การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟป่าด้วยการวิเคราะห์การมองเห็น กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ)

ปิยะพงษ์ ศรไชย

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศประยุกต์
พฤษภาคม 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟป่าด้วยการวิเคราะห์การมองเห็น กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ)

ปิยะพงษ์ ศรไชย

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศประยุกต์
พฤษภาคม 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

MONITORING FOREST FIRE SURVEILLANCE AREAS THROUGH FIRE WATCHTOWERS USING VISUAL ANALYSIS CASE STUDY OF DOI TUNG DEVELOPMENT PROJECT, CHIANG RAI PROVINCE. AND THAM LUANG KHUN NAM NANG NON NATIONAL PARK

PIYAPONG SORNCHAI

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for the Master of Science Degree
in Applied Geoinformatics
May 2025

Copyright 2025 by University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟป่าด้วยการวิเคราะห์การมองเห็น

กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจาก

พระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ)

ของ ปิยะพงษ์ ศรไชย

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศประยุกต์

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รังสรรค์ เกตุอ๊อต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิติ เอี่ยมชื่น)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์)

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรเทพ โรจนวสุ)

เรื่อง: การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟป่าด้วยการวิเคราะห์การมองเห็น กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจาก พระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ)

ผู้ศึกษาค้นคว้า: ปิยะพงษ์ ศรไชย, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: วท.ม.(ภูมิสารสนเทศประยุกต์), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2567

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิติ เอี่ยมชื่น

คำสำคัญ: ไฟป่า, หอดูไฟ, โครงการพัฒนาดอยตุง, การวิเคราะห์พื้นที่การมองเห็น, อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง

บทคัดย่อ

เรื่อง การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟ กรณีศึกษา พื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน(เตรียมการ) มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า หาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าจากหอดูไฟ และหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งหอดูไฟ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าจากข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) ดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS และข้อมูลจากแบบรายงานไฟป่า จากสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุงฯ (พ.ศ. 2559-พ.ศ.2566) ทำการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า ด้วยวิธีหาความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล พบว่า พื้นที่เสี่ยงทั้งหมด 63,162 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 61 ของพื้นที่ จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 103,779 ไร่ และเมื่อประเมินพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าจากหอดูไฟ 5 หอ ด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ผลการวิเคราะห์พบว่าหอดูไฟทั้ง 5 หอ มีพื้นที่ตรวจการณ์ทั้งหมด 43,220 ไร่ หรือร้อยละ 42 ของพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่สามารถตรวจการณ์ได้จากหลายหอดูไฟพร้อมกัน ซึ่งมีการซ้อนทับการซ้อนทับกันตั้งแต่ 2–5 หอ ดูไฟ มีพื้นที่ 23,015 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22 ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งยังถือว่าครอบคลุมพื้นที่น้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด จึงดำเนินการหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งหาดูไฟเพิ่มเติม โดยใช้ปัจจัย 4 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงเชิงเลข(เมตร) ระยะห่างจากถนน(เมตร) ความลาดชัน(องศา) ระยะห่างจากชุมชน(เมตร) โดยการให้น้ำหนักคะแนนโดยผู้เชียวชาญ จากสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย นำมาวิเคราะห์เลือกพื้นที่ตั้งหอดูไฟใหม่ที่มีความเหมาะสมโดยกำหนดให้มีความสูงที่ 7 เมตร จำนวน 5 หอ ได้แก่ หอดูไฟ A อยู่ที่ระดับความสูง 740 เมตรจากระดับน้ำทะเล พิกัด 47P 576966E 2240756N หอดูไฟ B อยู่ที่ระดับความสูง 1,008 เมตรจากระดับน้ำทะเล พิกัด 47P 576404E 2249718N หอดูไฟ C อยู่ที่ระดับความสูง 1,012 เมตรจากระดับน้ำทะเล พิกัด 47P 579762E 2245971N หอดูไฟ D อยู่ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล พิกัด 47P 586317E 2250540N และหอดูไฟ E อยู่ที่ระดับความสูง 740 เมตรจากระดับน้ำทะเล พิกัด 47P 588259E 2255822N และเมื่อนำข้อมูลจากหอดูไฟเดิมและใหม่มาทำการวิเคราะห์การมองเห็นอีกครั้งทำให้ได้พื้นที่การมองเห็นจากหอดูไฟ 10 หอ เท่ากับ 72,116 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 69 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเมื่อเลือกเฉพาะพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันตั้งแต่ 2–9 หอ ทำให้ได้พื้นที่เท่ากับ 40,893 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และเมื่อนำข้อมูลพื้นที่ดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า พบว่า หอดูไฟเดิมและหอดูไฟใหม่สามารถมองเห็นพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าโดยระบุตำแหน่งได้เท่ากับ 31,184ไร่ จากพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด 63,162 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49 ของพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด ซึ่งพื้นที่การมองเห็นดังกล่าวเพียงพอต้องการเฝ้าระวังตรวจการณ์ไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

Title: MONITORING FOREST FIRE SURVEILLANCE AREAS THROUGH FIRE WATCHTOWERS USING VISUAL ANALYSIS CASE STUDY OF DOI TUNG DEVELOPMENT PROJECT, CHIANG RAI PROVINCE. AND THAM LUANG KHUN NAM NANG NON NATIONAL PARK

Author: Piyapong Sornchai, Independent Study: M.Sc. (Applied Geoinformatics), University of Phayao, 2024

Advisor: Assistant Professor Dr. Niti Iamcheun

Keywords: Wildfire, Fire Watch Towers, Doi Tung Development Project, Visibility Analysis, Tham Luang National Park

ABSTRACT

This research aims to identify wildfire risk areas, define surveillance zones covered by existing fire watch towers, and determine optimal locations for additional fire watch towers. The study area encompasses the Doi Tung Development Project (Royal Initiative) and Tham Luang–Khun Nam Nang Non National Park. The analysis of wildfire risk areas was conducted using hotspot data from the Suomi NPP VIIRS satellite and wildfire incident reports from the Doi Tung Fire Control Station during the years 2016–2023. Kernel Density Estimation (KDE) was applied to spatially predict wildfire-prone zones, revealing that 63,162 rai, or approximately 61% of the total study area (103,779 rai), is at high risk of wildfire. Surveillance coverage by five existing fire watch towers was analyzed using Geographic Information System (GIS) techniques. Results showed that these towers covered 43,220 rai, equivalent to 42% of the study area. The analysis also revealed that overlapping visibility zones (ranging from 2 to 5 towers) amounted to 23,015 rai, or 22% of the total area, indicating limited surveillance coverage. To enhance visibility and monitoring efficiency, the study identified suitable locations for five new fire watch towers. The selection criteria included four factors: elevation (meters), distance from roads (meters), slope (degrees), and distance from communities (meters), with weighting scores provided by experts from the Doi Tung Fire Control Station. The new towers, each with a height of 7 meters, are proposed at the following locations: Tower A: Elevation 740 m, coordinates 47P 576966E 2240756N, Tower B: Elevation 1,008 m, coordinates 47P 576404E 2249718N, Tower C: Elevation 1,012 m, coordinates 47P 579762E 2245971N, Tower D: Elevation 1,200 m, coordinates 47P 586317E 2250540N And Tower E: Elevation 740 m, coordinates 47P 588259E 2255822N.When combining existing and new towers, total visibility coverage increased to 72,116 rai or 69% of the study area. The overlapping visibility from 2 to 9 towers covered 40,893 rai, or 39% of the study area. When overlaid with the identified wildfire risk zones, the towers provided visual coverage of 31,184 rai out of 63,162 high-risk areas, representing 49% coverage of wildfire-prone zones. The expanded coverage area is considered sufficient for effective wildfire surveillance and monitoring within the study area.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อต ประธานกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ กรรมการสอบการศึกษาด้วยตนเองที่ให้คำแนะนำการปรับปรุงแก้ไข และชี้แนะการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ กรมพัฒนาที่ดิน เจ้าของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) และสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย เจ้าของข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษา

นอกจากนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) ที่ช่วยสืบค้นข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย ที่ช่วยถ่ายทอดประสบการณ์การทำงานจากอดีตจนถึงปัญจุบันให้นำมาเป็นแนวคิดในการวิเคราะห์ข้อมูล จนทำให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปิยะพงษ์ ศรไชย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 4

ประโยชน์ที่ได้จะรับจากการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

สภาพพื้นที่ศึกษา 6

อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) 12

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 15

เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา 36

การเก็บรวบรวมข้อมูล 36

การวิเคราะห์ข้อมูล 38

บทที่ 4 ผลการศึกษา 42
การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า 42
การวิเคราะห์พื้นที่การมองเห็นจากหอดูไฟป่า 49
การวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลเชิงพื้นที่ 57
การวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งหอดูไฟป่าใหม่ 61
บทที่ 5 บทสรุป 72
สรุปผลการวิจัย 72
ผลการวิจัยนำไปใช้ 74
อภิปรายผลการวิจัย 75
ข้อเสนอแนะ 78
บรรณานุกรม 81
ประวัติผู้วิจัย 85

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 รายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล 36
ตาราง 2 ข้อมูลของหอดูไฟ..... 37
ตาราง 3 ข้อมูลของหอดูไฟ..... 39
ตาราง 4 ปัจจัยจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหอดูไฟ..... 40
ตาราง 5 การคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา 42
ตาราง 6 พื้นที่มองเห็นทั้งหมดจากแต่ละหอดูไฟ 50
ตาราง 7 พื้นที่มองเห็นจากจำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็นพื้นที่ร่วมกัน..... 50
ตาราง 8 พื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้ 55
ตาราง 9 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา พ.ศ. 2563 57
ตาราง 10 ปัจจัยและรูปแบบการให้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้งหอดูไฟ 61
ตาราง 11 แสดงพื้นที่มองเห็นจากจำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็นพื้นที่ร่วมกันของหอดูไฟใหม่ 66
ตาราง 12 พื้นที่มองเห็นจากจำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็นพื้นที่ร่วมกันของหอดูไฟใหม่..... 68
ตาราง 13 พื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้จากหอดูไฟเดิมและหอดูไฟใหม่ . 70

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 สถิติการตรวจพบไฟป่าจากแต่ละวิธีตั้งแต่ ปี 2556–2566 3

ภาพ 2 ขอบเขตของการศึกษา..... 4

ภาพ 3 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจาก พระราชดำริ 11

ภาพ 4 แผนที่แสดงขอบเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ)..... 13

ภาพ 5 สามเหลี่ยมของไฟ..... 17

ภาพ 6 ส่วนประกอบของไฟ 19

ภาพ 7 การคำนวณรัศมีด้วย Kernel Density จากข้อมูล 1 จุด..... 20

ภาพ 8 การคำนวณรัศมีด้วย Kernel Densityจากข้อมูล 2 จุด..... 20

ภาพ 9 การคำนวณความหนาแน่นจากข้อมูล 2 จุด ด้วยการกำหนดช่วงความถี่..... 21

ภาพ 10 ตัวอย่างการหาความหนาแน่นของกลุ่มผู้ป่วยที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่เมืองลักษณะต่าง ๆ ใน Southwark, London ด้วยวิธีการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่ แบบเคอร์เนล 21

ภาพ 11 อธิบายการซ้อนทับแบบ Intersect 22

ภาพ 12 อธิบายการสร้างระยะ Buffer 23

ภาพ 13 แนวคิดในการมองเห็นพื้นที่จากจุดสังเกตบนภูมิประเทศ..... 24

ภาพ 14 ตัวอย่างพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ในรัศมี 5 กิโลเมตรจากจุดสังเกต Jiskairumoko..... 24

ภาพ 15 ระยะสายตาสามารถคำนวณได้โดยแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) แรสเตอร์ ในการศึกษานี้เซลล์ที่มีขนาด 50 เมตร 25

ภาพ 16 ระยะของสายตาใน DEM (a) จุดสังเกตอยู่สูงกว่าเซลล์เป้าหมายเป็นพื้นที่ที่มองเห็นได้ (b) จุดสังเกตอยู่ในพื้นที่ต่ำมีสิ่งบดบัง ไม่สามารถมองเห็นพื้นที่ได้..... 26

ภาพ 17 กระบวนการการรับรู้ระยะไกล 30

ภาพ 18 การหาตำแหน่งที่เกิดไฟป่าโดยใช้เครื่องเล็งทิศทางไฟ..... 38

ภาพ 19 ขั้นตอนการหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไปป่า พื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่า และการหาตำแหน่งตั้งหอดูไฟป่าที่เหมาะสม 41
ภาพ 20 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2559 43
ภาพ 21 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2560 43
ภาพ 22 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2561 44
ภาพ 23 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2562 44
ภาพ 24 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2563 45
ภาพ 25 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2564 45
ภาพ 26 แผนที่แสดงความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2565 46
ภาพ 27 แผนที่แสดงความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2566 46
ภาพ 28 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2559-2566 47
ภาพ 29 แผนที่แสดงความเสี่ยงการเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่ศึกษาจากข้อมูลปี 2559-2566 48
ภาพ 30 แผนที่ตำแหน่งหอดูไฟ 49
ภาพ 31 พื้นที่การมองเห็นจากหอสู้ไฟ 1 51
ภาพ 32 พื้นที่การมองเห็นจากหอพญาลอ 51
ภาพ 33 พื้นที่การมองเห็นจากหอสู้ไฟ 7 52
ภาพ 34 พื้นที่การมองเห็นจากหอสู้ไฟ 10 52
ภาพ 35 พื้นที่การมองเห็นร่วมกันของหอดูไฟ 53
ภาพ 36 พื้นที่ตรวจการณ์ที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้ (มีการมองเห็น 2-5 หอ) 54
ภาพ 37 พื้นที่ตรวจการณ์ที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้ที่ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง 56
ภาพ 38 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษา ปี 2563 58
ภาพ 39 แผนที่แสดงความสูงบริเวณพื้นที่ศึกษา 59
ภาพ 40 แผนที่แสดงความลาดชันบริเวณพื้นที่ศึกษา 60
ภาพ 41 ปัจจัยความสูงเชิงเลข (เมตร) 62

ภาพ 42 ปัจจัยระยะห่างจากถนน (เมตร)..... 62
ภาพ 43 ปัจจัยความลาดชัน (องศา) 63
ภาพ 44 ปัจจัยระยะห่างจากชุมชน (เมตร) 63
ภาพ 45 แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการตั้งหอดูไฟ 64
ภาพ 46 แผนที่แสดงพื้นที่การมองเห็นร่วมกันของหอดูไฟใหม่..... 67
ภาพ 47 แผนที่แสดงพื้นที่การมองเห็นร่วมกันของหอดูไฟเดิมและหอดูไฟใหม่..... 69
ภาพ 48 พื้นที่ตรวจการณ์จากหอดูไฟเดิมและหอดูไฟไหม้ที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่า ได้ที่ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง..... 71

บทที่ 1

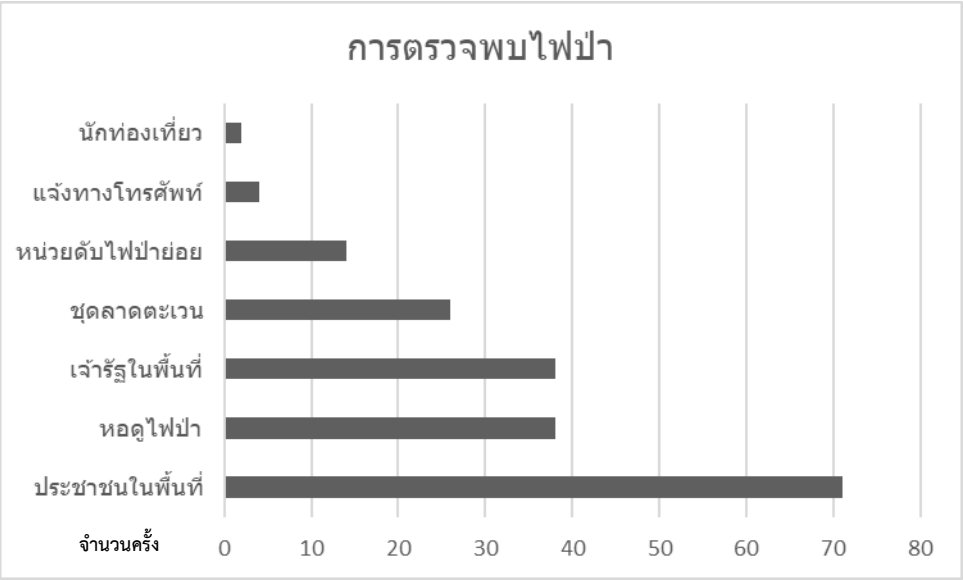
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไฟป่าเป็นภัยพิบัติอย่างหนึ่งที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วสามารถสร้างความเสียหายอย่างใหญ่หลวงแก่พื้นที่ โดยสาเหตุของการเกิดไฟป่าสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งไฟป่าที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาตินั้นมีที่มาจากการเกิดฟ้าผ่า ภูเขาไฟระเบิด สภาพอากาศที่ร้อนจัดและแห้งแล้ง และไฟป่าที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเก็บหาของป่า การเผาในพื้นที่การเกษตร การล่าสัตว์ รวมไปถึงการแกล้งจุดและความประมาทเลินเล่อ เป็นต้น ส่วนใหญ่แล้วไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้นมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์แทบทั้งสิ้น การเกิดไฟป่าในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งนั้นมักส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในวงกว้างและยิ่งไปกว่านั้นนำไปสู่ผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น พืชพรรณและสัตว์ป่าที่ในพื้นที่ถูกทำลายส่วนสัตว์ป่าที่รอดชีวิตเกิดการย้ายถิ่นฐาน ทำให้สังคมป่าเกิดการเปลี่ยนแปลง ควันที่เกิดจากไฟป่าทำให้คุณภาพของอากาศลดลงส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลงเป็นอุปสรรคต่อการคมนาคม แหล่งน้ำถูกทำลาย แร่ธาตุและความชื้นในดินถูกทำลาย ยิ่งไปกว่านั้นหากไฟป่าลุกลามไปยังชุมชนใกล้เคียงจะทำให้บ้านเรือนและทรัพย์สินในพื้นที่เกิดความเสียหายอย่างมาก ไฟป่าในประเทศไทยจะพบมากทางภาคเหนือของประเทศ ซึ่งพบได้ในช่วงฤดูแล้ง คือ ตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายนจนถึงสิ้นเดือนเมษายน และพบมากที่สุดในเดือนมีนาคม และสาเหตุหลักของการเกิดไฟป่ามาจากการเผาเพื่อหาของป่าในพื้นที่ป่า ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้ภาคเหนือของประเทศไทยมักเกิดไฟป่าขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยไฟป่าที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ รวมทั้งสวนป่า จึงต้องมีการทำแนวป้องกันไฟป่าตามพื้นที่ต่าง ๆ และนอกจากนี้ยังมีการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับไฟป่า รวมไปถึงการขอความร่วมมือประชาชนในพื้นที่ไม่ให้เผาป่า เพื่อลดความรุนแรงของการเกิดไฟป่าและลดหมอกควันที่เกิดจากการเผาป่าอีกด้วย ดังนั้นในการควบคุมและป้องกันไฟป่าไม่ให้ทวีความรุนแรงขึ้นควรดำเนินการตรวจพบไฟป่าและควบคุมหรือดับไฟป่าให้ได้โดยเร็วที่สุด ซึ่งขั้นตอนแรกของกระบวนการนี้คือจะต้องระบุตำแหน่งที่เกิดไฟป่าให้ได้ในระยะเวลาอันสั้น เพราะหากการระบุตำแหน่งของการเกิดไฟป่ามีการดำเนินการที่ล่าช้าจะทำให้ไฟป่ามีความรุนแรงและมีพื้นที่เกิดความเสียหายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งต่อการเข้าพื้นที่ควบคุมไฟป่าสำหรับทีมดับไฟป่าชุดแรกและชุดสนับสนุน ในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) มีวิธีการหลักในการตรวจหาไฟป่า คือ วิธีการลาดตะเวน ซึ่งจะลาดตระเวนโดยการเดินเท้า ลาดตระเวน

ทางรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ลาดตระเวนทางอากาศ โดยใช้อากาศยานไร้คนขับและอากาศยานปีกหมุน และการเฝ้าระวังจากหอดูไฟหรือโครงข่ายหอดูไฟ ซึ่งระบบโครงข่ายหอดูไฟดังกล่าวมีประสิทธิภาพอย่างสูงในการปฏิบัติงาน สามารถตอบสนองการปฏิบัติงานของทีมดับไฟป่าในพื้นที่ได้เป็นอย่างดีและยังช่วยลดต้นทุนในการออกลาดตะเวน นอกจากใช้ในการตรวจการณ์แจ้งเหตุไฟป่าแล้ว หอดูไฟยังถูกใช้ในการสั่งการณ์และให้ข้อมูลสนับสนุนแก่ทีมปฏิบัติการดับไฟป่าที่กำลังดำเนินการอยู่ในพื้นที่ โดยประสานการปฏิบัติผ่านช่องทางการสื่อสารของวิทยุสื่อสารแบบเรียลไทม์ ทำให้ประสิทธิภาพในการเข้าไปดับไฟป่าของชุดปฏิบัติการมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ไฟป่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริและอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) จากข้อมูลย้อยหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2556-2566) ไฟป่าเกิดขึ้นทั้งหมด 193 ครั้ง โดยที่หอดูไฟสามารถตรวจพบได้ 37 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20 ของการเกิดไฟป่าทั้งหมด (ภาพ 1) ซึ่งถือว่าหอดูไฟมีประสิทธิภาพในการตรวจการณ์เฝ้าระวังการเกิดไฟป่า ในปัจจุบันมีการปรับจำนวนของหอดูไฟจากเดิมมีการติดตั้งไว้จำนวน 14 หอดูไฟ ให้เหลือ 5 หอดูไฟ เพื่อให้มีความสอดคล้องกับงบประมาณ และจากเดิมมีการออกแบบโครงข่ายหอดูไฟโดยอ้างอิงตามลักษณะภูมิประเทศจริง และทำการสร้างติดตั้งหอดูไฟให้มีจำนวนเยอะที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ แต่ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เข้ามามีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนั้น การศึกษาการหาพื้นที่ตรวจการณ์จากหอดูไฟ ด้วยการวิเคราะห์พื้นที่ Viewshed analysis ที่มีพื้นที่การมองเห็นซ้อนทับกันตั้งแต่ 2 หอดูไฟขึ้นไป จึงมีการนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและหาความเหมาะสมในการตั้งหอดูไฟเพื่อให้การตรวจการณ์เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



ภาพ 1 สถิติการตรวจพบไฟป่าจากแต่ละวิธีตั้งแต่ ปี 2556–2566

ที่มา: สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย, 2566

การลุกลามของไฟป่าไปได้โดยอิสระปราศจากการควบคุมและไร้ทิศทางที่แน่นอน นำไปสู่การเผาผลาญเชื้อเพลิงธรรมชาติในป่า ปัจจุบันระดับของการเกิดไฟป่าในประเทศไทยมีความรุนแรงมากจนทำให้ไฟป่ากลายเป็นปัจจัยที่รบกวนสมดุลของระบบนิเวศน์อย่างรุนแรง และส่งผลกระทบต่อสังคมพืช ดิน น้ำ สัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตลอดจนชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน รวมไปถึงเศรษฐกิจ สังคม และการท่องเที่ยวในทุกพื้นที่ของประเทศไทย นอกจากนี้ไฟป่ายังก่อให้เกิดวิกฤติมลพิษหมอกควันจนกลายเป็นปัญหาใหญ่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและชีวิตของประชาชนเป็นวงกว้าง การตรวจหาไฟป่าเป็นอีกหนึ่งกิจกรรมที่มีความสำคัญระดับต้น ๆ ในภารกิจป้องกันและควบคุมไฟป่าเพื่อให้การควบคุมไฟป่ามีประสิทธิภาพสูงที่สุดจึงจำเป็นต้องตรวจหาไฟป่าให้รวดเร็วที่สุด

ดังนั้น ผู้ศึกษาได้เล็งเห็นถึงสภาพปัญหาดังกล่าวและต้องการทราบถึงการกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า และการหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าด้วยหอดูไฟ โดยคาดหวังว่าจะสามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและหลักเกณฑ์ในการหาพื้นที่เสี่ยงจากไฟป่าและพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าได้อย่างทันเหตุการณ์ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร โดยทำการศึกษาในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) ซึ่งเป็นพื้นที่รับผิดชอบของสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า
2. เพื่อหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าจากหอดูไฟ
3. เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดตั้งหอดูไฟ

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ มีขอบเขตการศึกษาในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) จังหวัดเชียงราย

ภาพ 2 ขอบเขตของการศึกษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

พื้นที่ศึกษา หมายถึง พื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) เนื้อที่ประมาณ 166.12 ตารางกิโลเมตร หรือ 103,827.18 ไร่

ไฟป่า หมายถึง ไฟที่เผาไหม้เชื้อเพลิงตามธรรมชาติในป่าหรือทุ่งหญ้า หรือไร่ร้าง หรือในสวนป่า แล้วลุกลามอย่างอิสระ ปราศจากการควบคุม โดยเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ ได้แก่ อินทรีวัตถุที่กำลังย่อยสลายซากพืชที่ร่วงหล่น หญ้า กิ่งไม้แห้ง ท่อนไม้ ตอไม้ ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นบางส่วน (สันต์ เกตุปราณีต และคณะ, 2534)

พื้นที่เสี่ยง หมายถึง สถานที่ตั้งที่มีโอกาสหรือความเป็นไปได้ที่เหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้น และนำมาซึ่งผลกระทบทางลบต่าง ๆ ต่อวิถีชุมชนและทรัพย์สินของประชาชน

พื้นที่ที่สามารถมองเห็นทิวทัศน์ (View shed) คือ เป็นพื้นที่บนพื้นผิวโลกที่มนุษย์สามารถมองเห็นตำแหน่งต่าง ๆ โดยรอบได้ เช่น ภูเขา ต้นไม้ ลำธาร ฯลฯ ซึ่งทิวทัศน์แบ่งออกเป็น ภาพทิวทัศน์ทางบก หมายถึง สิ่งที่อยู่บนบก เช่น พื้นดิน ภูเขา ต้นไม้ บ้านเรือน ทุ่งหญ้า รวมไปถึงท้องฟ้าด้วย ภาพทิวทัศน์สิ่งก่อสร้าง หมายถึง โครงสร้างอาคารตึกรามบ้านช่อง สลัม โบสถ์ วิหาร วัดวาอาราม

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงมหาดไทย)

ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ (Digital Elevation Model: DEM) หมายถึง ข้อมูลจำลองลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นผิวและชั้นความสูงในลักษณะของดิจิทัล การเก็บข้อมูลเพื่อนำมาสร้าง DEM นั้น จะถูกเก็บด้วยวิธี Remote Sensing เป็นส่วนใหญ่แต่ก็สามารถสร้างขึ้นมาจากข้อมูลของการทำรังวัด และการสำรวจ DEM ถูกใช้งานมากในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับ Relief Map Analysis คือ การวิเคราะห์

แผนที่ขอบเขตการมองเห็น (Viewshed Map) หมายถึง แผนที่มุมมองที่แสดงให้เห็นถึงบริเวณที่ถูกมองเห็นจากมุมต่าง ๆ ที่กำหนดให้การสร้างแผนที่ขอบเขตการมองเห็นเกิดจากแนวเส้นทางการมองในมุมมองทางนอนและทางตั้งกระทบกับวัตถุหรือองค์ประกอบของภูมิประเทศที่ปิดกั้นมุมมอง เช่น เนินเขา ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้าง

ประโยชน์ที่ได้จะรับจากการวิจัย

ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ และแผนที่แสดงพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าที่ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงและเหมาะสมที่สุด ในการตั้งหอดูไฟเพิ่มเติมในอนาคต ของพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) สำหรับใช้ในการวางแผนจัดกำลังพลและงบประมาณในการแก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟ กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา และได้นำเสนอตามหัวข้อดังนี้

1. สภาพพื้นที่ศึกษา
2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สภาพพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีทั้งหมด 2 พื้นที่ ได้แก่ 1) พื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอแม่ฟ้าหลวง และอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย และ 2) อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

1. โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย เป็นโครงการ 1 ใน 3 โครงการต้นแบบของจังหวัดเชียงราย โดยมีจุดเริ่มต้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2530 สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เสด็จพระราชดำเนิน พร้อมสมเด็จพระพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิราชนครินทร์ เพื่อทอดพระเนตรพื้นที่ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เนื่องด้วยสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนีเคยมีพระราชกระแสรับสั่งกับข้าราชบริพารผู้ใกล้ชิดว่า “จะไม่เสด็จไปประทับที่ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ เมื่อพระชนมายุ 90 พรรษา” เมื่อใกล้เวลาดังกล่าว สำนักพระราชเลขานุการในพระองค์ฯ และรัฐบาล จึงแสวงหาพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อสร้างพระตำหนักที่ประทับในประเทศ ซึ่งดอยตุงในขณะนั้นเป็นพื้นที่เขาหัวโล้น มีป่าธรรมชาติเหลือเพียงร้อยละ 28 ของพื้นที่ และร้อยละ 54 ของพื้นที่เป็นไร่หมุนเวียนจากการปลูกข้าวไร่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการบริโภคตลอดปี เป็นพื้นที่ปลูกพืชเสพติด ดอยตุงเป็นแหล่งผลิตฝิ่น และยังเป็นเส้นทางหลักในการลำเลียงฝิ่นจากนอกประเทศเข้ามาแปรรูปที่บริเวณบ้านผาหมี พื้นที่ส่วนใหญ่จึงตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของกองกำลังชนกลุ่มน้อย ประชากรในพื้นที่ประกอบด้วยกลุ่มชาติพันธุ์ 6 ชาติพันธุ์ ส่วนใหญ่ไม่มีสัญชาติ พื้นที่ดอยตุงยังขาดสาธารณูปโภคพื้นฐานอย่างรุนแรง มีเพียงถนนลูกรัง ความยาว 23 กิโลเมตร ซึ่งใช้ได้เฉพาะฤดูแล้ง มีโรงเรียนระดับประถมศึกษา 4 แห่ง ดำเนินการสอนโดยตำรวจตระเวนชายแดน

2 แห่ง ที่บ้านจะลอ และบ้านสามัคคีเก่า และโรงเรียนของสำนักงานประถมศึกษา จำนวน 2 แห่ง บ้านผาหมี และบ้านห้วยไร่สามัคคี มีสถานีอนามัยเพียงแห่งเดียวที่บ้านห้วยไร่สามัคคี ซึ่งตั้งอยู่ที่เชิงดอย เมื่อเสด็จพระราชดำเนินถึงพื้นที่ดอยตุง สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ทรงมีพระราชดำรัสว่า “ฉันจะปลูกป่าบนดอยตุง หากไม่มีโครงการดอยตุง ฉันจะไม่มาสร้างบ้านที่นี่” จึงถือเป็นจุดเริ่มต้นของโครงการพัฒนาดอยตุงฯ

การดำเนินงานพัฒนาตามแนวพระราชดำริตลอดระยะเวลา 30 ปี ส่งผลให้โครงการพัฒนาดอยตุงฯ ประสบความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาการปลูกพืชเสพติดและพึ่งพาสิ่งผิดกฎหมายในการดำรงชีวิต สามารถแก้ไขปัญหาความยากจนและยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชนดอยตุง ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ชุมชนดอยตุงกลายเป็นพลเมืองที่มีคุณ ภาพ มีศักดิ์ศรี ในขณะที่ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้รับการฟื้นฟู และยังคงส่งต่อวัฒนธรรมประเพณีและเอกลักษณ์ของแต่ละชาติพันธุ์จากรุ่นสู่รุ่นได้

พื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อยู่ในท้องที่อำเภอแม่ฟ้าหลวง และอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย จำนวน 29 หมู่บ้าน เนื้อที่ 149,624 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 93,515 ไร่ โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อเขตชายแดนไทย-พม่า
ทิศใต้ ติดต่อลำน้ำแม่คำ ดอยป่าคาหลวงและดอยผาม้า
ทิศตะวันออก ติดต่อแนวเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยนางนอน
ทิศตะวันตก ติดต่อลำน้ำห้วยปู

โดยมีลักษณะทั่วไป ดังนี้

1.1 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน และมีความสูงชัน จุดสูงสุดของพื้นที่คือ ดอยช้างมูบ สูงประมาณ 1,700 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง และเป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำลำธารหลายสายไหลลงสู่แม่น้ำคำ ห้วยแม่ไร่

1.2 สภาพภูมิอากาศ

ภูมิอากาศในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบของสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และความกดอากาศจากประเทศจีน ทำให้มีความชุ่มชื้น ในฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าพื้นราบทั่วไป จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดโดยสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เมื่อปี พ.ศ. 2565 ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 618 มิลลิเมตร เมื่อเดือนสิงหาคม 2565 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0 มิลลิเมตร เมื่อเดือนธันวาคม 2565 สำหรับอุณหภูมิจะต่ำกว่าอุณหภูมิของทางพื้นราบโดยเฉลี่ยประมาณ 3 องศา

มีเมฆหมอกปกคลุมพื้นที่เกือบตลอดในช่วงฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปี 75.60

1.3 ทรัพยากรป่าไม้

สภาพป่าที่เหลืออยู่ประกอบด้วยป่า 2 ชนิด คือ ป่าดิบเขา และป่าเบญจพรรณชื้น การใช้ประโยชน์พื้นที่บนดอยตุง ซึ่งเคยถูกบุกรุกทำลายเป็นไร่เลื่อนลอยโดยชาวเขาเป็นเวลานานแล้ว ปัจจุบันได้มีการปลูกและฟื้นฟูพื้นที่ที่เสียหายเหล่านี้ เป็นสวนป่า สนสามใบ สัก นางพญาเสือโคร่ง เสี้ยว อบเชย ก่อ ประดู่กำลังเสือโคร่ง ฯลฯ จากร้อยละ 45 เป็นร้อยละ 85

1.3.1 พรรณไม้ที่ขึ้นในบริเวณพื้นที่ป่าดิบเขา

จะพบไม้ตระกูลไม้ก่อเป็นส่วนใหญ่ เช่น ก่อเดือย ก่อแป้น ก่อน้ำ ก่อบก ก่อแดง เป็นต้น ส่วนพรรณไม้ที่สำคัญรองลงมา ได้แก่ ทะโล้ กำยาน มะโก่ พญาไม้ สารภี เหมือดเทพทาโร่ เป็นต้น ส่วนไม้พื้นล่างที่พบเป็นไม้พญาไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก เถาวัลย์ หญ้า เฟิร์น มอสส์ต่าง ๆ ที่สำคัญได้แก่ กุหลาบป่า หนาดดำ เอนอ้า ส้มปี้ เข็มขาว เอื้องดิน เครือแจ้ เสี้ยว เดาหลวง หญ้าสามคม หญ้าแฝก และหญ้ากาย เป็นต้น

1.3.2 พรรณไม้ที่ปรากฏบริเวณป่าเบญจพรรณ

ประกอบด้วย ไม้แดง ประดู่ ตะแบก สมอพิเภก รกฟ้า กว่าว ตะเคียนหนู อ้อยช้าง สมพง มะกอก งิ้วป่า เก็ดดำ ชิงชัน เป็นต้น ส่วนไม้รอง ได้แก่ ไม้กระโดน ขี้อาย อินทนิลบก อินทนิลน้ำ มะเกลือ และตีนนก เป็นต้น ไม้ชั้นล่าง ประกอบด้วยไผ่ต่าง ๆ ได้แก่ ไผ่ป่า ไผ่ผาก ไผ่บง ไผ่ซาง ไผ่หอม ไผ่ข้าวหลาม ไผ่ไร่ลอ และไผ่รวก นอกจากนี้ยังมีพวกปาล์ม ปรง เถาวัลย์ และกล้วยไม้ต่าง ๆ ปรากฏอยู่บ้าง

1.4 สภาพของเชื้อเพลิง

ในพื้นที่รับผิดชอบของสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย สภาพพื้นที่ป่าส่วนใหญ่เป็นป่าที่ปลูกทดแทนและฟื้นฟูโดยหน่วยงานของรัฐ ที่ดำเนินการมามากกว่า 20 ปี ประกอบด้วย ป่าสนสามใบ นางพญาเสือโคร่ง กำลังเสือโคร่ง สัก เสี้ยว ฯลฯ ซึ่งรวมกับป่าธรรมชาติแล้วมีมากถึงร้อยละ 81.46 ของพื้นที่ ทำให้มีเศษกิ่งไม้ใบไม้และวัชพืชตระกูลหญ้า กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ทั้งในบริเวณที่เป็นภูเขาสูงชัน หน้าผา และในพื้นที่สวนป่าเชื้อเพลิงจะมีขนาดเล็ก หนาแน่นมาก และมีความต่อเนื่องสูง เป็นเชื้อเพลิงที่ดี เมื่อเกิดไฟไหม้จะมีความรุนแรงมาก ลุกลามได้อย่างรวดเร็วและอันตรายมาก

1.5 ทรัพยากรสัตว์ป่า

ชนิดสัตว์ป่าที่พบเห็นได้ในพื้นที่รับผิดชอบของสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย แบ่งเป็น

1.5.1 สัตว์ป่าจำพวกเลี้ยงลูกด้วยนม

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบในพื้นที่ ได้แก่ หมีควาย หมีหมา แมวป่า หมูป่า เสือไฟ ลิ่น อีเห็น ค่าง บ่าง ค้างคาวชนิดต่าง ๆ

1.5.2 สัตว์ป่าจำพวกนก

นกที่พบในพื้นที่ ได้แก่ นกอีกา นกปรอดเหลืองหัวจุก นกกางเขนดง นกปลีกล้วยเล็ก นกปลีกล้วยลาย นกกินปลีคอแดง เหยี่ยวรุ้ง นกฮูก นกเค้าแมว นกเค้ากู่ ไก่ป่า นกไต่ไม้ เป็นต้น

1.5.3 สัตว์ป่าจำพวกเลื้อยคลาน

สัตว์เลื้อยคลานที่พบในพื้นที่ ได้แก่ กิ้งก่า ชนิดต่าง ๆ แย้ ตะกวด งูสิง งูเหลือม งูจงอาง งูเห่าปลวก งูเขียวหางไหม้ จิ้งจกชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

1.5.4 สัตว์ป่าจำพวกสะเทินน้ำสะเทินบก

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในพื้นที่ ได้แก่ กบนา กบหงอน กบหมื่น ปาดจิ๋ว ปาดเขียว เขียดงู เขียดตะปาด คางคก คางคกหัวราบ อึ่งปุ่ม อึ่งอ่าง เขียดจิก เขียดเหลือง กระท่าง หรือจักกิ้มน้ำ เป็นต้น

1.6 แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำที่มีในพื้นที่ที่สำคัญดังนี้

1.6.1 แหล่งน้ำธรรมชาติ ประกอบด้วย

1) แม่น้ำเป็น เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ไหลผ่านบริเวณด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ มีน้ำตลอดปี

2) แม่น้ำปืม เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ไหลผ่านบริเวณกลางพื้นที่มีน้ำตลอดปี

3) แม่น้ำคำ เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ไหลผ่านบริเวณด้านทิศใต้ของพื้นที่มีน้ำตลอดปี

4) แม่น้ำห้วยปู เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ไหลผ่านบริเวณทิศตะวันตกของพื้นที่มีน้ำตลอดปี

5) แม่น้ำห้วยไคร้ เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ไหลผ่านบริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่ มีน้ำตลอดปี

6) แม่น้ำห้วยไร่ เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ไหลผ่านบริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่ มีน้ำตลอดปี

นอกจากนี้ยังมีลำห้วยสาขาอีกจำนวนมาก กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ แต่จะมีน้ำไหลในช่วงฤดูฝน

1.6.2 อ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย

1) อ่างเก็บน้ำป่ากล้วย กิโลเมตรที่ 14 บ้านป่ากล้วย ต. แม่ฟ้าหลวง อ. แม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย ความจุประมาณ 34,800 ลูกบาศก์เมตร

2) อ่างเก็บน้ำห้วยแม่ไร่ กิโลเมตรที่ 5 บ้านห้วยน้ำขุ่น ต. แม่ฟ้าหลวง อ. แม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย ความจุประมาณ 358,000 ลูกบาศก์เมตร

3) อ่างเก็บน้ำถ้ำเสาหินพญานาค บ้านถ้ำ ต. โป่งงาม อ. แม่สาย จ.เชียงราย ความจุประมาณ 186,000 ลูกบาศก์เมตร

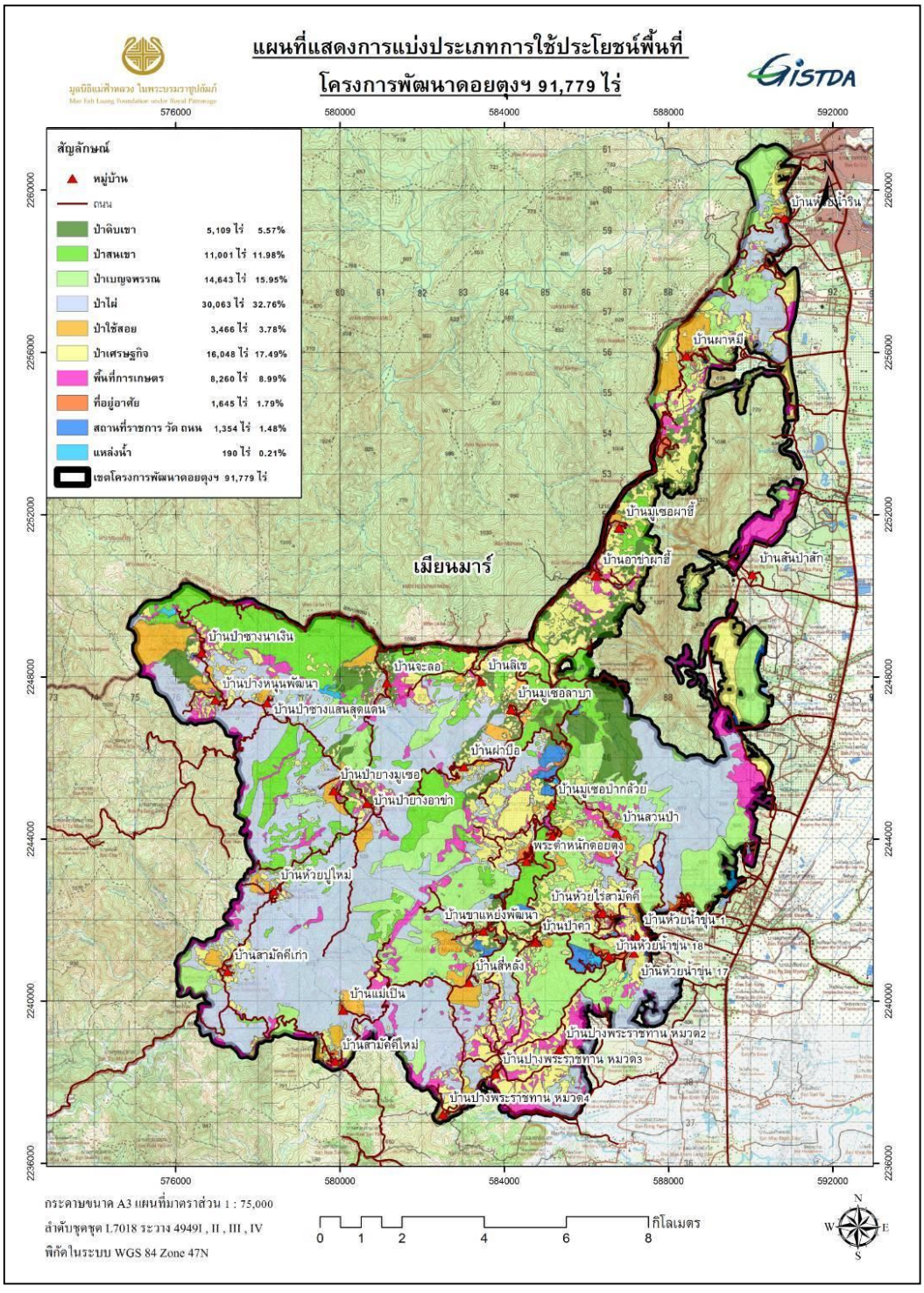
4) อ่างเก็บน้ำห้วยไคร้ บ้านห้วยไคร้ ต.ห้วยไคร้ อ. แม่สาย จ. เชียงราย ความจุประมาณ 430,000 ลูกบาศก์เมตร

5) อ่างเก็บน้ำปืมตอนล่าง บ้านจะลอ ต. แม่ฟ้าหลวง อ. แม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย ความจุประมาณ 470,000 ลูกบาศก์เมตร

6) อ่างเก็บน้ำปืมตอนบน บ้านป่าซางนาเงิน ต. แม่ฟ้าหลวง อ. แม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย ความจุประมาณ 221,000 ลูกบาศก์เมตร

7) บ่อเก็บน้ำขนาดเล็กบนสันเขา (พลาสติก) กระจายทั่วพื้นที่โครงการฯ จำนวน 30 แห่ง

8) แหล่งเก็บน้ำสำรอง (โครงการมิยาซาวา) จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ บ้านป่าซางนาเงิน บ้านลิเช บ้านห้วยไร่สามัคคี สถานีควบคุมไฟป่าฯ ดอยตุง (พญาลอ) และบ้านสี่หลัง อ่างเก็บน้ำทุกแห่งเหมาะสำหรับใช้ในการดับไฟทั้งทางภาคพื้นดินและการใช้อากาศยาน



ภาพ 3 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

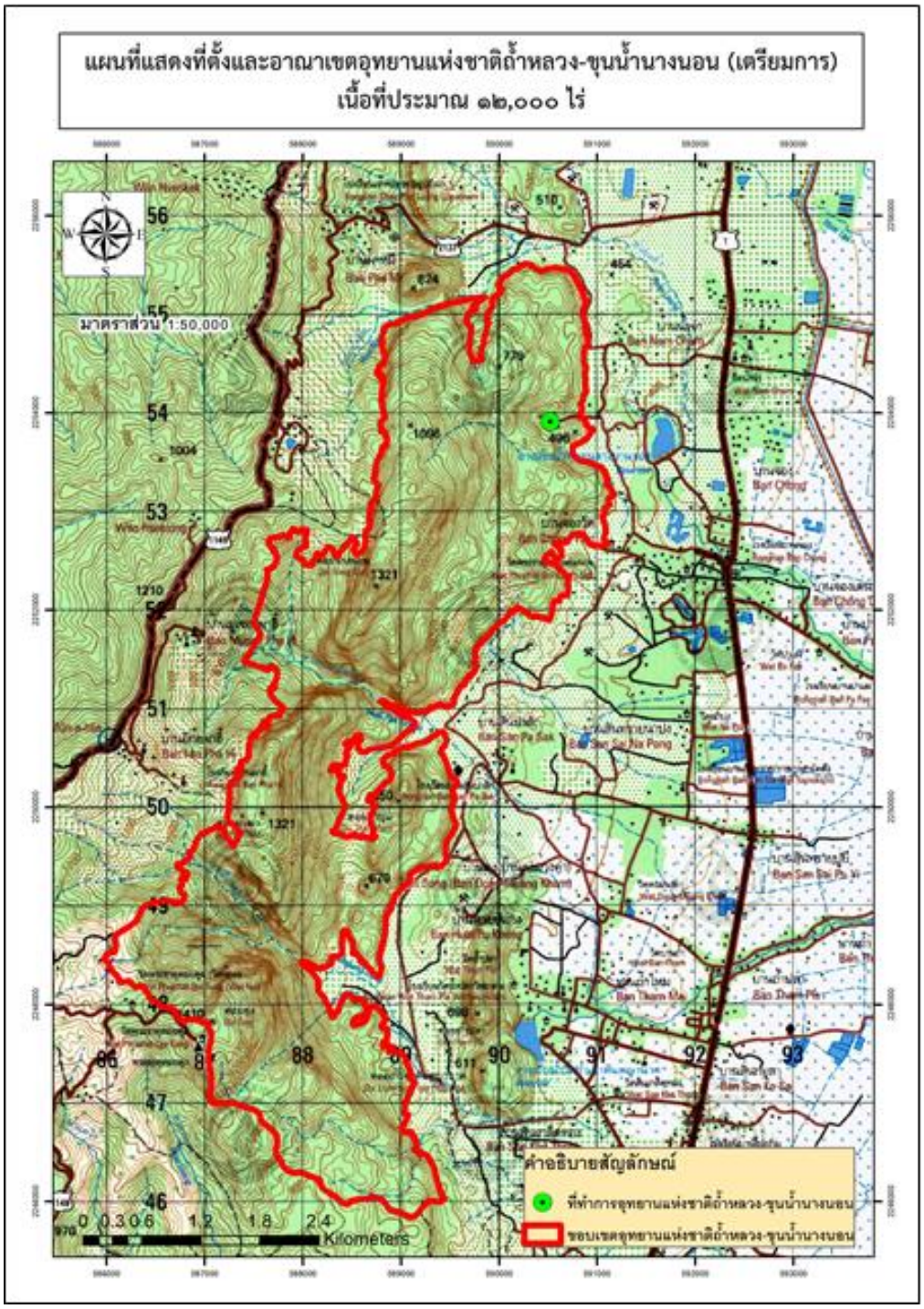
ที่มา: มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2566

อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ)

อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) เดิมมีสถานภาพเป็นวนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าดอยนางนอน ท้องที่ตำบลโป่งผา อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีพื้นที่ในความรับผิดชอบทั้งหมด 9.45 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,965 ไร่ กรมป่าไม้ได้ประกาศจัดตั้งเป็นวนอุทยาน เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2529 ต่อมาได้อยู่ในความรับผิดชอบของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2561 ได้เกิดเหตุการณ์สมาชิกทีมฟุตบอลหมูป่า อะคาเดมี่ แม่สาย จำนวน 13 คน ได้พลัดหลงภายในถ้ำหลวง วนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน ตำบลโป่งผา อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย จนทำให้ไม่สามารถหาทางออกได้ จังหวัดเชียงรายจึงได้ประกาศเป็นเขตให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ กรณีฉุกเฉิน พร้อมทั้งได้จัดตั้งศูนย์บัญชาการเพื่อปฏิบัติการค้นหาให้ความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วนจากทุกภาคส่วน และได้มีการจัดตั้งศูนย์บัญชาการเพื่อปฏิบัติการค้นหาให้ความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วนจากทุกภาคส่วน จนกระทั่งชุดปฏิบัติการได้ค้นพบและนำผู้พลัดหลงทั้ง 13 คน ออกจากถ้ำได้อย่างปลอดภัยเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2561 ซึ่งในช่วงระหว่างปฏิบัติการค้นหากู้ภัยดังกล่าว เป็นประวัติศาสตร์ของการช่วยเหลือที่มีชื่อเสียงลือลั่นก้องโลก โดยทุกภาคส่วนจากทุกภูมิภาคของประเทศและทั่วโลกได้ระดมทรัพยากรการบริหารให้ความช่วยเหลือและคอยเฝ้าติดตาม และให้กำลังใจตลอดเวลาในระหว่างการช่วยเหลือ ทำให้วนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักของคนทั่วโลก ซึ่งเป็นเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ของโลกที่ต้องดำเนินการบันทึกและจดจำ จึงทำให้เป็นแหล่งที่ผู้คนให้ความสนใจ และดึงดูดนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ในสถานที่และเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ครั้งนี้ สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี มีหนังสือ ที่ นร 0505/ว 418 ลงวันที่ 27 สิงหาคม 2561 แจ้งว่า ในคราวประชุมคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 21 สิงหาคม 2561 นายกรัฐมนตรี โปรดสั่งการให้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นหน่วยงานหลักร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงมหาดไทย และกระทรวงวัฒนธรรม เป็นต้น พิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการกำหนดให้วนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน เป็นอุทยานประวัติศาสตร์ เพื่อยกระดับความสำคัญของสถานที่ดังกล่าวให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวของสถานที่ดังกล่าวต่อไป

สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15 (เชียงราย) มีหนังสือ ด่วนที่สุด ที่ ทส 0925.5/431 ลงวันที่ 28 มกราคม 2562 แจ้งผลการดำเนินการติดตาม เร่งรัด และสนับสนุนเจ้าหน้าที่ ร่วมกับเจ้าหน้าที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงดำเนินการสำรวจพื้นที่ในบริเวณป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยนางนอน เรียบร้อยแล้ว โดยพื้นที่การสำรวจเพื่อเตรียมการประกาศอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลเวียงพางคำ ตำบลโป่งผา ตำบลโป่งงาม และตำบลห้วยไคร้ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เนื้อที่ 12,000 ไร่



ภาพ 4 แผนที่แสดงขอบเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ)

ที่มา: อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ), 2566

1. ที่ตั้งและอาณาเขต

ตั้งอยู่ป่าสงวนแห่งชาติดอยนางนอน มีเนื้อที่รวมประมาณ 12,000 ไร่ หรือ 19.2 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าที่ดำเนินการสำรวจ อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ (Latitude) ที่ ละติจูด 20 องศา 19 ลิปดา 56.91 ฟิลิปดา เหนือ ถึง ละติจูด 20 องศา 22 ลิปดา 26.65 ฟิลิปดา เหนือและเส้นแวง (Longitude) ที่ลองจิจูด 99 องศา 51 ลิปดา 55.45 ฟิลิปดา ตะวันออก ถึง ลองจิจูด 99 ลิปดา 12.09 ฟิลิปดา ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ตำบลห้วยไคร้ ตำบลโป่งผา ตำบลโป่งงาม และตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

ทิศใต้ ติดต่อตำบลห้วยไคร้ ตำบลแม่ฟ้าหลวง อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

ทิศตะวันออก ติดต่อตำบลโป่งผา ตำบลโป่งงาม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

ทิศตะวันตก ติดต่อตำบลเวียงพางคำ ตำบลป่งงาม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

บริเวณที่ตั้งสำนักงานพิกัดทางภูมิศาสตร์ 47Q UTM 590399N 2253963E ความสูงประมาณ 456 จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

2. สภาพภูมิประเทศและความลาดชัน

ลักษณะภูมิประเทศอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) เป็นภูเขาหินปูนขนาดใหญ่หลายลูกติดต่อกันสลับซับซ้อน วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ โดยลาดชันมาทางทิศตะวันออก มีลักษณะคล้ายกับผู้หญิงนอน จึงเรียกกันโดยทั่วไปว่า “ดอยนางนอน” หรือดอยย่าเฒ่า มีความลาดชัน 30-70 องศา มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 300-1,410 เมตร เป็นต้นกำเนิดลำห้วยหลายสาย ได้แก่ ห้วยน้ำดั้น และห้วยมะกอก

3. ธรณีวิทยาและลักษณะดิน

ธรณีวิทยาของพื้นที่อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) เกิดตั้งแต่ในยุคคาร์บอนิเฟอร์รัส (Craboniferous) จนถึงยุคเพอร์เมียน (Permian) ซึ่งมีช่วงอายุประมาณ 345-230 ล้านปีที่ผ่านมา หินที่พบ ได้แก่ หินปูน (Limestone) หินอ่อน (Marble) สีเทาถึงเทาดำ ซึ่งอยู่ในหมวดของชุดหินราชบุรี (Ratburi Group) (อัษฎางค์ โปราณนานนท์, 2538) หินทราย (Quartzite Sandstone) หินชวน (Slate) หินฟิวไลท์ (Phylite) และควอตไซต์ (Quartzite) นอกจากนั้นยังพบซากฟอสซิลดึกดำบรรพ์ ในถ้ำเลียงผาบนภูเขาด้านตะวันตกของที่ทำการอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (อัษฎางค์ โปราณนานนท์, 2538) เป็นฟอสซิลหอยฝาเดียวและหอยสองฝาโบราณอายุหลายร้อยล้านปี ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาตรวจสอบความชัดเจนของอายุซากฟอสซิลต่อไป

ลักษณะโดยทั่วไปของดิน มีสีดำปนน้ำตาล ชั้นดินหนาดินชั้นบนเป็นดินร่วน (Loam) หรือดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) ระบายน้ำได้ดี ความร่วนซุย (Friability) ปานกลาง การอุ้มน้ำ

หรือดูดซึมน้ำดี การถ่ายเทอากาศดี ดินมีอินทรียวัตถุสูง ดังนั้นสภาพโดยรวมแล้วดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

4. ทรัพยากรน้ำ

เป็นแหล่งกำเนิดลำน้ำที่ราษฎรรอบ ๆ พื้นที่ใช้ในการอุปโภค บริโภคและเกษตรกรรม หลายสาย ได้แก่ ห้วยน้ำดั้น ห้วยมะกอก ซึ่งมีน้ำไหลตลอดปีโดยจะไหลลงสู่แม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำมะ ไหลลงไปทางทิศตะวันออกลงสู่แม่น้ำรวก บริเวณบ้านศรีป่าสัก ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย และแม่น้ำรวกจะไหลไปทางทิศตะวันออกไหลลงสู่แม่น้ำโขงบริเวณบ้านเวียงแก้ว ตำบลศรีดอนมูล อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย จากการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในประเทศไทย โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ในพื้นที่สำรวจส่วนใหญ่อยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1A คิดเป็นร้อยละ 72.5 และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B ร้อยละ 27.5 ของพื้นที่สำรวจ

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับไฟป่า

คำว่า ไฟป่า ได้มีผู้ให้ความหมายไว้และมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังนี้

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ให้ความหมายของ “ไฟ” คือผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการทางเคมี โดยองค์ประกอบที่จำเป็น 3 ประการ คือ 1) เชื้อเพลิง 2) ความร้อน และ 3) ออกซิเจน มารวมตัวกันในสัดส่วนที่เหมาะสมที่จะเกิดการสันดาป (Combustion) และสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ในทางตรงกันข้ามกับการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) กล่าวคือ การสังเคราะห์แสงเป็นการสะสมพลังงานอย่างช้า ๆ แต่การสันดาปเป็นการปลดปล่อยพลังงานอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้อย่างชัดเจนจากสมการเคมีดังนี้

การสังเคราะห์แสง $CO_2 + H_2O + \text{Solar Energy } (C6H12O_5)n + O_2$

การสันดาป $(C_6H_{12}O_5)n + O_2 + \text{Kindling Temperature } CO_2 + H_2O + \text{Heat}$

US Forest Service อ้างโดย Brown and Davis (1973) ให้คำจำกัดความของไฟป่าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายว่า “ไฟที่ปราศจากการควบคุม ลุกลามไปอย่างอิสระ แล้วเผาผลาญเชื้อเพลิงธรรมชาติในป่า ซึ่งแตกต่างจากไฟที่เผาตามกำหนด (Prescribe Burning) คือมีการลุกลามอย่างอิสระและปราศจากการควบคุม ประเทศไทยกำหนดคำนิยามของไฟป่าว่า “ไฟที่เกิดจากสาเหตุใดก็ตาม แล้วลุกลามไปได้โดยอิสระ ปราศจากการควบคุม ทั้งนี้ไม่ว่าไฟนั้นจะเกิดขึ้นในป่าธรรมชาติหรือสวนป่า”

สันต์ เกตุปราณีต (2541) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ไฟป่า หมายถึง ไฟที่เผาไหม้เชื้อเพลิงธรรมชาติในป่าแล้วลุกลามอย่างเสรีโดยไม่มีการควบคุม เชื้อเพลิงธรรมชาติบนพื้นที่ป่าที่ถูกเผาไหม้

ได้แก่ อินทรียวัตถุที่สลายตัวแล้วและที่กำลังสลายตัว ซากพืชที่ร่วงหล่น หญ้าพวกเครือเถาวัลย์ กิ่งไม้แห้ง ท่อนไม้ ตอไม้ ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นบางส่วน แต่อย่างไรก็ตาม ไฟที่เกิดในสวนป่า ทุ่งหญ้า และไร่ร้างบนภูเขาโดยไม่มีการควบคุมก็เรียกเป็นไฟป่าด้วย

ศิริ อัคคะอัคร (2543) ให้ความหมายไว้ว่า ไฟป่า หมายถึง ไฟที่เกิดจากสาเหตุใดก็ตาม แล้วลุกลามไปได้โดยอิสระปราศจากการควบคุม ทั้งนี้ ไม่ว่าไฟนั้นจะเกิดขึ้นในป่าธรรมชาติหรือสวนป่า

ศิวจักร ชื่นสังข์ (2544) ให้ความหมายไว้ว่า ไฟป่า หมายถึง ไฟที่เกิดจากสาเหตุใดก็ตาม แล้วลุกโดยอิสระปราศจากการควบคุม

จากความหมายของไฟป่าที่กล่าวมานี้ สรุปได้ว่า ไฟป่า หมายถึงไฟที่สามารถเกิดขึ้นได้เอง ทั้งธรรมชาติและที่มนุษย์ทำขึ้นจากกิจกรรมใดก็ตามแล้วลุกลามออกไปโดยอิสระและขาดการควบคุม ดูแล สร้างความเสียหายทั้งทางธรรมชาติและทางสังคมของมนุษย์ ไฟไหม้ในลักษณะที่กล่าวมานี้ จะเกิดขึ้นในบริเวณป่าประเภทใดก็ตาม ล้วนเรียกว่าไฟป่าทั้งสิ้น

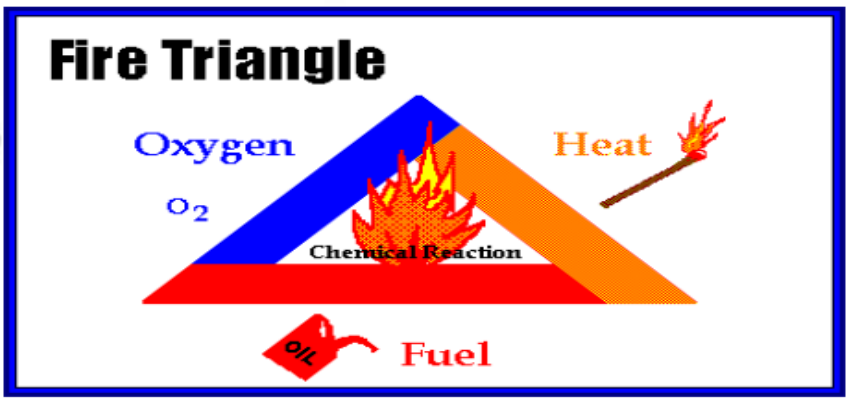
1.1 องค์ประกอบของไฟป่า

ไฟป่ามีองค์ประกอบ ดังนี้

1.1.1 เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงในการเกิดไฟป่า ได้แก่ อินทรียสารทุกชนิดที่ติดไฟได้ ได้แก่ ต้นไม้ ไม้ พุ่ม กิ่งไม้ ก้านไม้ ตอไม้ กอไผ่ ลูกไม้เล็ก ๆ หญ้า วัชพืช รวมไปถึงดินอินทรีย์ (Peat Soil) และชั้นถ่านหินที่อยู่ใต้ผิวดิน (Coal Seam)

1.1.2 ออกซิเจน เป็นก๊าซที่เป็นองค์ประกอบหลักของอากาศโดยทั่วไป ในป่าจึงมีออกซิเจนกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามปริมาณและสัดส่วนของออกซิเจนในอากาศในป่า ณ จุดหนึ่ง ๆ อาจผันแปรได้บ้างตามการผันแปรของความเร็วและทิศทางลม

1.1.3 ความร้อน แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดไฟป่าแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งความร้อนจากธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า ภูเขาไฟระเบิด และแหล่งความร้อนจากมนุษย์ ซึ่งเกิดจากการจุดไฟในป่าด้วยสาเหตุต่าง ๆ กัน



ภาพ 5 สามเหลี่ยมของไฟ

องค์ประกอบทั้ง 3 ประการนี้เรียกว่า สามเหลี่ยมไฟ หากขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไป ไฟป่าจะไม่เกิดขึ้น หรือไฟป่าที่เกิดขึ้นแล้วและกำลังลุกลามอยู่ก็จะดับลง ความรู้เรื่องสามเหลี่ยมไฟในข้อนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นความรู้พื้นฐานที่ต้องนำมาใช้ในการวางแผนปฏิบัติงานควบคุมไฟป่าทั้งวงจร (ส่วนควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, ม.ป.ป.)

1.2 ประเภทของไฟป่า

ไฟป่าสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท โดยแบ่งตามลักษณะการที่ไฟไหม้เชื้อเพลิงในระดับต่าง ๆ ในแนวดิ่ง ตั้งแต่ระดับชั้นใต้ดินไปจนถึงระดับยอดไม้เป็นเกณฑ์ ได้แก่ 1) ไฟใต้ดิน 2) ไฟผิวดิน และ 3) ไฟเรือนยอด ดังรายละเอียดที่ สันต์ เกตุปราณีต (2544) ให้ไว้ดังนี้

1.2.1 ไฟใต้ดิน คือ ไฟที่เผาไหม้พวกอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวแล้ว และที่กำลังสลายตัวซึ่งอยู่ติดกับผิวดิน บางทีไฟนี้ลามพวกรากไม้ใต้ผิวดินด้วย ไฟชนิดนี้มีลักษณะครุกรุ่นเผาไหม้อย่างช้า ๆ ไม่มีเปลวไฟ มีควันเล็กน้อยหรือแทบไม่มีเลย ปกติไฟชนิดนี้จะเกิดภายหลังไฟผิวดิน และเป็นไฟที่มีความรุนแรงน้อย เช่น ไฟใต้ดินที่เกิดในป่าพรุทางภาคใต้ เป็นต้น

1.2.2 ไฟผิวดิน หรือไฟที่เผาไหม้ซากพืชที่ร่วงหล่นบนผิวดิน ได้แก่ ใบไม้ ผลกิ่งไม้แห้ง และไฟที่เผาไหม้พวกพืชชั้นล่าง ได้แก่ หญ้าเครือเถา ลูกไม้ และไม้พุ่ม ไฟนี้มีอัตราลุกลามตั้งแต่ลามช้าถึงลามเร็วมาก ในประเทศไทยจะเกิดไฟชนิดนี้เป็นส่วนใหญ่

1.2.3 ไฟเรือนยอด คือ ไฟที่เผาไหม้เรือนยอดใหญ่ และลุกลามจากเรือนยอดหนึ่งไปสู่เรือนยอดหนึ่งอย่างรวดเร็ว ไฟชนิดนี้มีความรุนแรงมากและมักจะเกิดกับหมู่ไม้พวกไม้สนที่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นตามที่ลาดในหุบเขาที่มีลมพัดแรง

สำหรับไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าโคก ป่าแพะ ที่มีอยู่ทุกภูมิภาคในประเทศไทย รวมทั้งจังหวัดแม่ฮ่องสอน หากว่ามีไฟป่าชนิดนี้เกิดขึ้น ถ้ารีบเข้าไปควบคุมจะง่ายต่อการดับไฟมาก แต่ถ้าปล่อยให้ขยายเป็นวงกว้างการควบคุมไฟจะเป็นไปด้วยความลำบาก ถ้าเป็นไฟใต้ดินจะพบเห็นได้ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยบริเวณป่าพรุ โดยทั่วไปไฟใต้ดินจะเกิดจากการลุกลามบริเวณผิวดินก่อนแล้วจึงลามลงใต้ผิวดิน ไฟประเภทนี้จะสังเกตเห็นได้ยาก และควบคุมลำบากที่สุดโดยเฉพาะถ้าไหม้ชั้นถ่านหินใต้ดินซึ่งพบเห็นได้ในประเทศอินโดนีเซีย ส่วนไฟเรือนยอดมักเกิดในป่าสนแถบอบอุ่น และมีแนวโน้มที่จะพบบ่อยมากขึ้นในพื้นที่ที่มีป่าสน และป่าไผ่ เช่น อุทยานแห่งชาติภูกระดึง อุทยานแห่งชาติภูเรือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ซึ่งอุทยานแห่งชาติเหล่านี้มีป่าสนเป็นองค์ประกอบบางส่วนไฟชนิดนี้มีอัตราการลุกลามที่รวดเร็วมากและเป็นอันตรายมากต่อเจ้าหน้าที่ดับไฟป่า การดับไฟหรือการควบคุมไฟป่าทุกประเภทจะทำได้ง่ายถ้าพบเห็นแล้วเข้าไปดับโดยทันที แต่ถ้าปล่อยเวลาให้ไฟป่าไหม้ออกไปเป็นวงกว้างมากเท่าใด การเข้าไปไฟหรือควบคุมไฟยิ่งกระทำได้ยากลำบากและเป็นอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ดับไฟป่ามากเท่านั้น ด้วยเหตุนี้การทำการป้องกันไฟป่าจึงต้องอาศัยปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป

1.3 รูปร่างของไฟป่า

ศิริ อัคคะอัคร (2543) ได้กล่าวถึงรูปร่างของไฟป่าว่า ตามทฤษฎีแล้วเมื่อเกิดไฟไหม้ป่าขึ้น หากไฟนั้นเกิดบนที่ราบ ไม่มีลม และเชื้อเพลิงมีปริมาณและการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไฟป่าก็จะลุกลามออกไปทุกทิศทางโดยมีอัตราการลุกลามที่เท่ากันในทุกทิศทาง ทำให้ไฟป่ามีรูปร่างเป็นวงกลมที่ขยายใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ ตามเวลาที่ผ่านไปโดยจุดศูนย์กลางของวงกลมคือ จุดที่เริ่มเกิดไฟป่านั่นเอง แต่ในความเป็นจริง พื้นที่ป่ามักเป็นพื้นที่ลาดชันสลับซับซ้อน ปริมาณและการกระจายของเชื้อเพลิงไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับเมื่อเกิดไฟป่าจะทำให้อากาศบริเวณนั้นร้อนขึ้นและลอยตัวขึ้นเหนือกองไฟ อากาศเย็นในบริเวณข้างเคียงจะไหลเข้ามาแทนที่ เกิดเป็นระบบลมของไฟป่านั้น ๆ ดังนั้นไฟป่าในความเป็นจริงจึงไม่มีลักษณะเป็นวงกลม แต่มักจะเป็นรูปวงรี เนื่องจากอัตราการลุกลามของไฟในแต่ละทิศทางจะไม่เท่ากัน ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลของลม หรืออิทธิพลของความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งแล้วแต่กรณี โดยไฟที่ไหม้ไปตามทิศทางของลม จะเป็นไปในทำนองเดียวกับไฟที่ไหม้ขึ้นไปตามลาดเขา

รูปร่างของไฟประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ของไฟ ดังนี้

1.3.1 หัวไฟ (Head) คือ ส่วนของไฟที่ลุกลามไปตามทิศทางลม หรือลุกลามขึ้นไปตามความลาดชันของภูเขา เป็นส่วนของไฟที่มีอัตราการลุกลามรวดเร็วที่สุด มีเปลวไฟยาวที่สุด มีความรุนแรงของไฟมากที่สุด จึงเป็นส่วนของไฟที่มีอันตรายมากที่สุดด้วยเช่นกัน

1.3.2 หางไฟ (Rear) คือ ส่วนของไฟที่ไหม้ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับหัวไฟ คือ ไหม้สวนทางลม หรือไหม้ลงมาตามลาดเขา ไฟจึงลุกลามไปอย่างช้า ๆ เป็นส่วนของไฟที่เข้าควบคุมง่ายที่สุด

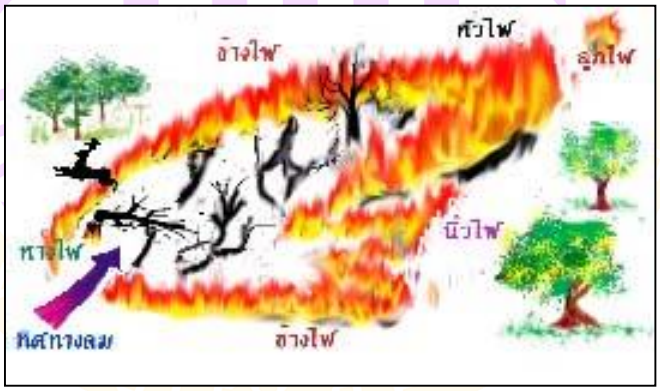
1.3.3 ปีกไฟ (Flanks) คือ ส่วนของไฟที่ไหม้ตั้งฉากหรือขนานไปกับทิศทางหลักของหัวไฟ ปีกไฟแบ่งเป็นปีกซ้ายและปีกขวา โดยกำหนดปีกซ้าย ปีกขวา จากการยืนที่หางไฟแล้วหันหน้าไปทางหัวไฟ ปีกไฟโดยทั่วไปจะมีอัตราการลุกลามและความรุนแรงน้อยกว่าหัวไฟ แต่มากกว่าหางไฟ

1.3.4 นิ้วไฟ (Finger) คือ ส่วนของไฟที่เป็นแนวยาวแคบ ๆ ยื่นออกไปจากตัวไฟหลักนิ้วไฟแต่ละนิ้วจะมีหัวไฟและปีกไฟของมันเอง นิ้วไฟเกิดจากเงื่อนไขของลักษณะเชื้อเพลิงและลักษณะความลาดชันของพื้นที่

1.3.5 ขอบไฟ (Edge) คือ ขอบเขตของไฟป่านั้น ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นช่วงที่ไฟกำลังไหม้ลุกลามอยู่หรือเป็นช่วงที่ไฟนั้นได้ดับลงแล้วโดยสิ้นเชิง

1.3.6 ง่ามไฟ (Bay) คือ ส่วนของขอบไฟที่อยู่ระหว่างนิ้วไฟ ซึ่งจะมีอัตราการลุกลามช้ากว่านิ้วไฟ ทั้งนี้เนื่องจากเงื่อนไขของลักษณะเชื้อเพลิง และลักษณะความลาดชันของพื้นที่

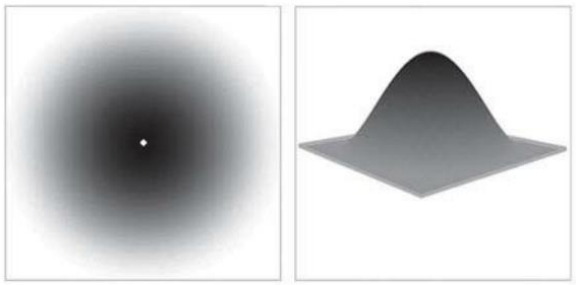
1.3.7 ลูกไฟ (Jump Fire or Spot Fire) คือ ส่วนของไฟที่นำหน้าตัวไฟหลักโดยเกิดจากการที่สะเก็ดไฟจากตัวไฟหลักถูกลมพัดให้ปลิวไปตกหน้าแนวไฟหลักและเกิดลุกไหม้กลายเป็นไฟป่าขึ้นอีกหนึ่งไฟ



ภาพ 6 ส่วนประกอบของไฟ

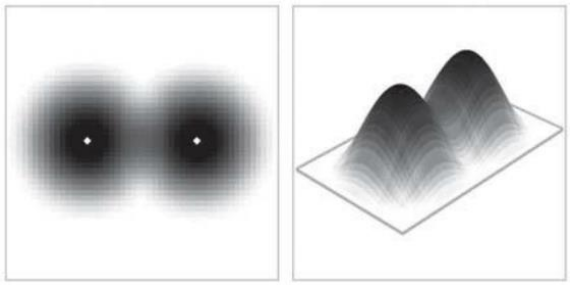
2. การคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation)

เทคนิคการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล เป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด (point pattern analysis) ซึ่งอยู่ในหลักการปริมาณวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ (Maurizio, Paul, & Phil, 2007) การนำลักษณะข้อมูลจุดมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้จะแสดงผลในลักษณะของตารางกริด (Raster) หลักการของวิธีการนี้ คือการคำนวณรัศมี (Radius) ของแต่ละจุดข้อมูล ก่อนจะเชื่อมต่อกับจุดอื่นด้วยระยะห่างของช่วงความถี่ (Band-width) ตามที่กำหนดเพื่อหาความหนาแน่น



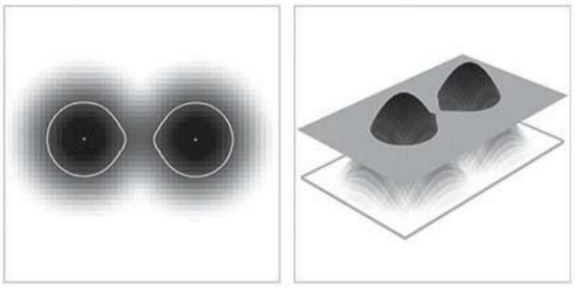
ภาพ 7 การคำนวณรัศมีด้วย Kernel Density จากข้อมูล 1 จุด

ที่มา: Maurizio, Paul, & Phil, 2007



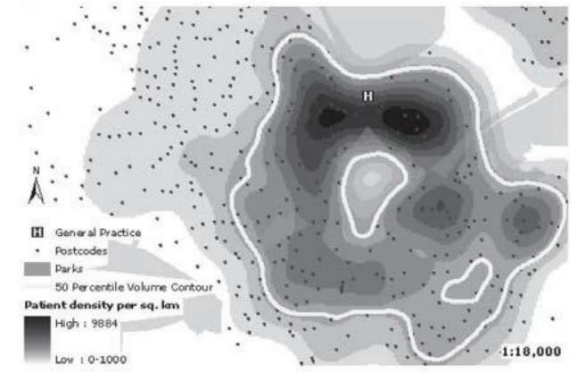
ภาพ 8 การคำนวณรัศมีด้วย Kernel Densityจากข้อมูล 2 จุด

ที่มา: Maurizio, Paul, & Phil, 2007



ภาพ 9 การคำนวณความหนาแน่นจากข้อมูล 2 จุด ด้วยการกำหนดช่วงความถี่

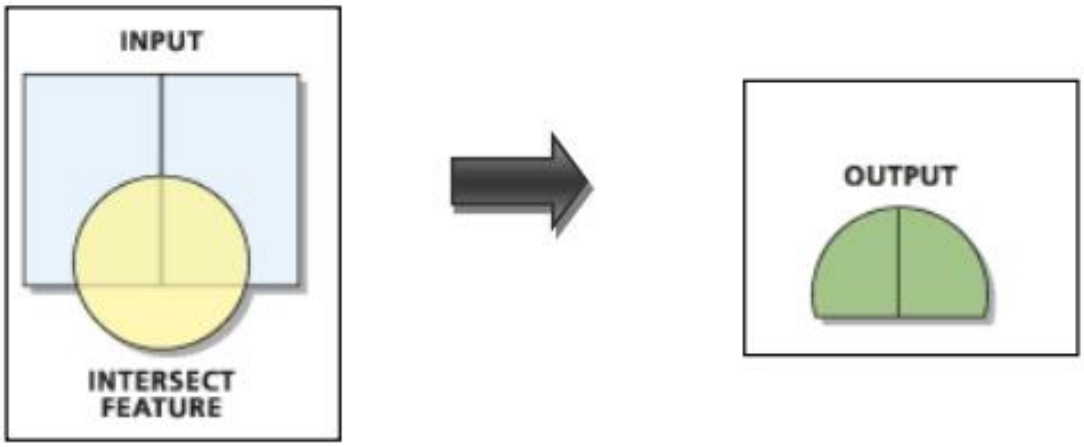
ที่มา: Maurizio, Paul, & Phil, 2007



ภาพ 10 ตัวอย่างการหาความหนาแน่นของกลุ่มผู้ป่วยที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่เมืองลักษณะต่าง ๆ ใน Southwark, London ด้วยวิธีการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล

ที่มา: Maurizio, Paul, & Phil, 2007

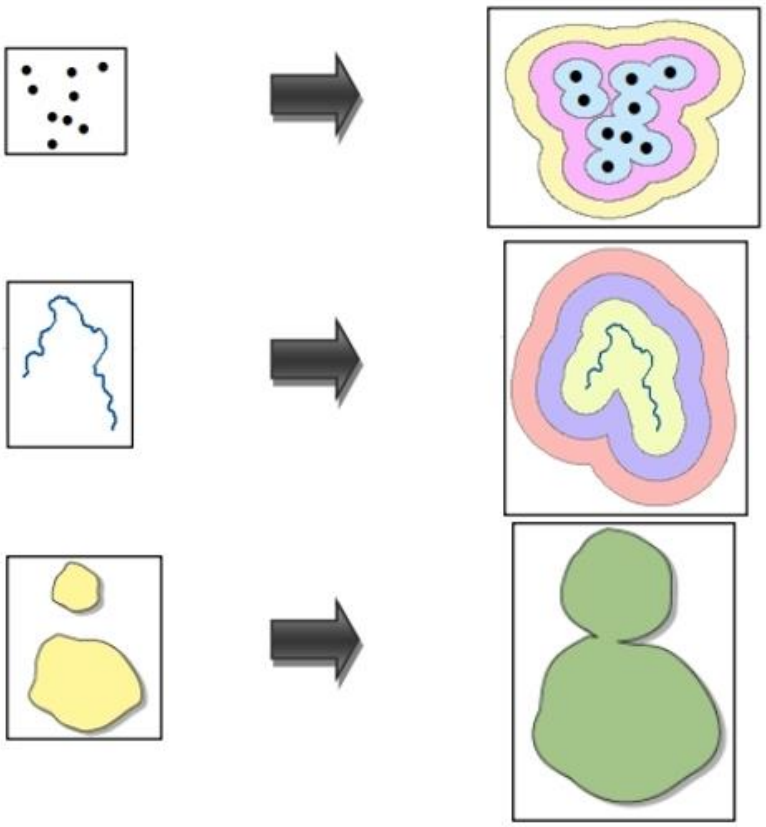
Intersect คือ เป็นการซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลระหว่าง 2 ชั้นข้อมูล โดยชั้นข้อมูลผลลัพธ์ (Output) จะเป็นข้อมูลที่อยู่ทั้งขอบเขตพื้นที่ของทั้ง 2 ชั้นข้อมูล ซึ่งจะไม่มีขอบเขตเกินจากข้อมูลทั้ง 2 ชั้นข้อมูล



ภาพ 11 อธิบายการซ้อนทับแบบ Intersect

ที่มา: คู่มือการใช้โปรแกรม Quantum GIS, ม.ป.ป.

Buffer คือ เป็นการสร้างระยะทางที่ห่างจากฟีเจอร์ตามค่าที่กำหนดหรือใช้ค่าจากฟิลด์ การสร้าง Buffer เป็นการวิเคราะห์เพียง 1 ชั้นข้อมูล และเป็นการสร้างพื้นที่ล้อมรอบฟีเจอร์ของชั้นข้อมูล ที่ได้คัดเลือกไว้บางส่วน หรือหากไม่ได้เลือกไว้โปรแกรมจะสร้าง Buffer ให้ทั้งชั้นข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้คือ ชั้นข้อมูลใหม่ที่มีขนาดความกว้างของพื้นที่จากตำแหน่งที่เลือก เท่ากับขนาดของ Buffer ที่ได้กำหนดและมีหน่วยตามที่กำหนด

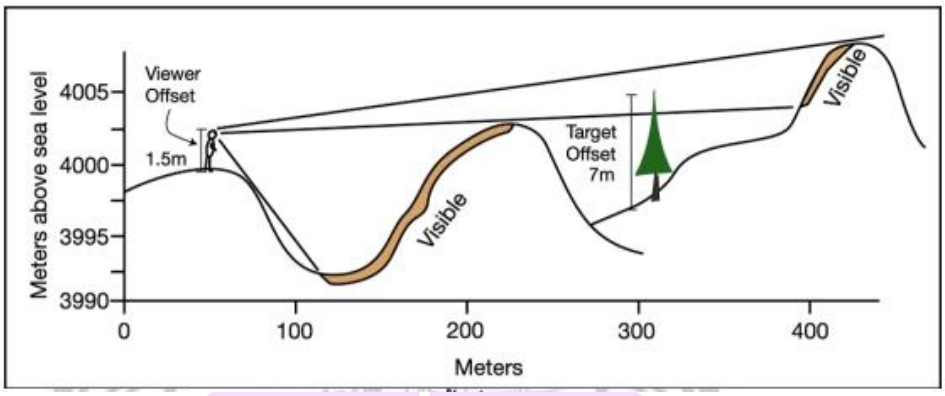


ภาพ 12 อธิบายการสร้างระยะ Buffer

ที่มา: คู่มือการใช้โปรแกรม Quantum GIS, ม.ป.ป.

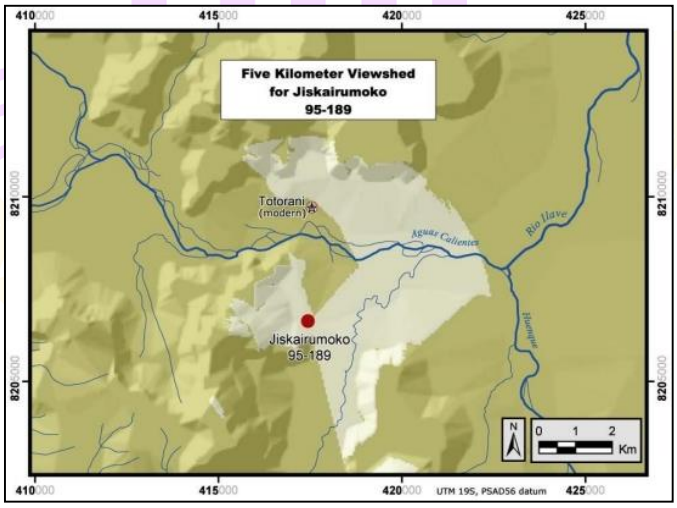
3. แนวคิดในการวิเคราะห์การมองเห็นพื้นที่ (Viewshed Analysis)

การวิเคราะห์การมองเห็นพื้นที่ (Viewshed Analysis) คือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ต่อเนื่องกับตำแหน่ง จากกิจกรรมของมนุษย์ และภูมิประเทศโดยรอบทั้งหมดที่สามารถมองเห็นหรือไม่สามารถมองเห็น (Kvamme, 1999)



ภาพ 13 แนวคิดในการมองเห็นพื้นที่จากจุดสังเกตบนภูมิประเทศ

แนวคิดการวิเคราะห์การมองเห็นพื้นที่ ภาพ 13 แสดงแผนภาพการมองเห็นภูมิประเทศอย่างง่ายจากตำแหน่งบนภูมิประเทศ ผู้สังเกตที่ยืนอยู่ในตำแหน่งดังภาพสามารถมองเห็นภูมิประเทศในพื้นที่ในบริเวณด้านหน้าภูเขาที่ไม่ถูกบดบัง (Visible area) ทั้งพื้นที่ที่อยู่ด้านหน้าและหน้าเขาที่อยู่ไกลออกไป แต่จะมีบางบริเวณที่ไม่สามารถมองเห็นได้เนื่องจากมีต้นไม้บดบังเมื่อนำเอาแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลความสูงของภูมิประเทศ และตำแหน่งในภูมิประเทศเมื่อผ่านการวิเคราะห์ด้วย Viewshed analysis พื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ในภูมิประเทศ (Visible area) จะถูกแสดงออกมาในลักษณะเดียวกับตัวอย่างในภาพ 14



ภาพ 14 ตัวอย่างพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ในรัศมี 5 กิโลเมตรจากจุดสังเกต Jiskairumoko

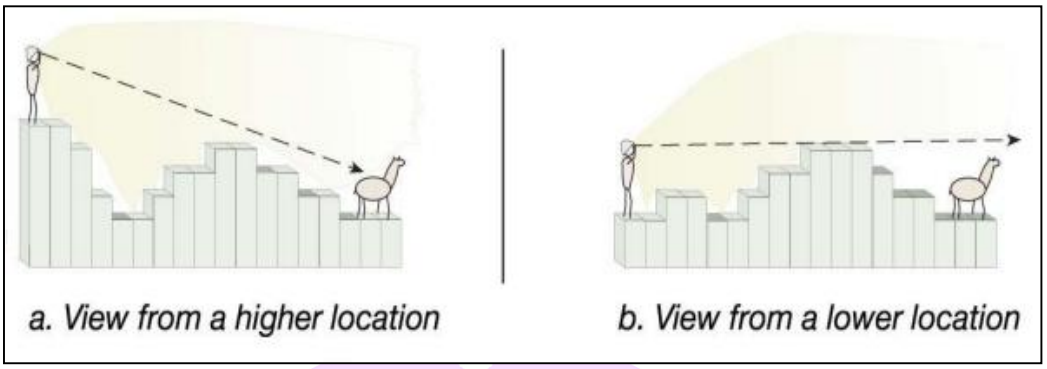
4. การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์การมองเห็นพื้นที่

การวิเคราะห์การมองเห็นภูมิประเทศในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ดำเนินการโดยการคำนวณขอบเขตพื้นที่ที่สามารถมองเห็นระหว่างจุดสองจุดบนแบบจำลองความสูงภูมิประเทศที่รู้จักกันในชื่อแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ตัวอย่างตามภาพ 15

4006	4010	4012	4004	4000	4000	4000
4002	4000	4010	4000	4000	4006	4010
3994	3998	4000	3998	3990	4002	4000
3996	3988	3990	3992	3996	4000	4006
[illegible]	3992	3988	3992	3990	4000	4004
4000	3990	3992	3998	3996	4010	4000
4000	3996	4000	4000	4006	4000	4008

ภาพ 15 ระยะสายตาสามารถคำนวณได้โดยแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) แรสเตอร์ ในการศึกษานี้เซลล์ที่มีขนาด 50 เมตร

ในการคำนวณแผนที่การมองพื้นที่จากจุดสังเกตที่กำหนด คอมพิวเตอร์จะดำเนินการเรียงลำดับพื้นที่ที่สามารถมองเห็นคำนวณจากค่าความสูงของสถานที่จากเซลล์ที่ตั้งของจุดสังเกตไปยังเซลล์อื่น ๆ ทุกเซลล์ในพื้นที่ศึกษา เมื่อเซลล์ที่ตั้งของจุดสังเกตมีระดับความสูงกว่าของเซลล์เป้าหมาย แสดงว่าภูมิประเทศนั้นมีสิ่งบดบังทัศนียภาพเซลล์เป้าหมายจึงเป็น “พื้นที่ที่ไม่สามารถมองเห็น” ในแผนที่การมองเห็นพื้นที่ในทางกลับกัน ถ้าเซลล์เป้าหมายอยู่สูงกว่าเซลล์ที่ตั้งของจุดสังเกต แสดงว่าไม่มีสิ่งบดบังเซลล์นั้นจะถูกกำหนดเป็น “พื้นที่ที่สามารถมองเห็น” จากจุดสังเกต (ตามภาพ 16)



ภาพ 16 ระยะของสายตาใน DEM (a) จุดสังเกตอยู่สูงกว่าเซลล์เป้าหมายเป็นพื้นที่ที่มองเห็นได้ (b) จุดสังเกตอยู่ในพื้นที่ต่ำมีสิ่งบดบัง ไม่สามารถมองเห็นพื้นที่ได้

5. แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิสารสนเทศศาสตร์

การปฏิบัติงานครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศหรือ Geoinformatics ประกอบด้วย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส (Global Positioning System: GPS) ซึ่งได้นำมาใช้ในการดำเนินการ

ภูมิสารสนเทศศาสตร์ คือ ศาสตร์สารสนเทศที่เน้นการบูรณาการเทคโนโลยีทางด้านการสำรวจ การทำแผนที่ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าด้วยกัน เพื่อศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่บนโลก ประกอบด้วย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส (Global Positioning System: GPS) เทคโนโลยีทั้งสามประเภทนี้สามารถทำงานเป็นอิสระต่อกัน หรือสามารถนำมาเชื่อมโยงร่วมกัน ทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น กิจการทหาร การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการภัยพิบัติต่าง ๆ การวางผังเมืองและชุมชน หรือแม้แต่ในเชิงธุรกิจก็ได้มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศศาสตร์มาประยุกต์ใช้และประกอบการวางแผนการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ (สำนักส่งเสริมและพัฒนาสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2557)

5.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

5.1.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คือ ระบบสำหรับการนำเข้า การจัดเก็บ การเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) (ณิชนันทน์ บุญญาทรัพย์, 2554) โดยข้อมูลจำพวกนี้อยู่ในรูปของจุด (point) เส้น (line) และพื้นที่รูปปิด (polygon) ควบคู่กับข้อมูลเชิงบรรยายจัดเก็บ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถสืบค้นข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น เป็นระบบช่วยในการตัดสินในการปฏิบัติงาน

Konecny (2003) ได้ให้ความหมายว่า GIS คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับนำเข้าข้อมูล การเตรียมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล และแสดงผลของข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถสรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการนำเข้า รวบรวม จัดเก็บ และวิเคราะห์ แล้วนำเสนอออกมาในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถอ้างโดยตำแหน่งภูมิศาสตร์และข้อมูลบรรยายที่แสดงรายละเอียด เพื่อช่วยในการนำไปใช้ตัดสินใจในการปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและสามารถปรับปรุงข้อมูลให้มีความเป็นปัจจุบันได้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

5.1.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระบบ ดังนี้

1) ข้อมูล (data) ประกอบด้วย

1.1) ข้อมูลที่แสดงพื้นที่ ซึ่งแสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของลักษณะหรือรูปลักษณ์ของพื้นที่ โดยแบ่งออกเป็น ข้อมูลแสดงทิศทาง และข้อมูลแสดงเป็นตารางกริด

1.2) ข้อมูลอธิบายพื้นที่ความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยจะเป็นส่วนบรรยายรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ๆ

2) เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งรวมเรียกกันว่า ระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) โดยจะประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์การนำเข้าข้อมูล อุปกรณ์อ่านข้อมูล อุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูล และอุปกรณ์แสดงผลข้อมูล ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณภาพที่แตกต่างกันไปตามแต่ชนิดและราคา

3) โปรแกรม หรือ ซอฟแวร์ (Software) ซึ่งก็คือ โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบและสั่งงานต่าง ๆ เพื่อให้ระบบฮาร์ดแวร์ทำงาน หรือสามารถใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลให้ทำงานตามวัตถุประสงค์

4) บุคลากร ประกอบด้วย ผู้ใช้ระบบ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความชำนาญการด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งโดยทั่ว ไปจะเป็นผู้เลือกระบบฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ เพื่อให้ตรงตามจุดประสงค์ และตอบสนองความต้องการของหน่วยงาน และอีกฝ่าย คือ ผู้ใช้ข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งเป็นนักวางแผนงาน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจในการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในกระบวนการการวิเคราะห์ทาง GIS ต้องการการวางโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของ GIS จะจัดเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มของเลเยอร์ โดยทุก ๆ เลเยอร์จะเชื่อมโยงกันโดยค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยในแต่ละเลเยอร์จะประกอบด้วยข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เช่น เลเยอร์ถนน เลเยอร์ขอบเขตจังหวัด ด้วยรูปแบบการจัดเก็บแบบง่าย ๆ แต่เป็นแนวทางที่มีประโยชน์มากในการแก้ไขปัญหาของพื้นที่โลกจริง

5.1.3 การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักในการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มี 3 ประการ (สลิลา เอี่ยมอิทธิพล, 2554)

1) การนำเข้าและแสดงผลข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการจำแนกและการรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการจากแหล่งต่าง ๆ แล้วทำการแปลงข้อมูลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เช่น ข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัย รายงานต่าง ๆ เป็นต้น

การแสดงผลข้อมูล เป็นการแสดงผลในรูปของแผนที่ตารางไดอะแกรม และอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยนำเสนอผ่านทางจอภาพ (Monitor) และการพิมพ์ออกมาเป็นแผนที่และเอกสารต่าง ๆ ผ่านทางเครื่องพิมพ์

2) การจัดเก็บและการจัดการข้อมูล (Data Storage and Management) เป็นการออกแบบและการดำเนินการจัดเก็บและเรียกค้นข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลโดยจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแฟ้มข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้ มีการจัดการโครงสร้างข้อมูล และการเชื่อมโยงแฟ้มข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์ มี 2 วิธี คือ

2.1) วิธีราสเตอร์ (Raster) เป็นการแบ่งแผนที่ออกเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่า ๆ กัน ที่เรียกว่าเซลล์ หรือกริด ตำแหน่งของแต่ละเซลล์ จะกำหนดโดยตัวเลขประจำสดมภ์และแถว ค่าที่กำหนดให้แต่ละเซลล์จะบ่งบอกถึงค่าของคุณลักษณะที่เซลล์นั้นเป็นตัวแทน

2.2) วิธีเวกเตอร์ (Vector) ตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกจะถูกกำหนด ลงบนแผนที่โดยใช้ระบบพิกัด X, Y ในลักษณะที่เป็น 2 มิติ ได้แก่ จุด เส้น และพื้นที่ โดยสิ่งที่อยู่บนพื้นผิวโลก ซึ่งเป็นจุด จะถูกบันทึกบนแผนที่เป็นค่าพิกัด X, Y คู่หนึ่ง ถ้าสิ่งที่อยู่บนพื้นโลกเป็นเส้น จะถูกบันทึกบนแผนที่เป็นกลุ่มของค่าพิกัด X, Y ของเส้นโค้งที่ลากมาบรรจบเป็นขอบเขตพื้นที่นั้น ๆ

3) การจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis) เป็นการจัดทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานในขั้นตอนต่อไป ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการนำเอาข้อมูลมาประมวลผลเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ต่าง ๆ ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

5.2 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส (Global Positioning System)

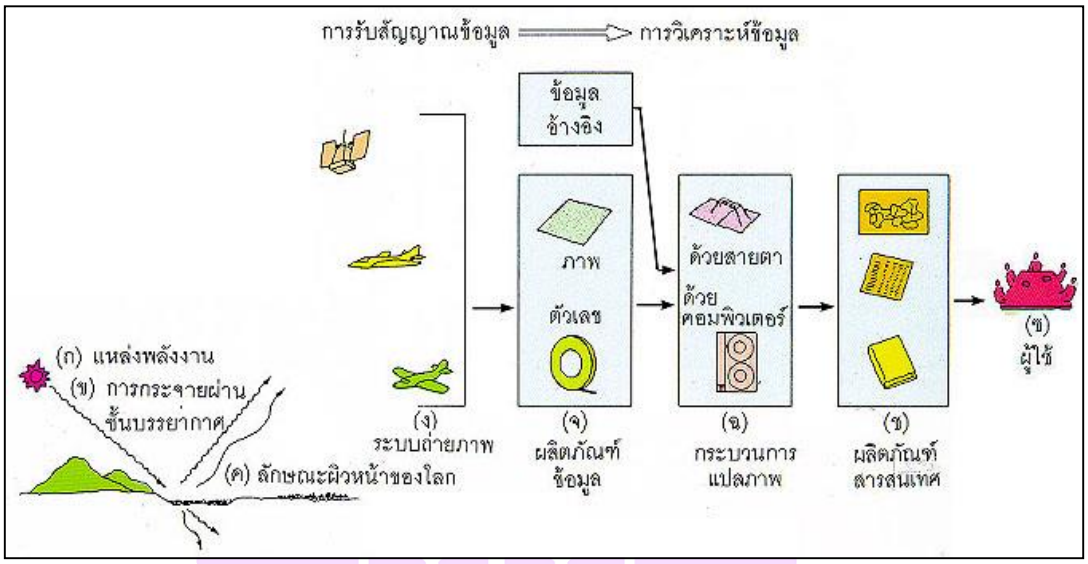
GPS ย่อมาจาก Global Positioning System ซึ่งก็คือระบบการบอกพิกัดด้วยดาวเทียม ทำให้เราทราบตำแหน่งบนพื้นผิวของโลก รอบ ๆ โลกเรามีดาวเทียม GPS ที่ปฏิบัติงานอยู่อย่างน้อย 24 ดวง คอยส่งสัญญาณมายังเครื่องรับสัญญาณและเครื่องรับสัญญาณจะเอาสัญญาณนั้นมาคำนวณว่าเราอยู่ตำแหน่งไหนในโลก ปัจจุบันดาวเทียม GPS มีอยู่ทั้งหมด 29 ดวง แต่อีก 5 ดวงจะเป็นดาวเทียมสำรอง เพื่อเตรียมใช้ทดแทนดาวเทียมที่กำลังจะหมดอายุ โดยเครื่องรับจะต้องได้รับสัญญาณ GPS จากดาวเทียม GPS อย่างน้อยสามดวงจึงจะบอกตำแหน่งได้ และถ้าเป็นสี่ดวงจะสามารถบอกความสูงจากระดับน้ำทะเลได้ด้วย

การทำงานของ GPS เครื่องรับสัญญาณ GPS ถ้ายิ่งรับสัญญาณจากดาวเทียมได้หลายดวง ความแม่นยำก็จะยิ่งเพิ่ม มากขึ้นด้วย แต่ทั้งนี้ความแม่นยำก็จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งดาวเทียมที่เราได้รับอีกต่างหาก ดาวเทียม GPS จะวนรอบโลกสองครั้งต่อวันในวงโคจรที่เที่ยงตรงสูง และส่งสัญญาณข้อมูลไปยังโลก โดยเครื่องรับสัญญาณ GPS จะนำข้อมูลสัญญาณมาคำนวณโดยใช้เครือข่ายสามเหลี่ยมในการคำนวณตำแหน่งที่แน่นอนของผู้ใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS

5.3 การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing: RS)

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing: RS) เป็นศาสตร์และศิลปะของการได้มาของข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุพื้นที่ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องมือที่ดำเนินการโดยไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งต่างๆ เหล่านั้น (Lillesand and Kiefer, 1994) ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลสามารถนำมาใช้ศึกษาหาชนิดของวัตถุโดยอาศัยลักษณะการสะท้อนหรือการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุนั้น ๆ ทั้งนี้ เนื่องจาก วัตถุแต่ละชนิดจะมีลักษณะการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีที่มีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน การสำรวจระยะไกล จึงเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจำแนกและเข้าใจวัตถุหรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จากลักษณะเฉพาะตัวในการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสี

การสำรวจระยะไกลอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อของการได้มาซึ่งข้อมูลใน 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) ช่วงคลื่น (Spectral) 2) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นโลก (Spatial) และ 3) การเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา (Temporal) ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลคือ คลื่นแสงที่เป็น พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์หรือพลังงานจากตัวเอง (สุรชัย รัตนเสริมพงศ์, 2536) ตามภาพ 17



ภาพ 17 กระบวนการการรับรู้ระยะไกล

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540

การสำรวจจากระยะไกล เป็นศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ของการได้มาของข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับวัตถุ การวัดที่ระยะห่างจากวัตถุ โดยปราศจากการสัมผัสจากวัตถุนั้น ซึ่งในการวัดของระบบการสำรวจจากระยะไกลเกือบทั้งหมด เป็นการวัดพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนมาจากวัตถุที่สนใจ

สุวิทย์ วิบูลเศรษฐ (2527) กล่าวว่า เป็นการวัดหรือตรวจสอบคุณสมบัติของวัตถุบนโลกโดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุนั้นโดยตรง การสำรวจระยะไกลทางด้านเทคโนโลยี หมายถึง การใช้เครื่องบินหรือดาวเทียมเป็น ยานสำรวจ (platform) สำหรับติดตั้งเครื่องมือ เพื่อที่จะศึกษาสิ่งที่อยู่ไกลออกไป คือ ทรัพยากรบนพื้นโลกนั่นเอง อุปกรณ์ที่ติดตั้งเรียกว่า Remode Sensor หรือ Sensor ซึ่งใช้วัดพลังงานที่สะท้อนหรือปล่อยออกมาจากทรัพยากรบนโลกโดยอาศัยคุณสมบัติพิเศษของแต่ละทรัพยากร ที่สะท้อนหรือปล่อยออกมาเพื่อที่จะทราบว่า ทรัพยากรนั้นคืออะไร มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ประสงค์ สงวนธรรม (2528) กล่าวว่า การสำรวจระยะไกล เป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ว่าด้วยการศึกษาข้อมูลจากระยะไกล โดยผ่านกระบวนการเก็บบันทึกข้อมูล (Recording) ด้วยเครื่องมือเก็บบันทึกข้อมูล (Sensor) ที่ทำการติดตั้งบนยานพาหนะ ข้อมูลดังกล่าวจะส่งผ่ายหรือถ่ายทอดสัญญาณข้อมูล (Data Tranmission) ไปยังแหล่งจัดระเบียบข้อมูล เพื่อทำการประมวลผลข้อมูล (Data Processing) และส่งไปยังผู้รับต่อไป

ดาราศรี ดาวเรือง (2536) รายงานว่า การศึกษาสภาพของโลกจากการสำรวจจากระยะไกลเริ่มขึ้นเมื่อได้มีการประดิษฐ์คิดค้นกล้องถ่ายภาพในปี พ.ศ. 2369 ซึ่งถือได้ว่าเป็นการประมวลผลการสำรวจ และการบันทึกอันเป็นศาสตร์ในการสำรวจจากระยะไกลเข้าไว้ด้วยกัน เมื่อการคิดค้นเกี่ยวกับชนิดของฟิล์มทำให้ขอบเขตการถ่ายภาพขยายออกไปนอกย่านแสงที่ตามองเห็น ศาสตร์ว่าด้วยการสำรวจจากระยะไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากดาวเทียม ได้รับการขนานนาม และรู้จักกันอย่างแพร่หลายในปี พ.ศ. 2503 ซึ่งถือว่าเข้าสู่ยุคดาวเทียมอย่างแท้จริง

เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิริมา ณ สงขลา (2546) ได้ทำการวิจัยเชิงเสาะแสวงหา (Exploratory Research) ที่ใช้การวิเคราะห์แบบจำลองที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์และการประเมินคุณภาพทางสายตาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินคุณภาพทางสายตาของภูมิทัศน์ เพื่อนำไปสู่การนำเสนอกรอบความคิดของการบวนการในการแก้ปัญหาของแบบจำลองของผู้เชี่ยวชาญ และการทดลองประยุกต์แบบจำลองเชิงปริภูมิ (Spatial Model) ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือวัดและประเมินคุณภาพทางสายตา ในเบื่องต้นเพื่อช่วยให้แบบจำลองของผู้เชี่ยวชาญมีความเป็นปรนัย (Objective) มากขึ้น และการนำเสนอกรอบความคิดในการมองสภาพแวดล้อมหรือภูมิทัศน์ในเชิงปริภูมินั้นสามารถตอบคำถามในประเด็นว่าขอบเขตในการมองเห็นภูมิทัศน์นั้นมีอาณาบริเวณเป็นอย่างไรในระยะที่สามารถมองเห็นได้นั้นมีลักษณะของภูมิทัศน์เป็นอย่างไร และสามารถมองเห็นอะไรในภูมิทัศน์บ้าง ซึ่งคำถามเหล่านี้ต้องการการวัดคุณภาพในเชิงปริมาณ นอกจากคุณภาพในเชิงความงามทางสุนทรียศาสตร์ที่ต้องประเมินจากความชอบและไม่ชอบในลักษณะของภูมิทัศน์ซึ่งเกิดจากการประเมินคุณค่าของมนุษย์

เอกรัฐ สีขาว และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ (2556) ได้ศึกษาการประเมินดัชนีอนุพัทธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการสำรวจความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่กรณีศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้ดัชนี 5 ดัชนีคือ ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์(Normalized Difference Vegetation Index: NDVI), ดัชนีผลต่างความชื้นแบบนอมัลไลซ์(Normalized Difference Water Index: NDWI), ดัชนีผลต่างความแห้งแล้ง (Normalized Difference Drought Index: NDDI), ดัชนีพืชพรรณสัมพัทธ์ (Vegetation Condition Index: VCI) และดัชนีความแห้งแล้งหลายช่วงคลื่น (Normalized Multiband Drought Index: NMDI)

กนกพร ทองวัน (2559) ได้ทำการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลภูมิประเทศ พืชพรรณ อาคารสิ่งปลูกสร้างทางวัฒนธรรม และถนน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของการมองเห็นในพื้นที่ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนคุณภาพพื้นที่ ผลลัพธ์ที่ได้จะนามาใช้ในการวิเคราะห์ ทิวทัศน์จากจุดตัวอย่างในพื้นที่ เพื่อสร้างแผนที่คุณภาพการมองเห็นทิวทัศน์ ผลการศึกษาพบว่า บริเวณที่มี

ความสูงมาก ไม่มีสิ่งบดบังสามารถมองเห็นได้กว้างไกล และอยู่ใกล้กับธรรมชาติเป็นบริเวณที่มีคุณภาพการมองเห็นภูมิทัศน์ที่ดีที่สุด พื้นที่ที่มีคุณภาพการมองเห็นภูมิทัศน์สูงที่สุดอยู่ บริเวณดอยตั๋วเพงและพื้นที่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาค้อ การศึกษานี้แสดงข้อมูลเชิงประจักษ์ของพื้นที่ที่สวยงามควรค่าแก่การส่งเสริมเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับประเทศและท้องถิ่นสามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาต่อไป

ศราวุธ ลักษวุธ (2561) ได้ศึกษาเพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า อุทยานแห่งชาติน้ำตกตาดโตน จังหวัดชัยภูมิ โดยการจำแนกภาพเชิงแบบวัตถุซึ่งพิจารณาปัจจัย ค่าดัชนีความแตกต่างของความเป็นพรรณพืช (NDVI) ดัชนีค่าความร้อนของแบนด์ Thermal infrared ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ความลาดชันและ ค่าดัชนีความเป็นสีเขียวของพืชพรรณ (GVI) ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ปัจจัยต่าง ๆ ถูกนำมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลพื้นที่ที่เคยเกิดไฟป่าเพื่อสร้างกฎในการจำแนก แล้วแทนค่าปัจจัยต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อให้ได้พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่าง ๆ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่ที่เคยเกิดไฟป่าสำหรับสร้างกฎในการจำแนกโดยวิเคราะห์ภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Ecognition developer ซึ่งอาศัยทั้งค่าการสะท้อนเชิงรังสีและความสัมพันธ์เชิงระยะทางจากปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาสามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงได้ 3 ระดับ ได้แก่ 1) พื้นที่เสี่ยงระดับต่ำ มีพื้นที่ประมาณ 137.07 ตร.กม. (ร้อยละ 60.28) 2) พื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีพื้นที่ประมาณ 65.41 ตร.กม. (ร้อยละ 28.81) และ 3) พื้นที่เสี่ยงสูง มีพื้นที่ประมาณ 24.78 ตร.กม. (ร้อยละ 10.91) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นป่าผลัดใบมีการกระจายตัวตามแนวเหนือ-ใต้และทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษาตามลำดับ

นคร สุภารัตน์ (2563) ได้มีการศึกษาเทคนิควิธีการป้องกันและแก้ไขต่าง ๆ เพื่อลดปัญหาอาชญากรรม ซึ่งลักษณะสำคัญของการเกิดอาชญากรรมสิ่งหนึ่งที่ถูกนำมาพิจารณาศึกษานอกเหนือจากลักษณะสังคมวิทยา (Sociology) และทางจิตวิทยา (Psychology) คือลักษณะของการเกิดอาชญากรรมในเชิงภูมิศาสตร์ (Geography) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลทางภูมิศาสตร์และข้อมูลอาชญากรรมมาแสดงบนพื้นที่ในคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาทำการวิเคราะห์ เช่น ความถี่ของจุดที่เกิดอาชญากรรม ลักษณะการก่อเหตุอาชญากรรมแนวโน้มของการเกิดอาชญากรรม ไปจนถึงจุดเสี่ยงภัยที่ก่อให้เกิดเหตุอาชญากรรม โดยอาชญากรรมจะเกิดขึ้นได้ต้องมีตำแหน่งหรือจุดที่เกิดเหตุอย่างชัดเจน เช่น บ้าน วัด โรงเรียน เป็นต้น นำมาระบุตำแหน่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ทิพวรรณ อิ่มเอิบ (2564) ศึกษาค่าดัชนีพืชพรรณขั้นสูง NDVI SAVI และ RVI ที่มีศักยภาพในการติดตามการเกษตรไม้ผล กรณีศึกษาสวนส้มในเขตอำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิค NDVI, SAVI และ RVI นำมาเปรียบเทียบกันว่าเทคนิคไหน มีศักยภาพในการติดตามการเพาะปลูกส้มมากกว่ากัน โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2โดยใช้ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี 2563 ถึง เดือนตุลาคม ปี 2564 ในช่วงฤดูร้อน ฤดูฝน ฤดูหนาว มาใช้เพื่อเป็นเครื่องมือ

ในการประเมินพื้นที่เพาะปลูกติดตามและใช้วิธีการทางสถิติในการเปรียบเทียบว่าสามารถใช้ติดตามการเจริญเติบโตของส้มได้หรือไม่

Kucuk (2017) Visibility analysis of fire lookout towers in the Boyabat State Forest Enterprise in Turkey ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์การมองเห็นบนเครือข่ายหอดูไฟที่ปฏิบัติการอยู่ในปัจจุบันในภูมิภาคที่ค่อนข้างเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ทางตะวันตกของตุรกีภูมิภาคทะเลดำ หอคอยเหล่านี้บางแห่งไม่เคยมีมาก่อน เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่มองเห็นได้ภายใต้เครือข่ายการตรวจการณ์ในปัจจุบันของหอดูไฟร้อยละ 73 และสามารถเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 81 ด้วยการเพิ่มหอดูไฟที่เสนอใหม่ การศึกษาครั้งนี้เป็นการการวิจัยครั้งแรกเพื่อทำการวิเคราะห์การมองเห็นของหอดูไฟที่เพิ่งเสนอใหม่ในภาคตะวันตกภูมิภาคทะเลดำและให้ความสำคัญกับปัญหาไฟป่า

Wo´zniak & Aleksandrowicz (2019) Self-Adjusting Thresholding for Burnt Area Detection Based on Optical Images ได้ศึกษาอัลกอริทึมสำหรับแสดงแผนที่พื้นที่ที่ไฟไหม้โดยอัตโนมัติด้วยภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดกลาง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นสำหรับภาพ Landsat แต่สามารถใช้กับภาพ Sentinel-2 ได้โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยน อัลกอริทึมนี้ใช้แนวคิดทางการแตกต่างของค่าสะท้อนก่อนและหลังไฟป่า และใช้เทคนิคการแบ่งวัตถุแบบหลายลักษณะรวมถึงวิธีการคำนวณค่าเกณฑ์ใหม่ ด้วย NDVI และ NBR หาความแตกต่างในแต่ละดัชนีก่อนและหลังไฟป่า

Akay (2020) Evaluation of fire lookout towers using gis-based spatial visibility and suitability analyzes ได้ศึกษาความสามารถในการมองเห็นของหอดูไฟที่ตั้งอยู่ใน Köyceğiz Forest Enterprise Directorate (FED) ในเมือง Muğla ในประเทศตุรกี โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาทำการประเมินบนพื้นฐานของการมองเห็นและการวิเคราะห์ความเหมาะสม ผลการวิเคราะห์การมองเห็นพบว่า ร้อยละ 77.12 ของพื้นที่ป่ามองเห็นได้จากหอดูไฟเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน และทำการขยายสัดส่วนพื้นที่ป่าที่มองเห็นได้ด้วยหอดูไฟ โดยทำการประเมินตำแหน่งของหอดูไฟเพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่มาทำการวิเคราะห์การมองเห็นและความเหมาะสมในการหาตำแหน่งของหอดูไฟโดยพิจารณาเกณฑ์เฉพาะ (เช่น ระยะทางถึงถนน ระดับความสูง ความลาดชัน ลักษณะภูมิประเทศ) ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทำให้ได้หอดูไฟใหม่ 5 ตำแหน่งนอกเหนือจากหอดูไฟเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันในพื้นที่ศึกษา ผลการวิจัยพบว่าพื้นที่ป่าไม้ที่มองเห็นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 81.47 โดยการหาที่ตั้งหอดูไฟใหม่ และเพิ่มขึ้นเกือบ 4.35% นอกจากนี้ยังมองเห็นพื้นที่ป่าได้มากกว่าครึ่งหนึ่งโดยมองเห็นจากอย่างน้อย 2 หอดูไฟ เมื่อรวม 5 หอดูไฟที่ได้ใหม่โดยการวิเคราะห์ความเหมาะสม การพัฒนาวิธีการที่ใช้ GIS ในการศึกษานี้สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านไฟป่าสามารถระบุตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตั้งหอดูไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ÇOBAN (2020) Visibility analysis of fire lookout towers protecting the mediterranean forest ecosystems in turkey ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ทัศนวิสัยของ

ถนนเพื่อตรวจสอบความสามารถในการสังเกตจากถนน แม้ว่าในพื้นที่จะมีหอดูไฟ 37 แห่ง แต่ในพื้นที่มีต้นสนอยู่เป็นจำนวนมากหลากหลายสายพันธุ์ เช่น brutian pine และ black pine ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้สูงได้กระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ร้อยละ 40 ของพื้นที่ป่า ซึ่งเป็นส่วนที่มองไม่เห็น และร้อยละ 15 ของสนเหล่านั้นมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดไฟไหม้ หอดูไฟไม่สามารถควบคุมพื้นที่ป่าที่มีความเสี่ยงสูงขนาดมากกว่า 100,000 เฮกตาร์ในภูมิภาคนี้ได้ เครือข่ายหอดูไฟสามารถดูได้ร้อยละ 56 ของพื้นที่ และพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 59 ผู้ใช้รถใช้ถนนมีส่วนช่วยในระบบเฝ้าระวังร้อยละ 11 และทำให้มั่นใจได้ว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ป่าในภูมิภาคนี้จะตรวจการณ์ได้เมื่อใช้ร่วมกัน ในทางกลับกันร้อยละ 59 ของพื้นที่ป่า 523,000 เฮกตาร์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้จากถนนนั้นมองเห็นได้จากหอดูไฟ ช่วยสนับสนุนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของผู้คนที่อาศัยอยู่ในป่าและใช้ถนนในป่าให้ช่วยเป็นหูเป็นตาแจ้งเหตุไฟป่า

ÇOBAN (2020) Forest fire risk assessment using gis and ahp integration in bucak forest enterprise, turkey ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงไฟป่าในป่าที่ตั้งอยู่ใน Bucak Forest Enterprise ในประเทศตุรกีนั่นคือเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ในระดับต้น ๆ ในการศึกษาน้ำหนักของเกณฑ์ที่นำไปสู่ความเสี่ยงจากไฟไหม้คือคำนวณด้วยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP) ระดับความเสี่ยงของเกณฑ์ถูกส่งออกไปยังชั้นข้อมูลแบบกริดของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ผลการวิจัยพบว่า 25% ของป่าในพื้นที่บูจักภูมิภาคมีความเสี่ยงสูง ในขณะที่ 32% มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้ปานกลาง เราเชื่อว่าแนวทางที่นำมาใช้ในครั้งนี้การศึกษาอาจนำไปสู่การประเมินความเสี่ยงจากไฟป่าและการทำแผนที่ความเสี่ยงของระบบนิเวศป่าเมดิเตอร์เรเนียนที่มีสภาพภูมิอากาศ โครงสร้างภูมิประเทศ และพืชพันธุ์ใกล้เคียงกัน

Akay (2021) Assessment of the visibility capabilities of forest fire lookout towers: the case of gemlik, bursa, turkey ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินความสามารถในการมองเห็นของหอดูไฟใน Gemlik Forestry Enterprise Chief (FEC) ที่ตั้งอยู่ในเมืองบูร์ซา การวิเคราะห์การมองเห็น ถูกใช้ใน ArcGIS 10.4.1 เพื่อประเมินหอดูไฟเดิมที่มีอยู่ใน FEC เมื่อพิจารณาประสิทธิของหอดูไฟในพื้นที่ศึกษา พบว่า บริเวณที่มองเห็นได้จากทั้งหอไฟป่าเดิมที่มีอยู่และหอดูไฟใหม่นั้น พบว่า พื้นที่ศึกษาร้อยละ 63.55 สามารถมองเห็นได้จากหอดูไฟเดิมที่มีอยู่ และจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 77.39 เมื่อเพิ่มหอดูไฟอีก 2 ตำแหน่ง และเมื่อประเมินเฉพาะพื้นที่ป่า หอไฟป่าเดิมที่มีอยู่สามารถมองเห็นพื้นที่ป่าได้ร้อยละ 71.73 ของพื้นที่พื้นที่ป่า ในขณะที่พื้นที่ป่าที่มองเห็นได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 83.36 เมื่อใช้ร่วมกับหอดูไฟใหม่อีก 2 ตำแหน่ง

Cosgun (2023) Visibility evaluation and suitability analysis of fire lookout towers in mediterranean region, southwest anatolia/türkiye ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของหอดูไฟ 49 แห่งที่ตั้งอยู่ภายใน Direc torate ภูมิภาคป่าไม้อันตัลยา ซึ่งตั้งอยู่ในแอ่งเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งเป็นภูมิภาคที่มักเกิดไฟป่าบ่อยครั้ง การประเมินผลการครอบคลุมและการมองเห็น

ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด การตรวจหาไฟป่าโดยหอดูไฟจำนวน 2,504 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ.2564 ได้วิเคราะห์หอดูไฟที่มีอยู่ทั้ง 6 หอ โดยใช้เครื่องมือ Viewshed ใน ArcGIS ประยุกต์ใช้แนวทางที่ดีที่สุด-แย่ที่สุด โดยสมมติสถานการณ์ไว้ 2 สถานการณ์ โดยกำหนดให้ควันไฟป่ามีความสูง 0 ม. และ 100 ม. เพื่อกำหนดทัศนวิสัยของหอดูไฟในสถานการณ์สมมติที่ 1 สมมติว่าควันสูง 100 ม. มีเพียง 3 หอ เท่านั้นที่แสดงทัศนวิสัยสูงกว่า ร้อยละ 70 อย่างไรก็ตามในสถานการณ์สมมติที่ 2 สมมติว่ามีควันสูง 0 ม. ไม่มีหอคอยใดที่มองเห็นได้เกินร้อยละ 70 สถานการณ์ที่ระบุมีเพียง 2 หอ เท่านั้นที่สามารถมองเห็นทัศนวิสัยพื้นที่ป่าได้มากกว่าร้อยละ 70 ในขณะที่สถานการณ์ที่ 2 ไม่มีหอดูไฟใดที่ตรงตามเกณฑ์นี้ สำหรับการมองเห็นไฟป่า ได้ระบุสถานการณ์จำลองไว้ 7 หอดูไฟสามารถสังเกตได้มากกว่า ร้อยละ 70 ในขณะที่สถานการณ์ที่ 2 ระบุว่าไม่มีหอดูไฟที่มีความสามารถดังกล่าว ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของหอดูไฟ อัตราการมองเห็นเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ร้อยละ 41.18 ถึงร้อยละ 1,016.67 ผลการประเมินความสามารถในการมองเห็นในปัจจุบันของหอดูไฟ 49 แห่ง ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่เพียงพอต่อการป้องกันไฟป่าที่มีประสิทธิภาพ

Amiri (2023) Using forest fire experts' opinions and GIS/remote sensing techniques in locating forest fire lookout towers ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อกำหนดจุดที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งหอดูไฟตามการใช้งานตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านป่าไม้ เพื่อกำหนดเกณฑ์คะแนนและเกณฑ์ย่อยในการคัดเลือกหอดูไฟและค่าน้ำหนักผ่านเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP) บนพื้นที่ 32,446 เฮกตาร์ ตั้งอยู่ในซาร์ดาชต์ ทางตะวันตกเฉียงเหนือของอิหร่าน ซึ่งจนถึงขณะนี้ยังไม่มีการสร้างหอดูไฟ ผลปรากฏว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุด เกณฑ์การจัดลำดับความสำคัญ ได้แก่ ระดับความสูง ระยะทางจากถนน ระยะทางจากพื้นที่ที่ถูกเผาครั้งก่อน ความชัน และระยะห่างจากพื้นที่อยู่อาศัย วิธีการนี้เสนอ 4 จุดสำหรับการสร้างหอดูไฟร่วมกัน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 60 ของทั้งหมดพื้นที่ศึกษา ในขณะที่ความครอบคลุมที่มากกว่าร้อยละ 75จากผลการใช้หอดูไฟความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีในการกำหนดค่าน้ำหนัก (เช่น ผ่าน AHP) เกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบค้นหาตำแหน่งหอดูไฟและวิธีการที่ใช้ GIS เพื่อกำหนดจุดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างหอดูไฟ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการศึกษาเรื่อง การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟป่า กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาโดยลำดับ ดังนี้

1. เครื่องมือและอุปกรณ์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

Hardware	Software
1. เครื่องคอมพิวเตอร์	1. โปรแกรม ArcGIS
2. เครื่อง Printer	2. โปรแกรม Microsoft Office 2010

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1 รายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูล/ปัจจัย	แหล่งข้อมูล
1. ข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) จากดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS (พ.ศ. 2559-พ.ศ. 2566)	https://disaster.gistda.or.th/
2. ข้อมูลจากแบบรายงานไฟป่า (แบบ ฟป.1 พ.ศ. 2559-พ.ศ. 2566)	สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย
3. ข้อมูลความสูง	https://earthexplorer.usgs.gov/
4. ข้อมูลความลาดชัน	https://earthexplorer.usgs.gov/
5. ข้อมูลเส้นทางคมนาคม	https://earthexplorer.usgs.gov/
6. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2563	กรมพัฒนาที่ดิน

ตาราง 2 ข้อมูลของหอดูไฟ

ชื่อหอดูไฟ	พิกัด (UTM)		ระดับความสูงของพื้นที่ (m.)
	X	Y	
1. หอสู้ไฟ 1	585008	2244349	980
2. หอพญาลอ	585769	2247098	1,115
3. หอสู้ไฟ 7	582670	2240442	734
4. หอสู้ไฟ 10	585074	2247973	1,427
5. หอสู้ไฟ 12	585293	2243934	875

หมายเหตุ: ระบบอ้างอิง WGS 1984 UTM Zone 47N

ข้อมูลหอดูไฟจะถูกนำมาวิเคราะห์พื้นที่การมองเห็นจากหอดูไฟร่วมกับ DEM หอดูไฟมีระยะการมองเห็นเท่ากับ 6,235 เมตร เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Viewshed Analysis ใน QGIS 2.18 จะได้ผลลัพธ์เป็นพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยหอดูไฟทั้ง 5 หอ โดยสามารถแยกข้อมูลพื้นที่การมองเห็นได้ 5 ระดับการมองเห็น ดังนี้

ระดับที่ 1 สามารถมองเห็นพื้นที่ได้จากหอดูไฟจำนวน 1 หอ

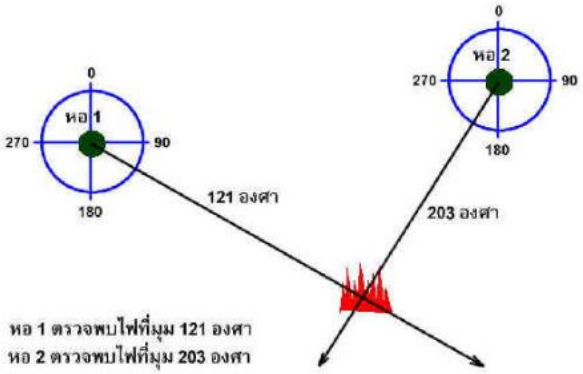
ระดับที่ 2 สามารถมองเห็นพื้นที่ได้จากหอดูไฟจำนวน 2 หอ

ระดับที่ 3 สามารถมองเห็นพื้นที่ได้จากหอดูไฟจำนวน 3 หอ

ระดับที่ 4 สามารถมองเห็นพื้นที่ได้จากหอดูไฟจำนวน 4 หอ

ระดับที่ 5 สามารถมองเห็นพื้นที่ได้จากหอดูไฟจำนวน 5 หอ

อย่างไรก็ตามพื้นที่การมองเห็นของแต่ละหอยังสามารถตรวจการณ์ได้ในพื้นที่เดียวกัน โดยจะเป็นผลจากการวิเคราะห์การซ้อนทับ (Overlay Analysis) พื้นที่ที่เหลื่อมกัน (Overlap) ของพื้นที่การมองเห็นจากแต่ละหอดูไฟ โดยเมื่อเกิดไฟป่าขึ้น ณ บริเวณใดก็ตามจะต้องมีหอดูไฟอย่างน้อยที่สุด 2 หอ ตรวจพบไฟนั้นได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้สามารถใช้เครื่องเล็งทิศทางไฟ (Fire finder) หรือเข็มทิศ (Compass) วัดมุมจากทิศเหนือหาจุดที่เกิดไฟป่าได้อย่างแม่นยำโดยใช้หลักการหาจุดตัด (Interception) ดังภาพ 18



ภาพ 18 การหาตำแหน่งที่เกิดไฟป่าโดยใช้เครื่องเล็งทิศทางไฟ

การวิเคราะห์ข้อมูล

พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า

ทำการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าด้วยวิธีหาความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation) จากข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) จากดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS (พ.ศ. 2559-2566) และจากข้อมูลจากแบบรายงานไฟป่า แบบ ฟป.1 จากสถานีควบคุมไฟป่า พื้นที่ทรงงานดอยตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย (พ.ศ. 2559-2565) นำข้อมูลแบบเคอร์เนลทั้ง 2 มาทำการ Merge ข้อมูลด้วย ArcGIS ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าจากข้อมูลย้อนหลัง 8 ปี (พ.ศ. 2559-2565)

พื้นที่การมองเห็นจากหอดูไฟป่า

หลักการวิเคราะห์การมองเห็น คือความสามารถในการดูหรือตรวจการณ์สถานที่บางแห่งหรือพื้นที่ เพื่อดูบริเวณโดยรอบ ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาความสามารถในการมองเห็นของหอดูไฟ 5 หอ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยจุดสังเกตการณ์ (หอดูไฟ) ด้วยเทคนิค Viewshed Analysis ในโปรแกรม ArcGIS

สำหรับกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังภาพ 19 ซึ่งใช้ข้อมูลต่าง ๆ ของจุดสังเกตการณ์ในกระบวนการวิเคราะห์ ได้แก่ ความสูงของที่ตั้งหอ ความสูงหอดูไฟ ความสูงของควันที่มองเห็น ระยะมุมมองแนวระนาบ มุมมองแนวดิ่ง และระยะทางไกลสุดที่มองเห็นควัน (ตาราง 2) โดยความสูงของหอดูไฟป่าแต่ละแห่งจะแตกต่างกันออกไปตามสภาพพื้นที่ ความสูงของควันได้จากการประมาณการมองเห็นควันพุ่งขึ้นจากพื้นโลกเป็นเปลวไฟที่สมบูรณ์ ระหว่างที่เกิดไฟไหม้ในพื้นที่ป่าโดยรอบหอดูไฟป่า มุมการมองเห็นแนวระนาบและแนวดิ่งถูกกำหนดค่าเป็น 360 องศา และ +/-90 องศา ตามลำดับ ทั้งนี้ ระยะการมองเห็นที่ไกลที่สุดที่สายตามนุษย์สามารถมองเป็นได้ คือ 6,235 เมตร

เนื่องจากในช่วงฤดูแล้งที่เกิดไฟป่า สภาพอากาศได้เต็มไปด้วยฝุ่นละลองขนาดเล็ก (PM2.5) ทำให้ระยะการมองเห็นมองได้น้อยกว่าปกติ ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าจากรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานประจำปีของสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย ย้อนหลังไปถึง 10 ปี (พ.ศ. 2556-2565) พบว่า มีการรายงานการตรวจพบไฟป่าจากหอดูไฟป่าที่มีระยะทางไกลที่สุดอยู่ที่ 6,235 เมตร จากหอดูไฟป่า 11 (ป่าซางแสนสุดแดน) เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2558 เวลา 16:35 น. ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงอาจจะสามารถมองเห็นได้ไกลกว่าระยะที่กำหนดก็ได้

ตาราง 3 ข้อมูลของหอดูไฟ

หอดูไฟป่า	ความสูงที่ตั้งหอ (m.)	ความสูงหอ(m.)	ความสูงควันไฟที่มองเห็น (m.)	มุมในการมองเห็นแนวระนาบ (องศา)	มุมในการมองเห็นแนวดิ่ง(องศา)	ระยะไกลที่สุดที่สายตามองเห็นควัน (m.)
หอสู้ไฟ 1	980	7	100	360	+/-90	6,235
หอพญาลอ	1,115	7	100	360	+/-90	6,235
หอสู้ไฟ 7	734	3	100	360	+/-90	6,235
หอสู้ไฟ 10	1,427	3	100	360	+/-90	6,235
หอสู้ไฟ 12	875	4.75	100	360	+/-90	6,235

ตำแหน่งที่ตั้งหอดูไฟป่าใหม่

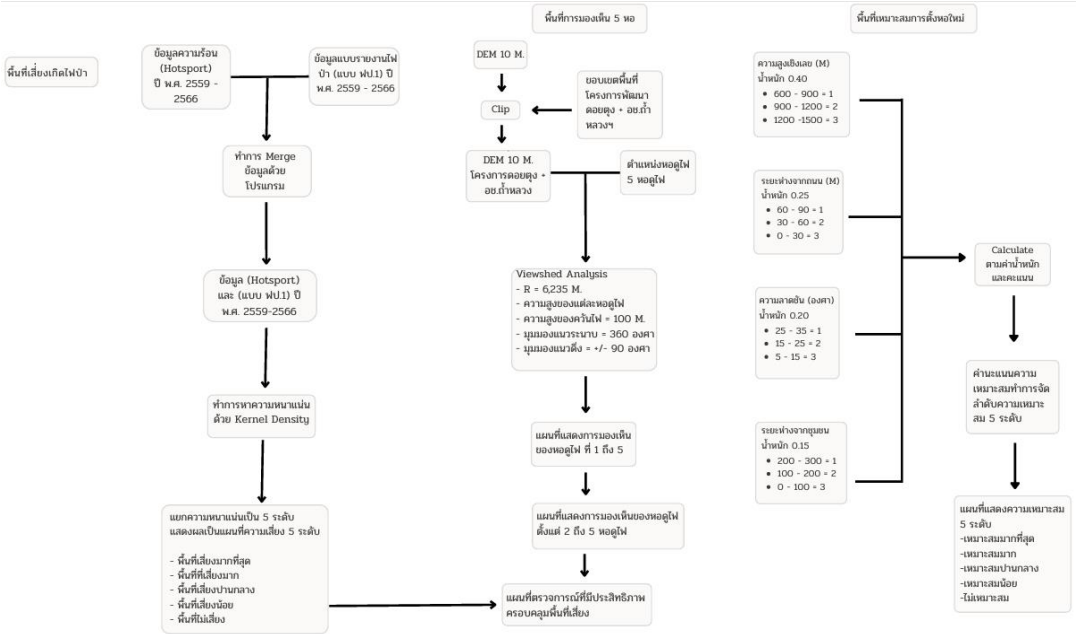
พื้นที่การมองเห็นจากหอดูไฟป่าเดิมไม่สามารถครอบคลุมพันที่ได้ถึง 70% ทำการหาพื้นที่ที่เหมาะสมร่วมกับปัจจัย โดยมีปัจจัยหลักคือ ความสูงของตำแหน่งที่ตั้งหอดูไฟใหม่ เส้นทางคมนาคม ความลาดชัน และระยะทางจากชุมชน ด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบ SAW และคงหอดูไฟเดิมไว้ทำการเพิ่มหอดูไฟใหม่ให้เพียงพอ

ตาราง 4 ปัจจัยจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหอดูไฟ

บทความเกี่ยวกับหอดูไฟ	ความสูงเชิงเลข (เมตร)	ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)	ระยะห่างจากถนน (เมตร)	ระยะห่างแหล่งน้ำ (เมตร)	ระยะห่างจากชุมชน (เมตร)	ทิศด้านลาด	สันเขา	ระยะทางจากพื้นที่เสี่ยง (เมตร)
Ufuk Cosgun (2023)	X	X	X	X	X	X		
Abdullah Emin Akay (2020)	X	X	X				X	
Tayebe Amiri (2023)	X	X			X			X
รวม	**3**	**3**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**

หมายเหตุ: หมายถึง x ระบุว่าใช้ปัจจัยดังกล่าว

การเลือกปัจจัยในการศึกษาในครั้งนี้ ได้มาจากการศึกษาบทความวิจัย 3 บทความ ดังตาราง 4 ที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า จะเห็นได้ว่าในแต่ละปัจจัยจะมีความถี่ของการใช้ปัจจัยในการศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกปัจจัยจากความถี่ที่มีมากกว่า 1 ครั้งในการนำมาใช้จากทั้ง 3 บทความ พบว่ามีทั้งหมด 8 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงเชิงเลข ความลาดชัน ระยะห่างจากถนน ระยะห่างแหล่งน้ำ ระยะห่างจากชุมชน ทิศด้านลาด สันเขา และระยะทางจากพื้นที่เสี่ยง แต่เนื่องด้วยปัจจัยระยะห่างแหล่งน้ำไม่ได้มีความจำเป็นเนื่องจากมีการขนส่งน้ำใช้เข้าไปยังพื้นที่ได้ ส่วนปัจจัยทิศด้านลาดไม่ค่อยมีผลกับการเกิดไฟป่าในพื้นที่ ปัจจัยระยะห่างจากพื้นที่เสี่ยงจะไม่มีความจำเป็นหากเราวางตำแหน่งหอดูไฟได้ครอบคลุมพื้นที่ และปัจจัยสันเขาเป็นพื้นที่ที่เข้าถึงยากมาก ทางผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องคัดออกให้เหลือเพียง 4 ปัจจัย ประกอบไปด้วย 1) ชั้นข้อมูลความสูงเชิงเลข 2) ความลาดชัน 3) ระยะห่างจากถนน และ 4) ระยะห่างจากชุมชน



ภาพ 19 ขั้นตอนการหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไปป่า พื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่า และการหาตำแหน่งตั้งหอดูไฟป่าที่เหมาะสม

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาวิจัย เรื่อง การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟป่า กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน(เตรียมการ) ผู้วิจัยได้ศึกษาได้ผลการศึกษาดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า

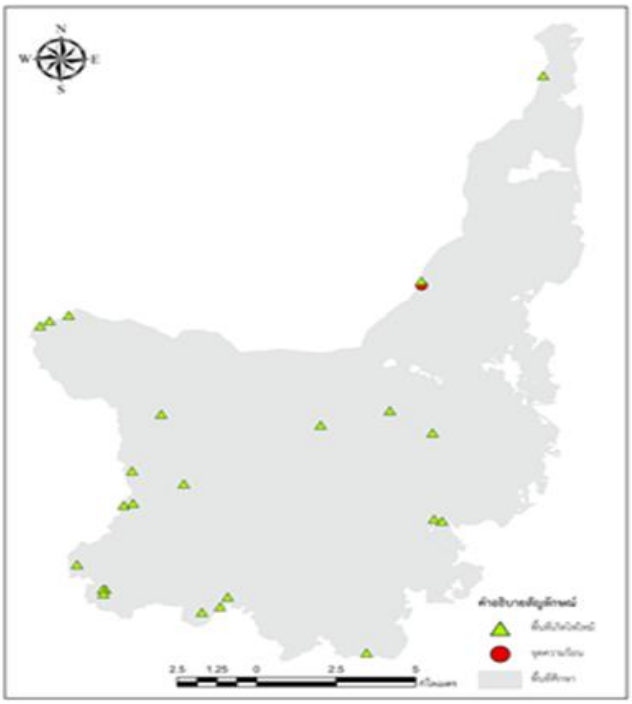
จากข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) ดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS (พ.ศ. 2559-2566) และข้อมูลจากแบบรายงานไฟป่า แบบ ฟป.1 จากสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย (พ.ศ.2559 -พ.ศ.2566) ทำการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า ด้วยวิธีหาความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation) พบว่า

1. พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่เท่ากับ 4,117 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4 ของพื้นที่ทั้งหมด
2. พื้นที่เสี่ยงมาก มีพื้นที่เท่ากับ 9,919 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด
3. พื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีพื้นที่เท่ากับ 13,916 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 34 ของพื้นที่ทั้งหมด
4. พื้นที่เสี่ยงน้อย มีพื้นที่เท่ากับ 35,210 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 34 ของพื้นที่ทั้งหมด
5. พื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่เท่ากับ 40,617 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39 ของพื้นที่ทั้งหมด

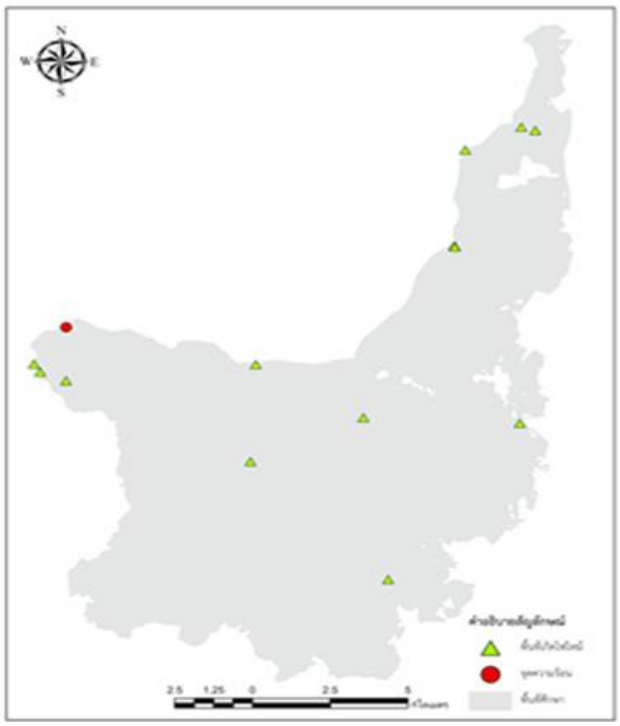
ดังแสดงในตาราง 5 และ ภาพ 28 ตามลำดับ

ตาราง 5 การคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

ประเภทพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า	สัดส่วนพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า	
	ไร่	%
พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด	4,117	4
พื้นที่เสี่ยงมาก	9,919	10
พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	13,916	13
พื้นที่เสี่ยงน้อย	35,210	34
พื้นที่ไม่เสี่ยง	40,617	39
รวม	**103,779**	**100.0**

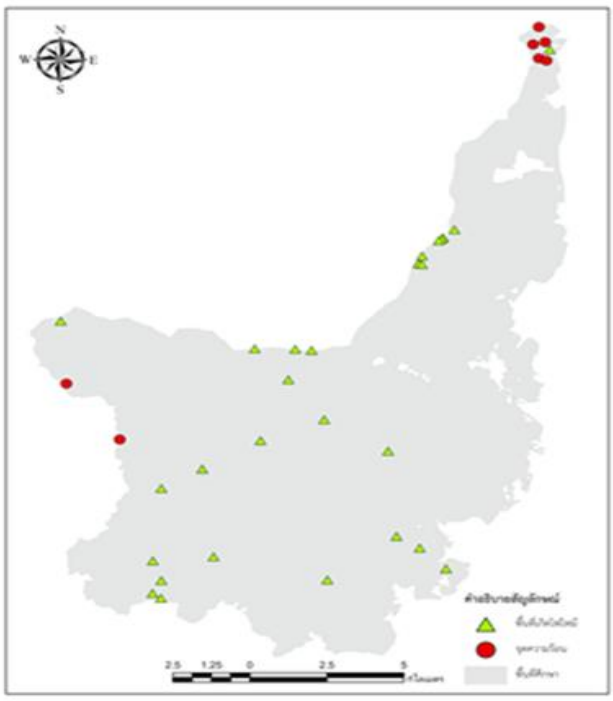


ภาพ 20 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2559

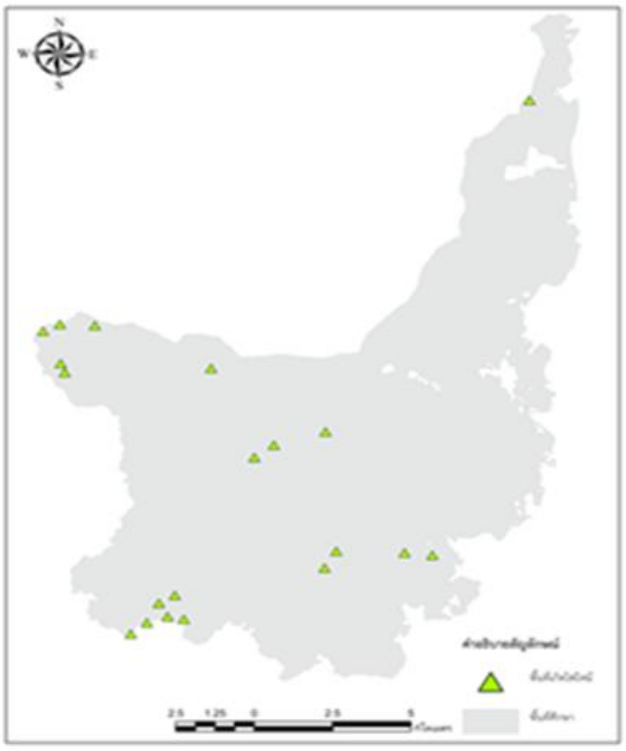


ภาพ 21 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2560

ภาพ 22 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2561



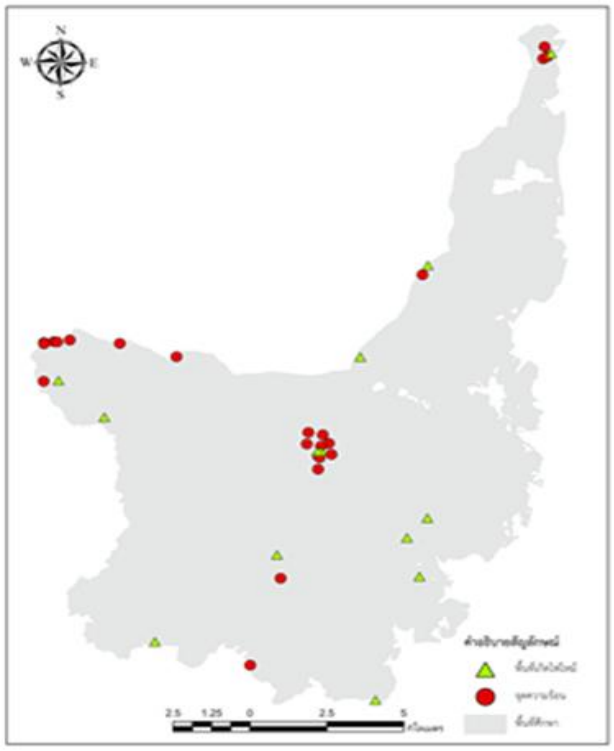
ภาพ 23 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2562



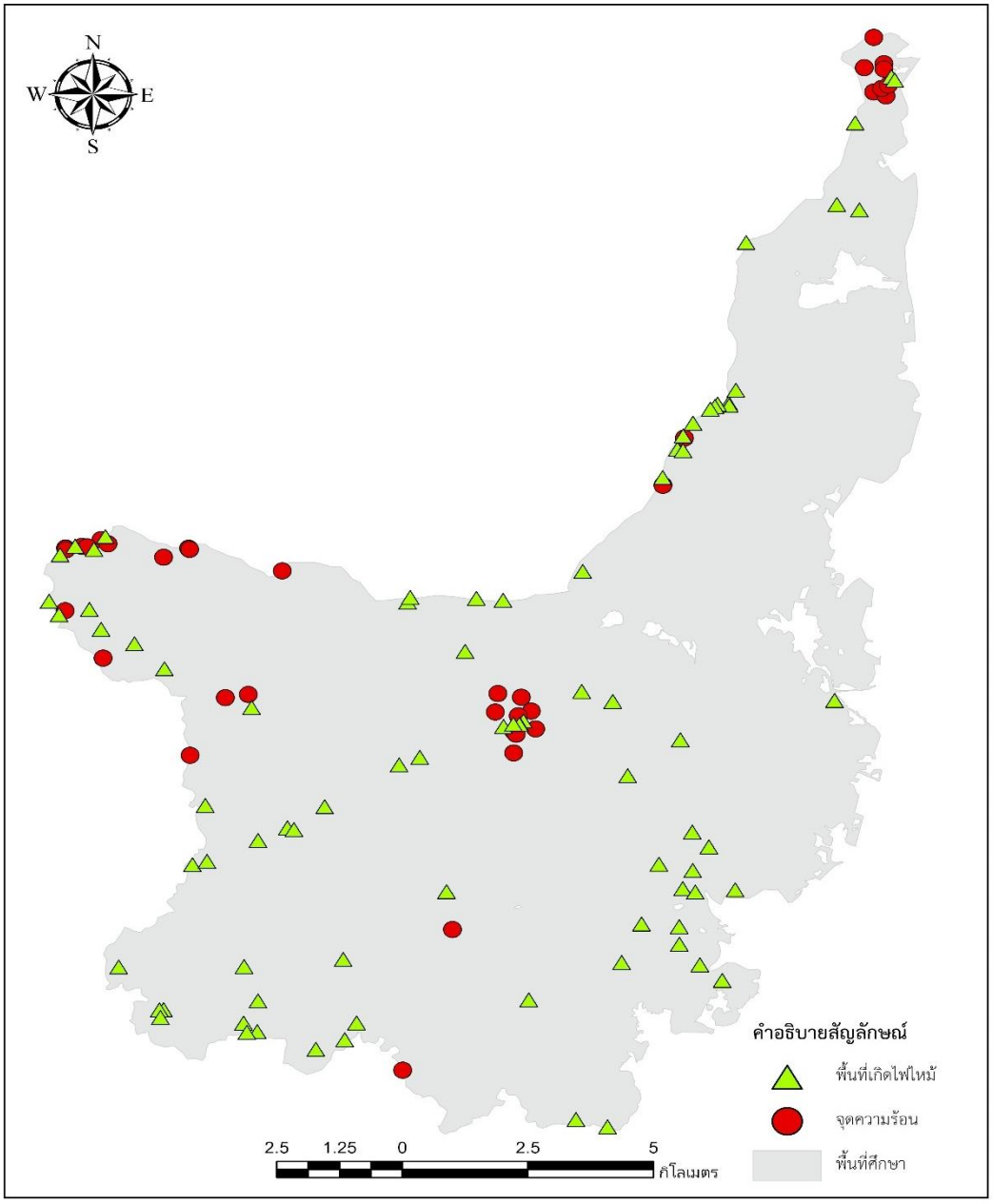
ภาพ 24 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2563

ภาพ 25 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2564

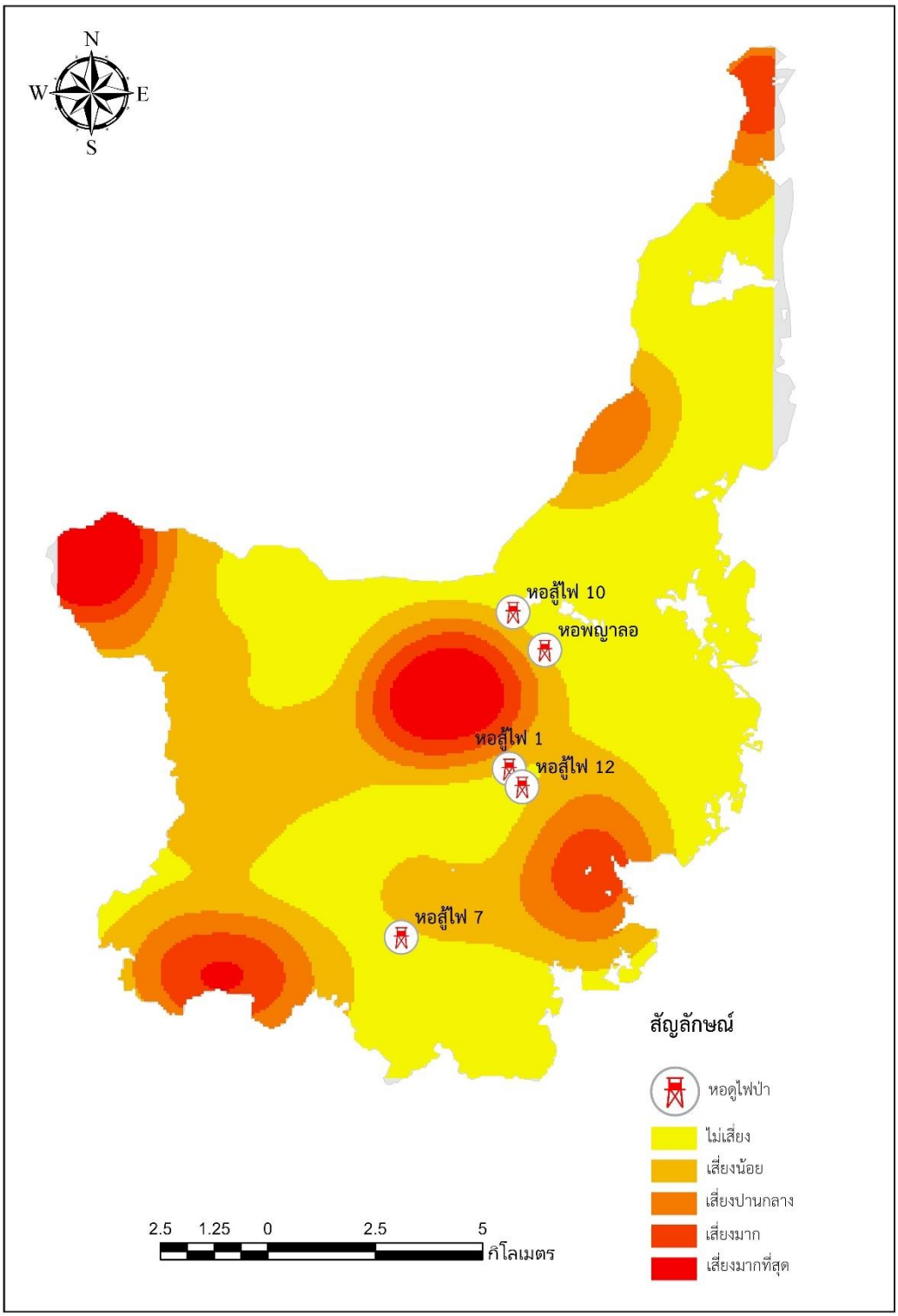
ภาพ 26 แผนที่แสดงความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2565



ภาพ 27 แผนที่แสดงความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2566

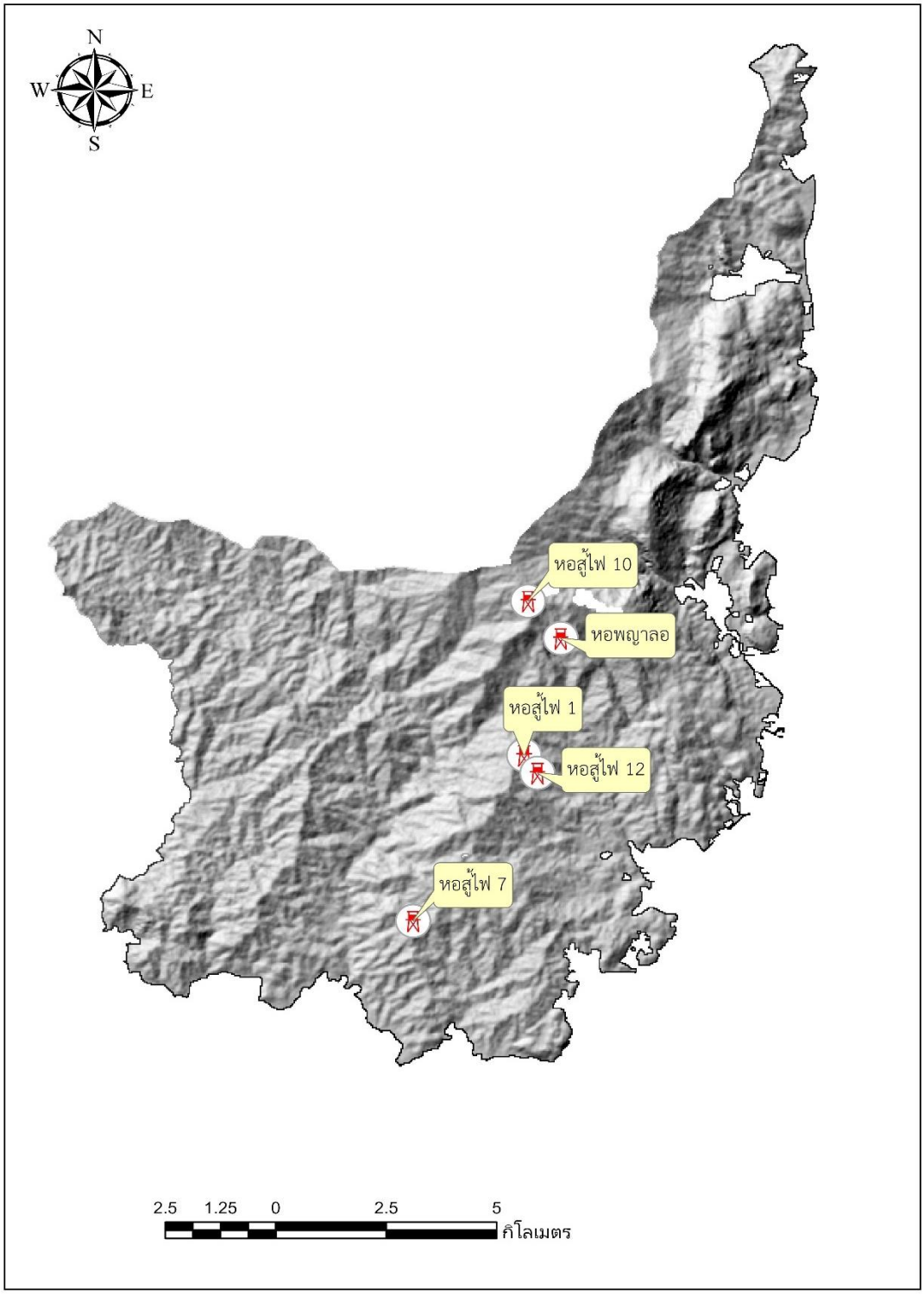


ภาพ 28 แผนที่แสดงจุดความร้อนและพื้นที่เกิดไฟไหม้ ปี 2559-2566



ภาพ 29 แผนที่แสดงความเสี่ยงการเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่ศึกษาจากข้อมูลปี 2559-2566

การวิเคราะห์พื้นที่การมองเห็นจากหอดูไฟป่า



ภาพ 30 แผนที่ตำแหน่งหอดูไฟ

ผลการวิเคราะห์การมองเห็นระบุว่าหอดูไฟป่าทั้ง 5 หอดูไฟ สามารถมองเห็นได้ 43,220 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 42 ของพื้นที่ศึกษา แสดงดังภาพ 21 โดยหอสู้ไฟ 1 สามารถมองเห็นได้ 24,064 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่ศึกษา หอพญาลอ สามารถมองเห็นได้ 12,699 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่ศึกษา หอสู้ไฟ 7 สามารถมองเห็นได้ 12,521 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่ศึกษา หอสู้ไฟ 10 สามารถมองเห็นได้ 22,425 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 26 ของพื้นที่ศึกษา และหอสู้ไฟ 12 สามารถมองเห็นได้ 13,073 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ (ตาราง 6) พบว่า มีหอดูไฟป่าที่มองเห็นพื้นที่ได้กว้างที่สุด คือ หอดูไฟ หอสู้ไฟ 1 ตามมาด้วย หอสู้ไฟ 10 และหอสู้ไฟ 12 ส่วนพื้นที่การมองที่มีการเหลื่อมหรือซ้อนทับของพื้นที่เพื่อให้เจ้าหน้าที่ประจำหอดูไฟสามารถใช้อุปกรณ์เล็งมุมองศาหาตำแหน่งพื้นที่ที่เกิดไฟป่าได้ ซึ่งมีการซ้อนทับกันตั้งแต่ 2 หอดูไฟ จนถึง 5 หอดูไฟ มีพื้นที่ 23,015 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22 ของพื้นที่ศึกษา แสดงในตาราง 7

ตาราง 6 พื้นที่มองเห็นทั้งหมดจากแต่ละหอดูไฟ

หอดูไฟป่า	พื้นที่มองเห็นทั้งหมดจากแต่ละหอดูไฟ (ไร่)	พื้นที่มองเห็นทั้งหมดจากแต่ละหอดูไฟ (%)	พื้นที่มองเห็นได้เฉพาะแต่ละหอดูไฟ (ไร่)	พื้นที่มองเห็นได้เฉพาะแต่ละหอดูไฟ (%)
หอสู้ไฟ 1	24,064	28	4,047	17
หอพญาลอ	12,699	15	1,460	11
หอสู้ไฟ 7	12,521	15	5,320	42
หอสู้ไฟ 10	22,425	26	8,833	39
หอสู้ไฟ 12	13,073	15	545	4

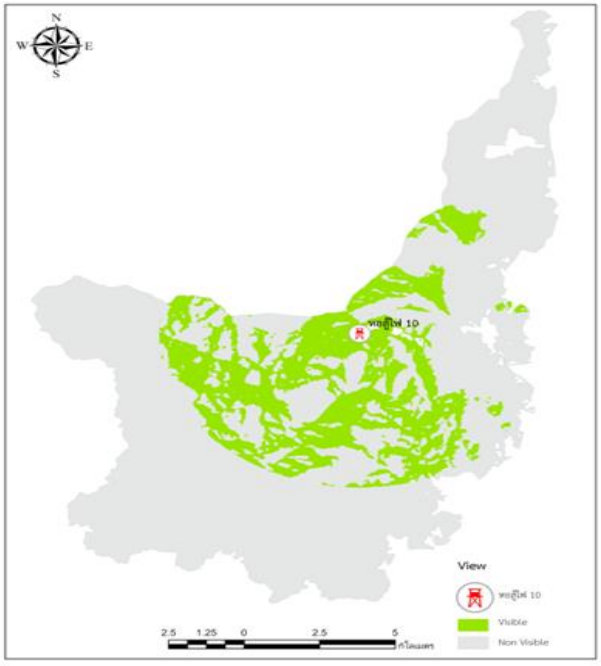
ตาราง 7 พื้นที่มองเห็นจากจำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็นพื้นที่ร่วมกัน

จำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็น	พื้นที่มองเห็นจากหอดูไฟ (ไร่)	พื้นที่มองเห็นจากหอดูไฟจากพื้นที่ทั้งหมด (%)
1	20,205	19
2	10,613	10
3	6,389	6
4	5,888	6
5	125	<1
รวม	**43,220**	**42**

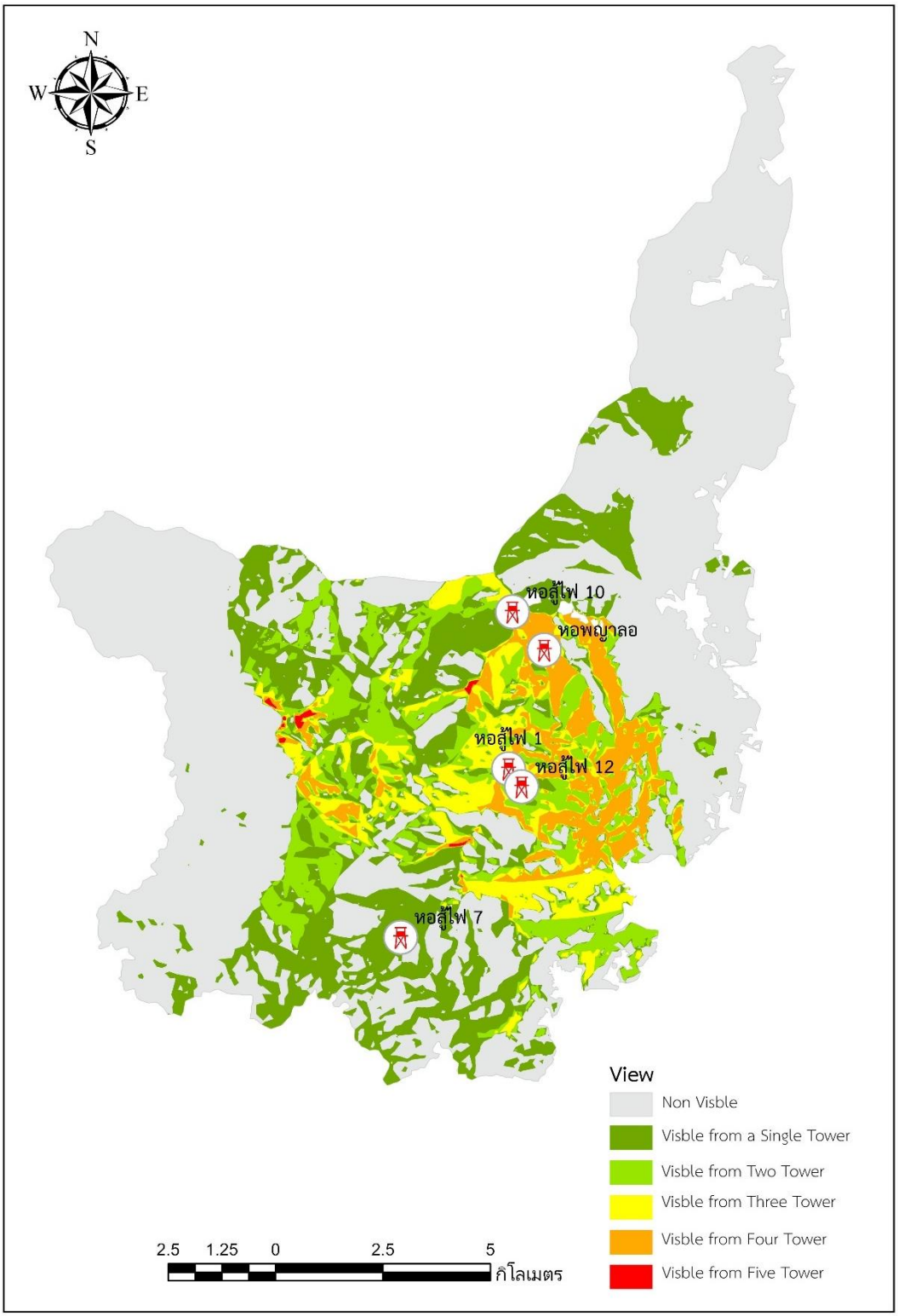
ภาพ 31 พื้นที่การมองเห็นจากหอสู้ไฟ 1

ภาพ 32 พื้นที่การมองเห็นจากหอพญาลอ

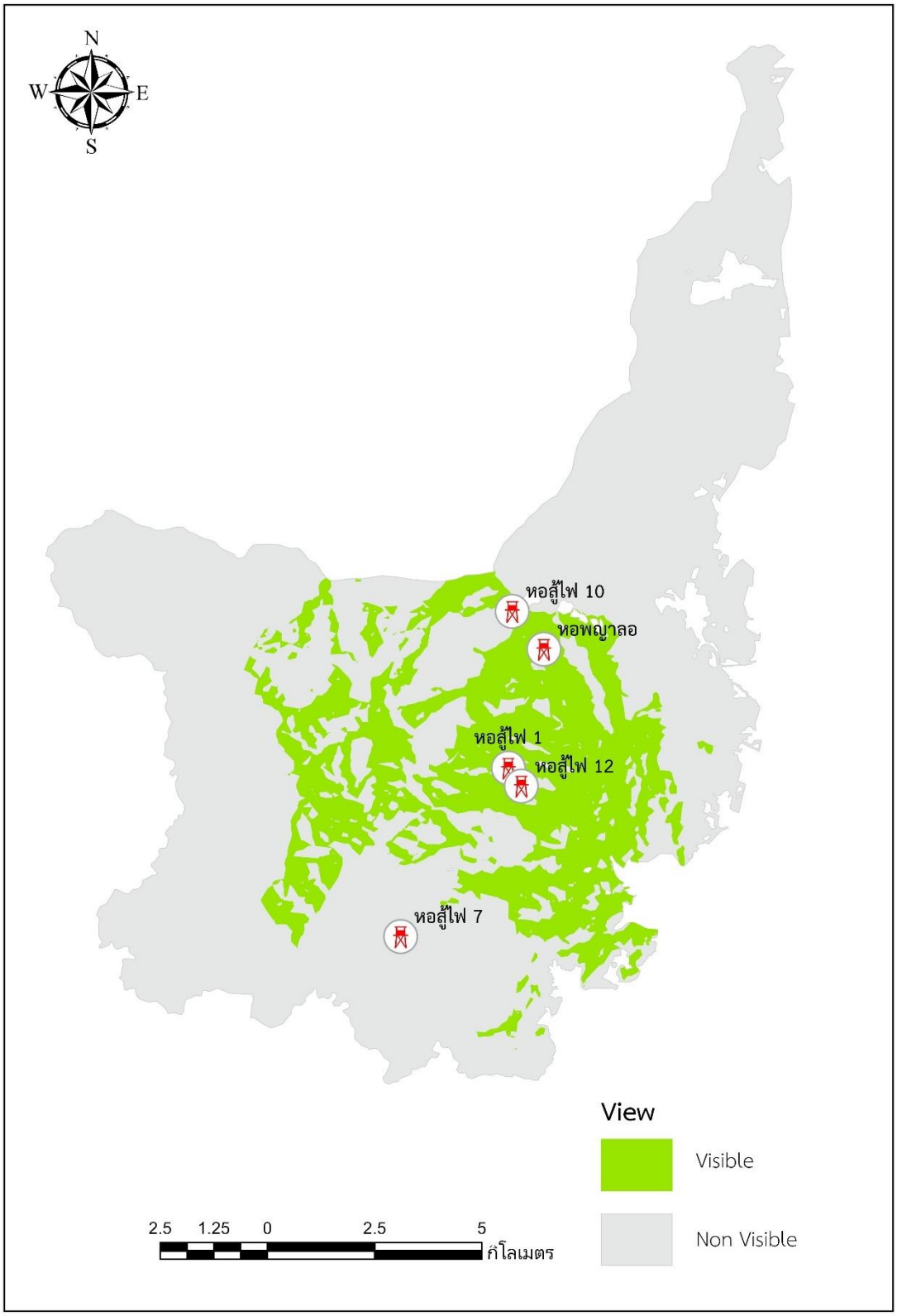
ภาพ 33 พื้นที่การมองเห็นจากหอสู้ไฟ 7



ภาพ 34 พื้นที่การมองเห็นจากหอสู้ไฟ 10



ภาพ 35 พื้นที่การมองเห็นร่วมกันของหอดูไฟ



ภาพ 36 พื้นที่ตรวจการณ์ที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้ (มีการมองเห็น 2-5 หอ)

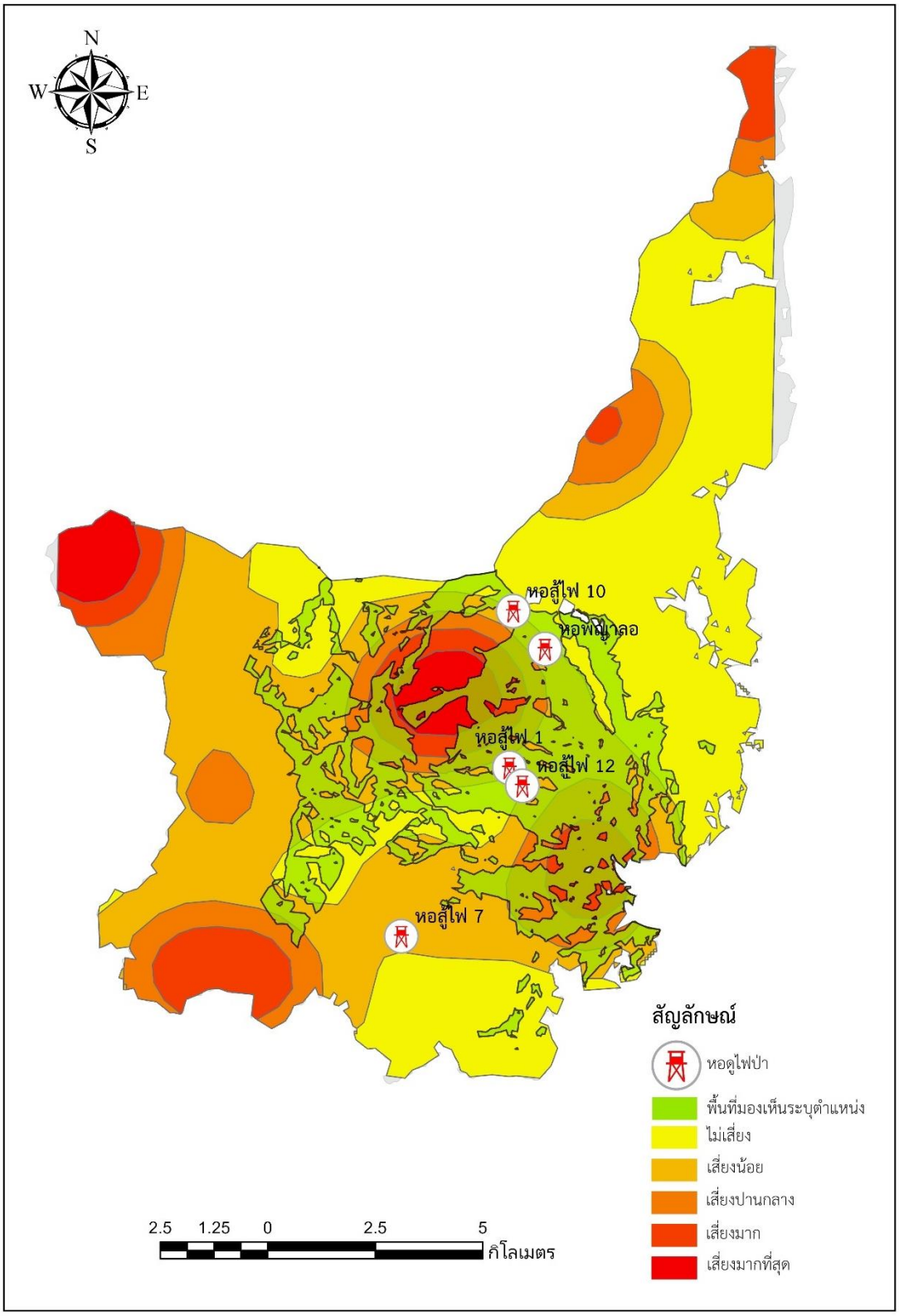
จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ตรวจการณ์ที่สามารถระบบตำแหน่งได้และพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า พบว่า

1. พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่เท่ากับ 900 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22 ของพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด
2. พื้นที่เสี่ยงมาก มีพื้นที่เท่ากับ 3,244 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 33 ของพื้นที่เสี่ยงมาก
3. พื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีพื้นที่เท่ากับ 4,414 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32 ของพื้นที่เสี่ยงปานกลาง
4. พื้นที่เสี่ยงน้อย มีพื้นที่เท่ากับ 8,862 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 25 ของพื้นที่เสี่ยงน้อย
5. พื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่เท่ากับ 5,562 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14 ของพื้นที่ไม่เสี่ยง

ดังนั้นพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด (เสี่ยงน้อย เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงมาก เสี่ยงมากที่สุด) ที่สามารถระบุตำแหน่งได้ มีพื้นที่เท่ากับ 17,420 ไร่ จากพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด 63,162 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด พื้นที่ดังแสดงในตาราง 8 และภาพ 37 ตามลำดับ

ตาราง 8 พื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้

ประเภทพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า	สัดส่วนพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าที่ตรวจการณ์และระบุตำแหน่งได้	
	ไร่	%
พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด	900	22
พื้นที่เสี่ยงมาก	3,244	33
พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	4,414	32
พื้นที่เสี่ยงน้อย	8,862	25
พื้นที่ไม่เสี่ยง	5,562	14



ภาพ 37 พื้นที่ตรวจการณ์ที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้ที่ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง

การวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลเชิงพื้นที่

1. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดินในระดับที่ 1 (Level 1) ปี พ.ศ. 2563 บริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) 166.12 ตารางกิโลเมตร หรือ 103,827.18 ไร่ สามารถแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 1 ได้ 5 ประเภท คือ

1.1 พื้นที่เกษตรกรรม มีพื้นที่เท่ากับ 15,120.51 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14.56ของพื้นที่ทั้งหมด

1.2 พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่เท่ากับ 84,685.79 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 81.56 ของพื้นที่ทั้งหมด

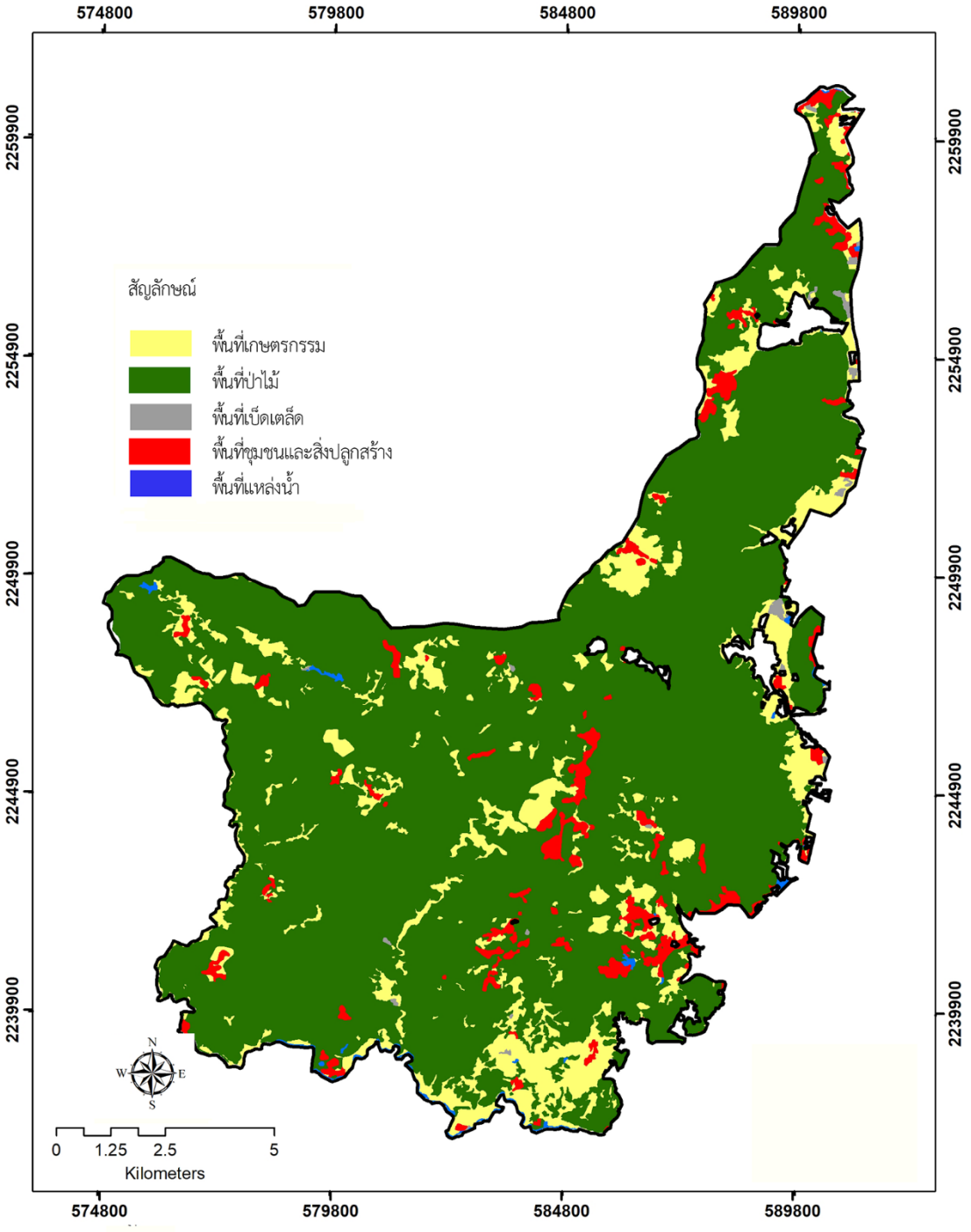
1.3 พื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่เท่ากับ 292.98 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.28 ของพื้นที่ทั้งหมด

1.4 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่เท่ากับ 3,481.37 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.35 ของพื้นที่ทั้งหมด

1.5 พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่เท่ากับ 246.52 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.23 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 9 และภาพ 38 ตามลำดับ

ตาราง 9 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา พ.ศ. 2563

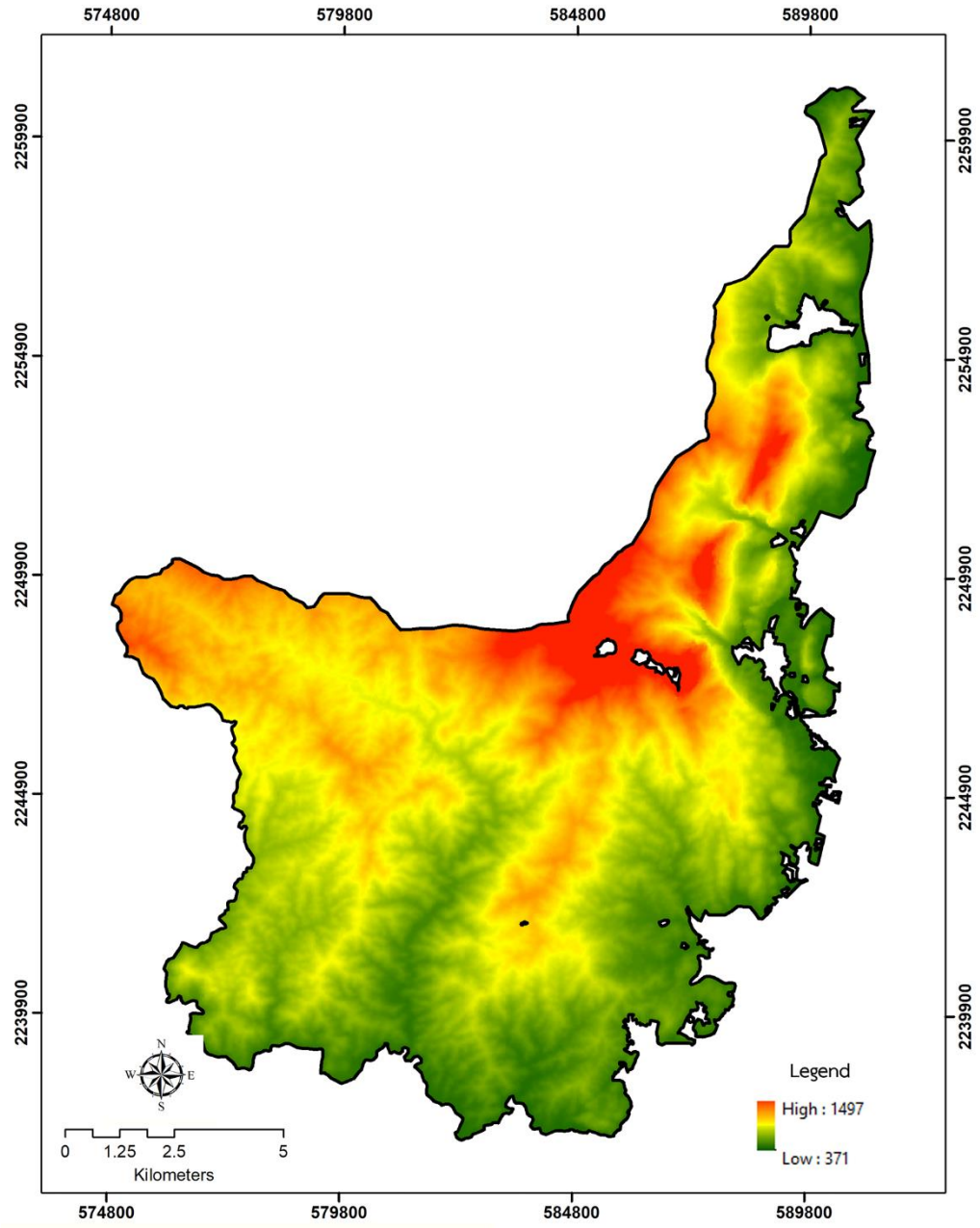
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน	
	ไร่	%
พื้นที่เกษตรกรรม	15,130	15
พื้นที่ป่าไม้	84,695	82
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	303	0
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	3,491	3
พื้นที่แหล่งน้ำ	256	0
รวม	**103,779**	**100**



ภาพ 38 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษา ปี 2563

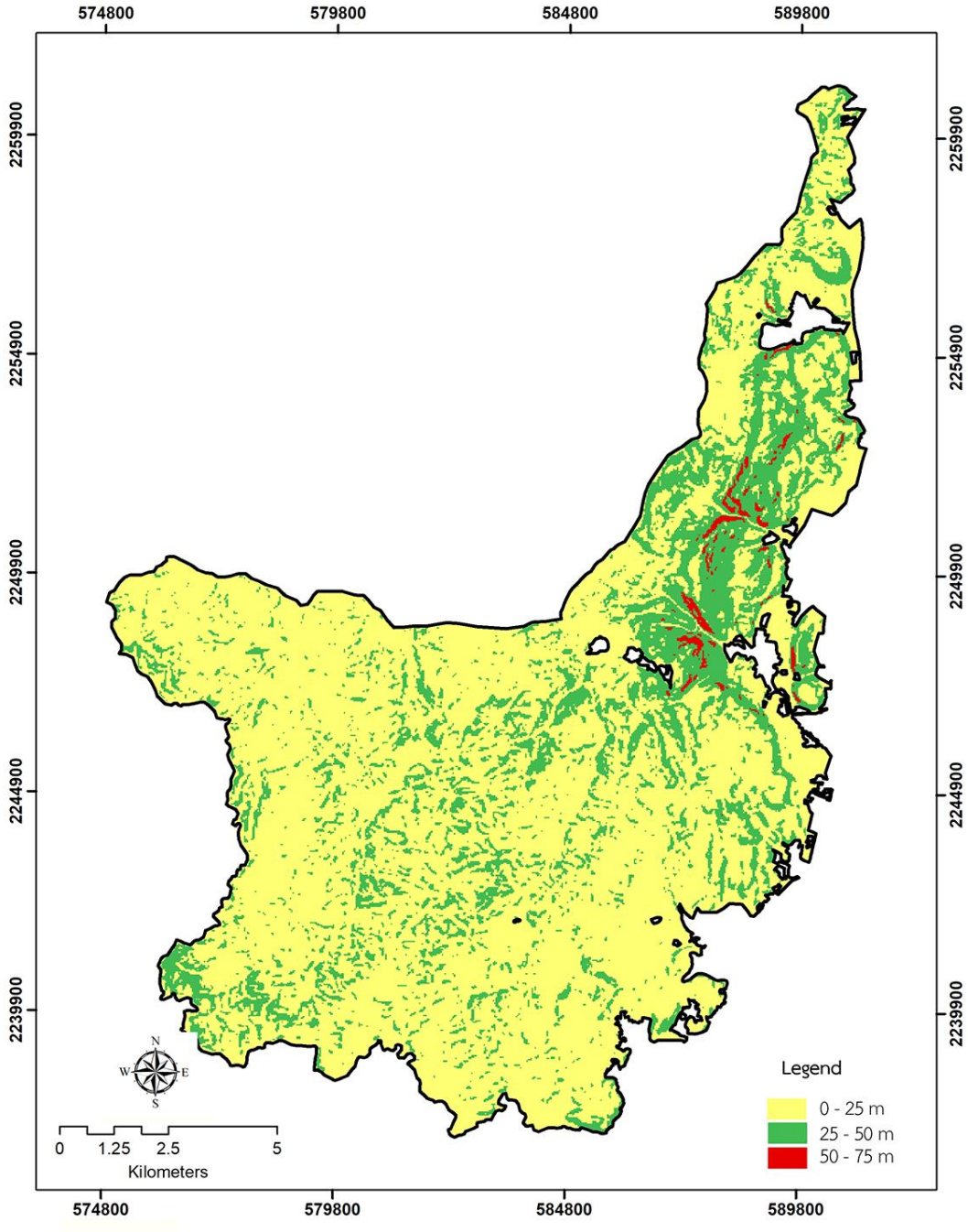
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน, 2563

2. ข้อมูลความสูงในพื้นที่ศึกษามีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 934 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง (Mean see level) มีค่าความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 371-1,497 เมตร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ที่ความสูงระหว่าง 400-800 เมตร และรองลงมาอยู่ที่ความสูงระหว่าง 800-1,200 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่สูงตามแนวภูเขาที่ทอดตัวแนวเหนือใต้ โดยพื้นที่ที่มีความสูงมากที่สุดอยู่ทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษาไล่ระดับต่ำลงไป โดยมีพื้นที่ทางทิศเหนือและทิศใต้มีความสูงต่ำที่สุด



ภาพ 39 แผนที่แสดงความสูงบริเวณพื้นที่ศึกษา

3. ข้อมูลความลาดชัน สร้างขึ้นจากแบบจำลองความสูง (DEM) ค่าความลาดชันของพื้นที่อยู่ระหว่างร้อยละ 0-73 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันระหว่าง 5-25 องศา รองลงมา มีความลาดชันระหว่าง 25-50 องศา พบความลาดชันมากในบริเวณตอนบนของพื้นที่ศึกษา

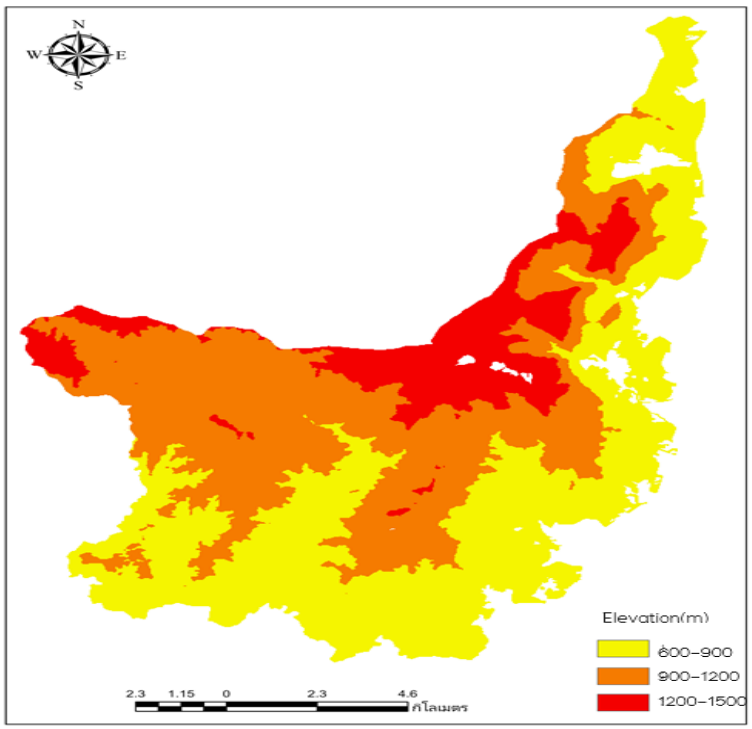


ภาพ 40 แผนที่แสดงความลาดชันบริเวณพื้นที่ศึกษา

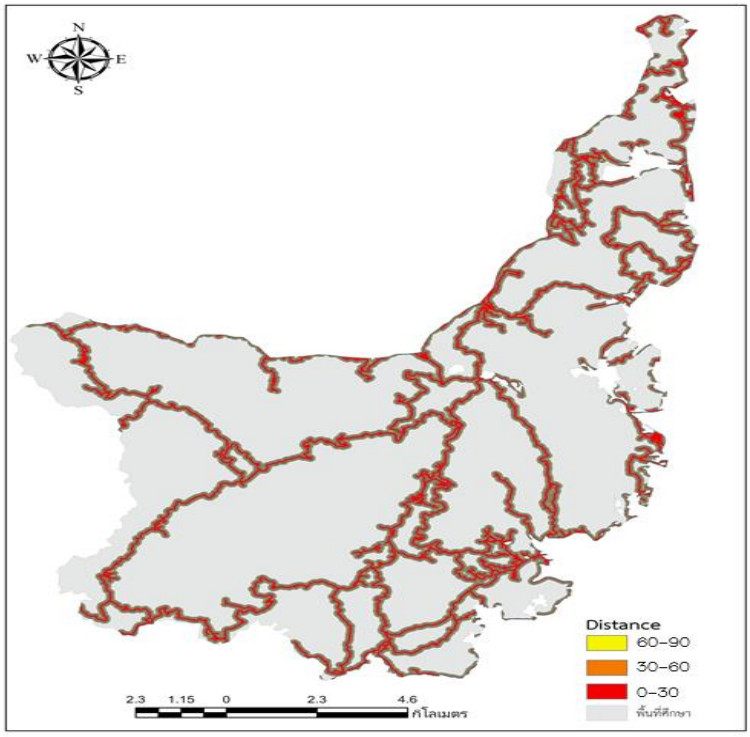
การวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งหอดูไฟป่าใหม่

ตาราง 10 ปัจจัยและรูปแบบการให้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของพื้นที่ตั้งหอดูไฟ

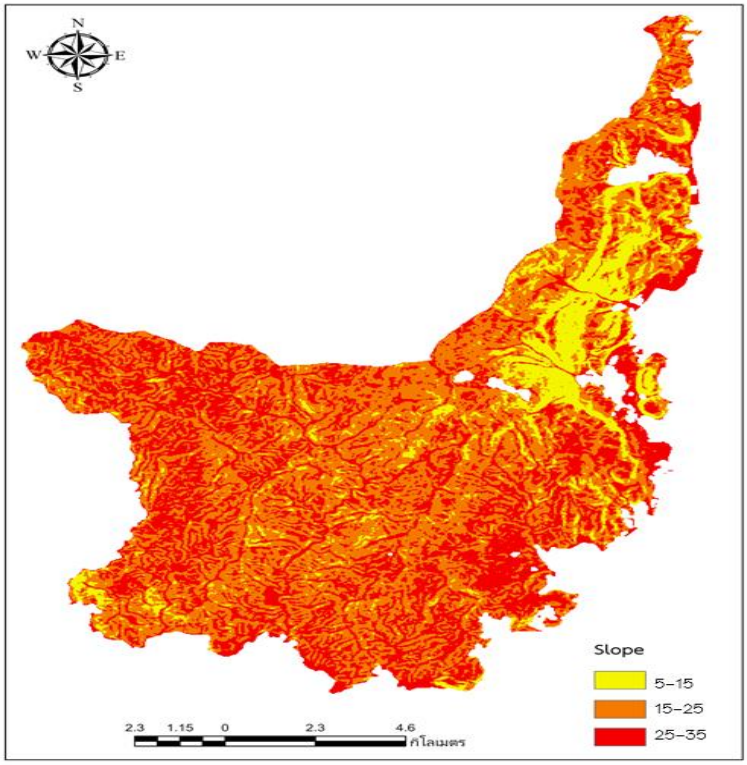
ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	น้ำหนัก	ช่วง	คะแนน
ความสูงเชิงเลข (เมตร)	0.40	1200-1500	3
		900-1200	2
		600-900	1
ระยะห่างจากถนน (เมตร)	0.25	0-30	3
		30-60	2
		60-90	1
ความลาดชัน (องศา)	0.20	5-15	3
		15-25	2
		25-35	1
ระยะห่างจากชุมชน (เมตร)	0.15	0-100	3
		100-200	2
		200-300	1



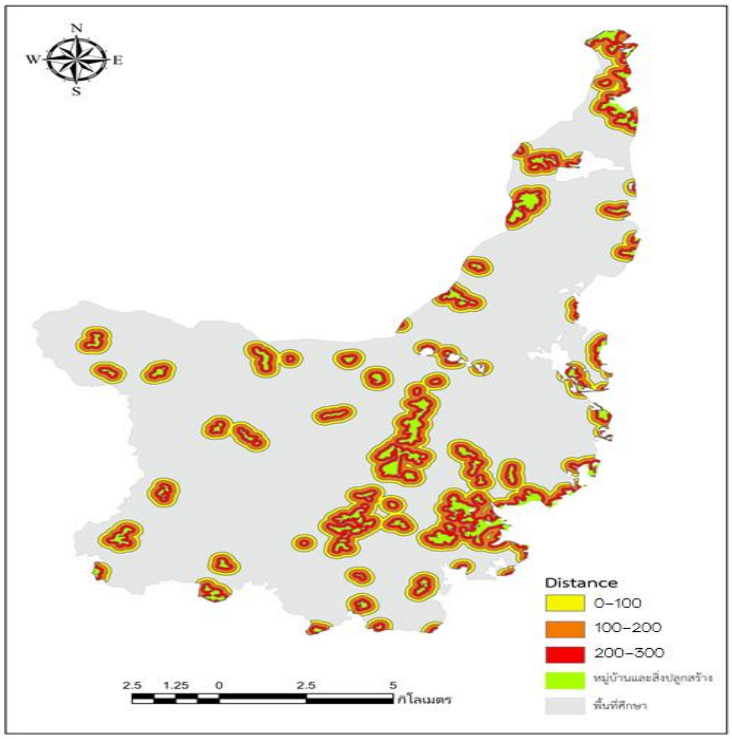
ภาพ 41 ปัจจัยความสูงเชิงเลข (เมตร)



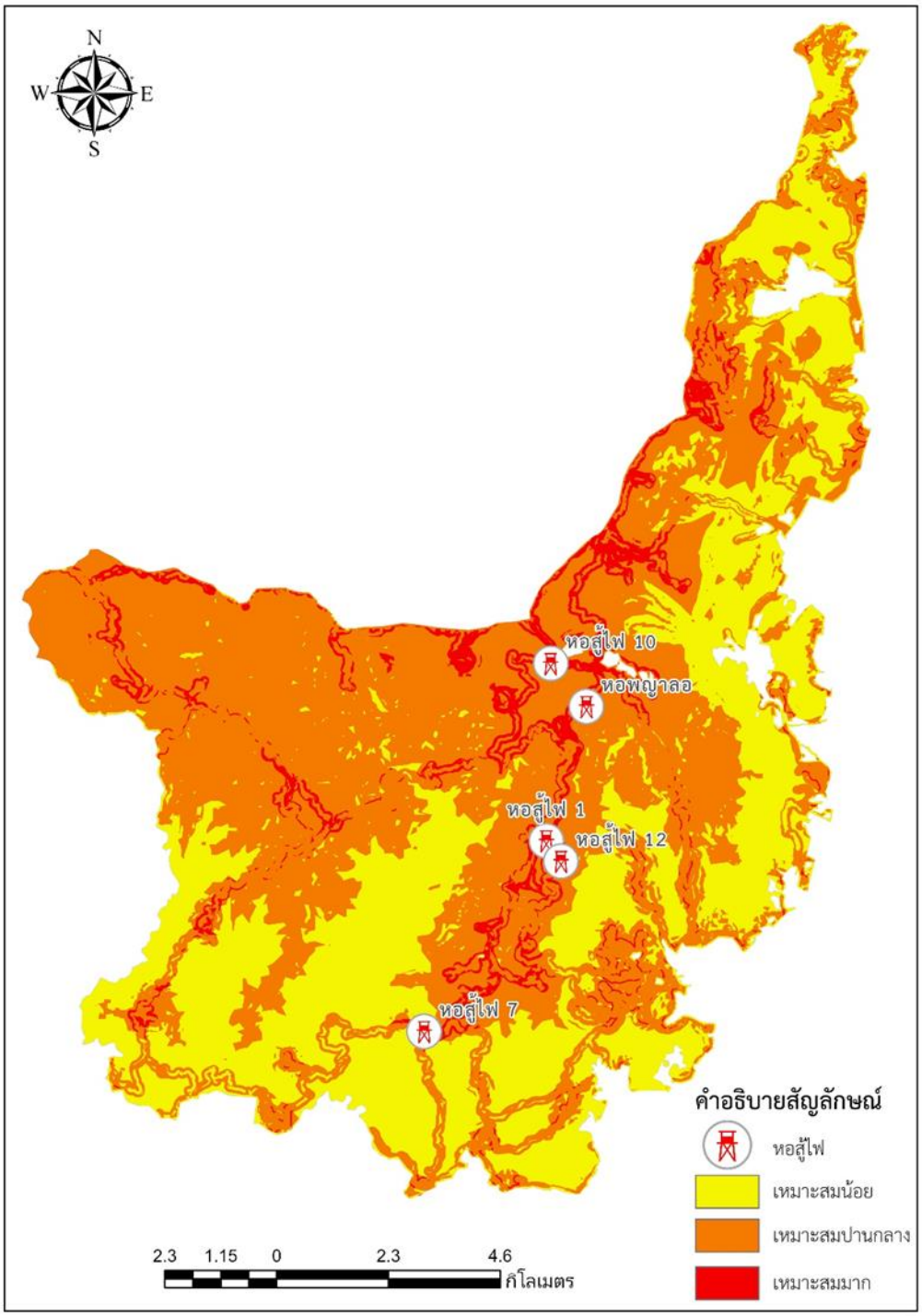
ภาพ 42 ปัจจัยระยะห่างจากถนน (เมตร)



ภาพ 43 ปัจจัยความลาดชัน (องศา)



ภาพ 44 ปัจจัยระยะห่างจากชุมชน (เมตร)



ภาพ 45 แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการตั้งหอดูไฟ

ผลการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการตั้งหอดูไฟป่าด้วยการให้คะแนนค่าน้ำหนักแก่ปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยได้พื้นที่เหมาะสม และเมื่อนำพื้นที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google earth เพื่อเป็นการตรวจสอบสภาพพื้นที่จริง ทำให้สามารถกำหนดจุดตั้งหอดูไฟป่าเพิ่มเติมที่ความสูง 7 เมตร อีก 5 หอ ดังนี้

1. หอดูไฟป่า A อยู่ที่ระดับความสูง 740 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 576966E 2240756N บริเวณบ้านสามัคคีเก่า ตำบลแม่ฟ้าหลวง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ใกล้โรงเรียนตำรวจตะเวนชายแดนศรีสมวงษ์ ครอบคลุมการมองเห็น 11,119.40 ไร่ โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ 7 และอยู่ใกล้กับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ามากที่สุดไม่ถึง 2 กิโลเมตร

2. หอดูไฟป่า B อยู่ที่ระดับความสูง 1,008 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 576404E 2249718N บริเวณบ้านป่าซางนาเงิน ตำบลแม่ฟ้าหลวง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1334 ห่างจากชุมชน 200 เมตร ครอบคลุมการมองเห็น 8,604.14 ไร่ โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ 1 และตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ามากที่สุด

3. หอดูไฟป่า C อยู่ที่ระดับความสูง 1,012 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 579762E 2245971N หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “ดอยน้ำบึง” ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1334 ห่างจากชุมชนบ้านป่ายางมูเซอ 800 เมตร ครอบคลุมการมองเห็น 15,076.50 ไร่ โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ A และหอสู้ไฟ B ที่จะตั้งใหม่

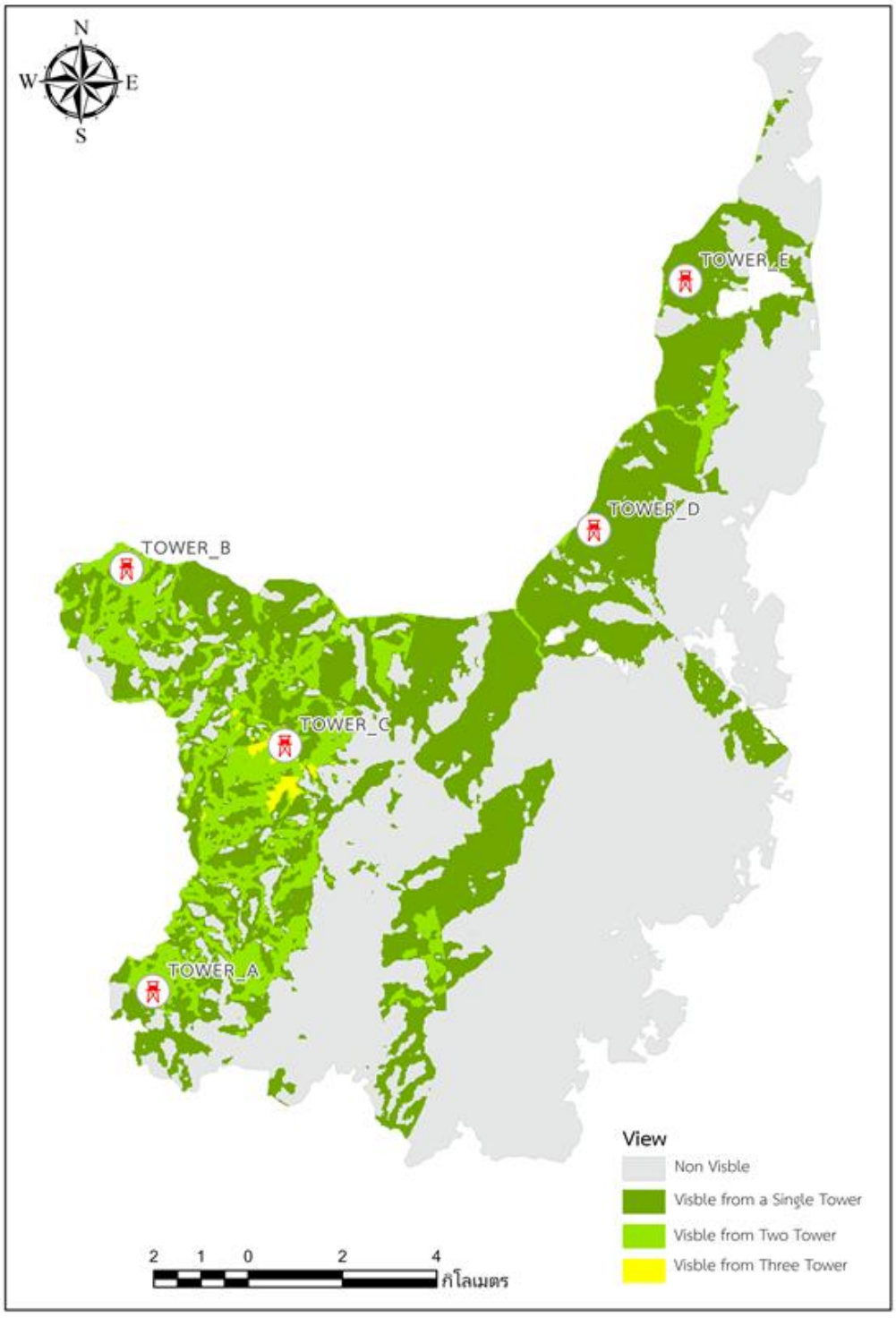
4. หอดูไฟป่า D อยู่ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 586317E 2250540N บริเวณบ้านอีก้อผาฮี้ ครอบคลุมการมองเห็น 17,697.18 ไร่ อยู่ใกล้กับพื้นที่เสี่ยง เกิดไฟป่ามากที่สุดไม่ถึง 3 กิโลเมตร โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ 10 และหอพญาลอ

5. หอดูไฟป่า E อยู่ที่ระดับความสูง 740 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 588259E 2255822N ห่างจากชุมชนบ้านผาหมี 200 เมตร ครอบคลุมการมองเห็น 15,238.68 ไร่ โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอดูไฟป่า D อยู่ใกล้กับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ามาก ไม่ถึง 3 กิโลเมตร

เมื่อทำการวิเคราะห์การมองเห็นหอดูไฟใหม่ 5 หอ ดังกล่าวข้างต้น ทำให้ได้พื้นที่การมองเห็นดังตาราง 11 และภาพ 46

ตาราง 11 แสดงพื้นที่มองเห็นจากจำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็นพื้นที่ร่วมกันของหอดูไฟใหม่

จำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็น	พื้นที่มองเห็นจากหอดูไฟ (ไร่)	พื้นที่มองเห็นจากหอดูไฟ จากพื้นที่ทั้งหมด (%)
1	32,837	32
2	10,788	10
3	331	<1
รวม	**43,956**	**42**

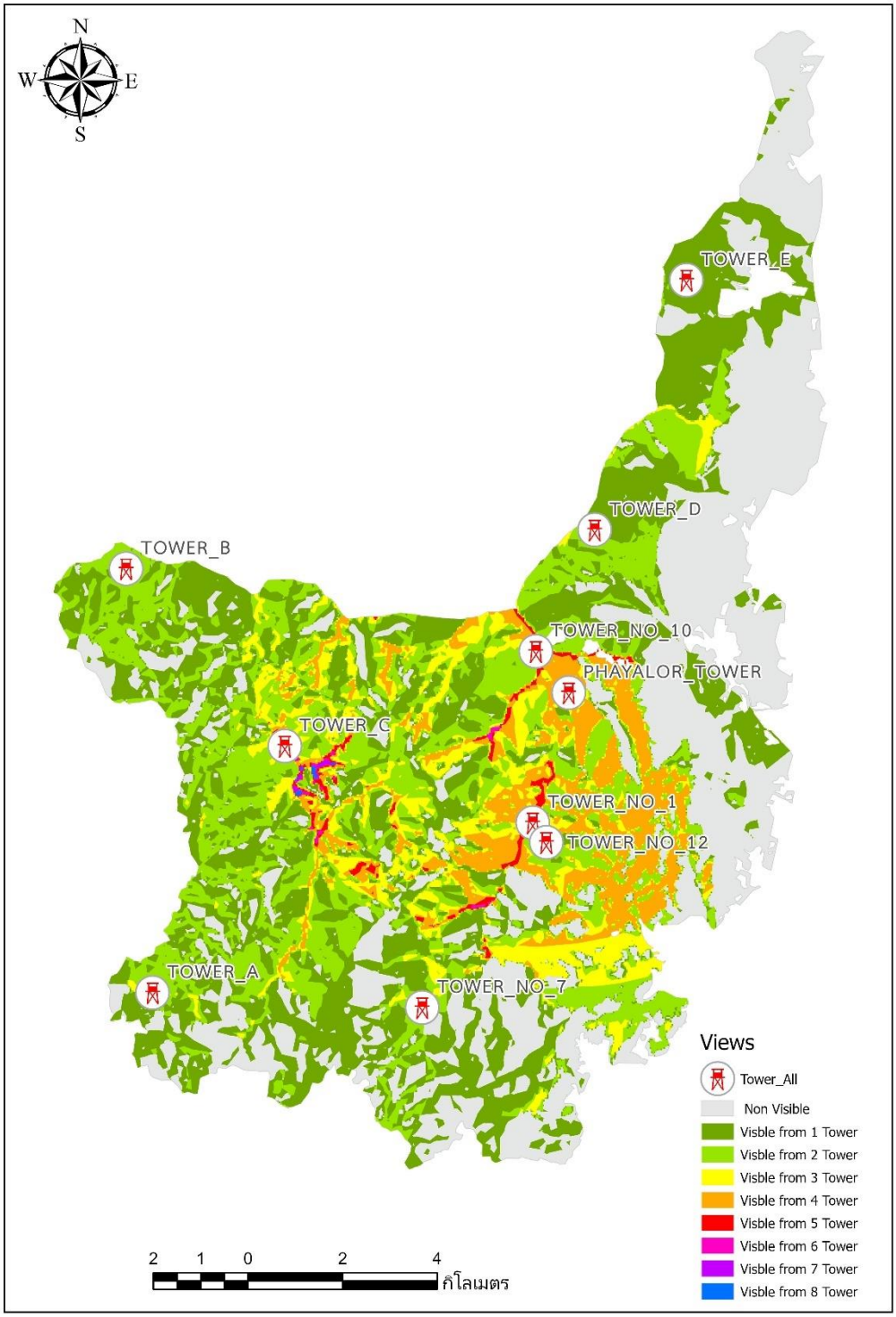


ภาพ 46 แผนที่แสดงพื้นที่การมองเห็นร่วมกันของหอดูไฟใหม่

เมื่อทำการวิเคราะห์การมองเห็นของหอดูไฟเดิมและหอดูไฟไหม้รวมเป็น 10 หอทำให้ได้พื้นที่การมองเห็น มีพื้นที่เท่ากับ 72,116 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 69 ของพื้นที่ศึกษา และได้พื้นที่การมองเห็นที่มีการซ้อนทับกันตั้งแต่ 2 หอ ขึ้นไปเพื่อให้ระบุตำแหน่งของไฟป่าได้ มีพื้นที่เท่ากับ 40,893 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39 ของพื้นที่ศึกษา เมื่อนำพื้นที่การมองเห็นที่มีการซ้อนทับกันตั้งแต่ 2 หอ ขึ้นไปมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าทำให้ทราบพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าในพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าที่สามารถระบุตำแหน่งได้ มีพื้นที่เท่ากับ 31,184 ไร่ จากพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด 63,162 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49 ของพื้นที่เสี่ยง

ตาราง 12 พื้นที่มองเห็นจากจำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็นพื้นที่ร่วมกันของหอดูไฟใหม่

จำนวนหอดูไฟป่าที่มองเห็น	พื้นที่มองเห็นจากหอดูไฟ (ไร่)	พื้นที่มองเห็นจากหอดูไฟจากพื้นที่ทั้งหมด (%)
1	31,223	30
2	23,864	23
3	8,232	8
4	7,841	8
5	731	1
6	133	< 1
7	57	< 1
8	35	< 1
รวม	**72,116**	**69**



ภาพ 47 แผนที่แสดงพื้นที่การมองเห็นร่วมกันของหอดูไฟเดิมและหอดูไฟใหม่

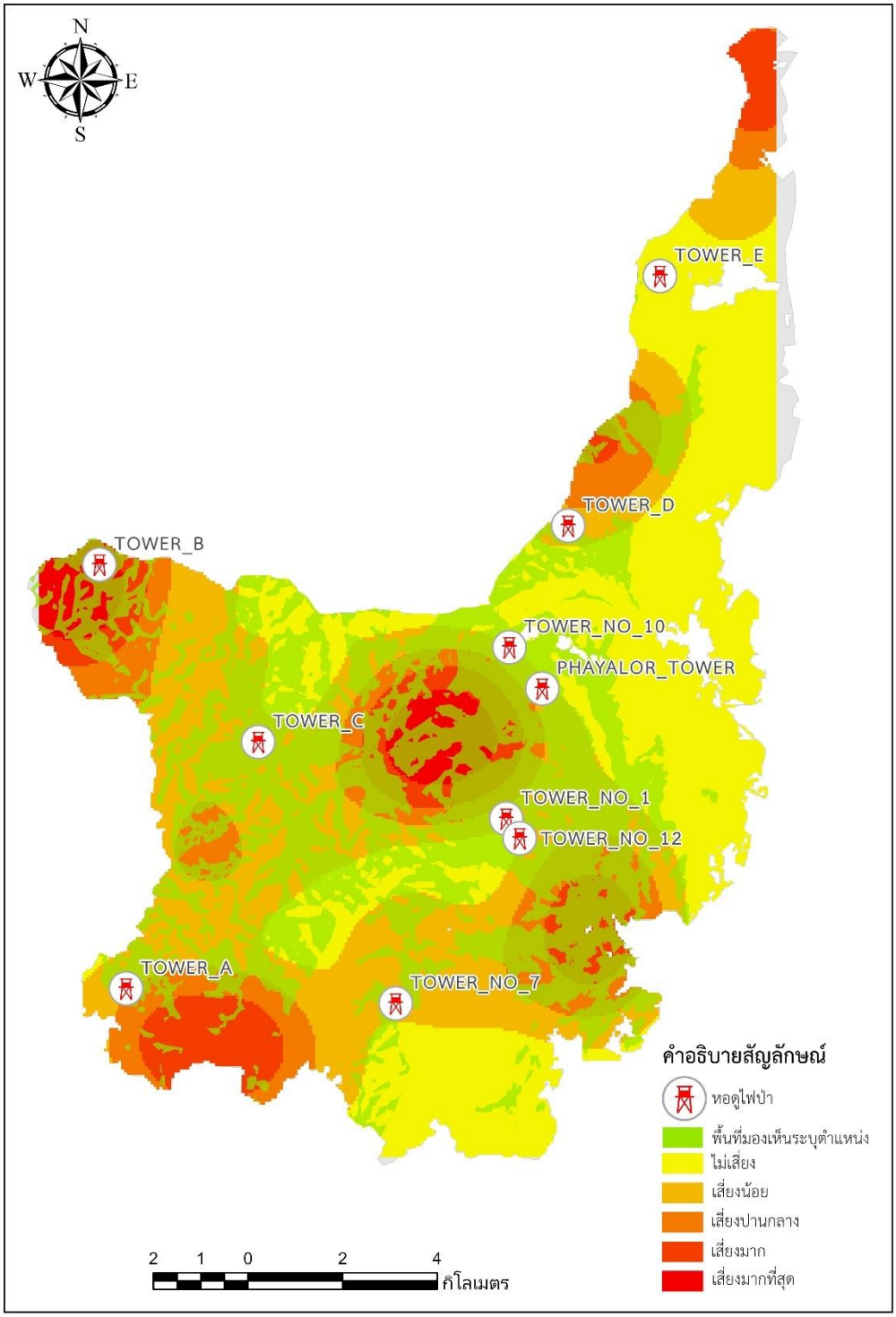
เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ตรวจการณ์ที่สามารถระบบตำแหน่งได้และพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าจากหอดูไฟป่าเดิมและหอดูไฟป่าใหม่ พบว่า

1. พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่เท่ากับ 2,505 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 61 ของพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด
2. พื้นที่เสี่ยงมาก มีพื้นที่เท่ากับ 4,585 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 46 ของพื้นที่เสี่ยงมาก
3. พื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีพื้นที่เท่ากับ 6,804 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49 ของพื้นที่เสี่ยงปานกลาง
4. พื้นที่เสี่ยงน้อย มีพื้นที่เท่ากับ 17,289 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49 ของพื้นที่เสี่ยงน้อยมี
5. พื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่เท่ากับ 9,567 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 24 ของพื้นที่ไม่เสี่ยง

ดังนั้นพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด (เสี่ยงน้อย เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงมาก เสี่ยงมากที่สุด) ที่สามารถระบุตำแหน่งได้ มีพื้นที่เท่ากับ 31,184 ไร่ จากพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด 63,162 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49 ของพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด พื้นที่ดังแสดงในตาราง 13 และภาพ 48 ตามลำดับ

ตาราง 13 พื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้จากหอดูไฟเดิมและหอดูไฟใหม่

ประเภทพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า	สัดส่วนพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าที่ตรวจการณ์และระบุตำแหน่งได้	
	ไร่	%
พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด	2,505	61
พื้นที่เสี่ยงมาก	4,585	46
พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	6,804	49
พื้นที่เสี่ยงน้อย	17,289	49
พื้นที่ไม่เสี่ยง	9,567	24



ภาพ 48 พื้นที่ตรวจการณ์จากหอดูไฟเดิมและหอดูไฟไหม้ที่สามารถระบุตำแหน่งของไฟป่าได้ที่ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง

บทที่ 5

บทสรุป

การศึกษาวิจัยเรื่อง การหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าโดยหอดูไฟป่า กรณีศึกษา พื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน(เตรียมการ) ผู้วิจัยได้สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะดังนี้

สรุปผลการวิจัย

พื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) มีพื้นที่ 166 ตารางกิโลเมตร หรือ 103,779 ไร่ มีค่าความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 371-1,497 เมตร ความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 934 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันระหว่าง 5-25 องศา แบ่งการใช้ที่ดินออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม 15,120.51 ไร่ พื้นที่ป่าไม้ 84,685.79 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ด 292.98 ไร่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 3,481.37 ไร่ และพื้นที่แหล่งน้ำ 246.52 ไร่

จากข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) ดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS (พ.ศ. 2559-พ.ศ. 2566) และข้อมูลจากแบบรายงานไฟป่า แบบ ฟป.1 จากสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย (พ.ศ. 2559-2566) วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่ 4,117 ไร่ ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงมาก มีพื้นที่ 9,919 ไร่ ระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงปานกลาง มีพื้นที่ 13,916 ไร่ ระดับที่ 4 พื้นที่เสี่ยงน้อย มีพื้นที่ 35,210 ไร่ และระดับที่ 5 พื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 40,617 ไร่

ผลการวิเคราะห์การมองเห็นระบุว่าหอดูไฟป่าทั้ง 5 หอดูไฟ สามารถมองเห็นได้ 43,220 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 42 ของพื้นที่ศึกษา โดยหอสู้ไฟ 1 สามารถมองเห็นได้ 24,064 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่ศึกษา หอพญาลอ สามารถมองเห็นได้ 12,699 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่ศึกษา หอสู้ไฟ 7 สามารถมองเห็นได้ 12,521 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่ศึกษา หอสู้ไฟ 10 สามารถมองเห็นได้ 22,425 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 26 ของพื้นที่ศึกษา และหอสู้ไฟ 12 สามารถมองเห็นได้ 13,073 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่ศึกษา

ผลวิเคราะห์การมองเห็นระบุว่าหอดูไฟป่าทั้ง 5 หอดูไฟ มีพื้นที่การมองเห็นที่มีการเหลื่อมหรือซ้อนทับของพื้นที่เพื่อให้เจ้าหน้าที่ประจำหอดูไฟสามารถใช้อุปกรณ์เล็งมุมองศาหาตำแหน่งพื้นที่ที่เกิดไฟป่าได้ ซึ่งมีการซ้อนทับกันตั้งแต่ 2 หอดูไฟ จนถึง 5 หอดูไฟ สามารถมองเห็นได้ 23,015 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22 ของพื้นที่ศึกษา โดยเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่การมองเห็นดังกล่าวกับพื้นที่เสี่ยงเกิด

ไฟป่า พบว่า พื้นที่เสี่ยงทั้งหมด 63,162 ไร่ มีพื้นที่เสี่ยง 17,420 ไร่ ที่ถูกมองเห็นด้วยพื้นที่ที่สามารถระบุตำแหน่งได้ คิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่เสี่ยง

พื้นที่การมองเห็นที่สามารถระบุตำแหน่งได้จากทั้ง 5 หอ สามารถตรวจการณ์พื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าได้เพียง 17,420 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่เสี่ยง จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าหอดูไฟป่าจำนวน 5 หอนั้นไม่เพียงพอต่อการเฝ้าระวังการเกิดไฟป่าในพื้นที่เสี่ยง ซึ่งต้องมีการสังเกตเห็นไฟป่าอย่างน้อย 2 หอพร้อมกัน แนวคิดการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายด้วยปัจจัย 4 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงเชิงเลข (เมตร) ระยะห่างจากถนน (เมตร) ความลาดชัน (องศา) ระยะห่างจากชุมชน (เมตร) โดยการให้น้ำหนักคะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญจากสถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย นำมาวิเคราะห์เลือกพื้นที่การตั้งหอดูไฟป่าแล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth ทำให้ได้พื้นที่ที่เหมาะสมทั้งหมด 5 พื้นที่ ดังนี้

1. หอดูไฟป่า A

อยู่ที่ระดับความสูง 740 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 576966E 2240756N บริเวณบ้านสามัคคีเก่า ตำบลแม่ฟ้าหลวง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ใกล้กับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนศรีสมวงษ์ ครอบคลุมการมองเห็น 11,119 ไร่ โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ 7 และอยู่ใกล้กับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ามากที่สุด ไม่ถึง 2 กิโลเมตร

2. หอดูไฟป่า B

อยู่ที่ระดับความสูง 1,008 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 576404E 2249718N บริเวณบ้านแสนสบเลา ตำบลแม่ฟ้าหลวง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1334 ห่างจากชุมชน 200 เมตร ครอบคลุมการมองเห็น 8,604 ไร่ โดยคาบเกี่ยว กับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ 1 และตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ามากที่สุด

3. หอดูไฟป่า C

อยู่ที่ระดับความสูง 1,012 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 579762E 2245971N หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “ดอยน้ำบึง” ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1334 ห่างจากชุมชนบ้านป่ายางมูเซอ 800 เมตร ครอบคลุมการมองเห็น 15,076 ไร่ โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ A และหอสู้ไฟ B ที่จะตั้งใหม่

4. หอดูไฟป่า D

อยู่ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 586317E 2250540N บริเวณบ้านอีก้อผาฮี้ ครอบคลุมการมองเห็น 17,697 ไร่ อยู่ใกล้กับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ามากที่สุดไม่ถึง 3 กิโลเมตร โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอสู้ไฟ 10 และหอพญาลอ

5. หอดูไฟป่า E

อยู่ที่ระดับความสูง 740 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พิกัด 47P 588259E 2255822N ห่างจากชุมชนบ้านผาหมี 200 เมตร ครอบคลุมการมองเห็น 15,238 ไร่ โดยคาบเกี่ยวกับรัศมีการมองเห็นจากหอดูไฟป่า D อยู่ใกล้กับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ามาก ไม่ถึง 3 กิโลเมตร

เมื่อนำข้อมูลจากหอดูไฟเดิมและหอดูไฟใหม่มาทำการวิเคราะห์การมองเห็นอีกครั้งทำให้ได้พื้นที่การมองเห็นจากหอดูไฟ 10 หอ เท่ากับ 72,116 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 69 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และเมื่อเลือกเฉพาะพื้นที่ที่มีการซ้อนทับกันทำให้ได้พื้นที่เท่ากับ 40,893 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และเมื่อนำข้อมูลพื้นที่ที่มีการซ่อนทับกันมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า พบว่า หอดูไฟเดิมและหอดูไฟใหม่สามารถมองเห็นพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าโดยระบุตำแหน่งได้เท่ากับ 31,184ไร่ จากพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด 63,162 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49 ของพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด ซึ่งพื้นที่การมองเห็นดังกล่าวเพียงพอต้องการเฝ้าระวังตรวจการณ์ไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

ผลการวิจัยนำไปใช้

ผลการวิจัยนำไปใช้ เป็นผลการวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุงฯ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน (เตรียมการ) ได้แก่

1. ปัญหาและข้อจำกัดของระบบปัจจุบัน ได้แก่ พื้นที่ศึกษาทั้งหมด 103,779 ไร่ มีพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่ารวม 63,162 ไร่ (แบ่งเป็น เสี่ยงมากที่สุด 4,117 ไร่, เสี่ยงมาก 9,919 ไร่, เสี่ยงปานกลาง 13,916 ไร่, เสี่ยงน้อย 35,210 ไร่) หอดูไฟป่าที่มีอยู่ 5 แห่ง สามารถมองเห็นพื้นที่รวม 43,220 ไร่ (42% ของพื้นที่ศึกษา) ในจำนวนนี้ พื้นที่ที่สามารถระบุตำแหน่งไฟป่าได้ (มองเห็นจาก 2 หอขึ้นไป) มีเพียง 23,015 ไร่ (22% ของพื้นที่ศึกษา) เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่า พบว่ามีเพียง 17,420 ไร่ (28% ของพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด) ที่อยู่ในระยะการมองเห็นที่สามารถระบุตำแหน่งได้ ดังนั้นหอดูไฟป่า 5 แห่งที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการเฝ้าระวังไฟป่าในพื้นที่เสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการระบุตำแหน่งที่เกิดเหตุซึ่งต้องการการมองเห็นจากอย่างน้อย 2 หอพร้อมกัน

2. การนำไปใช้เพื่อการปรับปรุง ผู้วิจัยได้เสนอตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการสร้างหอดูไฟป่าเพิ่มเติมจำนวน 5 แห่ง โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายจาก 4 ปัจจัย (ความสูงเชิงเลข, ระยะห่างจากถนน, ความลาดชัน, ระยะห่างจากชุมชน) และการให้น้ำหนักคะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเพิ่มความครอบคลุมและประสิทธิภาพในการตรวจการณ์ ดังนี้

2.1 หอดูไฟป่า A มีพิกัด 47P 576966E 2240756N (บ้านสามัคคีเก่า ต.แม่ฟ้าหลวง) ความสูง 740 เมตร ครอบคลุม 11,119.40 ไร่ จุดเด่น คือ คาบเกี่ยวกับรัศมีหอสู้ไฟ 7, ใกล้พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด (< 2 กม.)

2.2 หอดูไฟป่า B มีพิกัด 47P 576404E 2249718N (บ้านแสนสบเลา ต.แม่ฟ้าหลวง) ความสูง 1,008 เมตร ครอบคลุม 8,604.14 ไร่ จุดเด่น คือ คาบเกี่ยวกับรัศมีหอสู้ไฟ 1, ตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด, ห่างชุมชน 200 ม. (ตามทางหลวง 1334)

2.3 หอดูไฟป่า C มีพิกัด 47P 579762E 2245971N (ดอยน้ำบึง) ความสูง 1,012 เมตร ครอบคลุม 15,076.50 ไร่ จุดเด่น คือ คาบเกี่ยวกับรัศมีหอดูไฟป่า A และ B (ที่เสนอใหม่), ห่างชุมชนบ้านป่ายางมูเซอร์ 800 ม. (ตามทางหลวง 1334)

2.4 หอดูไฟป่า D มีพิกัด 47P 586317E 2250540N (บ้านอีก้อผาฮี้) ความสูง 1,200 เมตร ครอบคลุม 17,697.18 ไร่ จุดเด่น คือ คาบเกี่ยวกับรัศมีหอสู้ไฟ 10 และหอพญาลอ, ใกล้พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด (< 3 กม.)

2.5 หอดูไฟป่า E มีพิกัด 47P 588259E 2255822N ความสูง 740 เมตร ครอบคลุม 15,238.68 ไร่ จุดเด่น คือ คาบเกี่ยวกับรัศมีหอดูไฟป่า D (ที่เสนอใหม่), ห่างชุมชนบ้านผาหมี 200 เมตร ใกล้พื้นที่เสี่ยงมาก (< 3 กม.)

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ การจัดตั้งหอดูไฟป่าเพิ่มเติมตามตำแหน่งที่เสนอ จะช่วยเพิ่มพื้นที่การมองเห็นโดยรวมและพื้นที่การมองเห็นที่สามารถระบุตำแหน่งไฟป่าได้ (มีการซ้อนทับของพื้นที่มองเห็น) โดยเฉพาะในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ซึ่งจะนำไปสู่การเฝ้าระวัง ตรวจจับ และเข้าระงับเหตุไฟป่าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ลดความเสียหายต่อทรัพยากรป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมในเขตพื้นที่ศึกษา

อภิปรายผลการวิจัย

ข้อที่ 1 เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

จากการศึกษา พบว่า วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าโดยใช้ข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) จากดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS (พ.ศ. 2559-2566) และข้อมูลรายงานไฟป่า (แบบ ฟป.1) จากสถานีควบคุมไฟป่าฯ (พ.ศ. 2559-2566) ผลการวิเคราะห์แบ่งพื้นที่เสี่ยงออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด: 4,117 ไร่ พื้นที่เสี่ยงมาก: 9,919 ไร่ พื้นที่เสี่ยงปานกลาง: 13,916 ไร่ พื้นที่เสี่ยงน้อย: 35,210 ไร่ พื้นที่ไม่เสี่ยง: 40,617 ไร่ รวมพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด (ตั้งแต่ระดับเสี่ยงน้อยขึ้นไป) 63,162 ไร่ จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 103,779 ไร่ สอดคล้องกับแนวคิดของ US Forest Service อ้างโดย Brown and Davis (1973) ให้คำจำกัดความของไฟป่าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายว่า “ไฟที่ปราศจากการควบคุม ลุกลามไปอย่างอิสระ แล้วเผาผลาญเชื้อเพลิงธรรมชาติในป่า ซึ่ง แตกต่างจากไฟที่เผาตามกำหนด (Prescribe Burning) คือมีการลุกลามอย่างอิสระ และปราศจากการควบคุม ประเทศไทยกำหนดคำนิยามของไฟป่าว่า “ไฟที่เกิดจากสาเหตุใดก็ตาม แล้วลุกลามไปได้โดยอิสระ ปราศจากการควบคุม ทั้งนี้ไม่ว่าไฟนั้นจะเกิดขึ้นในป่าธรรมชาติหรือสวนป่า” สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศราวุธ

ลักษวุธ (2561) ที่พบว่า ปัจจัยที่พิจารณา ได้แก่ ค่าดัชนีความแตกต่างของความเป็นพรรณพืช (NDVI), ดัชนีค่าความร้อนของแบรนด์ Thermal infrared, ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม, ความลาดชัน และค่าดัชนีความเป็นสีเขียวของพืชพรรณ (GVI) จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI วิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุ (object-based image analysis) ด้วยโปรแกรม eCognition developer โดยสร้างกฎในการจำแนกจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับข้อมูลพื้นที่ที่เคยเกิดไฟป่า มีผลลัพธ์ที่สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงได้ 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงระดับต่ำ: ประมาณ 137.07 ตร.กม. (ร้อยละ 60.28) พื้นที่เสี่ยงปานกลาง: ประมาณ 65.41 ตร.กม. (ร้อยละ 28.81) พื้นที่เสี่ยงสูง: ประมาณ 24.78 ตร.กม. (ร้อยละ 10.91) โดยพื้นที่เสี่ยงสูงส่วนใหญ่เป็นป่าผลัดใบ งานวิจัยของ ÇOBAN (2020) ที่พบว่า ข้อค้นพบที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่เสี่ยง แม้จะเน้นการวิเคราะห์ทัศนวิสัยของหอดูไฟ แต่ระบุว่า 40% ของพื้นที่ป่า (ซึ่งมีต้นสนที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟไหม้) เป็นส่วนที่มองไม่เห็น และ 15% ของสนเหล่านั้นมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดไฟไหม้ นอกจากนี้ยังกล่าวว่าหอดูไฟไม่สามารถควบคุมพื้นที่ป่าที่มีความเสี่ยงสูงขนาดมากกว่า 100,000 เฮกตาร์ ได้ งานวิจัยของ ÇOBAN (2020) ที่พบว่า ใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ในการคำนวณน้ำหนักของเกณฑ์ที่นำไปสู่ความเสี่ยงจากไฟไหม้ และส่งออกระดับความเสี่ยงไปยังชั้นข้อมูลแบบกริดของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มีผลลัพธ์พบว่า 25% ของป่าในพื้นที่ศึกษา (ภูมิภาคบูจัก) มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่า ในขณะที่ 32% มีความเสี่ยงปานกลาง งานวิจัยของ เอกรัฐ สีขาว (2556) ที่พบว่า ดัชนีอนุพันธ์เพื่อสำรวจ "ความแห้งแล้ง" ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลต่อความเสี่ยงไฟป่า แต่ไม่ได้ประเมินพื้นที่เสี่ยงไฟป่าโดยตรง งานวิจัยของ Amiri (2023) ที่พบว่า การหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับหอดูไฟโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ รวมถึง “ระยะทางจากพื้นที่ที่ถูกเผาครั้งก่อน” ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความเสี่ยง แต่เป้าหมายหลักคือการหาที่ตั้งหอ ไม่ใช่การจำแนกพื้นที่เสี่ยงโดยรวม และงานวิจัยของ Edyta & Aleksandrowicz (2019) ที่พบว่า อัลกอริทึมสำหรับแสดงแผนที่ “พื้นที่ที่ไฟไหม้แล้ว” (burnt area detection) ซึ่งเป็นการประเมินหลังเกิดเหตุ ไม่ใช่การประเมินพื้นที่เสี่ยงก่อนเกิดเหตุ

ข้อที่ 2 เพื่อหาพื้นที่ตรวจการณ์เฝ้าระวังไฟป่าจากหอดูไฟ

จากการศึกษา พบว่า ผลการวิเคราะห์การมองเห็นจากหอดูไฟป่าที่มีอยู่เดิม 5 แห่ง พบว่าสามารถมองเห็นพื้นที่รวมได้ 43,220 ไร่ (คิดเป็นร้อยละ 42 ของพื้นที่ศึกษา) พื้นที่การมองเห็นที่มีการเหลื่อมหรือซ้อนทับกัน (ตั้งแต่ 2 หอดูไฟขึ้นไป ทำให้สามารถใช้อุปกรณ์เล็งมุมองศาหาตำแหน่งพื้นที่เกิดไฟป่าได้) มีเพียง 23,015 ไร่ (คิดเป็นร้อยละ 22 ของพื้นที่ศึกษา) เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าทั้งหมด (63,162 ไร่) พบว่า มีพื้นที่เสี่ยงเพียง 17,420 ไร่ (คิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่เสี่ยงทั้งหมด) ที่ถูกมองเห็นและสามารถระบุตำแหน่งได้จากหอดูไฟที่มีอยู่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdullah (2020) ที่พบว่า การประเมินความสามารถในการมองเห็นและความเหมาะสมของหอดูไฟใน Köyceğiz Forest Enterprise Directorate (FED) ประเทศตุรกี โดยใช้ GIS มีผลลัพธ์ คือ หอดูไฟเดิม

มองเห็นพื้นที่ป่าได้ 77.12% การเพิ่มหอดูไฟใหม่ 5 ตำแหน่ง (จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้วยปัจจัยเชิงพื้นที่ เช่น ระยะทางถึงถนน, ระดับความสูง, ความลาดชัน, ลักษณะภูมิประเทศ) ทำให้พื้นที่ป่าไม้ที่มองเห็นเพิ่มขึ้นเป็น 81.47% (เพิ่มขึ้นเกือบ 4.35%) และการเพิ่มหอใหม่ทำให้พื้นที่ป่ามากกว่าครึ่งหนึ่งสามารถมองเห็นได้จากอย่างน้อย 2 หอดูไฟ งานวิจัยของ ÇOBAN (2020) ที่พบว่า การวิเคราะห์ทัศนวิสัยของหอดูไฟ 37 แห่ง และการมีส่วนร่วมของถนนในการเฝ้าระวังไฟป่าในตุรกี มีผลลัพธ์ คือ 40% ของพื้นที่ป่า (ซึ่งมีต้นสนความเสี่ยงสูง) เป็นส่วนที่มองไม่เห็นจากหอดูไฟ เครือข่ายหอดูไฟที่มีอยู่ มองเห็นพื้นที่ทั้งหมดได้ 56% และมองเห็นพื้นที่ป่าไม้ได้ 59% ผู้ใช้รถใช้ถนนมีส่วนช่วยในระบบเฝ้าระวัง 11% การมองเห็นร่วมกัน (หอดูไฟ + ถนน) ตรวจการณ์พื้นที่ป่าได้ 70% และ 59% ของพื้นที่ป่าที่มองไม่เห็นจากถนน สามารถมองเห็นได้จากหอดูไฟ งานวิจัยของ Akay (2021) ที่พบว่า ประเมินความสามารถในการมองเห็นของหอดูไฟใน Gemlik Forestry Enterprise Chief (FEC) เมืองบูร์ซา ประเทศตุรกี โดยใช้ ArcGIS 10.4.1 มีผลลัพธ์ คือ หอดูไฟเดิม มองเห็นพื้นที่ศึกษาทั้งหมดได้ 63.55% และมองเห็นเฉพาะพื้นที่ป่าได้ 71.73% การเพิ่มหอดูไฟใหม่อีก 2 ตำแหน่ง ทำให้การมองเห็นพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเพิ่มเป็น 77.39% และการมองเห็นเฉพาะพื้นที่ป่าเพิ่มเป็น 83.36% งานวิจัยของ Ufuk (2023) ที่พบว่า ตรวจสอบประสิทธิภาพของหอดูไฟ 49 แห่งในภูมิภาคป่าไม้อันตัลยา ประเทศตุรกี โดยใช้เครื่องมือ Viewshed ใน ArcGIS และจำลองสถานการณ์ควันไฟป่า 2 แบบ (สูง 0 ม. และ 100 ม.) มีผลลัพธ์ คือ สถานการณ์ควันสูง 100 ม. มีเพียง 3 หอ ที่มีทัศนวิสัยสูงกว่า 70% ของพื้นที่ สถานการณ์ควันสูง 0 ม. ไม่มีหอใดที่มองเห็นได้เกิน 70% ของพื้นที่ทั้งหมด และไม่มีหอใดที่มองเห็นพื้นที่ป่าได้เกิน 70% ดังนั้น ความสามารถในการมองเห็นของหอดูไฟ 49 แห่ง ในปัจจุบันไม่เพียงพอ งานวิจัยของ Omer (2017) ที่พบว่า วิเคราะห์การมองเห็นของเครือข่ายหอดูไฟใน Boyabat State Forest Enterprise ภูมิภาคทะเลดำตะวันตก ประเทศตุรกี มีผลลัพธ์ คือ เครือข่ายหอดูไฟปัจจุบัน มองเห็นพื้นที่ได้ 73% การเพิ่มหอดูไฟที่เสนอใหม่ สามารถเพิ่มการมองเห็นเป็น 81% งานวิจัยของ Tayebe (2023) ที่พบว่า พัฒนาวิธีการ GIS เพื่อกำหนดจุดที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งหอดูไฟในซาร์ดาชต์ อิหร่าน (พื้นที่ที่ยังไม่มีหอดูไฟ) โดยใช้ความเห็นผู้เชี่ยวชาญและเทคนิค AHP มีเกณฑ์สำคัญ ได้แก่ ระดับความสูง ระยะทางจากถนน ระยะทางจากพื้นที่ที่ถูกเผาครั้งก่อน ความชัน ระยะห่างจากพื้นที่อยู่อาศัย มีผลลัพธ์ คือ เสนอ 4 จุดสำหรับสร้างหอดูไฟใหม่ ซึ่งร่วมกันจะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 60% ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด (ระบุว่า “ความครอบคลุมที่มากกว่า 75% จากผลการใช้หอดูไฟ” ซึ่งอาจหมายถึงศักยภาพของวิธีการหรือเป้าหมาย)

ข้อที่ 3 เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดตั้งหอดูไฟ

จากการศึกษา พบว่า จากข้อค้นพบว่าหอดูไฟป่า 5 แห่งที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการเฝ้าระวังไฟป่าในพื้นที่เสี่ยง ผู้วิจัยได้เสนอตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดตั้งหอดูไฟป่าเพิ่มเติมอีก 5 แห่ง โดยใช้แนวคิดการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายด้วย 4 ปัจจัย (ความสูงเชิงเลข ระยะห่างจากถนน ความลาดชัน ระยะห่างจากชุมชน) และการให้น้ำหนักคะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. หอดูไฟป่า A มีพิกัด 47P 576966E 2240756N (บ้านสามัคคีเก่า) ความสูง 740 เมตร ครอบคลุม 11,119.40 ไร่ (คาบเกี่ยวกับหอสู้ไฟ 7, ใกล้พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด < 2 กม.)

2. หอดูไฟป่า B มีพิกัด 47P 576404E 2249718N (บ้านแสนสบเลา) ความสูง 1,008 เมตร ครอบคลุม 8,604.14 ไร่ (คาบเกี่ยวกับหอสู้ไฟ 1, อยู่ในพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด)

3. หอดูไฟป่า C มีพิกัด 47P 579762E 2245971N (ดอยน้ำบึง) ความสูง 1,012 เมตร ครอบคลุม 15,076.50 ไร่ (คาบเกี่ยวกับหอดูไฟป่า A และ B ที่เสนอใหม่)

4. หอดูไฟป่า D มีพิกัด 47P 586317E 2250540N (บ้านอีก้อผาฮี้) ความสูง 1,200 เมตร ครอบคลุม 17,697.18 ไร่ (คาบเกี่ยวกับหอสู้ไฟ 10 และหอพญาลอ, ใกล้พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด < 3 กม.)

5. หอดูไฟป่า E มีพิกัด 47P 588259E 2255822N ความสูง 740 เมตร ครอบคลุม 15,238.68 ไร่ (คาบเกี่ยวกับหอดูไฟป่า D, ใกล้พื้นที่เสี่ยงมาก < 3 กม.)

การจัดตั้งหอใหม่เหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความครอบคลุมการมองเห็นและการระบุตำแหน่งไฟป่า โดยเฉพาะในพื้นที่เสี่ยงสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdullah (2020) ที่พบว่าความสามารถในการมองเห็นและประเมินตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับหอดูไฟเพิ่มเติมใน Köyceğiz Forest Enterprise Directorate (FED) ประเทศตุรกี ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินบนพื้นฐานของการมองเห็นและการวิเคราะห์ความเหมาะสม โดยพิจารณาปัจจัยเชิงพื้นที่และเกณฑ์เฉพาะในการหาตำแหน่ง มีเกณฑ์ที่พิจารณา (ตัวอย่าง) ได้แก่ ระยะทางถึงถนน ระดับความสูง ความลาดชัน ลักษณะภูมิประเทศ มีผลลัพธ์ คือ การวิเคราะห์ความเหมาะสมทำให้ได้ตำแหน่งสำหรับหอดูไฟใหม่ 5 ตำแหน่ง ซึ่งช่วยเพิ่มสัดส่วนพื้นที่ป่าที่มองเห็นได้ และเพิ่มพื้นที่ที่มองเห็นอย่างน้อย 2 หอดูไฟ งานวิจัยของ Tayebe (2023) ที่พบว่า พัฒนาวิธีการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) เพื่อกำหนดจุดที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งหอดูไฟในซาร์ดาชต์ อิหร่าน (พื้นที่ที่ยังไม่มีหอดูไฟ) ใช้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านป่าไม้ในการกำหนดเกณฑ์และเกณฑ์ย่อย และใช้เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ในการกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ เกณฑ์ที่พิจารณา (จัดลำดับความสำคัญ) ได้แก่ ระดับความสูง ระยะทางจากถนน ระยะทางจากพื้นที่ที่ถูกเผาครั้งก่อน ความชัน และระยะห่างจากพื้นที่อยู่อาศัย มีผลลัพธ์ คือ วิธีการนี้เสนอ 4 จุดสำหรับการสร้างหอดูไฟใหม่ ซึ่งร่วมกันครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 60% ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด งานวิจัยอื่น ๆ ที่กล่าวถึงการเพิ่มหอดูไฟแต่ไม่ได้เน้นกระบวนการหาตำแหน่งที่เหมาะสมโดยละเอียด ได้แก่ งานวิจัยของ Akay (2021) ที่พบว่า ประเมินความสามารถในการมองเห็นของหอดูไฟเดิม และ “หอดูไฟใหม่” อีก 2 ตำแหน่งใน Gemlik ประเทศตุรกี โดยระบุว่าการเพิ่มหอใหม่ช่วยเพิ่มพื้นที่มองเห็น แต่ไม่ได้ลงรายละเอียดวิธีการเลือกตำแหน่งหอใหม่นั้น งานวิจัยของ Omer (2017) ที่พบว่า วิเคราะห์การมองเห็นของหอดูไฟใน Boyabat ประเทศตุรกี และระบุว่าสามารถเพิ่มพื้นที่มองเห็นได้ด้วย “การเพิ่มหอดูไฟที่เสนอใหม่” แต่ไม่ได้อธิบายกระบวนการหรือเกณฑ์ในการเสนอตำแหน่งเหล่านั้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรพิจารณาจัดตั้งหอดูไฟป่าเพิ่มเติมตามตำแหน่งที่เหมาะสม ผลการวิจัยได้เสนอตำแหน่งหอดูไฟป่าใหม่ 5 จุด (A, B, C, D, E) ซึ่งผ่านการวิเคราะห์ปัจจัยด้านความสูง ระยะห่างจากถนน ความลาดชัน และระยะห่างจากชุมชน รวมถึงมีการซ้อนทับการมองเห็นกับหอเดิมและหอที่เสนอใหม่ ควรนำพิกัดและข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปพิจารณาในการจัดสรรงบประมาณและดำเนินการก่อสร้าง

หอดูไฟป่าเพิ่มเติมในตำแหน่งที่แนะนำ เพื่อเพิ่มพื้นที่การมองเห็นและศักยภาพในการระบุตำแหน่งไฟป่าให้ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด.

2. ควรพัฒนาและเชื่อมโยงระบบข้อมูลการตรวจการณ์ ควรนำข้อมูลพื้นที่การมองเห็นของหอดูไฟป่าที่มีอยู่และที่เสนอใหม่ รวมถึงข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) และข้อมูลไฟป่า (ฟป.1) มาบูรณาการเข้ากับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อสร้างแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงไฟป่า พื้นที่การมองเห็นของแต่ละหอ และพื้นที่ซ้อนทับการมองเห็น ระบบนี้จะช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถวางแผนการลาดตระเวน การแจ้งเตือน และการเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่าได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น.

3. ควรวางแผนการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างหน่วยงาน เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน ทั้งโครงการพัฒนาดอยตุงฯ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน ควรมีการหารือและวางแผนการปฏิบัติงานร่วมกันในการใช้ประโยชน์จากหอดูไฟป่า ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดแนวทางการสื่อสาร การแบ่งเขตความรับผิดชอบในการตรวจการณ์ และการประสานงานเมื่อเกิดเหตุไฟป่า เพื่อให้การเฝ้าระวังและรับมือกับสถานการณ์ไฟป่าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อให้การศึกษาเกี่ยวกับการเฝ้าระวังไฟป่ามีความสมบูรณ์และนำไปใช้ประโยชน์ได้ดียิ่งขึ้น ควรพิจารณาดำเนินการวิจัยในประเด็นดังต่อไปนี้:

1. ควรศึกษาเรื่องอื่น ๆ ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพของหอดูไฟป่าที่เสนอใหม่ หลังจากมีการจัดตั้งหอดูไฟป่าในตำแหน่งที่เสนอใหม่แล้ว ควรทำการศึกษาและประเมินประสิทธิภาพการมองเห็นจริงของหอเหล่านั้น โดยอาจใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ไฟป่าหรือการเก็บข้อมูลการตรวจการณ์จริง เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลการลงทุนในการสร้างหอเพิ่มเติม การศึกษาปัจจัยเพิ่มเติมที่มีผลต่อประสิทธิภาพการมองเห็นนอกเหนือจากปัจจัยด้านความสูง ระยะห่างจากถนน ความลาดชัน และระยะห่างจากชุมชน ควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการมองเห็นของหอดูไฟป่า เช่น ปัจจัยทางสภาพอากาศ (หมอกควัน, ฝน) ชนิดของพืชพรรณที่บดบังทัศนวิสัย หรือปัจจัยทางมานุษยวิทยา (การรบกวนของกิจกรรมมนุษย์) เพื่อให้ได้แบบจำลองการหาพื้นที่ตรวจการณ์ที่มีความแม่นยำและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น และการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเฝ้าระวังไฟป่า ควรมีการวิจัยและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) ที่สามารถประมวลผลข้อมูลจากหอดูไฟป่า ข้อมูลดาวเทียม ข้อมูลสภาพอากาศ และข้อมูลพื้นที่เสี่ยง เพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถคาดการณ์ความเสี่ยงการเกิดไฟป่า วางแผนการจัดกำลังพลและทรัพยากรได้อย่างเหมาะสม และเลือกวิธีการรับมือกับไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. ควรศึกษาประชากรอื่น ๆ ได้แก่

2.1 ประชากรที่เป็นมนุษย์ (Human Population) ชุมชนที่อาศัยอยู่ในและรอบพื้นที่ศึกษา ได้แก่ หมู่บ้าน ตำบล ที่อยู่ในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุงฯ และอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน รวมถึงชุมชนใกล้เคียงที่อาจได้รับผลกระทบจากไฟป่าหรือมีส่วนร่วมในการป้องกันไฟป่า การศึกษาประชากรกลุ่มนี้อาจรวมถึงจำนวนประชากรและความหนาแน่น เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สิน รูปแบบการใช้ชีวิตและการประกอบอาชีพ เช่น เกษตรกรที่อาจมี

การเผาวัสดุทางการเกษตร หรือผู้ที่หาของป่าที่อาจเป็นสาเหตุของไฟป่า ความรู้ ความเข้าใจและทัศนคติเกี่ยวกับไฟป่า การป้องกัน และการมีส่วนร่วมในการเฝ้าระวัง เจ้าหน้าที่และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการไฟป่า ได้แก่ เจ้าหน้าที่สถานีควบคุมไฟป่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติ เจ้าหน้าที่โครงการพัฒนาดอยตุงฯ และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง การศึกษาประชากรกลุ่มนี้อาจรวมถึงจำนวนและขีดความสามารถของบุคลากรในการปฏิบัติงานเฝ้าระวังและดับไฟป่า ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญ ในการจัดการไฟป่าและการใช้เครื่องมือเฝ้าระวัง ปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงานเพื่อนำมาปรับปรุงระบบการทำงาน

2.2. ประชากรที่เป็นสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (Other Living Populations) พืชพรรณและระบบนิเวศป่าไม้ เนื่องจากไฟป่าส่งผลกระทบโดยตรงต่อพืชพรรณและระบบนิเวศ การทำความเข้าใจองค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยให้เห็นภาพรวมของผลกระทบและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงธรรมชาติ เช่น ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง หญ้า ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการลุกลามของไฟป่า ความหลากหลายทางชีวภาพ ชนิดของพืชและสัตว์ป่าที่อาจได้รับผลกระทบจากไฟป่า สัตว์ป่าซึ่งเป็นประชากรที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากไฟป่า ทั้งการสูญเสียที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และชีวิต การทำความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดและพฤติกรรมของสัตว์ป่าในพื้นที่ จะช่วยในการประเมินความเสียหายและวางแผนการฟื้นฟูหลังเกิดไฟป่า

3. ควรใช้เครื่องมืออื่น ๆ ได้แก่ แบบสอบถาม แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

กนกพร ทองวัน. (2559). *การประเมินคุณภาพการมองเห็นภูมิทัศน์พื้นที่ท่องเที่ยว กรณีศึกษา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์.* มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. ส่วนควบคุมไฟป่า. (2564, 23 มิถุนายน). *ความรู้เรื่องไฟป่า.* https://www.dnp.go.th/forestfire/web/frame/lesson1

กาญจน์เขจร ชูชีพ. (2541). *หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจระยะไกล เล่ม 1*. กรุงเทพฯ. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุณี ดีเลิศ. (2543). *เอกสารประกอบการอบรมโปรแกรม ArcView และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เบื้องต้น.* กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี.

ชยารัตน์ ศรีสุนนท์. (2566). *ผลกระทบของไฟป่า.* สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

ณิชนันทน์ บุญญาทรัพย์. (2554). *การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อป่าและแนวทางการจัดการป่าไม้ในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดอกรัก มารอด. (2538). *แบบแผนการทดแทนขั้นทุติยภูมิในสังคมป่าผสมผลัดใบของสถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดาราศรี ดาวเรือง. (2536). *วิวัฒนาการของการสำรวจทรัพยากรโลกด้วยดาวเทียมในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.* สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ทบทอง ชั้นเจริญ. (2558). *การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.* สาขาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ทิพวรรณ อิ่มเอิบ. (2564). ศึกษาค่าดัชนีพืชพรรณขั้นสูง NDVI SAVI และ RVI ที่มีศักยภาพในการติดตามการเกษตรไม้ผล กรณีศึกษาสวนส้มในเขตอำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นคร สุภารัตน์. (2563). *การศึกษาจุดติดตั้งกล้อง CCTV กับจุดเสี่ยงภัยต่อการก่ออาชญากรรมของกรุงเทพมหานครตามเป้าประสงค์ 1.2.1.1 ตัวชี้วัดที่ 1 จุดสี่ยงภัยได้รับการลดเงื่อนไขความล่อแหลมต่อการก่ออาชญากรรมแสดงเชิงสถิติบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS).* กองสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล

ประสงค์ สงวนธรรม. (2528). *คู่มือปฏิบัติการหลักการแปลและวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียม.* ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. (2539). *นิเวศวิทยาป่าไม้.* คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2566). *แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.* มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์.

วิรงรอง ทิมดี, จินดา เพชรกำาเนิด และสุมนา สุธีมีชัยกุล. (2547). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพในการวางปะการังเทียม กรณีศึกษา: จังหวัดชุมพร.* กลุ่มภูมิสารสนเทศประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง

ศราวุธ ลักษวุธ. (2561). *การจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า อุทยานแห่งชาติน้ำตกตาดโตน จังหวัดชัยภูมิ.* มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศิริ อัคคะอัคร. (2543). *การควบคุมไฟป่าสำหรับประเทศไทย.* สำนักควบคุมไฟป่า ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้.

ศิวจักร ชื่นสังข์. (2544). *บทบาทของประชาชนในการควบคุมไฟป่า เขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่.* มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2566). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.* กระทรวงมหาดไทย.

สันต์ เกตุปราณีต. (2541). *นิเวศวิทยาไฟป่า.* คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สันต์ เกตุปราณีต. (2541). *บทบาทของไฟป่าในประเทศไทย. รายงานการสัมมนาวิชาการ ไฟป่ากับการมีส่วนร่วมของชุมชน.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก.

สันต์ เกตุปราณีต, นิพนธ์ ตั้งธรรม สุวิทย์ แสงทองพราว, ปรีชา ธรรมานนท์, นริศ ภูมิภาคพันธ์ และศิริ อัคคะอัคร. (2534). *ความรู้เรื่องไฟป่า.* คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่ทรงงานดอยตุง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย. (2558). *รายงานสรุปผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558*. สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15.

สลิลา เอี่ยมอิทธิพล. (2554). *การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดเขตพืชเศรษฐกิจในจังหวัดอุตรดิตถ์.*[วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].

สิริมา ณ สงขลา. (2546). การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพทางสายตาในงานภูมิทัศน์โดยใช้แบบจำลองเชิงปริภูมิ. *วารสารระแนง, 3*, 68-79.

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์. (2536). *หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.* กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สุวิทย์ วิบูลเศรษฐ. (2527). *การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.* สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สำนักส่งเสริมและพัฒนาสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2557, 28 มิถุนายน). ภูมิสารสนเทศศาสตร์. http://www.gi.mict.go.th/%20art_GIS.htm.

อัษฎางค์ โปราณนานนท์. (2538). *การศึกษาเพื่อจัดทำแผนการจัดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติบริเวณถ้ำหลวงนางนอน จังหวัดเชียงราย.* สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกรัตน์ สีขาว และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2556). การประเมินดัชนีอนุพันธ์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการสำรวจความแห้งแล้งเชิงเวลาและพื้นที่. *วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 14*(3), 15-25.

Abdullah, E. A., M, W., Halit,B. and Salih,M. L. (2020). Evaluation of fire lookout towers using gis-based spatial visibility and suitability analyzes procjena tornjeva za nadzor požara pomoću analize prostorne vidljivosti i prikladnosti potpomognute gis-om. *Izvorni znanstveni članci–Original scientific papers Šumarski list, 5–6*, 279–288

Alireza, G. M., Ramin, N., Edris, T. S. and Abdullah, E. A. (2022). *Evaluation of the Efficiency of WARSEM Model and the Effect of FillSlope Information on Changing the Model Results. University of Guilan.* https://www.researchsquare.com/article/rs-2369499/v1

Hüseyin, O. C. and Halis, B. (2020). *Visibility analysis of fire lookout towers protecting the Mediterranean forest ecosystems in TurkeyAnaliza vidljivosti vatrogasnih tornjeva namijenjenih zaštiti mediteranskih šumskih ekosustava od požara u Turskoj.* T.C. Isparta University of Applied Sciences.

Kvamme, K. L. (1999). Recent directions and developments in geographical information systems. *J Archaeol Res, 7*, 153–201. https://doi.org/10.1007/BF02446276.

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

Merih, G., Tufan, D. and İnci, C. (2017). *Visibility Analysis of Fire Watchtowers Using GIS: A Case Study in Dalaman State Forest Enterprise.* Istanbul University, Faculty of Forestry, Forest Engineering Department.

Omer, K., Ozer, T., Arif, O. A. and Mehmet, C. (2017). *Visibility analysis of fire lookout towers in the Boyabat State Forest Enterprise in Turkey.* Faculty of Forestry, Kastamonu University.

Ufuk, C., Mücahit, C., Ferhat, T., Damla, Y., Sevda, C., Enes, T. G and Ahmet, Ö. (2023). *Visibility Evaluation and Suitability Analysis of Fire Lookout Towers in Mediterranean Region, Southwest Anatolia/Türkiye.* Karabük University.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ปิยะพงษ์ ศรไชย
วัน เดือน ปี เกิด	8 พฤศจิกายน 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552 วท.บ. (วนศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	92 หมู่ที่ 11 ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย
ผลงานตีพิมพ์	ปิยะพงษ์ ศรไชย และนิติ เอี่ยมชื่น. (2568). การประเมินพื้นที่ตรวจการณ์ไฟป่าจากหอดูไฟด้วยเทคนิคการวิเคราะห์พื้นที่การมองเห็น กรณีศึกษาพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย. วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID), 6(2), 156-173.
รางวัลที่ได้รับ	-