

แผนที่ป่าไม้โดยภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2551

1. ความเป็นมาของโครงการ

พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการบุกรุกเข้าครอบครองพื้นที่ป่าไม้เพื่ออยู่อาศัยและทำกิน ทำการแผ้วถางป่าเพื่อทำการเกษตร และการส่งเสริมการปลูกพืชทดแทนพลังงานที่มีความต้องการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ เป็นต้น ในปัจจุบันการบุกรุกพื้นที่ป่าพบกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศส่งผลกระทบต่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและความเสื่อมโทรมของทรัพยากรติดตามมาอย่างมากมาย ทั้งปัญหาการเกิดพิบัติภัยที่มีความถี่และความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น จากสาเหตุดังกล่าวหากมีการจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ดีจะช่วยแก้ไขปัญหาลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยได้อีกทางหนึ่ง

กรมป่าไม้จึงได้จัดตั้งสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ ให้เป็นหน่วยงานส่วนกลางกรมป่าไม้ทำหน้าที่บริหารงานด้านการจัดการที่ดินป่าไม้ให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการกิจหลักในการสำรวจวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ เพื่อใช้ในการกำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมาย ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ การประเมินผลและติดตามการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าไม้ และนโยบายการแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งในเรื่องที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย หรือการใช้ประโยชน์อื่นๆ

จากภารกิจของสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ดังกล่าว จำเป็นต้องมีข้อมูลด้านสภาพทรัพยากรป่าไม้ที่เป็นปัจจุบัน เพื่อใช้ประกอบในการปฏิบัติงานด้านการจัดการทรัพยากรป่าไม้ของหน่วยงานและหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง จึงได้จัดทำโครงการจัดทำแผนที่ป่าไม้โดยภาพถ่ายดาวเทียม โดยมอบหมายให้คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลเป็นผู้ดำเนินการภายใต้การควบคุมของสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ เพื่อสำรวจและวิเคราะห์สถานภาพของทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะการจัดทำแผนที่ป่าไม้ของประเทศไทยและจัดทำฐานข้อมูลป่าไม้ เพื่อรองรับและสนับสนุนต่อการดำเนินการจัดการป่าไม้ของประเทศให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง รวมทั้งสามารถดำเนินการใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรป่าไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์

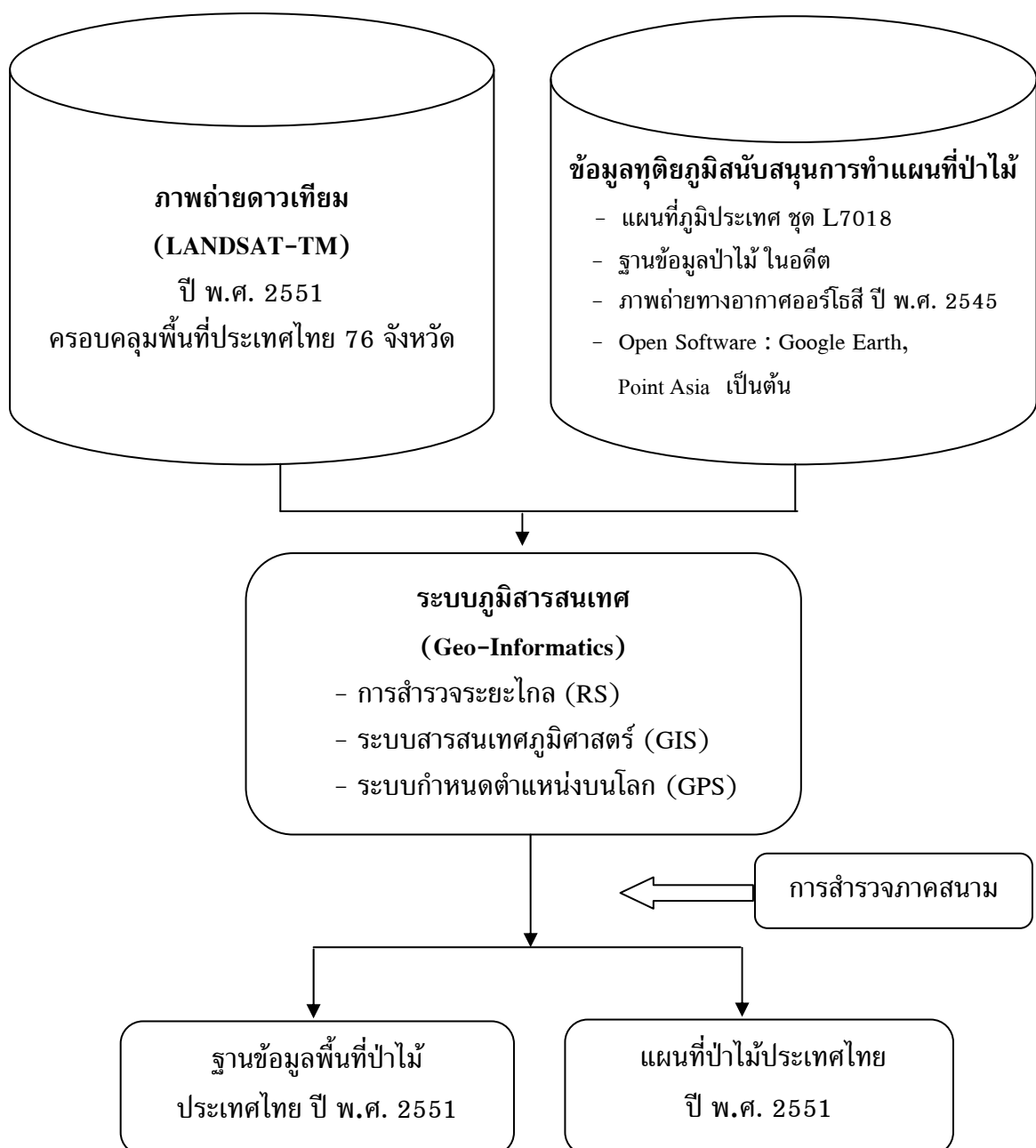
1. เพื่อสำรวจและจัดทำแผนที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551 ที่เป็นมาตรฐานและมีความถูกต้องตามหลักวิชาการ
2. จัดทำและพัฒนาฐานข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ เพื่อรองรับและสนับสนุนการจัดทำนโยบายเพื่อการวางแผนการจัดการทรัพยากรป่าไม้ และการติดตามเฝ้าระวังทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ
3. เพื่อเตรียมการพัฒนาข้อมูลป่าไม้ไปสู่รายละเอียดระดับสูงยิ่งขึ้นไป

3. เป้าหมายและขอบเขต

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 76 จังหวัด 6 ภูมิภาค ทั่วประเทศไทย

1. การรวบรวมข้อมูลการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ที่ได้มีการดำเนินการที่ผ่านมาโดยหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบ และหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
2. การจำแนกพื้นที่และจัดทำแผนที่ป่าไม้ของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท (LANDSAT-TM) ปี พ.ศ. 2551 กำหนดมาตราส่วนที่ 1: 50,000
3. การจัดทำและพัฒนาฐานข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งกรมป่าไม้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทยได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม

4. กรอบการศึกษา



5. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

5.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ในระบบดิจิทัล ปี พ.ศ. 2551
- แผนที่ดิจิทัลภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018
- ข้อมูลดิจิทัลขอบเขตจังหวัดของกระทรวงมหาดไทย
- เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ความเร็วหน่วยประมวลผลกลาง Core II dual 2.0 GHz. หน่วยความจำ 2 GB และหน่วยเก็บข้อมูลหลัก 250 GB
- เครื่องวัดพิกัดจากดาวเทียม (Global Positioning System : GPS)
- เช็มทิศ
- กล้องถ่ายรูป
- Printer และ Plotter
- Scanner
- โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม ERDAS IMAGINE
- โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS
- โปรแกรมวิเคราะห์ตำแหน่งภูมิศาสตร์ DNR Garmin

5.2 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ป่าไม้บนภาพถ่ายดาวเทียม

การจำแนกพื้นที่ป่าไม้บนภาพถ่ายดาวเทียม เป็นการแปลตีความข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ออกจากพื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ บนภาพดาวเทียม ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้และดังภาพที่ 1

5.2.1 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (Pre-Processing)

- ทำการคัดเลือกข้อมูลดาวเทียมในช่วงวันเวลาที่ปราศจากเมฆ มักเป็นภาพถ่ายที่ทำการบันทึกในช่วงฤดูแล้ง ในระหว่างเดือน ธันวาคม ถึง มีนาคม ซึ่งในแต่ละฤดูกาล การสะท้อนแสงของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นผิวโลกก็จะมีลักษณะต่างกันไป นอกจากนี้ต้องเลือกแบนด์และจำนวนแบนด์โดยที่ค่าความเข้มของวัตถุในแต่ละแบนด์จะไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูล TM ซึ่งมี จำนวน 7 แบนด์ ดังนั้น การเลือกใช้แบนด์และจำนวนแบนด์ที่เหมาะสม จะช่วยให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง และใช้เวลาคอมพิวเตอร์ไม่มาก เช่น การศึกษาด้านการใช้ที่ดินปกติจะใช้แบนด์ 4-5-3 / R-G-B สำหรับข้อมูล TM เป็นต้น

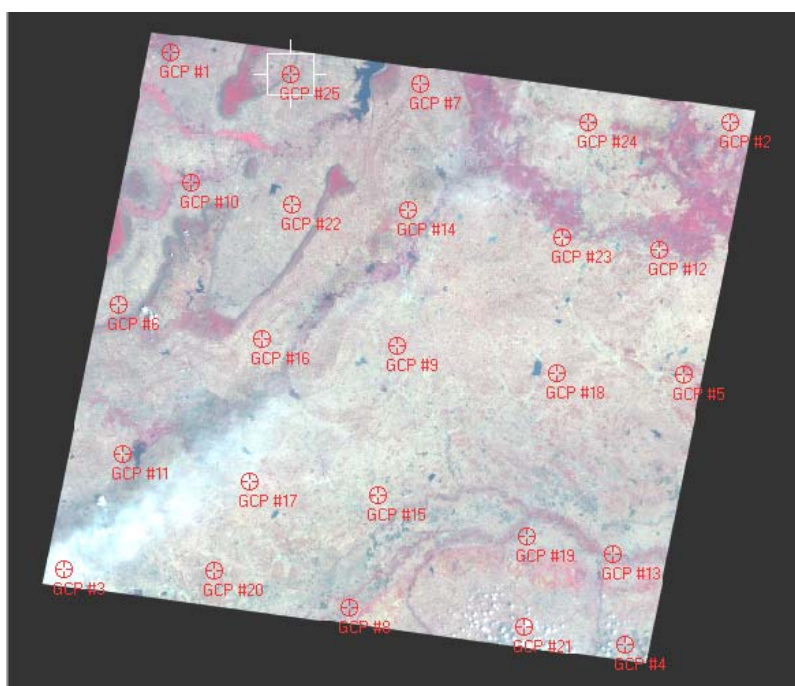
- การแสดงภาพ เป็นการเรียกข้อมูลจากแหล่งจัดเก็บ ซึ่งอยู่ในรูปของตัวเลข มาแสดงเป็นภาพในปัจจุบันการแสดงผลสามารถแสดงผลออกมาทางจอภาพ โดยการเปลี่ยนค่าตัวเลขในแต่ละช่วงมาเป็นค่าความเข้มของแสง เป็นภาพขาว-ดำได้พร้อมกัน 3 แบนด์ และเมื่อให้ความเข้มของแสงเป็นสีต่างๆ กัน ในแต่ละแบนด์แล้วนำมาซ้อนเข้าด้วยกันทำให้เกิดภาพสีผสมขึ้น (Color Composite) สำหรับภาพสีที่นิยมใช้ คือ ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) ซึ่งพืชพรรณปรากฏเป็นสีแดง

5.2.2 การเน้นภาพให้สมบูรณ์ (Image Enhancement)

ขบวนการสร้างภาพกลับคืน (Image Restoration) หรือปรับปรุงข้อมูลที่มีข้อบกพร่องในคุณสมบัติต่าง ๆ ให้มีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริงและให้มีความละเอียดชัดเจนตามเป้าหมาย เพื่อเตรียมพร้อมในการวิเคราะห์ต่อไป ประกอบด้วย

- การแก้ระดับความเข้มสีเทา (Radiometric Correction) การปรับแก้ระดับสีเทาที่อาจผิดพลาดจากอุปกรณ์บันทึกภาพ หรือจากมุมแสงอาทิตย์ (Sun Angle) หรือจากการแผ่กระจายพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านชั้นบรรยากาศ ทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ และเป็นการปรับค่าข้อมูลบริเวณเดียวกัน แต่บันทึกในต่างวันต่างฤดูให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

- การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) การบิดเบือนของตำแหน่งในภาพเนื่องจากความผิดพลาดของการโคจรและระบบการบันทึกภาพของดาวเทียม โดยอาศัย จุดโยงยึดจากแผนที่ ข้อมูลจะได้รับการแก้ไขให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและสอดคล้องกับตำแหน่งบนผิวโลกตามระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ หรือพิกัด UTM ของแผนที่ ในที่นี้ใช้แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 มาทำการปรับแก้ให้เป็นไปตามระบบมาตรฐานทางแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันของประเทศไทย คือ ระบบ UTM หรือ Universal Transverse Mercator รูปทรงรี (Ellipsoid) และพื้นหลักฐานทางราบ (Horizontal Datum) ในระบบ World Geodetic System 1984 (WGS 1984) โดยอ้างอิงกับแผนที่สภาพภูมิประเทศ ลำดับชุด L7018 โดยใช้แบบจำลอง Polynomial Order 2 ในการคำนวณค่าพิกัดใหม่ที่อ้างอิงจากแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งต้องใช้จุดควบคุม (Ground Control Point/GCP) อย่างน้อย 6 จุด แต่ในการศึกษาครั้งนี้ใช้จุดควบคุมประมาณ 20 จุด ต่อภาพถ่ายดาวเทียม 1 ภาพ (185x185 กม.) และมีค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error/RMS) ไม่เกิน 1.0



ภาพที่ 1 แสดงการกำหนดจุดควบคุมภาพ GCPs จากแผนที่ลงบนภาพดาวเทียม

- การเน้นคุณภาพข้อมูล (Image Enhancement) การปรับปรุงค่าระดับความเข้มสีเทาของข้อมูลโดยการเลือกวิธีเน้นคุณภาพให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ตามที่ต้องการศึกษาทำให้การวิเคราะห์ถูกต้องยิ่งขึ้น โดยทั่วไปนิยมใช้วิธียืดความเข้มสีเทาเดิม อยู่ในช่วงแคบ ๆ ให้กระจายกว้างขึ้นโดยเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งทำได้หลายวิธี คือ

(1) Linear Contrast Stretch เป็นการขยายพิสัย (Range) ของค่าความเข้มสีเทาเดิมให้มีค่ามากยิ่งขึ้น ตามสมการเส้นตรง

(2) Histogram Equalization เป็น Non-Linear Contrast Stretch โดยการกระจายค่าความเข้มสีเทาให้เป็นการกระจายแบบปกติ คือให้จำนวนจุดภาพในแต่ละค่าความเข้มมีจำนวนใกล้เคียงกัน

(3) Piecewise Stretch การขยายค่าความเข้มสีเทาเฉพาะช่วงที่ต้องการให้ขยายออกไป ทำให้ได้ข้อมูลชัดเจนเฉพาะช่วงที่ต้องการ

(4) Rationing Image การหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ โดยนำค่าความเข้มของแบนด์หนึ่ง ๆ มาหารกับอีกแบนด์หนึ่งในแต่ละจุดภาพเดียวกัน ภาพที่ได้ใหม่สามารถเน้นเฉพาะพืชพรรณให้มีความแตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ

(5) Principle Component Analysis (PCA) เทคนิคการเน้นภาพโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาของการสะท้อนแสงที่มีค่าซ้ำซ้อนกันเพื่อสร้างภาพใหม่มีขนาดของข้อมูลลดลง และได้ภาพที่มีข้อมูลรายละเอียดครบถ้วนและมีคุณภาพเด่นชัดขึ้น

(6) Color Composite Image การทำภาพสีผสมจากภาพจากดาวเทียมสามารถทำได้โดยการนำภาพจากดาวเทียมขาวดำ 3 ช่วงคลื่นใด ๆ มาผสมเป็นภาพสีผสมให้รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ชัดเจนกว่าภาพขาวดำ โดยสามารถทำได้ทั้งภาพวันที่เดียวกัน (Single-Data Image) และภาพจากดาวเทียมหลายวัน (Multi-date Image) รวมทั้งภาพจากดาวเทียมต่างกัน เช่น การผสมภาพสี TM แบนด์ 5 แบนด์ 4 และ แบนด์ 3

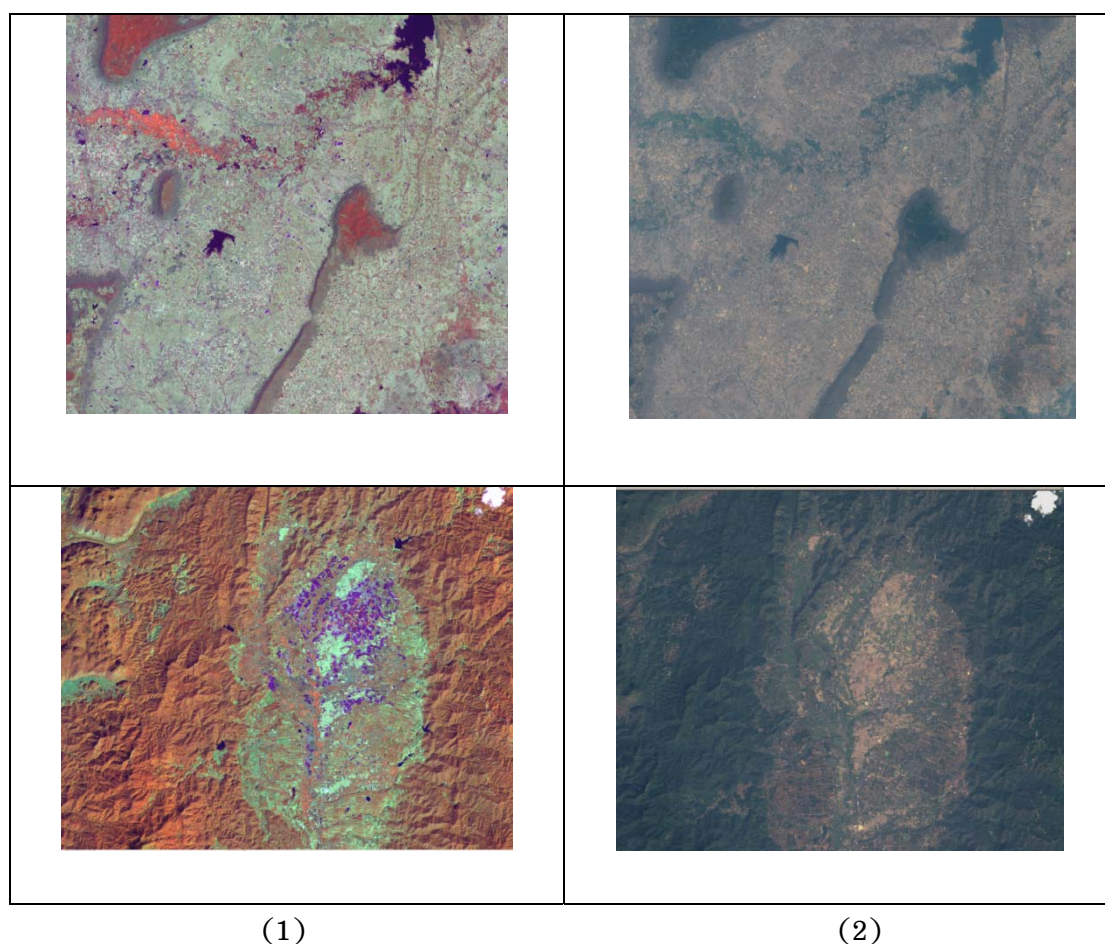
5.3 การกำหนดประเภทข้อมูล (Nomenclature Identification)

การกำหนดประเภทข้อมูลเป็นการกำหนดจำนวนและคุณลักษณะของประเภทข้อมูลก่อนที่จะทำการแปลหรือตีความข้อมูล เพื่อควบคุมการแปลภาพให้ครอบคลุมลักษณะการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม ดินทุกประเภทที่พบในพื้นที่ศึกษานั้น ๆ และเป็นเกณฑ์ที่ช่วยในการตัดสินใจตีความว่าวัตถุที่พบเป็นประเภทใด ในการศึกษาครั้งนี้ออกแบบการกำหนดประเภทข้อมูล ได้แก่ พื้นที่ป่า และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้

5.4 การจำแนกพื้นที่ป่าไม้บนภาพถ่ายดาวเทียม (Image Classification)

ก่อนการแปลข้อมูลภาพจะทำภาพสีผสม (Color Composite Image) โดยการนำข้อมูลภาพดาวเทียมจำนวน 3 ช่วงคลื่นใด ๆ มาผสมให้เกิดภาพสีผสม ให้รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ชัดเจนกว่าภาพขาวดำ โดยสามารถทำได้ทั้งภาพวันที่เดียวกัน (Single-Data Image) และภาพจากดาวเทียมหลายวัน (Multi-date Image) รวมทั้งภาพจากดาวเทียมต่างกัน เช่น การผสมภาพสี TM แบนด์ 4 แบนด์ 5 และ แบนด์ 3 ให้ผ่านแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน ตามลำดับ

การทำภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) ของภาพถ่ายดาวเทียม เป็นการเลือกใช้ค่าความสว่างของข้อมูลในแต่ละแบนด์ของดาวเทียม LANDSAT ผสมเป็นภาพผ่านแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน (RGB) เพื่อให้พื้นที่ป่าไม้ปรากฏเป็นสีแดง-ม่วงแดง และเหมาะสมต่อการจำแนกด้วยสายตา (Visual Interpretation) ดังภาพที่ 3 เปรียบเทียบการผสมสีตามธรรมชาติ และการผสมสีเท็จ แสดงได้ว่าการผสมสีเท็จ (แบนด์ 4,5,3 : R,G,B) ทำให้จำแนกขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ ปรากฏเป็นสีแดงเข้ม สังเกตได้ดีกว่าการผสมสีตามธรรมชาติที่พื้นที่ป่าไม้เป็นสีเขียว



ภาพที่ 2 (1) ภาพสีผสมเท็จ แบนด์ 4,5,3 : R,G,B, และ (2) ภาพสีธรรมชาติ แบนด์ 3,2,1 : R,G,B

การแปลงข้อมูลภาพที่ได้ทำการปรับแก้แล้วจะทำการเป็นรายจังหวัด เมื่อเรียกภาพแล้วจะนำข้อมูลขอบเขตจังหวัดมาซ้อนทับ ซึ่งได้จากกรมแผนที่ทหาร เพื่อทำการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัด

ความหมายเนื้อที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2551 เพื่อใช้ประกอบการแปลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT - 5 TM ปี พ.ศ. 2551-2552 มาตรฐาน 1 : 50,000 สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เนื้อที่ป่าไม้ หมายถึง ที่ป่าชนิดต่างๆ ได้แก่ ป่าดงดิบ ป่าสน ป่าชายเลน ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าเต็งรังแคระแกร็น ป่าพรุ ป่าชายเลน และป่าชายหาด เป็นต้น ไม่ว่าจะอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และพื้นที่ที่ใหญ่กว่า 5 เฮกตาร์ (3.125 ไร่) และจำแนกความแตกต่างของข้อมูลภาพบนจอคอมพิวเตอร์ด้วยสายตา ด้วยการลากจุดเพื่อสร้างเส้นรอบรูป

การแปลภาพโดยจำแนกด้วยสายตาผสมผสานกับการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ Hybrid Classification เป็นการแปลภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการจำแนกค่าความสว่างของเซลล์ภาพ (Digital Number/DN) ในเบื้องต้นก่อน โดยใช้การทำดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และแผนที่การจำแนกพื้นที่แบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) มาช่วยจำแนก เพื่อให้สะดวกต่อการจำแนกด้วยสายตา เพราะการจำแนกด้วยสายตาต้องอาศัยความสามารถของผู้ทำการแปล และถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ หากมีความรู้หรือคุ้นเคยกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ ด้วยแล้ว จะทำให้การแปลภาพมีความถูกต้องและรวดเร็ว

ระหว่างการแปลข้อมูลใช้ข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ ฐานข้อมูลพื้นที่ป่าไม้เดิม แผนที่ดัชนีพืชพรรณ แผนที่การจำแนกพื้นที่แบบไม่กำกับดูแล และการเปิดเว็บไซต์ที่แสดงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เช่น Google Earth และ Point Asia มาช่วยตรวจสอบอีกทางหนึ่ง

5.4.1 องค์ประกอบของการแปลภาพด้วยสายตา (Visual Classification) สรุปได้ดังนี้

- ความเข้มของสีและสี (Tone/Color) ระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ การทำมุมกับแสง ตลอดจนการเรียงตัวของวัตถุ
- ขนาด (Size) ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพซึ่งสัมพันธ์กับมาตราส่วนของภาพที่ปรากฏในรูปของความยาว กว้าง หรือพื้นที่
- รูปร่าง (Shape) รูปร่างของวัตถุที่เป็นเฉพาะตัว อาจสม่ำเสมอ (Regular) หรือรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular)
- เนื้อภาพ (Texture) หรือความหยาบ ละเอียดของผิววัตถุ เป็นผลมาจากความสม่ำเสมอของวัตถุที่รวมกันอยู่
- รูปแบบ (Pattern) ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น
- ความสูงและเงา (Height and Shadow) เงาของวัตถุมีความสำคัญในการพิจารณาความสูง และมุมของดวงอาทิตย์
- พื้นที่ (Site) หรือตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลนพบบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง สนามบินอยู่ใกล้แหล่งชุมชน
- ความเกี่ยวพัน (Association) วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวพันกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น บริเวณที่มีต้นไม้เป็นกลุ่มๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน ไร่เลื่อนลอยอยู่ในพื้นที่ป่าไม้บนเขา การแปลภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้อง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างพร้อมๆ กันไป ตามความยากง่ายและมาตราส่วนที่แตกต่างกันไป ซึ่งอาจไม่แน่นอนเสมอไป รูปร่าง สี ขนาด อาจใช้เป็นองค์ประกอบในการแปลภาพพื้นที่หนึ่งหรือลักษณะหนึ่ง ส่วนอีกบริเวณหนึ่งของพื้นที่เดียวกันอาจจะใช้องค์ประกอบอีกอย่างหนึ่งก็ได้

5.4.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล

ดำเนินการแปลและตีความข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์แบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) ด้วยวิธี ISODATA Clustering Algorithm และกำหนดจำนวนกลุ่มประเภทข้อมูล (Cluster) มากกว่า 2 เท่าของรูปแบบการใช้ที่ดิน จากนั้นดำเนินการรวมกลุ่มข้อมูล (Reclassify) ให้เหลือเพียงพื้นที่ป่าและไม่ใช่อื่น เพื่อเน้นการแปลพื้นที่ป่าไม้ และดำเนินการจัดทำแผนที่ เพื่อประกอบในการแปลป่าไม้ต่อไป

5.4.3 การใช้ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index)

การแปลตีความพื้นที่ป่าไม้ได้นาด้วยดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) มาช่วยในการจำแนกเพื่อเพิ่มความถูกต้อง ดัชนีพืชพรรณเป็นตัวชี้ถึงพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม พื้นที่ที่มีพืชปกคลุมหนาแน่นจะมีความแตกต่างจากพื้นที่ที่พืชปกคลุมอยู่น้อยและมีความแตกต่างจากพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม

ดัชนีพืชพรรณที่เลือกใช้เรียกว่า Normalize Difference Vegetation Index เป็นการคำนวณโดยนำค่าการสะท้อนแสงในรูปตัวเลข (Digital Number) ของพืชในช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาคำนวณผ่านเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ ในที่นี้คือการเข้าสัดส่วนซึ่งกันและกัน แล้วให้ผลลัพธ์ในการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชปกคลุม กับบริเวณที่ไม่มีพืชพรรณปกคลุม ซึ่งใช้ติดตามการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพืชพรรณ NDVI ใช้ความแตกต่างของช่วงคลื่นตามมองเห็นในช่วงคลื่นสีแดง พืชหรือคลอโรฟิลล์ในใบพืช จะดูดกลืนพลังงานช่วงคลื่นสีแดงในทางตรงกันข้ามในแถบคลื่นช่วงคลื่นใต้แดงใกล้ (Near Infrared) ใบและกิ่งก้านพืชจะสะท้อนช่วงคลื่นใต้แดงใกล้ได้ดี แตกต่างจากพื้นที่ที่ไม่มีพืช หรือพื้นที่อื่น ๆ (ดิน น้ำ) ในกรณีของดาวเทียม LANDSAT TM คือ ช่วงคลื่นที่ 3 และช่วงคลื่นที่ 4

หลักการคำนวณดัชนีพืชพรรณโดยวิธี Normalize Difference Vegetation Index เป็นการเข้าสัดส่วนระหว่างสองช่วงคลื่น เป็นการปรับให้มีลักษณะการกระจายแบบปกติ คือ นำช่วงคลื่นใต้แดงใกล้หรืออินฟราเรดใกล้มาลบด้วยช่วงคลื่นแสงสีแดง แล้วหารด้วยผลบวกของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และช่วงคลื่นแสงสีแดง ดังนี้

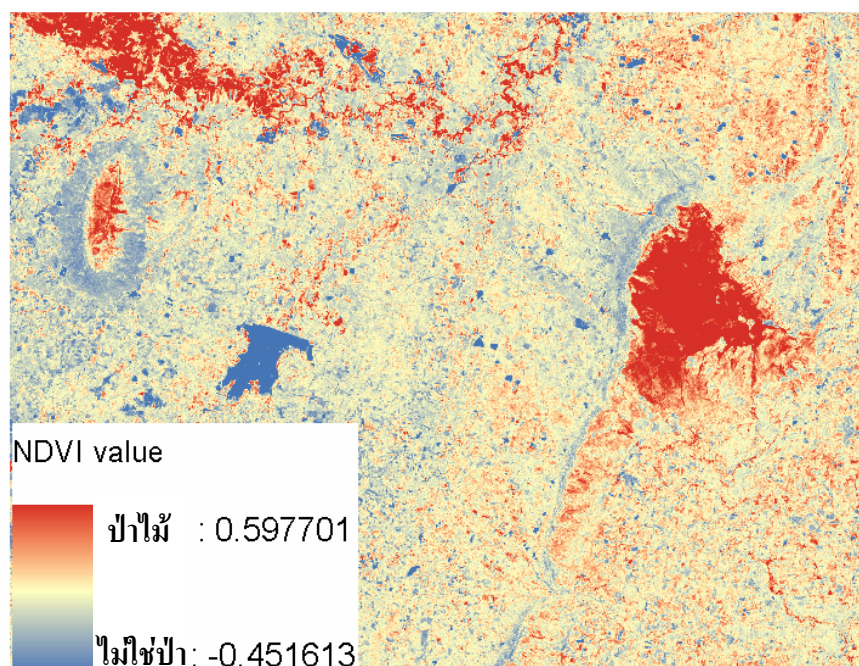
$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

โดย NDVI = ดัชนีพืชพรรณโดยวิธี Normalized Difference Vegetation Index

NIR = ช่วงคลื่นใต้แดงใกล้หรืออินฟราเรดใกล้

RED = ช่วงคลื่นแสงสีแดง

การคำนวณดัชนีพืชพรรณพืชโดยปกติจะให้ค่าอยู่ระหว่าง -1 และ 1 โดยเซลล์ภาพที่มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงบริเวณที่มีพืชหนาแน่นและมวลชีวภาพสูง

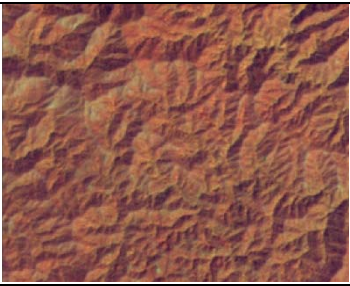
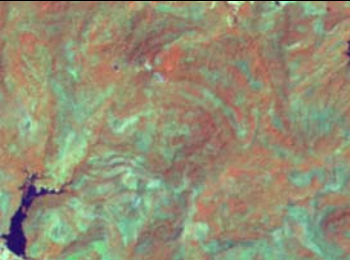


ภาพที่ 3 แผนที่แสดงดัชนีพืชพรรณ (NDVI) แสดงการปรากฏของพื้นที่ป่าไม้

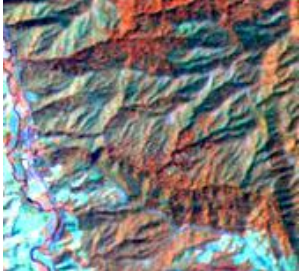
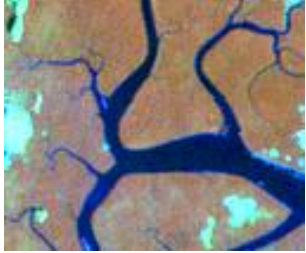
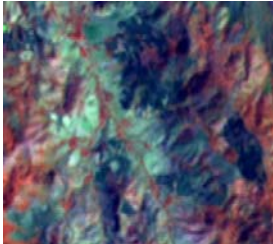
5.5 การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม

ดำเนินการสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนามในแต่ละภาค เพื่อตรวจสอบพื้นที่ที่ทำการแปลให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยใช้วิธีเลือกกลุ่มตรวจในพื้นที่ที่มีความซับซ้อนในการใช้พื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน การสำรวจภาคสนามจะนำข้อมูลดาวเทียมเชื่อมต่อกับระบบบอกตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (GPS) ช่วยในการบอกตำแหน่งพื้นที่ป่าไม้ และการนำทาง โดยเชื่อมต่อผ่านโปรแกรม DNR Garmin แบบเรียลไทม์ (Real time) ร่วมกับโปรแกรม ArcMap และ แสดงลักษณะพื้นที่จริงกับภาพถ่ายดาวเทียม ได้ดังตารางที่ 1

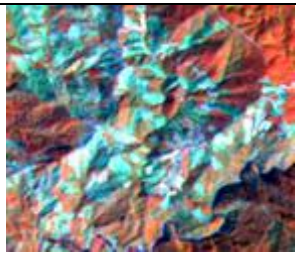
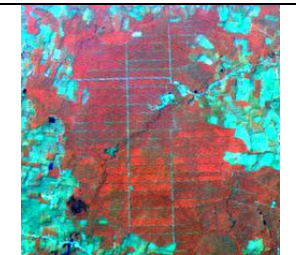
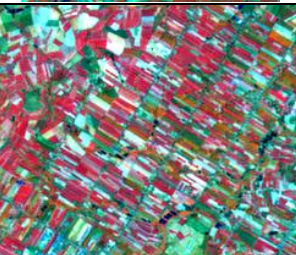
ตารางที่ 1 การสำรวจการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ

ประเภท	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ลักษณะสภาพพื้นที่ (Ground Truth)	ภาพสีผสม Band 453 (RGB) (Satellite Image)
1	ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest)		
2	ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest)		

ตารางที่ 1 การสำรวจการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ (ต่อ)

	ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest)		
3	ป่าไผ่ (Bamboo Forest)		
4	ป่าชายเลน (Mangrove Forest)		
	ป่าชายเลน (Mangrove Forest)		
5	ป่าไผ่ (Bamboo Forest)		
6	ยางพารา (Para Plantation)		
7	ป่าทดแทน (Secondary Forest)		

ตารางที่ 1 การสำรวจการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ (ต่อ)

8	พื้นที่เกษตร บนเขาสูง (High Land Agriculture)		
9	พื้นที่ สวนปาล์ม		
10	พื้นที่เกษตร (ไร่สับปะรด)		
11	พื้นที่พืชไร่ (Field Crop)		
12	นาข้าว (Paddy Field)		
13	ชุมชน (Urban and Build-up Land)		
14	แหล่งน้ำ (Water bodies)		



ภาพที่ 4 ตรวจสอบภาพถ่ายดาวเทียมแบบเรียลไทม์ (Real time)

5.6 การวิเคราะห์ความถูกต้อง (Classification Accuracy)

เป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมกับการออกสำรวจในภาคสนาม (Ground truth) เพื่อหาระดับความถูกต้องที่สามารถยอมรับได้ โดยทั่วไปแล้วโอกาสความน่าจะเป็นถูกต้อง (p) อยู่ที่ 80% และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (E) เท่ากับ 10% และนำมาประมาณจุดภาพตัวอย่างจำนวนอย่างน้อยที่สุด ที่ควรนำมาตรวจสอบด้วยสูตร

สูตรสำหรับการวิเคราะห์ความถูกต้อง

$$n = \frac{Z^2 (p)(q)}{E^2}$$

โดย n = จำนวนจุดภาพอย่างน้อยที่สุดที่ควรจะใช้สุ่มเป็นตัวอย่าง

P = โอกาสความน่าจะเป็นที่จุดภาพนั้นน่าจะถูกต้อง

q = ค่าความแตกต่างระหว่าง 100 - p

E = ร้อยละของความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้

Z = ค่ามาตรฐานตามการแจกแจงแบบปกติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (95%)

ทำการสรุปผลการสำรวจและตรวจสอบความถูกต้องภาคสนาม ด้วยตารางจากข้อมูลการสำรวจภาคสนาม เพื่อให้ทราบตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ป่าไม้และไม่ใช่น้ำ โดยเลือกสุ่มตรวจในแต่ละจังหวัดไม่น้อยกว่า 50 จุด โดยกำหนดค่าของความถูกต้องที่มากกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่สุ่มตรวจ และสร้างตารางประเมินความถูกต้องดังตัวอย่าง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แมทริกซ์การคำนวณการประเมินความถูกต้อง

ผลการแปลตีความ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ผลการสำรวจในภาคสนาม		
		ป่า	ไม่ใช่ป่า	รวมจุดสำรวจ
	ป่า	28	2	30
	ไม่ใช่ป่า	3	17	20
	รวม	31	19	50

ความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ของพื้นที่ เท่ากับ $((28+17)/50) \times 100 = 90\%$

ความผิดพลาดในการแปลตีความ เท่ากับ $((2+3)/50) \times 100 = 10\%$

และระดับผลลัพธ์การวิเคราะห์ความถูกต้องของการแปลตีความข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม สามารถชี้ให้เห็นถึงระดับความถูกต้อง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่าดัชนีแคปปา (Kappa Index) ซึ่งวิเคราะห์เชิงบรรยาย (Descriptive Analysis) ด้วยสูตร

สูตรในการวิเคราะห์ดัชนีแคปปา (Kappa Index)

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} \cdot X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} \cdot X_{+i}}$$

โดย r = จำนวนแถว (row) และแนว (column) ในตารางความคลาดเคลื่อน (error matrix)

N = จำนวนที่สังเกตทั้งหมด

X_{ii} = ค่าสังเกตในแถว (row i) และแนว (column i)

X_{i+} = จำนวนขอบเขตทั้งหมดของแถว (row i)

X_{+i} = จำนวนขอบเขตทั้งหมดของแนว (column i)

ค่าการจำแนกเชิงปริมาณแบ่งเป็นระดับการยอมรับ (degree of agreement) ดังนี้

< 0	การยอมรับระดับน้อยมาก (Less than chance agreement)
0.01–0.20	การยอมรับระดับน้อย (Slight agreement)
0.21–0.40	การยอมรับระดับพอใช้ (Fair agreement)
0.41–0.60	การยอมรับระดับปานกลาง (Moderate agreement)
0.61–0.80	การยอมรับระดับมาก (Substantial agreement)
0.81–0.99	การยอมรับระดับมากที่สุด (Almost perfect agreement)

5.7 การจัดทำแผนที่ขั้นสุดท้าย (Final Mapping)

ดำเนินการแก้ไขขอบเขตพื้นที่ป่าส่วนที่คลาดเคลื่อนจากสภาพพื้นที่จริง (Polygon Editing) และจัดทำแผนที่ป่าไม้ขั้นสุดท้ายที่แสดงขอบเขตพื้นที่ป่าไม้และไม้ใช้ป่าไม้ โดยตรวจเช็คผลจากการออกสำรวจในภาคสนาม

5.8 การจัดทำและพัฒนารฐานข้อมูลพื้นที่ป่าไม้

ขั้นสุดท้ายของขบวนการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การนำผลลัพธ์แฟ้มข้อมูลพื้นที่ป่าไม้แต่ละจังหวัดไปจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศ ซึ่งสามารถแสดงผลออกมาในรูปของแผนที่ตามมาตราส่วนที่ต้องการ ข้อมูลประกอบที่สำคัญ คือ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ในรูปตารางแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือพื้นที่ในหน่วยที่ต้องการ นอกจากนี้ฐานข้อมูลอื่นๆ ของแต่ละจังหวัดยังเก็บไว้ในส่วนของข้อมูลตาราง

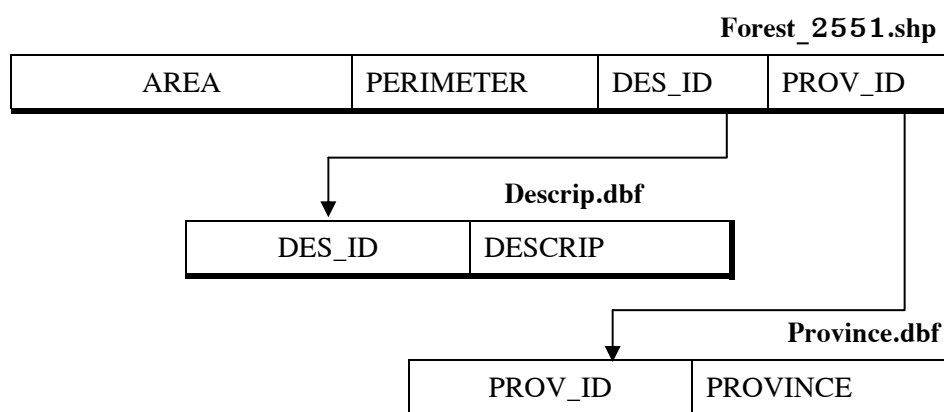
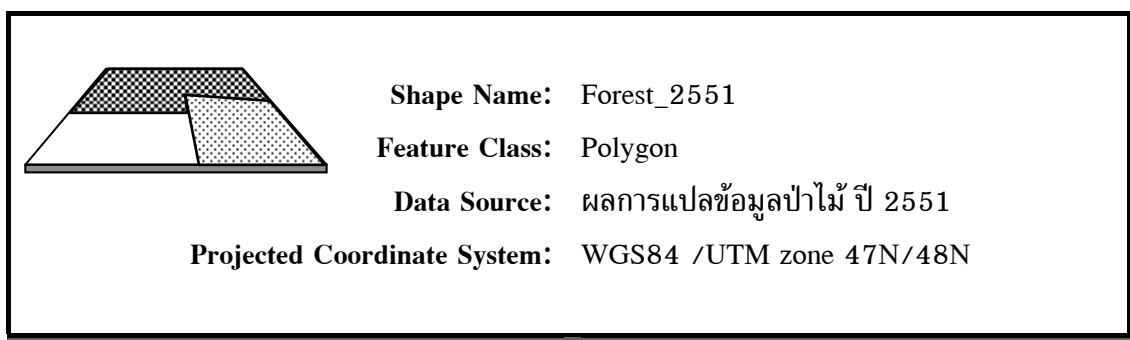
การจัดทำและพัฒนารฐานข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ในการจัดทำและพัฒนารฐานข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ จะดำเนินการจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Database) ที่มาตราส่วน 1:50,000 ประกอบด้วยชั้นข้อมูล (Data Layer) ที่สำคัญคือ ชั้นข้อมูลขอบเขตพื้นที่ป่าไม้และไม้ใช้ป่าไม้ ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital File) ที่สอดคล้องเหมาะสมกับระบบฐานข้อมูลที่กรมป่าไม้มีอยู่ เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) การกำหนดลักษณะข้อมูลที่ต้องการ (Defining Data Requirements) กำหนดหรือระบุลักษณะข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยจำแนกออกเป็นพื้นที่ป่า และพื้นที่ไม้ใช้ป่า

2) การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) ออกแบบฐานข้อมูลให้สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ โดยมีความถูกต้องของเนื้อหา ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ แหล่งที่มา และความละเอียดของข้อมูล สามารถเชื่อมโยงในรูปแบบของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Database) ได้เป็นอย่างดี

3) การสร้างฐานข้อมูล (Build Database) ดำเนินการจัดสร้างและพัฒนารฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดการ และการติดตามเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ตามที่ได้ออกแบบไว้ และตรวจสอบความถูกต้องในการใช้งานฐานข้อมูลที่ได้จัดทำขึ้น โดยจัดสร้างฐานข้อมูลในรูปแบบ Shape file เพราะสะดวกและเป็นรูปแบบที่มาตรฐาน โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ส่วนมาก อ่านไฟล์รูปแบบนี้ได้ และสามารถออกแบบ GIS database รูปแบบ Shape file ได้ดังต่อไปนี้

โครงสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Data Dictionary)



Coverage : Forest_2551.polygon
Feature Class : Polygon
Table Name : Descrip.dbf , Province.dbf
Data Source : สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ ปี 2551

Forest_2551.polygon (Arc Coverage)	
Field Name	Data Type
AREA	Double
PERIMETER	Double
DES_ID	Short Integer
PROV_ID	Short Integer

Descriptions

Area อธิบายขนาดพื้นที่ (หน่วย : ตารางเมตร)
Perimeter อธิบายขนาดความยาวเส้นรอบรูป (หน่วย : เมตร)
DES_ID สัญลักษณ์รหัสพื้นที่ป่าและไม่ใช่ป่า
PROV_ID สัญลักษณ์รหัสจังหวัด

Descrip.dbf	
Field Name	Data Type
DES_ID	Short Integer
DESCRIP	Text

Descriptions

DES_ID สัญลักษณ์รหัสพื้นที่ป่าและไม่ใช้ป่า

DESCRIP อธิบายรูปแบบการใช้ที่ดินป่าและไม่ใช้ป่า

Province.dbf	
Field Name	Data Type
PROV_ID	Short Integer
PROVINCE	Text

Descriptions

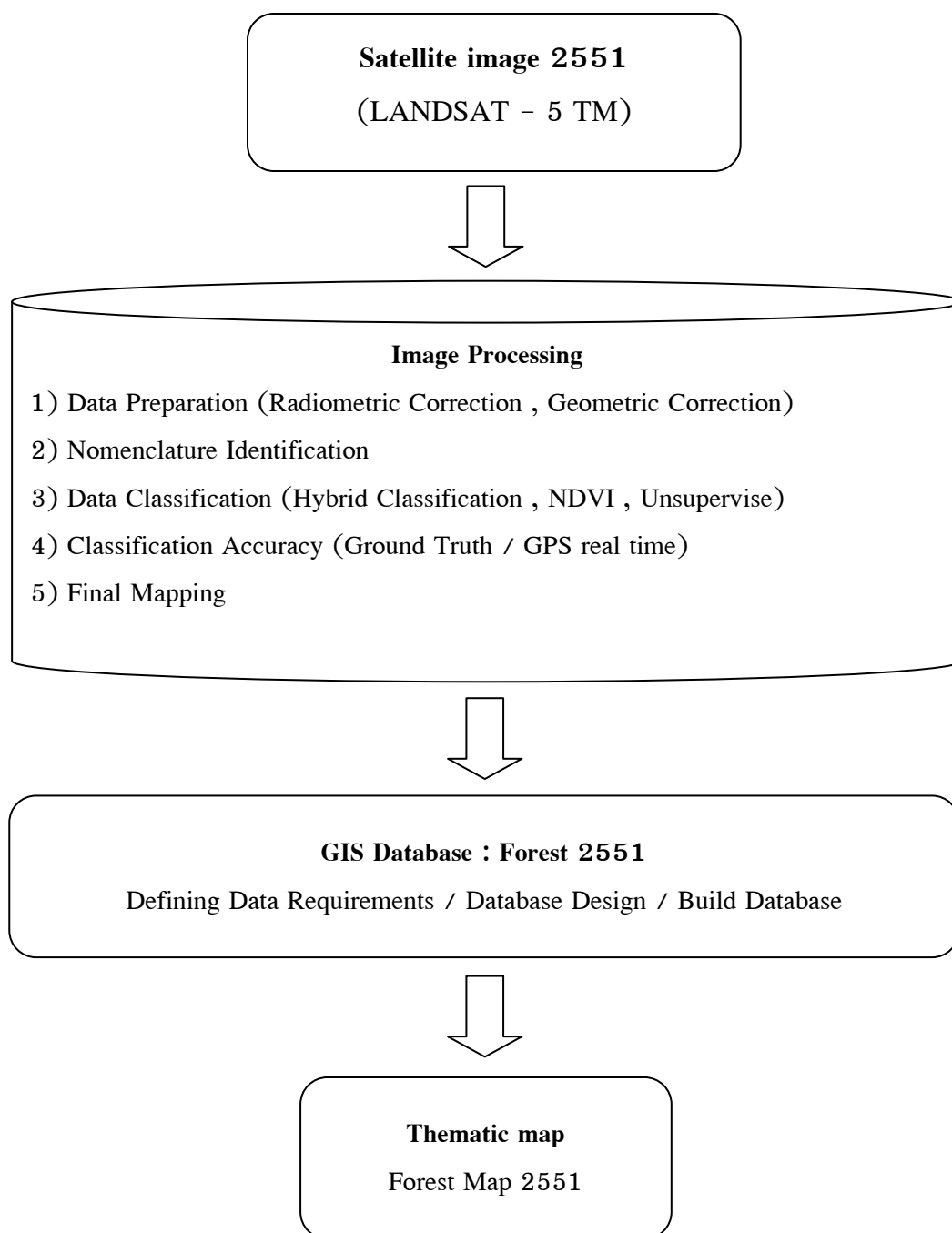
PROV_ID สัญลักษณ์รหัสจังหวัด

PROVINCE อธิบายชื่อจังหวัด

คำอธิบายสัญลักษณ์ DES_ID

10 ป่าบก

90 ไม่ใช้ป่า



ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

6. ผลการศึกษา

การประเมินพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2551 ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ Thematic Mapper รายละเอียดข้อมูล 30 เมตร มาตราส่วน 1:50,000 ทำการแปลจำแนกพื้นที่ป่าไม้ด้วยการนำเข้าสู่ข้อมูลผ่านจอคอมพิวเตอร์ (Digitize on screen) กำหนดรูปแบบฐานข้อมูลแบบ Shapfile ซึ่งเป็น GIS database ที่ได้รับความนิยม สะดวกและมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

ผลการสำรวจและตรวจสอบความถูกต้องภาคสนาม (Classification Accuracy) จากการเลือกสุ่มตรวจในจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้ รวมจุดสุ่มสำรวจ 3,162 จุด แบ่งเป็นพื้นที่ในเขตป่าไม้ 2,213 จุด หรือร้อยละ 70 พื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ 949 จุด คิดเป็นร้อยละ 30 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แมทริกซ์การคำนวณการประเมินความถูกต้อง (Accuracy Assessment)

ผลการแปลตีความ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ผลการสำรวจในภาคสนาม		
		ป่า	ไม่ใช่ป่า	รวมจุดสำรวจ
	ป่าไม้	1,782	431	2,213
	ไม่ใช่ป่าไม้	62	887	949
	รวม	1,844	1,318	3,162

ความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ของพื้นที่ เท่ากับ

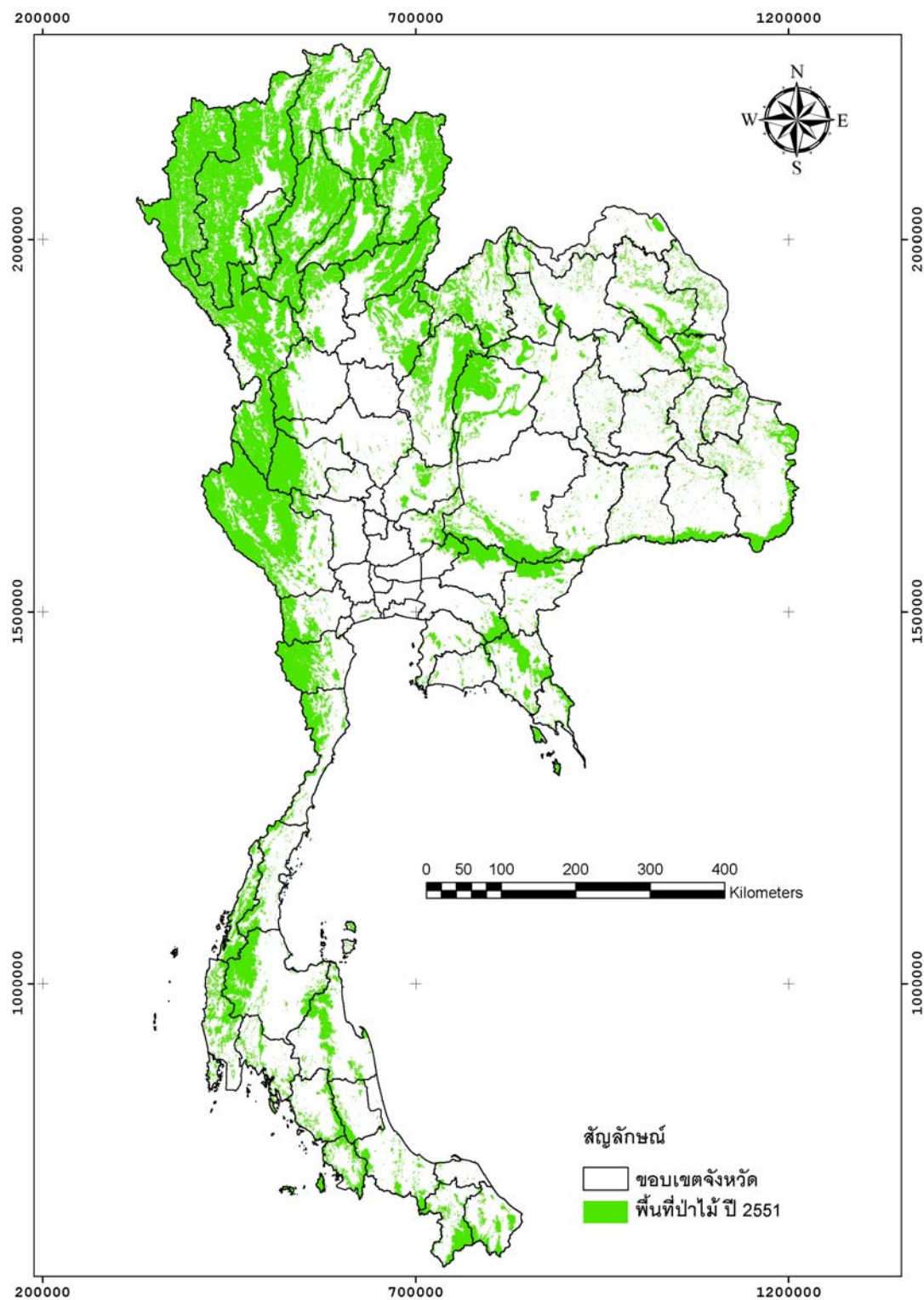
$$((1,782+887)/3,162) \times 100 = 84.41 \%$$

ความผิดพลาดในการแปลตีความ เท่ากับ $((62+431)/3,162) \times 100 = 15.59 \%$

จากนั้นดำเนินการปรับแก้ข้อมูล เพื่อทำแผนที่ขั้นสุดท้าย ได้ผลดังต่อไปนี้

6.1 พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551

พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551 ที่ได้จากการประมวลผลโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีจำนวนทั้งสิ้น 171,585.65 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 33.44 ของพื้นที่ประเทศไทย ที่มีพื้นที่ 513,115.02 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าไม้จำแนกออกตามรายจังหวัดใน แต่ละภูมิภาคดังได้ดังนี้ ตารางที่ 4 และภาพที่ 6



ภาพที่ 6 พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551

ตาราง 4 พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทยรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2551

จังหวัด / ภาค	เนื้อที่จังหวัด	เนื้อที่ป่าไม้		เนื้อที่ไม่ใช่ Non-forest Area	Province / Region
		ป่า Forest	ร้อยละของ % of Province Area		
กำแพงเพชร	8,607.49	2,027.03	23.55	6,580.46	Kamphaeng Phet
เชียงใหม่	20,107.06	16,609.48	82.61	3,497.58	Chiang Mai
เชียงราย	11,678.37	5,164.62	44.22	6,513.75	Chiang Rai
ตาก	16,406.65	12,707.81	77.46	3,698.84	Tak
นครสวรรค์	9,597.68	881.10	9.18	8,716.58	Nakhon Sawan
น่าน	11,472.07	8,165.68	71.18	3,306.39	Nan
เพชรบูรณ์	12,668.42	4,070.48	32.13	8,597.93	Phetchabun
แพร่	6,538.60	4,115.62	62.94	2,422.98	Phrae
พะเยา	6,335.06	3,287.19	51.89	3,047.87	Phayao
พิจิตร	4,531.01	12.79	0.28	4,518.23	Phichit
พิษณุโลก	10,815.85	3,975.37	36.76	6,840.48	Phitsanulok
แม่ฮ่องสอน	12,681.26	11,267.70	88.85	1,413.56	Mae Hong Son
ลำปาง	12,533.96	9,561.66	76.29	2,972.30	Lampang
ลำพูน	4,505.88	2,576.45	57.18	1,929.43	Lamphun
สุโขทัย	6,596.09	2,257.86	34.23	4,338.23	Sukhothai
อุดรดิตถ์	7,838.59	4,920.91	62.78	2,917.69	Uttaradit
อุทัยธานี	6,730.25	3,473.00	51.60	3,257.24	Uthai Thani
ภาคเหนือ	169,644.29	95,074.74	56.04	74,569.54	North
กาฬสินธุ์	6,946.75	752.36	10.83	6,194.38	Kalasin
ขอนแก่น	10,885.99	1,287.36	11.83	9,598.63	Khon Kaen
ชัยภูมิ	12,778.29	3,869.27	30.28	8,909.02	Chaiyaphum
นครพนม	5,512.67	848.68	15.40	4,663.99	Nakhon Phanom

ตาราง 4 พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทยรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

จังหวัด / ภาค	เนื้อที่จังหวัด Province Area	เนื้อที่ป่าไม้		เนื้อที่ไม่ใช่ ป่า Non-forest Area	Province / Region
		ป่า Forest	ร้อยละของ พื้นที่จังหวัด % of Province Area		
นครราชสีมา	20,493.96	3,132.55	15.29	17,361.42	Nakhon Ratchasima
บุรีรัมย์	10,321.89	963.34	9.33	9,358.54	Buri Ram
มหาสารคาม	5,291.68	332.19	6.28	4,959.49	Maha Sarakham
มุกดาหาร	4,339.83	1,434.01	33.04	2,905.82	Mukdahan
ยโสธร	4,161.66	436.36	10.49	3,725.30	Yasothon
ร้อยเอ็ด	8,299.45	510.71	6.15	7,788.74	Roi Et
เลย	11,424.61	3,926.48	34.37	7,498.13	Loei
ศรีสะเกษ	8,839.98	1,069.42	12.10	7,770.56	Si Sa Ket
สกลนคร	9,605.76	1,910.90	19.89	7,694.87	Sakon Nakhon
สุรินทร์	8,124.06	931.21	11.46	7,192.85	Surin
หนองคาย	7,332.28	557.41	7.60	6,774.87	Nong Khai
หนองบัวลำภู	3,859.09	594.02	15.39	3,265.06	Nongbua Lumphoo
อำนาจเจริญ	3,161.25	575.08	18.19	2,586.16	Umnad Chareun
อุดรธานี	11,730.30	1,389.09	11.84	10,341.21	Udon Thani
อุบลราชธานี	15,744.85	3,035.11	19.28	12,709.74	Ubon Ratchathani
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	168,854.34	27,555.54	16.32	141,298.80	North-east
กรุงเทพมหานคร	1,565.22	0.70	0.04	1,564.52	Bangkok
ชัยนาท	2,469.75	76.62	3.10	2,393.12	Chai Nat
นครปฐม	2,168.33	0.00	0.00	2,168.33	Nakhon Pathom
นนทบุรี	622.303	0.00	0.00	622.30	Nonthaburi
ปทุมธานี	1,525.86	0.00	0.00	1,525.86	Pathum Thani
พระนครศรีอยุธยา	2,556.64	0.00	0.00	2,556.64	Phra Nakhon Si Ayutthaya

ตาราง 4 พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทยรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

จังหวัด / ภาค	เนื้อที่ จังหวัด Province Area	เนื้อที่ป่าไม้		เนื้อที่ไม่ใช่ ป่า Non-forest Area	Province / Region
		ป่า Forest	ร้อยละของ พื้นที่จังหวัด % of Province Area		
ลพบุรี	6,199.75	1,095.76	17.67	5,103.99	Lop Buri
สมุทรปราการ	1004.092	11.19	1.11	992.90	Samut Prakan
สมุทรสงคราม	416.707	20.24	4.86	396.47	Samut Songkhram
สมุทรสาคร	872.35	38.08	4.37	834.26	Samut Sakhon
สระบุรี	3,576.49	806.67	22.55	2,769.81	Saraburi
สิงห์บุรี	822.478	0.00	0.00	822.48	Sing Buri
สุพรรณบุรี	5,358.01	614.71	11.47	4,743.30	Suphan Buri
อ่างทอง	968.372	0.00	0.00	968.37	Ang Thong
ภาคกลาง	30,126.34	2,663.97	8.84	27,462.36	Central
จันทบุรี	6,338.00	2,138.41	33.74	4,199.59	Chanthaburi
ฉะเชิงเทรา	5,351.00	774.49	14.47	4,576.51	Cha Choeng Sao
ชลบุรี	4,363.00	480.62	11.02	3,882.38	Chon Buri
ตราด	2,819.00	732.75	25.99	2,086.25	Trat
นครนายก	2,122.00	639.96	30.16	1,482.04	Nakhon Nayok
ปราจีนบุรี	4,762.36	1,386.28	29.11	3,376.08	Prachin Buri
ระยอง	3,552.00	297.37	8.37	3,254.63	Rayong
สระแก้ว	7,195.14	1,583.52	22.01	5,611.61	Sa Kaew
ภาคตะวันออก	36,502.50	8,033.40	22.01	28,469.10	East
กาญจนบุรี	19,483.15	12,285.07	63.05	7,198.08	Kanchanaburi
เพชรบุรี	6,225.14	3,384.21	54.36	2,840.93	Phetchaburi
ราชบุรี	5,196.46	1,755.79	33.79	3,440.67	Ratchaburi
ภาคตะวันตก	30,904.75	17,425.07	56.38	13,479.68	West

ตาราง 4 พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทยรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

จังหวัด / ภาค	เนื้อที่จังหวัด Province Area	เนื้อที่ป่าไม้		เนื้อที่ไม่ใช่ ป่า Non-forest Area	Province / Region
		ป่า Forest	ร้อยละ ของพื้นที่ จังหวัด % of Province Area		
กระบี่	4,708.51	984.64	20.91	3,723.87	Krabi
ชุมพร	6,009.01	1,328.80	22.11	4,680.21	Chumphon
ตรัง	4,917.52	1,069.04	21.74	3,848.47	Trang
นครศรีธรรมราช	9,942.50	2,113.37	21.26	7,829.14	Nakhon Si Thammarat
นราธิวาส	4,475.43	1,142.31	25.52	3,333.12	Narathiwat
ประจวบคีรีขันธ์	6,367.62	2,138.53	33.58	4,229.09	Prachuap Khiri Khan
ปัตตานี	1,940.36	90.96	4.69	1,849.39	Pattani
พังงา	4,170.90	1,930.98	46.30	2,239.92	Phang Nga
พัทลุง	3,424.47	646.38	18.88	2,778.10	Phatthalung
ภูเก็ต	543.03	153.70	28.30	389.33	Phuket
ยะลา	4,521.08	1,517.94	33.57	3,003.14	Yala
ระนอง	3,298.05	1,791.80	54.33	1,506.24	Ranong
สงขลา	7,393.89	1,102.18	14.91	6,291.71	Song Khla
สตูล	2,478.98	962.49	38.83	1,516.48	Satun
สุราษฎร์ธานี	12,891.47	3,859.79	29.94	9,031.68	Surat Thani
ภาคใต้	77,082.81	20,832.92	27.03	56,249.88	South
รวมทั้งประเทศ	513,115.02	171,585.65	33.44	341,529.37	Whole Kingdom

หมายเหตุ

1. เนื้อที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2551 ได้มาจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ปี

พ.ศ. 2551- 2552 มาตราส่วน 1 : 50,000

2. เนื้อที่ป่าไม้ หมายถึง ที่ป่าชนิดต่าง ได้แก่ ป่าดงดิบ ป่าสน ป่าชายเลน ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าเต็งรังแคะแกร็น ป่าพรุ ป่าชายเลน และป่าชายหาด เป็นต้น ไม่ว่าจะอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และพื้นที่ที่ใหญ่กว่า 5 เฮกตาร์ (3.125 ไร่)

3. พื้นที่ไม่ใช่ป่า หมายถึง พื้นที่ทั้งหมดที่ไม่ได้จำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้ตามตารางที่แสดงไว้ เช่น เกษตรกรรม ชุมชน แหล่งน้ำ

6.2 สรุปพื้นที่ป่าในแต่ละภาค

สรุปผลและจำแนกออกตามรายภูมิภาคดัง ตารางที่ 4

1. ภาคเหนือ มีพื้นที่ภาครวมทั้งสิ้น 169,644.29 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ป่าไม้ 95,074.74 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.04 ของพื้นที่ภาค หรือร้อยละ 18.53 ของพื้นที่ประเทศไทย

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ภาครวมทั้งสิ้น 168,854.34 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ป่าไม้ 27,555.54 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 16.32 ของพื้นที่ภาค หรือร้อยละ 5.37 ของพื้นที่ประเทศไทย

3. ภาคตะวันออก มีพื้นที่ภาครวมทั้งสิ้น 36,502.50 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ป่าไม้ 8,033.40 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 22.01 ของพื้นที่ภาค หรือร้อยละ 1.57 ของพื้นที่ประเทศไทย

4. ภาคตะวันตก มีพื้นที่ภาครวมทั้งสิ้น 30,126.34 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ป่าไม้ 2,663.97 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.84 ของพื้นที่ภาค หรือร้อยละ 0.52 ของพื้นที่ประเทศไทย

5. ภาคตะวันตก มีพื้นที่ภาครวมทั้งสิ้น 30,904.75 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ป่าไม้ 17,425.07 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.38 ของพื้นที่ภาค หรือร้อยละ 3.40 ของพื้นที่ประเทศไทย

6. ภาคใต้ มีพื้นที่ภาครวมทั้งสิ้น 77,082.81 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ป่าไม้ 20,832.92 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 27.03 ของพื้นที่ภาค หรือร้อยละ 4.06 ของพื้นที่ประเทศไทย

ตารางที่ 5 พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551 จำแนกตามรายภาค

ภาค	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)			ร้อยละ พื้นที่ป่า ต่อพื้นที่	ร้อยละ พื้นที่ป่า ต่อพื้นที่
	พื้นที่ภาค	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ ไม่ใช่ป่าไม้		
เหนือ	169,644.29	95,074.74	74,569.54	56.04	18.53
ตะวันออกเฉียงเหนือ	168,854.34	27,555.54	141,298.80	16.32	5.37
กลาง	30,126.34	2,663.97	27,462.36	8.84	0.52
ตะวันออก	36,502.50	8,033.40	28,469.10	22.01	1.57
ตะวันตก	30,904.75	17,425.07	13,479.68	56.38	3.40
ใต้	77,082.81	20,832.92	56,249.88	27.03	4.06
รวม	513,115.02	171,585.65	341,529.37	33.44	33.44

7. บทวิเคราะห์

การดำเนินโครงการจัดทำแผนที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2551 เป็นการแปลตีความพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-5 TM โดยใช้เทคนิคการแปลตีความด้วยสายตาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เป็นข้อมูลดิจิทัลแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และนำเข้าข้อมูลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (On screen digitizing) มีความแตกต่างจากการแปลตีความพื้นที่ป่าไม้ที่ผ่านมาในเรื่องลักษณะข้อมูลที่น่าแปลตีความและวิธีการนำเข้าข้อมูล ซึ่งที่ผ่านมาใช้การแปลตีความจากแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่พิมพ์ออกมา (Hard Copy) ที่มาตราส่วน 1:50,000 และนำเข้าข้อมูลผลการแปลตีความโดยวิธีแปลงข้อมูลภาพเป็นเส้น (Vectorization) ข้อดีของการแปลตีความพื้นที่ป่าไม้จากภาพถ่ายจากดาวเทียมที่แสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์คือ การได้เห็นข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น ทำให้สามารถแปลตีความและจำแนกข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ได้ดีขึ้น

จากการการเปรียบเทียบพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2547 กับ ปี พ.ศ. 2551 ช่วงเวลาห่างกัน 4 ปี ซึ่งได้จากการแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ในระบบ Thematic Mapper เหมือนกัน โดยพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2547 และปี พ.ศ. 2551 คิดเป็นร้อยละ 32.66 และ 33.44 ตามลำดับ พบว่า พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.78 หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.19 ต่อปี คิดเป็นพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น 3,927.42 ตารางกิโลเมตร จากพื้นที่ประเทศทั้งสิ้น 513,115.02 ตารางกิโลเมตร จากการดำเนินโครงการจัดทำแผนที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2551 สามารถสรุปผลของความแตกต่างของพื้นที่ป่าไม้ที่เพิ่มมากขึ้นดังนี้

1. พื้นที่ป่าไม่มีการฟื้นฟูสภาพมากขึ้น
2. สวนป่าที่มีอายุมากขึ้นทำให้สามารถแปลตีความจากภาพถ่ายจากดาวเทียมได้มีพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มมากขึ้น
3. การแปลตีความในครั้งนี้ทำโดยการแปลตีความด้วยสายตาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ทำให้เห็นข้อมูลพื้นที่ป่าไม่ได้ละเอียดชัดเจนมากขึ้น
4. ปัจจุบันมีข้อมูลอื่นจากหลายแหล่งประกอบการพิจารณาตีความ เช่น แผนที่ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ Google Earth, Point Asia และภาพถ่ายทางอากาศสีที่ผ่านการปรับแก้ค่าพิกัด (Ortho Photo) มาตราส่วน 1: 4,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินโครงการจัดทำแผนที่ป่าไม้ โดยภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2551 สรุปได้ดังนี้

1. การแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ระดับมาตราส่วนใหญ่ (เฉลี่ยที่มาตราส่วน 1: 20,000) เป็นข้อมูลที่มีรายละเอียดมาก ทำให้การลากขอบเขตช้า ใช้เวลามาก ต้องใช้ควบคู่กับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง
2. ข้อมูลภาพในจังหวัดภาคใต้ มีเมฆปกคลุมหลายเดือนในรอบปี ข้อมูลที่เลือกได้จึงมีเมฆปกคลุมบางพื้นที่ อาจทำให้การลากขอบเขตไม่สมบูรณ์เท่าที่ควรจะเป็น
3. การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ที่ได้ใน ปี พ.ศ. 2551 กับช่วงเวลาอื่น อาจมีข้อควรระวัง ข้อพิจารณาอื่นๆ เช่น ลักษณะข้อมูล มาตราส่วน วิธีการแปลข้อมูล การสำรวจภาคสนาม เป็นต้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

ข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล ทำให้สะดวกต่อการจัดการ เช่น การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลแผนที่ป่าไม้สามารถทำการซ้อนทับกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลหลายๆ ชั้นข้อมูลร่วมกัน โดยข้อมูลเหล่านั้นจะอยู่ในตำแหน่งเดียวกันแต่มีคุณลักษณะต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกทำลาย โดยนำชั้นข้อมูลพื้นที่ป่าในจังหวัดหนึ่งๆ ไปซ้อนทับกับชั้นข้อมูลตำแหน่งชุมชนที่กระจายรอบๆ ชั้นข้อมูลภูมิประเทศ ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเสี่ยง เพื่อใช้วางแผนการป้องกันพื้นที่ป่าไม้ หรือเพื่อการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ต่อไป ปัญหาที่ตามมาคือ ต้องมีระบบคอมพิวเตอร์และระบบโปรแกรม ที่ทันสมัย รองรับได้กับการใช้ประโยชน์ในขั้นสูง

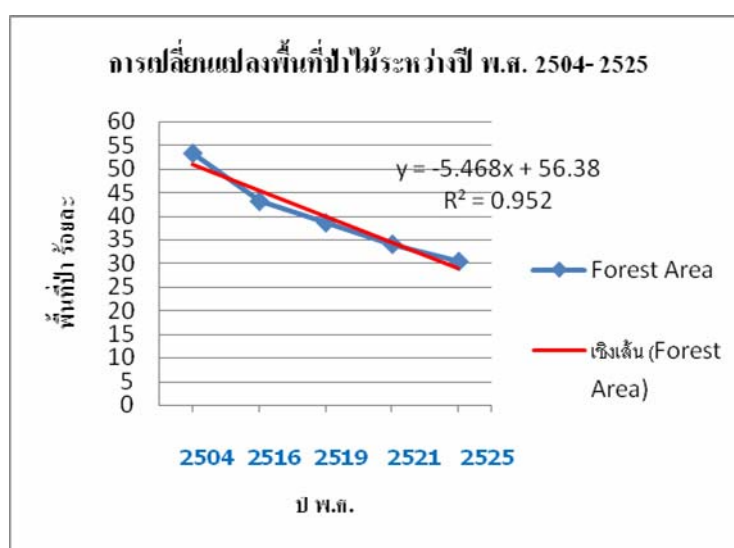
8. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า

ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ จากอดีตถึงปัจจุบัน เพื่อหาอัตราการเพิ่มหรือลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบจากปัจจัยการขยายตัวทางเศรษฐกิจ กฎหมายการอนุรักษ์ป่า เทคโนโลยีในการจำแนกพื้นที่ป่า เป็นต้น

การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ และอัตราการเปลี่ยนแปลง ระหว่างปี พ.ศ. 2504-2551

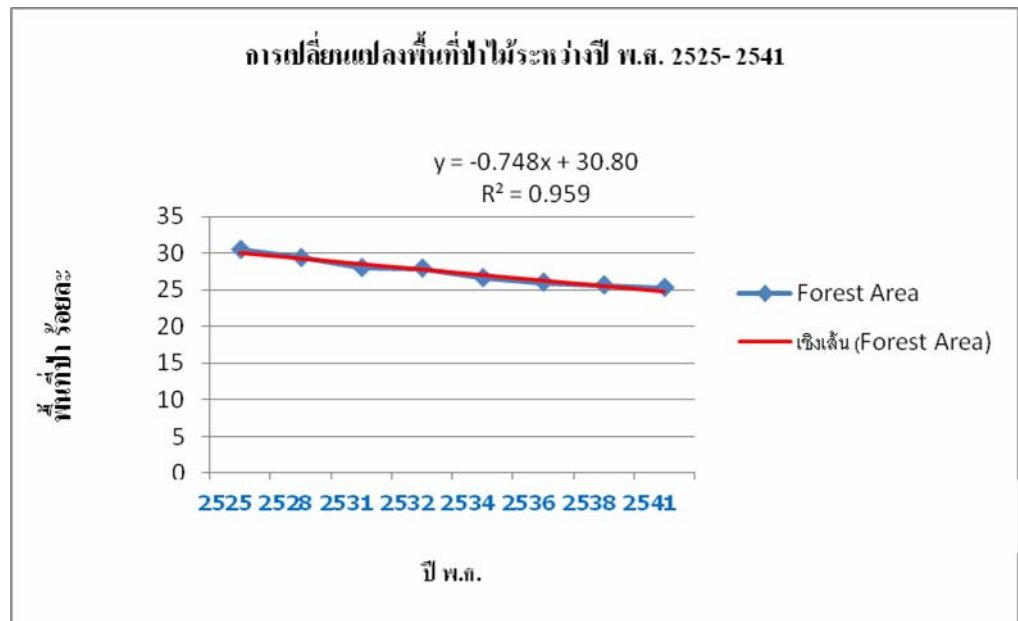
การเปรียบเทียบพื้นที่ป่าไม้ระหว่างปี พ.ศ. 2504 ถึง ปี พ.ศ. 2551 เป็นการนำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ที่ได้จากการแปลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียมในอดีตได้แก่ ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2504 2516 2519 2521 2525 2528 2531 2532 2534 2536 2538 2541 2543 2547 2548 2549 และ 2551 คิดเป็นคาบเวลา 47 ปี ซึ่งเป็นฐานข้อมูลป่าไม้จากกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบว่า การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ในแต่ละช่วงเวลามีทั้งการลดลงและเพิ่มขึ้น อาจแบ่งได้เป็นสามช่วงเวลาด้วยกัน ได้แก่

1) ช่วงเวลาของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้อย่างรวดเร็ว ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเวลาปี พ.ศ. 2504 เรื่อยมาจนถึง ปี พ.ศ. 2525 พื้นที่ป่าไม้ได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมาก ประกอบกับประเทศไทยอยู่ระหว่างช่วงเวลาพัฒนาระบบเศรษฐกิจประเทศ ดังปรากฏในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 จนกระทั่งฉบับที่ 4 ไม้ต้นที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายประเภทในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ถูกตัดฟันลงอย่างต่อเนื่องยาวนานถึงกว่า 20 ปี เพื่อการค้าจำนวนมาก ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงในอัตราที่สูงในช่วงเวลาดังกล่าว คือ เมื่อใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) พบอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ต่อปีร้อยละ 5.4680 ดังภาพที่ 7



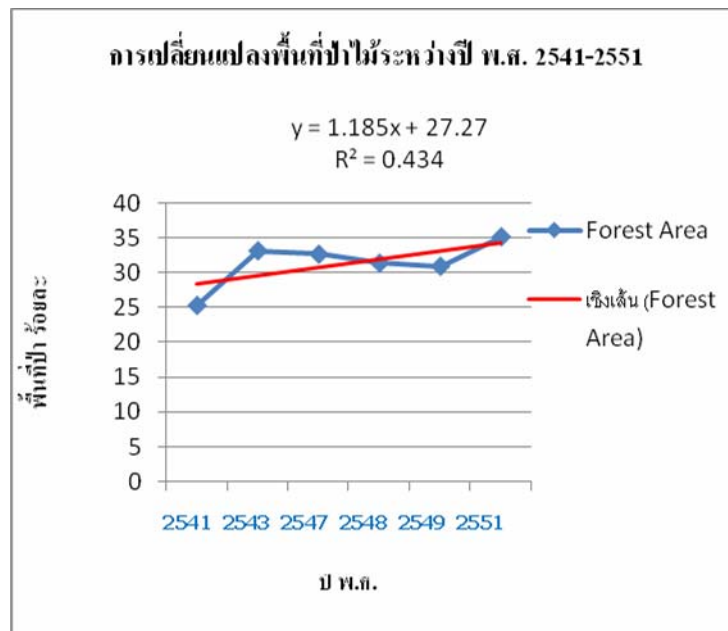
ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2504-2525

2) ช่วงเวลาของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในอัตราการลดลงที่ช้าลง ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเวลาปี พ.ศ. 2525 เรื่อยมาจนถึง ปี พ.ศ. 2541 พื้นที่ป่าไม้ในช่วงแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 6 และ 7 เน้นให้มีนโยบายด้านการป่าไม้ในเชิงอนุรักษ์ ตลอดจนการป้องกันรักษาทรัพยากรป่าไม้ ยกเลิกสัมปทานป่าไม้ในปี พ.ศ. 2532 สืบเนื่องมาจากการลักลอบตัดไม้ ทำลายป่า อย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ทำให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ภาคใต้ ทำให้สูญเสียทางด้านเศรษฐกิจจำนวนมาก จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ชะลอช้าลงต่อปีร้อยละ 0.7487 ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2541

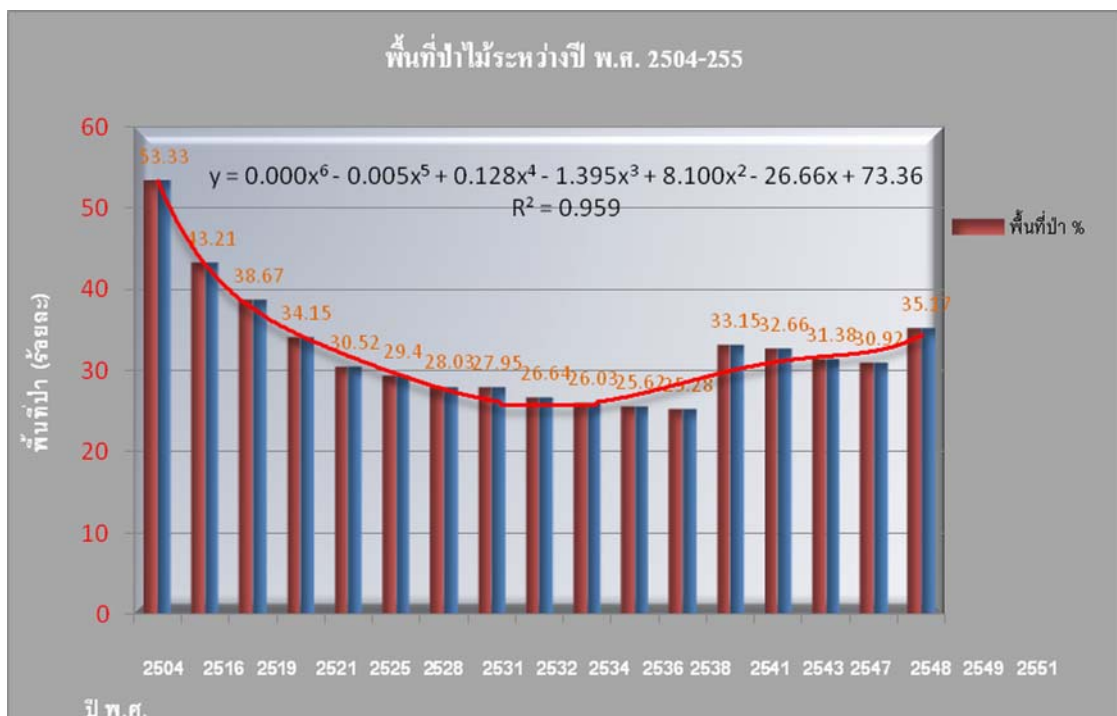
3) ช่วงเวลาของการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเวลาปี พ.ศ. 2541 เรื่อยมาจนถึง ปี พ.ศ. 2551 อยู่ในช่วงแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 8 9 และ 10 นโยบายด้านการป่าไม้ยังคงแนวคิดที่จะให้มีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ รักษาพื้นที่อนุรักษ์ และจัดการทรัพยากรป่าไม้แบบบูรณาการ โดยให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแล จัดการ มากขึ้น ประกอบกับการแปลตีความพื้นที่ป่าไม้โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีมาตราส่วนใหญ่ขึ้น มีรายละเอียดข้อมูลมากขึ้น ใช้เครื่องมือที่ทันสมัยมากขึ้น ทำให้การแปลตีความได้ข้อมูลในพื้นที่ระดับล่างจำนวนมากขึ้น ทำให้พื้นที่ป่าไม้ในช่วงเวลาดังกล่าวเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบอัตราการเพิ่มของพื้นที่ป่าไม้ต่อปีร้อยละ 1.1609 ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2551

4) การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ระหว่าง ปี พ.ศ. 2547 ถึง ปี พ.ศ. 2551 เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2547 กับปี พ.ศ. 2551 ที่มีพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 33.66 และ 33.44 ตามลำดับ ดังนั้นในช่วงเวลา 4 ปี ที่ผ่านมา พื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 0.22 หรือลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.055 ต่อปี

5) สรุปโดยภาพรวมการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ทั้งประเทศ และ อัตราการเปลี่ยนแปลง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2504 ถึง ปี พ.ศ.2551 ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และอัตราการเปลี่ยนแปลง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2504 ถึง ปี พ.ศ. 2551

หมายเหตุ 1. ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2504 และ 2516 ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ
ขาวดำมาตราส่วน 1: 50,000

2. ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2519 2521 2525 2528 2532 2534 2536 2538 2541 ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 3 TM สีผสม มาตราส่วน 1: 50,000

3. ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2543 ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM สีผสม มาตราส่วน 1: 50,000 บันทึกข้อมูลช่วงเดือนมกราคม - เมษายน 2543

4. ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2547 ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM สีผสม มาตราส่วน 1: 50,000 บันทึกข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2546-2547

5. ข้อมูล ปี พ.ศ. 2548 และ 2549 ได้จากการประมาณ

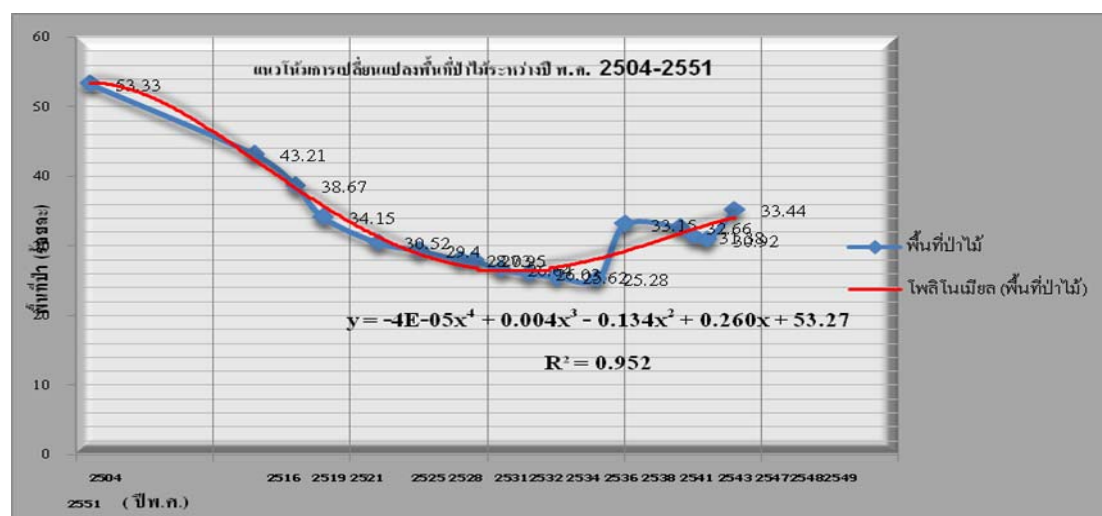
6. ข้อมูล ปี พ.ศ. 2551 ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM สีผสม มาตราส่วน 1: 50,000 บันทึกข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2551-2552

7. พื้นที่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2504 ถึง พ.ศ. 2549 อ้างอิงจากกรมแผนที่ทหาร มีพื้นที่ทั้งสิ้น 513,115.02 ตารางกิโลเมตร

8. พื้นที่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2551 อ้างอิงสำนักงานสถิติแห่งชาติ ฐานข้อมูลสารสนเทศข้อมูลสถิติรายจังหวัดที่ได้จากการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ใน ปี พ.ศ. 2545 มีพื้นที่ทั้งสิ้น 514,892.22 ตารางกิโลเมตร

9. เนื้อที่ป่า หมายถึง เนื้อที่ป่าชนิดต่างๆ ได้แก่ ป่าดงดิบ ป่าสน ป่าชายเลน ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าเต็งรังแคระแกร็น ป่าพรุ ป่าชายเลน และป่าชายหาด ไม่ว่าจะอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และพื้นที่ที่ใหญ่กว่า 5 เฮกเตอร์ (3.125 ไร่)

6) การวิเคราะห์รูปแบบสมการถดถอยที่เหมาะสม เพื่อหาแนวโน้มโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ตามระยะเวลาที่เปลี่ยนไป พบว่า สมการเส้นโค้งแบบ Polynomial Order 4 มีความเหมาะสมกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2504 - 2551 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดเท่ากับ 0.9529 ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยในช่วงเวลาระหว่าง ปี พ.ศ. 2504 - 2551