



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรป่าไม้)

ปริญญา

การจัดการทรัพยากรป่าไม้

การจัดการป่าไม้

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หา
แนวเชื่อมต่อป่าและแนวทางการจัดการป่าไม้ในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก

Application of Remote Sensing and GIS to Analyze Forest Corridors and Forest
Management Guidelines in The Eastern Forest Complex

นามผู้วิจัย นางสาวณิชนันท์ บุญญาทรัพย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจน์เขจร ชูชีพ, Dr.rer.nat.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์วิพัทธ์ จินตนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หา
แนวเชื่อมต่อป่าและแนวทางการจัดการป่าไม้ในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก

Application of Remote Sensing and GIS to Analyze Forest Corridors and
Forest Management Guidelines in The Eastern Forest Complex

โดย

นางสาวณิชนันท์ บุญญาทรัพย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรป่าไม้)

พ.ศ. 2554

ณิชนันท์ บุญญาทรัพย์ 2554: การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อป่าและแนวทางการจัดการป่าไม้ในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรป่าไม้) สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ภาควิชาการจัดการป่าไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจน์เขจร ชูชีพ, Dr.rer.nat. 117 หน้า

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อป่าและแนวทางการจัดการป่าไม้ในบริเวณแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก เริ่มจากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมแล้วทำการวิเคราะห์การแตกหย่อมของผืนป่าในทางนิเวศวิทยากุมิทัศน์โดยอาศัยหลักการสถิติเชิงพื้นที่ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อผืนป่าด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วทำการจัดกลุ่มเพื่อลำดับความสำคัญด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบลำดับชั้น โดยอาศัยเกณฑ์ปัจจัย 6 เกณฑ์ ได้แก่ ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ ความยาวของลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ และความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ หลังจากนั้นทำการคัดเลือกแนวเชื่อมต่อที่มีความสำคัญลำดับสูงเพื่อสำรวจในภาคสนามเพื่ออธิบายสถานภาพทางนิเวศและประเมินแนวทางการจัดการที่สามารถนำไปสู่ทางปฏิบัติได้

จากการศึกษา สามารถจำแนกพื้นที่ป่าบกได้ 3,276.13 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 21.55 ของพื้นที่ศึกษา โดยผืนป่ามีการแตกหย่อมอันเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ จำนวน 652 หย่อมเกิดเป็นผืนป่าขนาดเนื้อที่แตกต่างกันเป็นช่วงกว้าง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเนื้อที่มีค่าเท่ากับ 7,869.11 ตร.กม.) จากการวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อพื้นที่ป่า พบว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 3,076 แนว เมื่อลำดับความสำคัญแนวเชื่อมต่อป่าด้วยเกณฑ์ปัจจัย พบว่า แนวเชื่อมต่อกลุ่มที่มีความเหมาะสมมากที่สุดส่วนใหญ่เป็นแนวเชื่อมต่อที่มีความยาวของแนว 100 ถึง 300 เมตร โดยแนวเชื่อมต่อทั้งหมดมีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 0.0009 - 16.87 ตารางกิโลเมตร เมื่อพิจารณาแนวเชื่อมต่อที่เป็นการเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองพบว่า แนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมที่สุดที่เป็นไปได้มี 2 แห่งใหญ่ คือ (1) บริเวณรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว และ (2) บริเวณภายในของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบน การสำรวจป่าในพื้นที่ทั้งสองแห่งพบว่ามีความหลากหลายของทั้งพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ป่าควรค่าแก่การอนุรักษ์อย่างยิ่ง ข้อมูลและแผนที่แนวเชื่อมต่อป่าที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปกำหนดแนวทางการจัดการพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อป่าดังกล่าวได้ต่อไป

Nitchanun Boonyasup 2011: Application of Remote Sensing and GIS to Analyze Forest Corridors and Forest Management Guidelines in The Eastern Forest Complex. Master of Science (Forest Resource Management), Major Field: Forest Resource Management, Department of Forest Management. Thesis Advisor: Assistant Professor Kankhajane Chuchip, Dr.rer.nat. 117 pages.

The study aimed to determine forest corridors and prepare forest management guidelines in the eastern forest complex using Remote Sensing and Geographic Information System (GIS). Satellite image was used to identify forest cover and delineate as patches. Measurement and analysis of forest patches were carried out based on spatial statistics in landscape ecology approach. Forest corridors were then performed by means of spatial analysis using GIS. 6 criteria were adopted in the analytic hierarchy process (AHP) in order to prioritize group of derived corridors. The criteria are corridor length, corridor size, area of forest patch after performing corridor, legal status of land where corridor situated, length of water body within corridor boundary, and length of roads within corridor boundary. Some high rank corridors were selected to conduct field survey. Finally, the ecological status of the selected corridors was pointed out, and then appropriate management guidelines were introduced.

In the study, forest cover was classified as terrestrial forest covering an area of 3,276.13 km² or 21.55 % of the study area. Based on patch analysis, it indicates that the eastern forest complex has been fragmented into 652 patches with widely range of coverage area (SD = 7,869.11 sq.km.). Based on spatial analysis, 3,076 forest corridors have been created and prioritized. These corridors cover an area of varying size (widely from 0.0009 to 16.87 km²). Corridors with high-priority ranking are the ones that connect contiguous patches in the range of 100 to 300 meters wide. The most possible corridor which provides the linkage between protected areas could be established, namely, (1) a corridor established between Khao Khitchakut National Park and Kho Soi Dao Wildlife Sanctuary and (2) a corridor established among fragmented forest patches of Ao Kung Khaben Non-hunting Area. According to forest survey in the mentioned areas, it was found that both corridor sites have diverse flora and fauna species. The results from these investigations could lead to prepare guidelines for the management of the selected corridor as need.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจน์เขจร ชูชีพ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์จรงค์ วัชรินทร์รัตน์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วุฒิพล หัวเมืองแก้ว ประธานการสอบและ รองศาสตราจารย์ประคอง อินทรจันทร์อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการส่วนภูมิสารสนเทศ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่หน้าหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ (คลองทุ่งพล) และเจ้าหน้าที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าคุ้งกระเบน จ.จันทบุรี ทุกท่านที่กรุณาเอื้อเพื่อให้ข้อมูลต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

และบุคคลที่ไม่เคยลืม...พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ อดีตสมาชิกห้องปฏิบัติการรีโมทเซนซิง 201 ที่เป็นแรงกดดัน ผลักดัน ให้เรียน ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ทั้งกำลังใจและคำแนะนำดี ๆ

ขอขอบพระคุณบุคคลแวดล้อมที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จเป็นรูปเล่ม โดยเฉพาะคำถามของแม่ “...จะจบหรือยังลูก?” ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจและการสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ณิชนันทน์ บุญญาทรัพย์

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	29
ผลและวิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	87
สรุป	87
ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	91
ภาคผนวก	95
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างตารางเมตริกที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่	20
2	ตารางระดับความสำคัญ	21
3	ค่าดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริก	23
4	ปัจจัยและเกณฑ์พิจารณาคัดเลือก	34
5	สร้างเมตริกเปรียบเทียบปัจจัยแบบทีละคู่	36
6	การเปรียบเทียบระดับความสำคัญ	37
7	สร้างตารางค่าน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย	38
8	การจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพ (Object based image classification) และผ่านกระบวนการปรับปรุงภายหลังการจำแนก	50
9	ผลการวิเคราะห์หย่อมป่า	52
10	จำนวนแนวเชื่อมต่อทางนิเวศ	54
11	ผลการเปรียบเทียบวิเคราะห์หย่อมป่าระหว่างป่าสภาพจริงกับป่าหากมีการเชื่อมต่อ	56
12	ตารางแสดงคะแนนเปรียบเทียบประเภทของปัจจัยเป็นคู่ 6 เกณฑ์ปัจจัย	58
13	ตารางเมตริกของค่าเฉลี่ย 6 เกณฑ์ปัจจัย	59
14	ค่าน้ำหนักของปัจจัย 6 เกณฑ์ปัจจัย	61
15	ระดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อป่าทางนิเวศของแนวเชื่อมต่อทั้งหมด	65
16	จำนวนแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง	68
17	แสดงคะแนนเพื่อเปรียบเทียบประเภทของปัจจัยเป็นคู่ 5 เกณฑ์ปัจจัย	70
18	ตารางเมตริกของค่าเฉลี่ย 5 เกณฑ์ปัจจัย	71
19	ค่าน้ำหนักของปัจจัย 5 เกณฑ์ปัจจัย	73
20	ระดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง	74
ตารางผนวกที่		
1	จุดควบคุมภาคพื้นดินและค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM Path 128 Row 51	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
2	จุดควบคุมภาคพื้นดินและค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM Path 128 Row 52	97
3	แสดงตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาคะแนนของแต่ละทางเลือก (แนวเชื่อมต่อ) ภายใต้การพิจารณาทุกปัจจัย	98
4	บัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ที่สำรวจพบในเขตแนวเชื่อมต่อ	100
5	บัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ที่สำรวจพบนอกเขตแนวเชื่อมต่อ	101
6	การปรากฏของพันธุ์ไม้ของป่าดิบแล้งในแปลงตัวอย่าง	103
7	ข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ ความหนาแน่น (D) ความถี่ (F) ความเด่นทางด้านพื้นที่หน้าตัด (Do) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ ค่าความเด่นสัมพัทธ์และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าดิบแล้งพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อ	105
8	ข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ ความหนาแน่น (D) ความถี่ (F) ความเด่นทางด้านพื้นที่หน้าตัด (Do) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ ค่าความเด่นสัมพัทธ์และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าดิบแล้งพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ	108
9	ผลการคำนวณค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener Index) และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ของป่าดิบแล้งพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อ	111
10	ผลการคำนวณค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener Index) และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ของป่าดิบแล้งพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ	113
11	รายชื่อชนิดสัตว์ป่าที่สำรวจพบ	115

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่ภูมิทัศน์ป่าไม้ (forest landscape)	5
2	แสดงตัวอย่างของแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองการตัดสินใจ	19
3	แสดงแผนภูมิขั้นตอนกระบวนการ AHP	24
4	กรอบแนวคิดของการศึกษา	25
5	แผนภาพสรุปกระบวนการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม	30
6	การยุบรวม (dissolve) พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชที่อยู่ติดกันเข้าด้วยกัน	31
7	การรวมขอบเขต (polygon aggregation) พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชทั้งที่ปรากฏเป็นผืนป่าและหย่อมป่าเข้าด้วยกันตามระยะทางที่กำหนด	32
8	การหาแนวเชื่อมต่อที่เป็นไปได้จากผลต่าง (erase) ระหว่างพื้นที่ที่เชื่อมต่อกันกับพื้นที่ป่าและหย่อมป่า	32
9	แผนภาพสรุปกระบวนการวิเคราะห์หย่อมป่า (Patch Analysis)	33
10	พื้นที่ศึกษา	47
11	ภาพถ่ายจากดาวเทียมสีผสมแบนด์ 4 (แดง) 5 (เขียว) 3 (น้ำเงิน) ภายหลังได้รับการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตและเชื่อมต่อให้เป็นภาพเดียวกันและตัดขนาดให้ครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ศึกษา	49
12	ผลการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพและผ่านกระบวนการปรับปรุงภายหลังการจำแนก	51
13	การกระจายแนวเชื่อมต่อผืนป่าในพื้นที่ศึกษาที่เป็นไปได้	55
14	ข้อมูลปัจจัยในการวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อ (a) ถนน (b) ลำน้ำตามธรรมชาติ (c) ขอบเขตพื้นที่อนุรักษ์	62
15	การกระจายแนวเชื่อมต่อพื้นที่ป่าทั้งหมด	66
16	แนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง	69
17	การกระจายแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง	75
18	ตำแหน่งแปลงตัวอย่าง	80
19	สภาพป่าไม้บริเวณแนวเชื่อมต่อป่าบริเวณรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว	81
20	จุดสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดิน	83
21	สภาพการใช้ที่ดินบริเวณแนวเชื่อมต่อของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบน	84

การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ หาแนวเชื่อมต่อป่าและแนวทางการจัดการป่าไม้ในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก

Application of Remote Sensing and GIS to Analyze Forest Corridors and Forest Management Guidelines in The Eastern Forest Complex

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าประมาณ 158,652 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 33 ของเนื้อที่ประเทศ โดยมีการจัดการป่าไม้ของรัฐรูปแบบของพื้นที่อนุรักษ์ประมาณ 93,816 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 18 ของเนื้อที่ประเทศ ในหลายรูปแบบได้แก่ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า วนอุทยาน เขตห้ามล่าสัตว์ป่า สวนพฤกษศาสตร์ และสวนรุกขชาติ (กรมป่าไม้, 2549) อย่างไรก็ตามปัจจุบันนี้พื้นที่ป่าได้ถูกแบ่งแยกเป็นหย่อมๆ มีสภาพเป็นหย่อมเล็กหย่อมน้อย เกิดการขยายตัวของช่องว่างระหว่างหย่อมป่า เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การพัฒนาถนน ทางรถไฟ การตั้งถิ่นฐาน การเกษตรกรรม เป็นต้น การแก้ไขปัญหาพื้นที่ป่าที่ถูกแบ่งแยกลักษณะหนึ่งก็คือการสร้างแนวเชื่อมต่อ (Corridor) เพื่อเชื่อมโยงผืนป่าให้สามารถทำหน้าที่ทางระบบนิเวศได้ดีขึ้น เช่น การเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า หรือเป็นแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น ผืนป่าที่มีความต่อเนื่องครอบคลุมอาณาบริเวณกว้าง มีส่วนสำคัญที่ช่วยให้เกิดสมดุลทางธรรมชาติและ ความมั่นคงของระบบนิเวศ

พื้นที่กลุ่มป่าตะวันออกเป็นพื้นที่ที่สามารถพบสังคมพืชได้ 3 แบบคือ ป่าทางภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ จึงทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์มีมากเป็นพิเศษ สังคมพืชของป่าตะวันออกส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้งและมีที่ราบทางตอนบนของพื้นที่ ซึ่งมีความสูงประมาณ 30-150 เมตรจากระดับทะเลปานกลางที่เรียกว่า "ป่าลุ่มต่ำ" ซึ่งถือว่าเป็นจุดสำคัญ เพราะป่าลุ่มต่ำแห่งนี้ถือได้ว่าเป็นผืนสุดท้ายของประเทศไทย (มูลนิธิอนุรักษ์ป่ารอยต่อ 5 จังหวัด, 2552)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อประเมินหาแนวเชื่อมต่อป่าที่เหมาะสมต่อการจัดการป่าไม้ในบริบทของการอนุรักษ์ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการพื้นที่ป่าที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์หาห่อมป่าและแนวเชื่อมต่อป่าที่สามารถเอื้อให้สัตว์ป่าและพันธุ์พืชกระจายระหว่างกันได้
2. เพื่อจัดทำแผนที่แนวเชื่อมต่อป่าจากการวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการสำรวจข้อมูลภาคสนามและจัดลำดับความสำคัญ
3. เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการป่าไม้ในพื้นที่แนวเชื่อมต่อที่เหมาะสม

การตรวจเอกสาร

นิยาม และความหมาย

การจัดการป่าไม้แนวใหม่ หมายถึง การจัดการพื้นที่ภูมิทัศน์ป่าไม้ (forest landscape) ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วย ห่อมป่า (patch) ที่เหลือจากการถูกทำลาย พื้นที่ขอบ (edge) พื้นที่ใจกลางของห่อมป่า (core area) แนวเชื่อมต่อ (corridor) ระบบนิเวศที่ถูกแบ่งแยก และพื้นที่รอบนอก (matrix) ที่ล้อมรอบห่อมป่าซึ่งทำให้เกิดถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีความหลากหลาย (habitat heterogeneity) และผันแปรตามกาลเวลา (time) และพื้นที่ (space) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีวภาพ และการถูกรบกวนจากมนุษย์ที่แตกต่างกัน

ห่อม (patch) หมายถึง พื้นที่ซึ่งอาจมีขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก ที่มีระบบนิเวศเป็นประเภทเดียวกัน (homogeneous) โดยทั่วไปหมายถึงห่อมป่า แต่อาจเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือพื้นที่เกษตรก็ได้ (ยงยุทธ, 2549)

พื้นที่ขนาดเล็กหรือห่อม (patch) หมายถึง บริเวณที่ถูกรบกวนและมีลักษณะ โครงสร้างและองค์ประกอบเหมือนกัน เช่น พื้นที่ที่เกิดจากแมลงทำลาย พื้นที่ที่เหลือจากการบุกรุกแผ้วถางป่า พื้นที่ช่องว่างในป่าที่เกิดจากไม้ใหญ่ล้ม หรือพื้นที่ที่เกิดจากการทดแทนเป็นห่อมๆ (micro succession) เป็นต้น (Gaston, 1996)

ห่อม (patch) หมายถึง ถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีขนาดเล็กและมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างจากพื้นที่รอบข้าง (matrix) ในภูมิทัศน์ (landscape) ซึ่งโดยมากเกิดจากการที่ถิ่นที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ถูกแบ่งแยก (fragment) เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การตัดถนน การทำไม้ การทำการเกษตร เป็นต้น ความแตกต่างของห่อมในพื้นที่ศึกษาขนาดเล็ก ๆ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการคงอยู่ของสิ่งมีชีวิตในภูมิทัศน์ กล่าวคือ ห่อมหนึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นแหล่งพันธุกรรมให้กับห่อมใกล้เคียง ในกรณีที่พื้นที่นั้นมีสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่เดิมได้สูญพันธุ์ไปอันเนื่องจากโรคหรือปัจจัยแวดล้อม ความแตกต่างของถิ่นที่อยู่อาศัย เป็นปัจจัยที่สนับสนุนให้ผู้ล่าและเหยื่อสามารถที่จะอยู่ร่วมกันได้ในระบบนิเวศ (Kimmins, 1997)

จากนิยามและความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ห่อม หมายถึง พื้นที่ซึ่งอาจมีขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก ที่มีระบบนิเวศเป็นประเภทเดียวกัน มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างจากพื้นที่รอบข้าง (matrix) ในภูมิทัศน์ (landscape) ที่สามารถเอื้อให้สัตว์ป่าสามารถเคลื่อนย้ายกระจายพันธุ์ ตั้งประชากรใหม่ เพื่อความมั่นคงของประชากรและสังคมสัตว์ป่าโดยรวม และเพื่อรักษาความเชื่อมโยงธรรมชาติ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานะของโลกในระยะยาว

พื้นที่รอบนอก (matrix) หมายถึง พื้นที่ขนาดใหญ่ในภูมิทัศน์ ซึ่งอยู่ล้อมรอบพื้นที่ห่อม และมีความต่อเนื่องกัน โดยทั่วไปหมายถึงพื้นที่เกษตรกรรม หรือพื้นที่เมืองที่อยู่ล้อมรอบพื้นที่ป่าไม้ ในกรณีที่ห่อมเป็นพื้นที่ป่า

พื้นที่ขอบ (edge) หมายถึง พื้นที่รอบห่อม ซึ่งมีระบบนิเวศแตกต่างจากพื้นที่ใจกลางของห่อม และพื้นที่รอบนอก มักได้รับอิทธิพลจากอากาศ การบุกรุก ฯลฯ และมีพันธุ์พืชและชนิดสัตว์ที่แตกต่างกัน บางครั้งเรียกว่าพื้นที่รอยต่อของระบบนิเวศ (ecotone)

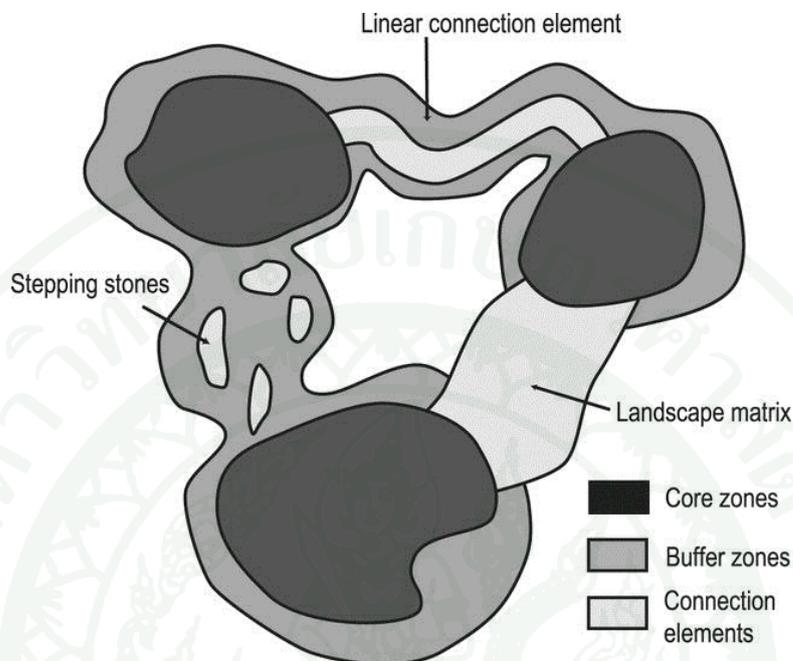
พื้นที่แกนกลาง (core area) หมายถึงพื้นที่ที่ยังคงนิเวศดั้งเดิม ไม่ได้ถูกรบกวนจากอิทธิพลของพื้นที่รอบนอก ขนาดพื้นที่จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขนาดของห่อม และชนิดพืชหรือสัตว์เป้าหมาย

แนวเชื่อมต่อ (corridor) หมายถึง พื้นที่แนวแคบ ๆ ในภูมิทัศน์ที่เชื่อมต่อระหว่างห่อมที่อยู่ห่างไกลกัน ซึ่งในสภาพภูมิประเทศมีหลายแบบ เช่น แนวเชื่อมต่อที่เป็นเส้น (แนวรั้ว คลองชลประทาน) แนวเชื่อมต่อที่เป็นพื้นที่แคบ ๆ (แนวเชื่อมต่อของสัตว์ป่า) แนวเชื่อมต่อที่เป็นโครงข่ายของเส้น (โครงข่ายของสายน้ำ)

การเชื่อมต่อถิ่นที่อาศัยแบบแนวเชื่อมต่อ (habitat corridor) หมายถึง แถบของพืชที่เป็นแนวเชื่อมต่อระหว่างถิ่นที่อาศัย 2 แห่ง

การเชื่อมต่อถิ่นที่อาศัยแบบ Stepping stones หมายถึง ห่อมป่าหรือห่อมพืชตั้งแต่หนึ่งห่อมขึ้นไปที่พบในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์ป่าแต่สัตว์ป่าสามารถใช้เป็นที่พักพิงหลบภัย หรือหาอาหารเพื่อช่วยให้สัตว์ป่าสามารถเคลื่อนย้ายผ่านพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมไปยังถิ่นอาศัยที่สมบูรณ์หรือเหมาะสมได้

การเชื่อมต่อถิ่นที่อาศัยแบบโมเสค (habitat mosaic) หมายถึง รูปแบบของพื้นที่ที่ประกอบด้วยหย่อมป่าหรือพืชต่างๆ ที่มีคุณภาพหลากหลายแตกต่างกันสำหรับสัตว์ป่า



ภาพที่ 1 พื้นที่ภูมิทัศน์ป่าไม้ (forest landscape)

ที่มา: Yann *et al.* (2008)

รูปแบบของพืชพรรณ

Zonneveld (1988) จำแนกรูปแบบของพืชพรรณ (pattern of vegetation) ออกเป็น 3 แบบ คือ แบบแรก เป็นพืชพรรณที่เกิดขึ้น และไม่ถูกรบกวนจากมนุษย์ เรียกว่า พืชพรรณธรรมชาติ (natural vegetation) แบบที่สอง เป็นพืชพรรณที่เกิดจากการกระทำโดยมนุษย์ เรียกว่า พืชพรรณเพาะปลูก (cultural vegetation) และแบบที่สามเป็นพืชพรรณที่เกิดอยู่ระหว่างแบบที่หนึ่งและแบบที่สองซึ่งมนุษย์ไม่เข้าไปปลูกโดยตรง แต่มีการจัดการเพื่อใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งเรียกว่า พืชพรรณกึ่งธรรมชาติ (semi-natural vegetation) เช่น ทุ่งหญ้าตามธรรมชาติ ป่าไม้และอื่นๆ ส่วน Dombois and Ellenberg (1974) ได้จำแนกรูปแบบของสังคมพืชทางนิเวศวิทยาออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. สังคมพืชตามธรรมชาติ (natural community complexes) หมายถึง สังคมพืชพรรณในธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพพื้นที่และปัจจัยแวดล้อม ซึ่งรูปแบบของสังคมจะปรากฏให้เห็นชัดเจนมีขอบเขตที่แน่นอน หรือเกิดต่อเนื่องกันไป (pattern or mosaic) สังคมพืชตามธรรมชาติมักมีองค์ประกอบที่หลากหลาย และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมอย่างซับซ้อนทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของสังคม เรียกสังคมที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ว่า community complex โดย Du Rietz (1930) ได้ทำการศึกษา และจำแนก community complex ออกเป็น 4 แบบ โดยใช้ปัจจัยระดับความซับซ้อนของสังคมและความผันแปรของภูมิประเทศ ดังนี้

1.1 Mosaic-complex เป็นสังคมพืชที่เกิดเองตามธรรมชาติ มีขนาดเล็ก และผันแปรต่อเนื่องหรือสลับกันไป

1.2 Zonation-complex เป็นสังคมพืชที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่เล็กๆ แสดงให้เห็นเป็นแนวเขตที่ชัดเจน เช่น การแบ่งพืชในบริเวณชายน้ำ กลางน้ำ และริมฝั่งแม่น้ำ

1.3 Vegetation region สังคมพืชที่เกิดและกระจายในบริเวณกว้าง เช่น tundra complex, tropic complex เป็นต้น

1.4 Vegetation belt เป็นสังคมพืชที่เกิดบริเวณขอบเขตของสังคมพืชขนาดใหญ่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสูง เช่น central european lowland belt เป็นต้น

2. สังคมพืชเกษตรกรรม (community complex of the cultivated landscapes) เป็นสังคมพืชที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การบุกกรุก หรือเปลี่ยนแปลงสังคมพืชตามธรรมชาติ ให้เป็นสังคมเกษตรกรรม สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

2.1 Replacement communities เป็นสังคมพืชที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยนำพืชอื่นไปแทนที่พืชที่เกิดในสังคมตามธรรมชาติ

2.2 Contact communities คือ ลักษณะสังคมพืชที่เกิดขึ้นจาก replacement communities ที่เกิดต่อเนื่องกันไปในภูมิภาคแห่งใดแห่งหนึ่ง

โครงสร้างสังคมพืช

โครงสร้างสังคมพืชเป็นการศึกษาการจัดเรียงตัวของพืชพรรณที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชทำให้เราทราบถึงองค์ประกอบชนิดพันธุ์ (species composition) และการคงอยู่ของสังคม (persistence) ซึ่ง Dombois and Ellenberg (1974) ได้จัดแบ่งโครงสร้างของสังคมพืชไว้ 3 แบบ คือ

1. โครงสร้างตามแนวตั้ง (vertical structure) ได้แก่ การศึกษาลำดับชั้นเรือนยอดของสังคมพืช ทำให้ทราบถึงความสำคัญของพรรณพืชหลักในแต่ละชั้นเรือนยอดได้

2. โครงสร้างตามแนวราบ (horizontal structure) ได้แก่ การศึกษาขอบเขตการกระจายของพืชพรรณ Kershaw (1973) ได้แบ่งการกระจายของพืชพรรณตามแนวราบเป็น 3 แบบ คือกระจายไปตามสภาพแวดล้อม (environmental pattern) กระจายตามกลุ่มสังคมพืชที่อาศัยร่วมกัน (sociological pattern) และกระจายอันเนื่องมาจากสรีระวิทยาของพืชเอง (morphological structure)

3. โครงสร้างทางด้านปริมาณ (quantitative structure) ได้แก่ การศึกษาทางด้านความมากมาย (abundance) และค่าดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index) ของพืชแต่ละชนิดในสังคม

นอกจากนี้ Mueller and Ellenberg (1974) กล่าวว่า ยังมีโครงสร้างของสังคมพืชที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (structure in time) เช่น การทดแทนของสังคมพืช (succession) จากพื้นที่เปิดโล่งไปเป็นสังคมพืชที่จุดสมดุล (climax community)

รูปแบบการกระจายของพรรณพืช (Plant Distribution)

รูปแบบการกระจายของพรรณพืชเป็นลักษณะโครงสร้างทางแนวราบของสังคมพืชสามารถแบ่งได้ 3 รูปแบบ คือ (1) การกระจายไปตามสภาพของสิ่งแวดล้อม (environmental pattern) (2) การกระจายไปตามสังคมของพรรณพืช (sociological pattern) และ (3) การกระจายไปตามลักษณะรูปร่างของพืช (morphological pattern) (Kershaw, 1973) ส่วนใหญ่แล้วการกระจายของพรรณพืชไปตามสภาพสิ่งแวดล้อมมักจะมีความสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัดกับการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิประเทศ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความลึกของดิน ปริมาณธาตุอาหาร ปฏิกิริยาเคมีดิน และการระบายน้ำของดิน และสามารถที่จะศึกษาได้โดยไม่ต้องอาศัยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (Shimwell, 1971) ซึ่งสอดคล้อง

กับการศึกษาของ Kutintara (1975) กล่าวว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมจะเป็นตัวกำหนดชนิดของป่าและการกระจายของพรรณไม้แต่ละชนิดซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความผันแปรของฤดูกาล ความชุ่มชื้นในดิน ชนิดดิน ระดับความสูงจากน้ำทะเล และสภาพพื้นผิวของภูมิประเทศ อย่างไรก็ตามการกระทำร่วมกันของพรรณพืชแต่ละชนิดจะสะท้อนออกมาในรูปของการกระจายของพรรณพืชในสังคมไม้เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมนั้นๆ เช่น ความหนาแน่นของพรรณไม้และผลของการบดบังร่มเงาของเรือนยอด ทำให้เกิดการกระจายของสังคมพืชและทำให้เกิดแนวความคิดเกี่ยวกับความเด่นของพรรณพืชและการจัดชั้นเรือนยอดของพรรณไม้ (Shimwell, 1971) การศึกษารูปแบบการกระจายของพรรณพืชในลักษณะนี้อาจจะใช้แผนผังของแปลงตัวอย่าง (quadrant map) ซึ่งเป็นวิธีง่าย ๆ วิธีหนึ่ง ส่วนการกระจายไปตามลักษณะรูปร่างภายนอกของพรรณพืชนั้นยากต่อการศึกษาในพื้นที่ เพราะว่ามันขึ้นอยู่กับความสามารถในการสืบพันธุ์ของไม้แต่ละชนิดซึ่งจะต้องอาศัยวิธีการสุ่มตัวอย่าง

แนวคิดเกี่ยวกับการสำรวจพืชพรรณ

ขนาดของพื้นที่ที่จะสุ่มสำรวจ

โดยหลักการของการกำหนดขนาดพื้นที่ที่จะสุ่มตัวอย่างพื้นที่ที่เลือกจะต้องเป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันมาก (Heterogeneous) จำนวนของการสุ่มตัวอย่าง (Sampling unit) จะมากกว่าพื้นที่ที่เป็นเนื้อเดียว (Homogenous) การสำรวจข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ในประเทศไทย เพื่อการจัดการทรัพยากรป่าไม้และการทำไม้แนะนำให้สำรวจข้อมูลประมาณ 2-5 ไร่หรือเช่นต์ของพื้นที่ (สถิตย์ วัชรกิตติ, 2525) ส่วนในต่างประเทศซึ่งมีระบบนิเวศที่มีความหลากหลายน้อยกว่าในเขตร้อน กำหนดการสำรวจไม่น้อยกว่า 5 ไร่หรือเช่นต์ของพื้นที่ (Morris and Therivel, 1995)

รูปร่างและขนาดของแปลงตัวอย่าง

แปลงตัวอย่าง (Quadrat or Sampling Plot) ในทางปฏิบัติจะพิจารณาถึงพื้นที่น้อยที่สุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมด เช่น การใช้ Species Area Curve ในการกำหนดจำนวนของแปลงตัวอย่างในประเทศไทยแปลงตัวอย่างขนาด 0.01-0.1 เฮกตาร์ มีประสิทธิภาพมากสุดในการศึกษาป่า สำหรับขนาดของแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมกับสังคมพืชประเภทต่าง ๆ Kent and Coker (1992) อ้างถึงใน อุทิศ กุญอินทร์ (2542) ได้เสนอไว้ดังนี้

- สังกมเข็รราและไลเคน ขนาด $0.5 \times 0.5 \text{ ม.}^2$
- สังกมทุ่งหญ้าและพืชแคะแแกรน ขนาด 1×1 ถึง $2 \times 2 \text{ ม.}^2$
- สังกมหญ้าสูง พืชแคะแแกรนสูงและไม้พุ่มเตี้ย ขนาด 2×2 ถึง $4 \times 4 \text{ ม.}^2$
- สังกมไม้พุ่ม ไม้พุ่มผสมไม้ใหญ่เตี้ย ขนาด $10 \times 10 \text{ ม.}^2$
- สังกมไม้ใหญ่ ขนาด $20 \times 20 \text{ ม.}^2$

รูปร่างของแปลงตัวอย่างอาจเป็นจุดซึ่งหาพื้นที่ไม่ได้โดยไม่มีด้านหรือขนาดที่วัดได้ไปจนถึงแปลงที่มีขนาดใหญ่โตมีความกว้างและความยาวเป็นร้อยเมตรขึ้นไป ในการสำรวจสังกมพืช นักนิเวศวิทยาได้ใช้แปลงหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น จุด สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สามเหลี่ยม หรือวงกลม หรืออื่น ๆ ขึ้นอยู่กับวิธีการสำรวจ แปลงตัวอย่างที่มีความยาวของด้านโดยรอบน้อยมากถือว่าเป็นแปลงที่ดีในเชิงของการลดความผิดพลาดในการนับและจำแนกข้อมูล แต่บางครั้งก็ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการสร้างแปลงและการครอบคลุมความแปรผันด้านต่าง ๆ ของพื้นที่ แปลงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นแปลงที่วางแปลงได้ง่ายที่สุด แปลงสี่เหลี่ยมผืนผ้าสามารถครอบคลุมความแปรผันของพื้นที่ได้ดี แปลงแบบนี้ในบางครั้งอาจลดความกว้างลงแต่เพิ่มความยาวขึ้นจนมีลักษณะเป็นแถบของเส้นแนวหรือบางครั้งไม่มีความกว้างเลยมีเฉพาะความยาวจนกลายเป็นเส้นไป เรียกกันว่าการสำรวจแบบเส้นแนว (Line Transect หรือ Line Sampling) แปลงรูปสามเหลี่ยมมีเส้นรอบรูปน้อยแต่ทำการวางได้ค่อนข้างยาก แปลงวงกลมมีเส้นรอบรูปน้อยสุดแต่เนื่องจากขอบเป็นเส้นโค้งยากต่อการวางและตัดสินใจในการบันทึกข้อมูลว่าอยู่ในหรือนอกแปลง โดยเฉพาะแปลงที่มีขนาดใหญ่หรือต้นพืชขนาดใหญ่ไม่สะดวกในการกำหนดขอบแปลง

จำนวนแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจสังกมพืชขึ้นอยู่กับความถูกต้องที่ต้องการ การใช้จำนวนตัวอย่างที่มากเป็นการดีในเชิงความถูกต้องแต่เสียเวลาและงบประมาณในการดำเนินการ ผลที่ต้องการบางอย่างไม่มีความจำเป็นต้องใช้ความถูกต้องสูงเกินไปก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีเท่ากันกับความถูกต้องที่สูงมาก ๆ การตัดสินใจใช้จำนวนตัวอย่างมากน้อยเพียงใดจึงขึ้นอยู่กับผู้ที่ทำการศึกษาต้องตัดสินใจเลือกวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะแนวทางด้านสถิติอาจช่วยให้มีความเชื่อมั่นได้สูงยิ่งขึ้นในการเลือกจำนวนแปลงตัวอย่างหรือจำนวนจุดสุ่มเลือก เช่น การใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดพันธุ์ (Species Area Curve) เป็นแนวทางที่นักนิเวศวิทยานิยมใช้

การบรรยายและวิเคราะห์สังคมพืช (Plant Community Description and Analysis)

การบรรยายและวิเคราะห์สังคมพืชมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ศึกษาเข้าใจสังคมพืชอย่างถูกต้องและแท้จริง รวมทั้งสร้างความเข้าใจให้กับผู้อื่นที่จะก่อให้เกิดความรู้สึกที่เป็นภาพพจน์ของสังคมพืชนั้นและเข้าใจไปในแนวทางเดียวกันกับผู้ศึกษา สามารถที่จะนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ต่อไปได้ การบรรยายสังคมพืชก็คือการบอกกล่าวถึงลักษณะต่างๆ ของสังคมพืชนั้นๆ ให้เป็นที่ทราบกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม สาเหตุที่ก่อให้เกิดสภาพเช่นนั้น และความสัมพันธ์กับสังคมอื่นๆ หรือส่วนต่างๆ ภายในสังคมนั้น (อุทิศ, 2542)

ลักษณะของสังคมพืชแบ่งได้ออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือลักษณะในเชิงคุณภาพ (qualitative characteristics) และลักษณะในเชิงปริมาณ (quantitative characteristics) แต่มีลักษณะบางประการที่อาจคลุมเครือซึ่งนักนิเวศวิทยาบางท่านจัดไว้เป็นข้อมูลในเชิงปริมาณ ในอดีตลักษณะของสังคมพืชมักถูกประเมินในลักษณะเชิงคุณภาพเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากการวัดและคำนวณเชิงตัวเลขยังไม่พัฒนา ภายหลังการบรรยายลักษณะสังคมพืชในเชิงปริมาณจึงเริ่มมีบทบาทเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการบรรยายและวิเคราะห์สังคมพืชโดยทั่วไปในปัจจุบันมักข้อมูลทั้งสองด้านผสมกัน ไปเสมอ การที่จะชี้ให้เห็นเด่นชัดนั้นอาจต้องมีการเปรียบเทียบกับสังคมพืชที่ทราบกันทั่วไปอยู่แล้ว อุทิศ (2542) ได้กล่าวถึงลักษณะของสังคมพืชที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์และบรรยายลักษณะในเชิงปริมาณ (quantitative characteristics) ไว้ดังนี้

1.1 ความหนาแน่น (Density, D)

คือ จำนวนต้นไม้อัตโนมัติทั้งหมดของชนิดพันธุ์ที่วัด ที่ปรากฏในตัวอย่างต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$D = \frac{\text{จำนวนต้นไม้อัตโนมัติทั้งหมดของชนิดพันธุ์ไม้อัตโนมัติที่กำหนดที่ปรากฏในตัวอย่าง}}{\text{หน่วยพื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

1.2 ความถี่ (Frequency, F)

หมายถึง อัตราร้อยละของจำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรากฏพันธุ์ไม้อัตโนมัติต่อจำนวนแปลงที่ทำการสำรวจ

$$F = \left(\frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ชนิดไม้อัตโนมัติปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}} \right) \times 100$$

1.3 ความเด่น (Dominance, Do)

คือ พื้นที่หน้าตัดของลำต้นไม้วัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดินต่อพื้นที่ทำการสำรวจ

$$Do = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ทั้งหมด}}{\text{พื้นที่ทำการสำรวจ}}$$

1.4 ค่าความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Frequency, RF)

คือ สัดส่วนของความถี่ของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความถี่ทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม

$$RF_A = \left(\frac{\text{ความถี่ของชนิดไม้ A}}{\text{ความถี่ของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \right) \times 100$$

1.5 ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ชนิดไม้ (Relative Density, RD)

คือ สัดส่วนของความหนาแน่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม

$$RD_A = \left(\frac{\text{ความหนาแน่นของชนิดไม้ A}}{\text{ความหนาแน่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \right) \times 100$$

1.6 ค่าความความเด่นของชนิดไม้ (Relative Dominance, RDo)

คือ ค่าสัดส่วนของความเด่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความเด่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม

$$RDo_A = \left(\frac{\text{ความเด่นของชนิดไม้ A}}{\text{ความเด่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \right) \times 100$$

1.7 ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (Importance Value Index, IVI)

คือ ผลรวมของค่าความสัมพันธ์ต่างๆ ของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคม ซึ่งหาได้จากสูตร

$$IVI_A = RF_A + RD_A + RDo_A$$

1.8 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity Indices) ใช้สมการของ Shannon-Wiener มีสูตรดังนี้

$$H' = - \sum_{i=1}^S Pi \ln Pi$$

โดยที่ H' = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์
 Pi = จำนวนต้นของชนิดพันธุ์นั้น/จำนวนต้นของทุกชนิดพันธุ์
 S = จำนวนชนิดพันธุ์ที่ปรากฏ
 \ln = ลอการิทึมฐาน e (logarithm of natural base)

1.9 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ (Evenness Index, E) ดังนี้

$$E = H' / H'_{max}$$

โดยที่ E = Evenness Index
 H' = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์
 H'_{max} = $\ln S$ เมื่อ S = จำนวนชนิดพันธุ์ที่ปรากฏ

1.10 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสังคมตามแบบของ Sorrensen ดังนี้

$$IS_s = \left(\frac{2c}{a+b+2c} \right) \times 100$$

โดยที่ IS_s = Sorrensen coefficient
 a = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะสังคม a
 b = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะสังคม b
 c = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบทั้งสองสังคม

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) คือระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหลัก ในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ที่มีความสลับซับซ้อน และมีข้อมูลจำนวนมาก โดยเริ่มจากการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดเตรียม การตัดแปลง และขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการแก้ไข วิเคราะห์ จัดเก็บ และเรียกใช้ข้อมูล พร้อมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ประเมินผลข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ได้ ตามความต้องการ โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัววิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (สรศักดิ์, 2542) ซึ่งได้รับการยอมรับจากหลายหน่วยงานว่ามีประโยชน์มาก โดยเฉพาะการบริหารจัดการการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากความสามารถในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้หน่วยงานของรัฐ และเอกชนจำนวนมากที่มีการใช้ประโยชน์จากระบบข้อมูลนี้และมีแนวโน้มของผู้ใช้ระบบข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไว้มากมาย แต่ความหมายโดยสรุปแล้วก็มีความหมายคล้ายกัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คือ ระบบสำหรับการนำเข้า การจัดเก็บ การเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) (ศุวิทย์, 2538) โดยข้อมูลจำพวกนี้อยู่ในรูปของจุด (point) เส้น (line) และพื้นที่รูปปิด (polygon) ควบคู่กับข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) สามารถกล่าวได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นการปฏิบัติการรวบรวมจัดเก็บ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถสืบค้นข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นเป็นระบบช่วยในการตัดสินใจในการปฏิบัติงาน

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือระบบเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ไว้ในฐานข้อมูล นำข้อมูลออกมาใช้ตัดแปลงแก้ไขและวิเคราะห์ (manipulation and analysis) และแสดงผลการวิเคราะห์ (display/output) ข้อมูลซึ่งสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่ (แก้วและสุภัก, 2536)

Bourrough (1986) ได้ให้ความหมายของ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ว่า เป็นชุดเครื่องมือ (tool) ซึ่งใช้เพื่อการรวบรวม (collecting) จัดเก็บ (storing) และการนำมาใช้ (retrieving)

เปลี่ยนแปลงหรือเตรียมข้อมูล (manipulating and transforming) เพื่อการวิเคราะห์ (analysis) ให้ได้ผลลัพธ์โดยการแสดงผล (output) เพื่อเป็นแบบจำลองสภาพพื้นที่ในบริเวณต่างๆ

จากนิยามข้างต้น สรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการนำเข้า รวบรวม จัดเก็บ และวิเคราะห์ แล้วนำเสนอออกมาในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถอ้างอิงโดยตำแหน่งภูมิศาสตร์และข้อมูลบรรยายที่แสดงรายละเอียด เพื่อช่วยในการนำไปใช้ตัดสินใจในการปฏิบัติงานด้านต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำสามารถที่จะปรับปรุงข้อมูลให้มีความเป็นปัจจุบันได้ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

ลักษณะของข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูล (data) หมายถึง ค่าสังเกต ค่าจากการจดบันทึกคุณสมบัติของวัตถุต่างๆ ข้อมูลเหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ได้ดำเนินการวิเคราะห์/แปลความหมาย ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้วเรียกว่า information หรือสารสนเทศ (สุเพชร, 2544) ซึ่งสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (geo-referenced) และข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute or non-spatial data) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ (สุพรรณ, 2534)

รูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบเชิงภาพ (raster) และข้อมูลแบบเชิงเส้น (vector) ข้อมูลเชิงภาพจะใช้ตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือกริด (grid) แทนลักษณะของพื้นที่ ถ้าต้องการรายละเอียดของข้อมูลมากใช้ตารางกริดขนาดเล็ก แต่ถ้าไม่ต้องการรายละเอียดมากจะใช้ตารางกริดขนาดใหญ่ โดยการจัดเก็บข้อมูลแบบนี้จะใช้ค่าพิกัดกำหนดจากตำแหน่งของแถว (row) และสดมภ์ (column) ข้อมูลที่เกิดจะให้ภาพเรียกว่า image โดยพื้นที่ที่เหมือนกันจะมีค่าตัวเลข (digital values) ที่เท่ากัน ตัวอย่างข้อมูล raster เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม เป็นต้น

ข้อมูลเชิงเส้นใช้แทนลักษณะของพื้นที่โดยรูปลักษณะ (feature) ที่ปรากฏอยู่บนผิวโลก ลักษณะคือ รูปแบบของจุด (point feature) รูปแบบเส้น (line feature) และรูปแบบของพื้นที่ (area feature) ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ซึ่งประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X, Y) และ/หรือแนวตั้ง (Z) ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้นส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน (สุเพชร, 2544)

เนื่องมาจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี 2 สาขา 1) การพัฒนาการและการใช้ประโยชน์ GIS มีกระบวนการจัดการข้อมูล คือการนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การเรียกใช้ข้อมูล การย้ายถ่ายเทข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล ที่เป็นรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ของพื้นผิวโลก 2) การพัฒนาการของเครื่องวัดระยะทางอิเล็กทรอนิกส์ในการสำรวจ และระบบหาพิกัดบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System: GPS) ซึ่งทำให้การทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่มสามารถทำได้รวดเร็วขึ้น

รูปแบบเชิงพื้นที่ของพื้นผิวสภาพภูมิประเทศถูกสร้างขึ้นในหลายๆ วิธี ได้แก่ DEM (Digital Elevation Model) ซึ่งเป็นลำดับของกลุ่มตัวเลขที่แทนการแจกแจงเชิงพื้นที่ โดยสามารถคำนวณหาส่วนประกอบภูมิประเทศได้จาก DEM ข้อมูลที่คำนวณได้ ได้แก่ ความลาดชัน (slope) ทิศทางด้านลาด (aspect) ความโค้ง (curve) ภาพหน้าตัดของความโค้ง เป็นต้น คุณลักษณะเหล่านี้เป็นดัชนีบ่งบอกลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่

การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม

การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) หมายถึง วิทยาศาสตร์ และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นผิวหรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (spectral) รูปทรงสัมพันธ์ของวัตถุบนพื้นผิวโลก (spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (temporal) (สุรชัย, 2536)

องค์ประกอบที่สำคัญของการสำรวจข้อมูลระยะไกล คือ คลื่นแสงซึ่งเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่ว่าเป็นพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์ หรือเป็นพลังงานจากภายในวัตถุเอง ซึ่งระบบการสำรวจข้อมูลระยะไกลโดยอาศัยพลังงานแสงธรรมชาติ เรียกว่า passive remote sensing ส่วนระบบบันทึกที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้น และส่งไปยังวัตถุเป้าหมาย เรียกว่า active remote sensing เครื่องมือที่ใช้วัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุเรียกว่า เครื่องวัดจากระยะไกล (remote sensor) หรือ เครื่องวัด (sensor) เช่น กล้องถ่ายภาพ หรือ เครื่องสแกนเนอร์ (scanner) และยานพาหนะที่ใช้ติดตั้งเครื่องวัด เรียกว่า ยานสำรวจ (platform) ได้แก่ เครื่องบิน หรือดาวเทียม

การแปลตีความ และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image interpretation and analysis) สามารถดำเนินการได้ 2 วิธีการ คือการแปลตีความด้วยสายตา (visual interpretation) และการวิเคราะห์และประมวลผลเชิงตัวเลข (digital analysis and processing)

การวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา (visual interpretation) หรือการแปลตีความหมาย (photographic interpretation) หมายถึง การวินิจฉัย (identification) ว่าสิ่งที่เห็นควรเป็นสิ่งใด หรือน่าจะเป็นอะไร ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ (analyze) อย่างมีระบบเพื่อนำข้อมูล (data) และสารสนเทศ (information) จากหลายด้านมาประกอบกันเพื่อช่วยระบุว่าสิ่งที่เห็นในภาพนั้นน่าจะเป็นอะไรในพื้นที่จริง การแปลภาพถ่ายดาวเทียมจะอาศัยลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม คือ รูปร่าง รูปแบบการจัดเรียง สี ที่ตั้ง และสิ่งแวดล้อมข้างเคียง เป็นปัจจัยสำคัญในการแปลตีความ นักแปลภาพที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้ ความรู้ภูมิหลัง (background) เรื่องการสำรวจข้อมูลระยะไกล มีความสามารถของสายตา (visual acuity) ในการพิจารณาแยกแยะสีและรูปแบบของภาพที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม ความสามารถของจิตใจ (mental acuity) และประสบการณ์ (experience) ในการตัดสินใจ (ประสพชัย, 2536) ข้อมูลที่ได้จากการแปลด้วยสายตาจะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative) ซึ่งไม่สามารถวัดออกมาเป็นค่าที่แน่นอนได้ อาจจะออกมาในรูปของ ดี เลว หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ กล่าวคือการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาไม่สามารถวัดออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ทันที (สุพรรณ, 2534)

การวิเคราะห์ และประมวลผลเชิงตัวเลข (digital analysis and processing) จะเป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าทางสถิติ หรือทฤษฎีทางสถิติเป็นตัวตัดสินใจ กระบวนการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลดาวเทียม สามารถแยกออกได้ดังนี้ การเตรียมข้อมูลก่อนทำการวิเคราะห์ (preprocessing) ประกอบด้วยกระบวนการปรับแก้ความผิดพลาดทางคลื่น (radiometric correction) การแก้ไขความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (geometric correction) ของภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับข้อเท็จจริงบน พื้นผิวโลก

การเน้น หรือการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image enhancement) จะประกอบด้วยกระบวนการ ปรับแก้ระดับสีเทา (contrast stretching) การกรองข้อมูล (spatial filtering) เพื่อความชัดเจนของข้อมูล

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างยิ่งก่อนการแปลความหมายข้อมูล คือ การเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (multi-temporal approach) เนื่องจากวัตถุบางชนิดอาจเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล หรือช่วงเวลา ดังนั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล หรือติดตามการเปลี่ยนแปลง (monitoring) จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากหลายช่วงเวลา มาใช้เปรียบเทียบเพื่อความถูกต้อง และชัดเจนมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงตามช่วงคลื่น (multi-spectral approach) วัตถุแต่ละชนิดมีค่าการสะท้อน หรือดูดซับพลังงานที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นเดียวอาจจะจำแนกประเภทวัตถุได้ไม่ดี จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายช่วงคลื่น ในการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลมี ระดับความหยาบละเอียดแตกต่างกัน เช่น ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม Landsat 5 TM มีความละเอียด (resolution) 30×30 เมตร ข้อมูลจากดาวเทียม Spot มีความละเอียด 20×20 เมตร ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงควรมีระดับที่เหมาะสมกับระดับความหยาบละเอียดของข้อมูล (multilevel or multistage approach) ซึ่งการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตา และวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ มี ขั้นตอนที่คล้ายกัน ยกเว้นวิธีการแปลความหมายในกระบวนการจำแนกประเภท (classification) ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล เป็นการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายหลายช่วงคลื่น โดยกระบวนการจัดจำแนก จุดภาพให้เข้าไปอยู่ในชั้นแต่ละชั้น (class) อย่างอิสระที่อิงค่าของจุดภาพ (Erdas, 2002) สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า การจำแนกประเภท คือ การจัด ระดับจุดภาพที่มีคุณลักษณะคล้ายกันออกเป็นกลุ่มๆ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อแยกวัตถุประเภทต่างๆ ที่มีอยู่ในภาพออกจากกันระดับเหล่านี้เรียกว่า ประเภท (class) การจำแนกประเภททำได้โดยอาศัย คุณลักษณะทางคลื่น (spectral) ลักษณะเชิงพื้นที่ (spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (temporal) Lillesand and Kiefer (1994) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อ จำแนกจุดภาพที่มีอยู่ในข้อมูลภาพ ให้เข้ากับชั้นข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน โดยทั่วไปแล้วข้อมูลภาพถ่ายหลาย ช่วงคลื่นจะแสดงลักษณะของการสะท้อนแสงในแต่ละจุดภาพด้วยค่าของตัวเลขที่เป็นค่าการสะท้อน แสงที่แตกต่างไปตามลักษณะของวัตถุ ลักษณะที่นำมาจำแนกข้อมูลภาพ คือ Spatial pattern recognition เป็นการใช้ความรู้ในรูปแบบเชิงพื้นที่ในการจำแนกข้อมูลภาพ โดยอาศัยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของ จุดภาพ ในการจำแนกจะพิจารณา ความหยาบ ละเอียด ขนาด รูปร่าง จุดภาพข้างเคียง ทิศทางการเรียงตัว ของข้อมูลภาพนั้นๆ Temporal pattern recognition ใช้ความรู้ในรูปแบบของช่วงเวลาในการจำแนก ข้อมูลภาพ ซึ่งจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาช่วยในการจำแนกข้อมูลภาพ เช่น ป่าเต็งรังจะมีการผลัดใบในฤดูแล้ง เป็นต้น

Campbell (1996) กล่าวถึงการจำแนกประเภทว่าเป็นการกำหนดวัตถุ ลักษณะหรือพื้นที่ลง ไปในชั้นข้อมูล ซึ่งจะอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลภาพนั้นสามารถที่จะแบ่งตามระดับ ความถูกต้องของการจำแนกประเภทได้ 3 ระดับ คือ 1) Detection เป็นระดับการตัดสินใจว่าปรากฏ หรือ ไม่ปรากฏ ของวัตถุ 2) Recognition เป็นระดับการรู้จักวัตถุ รูปร่าง ซึ่งสามารถที่จะกำหนด หรือทำการแบ่งแยกตามชั้นของการจำแนกได้ และ 3) Identification เป็นระดับการพิสูจน์ถึงวัตถุ

หรือรูปร่างที่สามารถจำเพาะเจาะจง ถึงรายละเอียดของวัตถุ ทำให้สามารถแยกชั้นได้อย่างละเอียด ในการจำแนกประเภทวัตถุมักจะมีข้อผิดพลาดแฝงอยู่เสมอ ในการแปลตีความด้วยสายตาจะมีข้อผิดพลาดที่เกิดจากการละเลยการแปลตีความ การแปลตีความที่เกินความเป็นจริงความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการปรับแก้ทางเรขาคณิต ความผิดพลาดจากรายละเอียดในการแปลตีความ สำหรับการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์นั้นมักจะเกิดความผิดพลาดที่เนื่องมาจากค่าการสะท้อนแสงของแต่ละวัตถุต่างประเภทที่อยู่ติดกันหรือใกล้กัน ทำให้การจำแนกประเภทผิดพลาดตามไปด้วย เนื่องจากคุณภาพของวัตถุเหล่านั้นที่จะถูกจำแนกให้เข้าไปอยู่ในชั้นเดียวกันต้องมีขอบเขตของค่าการสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกัน และต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะจำแนกได้ดังนั้น ลักษณะที่มีผลต่อความผิดพลาดจากการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ คือ ขนาดของจุดภาพ ความแปรผันของจุดภาพ ขนาดพื้นที่ที่จำแนก ข้อกำหนดในการจำแนก จำนวนจุดภาพต่อ รูปร่างของจุดภาพ ข้อแตกต่างระหว่างค่าทางเรขาคณิตและค่าเชิงคลื่นของจุดภาพรอบข้าง เป็นต้น

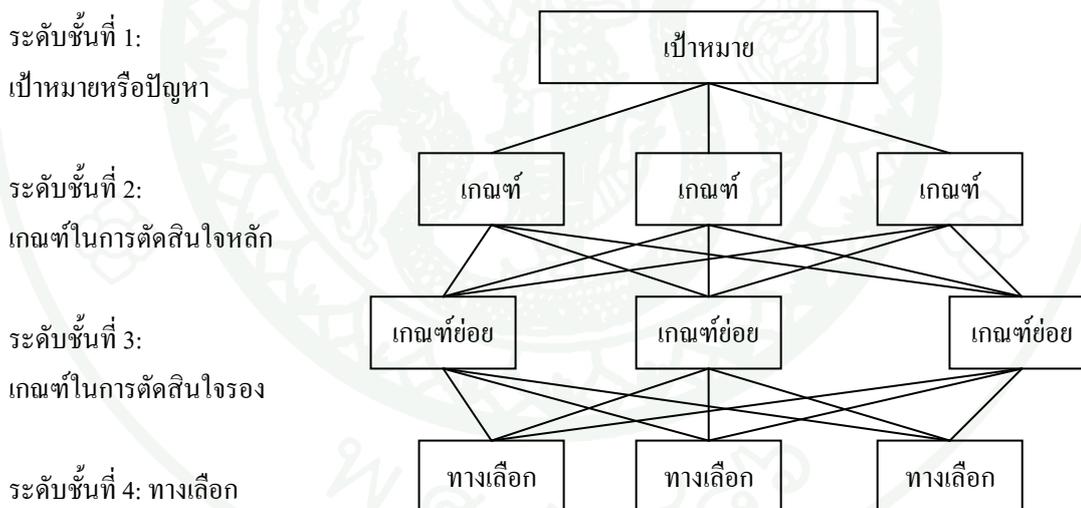
คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat

ดาวเทียม Landsat เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของสหรัฐอเมริกา โดยมีหน่วยงานรับผิดชอบ 3 หน่วยงานคือองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautics and Space Administration : NASA) องค์การบริหารสมุทรศาสตร์และบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA) และกรมสำรวจธรณีแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey : USGS) ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 15 เมษายน 2542 สูงจากพื้นโลก 705 กิโลเมตร โดย Landsat 5 โคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในแนวเหนือใต้และโคจรซ้ำบริเวณเดิมทุก 16 วัน อุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบ TM (Thematic Mapper มีการบันทึกข้อมูลใน 7 ช่วงคลื่น โดยช่วงคลื่นที่ 1-3 หรือ แบนด์ 1-3 เหมาะสำหรับการใช้ในการทำแผนที่บริเวณชายฝั่ง และจำแนกความแตกต่างระหว่างดินกับพืชพรรณ แบนด์ 4 ใช้หาปริมาณของมวล-ชีวภาพ (biomass) และจำแนกแหล่งน้ำ แบนด์ 5 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นของดิน ความแตกต่างระหว่างดินกับหิมะ แบนด์ 6 หาแหล่งความร้อน แบนด์ 7 ใช้จำแนกชนิดของหิน และการทำแผนที่แสดงบริเวณ hydrothermal ซึ่งประกอบด้วยระบบบันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral) มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร ความกว้างของแนบบันทึก 185 กิโลเมตร

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP)

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) เป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making Method) นั่นคือการตัดสินใจเลือกทางเลือก หรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ โดย AHP เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ และมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญและช่วยให้เกิดการตัดสินใจที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ AHP ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ที่ทำการตัดสินใจได้ตัดสินใจในสิ่งที่ดีที่สุดแล้วยังแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจน ว่าทำไมสิ่งๆ นั้นถึงดีที่สุด เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบ “ความสำคัญ” ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อหา “น้ำหนัก” ของแต่ละเกณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจึงนำ “ทางเลือก” ที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างของแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองการตัดสินใจ

แผนภูมิเป็นการแสดงแบบจำลองหรือแผนภูมิลำดับชั้นของ “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์” ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจ โครงสร้างของแผนภูมินี้ประกอบไปด้วย “องค์ประกอบ” หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ แผนภูมินี้มีลักษณะเป็นระดับชั้น จำนวนของลำดับชั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจ ซึ่งอธิบายไว้ดังนี้

ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ
 ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น
 ระดับชั้นที่ 3 ลงมา แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่
 กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)

ส่วนระดับล่างสุด หรือระดับชั้นสุดท้าย คือทางเลือกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์
 การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้

2. การให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ
 แต่ละเกณฑ์นั้นมีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่เราจะต้องหา
 น้ำหนัก “ความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือก โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 สร้างตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างตารางเมตริกที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	A2	A3	A4
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

ที่มา: ดัดแปลงจาก Saaty (1980)

โดยที่ a_{ij} คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริก หมายถึง ผลการเปรียบเทียบ
 ความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j

2.2 กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เช่น

ถ้า $a_{ij} = 1$ หมายถึง ปัจจัย A_i และ A_j มีความสำคัญเท่ากัน

ถ้า $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย

ถ้า $a_{ij} = 5$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง

ถ้า $a_{ij} = 7$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j มากที่สุด

จำนวนระดับของมาตราส่วนในการเปรียบเทียบนี้ ขึ้นอยู่กับตัวผู้ทำการวิเคราะห์เอง ว่าต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบมากแค่ไหน ถ้าต้องการรายละเอียดมากขึ้น ก็อาจจะกำหนดระดับการเปรียบเทียบหลายระดับมากขึ้น เช่น อาจจะเพิ่มจำนวนระดับขึ้นไปอีก คือ ถ้า $a_{ij} = 9$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j อย่างยิ่งยวด หรือถ้าคิดว่าระดับของมาตราส่วนดังกล่าวมีความแตกต่างกันไป ก็อาจจะกำหนดใหม่ ให้มาตราส่วนในการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยลงก็ได้ เช่น ให้ $a_{ij} = 2$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย และ $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง เป็นต้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ (Preference Level)	ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Value)
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preferred)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preferred)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preferred)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preferred)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ที่มา: ดัดแปลงจาก Saaty (1980)

2.3 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน โดยการคำนวณ Normalized สามารถทำได้โดยการปรับ “ผลรวม” ของแต่ละคอลัมน์ให้เท่ากับ 1 จากนั้นก็คำนวณผลรวมของแต่ละแถว และหารผลรวมดังกล่าวด้วย “จำนวน” ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

2.4 ทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency)

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้องของข้อมูล ขอแสดงตัวอย่างง่ายๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้อง เช่น วิเคราะห์เปรียบเทียบว่า A มีความสำคัญมากกว่า B 3 เท่า และ B มีความสำคัญมากกว่า C 5 เท่า ดังนั้น A ควรมีความสำคัญกว่า C 15 เท่า แต่ถ้าวิเคราะห์ว่า A มีความสำคัญมากกว่า C 10 เท่า นั่นหมายถึงการวิเคราะห์ในตัวอย่างนี้ไม่มีความสอดคล้องกัน ซึ่งบางครั้งอาจจะไม่มีความสอดคล้องของข้อมูลเกิดขึ้นได้ การแก้ไขก็คือทบทวนกระบวนการใหม่ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ออกมามีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เราจะทำการคำนวณค่าความสอดคล้องของข้อมูล โดยตรวจสอบจากค่าสัดส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) ว่ายอมรับได้หรือไม่โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณค่า λ_{\max} ซึ่งก็คือค่าที่คำนวณได้จากการนำเอาผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละปัจจัยในแถวตั้งแต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับจำนวนปัจจัยทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบซึ่งในกรณีที่การวินิจฉัยในปัจจัยนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ จะทำให้ค่า $\lambda_{\max} = n$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) หาได้จากสูตร

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

ขั้นตอนที่ 3 หาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) โดยที่ค่า R.I. เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับขนาดของเมตริกตั้งแต่ 1×1 จนถึง 15×15 ผลของค่า R.I. ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริก

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

ที่มา: ดัดแปลงจาก Saaty (1980)

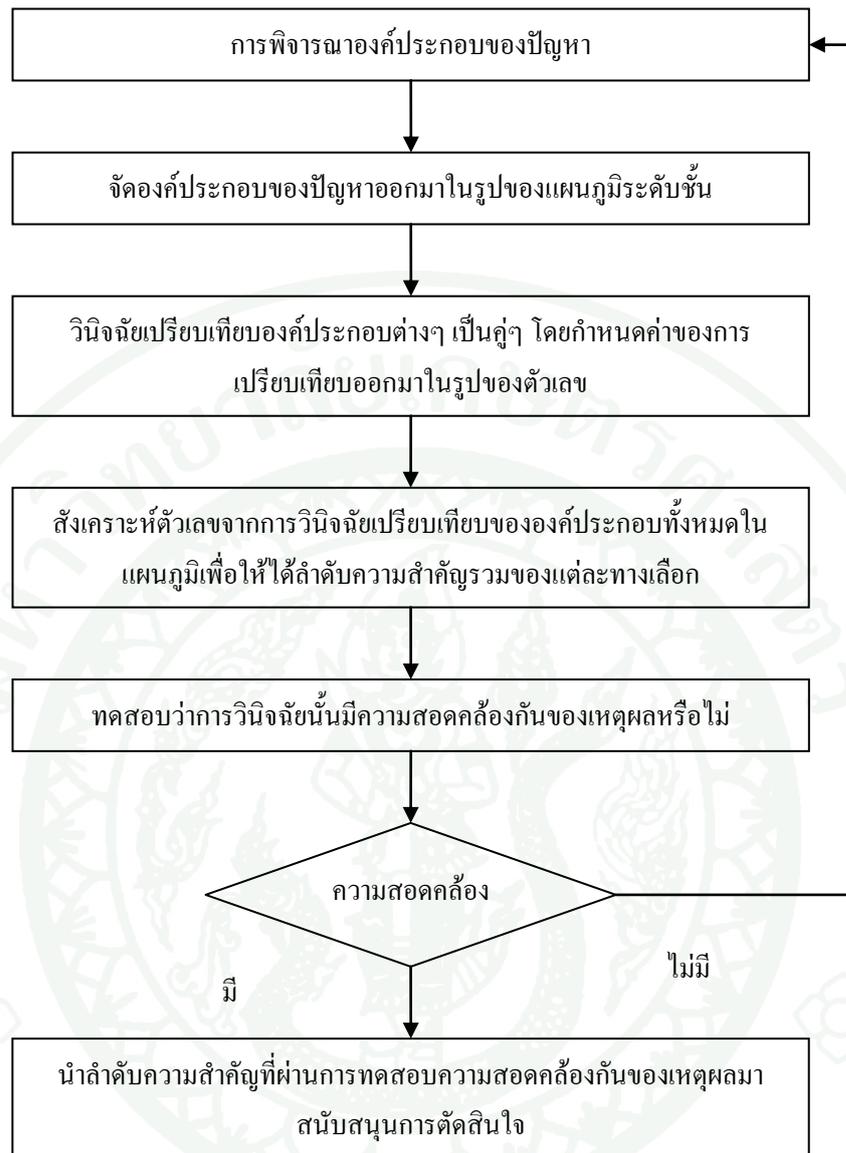
ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล คือการหาอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างค่า C.I. ที่คำนวณได้จากตารางเมตริกกับค่า R.I. ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากตาราง ค่า C.R. หาได้จากสูตรดังนี้

$$C.R. = C.I./R.I.$$

ถ้าผลจากการคำนวณได้ค่า C.R. \leq 0.10 หรือ 10% ถือว่าการเปรียบเทียบรายคู่่นั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่หากค่า C.R. $>$ 0.10 จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ ผู้ตัดสินใจจะต้องทบทวนการวินิจฉัยและการจัดลำดับความสำคัญในการเปรียบเทียบรายคู่ใหม่อีกครั้ง

3. นำ “ทางเลือก” ที่กำหนดไว้ในตอนแรกมาทำการประเมินผ่าน “เกณฑ์” ที่ใช้ในการตัดสินใจ แล้วหาค่ารวมของแต่ละทางเลือก เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เลือกทางเลือกที่มีค่ามากที่สุดจะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดและตัวเลือกอื่นๆ รองลงมา

จากขั้นตอนต่างๆ ของทฤษฎี AHP สามารถสรุปเป็นแผนภูมิขั้นตอนได้ดังภาพที่ 3

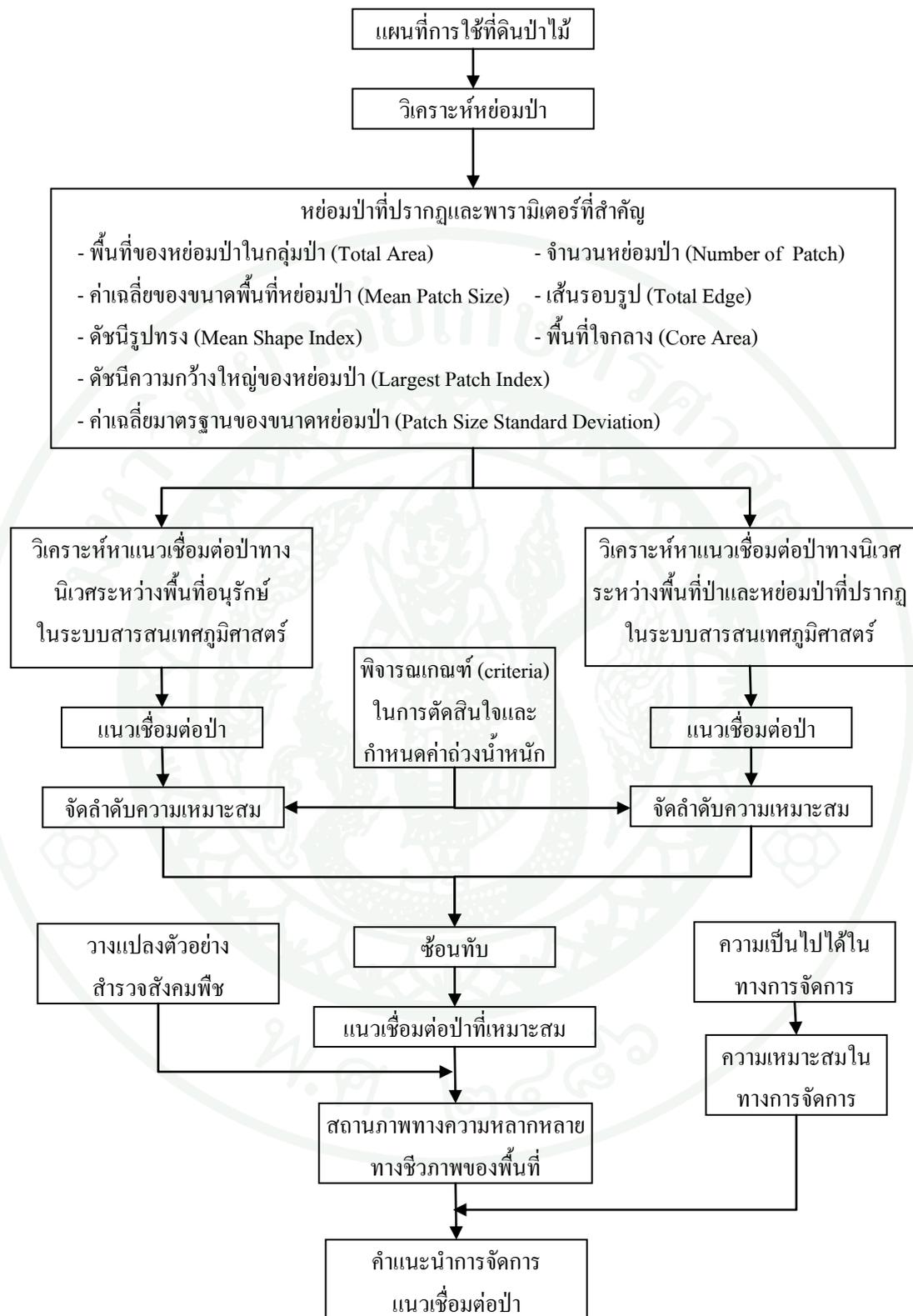


ภาพที่ 3 แสดงแผนภูมิขั้นตอนกระบวนการ AHP

ที่มา: วิฑูรย์ (2542)

กรอบแนวคิดของการศึกษา

จากการตรวจเอกสารสามารถนำมากำหนดเป็นกรอบในการศึกษาได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดของการศึกษา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมพื้นที่ (land cover) ในประเทศจีน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม AVHRR ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูล 1×1 กิโลเมตร ร่วมกับข้อมูลทางด้านธรณีกายภาพ (geophysical data) ในระยะเวลา 2 ทศวรรษที่ผ่านมา มีการศึกษาเป็นจำนวนมาก Liu et al. (2003) โดยใช้ข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม AVHRR และข้อมูลภูมิประเทศทางด้านกายภาพ (ความสูง) ข้อมูลภูมิอากาศ (อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี และปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายปี) เพื่อจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินและประเภทของพื้นที่ในมาตราส่วนขนาดใหญ่ โดยแบ่งประเทศจีนออกเป็น 9 เขตภูมิอากาศ และใช้ข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินที่ได้มาจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat TM เพื่อประเมินความถูกต้องแผนที่ที่ได้จากการจำแนกโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม AVHRR และข้อมูลภูมิประเทศปรากฏว่ามีค่าความถูกต้องสูงถึง 81 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดาวเทียม AVHRR และข้อมูลภูมิอากาศเหมาะสมกับการทำแผนที่ประเภทที่ดินในมาตราส่วนใหญ่ในประเทศจีน

ผลการศึกษาวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า หากนำข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลมาใช้ร่วมกับข้อมูลทางด้านกายภาพ เช่น สภาพอากาศ สภาพดิน และรูปแบบการกระจายของพืชพรรณจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของการแปลความหมายข้อมูลภาพจากดาวเทียม และมีส่วนช่วยอย่างมากในการเพิ่มความถูกต้อง การจำแนกประเภทที่ดิน คณะผู้วิจัยเสนอว่า ในอนาคตการปรับปรุงการจำแนกประเภทที่ดิน โดยการจัดหาข้อมูลด้านภูมิประเทศใหม่ๆ เช่น ความลาดชันความหยาบละเอียดของพื้นที่ที่มีความละเอียดมากๆ มาศึกษาความสัมพันธ์กับพืชพรรณที่ปรากฏ

ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat Thematic Mapper (TM) เป็นเทคนิคที่ใช้สืบเนื่องกันมาในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ แต่มีข้อจำกัดเรื่องความละเอียดสูงสุดเชิงพื้นที่ที่ 30 เมตร ในการศึกษากระบวนการทางด้านนิเวศวิทยาของการจะจำแนกสิ่งปกคลุมดินให้มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงยิ่งขึ้นไป ดังนั้น Joy et al (2003) ได้สร้างแบบจำลองของชนิดพืชพรรณในพื้นที่ป่าธรรมชาติ Kaibab ที่อยู่ทางตอนเหนือของรัฐอริโซนา ประเทศอเมริกา ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 10 เมตร โดยใช้ข้อมูลภาคสนาม ข้อมูลสารสนเทศ และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat TM เป็นตัวแปร ในการจัดกลุ่มชนิดพืชพรรณด้วยในภาคสนาม การศึกษาครั้งนี้ใช้ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดและสัดส่วนพื้นที่หน้าตัดต่อชนิดพันธุ์และตัวแปรช่วยข้างต้น เพื่อใช้ในการสร้างจัดกลุ่ม decision tree เพื่อจำแนกชนิดพืชพรรณ ออกเป็น 8 กลุ่ม และประเมินความถูกต้องของแผนที่พืชพรรณ โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันพบว่าแผนที่พืชพรรณมี

ความถูกต้องรวม (overall accuracy) 74.5 เปอร์เซ็นต์ คณะผู้วิจัยสรุปว่าวิธีการจำแนกแบบ non-parameter ครั้งนี้ สามารถแยกประเภทพืชพรรณตามความเด่นในพื้นที่ศึกษาที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงได้สำเร็จ

สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย ดำเนินการศึกษาแนวเชื่อมต่อสัตว์ป่าภายใต้ความเห็นชอบของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ดำเนินการในพื้นที่เชื่อมต่อเทือกเขาตะนาวศรีภายใต้โครงการ “การประเมินสถานภาพสัตว์ป่า และถิ่นอาศัยในพื้นที่แนวเชื่อมต่อป่าเทือกเขาตะนาวศรี” ได้คัดเลือกชนิดสัตว์ สำหรับโครงการจำนวน 7 ชนิด คือ ช้างป่า กระทิง เลียงผา นกกก กวางป่า เสือโคร่ง(เสือดาว) และแก้ง เป็นตัวชี้วัด โดยสำรวจความชุกชุมของสัตว์ป่า สภาพป่า การใช้ที่ดิน ปัจจัยคุกคาม ทำการออกแบบแนวเชื่อมต่อป่าโดยวิธี Corridor designer ซึ่งเป็น ArcGIS tool ออกแบบโดย Beier et al. 2008 โดยวิธีการนี้เป็นแนวทางในการออกแบบแนวเชื่อมต่อหรือหย่อม เชื่อมต่อในพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชนิดป่า และการใช้ที่ดิน เช่นในแนวเชื่อมต่อเทือกเขาตะนาวศรี ขั้นตอนคือการสร้างแผนที่โมเดลแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าแห่งผืนป่าแต่ละชนิดก่อน แล้วนำแนวทั้ง 7 มารวมกันเป็นแนวเชื่อมต่อรวมของทุกชนิด พื้นที่ที่ยังมีโอกาสเป็นแนวเชื่อมต่อส่วนใหญ่อยู่ไม่เกิน 5 กิโลเมตรจากแนวชายแดน พื้นที่ที่ถูกระบุเป็นแนวเชื่อมต่อสำหรับสัตว์ป่าแห่งผืนป่ามีเนื้อที่ 787 ตารางกิโลเมตรในโซนแนวเชื่อมต่อ และเนื้อที่อีก 432 ตารางกิโลเมตรในพื้นที่อนุรักษ์

WCS ได้แบ่งพื้นที่แนวเชื่อมต่อป่า จากการวิเคราะห์ข้อมูลแนวเชื่อมต่อป่าเพื่อสัตว์ป่าแห่งผืนป่าทั้ง 7 ชนิดข้างต้น โดยแบ่งแนวเชื่อมต่อเป็นกริดที่มีขนาดกริดละ 1 ตารางกิโลเมตร จากนั้นนำข้อมูลในแต่ละกริดมาดูคุณภาพของเนื้อที่ป่าภายใน เสร็จแล้วจัดชั้นคุณภาพเป็น 4 ชั้นคือ โซน 1 โซนบำรุงรักษาสภาพเดิม (มีป่าไม่ถูกรบกวนมากกว่า 50% ในกริดนั้น) โซน 2 โซนฟื้นฟูตามธรรมชาติ (มีป่าดั้งเดิมเหลืออยู่ตั้งแต่ 1% ถึง 50%) โซน 3 โซนปลูกเสริมป่าโดยใช้พันธุ์ไม้ท้องถิ่น (มีป่าดั้งเดิมเหลืออยู่น้อยกว่า 1%) โซน 4 โซนใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (คือ โซนที่มีป่าดั้งเดิมเหลืออยู่น้อยกว่า 1% และมีคนใช้จับจองทำกินมากกว่า 50% ของพื้นที่กริดนั้น)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 WGS 1984 มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาจำนวน 38 ไร่
2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat – 5 TM Path 128 Row 51, Path 128 Row 52 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2552 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมประมวลผลด้านข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Definiens Developer, ERDAS IMAGINE และ โปรแกรมประมวลผลด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS
4. อุปกรณ์เครื่องเขียน
5. เครื่องกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS)

วิธีการ

1. การปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและจำแนกข้อมูลภาพ

1.1 ทำการปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (Geometric Correction) โดยอ้างอิงแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร กำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point: GCP) โดยใช้สมการแปลงในรูปสมการโพลีโนเมียล ดีกรี 2 ควบคุมค่าความผิดพลาด (Root Mean Square error: RMSE) ไม่เกิน 1 จุดภาพและให้ค่าจุดภาพใหม่แบบใช้ค่าของจุดภาพเดิมที่มีตำแหน่งจุดกึ่งกลางอยู่ใกล้เคียงตำแหน่งของจุดภาพใหม่มากที่สุด (Nearest Neighbor) อ้างอิงกับตำแหน่งบนพื้นที่โลกด้วยระบบแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) ที่มีหน่วยระยะทางเป็นเมตร ขนาดของจุดภาพที่กำหนดใหม่เท่ากับ 30×30 เมตร

1.2 ทำการจำแนกข้อมูลภาพ (Image Classification) โดยจำแนกประเภทข้อมูลพื้นที่ป่าและการใช้ที่ดินประเภทอื่นๆ ด้วยการใช้การวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพ (Object Based Image Classification) ซึ่งวัตถุภาพจะถูกสร้างขึ้นจากการแบ่งภาพออกเป็นวัตถุภาพเล็กๆ โดยการแบ่งนั้นจะรวมจุดภาพที่อยู่ติดกันที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเข้าไว้ด้วยกัน (multiresolution-segmentation algorithm) โดยให้ค่าทุกแบนด์ของภาพมีน้ำหนักเท่ากัน ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน (scale parameter) เท่ากับ 20 ข้อมูลสเปกตรัม (color) เท่ากับ 0.1 และปัจจัยที่ทำให้วัตถุภาพที่สร้างได้มีขอบเรียบ (smoothness) เท่ากับ 0.5 แล้วทำการประมวลผลออกมาเป็นลักษณะของกลุ่มวัตถุภาพ (object) ที่จัดกลุ่มของจุดภาพตามลักษณะของค่าสถิติ รวมถึงลักษณะทางพื้นที่ที่มีความเหมือนหรือใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน

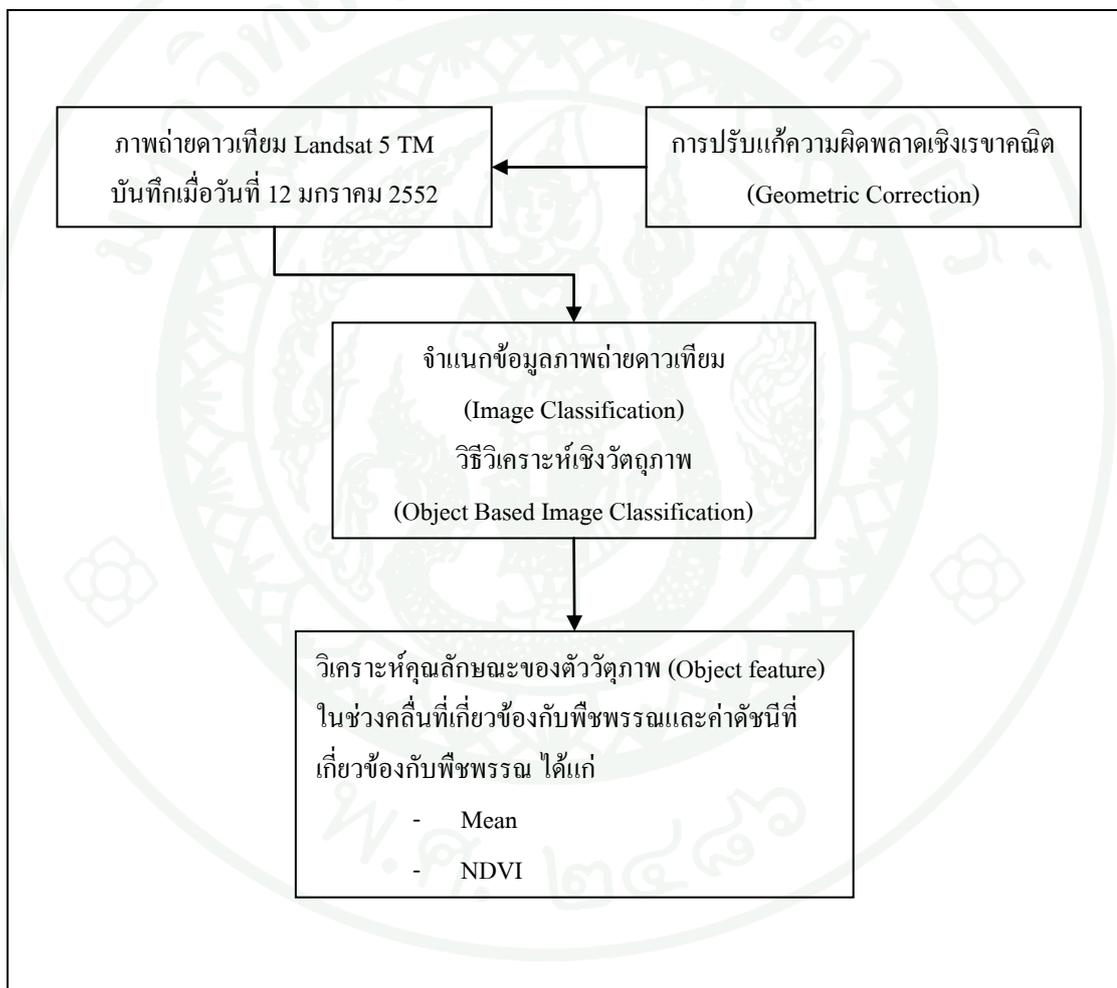
1.3 ทำการวิเคราะห์วัตถุภาพและจัดจำแนกวัตถุภาพเหล่านั้นเป็น class ต่างๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ของแต่ละ class ให้มากที่สุด โดยใช้คุณลักษณะของตัววัตถุภาพ (object feature) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ของแต่ละจุดภาพภายในวัตถุภาพรวมกับการสร้างข้อมูลดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) เพื่อการจัดจำแนกและใช้วิธีการจำแนกเชิงพื้นที่ด้วยสาขาเป็นวิธีเพิ่มความถูกต้องของการจำแนก โดยนำข้อมูลภาพผสมสีเท็จและลักษณะความเป็นจริงในพื้นที่มาพิจารณาประกอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องของการจำแนกมากที่สุด

ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ หาได้โดยนำภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ผ่านการปรับแก้พิกัดเชิงเรขาคณิตโดยใช้สูตร

$$NDVI = (IR - R) / (IR + R)$$

เมื่อ IR = ค่าการสะท้อนแสงของคลื่นอินฟราเรดใกล้

R = ค่าการสะท้อนแสงของคลื่นสีแดง



ภาพที่ 5 แผนภาพสรุปกระบวนการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

2. การวิเคราะห์หย่อมป่า

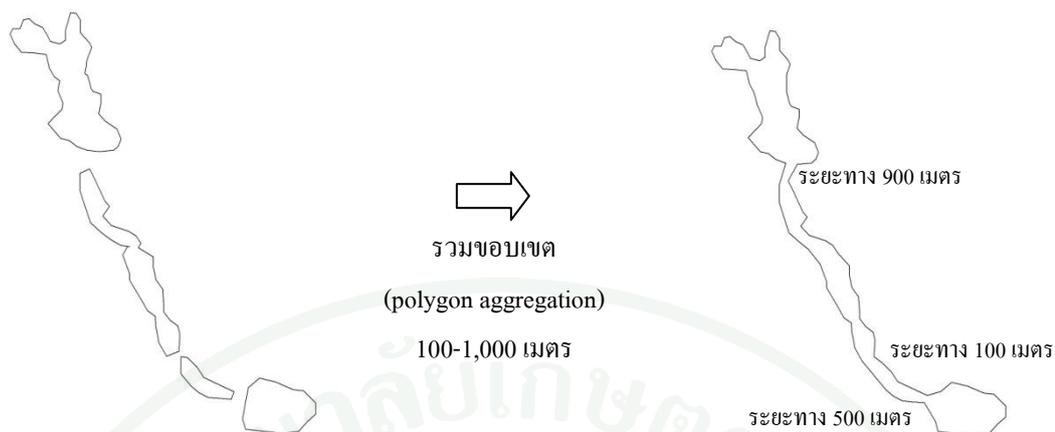
ทำการวิเคราะห์หย่อมป่า (Patch Analysis) โดยอาศัยหลักการของศาสตร์ทางด้านนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology) โดยกำหนดให้ขอบเขตพื้นที่ เพื่อการวิเคราะห์เป็นไปตามเขตรอบคลุมกลุ่มป่า โดยถือว่าเป็นภูมิทัศน์ที่น่าสนใจ (Landscape) และให้ความสนใจของลักษณะการเกิดหย่อมป่าหรือแตกผืน (Fragmentation) ของป่าทุกชนิดที่ปรากฏในกลุ่มป่า (ยงยุทธ, 2549) สำหรับการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ที่แสดงลักษณะเชิงพื้นที่ของผืนป่า ด้วยโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยประยุกต์หลักการสถิติเชิงพื้นที่ตามอัลกอริธึม Patch analysis

3. การพิจารณาหาแนวเชื่อมต่อป่า

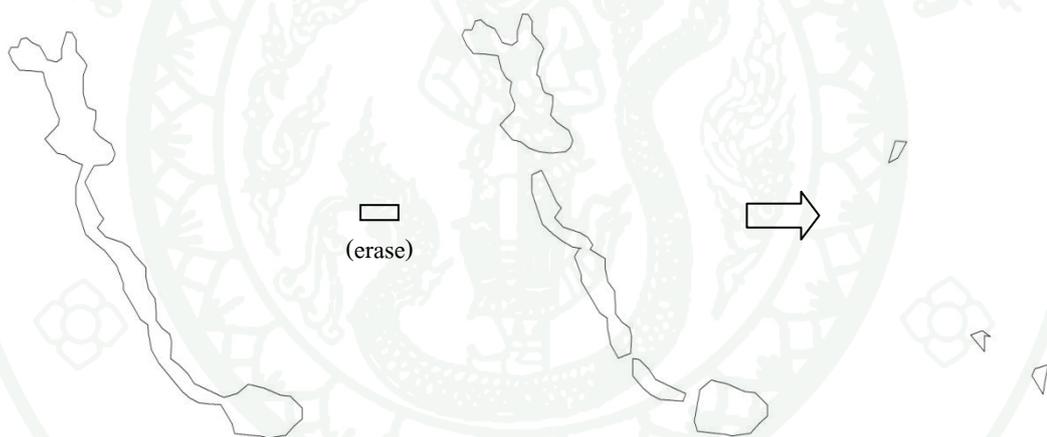
ในที่นี้คือการหาแนวเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของขอบเขตพื้นที่ (polygon) ที่มีขอบเขตที่อยู่ใกล้ในระยะทางที่กำหนด โดยมีลำดับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ดังนี้ 1) ยุบรวม (dissolve) พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชที่อยู่ติดกันเข้าด้วยกัน 2) รวมขอบเขต (polygon aggregation) พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชทั้งที่ปรากฏเป็นผืนป่าและหย่อมป่า ที่มีระยะทางระหว่างขอบเขตใกล้กันตามที่กำหนดเข้าด้วยกัน โดยเบื้องต้นกำหนดระยะทางต่างๆ ได้แก่ 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1,000 เมตร ตามลำดับ 3) หาแนวเชื่อมต่อที่เป็นไปได้เกิดจากผลต่าง (erase) ระหว่างผลที่ได้จากข้อ 2) กับ 1) ดังแสดงในภาพที่ 6-8



ภาพที่ 6 การยุบรวม (dissolve) พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชที่อยู่ติดกันเข้าด้วยกัน



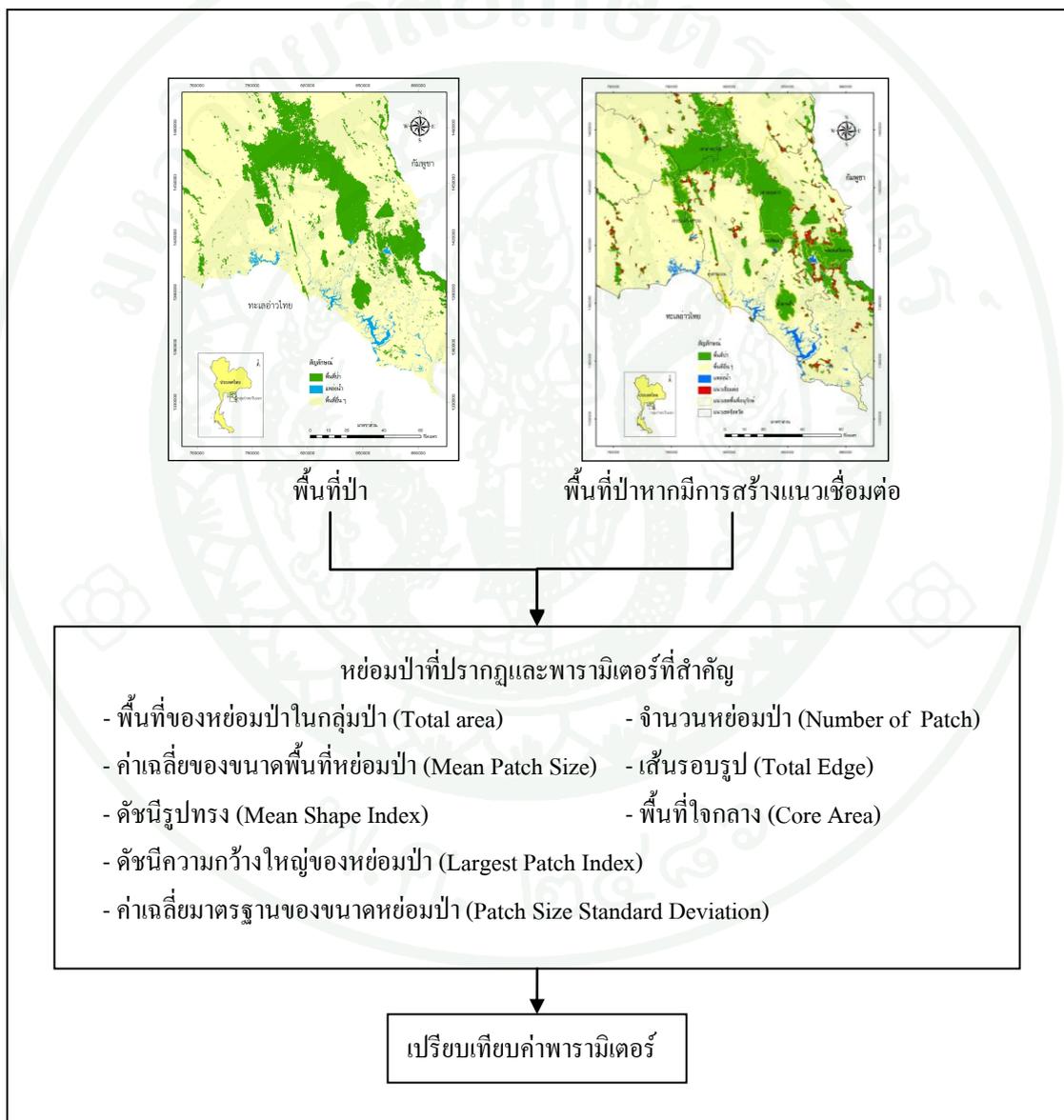
ภาพที่ 7 การรวมขอบเขต (polygon aggregation) พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชทั้งที่ปรากฏเป็นผืนป่า และหย่อมป่าเข้าด้วยกันตามระยะทางที่กำหนด



ภาพที่ 8 การหาแนวเชื่อมต่อที่เป็นไปได้จากผลต่าง (erase) ระหว่างพื้นที่ที่เชื่อมต่อกันกับพื้นที่ป่า และหย่อมป่า

4. การเปรียบเทียบผืนป่าหากมีการสร้างแนวเชื่อมต่อ

เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงหากมีการสร้างแนวเชื่อมต่อผืนป่า หรือห่อมป่าทั้งหมดที่เป็นไปได้ตามผลในข้อ 3 ในที่นี้ได้ทำการวิเคราะห์ห่อมป่าตามแนวทางที่กล่าวไว้ในข้อ 2 โดยใช้ผืนป่าของพื้นที่ศึกษาที่มีแนวเชื่อมต่อแล้ว หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ห่อมป่ากับสภาพผืนป่าจริงที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่ออธิบายผล



ภาพที่ 9 แผนภาพสรุปกระบวนการวิเคราะห์ห่อมป่า (Patch Analysis)

5. การตัดสินใจเลือกแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสม

ผลจากการดำเนินการตามข้อ 3 ทำให้เกิดแนวเชื่อมต่อที่เป็นไปได้หลายแนวเชื่อมต่อ ทั้งแนวเชื่อมต่อที่มีระยะทางใกล้ๆ 100 เมตร ไปจนถึงแนวเชื่อมต่อที่มีระยะทาง 1,000 เมตร ซึ่งไม่ได้หมายความว่าแนวเชื่อมต่อที่มีระยะทางใกล้จะเป็นแนวเชื่อมต่อที่มีความเหมาะสม ทั้งนี้อาจเป็นพื้นที่ที่มีหมู่บ้านตั้งอยู่ มีถนนตัดผ่าน ดังนั้นต้องพิจารณาเกณฑ์ (criteria) ในการตัดสินใจอื่นๆ ประกอบในการเลือกแนวเชื่อมต่อ (ตารางที่ 4) โดยมี 6 เกณฑ์ปัจจัย ดังนี้ 1) ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ 2) สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ 3) ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ 4) ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ 5) ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ 6) ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสม โดยมีแนวคิดที่ว่าหากแนวเชื่อมต่อมีระยะทางไม่ไกล เชื่อมพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่เข้าด้วยกัน ไม่ได้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือชุมชน และไม่มีถนนตัดผ่าน จะเป็นแนวเชื่อมต่อที่มีความเป็นไปได้ในการจัดการมากกว่าแนวเชื่อมต่ออื่นๆ ที่มีลักษณะในทางตรงกันข้าม โดยประยุกต์ใช้วิธี Analytic Hierarchy Process: AHP ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผล (Saaty, 1980) โดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้นแล้วกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยและทางเลือกอะไรมีค่าลำดับความสำคัญสูงสุด มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ตารางที่ 4 ปัจจัยและเกณฑ์พิจารณาคัดเลือก

ปัจจัย	เกณฑ์พิจารณาคัดเลือก
1. ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	พื้นที่ขนาดใหญ่จะมีจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตมากกว่าพื้นที่ขนาดเล็ก และอัตราการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ขนาดเล็กจะเร็วกว่าพื้นที่ขนาดใหญ่ ดังนั้นการที่พื้นที่ที่อยู่อาศัยลดขนาดลงจึงมีผลต่อการลดจำนวนลงของสิ่งมีชีวิต
2. สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ	พื้นที่อนุรักษ์ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ยังมีสภาพเป็นธรรมชาติมีการจัดการเพื่อใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เพื่อป้องกันและรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น พื้นที่อุทยานแห่งชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาความหลากหลายของชนิดและความหลากหลายของพันธุกรรม รักษาสิ่งแวดล้อมและเอื้ออำนวยประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยวและนันทนาการ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ปัจจัย	เกณฑ์พิจารณาคัดเลือก
3. ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	การเข้ามาของเส้นทางคมนาคมเป็นจุดเริ่มต้นของการสูญเสียถิ่นที่อาศัย เครือข่ายของเส้นทางคมนาคมของประเทศไทยมีอย่างหนาแน่น
4. ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ	พื้นที่ขนาดเล็กสามารถเข้าไปจัดการง่ายกว่าพื้นที่ขนาดใหญ่
5. ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ	แนวเชื่อมต่อที่อยู่ใกล้กัน มีความเป็นไปได้ที่จะช่วยให้ระดับความต่อเนื่องของพื้นที่มีมากกว่าแนวเชื่อมต่อที่อยู่ห่างไกลกันออกไปสามารถเอื้อให้สัตว์ป่าและพรรณพืชกระจายระหว่างกันได้
6. ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	ต้นน้ำลำธาร ป่าไม้ ดินและน้ำ ถือเป็นทรัพยากร ธรรมชาติที่จำเป็นต้องมีความสมดุลและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด หากทรัพยากรดังกล่าวอย่างใดอย่างหนึ่งถูกทำลาย สูญเสียไป ความสมดุลระหว่างกันที่มีอยู่ย่อมจะมีการเปลี่ยนแปลงและอาจทำให้พื้นที่ต้นน้ำลำธารนั้นเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ลงอย่างรวดเร็ว

5.1 การเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison) เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ปัจจัย (Criterion weighting) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) การสร้างตารางเมตริกระหว่างตัวแปร ปัจจัยต่างๆ ถูกลำมาหาค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของแต่ละคู่ความสัมพันธ์ของปัจจัย โดยเปรียบเทียบลำดับความสำคัญทีละคู่ แล้วนำค่าที่ได้ใส่ลงในตารางเมตริก (ตารางที่ 5) ส่วนการวินิจฉัยหรือออกความเห็นให้ออกมาในรูปของคำพูดง่ายๆ เช่น มากกว่า น้อยกว่า มากที่สุด ก่อนแล้วจึงใช้ค่าตัวเลขแทนค่าการวินิจฉัย (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 สร้างเมตริกเปรียบเทียบปัจจัยแบบทีละคู่

ปัจจัย	ขนาดพื้นที่ ผืนป่าเมื่อมี การเชื่อมต่อ	สถานภาพทาง กฎหมายของ พื้นที่บริเวณ แนวเชื่อมต่อ	ความยาวของ ถนนที่ปรากฏ ในแนว เชื่อมต่อ	ขนาดพื้นที่ ของแนว เชื่อมต่อ	ระยะทาง ของแนว เชื่อมต่อ	ความยาวลำ น้ำที่ปรากฏ ในแนว เชื่อมต่อ
ขนาดพื้นที่ผืน ป่าเมื่อมีการ เชื่อมต่อ	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}
สถานภาพทาง กฎหมายของ พื้นที่บริเวณแนว เชื่อมต่อ	$1/a_{12}$	1	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{26}
ความยาวของ ถนนที่ปรากฏ ในแนวเชื่อมต่อ	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	a_{34}	a_{35}	a_{36}
ขนาดพื้นที่ของ แนวเชื่อมต่อ	$1/a_{14}$	$1/a_{24}$	$1/a_{34}$	1	a_{45}	a_{46}
ระยะทางของ แนวเชื่อมต่อ	$1/a_{15}$	$1/a_{25}$	$1/a_{35}$	$1/a_{45}$	1	a_{56}
ความยาวลำน้ำที่ ปรากฏในแนว เชื่อมต่อ	$1/a_{16}$	$1/a_{26}$	$1/a_{36}$	$1/a_{46}$	$1/a_{56}$	1
รวม	$\sum_{i=1}^6 a_{i1}$	$\sum_{i=1}^6 a_{i2}$	$\sum_{i=1}^6 a_{i3}$	$\sum_{i=1}^6 a_{i4}$	$\sum_{i=1}^6 a_{i5}$	$\sum_{i=1}^6 a_{i6}$

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ		ความหมาย	
1/9	Extreme	น้อยอย่างยิ่ง	น้อยกว่าอย่างยิ่ง
1/7	Very strong	น้อยมาก	น้อยกว่ามาก
1/5	Strong	น้อย	น้อยมาก
1/3	Moderate	น้อยพอสมควร	น้อยกว่าพอสมควร
1	Equal	เท่ากัน	สำคัญเท่ากัน
3	Moderate	มากพอสมควร	มากกว่าพอสมควร
5	Strong	มาก	มากกว่ามาก
7	Very strong	มากยิ่งขึ้น	มากยิ่งขึ้น
9	Extreme	มากอย่างยิ่ง	มากกว่าอย่างยิ่ง

2) สร้างตารางคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย (Normalized Pairwise Comparison Matrix) หรือ Eigenvector ของเมตริก (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 สร้างตารางคำนวณน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย

ปัจจัย	ขนาดพื้นที่ที่ขึ้น ป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	สถานภาพทางกฎหมาย ของพื้นที่บริเวณแนว เชื่อมต่อ	ความยาวของถนนที่ ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	ขนาดพื้นที่ของแนว เชื่อมต่อ	ระยะทางของ แนวเชื่อมต่อ	ความยาวลำน้ำที่ปรากฏ ในแนวเชื่อมต่อ	ค่าถ่วงน้ำหนัก (w_j)
ขนาดพื้นที่ที่ขึ้น ป่าเมื่อมีการ เชื่อมต่อ	$\frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^6 a_{i1}}$	$\frac{a_{12}}{\sum_{i=1}^6 a_{i2}}$	$\frac{a_{13}}{\sum_{i=1}^6 a_{i3}}$	$\frac{a_{14}}{\sum_{i=1}^6 a_{i4}}$	$\frac{a_{15}}{\sum_{i=1}^6 a_{i5}}$	$\frac{a_{16}}{\sum_{i=1}^6 a_{i6}}$	$\frac{\sum_{i=1}^6 a_{1j}}{6}$
สถานภาพทาง กฎหมายของ พื้นที่บริเวณ แนวเชื่อมต่อ	$\frac{a_{21}}{\sum_{i=1}^6 a_{i1}}$	$\frac{a_{22}}{\sum_{i=1}^6 a_{i2}}$	$\frac{a_{23}}{\sum_{i=1}^6 a_{i3}}$	$\frac{a_{24}}{\sum_{i=1}^6 a_{i4}}$	$\frac{a_{25}}{\sum_{i=1}^6 a_{i5}}$	$\frac{a_{26}}{\sum_{i=1}^6 a_{i6}}$	$\frac{\sum_{i=1}^6 a_{2j}}{6}$
ความยาวของ ถนนที่ปรากฏ ในแนว เชื่อมต่อ	$\frac{a_{31}}{\sum_{i=1}^6 a_{i1}}$	$\frac{a_{32}}{\sum_{i=1}^6 a_{i2}}$	$\frac{a_{33}}{\sum_{i=1}^6 a_{i3}}$	$\frac{a_{34}}{\sum_{i=1}^6 a_{i4}}$	$\frac{a_{35}}{\sum_{i=1}^6 a_{i5}}$	$\frac{a_{36}}{\sum_{i=1}^6 a_{i6}}$	$\frac{\sum_{i=1}^6 a_{3j}}{6}$
ขนาดพื้นที่ ของแนว เชื่อมต่อ	$\frac{a_{41}}{\sum_{i=1}^6 a_{i1}}$	$\frac{a_{42}}{\sum_{i=1}^6 a_{i2}}$	$\frac{a_{43}}{\sum_{i=1}^6 a_{i3}}$	$\frac{a_{44}}{\sum_{i=1}^6 a_{i4}}$	$\frac{a_{45}}{\sum_{i=1}^6 a_{i5}}$	$\frac{a_{46}}{\sum_{i=1}^6 a_{i6}}$	$\frac{\sum_{i=1}^6 a_{4j}}{6}$
ระยะทางของ แนวเชื่อมต่อ	$\frac{a_{51}}{\sum_{i=1}^6 a_{i1}}$	$\frac{a_{52}}{\sum_{i=1}^6 a_{i2}}$	$\frac{a_{53}}{\sum_{i=1}^6 a_{i3}}$	$\frac{a_{54}}{\sum_{i=1}^6 a_{i4}}$	$\frac{a_{55}}{\sum_{i=1}^6 a_{i5}}$	$\frac{a_{56}}{\sum_{i=1}^6 a_{i6}}$	$\frac{\sum_{i=1}^6 a_{5j}}{6}$
ความยาวลำน้ำ ที่ปรากฏใน แนวเชื่อมต่อ	$\frac{a_{61}}{\sum_{i=1}^6 a_{i1}}$	$\frac{a_{62}}{\sum_{i=1}^6 a_{i2}}$	$\frac{a_{63}}{\sum_{i=1}^6 a_{i3}}$	$\frac{a_{64}}{\sum_{i=1}^6 a_{i4}}$	$\frac{a_{65}}{\sum_{i=1}^6 a_{i5}}$	$\frac{a_{66}}{\sum_{i=1}^6 a_{i6}}$	$\frac{\sum_{i=1}^6 a_{6j}}{6}$

3) การคำนวณค่าสัดส่วนความสอดคล้องสมผล (Consistency Ratio: C.R.)

เพื่อเป็นการทดสอบว่าผลของการเปรียบเทียบที่ละคู่ที่ได้ดำเนินการมาในส่วนที่แล้วนั้น มีความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือไม่ เราจะทำการคำนวณค่าความสอดคล้องของเหตุผล โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณค่า λ_{\max} ซึ่งก็คือค่าที่คำนวณได้จากการนำเอาผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละปัจจัยในแถวตั้งแต่แถวมาคูณด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยในแถวอนแต่ละแถว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับจำนวนปัจจัยทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบซึ่งในกรณีที่การวินิจฉัยในปัจจัยนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ จะทำให้ค่า $\lambda_{\max} = n$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าดัชนีวัดความสมเหตุสมผล (Consistency Index: C.I.) หาได้จากสูตร

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad (1)$$

ขั้นตอนที่ 3 หาค่าสุ่มดัชนีความสมเหตุสมผล (Random Consistency Index: R.I.) โดยที่ค่า R.I. เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับขนาดของเมตริก ตั้งแต่ 1×1 จนถึง 15×15 ผลของค่า R.I. ในตารางที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล คือการหาอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างค่า C.I. ที่คำนวณได้จากตารางเมตริกกับค่า R.I. (ตารางที่ 3) ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากตาราง ค่า C.R. หาได้จากสูตรดังนี้

$$C.R. = C.I./R.I. \quad (2)$$

ถ้าผลจากการคำนวณได้ค่า $C.R. \leq 0.10$ หรือ 10% ถือว่าการเปรียบเทียบทีละคู่่นั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่หากค่า $C.R. > 0.10$ จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ ผู้ตัดสินใจจะต้องทบทวนการวินิจฉัยและการจัดลำดับความสำคัญในการเปรียบเทียบทีละคู่ใหม่อีกครั้ง

5.2 สร้างชั้นข้อมูลเกณฑ์ในการตัดสินใจของตัวปัจจัยต่างๆ ภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ คือ Spatial join และ Intersection จากชั้นข้อมูล พื้นที่ป่าแต่ละพื้นที่ต่อเนื่องกัน การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ตามกฎหมาย เส้นทางลำน้ำ และเส้นทางคมนาคม

5.3 แปลงค่าจริงของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยให้เป็นคะแนนมาตรฐาน นั่นคือการแปลงค่าข้อมูลดิบของแต่ละปัจจัยให้เป็นค่าคะแนนที่อยู่ระหว่าง 0-1 (Standardize score, X') เพื่อให้ทุกเกณฑ์ปัจจัยมีช่วงค่าเดียวกันซึ่งสามารถเทียบเคียงกันได้ โดยค่าข้อมูลดิบกับค่าคะแนนมาตรฐานนี้จะมี

ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อกันในลักษณะของการแปลงสเกล ซึ่งความสัมพันธ์อาจอยู่ในสองทิศทาง คือ แปรตามกัน หรือ แปรผกผัน ซึ่งใช้สูตรแปลงดังนี้

กรณีแปรตรงตามกัน หรืออาจเรียกว่าเป็นเกณฑ์เชิงประโยชน์ (benefit criterion) นั่นคือค่าของปัจจัยมีค่ามาก ก็สะท้อนถึงว่าปัจจัยนั้นมีความสำคัญมากหรือส่งผลมาก ได้แก่ ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ โดยใช้สูตร

$$X' = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

และกรณีแปรผกผัน หรืออาจเรียกว่าเป็นเกณฑ์เชิงค่าใช้จ่าย (cost criterion) นั่นคือค่าของปัจจัยมีค่ามาก ก็สะท้อนถึงว่าปัจจัยนั้นมีความสำคัญน้อยหรือส่งผลน้อย ได้แก่ ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ โดยใช้สูตร

$$X' = 1 - \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

โดยที่ X' = ค่าคะแนนมาตรฐาน
 X_i = ค่าคะแนนดิบของปัจจัยที่ต้องการแปลงเป็นค่ามาตรฐาน
 X_{\max} = ค่าคะแนนดิบสูงสุดของค่าปัจจัย
 X_{\min} = ค่าคะแนนดิบต่ำสุดของค่าปัจจัย

สำหรับกรณีเกณฑ์ปัจจัยสัดส่วนพื้นที่อนุรักษ์ในแนวเชื่อมต่อ ใช้สูตร

$$= \frac{\text{พื้นที่แนวเชื่อมต่อที่ตกอยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์}}{\text{พื้นที่แนวเชื่อมต่อ}}$$

โดยที่มีค่า 0 เมื่อพื้นที่แนวเชื่อมต่อไม่ได้ตกอยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์
 $0 < X' < 1$ เมื่อพื้นที่แนวเชื่อมต่อคาบเกี่ยวกับพื้นที่อนุรักษ์
 1 เมื่อพื้นที่แนวเชื่อมต่อทั้งแนวต่อตกอยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์

5.4 กำหนดค่าคะแนนรวมทุกปัจจัยตามค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้

เป็นขั้นตอนของการหาค่าคะแนนของแต่ละทางเลือก โดยในที่นี้ทางเลือกคือ แนวเชื่อมต่อ โดยเมื่อคำนวณค่าคะแนนมาตรฐานได้แล้ว จึงนำไปถ่วงน้ำหนักด้วยค่าที่หาจากวิธี Pairwise Comparison ดังกล่าวข้างต้นก็จะให้ค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ตามขนาดค่าถ่วงน้ำหนัก ดังนั้นไม่ว่าจะใช้กี่ปัจจัยก็จะทำให้การหาค่าคะแนนของแต่ละทางเลือก ได้ค่าคะแนนผลรวมทุกปัจจัยตามค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนด ที่จะเป็ค่ากลางที่อยู่ระหว่าง 0-1 โดยสรุปคือกระทำโดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยคูณกับค่าคะแนนปัจจัยแต่ละตัวของหน่วยพื้นที่นั้นๆ ผลรวมของค่าเกณฑ์ปัจจัยที่ถ่วงน้ำหนักแล้วคือค่าความสำคัญของหน่วยพื้นที่ศึกษาภายใต้การพิจารณาทุกปัจจัย

5.5 จำแนกระดับความเหมาะสมของแนวเชื่อมต่อ โดยใช้ค่าจากขั้นตอนที่ผ่านมา ทำให้เป็นตัวเลขนจำนวนเต็มร้อยเพื่อให้ง่ายในการแบ่งช่วงและตีความหมายที่ง่ายต่อการเข้าใจ โดยจำแนกระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับความเหมาะสม ได้แก่ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และไม่มี ความเหมาะสม ด้วยสมการการกำหนดค่าช่วงแบบระยะห่างเท่ากัน (Equal Interval Range)

$$\text{ระยะห่างของชั้นความเหมาะสม} = \frac{\text{ค่าความเหมาะสมสูงสุด} - \text{ค่าความเหมาะสมต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับความเหมาะสม}}$$

6. การหาแนวเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่อนุรักษ์

พื้นที่คุ้มครอง (Protected area) มีความสำคัญยิ่งต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการศึกษาวิจัยหลายเรื่องแสดงให้เห็นว่า พื้นที่คุ้มครองขนาดใหญ่สามารถอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าพื้นที่คุ้มครองขนาดเล็ก (Harris, 1984) เพราะพื้นที่ขนาดใหญ่มีแนวโน้มในการรองรับจำนวนชนิดและปริมาณของสัตว์ป่าได้มากขึ้น รวมทั้งสิ่งมีชีวิตบางชนิดจะไม่สามารถอยู่รอดได้ ถ้าอาศัยอยู่ในพื้นที่ขนาดเล็กและพื้นที่นั้นแยกตัวอย่างโดดเดี่ยว ไม่ต่อเนื่องกับผืนป่าใหญ่ การอนุรักษ์พื้นที่เหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพสูงและสามารถรองรับความหลากหลายทางชีวภาพได้มากขึ้น โดยพิจารณาการเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง ได้แก่ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และเขตห้ามล่าสัตว์ป่าที่อยู่ในกลุ่มป่า ซึ่งแนวเขตพื้นที่คุ้มครองมีทั้งที่เชื่อมต่อเป็นผืนเดียวกัน และที่ยังไม่เชื่อมต่อกัน แต่บางแห่งมีแนวเขตที่ใกล้กันสามารถเชื่อมต่อเข้าเป็นผืนเดียวกันได้ อย่างไรก็ตามการกำหนดแนวเชื่อมต่อโดยพิจารณาจากระยะทางเพียงอย่างเดียวอาจได้แนวเชื่อมต่อที่ไม่

เหมาะสม ควรพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น หากเป็นพื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยพื้นที่ป่าที่ยังไม่ประกาศเป็นพื้นที่คุ้มครอง ไม่มีถนนตัดผ่าน และสามารถเชื่อมพื้นที่คุ้มครองที่อยู่ใกล้กันเข้าด้วยกันให้เป็นผืนป่าคุ้มครองที่ใหญ่ขึ้น ย่อมเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการพิจารณาเป็นแนวเชื่อมต่อทางระบบนิเวศมากกว่าพื้นที่ที่มีลักษณะตรงข้าม

การกำหนดแนวเชื่อมต่อตามแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ดำเนินโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังนี้

1) วิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยวิธีการเชื่อมต่อขอบเขตพื้นที่ (polygon aggregation) ของพื้นที่คุ้มครองโดยกำหนดระยะทางของแนวเชื่อมต่อที่ 100 – 1,000 เมตร ผลต่างของการซ้อนทับระหว่างพื้นที่ก่อนและหลังการเชื่อมต่อขอบเขตคือช่องว่างระหว่างผืนป่า (gap) ที่มีความเป็นไปได้ในการกำหนดเป็นแนวเชื่อมต่อ

2) พิจารณาความเหมาะสมของชั้นข้อมูลช่องว่างที่ได้ เพื่อกำหนดแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมจากปัจจัยกายภาพอื่นๆ เช่น ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ ความลาดชัน เส้นทางการคมนาคม ข้อจำกัดในการเชื่อมต่อผืนป่าอันเนื่องมาจากปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจ ฯลฯ

7. สำรวจตัวอย่างสังคมพืช

แนวเชื่อมต่อที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จะถูกเลือกมาเพื่อทำการศึกษาวางแปลงตัวอย่างขนาด 10×10 เมตร โดยให้ผ่านพื้นที่ 3 ส่วน คือ บริเวณแนวเชื่อมต่อ และผืนป่าระหว่างผืนป่าที่จะถูกเชื่อมต่อ โดยทำการวัดขนาดไม้ต้น (tree) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ความสูง 1.3 เมตร (Diameter at Breast Height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป และมีความสูงตั้งแต่ 1.3 เมตรขึ้นไป ทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของสังคม (Coefficient of Community) เพื่อวัดความคล้ายคลึงกันของสังคมพืชสองสังคมและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของสังคมพืช ได้แก่ ชนิดพรรณไม้ ความหนาแน่น (Density) ความถี่ (Frequency) ความเด่นของพืช (Dominance) เพื่อนำมาพิจารณาว่าสังคมพืชในแนวเชื่อมต่อมีความเหมือนกับลักษณะของสังคมพืชนอกเขตแนวเชื่อมต่อ (ป่าธรรมชาติ) มากน้อยเพียงใด และการวิเคราะห์สังคมพืชและลักษณะของสังคม โดยการประเมินค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ในสังคม (Important Value Index, IVI)

8. การสำรวจสัตว์ป่า

เดินสำรวจตามเส้นทางถนน หรือเส้นทางเดินหาของป่าให้กระจายทั่วทั้งพื้นที่ ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่กว้าง มีป่าน้อยชนิด และเป็นพื้นที่ป่าโปร่ง หรือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสัตว์ที่ต้องการศึกษาค้นคว้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกชุมของสัตว์ป่าหรือมีจำนวนเท่าไร (Abundance) ทำการจับพิกัดตำแหน่งที่พบร่องรอยสัตว์ป่า โดยใช้เครื่อง GPS โดยสังเกตร่องรอยดิน รอยกองมูล ที่นอน รอยกัดกินพืชอาหาร และการพบเห็นตัวโดยตรง รวมทั้งจับพิกัดปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เพิ่มเติม เช่น ตำแหน่งแอ่งน้ำ ตำแหน่งที่พบการล่าสัตว์ ไปง เป็นต้น

สถานที่ศึกษา

ความเป็นมา

ชื่อป่าตะวันออกอาจเป็นชื่อที่ยังไม่ค่อยมีคนรู้จักกันมากนักเพราะที่จริงแล้ว ชื่อป่าตะวันออกเกิดจากการรวมเอาพื้นที่ป่า 5 แห่งคือ (1) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน (ป่ารอยต่อ 5 จังหวัด) พื้นที่ 643,750 ไร่ (2) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว มีพื้นที่ 640,675 ไร่ (3) อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวงมีพื้นที่ 52,300 ไร่ (4) อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ มีพื้นที่ 36,687 ไร่ และ (5) พื้นที่ป่าสงวนที่ยังคงสภาพอยู่โดยรอบอีกประมาณ 100,000 ไร่ รวมพื้นที่ป่าที่เรียกว่า “ป่าตะวันออก” ทั้งสิ้น 1,470,000 ไร่ ด้วยเพราะว่าการจะอนุรักษ์ป่าไม้สัตว์ป่าให้ยั่งยืนนั้น จะต้องรักษาพื้นที่ให้มีขนาดติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ที่สุดเพื่อความมั่นคงของระบบนิเวศ การแบ่งย่อยพื้นที่ป่าเป็นส่วนเล็กส่วนน้อย จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อป่าและสัตว์ป่า จึงทำให้องค์กรเช่น ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชน ภาคพื้นเอเชียแปซิฟิก, มูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทย, มูลนิธิสืบนาคะเสถียร, ศูนย์วิจัยสัตว์ป่าละเมาะเชิงเทรา กรมป่าไม้ และคณะกรรมการประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ฯลฯ มาประชุมกันเพื่อที่จะรักษาพื้นที่ป่าแห่งนี้และเพื่อไม่เป็นที่สับสนจึงได้ตั้งชื่อป่าแห่งนี้ขึ้น ใหม่ว่า "ป่าตะวันออก" เมื่อปี พ.ศ. 2537

ในที่นี้ได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลตามรูปที่ปรากฏในภาพที่ 10

ที่ตั้งและอาณาเขต

ทิศเหนือ อยู่ในท้องที่อำเภอท่าตะเกียบ อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา และอำเภอรังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ทิศตะวันออก อยู่ในท้องที่อำเภอเขาสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ทิศตะวันตก อยู่ในท้องที่อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี

ทิศใต้ อยู่ในท้องที่อำเภอแกลง จังหวัดระยอง อำเภอแก่งหางแมว และอำเภอเขาฉวาง จังหวัดจันทบุรี

สังคมพืช

ป่าตะวันออก เป็นป่าซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในเขตภูมิศาสตร์ (Plant geographical distribution) 2 เขต ขึ้นผสมอยู่ในพื้นที่ คือ เขตภูมิพฤกษอันนัมมาติก (Annamitic element) หรืออินโดไชนีส (Indo-Chinese element) ซึ่งนับว่าเป็นพื้นที่ซึ่งมีภูมิพฤกษอันนัมมาติก ที่โดดเด่นที่สุดของประเทศ นอกจากนี้ยังมี สภาพภูมิพฤกษแบบอินโดมาเลเซียน (Indo-malaysian element) เข้ามาปะปนอยู่ด้วย เพราะอยู่ในเขต ที่มีลมมรสุมพัดผ่านประจำทุกปี ทำให้ภาคตะวันออกเฉียงใต้มีฝนตกใกล้เคียงกับภาคใต้ อธิบายง่ายๆ ก็คือ ป่าตะวันออกเป็นพื้นที่ที่สามารถพบสังคมพืชได้ทั้ง 3 แบบคือป่าทางภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เขตภูมิพฤกษอันนัมมาติก) และภาคใต้ (เขตอินโดมาเลเซียน) จึงทำให้พบความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์มีมากเป็นพิเศษ สังคมพืชของป่าตะวันออกส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง และมีที่ราบทางตอนบนของพื้นที่ ซึ่งมีความสูงประมาณ 30- 150 ม.รทก. (ระดับทะเลปานกลาง) มีพื้นที่ประมาณ 6 แสนกว่าไร่คือ บริเวณที่เรียกว่า "ป่าลุ่มต่ำ" ซึ่งถือว่าเป็นจุดสำคัญของป่าตะวันออก เพราะป่าลุ่มต่ำที่อื่น ส่วนใหญ่กลายเป็นพื้นที่เพื่อเกษตรกรรม ที่อยู่อาศัยหรือไม่ก็ถูกน้ำท่วมจากการสร้างเขื่อนไปหมดแล้ว ป่าลุ่มต่ำแห่งนี้จึงเรียกได้ว่าเป็นผืนสุดท้ายของประเทศไทย

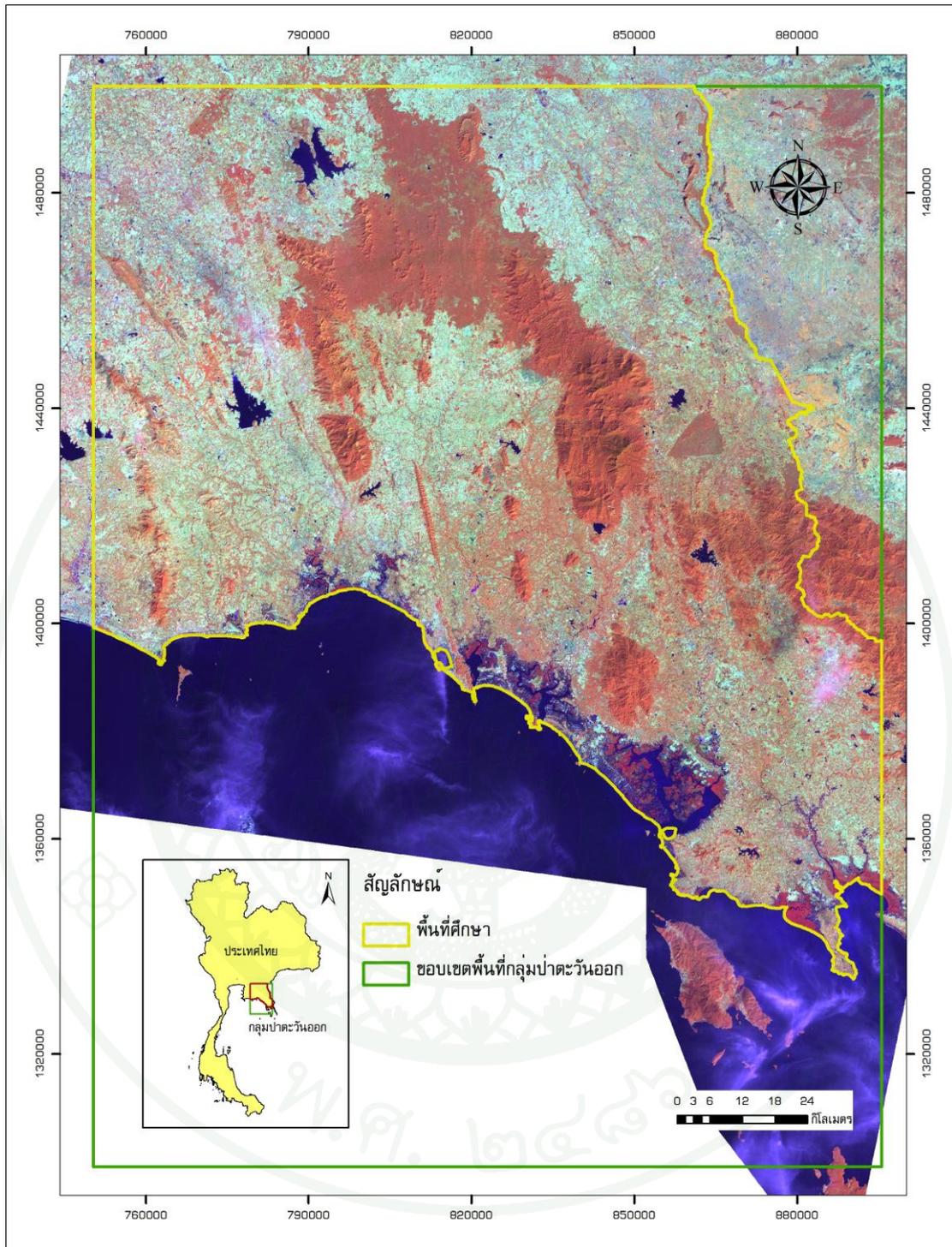
ในป่าลุ่มต่ำนี้จะพบไม้เด่นคือ ไม้ตะแบกใหญ่ซึ่งพบที่นี้มากที่สุดในประเทศ เพราะไม้ตะแบกเป็นไม้ที่มีโพรง จึงรอดพ้นจากการถูกตัดเป็นซุง นอกจากนี้ยังมีไม้มะค่าโมง กระบก ประดู่ ยางนา สมพง เร่วและพรรณไม้ประเภทवान เช่น ว่านเพชรหึง ซึ่งเป็นว่านที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก และไม้ผลอีกนานาชนิด เช่น ระกำป่า ลิ้นจี่ป่า สีระมัน มังคุดป่า ลำไยป่า มะไฟ และกระท้อน ซึ่งก็นับได้อีกว่าป่าแห่งนี้เป็นป่าที่มีผลไม้มากที่สุดแห่งหนึ่ง ส่วนตอนล่างของพื้นที่ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว และ อุทยานเขาคิซฌฌูเกือบทั้งหมดมีสภาพเป็นภูเขาสูงชัน สลับซับซ้อน ป่าทางตอนล่างนี้ส่วนใหญ่เป็นป่าดงดิบชื้นมีไม้เด่น เช่น ตะเคียนทอง มะค่าโมง นอกจากนี้ยังพบสภาพป่าเต็งรังเป็นหย่อมขนาดเล็ก และป่าเบญจพรรณแทรกปะปนอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ตามพื้นที่ซึ่งเคยเป็นบริเวณที่อยู่อาศัยของราษฎรในเขตผืนป่าตะวันออก จะพบสภาพพื้นที่ที่เป็น ไร่ร้าง ทุ่งหญ้า และป่ารุ่น (Secondary forest) ซึ่งเป็นสภาพป่าทดแทน (ป่ากำลังฟื้นตัว) ที่พบหลังจากพื้นที่ป่าซึ่งเคยถูกทำลาย กำลังจะคืนสภาพกลับมา ซึ่งเป็นระบบนิเวศหนึ่งของป่าที่สำคัญมาก

สังคมสัตว์

จากการสำรวจเบื้องต้นของสถานีวิจัยสัตว์ป่าชะเชิงเทรา, ข้อมูลพื้นฐานของแผนแม่บทการจัดการพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขาสอยดาว, ข้อมูลพื้นฐานแผนแม่บทการจัดการเขตรักษา

พันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน และแผนแม่บทการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง และอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ พบว่าในพื้นที่แห่งนี้มีนกอย่างน้อย 290 ชนิด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 122 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 90 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 29 ชนิด และปลาน้ำจืดอย่างน้อย 47 ชนิด และหากมีการสำรวจเพิ่มเติมอย่างละเอียดคาดว่าจะอาจพบชนิดของสัตว์ป่ามากขึ้น

สัตว์ป่าชนิดที่สำคัญที่มีการพบในพื้นที่ได้แก่ ช้างป่า กระทิง วัวแดง เลียงผา เนื้อทราย กวางป่า เก้ง ชะนิมังกูฏ ไก่ฟ้าพญาลอ ไก่ฟ้าหลังขาว นกกระสาคอขาว นกตะกรุม นกขุนทอง กิ้งก่า ยักษ์หรือตะกอง จระเข้ น้ำจืด และกบอกหนาม เป็นต้น โดยเฉพาะนกขุนทองและไก่ฟ้าพญาลอพบมากที่สุดในพื้นที่แห่งนี้ และคาดว่าในพื้นที่แห่งนี้น่าจะยังคงมี แรดสุมาตราหรือกระซู่ ซึ่งเป็นสัตว์ป่าสงวนและมีสถานภาพที่ใกล้สูญพันธุ์ ในพื้นที่ป่าดงดิบชื้นของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวอีกด้วย สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เช่น กบอกหนาม มีการพบเฉพาะที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวเพียงแห่งเดียวในโลก ส่วนจระเข้ น้ำจืดนอกจากที่พบในพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไนแล้ว คาดว่าจะพบในพื้นที่อนุรักษ์ของไทยอีกเพียง 2-3 แห่งเท่านั้นและแต่ละแห่งล้วนตกอยู่ในสถานภาพที่ใกล้สูญพันธุ์อีกด้วย และจากการสำรวจปูป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน ของคณะอาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบปูชนิดใหม่ของโลก 2 ชนิด (New species) อยู่ในสกุล Thaipotamon และในสกุล Ppottamon และมีความเชื่อว่าในป่าตะวันออกนี้ หากมีการสำรวจอย่างละเอียดคาดว่าจะสามารถพบสัตว์ป่าชนิดใหม่ของโลกอีกหลายชนิดแน่นอน โดยเฉพาะสัตว์ขนาดเล็ก



ภาพที่ 10 พื้นที่ศึกษา

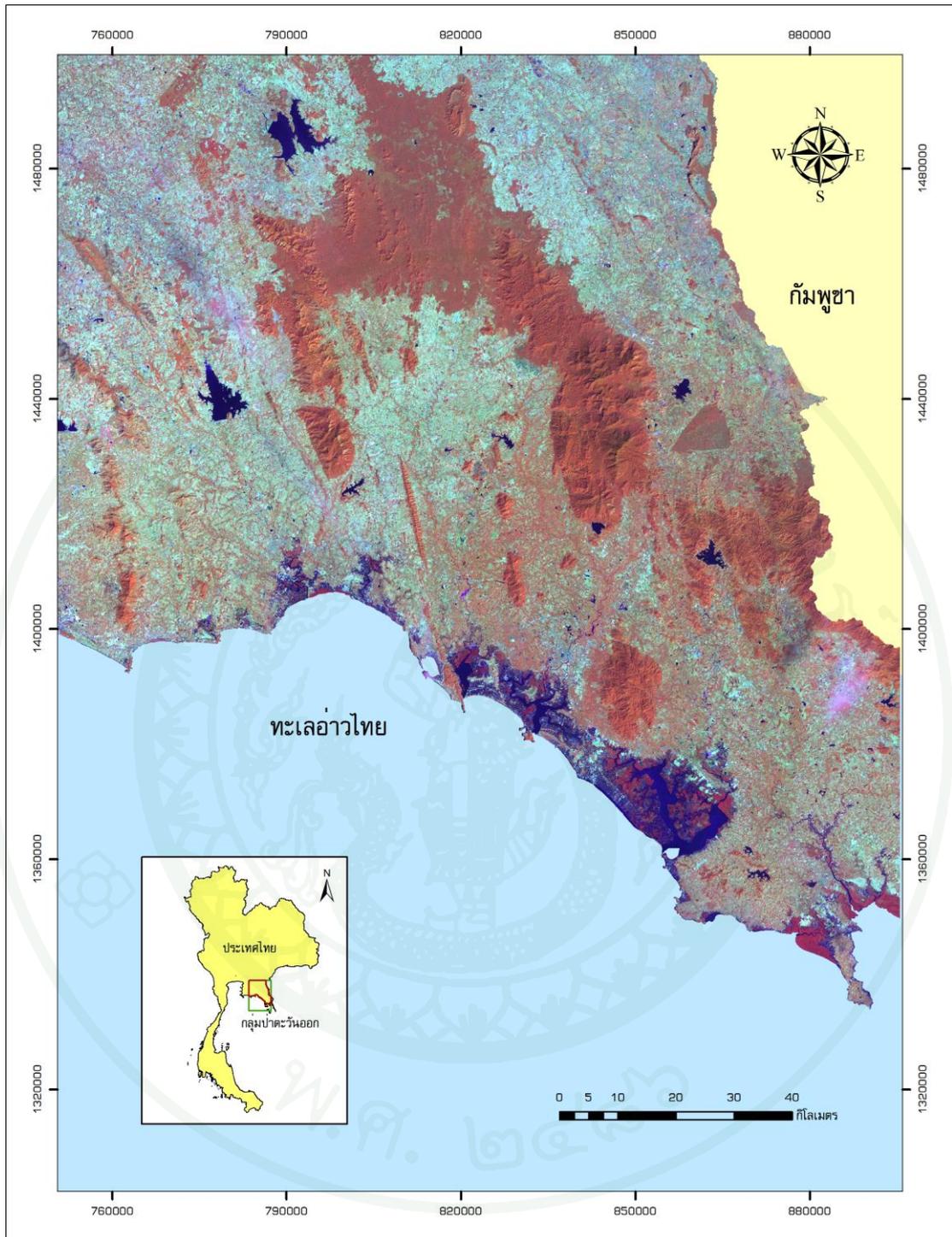
ผลและวิจารณ์

1. การจัดการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

1.1 การปรับแก้ความผิดพลาดเรขาคณิต (Geometric Correction)

การศึกษานี้เลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ศึกษาจำนวน 2 ภาพ ทำการบันทึกเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2552 ทำการปรับแก้ความผิดพลาดเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งสาเหตุเกิดจากการบิดเบือนของตำแหน่งในภาพ อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของการโคจร ลักษณะของการวางตัวของดาวเทียมขณะทำการบันทึกข้อมูล การหมุนรอบตัวเองของโลก ความโค้งตัวของเปลือกโลก และความเร็วของดาวเทียม ลักษณะเฉพาะตัวของพื้นที่ที่การตรวจวัด เป็นต้น การแก้ไขค่าความผิดพลาดเรขาคณิตดังกล่าว ทำโดยการใช้แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารลำดับชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 เป็นข้อมูลอ้างอิงพิกัดบนพื้นโลกโดยกำหนดตำแหน่งพิกัดของจุดภาพให้เข้ากับระบบพิกัดยูทีเอ็มของแผนที่ภูมิประเทศ และเลือกจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point) ที่มีลักษณะเด่นทั้งในแผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม เช่น จุดตัดถนน จุดตัดลำน้ำ เป็นต้น รวม 29 และ 7 จุด ตามลำดับ (รายละเอียดดังตารางผนวกที่ 1 และ 2) โดยใช้สมการปรับแก้ข้อมูลภาพแบบโพลีโนเมียลดีกรี 2

สมการที่เหมาะสมให้ค่าผิดพลาดในการปรับแก้ภาพทั้งสองคิดเป็นค่า RMSE (Root Mean Square Error) เท่ากับ 0.6617 และ 0.4750 จุดภาพ และให้ค่าจุดภาพใหม่แบบใช้ค่าของจุดภาพเดิมที่มีตำแหน่งจุดกึ่งกลางอยู่ใกล้เคียงตำแหน่งของจุดภาพใหม่มากที่สุด (Nearest Neighbor) โดยอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยระบบ UTM ที่มีหน่วยเป็นเมตร และกำหนดขนาดจุดภาพใหม่เป็น 30×30 เมตร แล้วทำการเชื่อมต่อภาพถ่ายดาวเทียมทั้งสองเข้าด้วยกัน และตัดภาพถ่ายดาวเทียมเฉพาะพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 11 ภาพถ่ายจากดาวเทียมสีผสมแบนด์ 4 (แดง) 5 (เขียว) 3 (น้ำเงิน) ภายหลังจากได้รับการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตและเชื่อมต่อให้เป็นภาพเดียวกันและตัดขนาดให้ครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ศึกษา

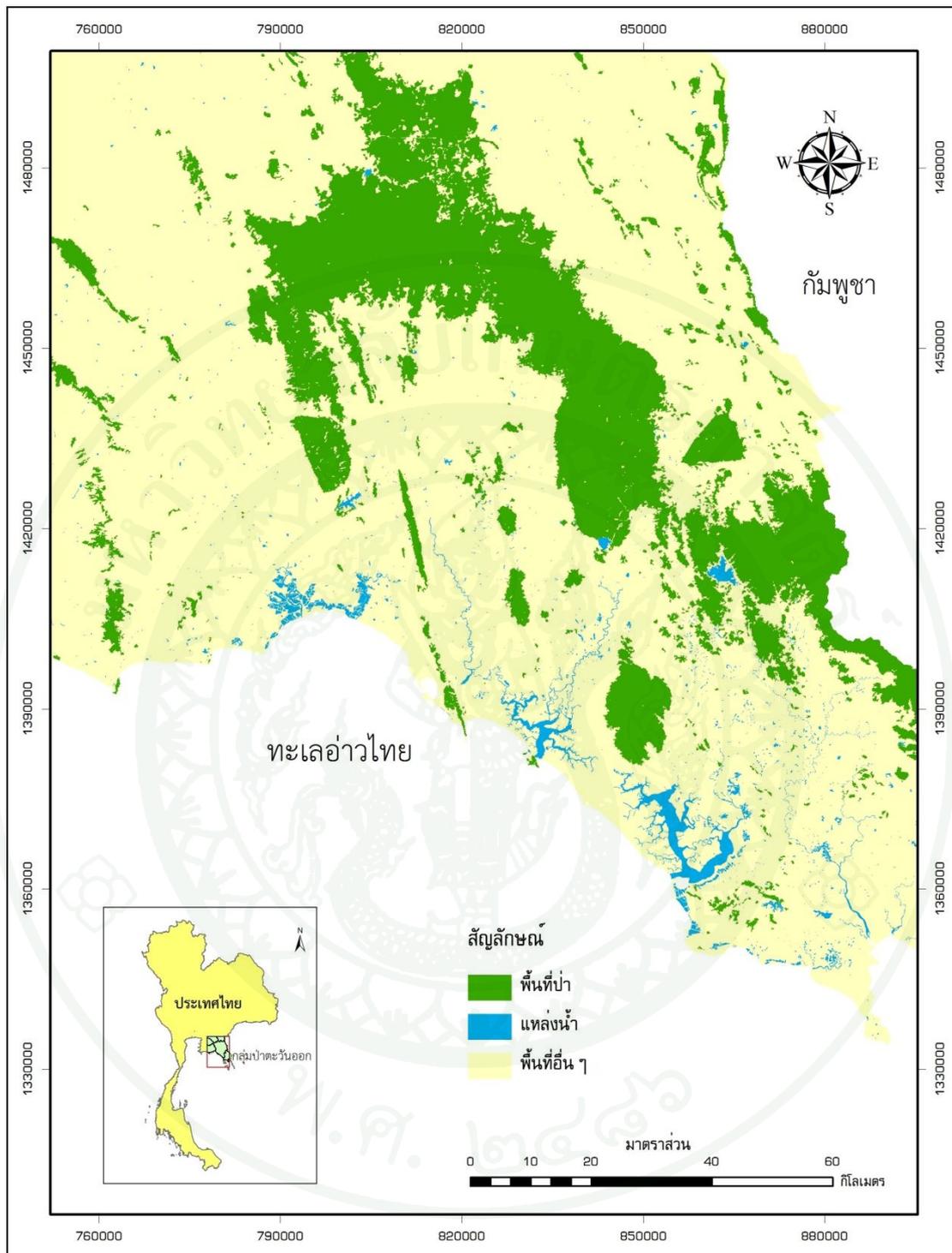
1.2 การจำแนกข้อมูลภาพ (Image Classification)

การจำแนกข้อมูลภาพในการศึกษาครั้งนี้ใช้การจัดจำแนกแบบวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพ เป็นวิธีหลักในการจำแนก โดยใช้คุณลักษณะของตัววัตถุภาพ (Object Feature) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดภาพภายในวัตถุภาพร่วมกับการสร้างข้อมูลดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) และใช้วิธีการจำแนกเชิงพื้นที่ด้วยสายตาเป็นวิธีการเสริม เพื่อให้ได้ความถูกต้องของการจำแนกมากที่สุด ในพื้นที่บริเวณที่ทำการศึกษา กำหนดชนิดของพื้นที่ที่จะเป็นตัวแทน 3 ชนิด ได้แก่ พื้นที่ป่า พื้นที่อื่นๆ และแหล่งน้ำ

ในการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ได้ทำการตัดพื้นที่บริเวณที่ทำการจำแนกดังกล่าวครอบคลุมพื้นที่บริเวณกลุ่มป่าตะวันออกมีพื้นที่ 29,145.17 ตารางกิโลเมตร หรือ 18,215,729.83 ไร่ ส่วนพื้นที่ศึกษาพิจารณาส่วนของแผ่นดินมีพื้นที่ 15,203.80 ตารางกิโลเมตร หรือ 9,502,375.30 ไร่ โดยทำการจำแนกพื้นที่ศึกษาทั้งหมด สามารถจำแนกได้เป็น ป่าบกมีพื้นที่ 3,276.13 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,047,582.82 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 21.55 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่ 11,665.55 ตารางกิโลเมตร หรือ 7,290,965.18 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 76.73 ของพื้นที่ศึกษา และแหล่งน้ำ มีพื้นที่ 262.12 ตารางกิโลเมตร หรือ 163,827.30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.72 ของพื้นที่ศึกษา รายละเอียดในการจำแนกแสดงดังตารางที่ 8 และภาพที่ 12

ตารางที่ 8 การจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพ (Object based image classification) และผ่านกระบวนการปรับปรุงภายหลังการจำแนก

ประเภท การใช้ที่ดิน	เนื้อที่		
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่อื่นๆ	11,665.55	7,290,965.18	76.73
ป่าบก	3,276.13	2,047,582.82	21.55
แหล่งน้ำ	262.12	163,827.30	1.72
รวม	15,203.80	9,502,375.30	100.00



ภาพที่ 12 ผลการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพและผ่านกระบวนการปรับปรุงภายหลังการจำแนก

2. การวิเคราะห์หย่อมป่า

ผลการวิเคราะห์หย่อมป่าโดยอาศัยหลักการของศาสตร์ทางด้านนิเวศภูมิทัศน์ (Landscape Ecology) โดยกำหนดให้ขอบเขตพื้นที่ เพื่อการวิเคราะห์เป็นไปตามเขตครอบคลุมกลุ่มป่า โดยถือว่าเป็นภูมิทัศน์ที่น่าสนใจ (Landscape) และให้ความสนใจของลักษณะการเกิดหย่อมป่าหรือแตกผืน (Fragmentation) ของป่าทุกชนิดที่ปรากฏในกลุ่มป่า วิเคราะห์หาพารามิเตอร์ที่แสดงลักษณะเชิงพื้นที่ของผืนป่า ด้วยโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยประยุกต์หลักการสถิติเชิงพื้นที่ตามอัลกอริทึม Patch analysis ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์หย่อมป่า

ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของหย่อมป่า	คำย่อ	ค่าดัชนี
Area of the Complex	พื้นที่ครอบคลุม	29,145.17 ตร.กม.
Revent of Land	สัดส่วนแผ่นดิน	52.17
Class Area	เนื้อที่ป่า	CA 3,276.13 ตร.กม.
Number of Patch	จำนวนหย่อมป่า	NumP 652
Mean Patch Size	ค่าเฉลี่ยของขนาดผืนป่าหรือหย่อมป่า	MPS 504.59 ตร.กม.
Patch Size Standard Deviation	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	PSSD 7,869.11 ตร.กม.
Total Edge	เส้นรอบของผืนป่า	TE 6,733,144.03 กม.
Mean Shape Index	ดัชนีรูปทรง	MSI 1.92
Total Core Area	ใจกลางผืนป่า	TCA 1,295.41 ตร.กม.

ขนาดพื้นที่ครอบคลุมของกลุ่มป่า พิจารณาในลักษณะขอบเขตรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจากอาณาบริเวณสุดด้านทิศตะวันออกถึงสุดด้านทิศตะวันตก และสุดด้านทิศเหนือถึงสุดด้านทิศใต้ พบว่า กลุ่มป่ามีพื้นที่ครอบคลุม 29,145.17 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ศึกษา 15,203.80 ตารางกิโลเมตร หรือ 9,502,375.30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52.17 ของพื้นที่กลุ่มป่า และมีสัดส่วนเนื้อที่ของระบบนิเวศป่าไม้ร้อยละ 22.15 ของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีเนื้อที่ป่า (Area of the Complex: CA) เท่ากับ 3,276.13 ตารางกิโลเมตร เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Patch Size Standard Deviation: PSSD) เท่ากับ 7,869.11 ตารางกิโลเมตร จะพบว่า มีค่าสูงตามไปด้วย ซึ่งตีความได้ว่ากลุ่มป่ามีหย่อมป่าที่มีขนาดเนื้อที่แตกต่างกันเป็นช่วงกว้างพอสมควร แต่ก็ยังเป็นขนาดเนื้อที่ผืนที่ค่อนข้างใหญ่ ขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่เล็กที่สุดมีพื้นที่ 0.0068 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4.4 ไร่ และขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุดมีพื้นที่ 1,949.85 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,218,636.84 ไร่

จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของขนาดผืนป่าหรือหย่อมป่า (Mean Patch Size: MPS) เท่ากับ 504.59 ถือว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่า ภายในกลุ่มป่ามีการแตกส่วนของระบบนิเวศป่าเป็นหย่อมป่าจำนวนมาก หรือเป็นกลุ่มป่าที่มีขนาดผืนป่าเล็ก และจำนวนหย่อมป่า (Number of Patch: NumP) มีถึง 652 หย่อม ซึ่งสัมพันธ์กับค่าเส้นรอบของผืนป่า (Total Edge: TE) เท่ากับ 6,733,144.03 กม. ซึ่งมีค่ามาก แสดงว่าระบบนิเวศป่าไม่มีการแตกส่วนของผืนป่าออกเป็นส่วนๆ (Fragmentation) มากซึ่งหมายถึงระบบนิเวศขาดความต่อเนื่อง

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีรูปทรง (Mean Shape Index) ของหย่อมป่าที่ปรากฏ ซึ่งถ้าค่า MSI เข้าใกล้หนึ่งแสดงว่าหย่อมป่าที่ปรากฏในกลุ่มป่า มีรูปทรงค่อนข้างเป็นวงกลม โดยพื้นที่ศึกษามีค่าดัชนีรูปทรง 1.92 แสดงว่ามีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ

ใจกลางผืนป่าของพื้นที่ศึกษามีเนื้อที่ 1,295.41 ตารางกิโลเมตรซึ่งใจกลางป่าจะเกิดขึ้นจากผืนป่าที่มีขนาดใหญ่พอสมควรที่ให้ระยะห่างจากขอบป่า (ส่วนที่แบ่งแยกระบบนิเวศระหว่างป่ากับพื้นที่อื่น) เข้าไปในผืนป่านั้นเกินระยะที่กำหนดจนเกิดเป็นใจกลางป่าผืนป่าที่สัน โดย การสร้างแนวเชื่อมต่อป่าจะช่วยเหลือสัตว์ป่าที่อยู่ในพื้นที่กลุ่มป่าที่มีพื้นที่ใจกลางผืนป่าที่เล็กได้

3. การศึกษาหาแนวเชื่อมต่อทางนิเวศ (Ecological corridor)

การวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อทางนิเวศมีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมโยงผืนป่าที่ยังคงมีสภาพต่อการทำหน้าที่ทางนิเวศ เช่น การเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร หรือเป็นแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพ ฯลฯ เข้าด้วยกัน ทั้งเพื่อเสริมสร้างให้การทำหน้าที่เหล่านั้นเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยให้ความสำคัญกับการเชื่อมต่อผืนป่าเข้าด้วยกัน โดยไม่ได้คำนึงถึงการใช้ประโยชน์ของสัตว์ป่าที่เป็น key species แต่อย่างใด โดยการศึกษาเน้นการหาแนวเชื่อมต่อผืนป่าใน 2 เป้าหมาย คือ

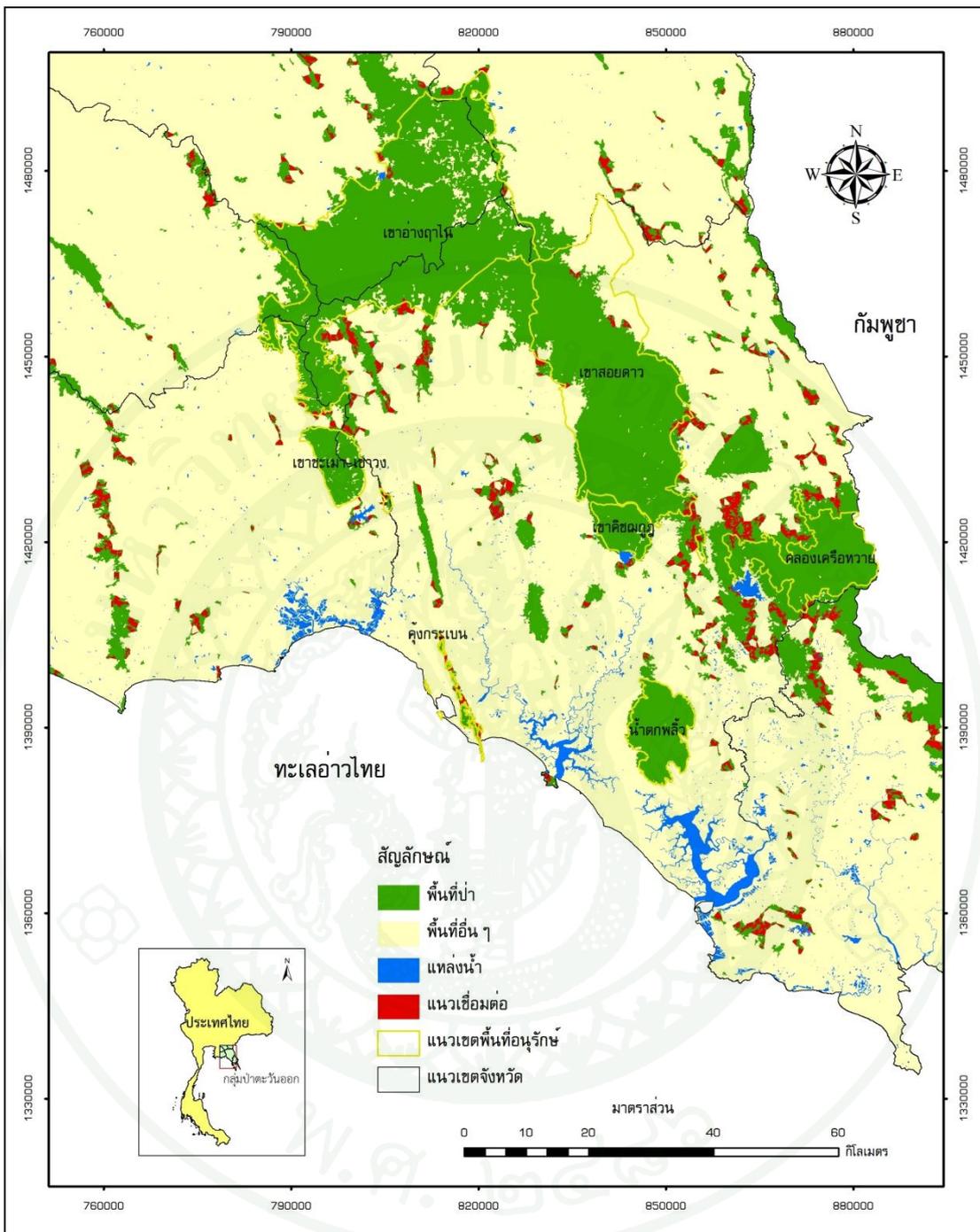
การเชื่อมต่อพื้นที่ป่า และการเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง ซึ่งผลการศึกษาของทั้งสองเป้าหมายจะนำไปสู่แนวทางการจัดการป่าไม้และข้อเสนอแนะต่อไป

3.1 การหาแนวเชื่อมต่อพื้นที่ป่า

ผลจากการพิจารณาการเชื่อมต่อพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของขอบเขตพื้นที่ (polygon) ที่มีขอบเขตที่อยู่ใกล้ในระยะทางที่กำหนด ด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ตามขั้นตอนที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3 ในส่วนวิธีการ ซึ่งได้กำหนดระยะทางที่จะเกิดเป็นแนวเชื่อมต่อที่มีขนาดความยาวที่เป็นระยะห่างระหว่างผืนป่าสองผืนต่างระยะกัน ได้แก่ 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1,000 เมตร ผลปรากฏว่าได้จำนวนของแนวเชื่อมต่อทางนิเวศที่เป็นไปได้และขนาดพื้นที่ครอบคลุมดังแสดงในตารางที่ 10 โดยมีลักษณะของแนวเชื่อมต่อกระจายในพื้นที่ศึกษาดังภาพที่ 13

ตารางที่ 10 จำนวนแนวเชื่อมต่อทางนิเวศ

ระยะแนวเชื่อมต่อ (เมตร)	จำนวน	เนื้อที่ (ตารางกิโลเมตร)
100	158	29.75
200	276	12.00
300	339	35.01
400	355	64.42
500	345	96.63
600	336	130.69
700	329	179.38
800	319	222.71
900	312	265.84
1,000	307	308.61
รวม	3,076	1,317.15



ภาพที่ 13 การกระจายแนวเชื่อมต่อผืนป่าในพื้นที่ศึกษาที่เป็นไปได้

3.2 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์หย่อมป่า

ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์หย่อมป่าระหว่างผืนป่าสภาพจริงกับผืนป่าหากมีการเชื่อมต่อกันได้ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบวิเคราะห์หย่อมป่าระหว่างป่าสภาพจริงกับป่าหากมีการเชื่อมต่อ

ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของหย่อมป่า	ค่าดัชนี	ค่าดัชนี	
		สภาพจริง	หากมีการเชื่อมต่อ
Class Area (CA)	เนื้อที่ป่า	3,276.13 ตร.กม.	3,598.55 ตร.กม.
Number of Patch (NumP)	จำนวนหย่อมป่า	652	178
Mean Patch Size (MPS)	ค่าเฉลี่ยของขนาดผืนป่าหรือหย่อมป่า	504.59 ตร.กม.	2,021.66 ตร.กม.
Patch Size Standard Deviation (PSSD)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7,869.11	2,120.06
Total Edge (TE)	เส้นรอบของผืนป่า	6,733,144.03 กม.	5,525,423.88 กม.
Mean Shape Index (MSI)	ดัชนีรูปทรง	1.92	2.11
Total Core Area (TCA)	ใจกลางผืนป่า	1,295.41 ตร.กม.	1,363.24 ตร.กม.

จากการวิเคราะห์หย่อมป่าระหว่างผืนป่าสภาพจริงกับผืนป่าหากมีการเชื่อมต่อกันได้ พบว่าพื้นที่ศึกษามีเนื้อที่ป่าเพิ่มขึ้นจาก 3,276.13 ตารางกิโลเมตร เป็น 3,598.55 ตารางกิโลเมตร มีผลให้ใจกลางผืนป่ามีเนื้อที่เพิ่มขึ้นจาก 1,295.41 เป็น 1,363.24 ตารางกิโลเมตร ตามขนาดของผืนป่าหากมีการเชื่อมต่อกันได้ที่เพิ่มขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าลดลง ซึ่งตีความได้ว่ากลุ่มป่ามีหย่อมป่าที่มีขนาดเนื้อที่แตกต่างกันเป็นช่วงกว้างลดลงจากเดิมพอสมควร ขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่เล็กที่สุดมีพื้นที่ 0.0068 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4.4 ไร่ และขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุดมีพื้นที่ 2,835.47 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,772,772.80 ไร่

จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของขนาดผืนป่าหรือหย่อมป่าเท่ากับ 2,021.66 มีค่าสูงขึ้นจากเดิมมาก แสดงให้เห็นว่า ภายในกลุ่มป่ามีการแตกส่วนของระบบนิเวศป่าเป็นหย่อมป่าหรือเป็นกลุ่มป่าที่มีขนาดผืนป่าลดลง และจำนวนหย่อมป่า 178 หย่อม ซึ่งสัมพันธ์กับค่าเส้นรอบวงของผืนป่าเท่ากับ 5,525,423.88 กม. ซึ่งทั้งสองค่าลดลงจากเดิม แสดงว่าระบบนิเวศป่าไม่มีการแตกส่วนของผืนป่าออกเป็นส่วนๆ (Fragmentation) ลดลง หรือมีผืนป่าที่ขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งหมายถึงระบบนิเวศเริ่มมีความต่อเนื่องเกิดขึ้น

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีรูปทรงของหย่อมป่าที่ปรากฏ ซึ่งถ้าค่า MSI เข้าใกล้หนึ่งแสดงว่าหย่อมป่าที่ปรากฏในกลุ่มป่า มีรูปทรงค่อนข้างเป็นวงกลม โดยผืนป่าหากมีการเชื่อมต่อกันได้มีค่า ดัชนีรูปทรงเท่ากับ 2.11 แสดงว่ายังมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอเช่นเดิม เพราะการเชื่อมต่อผืนป่าในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้เน้นให้รูปทรงของผืนป่าหรือหย่อมป่ามีลักษณะเป็นวงกลม

3.3 การคำนวณหาค่าน้ำหนักปัจจัย

ผลการวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อ ทำให้เกิดแนวเชื่อมต่อที่เป็นไปได้หลายแนวเชื่อมต่อ ทั้งแนวเชื่อมต่อที่มีระยะทางใกล้ๆ 100 เมตร ไปจนถึงแนวเชื่อมต่อที่มีระยะทาง 1,000 เมตร ซึ่งไม่ได้หมายความว่าแนวเชื่อมต่อที่มีระยะทางใกล้จะเป็นแนวเชื่อมต่อที่มีความเหมาะสม ทั้งนี้อาจเป็นพื้นที่ที่มีหมู่บ้านตั้งอยู่ มีถนนตัดผ่าน ดังนั้นต้องพิจารณาเกณฑ์ (criteria) ในการตัดสินใจอื่นๆ ประกอบในการเลือกแนวเชื่อมต่อ ในเบื้องต้นกำหนดไว้ 6 ปัจจัย ดังนี้ 1) ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ 2) สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ 3) ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ 4) ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ 5) ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ 6) ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมแต่ละขั้นตอนการคำนวณแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การสร้างตารางเมตริกระหว่างตัวแปร ปัจจัยต่างๆ ถูกลำมาหาค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของแต่ละคู่ความสัมพันธ์ของปัจจัย

ตารางที่ 12 ตารางแสดงคะแนนเปรียบเทียบประเภทของปัจจัยเป็นคู่ 6 เกณฑ์ปัจจัย

ปัจจัย	ขนาดพื้นที่ ผืนป่าเมื่อมี การเชื่อมต่อ	สถานภาพทาง กฎหมายของ พื้นที่บริเวณ แนวเชื่อมต่อ	ความยาวของ ถนนที่ปรากฏ ในแนว เชื่อมต่อ	ขนาดพื้นที่ ของแนว เชื่อมต่อ	ระยะทาง ของแนว เชื่อมต่อ	ความยาวลำ น้ำที่ปรากฏ ในแนว เชื่อมต่อ
ขนาดพื้นที่ผืน ป่าเมื่อมีการ เชื่อมต่อ	1	3	3	3	5	5
สถานภาพทาง กฎหมายของ พื้นที่บริเวณ แนวเชื่อมต่อ	1/3	1	1	5	5	5
ความยาวของ ถนนที่ปรากฏ ในแนวเชื่อมต่อ	1/3	1	1	3	3	3
ขนาดพื้นที่ของ แนวเชื่อมต่อ	1/3	1/5	1/3	1	1	1
ระยะทางของ แนวเชื่อมต่อ	1/5	1/5	1/3	1	1	1
ความยาวลำน้ำที่ ปรากฏในแนว เชื่อมต่อ	1/5	1/5	1/3	1	1	1
รวม	2.399	5.600	5.999	14.000	16.000	16.000

2) สร้างตารางคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย (Normalized Pairwise Comparison Matrix) หรือ Eigenvector ของเมตริก

ตารางที่ 13 ตารางเมตริกของค่าเฉลี่ย 6 เกณฑ์ปัจจัย

ปัจจัย	ขนาดพื้นที่ ผืนป่าเมื่อมี การเชื่อมต่อ	สถานภาพทาง กฎหมายของ พื้นที่บริเวณ แนวเชื่อมต่อ	ความยาวของ ถนนที่ปรากฏ ในแนว เชื่อมต่อ	ขนาดพื้นที่ ของแนว เชื่อมต่อ	ระยะทาง ของแนว เชื่อมต่อ	ความยาวลำ น้ำที่ปรากฏ ในแนว เชื่อมต่อ
ขนาดพื้นที่ผืน ป่าเมื่อมีการ เชื่อมต่อ	0.417	0.536	0.500	0.214	0.313	0.313
สถานภาพทาง กฎหมายของ พื้นที่บริเวณแนว เชื่อมต่อ	0.139	0.179	0.167	0.357	0.313	0.313
ความยาวของ ถนนที่ปรากฏ ในแนวเชื่อมต่อ	0.139	0.179	0.167	0.214	0.188	0.188
ขนาดพื้นที่ของ แนวเชื่อมต่อ	0.139	0.036	0.056	0.071	0.063	0.063
ระยะทางของ แนวเชื่อมต่อ	0.083	0.036	0.056	0.071	0.063	0.063
ความยาวลำน้ำที่ ปรากฏในแนว เชื่อมต่อ	0.083	0.036	0.056	0.071	0.063	0.063

3) คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ปัจจัย

โดยหาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวอาหารด้วยจำนวนเกณฑ์ปัจจัย

ขนาดพื้นที่สีนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ

$$= (0.417+0.536+0.500+0.214+0.313+0.313)/6 = 0.382$$

สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.139+0.179+0.167+0.357+0.313+0.313)/6 = 0.244$$

ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.139+0.179+0.167+0.214+0.188+0.188)/6 = 0.179$$

ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.139+0.036+0.056+0.071+0.063+0.063)/6 = 0.071$$

ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.083+0.036+0.056+0.071+0.063+0.063)/6 = 0.062$$

ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.083+0.036+0.056+0.071+0.063+0.063)/6 = 0.062$$

4) การคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) คำนวณ โดยคูณตัวเลขแต่ละตัวในคอลัมน์แรกของตารางการให้คะแนนเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ตัวค่าลำดับความสำคัญตัวแรก คูณคอลัมน์สองด้วยค่าลำดับความสำคัญตัวที่สองไปเรื่อยๆ จนครบ แล้วนำผลคูณดังกล่าวมาบวกกันในแถวเดียวกัน แล้วหารผลลัพธ์แต่ละตัวที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วด้วยค่าลำดับความสำคัญ ณ ตำแหน่งเดียวกันของเมตริก

$$1(0.382)+3(0.244)+3(0.179)+3(0.071)+5(0.062)+5(0.062)/0.382 = 2.984$$

$$1/3(0.382)+1(0.244)+1(0.179)+5(0.071)+5(0.062)+5(0.062)/0.244 = 2.480$$

$$1/3(0.382)+1(0.244)+1(0.179)+3(0.071)+3(0.062)+3(0.062)/0.179 = 1.986$$

$$1/3(0.382)+1/5(0.244)+1/3(0.179)+1(0.071)+1(0.062)+1(0.062)/0.071 = 1.239$$

$$1/5(0.382)+1/5(0.244)+1/3(0.179)+1(0.071)+1(0.062)+1(0.062)/0.062 = 1.318$$

$$1/5(0.382)+1/5(0.244)+1/3(0.179)+1(0.071)+1(0.062)+1(0.062)/0.062 = 1.318$$

5) คำนวณค่าเฉลี่ยของผลหารในข้อ 3) เป็นค่า λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = (2.984+2.480+1.986+1.239+1.318+1.318)/6 = 1.887$$

6) คำนวณค่า Consistency Index (C.I.)

$$C.I. = (1.887-6)/(6-1) = 0.823$$

7) คำนวณค่า Consistency Ratio (C.R.) โดยใช้สูตร

$$C.R. = C.I. / R.I.$$

โดยค่า Random Index (R.I.) ของการเกิดเมตริกเปรียบเทียบเป็นคู่มี่ค่าเท่ากับ 1.24

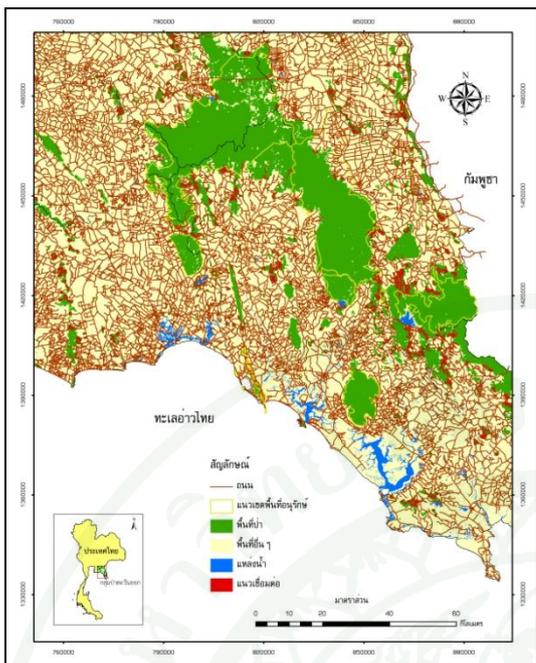
$$= (-0.823)/(1.24) = -0.663$$

จากการตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อมูล (C.R.) ว่าค่าปัจจัยที่ใส่ให้กับตัวแปร ซึ่งนำไปใช้คำนวณค่าน้ำหนักมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ได้ค่า C.R. เท่ากับ -0.663 ซึ่งน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำค่าถ่วงน้ำหนักไปใช้ได้

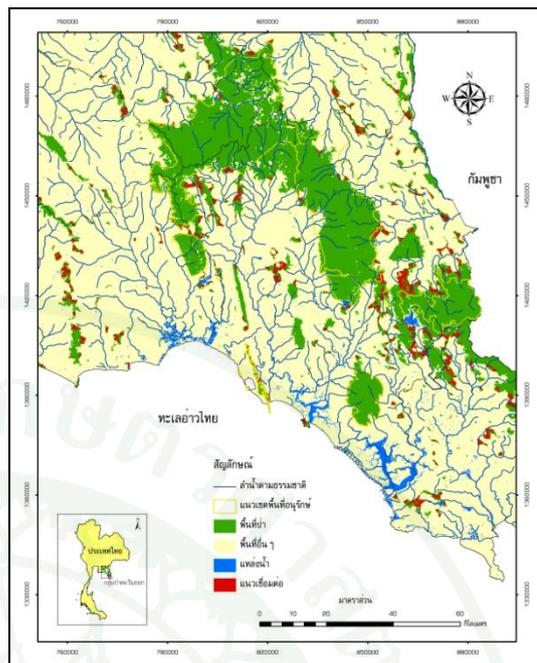
ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ AHP จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักที่มีการจัดลำดับความสำคัญ โดยขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อมีความสำคัญมากที่สุด ระยะทางของแนวเชื่อมต่อและความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อมีความสำคัญน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าน้ำหนักของปัจจัย 6 เกณฑ์ปัจจัย

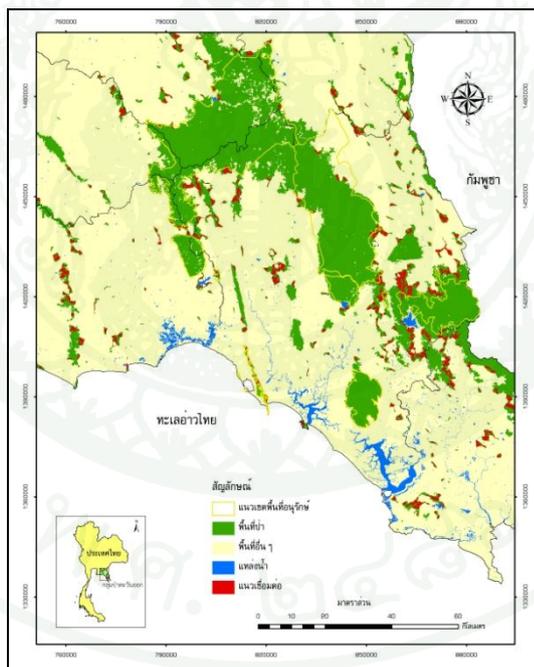
ปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	0.382
สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ	0.244
ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	0.179
ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ	0.071
ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ	0.062
ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	0.062



(a)



(b)



(c)

ภาพที่ 14 ข้อมูลปัจจัยในการวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อ (a) ถนน (b) ลำน้ำตามธรรมชาติ (c) ขอบเขตพื้นที่อนุรักษ์

3.4 จำนวนค่านำหนักความสำคัญของแต่ละหน่วยพื้นที่ศึกษา

3.4.1 การแปลงค่าจริงของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยให้เป็นคะแนนมาตรฐาน นั่นคือการแปลงค่าข้อมูลดิบของแต่ละปัจจัยให้เป็นค่าคะแนนที่อยู่ระหว่าง 0-1 (Standardize score, X') เพื่อให้ทุกเกณฑ์ปัจจัยมีช่วงค่าเดียวกันซึ่งสามารถเทียบเคียงกันได้ โดยค่าข้อมูลดิบกับค่าคะแนนมาตรฐานนี้ จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อกันในลักษณะของการแปลงสเกล ซึ่งความสัมพันธ์อาจอยู่ในสองทิศทาง คือ แปรตามกัน หรือ แปรผกผัน

ตัวอย่างการคำนวณค่าคะแนนมาตรฐานเกณฑ์ความสัมพันธ์แปรผกผัน

$$\text{ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ 100 เมตร} = 1 - \frac{(100 - 100)}{(1,000 - 100)} = 1$$

$$\text{ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ 200 เมตร} = 1 - \frac{(200 - 100)}{(1,000 - 100)} = 0.889$$

$$\text{ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ} = 1 - \frac{(1.9593 - 0.0009)}{(16.8651 - 0.0009)} = 0.884$$

$$\text{ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ} = 1 - \frac{(4.599193 - 0)}{(16.4413 - 0)} = 0.720$$

ค่าคะแนนมาตรฐานเกณฑ์ปัจจัยสถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ ใช้สูตร

$$= 0/0.0162 = 0$$

เมื่อพื้นที่แนวเชื่อมต่อไม่ได้ตกอยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์

$$= 0.0477/0.08925 = 0.397; = 0.026842/0.032850 = 0.817$$

เมื่อพื้นที่แนวเชื่อมต่อคาบเกี่ยวกับพื้นที่อนุรักษ์

$$= 0.04005/0.04005 = 1$$

เมื่อพื้นที่แนวเชื่อมต่อตกอยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์

ค่าคะแนนมาตรฐานเกณฑ์ความสัมพันธ์แปรตามกัน

$$\text{ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ} = \frac{(49.8726 - 0)}{(2916.0289 - 0)} = 0.017$$

$$\text{ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ} = \frac{(0.159817 - 0)}{(4.1595 - 0)} = 0.038$$

3.4.2 คำนวณค่าคะแนนรวมโดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยคูณกับค่าคะแนนปัจจัยแต่ละตัวของหน่วยพื้นที่นั้นๆ ผลรวมของค่าเกณฑ์ปัจจัยที่ถ่วงน้ำหนักแล้วคือค่าความสำคัญของหน่วยพื้นที่ศึกษาภายใต้การพิจารณาทุกปัจจัย

$$\text{ค่าคะแนนรวม} = (s1*w1)+(s2*w2)+(s3*w3)+(s4*w4)+(s5*w5)+(s6*w6)*100$$

เมื่อ s คือ ค่าคะแนนมาตรฐาน

w คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก

3.5 ผลจากการวิเคราะห์ทางเลือกหรือการลำดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อในพื้นที่ศึกษาซึ่งมีค่าระหว่าง 0.00-1.00 โดยใช้ค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา ทำให้เป็นตัวเลขจำนวนเต็มร้อยเพื่อให้ง่ายในการแบ่งช่วงและการตีความหมายที่ง่ายต่อการเข้าใจ แล้วจำแนกระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับความเหมาะสมคือ ไม่มีความเหมาะสม เหมาะสมน้อย เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมมาก และเหมาะสมมากที่สุด และ ด้วยสมการการกำหนดค่าช่วงแบบระยะห่างเท่ากัน (Equal Interval Range)

ช่วงห่างของชั้นความเหมาะสมภายใต้การพิจารณาทุกปัจจัย

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{ค่าความเหมาะสมสูงสุด} - \text{ค่าความเหมาะสมต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับความเหมาะสม}} \\ &= (89.84 - 12.98) / 5 \\ &= 15.38 \end{aligned}$$

ได้ช่วงชั้นความเหมาะสมและค่าความเหมาะสม ดังนี้

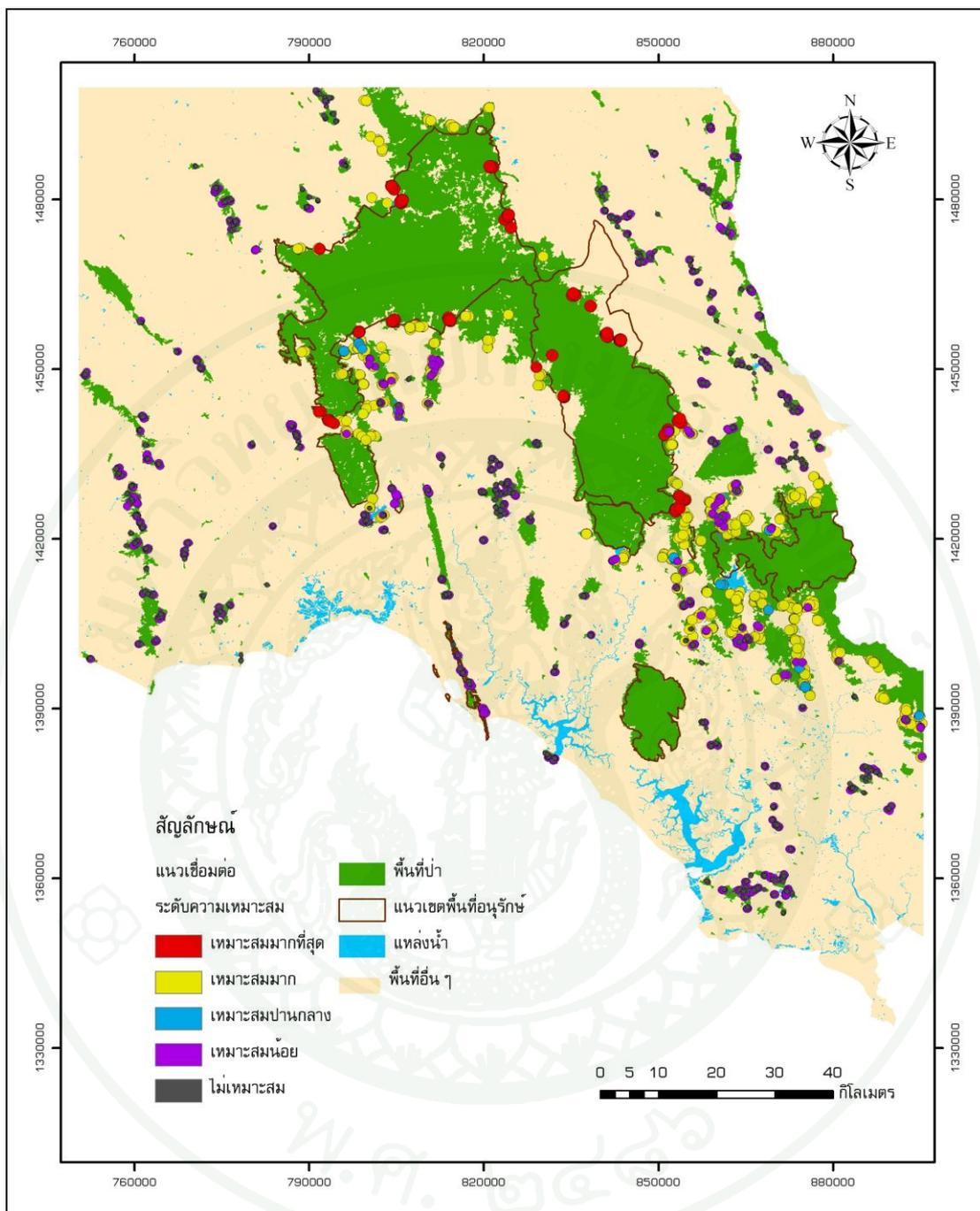
ระดับความเหมาะสม	ช่วงคะแนน (ร้อยละ)
ไม่เหมาะสม	12.98 – 28.36
เหมาะสมน้อย	28.37 – 43.75
เหมาะสมปานกลาง	43.76 – 59.13
เหมาะสมมาก	59.14 – 74.52
เหมาะสมมากที่สุด	74.53 – 89.90

ผลจากการวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อทั้งหมด 3,076 แนว แล้วแบ่งระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับ ตามช่วงค่าคะแนนปรากฏว่า แนวเชื่อมต่อที่ไม่เหมาะสมมีจำนวน 1,096 แนว มีเนื้อที่ 529.58 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 40.21 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ แนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมน้อยมีจำนวน 783 แนว มีเนื้อที่ 82.31 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.25 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ แนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมปานกลางมีจำนวน 29 แนว มีเนื้อที่ 108.61 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.25 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ แนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมมากมีจำนวน 1,031 แนว มีเนื้อที่ 544.57 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.34 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ และแนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมมากที่สุดมีจำนวน 137 แนว มีเนื้อที่ 52.08 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.95 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ ดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 15

ตารางที่ 15 ระดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อป่าทางนิเวศของแนวเชื่อมต่อทั้งหมด

ช่วงคะแนน	ระดับความเหมาะสม	จำนวน	เนื้อที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
12.98 – 28.36	ไม่เหมาะสม	1,096	529.58	40.21
28.37 – 43.75	เหมาะสมน้อย	783	82.31	6.25
43.76 – 59.13	เหมาะสมปานกลาง	29	108.61	8.25
59.14 – 74.52	เหมาะสมมาก	1,031	544.57	41.34
74.53 – 89.90	เหมาะสมมากที่สุด	137	52.08	3.95
รวม		3,076	1,317.15	100.00

หมายเหตุ ตัวอย่างผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางภาคผนวกที่ 3



ภาพที่ 15 การกระจายแนวเชื่อมต่อพื้นที่ป่าทั้งหมด

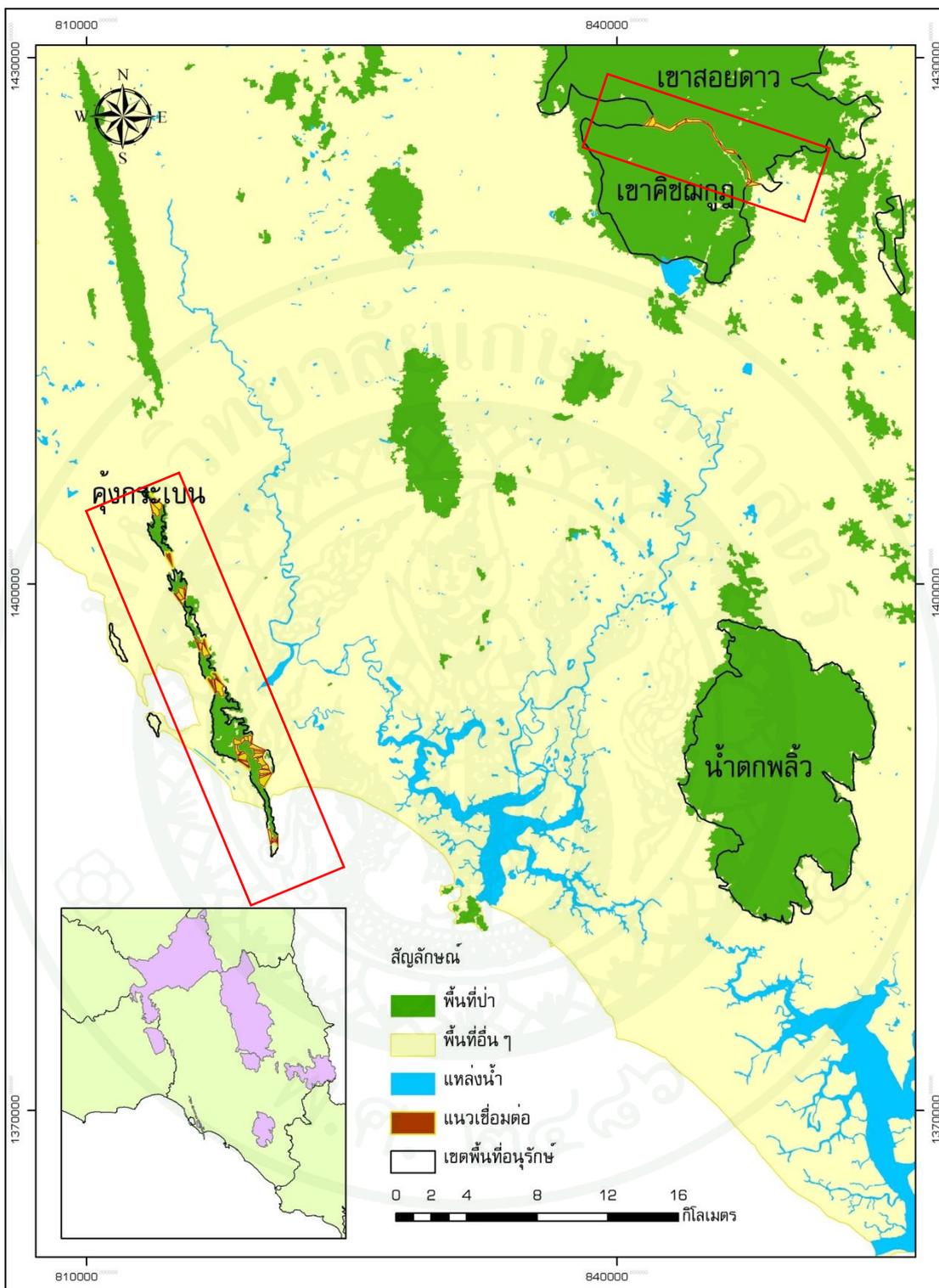
3.6 การเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง

จากการศึกษาหาแนวเชื่อมต่อป่าในข้างต้นอาจเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ เช่นกรณีแนวเชื่อมต่อป่าที่อยู่นอกเขตพื้นที่คุ้มครองธรรมชาติหรือป่าทางกฎหมาย หรือการเชื่อมต่อผืนป่าภายในเขตพื้นที่อนุรักษ์ที่ง่ายต่อการปฏิบัติ แต่สามารถดำเนินการได้โดยภายใต้การบริหารจัดการพื้นที่อนุรักษ์ตามกลไกที่มีอยู่นั้นๆ ในที่นี้จึงเห็นความสำคัญของการพิจารณาแนวเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่อนุรักษ์หรือพื้นที่คุ้มครองซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ในระดับที่กว้างขวางกว่า เพราะจะทำให้ได้พื้นที่ผืนป่าอนุรักษ์ที่เหมาะสม เป็นผืนขนาดใหญ่ขึ้น โดยพิจารณาการเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองได้แก่ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และเขตห้ามล่าสัตว์ป่าที่อยู่ในกลุ่มป่า ซึ่งแนวเขตพื้นที่คุ้มครองมีทั้งที่เชื่อมต่อเป็นผืนเดียวกันและที่ยังไม่เชื่อมต่อกัน แต่บางแห่งมีแนวเขตที่ใกล้กันสามารถเชื่อมต่อเข้าเป็นผืนเดียวกันได้ อย่างไรก็ตามการกำหนดแนวเชื่อมต่อโดยพิจารณาจากระยะทางเพียงอย่างเดียวอาจได้แนวเชื่อมต่อที่ไม่เหมาะสม ควรพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น หากเป็นพื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยพื้นที่ป่าที่ยังไม่ประกาศเป็นพื้นที่คุ้มครอง ไม่มีถนนตัดผ่าน และไม่สามารถเชื่อมพื้นที่คุ้มครองที่อยู่ใกล้กันเข้าด้วยกันให้เป็นผืนป่าคุ้มครองที่ใหญ่ขึ้น ย่อมเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการพิจารณาเป็นแนวเชื่อมต่อทางระบบนิเวศมากกว่าพื้นที่ที่มีลักษณะตรงข้าม

ผลจากการพิจารณาการเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง ด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยวิธีการเชื่อมต่อขอบเขตพื้นที่ (polygon aggregation) ของพื้นที่คุ้มครองโดยกำหนดระยะทางของแนวเชื่อมต่อที่ 100 – 1,000 เมตร ผลต่างของการซ้อนทับระหว่างพื้นที่ก่อนและหลังการเชื่อมต่อขอบเขตคือช่องว่างระหว่างผืนป่า (gap) ที่มีความเป็นไปได้ในการกำหนดเป็นแนวเชื่อมต่อ และการวิเคราะห์ตามขั้นตอนที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3 ในส่วนวิธีการ ผลปรากฏว่าได้จำนวนของแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองที่เป็นไปได้และขนาดพื้นที่ครอบคลุมดังแสดงในตารางที่ 16 โดยมีลักษณะของแนวเชื่อมต่อกระจายในพื้นที่ศึกษาดังภาพที่ 16

ตารางที่ 16 จำนวนแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง

ระยะแนวเชื่อมต่อ (เมตร)	จำนวน	เนื้อที่ (ตารางกิโลเมตร)
100	5	0.06
200	6	0.77
300	5	1.43
400	6	1.72
500	7	2.19
600	8	2.76
700	9	3.53
800	9	3.98
900	9	4.74
1,000	10	5.58
รวม	74	26.76



ภาพที่ 16 แนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง

3.7 การคำนวณหาค่าน้ำหนักปัจจัย

พิจารณาเกณฑ์ (criteria) ในการตัดสินใจอื่นๆประกอบในการเลือกแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง ในเบื้องต้นกำหนดไว้ 5 ปัจจัย ดังนี้ 1) ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ 2) ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ 3) ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ 4) ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ 5) ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมแต่ละขั้นตอนการคำนวณแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การสร้างตารางเมตริกระหว่างตัวแปร ปัจจัยต่างๆ ถูกลำมาหาค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของแต่ละคู่ความสัมพันธ์ของปัจจัย

ตารางที่ 17 แสดงคะแนนเพื่อเปรียบเทียบประเภทของปัจจัยเป็นคู่ 5 เกณฑ์ปัจจัย

ปัจจัย	ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ	ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ	ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ
ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	1	3	3	5	5
ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	1/3	1	3	3	3
ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ	1/3	1/3	1	1	1
ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ	1/5	1/3	1	1	1
ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	1/5	1/3	1	1	1
รวม	2.066	4.999	9.000	11.000	11.000

2) สร้างตารางคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย (Normalized Pairwise Comparison Matrix) หรือ Eigenvector ของเมตริก

ตารางที่ 18 ตารางเมตริกของค่าเฉลี่ย 5 เกณฑ์ปัจจัย

ปัจจัย	ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ	ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ	ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ
ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	0.484	0.600	0.333	0.455	0.455
ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	0.161	0.200	0.333	0.273	0.273
ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ	0.161	0.067	0.111	0.091	0.091
ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ	0.097	0.067	0.111	0.091	0.091
ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	0.097	0.067	0.111	0.091	0.091

3) คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ปัจจัย

โดยหาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวอาหารด้วยจำนวนเกณฑ์ปัจจัย

ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ

$$= (0.484+0.600+0.333+0.455+0.455+2.327)/5 = 0.465$$

ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.161+0.200+0.333+0.273+0.273+1.240)/5 = 0.248$$

ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.161+0.067+0.111+0.091+0.091+0.521)/5 = 0.104$$

ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.097+0.067+0.111+0.091+0.091+0.456)/5 = 0.091$$

ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ

$$= (0.097+0.067+0.111+0.091+0.091+0.456)/5 = 0.091$$

4) การคำนวณค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) คำนวณ โดยคูณตัวเลขแต่ละตัวในคอลัมน์แรกของตารางการให้คะแนนเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ตัวค่าลำดับความสำคัญตัวแรก คูณคอลัมน์สองด้วยค่าลำดับความสำคัญตัวที่สองไปเรื่อยๆ จนครบ แล้วนำผลคูณดังกล่าวมาบวกกันในแถวเดียวกัน แล้วหารผลลัพธ์แต่ละตัวที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วด้วยค่าลำดับความสำคัญ ณ ตำแหน่งเดียวกันของเมตริก

$$1(0.465)+3(0.248)+3(0.104)+5(0.091)+5(0.091)/0.465 = 2.959$$

$$1/3(0.465)+1(0.248)+3(0.104)+3(0.091)+3(0.091)/0.248 = 2.093$$

$$1/3(0.465)+1/3(0.248)+1(0.104)+1(0.091)+1(0.091)/0.104 = 1.309$$

$$1/5(0.465)+1/3(0.248)+1/3(0.104)+1(0.091)+1(0.091)/0.091 = 1.371$$

$$1/5(0.465)+1/3(0.248)+1/3(0.104)+1(0.091)+1(0.091)/0.091 = 1.371$$

5) คำนวณค่าเฉลี่ยของผลหารในข้อ 3) เป็นค่า λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = (2.959+2.093+1.309+1.371+1.371)/5 = 1.821$$

6) คำนวณค่า Consistency Index (C.I.)

$$C.I. = (1.821-5) / (5-1) = -0.795$$

7) คำนวณค่า Consistency Ratio (C.R.) โดยใช้สูตร

$$C.R. = C.I. / R.I.$$

โดยค่า Random Index (R.I.) ของการเกิดเมตริกเปรียบเทียบเป็นคู่มี่ค่าเท่ากับ 1.12

$$= (-0.795)/(1.120) = -0.710$$

จากการตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อมูล (C.R.) ว่าค่าปัจจัยที่ใส่ให้กับตัวแปร ซึ่งนำไปใช้คำนวณค่าน้ำหนักมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ได้ค่า C.R. เท่ากับ -0.710 ซึ่งน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำค่าถ่วงน้ำหนักไปใช้ได้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ AHP จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักที่มีการจัดลำดับความสำคัญ โดยขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อมีความสำคัญมากที่สุด ระยะทางของแนวเชื่อมต่อและความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อมีความสำคัญน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ค่าน้ำหนักของปัจจัย 5 เกณฑ์ปัจจัย

ปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ	0.465
ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	0.248
ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ	0.104
ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ	0.091
ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ	0.091

3.8 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหน่วยพื้นที่ศึกษา คำนวณค่าคะแนนรวม และผลจากการวิเคราะห์ทางเลือกหรือการลำดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 3.4-3.5 ผลปรากฏว่า

ช่วงห่างของชั้นความเหมาะสมภายใต้การพิจารณา 5 เกณฑ์ปัจจัย

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{ค่าความเหมาะสมสูงสุด} - \text{ค่าความเหมาะสมต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับความเหมาะสม}} \\
 &= (99.79 - 3.39) / 5 \\
 &= 19.28
 \end{aligned}$$

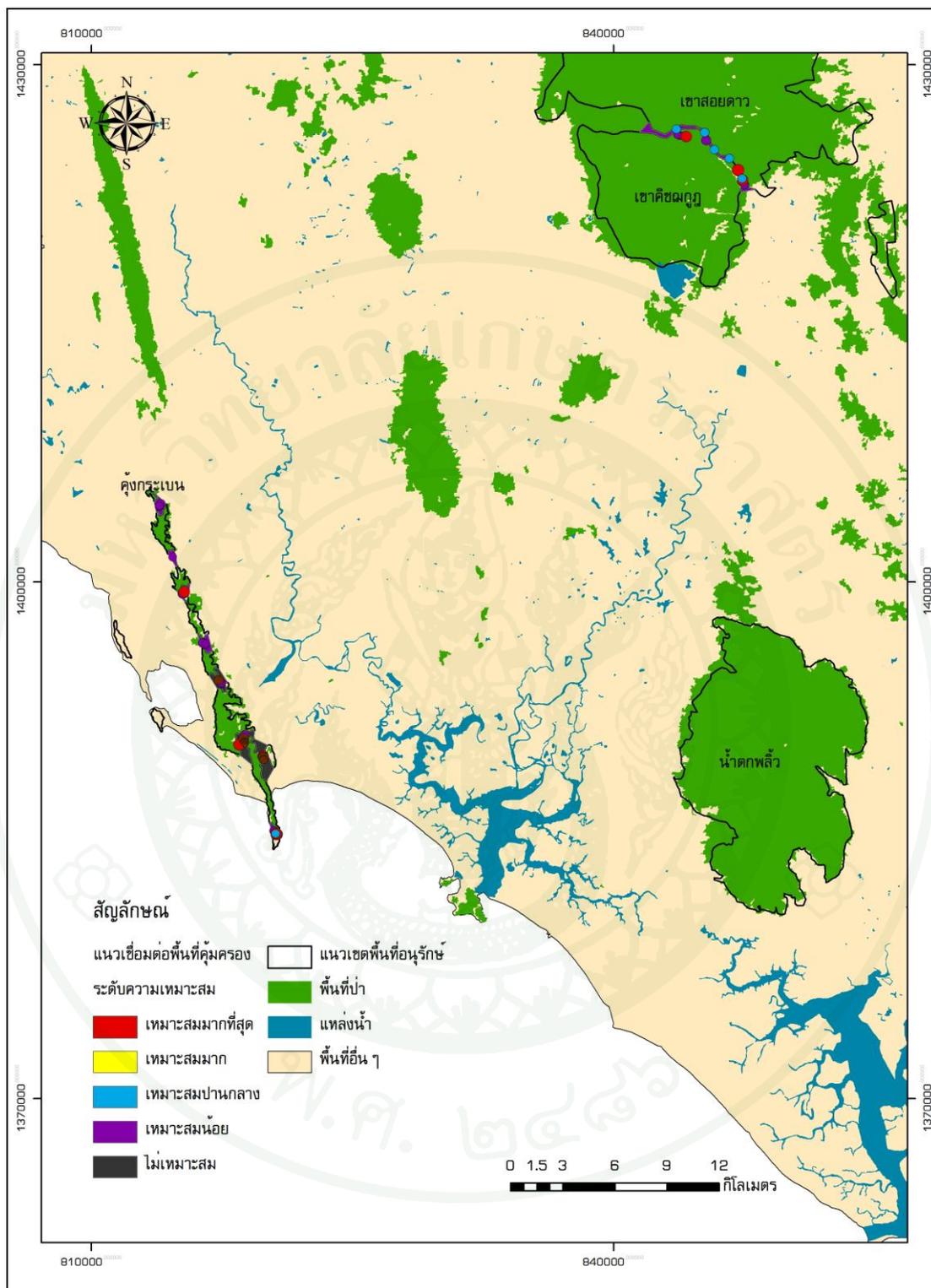
ได้ช่วงชั้นความเหมาะสมและค่าความเหมาะสม ดังนี้

ระดับความเหมาะสม	ช่วงคะแนน (ร้อยละ)
ไม่เหมาะสม	3.39 – 22.67
เหมาะสมน้อย	22.68 – 41.95
เหมาะสมปานกลาง	41.96 – 61.23
เหมาะสมมาก	61.24 – 80.51
เหมาะสมมากที่สุด	80.52 – 99.79

ผลจากการวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองทั้งหมด 74 แนว แล้วแบ่งระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับ ตามช่วงค่าคะแนนปรากฏว่า แนวเชื่อมต่อที่ไม่เหมาะสมมีจำนวน 12 แนว มีเนื้อที่ 8.87 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 33.15 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ แนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมน้อยมีจำนวน 45 แนว มีเนื้อที่ 15.14 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 56.60 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ แนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมปานกลางมีจำนวน 6 แนว มีเนื้อที่ 0.28 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.04 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ แนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมมากมีจำนวน 1 แนว มีเนื้อที่ 0.59 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.19 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ และ แนวต่อเชื่อมที่เหมาะสมมากที่สุดมีจำนวน 10 แนว มีเนื้อที่ 1.88 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 7.02 ของพื้นที่แนวเชื่อมต่อ ดังแสดงในตารางที่ 20 และภาพที่ 17

ตารางที่ 20 ระดับความเหมาะสมต่อการเป็นแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง

ช่วงคะแนน	ระดับความเหมาะสม	จำนวน	เนื้อที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
3.39 – 22.67	ไม่เหมาะสม	12	8.87	33.15
22.68 – 41.95	เหมาะสมน้อย	45	15.14	56.60
41.96 – 61.23	เหมาะสมปานกลาง	6	0.28	1.04
61.24 – 80.51	เหมาะสมมาก	1	0.59	2.19
80.52 – 99.79	เหมาะสมมากที่สุด	10	1.88	7.02
รวม		74	26.76	100.00



ภาพที่ 17 การกระจายแนวเชื่อมต่อพื้นที่คู่มือ

3.9 แนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครอง

เมื่อพิจารณาแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองทั้งหมด จะพบว่าพื้นที่แนวเชื่อมต่อในทุกระดับความเหมาะสม กระจายอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน เมื่อรวมพื้นที่ที่ทับซ้อนเข้าด้วยกัน และมองในภาพรวมทำให้เกิดเป็นแนวเชื่อมต่อที่เป็นไปได้ 2 แห่งใหญ่ๆ ได้แก่ (1) บริเวณรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว ซึ่งมีการปรากฏของพื้นที่ป่า มีลำน้ำตามธรรมชาติ ไม่มีถนนตัดผ่านและมีลักษณะการเชื่อมต่อกันของพื้นที่ (landscape connectivity) แบบโมเสก (habitat mosaic) และ (2) บริเวณภายในของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ไม่มีมีการปรากฏของพื้นที่ป่า ไม่มีลำน้ำตามธรรมชาติ มีถนนตัดผ่าน และมีลักษณะการเชื่อมต่อกันของพื้นที่แบบ stepping stones พื้นที่แนวเชื่อมต่อทั้งสองบริเวณอยู่ระหว่างพื้นที่คุ้มครองต่างประเภท ที่มีวัตถุประสงค์ในการจัดการที่แตกต่างกัน จึงทำการสำรวจภาคสนามเพื่อรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์และเสนอแนะรายละเอียดของแนวเชื่อมต่อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.9.1 แนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองบริเวณรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว

ผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม พบว่า พื้นที่แนวเชื่อมต่ออยู่ในท้องที่ตำบลตะเคียนทอง อำเภอเขาคิชฌกูฏ และตำบลมโน อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา มีคลองทุ่งพลเป็นลำน้ำตามธรรมชาติ ระบบนิเวศเป็นป่าดิบแล้ง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัยของชุมชน โดยบริเวณนั้นมีหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ (คลองทุ่งพล) วัดเขาบรรจบ และที่พักเพื่อการท่องเที่ยว ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน พื้นที่บางส่วนเป็นพื้นที่ที่ถูกเพิกถอนอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ เพื่อก่อสร้างโครงการเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำคลองทุ่งพล ห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานฯ ประมาณ 3 กิโลเมตร บริเวณต้นน้ำของห้วยคลองทุ่งพล ณ ปัจจุบันยังถูกปล่อยทิ้งร้างไว้ พื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวทางด้านทิศเหนือแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการดูแล โดยมีคลองทุ่งพลเป็นเขตแดนธรรมชาติกัน

ในการศึกษาครั้งนี้ได้วางแผนตัวอย่าง 3 จุด ในเขตพื้นที่แนวเชื่อมต่อแต่ละจุดวางแผนออกทางด้านซ้ายและขวาในพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อด้านละ 1 จุด แต่ละจุดวางแผนตัวอย่างขนาด 10 × 10 จำนวน 5 แปลงต่อเนื่องกันเพื่อสำรวจชนิดพันธุ์ไม้ (ภาพที่ 18) และทำการเดินสำรวจตามแนวเส้นทางเพื่อสำรวจชนิดพันธุ์สัตว์ป่า ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1) องค์ประกอบทางชนิดพันธุ์ของสังคมพืช

องค์ประกอบทางชนิดพันธุ์ของสังคมป่าดิบแล้งของพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อ มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ คือ ในเขตแนวเชื่อมต่อสำรวจพบพันธุ์ไม้ใหญ่ทั้งหมด 35 ชนิด ชนิดพันธุ์ที่สำรวจพบ เช่น หย่อง (*Archidendron quocense* Nielsen) กระจับปี่ (*Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn.) พะนอง (*Hopea helferi* (Dyer) Brandis.) กระจับปี่ (*Hydnocarpus ilicifolia* King.) โสภเขา (*Saraca declinata* (Jack.) Miq.) เป็นต้น และนอกเขตแนวเชื่อมต่อสำรวจพบพันธุ์ไม้ใหญ่ทั้งหมด 39 ชนิด ชนิดพันธุ์ที่สำรวจพบ เช่น กางจืด (*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.) เคี่ยมคะนอง (*Shorea henryana* Pierre) ปออีเก็ง (*Pterocymbium tinctorium* (Blanco) Merr) พะวา (*Garcinia speciosa* Wall) จี๋หนอน (*Zollingeria dongnaiensis* Pierre) เป็นต้น เมื่อพิจารณาจากบัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ (ตารางผนวกที่ 4 และ 5) จากทั้งสองพื้นที่ จะพบว่าพื้นที่ทั้งสองมีองค์ประกอบทางชนิดพันธุ์ที่คล้ายคลึงกัน และเมื่อนำข้อมูลชนิดพันธุ์ของไม้ใหญ่และการปรากฏของพันธุ์ไม้ (ตารางผนวกที่ 6) จากทั้งสองพื้นที่มาคำนวณหาค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index) ตามแบบของ Sorrensen ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} IS_s &= \frac{2c \times 100}{a+b+2c} \\ &= \frac{2(28) \times 100}{7+11+2(28)} \\ &= 75.68 \end{aligned}$$

เมื่อ IS_s = Sorrensen coefficient (%)
 a = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะในเขตแนวเชื่อมต่อ
 b = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะนอกเขตแนวเชื่อมต่อ
 c = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบทั้งสองสังคม

จะพบว่าค่าดัชนีความคล้ายคลึงของทั้งสองพื้นที่เท่ากับ 75.68 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าทั้งสองพื้นที่มีความคล้ายคลึงกันทางด้านองค์ประกอบชนิดพันธุ์ค่อนข้างมาก เนื่องจากในพื้นที่เดิมเป็นสังคมป่าดิบแล้งผืนใหญ่ แต่ภายหลังมีการเข้าไปใช้ประโยชน์ของมนุษย์ มีการปรับสภาพพื้นที่ให้เปลี่ยนไปจากเดิม เช่น การตัดถนน ขุดร่อง การสร้างเขื่อนหรือสิ่งก่อสร้าง เป็นต้น ทำให้องค์ประกอบทางชนิดพันธุ์ของทั้งสองพื้นที่แตกต่างกันไปบ้างพอสมควร

2) ความหนาแน่นและดัชนีความสำคัญของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืช

ความหนาแน่นของหมู่ไม้ในสังคมพืชบริเวณพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมมีค่าเท่ากับ 13.50 ต้นต่อไร่ โดยชนิดพันธุ์ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด คือ ห้อย รongลงมา คือ กระจับปี่ ตามลำดับ ซึ่งค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่แต่ละชนิดได้แสดงในตารางผนวกที่ 7 ความหนาแน่นของหมู่ไม้ในสังคมพืชบริเวณพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อมีค่าเท่ากับ 100.88 ต้นต่อไร่ โดยชนิดพันธุ์ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด คือ กระจับปี่ รongลงมา คือ ห้อยตามลำดับ ซึ่งค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่แต่ละชนิดได้แสดงในตารางผนวกที่ 8 แสดงให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นของทั้งสองพื้นที่ พบว่าพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อมีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำกว่าพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ ทั้งนี้เนื่องมาจากบริเวณพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อบางส่วนเป็นพื้นที่เปิดโล่งเนื่องมาจากมีร่องรอยการใช้ประโยชน์พื้นที่ทำให้ค่าความหนาแน่นที่ได้ต่ำกว่าบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง

ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดพันธุ์ไม้ทั้งสองพื้นที่ พบว่า ห้อยมีค่าดัชนีความสำคัญในอันดับต้นๆ ของทั้งสองพื้นที่ แสดงให้เห็นว่า ต้นห้อย (*Archidendron quocense* Nielsen) สามารถกระจายพันธุ์ได้ดีในป่าดิบแล้งบริเวณที่ทำการสำรวจ และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของไม้ใหญ่ และ ไม้หนุ่ม จะพบว่า พื้นที่ทั้งสองบริเวณมีการกระจายพันธุ์เข้ามาของไม้ที่อยู่ในบริเวณอื่น เช่น มะไฟป่า (*Baccaurea ramiflora* Lour.) ประยงค์ (*Aglaia odorata* Lour.) มะม่วงกะล่อน (*Mangifera caloneura* Kurz.) เป็นต้น ซึ่งเป็นคนละชนิดกับไม้ใหญ่ที่ปรากฏในทั้งสองบริเวณ แสดงว่าสังคมพืชทั้งสองบริเวณดังกล่าวอาจกำลังอยู่ในขั้นทดแทนไปสู่อีกสังคมหนึ่งที่มีองค์ประกอบทางชนิดพันธุ์ที่แตกต่างกันไป

3) ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์

ค่าดัชนีความหลากหลายของแต่ละสังคม (Shannon Wiener Index) ของพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อและนอกเขตแนวเชื่อมต่อดังแสดงในตารางผนวกที่ 9 และ 10 พบว่าสังคมพืชบริเวณพื้นที่ในเขตเชื่อมต่อและนอกเขตเชื่อมต่อมีค่าเท่ากับ 1.2705, 1.5597 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบจะพบว่า สังคมพืชบริเวณพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อมีค่าดัชนีความหลากหลายที่ต่ำกว่าบริเวณพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อไม่มากนัก เพราะว่ามีจำนวนชนิดพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน คือ 35 และ 39 ชนิด ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดพันธุ์ที่ปรากฏในพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อมีการกระจายเท่าเทียมกันทั่วทั้งพื้นที่มากกว่าพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อ เพราะ Shannon Wiener Index เป็นการคิดจากจำนวนชนิดพันธุ์และสัดส่วนจำนวนต้นของไม้แต่ละชนิด และถ้าพิจารณาที่ค่าดัชนี

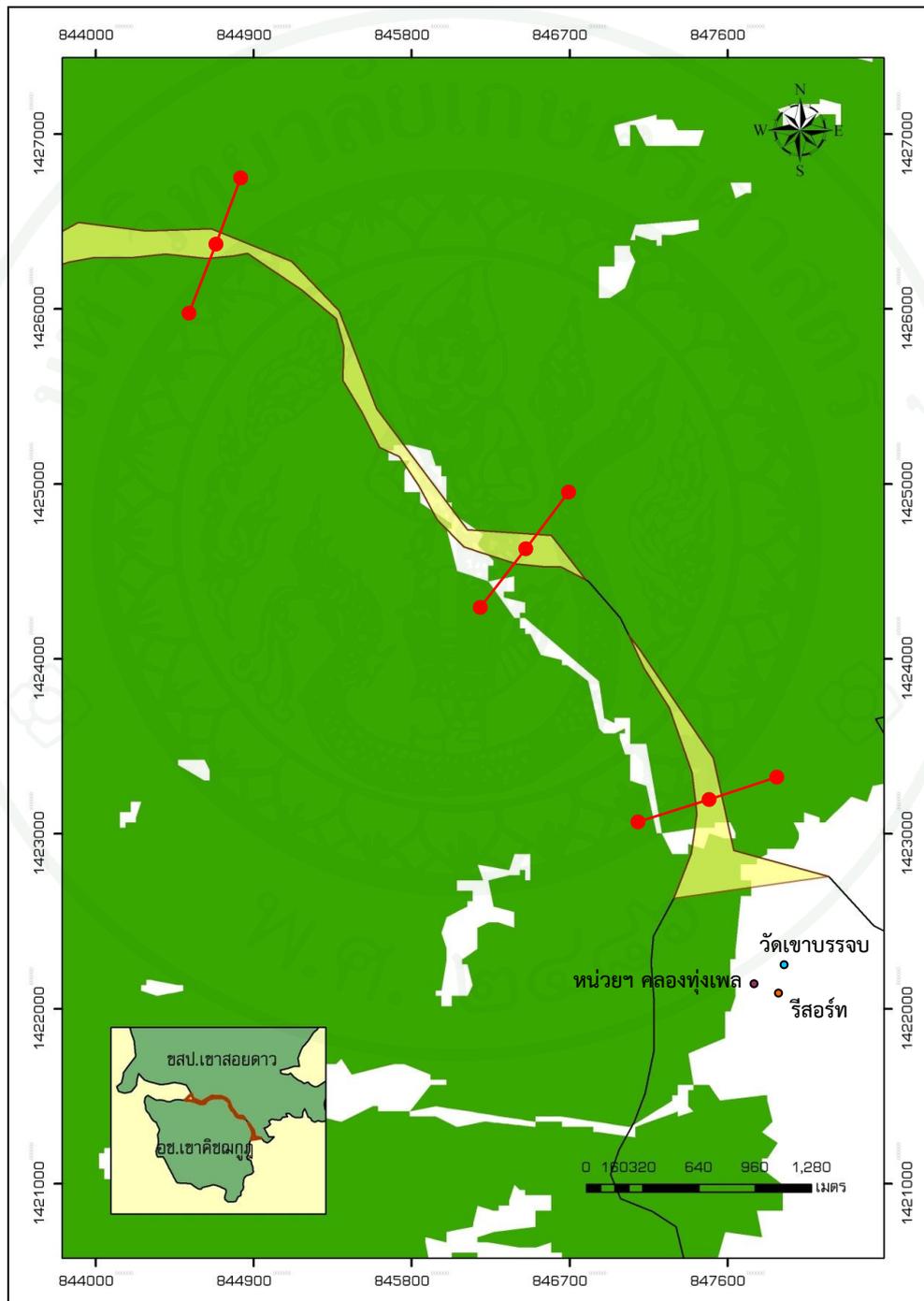
ความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ก็จะพบว่าสังคมพืชบริเวณพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.5886 ซึ่งสูงกว่าสังคมพืชบริเวณพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ ที่มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.5711 ซึ่งแสดงว่าชนิดพันธุ์ในพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอกว่าในพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ

4) คุณค่าและความสำคัญของสังคมพืช

ในบริเวณพื้นที่ที่ทำการสำรวจทั้งพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อและพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ มีสภาพเป็นป่าดิบแล้ง (ภาพที่ 19) ซึ่งพบว่ามีชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้นที่เป็นไม้ผลป่าที่สำคัญทางเศรษฐกิจ อาทิ ชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb. ex DC.) ชมพู่น้ำ (*Syzygium siamense* (Craib) Chantar. & J. Parn.) คอแลน (*Nephelium hypoleucum* Kurz.) และอื่นๆ ซึ่งในอนาคตไม้ผลป่าเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสายพันธุ์ผลไม้ของเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้มีคุณภาพที่ดี นอกจากนี้ยังมีไม้ผลอีกหลายชนิดที่เป็นอาหารสัตว์ป่า เช่น มะกอกป่า (*Spondias pinnata* (L.f) Kurz) กระบก (*Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn.) เฌียงพริ้านางแอ (*Carallia brachiata* (Lour.) Merr.) และยิ่งไปกว่านั้นก็คือ ไม้ผลอาหารสัตว์เหล่านี้ได้ผลัดกันออกดอก ออกผลตลอดทั้งปี ทำให้สัตว์ป่าโดยเฉพาะที่สัตว์ป่าที่กินผลไม้เป็นอาหาร มีอาหารอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี อันเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผืนป่าทั้งของอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวมีสัตว์ป่าหลากหลาย ไม่เพียงเท่านั้น พรรณไม้หลายชนิดในผืนป่าแห่งนี้ยังใช้เป็นสมุนไพรและอาหารที่คนในชุมชนใกล้เคียงได้นำมาใช้ประโยชน์สืบต่อกันมาเป็นเวลานานแล้ว ทั้งในแง่ของยารักษาโรค ผักพื้นบ้าน และบางชนิดนำมาปลูกในชุมชนเพื่อบริโภค เช่น กำจัดต้น (*Zanthoxylum rhetsa* (Roxb.) DC.) เระ (*Amomum xanthioides* Wall.) กระชาย (*Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Holtt.) เป็นต้น ด้วยความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ทั้งในพื้นที่แห่งนี้ จึงทำให้ผืนป่าแห่งนี้มีความสำคัญที่ต้องรักษาปกป้องคุ้มครองให้อุดมสมบูรณ์ตลอดไป

ผลจากการเดินสำรวจชนิดพันธุ์สัตว์ป่า พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 4 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 2 ชนิด นก 38 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 1 ชนิด (ตารางผนวกที่ 11) ซึ่งสัตว์ที่สำรวจพบไม่ได้มีจำนวนชนิดที่มากนัก และไม่มีสถานภาพที่น่าเป็นกังวลซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์จำพวกนกและสามารถพบเห็นได้ทั่วไป อาจเนื่องมาจากบริเวณพื้นที่แนวเชื่อมต่อมีขนาดเล็กอยู่ไม่ไกลจากแหล่งชุมชน ทำให้สำรวจไม่พบสัตว์ป่าชนิดที่สำคัญๆ แต่ก็ยังคงมีสัตว์ป่าขนาดเล็กที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วยังอาศัยอยู่ได้ เช่น หนูป่านเหลือง (*Rattus surifer* Miller, 1900) งูเขียวหัวจิ้งจก (*Ahaetulla prasina* Shaw, 1802) เขียดตะปาด

(*Polypedates leucomystax* Gravenhorst, 1829) เป็นต้น เนื่องด้วยพื้นที่แห่งนี้ยังมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ ทั้งด้านแหล่งน้ำ แหล่งอาหาร จึงทำให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและผสมพันธุ์ของสัตว์ป่าจำพวกกบชนิดต่างๆ ทั้งนกอประจําถิ่นและนกอพยพหลากหลายชนิด หากว่ามีการสำรวจเพิ่มเติมอย่างละเอียดคาดว่าอาจพบชนิดของสัตว์ป่ามากขึ้น



ภาพที่ 18 ตำแหน่งแปลงตัวอย่าง



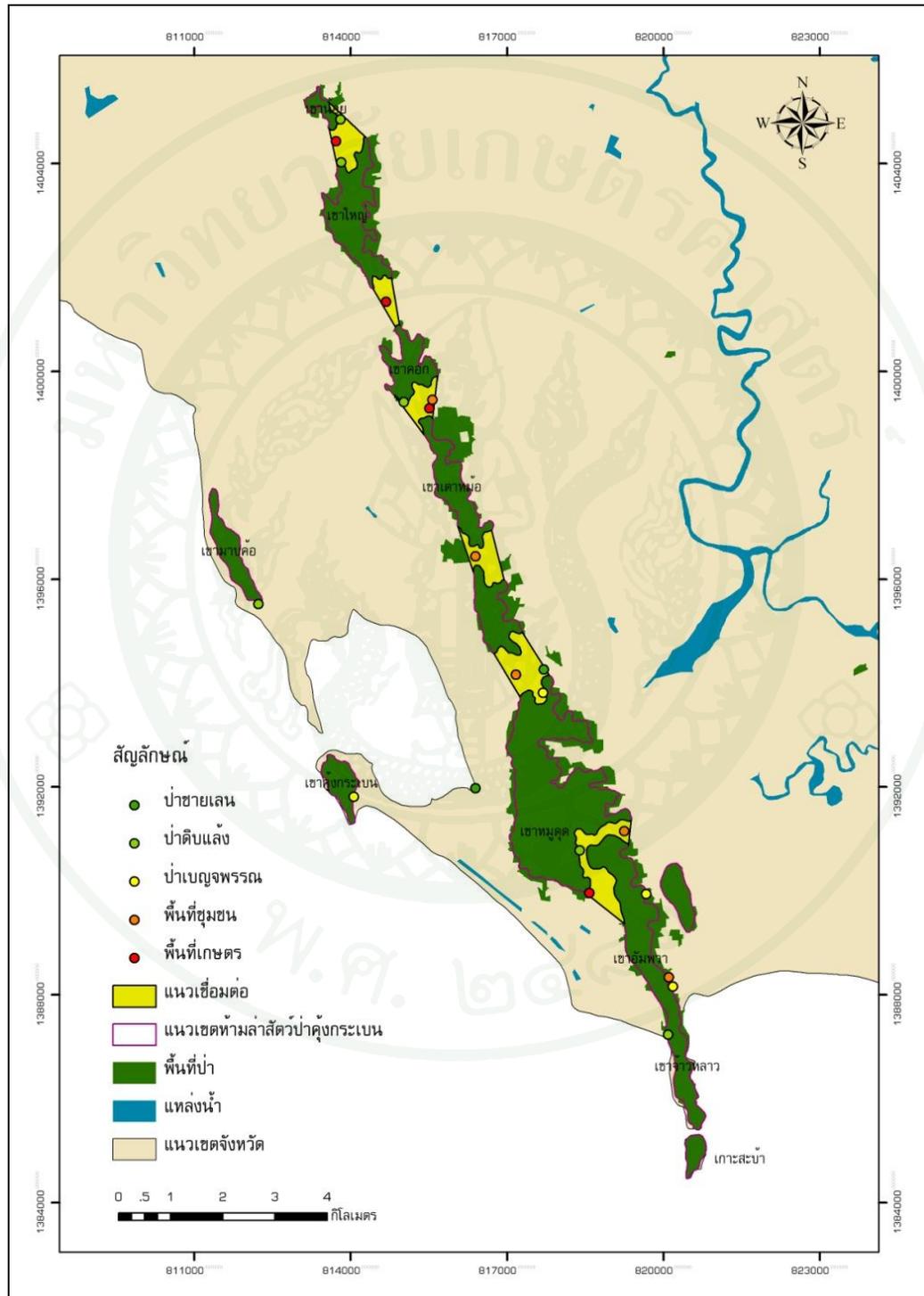
ภาพที่ 19 สภาพป่าไม้บริเวณแนวเชื่อมต่อป่าบริเวณรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับ
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว

3.9.2 แนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองบริเวณรอยต่อภายในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบน

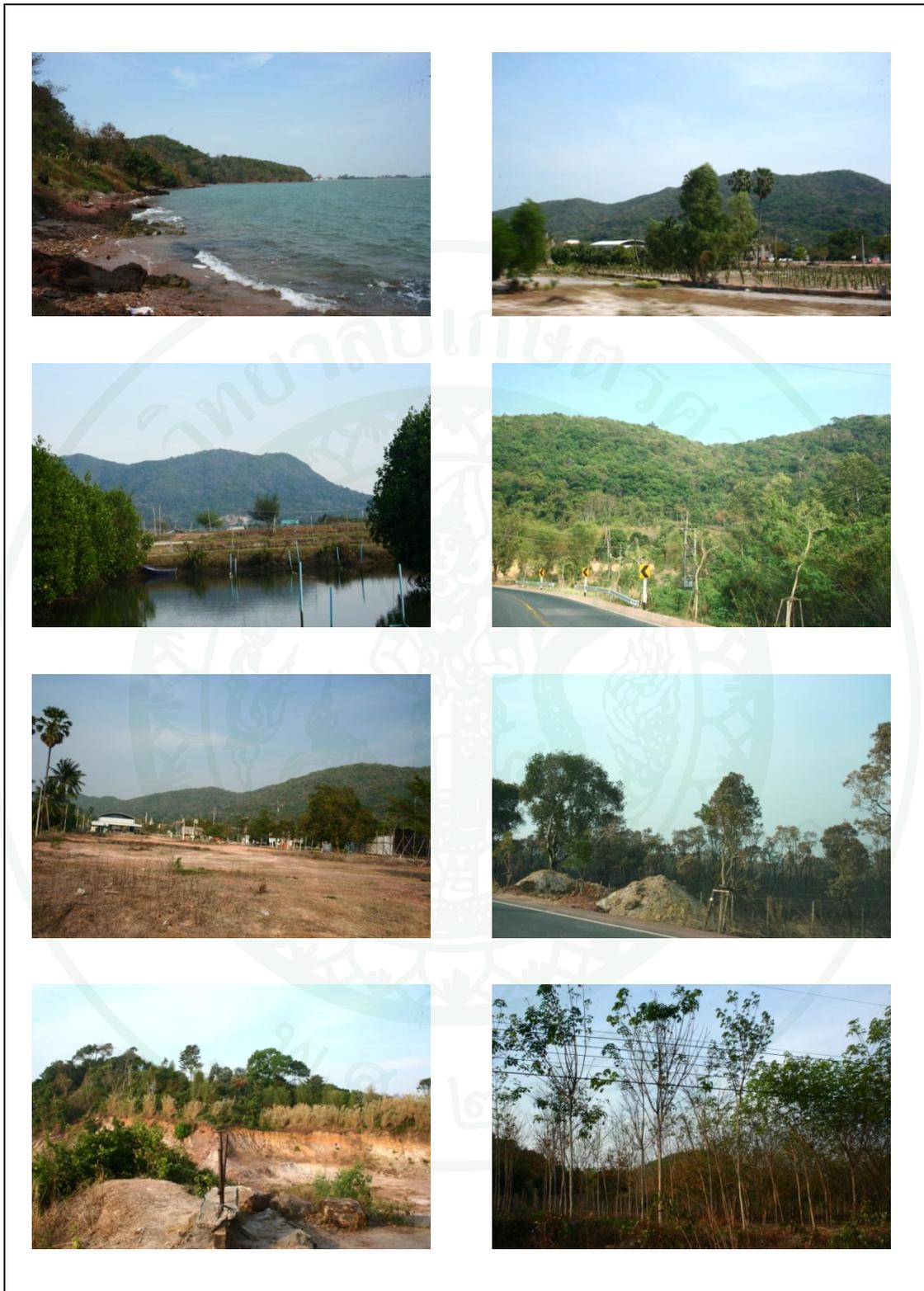
ผลการเก็บข้อมูลภาคสนามและจากข้อมูลทุติยภูมิ พบว่า พื้นที่แนวเชื่อมต่ออยู่ในท้องที่ตำบลคลองขุด ตำบลราพัน อำเภอท่าใหม่ ตำบลสนามไชย อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่า (ภาพที่ 20) ซึ่งจะอยู่ชิดติดกับอาณาเขตของเขตห้ามล่าฯ ซึ่งเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบน ตามประกาศกฎกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี พ.ศ.2542 เป็นพื้นที่ป่าอยู่ในพื้นที่การดำเนินงานของศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี มีพื้นที่ทั้งป่าบกและป่าชายเลนประมาณ 11,370 ไร่ มีภูเขาที่สำคัญ ได้แก่ เขาเจ้าหลาว เข้ามพวา เขาหมูดุด เขาร้อยรู เขาเตาหม้อ เขาคอก เขาใหญ่ เขาคุ้งกระเบน และเขามาบค้อ ด้านตะวันออกมีเกาะนกใหญ่ ซึ่งเป็นป่าสงวนแห่งชาติคุ้งกระเบน - อ่าวแฉะหนุ พื้นที่บางส่วนเป็นที่ราบสลับเนินเขาเตี้ยๆ มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 80 - 215 เมตร

บริเวณพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบนมีสภาพป่าหลายชนิด (ภาพที่ 21) แต่ละสภาพป่ามีชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ป่าดิบแล้ง พบบริเวณเขาใหญ่ เขาคอก เขามาบค้อ เขาหมูดุด เขาเจ้าหลาว และเขาน้อย ชนิดพันธุ์ที่พบ ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don.) ป้าง (*Pterospermum diversifolium* Bl.) พลอง (*Memecylon edule* L.) หว้า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels.) เป็นต้น ป่าเบญจพรรณ จะพบมากบริเวณด้านตะวันตกและตะวันออกของเขเจ้าหลาว เขาหมูดุด เข้ามพวา เขาคุ้งกระเบน ชนิดพันธุ์ไม้ที่พบได้แก่ มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa* (Kurz) Craib.) สะแก (*Combretum quadrangulare* Kurz.) จิวป่า (*Bombax anceps* Pierre) ตะแบก (*Lagerstroemia floribunda* Jack.) ตีนนก (*Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer.) เป็นต้น ป่าชายหาด ป่าชนิดนี้พบเป็นหย่อมๆ บริเวณถัดจากชายฝั่งทะเลเข้ามา บริเวณด้านตะวันออกของเข้ามพวา เขาหมูดุด แหลมเจ้าหลาว เขาคุ้งกระเบนและเขามาบค้อ ชนิดพันธุ์ไม้ที่ขึ้นจะแปรผันตามลักษณะของดิน บริเวณพื้นที่ที่เป็นดินทรายจะมี สนทะเล (*Casuarina equisetifolia* J.R. & G. Forst.) โพธิ์ทะเล (*Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Correa) ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.) รักทะเล (*caevola taccada* (Gaertn.) Roxb.) เตยทะเล (*Pandanus odoratissimus* L.f.) เป็นต้น ป่าชายเลน พบบริเวณแหลมเจ้าหลาว เขามาบค้อ และเกาะช่องสะบ้า ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) แสม (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) ตะบูน (*Xylocarpus granatum* Koen) ตะบัน (*Xylocarpus rumphii* (Kostel.) Mabb.) ถ้ำแพน (*Sonneratia ovata* Baek.) เป็นต้น ชนิดสัตว์ป่า บริเวณเขาหมูดุด เข้ามพวา บริเวณเขาคุ้งกระเบน พบลิงแสมเป็นจำนวนมาก จากลักษณะแนวเชื่อมต่อเป็นแบบ Stepping stones ที่มีแนวเชื่อมต่อพื้นที่ธรรมชาติที่คงเหลืออยู่ เช่น แนวป่าเหลืออยู่ริมถนน หรือตามหุบเขา ป่าในพื้นที่

ชุมชน เป็นต้น จะสามารถเป็นแนวเชื่อมต่อกันที่อาศัยในพื้นที่ที่มีการพัฒนา โดยจัดให้เกิดห่อมป่าที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าเป็นช่วงๆ เหมาะสำหรับสัตว์ที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่สูง สามารถข้ามผ่านบริเวณที่ไม่เหมาะสมได้ เช่น สัตว์ปีก เป็นต้น



ภาพที่ 20 จุดสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพที่ 21 สภาพการใช้ที่ดินบริเวณแนวเชื่อมต่อของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าคุ้งกระเบน

4. แนวทางการจัดการพื้นที่

แนวเชื่อมต่อระหว่างผืนป่า มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต้องเข้าใจถึงบทบาท และหน้าที่ของแนวเชื่อมต่อที่มีต่อระบบนิเวศ หน้าที่หลักของแนวเชื่อมต่อคือการส่งเสริมให้เกิด ความสามารถในการเชื่อมต่อกันของสิ่งมีชีวิตระหว่างหย่อมป่าที่กระจกระบายอยู่ทั่วไป กล่าวคือ เป็นการส่งเสริมให้เกิดการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต สามารถเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างหย่อมป่าต่างๆ นั้นจะช่วยให้สิ่งมีชีวิตมีโอกาสแลกเปลี่ยนพันธุกรรมระหว่างประชากรที่แตกต่างกันมากขึ้น เปิด โอกาสการตั้งถิ่นฐานของประชากรสิ่งมีชีวิตในพื้นที่แห่งใหม่ การจะสร้างแนวเชื่อมต่อเพื่อให้ผืน ป่ามีความต่อเนื่องเชื่อมโยงถึงกันนั้น คือการเร่งรัดให้มีการปลูกป่าในทุกรูปแบบควบคู่กับการ ป้องกัน และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ที่เหลืออยู่อย่างจริงจังและเร่งด่วน จึงมีแนวทางการจัดการพื้นที่ แนวเชื่อมต่อเพื่อสนองทั้งความต้องการใช้ทรัพยากรป่าไม้ควบคู่กับการอนุรักษ์ ได้ดังนี้

4.1 ตรวจสอบกรรมสิทธิ์ของพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ในเขตพื้นที่ หากเป็นพื้นที่ในเขตป่า สงวนแห่งชาติ เขตพื้นที่คุ้มครอง จะต้องผลักดันให้ผู้บุกรุกออกนอกพื้นที่และฟื้นฟูสภาพโดยการ ปลูกป่าเพิ่มเติมโดยพิจารณาชนิดพรรณที่เหมาะสมตามการกระจายตัวของป่าดั้งเดิมของพื้นที่ บริเวณนั้นๆ

4.2 สสำรวจสภาพพื้นที่แนวเชื่อมต่อบริเวณที่รกร้างว่างเปล่าและถูกทำลาย หากเป็นพื้นที่ ของรัฐควรปลูกป่าเพิ่มเป็นชนิดไม้ที่สำคัญมีค่าสูงทางเศรษฐกิจในแต่ละพื้นที่ หากเป็นของเอกชน ควรส่งเสริมให้มีการปลูกป่า วิจัยพันธุ์ไม้โตเร็ว การขยายพันธุ์ไม้ หรือระบบวนเกษตรเข้าไปช่วย แก้ปัญหาการอยู่ร่วมกันของคนและป่าไม้ โดยเลือกใช้รูปแบบของวนเกษตรในเชิงอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม เช่น รูปแบบการปลูกไม้หลายชั้นเรือนยอดโดยการปลูกเป็นแถบสลับกับพืชเกษตรตาม แนวขวางทางลาดขอบเขาเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

4.3 สสำรวจสภาพป่าธรรมชาติบริเวณใกล้แนวเชื่อมต่อที่อยู่ใกล้หมู่บ้านซึ่งเหมาะสมที่จะ จัดเป็นป่าชุมชนและราษฎรมีความต้องการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ประกาศเป็นป่า ชุมชนเพื่อส่งเสริมการปลูกเพื่อขยายพื้นที่ป่าชุมชนเพื่อการใช้สอยในครัวเรือน และอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชท้องถิ่น เพื่อให้ราษฎรมีไม้สำหรับไว้ใช้สอยพร้อมทั้งมีพืชเกษตรสำหรับเป็นอาหาร ควบคู่กันไป

4.4 สำรวจและประเมินแนวเชื่อมต่อที่อาจมีอยู่แล้วในสภาพธรรมชาติหรืออาจมาจาก การสร้างของมนุษย์โดยที่ไม่ตั้งใจ โดยแนวเชื่อมต่อดังกล่าวได้เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศอยู่แล้ว ทางเชื่อมประเภทนี้ ได้แก่ แนวรั้ว แนวกันลม ต้นไม้ตามหัวไร่ปลายนา พืชพรรณที่ปลูกไว้สองฟาก ถนน และแนวคลองขุดเพื่อการระบายน้ำ ที่ไม่ได้มีการจัดการการใช้ประโยชน์อย่างเข้มข้น พื้นที่ ดังกล่าวมักมีสังคมพืชปกคลุมอยู่ในระดับหนึ่ง สามารถส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์ชนิดพันธุ์พืชและ พันธุ์สัตว์ที่ปรับตัวได้ดี มีความทนทานสูงต่อสภาพพื้นที่ที่เปลี่ยนไปจากธรรมชาติเดิม สามารถใช้ ประโยชน์บริเวณพื้นที่ที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ได้

4.5 ศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์แนวความคิดของเส้นทางสีเขียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพื้นที่สองข้างทางของลำน้ำสายต่าง ๆ ที่ทอดยาวผ่านไปตามพื้นที่ต่างๆ เพื่อประโยชน์ทั้ง ทางด้านรองรับกิจกรรมนันทนาการกลางแจ้งของประชาชนในท้องถิ่น และเป็นการส่งเสริมการ เคลื่อนที่ของสัตว์ป่าขนาดเล็กประเภทต่าง ๆ เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก นก สัตว์เลื้อยคลาน ตลอดจนสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์น้ำ

4.6 พิจารณาจัดหาพื้นที่ที่เป็นป่าสงวนเสื่อมโทรมหรือพื้นที่สาธารณประโยชน์ ตามแนว พระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เพื่อจัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาเช่นเดียวกับศูนย์ศึกษา การพัฒนาเขาหินซ้อน และศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนที่เป็นศูนย์เกี่ยวกับการพัฒนาในเขต ที่ดินชายทะเล ให้เป็นศูนย์เกี่ยวกับการพัฒนาในเขตแนวเชื่อมต่อบ้าง เพื่อหาตัวแบบแห่งสำเร็จใน ภูมิภาค เพื่อเป็นแหล่งศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ด้านเกษตรกรรม การอนุรักษ์พันธุ์พืชทรัพยากรธรรมชาติ และด้านอื่นๆ

4.7 พัฒนาและส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศึกษานิวศวิทยา โดยจัดทำแผนพัฒนาการท่องเที่ยว ในลักษณะองค์รวมแบบบูรณาการ ในพื้นที่แนวเชื่อมต่อที่มีลักษณะเดียวกับแนวเชื่อมต่อระหว่าง อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อป่าและแนวทางการจัดการป่าไม้ในพื้นที่ศึกษา สรุปผลได้ดังนี้

1. ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2552 นำมาทำการปรับแก้ค่าความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตด้วยสมการโพลีโนเมียล โดยใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน 29 และ 7 จุด พบว่าสมการที่เหมาะสมในการปรับแก้ให้ค่าความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (RMSE: Root Mean Square Error) เท่ากับ 0.6617 และ 0.4750 และใช้วิธีการกำหนดขนาดจุดภาพใหม่แบบ Nearest Neighbor และอ้างอิงกับตำแหน่งบนพื้นผิวโลกด้วยระบบแผนที่ทางภูมิศาสตร์แบบ UTM และให้กำหนดขนาดจุดภาพใหม่เป็น 30×30 เมตร

2. การจำแนกการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยใช้วิธีจัดจำแนกแบบวิเคราะห์เชิงวัตถุภาพเป็นวิธีหลักในการจำแนกข้อมูลภาพ และใช้วิธีการจำแนกเชิงพื้นที่ด้วยสายตาเป็นวิธีการเสริมเพื่อให้ได้ความถูกต้องของข้อมูลมากที่สุด สามารถจำแนกการใช้ที่ดินได้ในบริเวณดังกล่าวได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่า พื้นที่อื่นๆ และแหล่งน้ำ โดยพบว่าป่าบกมีพื้นที่ 3,276.13 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,047,582.82 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 21.55 พื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่ 11,665.55 ตารางกิโลเมตร หรือ 7,290,965.18 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 76.73 และแหล่งน้ำ มีพื้นที่ 262.12 ตารางกิโลเมตร หรือ 163,827.30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.72

3. การวิเคราะห์หย่อมป่าพบว่า พื้นที่ศึกษามีเนื้อที่ป่า (Area of the Complex: CA) เท่ากับ 3,276.13 ตารางกิโลเมตร เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Patch Size Standard Deviation: PSSD) เท่ากับ 7,869.11 จะพบว่า มีค่าสูงตามไปด้วย ซึ่งตีความได้ว่ากลุ่มป่ามีหย่อมป่าที่มีขนาดเนื้อที่แตกต่างกันเป็นช่วงกว้างพอสมควร แต่ก็ยังเป็นขนาดเนื้อที่ผืนที่ค่อนข้างใหญ่ ขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่เล็กที่สุดมีพื้นที่ 0.0068 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4.4 ไร่ และขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุดมีพื้นที่ 1,949.85 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,218,636.84 ไร่

จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของขนาดผืนป่าหรือหย่อมป่า (Mean Patch Size: MPS) เท่ากับ 504.59 ถือว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่า ภายในกลุ่มป่ามีการแตกส่วนของระบบนิเวศป่าเป็น

หย่อมป่าจำนวนมาก หรือเป็นกลุ่มป่าที่มีขนาดผืนป่าเล็ก และจำนวนหย่อมป่า (Number of Patch: NumP) มีถึง 652 หย่อม ซึ่งสัมพันธ์กับค่าเส้นรอบของผืนป่า (Total Edge: TE) เท่ากับ 6,733,144.03 ซึ่งมีค่ามาก แสดงว่าระบบนิเวศป่าไม่มีการแตกส่วนของผืนป่าออกเป็นส่วนๆ (Fragmentation) มากซึ่งหมายถึงระบบนิเวศขาดความต่อเนื่อง

4. การพิจารณาหาแนวเชื่อมต่อป่าพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืชที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของขอบเขตพื้นที่ (polygon) ที่มีขอบเขตที่อยู่ใกล้กันในระยะทางที่กำหนดได้จำนวนของแนวเชื่อมต่อดังนี้ ระยะแนวเชื่อมต่อ 100 เมตร พบ จำนวน 158 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 200 เมตร พบ จำนวน 276 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 300 เมตร พบ จำนวน 339 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 400 เมตร พบ จำนวน 355 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 500 เมตร พบ จำนวน 345 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 600 เมตร พบ จำนวน 336 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 700 เมตร พบ จำนวน 329 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 800 เมตร พบ จำนวน 319 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 900 เมตร พบ จำนวน 312 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 1,000 เมตร พบ จำนวน 307 แนว รวมทั้งสิ้น 3,076 แนว

5. จากการวิเคราะห์หย่อมป่าระหว่างผืนป่าสภาพจริงกับผืนป่าหากมีการเชื่อมต่อกันได้ พบว่าพื้นที่ศึกษามีเนื้อที่ป่าเพิ่มขึ้น มีผลให้ใจกลางผืนป่ามีเนื้อที่เพิ่มขึ้น ตามขนาดของผืนป่าหากมีการเชื่อมต่อกันได้ที่เพิ่มขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าลดลง ดีความได้ว่าหย่อมป่ามีขนาดเนื้อที่แตกต่างกันลดลง ขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่เล็กที่สุดมีพื้นที่ 0.0068 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4.4 ไร่ และขนาดหย่อมป่าที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุดมีพื้นที่ 2,835.47 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,772,772.80 ไร่ ค่าเฉลี่ยของขนาดผืนป่ามีค่าสูงขึ้นจากเดิมมาก มีจำนวนหย่อมป่า 178 หย่อม แสดงว่า ภายในกลุ่มป่ามีการแตกส่วนเป็นหย่อมป่าลดลง หรือมีผืนป่าที่ขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งหมายถึงระบบนิเวศเริ่มมีความต่อเนื่องเกิดขึ้น

6. ผลการคำนวณในส่วนกระบวนการตัดสินใจแบบลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) พิจารณาเกณฑ์ (criteria) ในการตัดสินใจอื่นๆ ไว้ 6 ปัจจัย คือ 1) ขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อ 2) สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ 3) ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ 4) ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ 5) ระยะทางของแนวเชื่อมต่อและ 6) ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ พบว่าค่าความสอดคล้องของข้อมูล (C.R.) เท่ากับ -0.663 ซึ่งน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำค่าถ่วงน้ำหนักไปใช้ได้ ซึ่งขนาดพื้นที่ผืนป่าเมื่อมีการเชื่อมต่อมีความสำคัญมากที่สุด ระยะทางของแนวเชื่อมต่อและความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อมีความสำคัญน้อยที่สุด

7. จากการจัดระดับความเหมาะสมของแนวเชื่อมต่อป่าด้วยการเชื่อมต่อพื้นที่ป่า ได้แบ่งระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับ คือ ไม่มีความเหมาะสม ความเหมาะสมน้อย ความเหมาะสมปานกลาง ความเหมาะสมมาก ความเหมาะสมมากที่สุด และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด มีจำนวน 137 แนว ซึ่งแนวเชื่อมต่อทั้งหมดมีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 0.0009 – 16.87 ตารางกิโลเมตร

8. การพิจารณาหาแนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองได้จำนวนของแนวเชื่อมต่อดังนี้ ระยะแนวเชื่อมต่อ 100 เมตร พบ จำนวน 5 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 200 เมตร พบ จำนวน 6 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 300 เมตร พบ จำนวน 5 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 400 เมตร พบ จำนวน 6 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 500 เมตร พบ จำนวน 7 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 600 เมตร พบ จำนวน 8 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 700 เมตร พบ จำนวน 9 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 800 เมตร พบ จำนวน 9 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 900 เมตร พบ จำนวน 9 แนว ระยะแนวเชื่อมต่อ 1,000 เมตร พบ จำนวน 10 แนว รวมทั้งสิ้น 74 แนว แต่เป็นพื้นที่ที่ซ้อนทับกันอยู่ทำให้เกิดแนวเชื่อมต่อที่เป็นไปได้ 2 แห่งใหญ่ๆ ได้แก่ (1) บริเวณรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับเขตรักษาสัตว์ป่าเขาสอยดาว และ (2) บริเวณภายในของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบน

9. แนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองบริเวณรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวมีระบบนิเวศเป็นป่าดิบแล้ง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัยของชุมชน ในเขตแนวเชื่อมต่อสำรวจพบพันธุ์ไม้ใหญ่ทั้งหมด 35 ชนิด ชนิดพันธุ์ที่สำรวจพบ เช่น หย่อง กระบก พะนอง กระเบากลัก โสกรา เป็นต้น และนอกเขตแนวเชื่อมต่อสำรวจพบพันธุ์ไม้ใหญ่ทั้งหมด 39 ชนิด ชนิดพันธุ์ที่สำรวจพบ เช่น กางจิมอด เลี่ยมคะนอง ปออีแก้ง สมพง จีหนอน เป็นต้น ทั้งสองพื้นที่มีองค์ประกอบทางชนิดพันธุ์ ดัชนีความคล้ายคลึง ความหนาแน่น ดัชนีความสำคัญของชนิดพันธุ์ไม้และความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน เป็นพื้นที่ที่มีคุณค่าและความสำคัญต่อการอนุรักษ์ และสำรวจพบชนิดพันธุ์สัตว์ป่า พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 4 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 2 ชนิด นก 38 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 1 ชนิด

10. แนวเชื่อมต่อพื้นที่คุ้มครองบริเวณรอยต่อภายในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบนมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าซึ่งจะอยู่ชิดติดกับอาณาเขตของเขตห้ามล่าฯ ซึ่งเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทุ่งกระเบน มีระบบนิเวศป่าไม้หลายชนิด ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าชายหาด และป่าชายเลน สำหรับชนิดสัตว์ป่าพบถึงสามเป็นจำนวนมาก

11. แนวทางการจัดการแนวเชื่อมต่อระหว่างผืนป่า มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต้องเข้าใจถึงบทบาทและหน้าที่ของแนวเชื่อมต่อที่มีต่อระบบนิเวศ การจะสร้างแนวเชื่อมต่อเพื่อให้ผืนป่ามีความต่อเนื่องเชื่อมโยงถึงกันนั้น คือการเร่งรัดให้มีการปลูกป่าในทุกรูปแบบควบคู่กับการป้องกัน และอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ที่เหลืออยู่อย่างจริงจังและเร่งด่วน

ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อควรมีการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมพื้นที่ป่าตามกฎหมายในรูปแบบอื่นๆ เช่น ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ชุ่มน้ำ ป่าโซนชี เป็นต้น หรือทำการวิเคราะห์ระบบนิเวศป่าไม้ในกลุ่มป่า ได้แก่ ชนิดป่า ข้อมูลทางสัตว์ป่า หรือความหลากหลายทางชีวภาพ หรือทำการประเมินจำนวนแนวเชื่อมต่อในระดับย่อยลงไป ประกอบกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลที่มีความละเอียดสูง และเพิ่มปัจจัยที่จะกำหนดแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมในพื้นที่

2. การที่จะเลือกวิธีการใดในการศึกษาสังคมพืชนั้นนอกจากขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ของวิธีการนั้นๆ ที่จะให้ข้อมูลตอบสนองปัญหาหรือวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว ควรคำนึงถึงความเข้าใจในวิธีการนั้นๆ สภาพพื้นที่ ความยากง่ายของการสำรวจ เวลาและทุนทรัพย์ในการวิจัย และต้องคำนึงถึงความถูกต้องที่ต้องการ รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้วิชาสถิติเข้ามายืนยันผลการศึกษาหรือไม่ เนื่องจากลักษณะของข้อมูลทางด้านสังคมพืชมีความแตกต่างจากข้อมูลอื่นๆ เทคนิคในการสุ่มเลือกและวัดข้อมูลจึงมีวิธีการเฉพาะ นอกจากนี้วัตถุประสงค์ของการศึกษายังมีความแตกต่างกันไปตามเป้าหมายที่ต้องการทราบ การสุ่มตัวอย่างและการวัดข้อมูลมีมากมายหลายวิธี บางวิธีการก็เหมาะสมสำหรับป่าไม้ที่มีไม้ขนาดใหญ่ บางวิธีการก็สำหรับใช้กับสังคมพืชที่เป็นพืชขนาดเล็ก ดังนั้นการเลือกวิธีการในการศึกษาสังคมพืชเป็นเรื่องละเอียดอ่อนที่ต้องพิจารณา

3. ผลจากการวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนจัดการพื้นที่ป่าไม้ โดยพื้นที่ที่อยู่ภายในเขตพื้นที่อนุรักษ์ให้มีการดำเนินไปเป็นลักษณะของการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ ควรกำหนดแนวทางให้เป็นแหล่งอนุรักษ์ธรรมชาติ โดยใช้แนวทางการอนุรักษ์ พื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ สัตว์ป่า รวมถึงเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารสำหรับพื้นที่นอกเขตพื้นที่อนุรักษ์ควรมีการฟื้นฟูสภาพป่าไม้เดิมในส่วนที่เป็นป่าเสื่อมโทรม และแนวทางการจัดการอย่างมีส่วนร่วมของประชาชนเข้ามาช่วยในการจัดการพื้นที่อนุรักษ์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2549. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย. กองแผนงาน กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

แก้ว นวลฉวี และ สุภัค วงษ์ปาน. 2536. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสำรวจ

ทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ประสพชัย นามลาพุกทรา. 2536. การแปลตีความข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา, น. 113-126. ใน กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

มูลนิธิอนุรักษ์ป่ารอยต่อ 5 จังหวัด. 2552. ข้อมูลป่าตะวันออก. แหล่งที่มา:

<http://www.5provincesforest.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538724532&Ntype=1>, 30 กันยายน 2552.

ขงยุทธ ไตรสุรัตน์. 2549. ความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ ต้นศิริกงกล. 2542. AHP: กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กราฟฟิก แอนด์ ปริ้นติ้ง เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. การสำรวจทรัพยากรป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุพรรณ กาญจนสุธรรม. 2534. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนพัฒนาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุเพชร จิรขจรกุล. 2544. เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วย PC ARCVIEW. โรงพิมพ์ศิริธรรมออฟเซต, จังหวัดอุบลราชธานี.

สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์. 2536. หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล, น.41-59.
 ใน กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ
 สิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. 2542. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการเบื้องต้น.** กรุงเทพมหานคร:
 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ อ่องสมหวัง. 2538. **ความรู้พื้นฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: ส่วน
 วิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. แปลจาก G.C. Russell. And K.
 Green (eds.). “An introduction to Geographic Information Systems.” Journal of forest.

อุทิศ ภูอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยา: พื้นฐานเพื่อการป่าไม้.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Beier, P., D. R. Majka, and W. D. Spencer. 2008. Forks in the road: choices in procedures for
 designing wildland linkages. **Conservation Biology** 22: 836–851.

Bourrough, P.A. 1986. **Principle of Geographic Information System For Land Resource
 Assessment.** Oxford U.K.: Oxford University Press.

Campbell, J.B. 1996. **Introduction to Remote Sensing.** Taylor & Francis, London.

Dombois, D.M. and H. Ellenberg. 1974. **Aim and Method of Vegetation Ecology.** John Wiley &
 Sons, Inc., New York.

Du Rietz, G.E. 1930. Vegetationsforschung auf Soziationsanalytischer Grundlage, pp.219-234. In
 D. Mueller and H. Ellenberg. **Aim and Method of Vegetation Ecology.** John Wiley &
 Sons, Inc., New York.

ERDAS. 2002, **ERDAS Field Guide.** 6th, ed. ERDAS, Inc., Atlanta.

- Gaston, K.J. (ed). 1996. **Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference**, Blackwell science, Oxford.
- Harris, Larry D. 1984. **The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity**. The University of Chicago Press.
- Joy, S.M., R.M. Reich and R.T. Reynolds. 2003. A non-parameter, supervised classification of vegetation types on the Kaibab National Forest using decision trees. **International Journal of Remote Sensing**. 24: 1835-1852.
- Kent, M. and P. Coker. 1992. **Vegetation Description and Analysis**. John Wiley & Sons Ltd., New York.
- Kershaw, K. A. 1973. **Quantitative and Dynamic Plant Ecology**. American Elsevier Publishing Company, New York.
- Kimmins, J.P. 1997. **Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Management**. 2nd, ed. Prentice-Hall, Inc., California.
- Kutintara, U. 1975. **Structure of the Dry Dipterocarp Forest**. Ph.D. Dissertation thesis, Colo.State. University.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1994. **Remote Sensing and Image Interpretation**. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Liu, J.Y., D.F. Zhuang, D. Luo and X. Ziao. 2003. Land-cover classification of China: integrated analysis of AVHRR imagery and geophysical data. **International Journal of Remote Sensing**. 24: 2485-2500.
- Morris, P. and Therivel, R. 1995. **Methods of Environmental Impact Assessment**. UCL Press, London.

Mueller, D. and H. Ellenberg. 1974. **Aim and Method of Vegetation Ecology**. John Wiley & Sons, Inc., New York. Cited D.W. Shimwell. 1972. **The Description and Classification of Vegetation**. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Saaty T.L. 1980. **The Analytic Hierarchy Process**. McGraw-Hill, New York.

Shimwell, D.W. 1971. **The Description and Classification of Vegetation**. Sdgwick & Jackson, Lond.

Yann, K., Guide, P., Aurelia, U., Anderas, G., Thomas, S., Sina, H., and Sergio, S. 2008
Thecontinuum Project. **Mountain Research and Development**. 28(2): 168-172

Zonneveld, I.S. 1988. The ITC Method of Mapping Natural and Semi-natural with Appendix at
A. H. M. and W. V. Wijngarnden, pp. 401-426. In A. W. Kluchler and I. S. Zonneveld
(eds.) **Vegetation Mapping**. Kluchler Academic Publisher, Dordrecht, The Natherlands.



ตารางผนวกที่ 1 จุดควบคุมภาคพื้นดินและค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการปรับแก้ความผิดพลาด
ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM Path 128 Row 51

Point ID	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	X Residual	Y Residual	RMS Error
GCP#1	761758.271	1531102.848	761683.348	1531293.862	-0.020	0.544	0.544
GCP#2	787894.406	1523521.385	787890.428	1523517.431	-0.091	0.839	0.844
GCP#3	812869.625	1527037.455	812805.568	1526997.320	0.241	-0.210	0.319
GCP#4	759543.502	1513129.082	759722.182	1513107.735	-0.453	0.044	0.455
GCP#5	781736.266	1500467.352	781845.497	1500401.781	0.634	-0.064	0.638
GCP#6	811892.759	1508418.864	811890.984	1508339.904	-0.275	-0.879	0.921
GCP#7	834326.095	1511408.608	834275.351	1511327.904	-0.456	-0.580	0.738
GCP#8	864103.218	1505859.862	863956.488	1505865.537	0.483	-0.598	0.769
GCP#9	872072.966	1510367.231	871963.755	1510340.924	0.369	0.717	0.806
GCP#10	746564.567	1481168.099	746823.409	1481167.214	-0.084	-0.702	0.707
GCP#11	787386.981	1484067.517	787332.564	1484139.772	0.324	0.656	0.731
GCP#12	823797.831	1491902.237	823615.093	1491978.622	-0.622	-0.291	0.687
GCP#13	839132.684	1481305.786	838677.223	1481623.841	-0.533	-0.172	0.560
GCP#14	858995.811	1474831.465	858257.340	1475414.706	-0.541	0.552	0.73
GCP#15	752585.040	1454766.937	752338.457	1455205.540	0.875	-0.009	0.875
GCP#16	785691.245	1450313.098	784905.523	1451085.071	0.281	-0.822	0.869
GCP#17	832183.986	1433726.611	830177.372	1435520.576	-0.400	-0.030	0.401
GCP#18	843971.075	1461684.422	842944.391	1462544.878	0.314	-0.427	0.530
GCP#19	860889.373	1446384.423	859123.371	1447944.558	0.789	0.615	1.001
GCP#20	739862.282	1428969.687	739016.355	1430049.078	0.161	0.294	0.335
GCP#21	773649.373	1431606.739	772365.948	1432898.646	-0.002	-0.063	0.063
GCP#22	773080.112	1407835.051	731479.651	1409659.912	-0.645	-0.279	0.703
GCP#23	772052.840	1401312.487	769370.236	1403914.400	-0.030	0.301	0.303
GCP#24	838434.338	1416997.982	835497.222	1419656.662	-0.499	0.241	0.554
GCP#25	794442.765	1413937.459	792028.424	141699.701	-0.081	0.497	0.504
GCP#26	857289.269	1390750.514	852413.466	1395215.093	0.057	0.595	0.598

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Point ID	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	X Residual	Y Residual	RMS Error
GCP#27	857535.416	1357463.532	850076.686	1364326.371	0.853	-0.033	0.854
GCP#28	878822.521	1360801.250	871216.749	1367826.013	-0.391	-0.612	0.726
GCP#29	891631.913	1372508.743	884770.624	1378872.915	-0.259	-0.126	0.288

หมายเหตุ: Root Mean Square Error (RMSe) = 0.6617

ตารางผนวกที่ 2 จุดควบคุมภาคพื้นดินและค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM Path 128 Row 52

Point ID	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	X Residual	Y Residual	RMS Error
GCP#1	860340.320	1353014.961	860336.089	1353014.501	-0.157	-0.071	0.172
GCP#2	878615.233	1351300.516	878615.233	1351300.516	0.391	0.176	0.429
GCP#3	890042.569	1334529.748	889967.862	1334795.851	0.452	0.204	0.496
GCP#4	856629.177	1343268.313	856629.177	1343268.313	-0.074	-0.034	0.082
GCP#5	858805.027	1332334.665	858800.352	1332345.112	0.501	0.226	0.549
GCP#6	869408.255	1331283.494	869348.547	1331453.246	-0.326	-0.326	0.792
GCP#7	894956.698	1345410.897	894972.865	1345417.344	-0.176	-0.176	0.429

หมายเหตุ: Root Mean Square Error (RMSe) = 0.4750

ตารางผนวกที่ 3 แสดงตัวอย่างผลการวิเคราะห์หาคะแนนของแต่ละทางเลือก (แนวเชื่อมต่อ)
ภายใต้การพิจารณาทุกปัจจัย

การแปลงค่า	เกณฑ์ปัจจัย					
	ขนาดพื้นที่พัฒนาเมื่อมีการเชื่อมต่อ (ตร.กม.)	สถานภาพทางกฎหมายของพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ (ตร.กม.)	ความยาวของถนนที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ (กม.)	ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อ (ตร.กม.)	ระยะทางของแนวเชื่อมต่อ (ม.)	ความยาวลำน้ำที่ปรากฏในแนวเชื่อมต่อ (กม.)
ค่าคะแนนดิบ	75.783	0.000	0.000	0.005	100	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.026	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	32.19					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมน้อย					
ค่าคะแนนดิบ	2575.680	0.093	2.626	0.093	200	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.883	1.000	0.840	0.995	0.889	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	85.75					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมมากที่สุด					
ค่าคะแนนดิบ	2618.845	0.000	0.282	0.039	300	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.898	0.000	0.983	0.998	0.778	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	63.81					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					
ค่าคะแนนดิบ	3.809	0.000	0.188	0.067	400	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.001	0.000	0.989	0.996	0.667	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	28.95					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมน้อย					
ค่าคะแนนดิบ	2751.842	0.000	4.377	4.107	500	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.944	0.000	0.734	0.756	0.556	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	58.00					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมปานกลาง					

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

การแปลงค่า	เกณฑ์ปัจจัย					
	ขนาดพื้นที่สัมปทานเมื่อมีการ เชื่อมต่อ (ตร.กม.)	สถานภาพทางกฎหมายของ พื้นที่บริเวณแนวเชื่อมต่อ (ตร.กม.)	ความยาวของถนนที่ปรากฏ ในแนวเชื่อมต่อ (กม.)	ขนาดพื้นที่ของ แนวเชื่อมต่อ (ตร.กม.)	ระยะทางของ แนวเชื่อมต่อ (กม.)	ความยาวลำน้ำที่ปรากฏใน แนวเชื่อมต่อ (กม.)
ค่าคะแนนดิบ	2781.233	0.508	0.372	0.508	600	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.954	1.000	0.977	0.970	0.444	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	87.97					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมมากที่สุด					
ค่าคะแนนดิบ	2821.191	0.000	0.000	0.171	700	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.967	0.000	1.000	0.990	0.333	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	63.95					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมมาก					
ค่าคะแนนดิบ	2861.171	1.217	11.259	15.907	800	1.441
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.981	0.077	0.315	0.057	0.222	0.347
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	48.92					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมปานกลาง					
ค่าคะแนนดิบ	19.746	0.337	0.559	1.092	900	0.292
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.007	0.309	0.966	0.935	0.111	0.070
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	32.86					
ระดับความเหมาะสม	เหมาะสมน้อย					
ค่าคะแนนดิบ	2.595	0.000	0.563	0.352	1000	0.000
ค่าคะแนนมาตรฐาน	0.001	0.000	0.966	0.979	0.000	0.000
ค่าถ่วงน้ำหนัก	0.382	0.244	0.179	0.071	0.062	0.062
ค่าคะแนนรวม (เปอร์เซ็นต์)	24.27					
ระดับความเหมาะสม	ไม่เหมาะสม					

ตารางผนวกที่ 4 บัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ที่สำรวจพบในเขตแนวเชื่อมต่อ

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
ก้ามแดง	<i>Acer calcaratum</i> Gagnep.
มะกอกป่า	<i>Spondias pinnata</i> (L.f) Kurz
มะม่วงกะล่อน	<i>Mangifera caloneura</i> Kurz.
ยางแดง	<i>Polyalthia viridis</i> Craib
มะดุก	<i>Siphonodon celastrineus</i> Griff.
สมอพิเภก	<i>Terminalia bellirica</i> (Gaertn.) Roxb.
เคี่ยมคะนอง	<i>Shorea henryana</i> Pierre
กะลิง	<i>Diospyros pilosanthera</i> Blanco
ชันทองพญาบาท	<i>Suregada multiflorum</i> (A.Juss.) Baill.
สลอดป่า	<i>Jatropha curcas</i> L.
ก่อเลือด	<i>Lithocarpus garrettianus</i> (Craib) A. Camus
กระเบาใกล้	<i>Hydnocarpus ilicifolia</i> King.
ชะมวง	<i>Garcinia cowa</i> Roxb. ex DC.
พะวา	<i>Garcinia speciosa</i> Wall
กระบก	<i>Irvingia malayana</i> Oliv. ex A. Benn.
เขียด	<i>Cinnamomum iners</i> Reinw
จิกเขา	<i>Barringtonia fusiformis</i> King
เสี้ยวป่า	<i>Bauhinia saccocalyx</i> Pierre
โศกเขา	<i>Saraca declinata</i> (Jack.) Miq.
เขลง	<i>Dialium cochinchinense</i> Pierre.
หย่อง	<i>Archidendron quocense</i> Nielsen
สาธร	<i>Millettia leucantha</i> Kurz
พลองกินลูก	<i>Memecylon ovatum</i> Sm.
จันทน์ชะมด	<i>Aglaia pyramidata</i> Hance
ยมหิน	<i>Chukrasia tabularis</i> A. Juss
ยมหอม	<i>Toona ciliata</i> M.Roem
กางจี่มอด	<i>Albizia odoratissima</i> (L.f.) Benth.
หว่าเขา	<i>Syzygium angkae</i> (Craib) Chantar. & J.Parn.

ตารางภาคที่ 4 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
คางคาก	<i>Nyssa javanica</i> (Blume) Wangerin.
เถียงพ้านางแอ	<i>Carallia brachiata</i> (Lour.) Merr.
จู้หนอน	<i>Zollingeria dongnaiensis</i> Pierre
คอแลน	<i>Nephelium hypoleucum</i> Kurz.
ปออีแก้ง	<i>Pterocymbium tinctorium</i> (Blanco) Merr
เหมือดหอม	<i>Symplocos racemosa</i> Roxb.

ตารางผนวกที่ 5 บัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ที่สำรวจพบนอกเขตแนวเชื่อมต่อ

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
มะกอกป่า	<i>Spondias pinnata</i> (L.f) Kurz
มะม่วงกะล่อน	<i>Mangifera caloneura</i> Kurz.
ยางดง	<i>Polyalthia viridis</i> Craib
มะคูก	<i>Siphonodon celastrineus</i> Griff.
สมอพิเภก	<i>Terminalia bellirica</i> (Gaertn.) Roxb.
เถียมคะนอง	<i>Shorea henryana</i> Pierre
ตะเคียนทอง	<i>Hopea odorata</i> Roxb.
พะนอง	<i>Hopea helferi</i> (Dyer) Brandis.
กะลิง	<i>Diospyros pilosanthera</i> Blanco
ชันทองพญาบาท	<i>Suregada multiflorum</i> (A.Juss.) Baill.
ขางปอยน้ำ	<i>Acalypha kerrii</i> Craib.
ฝิ่นคั้น	<i>Jatropha multifida</i> L.
พลาควาง	<i>Mallotus philippensis</i> Mull. Arg.
สลอดป่า	<i>Jatropha curcas</i> L.
กระเบาถัก	<i>Hydnocarpus ilicifolia</i> King.
ชะมวง	<i>Garcinia cowa</i> Roxb. ex DC.
พะวา	<i>Garcinia speciosa</i> Wall
กระบก	<i>Irvingia malayana</i> Oliv. ex A. Benn.

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
เชียด	<i>Cinnamomum iners</i> Reinw
สะทีบ	<i>Phoebe paniculata</i> (Nees) Nees
จิกเขา	<i>Barringtonia fusiformis</i> King
เสี้ยวป่า	<i>Bauhinia saccocalyx</i> Pierre
โสกเขา	<i>Saraca declinata</i> (Jack.) Miq.
เขลง	<i>Dialium cochinchinense</i> Pierre.
หย่อง	<i>Archidendron quocense</i> Nielsen
สาธร	<i>Millettia leucantha</i> Kurz
พลองกินลูก	<i>Memecylon ovatum</i> Sm.
จันทน์ชะมด	<i>Aglaia pyramidata</i> Hance
ยมหิน	<i>Chukrasia tabularis</i> A. Juss
กางจี่มอด	<i>Albizia odoratissima</i> (L.f.) Benth.
ชมพู่น้ำ	<i>Syzygium siamense</i> (Craib) Chantar. & J. Parn.
เถียงพรัานางแ	<i>Carallia brachiata</i> (Lour.) Merr.
กำจัดต้น	<i>Zanthoxylum rhetsa</i> (Roxb.) DC.
จี่หนอน	<i>Zollingeria dongnaiensis</i> Pierre
คอแลน	<i>Nephelium hypoleucum</i> Kurz.
จันทน์ชะมด	<i>Mansonia gagei</i> Drumm
ปออีแก้ง	<i>Pterocymbium tinctorium</i> (Blanco) Merr
สะเต้า	<i>Pterospermum grandiflorum</i> Craib
สำรอง	<i>Scaphium scaphigerum</i> (G.Don) Guib.& Planoh.

ตารางผนวกที่ 6 การปรากฏของพันธุ์ไม้ของป่าดิบแล้งในแปลงตัวอย่าง

ลำดับ	ชนิดพันธุ์ไม้	การปรากฏของพรรณไม้	
		ป่าดิบแล้ง ในเขตแนวเชื่อมต่อ	ป่าดิบแล้ง นอกเขตแนวเชื่อมต่อ
1	สะเต้า (<i>Pterospermum grandiflorum</i>)	0	1
2	พะนอง (<i>Hopea helferi</i>)	0	1
3	ตะเคียนทอง (<i>Hopea odorata</i>)	0	1
4	พลาแกว (<i>Mallotus philippensis</i>)	0	1
5	จันทน์ชะมด (<i>Mansonia gagei</i>)	0	1
6	พีนดั้น (<i>Jatropha multifida</i>)	0	1
7	กำจัดต้น (<i>Zanthoxylum rhetsa</i>)	0	1
8	ลำรอง (<i>Scaphium scaphigerum</i>)	0	1
9	ชมพู่หน้า (<i>Syzygium siamense</i>)	0	1
10	สะทีบ (<i>Phoebe paniculata</i>)	0	1
11	ขางปอยน้ำ (<i>Acalypha kerrii</i>)	0	1
12	ก่อเลือด (<i>Lithocarpus garrettianus</i>)	1	0
13	ก่วมแดง (<i>Acer calcaratum</i>)	1	0
14	คางคาก (<i>Nyssa javanica</i>)	1	0
15	หว่านเขา (<i>Syzygium angkae</i>)	1	0
16	ขางขาว (<i>Xanthophyllum virens</i>)	1	0
17	เหมือดหอม (<i>Symplocos racemosa</i>)	1	0
18	ยมหอม (<i>Toona ciliata</i>)	1	0
19	กระบก (<i>Irvingia malayana</i>)	1	1
20	กระเบาถัก (<i>Hydnocarpus ilicifolia</i>)	1	1
21	พลองกินลูก (<i>Memecylon ovatum</i>)	1	1
22	โสกเขา (<i>Saraca declinata</i>)	1	1
23	สมอพิเภก (<i>Terminalia bellirica</i>)	1	1
24	สารภ (<i>Millettia leucantha</i>)	1	1
25	จิกเขา (<i>Barringtonia fusiformis</i>)	1	1
26	ยมหิน (<i>Chukrasia tabularis</i>)	1	1
27	เสี้ยวป่า (<i>Bauhinia saccocalyx</i>)	1	1
28	กางจี่มอด (<i>Albizia odoratissima</i>)	1	1
29	เคี่ยมกะนอง (<i>Shorea henryana</i>)	1	1
30	ปออีแก้ง (<i>Pterocymbium tinctorium</i>)	1	1

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพันธุ์ไม้	การปรากฏของพรรณไม้	
		ป่าดิบแล้ง ในเขตแนวเชื่อมต่อ	ป่าดิบแล้ง นอกเขตแนวเชื่อมต่อ
31	ยางดง (<i>Polyalthia viridis</i>)	1	1
32	ชันทองพญาบาท (<i>Suregada multiflorum</i>)	1	1
33	จี่หนอน (<i>Zollingeria dongnaiensis</i>)	1	1
34	สลอดป่า (<i>Jatropha currcas</i>)	1	1
35	กะลิง (<i>Diospyros pilosanthera</i>)	1	1
36	หย่อง (<i>Archidendron quocense</i>)	1	1
37	เถียงพ้านางแอ (<i>Carallia brachiata</i>)	1	1
38	มะกอกป่า (<i>Spondias pinnata</i>)	1	1
39	มะคูก (<i>Siphonodon celastrineus</i>)	1	1
40	สารภี (<i>Mammea siamensis</i>)	1	1
41	เขียด (<i>Cinnamomum iners</i>)	1	1
42	พะวา (<i>Garcinia speciosa</i>)	1	1
43	ชะมวง (<i>Garcinia cowa</i>)	1	1
44	คอแลน (<i>Nephelium hypoleucum</i>)	1	1
45	มะม่วงกะล่อน (<i>Mangifera caloneura</i>)	1	1
46	เขลง (<i>Dialium cochinchinense</i>)	1	1
		7 (a)	11 (b)

หมายเหตุ 1 การปรากฏของพันธุ์ไม้ : 1 หมายถึงปรากฏ 0 หมายถึงไม่ปรากฏ

จำนวนชนิดพันธุ์ที่ปรากฏทั้งสองสังคม(ตัวเลข 1 ที่เป็นตัวหนา) (c) = 28

ตารางผนวกที่ 7 ข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ ความหนาแน่น (D) ความถี่ (F) ความเด่นทางด้านพื้นที่หน้าตัด (Do) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ ค่าความเด่นสัมพัทธ์และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าดิบแล้งพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อ

ชื่อสามัญ	Tree	D	F	Do	RD	RF	R Do	IVI	Rank
หย่อง	42	3.94	60	0.0356	29.1667	11.2500	6.8044	47.2210	1
กระบก	6	0.56	40	0.1090	4.1667	7.5000	20.8128	32.4794	2
ก่อเลือด	4	0.38	20	0.0787	2.7778	3.7500	15.0208	21.5486	3
กระเบาหลัก	7	0.66	33	0.0241	4.8611	6.2500	4.5977	15.7088	4
พลองกินลูก	7	0.66	27	0.0295	4.8611	5.0000	5.6249	15.4860	5
โสกเขา	8	0.75	27	0.0224	5.5556	5.0000	4.2799	14.8355	6
สมอพิเภก	2	0.19	13	0.0551	1.3889	2.5000	10.5216	14.4105	7
สาธร	7	0.66	20	0.0160	4.8611	3.7500	3.0600	11.6711	8
จิกเขา	8	0.75	27	0.0005	5.5556	5.0000	0.0921	10.6477	9
ก่วมแดง	2	0.19	13	0.0330	1.3889	2.5000	6.2963	10.1852	10
ยมหิน	3	0.28	20	0.0155	2.0833	3.7500	2.9683	8.8016	11
เสี้ยวป่า	4	0.38	27	0.0053	2.7778	5.0000	1.0108	8.7886	12
คางคาก	4	0.38	13	0.0118	2.7778	2.5000	2.2595	7.5373	13
กางขี้มอด	4	0.38	7	0.0169	2.7778	1.2500	3.2271	7.2548	14
เคี่ยมคะนอง	3	0.28	20	0.0042	2.0833	3.7500	0.8114	6.6448	15

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	Tree	D	F	Do	RD	RF	R Do	IVI	Rank
ปออีเก็ง	3	0.28	7	0.0161	2.0833	1.2500	3.0828	6.4161	16
หว่าเขา	4	0.38	7	0.0059	2.7778	1.2500	1.1265	5.1543	17
ขางขาว	3	0.28	13	0.0022	2.0833	2.5000	0.4227	5.0061	18
ยางคง	3	0.28	13	0.0018	2.0833	2.5000	0.3481	4.9314	19
ขันทองพยับบาท	1	0.09	7	0.0152	0.6944	1.2500	2.9014	4.8459	20
จี่หนอน	2	0.19	13	0.0012	1.3889	2.5000	0.2290	4.1178	21
สลอดป่า	2	0.19	13	0.0009	1.3889	2.5000	0.1706	4.0595	22
กะลิง	2	0.19	13	0.0008	1.3889	2.5000	0.1611	4.0500	23
เหมือดหอม	1	0.09	7	0.0084	0.6944	1.2500	1.6025	3.5470	24
ขมหอม	2	0.19	7	0.0022	1.3889	1.2500	0.4116	3.0505	25
เฉียงพรว้านางแ	1	0.09	7	0.0039	0.6944	1.2500	0.7499	2.6943	26
มะกอกป่า	1	0.09	7	0.0022	0.6944	1.2500	0.4108	2.3553	27
มะดุก	1	0.09	7	0.0014	0.6944	1.2500	0.2662	2.2107	28
สารภี	1	0.09	7	0.0009	0.6944	1.2500	0.1731	2.1175	29
เขียค	1	0.09	7	0.0007	0.6944	1.2500	0.1340	2.0784	30
พะวา	1	0.09	7	0.0005	0.6944	1.2500	0.0999	2.0443	31

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	Tree	D	F	Do	RD	RF	R Do	IVI	Rank
ชะมวง	1	0.09	7	0.0005	0.6944	1.2500	0.0921	2.0366	32
คอแลน	1	0.09	7	0.0004	0.6944	1.2500	0.0818	2.0262	33
มะม่วงกะล่อน	1	0.09	7	0.0004	0.6944	1.2500	0.0776	2.0220	34
เขลง	1	0.09	7	0.0004	0.6944	1.2500	0.0708	2.0152	35
	144	13.50	533	0.5237	100	100	100	300	

ตารางผนวกที่ 8 ข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ ความหนาแน่น (D) ความถี่ (F) ความเด่นทางด้านพื้นที่หน้าตัด (Do) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ ค่าความเด่นสัมพัทธ์และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าดิบแล้งพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ

ชื่อสามัญ	Tree	D	F	Do	RD	RF	R Do	IVI	Rank
กระบก	16	3.00	107	0.1090	2.9740	3.3755	20.5334	26.8829	1
ห่อย่อง	52	9.75	127	0.0356	9.6654	4.0084	6.7130	20.3869	2
พะยอม	14	2.63	87	0.0787	2.6022	2.7426	14.8192	20.1640	3
สมอพิเภก	12	2.25	80	0.0551	2.2305	2.5316	10.3803	15.1424	4
พลองกินดูก	17	3.19	93	0.0295	3.1599	2.9536	5.5494	11.6628	5
ตะเคียนทอง	12	2.25	80	0.0330	2.2305	2.5316	6.2118	10.9739	6
กระเบาหลัก	17	3.19	100	0.0241	3.1599	3.1646	4.5360	10.8604	7
โศกเขา	18	3.38	93	0.0224	3.3457	2.9536	4.2224	10.5218	8
สาธร	17	3.19	87	0.0160	3.1599	2.7426	3.0189	8.9214	9
กางขี้มอด	14	2.63	73	0.0169	2.6022	2.3207	3.1837	8.1066	10
ยมหิน	13	2.44	87	0.0155	2.4164	2.7426	2.9285	8.0874	11
ปออีเก้ง	13	2.44	73	0.0161	2.4164	2.3207	3.0414	7.7784	12
พลาควาง	14	2.63	80	0.0118	2.6022	2.5316	2.2292	7.3631	13
ชันทองพญาบาท	11	2.06	73	0.0152	2.0446	2.3207	2.8625	7.2278	14
เสี้ยวป่า	14	2.63	93	0.0053	2.6022	2.9536	0.9972	6.5530	15

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	Tree	D	F	Do	RD	RF	R Do	IVI	Rank
จิกเขา	18	3.38	93	0.0005	3.3457	2.9536	0.0909	6.3902	16
จันทน์ชะมด	14	2.63	73	0.0059	2.6022	2.3207	1.1114	6.0343	17
เคี่ยมคะนอง	13	2.44	87	0.0042	2.4164	2.7426	0.8005	5.9595	18
กำจัดต้น	11	2.06	73	0.0084	2.0446	2.3207	1.5810	5.9463	19
ฝิ่นต้น	13	2.44	80	0.0022	2.4164	2.5316	0.4171	5.3651	20
ยางคง	13	2.44	80	0.0018	2.4164	2.5316	0.3434	5.2914	21
ลำรอง	11	2.06	73	0.0045	2.0446	2.3207	0.8504	5.2157	22
เถียงพ้านางแอ	11	2.06	73	0.0039	2.0446	2.3207	0.7398	5.1051	23
ขี้หนอน	12	2.25	80	0.0012	2.2305	2.5316	0.2259	4.9880	24
สะเต้า	12	2.25	73	0.0022	2.2305	2.3207	0.4061	4.9573	25
สลอดป่า	12	2.25	80	0.0009	2.2305	2.5316	0.1683	4.9305	26
กะลิง	12	2.25	80	0.0008	2.2305	2.5316	0.1590	4.9211	27
มะกอกป่า	11	2.06	73	0.0022	2.0446	2.3207	0.4053	4.7706	28
ชมพู่น้ำ	11	2.06	73	0.0014	2.0446	2.3207	0.2627	4.6280	29
มะดุก	11	2.06	73	0.0014	2.0446	2.3207	0.2627	4.6280	30
สารภี	11	2.06	73	0.0009	2.0446	2.3207	0.1707	4.5360	31

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	Tree	D	F	Do	RD	RF	R Do	IVI	Rank
เขียด	11	2.06	73	0.0007	2.0446	2.3207	0.1322	4.4974	32
ขางปอยน้ำ	11	2.06	73	0.0006	2.0446	2.3207	0.1147	4.4800	33
สะทีบ	11	2.06	73	0.0006	2.0446	2.3207	0.1147	4.4800	34
พะวา	11	2.06	73	0.0005	2.0446	2.3207	0.0985	4.4638	35
ชะมวง	11	2.06	73	0.0005	2.0446	2.3207	0.0909	4.4562	36
คอแลน	11	2.06	73	0.0004	2.0446	2.3207	0.0807	4.4460	37
มะม่วงกะล่อน	11	2.06	73	0.0004	2.0446	2.3207	0.0765	4.4418	38
เขลง	11	2.06	73	0.0004	2.0446	2.3207	0.0698	4.4351	39
	538	100.88	3160	0.5308	100	100	100	300	

ตารางผนวกที่ 9 ผลการคำนวณค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener Index) และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ของป่าดิบแล้งพื้นที่ในเขตแนวเชื่อมต่อ

ชนิด	จำนวนต้น	Pi	InPi	PiInPi
หย่อง	42	0.2917	-0.5351	-0.1561
กระบก	6	0.0417	-1.3802	-0.0575
ก่อเลือด	4	0.0278	-1.5563	-0.0432
กระเบาใกล้	7	0.0486	-1.3133	-0.0638
พลองกินลูก	7	0.0486	-1.3133	-0.0638
โศกเขา	8	0.0556	-1.2553	-0.0697
สมอพิเภก	2	0.0139	-1.8573	-0.0258
สาธร	7	0.0486	-1.3133	-0.0638
จิกเขา	8	0.0556	-1.2553	-0.0697
ก่วมแดง	2	0.0139	-1.8573	-0.0258
ยมหิน	3	0.0208	-1.6812	-0.0350
เสี้ยวป่า	4	0.0278	-1.5563	-0.0432
คางคาก	4	0.0278	-1.5563	-0.0432
กางขี้มอด	4	0.0278	-1.5563	-0.0432
เถี่ยมคะนอง	3	0.0208	-1.6812	-0.0350
ปออีแก้ง	3	0.0208	-1.6812	-0.0350
หว่าเขา	4	0.0278	-1.5563	-0.0432
ขางขาว	3	0.0208	-1.6812	-0.0350
ยางดง	3	0.0208	-1.6812	-0.0350
ชันทองพญาบาท	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
จีหนอน	2	0.0139	-1.8573	-0.0258
สลอดป่า	2	0.0139	-1.8573	-0.0258
กะลิง	2	0.0139	-1.8573	-0.0258
เหมือดหอม	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
ยมหอม	2	0.0139	-1.8573	-0.0258
เถียงพ้านางแอ	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
มะกอกป่า	1	0.0069	-2.1584	-0.0150

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนต้น	Pi	lnPi	Pi lnPi
มะดุก	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
สารภี	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
เงาะ	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
พะวา	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
ชะมวง	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
คอแลน	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
มะม่วงกะล่อน	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
เขลง	1	0.0069	-2.1584	-0.0150
H				1.2705
H_{max}				2.1584
Evenness				0.5886

ตารางผนวกที่ 10 ผลการคำนวณค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener Index) และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ของป่าดิบแล้งพื้นที่นอกเขตแนวเชื่อมต่อ

ชนิด	จำนวนต้น	Pi	InPi	PiInPi
กระบก	16	0.0297	-1.5267	-0.0454
หย่อง	52	0.0967	-1.0148	-0.0981
พะนอง	14	0.0260	-1.5847	-0.0412
สมอพิเภก	12	0.0223	-1.6516	-0.0368
พลองกินลูก	17	0.0316	-1.5003	-0.0474
ตะเคียนทอง	12	0.0223	-1.6516	-0.0368
กระเบากลัก	17	0.0316	-1.5003	-0.0474
โสกเขา	18	0.0335	-1.4755	-0.0494
สาธร	17	0.0316	-1.5003	-0.0474
กางจี่มอด	14	0.0260	-1.5847	-0.0412
ยมหิน	13	0.0242	-1.6168	-0.0391
ปออีแก้ง	13	0.0242	-1.6168	-0.0391
พลากวาง	14	0.0260	-1.5847	-0.0412
ชันทองพญาบาท	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
เสี้ยวป่า	14	0.0260	-1.5847	-0.0412
จิกเขา	18	0.0335	-1.4755	-0.0494
จันทน์ชะมด	14	0.0260	-1.5847	-0.0412
เคี่ยมคะนอง	13	0.0242	-1.6168	-0.0391
กำจัดต้น	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
ฝืนต้น	13	0.0242	-1.6168	-0.0391
ยางดง	13	0.0242	-1.6168	-0.0391
ลำรอง	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
เฉียงพร้านางแอ	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
จี่หนอน	12	0.0223	-1.6516	-0.0368
สะเต้า	12	0.0223	-1.6516	-0.0368
สลอดป่า	12	0.0223	-1.6516	-0.0368
กะลิง	12	0.0223	-1.6516	-0.0368

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนต้น	Pi	lnPi	Pi lnPi
มะกอกป่า	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
ชมพู่	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
มะคูด	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
สารภี	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
เงาะ	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
ขางปอยน้ำ	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
สะทีบ	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
พะวา	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
ชะมวง	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
คอแลน	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
มะม่วงกะล่อน	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
เขลง	11	0.0204	-1.6894	-0.0345
			H	1.5597
			H_{max}	2.7308
			Evenness	0.5711

ตารางผนวกที่ 11 รายชื่อชนิดสัตว์ป่าที่สำรวจพบ

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
กระจ๊อน	<i>Menetes berdmorei</i> (Blyth, 1849)
กระรอกหลากสี	<i>Callosciurus finlaysonii</i> (Horsfield, 1823)
กระเล็นขนปลายหูสั้น	<i>Tamiops maclellandii</i> (Horsfield, 1840)
กิ้งก่าหัวแดง	<i>Calotes versicolor</i> (Daudin, 1802)
นกกระจัดธรรมดา	<i>Phylloscopus inornatus</i> (Blyth, 1842)
นกแก้ว	<i>Amaurornis phoenicurus</i> (Pennant, 1769)
นกกะปูดใหญ่	<i>Centopus sinensis</i> (Stephens, 1815)
นกกระยางหัวหงอก	<i>Garrulax leucolophus</i> (Hardwicke, 1815)
นกยางขนบ้าน	<i>Copsychus saularis</i> (Linnaeus, 1758)
นกกาเหว่า	<i>Eudynamys scolopacea</i> (Linnaeus, 1758)
นกกินแมลงอกเหลือง	<i>Macronous gularis</i> (Horsfield, 1822)
นกขมิ้นน้อยธรรมดา	<i>Aegithina tiphia</i> (Linnaeus, 1758)
นกขุนทอง	<i>Gracula religiosa</i> (Linnaeus, 1758)
นกเขาเขียว	<i>Chalcophaps indica</i> (Linnaeus, 1758)
นกเขาใหญ่	<i>Streptopelia chinensis</i> (Scopoli, 1786)
นกแขกเต้า	<i>Psittacula alexandri</i> (Linnaeus, 1758)
นกจับแมลงสีน้ำตาล	<i>Muscicapa muttui</i> (Layard, 1854)
นกจาบคาเล็ก	<i>Merops orientalis</i> (Latham, 1801)
นกแซงแซวสีเทา	<i>Dicrurus leucophaeus</i> (Vieillot, 1817)
นกแซงแซวหางบ่วงใหญ่	<i>Dicrurus paradiseus</i> (Linnaeus, 1766)
นกแซงแซวหางปลา	<i>Dicrurus macrocercus</i> (Vieillot, 1817)
นกเด้าดินทุ่งใหญ่	<i>Anthus richardi</i> (Vieillot, 1818)
นกเด้าดินสวน	<i>Anthus hodgsoni</i> (Richmond, 1907)
นกคบบุ้งหางยาว	<i>Caprimulgus macrurus</i> (Horsfield, 1821)
นกตะขาบทุ่ง	<i>Coracias benghalensis</i> (Linnaeus, 1758)
นกตีทอง	<i>Megalaima haemacephala</i> (Muller, 1776)
นกขี้รอกใหญ่	<i>Phaenicophaeus tristis</i> (Lesson, 1830)
นกปรอดทอง	<i>Pycnonotus atriceps</i> (Temminck, 1822)

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
นกปรอดสวน	<i>Pycnonotus blanfordi</i> (Jerdon, 1862)
นกปรอดหัวสีเข้ม	<i>Pycnonotus aurigaster</i> (Vieillot, 1818)
นกพิราบป่า	<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)
นกโพระดกธรรมดา	<i>Megalaima lineata</i> (Vieillot, 1816)
นกยอดหญ้าสีดำ	<i>Saxicola caprata</i> (Linnaeus, 1766)
นกสีชมพูสวน	<i>Dicaeum cruentatum</i> (Linnaeus, 1758)
นกอีแรดแถบออก	<i>Rhipidura javanica</i> (Sparman, 1788)
นกอีวาบตั๊กแตน	<i>Cacomantis merulinus</i> (Scopoli, 1786)
นกอีเสือสีน้ำตาล	<i>Lanius cristatus</i> (Linnaeus, 1758)
นกเอี้ยงสาริกา	<i>Acridotheres tristis</i> (Linnaeus, 1766)
นกเอี้ยงหงอน	<i>Acridotheres cinereus</i> (Blyth, 1842)
นกแอ่นตาล	<i>Cypsiurus balasinensis</i> (Gray, 1829)
นกแอ่นบ้าน	<i>Apus affinis</i> (Gray, 1830)
นกแอ่นพง	<i>Artamus fuscus</i> (Vieillot, 1817)
หนูฟันเหลือง	<i>Rattus surifer</i> (Miller, 1900)
งูเขียวหัวจิ้งจก	<i>Ahaetulla prasina</i> (Shaw, 1802)
เขียดตะปาด	<i>Polypedates leucomystax</i> (Gravenhorst, 1829)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวณิชนันท์ บุญญาทรัพย์
เกิดวันที่	1 พฤษภาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	ลูกจ้างชั่วคราว
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2554 ระดับปริญญาโท ด้านปัญหาสถานะโลกร้อนและพลังงานหมุนเวียน จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)