน่น หลังจากร่วงหล่นแล้วเป็นส่วนสำคัญที่ผุพัง ทำให้เพิ่มธาตุอาหารอินทรียวัตถุแก่ดินได้อย่างมาก (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2564)



ภาพ 5 ต้นประดู่

ที่มา : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2564)

2.2.3 ลักษณะทางกายวิภาคของไม้ชิงชันและประดู่ตามการจำแนกด้วยการตรวจพิสูจน์เนื้อไม้

1. การจำแนกโดยใช้ลักษณะสัณฐานของพืช (Plant morphology features) เป็นการจำแนกไม้ที่ยังยืนต้นอยู่โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของพืช เช่น ลักษณะของ ใบ ดอก ผล เปลือก กระพี้ และแก่นไม้ ซึ่งเป็นการจำแนกได้ด้วยตาเปล่า

ลักษณะ	ไม้ชิงชัน	ไม้ประดู่
1. เปลือก	สีเทาหรือน้ำตาลเทา	สีน้ำตาลอมเทาแตกหยาบๆ เป็นร่องลึก
2. รูปร่างใบย่อย	รูปรี รูปขอบขนานแกมรูปไข่หรือรูปขอบขนานแกมรูปหอก	รูปขอบขนานแกมรูปไข่
3. จำนวนใบย่อย	10-16 ใบ	7-13 ใบ
4. สีดอก	สีขาวอมม่วงหรือม่วงคราม	สีเหลือง
5. ผล	ฝักรูปขอบขนานและแบน	ฝักกลมแบนมีปีกโดยรอบ

ภาพ 6 เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไม้ชิงชัน และประดู่

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร กรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2558)

2. การจำแนกตามลักษณะโครงสร้างไม้ (Wood identification feature) ใช้จำแนกไม้ที่ได้ถูกตัดทอนแปรรูปแล้ว เป็นการจำแนกด้วย ชนิด ลักษณะ ขนาด รูปร่าง และการเรียงตัวของเซลล์ไม้ (wood cells) ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือด้วยแว่นขยายแบบแฮนด์เลนส์ (hand lens) ที่มีกำลังขยาย 10–15 เท่า ได้แก่ เซลล์เวสเซล (vessels) หรือพอร์ (pores) พาเรงคิมา (parenchyma) และเซลล์รัศมี (ray cell)

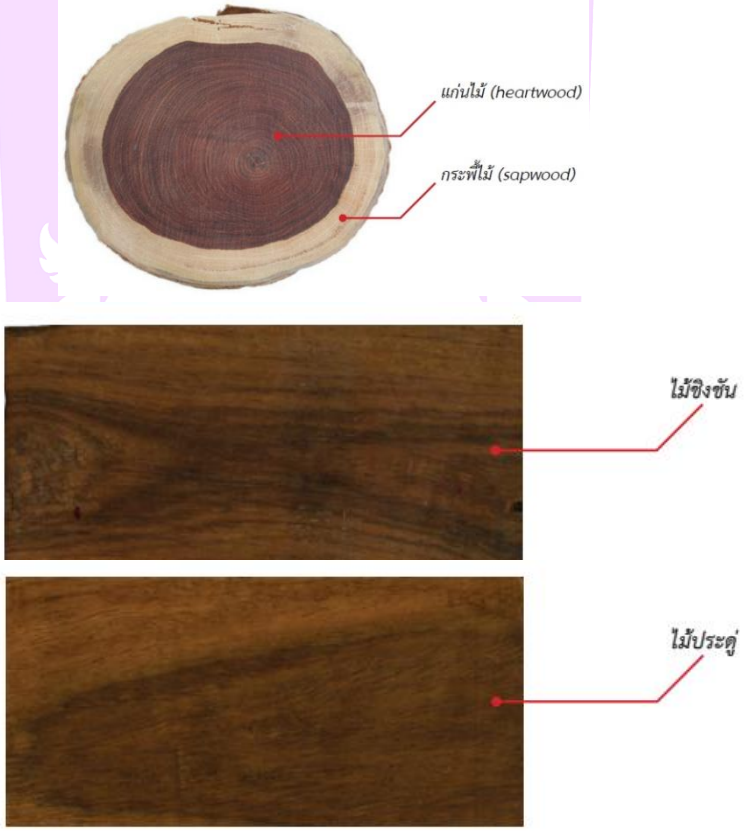
ลักษณะโครงสร้างด้านตัดขวางของไม้ชิงชัน และประดู่

ลักษณะ	ไม้ชิงชัน	ไม้ประดู่
1. การกระจายของพอร์ (porosity)	พอร์กระจาย	พอร์กระจายและกึ่งเป็นวง
2. กลุ่มของพอร์ (vessel grouping)	พอร์เดี่ยวและพอร์แฝด	พอร์เดี่ยวและพอร์แฝด
3. สิ่งที่อยู่ในพอร์ (inclusion in pores)	ไทโลส	ไทโลสและดีพอซิท
4. ประเภทของพาเรงคิมา (type of axial parenchyma)	พาเรงคิมาแบบไม่ติดพอร์	พาเรงคิมาแบบปีกและแบบปีกต่อ
5. ขนาดของพอร์ (pores size)	ใกล้เคียงกัน	แตกต่างกัน

***ภาพ 7* ลักษณะโครงสร้างด้านตัดขวางของไม้ชิงชัน และประดู่**

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร กรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2558)

3. สีของเนื้อไม้เมื่อตัดต้นไม้ที่มีอายุมากตามขวางจะเห็นเนื้อไม้มีสีเข้มอยู่บริเวณตรงกลางของลำต้นประกอบด้วยท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ที่อายุมากซึ่งไม่ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำแล้วมีสารประกอบต่างๆ เช่น แทนนิน (tannin) มาสะสมมีความแข็งมาก เรียกเนื้อไม้ที่มีสีเข้มนี้ว่าแก่นไม้ (heartwood) ส่วนกระพี้ (sapwood) จะเป็นเนื้อไม้ที่มีสีจางอยู่บริเวณด้านนอกและยังคงทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำและอาหาร ไม้ชิงชันแก่นไม้จะมีสีแดงเข้มถึงสีค่อนข้างดำ กระพี้จะมีสีขาวอมเหลือง ส่วนไม้ประดู่แก่นไม้จะมีสีแดงเข้มจนถึงสีน้ำตาลอมเหลือง กระพี้มีสีขาวอมเหลือง จะเห็นได้ว่าสีของเนื้อไม้ของไม้ชิงชันและไม้ประดู่จะมีความใกล้เคียงกัน แต่มีความผันแปรอาจเนื่องมาจากความผันแปรทางพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมที่ต้นไม้ขึ้นอยู่ เช่น ชนิดของป่า ดิน หิน ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ



ภาพ 8 สีแก่นไม้และเนื้อไม้ของไม้ชิงชัน และประดู่

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร กรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2558)

2.2.4 การกระจายพันธุ์ของไม้ชิงชันและไม้ประดู่ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

การกระจายพันธุ์ของไม้ชิงชันและไม้ประดู่ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ พบขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปในป่าเบญจพรรณที่มีสภาพแห้งแล้ง (dry type) มักพบเกิดอยู่ร่วมกับไม้สักและไม้ไผ่และบ่อยครั้งพบในป่าเต็งรังที่เป็นดินลูกรัง ซึ่งในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ พบขึ้นกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ โดยเฉพาะทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ที่พบว่าขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากบริเวณท้องที่ตำบลบ้านแลง อำเภอเมืองลำปาง ตำบลบ้านดง อำเภอแม่เมาะ และตำบลบ้านหวด อำเภองาว ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่พบว่ามีการขึ้นอยู่แบบกระจายตัว ในท้องที่ตำบลบ้านโป่ง ตำบลบ้านอ้อน และตำบลปงเตา อำเภองาว ตำบลวังทอง อำเภอวังเหนือ ทางด้านทิศเหนือของพื้นที่พบในท้องที่ตำบลบ้านร้อง อำเภองาว ส่วนทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่พบในท้องที่ตำบลปงดอน และตำบลทุ่งผึ้ง อำเภอแจ้ห่ม

2.3 สถานการณ์การลักลอบทำไม้ชิงชันและประดู่และนโยบายรัฐบาล

2.3.1 สถานการณ์การลักลอบทำไม้ชิงชันและประดู่

เนื่องด้วยสถานการณ์การลักลอบตัดไม้พะยูงวิกฤติหนักในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2547-2557) ความต้องการซื้อของไม้พะยูงมีสูงมากมาจากพ่อค้าจากประเทศจีนและด้วยสาเหตุที่แหล่งไม้พะยูงในประเทศเพื่อนบ้านไม่ว่า ลาว เวียดนามและกัมพูชา ถูกลักลอบตัดฟันเกือบหมดไปก่อนหน้านี้ ดังนั้นเป้าหมายสุดท้ายของวัตถุดิบเนื้อไม้พะยูงก็คือประเทศไทยอันเป็นแหล่งสุดท้ายของโลก จากเริ่มต้น (พ.ศ. 2537-2547) แหล่งรับซื้อตั้งราคารับซื้อลูกบาศก์เมตรละ 80,000-200,000 บาท เพิ่มสูงขึ้นเป็น 2-5 เท่าตัว (พ.ศ. 2552-2556) (ลูกบาศก์เมตรละ 200,000-500,000 บาท) จึงเป็นสาเหตุชักจูงใจแก่ผู้ลักลอบตัดไม้ถึงขั้นเสี่ยงถึงตายก็ยอมและยังมีนายทุนจากต่างชาติเข้ามาสร้างเครือข่ายตัดไม้พะยูงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์หลาย ๆ แหล่งของไทยที่ยังเป็นแหล่งไม้พะยูงที่สมบูรณ์ ไม่ว่าบริเวณกลุ่มป่าภูพาน-ภูสระดอกบัว กลุ่มป่าภูผายล-ภูสีฐาน กลุ่มป่าพนมดงรัก-ผาแต้ม กลุ่มป่าภูเขียว-น้ำหนาว และกลุ่มป่าดงพญาเย็น และเขาใหญ่ เป็นต้น ที่ผ่านมาถึงแม้เจ้าหน้าที่ได้สนธิกำลังร่วมกับทหาร ตำรวจ ปราบปรามอย่างเต็มที่แต่ก็ปรากฏว่ายังคงมีไม้ถูกตัดออกจากป่าจำนวนมากเช่นกัน ทั้งนี้เจ้าหน้าที่สามารถจับกุมและยึดไม้พะยูงของกลางไว้คิดเป็นมูลค่ามากถึง 1.9 หมื่นล้านบาท และรัฐบาลก็ไม่ให้นำไม้ออกมาขายทอดตลาด เพราะเป็นห่วงว่าจะถูกนายทุนพวกนี้มาซื้อไม้พะยูงกลับเอาไป การลักลอบตัดไม้พะยูงนั้นจะทำเป็นขบวนการโดยมีทั้งในส่วนของคนไทยเองและประชาชนจากประเทศเพื่อนบ้านโดยการลักลอบค้าไม้พะยูงข้ามพรมแดนไปสู่ตลาดมืดในประเทศเป้าหมาย (วิชาญ เอียดทอง, 2559) และเมื่อไม้พะยูงมีจำนวนเหลือน้อย

เริ่มหายากและโตไม่ทันก็จะมีการลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่เพื่อนำมาทดแทนไม้พะยูงเพิ่มมากขึ้น ข้อมูลจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช รายงานว่า 6 อันดับแรกของไม้หวงห้ามที่ถูกลักลอบตัดขายส่งไปต่างประเทศ พบว่าอันดับแรกคือ ไม้พะยูง รองลงมาคือไม้ชิงชันและไม้ประดู่ ส่วนไม้สัก ไม้แดง และไม้มะค่า ก็ถูกลักลอบตัดเป็นอันดับ 4-6 ตามลำดับ ประเด็นสำคัญที่เป็นสิ่งจูงใจให้ลักลอบตัดไม้ พบว่าสาเหตุหลักคือราคาสูง โดยไม้พะยูงมีราคาสูงที่สุดประมาณ 500,000 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนไม้ชิงชันและประดู่ราคาประมาณ 100,000 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่ไม้สัก ไม้แดง และไม้มะค่า มีราคาประมาณ 30,000 บาทต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับไม้ประดู่และไม้ชิงชันหากส่งออกไปต่างประเทศจะราคาสูงขึ้นไปอีก เนื่องจากเป็นไม้หายาก โดยไม้ประดู่พบในแถบเอเชียอาคเนย์เป็นพันธุ์ไม้พื้นบ้านดั้งเดิมของไทยและขึ้นในพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 100-600 เมตร ส่วนไม้ชิงชันพบในป่าดิบแล้งถึงป่าเบญจพรรณทั่วไป เปลือกหนาสีน้ำตาลอมเทา เนื้อไม้ภายในเป็นสีเหลือง มีความแข็งและเหนียว จึงถูกนำมาทำเป็นเครื่องเรือนและเครื่องดนตรี และไม้ชิงชันถูกขึ้นบัญชีแดงขององค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติ (IUCN) ซึ่งอยู่ในสถานะ “ถูกคุกคาม” และใกล้สูญพันธุ์ (สำนักข่าวไทย, 2561)

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 เป็นต้นมา สถานการณ์การลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่ในพื้นที่ภาคเหนือได้ทวีความรุนแรงขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ บริเวณกลุ่มป่าลุ่มน้ำปาย-สาละวิน กลุ่มป่าแม่ปิง-อมก๋อย และกลุ่มป่าศรีลานนา-ขุนตาล-ศรีสัชนาสัย สังเกตได้จากการจับกุมของเจ้าหน้าที่รัฐ พบมีการจับกุมไม้ของกลางเป็นไม้แปรรูปเหลี่ยมขนาด 8 x 8 นิ้ว ขนาดความยาวประมาณ 1.20 – 2 เมตร ได้ครั้งละไม่ต่ำกว่า 1 – 2 ลูกบาศก์เมตร จากสถิติการจับกุมคดีทำไม้ชิงชันและไม้ประดู่ที่ได้รับแจ้งจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่าคดีการจับกุมไม้ชิงชันสูงขึ้นจากเดิมถึง 2 เท่า สถานการณ์ลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่ที่รุนแรงสืบเนื่องมาจากไม้พะยูงที่ถูกลักลอบตัดในพื้นที่ภาคอีสาน เริ่มมีจำนวนเหลือน้อยลง จากการสืบสวนพบว่าการลอบตัดไม้ประดู่และไม้ชิงชันขนาดใหญ่ในเขตป่าอนุรักษ์ ป่าสงวนแห่งชาติ และนอกเขตป่า มีคำสั่งความต้องการมาจากกลุ่มทุนใหญ่ในต่างประเทศคือนายทุนลาวและนายทุนจีน โดยมีการทำกันเป็นขบวนการ มีนายทุนรายใหญ่ตัวกลาง และชาวบ้าน หลายกรณีที่พบว่าเจ้าหน้าที่รัฐคอยชี้เป้าและขายข้อมูล จนนำไปสู่การลักลอบตัดและส่งขายข้ามชาติ ทั้งในภาคเหนือ ภาคอีสาน และภาคใต้ โดยคาดว่าเครือข่ายลักลอบทำไม้ในภาคเหนือและภาคอีสานน่าจะมีความเชื่อมโยงกัน เพราะปริมาณไม้ในภูมิภาคอื่นลดน้อยลง และภาคเหนือยังมีไม้ประเภทที่ต่างประเทศต้องการจึงขยายพื้นที่มาทางภาคเหนือ (ไทยพีบีเอส, 2566) ไม้ชิงชันและประดู่จะกระจายอยู่ทางภาคเหนือตอนล่างและ

ภาคตะวันตกในจังหวัด ลำปาง แพร่ น่าน พะเยา สุโขทัย ตาก เพชรบูรณ์ และกาญจนบุรี วิธีการที่ขบวนการลักลอบขายไม้ข้ามชาติเลือกใช้คือเมื่อไม้ถูกเลื่อยในป่าสึกแล้วจะถูกชักลากออกมารวมไว้ที่บ้านของชาวบ้าน และหลายครั้งก็ถูกนำมาสร้างเป็นเพิงพักเพื่อหลบหลีกป้องกันการตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่ และเมื่อได้ไม้ในจำนวนที่เพียงพอก็จะใช้รถบรรทุกขนส่งไปยังโรงเลื่อยซึ่งเป็นของผู้มีอิทธิพล ก่อนจะหาทางลำเลียงไม้ออกตามชายแดนตามคำสั่งจากนายทุน (ช่อง 7, 2566) โดยจะมีการลำเลียงซุกซ่อนเพื่อส่งออกไปต่างประเทศทางเรือสินค้าที่ท่าเรือกรุงเทพและท่าเรือแหลมฉบัง โดยมีจุดพักเก็บในจังหวัดชัยนาท พระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ และชลบุรี บางรายใช้การลำเลียงโดยรถยนต์ไปที่จังหวัดเชียงราย หนองคาย นครพนม และมุกดาหาร เพื่อส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้านตามแนวชายแดนสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ปลายทางที่สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และสาธารณรัฐประชาชนจีน (สำนักงานตำรวจแห่งชาติ, 2563) ขณะที่กลุ่มลูกค้าที่ต้องการไม้พะยูงหันมาต้องการไม้ชิงชันและประดู่ทดแทนซึ่งเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน ราคาที่สืบทราบมีการซื้อขายกันในต้นทางกิโลกรัมละ 200 บาท เพื่อส่งออกไปประเทศจีน โดยกลุ่มลูกค้าจะเป็นผู้มีฐานะที่ต้องการไม้ชิงชันไปทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ประดับหรือใช้ในครัวเรือน เมื่อกลุ่มลูกค้าจากประเทศจีนมีความต้องการสูง ส่งผลให้ไม้ชิงชันและไม้ประดู่ในพื้นที่ประเทศไทยโดยเฉพาะในภาคเหนือถูกลักลอบตัดกันจำนวนมากขึ้นจนน่าเป็นห่วง เพราะอายุของไม้ชิงชันและไม้ประดู่ต้นหนึ่งจะต้องใช้เวลาเติบโตถึงขนาดที่จะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 20 ปีซึ่งในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทก็เป็นแหล่งของไม้ชิงชันและไม้ประดู่ที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งในภาคเหนือ เพราะมีขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วพื้นที่

2.3.2 นโยบายรัฐบาล

1. สถานภาพทางกฎหมายของไม้ชิงชันและประดู่

ไม้ชิงชัน เป็นไม้หวงห้ามประเภท ก ลำดับที่ 161 ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดไม้หวงห้าม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2565 ซึ่งออกตามความในมาตรา 9 แห่งพระราชบัญญัติป่าไม้ (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2562 ที่บัญญัติให้บรรดาไม้สัก ไม้ยาง ไม้ชิงชัน ไม้เก็ดแดง ไม้อีเม่ง ไม้พะยุงแกลบ ไม้กระพี้ ไม้แดงจีน ไม้ขะยุง ไม้ซิก ไม้กระซิก ไม้กระซิบ ไม้พะยูง ไม้หมากพลูตั๊กแตน ไม้กระพี้เขาควาย ไม้เก็ดดำ ไม้อีเฒ่า และไม้เก็ดเขาควาย ที่ขึ้นในป่า เป็นไม้หวงห้ามประเภท ก. ตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484

ไม้ประดู่ เป็นไม้หวงห้ามประเภท ก ลำดับที่ 87 ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดไม้หวงห้าม พ.ศ. 2530

2. แผนแม่บทแก้ไขปัญหาการทำลายทรัพยากรป่าไม้ การบุกรุกที่ดินของรัฐ และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน พ.ศ. 2557 มีเป้าหมายเพื่อพิทักษ์รักษาพื้นที่ป่าไม้ให้มีสภาพป่าที่สมบูรณ์ให้ได้พื้นที่อย่างน้อย 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศภายใน 10 ปี ภายใต้ยุทธศาสตร์การพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาติ 4 ประเด็นยุทธศาสตร์ 17 กลยุทธ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหยุดยั้งการตัดไม้ทำลายป่าและทวงคืนผืนป่าจากผู้บุกรุกครอบครองให้ได้ภายใน 1 ปี ให้มีระบบบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และยั่งยืนภายใน 2 ปี และฟื้นฟูสภาพป่าในพื้นที่ป่าเป้าหมายทั่วทั้งประเทศให้มีสภาพที่สมบูรณ์ภายใน 2 – 10 ปี และรัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (พลเอกสุรศักดิ์ กาญจนรัตน์) ได้มีนโยบายให้หน่วยงานรับผิดชอบดำเนินการยับยั้งไม่ให้มีการบุกรุกเพิ่มและเร่งฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมสภาพทั่วประเทศ โดยมีพื้นที่เป้าหมายในส่วนรับผิดชอบของกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช จำนวน 5.99 ล้านไร่ (กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557)

3. คำสั่งคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 64/2557 ลงวันที่ 14 มิถุนายน พุทธศักราช 2557 เรื่อง การปราบปรามและหยุดยั้งการบุกรุกทำลายทรัพยากรป่าไม้ ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการปราบปรามและจับกุมผู้บุกรุก ยึดถือ ครอบครอง ทำลาย หรือกระทำด้วยประการใด ๆ อันเป็นการทำให้เสื่อมเสียแก่สภาพป่า และดำเนินการฟื้นฟูพื้นที่ป่าที่ถูกบุกรุกทำลายให้คืนสภาพป่าไม้ที่สมบูรณ์ดังเดิมโดยประสานกับทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งภาคประชาชนและองค์กรชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างจริงจัง

4. ประกาศคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ฉบับที่ 106/2557 เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมกฎหมายว่าด้วยป่าไม้ ลงวันที่ 21 กรกฎาคม พุทธศักราช 2557 ให้แก้ไขมาตราแห่งพระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484 โดยมีสาระสำคัญ คือ แก้ไขมาตรา 7 กำหนดให้ไม้สัก ไม้ยาง ไม้ชิงชัน ไม้เก็ดแดง ไม้อีเม่ง ไม้พยุงแกลบ ไม้กระพี้ ไม้แดงจีน ไม้ขะยุง ไม้กระซิก ไม้กระซิบ ไม้พะยูง ไม้หมากพลูตั๊กแตน ไม้กระพี้เขาควาย ไม้เก็ดดำ ไม้อีเฒ่า และไม้เก็ดเขาควาย ไม่ว่าจะขึ้นอยู่ที่ใดในราชอาณาจักร ให้เป็นไม้หวงห้ามประเภท ก ไม้ชนิดอื่นในป่าจะให้เป็นไม้หวงห้ามประเภทใด ให้กำหนดโดยพระราชกฤษฎีกา และแก้ไขมาตรา 48 ภายในเขตควบคุมการแปรรูปไม้ ห้ามมิให้ผู้ใดแปรรูปไม้ ตั้งโรงงานแปรรูปไม้ ตั้งโรงค้าไม้แปรรูปมี ไม้สัก ไม้ยาง ไม้ชิงชัน ไม้เก็ดแดง ไม้อีเม่ง ไม้พยุงแกลบ ไม้กระพี้ ไม้แดงจีน ไม้ขะยุง ไม้กระซิก ไม้กระซิบ ไม้พะยูง ไม้หมากพลูตั๊กแตน ไม้กระพี้เขาควาย ไม้เก็ดดำ ไม้อีเฒ่า และไม้เก็ดเขาควาย แปรรูปไม่ว่าจำนวนเท่าใดไว้ในครอบครอง หรือมีไม้แปรรูปชนิดอื่นเป็นจำนวนเกิน 0.20 ลูกบาศก์

เมตรไว้ในครอบครอง เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงและในการอนุญาต มีการแก้ไขมาตรา 69 72 ทวิ และมาตรา 73 โดยมีการเพิ่มโทษให้หนักขึ้น และให้ยกเลิกความในลำดับที่ 53 ในช่องประเภท ก ไม้หวงห้าม ธรรมดาของบัญชีท้ายพระราชกฤษฎีกากำหนดไม้หวงห้าม พ.ศ. 2530

5. แผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาการทำลายทรัพยากรป่าไม้ การบุกรุกที่ดินของรัฐ และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน จังหวัดลำปาง พ.ศ. 2558 ได้ระบุว่าในปัจจุบัน (พ.ศ. 2558) สภาพพื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดลำปางได้ลดลงอย่างต่อเนื่องเป็นอันดับ 3 ของประเทศ สาเหตุมาจากการตัดไม้ทำลายป่าของนายทุนหรือผู้มีอิทธิพลที่หวังผลประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้และที่ดิน รวมถึงการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดินทำกินและที่อยู่อาศัยของราษฎร พื้นที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดวิกฤติ การลักลอบตัดไม้ทำลายป่าและบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่าผิดกฎหมาย ได้แก่ (1) อำเภอวังเหนือ (2) อำเภองาว (3) อำเภอแจ้ห่ม (4) อำเภอเมืองลำปาง (5) อำเภอแม่เมาะ ซึ่งรายชื่อทั้ง 5 อำเภอ อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทมีเขตพื้นที่รับผิดชอบอยู่ทั้งหมด ปัจจัยที่สำคัญที่ส่งเสริมให้มีการทำลายทรัพยากรป่าไม้และการบุกรุกครอบครองพื้นที่ป่าผิดกฎหมายของจังหวัดลำปางที่เกี่ยวกับการลักลอบทำไม้ชิงชันคือมีการลักลอบตัดไม้ทำลายป่าอยู่ในขั้นวิกฤติและมีการกระทำกันเป็นขบวนการใหญ่มีชาวต่างชาติ ผู้มีอิทธิพล และเจ้าหน้าที่ของรัฐเข้าไปเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะการลักลอบตัดไม้พะยูงในแถบภาคอีสานเพื่อส่งไปขายยังต่างประเทศ เนื่องจากไม้พะยูงมีราคาสูง ทำให้คนกล้าที่จะกระทำความผิดเพื่อแลกกับผลประโยชน์ และเมื่อไม้พะยูงมีจำนวนที่เหลือน้อยจึงทำให้เกิดการลักลอบตัดไม้ชิงชัน ไม้ประดู่ มาทดแทนมากขึ้น และลุกลามมาจนถึงภาคเหนือในปัจจุบัน ซึ่งแนวทางการป้องกันและปราบปรามปัญหาดังกล่าวที่ต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน คือการปราบปราม การลักลอบตัดไม้ที่มีนายทุนอยู่เบื้องหลังมีการทำเป็นขบวนการใหญ่ โดยมีชาวต่างชาติ ผู้มีอิทธิพล และเจ้าหน้าที่ของรัฐเข้าไปเกี่ยวข้อง โดยนำประเด็นยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ในการพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาติมาใช้ (จังหวัดลำปาง, 2558)

2.4 ภูมิสารสนเทศศาสตร์

ภูมิสารสนเทศศาสตร์ หรือ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatic/Geomatics) หมายถึง ศาสตร์สารสนเทศที่เน้นการบูรณาการเทคโนโลยีทางด้าน การสำรวจ การทำแผนที่ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าด้วยกัน เพื่อศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่บนโลก ประกอบด้วย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เทคโนโลยีทางด้านการ

รับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) และระบบการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning Systems : GPS) หรือ ระบบดาวเทียมนำทางโลก (Global Navigation Satellite System : GNSS) เพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552) เพื่อนำมาใช้บริหารจัดการข้อมูล ได้แก่ รวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ แสดงผล และนำไปสู่การวางแผนจัดการ โดยที่วิทยาการด้านการรับรู้จากระยะไกลซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ บนพื้นโลกและในชั้นบรรยากาศ เพื่อศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติได้โดยการเลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความละเอียดของภาพและประเภทของดาวเทียมหลากหลาย ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ในแต่ละเรื่อง (Wipop Paengwangthongและคณะ, 2025) นอกจากนี้ข้อมูลจากการสำรวจจากระยะไกลเป็นข้อมูลที่ได้มาอย่างรวดเร็วสามารถตอบสนองความต้องการได้ทันทีสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่วิเคราะห์ข้อมูลและประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (W. Paengwangthong, 2021) นอกจากนี้ระบบดาวเทียมนำทางโลกสามารถนำมาใช้กำหนดตำแหน่งเชิงพื้นที่และติดตามการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งของได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศจึงเป็นวิทยาการที่สำคัญที่หลายหน่วยงานได้นำมาพัฒนาประเทศในหลากหลายด้าน เช่น ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกษตร ผังเมือง การจราจรและการขนส่ง ความมั่นคงทางการทหาร ภัยธรรมชาติ และการค้าเชิงธุรกิจ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำมาประกอบการวางแผนการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2558) ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

2.4.1 องค์ประกอบหลักของระบบ GIS

จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรุงเทพมหานคร, ม.ป.ป.)

1. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์รวมไปถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เช่น ดิจิไทเซอร์ สแกนเนอร์ เครื่องพิมพ์ หรืออื่น ๆ เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล และผลิตผลลัพธ์ของการทำงาน

2. โปรแกรม คือชุดของคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Arc GIS, MapInfo ฯลฯ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานและเครื่องมือที่จำเป็นต่าง ๆ สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูล จัดการระบบฐานข้อมูล เรียกค้น วิเคราะห์ และจำลองภาพ

3. ข้อมูล คือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้ในระบบ GIS และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล โดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร

4. บุคลากร คือผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูลช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะไม่มีระบบ GIS

5. วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน คือวิธีการที่องค์กรนั้น ๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งานโดยแต่ละระบบแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการในการจัดการกับปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของหน่วยงานนั้น ๆ เอง

2.4.2 *ภาระหน้าที่หลักของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*

มีอยู่ด้วยกัน 5 อย่างดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (input) ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลงให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (digital format) เสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลในรูปแบบดิจิตอลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าเช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

2. การปรับแต่งข้อมูล (manipulation) ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาดหรือสเกล (scale) ที่แตกต่างกันหรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ในระดับเดียวกันเสียก่อน

3. การบริหารข้อมูล (management) ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพัทธ์ (RDBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้คือข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปของตารางหลายตาราง

4. การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (query and analysis) เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น ใครคือเจ้าของกรรมสิทธิ์ในที่ดินผืนที่ติดกับโรงเรียน? เมืองสองเมืองนี้มีระยะห่างกันกี่กิโลเมตร? ดินชนิดใดบ้างที่เหมาะสำหรับปลูกอ้อย? หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย เช่น ชี้เมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วเลือก (point and click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (proximity หรือ buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (overlay analysis) เป็นต้น

5. การนำเสนอข้อมูล (visualization) จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั่งระบบมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้นอีก

2.4.3 ลักษณะข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โลกมีความสลับซับซ้อนมากเกินกว่าที่จะเก็บข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับโลกไว้ในรูปข้อมูลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จึงต้องเปลี่ยนปรากฏการณ์บนผิวโลกจัดเก็บในรูปของตัวเลขเชิงรหัส (digital form) โดยแทนปรากฏการณ์เหล่านั้นด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เรียกว่า Feature ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์บนโลกแผนที่กระดาษบันทึกตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และแทนสิ่งต่าง ๆ บนโลกที่เป็นลายเส้นและพื้นที่ด้วยสัญลักษณ์แบบ จุด เส้น พื้นที่และตัวอักษร ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะใช้ feature ประเภทต่าง ๆ ในการแทนปรากฏการณ์โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. จุด (Point) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีตำแหน่งที่ตั้งเฉพาะเจาะจง หรือเพียงอย่างเดียว สามารถแทนได้ด้วยจุด (Point Feature) เช่น หมุดหลักเขต บ่อน้ำ จุดชมวิว จุดความสูง อาคาร ตึก สิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

2. เส้น (Arc) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่วางตัวไปตามทางระหว่างจุด 2 จุด จะแทนด้วยเส้น (Arc Feature) เช่น ลำน้ำ ถนน โครงข่ายสาธารณูปโภค เส้นชั้นความสูง เป็นต้น

3. พื้นที่ (Polygon)ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีพื้นที่เดียวกันจะถูกล้อมรอบด้วยเส้นเพื่อแสดงขอบเขต เช่น เขตตำบล อำเภอ จังหวัด ขอบเขตอุทยานแห่งชาติ เขตน้ำท่วม เป็นต้น (ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (Gisthai), ม.ป.ป.)

2.5 การวิเคราะห์ซ้อนทับ

การวิเคราะห์การซ้อนทับ (Overlay analysis) เป็นการวิเคราะห์โดยนำข้อมูลต่างชั้นข้อมูลกันมาประมวลผลโดยการซ้อนทับกัน ซึ่งสามารถทำวิธีการง่าย ๆ ด้วยการซ้อนทับกันบนแผ่นใส การวิเคราะห์การซ้อนทับจำเป็นต้องใช้หลายชั้นข้อมูลมาวิเคราะห์จนได้ผลที่ต้องการเป็นชั้นข้อมูลหนึ่ง เช่น การซ้อนทับระหว่างข้อมูลดิน ความลาดชัน และพืชพรรณข้อมูลเจ้าของที่ดินกับข้อมูลการประเมินภาษีที่ดิน

การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Function) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานทั่วไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักการคือการนำข้อมูลที่มีอยู่เข้ามารวมกันจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่หลากหลาย เพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา (Decision Making) หลักการในการซ้อนทับข้อมูล โดยทั่วไปในการซ้อนทับข้อมูลแผนที่จะอาศัยจุดคู่ควบ (x,y) และข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกสร้างขึ้นใหม่ หลังจากที่เราทำการ overlay ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์การซ้อนทับข้อมูลอาจจะใช้กระบวนการทางเลขคณิต (arithmetic) (เช่น การบวก ลบ คูณ หาร) หรือตรรกศาสตร์ logical (เช่น AND, OR, XOR, etc.) รูปแบบของการซ้อนทับข้อมูล ได้แก่ การทำ Buffer การตัดข้อมูล–Clip การเชื่อมต่อแผนที่–Merge การรวมข้อมูล–Dissolve การขจัดข้อมูล–Eliminate การลบข้อมูล–Erase การซ้อนทับข้อมูลแบบ Identity การซ้อนทับข้อมูลแบบ Intersect การซ้อนทับข้อมูลแบบ Union การหาระยะทางระหว่างข้อมูล 2 Theme–Near การปรับปรุงข้อมูล–Update (กลุ่มวิจัยระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ม.ป.ป)

การวิเคราะห์การซ้อนทับและการซ้อนทับข้อมูลประเภทราสเตอร์

1. การวิเคราะห์การซ้อนทับ (Overlay) เป็นการสร้างข้อมูลใหม่ขึ้นมาที่ได้มาจากการซ้อนทับของข้อมูลที่มีจำนวนตั้งแต่ 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไป หรืออาจเป็นการผสมผสานข้อมูลสารสนเทศใหม่กับข้อมูลสารสนเทศอื่นจากในชั้นข้อมูลเดิมตามเงื่อนไขที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งอาจเป็นแบบคณิตศาสตร์หรือตรรกศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง แต่ละชั้นข้อมูลจะต้องมีค่าพิกัดที่ตรงกันการซ้อนทับชั้นข้อมูลสามารถจำแนกเป็นการซ้อนทับที่กระทำกับข้อมูลเวกเตอร์ ประกอบด้วยการซ้อนทับแบบยูเนียน แบบอินเตอร์เซกชัน แบบเอกลักษณ์ (Identity) แบบผนวก (Append) การซ้อนทับเพื่อปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน

(Update) การตัดข้อมูล (Clip) และการลบข้อมูล (Erase) ในขณะที่ข้อมูลประเภทราสเตอร์ก็สามารถดำเนินการจัดระดับและซ้อนทับได้เช่นกัน โดยมีลักษณะการดำเนินการที่แตกต่างกันแต่ให้ผลการซ้อนทับที่มีความหมายลักษณะเดียวกัน เช่น การซ้อนทับที่มีน้ำหนักแต่ละชั้นข้อมูลต่างกัน (Weighted overlay) และผลรวมของน้ำหนัก (Weighted sum) เป็นต้น

2. การซ้อนทับชั้นข้อมูลประเภทราสเตอร์เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าลักษณะของข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นประกอบด้วยข้อมูลประเภทเวกเตอร์และราสเตอร์ ซึ่งในบางกรณีการเลือกใช้ข้อมูลประเภทราสเตอร์จะมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากสามารถให้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็วกว่าข้อมูลเวกเตอร์ และจากข้อจำกัดของข้อมูลเวกเตอร์ คือ เมื่อซ้อนทับชั้นข้อมูลที่มากกว่า 2 ชั้น (โดยเฉพาะชั้นข้อมูลที่มีความซับซ้อนมาก) การประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์จะสิ้นเปลืองเวลานานและต้องผ่านการปรับปรุงข้อมูลหลายครั้งกว่าจะได้ผลการศึกษาที่ต้องการในขณะที่ข้อมูลประเภทราสเตอร์การวิเคราะห์ในลักษณะของการซ้อนทับสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งสามารถทำได้พร้อมกันหลายชั้นข้อมูลในเวลาเดียวกัน ข้อสังเกตในการซ้อนทับข้อมูลราสเตอร์คือ ชั้นข้อมูลที่นำมาซ้อนทับกันต้องอ้างอิงระบบพิกัดเดียวกันและมีขนาดจุดภาพเท่ากันจึงจะได้ผลการซ้อนทับที่มีความเหมาะสม อย่างไรก็ตามการเลือกใช้งานข้อมูลประเภทใดขึ้นกับความสะดวกของงานและรูปแบบข้อมูลที่มีการจัดเก็บอยู่ ซึ่งระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้พัฒนาให้สามารถแปลงข้อมูลกลับไป–กลับมาระหว่างข้อมูลเวกเตอร์และราสเตอร์ได้ในการซ้อนทับชั้นข้อมูลประเภทราสเตอร์นั้นค่าในจุดภาพหรือตารางกริดของแต่ละชั้นข้อมูลจะถูกรวมเข้าด้วยกัน (Combine) โดยอาศัยตัวดำเนินการแบบเลขคณิต (Arithmetic) หรือตรรกะแบบบูล (Boolean) ในการสร้างคู่ใหม่ให้แก่ชั้นข้อมูลแผนที่ผสม (Composite map) เนื่องจากค่าข้อมูลที่ถูกแสดงในจุดภาพเป็นค่าตัวเลข ดังนั้น จึงสามารถวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชันพีชคณิตที่มีความซับซ้อนได้ เรียกลักษณะการใช้ฟังก์ชันพีชคณิตในการซ้อนทับนี้ว่า "พีชคณิตสำหรับแผนที่ (Map algebra)" การซ้อนทับข้อมูลราสเตอร์แบ่งออกเป็นหลายวิธีการ เช่น การซ้อนทับแบบเซลล์ราสเตอร์ (Raster cell overlay) แบบคูณและค่าสูงสุด–ต่ำสุด (Multiplication and maximumn–minimum) แบบกำหนดน้ำหนัก (Overlay using weights) แบบเมตริกซ์ (Matrix recode overlay) แบบรหัส (Overlay codes) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

– การซ้อนทับแบบเซลล์ราสเตอร์เป็นการซ้อนทับโดยอาศัยตัวดำเนินการเชิงคณิตศาสตร์ในลักษณะที่เรียกว่าพีชคณิตแผนที่ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วย การบวก (+) ลบ (–) คูณ (x) หาร (–) และอื่นๆ

– แบบคูณและค่าสูงสุด–ต่ำสุด เป็นการซ้อนทับชั้นข้อมูลโดยใช้ฟังก์ชันค่าการคูณ และการเลือกแทนค่าด้วยค่าสูงสุด หรือต่ำสุด ในการแสดงผล

– แบบกำหนดน้ำหนักเป็นการให้ค่านัยสำคัญกับชั้นข้อมูลบางชั้นหรือบางลักษณะ (Features) เช่น เมื่อพบว่าชั้นข้อมูลหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกชั้นข้อมูล เป็นต้น ระดับความสำคัญในที่นี้คือการให้ค่าน้ำหนักแก่ชั้นข้อมูลหรือค่าในจุดภาพให้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มค่าน้ำหนักให้แก่ปัจจัยที่ผู้ศึกษาให้ความสำคัญเป็นพิเศษ ข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ความลาดชัน การใช้ที่ดิน และป่าไม้ น้ำหนักใช้เป็นตัวคูณคือ 1 และ 2 ตามลำดับ เมื่อได้ชั้นข้อมูลที่กำหนดน้ำหนักแล้วจึงรวมค่าของจุดภาพเข้าด้วยกันเป็นผลลัพธ์การซ้อนทับ

– การซ้อนทับแบบเมตริกซ์ เป็นการซ้อนทับชั้นข้อมูลราสเตอร์โดยอาศัยตารางเมทริกซ์กำหนดค่ารหัสสำหรับการแทนค่าผลลัพธ์ซึ่งก่อนการซ้อนทับข้อมูลแต่ละชั้นผู้ศึกษาจำเป็นต้องจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละชั้นใหม่ก่อน ส่วนใหญ่นิยมแบ่งค่าระดับตามความเหมาะสม เช่น การแบ่งระดับที่ดินเหมาะสมกับการเพาะปลูกกำหนดค่าระดับเหมาะสมมาก (1) เหมาะสมปานกลาง (2) และเหมาะสมน้อย (3) เป็นต้น เมื่อจำแนกระดับความเหมาะสมของข้อมูลแต่ละชั้นพร้อมแล้ว จึงทำการกำหนดค่าในตารางแม่แบบเพื่อใช้ระบุค่าที่ใช้เป็นผลลัพธ์ ทั้งนี้เมตริกซ์ที่ใช้อาจกำหนดได้หลายรูปแบบ เช่น เมตริกซ์ที่มาจากการบวก ลบ คูณ และหารค่าระดับความเหมาะสม เมตริกซ์มาจากการเลือกค่าสูงสุด–ต่ำสุด และเมตริกซ์ที่มาจากการเลือกเฉพาะที่ (Selective) ซึ่งเมตริกซ์ประเภทนี้ต้องถูกกำหนดขึ้นจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ เป็นต้น

– การซ้อนทับแบบกำหนดน้ำหนัก เป็นการซ้อนทับโดยกำหนดค่าอิทธิพลที่มีต่อปัจจัยแต่ละชั้นแผนที่ เนื่องจากแต่ละปัจจัยมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ลักษณะดังกล่าวนี้จัดว่าเป็นการซ้อนทับโดยให้ค่าน้ำหนักแก่ปัจจัยประเภทหนึ่ง แต่จะแตกต่างกันตรงค่าน้ำหนักที่ใช้ถูกแบ่งตามสัดส่วนของอิทธิพลเป็นค่าร้อยละ (ชัยยงค์ บัวบาน และคณะ, 2561)

2.6 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (multi–criteria decision analysis (MCDA)) หรือ multi–criteria decision making (MCDM) คือระเบียบวิธีที่ช่วยในการสร้างการตัดสินใจกับการประเมินหลายส่วน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวิธีการที่ชัดเจนในการตอบคำถามเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ในปัจจุบันมีหลากหลายวิธีการในการแก้ปัญหาการตัดสินใจ ซึ่งแต่ละวิธีต่างมีความแม่นยำแตกต่างกัน โดยในโจทย์ปัญหาเดียวกัน ใช้วิธีวิเคราะห์แตกต่างกันก็ได้ผลลัพธ์

ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ความเหมาะสมของเหตุการณ์ และรวมไปถึงความถนัดของผู้เลือก MCDA มีวัตถุประสงค์เพื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการช่วยเหลือผู้คนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเพื่อบรรลุการตัดสินใจ นอกจากการตัดสินใจที่โปร่งใสและสม่ำเสมอมากขึ้นแล้ว MCDA ยังสามารถใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่หลากหลาย โดยคำนึงถึงความชอบของพวกเขาอย่างเป็นระบบ (Wipop Paengwangthong, 2022) ผลลัพธ์ของ MCDA ยังสามารถใช้เพื่อสื่อสารและให้เหตุผลในการตัดสินใจขั้นสุดท้ายแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (1000minds, 2023) ดังนั้น การตัดสินใจที่พิจารณาหลายเกณฑ์ จึงเกี่ยวข้องกับปัญหาการตัดสินใจที่ ผู้ตัดสินใจต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้การพิจารณาหลายเกณฑ์ร่วมกันโดยเกณฑ์ที่ใช้ ในการพิจารณาต้องมีคุณสมบัติที่ไม่ได้ไปในทิศทางเดียวกัน (Conflicting Criteria) (สถาพร โอภาสานนท์, 2566)

2.6.1 กระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

กระบวนการตัดสินใจเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimal Solution) สามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

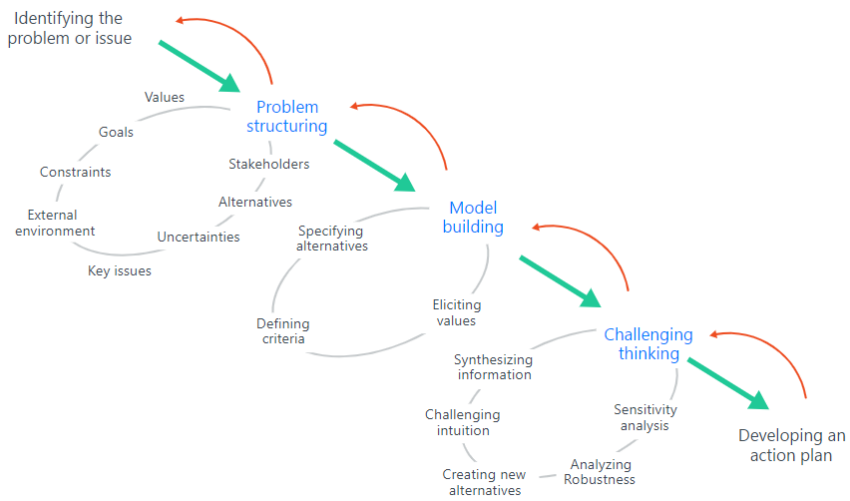
1. การระบุปัญหา (Problem Recognition) การระบุปัญหาถือเป็นขั้นตอนเริ่มต้นเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานของปัญหา ได้แก่ สาเหตุที่ต้องมีการตัดสินใจ ระดับของการตัดสินใจ ตลอดจนให้ทราบถึงสภาพของปัญหา และผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นโดยผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้และเกณฑ์ที่จะใช้ในการประกอบการตัดสินใจต่อไป

2. การพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ (Identification of Alternatives) จากข้อมูลพื้นฐานของปัญหาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำไปสู่การระบุทางเลือกในการตัดสินใจ (Alternatives) ทั้งนี้ผู้ตัดสินใจไม่จำเป็นต้องพิจารณาทุกทางเลือกที่มีอยู่ทั้งหมด แต่ให้พิจารณาเฉพาะทางเลือกที่เป็นไปได้ (Feasible Alternatives/Solutions) ซึ่งเป็นทางเลือกที่ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกได้จริงในทางปฏิบัติโดยไม่ติดเงื่อนไขหรือข้อจำกัดใด

3. การวิเคราะห์ศักยภาพของแต่ละทางเลือก (Alternative Analysis) หลังจากที่รวบรวมทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด จึงทำการวิเคราะห์ศักยภาพของแต่ละทางเลือกโดยมีขั้นตอนสำคัญคือ การระบุเกณฑ์ (Criteria) ที่จะใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้จะต้องสอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนการระบุปัญหาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุที่แท้จริงแล้วจึงทำการสำรวจข้อมูลเพื่อประเมินศักยภาพของทางเลือกเปรียบเทียบในแต่ละเกณฑ์

4. การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Choice Process) หากเป็นการตัดสินใจที่มีเพียงเกณฑ์เดียว (Single Criterion Decision–Making) การเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสามารถทำได้ง่ายเพียงแค่เปรียบเทียบศักยภาพของทางเลือกทั้งหมดและทำการเลือกทางเลือกที่มีศักยภาพในเกณฑ์ที่พิจารณาสูงที่สุด

5. การประเมินผลทางเลือกหลังการตัดสินใจ (Post–Choice Evaluation) หลังจากที่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผลของทางเลือกว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ โดยหากไม่เป็นตามที่ต้องการกระบวนการตัดสินใจก็จะย้อนกลับไปที่ขั้นตอนที่ 1 คือ การระบุปัญหาแล้วจึงทำกระบวนการตัดสินใจใหม่อีกครั้งจนกว่าจะได้ทางเลือกที่สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุดมากที่สุด (วิจัย บุญญานุสิทธิ์ และคณะ, 2564)



ภาพ 9 กระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

ที่มา : (1000minds, 2023)

2.6.2 เทคนิคในการแก้ไขปัญหาการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

เป้าหมายของการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะคือ การเรียงลำดับทางเลือกที่เหมาะสมและเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดซึ่งมีกฎเกณฑ์การตัดสินใจหลายกฎเกณฑ์ โดยวิธีการที่นิยมใช้กัน ได้แก่ 1) วิธีการวิเคราะห์แบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย 2) กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น และ 3) เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (อภิรดี สรวิสูตร, 2016) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) วิธีการนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายใช้แนวคิดในการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Weighted Linear Combination: WLC) หรือแนวคิดการให้คะแนน (Scoring methods) ซึ่งใช้หลักการบนพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย โดยจะให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ ผลรวมค่าคะแนนในแต่ละทางเลือกมาจากค่าน้ำหนักของข้อมูลคุณลักษณะแต่ละเรื่องสามารถนำมาเขียนสมการได้ ทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีผลรวมของค่าคะแนนมากที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ 1) กำหนดชุดของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ 2) นำข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมมาใช้วิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนัก 3) กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักตามลำดับความสำคัญให้กับข้อมูลที่ทำการสำรวจ 4) คูณค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดไว้กับข้อมูลเรื่องนั้น 5) นำข้อมูลทั้งหมดที่ผ่านการคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักแล้วมารวมกันในแต่ละทางเลือก 6) เรียงลำดับคะแนนทางเลือกจากมากไปน้อย ทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีผลคะแนนรวมมากที่สุด

2. กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) หรือกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เป็นวิธีสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกวิธีแก้ปัญหาจากทางเลือกต่าง ๆ โดยอิงตามเกณฑ์การประเมินจำนวนหนึ่ง (Thomas L Saaty, 1980) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการที่สำคัญ 3 ส่วนคือ จำแนกออกเป็นลำดับชั้น เปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจทีละคู่ และเรียงลำดับทางเลือกซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 พัฒนาลำดับชั้นการทำงานว่าจะมีการเรียงลำดับชั้นอย่างไร ซึ่งโครงสร้างของการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นประกอบด้วย 4 ส่วนเรียงลำดับ อันได้แก่ เป้าหมาย (Goal) วัตถุประสงค์ (Objective) คุณลักษณะ (Attribute) และทางเลือก (Alternative) แต่จำนวนของระดับชั้นอาจมีมากกว่า 4 ลำดับชั้น เนื่องจากวัตถุประสงค์อาจมีวัตถุประสงค์ย่อยหรือผู้ตัดสินใจอาจมีมากกว่า 1 กลุ่ม

2.2 การเปรียบองค์ประกอบที่ใช้ในการตัดสินใจทีละคู่ (Pairwise) ซึ่งเป็นการให้ค่าถ่วงน้ำหนักวิธีหนึ่งที่เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นการตัดสินใจทีละคู่เป็นการลดกระบวนการที่ซับซ้อนลงให้เหลือเพียงการตัดสินใจองค์ประกอบทีละคู่แต่ในการพิจารณาอาจต้องใช้เวลามากขึ้น โดยสามารถแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.2.1 การสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison Matrix) โดยแต่ละข้อมูลจะมีการเปรียบเทียบกัน 9 ระดับ

2.2.2 คำนวณผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละคู่ทุกคู่ หลังจากนั้นทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalize) ข้อมูล และรวมข้อมูลในแต่ละแถว ซึ่งทำให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งได้จากการพิจารณาข้อมูลแต่ละคู่

2.2.3 คำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) โดยผลการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องที่ได้ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 จึงจะถือว่าการเปรียบเทียบทีละคู่ที่ใช้มีความสมเหตุสมผล

2.2.4 รวมค่าคะแนนของแต่ละทางเลือกที่ได้และเรียงลำดับจากมากไปน้อย โดยทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีผลรวมของค่าคะแนนมากที่สุด

3. เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution: TOPSIS) เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบ MCDM เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยหลักการของเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติคือการหาทางเลือกที่มีระยะทางใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุดของแต่ละเกณฑ์และมีระยะที่ห่างไกลจากค่าที่แย่ที่สุดในแต่ละเกณฑ์ไปพร้อม ๆ กัน เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดอันดับของทางเลือกโดยอาศัยข้อมูลการประเมินผลของแต่ละทางเลือกภายใต้มุมมองของแต่ละเกณฑ์ ดังนั้น เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติจึงเหมาะสมกับเกณฑ์เชิงปริมาณที่สามารถประเมินผลทางเลือกออกมาเป็นตัวเลขได้ โดยเทคนิค TOPSIS จะพิจารณาปัจจัย 3 ประเภท ได้แก่ ปัจจัยผลประโยชน์เชิงคุณภาพ (Qualitative Benefit/Criteria) ปัจจัยผลประโยชน์เชิงปริมาณ (Quantitative Benefit Attributes/Criteria) และปัจจัยด้านต้นทุน (Cost/Criteria) โดยปัจจัยเหล่านี้จะถูกนำไปพิจารณาเพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติมีขั้นตอนการคำนวณ 6 ขั้นตอน แสดงได้ดังต่อไปนี้

1. สร้างเมทริกซ์การตัดสินใจ
2. สร้างนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์การตัดสินใจ
3. สร้างเมทริกซ์การตัดสินใจถ่วงน้ำหนัก

4. กำหนดค่าอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบ

5. คำนวณระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบของแต่ละทางเลือก

6. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุด (Closeness Coefficient Weight) (วิจัย บุญญานุสิทธิ์ และคณะ, 2564)

ตาราง 5 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการตัดสินใจ

วิธีการ	หลักการ	ข้อดี	ข้อเสีย
AHP	ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และค่าคะแนนความเหมาะสมได้จากการใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่ตามลำดับชั้นการตัดสินใจ	– ให้ผลสำรวจที่น่าเชื่อถือ – มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้น – ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลขทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบและจัดลำดับความสำคัญ –.สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้ – ใช้ได้ทั้งการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่ – ก่อให้เกิดกาประนีประนอมและการสร้างประชามติ – ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษคอยควบคุม	– การเก็บข้อมูลซับซ้อน – ใช้เวลาค่อนข้างมากในการเก็บข้อมูล เนื่องจากต้องอธิบายระดับความสำคัญอย่างละเอียดและชัดเจนให้เข้าใจตรงกันสำหรับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล – ใช้เวลาในการวิเคราะห์มากหากมีปัจจัยหลายปัจจัยจะเกิดความยุ่งยากและซับซ้อน
TOPSIS –	จัดอันดับความเหมาะสมของทางเลือก โดยการพิจารณาทางเลือกที่มีค่าเข้าใกล้ค่าที่ดีที่สุดในทางบวกและออกห่างค่าที่แย่ที่สุดในทางลบ	–เหมาะสำหรับการตัดสินใจบนเกณฑ์เชิงปริมาณ – เหมาะสำหรับการตัดสินใจที่อยู่บนทั้งเกณฑ์เชิงบวกและเชิงลบ	– หากมีทางเลือกจำนวนมากอาจเกิดความผิดพลาดในการพิจารณาทางเลือกที่มีค่าดีที่สุดหรือแย่ที่สุด
SAW	ผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคะแนนรวมของแต่ละทางเลือก	– เป็นกระบวนการที่ง่ายไม่ยุ่งยากมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง	– มีสมมติฐานว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กับระหว่างปัจจัยที่ใช้ช่วยตัดสินใจ – ความน่าเชื่อถือน้อย เพราะผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนดเกณฑ์

ที่มา : รพิกร ฉลองสัพพัญญู และ จันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ (2557)

AHP และ GIS เป็นการผสานระหว่างกระบวนการตัดสินใจแบบมีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่ที่ซับซ้อน กระบวนการทำงานของ AHP และ GIS โดยทั่วไปมีขั้นตอนดังนี้ กำหนดปัญหาเชิงพื้นที่ เลือกเกณฑ์และสร้างโครงสร้างลำดับชั้น รวบรวมข้อมูลและสร้างชั้นข้อมูล GIS เปรียบเทียบเกณฑ์แบบคู่ คำนวณค่าน้ำหนัก และวิเคราะห์การซ้อนทับ (Onlineoutput.com.2024) ในขั้นตอนการเปรียบเทียบแบบคู่ ผู้เชี่ยวชาญจะใช้มาตรวัดของ Saaty (1–9) เพื่อประเมินความสำคัญสัมพัทธ์ของแต่ละเกณฑ์ จากนั้นจึงคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของเกณฑ์นั้น ๆ ในการตัดสินใจ AHP ยังมีกระบวนการตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency Ratio – CR) เพื่อให้มั่นใจว่าการเปรียบเทียบของผู้เชี่ยวชาญมีความสมเหตุสมผล นอกจากนี้ ยังมีการปรับปรุง AHP ให้เป็น Fuzzy AHP (FAHP) เพื่อรองรับความไม่แน่นอนในความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (R. Qin, et al. 2008)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะด้วยการวิเคราะห์แบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) เพราะมีกระบวนการที่ง่ายในการวิเคราะห์ปัจจัยจำนวนหลายปัจจัยร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากเป็นที่ยอมรับกันในระดับสากลอย่างแพร่หลาย (สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน)) และมีการยอมรับว่าเป็นวิธีที่ให้ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์มากที่สุด โดยใช้ตาราง Pair wise Comparison Matrix กับสมการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนเพื่อคำนวณให้ได้ค่าน้ำหนักออกมา (Pukapu, 2009)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชัยยงค์ บัวบาน และคณะ (2561) ได้ศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกตัดไม้พะยูงในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จากปัจจัยหลัก 7 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความลาดชัน 2) ระยะห่างจากเส้นทาง 3) ระยะห่างจากชุมชน 4) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ 5) ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้พะยูง 6) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานฯ และ 7 ดัชนีผลต่างของพืชพรรณ (NDVI) โดยมีการกำหนดค่าความสำคัญและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าในแต่ละหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ผลการให้ค่าความสำคัญเพื่อกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย จากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด คือ ความลาดชัน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยาน

แห่งชาติ ระยะห่างจากชุมชน ระยะห่างจากเส้นทาง ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้พะยูง ดัชนีผลต่างของพืชพรรณ (NDVI) และระยะห่างจากแหล่งน้ำ ตามลำดับ และการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกตัดไม้พะยูงด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยคำสั่ง Raster Calculator ในแบบจำลองการวิเคราะห์ Model builder ภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการบุกรุกตัดไม้พะยูง ทั้งนี้ผลลัพธ์การวิเคราะห์ถูกจัดระดับพื้นที่เสี่ยงเป็น 5 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด พื้นที่เสี่ยงมาก พื้นที่เสี่ยงปานกลาง พื้นที่เสี่ยงน้อย พื้นที่ เสี่ยงน้อยที่สุด ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกตัดไม้พะยูง พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกน้อย ร้อยละ 29 รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกปานกลาง ร้อยละ 28 พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกน้อยที่สุด ร้อยละ 14 ตามลำดับ จะอยู่ในตอนกลางของพื้นที่ศึกษา ซึ่งค่อนข้างมีความลาดชันสูง ส่วนพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกมากและพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกมากที่สุด มีขนาดรวมกัน 627.88 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 29 ของพื้นที่ทั้งหมดจะอยู่บริเวณรอบแนวเขตของพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยอยู่ใกล้กับเส้นทาง ชุมชน และยังเป็นพื้นที่ที่เคยมีการจับกุมผู้ต้องหาและของกลางในคดีไม้พะยูง โดยอยู่ในท้องที่ที่มีการกระจายของความเสี่ยงจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้แก่ จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดนครนายก และจังหวัดสระบุรี

2. สุมิตร ช้อยเพ็ง (2551) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการถูกบุกรุกเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และปัจจัยต่างๆ ที่นำมาศึกษา ได้แก่ (1) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (2) ความลาดชัน (3) ระยะห่างจากแม่น้ำ (4) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม (5) ระยะห่างจากหมู่บ้าน (6) ลักษณะทางธรณีวิทยา (7) ลักษณะทางปฐพีวิทยา แล้วมาซ้อนทับกับข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกบุกรุกจริง ในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2550 ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถูกบุกรุกสูง ได้แก่ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถูกบุกรุกปานกลางได้แก่ ลักษณะทางปฐพีวิทยา และระยะห่างจากหมู่บ้าน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถูกบุกรุกต่ำ ได้แก่ ระยะห่างจากแม่น้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยา และความลาดชัน เมื่อวิเคราะห์พื้นที่ป่าที่อยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในระดับความเสี่ยงต่าง ๆ พบว่าพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกสูงมีพื้นทีประมาณ 2.00 ตร.กม.หรือคิดเป็นร้อยละ 0.34 พื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกปานกลางมีพื้นที่ประมาณ 37.27 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 6.38 และพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกต่ำมีพื้นที่ประมาณ 544.98 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 93.28

3. นิรันดร มรกตเขียวและคณะ (2022) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ระหว่าง พ.ศ. 2533 – พ.ศ. 2549 กำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมด้านกายภาพ และเศรษฐกิจ–สังคมกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และจัดทำแผนที่ระดับความเสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าในอนาคต ผลการศึกษาพบว่า บริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่านประกอบด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดิน 7 ประเภท คือ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ สวนป่า นาข้าว พืชไร่และพืชสวน แหล่งชุมชน และแหล่งน้ำ พื้นที่ป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลงจาก 667.97 ตารางกิโลเมตร ใน พ.ศ. 2535 เหลือ 573.57 ตารางกิโลเมตร ใน พ.ศ. 2549 หรือลดลง 94.40 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.96 โดยเปลี่ยนสภาพไปเป็น นาข้าว 8.28 ตารางกิโลเมตร พืชไร่และพืชสวน 6.22 ตารางกิโลเมตร แหล่งชุมชน 18.98 ตารางกิโลเมตร และแหล่งน้ำ 0.92 ตารางกิโลเมตร ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกรบุกรุกพื้นที่ป่าประกอบด้วย 5 ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากพื้นที่เกษตร สัดส่วนของพื้นที่ทำไร่ต่อพื้นที่เกษตร และ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกน้อยมาก พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกน้อย พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกปานกลาง พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกสูง และพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกสูงมาก ครอบคลุมพื้นที่เท่ากับ 256.38, 101.88, 121.77, 223.24 และ 383.36 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ โดยพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกน้อย และน้อยมาก เป็นพื้นที่ป่าภายในเขตอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน และเขตกันชนซึ่งอยู่ในอุทยานแห่งชาติภูกระดึง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ห่างไกลแหล่งชุมชน ส่วนพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกสูงและสูงมากพบโดยรอบพื้นที่ป่าที่มีการใช้ที่ดินเป็นแหล่งชุมชนและเกษตรกรรม

4. อาภาภรณ์ ทองเสงี่ยมและคณะ (2561) ได้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่าและการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาด้วยวิธีการแปลตีความภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสี พ.ศ. 2545 และภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต พ.ศ. 2559 เพื่อจำแนกการใช้ที่ดิน 2 ประเภท คือพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความและปรับปรุงคุณภาพของผลการแปลความเพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2559 และการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าโดยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก เพื่อวิเคราะห์หาตัวแปร

ด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่าและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่ามี 4 ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากชุมชน ความลาดชัน และทิศด้านลาด นอกจากนี้ระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกอยู่ในระดับน้อยและน้อยมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 1,098.43 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56,99 ของพื้นที่ศึกษา ในขณะเดียวกัน ระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 164.01 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.51 ของพื้นที่ศึกษา ผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลองด้วย ROC Curve พบว่ามีค่าพื้นที่ใต้เส้นกราฟเท่ากับร้อยละ 74.2 ซึ่งถือว่าแบบจำลองนี้ให้ความถูกต้องโดยรวมของการทำนาย อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี

5. ปิยมาศ วังคีรีและคณะ (2021) ได้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกและวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูค้อ–ภูกระแต จังหวัดเลย โดยใช้เทคนิคทางกายภาพการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process:AHP) ในการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกและวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูค้อ–ภูกระแต ในระยะ 3 กิโลเมตรจากแนวเขต ได้แก่ ระยะห่างจากหมู่บ้าน รองลงมาคือ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากแม่น้ำ ความลาดชัน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ชุดดิน และความสูงของพื้นที่ มีค่าคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.24, 0.23, 0.19, 0.12, 0.08 0.08 และ 0.06 ตามลำดับ ระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก แบ่งได้ 4 ระดับ คือ เสี่ยงมาก ปานกลาง น้อย และน้อยมาก ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 40.40, 46.48 13.5 และ 0.07 ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ โดยพื้นที่เสี่ยงมากกระจายอยู่ในตำบลศรีฐาน ตำบลแก่งศรีภูมิ ตำบลห้วยส้ม และตำบลห้วยสีเสียด เมื่อนำแผนที่เสี่ยงต่อการบุกรุกซ้อนทับกับจุดพิกัดคดีทางป่าไม้ที่เกิดขึ้นจริง 42 คดี พบว่า ในพื้นที่เสี่ยงมาก ปานกลาง และน้อย คิดเป็นร้อยละ 40.48, 50.00 และ 9.52 ของจุดคดีทางป่าไม้ทั้งหมดตามลำดับ

6. สุภาภรณ์ ผ่องศาลา (2559) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่งาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2545,2551 และ 2557 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 12.95 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 150.50 ของพื้นที่เกษตรกรรม ปี 2545 รองลงมาคือ พื้นที่โล่ง แหล่งน้ำ และชุมชน คิดเป็นร้อยละ 216.00, 136.36 และ 606.42 ตามลำดับ และการกำหนดพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกโดยการวิเคราะห์ทางสถิติหาความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พบจำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ตำแหน่งหมู่บ้าน ถนน ปัญหาการถือครองที่ดิน และชนิดป่า ผลการศึกษายังพบว่า มีพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกต่ำมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 87.05 ของพื้นที่ป่า รองลงมาคือพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกปานกลาง และพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกสูงคิดเป็นร้อยละ 7.85 และ 5.10 ตามลำดับ โดยพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกต่ำคือพื้นที่ป่าเบญจพรรณและมีความลาดชันสูง ส่วนพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกสูงพบในพื้นที่ป่าดิบแล้งใกล้ถนน และอยู่ในพื้นท้องที่ตำบลจางเหนือเป็นส่วนใหญ่ และเมื่อตรวจสอบความถูกต้องพบว่ามีความถูกต้องรวมร้อยละ 72.5

7. ทิพย์กมล สนสับและคณะ (2018) ได้ศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน โดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่บางประการกับการบุกรุกของป่าต้นน้ำและใช้แบบจำลองโลจิสติก (logistic model) ในการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบุกรุกของป่าต้นน้ำ ได้แก่ ระยะห่าง จากที่ดิน ที่ถือครอง ระยะห่างจากชุมชน ความลาดชัน ทิศด้านลาด ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ ระดับความสูง และระยะห่างจากแหล่งน้ำ และพบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าต้นน้ำในระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นเนื้อที่รวม 145.97 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 8.58 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา โดยกระจายอยู่ในเขตอำเภอบ่อเกลือ อำเภอปัว อำเภอแม่จริม และอำเภอทุ่งช้าง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 85.28, 33.18, 16.04 และ 11.46 ตามลำดับ มีผลการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำที่สร้างขึ้นด้วยแบบจำลองโลจิสติก มีความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80.00 และมีค่าพื้นที่ใต้กราฟ AUC (Area Under the Curve) เท่ากับ 0.88 (± 0.045) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

8. รังสรรค์ เกตุอ๊อต (2558) ได้ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกวนอุทยานภูลังกา จังหวัดพะเยา โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ร่วมกับระบบผู้เชี่ยวชาญทำการกำหนดค่าน้ำหนักด้วยวิธีวิเคราะห์ทางเลือกแบบหลายปัจจัย (Multi Criteria Analysis: MCA) เพื่อเปรียบเทียบความสำคัญของ 6 ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกป่าไม้ คือ ความลาดชัน ระยะห่างจากแม่น้ำ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากแหล่งชุมชน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล โดยศึกษาทั้งในพื้นที่วนอุทยานภูลังกาและพื้นที่แนวกันชนจากขอบเขตวนอุทยานระยะ 3 กิโลเมตร ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกมากมีพื้นที่ 18.25 ตารางกิโลเมตร

คิดเป็นร้อยละ 20.85 ซึ่งส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่ใกล้ชุมชนและเส้นทางคมนาคม พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกปานกลางมีพื้นที่ 53.08 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 60.64 และพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกน้อยมีพื้นที่ 16.2 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 18.51

9. นิติ เอี่ยมชื่น และ เกรียงไกร สีตะพันธุ์ (2020) ได้ศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนในพื้นที่รอบกว้านพะเยา จังหวัดพะเยา โดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและ 8 ปัจจัย ได้แก่ 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) โดยการซ้อนทับจะได้ผลคะแนนรวมของทุกปัจจัยเพื่อวิเคราะห์และประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ แล้วนำมาแบ่งช่วงเท่า ๆ กันออกเป็น 3 ช่วง ตามศักยภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มาก ปานกลาง และต่ำ ผลการวิเคราะห์ได้ผลลัพธ์คือพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่ำมี 9,008 ไร่ หรือร้อยละ 4 ส่วนพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำปานกลาง 107,945 ไร่ หรือร้อยละ 5 ศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสูง 94,215 ไร่ หรือร้อยละ 45 รวมทั้งหมด 211,168 ไร่ และเมื่อนำเอาพื้นที่ฟาร์มที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอยู่ก่อนมาเปรียบเทียบกับศักยภาพที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าฟื้นที่ฟาร์มเพาะเลี้ยงเกือบทั้งหมด (อยู่นอกเขตพื้นที่ศักยภาพ 2 แห่งจากทั้งหมด 70 แห่ง) อยู่ในเขตศักยภาพและมีขนาดพื้นที่มากกว่า 30 ไร่ โดยครึ่งหนึ่งของฟาร์มเพาะเลี้ยงพบในพื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมปานกลาง ขณะที่ร้อยละ 38 อยู่ในพื้นที่ศักยภาพสูง ที่เหลืออยู่ในเขตศักยภาพต่ำเพียงร้อยละ 6

10. ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูลและคณะ (2023) ได้ศึกษาโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นในการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้ในอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้มีค่า ระยะห่างจากถนนสาธารณะ ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ และความลาดชัน และกรณีที่ 2 ไม่นำปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มาพิจารณา ผลการศึกษาพบว่า กรณีที่ 1 ปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มีค่าน้ำหนัก

ความสำคัญมากที่สุด และกรณีที่ 2 ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด โดยพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพส่วนใหญ่ยังไม่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ครอบคลุมทำให้เป็นอุปสรรคต่อการติดตั้งระบบเอ็นแคป

11. รวิภาส ศิริเลิศ และ ประสงค์ สงวนธรรม (2559) ได้ศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้และวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกด้วยวิธี Equal interval กำหนดปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ รวมถึงตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ความเสี่ยงดังกล่าว เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากหมู่บ้าน ความสูงของพื้นที่ และความลาดชันของพื้นที่ สำหรับพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในพื้นที่ศึกษาอยู่ในระดับน้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และอยู่ในระดับมากที่สุด มีพื้นที่ 527.63, 466.10, 275.75, 149.29 และ 81.60 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.64, 30.60, 18.11, 9.80 และร้อยละ 5.36 ของพื้นที่ ตามลำดับ ทั้งนี้พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์อยู่ในเขตการปกครองของตำบลสหกรณ์นิคม ตำบลหินดาด ท้องที่อำเภอทองผาภูมิ พื้นที่ในเขตการปกครองของตำบลนาสวน ตำบลเขาโจด ตำบลด่านแม่แฉลบ และตำบลแม่กระบุง ท้องที่อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก ด้วยวิธี Equal interval มีค่าความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 70.67

12. ต่อลาภ คำโย และคณะ (2016) ได้ศึกษาพบว่าสังคมพืชที่พบไม้สักในธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ เป็นสังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.31 ประกอบด้วยพรรณไม้ทั้งหมด 28 วงศ์ 58 สกุล และ 76 ชนิดพันธุ์ โดยวงศ์ไม้สำคัญที่สำรวจพบมากในป่าผสมผลัดใบบริเวณนี้คือ Lamiaceae พรรณไม้ที่มีความสำคัญ(IVI) ในสังคม 5 ลำดับแรก ได้แก่ สัก (Tectona grandis) ประดู่ (Pterocarpus macrocarpus) แดง (Xylia xylocarpa) สะแกแสง (Cananga latifolia) ตะคร้อ (Schleichera oleosa) โดยมีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 119.95, 18.77, 17.08, 10.68 และ 10.20 ตามลำดับ จากการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและคุณสมบัติดินบางประการกับการปรากฏของไม้สักในพื้นที่ด้วยวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบเส้นตรงพบว่า

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในถิ่นที่ขึ้นของไม้สักที่ระดับความถูกต้องร้อยละ 62 ประกอบด้วย ความลาดชัน ระดับความสูง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ทิศด้านลาด อนุภาคดินทราย อนุภาคดินร่วน อนุภาคดินเหนียว ความเป็นกรดด่าง อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม การจำแนกศักยภาพของถิ่นที่ขึ้นของไม้สักด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่ามีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 48685.82 ไร่ 139064.73 ไร่ และ 96468.2 ไร่ ตามลำดับ

ตาราง 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้เขียน	ปี	พื้นที่ทำวิจัย	วิธีการวิเคราะห์	ปัจจัยที่ใช้
1	โครงการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกตัดไม้พะยูงในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	ชัยยงค์ บัวบาน และคณะ	2561	อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยคำสั่ง Raster Calculator ในแบบจำลองการวิเคราะห์ Model builder	7 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความลาดชัน 2) ระยะห่างจากเส้นทาง 3) ระยะห่างจากชุมชน 4) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ 5) ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้พะยูง 6) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานฯ 7) ดัชนีผลต่างของพืชพรรณ (NDVI)
2	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในอุทยานแห่งชาติภูจอง-นายอย จังหวัดอุบลราชธานี	สุมิตร ช้อยเพ็ง	2551	อุทยานแห่งชาติภูจอง-นายอย จังหวัดอุบลราชธานี	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	7 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระดับความสูง 300-400 เมตร 2) ความลาดชัน น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ 3) ระยะห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 300 เมตร 4) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม มากกว่า 4,000 เมตร 5) ระยะห่างจากหมู่บ้าน มากกว่า 10,000 เมตร 6) ลักษณะทางธรณีวิทยา ส่วนใหญ่เป็นหินภูพาน มีพื้นที่ 471.01 ตร.กม. 7) ลักษณะทางปฐพีวิทยา ส่วนใหญ่เป็นดินสภาพพื้นที่ลาดชัน มีพื้นที่ 607.34 ตร.กม.

3	การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น	นิรันดร มรกตเขียว ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ วันชัย อรุณประภารัตน์ สิริกร กาญจนสุนทร	2551	อุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก	5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ระยะห่างจากแหล่งชุมชน 2) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ 3) ระยะห่างจากพื้นที่เกษตร 4) สัดส่วนของพื้นที่ทำไรต่อพื้นที่เกษตร 5) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
4	การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่	อาภาภรณ์ ทองเสงี่ยม กาญจน์ขจร ชูชีพ รัชนี โพธิแท่น	2561	ป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่	แปลตีความภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสี พ.ศ. 2545 และ ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต พ.ศ. 2559 เพื่อจำแนกการใช้ที่ดิน 2 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความและปรับปรุงคุณภาพของผลการแปลความโดยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก	4 ปัจจัย ได้แก่ 1) ระยะห่างจากถนน 2) ระยะห่างจากชุมชน 3) ความลาดชัน 4) ทิศด้านลาด
5	การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูค้อ-ภูกระแต จังหวัดเลย	ปิยมาศ วังคีรี ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล วันชัย อรุณประภารัตน์	2564	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูค้อ-ภูกระแต จังหวัดเลย	กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	7 ปัจจัย ได้แก่ 1) ระยะห่างจากหมู่บ้าน 0-2 กิโลเมตร 2) ระยะห่างจากถนน 0-1 กิโลเมตร 3) ระยะห่างจากแม่น้ำ 0-1 กิโลเมตร 4) ความลาดชัน 0-8 เปอร์เซ็นต์ 5) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 6) ชุดดิน 7) ความสูงของพื้นที่ 240-340 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

6	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่งาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง	สุภาภรณ์ ผ่องศาลา	2558	ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่งาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุก	5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความลาดชัน 2) ตำแหน่งหมู่บ้าน 3) ถนน 4) ปัญหาการถือครองที่ดิน 5) ชนิดป่า
7	การกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน	ทิพย์กมล สนสับ วันชัย อรุณ ประภารัตน์ นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์	2561	ป่าต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองโลจิสติก (logistic model)	8 ปัจจัย ได้แก่ 1) ระดับความสูง 2) ความลาดชัน 3) ทิศด้านลาด 4) ระยะห่างจากที่ดินที่ถือครอง 5) ระยะห่างจากชุมชน 6) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม 7) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ฯ 8) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ
8	การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกวนอุทยานภูลังกา จังหวัดพะเยา	รังสรรค์ เกตุอ๊อต	2558	อุทยานภูลังกา จังหวัดพะเยา	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ร่วมกับระบบผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ทางเลือกแบบหลายปัจจัย (Multi Criteria Analysis: MCA)	6 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความลาดชัน 2) ระยะห่างจากแม่น้ำ 3) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม 4) ระยะห่างจากแหล่งชุมชน 5) การใช้ประโยชน์ที่ดิน 6) ระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล

9	การวิเคราะห์แบบหลายกฎเกณฑ์ด้วยภูมิสารสนเทศสำหรับพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรณีศึกษาพื้นที่รอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา	นิติ เอี่ยมชื่น เกรียงไกร สีตะพันธุ์	2563	รอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา	ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ร่วมกับการวิเคราะห์แบบหลากหลายปัจจัย (MCDA) โดยใช้การให้ค่าคะแนนของประเภทข้อมูล(Rating) ของแต่ละปัจจัย (Factor) และค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) แล้วนำมารวมกันด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย (SAW)	8 ปัจจัย ได้แก่ 1) ประเภทการใช้ที่ดิน 2) แหล่งน้ำ 3) ความสูง 4) ความลาดชัน 5) ลักษณะเนื้อดิน 6) ระยะห่างจากถนน 7) ระยะห่างจากชุมชน 8) พื้นที่ป่าไม้ตามกฎหมาย
10	การวิเคราะห์หลายเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งระบบเอ็นแคป	ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล ฐิติกาญจน์ เทียนสิงห์ ปลื้มปิติ งิ้มนันใจ เนรมิต สงแสง	2565	อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา	ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นในการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ	กรณีที่ 1 จำนวน 8 ปัจจัย 1. การกระจายตัวของชนิดพันธุ์ไม้มีค่า 2. ระยะห่างจากถนนสาธารณะ 3. ระยะห่างจากเส้นทางตรวจการณ์ 4. ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ 5. ระยะห่างจากแหล่งชุมชน 6. พิกัดที่เคยเกิดคดีลักลอบตัดไม้ 7. ขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ 8. และความลาดชัน กรณีที่ 2 ไม่นำปัจจัยขอบเขตสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มาพิจารณา

11	การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี	รวิภาส ศิริเลิศ และประสงค์ สงวนธรรม	2559	อุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี	นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกด้วยวิธี Equal interval กำหนดปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกและตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่	4 ปัจจัย ได้แก่ 1. ระยะห่างจากถนน 2. ระยะห่างจากหมู่บ้าน 3. ความสูงของพื้นที่ 4. ความลาดชันของพื้นที่
12	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของ ไม้สัก (Tectona grandis L.f.) ในธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่	ต่อลาภ คำโย คนิติน สมานมิตร และอานนท์ เชื้อไพบูลย์	2559	อุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่	สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและคุณสมบัติดินบางประการกับการปรากฏของไม้สักในพื้นที่ด้วยวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบเส้นตรง	13 ปัจจัย ได้แก่ 1. ความลาดชัน 2. ระดับความสูง 3. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ 4. ทิศด้านลาด 5. อนุภาคดินทราย 6. อนุภาคดินร่วน 7. อนุภาคดินเหนียว 8. ความเป็นกรดด่าง 9. อินทรียวัตถุ 10. ฟอสฟอรัส 11. โพแทสเซียม 12. แมกนีเซียม 13. แคลเซียม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทในครั้งนี้ได้วิเคราะห์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลการวางมาตรการป้องกันปราบปรามและการปฏิบัติงานของชุดลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol)

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) พร้อมระบบปฏิบัติการ Windows
2. โปรแกรมระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. โปรแกรมปฏิบัติการพื้นฐาน เช่น Microsoft Office

3.2 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมจากฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศข้อมูลเอกสาร และข้อมูลภาคสนาม แล้วนำมาประมวลหรือวัดค่าให้อยู่ในเกณฑ์ของเงื่อนไขค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยนั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในงานวิจัยมีการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ตาราง 7 ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ประเภทข้อมูล	ชั้นข้อมูล/ปัจจัย	แหล่งของข้อมูล
1) เขตการปกครอง	ขอบเขตจังหวัด อำเภอ และตำบล	กรมการปกครอง กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000
2) ขอบเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท	ขอบเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช มาตราส่วน 1 : 50,000
3) ตำแหน่งการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ปัจจัยการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท
4) ตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท
5) ข้อมูลเส้นทางในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท
6) ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งชุมชน	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท
7) ข้อมูลตำแหน่งหน่วยพิทักษ์ฯ	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท
8) ข้อมูลตำแหน่งของแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	กรมชลประทาน มาตราส่วน 1 : 50,000
9) ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM)	ความลาดชัน	SRTM ความละเอียด 30 เมตร

3.3 ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้

3.3.1 ปัจจัยที่ถูกใช้ในการศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยและด้วยสภาพของพื้นที่ ทำให้การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดปัจจัยทางกายภาพเพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จากปัจจัยดังต่อไปนี้

1) **การกระจายตัวของไม้ชิงชันและไม้ประดู่** เพราะพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของไม้ชิงชันและไม้ประดู่มากถือว่าเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้

2) **พิกัดตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและไม้ประดู่** เพราะตำแหน่งของคดีเป็นตำแหน่งที่เคยหรือใกล้ กับจุดที่เคยเกิดการตัดไม้แล้ว และอาจจะยังคงมีไม้อยู่ซึ่งอาจจะทำให้บริเวณนั้น มีโอกาสที่จะถูกเข้ามาตัดไม้อีกและพื้นที่ที่มีการเกิดคดีและมีการกระจุกตัวมากถือว่าเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้

3) **ระยะห่างจากเส้นทาง** เพราะเส้นทางคมนาคมเป็นส่วนช่วยในการเข้าถึงพื้นที่ให้มีความสะดวกยิ่งขึ้น เมื่อเข้าถึงทำได้ง่าย การขนย้ายวัตถุอุปกรณ์การลำเลียงหรือลักลอบก็จะทำได้ง่ายขึ้นและทำให้ยากต่อการตรวจสอบ

4) **ระยะห่างจากชุมชน** เพราะระยะห่างจากชุมชนและระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมเป็นปัจจัยที่มีส่วนช่วยในการเข้าถึงพื้นที่ได้อย่างสะดวกเนื่องจากธรรมชาติของคนจะเลือกพื้นที่ที่เข้าไปถึงง่ายและมีความสะดวกก่อน ระยะห่างจากหมู่บ้านซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของประชาชน เป็นปัจจัยที่สำคัญเพราะง่ายต่อการเข้าถึงพื้นที่ พื้นที่ที่อยู่ใกล้หมู่บ้านนั้นมีความเสี่ยงต่อการบุกรุกทำลายมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ห่างออกไปจากที่ตั้งหมู่บ้าน เนื่องจากการเดินทางเข้าไปในพื้นที่ได้ง่ายกว่าและใช้เวลาน้อยกว่า และเนื่องด้วยในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทมีชุมชนตั้งอยู่บริเวณโดยรอบพื้นที่จึงทำให้ผู้ศึกษาเลือกใช้ปัจจัยนี้ในการวิเคราะห์

5) **ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานฯ** เพราะหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติมีหน้าที่ในการลาดตระเวนป้องกันการลักลอบบุกรุกเข้ามาหาผลประโยชน์จากทรัพยากรในป่าถ้าพื้นที่ที่อยู่ห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติก็อาจเป็นไปได้ที่จะมีการเข้ามาบุกรุกตัดไม้

6) **ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่** เพราะแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เป็นปัจจัยในการลำเลียงเคลื่อนย้ายไม้ในกรณีพื้นที่แหล่งกระจายทรัพยากรป่าไม้อยู่ใกล้แหล่งน้ำ ส่วนแหล่งน้ำขนาดเล็ก เช่น แม่น้ำ ลำห้วย ลำธาร ที่มีอยู่ในพื้นที่จะไม่สามารถใช้ในการเคลื่อนย้ายไม้ได้เนื่องจากมีขนาดที่แคบและตื้นเขิน ดังนั้นพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำขนาดใหญ่จึงมีความเสี่ยงสูงต่อการลักลอบตัดไม้

7) **ความลาดชัน** เพราะความลาดชันในพื้นที่มีความลาดชันที่ต่างกันออกไป ในบางพื้นที่มีความความชันน้อยทำให้สามารถเข้าถึงได้ง่าย พื้นที่ที่มีความลาดชันมากทำให้มีการเข้าถึงพื้นที่ได้ยากขึ้น

ตาราง 8 ปัจจัยและการให้ค่าคะแนน

ปัจจัย	ระดับข้อมูล	ค่าคะแนน
1) การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	มีความหนาแน่นมาก	4
	มีความหนาแน่นปานกลาง	3
	มีความหนาแน่นน้อย	2
	มีความหนาแน่นน้อยมาก	1
2)ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	1 – 1,000 เมตร	4
	1,001 – 2,000 เมตร	3
	3,001 – 3,000 เมตร	2
	มากกว่า 3,000 เมตร	1
3) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	1 – 500 เมตร	4
	501 – 1,000 เมตร	3
	1,001 – 1,500 เมตร	2
	มากกว่า 1,500 เมตร	1
4) ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	1 – 1,000 เมตร	4
	1,001 – 2,000 เมตร	3
	3,001 – 3,000 เมตร	2
	มากกว่า 3,000 เมตร	1
5) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	1 – 1,000 เมตร	1
	1,001 – 1,000 เมตร	2
	2,001 – 3,000 เมตร	3
	มากกว่า 3,000 เมตร	4
6) ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	1 – 250 เมตร	4
	251 – 500 เมตร	3
	501 – 750 เมตร	2
	มากกว่า 750 เมตร	1

7) ความลาดชัน	< 10%	4
	11 – 20%	3
	21 – 35%	2
	> 35%	1

ที่มา : ดัดแปลงและปรับมาจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องก่อนหน้า

3.3.2 ปัจจัยที่ไม่ถูกใช้ในการศึกษา

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ที่ได้การศึกษางานวิจัยและไม่ถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1) **ดัชนีผลต่างพืชพรรณ NDVI** ไม่ถูกนำมาใช้เพราะข้อมูลดัชนีผลต่างของพืชพรรณเป็นส่วนที่สามารถบอกได้ว่าพืชมีความหนาแน่นไปในทิศทางใดมีปริมาณความหนาแน่นของพืชในพื้นที่มากน้อยเพียงใดซึ่งจะซ้ำซ้อนกับข้อมูลการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่ที่มีอยู่แล้ว

2) **ความสูงของพื้นที่** ไม่ถูกนำมาใช้เพราะใช้ข้อมูลการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่แล้ว ประกอบกับมีข้อมูลความลาดชันซึ่งสะท้อนถึงความยากง่ายต่อการเข้าไปลักลอบตัดไม้ ดังนั้นข้อมูลความสูงของพื้นที่จึงไม่จำเป็นต้องใช้

3) **ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา** ไม่ถูกนำมาใช้เพราะไม่ใช่ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่ แต่จะเกี่ยวข้องกับการบุกรุกป่าเพื่อถือครองทำพื้นที่อยู่อาศัยหรือเพาะปลูก

3.3.3 การจัดเตรียมปัจจัยเพื่อการวิเคราะห์

การเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลตัวแทนของปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์ความเสี่ยงนั้น ทำการจัดทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันโดยแปลงข้อมูลให้เป็นแบบราสเตอร์ (Raster) ขนาด 30 X 30 เมตร (เนื่องจากสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ประโยชน์ให้สอดคล้องกับรายละเอียดเชิงพื้นที่ของภาพถ่ายดาวเทียมและสอดคล้องกับงานวิจัยของกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุพืช) จากนั้นนำเข้าข้อมูลระบบสารสนเทศและทำการแบ่งชั้นข้อมูลปัจจัยทั้งหมดที่จัดเตรียมไว้และปรับปรุงรูปแบบให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันโดยใช้พื้นฐานอ้างอิง WGS 1984 UTM Zone 47 N

1) การจัดเตรียมปัจจัยการกระจายตัวของไม้ชิงชันและไม้ประดู่

การเตรียมปัจจัยตำแหน่งการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่จะทำโดยการใส่พิกัดของตำแหน่งที่พบไม้ชิงชันและประดู่ลงในโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้วจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ความหนาแน่นการกระจายตัว (Kernel Density) ของไม้ชิงชันและไม้ประดู่

2) การจัดเตรียมปัจจัยตำแหน่งของคดีไม้ชิงชันและไม้ประดู่

การเตรียมปัจจัยตำแหน่งของคดีไม้ชิงชันและประดู่ จะทำโดยการใส่พิกัดของตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่ที่เคยจับกุมได้ลงในโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้วจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ระยะห่าง (Buffer) จากตำแหน่งของคดีไม้ชิงชันและประดู่

3) การจัดเตรียมปัจจัยเส้นทาง

การเตรียมปัจจัยเส้นทางจะทำการตรวจสอบข้อมูลให้เป็นปัจจุบันแล้วจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ระยะห่าง (Buffer) จากเส้นทางในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

4) การจัดเตรียมปัจจัยพื้นที่ชุมชน

การเตรียมปัจจัยตำแหน่งชุมชนจะทำการตรวจสอบข้อมูลให้เป็นปัจจุบันแล้วจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ระยะห่าง (Buffer) จากชุมชน

5) การจัดเตรียมปัจจัยพื้นที่หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ

การเตรียมปัจจัยพื้นที่หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติจะทำการตรวจสอบข้อมูลให้เป็นปัจจุบันแล้วจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ระยะห่าง (Buffer) จากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ

6) การเตรียมปัจจัยแหล่งน้ำ

การเตรียมปัจจัยแหล่งน้ำจากข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมทำการตรวจสอบข้อมูลให้เป็นปัจจุบันแล้วจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ระยะห่าง (Buffer) จากแหล่งน้ำ

7) การจัดเตรียมปัจจัยความลาดชันของพื้นที่

การเตรียมปัจจัยความลาดชั้นของพื้นที่ที่ได้มาจะอยู่ในรูปแบบข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข DEM และจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ความลาดชันด้วยเทคนิค Slope Analysis

3.4 วิธีการศึกษา

3.4.1 การศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง โดยการประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDA) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ตรวจสอบเอกสารรวบรวมงานวิจัยและข้อมูลพื้นฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ เขตการปกครอง ขอบเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท เป็นต้น รวมทั้งรวบรวมการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่

2) กำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จากปัจจัยหลัก 7 ปัจจัย ได้แก่

1) ปัจจัยการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่
2) ปัจจัยระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่
3) ปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม
4) ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งชุมชน
5) ปัจจัยระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ
6) ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่
7) ปัจจัยความลาดชัน

3) จัดทำแผนที่ตามปัจจัยที่กำหนดไว้รวม 7 ปัจจัย (ได้แก่ ตำแหน่งการกระจายตัวของไม้ ตำแหน่งการเกิดคดี ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากแหล่งชุมชน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ความลาดชัน) เพื่อให้แต่ละปัจจัยมีการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ทำการจัดรูปแบบของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันโดยกำหนดข้อมูลแต่ละปัจจัยเป็นชั้นข้อมูลปัจจัยย่อยตามอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ นำเข้าข้อมูลด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากนั้นแบ่งชั้นข้อมูลของปัจจัยทั้งหมดที่จัดเตรียมไว้และทำการตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขปรับปรุงให้อยู่ในรูปแบบและมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้พื้นหลักฐานอ้างอิง WGS 1984 UTM zone 47 (ศูนย์เฝ้าระวังภัยคุกคามพื้นที่อุทยานแห่งชาติ, ม.ป.ป.)

4) วิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยความสัมพันธ์ของปัจจัยหลายปัจจัย โดยใช้วิธีการซ้อนทับกันของชั้นข้อมูล (Overlay) ซึ่งปัจจัยแต่ละตัวที่แสดงในรูปแบบข้อมูลแผนที่ดิจิตอล (Digital Map)

และแสดงฐานข้อมูล Database เพื่อให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงพื้นที่ศึกษาตามปัจจัยที่กำหนด โดยใช้การวิเคราะห์แบบหลากหลายปัจจัย (Jacek Malczewski, 1999) ให้ค่าน้ำหนักปัจจัยคูณกับค่าคะแนนของปัจจัยอย่างง่าย (SAW : Simple Average Weighting) โดยมีหลักเกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักแบบดังสมการ

$$S = (W_1R_1)+(W_2R_2)+(W_3R_3)+.. ..+(W_nR_n)$$

เมื่อ S = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด ระดับความเหมาะสม หรือ ศักยภาพของพื้นที่ หรือ ระดับความเสี่ยง

$W_{1...n}$ = น้ำหนักของปัจจัยหลัก ค่าคะแนนความสำคัญ (Weighting) ของปัจจัยที่ 1 ถึง n

$R_{1 ...n}$ = คะแนนตามลำดับความสำคัญของรายละเอียดปัจจัยย่อยค่าคะแนนระดับความสามารถ (Rating) ของปัจจัยที่ 1 ถึง n

N = จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

เมื่อได้สมการมาแล้ว จึงทำการป้อนข้อมูลสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยซอฟแวร์ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยเชื่อมโยงข้อมูลและแผนที่กับตารางข้อมูลและการทำการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยคำสั่ง Raster Calculator และใช้การแบ่งกลุ่ม Natural Breaks (Jenks) ในการแบ่งระดับความเสี่ยงของพื้นที่ โดยได้ทำการแบ่งระดับของความเสี่ยงจากการใช้ผลรวมของคะแนนทั้งหมด (S) ค่าเฉลี่ย (mean : X และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยการจัดกลุ่ม (reclassify) ออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งเกณฑ์การจัดกลุ่มดังนี้

ความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่น้อยที่สุด $S < \overline{X}-2S.D.$

ความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่น้อย $\overline{X}-S.D < S \leq \overline{X}-2S.D.$

ความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่ปานกลาง $\overline{X}-S.D \leq S \leq \overline{X}+S.D.$

ความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่มาก $\overline{X}+S.D < S \leq \overline{X}+2S.D.$

ความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่มากที่สุด $S > \overline{X}+2S.D.$

5) ประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อคำนวณหาคู่น้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่ ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์นั้น เป็นวิธีที่จะได้ความสำคัญของแต่ละเกณฑ์โดยใช้วิธีการให้ค่าคะแนนของเจ้าหน้าที่ 2 กลุ่ม รวมทั้งหมด 6 นาย ได้แก่ 1) กลุ่มเจ้าหน้าที่ระดับ

ปฏิบัติการ (หัวหน้าชุดลาดตระเวนจำนวน 4 นาย) และ 2) กลุ่มเจ้าหน้าที่ระดับวิชาการ ได้แก่ หัวหน้า และผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จำนวน 2 นาย ในการเปรียบเทียบเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นรายคู่ (Pair wise comparison) โดยใช้ตัวเลขแทนค่าเพื่อนำไปสู่การคำนวณค่าคะแนนความสำคัญรวมของแต่ละทางเลือก

ตาราง 9 ประเมินค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่งในทางปฏิบัติปัจจัย
9	สำคัญกว่าสูงสุด	มีหลักฐานยืนยันความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้
2,4,6,8	สำหรับในกรณีประนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระหว่างระดับความรู้สึก	การวินิจฉัยในลักษณะก้ำกึ่งกันและไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้

ที่มา : วิฑูรย์ ตันศิริคงคล (2542)

3.4.2 ศึกษาวิเคราะห์สถานการณ์การลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่ในหลาย ๆ พื้นที่ โดยการศึกษาข้อมูลจากหลายแหล่ง เช่น รายงาน งานวิจัย เว็บไซต์ในอินเตอร์เน็ต ข่าวหรือสารคดีในโทรทัศน์หรือหนังสือพิมพ์ และปรึกษาผู้ที่มีความชำนาญ รวมทั้งสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) ผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง เพื่อที่จะได้นำเสนอแนวทางมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ดังนี้

1) การกำหนดตำแหน่งจัดตั้งจุดสกัด

การจัดตั้งจุดสกัดในพื้นที่ที่มีความล่อแหลมหรือพื้นที่เสี่ยงต่อขบวนการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า ตลอดจนเส้นทางเสี่ยงต่าง ๆ สามารถทำได้โดยนำเอาข้อมูลพื้นที่เสี่ยงและจุดที่ต้องเฝ้าระวังต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทเฉพาะพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงเท่านั้นมาซ้อนทับ (Overlay) กับเส้นทางรถยนต์ในป่าที่ได้จากฐานข้อมูลของอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทแล้วพิจารณาหาตำแหน่งที่เหมาะสมโดยใช้เงื่อนไขว่าต้องเป็นทางผ่านหรือทางเข้าหลัก โดยใช้การตัดสินใจของเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญการในพื้นที่ร่วมกับฐานข้อมูลภัยคุกคามจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ

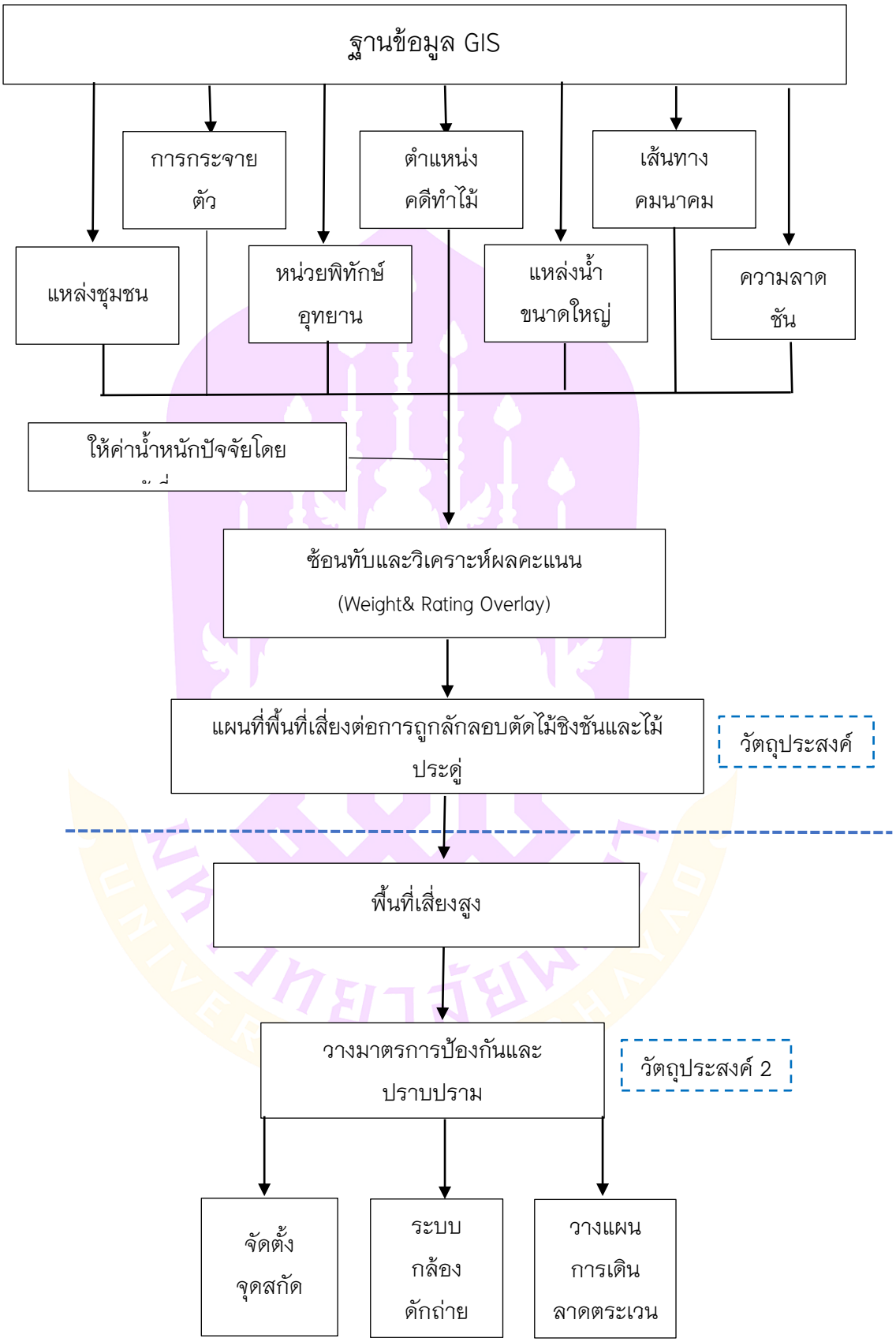
2) การกำหนดตำแหน่งจุดติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) ระบบ NCAPS (Network Centric Anti – Poaching System)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของระบบกล้อง NCAPS อยู่ที่การนำไปติดตั้งเพื่อแอบถ่ายและแจ้งเตือนทันทีที่มีวัตถุเคลื่อนไหวผ่านหน้ากล้อง ระบบการทำงานจะประกอบไปด้วยกล้องที่ติดตั้งไว้ในป่าในพื้นที่ที่ยากต่อการมองเห็น เช่น จุดขึ้นลงเนินเขา ซึ่งกล้องจะจับภาพคนโดยใช้เลเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวไม่มีแสงและเสียงแล้วส่งภาพกลับมายังอีเมล์เป็นระบบ Network คล้ายกับกล้อง CCTV เมื่อภาพถูกส่งมายังอีเมล์เรียบร้อยแล้ว แอดมินหรือผู้ควบคุมระบบจะทำการส่งภาพผ่านแอพพลิเคชั่น LINE กลุ่ม เพื่อร่วมกันประชุมวิเคราะห์พฤติกรรมคุกคามนั้น ๆ การกำหนดจุดติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสามารถทำได้โดยนำเอาข้อมูลพื้นที่เสี่ยงและจุดที่ต้องเฝ้าระวังเฉพาะพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงมาซ้อนทับ (Overlay) กับเส้นทางเดินหรือเส้นทางรถจักรยานยนต์ในป่าที่ได้จากฐานข้อมูลของอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทแล้วพิจารณาหาตำแหน่งที่เหมาะสมโดยใช้เงื่อนไขว่าต้องเป็นทางผ่านหรือทางเข้าหลัก โดยใช้การตัดสินใจของเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญการในพื้นที่ร่วมกับฐานข้อมูลภัยคุกคามจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ

3) การวางแผนลาดตระเวนของแต่ละชุดปฏิบัติการ สามารถทำได้โดยการนำเอาข้อมูลแผนที่พื้นที่เสี่ยงและจุดที่ต้องเฝ้าระวังสูงมาใช้เป็นข้อมูลในการจัดอันดับความสำคัญของพื้นที่และจำนวนครั้งความถี่ในการลาดตระเวนของแต่ละชุดปฏิบัติการ โดยใช้ตารางเส้นกริด (Grid) ขนาด 1 x 1 ตารางกิโลเมตรในแผนที่เป็นตัวกำหนดและให้แต่ละชุดลาดตระเวนดำเนินการดังนี้

1. ให้ความสำคัญแก่พื้นที่เสี่ยงและจุดที่ต้องเฝ้าระวังสูงโดยพิจารณาให้เป็นพื้นที่ที่ต้องลาดตระเวนเป็นอันดับต้นๆ และให้ครบทุกตารางเส้นกริด (Grid) ในแผนที่พื้นที่รับผิดชอบ

2. ให้เพิ่มจำนวนครั้งความถี่ในการลาดตระเวนไปในพื้นที่เสี่ยงและจุดที่ต้องเฝ้าระวังสูงมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ



ภาพ 10 ขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล/ผลการทดลอง/ผลการวิจัย

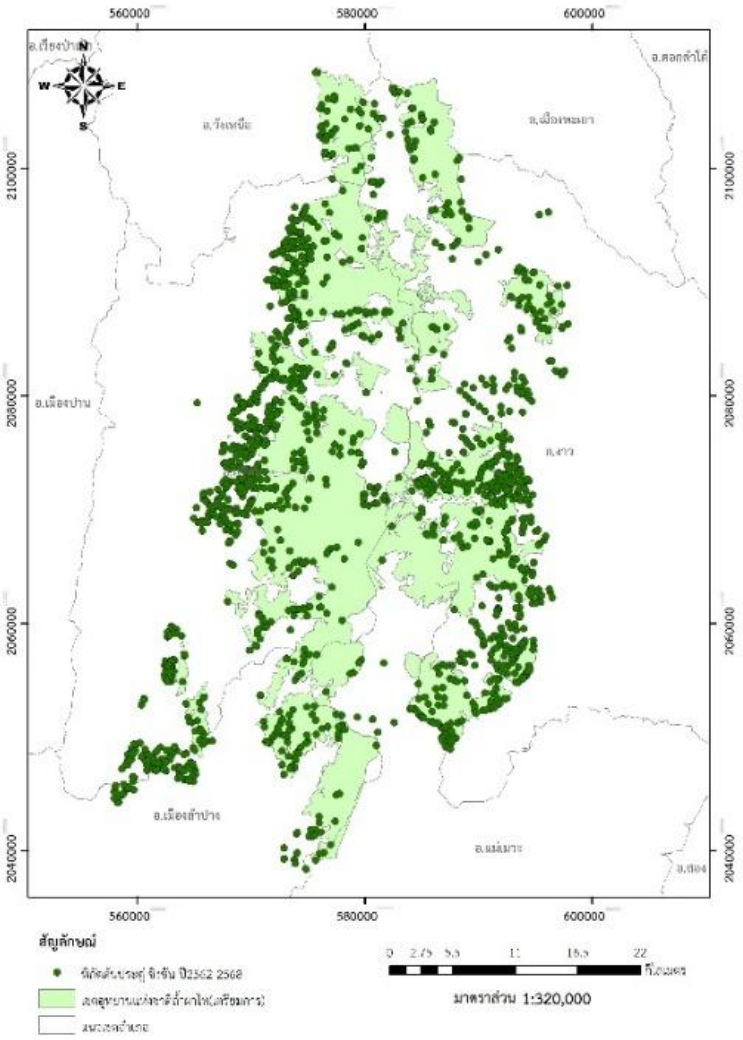
การศึกษาการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท โดยใช้วิธีการกำหนดปัจจัย 7 ปัจจัย โดยกระบวนการวิเคราะห์แบบหลากหลายปัจจัย (Multi-Criteria Decision Analysis: MCDA) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีผลดังนี้

4.1 การนำเข้าข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัย

1) ปัจจัยการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่
2) ปัจจัยระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่
3) ปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม
4) ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งชุมชน
5) ปัจจัยระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ
6) ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่
7) ปัจจัยความลาดชัน

4.1.1 ตำแหน่งการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่

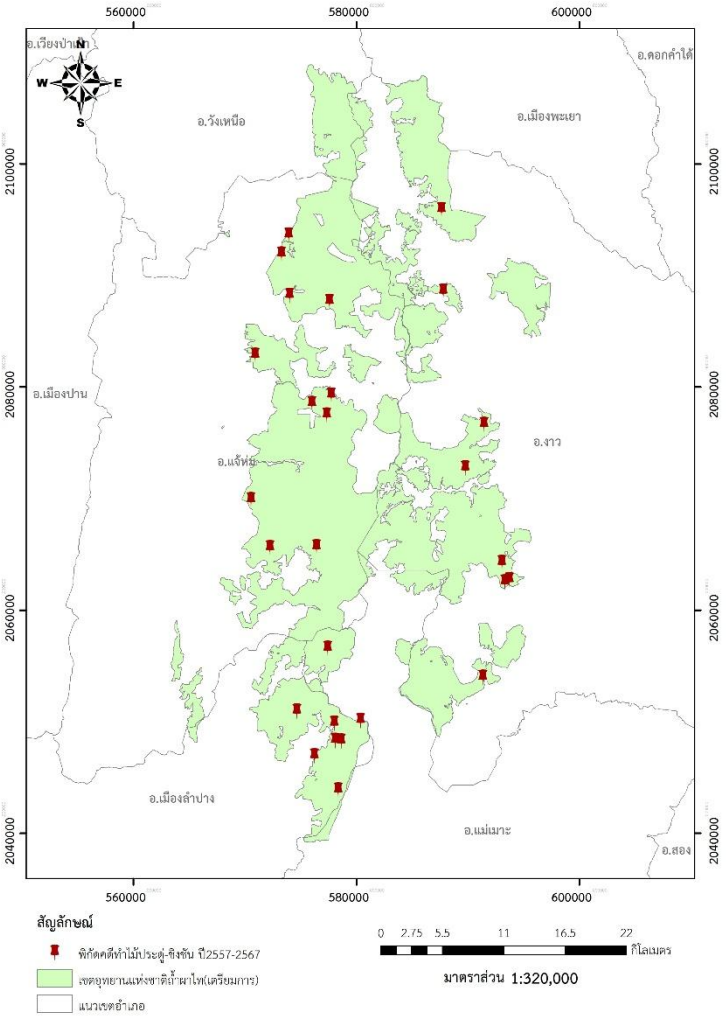
จากการเก็บข้อมูลของเจ้าหน้าที่ที่ได้มีการเก็บข้อมูลจากการเดินลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (Smart patrol) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562–2568 มีจำนวน 942 จุด ส่วนใหญ่จะพบว่าไม้ประดู่และไม้ชิงชันจะมีการกระจายตัวในพื้นที่ด้านขอบชิดแนวเขตของอุทยานฯ เนื่องจากมีประเภทป่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไม้ทั้งสองชนิด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง



ภาพ 11 แผนที่ตำแหน่งการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่

4.1.2 ตำแหน่งการเกิดคดีเกี่ยวกับการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่

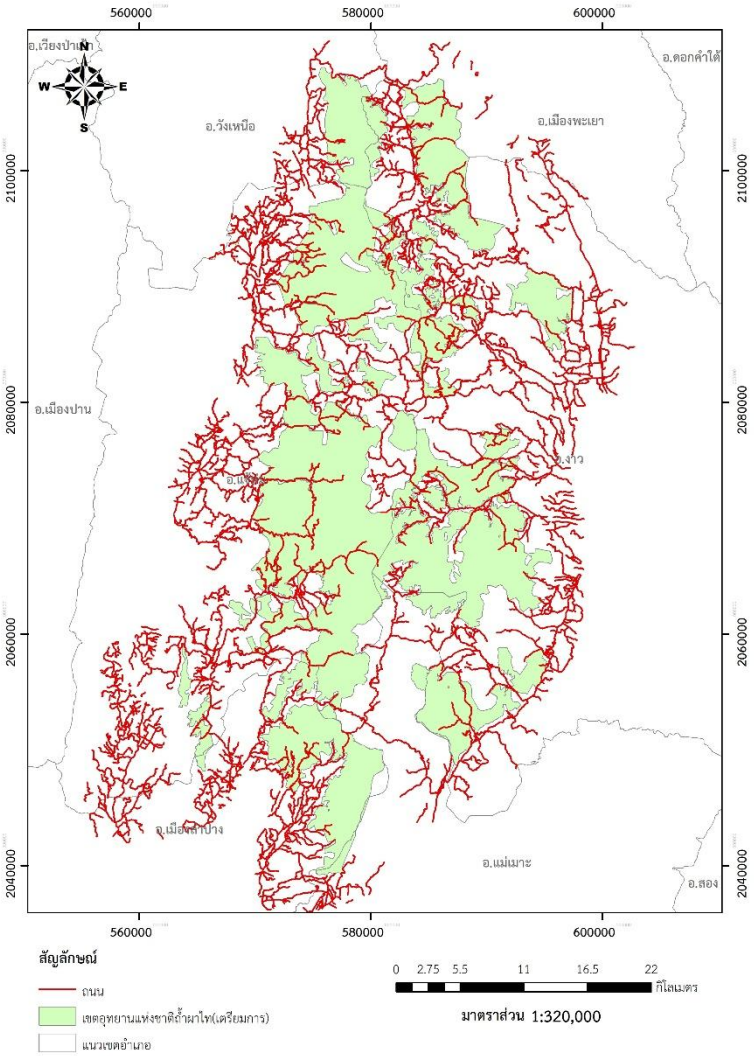
ตำแหน่งพิกัดที่เกิดเหตุคดีตรวจยึดไม้หรือการจับกุมตัวผู้ต้องหาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557–2567 มีจำนวน 72 คดี ส่วนใหญ่จะพบว่าตำแหน่งการเกิดคดีจะอยู่ในบริเวณที่ติดกับแนวเขตอุทยานฯ หรือเขตป่าสงวนแห่งชาติที่อยู่ติดกันซึ่งผู้ที่กระทำผิดสามารถเข้าถึงจากภายนอกได้ง่าย เนื่องจากมีเส้นทางเข้าออกที่รวดเร็วและมีการเชื่อมโยงกับเครือข่ายขนส่งภายนอก ซึ่งข้อมูลจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลตำแหน่งการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่



ภาพ 12 แผนที่ตำแหน่งการเกิดคดีเกี่ยวกับการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่

4.1.3 ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม

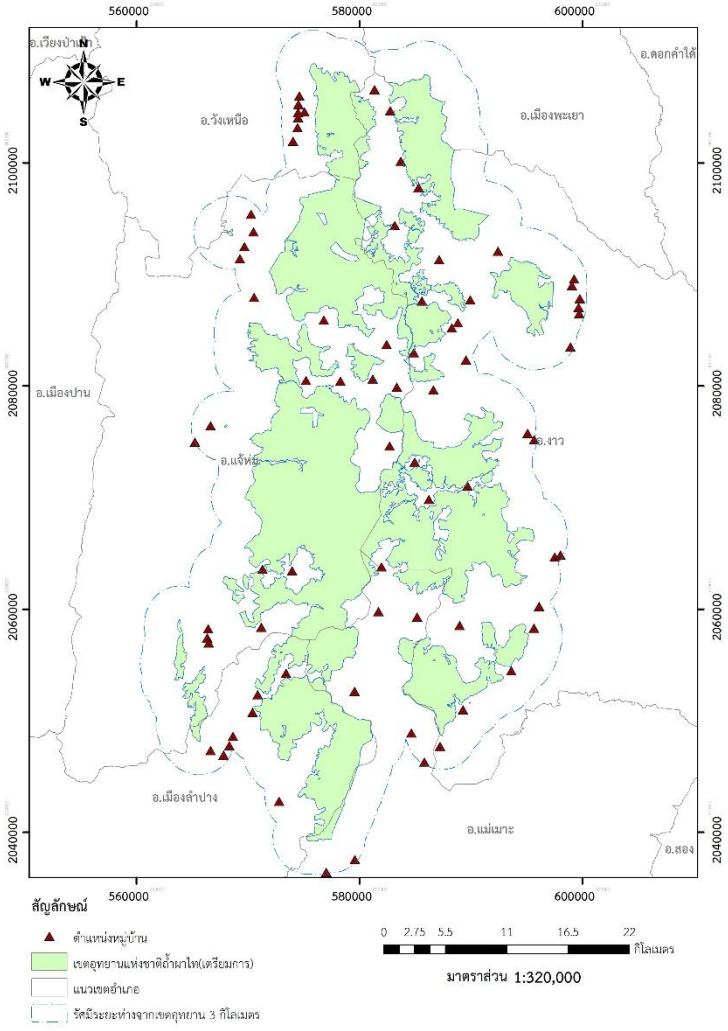
พบว่าเส้นทางจะมีทั้งถนนทางหลวงหมายเลข 1 (พหลโยธิน) ในพื้นที่ตำบลบ้านหวด อำเภองาว ทางหลวงหมายเลข 120 ในพื้นที่ตำบลบ้านร้อง อำเภองาว และตำบลวังทอง อำเภอวังเหนือ ถนนทางหลวงหมายเลข 1335 ในพื้นที่ตำบลเมืองมาย อำเภอแจ้ห่ม และยังมีถนนคอนกรีตและถนนลูกรังที่ใช้สัญจรระหว่างหมู่บ้าน ทางเข้าสู่พื้นที่การเกษตรและถนนในป่าที่เคยใช้เป็นทางชักลากไม้เก่าหรือเข้าป่าเพื่อหาของป่า ล่าสัตว์ ซึ่งส่วนมากเส้นทางจะอยู่ติดกับขอบแนวเขตอุทยานฯ



ภาพ 13 แผนที่ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม

4.1.4 ระยะห่างจากแหล่งชุมชน

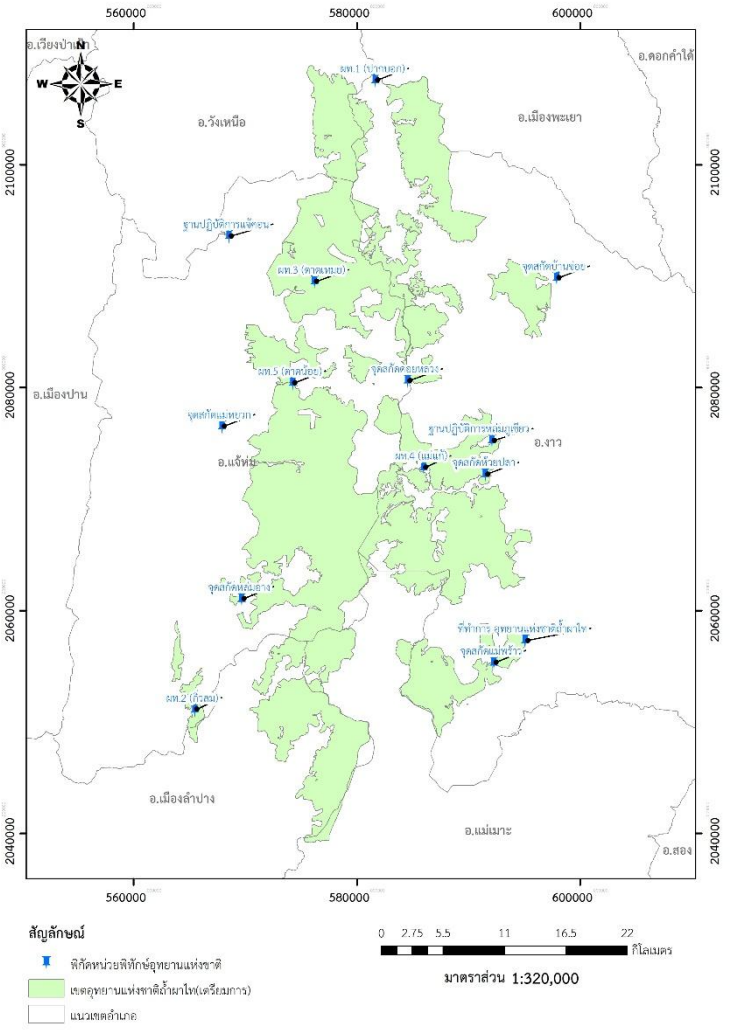
พบว่ามีชุมชนรอบแนวเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทในระยะ 3 กิโลเมตร มีจำนวนทั้งหมด 76 หมู่บ้าน อยู่ในพื้นที่อำเภองาว จำนวน 35 หมู่บ้าน พื้นที่อำเภอแจ้ห่ม จำนวน 20 หมู่บ้าน พื้นที่อำเภอเมืองลำปาง จำนวน 8 หมู่บ้าน พื้นที่อำเภอวังเหนือ จำนวน 7 หมู่บ้าน และพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จำนวน 6 หมู่บ้าน



ภาพ 14 แผนที่ระยะห่างจากแหล่งชุมชน

4.1.5 ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ

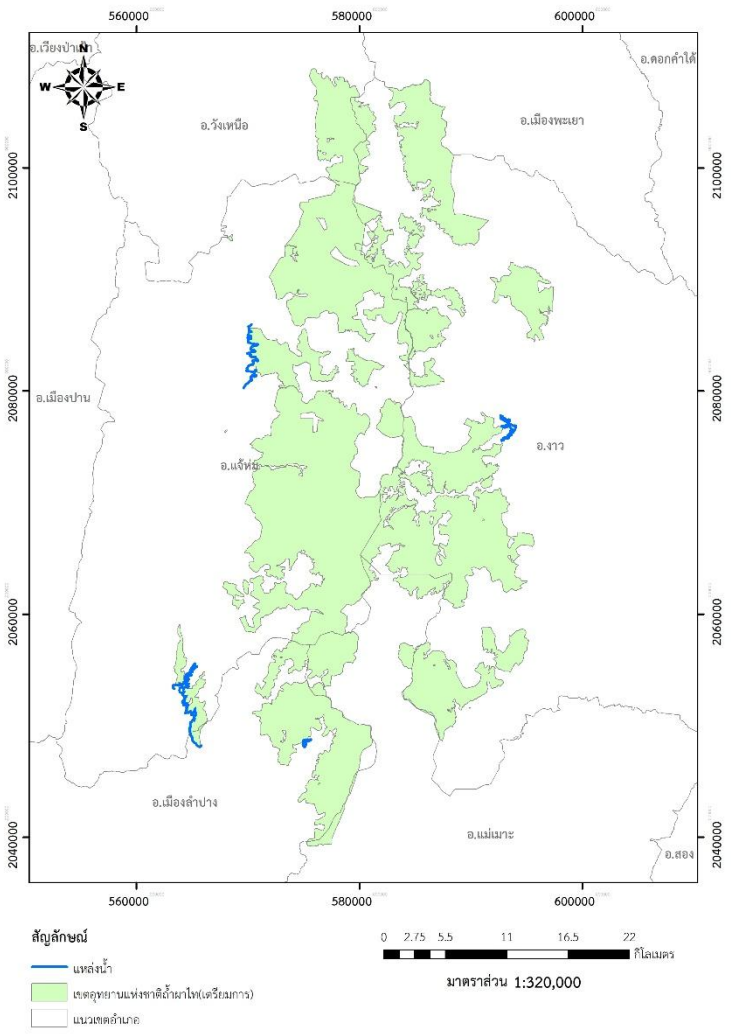
พบมีที่ทำการอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จำนวน 1 แห่ง หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ จำนวน 5 แห่ง จุดสกัด จำนวน 6 แห่ง และฐานปฏิบัติการ จำนวน 2 แห่ง รวมทั้งหมดเป็น 14 หน่วย ซึ่งในปัจจุบันถือว่ายังไม่ครอบคลุมกับพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมดของอุทยานฯ



ภาพ 15 แผนที่ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ

4.1.6 ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่

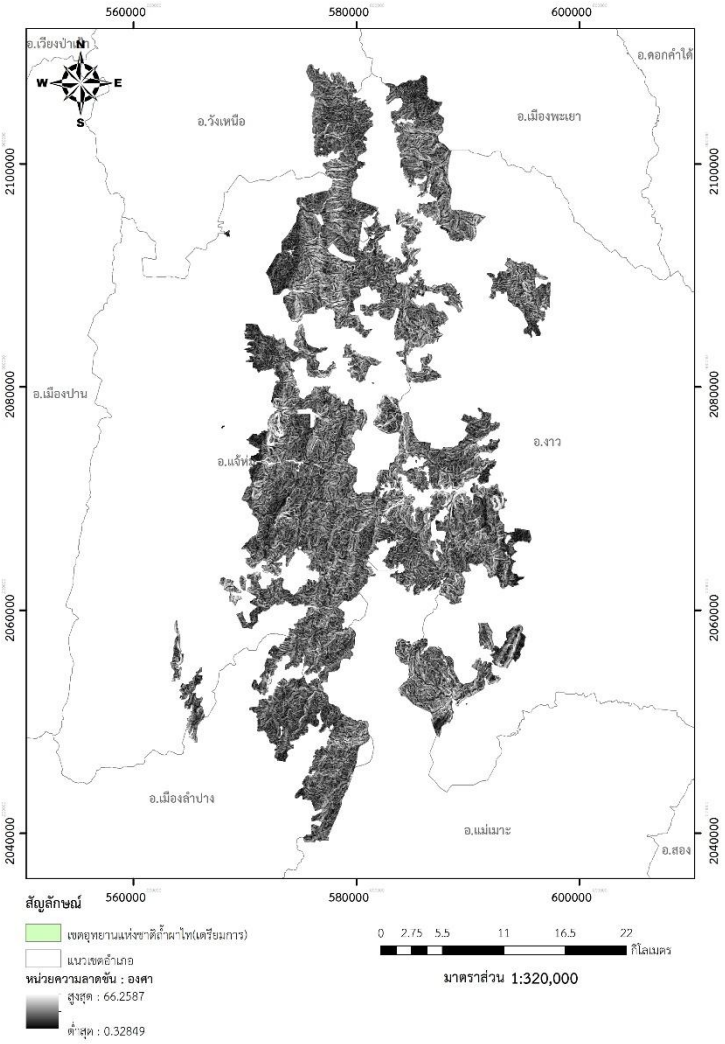
พบว่ามีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ จำนวน 4 แหล่ง ที่สามารถใช้ในการเคลื่อนย้ายไม้ในกรณีที่ลักลอบตัดไม้ในพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำเขื่อนกิ่วลม และอ่างเก็บน้ำแม่อาง พื้นที่อำเภอเมืองลำปาง อ่างเก็บน้ำเขื่อนกิ่วคอหมา พื้นที่อำเภอแจ้ห่ม และอ่างเก็บน้ำแม่อ้อน พื้นที่อำเภองาว



ภาพ 16 แผนที่ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่

4.1.7 ความลาดชัน

ความลาดชันมีผลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่ ความลาดชันต่ำทำให้สามารถเข้าถึงได้ง่าย พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงทำให้มีการเข้าถึงพื้นที่ได้ยากขึ้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข Digital Elevation Models (DEM) และจัดทำข้อมูลให้เป็นแผนที่ความลาดชันด้วยเทคนิค Slope Analysis พบว่าพื้นที่ศึกษามีระดับความลาดชัน (Slope) อยู่ที่ 0-66 องศา



ภาพ 17 แผนที่ความลาดชัน

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัย

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัยที่มีผลต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่

ข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัยได้แก่ การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่ ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากแหล่งชุมชน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่ และความลาดชัน โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์แบบหลากหลายปัจจัย (Multi–Criteria Decision Analysis: MCDA ให้ค่าน้ำหนักปัจจัยคูณกับค่าคะแนนของปัจจัยอย่างง่าย (SAW : Simple Average Weighting) แล้วนำข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัยมาวิเคราะห์ ด้วยวิธีการดังนี้

1) การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่ ใช้คำสั่งการหาความหนาแน่นเชิงพื้นที่ Kernel density

2) ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่ ใช้คำสั่งการสร้างระยะห่าง Multiple Ring Buffer

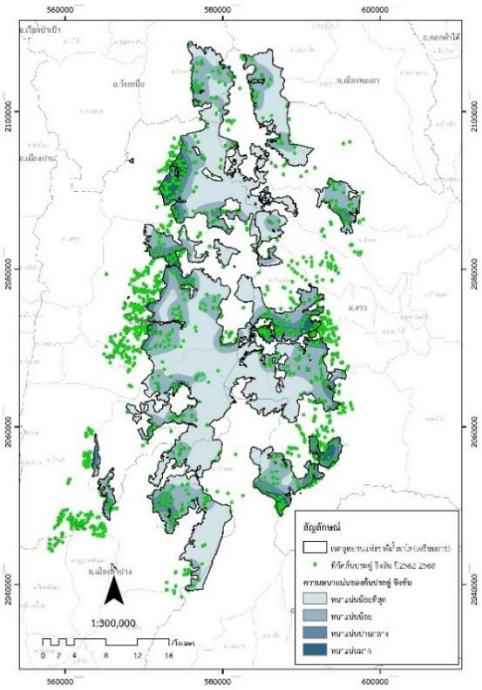
3) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากแหล่งชุมชน ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ และระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ใช้คำสั่ง Multiple Ring Buffer > คำสั่งการซ้อนทับข้อมูลแบบ Union

4) ความลาดชัน ใช้คำสั่ง Slope Analysis

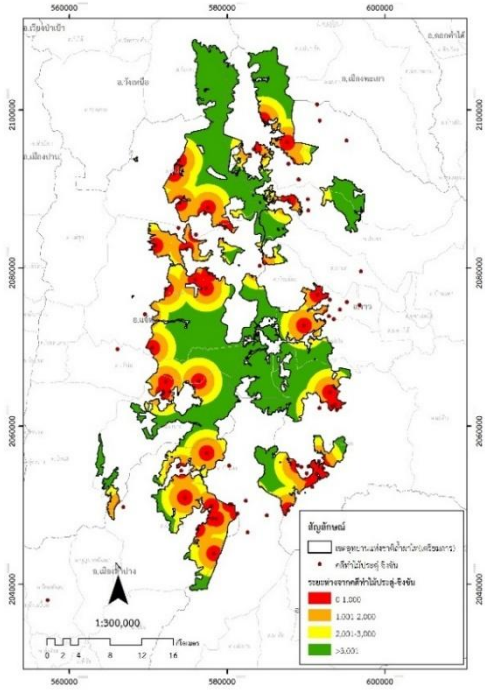
5) จากนั้นให้แปลงข้อมูลทั้ง 7 ปัจจัย ซึ่งยังเป็นข้อมูล จุด เส้น หรือพื้นที่ ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล Raster หรือข้อมูลภาพเพื่อจะได้นำมาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงร่วมกับปัจจัยอื่นได้ด้วยคำสั่ง Polygon to Raster

6) เมื่อได้ข้อมูลทุกปัจจัยในรูปแบบของ Polygon to Raster แล้ว จะต้องแบ่งระดับชั้นข้อมูลความสำคัญตามค่าคะแนนในตารางที่ 9 ปัจจัยและการให้ค่าคะแนน เพื่อให้สามารถจัดช่วงชั้นข้อมูลระดับความเสี่ยงของแต่ละพื้นที่ ด้วยคำสั่ง Reclassify

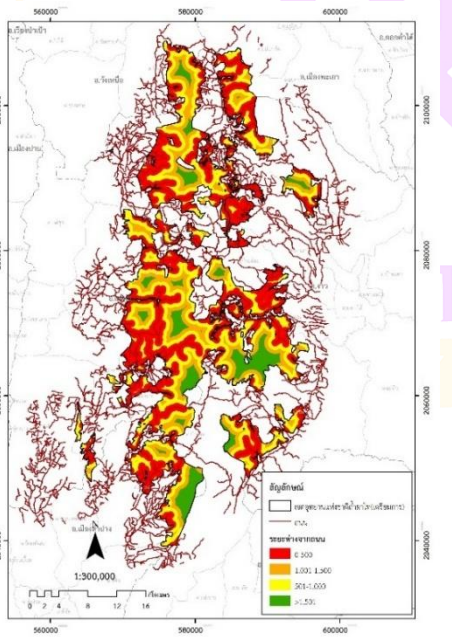
ปัจจัยที่ 1 การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่



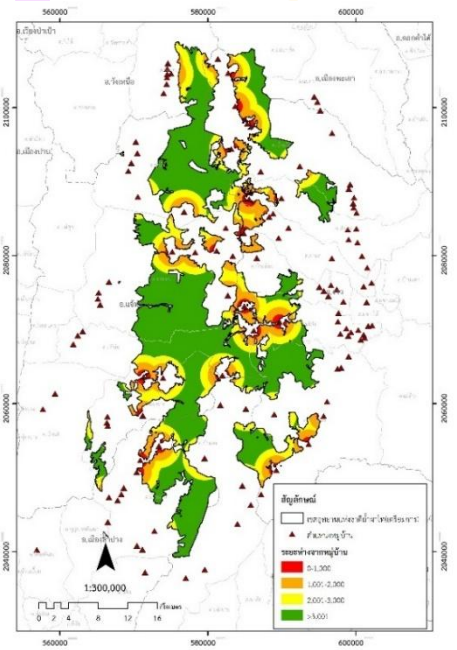
ปัจจัยที่ 2 ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่



ปัจจัยที่ 3 ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม

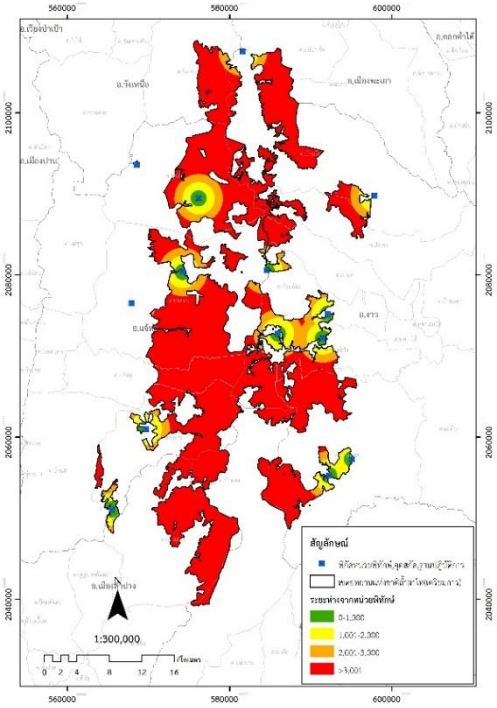


ปัจจัยที่ 4 ระยะห่างจากแหล่งชุมชน

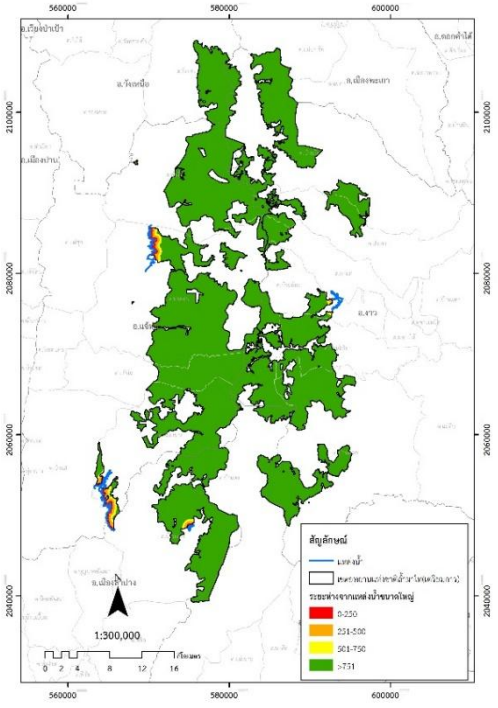


ภาพ 18 แผนที่ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

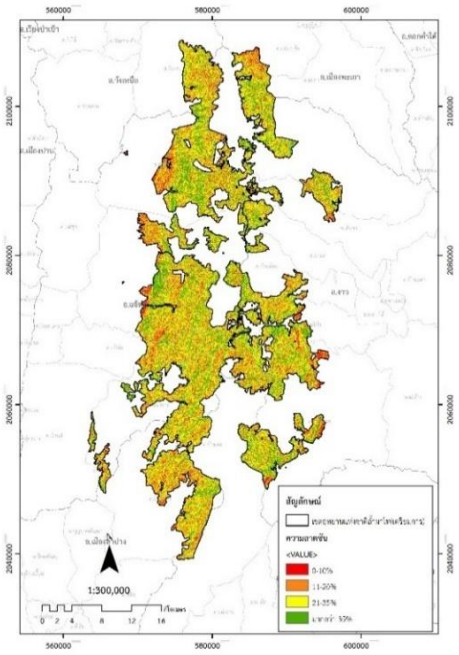
ปัจจัยที่ 5 ระยะห่างจากอหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ



ปัจจัยที่ 6 ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่



ปัจจัยที่ 7 ความลาดชัน



ภาพ 19 แผนที่ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ

การนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในการให้ค่าความสำคัญต่อปัจจัยแต่ละปัจจัย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้แก่ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จำนวน 2 กลุ่ม รวมทั้งหมด 6 นาย ได้แก่

1) กลุ่มเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ ได้แก่ หัวหน้าชุดลาดตระเวน จำนวน 4 นาย และ

2) กลุ่มเจ้าหน้าที่ระดับวิชาการ ได้แก่ หัวหน้าและผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท เป็นผู้ประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์ โดยใช้การสัมภาษณ์ในเชิงเปรียบเทียบเกณฑ์ต่าง ๆ โดยใช้ตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison Matrix) ในแต่ละข้อมูลจะมีการเปรียบเทียบกัน 9 ระดับ แล้วนำผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละคู่ทุกคู่ไปคำนวณ หลังจากนั้นทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalize) ข้อมูล และรวมข้อมูลในแต่ละแถว ซึ่งทำให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งได้จากการพิจารณาข้อมูลแต่ละคู่ การประเมินค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 นาย จะทำแบบแยกกัน เพราะไม่สะดวกที่จะมารวมกลุ่มกัน ซึ่งผลการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) ที่ได้เท่ากับ 0.078 ซึ่งถือว่าการเปรียบเทียบทีละคู่ที่ใช้มีความสมเหตุสมผล เพราะมีค่าน้อยกว่า 0.1 ผลการประเมินและผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลตามตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 10 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญรวมทั้ง 6 นาย

ปัจจัย	หน.ชลว.1	หน.ชลว.2	หน.ชลว.3	หน.ชลว.4	หน.อช.	ผช.หน.อช.	Avg. weight
	ชช.1	ชช.2	ชช.3	ชช.4	ชช.5	ชช.6	
การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	0.24	0.24	0.31	0.16	0.25	0.17	0.229
ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู	0.07	0.10	0.08	0.07	0.04	0.07	0.071
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	0.23	0.21	0.16	0.32	0.22	0.21	0.224
ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	0.08	0.11	0.05	0.09	0.10	0.05	0.081
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	0.23	0.20	0.21	0.24	0.16	0.29	0.220
ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.043
ความลาดชัน	0.11	0.10	0.16	0.08	0.18	0.15	0.132
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L	7.675	7.754	7.528	7.658	7.787	7.328	7.622
CI	0.113	0.126	0.088	0.110	0.131	0.055	0.104
RI	1.320	1.320	1.320	1.320	1.320	1.320	1.320
CR	0.085	0.095	0.067	0.083	0.099	0.041	0.078

ตาราง 11 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 1

ปัจจัย	การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ความลาดชัน
การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	1.00	5.00	1.00	3.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	0.20	1.00	0.20	3.00	0.20	1.00	0.33
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	1.00	5.00	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00
ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	0.33	0.33	0.33	1.00	0.33	3.00	1.00
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	1.00	5.00	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00
ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	0.20	1.00	0.33	0.33	0.33	1.00	0.20
ความลาดชัน	0.33	3.00	0.33	1.00	0.33	5.00	1.00
ผลรวม	4.07	20.33	4.20	14.33	4.20	21.00	11.53

ตาราง 12 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน

ระยะห	หมู่บ้านชาวเ	กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์	ผลกระทบของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์	หมวดหินของมนุษย์	ระดับความสูงของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์	ปัจจัยการกระจายตัวของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์	ปัจจัย
1.00	0.08	0.05	0.25	0.08	0.25	0.05	0.25	**การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.15	0.05	0.25	0.02	0.25	0.05	0.25	**ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.08	0.08	0.24	0.08	0.24	0.05	0.24	**ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม**
1.00	0.07	0.02	0.21	0.07	0.21	0.21	0.21	**ระยะห่างจากแหล่งชุมชน**
1.00	0.08	0.08	0.24	0.08	0.24	0.05	0.24	**ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ**
1.00	0.24	0.05	0.14	0.14	0.14	0.05	0.24	**ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่**
1.00	0.09	0.02	0.26	0.09	0.26	0.03	0.26	**ความลาดชัน**
7.00	0.78	0.35	1.58	0.56	1.58	0.48	1.68	**ผลรวม**
1.00	0.11	0.05	0.23	0.08	0.23	0.07	0.24	**ค่าน้ำหนัก**
7.73	0.87	0.37	1.76	0.59	1.76	0.53	1.85	CV
53.73	7.81	7.40	7.78	7.45	7.78	7.76	7.75	
7.675								L
0.113								CI
1.32								RI
0.085								CR

ตาราง 13 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 2

ปัจจัย	การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ความลาดชัน
การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	0.33	1.00	0.33	0.33	1.00	3.00	1.00
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00	3.00	1.00
ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	0.20	3.00	0.20	1.00	0.33	5.00	1.00
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	0.20	0.33	0.33	0.20	0.20	1.00	0.33
ความลาดชัน	0.33	1.00	1.00	1.00	0.33	3.00	1.00
ผลรวม	4.07	12.33	4.87	15.53	4.87	25.00	10.33

ตาราง 14 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 2

ผลรวม	ผลคูณแนวนอน	กิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชน	ผลคูณแนวนอนกิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชน	ผลคูณแนวนอนกิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชน	ผลคูณแนวนอนกิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชน	ผลคูณแนวนอนกิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชน	ผลคูณแนวนอนกิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชน	ปัจจัย
1.00	0.08	0.05	0.25	0.05	0.25	0.08	0.25	**การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.08	0.03	0.08	0.24	0.24	0.08	0.24	**ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.21	0.07	0.21	0.04	0.21	0.07	0.21	**ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม**
1.00	0.06	0.01	0.19	0.06	0.32	0.02	0.32	**ระยะห่างจากแหล่งชุมชน**
1.00	0.07	0.04	0.21	0.07	0.21	0.21	0.21	**ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ**
1.00	0.12	0.04	0.20	0.20	0.12	0.12	0.20	**ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่**
1.00	0.10	0.03	0.29	0.10	0.10	0.10	0.29	**ความลาดชัน**
7.00	0.72	0.27	1.42	0.76	1.44	0.68	1.71	**ผลรวม**
1.00	0.10	0.04	0.20	0.11	0.21	0.10	0.24	**ค่าน้ำหนัก**
7.89	0.78	0.28	1.58	0.85	1.71	0.70	1.99	CV
54.28	7.59	7.36	7.77	7.82	8.30	7.30	8.13	
7.754								L
0.126								CI
1.32								RI
0.095								CR

ตาราง 15 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 3

ปัจจัย	การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ความลาดชัน
การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	1.00	5.00	3.00	5.00	3.00	3.00	1.00
ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	0.20	1.00	0.20	1.00	0.33	3.00	1.00
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	0.33	2.00	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00
ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	0.20	1.00	0.33	1.00	0.20	1.00	0.33
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	0.33	3.00	1.00	5.00	1.00	3.00	3.00
ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	0.33	0.33	0.20	1.00	0.33	1.00	0.20
ความลาดชัน	1.00	1.00	1.00	3.00	0.33	5.00	1.00
ผลรวม	**3.40**	**13.33**	**6.73**	**19.00**	**6.20**	**21.00**	**7.53**

ตาราง 16 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 3

ผลรวม	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ความลาดชัน	การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ปัจจัย
1.00	0.29	0.10	0.10	0.06	0.10	0.06	0.29	**การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.08	0.03	0.23	0.08	0.15	0.08	0.38	**ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.15	0.03	0.15	0.05	0.15	0.03	0.45	**ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม**
1.00	0.16	0.05	0.26	0.05	0.16	0.05	0.26	**ระยะห่างจากแหล่งชุมชน**
1.00	0.05	0.05	0.16	0.03	0.16	0.05	0.48	**ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ**
1.00	0.24	0.05	0.14	0.05	0.24	0.14	0.14	**ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่**
1.00	0.13	0.03	0.40	0.04	0.13	0.13	0.13	**ความลาดชัน**
7.00	1.10	0.33	1.44	0.36	1.09	0.55	2.14	**ผลรวม**
1.00	0.16	0.05	0.21	0.05	0.16	0.08	0.31	**ค่าน้ำหนัก**
7.56	1.16	0.36	1.57	0.38	1.17	0.59	2.33	CV
52.69	7.36	7.51	7.64	7.45	7.52	7.57	7.64	
7.53								L
0.09								CI
1.32								RI
0.07								CR

ตาราง 17 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 4

ปัจจัย	การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ความลาดชัน
การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	1.00	1.00	0.20	3.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33	1.00	1.00
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	5.00	5.00	1.00	5.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	0.33	3.00	0.20	1.00	0.20	3.00	1.00
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	0.20	1.00	0.20	0.33	0.20	1.00	0.33
ความลาดชัน	0.33	1.00	0.33	1.00	0.33	3.00	1.00
ผลรวม	**8.87**	**15.00**	**3.13**	**15.67**	**4.07**	**23.00**	**12.33**

ตาราง 18 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าชุดลาดตระเวน 4

ผลรวม	ผลคูณรวม	ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ปัจจัยด้านระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ปัจจัยด้านระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ปัจจัยด้านระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ปัจจัยด้านการกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ปัจจัย
1.00	0.04	0.02	0.11	0.04	0.56	0.11	0.11	**การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.07	0.07	0.20	0.20	0.33	0.07	0.07	**ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.11	0.06	0.32	0.06	0.32	0.06	0.06	**ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม**
1.00	0.06	0.02	0.32	0.06	0.32	0.02	0.19	**ระยะห่างจากแหล่งชุมชน**
1.00	0.08	0.05	0.25	0.05	0.25	0.08	0.25	**ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ**
1.00	0.13	0.04	0.22	0.13	0.22	0.04	0.22	**ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่**
1.00	0.08	0.03	0.24	0.08	0.24	0.08	0.24	**ความลาดชัน**
7.00	0.57	0.29	1.66	0.63	2.24	0.47	1.14	**ผลรวม**
1.00	0.08	0.04	0.24	0.09	0.32	0.07	0.16	**ค่าน้ำหนัก**
7.79	0.60	0.31	1.82	0.66	2.61	0.53	1.25	CV
53.60	7.44	7.38	7.70	7.43	8.15	7.82	7.68	
7.658								L
0.110								CI
1.32								RI
0.083								CR

ตาราง 19 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ปัจจัย	ไม่ระบุหรือไม่มีผู้ใช้ระบบ	ไม่ระบุหรือมีผู้ใช้ระดับต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 คน	มากกว่า 5 คนขึ้นไป	ไม่ระบุหรือมีผู้ใช้ระดับต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 คน	มากกว่า 5 คนขึ้นไป	ไม่ระบุหรือมีผู้ใช้ระดับต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 คน	ความลาดชัน
การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	0.33	1.00	0.20	0.33	0.20	1.00	0.33
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	1.00	5.00	1.00	3.00	3.00	5.00	0.33
ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	0.20	3.00	0.33	1.00	1.00	3.00	1.00
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	1.00	5.00	0.33	1.00	1.00	5.00	1.00
ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	0.20	1.00	0.20	0.33	0.20	1.00	0.20
ความลาดชัน	0.33	3.00	3.00	1.00	1.00	5.00	1.00
ผลรวม	4.07	21.00	6.07	11.67	7.40	25.00	6.87

ตาราง 20 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ระยะทาง	ความลาดชัน	ความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ความสัมพันธ์กับหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ความสัมพันธ์กับแหล่งชุมชน	ความสัมพันธ์กับเส้นทางคมนาคม	ความสัมพันธ์กับถนนลาดยาง	ความสัมพันธ์กับถนนลูกรัง	ปัจจัย
1.00	0.08	0.05	0.25	0.05	0.25	0.08	0.25	**การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.14	0.05	0.24	0.14	0.24	0.05	0.14	**ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่**
1.00	0.49	0.03	0.05	0.05	0.16	0.03	0.16	**ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม**
1.00	0.09	0.03	0.09	0.09	0.26	0.03	0.43	**ระยะห่างจากแหล่งชุมชน**
1.00	0.14	0.03	0.14	0.14	0.41	0.03	0.14	**ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ**
1.00	0.20	0.04	0.20	0.12	0.20	0.04	0.20	**ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่**
1.00	0.15	0.03	0.15	0.15	0.05	0.05	0.44	**ความลาดชัน**
7.00	1.29	0.25	1.11	0.73	1.56	0.31	1.75	**ผลรวม**
1.00	0.18	0.04	0.16	0.10	0.22	0.04	0.25	**ค่าน้ำหนัก**
7.85	1.51	0.28	1.17	0.81	1.72	0.34	2.02	CV
54.51	8.23	7.65	7.42	7.74	7.73	7.67	8.06	
7.787								L
0.131								CI
1.32								RI
0.099								CR

ตาราง 21 ผลการประเมินค่าน้ำหนักเกณฑ์จากผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ปัจจัย	การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ความลาดชัน
การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่	1.00	3.00	1.00	5.00	0.33	3.00	1.00
ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่	0.33	1.00	0.20	1.00	0.33	3.00	0.33
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	1.00	5.00	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00
ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	0.20	1.00	0.33	1.00	0.20	1.00	0.33
ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ	3.00	3.00	1.00	5.00	1.00	5.00	3.00
ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	0.33	0.33	0.20	1.00	0.20	1.00	0.33
ความลาดชัน	1.00	3.00	1.00	3.00	0.33	3.00	1.00
ผลรวม	6.87	16.33	4.73	19.00	3.40	21.00	7.00

ตาราง 22 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์จากผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

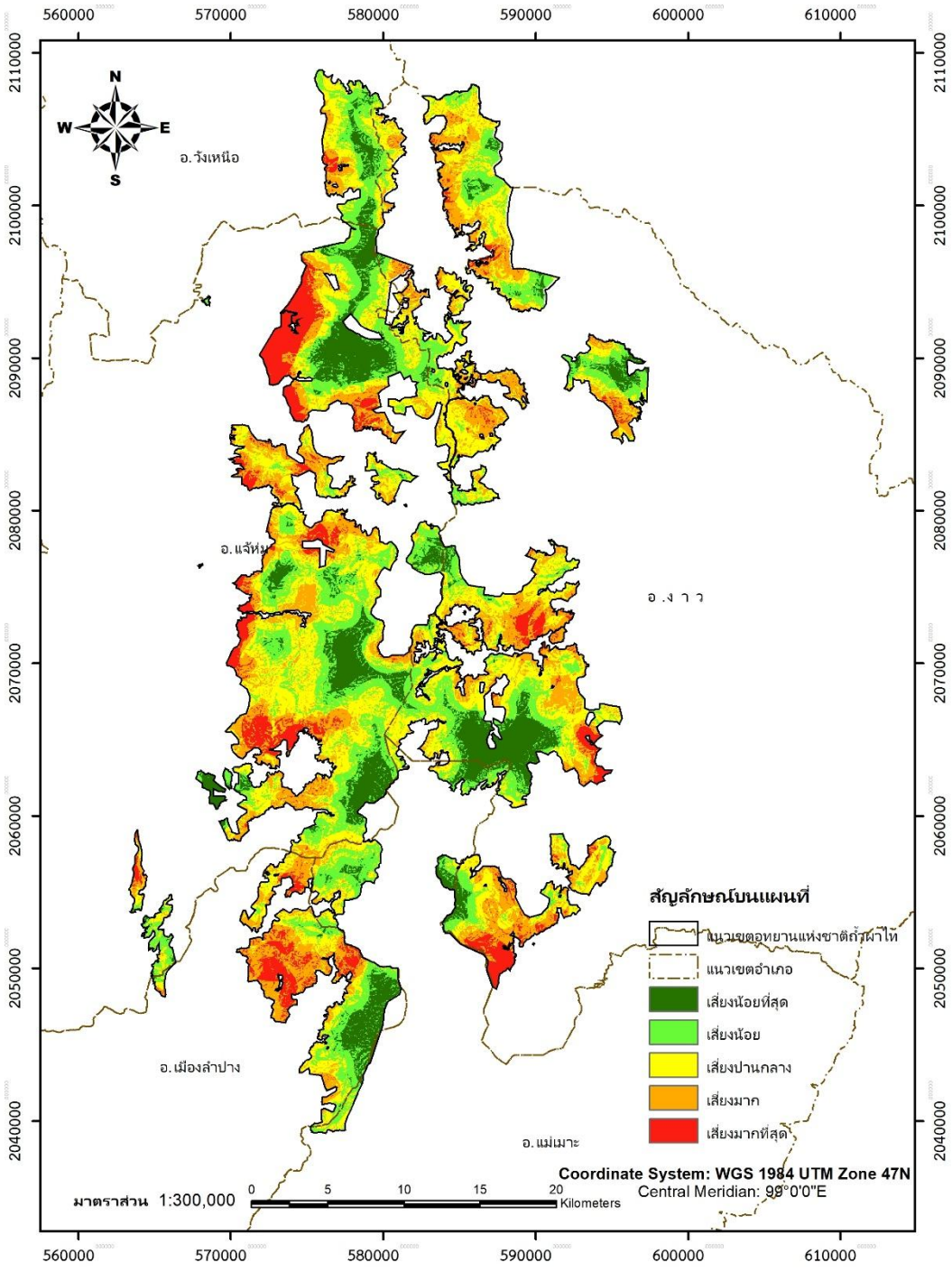
ระยะห	ระดับความลาดชัน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	ชนิดของหินและความสามารถในการอุ้มน้ำ	ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม	ปัจจัย
1.00	0.15	0.05	0.44	0.03	0.15	0.05	0.15	การกระจายตัวของไม้ชิงชันและประดู่
1.00	0.18	0.02	0.18	0.06	0.31	0.06	0.18	ระยะห่างจากตำแหน่งคดีไม้ชิงชันและประดู่
1.00	0.21	0.04	0.21	0.07	0.21	0.04	0.21	ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม
1.00	0.16	0.05	0.26	0.05	0.16	0.05	0.26	ระยะห่างจากแหล่งชุมชน
1.00	0.10	0.06	0.29	0.06	0.29	0.10	0.10	ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติ
1.00	0.14	0.05	0.24	0.05	0.24	0.14	0.14	ระยะห่างจากแหล่งน้ำขนาดใหญ่
1.00	0.14	0.05	0.43	0.05	0.14	0.05	0.14	ความลาดชัน
7.00	1.08	0.32	2.06	0.37	1.50	0.49	1.19	ผลรวม
1.00	0.15	0.05	0.29	0.05	0.21	0.07	0.17	ค่าน้ำหนัก
7.36	1.14	0.33	2.18	0.38	1.57	0.51	1.25	CV
51.30	7.38	7.29	7.43	7.31	7.34	7.21	7.34	
7.328								L
0.055								CI
1.32								RI
0.041								CR

4.2.3 ผลการซ้อนทับชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัย

ผลการซ้อนทับชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัย (Overlay Analysis) โดยใช้วิธีการ Raster Calculator เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท คือการนำข้อมูลของแต่ละปัจจัยที่ได้จัดรูปแบบมาแล้วมาคูณด้วยค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ได้จากวิธีการ AHP มาซ้อนทับกัน หรือผลของการรวมคะแนนที่มีการถ่วงน้ำหนักโดยอาศัยการซ้อนทับกันของเซลล์ที่มีตำแหน่งตรงกันจะถูกรวมคะแนนออกมาเป็นชั้นข้อมูลใหม่เพื่อวิเคราะห์เป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อภัยคุกตามการลักลอบตัดไม้และจัดแบ่งช่วงชั้นข้อมูลออกเป็น 5 ช่วงชั้น ได้แก่ ความเสี่ยงน้อยที่สุด ความเสี่ยงน้อย ความเสี่ยงปานกลาง ความเสี่ยงมาก และความเสี่ยงมากที่สุด ซึ่งได้ผลดังนี้ พื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีจำนวนมากที่สุดคือ 134,250 ไร่ รองลงมาได้แก่พื้นที่เสี่ยงมาก มีจำนวน 114,250 ไร่ พื้นที่เสี่ยงน้อย มีจำนวน 101,125 ไร่ พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด มีจำนวน 58,998 ไร่ และพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 36,541 ไร่

ตาราง 23 พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ระดับความเสี่ยง	เนื้อที่ (ไร่)
เสี่ยงมากที่สุด	36,541
เสี่ยงมาก	114,250
เสี่ยงปานกลาง	134,250
เสี่ยงน้อย	101,125
เสี่ยงน้อยที่สุด	58,998



ภาพ 20 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

4.3 การวางมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ซึ่งปรากฏว่ามีพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด จำนวน 36,541 ไร่ และยังพบว่า พื้นที่บางจุดอยู่ใกล้กับหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจสะท้อนถึงข้อจำกัดด้านกำลังคน หรือแนวทางการลาดตระเวนที่ยังไม่ครอบคลุม ดังนั้นจึงต้องมีการวางมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ โดยอาศัยการศึกษาวิเคราะห์สถานการณ์การลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในหลาย ๆ พื้นที่ และศึกษาข้อมูลจากหลายแหล่ง เช่น รายงาน งานวิจัย เว็บไซต์ในอินเตอร์เน็ต ข่าวหรือสารคดีในโทรทัศน์หรือหนังสือพิมพ์ และปรึกษาผู้ที่มีความชำนาญ รวมทั้งสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) จากผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง เพื่อค้นหาวิธีการและมาตรการที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการดำเนินการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท มีกรณีศึกษาที่น่าสนใจทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ที่อาจนำมาปรับใช้กับอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทได้ ในประเทศไทย กรณีศึกษาการใช้งานระบบ NCAPS ในอุทยานแห่งชาติทับลานซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญที่มีปัญหาการลักลอบตัดไม้พะยูงอย่างรุนแรง บ่อยครั้งเกี่ยวข้องกับขบวนการขนาดใหญ่ และการบุกรุกข้ามแดนจากประเทศเพื่อนบ้าน การทดลองติดตั้งใช้งานกล้อง NCAPS ในช่วงแรกได้รับการสนับสนุนจากองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) มีการระบุจำนวนกล้องที่ติดตั้ง เช่น 60 ตัว ครอบคลุมพื้นที่ทับลาน/เขาใหญ่/ตาพระยา หรือ 40 ตัว เฉพาะในทับลาน มีรายงานการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของคดีลักลอบตัดไม้ จากมากกว่า 10 คดี/เดือน เหลือเพียง 5 คดี/เดือน ในช่วงเวลาหนึ่ง โดย 60% ของการจับกุมเกิดขึ้นก่อนที่ต้นไม้จะถูกตัด มีการจับกุมผู้กระทำผิดจำนวนมากรวมถึงชาวกัมพูชา เจ้าหน้าที่ระดับสูงของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ถือว่าระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงอัตราความสำเร็จของปฏิบัติการที่ใช้ NCAPS ไว้ที่ 65% (ไทยพีบีเอส, 2562) หรือกรณีโครงการบ้านแปดอุ้ม ในจังหวัดอุบลราชธานี เป็นตัวอย่างความสำเร็จในการลดการลักลอบตัดไม้พยุง โดยโครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ UN-REDD และมีการนำเทคโนโลยี เช่น กล้อง NCAPS มาใช้ในการเฝ้าระวังพื้นที่ป่าควบคู่ไปกับการสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนในการมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาป่าและใช้แพลตฟอร์มดิจิทัล e-TREE ในการติดตามไม้ ทำให้การลักลอบตัดไม้ในพื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง (สำนักข่าวออนไลน์ Thaipublica, 2566) ในต่างประเทศมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่น่าสนใจ เช่น โครงการ “Curupiras” ในป่าแอมะซอน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กที่ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI)

ในการตรวจจับเสียงของเลื่อยไฟฟ้าและรถแทรกเตอร์ ซึ่งเป็นสัญญาณของการลักลอบตัดไม้ เมื่อ AI ตรวจจับเสียงเหล่านี้ได้อุปกรณ์จะส่งสัญญาณไปยังส่วนกลางเพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถเข้าตรวจสอบพื้นที่ได้แบบเรียลไทม์ (Techsauce, 2023) เทคโนโลยีนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้ระบบเสียงเพื่อตรวจจับการลักลอบตัดไม้ในระยะเริ่มต้น

อีกวิธีที่สำคัญในการป้องกันการลักลอบตัดไม้คือการใช้ระบบลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol) ซึ่งเป็นเทคนิคการลาดตระเวนที่เน้นการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบด้วยอุปกรณ์ GPS และแอปพลิเคชันบันทึกข้อมูล ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการลาดตระเวน ระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง และวางแผนการลาดตระเวนในอนาคตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ระบบ SMART Patrol ได้ถูกนำมาใช้ในพื้นที่อนุรักษ์หลายแห่งในประเทศไทย รวมถึงอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่า (เดลินิวส์ออนไลน์, 2568) นอกจากเทคโนโลยีที่ใช้ในการเฝ้าระวังแล้ว ยังมีความพยายามในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อติดตามและตรวจสอบแหล่งที่มาของไม้ เช่น การใช้เทคนิคทางนิติวิทยาศาสตร์ในการตรวจ DNA ของไม้ เพื่อระบุชนิดและแหล่งที่มา ซึ่งอาจช่วยในการสืบสวนและดำเนินคดีกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการลักลอบตัดไม้ได้ (C Kohlruss, 2024)

4.3.1 การกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งจุดสกัด

การตั้งจุดสกัดเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติเป็นมาตรการที่สำคัญในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และระบบนิเวศ การดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพต้องมีการวางแผนและบูรณาการหลายภาคส่วน แต่ด้วยขนาดพื้นที่ที่กว้างใหญ่และความซับซ้อนของภูมิประเทศ การพยายามตั้งจุดสกัดเพื่อครอบคลุมทุกเส้นทางที่เป็นไปได้นั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถทำได้จริง ดังนั้น การเลือกที่ตั้งจุดสกัดจึงต้องเป็นไปอย่างมียุทธศาสตร์ โดยมุ่งเน้นไปที่ "คอขวด" (Choke Points) ทางภูมิศาสตร์ ตำแหน่งเหล่านี้มีศักยภาพในการดักจับการขนย้ายไม้ที่กำลังจะออกจากพื้นที่ป่าเข้าสู่ระบบคมนาคมหลัก โดยเฉพาะเส้นทางที่คาดการณ์จากข้อมูลข่าวกรองว่าจะถูกใช้เป็นเส้นทางลำเลียงไม้ โดยทั่วไปจุดสกัดมีอยู่ 3 ประเภท ดังนี้

1) จุดสกัดถาวร มักจะตั้งในบริเวณที่มีความเสี่ยงสูง เป็นเส้นทางหลัก หรือจุดที่สามารถควบคุมการเข้า–ออกได้ดี

2) จุดสกัดชั่วคราว/เคลื่อนที่ ตั้งตามสถานการณ์ ข้อมูลข่าวสาร หรือในช่วงที่มีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้ตามความเหมาะสม

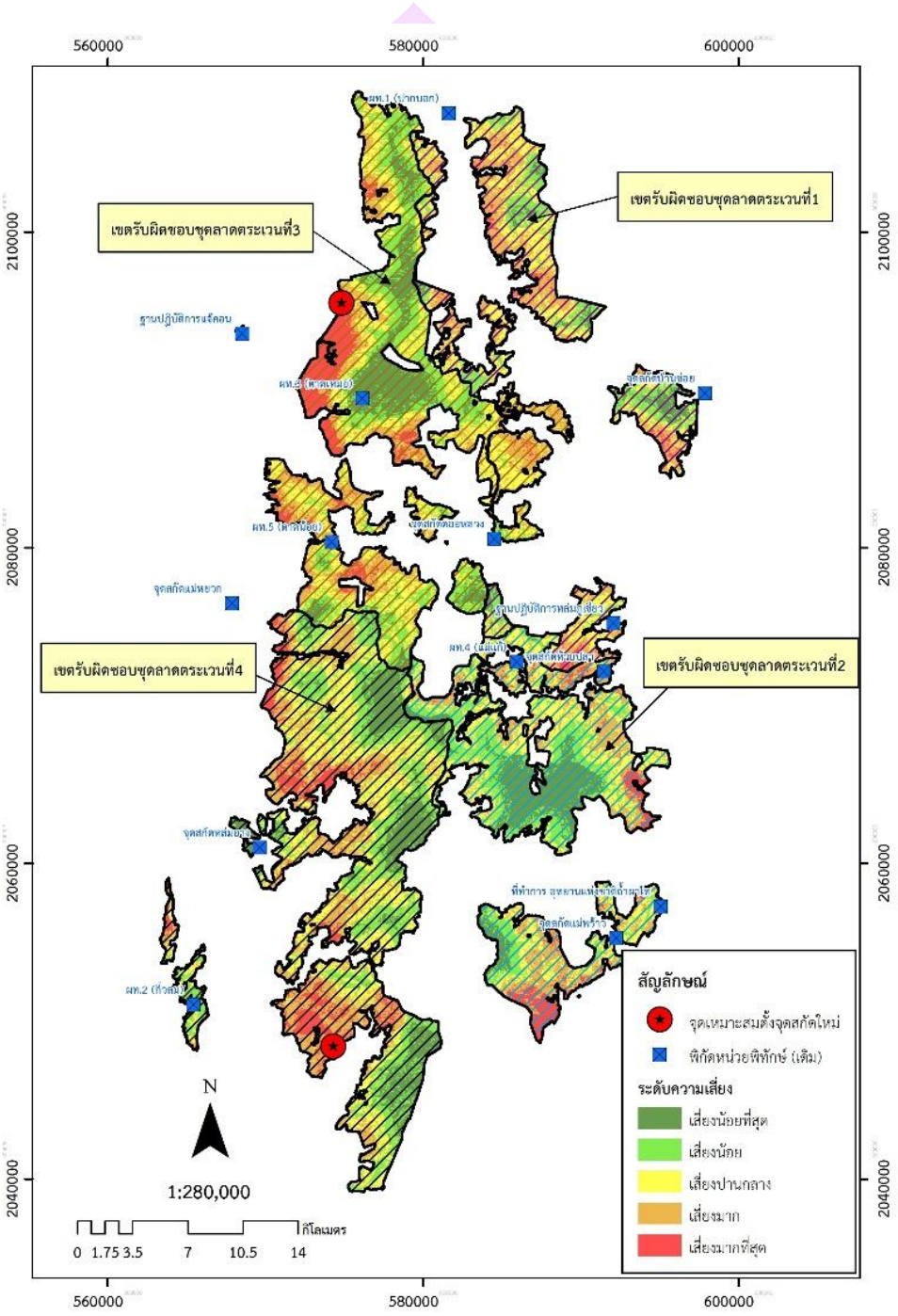
3) จุดสกัด/จุดตรวจร่วม มีการบูรณาการกำลังกับหน่วยงานอื่น เช่น ตำรวจ ทหาร ฝ่ายปกครอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความครอบคลุม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับระดับความเสี่ยงที่ได้จากการประมวลผลแผนที่ พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมในการจัดตั้งจุดสกัดเพิ่มเติม จำนวน 2 จุด ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ ต.ทุ่งผึ้ง อ.แจ้ห่ม จำนวน 1 จุด และอยู่ในพื้นที่ ต.บ้านแลง อ.เมืองลำปาง จำนวน 1 จุด เป็นบริเวณที่ประเมินว่ามีระดับความเสี่ยงมากที่สุด อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบของชุดลาดตระเวนที่ 3 และ 4 พื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้เส้นทางลำลองที่สามารถใช้เป็นช่องทางเข้าออกพื้นที่ป่าได้สะดวก ใกล้แหล่งชุมชน ติดขอบระหว่างแนวเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทกับป่าสงวนแห่งชาติ หรือพื้นที่การเกษตร ทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการบุกรุกและลักลอบตัดไม้เป็นพิเศษ (บุญเลิศ ช.และคณะ, 2565) และที่สำคัญคือบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีการกระจายตัวของไม้มีค่าทางเศรษฐกิจรวมถึงไม้ชิงชันและไม้ประดู่ค่อนข้างหนาแน่นซึ่งยังไม่มีจุดสกัดหรือหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติครอบคลุม ซึ่งแสดงถึงความจำเป็นในการจัดตั้งจุดสกัดเพิ่มเติมในพื้นที่ดังกล่าว เพื่ออุดช่องว่างในการลาดตระเวนและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับและป้องกันการกระทำความผิด (World Resources Institute, 2022) แต่การดำเนินการในบริเวณนี้ต้องใช้ความระมัดระวังและจำเป็นต้องมีการสื่อสารสร้างความเข้าใจกับชุมชนอย่างจริงจัง เพื่อลดผลกระทบและความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้น เพราะถึงแม้ว่าจุดสกัดจะเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีศักยภาพในการสกัดกั้นการขนย้ายไม้ผิดกฎหมาย โดยเฉพาะหากตั้งอยู่ในตำแหน่งยุทธศาสตร์และมีการปฏิบัติงานที่เข้มงวด แต่ประสิทธิภาพของจุดสกัดจะเกิดขึ้นได้สูงสุดก็ต่อเมื่อมีการบูรณาการเข้ากับยุทธศาสตร์อื่น ๆ อย่างเป็นระบบ ได้แก่ การลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART Patrol) การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น ระบบ NCAPS (Network Centric Anti-Poaching System) เพื่อการแจ้งเตือนล่วงหน้า อากาศยานไร้คนขับ (โดรน) เพื่อการสำรวจและเฝ้าระวัง การพัฒนาระบบข่าวกรองที่มีประสิทธิภาพ การบังคับใช้กฎหมายที่จริงจัง และที่สำคัญที่สุดคือการแก้ไขปัญหาความขัดแย้งและสร้างความร่วมมือกับชุมชนท้องถิ่น ซึ่งสรุปการตั้งจุดสกัดเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทเพิ่มเติม จำนวน 2 จุด โดยมีการพิจารณาจากหลักเกณฑ์ ดังนี้

ตาราง 24 หลักเกณฑ์ในการตั้งจุดสกัดเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้

ที่ตั้งจุดสกัด	หลักเกณฑ์	รายละเอียด	ความสำคัญ
จุดสกัดที่ 1 ตั้งอยู่ในพื้นที่ ต.ทุ่งผึ้ง อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง จุดสกัดที่ 2 ตั้งอยู่ในพื้นที่ ต.บ้านแลง อ.เมือง จ.ลำปาง	1. เส้นทางการเข้า–ออกหลัก	– เป็นเส้นทางที่ยานพาหนะและบุคคลใช้เข้า–ออกอุทยานฯ เป็นประจำ	สูงมาก
		– มีปริมาณการสัญจรของผู้คนและยานพาหนะในระดับที่สามารถตรวจสอบได้	สูง
	2. จุดเสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้	– ใกล้บริเวณที่มีการตรวจพบการลักลอบตัดไม้บ่อยครั้งในอดีต	สูงมาก
		– ใกล้แหล่งที่มีไม้มีค่าทางเศรษฐกิจสูง	สูงมาก
		– เป็นเส้นทางที่คาดการณ์ว่าผู้ลักลอบอาจใช้ในการลำเลียงไม้	สูง
	3. สภาพภูมิประเทศและทัศนวิสัย	– มีพื้นที่ราบเพียงพอสำหรับการตั้งจุดสกัดและจอดรถ	ปานกลาง
		– มีทัศนวิสัยที่ดี สามารถมองเห็นระยะไกลเพื่อสังเกตความเคลื่อนไหว	สูง
		– สามารถติดตั้งอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกได้ง่าย (เช่น ไฟส่องสว่าง,ป้ายเตือน)	ปานกลาง
	4. ความสะดวกในการปฏิบัติงาน	– สามารถเข้าถึงได้ง่ายสำหรับเจ้าหน้าที่	สูง
		– มีสัญญาณโทรศัพท์หรือวิทยุสื่อสารที่ชัดเจน	สูง
		– สามารถจัดสรรกำลังเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	ปานกลาง
		– มีแหล่งน้ำหรือสามารถจัดหาน้ำดื่มและสิ่งจำเป็นอื่นๆ ได้	ปานกลาง
	5. ความร่วมมือจากชุมชน	– เป็นบริเวณที่ได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากชุมชนในพื้นที่	สูง
		– ชุมชนสามารถมีส่วนร่วมในการแจ้งเบาะแสหรือให้ข้อมูล	สูง
	6. ผลกระทบต่อการท่องเที่ยวและประชาชน	– มีผลกระทบต่อการสัญจรของนักท่องเที่ยวและประชาชนให้น้อยที่สุด	ปานกลาง
		– สามารถบริหารจัดการจุดสกัดให้เกิดความสะดวกและไม่สร้างความเดือดร้อน	ปานกลาง

	7. ความยั่งยืนและงบประมาณ	– สามารถดำเนินการจุดสกัดได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว	ปานกลาง
		– มีงบประมาณเพียงพอสำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษาจุดสกัด	ปานกลาง



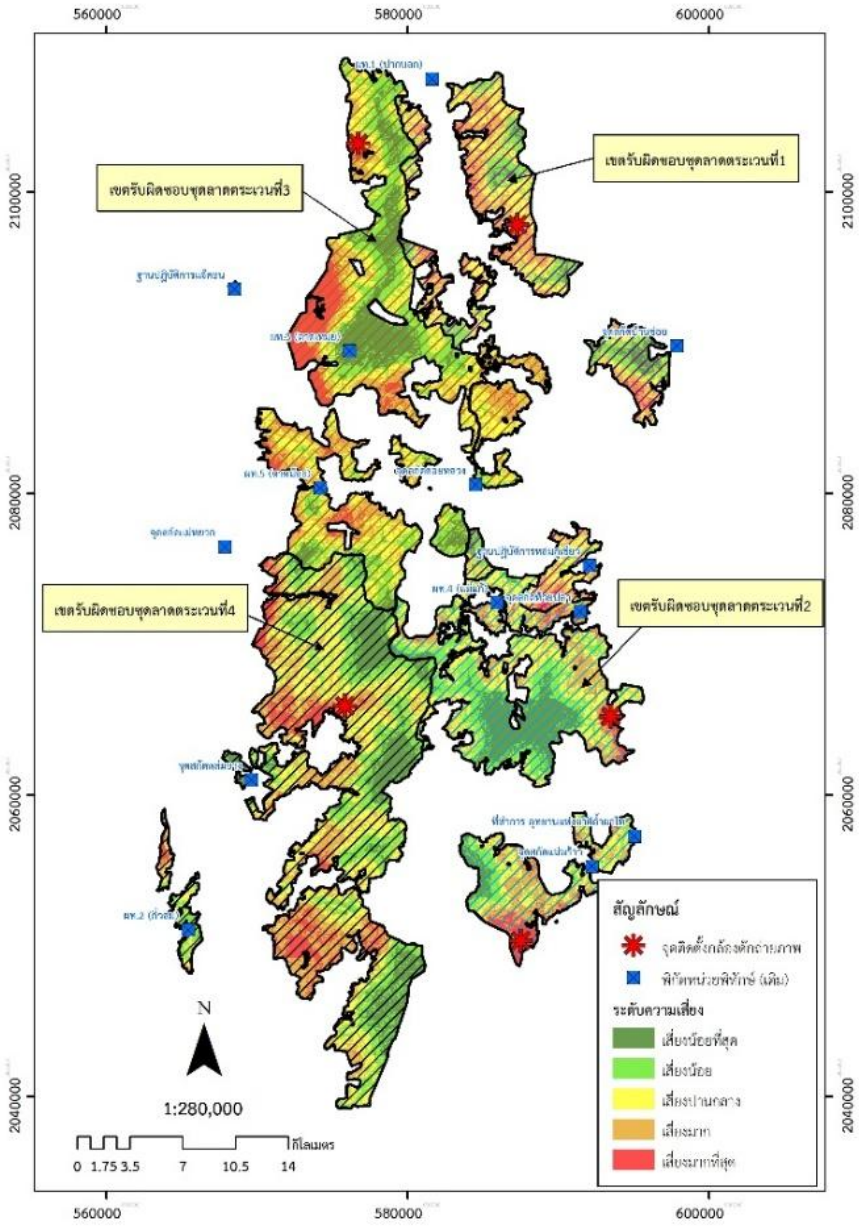
ภาพ 21 แผนที่แสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งจุดสกัด

4.3.2 การกำหนดตำแหน่งจุดติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ

การนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวังพื้นที่ป่าไม้ ถือเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่า นอกเหนือไปจากการลาดตระเวนแบบดั้งเดิม (John R Platt, 2016) เทคโนโลยีเหล่านี้ทำหน้าที่เสมือน "ผู้ช่วย" หรือ "ตัวคูณกำลัง" (force multiplier) ให้กับเจ้าหน้าที่ (ไทยพีบีเอส, 2562) ช่วยให้สามารถตรวจการณ์พื้นที่ได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือการเปลี่ยนจากการรับมือเมื่อเกิดเหตุการณ์ไปสู่มาตรการเชิงรุก เช่น นโยบาย "จับก่อนตัด" หรือ "จับก่อนล่า" ซึ่งเป็นไปได้ด้วยระบบการตรวจติดตามแบบเรียลไทม์ (ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูลและคณะ, 2023) เทคโนโลยีที่กำลังมีการศึกษาและถูกนำมาใช้งานในบริบทนี้ได้แก่ ระบบกล้อง NCAPS การติดตั้งใช้งานกล้อง NCAPS นั้น จะถูกติดตั้งอย่างลับ ๆ ในพื้นที่เสี่ยงสูง ตำแหน่งของกล้องถือเป็นความลับและมีการย้ายตำแหน่งบ่อยครั้งเพื่อป้องกันการหลบเลี่ยงหรือทำลายจากผู้ลักลอบตัดไม้ ระบบส่งภาพจะแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ไปยังเจ้าหน้าที่เฝ้าระวังหรือเครือข่ายส่วนกลาง (มติชนออนไลน์, 2561) ทำให้สามารถส่งกำลังเจ้าหน้าที่เข้าพื้นที่ได้อย่างรวดเร็วเพื่อสกัดกั้น (‘จับก่อนตัด’) แต่มีข้อควรระวังคือผู้ลักลอบตัดไม้อาจจะทราบถึงการมีอยู่ของกล้องและพยายามปรับเปลี่ยนวิธีการหลบเลี่ยง บางครั้งมีการส่งคนเข้ามาสอดแนม ทำให้จำเป็นต้องย้ายตำแหน่งกล้องอยู่เสมอ (M Mahavongtrakul, 2017) ข้อจำกัดด้านการเชื่อมต่อสัญญาณเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งสำหรับระบบเรียลไทม์ เช่น สัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มักครอบคลุมไม่ทั่วถึงหรือไม่มีเลยในพื้นที่ป่าห่างไกล ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการศึกษาวางแผนตำแหน่งติดตั้งกล้อง ทำให้ต้องหาทางเลือกอื่น เช่น การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม (มีค่าใช้จ่ายสูง), เทคโนโลยี LoRaWAN หรือต้องพึ่งพาการเก็บข้อมูลแบบออฟไลน์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับระดับความเสี่ยงตามแผนที่ พบว่ามีตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) ระบบ NCAPS จำนวน 5 จุด อยู่ในพื้นที่ ต.วังทอง อ.วังเหนือ จำนวน 1 จุด ต.บ้านร้อง อ.งาว จำนวน 1 จุด ต.บ้านหวด อ.งาว จำนวน 2 จุด และ ต.แจ้ห่ม อ.แจ้ห่ม จำนวน 1 จุด ซึ่งตำแหน่งติดตั้งทั้ง 5 จุดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงมากที่สุด กระจายอยู่ในเขตรับผิดชอบของชุดลาดตระเวนทั้ง 4 ชุด ครอบคลุมพื้นที่ตอนบนและตอนกลางของเขตพื้นที่ศึกษา พื้นที่ดังกล่าวมักตั้งอยู่บริเวณใกล้แนวเขตอุทยานแห่งชาติติดกับป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ชุมชน หรือพื้นที่ใช้ประโยชน์อื่น มีเส้นทางเข้าออกจากภายนอกหลายช่องทาง ผู้กระทำผิดสามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วและหลบหนีได้สะดวก ทำให้เป็นจุดที่มีโอกาสเกิดการลักลอบกระทำผิดได้สูง กล้องดักถ่ายภาพจึงสามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเสริมในการเฝ้าระวังติดตามและบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหว

ในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญเลิศ ช.และคณะ, 2565) นอกจากนี้ยังพบว่าบางบริเวณยังไม่มีระบบเฝ้าระวังใดครอบคลุม การกำหนดตำแหน่งเพื่อติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพในพื้นที่ทั้ง 5 จุด จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยลดช่องว่างในการตรวจสอบพื้นที่ เพิ่มขีดความสามารถในการควบคุมและป้องกันการกระทำผิดในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ และสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่ลาดตระเวนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (World Resources Institute, 2022) โดยมีการพิจารณาจากหลักเกณฑ์ ดังนี้



ภาพ 22 แผนที่ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ

ตาราง 25 หลักเกณฑ์ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ

จุดติดตั้งกล้อง	**หลักเกณฑ์ (Criteria)**	**รายละเอียด (Details)**	**หมายเหตุ (Notes)**
จำนวน 5 จุด ในพื้นที่ดังนี้ 1. ต.วังทอง อ.วังเหนือ จ.ลำปาง ชุดลาดตระเวนที่ 3 2. ต.บ้านร้อง อ.งาว จ.ลำปาง ชุดลาดตระเวนที่ 1 3 และ 4. ต.บ้านหวด อ.งาว จ.ลำปาง ชุดลาดตระเวนที่ 2 5. ต.แจ้ห่ม อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง ชุดลาดตระเวนที่ 4	1. ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ (Physical Characteristics of the Area)		
	1.1 เส้นทางที่คาดว่าผู้ลักลอบจะใช้ (Likely routes used by poachers)	– ทางเดินเท้าเก่า หรือทางที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว แต่ยังคงมีร่องรอยการสัญจร	พิจารณาจากภูมิประเทศ, ข้อมูลการลาดตระเวนในอดีต, และการสังเกตร่องรอยใหม่
		– ถนนลูกรัง หรือเส้นทางที่รถยนต์/รถจักรยานยนต์สามารถเข้าถึงได้	โดยเฉพาะบริเวณใกล้เคียงแนวเขตอุทยานฯ
		– สันเขา หรือแนวสันปันน้ำที่อาจเป็นเส้นทางลัดเลาะ	หากมีร่องรอยการตัดไม้บริเวณใกล้เคียง ให้ความสำคัญสูง
		– บริเวณลำห้วย หรือแหล่งน้ำที่อาจใช้เป็นเส้นทางในการขนย้ายไม้	โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่ระดับน้ำลดลง
	1.2 บริเวณที่มีร่องรอยการตัดไม้ในอดีต หรือปัจจุบัน (Areas with signs of past or present logging)	– ตอไม้ใหม่ หรือตอไม้ที่มีร่องรอยการตัดเมื่อไม่นานมานี้	บ่งชี้ถึงการกลับมาใช้พื้นที่เดิม
		– เศษไม้, ขี้เลื่อย, หรือร่องรอยการลากไม้	เป็นหลักฐานสำคัญของการกระทำผิด
		– บริเวณที่ต้นไม้ใหญ่หายไปอย่างผิดสังเกต	อาจมีการลักลอบตัดไม้เกิดขึ้น
	1.3 ลักษณะภูมิประเทศที่เอื้อต่อการซุ่มซ่อน (Topography conducive to ambush)	– บริเวณที่เป็นคอขวดของเส้นทาง	ผู้ลักลอบมีโอกาสสูงที่จะต้องผ่านจุดนั้น
		– บริเวณที่มีเนิน หรือหุบเขาที่สามารถติดตั้งกล้องเพื่อครอบคลุมพื้นที่กว้าง	ช่วยให้ได้ภาพรวมของกิจกรรม
		– บริเวณที่เป็นทางแคบหรือมีสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติ	บังคับให้ผู้ลักลอบต้องเดินผ่านในระยะที่กล้องสามารถจับภาพได้ชัดเจน

	2. ความสะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา (Ease of Installation and Maintenance)		
	2.1 ความมั่นคงของตำแหน่งติดตั้ง (Stability of the installation point)	- ต้นไม้ใหญ่ที่มีลำต้นแข็งแรงและมีขนาดเหมาะสมกับการติดตั้งกล้อง	ป้องกันกล้องหลุดหรือเคลื่อนที่จากสภาพอากาศหรือสัตว์
		- โขดหิน หรือโครงสร้างธรรมชาติที่มั่นคง	หากไม่มีต้นไม้ที่เหมาะสม
	2.2 ความสะดวกในการเข้าถึงเพื่อตรวจสอบ (Ease of access for inspection)	- ใกล้เส้นทางลาดตระเวน หรือเส้นทางที่เจ้าหน้าที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย	ช่วยให้การตรวจสอบและบำรุงรักษากล้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ
		- ไม่เป็นพื้นที่อันตราย หรือเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ	คำนึงถึงความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่
	3. ปัจจัยอื่น ๆ (Other Factors)		
	3.1 ข้อมูลการลาดตระเวนในอดีต (Historical patrol data)	- จุดที่เคยมีการตรวจพบการกระทำผิดบ่อยครั้ง	มีแนวโน้มที่จะเกิดการกระทำผิดซ้ำ
		- ข้อมูลจากเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าหรือผู้ที่เคยปฏิบัติงานในพื้นที่	มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับเส้นทางและพฤติกรรมของผู้ลักลอบ
	3.2 ข้อมูลจากชุมชนในพื้นที่ (Information จาก local communities)	- ข่าวสารหรือเบาะแสเกี่ยวกับการลักลอบตัดไม้จากชาวบ้านในพื้นที่	เป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่อาจนำไปสู่การวางแผนติดตั้งกล้องที่มีประสิทธิภาพ
	3.3 การพรางตัวของกล้อง (Camera camouflage)	- ตำแหน่งที่สามารถซ่อนกล้องให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมได้ดี	ลดโอกาสที่ผู้ลักลอบจะพบเห็นและทำลายกล้อง
		- หลีกเลี่ยงการติดตั้งในบริเวณที่โล่ง หรือมีสีสันที่แตกต่างจากสภาพแวดล้อม	
	3.4 ทิศทางแสง (Sunlight direction)	- หลีกเลี่ยงการติดตั้งในทิศทางที่แสงแดดส่องโดยตรงในช่วงเวลา	ป้องกันภาพย้อนแสงและทำให้ได้ภาพที่มี

		สำคัญ	คุณภาพดี
	3.5 การรบกวนจากสัตว์ (Animal interference)	– พิจารณาตำแหน่งที่อาจมีการรบกวนจากสัตว์น้อย	เช่น การติดตั้งในระดับความสูงที่เหมาะสม หรือการใช้อุปกรณ์ป้องกัน

4.3.3 การวางแผนการลาดตระเวน

วัตถุประสงค์ในการลาดตระเวน คือ การตรวจจับ ยับยั้ง และขัดขวางการลักลอบตัดไม้มีค่าภายในเขตป่าอนุรักษ์ จนนำไปสู่การจับกุมผู้กระทำผิดและตรวจยึดของกลาง รวมไปถึงการรวบรวมข้อมูลข่าวกรองเกี่ยวกับเครือข่ายการลักลอบตัดไม้ ติดตามตรวจสอบสภาพระบบนิเวศ (รวมถึงชนิดพันธุ์ไม้เป้าหมาย) แสดงตนของเจ้าหน้าที่เพื่อป้องปราม และสร้างความสัมพันธ์อันดีกับชุมชน โดยใช้รูปแบบการลาดตระเวนที่หลากหลาย ดังนี้

1) การลาดตระเวนด้วยการเดินเท้า

เน้นการเข้าถึงพื้นที่ป่าลึกในเขตเสี่ยงสูงที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วยยานพาหนะ, การลาดตระเวนตามแนวเขต, การติดตามร่องรอยกิจกรรมผิดกฎหมาย โดยใช้ระเบียบปฏิบัติตามระบบ SMART Patrol อย่างเคร่งครัด

2) การลาดตระเวนด้วยยานพาหนะและกลยุทธ์การสกัดกั้น

เน้นการเฝ้าระวังเส้นทางหลักและเส้นทางภายในที่เข้าถึงได้, การตอบสนองอย่างรวดเร็ว, การแสดงตนของเจ้าหน้าที่

3) ปฏิบัติการเฝ้าตรวจและซุ่มโจมตีเป้าหมาย

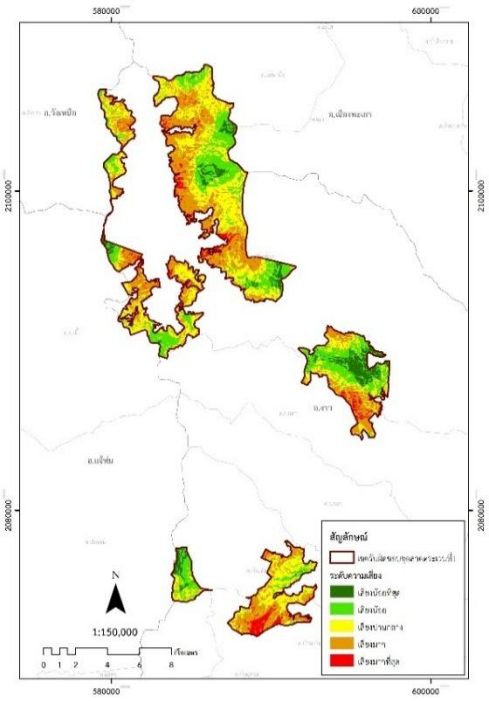
เน้นการสกัดกั้นการลักลอบตัดไม้หรือการขนส่งที่กำลังดำเนินอยู่ โดยอาศัยข้อมูลข่าวกรองที่เฉพาะเจาะจง

4.3.3.1 การวางแผนการลาดตระเวนโดยใช้ข้อมูลแผนที่ระดับความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบไม้ชิงชันและประดู่ โดยการแบ่งตามพื้นที่รับผิดชอบของแต่ละชุดลาดตระเวน ซึ่งพื้นที่ที่จัดอยู่ในระดับ “เสี่ยงมากที่สุด" เป็นบริเวณที่ควรได้รับการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ ชุดลาดตระเวนควรจะต้องจัดลำดับความสำคัญโดยการทุ่มเททรัพยากรลาดตระเวน (กำลังพล, เวลา, เทคโนโลยี) ไปยังพื้นที่นั้น ดังนี้

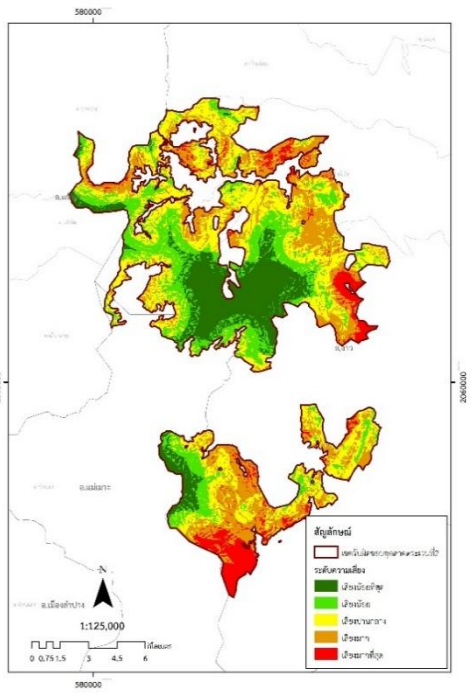
ชุดลาดตระเวนที่ 1 พื้นที่ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 2,936 ไร่
ชุดลาดตระเวนที่ 2 พื้นที่ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 7,112 ไร่
ชุดลาดตระเวนที่ 3 พื้นที่ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 13,802 ไร่
ชุดลาดตระเวนที่ 4 พื้นที่ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 12,450 ไร่

ตาราง 26 ระดับความเสี่ยงและจำนวนของพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่

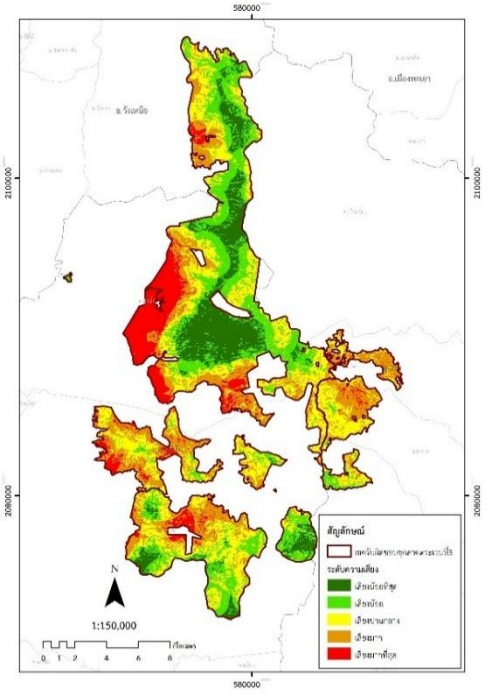
ชุดลาดตระเวนที่	ระดับความเสี่ยงของพื้นที่	จำนวน (ไร่)
1	เสี่ยงมากที่สุด	2,936
	เสี่ยงมาก	21,453
	เสี่ยงปานกลาง	23,798
	เสี่ยงน้อย	14,608
	เสี่ยงน้อยที่สุด	4,051
2	เสี่ยงมากที่สุด	7,112
	เสี่ยงมาก	24,892
	เสี่ยงปานกลาง	29,587
	เสี่ยงน้อย	19,675
	เสี่ยงน้อยที่สุด	15,946
3	เสี่ยงมากที่สุด	13,802
	เสี่ยงมาก	30,274
	เสี่ยงปานกลาง	37,922
	เสี่ยงน้อย	30,576
	เสี่ยงน้อยที่สุด	18,438
4	เสี่ยงมากที่สุด	12,450
	เสี่ยงมาก	36,917
	เสี่ยงปานกลาง	42,283
	เสี่ยงน้อย	36,041
	เสี่ยงน้อยที่สุด	20,494



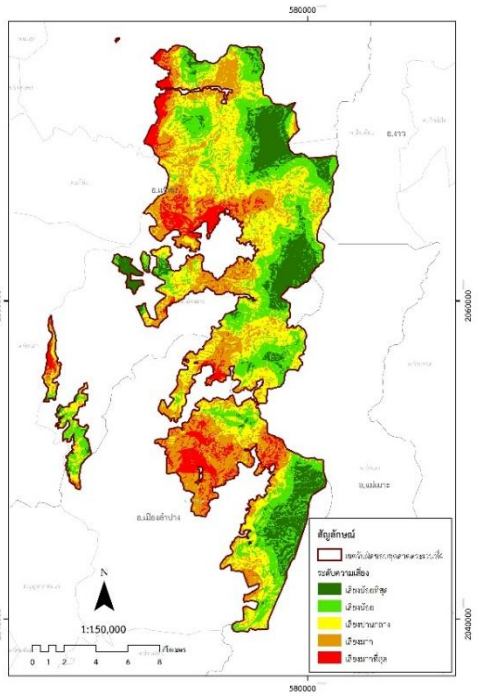
พื้นที่รับผิดชอบชุดลาดตระเวนที่ 1



พื้นที่รับผิดชอบชุดลาดตระเวนที่ 2



พื้นที่รับผิดชอบชุดลาดตระเวนที่ 3



พื้นที่รับผิดชอบชุดลาดตระเวนที่ 4

ภาพที่ 23 แผนที่ระดับความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ แบ่งตามพื้นที่รับผิดชอบของแต่ละชุดลาดตระเวน

4.3.3.2 การวางแผนลาดตระเวนพื้นที่อนุรักษ์โดยใช้ข้อมูลแผนที่ระดับความเสี่ยงของพื้นที่ร่วมกับตารางเส้นกริด (Grid)

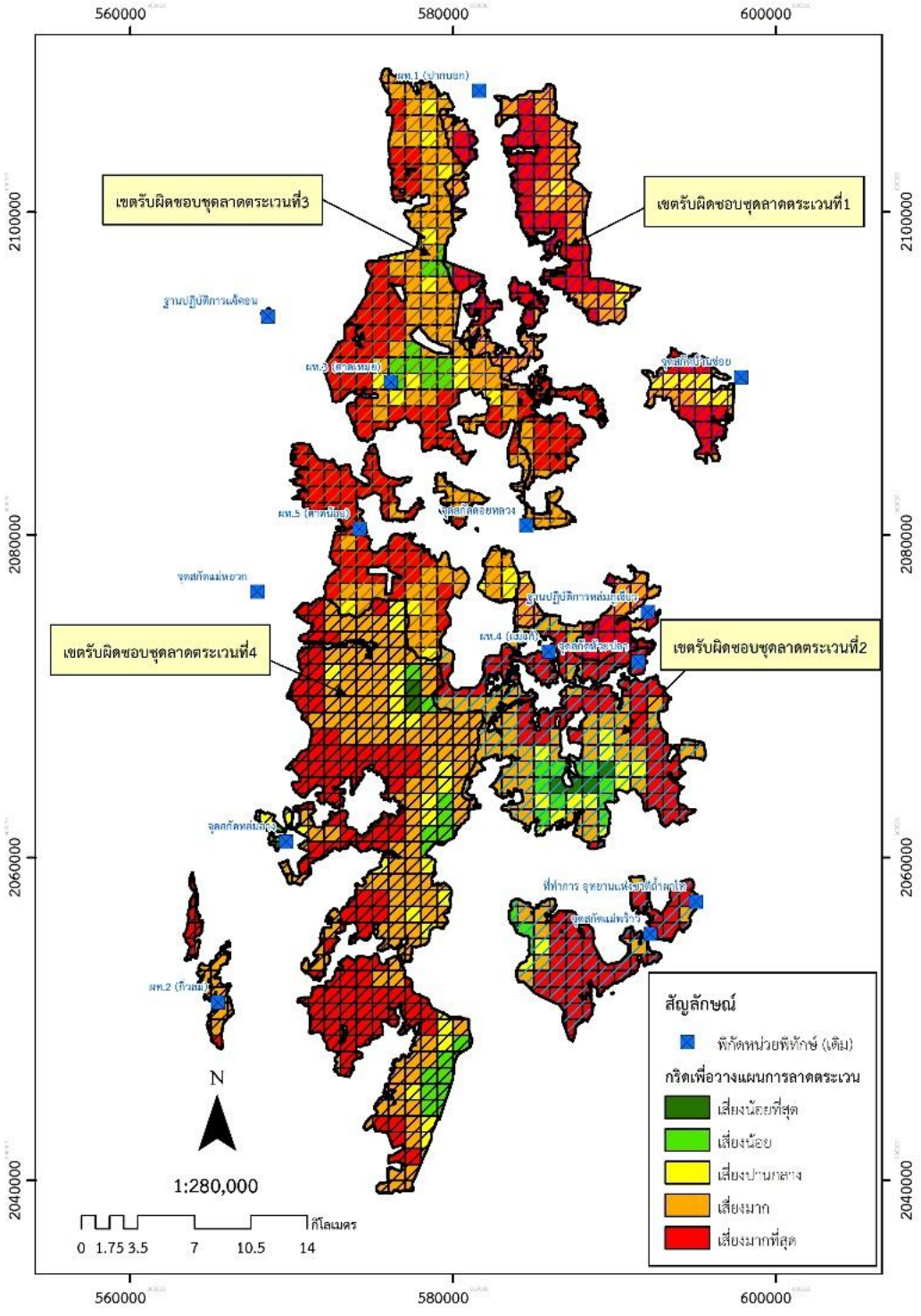
แนวคิดพื้นฐานของการลาดตระเวนตามตารางกริด (Grid–Based Patrolling) คือ การแบ่งพื้นที่ลาดตระเวนออกเป็นช่องตาราง (Grid Cells) ที่มีขนาดเท่า ๆ กันอย่างเป็นระบบ เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือหกเหลี่ยม (A.X Jiangและคณะ, 2017) แต่ละช่องตารางจะกลายเป็นหน่วยย่อยสำหรับการวางแผน การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ผล หลักการสำคัญคือ การสร้างความเป็นระบบ (Systematization) เพื่อให้แน่ใจว่าการลาดตระเวนครอบคลุมพื้นที่อย่างทั่วถึงและมีแบบแผน แทนที่จะเป็นการลาดตระเวนตามความสะดวกโอกาส หรือตามสัญชาตญาณเพียงอย่างเดียว แนวคิดนี้สอดคล้องกับหลักการลาดตระเวนทางทหารหรือการรักษาความปลอดภัยที่เน้นการวางแผนและการควบคุม นอกจากนี้ยังมีการใช้ค่าพิกัดอ้างอิงของตารางกริด (Grid References) หรือรหัสประจำช่องตาราง (Cell IDs) เพื่อระบุตำแหน่งและสื่อสารกันได้อย่างชัดเจน (T.D Frum & J Stallone, 2024) การนำระบบตารางกริดมาใช้ในการลาดตระเวนในพื้นที่คุ้มครองมีเหตุผลสำคัญหลายประการ ดังนี้

1) ความครอบคลุมอย่างเป็นระบบ ช่วยในการวางแผนเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่หรือพื้นที่ที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างทั่วถึง ลดการพึ่งพาเส้นทางเดิม ๆ หรือพื้นที่ที่เข้าถึงง่าย ทำให้มั่นใจได้ว่าพื้นที่ที่เข้าถึงยากหรือไม่ค่อยได้รับการตรวจตราก็ได้รับการตรวจสอบด้วย

2) โครงสร้างข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน เป็นกรอบเชิงพื้นที่ที่สอดคล้องกันสำหรับการรวบรวมและจัดระเบียบข้อมูล ข้อมูลการลาดตระเวน เช่น ร่องรอยสัตว์ป่า ภัยคุกคาม หรือเส้นทางเดิน สามารถถูกกำหนดให้อยู่ในช่องตารางที่เฉพาะเจาะจงได้

3) สนับสนุนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ทำให้สามารถวิเคราะห์รูปแบบเชิงพื้นที่ในเชิงปริมาณได้ เช่น การคำนวณความพยายามในการลาดตระเวนต่อช่องตาราง (Patrol Effort per Cell) การระบุพื้นที่สำคัญหรือพื้นที่เสี่ยง (Hotspot) และการเปรียบเทียบระดับภัยคุกคามระหว่างช่องตารางหรือโซนต่างๆ

4) การเปรียบเทียบที่เป็นรูปธรรม ช่วยให้สามารถเปรียบเทียบความพยายามและผลลัพธ์ของการลาดตระเวนระหว่างพื้นที่ (ช่องตาราง) และช่วงเวลาต่าง ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น



ภาพ 23 แผนที่แสดงตารางเส้นกริดแบ่งตามระดับความเสี่ยงของพื้นที่

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อซ้อนทับตารางเส้นกริด (Grid) ขนาด 1 x 1 ตารางกิโลเมตร ลงในแผนที่ระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ที่แบ่งตามพื้นที่รับผิดชอบของแต่ละชุดลาดตระเวนได้ผลดังนี้

ชุดลาดตระเวนที่ 1 มีตารางเส้นกริด จำนวน 219 กริด ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 85 กริด

ชุดลาดตระเวนที่ 2 มีตารางเส้นกริด จำนวน 268 กริด ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 127 กริด

ชุดลาดตระเวนที่ 3 มีตารางเส้นกริด จำนวน 347 กริด ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 151 กริด

ชุดลาดตระเวนที่ 4 มีตารางเส้นกริด จำนวน 367 กริด ระดับเสี่ยงมากที่สุด จำนวน 137 กริด

ตาราง 27 จำนวนตารางเส้นกริดแยกตามระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยง

ชุดลาดตระเวนที่	ระดับความเสี่ยงของพื้นที่	จำนวนตารางเส้นกริด
1	เสี่ยงมากที่สุด	85
	เสี่ยงมาก	110
	เสี่ยงปานกลาง	21
	เสี่ยงน้อย	3
	เสี่ยงน้อยที่สุด	0
2	เสี่ยงมากที่สุด	127
	เสี่ยงมาก	99
	เสี่ยงปานกลาง	19
	เสี่ยงน้อย	18
	เสี่ยงน้อยที่สุด	5
3	เสี่ยงมากที่สุด	151
	เสี่ยงมาก	154
	เสี่ยงปานกลาง	28
	เสี่ยงน้อย	13
	เสี่ยงน้อยที่สุด	1
4	เสี่ยงมากที่สุด	137
	เสี่ยงมาก	164
	เสี่ยงปานกลาง	38
	เสี่ยงน้อย	23
	เสี่ยงน้อยที่สุด	5

แนวทางปฏิบัติในการนำข้อมูลแผนที่ตารางเส้นกริดตามระดับความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการถูกลักลอบไม้ชิงชันและประดู่มาปรับใช้การลาดตระเวน ศูนย์ปฏิบัติการ SMART Patrol ของอุทยานฯ และชุดลาดตระเวนทั้ง 4 ชุด ควรจะพิจารณาดำเนินการดังนี้

1) ให้ความสำคัญแก่ตารางเส้นกริด (Grid) พื้นที่เสี่ยงมากที่สุดและจุดที่ต้องเฝ้าระวังสูงเป็นอันดับแรก โดยพิจารณาให้เป็นพื้นที่ที่ต้องลาดตระเวนเป็นอันดับต้น ๆ และให้ครบทุกตารางเส้นกริด (Grid) ในแผนที่พื้นที่รับผิดชอบ

2) ให้เพิ่มจำนวนครั้งความถี่ในการลาดตระเวนไปในพื้นที่เสี่ยงมากที่สุดและจุดที่ต้องเฝ้าระวังสูงมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ การศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและการสนับสนุนการวางแผนป้องกันการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. การทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

แนวคิดคือการใช้ GIS (ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์) เพื่อจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาจาก 7 ปัจจัยสำคัญ คือ การกระจายตัวของไม้ ระยะห่างจากคดีเก่า เส้นทาง ชุมชน หน่วยพิทักษ์ แหล่งน้ำ และความลาดชัน ร่วมกับ MCDA (การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์) โดยเฉพาะเทคนิค AHP (Analytic Hierarchy Process) และ SAW (Simple Additive Weighting) เพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการลักลอบตัดไม้ แล้วนำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ผ่านการให้น้ำหนักแล้วมาซ้อนทับกัน (Overlay) ใน GIS เพื่อสร้าง "แผนที่ความเสี่ยง" (Risk Map) ซึ่งจะชี้เป้าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงที่ควรให้ความสำคัญในการลาดตระเวน ป้องกันและปราบปราม เพื่อสนับสนุนการวางแผนลาดตระเวนและจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (Criteria Weighting – AHP) ใช้เทคนิค AHP ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับการให้น้ำหนักปัจจัยที่มีลักษณะเป็นนามธรรมหรือเปรียบเทียบความสำคัญได้ยาก การใช้เลือกปัจจัยที่หลากหลายและให้น้ำหนักโดยผู้เชี่ยวชาญผ่านกระบวนการ AHP ช่วยให้การวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือและสะท้อนสถานการณ์จริงได้ดีขึ้น ผลการวิเคราะห์แบ่งพื้นที่อุทยานฯ ออกเป็น 5 ระดับความเสี่ยง พบว่าพื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ 134,250 ไร่ รองลงมาได้แก่พื้นที่เสี่ยงมาก มีจำนวน 114,250 ไร่ พื้นที่เสี่ยงน้อย มีจำนวน 101,125 ไร่ พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด มีจำนวน 58,998 ไร่ และพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีขนาดน้อยที่สุดคือ 36,541 ไร่ การกระจายตัวของความเสี่ยง การที่พื้นที่เสี่ยงระดับ "ปานกลาง" และ "มาก" มีขนาดใหญ่ แสดงให้เห็นถึงความท้าทายในการป้องกันที่ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ในขณะที่พื้นที่เสี่ยง "มากที่สุด" แม้จะมีขนาดเล็ก แต่เป็นจุดที่ต้องให้ความสำคัญสูงสุดในการเฝ้าระวังและปราบปรามอย่างเข้มข้น นอกจากนั้นเมื่อใช้ข้อมูลการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบของชุดลาดตระเวน จำนวน 4 ชุด พบว่า

ชุดลาดตระเวนที่ 3 และ 4 มีพื้นที่รับผิดชอบที่มีความเสี่ยงในระดับ "มากที่สุด" และ "มาก" อยู่ในสัดส่วนที่สูงกว่าชุดลาดตระเวนที่ 1 และ 2

2. การนำแผนที่พื้นที่เสี่ยงมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการวางมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่

2.1 การนำแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนมาตรการป้องกันและปราบปราม ถือเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยแผนที่นี้จะช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ ทำให้สามารถวางแผนและดำเนินมาตรการต่าง ๆ ได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จะส่งผลดีต่อการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ ดังนี้

1) การวางมาตรการป้องกันและปราบปราม แผนที่ช่วยให้เข้าใจสถานการณ์การลักลอบตัดไม้ในพื้นที่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้การวิเคราะห์สถานการณ์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มีความแม่นยำและนำไปสู่การกำหนดมาตรการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่เสี่ยงได้อย่างแท้จริง การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและการสัมภาษณ์เชิงลึกจะยิ่งช่วยเสริมให้การวิเคราะห์สถานการณ์มีความรอบด้านและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

2) การกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งจุดสกัด พบว่ามีจุดที่เหมาะสมสำหรับการตั้งจุดสกัดเพื่อป้องกันการลักลอบตัดไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทเพิ่มเติม จำนวน 2 จุด ซึ่งทั้ง 2 จุด อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบของชุดลาดตระเวนที่ 3 และ 4 ตั้งอยู่ในบริเวณระดับความเสี่ยง “มากที่สุด" และอยู่ติดกับเส้นทางเข้าออกที่คาดว่าผู้กระทำผิดจะใช้ ทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้เป็นพิเศษ

3) การกำหนดตำแหน่งจุดติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) ระบบ NCAPS พบว่ามีตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) ระบบ NCAPS จำนวน 5 จุด ซึ่งทั้ง 5 จุดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงมากที่สุด กระจายอยู่ในเขตรับผิดชอบของชุดลาดตระเวนที่ 1–4 เป็นบริเวณที่คาดว่ามีโอกาสเกิดการลักลอบกระทำผิดได้สูง

4) การวางแผนการลาดตระเวน จากข้อมูลระดับความเสี่ยงในแผนที่ พบว่าพื้นที่ที่จัดอยู่ในระดับ “เสี่ยงมากที่สุด” มีการกระจายตัวในบริเวณกว้าง บริเวณแนวรอยต่อระหว่างเขตอุทยานแห่งชาติกับป่าสงวนแห่งชาติ แหล่งชุมชน หรือพื้นที่เกษตรกรรม เป็นจุดที่สามารถเข้าถึงจากภายนอกได้ง่าย ซึ่งการลาดตระเวนจะต้องทุ่มเทสรรพกำลังมุ่งเน้นเป็นลำดับแรก

5) การใช้ข้อมูลแผนที่ระดับความเสี่ยงร่วมกับตารางเส้นกริด (Grid) พบว่า ตารางเส้นกริดระดับ “เสี่ยงมากที่สุด” ของทั้ง 4 ชุดลาดตระเวน มีจำนวนพื้นที่มากเป็นอันดับ 2 ซึ่งศูนย์ปฏิบัติการ SMART Patrol ของอุทยานฯ และชุดลาดตระเวนทั้ง 4 ชุด ควรจะพิจารณาให้เป็นพื้นที่ที่ต้องลาดตระเวนเป็นอันดับต้นๆ และเพิ่มจำนวนครั้งความถี่ในการลาดตระเวน

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี GIS ร่วมกับการวิเคราะห์ MCDA โดยเฉพาะเทคนิค AHP และ SAW เพื่อจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการวางแผนและดำเนินมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ โดยผู้เชี่ยวชาญผ่านกระบวนการ AHP ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่อุทยานฯ ออกเป็น 5 ระดับความเสี่ยง โดยพบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในระดับปานกลางและมากมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายในการบริหารจัดการและป้องกันการลักลอบตัดไม้ในพื้นที่กว้างขวาง อย่างไรก็ตาม การที่พื้นที่เสี่ยงมากที่สุดมีขนาดเล็กที่สุดนั้น แสดงให้เห็นว่ามีจุดที่ต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษและควรให้ความสำคัญในการลาดตระเวนและปราบปรามอย่างเข้มงวด การกระจายตัวของความเสี่ยงที่พบนี้เป็นข้อมูลสำคัญที่ผู้บริหารอุทยานฯ สามารถนำไปใช้ในการจัดสรรทรัพยากรและวางแผนการลาดตระเวนได้อย่างเหมาะสม

เมื่อพิจารณาถึงการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบของชุดลาดตระเวนทั้ง 4 ชุด พบว่าชุดลาดตระเวนที่ 3 และ 4 มีสัดส่วนของพื้นที่เสี่ยงในระดับมากที่สุดสูงกว่าชุดลาดตระเวนอื่น ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าชุดลาดตระเวนเหล่านี้อาจต้องเผชิญกับความท้าทายในการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้มากกว่าชุดอื่น ๆ ดังนั้น ผู้บริหารอุทยานฯ อาจพิจารณาเพิ่มกำลังพล สนับสนุนอุปกรณ์ หรือปรับปรุงแผนการลาดตระเวนของชุดลาดตระเวนที่ 3 และ 4 เป็นพิเศษ

การนำแผนที่พื้นที่เสี่ยงมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนมาตรการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ ถือเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยแผนที่นี้ช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงได้อย่างชัดเจน ทำให้การวางแผนและดำเนินมาตรการต่าง ๆ มีความแม่นยำและตรงจุดมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น การระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งจุดสกัดเพิ่มเติมจำนวน 2 จุด และการกำหนดตำแหน่งติดตั้ง

กล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap) ระบบ NCAPS จำนวน 5 จุด ซึ่งทั้งหมดนี้ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงมากที่สุด ซึ่งคาดว่าเป็นเส้นทางที่ผู้กระทำผิดใช้ในการลักลอบตัดไม้ การดำเนินการตามข้อเสนอแนะเหล่านี้จะช่วยเพิ่มโอกาสในการตรวจจับและยับยั้งการกระทำผิดได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ข้อมูลจากแผนที่ระดับความเสี่ยงยังมีความสำคัญต่อการวางแผนการลาดตระเวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่จัดอยู่ในระดับเสี่ยงมากที่สุด ซึ่งมีการกระจายตัวบริเวณแนวรอยต่อระหว่างเขตอุทยานฯ กับป่าสงวนแห่งชาติ ซึ่งมักมีภูมิประเทศซับซ้อนและเข้าถึงได้ง่ายจากภายนอก การที่ยังไม่มีหน่วยพิทักษ์ครอบคลุมในพื้นที่เหล่านี้ยิ่งเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการมุ่งเน้นการลาดตระเวนในบริเวณดังกล่าวเป็นลำดับแรก การใช้ข้อมูลแผนที่ระดับความเสี่ยงร่วมกับตารางเส้นกริด (Grid) ยังช่วยให้ศูนย์ปฏิบัติการ SMART Patrol และชุดลาดตระเวนทั้ง 4 ชุด สามารถจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ที่ต้องลาดตระเวนและเพิ่มความถี่ในการลาดตระเวนในพื้นที่เสี่ยงสูงได้อย่างเหมาะสม

แนวทางการลาดตระเวนเชิงกริด (Grid-based Patrol) เป็นวิธีการที่มีจุดแข็งในด้านความเป็นระบบ สามารถวางแผนการปฏิบัติงานได้ครอบคลุมพื้นที่อย่างทั่วถึง และเอื้อต่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยเครื่องมือภูมิสารสนเทศ (GIS) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการระบุพื้นที่เสี่ยง พื้นที่เป้าหมายในการเฝ้าระวัง ตลอดจนการติดตามแนวโน้มของการกระทำผิดในเชิงพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ A. J Plumptreและคณะ (2014) อย่างไรก็ตาม แนวทางดังกล่าวยังมีข้อจำกัดที่ควรพิจารณา ได้แก่ ความซับซ้อนของภูมิประเทศซึ่งส่งผลต่อการเข้าถึงพื้นที่ในบางกริด ความเอนเอียงที่เกิดจากข้อจำกัดด้านกำลังพลหรือความไม่สม่ำเสมอในการลาดตระเวน (effort bias) รวมทั้งความจำเป็นในการปรับขนาดกริดให้เหมาะสมกับบริบทเฉพาะของพื้นที่ อาทิ ขนาดของพื้นที่ป่า ลักษณะการใช้ที่ดิน และโครงสร้างของเส้นทางเข้าออกพื้นที่อนุรักษ์ (W. D. Kissling, Et Al, 2021)

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษางานวิจัยของรวิภาส ศิริเลิศ และ ประสงค์ สงวนธรรม (2559) ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้และวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกด้วยวิธี Equal interval และงานวิจัยของต่อลาภ คำโย และคณะ (2016) ที่ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก (Tectona grandis L.f.) ในธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่ จากการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและคุณสมบัติดินบางประการกับการปรากฏของไม้สักในพื้นที่ด้วยวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบเส้นตรง จากการศึกษาพบว่าวิธีการวิเคราะห์

ความถดถอยโลจิสติก เป็นเครื่องมือหลักและมีความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากสามารถจัดการกับตัวแปรตามที่เป็น "การเกิด/ไม่เกิดเหตุการณ์" (การลักลอบตัดไม้, การบุกรุก, การปรากฏของไม้สัก) และผลลัพธ์ที่ได้ (ความน่าจะเป็น) สามารถนำไปสร้างแผนที่เชิงพื้นที่เพื่อแสดง "ความเสี่ยง" หรือ "ศักยภาพ" ได้โดยตรง ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของงานวิจัยลักษณะนี้ การวิเคราะห์ความถดถอยแบบเส้นตรง จะเข้ามามีบทบาทหากตัวแปรตามที่สนใจเป็นค่าต่อเนื่อง (เช่น ปริมาณไม้ ขนาดพื้นที่บุกรุก ความหนาแน่นของไม้สัก) และต้องการสร้างแบบจำลองเชิงทำนายค่าเหล่านั้น อย่างไรก็ตาม วิธีการศึกษาในครั้งนี้ก็ไม่ได้ใช้การวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ดังกล่าว เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ทั้ง 7 ปัจจัย ไม่ใช่ข้อมูลเชิงปริมาณทั้งหมด และยังจำเป็นที่จะต้องใช้ค่าน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 คน ที่ผู้ศึกษาพิจารณาว่ามีความน่าเชื่อถือมากกว่าเพราะมีประสบการณ์การทำงานในพื้นที่ศึกษาแห่งนี้มาเป็นระยะเวลานาน

แม้ว่าการใช้ระบบ GIS ร่วมกับเทคนิค MCDA จะช่วยให้สามารถจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ด้านการลาดตระเวนอย่างเป็นระบบ (Jacek Malczewski, 2006) แต่ผลการศึกษายังมีข้อจำกัดที่ควรพิจารณา ได้แก่ ความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลคดีลักลอบตัดไม้หรือเส้นทางลาดตระเวนที่ไม่ทันสมัย ทำให้ไม่สามารถสะท้อนสถานการณ์จริงได้อย่างครบถ้วน อีกทั้งการให้น้ำหนักของปัจจัยในกระบวนการ AHP ยังมีโอกาสเกิดความเอนเอียงจากมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมประสบการณ์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่จากเจ้าหน้าที่ภาคสนามโดยตรง (W. D. Kissling, Et Al, 2021) และการนำผลวิเคราะห์ไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพยังขึ้นอยู่กับระบบสนับสนุนภายในองค์กร เช่น การจัดการข้อมูลบุคลากร และการใช้ข้อมูล SMART Patrol อย่างต่อเนื่อง (Rob Critchlow, et al. 2017)

ข้อเสนอแนะ

ผู้ศึกษาคิดว่าการใช้ GIS ร่วมกับ SAW/AHP จะช่วยให้การวางแผนป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทเป็นไปอย่างมีหลักการ เป็นระบบ และสามารถจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ได้อย่างชัดเจน นำไปสู่การใช้ทรัพยากรที่จำกัดได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีข้อควรพิจารณาดังนี้

1) คุณภาพข้อมูล ความแม่นยำของผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับคุณภาพ ความครบถ้วน และความทันสมัยของข้อมูลที่นำเข้า ผลการวิเคราะห์จะแม่นยำเพียงใดขึ้นอยู่กับความถูกต้องและคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้

2) การมีส่วนร่วมของผู้เชี่ยวชาญ การกำหนดปัจจัยและน้ำหนักโดยผู้มีประสบการณ์ตรงในพื้นที่จะทำให้โมเดลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดควรจะมาประชุมร่วมกันเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัยและหลีกเลี่ยงความไม่สอดคล้องกันของค่าน้ำหนักดังกล่าว

3) การเลือกเกณฑ์และน้ำหนัก การเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมและการกำหนดน้ำหนักความสำคัญที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการตัดสินใจ

4) ความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ (เช่น ขนาดเซลล์ของ Raster) อาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ ควรเลือกความละเอียดที่เหมาะสมกับขนาดของพื้นที่ศึกษาและวัตถุประสงค์

5) พลวัตของปัญหา การลักลอบตัดไม้อาจเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปตามปัจจัยต่าง ๆ ควรมีการปรับปรุงข้อมูลและโมเดลเป็นระยะ ๆ มีการทบทวนและปรับปรุงแผนการป้องกันและปราบปรามอย่างสม่ำเสมอ

6) การบูรณาการกับข้อมูลอื่นๆ ควรพิจารณาบูรณาการผลการวิเคราะห์จาก GIS และ MCDA กับข้อมูลอื่น ๆ เช่น ข้อมูลข่าวกรอง ข้อมูลสภาพอากาศ เพื่อให้การวางแผนมีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

และเพื่อให้การนำแผนที่พื้นที่เสี่ยงไปใช้ในการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไทมีประสิทธิภาพสูงสุด มีข้อเสนอแนะดังนี้

1) ควรมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้มีความเข้าใจในการใช้แผนที่พื้นที่เสี่ยงและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลและการวางแผนปฏิบัติการ

2) ควรส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ในการแจ้งเบาะแสและให้ข้อมูลเกี่ยวกับการลักลอบตัดไม้ ซึ่งจะช่วยเสริมให้การป้องกันและปราบปรามมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3) นอกเหนือจากระบบ NCAPS อาจพิจารณาการนำเทคโนโลยีอื่น ๆ มาใช้ร่วมด้วย เช่น ระบบอากาศยานไร้คนขับ (Drone) เพื่อช่วยในการสำรวจและเฝ้าระวังพื้นที่

4) ควรมีการประเมินผลการดำเนินงานตามมาตรการต่างๆ ที่นำแผนที่พื้นที่เสี่ยงไปใช้ เพื่อระบุจุดแข็ง จุดอ่อน และนำผลการประเมินมาปรับปรุงแผนและมาตรการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7. ควรมีการพัฒนาระบบ Web GIS แบบ Real-time เพื่อติดตามและบริหารจัดการพื้นที่เสี่ยงในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท โดยเชื่อมโยงข้อมูลจาก SMART Patrol, NCAPS,

และ GPS เพื่อแสดงผลแบบ Interactive ช่วยในการตัดสินใจ อีกทั้งควรประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น AI, IoT, โดรน และภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อเพิ่มศักยภาพการลาดตระเวนและระบบเตือนภัยล่วงหน้า พร้อมทั้งใช้ข้อมูลจากแผนที่ความเสี่ยงในการวางแผนลาดตระเวน จัดสรรทรัพยากร และมีนโยบายสนับสนุนอย่างเป็นระบบ

8. ระบบ SMART Patrol และ GIS ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการลาดตระเวนโดยแสดงตำแหน่งจริงเทียบกับพื้นที่เสี่ยง ทำให้ระบุจุดที่ขาดการควบคุมได้แม่นยำ การนำระบบมาใช้ต้องอาศัยความมุ่งมั่นของหน่วยงาน ความพร้อมของบุคลากร งบประมาณ และการนำข้อมูลไปใช้วางแผนจริง ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการลาดตระเวนเชิงป้องกันและบริหารจัดการพื้นที่อนุรักษ์อย่างยั่งยืน

โดยสรุป การนำแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและประดู่มาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการวางมาตรการป้องกันและปราบปรามในอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท ถือเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน หากมีการนำไปใช้อย่างเหมาะสมและมีการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จะสามารถช่วยลดปัญหาการลักลอบตัดไม้และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ที่มีค่าของชาติได้อย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

1000minds. (2023). ***Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA/MCDM)***. Retrieved 2023, August 16 from https://www.1000minds.com/decision-making/what-is-mcdm-mcda

Rob Critchlow, et al. (2017). Improving law-enforcement effectiveness and efficiency in protected areas using ranger-collected monitoring data. *Conservation Letters*, 10(5), 572-580.

T.D Frum, & J Stallone. (2024). ***Applying patrolling principles to large-scale combat operations at National Training Center***. U.S. Army. Retrieved 2025, April 14 from https://www.army.mil/article/282951/applying_patrolling_principles_to_large_scale_combat_operations_at_national_training_center

A.X Jiang, et al. (2017). **Black-box methods for restlessmulti-armed bandits**. The Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-17),

W. D. Kissling, Et Al. (2021). Challenges and recommendations for integrating biodiversity data into conservation planning. *Ecological Indicators*, 124. https://doi.org/doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107419

C Kohlruss. (2024). ***Conservation Groups Seek to Block Logging Projects In Giant Sequoia National Monument***. Retrieved 2025, April 13 from https://www.sierraclub.org/sierra/conservation-groups-seek-block-logging-projects-giant-sequoia-national-monument

M Mahavongtrakul. (2017). ***Snapping up the bad guys***. Retrieved 2025, April 14 from https://www.bangkokpost.com/life/social-and-lifestyle/1289327/snapping-up-the-bad-guys

Jacek Malczewski. (1999). ***GIS and multicriteria decision analysis***. John wiley & sons.

Jacek Malczewski. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International journal of geographical information science*, 20(7), 703-726.

W. Paengwangthong. (2021). Multitemporal Landsat Imagery with Optimum Band Ratio Techniques for Deciduous Forest Classification. *International Journal of Geoinformatics*,

17(2), 21–27. https://doi.org/https://doi.org/10.52939/ijg.v17i2.1753

Wipop Paengwangthong. (2022). Application of Fuzzy Multicriteria Group Decision-Making to Prioritize Infectious Waste Incineration Development in Phayao Province Hospitals Lacking Supportive Information. *Science & Technology Asia*, 27(4), 195-206. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/SciTechAsia/article/view/247907

Wipop Paengwangthong, et al. (2025). DIVERGENT NIGHTTIME LIGHT DYNAMICS IN BANGKOK AND SURROUNDING PROVINCES DURING THE COVID-19 PANDEMIC: INSIGHTS FROM GOOGLE EARTH ENGINE. *Geographia Technica*, 20(1).

John R Platt. (2016). ***Can camera traps help stop wildlife crime?*** Retrieved 2025, April 14 from https:// news.mongabay.com/2016/08/can-camera-traps-help-stop-wildlife-crime/

A. J Plumptre, et al. (2014). Effort and results in monitoring protected areas: An analysis using SMART and GIS tools. *Biological Conservation*, 169, 144–155.

Pukapu. (2009). การให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนทาง ***GIS***. สืบค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2566 จาก https://gi4u.wordpress.com.

R. Qin, et al. (2008). A new software tool for digital elevation model analysis and visualization. *The International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *XXXVII*(B2), 111–116. https:// www.isprs.org/proceedings/xxxvii/congress/2_pdf/4_wg-ii-4/15.pdf

Thomas L Saaty. (1980). The analytic hierarchy process (AHP). *The Journal of the Operational Research Society*, 41(11), 1073-1076.

Techsauce. (2023). ***Curupiras AI Box for detecting deforestation***. Retrieved 2025, April 14 from https://techsauce.co/news/curupiras-ai-box-for-detecting-deforestation

World Resources Institute. (2022). ***Monitoring Forest Crime Using Technology: A Practical Guide***. W. Publications.

กรมวิชาการเกษตร กรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2558). คู่มือการตรวจพิสูจน์เนื้อไม้พะยูง (Vol. พิมพ์ครั้งที่ 1). บริษัท วีแคนโซลูชั่น จำกัด.

กรมศุลกากร. (2566). ประกาศกรมศุลกากร เรื่อง กำหนดราคาศุลกากรสำหรับสินค้าไม้เป็นเกณฑ์ประเมินเงินอากรขาออก. สืบค้นจาก https://www.customs.go.th/data_files/5e84089da8c2da80d8907c22a4d8d462.pdf

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2564, 18 มิถุนายน 2564). ประดู่ป่า ไม้มีค่าน่าปลูก มากสรรพคุณ. สืบค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2566 จาก https://www.facebook.com/DNP1362/posts/2866652603649629/?locale=th_TH

กลุ่มวิจัยระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (ม.ป.ป). การซ้อนทับข้อมูล. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2566 จาก http://www.gis2me.com/gcom/?p=133

กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2557). แผนแม่บทแก้ไขปัญหาการทำลายทรัพยากรป่าไม้ การบุกรุกที่ดินของรัฐ และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ: กองสนับสนุน วิทยาลัยการทัพบก

จังหวัดลำปาง. (2558). แผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาการทำลายทรัพยากรป่าไม้ การบุกรุกที่ดินของรัฐ และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน จังหวัดลำปาง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558. ลำปาง

ช่อง 7. (2566, 5 มิถุนายน 2566). ข่าวภาคค่ำ คอลัมน์หมายเลข 7 เบื้องหลังขบวนการค้าไม้พะยูงข้ามชาติ พบ จนท.รัฐ ชี้เป้า-ขายข้อมูล. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2566 จาก https://news.ch7.com/detail/648609

ชัยยงค์ บัวบาน และคณะ. (2561). โครงการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกตัดไม้พะยูงในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ชิงชัน. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2566 จาก https://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/%E0%B8%8A%E0%B8%B4%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B1%E0%B8%99/

เดลินิวส์ออนไลน์. (2568, 13 มีนาคม 2568). 'เขาใหญ่'เข้มลาดตระเวนแบบ ***smart patrol*** ปกป้องผืนป่า จับคนทำผิด. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2568 จาก https://www.dailynews.co.th/news/4490689/

ต่อลาภ คำโย และคณะ. (2016). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์เพื่อการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก (Tectona grandis Lf) ในธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่. *SCIENCE AND TECHNOLOGY NAKHON SAWAN RAJABHAT UNIVERSITY JOURNAL*, 8(8), 61–72.

ทิพย์กมล สนสับ, และคณะ. (2018). การกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของป่าต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน. วารสารวนศาสตร์ไทย, 37(2), 60–70.

ไทยพีบีเอส. (2562, 18 กุมภาพันธ์ 2562). รู้จักกล้อง *NCAPS* "สายลับ" จับคนตัดไม้. สืบค้นเมื่อ 14 เมษายน 2568 จาก https://www.thaipbs.or.th/news/content/277821

ไทยพีบีเอส. (2566, 24 พฤษภาคม 2566). ลูบคม ลอบตัดไม้ประดู่อายุ 100 ปี จากอุทยานฯ ออบหลวง. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2566 จาก https://www.thaipbs.or.th/news/content/328144

นิติ เอี่ยมชื่น และ เกรียงไกร สีตะพันธุ์. (2020). การวิเคราะห์แบบหลายกฎเกณฑ์ด้วยภูมิสารสนเทศสำหรับพื้นที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรณีศึกษาพื้นที่รอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. *The Journal of Spatial Innovation Development*, 1(1), 43–56.

นิรันดร มรกตเขียว, และคณะ. (2022). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณ อุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น. วารสารวนศาสตร์ไทย, 27(2), 89–98. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/255859

บุญเลิศ ช., และคณะ. (2565). การวางแผนการลาดตระเวนในพื้นที่ป่าคุ้มครองโดยใช้ภูมิสารสนเทศ. วารสารสิ่งแวดล้อมไทย, 17(2), 55–68.

ปิยมาศ วังคีรี, และคณะ. (2021). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูค้อ–ภูกระแต จังหวัดเลย. *Thai Journal of Forestry*, 40(1), 34–49.

มติชนออนไลน์. (2561, 14 กรกฎาคม 2561). กรมอุทยานฯใช้“เอ็นแค็ปส์”เทคโนโลยีชั้นสูงจัดการพวกตัดไม้ล่าสัตว์ ชี้จับก่อนตัด–ก่อนล่า ลดสูญเสียทรัพยากร. สืบค้นเมื่อ 14 เมษายน 2568 จาก https://www.matichon.co.th/local/news_1042814

รพิกร ฉลองสัพพัญญู และ จันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ. (2557). การประยุกต์ ***AHP*** สำหรับการตัดสินใจเลือกหอพัก: กรณีศึกษาหอพักเอกชนมหาวิทยาลัยนเรศวร. มหาวิทยาลัยนเรศวร. สืบค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2566 จาก ttps://www.researchgate.net/profile/Janjira_Payakpate/publication/258926042_karprayukt_AHP

รวิภาส ศิริเลิศ และ ประสงค์ สงวนธรรม. (2559). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์

จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารการจัดการป่าไม้, 10(19), 1–13.

รังสรรค์ เกตุอ๊อต. (2558). การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกวนอุทยานภูสังกา จังหวัดพะเยา การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล, และคณะ. (2023). การวิเคราะห์หลายเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งระบบเอ็นแคป **Multi-criteria Analysis to Determine the Suitability for Network Centric Anti-Poaching System (NCAPS) Installation**. https://doi.org/10.14456/tstj.2022.16

วิจัย บุญญานุสิทธิ์ และคณะ. (2564). การพัฒนาระบบอัจฉริยะสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในการสิ่งผู้ป่วยฉุกเฉินไปยังโรงพยาบาลที่เหมาะสม.

วิชาญ เอียดทอง. (2559). ไม้พะยูงในวิถีชีวิตคนไทยกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป. วารสารการจัดการป่าไม้, 10(19), 89–99.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. (2542). ***AHP*** กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นติ้ง.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร. (ม.ป.ป.). การอ่านและการใช้แผนที่. สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2566 จาก http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/modules.php?m=gis_foreveryone&gr=basic_map&page=3

ศูนย์เฝ้าระวังภัยคุกคามพื้นที่อุทยานแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). แนวทางการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อภัยคุกคามการลักลอบตัดไม้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ.

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (Gisthai). (ม.ป.ป.). ลักษณะข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2566 จาก http://www.gisthai.org/about-gis/data-gis.html

สถาพร โอภาสานนท์. (2566). การตัดสินใจที่พิจารณาหลายเกณฑ์. วารสารบริหารธุรกิจ 36(140), 4–7.

สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. (2563, 27 ธันวาคม 2563). กรมอุทยานเปิดศูนย์ควบคุมมาตรฐานการลาดตระเวนเชิงคุณภาพหวังเพิ่มศักยภาพการป้องกันผืนป่าจากการลักลอบตัดไม้และปกป้องสัตว์ป่าจากการลักลอบล่าสัตว์. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2566 จาก https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/ TCATG201227165911969

สำนักข่าวไทย. (2561, 14 กุมภาพันธ์ 2561). ***BIG STORY*** เปิดสถิติการคุกคามไม้พะยูง-ประดู่-

ชิงชัน. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2566 จาก https://tna.mcot.net/tna-184388

สำนักข่าวไทยแลนด์พลัส. (2568, 16 พฤษภาคม 2568). กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เปิดศูนย์ควบคุมมาตรฐานการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (***SMART Patrol Monitoring Center)***. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2566 จาก https://www.thailandplus.tv/archives/263634

สำนักข่าวออนไลน์ Thaipublica. (2566, 15 มิถุนายน 2566). ***UN-REDD*** แก้ปัญหาลักลอบตัด 'ไม้พะยูง' โมเดลบ้านแปดอุ้ม ด้วยเทคโนโลยี และชุมชนตาสับปะรด. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2568 จาก https://thaipublica.org/2023/06/un-redd-native-ad/

สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. (2563). แผนป้องกันปราบปรามการลักลอบตัดไม้ทำลายป่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2564.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2558, 4 สิงหาคม 2558). ความหมายของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (***Geo-information technology)***. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2566 จาก https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=2450&lang=TH

สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 (ปราจีนบุรี). (2551). ต้นไม้ที่น่าสนใจ ชิงชัน. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2566 จาก https://www.dnp.go.th/mfcd3/interesttrees.htm

สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 3 (บ้านโป่ง). (2563). แนวทางการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (***GIS)*** เพื่อกำหนดแนวทางการบริหารจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์. https://readcard.dnp.go.th/km/docs/6423.pdf

สุภาภรณ์ ผ่องศาลา. (2559). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่งาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54,

สุมิตร ช้อยเพ็ง. (2551). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในอุทยานแห่งชาติภูจอง-นายอย จังหวัดอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.

อภิรดี สรวิสูตร. (2016). การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: เปรียบเทียบแนวคิด และวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 8(2), 180-192.

อาภาภรณ์ ทองเสงี่ยม, และคณะ. (2561). การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวนศาสตร์ไทย, 37(2), 108–117. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/246650

อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท. (2565). แผนบริหารจัดการอุทยานแห่งชาติ (*Management Plan)* อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท พ.ศ. 2566 – 2570.

อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท. (2568). สารบบคดี. อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ที่มา : อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ภาพที่ 24 การตั้งจุดสกัดเพื่อป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ที่มา : http://news.dnp.go.th/news/16986

ที่มา : https://www.thaipbs.or.th/news/content/277821

ภาพที่ 25 การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ (Camera Trap)

ที่มา : อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ภาพที่ 26 การลาดตระเวน SMART patrol ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	จิรภัทร กันธิยาใจ
วัน เดือน ปี เกิด	13 ตุลาคม 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดลำปาง
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2560 กษ.บ. (การจัดการทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2556 ร.บ. (ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศและการเมืองการปกครองเปรียบเทียบ) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2549 ศศ.บ. (ไทยคดีศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ที่อยู่ปัจจุบัน	407 หมู่ 15 บ้านพรเกษม ตำบลต้นธงชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000
ผลงานตีพิมพ์	จิรภัทร กันธิยาใจ และนิติ เอี่ยมชื่น. (2565). การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการลักลอบตัดไม้ชิงชันและไม้ประดู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท จังหวัดลำปาง. ตีพิมพ์ วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 (2023) เดือนกันยายน-ธันวาคม. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. มหาวิทยาลัยพะเยา.
รางวัลที่ได้รับ	ได้รับรางวัลนำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย ระดับดีเด่น วิภพ แพงวังทอง และจิรภัทร กันธิยาใจ, (2565). การทำแผนที่เศษซากใบไม้ที่ร่วงหล่นสะสมเพื่อสนับสนุนการจักการเชื้อเพลิงและป้องกันไฟป่าภายในป่าเต็งรังของอุทยานแห่งชาติเขลางค์บรรพต. การประชุมทางวิชาการทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 6 (หน้า 432-444). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.