

คู่มือการวิเคราะห์ข้อมูลและการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยระบบการจำแนกสิ่ง
ปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO)

Manual of Data Analysis and Land Use Classification Using Land Cover
Classification System of the Food and Agriculture Organization (FAO)

โดย

นายสุเทพ ชุติรัตนพันธุ์
นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

เอกสารวิชาการเลขที่ ๒๑๓/๐๓/๕๔

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กันยายน ๒๕๕๔

สารบัญ

	หน้า
บทที่ ๑ บทนำ	๑
บทที่ ๒ ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	๒
๒.๑ ข้อมูล	๒
๒.๒ อุปกรณ์	๑๔
บทที่ ๓ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	๑๕
๓.๑ การเลือกข้อมูลดาวเทียม	๑๕
๓.๒ การเตรียมข้อมูลจากภาพดาวเทียม	๑๗
๓.๓ การวิเคราะห์ข้อมูล	๒๗
๓.๔ การตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม	๓๓
๓.๕ การจัดทำฐานข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน	๓๔
๓.๖ การตรวจสอบความถูกต้อง	๓๘
๓.๗ การผลิตแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน	๓๙
บทที่ ๔ การจำแนกการใช้ที่ดินด้วยระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ	๔๑
๔.๑ ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน	๔๑
๔.๒ ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Land Cover Classification System: LCCS)	๔๒
๔.๓ การนำระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินเมื่อใช้โปรแกรมระบบ จำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน ๒ (๒๐๐๔)	๔๖
บทที่ ๕ บทสรุป	๕๘
เอกสารอ้างอิง	๖๒
ภาคผนวก	๖๓

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
๑	รายละเอียดข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่สถานีรับสัญญาณดาวเทียมของประเทศไทย
๒	การเปรียบเทียบการจำแนกการใช้ที่ดินระหว่างกรมพัฒนาที่ดินและระบบ LCCS Version ๒ (๒๐๐๔) ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน ๒ (๒๐๐๔)
๓	การเปรียบเทียบระหว่าง LCCS และระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
๑ ภาพถ่ายออร์โธรี บันทึกเมื่อปี ๒๕๔๕	๓
๒ ภาพผสมสีที่เจ็ดจากดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ระบบทีเอ็ม (๔ แดง, ๕ เขียว, ๓ น้ำเงิน)	
๔	
รายละเอียด ๓๐ เมตร	
๓ ภาพจากดาวเทียมแลนด์แซท ๗ ระบบบีทีเอ็มพลัสขาว - ดำ ระบบบันทึกช่วงคลื่นยาว	๔
รายละเอียด ๑๕ เมตร	
๔ ภาพจากดาวเทียมไออาร์เอส-ซี ระบบ PAN จังหวัดสมุทรสาคร (บันทึกเมื่อ ๒ มกราคม ๒๕๔๔	๕
๕ ภาพจากดาวเทียม ไออาร์เอส-ไอซี ระบบ Liss - III จังหวัดสมุทรสาคร (บันทึกเมื่อ ๒ มกราคม ๒๕๔๔)	
๕	
๖ ภาพจากดาวเทียมราดาร์แซท ๑ ระบบเรดาร์ บริเวณแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี (บันทึกเมื่อ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๔๔)	๕
๗ ภาพถ่ายดาวเทียมอีโคลนอส ระบบ แพนโครมาติก รายละเอียด ๑ เมตร	๖
บริเวณสนามกีฬา ๗๐๐ ปี จังหวัดเชียงใหม่	
๘ ภาพถ่ายดาวเทียมสปอต ๕ บันทึกเมื่อ วันที่ ๘ ธันวาคม ๒๕๔๙ บริเวณอำเภอเชียงใน จังหวัดอุบลราชธานี	๗
๙ ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วม (สีฟ้า) จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมเอลอส	๘
บันทึกภาพวันที่ ๒๙ มีนาคม ๒๕๕๔ เวลา ๑๐.๓๐ น. บริเวณบางส่วนของจังหวัดนครศรีธรรมราช	
๑๐ ภาพถ่ายพื้นที่ปลูกข้าวบริเวณบางส่วนของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	๙
บันทึกภาพเมื่อวันที่ ๑๓ ธันวาคม ๒๕๕๒	
๑๑ ภาพถ่ายบริเวณถนนวงแหวนอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร	๑๐
บันทึกภาพเมื่อวันที่ ๒๗ กันยายน ๒๕๕๑	
๑๒ แสดงแนวโคจรของดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม ครอบคลุมประเทศไทย	๑๕
๑๓ ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image Map) มาตรฐาน ๑: ๕๐,๐๐๐	๑๖
๑๔ ภาพดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม ที่ยัง ไม่ได้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต	๒๐
๑๕ ภาพดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม ที่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแล้ว	๒๐
๑๖ การขยายค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัมแบบเส้นตรง	๒๑
๑๗ ภาพดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม เน้นข้อมูลแบบเส้นตรง	๒๑
๑๘ การขยายค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัมแบบการขยายค่าสะท้อน	๒๑
๑๙ ภาพดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม เน้นข้อมูลแบบการขยายค่าสะท้อน	๒๑
๒๐ การขยายค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัมแบบการขยายค่าของข้อมูลเฉพาะเจาะจง	๒๒
๒๑ การทำภาพผสมสีจากข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท (Band combinations) ที่นิยมใช้	๒๔

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
๒๒ ภาพผสมสีธรรมชาติจากดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม (ช่วงคลื่นผสม : ๔ แดง - ๓ เขียว - ๒ น้ำเงิน)	๒๕
๒๓ ภาพผสมสีธรรมชาติจากดาวเทียมแลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม(ช่วงคลื่นผสม : ๔ แดง - ๕ เขียว - ๓ น้ำเงิน)	๒๕
๒๔ การผสมสีจากช่วงคลื่นต่างๆ ของดาวเทียมแลนด์แซท และสีที่นิยมใช้	๒๕
๒๕ ภาพโมเสกของประเทศไทย จากข้อมูลดาวเทียมจีอีอาร์เอส ๑ และ แลนด์แซท ๕	๒๗
๒๖ การแปลภาพโดยการจำแนกความแตกต่างของสี และทำการดิจิทัลบนข้อมูลดาวเทียม แลนด์แซท ๕ ทีเอ็ม จากหน้าต่างวิว บริเวณ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา	๒๘
๒๗ ภาพถ่ายออร์โธรี บันทึกเมื่อปี ๒๕๔๕ บริเวณอำเภอกุดข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี	๒๙
๒๘ การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยวิธี Minimum Distance	๓๐
๒๙ การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยวิธี Parallelepiped	๓๑
๓๐ การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยวิธี Maximum Likelihood	๓๑
๓๑ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด	๓๓
๓๒ การตกแต่งผลหลังการวิเคราะห์ (Post classification) ด้วยวิธี SIEVE	๓๓
๓๓ การสร้างเพอโซนอล จีโอดาตาร์เบส โดยใช้อาร์คแคทตาล็อก	๓๔
๓๔ การสร้าง จีโอดาตาร์เบส ฟิจเจอร์ ดาตาร์เซท	๓๕
๓๕ การกำหนดค่าพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ใน ฟิจเจอร์ ดาตาร์เซท	๓๕
๓๖ การกำหนดรูปแบบของตารางอธิบาย (Attribute table) ใน ฟิจเจอร์ ดาตาร์เซท	๓๖
๓๗ การนำเข้าข้อมูล ทางจอคอมพิวเตอร์ โดยซอฟต์แวร์อาร์คจีโอเอส	๓๖
๓๘ รายละเอียดของตารางอธิบาย (Attribute table)	๓๗
๓๙ แผนที่การใช้ที่ดินที่ใส่รหัสการใช้ที่ดินเรียบร้อยแล้ว	๓๗
๔๐ แผนที่การใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. ๒๕๕๑ และปี พ.ศ. ๒๕๕๒	๔๐
๔๑ แผนผังระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน	๔๒
๔๒ ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ	๔๕
๔๓ ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน ๒	๔๖
๔๔ ปุ่มทำงานหลัก (The Action Panel)	๔๗
๔๕ การจำแนกแบบสองกิ่ง	๔๙
๔๖ ตัวอย่างขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับขั้น-แบบสำเร็จรูป (Modular-Hierarchical Phase)	๕๐

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
๔๗ หน้าต่างที่ได้จาก Legend Module	๕๐
๔๘ เมนูอธิบายการจัดการสัญลักษณ์	๕๑
๔๙ แก้ไขและเพิ่มเติมคำอธิบายสัญลักษณ์	๕๒

บทที่ 1

บทนำ

กรมพัฒนาที่ดินมีภาระหน้าที่ที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การสำรวจและจัดทำแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการกำหนดแผนการใช้ที่ดินในระดับต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเป้าหมาย และทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมของประเทศ การวางแผนการใช้ทรัพยากรที่ดินจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เช่น ข้อมูลดิน ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน ข้อมูลเศรษฐกิจ และสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลด้านการใช้ที่ดินจะต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้องและทันสมัย กรมพัฒนาที่ดินได้เริ่มดำเนินการสำรวจและจัดทำแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน โดยนำข้อมูลรีโมทเซนซิง ทั้งรูปถ่ายทางอากาศ และข้อมูลจากดาวเทียมมาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์การใช้ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 โดยใช้ระบบการจำแนกการใช้ที่ดิน ที่ปรับปรุงและพัฒนาจากระบบการจำแนกการใช้ที่ดิน (Land Use Classification System for Use with Remote – Sensor Data) ของกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1971 เป็นต้นแบบ และมีการปรับปรุงระบบให้ทันสมัยสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจนถึงปัจจุบัน แต่เนื่องจากระบบการจำแนกการใช้ที่ดิน ที่กรมพัฒนาที่ดินใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล บางประเภทกำหนดขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์เฉพาะเจาะจง คำจำกัดความไม่ชัดเจนยากต่อการเข้าใจ และมักมีปัญหาเมื่อนำไปใช้ประโยชน์ในระดับสากล

เพื่อให้ระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินเป็นไปตามมาตรฐานระบบการจำแนกสากล จึงจำเป็นต้องมีการศึกษา เพื่อนำระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO) มาใช้ จำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยการจัดทำคู่มือการวิเคราะห์และการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานของนักวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน สร้างความเข้าใจในมาตรฐานของระบบภูมิสารสนเทศ ตลอดจนการสำรวจและการรวบรวมและวิธีการวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดินและสิ่งที่เกี่ยวข้องต่างๆ การพัฒนามาตรฐานตามหลักการและแบบแผนโครงสร้างของการจำแนกนี้ สามารถนำไปร่วมงานกับการประยุกต์ด้านอื่นๆ หรือระบบการจำแนกอื่นๆ ได้ คล้ายคลึงกับการทำงานร่วมระหว่างสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สอดคล้องกับวิธีการจัดกลุ่มรูปลักษณะ (feature cataloging methodology) ที่เหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน ระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Land Cover Classification System : LCCS) ซึ่งสามารถนำไปใช้งานกับทุกเขตภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมสอดคล้องกับระบบการจำแนกอื่นๆ จึงเป็นที่ยอมรับให้เป็นมาตรฐานสากลและสามารถนำไปใช้งานได้กับทุกภูมิภาคของโลก

บทที่ 2

ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

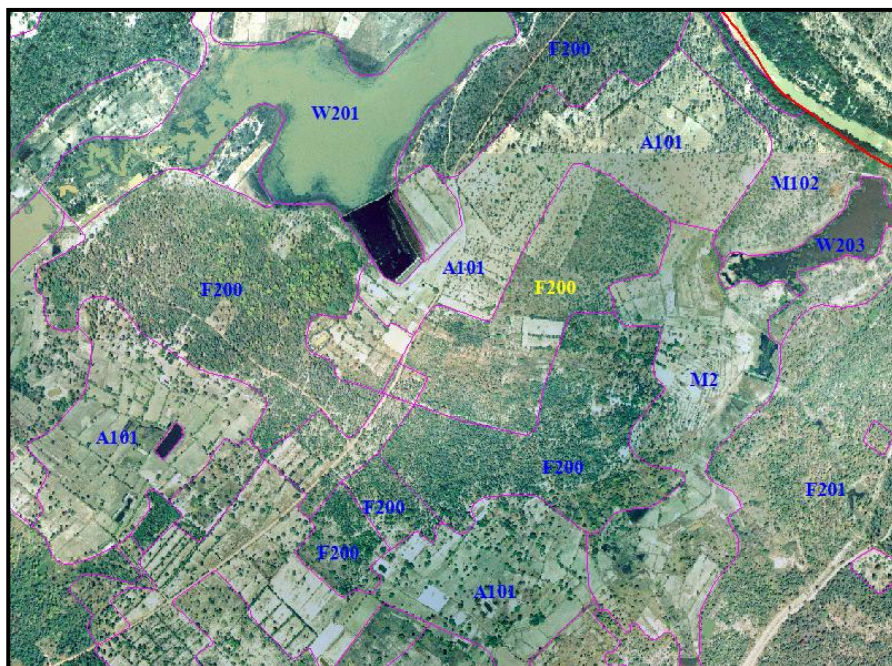
2.1 ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปถ่ายทางอากาศ หรือจากภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจัดทำแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ที่ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดินดำเนินการอยู่นั้น ประกอบด้วยการ วิเคราะห์ข้อมูลจากรูปถ่ายทางอากาศ หรือจากภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา และการวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปถ่ายทางอากาศ หรือจากภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยคอมพิวเตอร์ประกอบกับการสำรวจข้อมูลภาคสนาม และ จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินตามระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน ได้พัฒนาขึ้น ข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ที่กรมพัฒนาที่ดินได้จัดทำเป็นแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ระดับต่างๆ ได้แก่

ระดับประเทศ	มาตราส่วน 1 : 1,000,000
ระดับภาค	มาตราส่วน 1 : 500,000
ระดับจังหวัด	มาตราส่วน 1 : 50,000 – 1 : 25,000
ระดับลุ่มน้ำหลัก	มาตราส่วน 1 : 250,000
ระดับลุ่มน้ำสาขา	มาตราส่วน 1 : 25,000
ระดับตำบล/โครงการ	มาตราส่วน 1 : 4,000 – 1 : 25,000

ข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานจัดทำแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ดังนี้

2.1.1 รูปถ่ายทางอากาศ เป็นรูปถ่ายขาว - ดำที่ถ่ายในช่วงเวลาและมาตราส่วนต่างๆ ให้เลือกใช้ เช่น มาตราส่วน 1 : 50,000, มาตราส่วน 1 : 25,000 และมาตราส่วน 1 : 15,000 ปัจจุบันมีรูปถ่ายทางอากาศสี มาตราส่วน 1 : 4,000 และมาตราส่วน 1 : 25,000 ทั้งแบบรูปถ่ายทางอากาศแผ่นกระดาษ และรูปดิจิทัล (Digital) ซึ่งสามารถนำมาทำเป็นภาพออร์โธ (Orthophoto) คือ เป็นภาพที่ปรับแก้เชิงตำแหน่งทั้งแนวราบ (แกน X,Y) และแนวตั้ง (แกน Z) แล้ว (ตัวอย่างภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายออร์โธรี บันทึกลงเมื่อปี 2545

2.1.2 ข้อมูลจากดาวเทียม ข้อมูลจากดาวเทียมที่ใช้ในการปฏิบัติงานมีทั้งข้อมูลเชิงเลข (Digital data) และข้อมูลเชิงภาพ (Analog data) หรือแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบัน สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) รับสัญญาณข้อมูลจากดาวเทียม คือ

1) ดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบทีเอ็ม (LANDSAT-5 TM) และดาวเทียมแลนด์แซท7 ระบบอีทีเอ็มพลัส (LANDSAT 7 – ETM+)

ดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบทีเอ็ม ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautic and Space Administration – NASA) โคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ เป็นวงในแนวเหนือ - ใต้ผ่านขั้วโลกทำมุมเอียง 98 องศา ที่ระดับความสูง 705 กิโลเมตร จากพื้นโลกใช้เวลาในการโคจร 99 นาทีต่อ รอบความถี่ในการถ่ายซ้ำ 16 วัน ความกว้างของแนวบันทึกข้อมูล 185 กิโลเมตร ถูกออกแบบมาเพื่อสำรวจทรัพยากรแผ่นดินโดยเฉพาะ และดาวเทียมแลนด์แซท7 ระบบอีทีเอ็มพลัส ติดตั้งอุปกรณ์บันทึกข้อมูลระบบ อีทีเอ็มพลัส ซึ่งสามารถให้ข้อมูลที่มีคุณสมบัติครบถ้วน เช่นเดียวกับระบบทีเอ็มของดาวเทียมดาวเทียมแลนด์แซท 4 และดาวเทียมแลนด์แซท 5 และมีการพัฒนาเพิ่มเติมในบางส่วนระบบอีทีเอ็มประกอบด้วยระบบบันทึกข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่

1.1) ระบบบันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral) บันทึกข้อมูลรวม 7 ช่วงคลื่น คือ คลื่นช่วงตามองเห็น 3 ช่วงคลื่น ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ 1 ช่วงคลื่น ช่วงอินฟราเรดคลื่นสั้น 2 ช่วงคลื่น และช่วงอินฟราเรดยาว (หรืออินฟราเรดความร้อน) 1 ช่วงคลื่น

1.2) ระบบบันทึกช่วงคลื่นยาว (Panchromatic) บันทึกข้อมูลเพียงช่วงคลื่นเดียว ในระหว่างช่วงคลื่นตามมองเห็นและอินฟราเรดใกล้ (ตัวอย่างภาพดาวเทียมแลนด์แซท 5 ภาพที่ 2 และ 3)



ภาพที่ 2 ภาพผสมสีเท็จจากดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบทีเอ็ม (4 แดง, 5 เขียว, 3 น้ำเงิน) รายละเอียด 30 เมตร



ภาพที่ 3 ภาพจากดาวเทียมแลนด์แซท 7 ระบบ บีทีเอ็มพลัส ขาว - ดำ ระบบบันทึกช่วงคลื่นยาว รายละเอียด 15 เมตร

2) ดาวเทียม ไออาร์เอส 1ซี, 1ดี (IRS – 1C, 1D)

เป็นดาวเทียมในชุดไออาร์เอส 1ซี, 1ดี ที่องค์การวิจัยอวกาศแห่งอินเดีย (Indian Space Research Organization, ISRO) ส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2538 และ 29 กันยายน 2540 ตามลำดับ โคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ที่ระดับความสูง 810 กิโลเมตร มีอุปกรณ์บันทึกข้อมูล 3 ระบบ คือ

2.1) PAN (Panchromatic Camera) เป็นระบบบันทึกข้อมูลที่บันทึกข้อมูลเพียงช่วงคลื่นเดียว คือ ในช่วงคลื่นตามมองเห็นที่ความยาวคลื่นระหว่าง 0.5 - 0.75 ไมครอน ให้รายละเอียดของข้อมูล 5.8 เมตร ใช้ประโยชน์ในการสำรวจ Infrastructure แหล่งน้ำ และปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศ

2.2) LISS - III (Linear Image and Self Scanning Sensor) บันทึกข้อมูลได้ 4 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงมองเห็นอินฟราเรดใกล้ และอินฟราเรดคลื่นสั้น ซึ่งตรงกับช่วงคลื่นของข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท ระบบทีเอ็ม ให้รายละเอียดข้อมูล 23 เมตร ใช้ประโยชน์ในการสำรวจการใช้ที่ดิน จำแนกพืชพรรณ ติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ทรัพยากรป่าไม้ แหล่งน้ำ และธรณีวิทยา

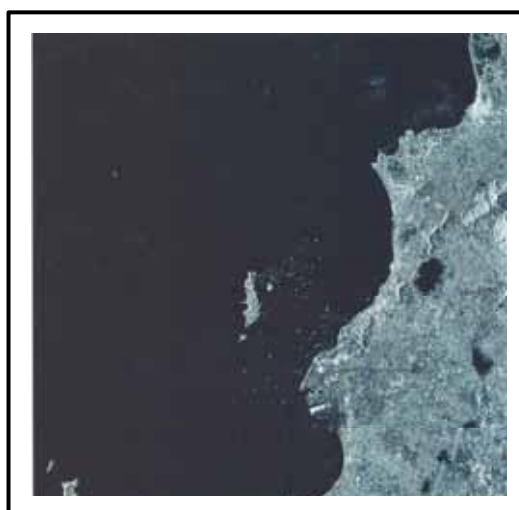
2.3) WIFS (Wide Field Sensor) บันทึกข้อมูลได้ 2 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่นตามมองเห็น และอินฟราเรดใกล้ให้รายละเอียด 188 เมตร บันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง 810 กิโลเมตร และบันทึกซ้ำที่เดิม ทุก 5 วัน ใช้ประโยชน์ในการศึกษาทรัพยากรป่าไม้ แหล่งน้ำ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระดับภูมิภาค (ตัวอย่างภาพดาวเทียมไออาร์เอส - ไอซี ภาพที่ 4 และ 5)



ภาพที่ 4 ภาพจากดาวเทียมไออาร์เอส-ซี ระบบ PAN ภาพที่ 5 ภาพจากดาวเทียม ไออาร์เอส-ไอซี ระบบ Liss - III
จังหวัดสมุทรสาคร (บันทึกเมื่อ 2 มกราคม 2544) จังหวัดสมุทรสาคร (บันทึกเมื่อ 2 มกราคม 2544)

3) ดาวเทียมเรดาร์แซท 1 (RADARSAT - 1)

ดาวเทียมเรดาร์แซท 1 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของประเทศแคนาดา โดยองค์การอวกาศแคนาดา (Canadian Space Agency - CSA) ส่งขึ้นสู่อวกาศ เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2538 โคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในแนวเหนือ - ใต้ ที่ระดับความสูง 798 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลกทำมุมเอียง 98.5 องศา ใช้เวลาโคจร 101 นาทีต่อรอบ จึงสามารถโคจรได้ 14 รอบต่อวัน ความถี่ในการถ่ายภาพ 24 วัน บันทึกข้อมูลในระบบเรดาร์ (SAR) ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลผ่าน เมฆ หมอก ฝน (ยกเว้นฝนตกหนักมาก) และพื้นที่ที่มีช่วงฤดูฝนยาวนาน เช่น ภาคใต้ของประเทศไทย (ตัวอย่างภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ภาพจากดาวเทียมเรดาร์แซท 1 ระบบเรดาร์ บริเวณแหลมฉบัง
จังหวัดชลบุรี (บันทึกเมื่อ 24 สิงหาคม 2544)

4) ดาวเทียม ไอโคลนอส (IKONOS)

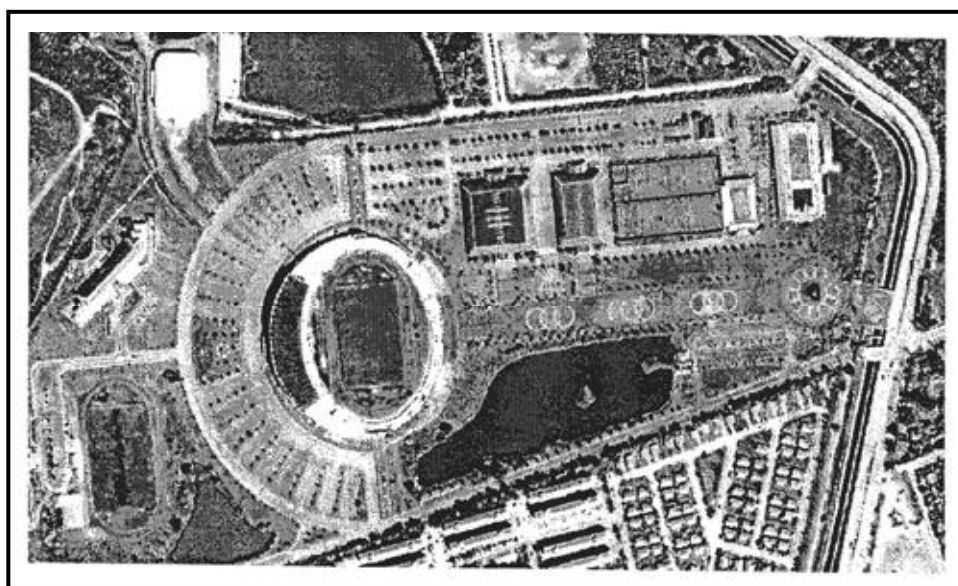
ดาวเทียมไอโคลนอส ของบริษัท ล็อกฮีดล์มาร์ตินมิสซิเลสแอนด์สเปส ประเทศสหรัฐอเมริกา ไอโคลนอส 1 ถูกส่งขึ้นในอวกาศ และขาดการติดต่อกับภาคพื้นดินเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2542 ต่อจากนั้น ไอโคลนอส 2 จึงถูกส่งขึ้นเมื่อตุลาคม 2542 โดยยานอวกาศ เอทเทินน่า II ดาวเทียม ไอโคลนอส 2 โคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในแนวเหนือ - ใต้ ที่ระดับความสูง 680 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก

ความถี่ในการถ่ายซ้ำ 3 วันความกว้างของแนวบันทึกข้อมูล 11 กิโลเมตร ถูกออกแบบเป็นพิเศษเพื่อการสำรวจเชิงพาณิชย์ คือ ดาวเทียมจะหมุนเพื่อการถ่ายภาพแทนการกวาดภาพจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ได้ภาพที่คมชัดขึ้น มีรายละเอียดที่ดีขึ้น อุปกรณ์ถ่ายภาพของไอโคลนอส มีดังนี้

4.1) ระบบบันทึกข้อมูลช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) มีรายละเอียด 1 เมตร

4.2) ระบบบันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral) มีรายละเอียด 4 เมตร

ดาวเทียมไอโคลนอส 2 มีอุปกรณ์ถ่ายภาพทั้งในระบบคลอสแทร็กและอะลองแทร็ก มีความยืดหยุ่นในการถ่ายภาพ สามารถถ่ายภาพในแนวตั้ง และมีกำลังขยายเท่ากับเลนส์ถ่ายภาพระยะไกล 10,000 มิลลิเมตร ใช้จำนวนพิกเซล 100 จุด สำหรับภาพพื้นที่ขนาด 10 ตารางเมตร ให้ระดับสีเทามากกว่า 2,000 สี ผู้ใช้สามารถมองเห็นวัตถุบางอย่าง ที่ไม่สามารถมองเห็นได้จากภาพถ่ายทางอากาศ (ตัวอย่างภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ภาพถ่ายดาวเทียมไอโคลนอส ระบบ แพนโครมาติก รายละเอียด 1 เมตร
บริเวณสนามกีฬา 700 ปี จังหวัดเชียงใหม่

ดาวเทียมดวงที่ห้า ในชุดดาวเทียมสปอตของประเทศฝรั่งเศส ขึ้นสู่วงโคจรโดยจรวด Ariane 42P (V151)

(Ariane 511,V145) จาก Guiana Space Center, Kourou, เฟรนช์เกียนา เมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 น้ำหนัก 3 ตัน ใช้เวลาโคจรรอบโลก 101.4 นาทีต่อรอบ ที่ความสูง 822 กิโลเมตร โคจรเอียงทำมุมกับแกนโลก 98.7 องศา และโคจรซ้ำบริเวณเดิมทุก 26 วัน บันทึกข้อมูลครอบคลุมพื้นที่กว้าง 60 กิโลเมตร รายละเอียดของภาพขาวดำ 2.5 เมตร และภาพสี 10 เมตร กล้อง High Resolution Visible and infrared (HRVIR) มีอุปกรณ์รับรู้เช่นเดียวกับกล้อง HRV แต่เพิ่มช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ในระบบหลายช่วงคลื่นสำหรับดาวเทียมสปอต 5 เปลี่ยนเป็นกล้องที่มีความถูกต้องสูงเชิงเรขาคณิต (High Resolution Geometric : HRG) ดัดแปลงจากกล้อง HRVIR โดยเพิ่มความละเอียดภาพเป็น 10 เมตร ในช่วงคลื่นตามองเห็นของระบบหลายช่วงคลื่น และระบบช่วงคลื่นเดียวเป็น 2.5-5 เมตร ทั้งกล้อง HRVIR และกล้องที่มีความถูกต้องสูงเชิงเรขาคณิต ถ่ายภาพสามมิติในแนวขวางการโคจรเช่นเดียวกับดาวเทียมสปอต 1, 2 และ 3 แต่สำหรับดาวเทียมสปอต 5 ยังมีอุปกรณ์รับรู้ High Resolution Stereoscopic (HRS) ใช้ในการถ่ายภาพสามมิติ ซึ่งถ่ายภาพตามแนวโคจร และครอบคลุม พื้นที่เป็นบริเวณกว้าง สามารถให้ข้อมูลในการผลิตข้อมูลชั้นความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEMs)

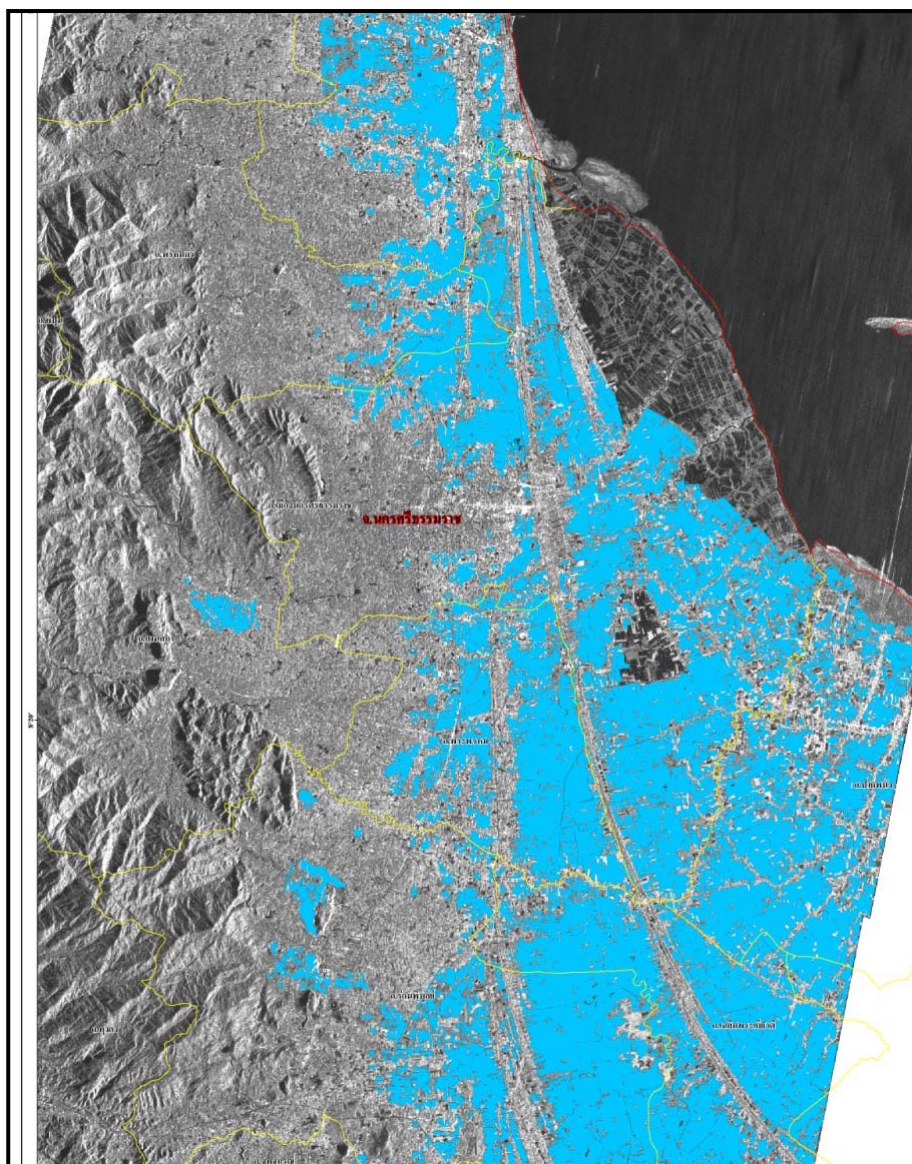
นอกจากนี้ในดาวเทียมสปอต 5 มีการติดตั้งเครื่องมือตรวจจับพืชพรรณ 4 คลื่น ในช่วงคลื่นตามองเห็นและอินฟราเรดใกล้ ที่มีความละเอียดภาพ 1 กิโลเมตร ใช้ในการมองเห็นและอินฟราเรดใกล้ ที่ความละเอียดภาพ 1 กิโลเมตร ใช้ในการศึกษาพืชพรรณบนโลก การติดตามด้านการเกษตรการเปลี่ยนแปลงป่าไม้ รวมถึงปรากฏการณ์เรือนกระจก (ตัวอย่างภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ภาพถ่ายดาวเทียมสปอต 5 บันทึกเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2549
บริเวณอำเภอเชียงใน จังหวัดอุบลราชธานี

6) ดาวเทียมแอลอส (ALOS)

ดาวเทียมแอลอส พัฒนาโดย National Space Development Agency of Japan : NASDA มีวัตถุประสงค์เพื่อ ใช้ในการจัดทำแผนที่ติดตามภัยพิบัติ สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ดาวเทียมแอลอส ประกอบด้วย 3 ระบบ คือ ระบบ Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping (PRISM) ความละเอียดภาพ 2.5 เมตร ระบบการมองเห็นขั้นสูง (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type : AVNIR) ความละเอียดภาพ 10 เมตร และระบบการถ่ายภาพเรดาร์ (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar : PALSAR) ความละเอียด 10 -30 เมตร (ตัวอย่างภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วม (สีฟ้า) จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมแอลอส

บันทึกภาพวันที่ 29 มีนาคม 2554 เวลา 10.30 น. บริเวณบางส่วนของจังหวัดนครศรีธรรมราช

8) ดาวเทียมควิกเบิร์ด (QUICKBIRD)

เป็นดาวเทียมพาณิชย์ของสหรัฐอเมริกา โดยบริษัท Digital Globe ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจร เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2544 มีความละเอียดภาพ 0.61 เมตร ในระบบแบนโครมาติก และ 2.44 เมตร ในระบบหลายช่วงคลื่นตามองเห็นและอินฟราเรดใกล้ แนวถ่ายภาพกว้างประมาณ 16.5 กิโลเมตร เหมาะในการประยุกต์ใช้ด้านการวางแผนเส้นทางคมนาคม สำรวจทรัพยากรป่าไม้ และด้านความมั่นคง (ตัวอย่างภาพจากดาวเทียมควิกเบิร์ด ดังภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ภาพถ่ายบริเวณถนนวงแหวนอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร
บันทึกภาพเมื่อวันที่ 27 กันยายน 2551

ตารางที่ 1 รายละเอียดข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่สถานีรับสัญญาณดาวเทียมของประเทศไทย

คุณสมบัติ	LandSat-5TM อเมริกา(NASA)	IRS-1C ,1D อินเดีย (ISRO)	RADARSAT-1,-2 แคนาดา (CSA)	SPOT-5	ALOS	THEOS	Quick Bird	IKONOS-2
1. วันส่งขึ้น อากาศ	มี.ค. 2527	ธ.ค. 2538, ก.ย. 2540	พ.ย.2538/2550	พ.ค. 2545	ม.ค. 2550	ปี 2551	ต.ค. 2544	ก.ย. 2542
2. ความสูงของ การโคจร	705 กม.	798 ก.ม., 780 ก.ม.	798 กม.	832 กม.	690 กม.	830 กม.	450 ก.ม.	680 ก.ม.
3. โคจรซ้ำบริเวณ เดิม	16 วัน	24,25 วัน	24 วัน	26 วัน	26 วัน	26 วัน	1-3 วัน	1-3 วัน
4. ความกว้างของ การบันทึกข้อมูล	185 กม.	50-170 กม.	63-140 กม.	60 กม.	1. 70 กม. (PRISM) 2. 70 กม. (AVNIR-2) 3. 70 กม. PALSAR Fine Mode)	1. Multispectral- 90 กม. 2. Panchromatic - 22 กม.	16.5 กม.	11 กม.
5. ระบบบันทึก ข้อมูล	1. Multispectral Scanner (MSS) 4 ช่วงคลื่น 2.Thematic wapper (TM) 7 ช่วงคลื่น	1.Multispectral (4 ช่วงคลื่น) 2.Panchromatic (ขาว-ดำ) 3. WiFS	ระบบ Radar (SAR) มี 5 mode มีคุณสมบัติ พิเศษสามารถบันทึก ข้อมูลในช่วงกลางคืน และทะลุผ่านเมฆ หมอกได้	1.High Resolution Geomatic (HRG) 2.Vegetation Inghrument (VGT)	1.PRISM(Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping) 2. (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2)	1.Multispectral 2.Panchromatic (ขาว-ดำ)	1.Multispectral 2.Panchromatic (ขาว-ดำ)	1.Multispectral (4 ช่วงคลื่น) 2.Panchromatic (ขาว-ดำ)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

คุณสมบัติ	LandSat-5TM อเมริกา(NASA)	IRS-1C ,1D อินเดีย (ISRO)	RADARSAT-1,-2 แคนาดา (CSA)	SPOT-5	ALOS	THEOS	Quick Bird	IKONOS-2
5. ระบบบันทึก ข้อมูล					3. 3. PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar)			
6. รายละเอียด ข้อมูล	1. Multispectral - 30 เมตร 2. Panchromatic -15 เมตร	1. Multispectral - 20 เมตร 2. Panchromatic - 5 เมตร	10-100 เมตร	1. Multispectral -10 เมตร 2. Panchromatic - 5 เมตร, 2.5 เมตร	1. PRISM 2.5 เมตร 2. AVNIR-2 10 เมตร 3. PALSAR Fine Mode 10 - 30 เมตร 4. PASLAR ScanSAR Mode 100 เมตร	1. Multispectral - 15 เมตร 2. Panchromatic - 2 เมตร	1. Multispectral -2.44 เมตร 2. Panchromatic - 0.61 เมตร	4 เมตร 1 เมตร
7. การใช้ ประโยชน์	1. การจำแนกพืชพรรณ การใช้ที่ดิน และติดตาม การเปลี่ยนแปลงการใช้ ที่ดิน 2. สำรวจทรัพยากรป่า ไม้ แหล่งน้ำ และ ความชื้นของดิน	1. การจำแนก พืชพรรณการใช้ ที่ดิน และติดตาม การเปลี่ยนแปลง การใช้ที่ดิน 2. สำรวจทรัพยากร ป่าไม้ แหล่งน้ำ และ ความชื้นของดิน	1. การเกษตร การใช้ ที่ดิน แหล่งน้ำ 2. ติดตามภัยธรรมชาติ	1. การเกษตร การ ใช้ที่ดิน แหล่งน้ำ 2. เส้นทางคมนาคม	1. การจำแนกพืชพรรณ การใช้ที่ดิน และติดตาม การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2. สำรวจทรัพยากรป่าไม้ แหล่งน้ำ และความชื้นของดิน	1. การเกษตร การใช้ ที่ดิน แหล่งน้ำ 2. เส้นทางคมนาคม	1. ด้านการเกษตร การใช้ที่ดิน ภัยพิบัติ 2. สำรวจทรัพยากร ป่าไม้	1. ด้านการเกษตร การใช้ที่ดิน ภัยพิบัติ 2. สำรวจ ทรัพยากรป่าไม้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

คุณสมบัติ	LandSat-5TM อเมริกา(NASA)	IRS-1C ,1D อินเดีย (ISRO)	RADARSAT-1,-2 แคนาดา (CSA)	SPOT-5	ALOS	THEOS	Quick Bird	IKONOS-2
7. การใช้ประโยชน์	3. แหล่งพลังงานความร้อน 4. ติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม 5. ธรณีวิทยา	3. ปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศและเส้นทางคมนาคม 4. ติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม 5. ธรณีวิทยา 6.การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระดับภูมิภาค	3. การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง 4. ติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม 5. ธรณีวิทยา 6. ทรัพยากรชายฝั่งและภัยพิบัติทางธรรมชาติ 7. ตรวจสอบคราบน้ำมันในทะเล	3. ผังเมือง 4. ติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม คราบน้ำมันในทะเล 5. ธรณีวิทยา	3. แหล่งพลังงานความร้อน 4. ติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม 5. ธรณีวิทยา	3. ผังเมือง 4. ติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม คราบน้ำมันในทะเล 5. ธรณีวิทยา	3. การวางผังเมืองเส้นทางคมนาคม 4. ความมั่นคงการทหาร	3. การวางผังเมืองเส้นทางคมนาคม 4. ความมั่นคงการทหาร

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2553)

2.1.3 แผนที่ต่างๆ

แผนที่ที่นำมาใช้ประกอบการสำรวจและวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน คือ

- 1) แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 และมาตราส่วน 1:250,000
- 2) แผนที่การใช้ที่ดิน จากสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
- 3) แผนที่ดิน จากสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
- 4) แผนที่ป่าไม้และขอบเขตป่าไม้ตามกฎหมาย จากกรมป่าไม้ กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช
- 5) แผนที่เขตการปกครองระดับตำบล จากฐานข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน สำนักงานสถิติแห่งชาติ และหน่วยงานอื่นๆ
- 6) แผนที่ชลประทาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.1.4 ข้อมูลอื่นๆ

ข้อมูลอื่นๆ ที่ใช้ประกอบการสำรวจและวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน เช่น

- 1) ข้อมูลอุตุวิทยามาแสดงปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากกรมอุตุวิทยา และหน่วยงานอื่นที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด
- 2) ข้อมูลชลประทาน เป็นข้อมูลที่ได้จากกรมชลประทานทั้งในส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค แสดงขอบเขตพื้นที่ที่มีการชลประทาน
- 3) ข้อมูลประชากร แสดงจำนวนประชากร ได้จากสำนักงานจังหวัด กรมการปกครอง
- 4) ข้อมูลด้านการตลาด แสดงสภาพทางเศรษฐกิจสังคม และด้านการตลาดของแต่ละจังหวัดได้จากสำนักงานพาณิชย์จังหวัด กระทรวงพาณิชย์
- 5) ข้อมูลด้านการผลิต แสดงข้อมูลด้านการผลิตสินค้าเกษตรกรรมของทุกจังหวัดทั่วประเทศ ได้จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.2 อุปกรณ์

2.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น โปรแกรมพีซีโอ, เออดาร์ส, อาร์คแมป, อาร์คิว, อาร์คจีไอเอส พร้อมอุปกรณ์เครื่องต่อพ่วง

2.2.2 เครื่องคำนวณระบบตำแหน่งบนโลก (GPS) สำหรับอ่านค่าพิกัดตำแหน่งของข้อมูลการใช้ที่ดิน หรือสิ่งก่อสร้างต่างๆ ในพื้นที่ดำเนินการ เพื่อความแม่นยำของการวิเคราะห์ข้อมูลและการกำหนดพิกัดเชิงตำแหน่งบนแผนที่

2.2.3 อุปกรณ์สนาม เช่น กล้องส่องทางไกล เข็มทิศ กล้องถ่ายภาพ

2.2.4 ยานพาหนะ

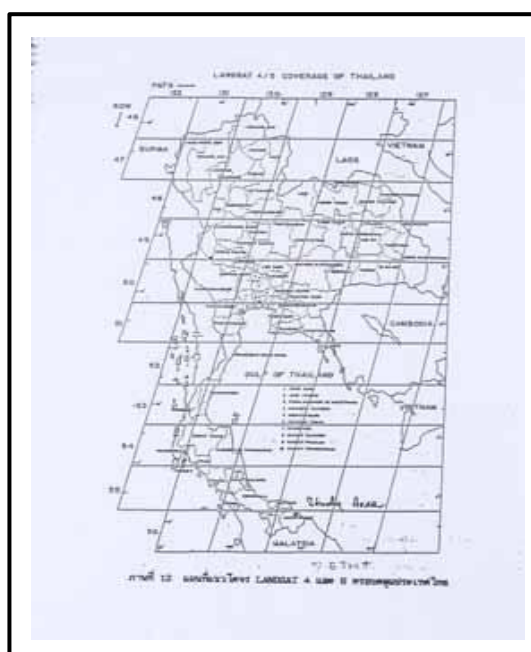
บทที่ 3

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

3.1 การเลือกข้อมูลดาวเทียม

ผู้ใช้ข้อมูลพึงให้ความสำคัญต่อการเลือกข้อมูลตามปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- 1) ดาวเทียมดวงไหน/อุปกรณ์บันทึกข้อมูลอะไรดาวเทียมสำรวจทรัพยากรแต่ละดวงมีคุณสมบัติเด่นต่างกัน และเอื้อต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในงานต่างกัน
- 2) การกำหนดพื้นที่สำหรับดาวเทียมที่ถ่ายภาพในแนวตั้ง เช่น ดาวเทียมแลนด์แซท มีการกำหนดพื้นที่บนผิวโลกเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันไว้ด้วยระบบอ้างอิงบนผิวโลก (World Reference System: WRS path - row) แนวตั้งเรียกว่า Path แนวตัดขวางเรียกว่า Row นอกจากนี้ผู้ใช้อย่างยังสามารถเลือกข้อมูลโดยกำหนดพื้นที่เป็นพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้อีกด้วย
- 3) ระยะเวลาที่ดาวเทียมบันทึกภาพ ดาวเทียมที่มีวงรอบการโคจรซ้ำที่เดิมเป็นประจำ เช่น ดาวเทียมแลนด์แซท นั้น เราสามารถตรวจสอบวันที่บันทึกภาพได้จากปฏิทินการโคจรของดาวเทียม (Orbital Calendar) อย่าง ไรก็ตามบางครั้งอาจมีอุปสรรคทำให้สถานีรับฯไม่สามารถรับสัญญาณได้ ดังนั้นควรตรวจสอบด้วยว่าในช่วงเวลาที่ต้องการข้อมูลนั้นมีข้อมูลอยู่หรือไม่
- 4) ปริมาณเมฆปกคลุมภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบเชิงแสง เช่นดาวเทียมแลนด์แซท ย่อมได้รับผลกระทบจากปริมาณเมฆปกคลุมภาพทำให้เป็นอุปสรรคสำคัญประการหนึ่งในการได้มาซึ่งข้อมูลที่มีคุณภาพดี ผู้สนใจสามารถตรวจสอบข้อมูล และปริมาณเมฆคลุมภาพได้จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2553)



ภาพที่ 12 แสดงแนวโคจรของดาวเทียมแลนด์แซท 5 ทีเอ็ม ครอบคลุมประเทศไทย

3.1.1 ชนิดข้อมูลดาวเทียม

ข้อมูลดาวเทียมที่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ให้บริการมี 2 ลักษณะ ได้แก่ ข้อมูลภาพ (Photographic) และข้อมูลเชิงเลข (Digital)

1) ข้อมูลภาพ (Photographic) ปัจจุบันให้บริการในลักษณะแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image Map) ซึ่งเป็นความร่วมมือกันระหว่างกรมแผนที่ทหารและสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ในการดำเนินการผลิตเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ข้อมูล ลักษณะของข้อมูลประเภทนี้เป็นภาพที่ประกอบด้วย ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบทีเอ็ม หรือ ดาวเทียมไออาร์เอสที่ได้รับการแก้ไขให้มีความถูกต้องทางตำแหน่งแล้วนำมาซ้อนทับกับแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 หรือ 1:250,000 ของกรมแผนที่ทหาร



ภาพที่ 13 ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image Map) มาตราส่วน 1: 50,000

2) ข้อมูลเชิงเลข (Digital data) ข้อมูลเชิงเลข เอื้อประโยชน์สำหรับผู้ใช้ที่มีระบบข้อมูลหรือซอฟต์แวร์จากการสำรวจระยะไกลค่อนข้างมาก สามารถปรับแต่ง เน้นข้อมูลผสมแบบตัดขนาดภาพกำหนดมาตราส่วน ฯลฯ ได้ตามต้องการข้อมูลชนิดนี้ ซึ่งทางสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) บริการในสื่อที่เป็นซีดีรอม

3.1.2 การขอรับบริการและสั่งซื้อข้อมูล

1) ตรวจสอบพื้นที่ศึกษาจากดัชนีภาพถ่าย (Index map) เพื่อหาระวางภาพกำหนดเป็นระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ ในแนวดิ่งและแนวนอน (Path-Row)

2) ตรวจสอบวันที่บันทึกข้อมูลทางระบบอินเทอร์เน็ต โดยเข้าเว็บไซต์ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่เว็บไซต์ www.gistda.or.th และปริมาณเมฆปกคลุมภาพตลอดจนคุณภาพของข้อมูล

3) กรอกใบสั่งโดยระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ ในแนวดิ่งและแนวนอน (Path-Row) วันที่บันทึกภาพ แบบต์ รหัสภาพ หน่วยราชการไทยสามารถสั่งซื้อข้อมูลได้ในอัตราพิเศษ ทั้งนี้ต้องมีหนังสือจากหน่วยงานถึง สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

3.2 การเตรียมข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม

3.2.1 การอ่านหรือการนำเข้าข้อมูล

ในอดีตการขยายหรือการบริการข้อมูลของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ มักจะจัดให้ในรูปแบบของม้วนเทปขนาด 8 มิลลิเมตร ซึ่งการอ่านข้อมูลเหล่านี้ต้องอ่านผ่านซอฟต์แวร์ เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมหรือรูปถ่ายทางอากาศ เช่น เออดาร์, พีซีไอ (อีเอเอสไอ/พีเอซีไอ), เอนวี, อินเทอกราฟ, อีววิช ฯลฯ แต่ปัจจุบันได้เปลี่ยนรูปแบบการบริการข้อมูล คือ ข้อมูลภาพบรรจุในแผ่นซีดีรอมและข้อมูลภาพได้ผ่านขั้นตอนการอ่านผ่านซอฟต์แวร์เฉพาะมาแล้วเป็นจีโอ-ทิฟ (Geo - tiff) ซึ่งเป็นชนิดแฟ้มข้อมูลที่เปิดกว้างที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์เฉพาะที่มีราคาแพง แต่สามารถใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับกราฟิก อื่น ๆ เช่น โปรแกรมโฟโต้ชอป และ โปรแกรมเซตัสซี ฯลฯ หรือซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น อากวิว หรือ อากจีไอเอส ก็สามารถเปิดดูข้อมูลภาพได้

เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้รับมานั้นเป็นข้อมูลแบบแรสเตอร์ (Raster format) และมีซอฟต์แวร์ส่วนเสริม (extension) นามสกุล tiff ไฟล์ ดังนั้นต้องแปลงนามสกุล tiff ไฟล์นี้ให้เป็นไฟล์เฉพาะที่เป็นของซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้มีอยู่ โดยใช้คำสั่งนำเข้าข้อมูล (import file) ของซอฟต์แวร์ที่เราใช้อยู่เช่นสมมุติว่ามีไฟล์ภาพของจังหวัดระยองชื่อ Rayong.tif เมื่อใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลด้านการสำรวจรังวัดด้วยภาพถ่าย (Photogrammetry) โดยใช้ซอฟต์แวร์พีซีไอทำการนำเข้าข้อมูล (import file) จะได้ไฟล์ใหม่คือ “Rayong.pix” หรือถ้าใช้ซอฟต์แวร์เออดาร์ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ทางด้านรีโมทเซนซิงเบื้องต้นด้านกระบวนการข้อมูลภาพเชิงเลข (Digital Image Processing) ที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับใช้กับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

จากระยะไกล (Remotely sensed data) ก็จะได้ “Rayong.img” เป็นต้นเมื่อได้ไฟล์ตามที่ต้องการแล้วก็สามารถแสดงภาพทางจอภาพได้

1) การตรึงพิกัดภาพ (Geometric Correction)

ข้อมูลดั้งเดิมทั้งที่ได้มาจากดาวเทียม รูปถ่ายทางอากาศ จะมีความคลาดเคลื่อนหรือบิดเบี้ยวทางเรขาคณิตหรือไม่มีค่าพิกัดตำแหน่ง ดังนั้นกระบวนการปรับแก้ซึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องทางตำแหน่งภูมิศาสตร์ จึงมีความสำคัญสำหรับการนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ ซึ่งความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตนี้มี 2 ลักษณะ คือ

1.1) ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของข้อมูลดาวเทียม (Systematic error) ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการกวาดเก็บข้อมูล (Scan) ซึ่งเป็นผลมาจากความโค้งของพื้นผิวโลก และการที่โลกหมุนรอบตัวเองความคลาดเคลื่อนนี้จะได้รับการแก้ไขจากสถานีรับข้อมูลดาวเทียมทางภาคพื้นดิน

1.2) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการทรงตัวการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ความสูง และทิศทางการเคลื่อนที่ของดาวเทียม (Non - systematic Error หรือ random error) ทำให้เกิด ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลหลายลักษณะ เช่น roll pitch yaw เป็นต้น เป็นความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลดาวเทียมเช่น ฟิซีโอ (อีเอเอสไอ/พีเอซีอี), เออดาร์ส, อีวริช จะแก้ไขความคลาดเคลื่อน ที่เกิดจากทิศทางการเคลื่อนที่ของดาวเทียม เท่านั้น วิธีการแก้ไขจะใช้วิธีการใส่ค่าพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้อง (Ground control points:GCPs) ลงในภาพซึ่งการหาพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้องนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น จากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารขนาดมาตราส่วน 1:50,000 จากภาพดาวเทียมที่มีค่าตำแหน่งภูมิศาสตร์ที่ถูกต้องอยู่ในภาพแล้วจากข้อมูลแบบเวกเตอร์ต่างๆ หรือจากการหาพิกัดตำแหน่งในพื้นที่จากเครื่องจีพีเอสด้วยวิธีการใส่ค่าพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้องจะมีความสำคัญมาก ดังนั้นข้อควรคำนึงในการหาตำแหน่ง หรือการกำหนดค่าพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้อง ในภาพควรพิจารณา ดังนี้

- ค่าพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้องที่ดีควรเป็นจุดที่สามารถกำหนดได้ง่ายทั้งในภาพที่ยังไม่ได้ปรับแก้ในแผนที่และในแหล่งที่ได้มาของค่าพิกัดตำแหน่งใกล้เคียงอย่างเด่นชัด
- ค่าพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้อง ที่ดีควรเป็นจุดที่สามารถกำหนดได้ง่ายทั้งในภาพที่ยังไม่ได้ปรับแก้ ในแผนที่ และในแหล่งที่ได้มาของค่าตำแหน่งพิกัดใกล้เคียงอย่าง เด่นชัด ตัวอย่าง เช่น เส้นตัดของถนนสองเส้น เส้นวัดของทางน้ำหรือวัตถุที่มีความแตกต่างจากพื้นที่
- จุดค่าพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้อง ควรกระจายทั่วทั้งภาพ ไม่ควรกระจุกอยู่ที่ใดที่หนึ่ง อย่างน้อยต้องมีจำนวน 4 จุดกระจายอยู่ตามมุมของภาพทั้ง 4 มุม

2) ขั้นตอนการตรึงพิกัดภาพ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

2.1) การแปลงค่าพิกัด (coordinate) ของจุดภาพ (Transformation of Pixel Coordinates) เป็นกระบวนการดึงภาพที่บิดเบือนไปให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องทางภูมิศาสตร์ โดยการ

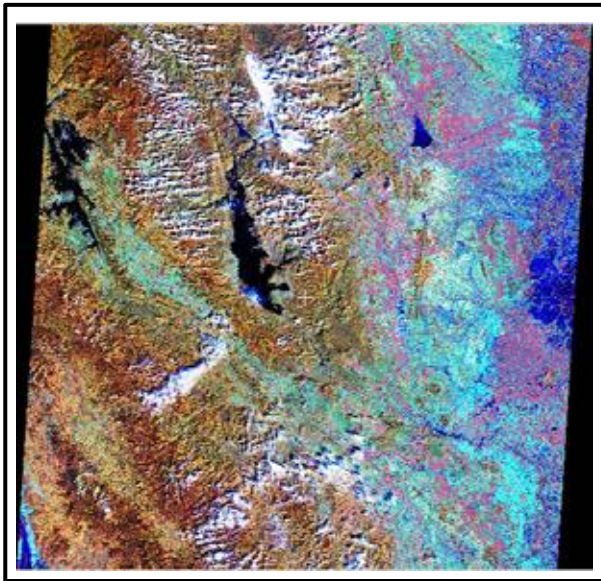
แปลงค่าพิกัดของข้อมูลดาวเทียมซึ่งอ้างอิงตำแหน่งในลักษณะของแถว (Row) และ ตารางกริดสี่เหลี่ยม (Pixel) พิกัด (Coordinate) ให้มีการอ้างอิงตำแหน่งบนผิวโลกในลักษณะ วางตัวในแนวเหนือ-ใต้และแนว ตะวันออก- ตะวันตก ตามแนวของจุดศูนย์กำเนิด (Origin) ที่กำหนดขึ้น เรียกว่า Map grid coordinate การแปลงค่า line - pixel ของภาพดาวเทียม เป็นค่าแนวเหนือ-ใต้และแนวตะวันออก- ตะวันตกต้องใช้ สมการคณิตศาสตร์ทั้งนี้ความถูกต้องของพิกัดตำแหน่งของภาพสามารถวัดได้จากค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย รวม (Total of Root Mean Square Error- RMSE) ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรวมควรน้อยกว่า 1

2.2) ขบวนการ Registration หรือ Resampling เป็นกระบวนการใส่ค่าสะท้อน พลังงาน (Digital number – DN value) ให้กับพิกัดตำแหน่งใหม่ โดยการประมาณค่าจากค่า สะท้อนพลังงาน ของภาพดาวเทียมดั้งเดิม สามารถเลือกใช้วิธี ดังนี้ คือ

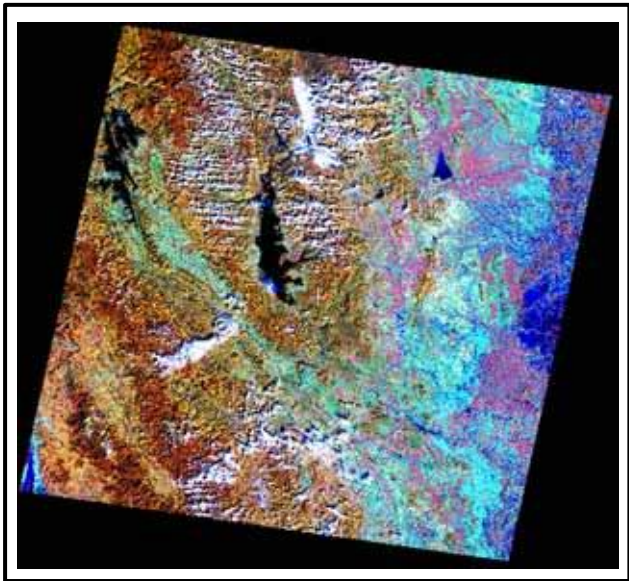
- 1) โปรแกรมจะนำค่าสะท้อนพลังงาน จากพิกเซลหรือจุดภาพในภาพเดิม ที่อยู่ใน ตำแหน่งใกล้เคียงกับตำแหน่งใหม่มากที่สุด มาใส่ให้กับพิกเซลตำแหน่งใหม่ (Nearest Neighbor)
- 2) โปรแกรมจะนำค่าสะท้อนพลังงาน จากพิกเซลหรือจุดภาพในภาพเดิม จำนวน 4 พิกเซล ที่อยู่รอบๆ มาคำนวณเป็นค่าใหม่ใส่ให้กับพิกเซลตำแหน่งใหม่ (Bi - linear Interpolation)
- 3) โปรแกรมจะนำค่าสะท้อนพลังงานจากพิกเซลในภาพเดิมจำนวน 16 พิกเซล ที่อยู่รอบๆ มาคำนวณ เป็นค่าใหม่ ใส่ให้กับพิกเซลตำแหน่งใหม่ (Cubic Convolution)

3) วัตถุประสงค์ของการตรึงพิกัด เพื่อประโยชน์ดังนี้

- 3.1) ทำให้สามารถอ้างอิงตำแหน่งของวัตถุบนภาพกับตำแหน่งบนแผนที่ หรือบนผิวโลก ได้อย่างถูกต้อง ช่วยในการอ้างอิงตำแหน่งต่างๆ เมื่อออกไปตรวจสอบค่าความถูกต้องในภาคสนาม
- 3.2) เพื่อประโยชน์ในการซ้อนทับข้อมูลต่างๆ เช่น ถนน ลำน้ำ ขอบเขตอำเภอ จังหวัด และสร้างเส้นกริดแบบระบบพิกัดยูทีเอ็มให้กับภาพ
- 3.3) สามารถนำภาพดาวเทียมบริเวณเดียวกันหลายๆ ภาพ ต่างช่วงเวลา มาซ้อนทับกันได้



ภาพที่ 14 ภาพดาวเทียมแลนด์แซท 5 ที่เอ็ม ที่ยังไม่ได้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต



ภาพที่ 15 ภาพดาวเทียมแลนด์แซท 5 ที่เอ็ม ที่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตแล้ว

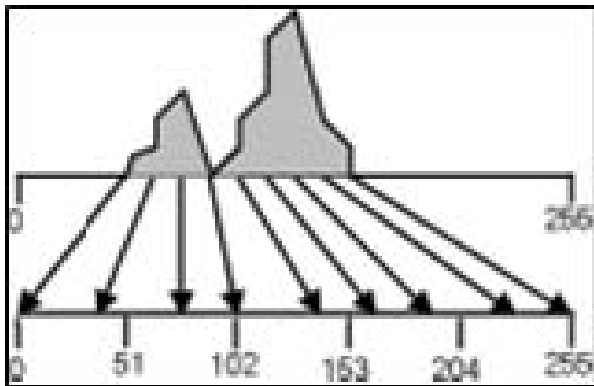
4) การเน้นภาพ (Image Enhancement)

การเน้นภาพทำได้หลายวิธี โดยมีจุดประสงค์ เพื่อให้ภาพมีความคมชัดและเน้นความแตกต่างกันของสีหรือประเภทข้อมูลให้เด่นชัด ทำให้ง่ายต่อการแปลความหมาย การเน้นภาพแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีการใหญ่ๆ ที่สามารถเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งหรือใช้ทุกวิธีก็ได้ คือ

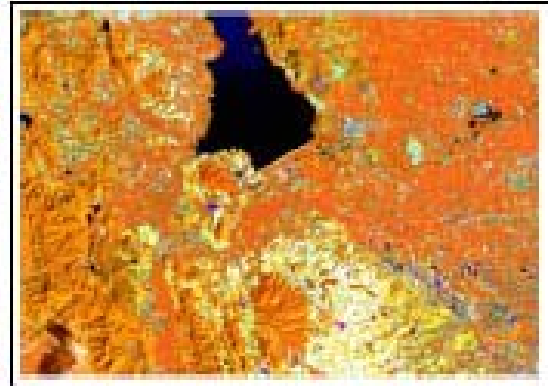
- การเน้นภาพ (แต่ละช่วงคลื่น) เพื่อให้เกิดความแตกต่างของค่าสีเทา (ค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัม) ภายในภาพ (Contrast manipulation)
- การเน้นภาพ (แต่ละช่วง เพื่อให้เกิดความแตกต่างของขอบเขตรูปทรงภายในภาพ (Spatial filtering)
- การเน้นภาพโดยใช้ข้อมูลหลายช่วงคลื่น และ/หรือ หลายภาพร่วมกันเพื่อให้เกิดความแตกต่างของ ข้อมูลบริเวณที่ต้องการ (Multi - image manipulation)

4.1) การเน้นภาพเพื่อให้เกิดความแตกต่างของค่าสีเทา ทำได้หลายวิธีโดยสามารถเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งตามแต่วัตถุประสงค์ ที่นิยมใช้มี 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 การขยายค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัมดั้งเดิม ในภาพให้มีความสว่างและความเข้มแตกต่างกันมากขึ้น (Linear stretch) โดยให้ค่าใหม่ มีค่าระหว่าง 0 - 255 เป็นการขยายค่าแบบเส้นตรง (Linear)

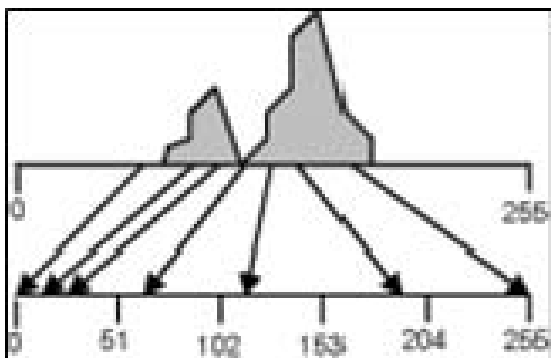


ภาพที่ 16 การขยายค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัมแบบ
เส้นตรง

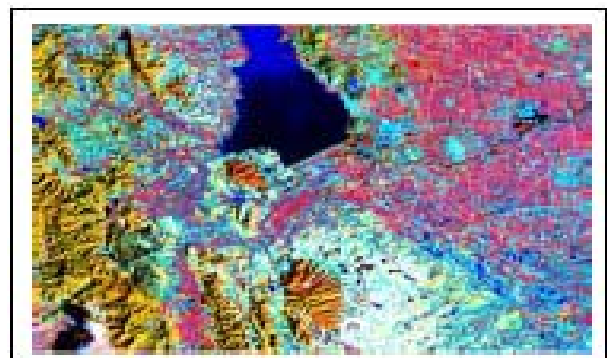


ภาพที่ 17 ภาพดาวเทียมแลนด์แซท 5 ที่เฝ้า
เน้นข้อมูลแบบเส้นตรง

แบบที่ 2 การขยายค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัมดั้งเดิม ให้เป็นไปตามความถี่ของ
ข้อมูล (Frequency) ข้อมูลกลุ่มใดมีความถี่สูงก็จะถูกขยายค่าออกไปมากกว่ากลุ่มข้อมูลที่มีความถี่ต่ำกว่า
(Histogram stretch)

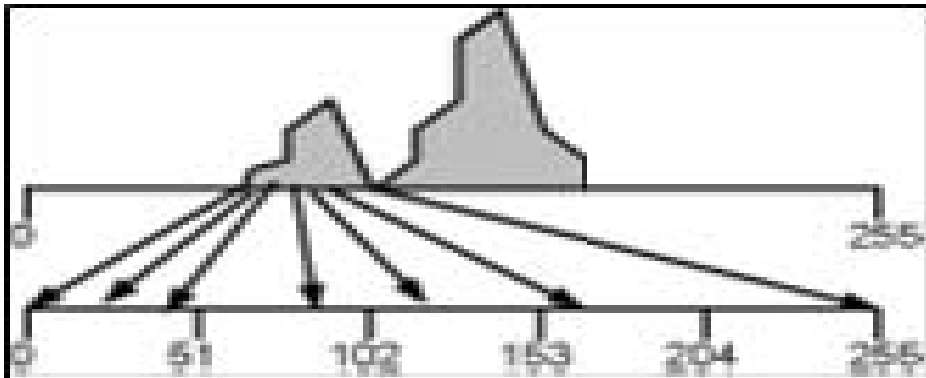


ภาพที่ 18 การขยายค่าสะท้อนเชิงสเปกตรัมแบบ
การขยายค่าสะท้อน



ภาพที่ 19 ภาพดาวเทียมแลนด์แซท 5 ที่เฝ้า
เน้นข้อมูลแบบการขยายค่าสะท้อน

แบบที่ 3 การขยายค่าของข้อมูลเฉพาะเจาะจงบริเวณที่สนใจให้มีความแตกต่างเด่นชัดขึ้น (Special or Piecewise stretch)



ภาพที่ 20 การขยายค่าสะท้อนเชิงแบบการขยายค่าของข้อมูลเฉพาะเจาะจง

4.2) การเน้นภาพเพื่อให้เกิดความแตกต่างของขอบเขตรูปทรง เรียกวิธีการนี้ได้อีกอย่างหนึ่งว่าการกรอง (Filter) ซึ่งเป็นการกรองกลุ่มของพิกเซลที่มีความถี่ที่ต้องการเพื่อนำไปสร้าง เป็นภาพ (Image) ใหม่ การกรองมีหลายวิธีจะมีมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับโปรแกรมเรียกใช้วิธีหลักที่ใช้ คือ

4.2.1) การกรองกลุ่มพิกเซลที่มีความถี่ปานกลางถึงต่ำ (Low-Pass Filter) เมื่อได้ทำการกำหนดขนาดกรอบของข้อมูล (กว้าง x ยาว) เพื่อใช้ในการคำนวณแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าของพิกเซลทั้งหมดให้ใหม่ภาพใหม่ที่ได้จะมองดูราบเรียบมีความแตกต่างของค่าสีเทาน้อยลง แลดูไม่ค่อยคมชัด (Blur) ตัวอย่างคำสั่งการกรองโดยใช้โปรแกรม พีซีไอ (อีเอเอสไอ/พีเอซีไอ) ได้แก่

FAV.....average filtering

FGA.....gaussian filtering

FME.....median filtering

FMO.....mode filtering

4.2.2) การกรองกลุ่มพิกเซลที่มีความถี่สูง (High-Pass Filter) ตัวอย่างคำสั่งการกรองโดยใช้โปรแกรม PCI EASI/PACE ได้แก่

FPR...programmable filtering

FPRE...prewitt filter

PSOBEL...sobel filter

ภาพที่เกิดหลังจากการกรองจะประกอบด้วยพิกเซลที่มีความสว่าง โดยเฉพาะบริเวณขอบเขตของวัตถุต่างชนิดกันจะเห็นเด่นชัดขึ้น เรียกการกรองแบบนี้ก็อย่างหนึ่งว่า Edge Detection Filter

หลังจากใช้การกรองกลุ่มพิกเซลที่มีความถี่สูงแล้ว นำภาพที่เกิดหลังจากการกรอง ไปรวมกับภาพดั้งเดิม จะได้ภาพที่มีรายละเอียดภาพอย่าง เดิมแต่เห็นขอบเขตคมชัดของวัตถุมากขึ้น เรียกภาพนี้ว่า“Edge Enhancement Images”

4.3) การเน้นภาพโดยใช้ข้อมูลหลายช่วงคลื่นและ/หรือหลายภาพร่วมกัน การเน้นภาพโดยวิธีนี้จะใช้ในกรณีที่การเน้นภาพจาก 2 วิธีแรกไม่ได้ผลตามต้องการเนื่องจากข้อมูลเชิงคลื่นภาพเดียวกันมีสหสัมพันธ์กัน จึงควรเลือกใช้การเน้นภาพต่างช่วงคลื่นหรือหลายภาพดังต่อไปนี้

กำหนดช่วงคลื่นที่ต้องการ 2 ช่วงคลื่นมาหารกัน (Spectral Ratios) ตัวอย่างเช่น ข้อมูลช่วงคลื่นที่ 2 หารด้วยช่วงคลื่นที่ 1 เป็นต้น นอกจากนี้สามารถกำหนดรูปแบบการหารที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ตามต้องการ

นำข้อมูลต่างช่วงคลื่นมาผ่านขบวนการ ทางคณิตศาสตร์ คือ บวก ลบ คูณ หาร (Arithmetic Combinations) เพื่อให้ภาพผลลัพธ์มีความเด่นชัดตามต้องการ

เทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้แก้ไขปัญหามีสหสัมพันธ์เชิงคลื่นของข้อมูลดาวเทียม (Principal Component Analysis) โดยโปรแกรมจะทำการหมุนแกนภาพให้แกนภาพใหม่ มีการกระจายของข้อมูลมากที่สุดภาพที่ได้จะมีความคมชัดขึ้น

วิธีการเปลี่ยนค่าแสดงสีของพิกเซล (Intensity – Hue – Saturation) ให้เป็นค่า Intensity Hue Saturation โดยคำสั่งโปรแกรม IHS (RGB to IHS Conversion) แล้วนำข้อมูล ภาพดาวเทียมดวงอื่นหรือภาพต่างระบบหรือภาพบริเวณเดียวกันแต่ต่างช่วงเวลามาแทนที่ค่าใดค่าหนึ่ง ทำให้สามารถแยกรายละเอียดของข้อมูลได้มากขึ้นกว่าการใช้ภาพเดียว เมื่อต้องการแสดงภาพใหม่ให้เป็นภาพสีตามปกติจะต้องแปลงค่ากลับโดยคำสั่งโปรแกรม RGB (IHS to RGB Conversion)

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices) ใช้เน้นภาพดาวเทียมโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพืชผลการเกษตรที่ใช้สำหรับภาพดาวเทียมแลนด์แซท คือ

$$\text{Transformed Vegetation Index} : [(TM4 - TM3) / (TM4 + TM3) + 0.5]^{1/2} \times 100$$

5) การผสมช่วงคลื่นเพื่อผลิตภาพสีผสม

การผลิตภาพผสมสีโดยทั่วไปใช้หลักการของทฤษฎีสี (Color mixing process) มี 2 ทฤษฎี คือ

5.1) การผสมสีแบบแม่สีบวก (Color additive) ประกอบด้วยแม่สี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน สีที่เกิดจากการผสมของแต่ละแม่สี จะเรียกว่า Complement color ภาพที่เกิดจากทฤษฎีนี้ เช่น ภาพจากกล้องโทรทัศน์

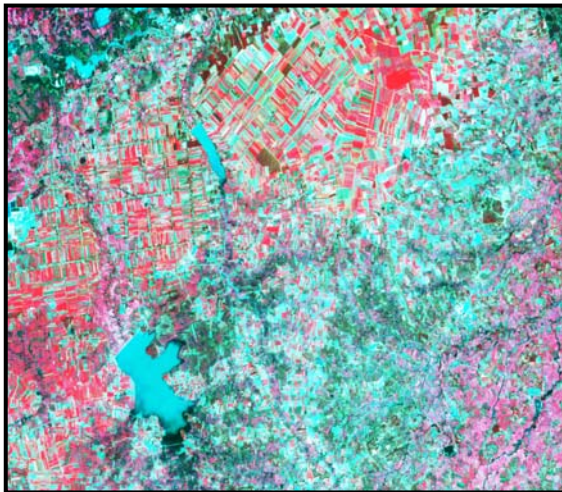
5.2) การผสมของรงควัตถุ (Pigment) เรียกว่าการผสมแบบลบ (Color subtractive) ประกอบด้วยสีเหลือง (Yellow) สีม่วงแดงเข้ม (Magenta) และ สีระหว่างเขียวกับน้ำเงิน (Cyan) ภาพที่เกิดจากทฤษฎีนี้ เช่น ภาพสีจากฟิล์มถ่ายรูป

สำหรับข้อมูลดาวเทียมซึ่งบันทึกภาพบริเวณเดียวกัน แต่แยกบันทึกค่าสเปกตรัมของพื้นผิวไว้หลายช่วงคลื่น หรือหลายแบนด์พร้อมกัน เมื่อนำมาผลิตเป็นภาพผสมสีจะต้องนำเข้าสู่ข้อมูลคราวละ 3 แบนด์ตามทฤษฎีสี โดยใช้ฟิลเตอร์แม่สี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน (RGB color mixing) แต่เนื่องจากภาพจากดาวเทียมเป็นภาพที่บันทึกพร้อมกันหลายช่วงคลื่น เช่น ภาพจากดาวเทียมแลนดแซท 7 ระบบ Enhanced Thematic Mapper 1 ภาพ มี 7 ช่วงคลื่น ในทางปฏิบัติต้องเลือกช่วงคลื่นที่ให้รายละเอียดพื้นผิวมากที่สุดเพียง 3 ช่วงคลื่นมาทำเป็นภาพผสมสี ดังตัวอย่างภาพที่ 21

ภาพผสมสีธรรมชาติ	แบนด์	แม่สี
	3	R
	2	G
	1	B
หรือ	3	R
	4	G
	2	B
ภาพผสมสีเท็จ	4	R
	3	G
	2	B

ภาพที่ 21 การทำภาพผสมสีจากข้อมูลดาวเทียมแลนดแซท
(Band combinations) ที่นิยมใช้

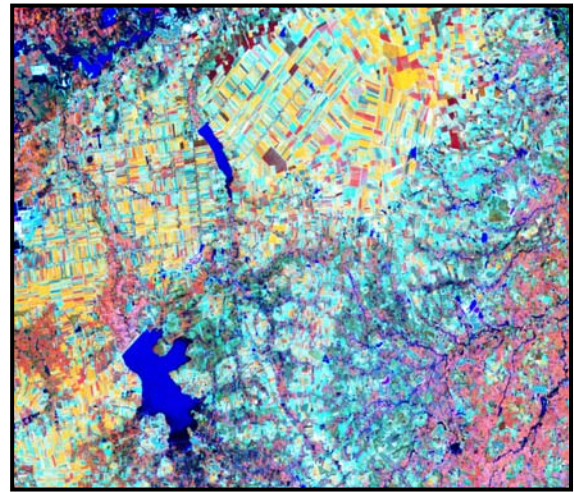
ประโยชน์ของการทำภาพผสมสีเท็จของดาวเทียมที่ Combination ต่าง ๆ นั้นเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ภาพด้วยสายตา และการวิเคราะห์เชิงเลขด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ตัวอย่างต่อไปนี้ เป็นภาพผสมสีจากช่วงคลื่นต่างๆ ของดาวเทียมแลนดแซท และสีที่เกิดขึ้นที่นิยมใช้



ภาพที่ 22 ภาพผสมสีธรรมชาติจากดาวเทียม

แลนด์แซท 5 ทีเอ็ม

(ช่วงคลื่นผสม : 4 แดง - 3 เขียว - 2 น้ำเงิน)



ภาพที่ 23 ภาพผสมสีธรรมชาติจากดาวเทียม

แลนด์แซท 5 ทีเอ็ม

(ช่วงคลื่นผสม : 4 แดง - 5 เขียว - 3 น้ำเงิน)

R	G	B	พืช	ดิน	น้ำ
3	2	1	Cyan	น้ำลาลอมเทา	ดำ
4	3	2	แดง	Cyan	ดำ
5	4	3	เขียว	น้ำลาลแดง	ดำ
5	4	2	เขียว	ม่วงแดง, ขาว	ดำ
4	5	3	สีแดง, ส้ม	เขียว Cyan	ดำ, น้ำเงิน
4	3	5	แดง, ม่วง	น้ำเงิน	ดำ
4	7	3	แดง	เขียว	ดำ

ภาพที่ 24 การผสมสีจากช่วงคลื่นต่างๆ ของดาวเทียมแลนด์แซท และสีที่นิยมใช้

6) การลงขอบเขตโครงการ

ภาพดาวเทียมที่ถูกตรึงพิกัดและเลือกการผสมสี (band combination) ตามที่ต้องการแล้ว สามารถนำข้อมูลลายเส้น (Vector file) ต่างๆ เช่น ขอบเขตโครงการ เส้นแบ่งเขตการปกครอง ถนน หรือ เส้นน้ำซ้อนทับบนภาพดาวเทียมได้ เพื่อกำหนดพื้นที่ศึกษาที่ต้องการ

7) พิมพ์ภาพดาวเทียมมาตราส่วนต่างๆ

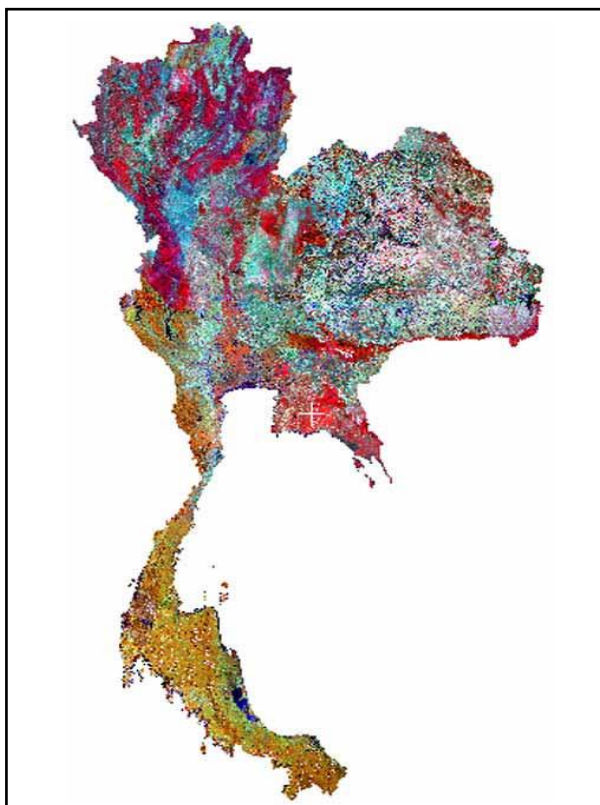
ข้อมูลภาพดาวเทียมที่ยังไม่ผ่านการตรึงพิกัดก็สามารถพิมพ์ภาพออกมาได้ แต่ไม่สามารถกำหนดมาตราส่วนได้เนื่องจากไม่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ ในการกำหนดขนาดมาตราส่วน ของข้อมูลภาพดาวเทียมให้เหมาะสมกับขนาดจุดภาพ (Pixel size) มีหลักพิจารณาอย่างง่ายๆ คือ นำขนาดจุดภาพคูณด้วย 2,000 ผลลัพธ์ คือ มาตราส่วนที่สามารถพิมพ์ได้ เช่น ขนาดจุดภาพ ข้อมูล แลนด์แชท 7 = 30 เมตร ดังนั้นมาตราส่วนของภาพที่จะสั่งพิมพ์ออกมาควรจะมีขนาดมาตราส่วนประมาณ 1:60000 ถ้าพิมพ์ให้มีขนาดใหญ่กว่านั้นจะประสบกับปัญหาภาพไม่คมชัดสำหรับงานสำรวจภาคสนามนั้นจะใช้แผนที่ของกรมแผนที่ทหารขนาดมาตราส่วน 1:50000 ในทางปฏิบัติจึงพิมพ์ภาพดาวเทียมแลนด์แชท 7 พลัส ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 เพื่อสะดวกในการปฏิบัติงาน

8) การโมเสกหรือการต่อภาพ (Mosaicking)

การโมเสกหรือการต่อภาพจากดาวเทียมเป็นสิ่งจำเป็น ในกรณีที่พื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่ ต้องใช้ภาพดาวเทียมหลายภาพมาต่อกัน ภาพถ่ายที่นำมาต่อเป็นภาพโมเสกควรใช้ภาพในแนวโคจรเดียวกัน จะทำให้ต่อภาพได้ง่าย ถ้าบันทึกต่างเวลาหรือต่างแนวโคจรควรได้รับการปรับค่าสีเทามาก่อน และหลังจากต่อภาพแล้วไม่ควรเห็นรอยต่อระหว่างภาพที่นำมาต่อ สำหรับภาพดาวเทียมหลังจากที่เน้นภาพแล้วควรบันทึก (Save) ตารางค่าสี (Lookup table - LUT) ของแต่ละแบนด์ในภาพไว้อย่างถาวร (Save permanent LUT) เพื่อประโยชน์ในการต่อภาพ เพราะจะทำให้ค่าระดับสีเทาคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการต่อภาพและจะทำให้ภาพคมชัดตามเดิม

สำหรับการโมเสกแผนที่ เป็นการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลหรือแผนที่การใช้ที่ดินมาต่อกันเป็นแผนที่แผ่นใหญ่ ซึ่งการโมเสกทั้งภาพและแผนที่มีขั้นตอนดังนี้

- 8.1) เลือกภาพดาวเทียมหรือแผนที่ที่เป็นมาสเตอร์ (Master)
- 8.2) เลือกภาพดาวเทียมหรือแผนที่ที่จะนำมาต่อ
- 8.3) กำหนดขอบเขตบริเวณที่จะทำการต่อ
- 8.4) กำหนดชื่อไฟล์ของภาพหรือแผนที่เมื่อต่อเสร็จแล้ว
- 8.5) ใช้คำสั่ง Mosaic จากซอฟต์แวร์
- 8.6) บันทึกไฟล์



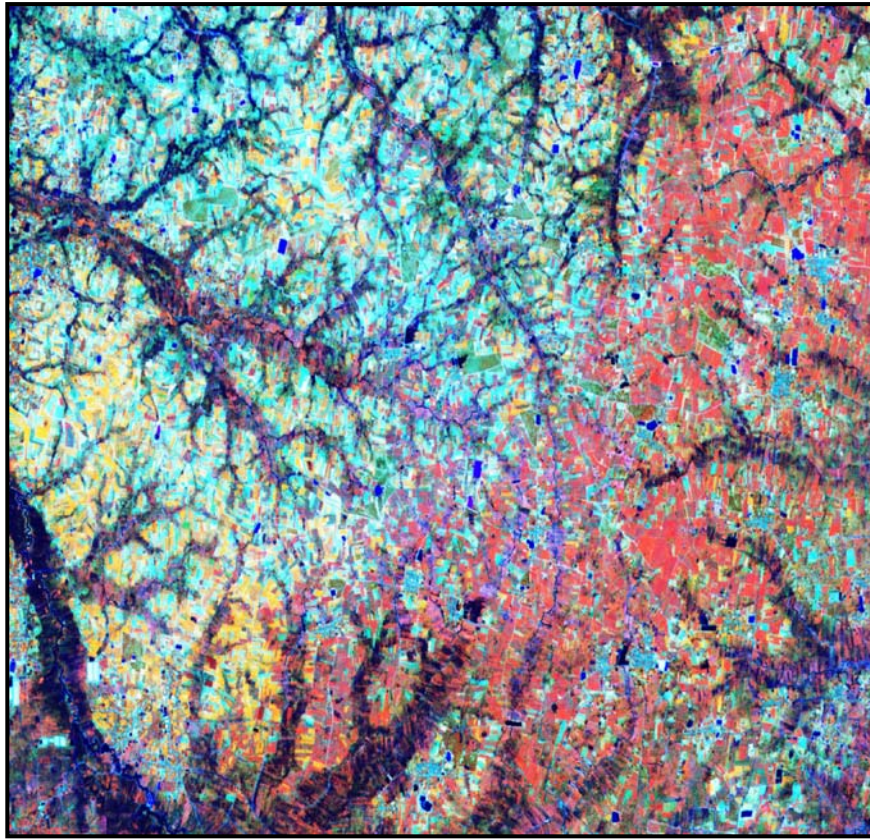
ภาพที่ 25 ภาพโมเสกของประเทศไทย จากข้อมูลดาวเทียมจีอาร์เอส 1 และ แลนด์แซท 5

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

สามารถวิเคราะห์ได้ 2 วิธี คือ การวิเคราะห์หรือการแปลด้วยสายตา และการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software)

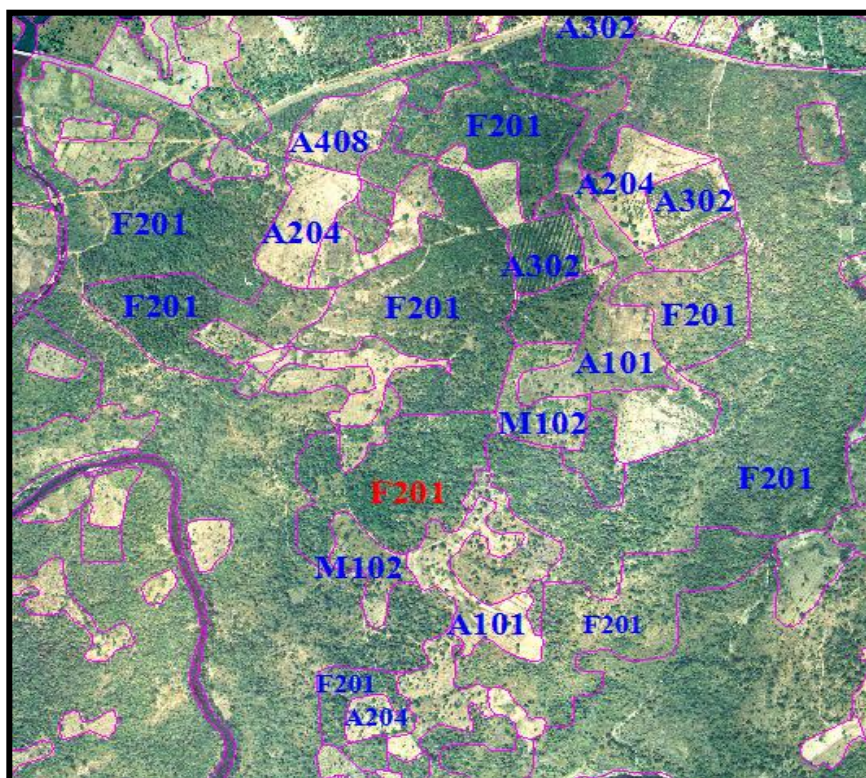
3.3.1 การวิเคราะห์หรือการแปลด้วยสายตา (Visual Analysis) อาศัยความแตกต่างของสี ขนาดแบบพื้นผิว (texture pattern size) และ ที่ตั้ง (location) เพื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน

1) กรณีที่ข้อมูลมีขนาดพิกเซล ปานกลาง เช่น ข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดปานกลาง ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซท, สปอต, ไออาร์เอส ฯลฯ หรือรูปถ่ายทางอากาศที่เก่าไม่ทันสมัยจะต้องพิมพ์ภาพออกมาในขนาดมาตราส่วนที่ต้องการแล้วแปลภาพเพื่อจำแนกประเภทการใช้ที่ดินด้วยสายตา โดยใช้หลักการแปลภาพด้วยสายตา ดูความแตกต่างของสี แล้วนำออกไปตรวจสอบและแก้ไขในภาคสนามให้ขอบเขตมีความถูกต้อง เป็นปัจจุบันเสียก่อนจากนั้นทำการแปลงข้อมูลโดยการดิจิไทซ์ (digitize) ให้เป็นข้อมูลเชิงเลข เพื่อนำไปวิเคราะห์ คำนวณพื้นที่ หรือผลิตเป็นแผนที่การใช้ที่ดินต่อไป



ภาพที่ 26 การแปลงภาพโดยการจำแนกความแตกต่างของสี และทำการดิจิทัลบนข้อมูลดาวเทียม
แลนด์แซท 5 ทีเอ็ม จากหน้าต่างวิว บริเวณ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

2) กรณีที่ข้อมูลมีขนาดพิกเซลที่มีความละเอียดสูง และเป็นข้อมูลที่ใหม่ทันสมัย เช่น ข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดสูง ข้อมูลช่วงคลื่นขาวดำ (panchromatic) จากดาวเทียมอีโคโนส ขนาดพิกเซล 1 เมตร และดาวเทียมคิวิกเปิด ขนาดพิกเซล 0.6 เมตร สามารถนำข้อมูลนี้มาแปลด้วยสายตาจากจอคอมพิวเตอร์ และนำเข้าโดยการ digitize บนจอคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงผลที่ได้จะได้แผนที่หรือขอบเขตการใช้ที่ดินที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล ที่สามารถนำไปคำนวณพื้นที่ หรือผลิตเป็นแผนที่ต่อไปวิธีนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยกว่าวิธีแรก



ภาพที่ 27 ภาพถ่ายออร์โธรีซี บันทึกเมื่อปี 2545 บริเวณอำเภอกุดข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเชิงเลข (Digital Analysis) ข้อมูลดาวเทียมเป็นข้อมูลเชิงเลข แต่ละพิกเซลจะมีค่าการสะท้อนเชิงคลื่นบนระนาบหลายมิติขึ้นอยู่กับระบบการบันทึกภาพของดาวเทียม ตัวอย่างเช่น ดาวเทียมแลนด์แซท 7 เก็บข้อมูลพื้นผิวดิจิทัล 7 ช่วงคลื่น ดังนั้นจะได้ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของวัตถุบนระนาบที่เป็น 7 มิติ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลขจึงใช้ขบวนการ และหลักเกณฑ์ทางสถิติเพื่อจำแนกประเภทข้อมูลในทุกมิติ โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลขมีอยู่หลายโปรแกรม เช่น ฟิชไอ – อีเอเอสไอ/พีเอชไอ, เอ็นวี, เออดาร์ส เป็นต้น แต่ละโปรแกรมมีหลักในการวิเคราะห์ข้อมูลคล้ายคลึงกัน (PCI Remote Sensing Corp, 1997) สำหรับวิธีการจำแนกข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) แสดงภาพดาวเทียมบริเวณที่ต้องการปฏิบัติงานเป็นแบบภาพผสมสี โดยเลือกช่วงคลื่นที่ต้องการให้แสดงเป็นภาพสี 3 ช่วงคลื่น จะใช้การผสมสี ไดก็ได้ตามต้องการ
- 2) กำหนดขอบเขตพื้นที่ตัวอย่าง (training areas) ลงบนภาพผสมสี กลุ่มพื้นที่ตัวอย่างที่กำหนดแสดงถึงพืช หรือการใช้ที่ดิน ที่รู้แน่ชัดว่าเป็นพืชที่ปลูกเจริญเติบโต ณ ตำแหน่งนั้นจริง

3) ให้โปรแกรมทำการคำนวณค่าสถิติของกลุ่มข้อมูลแต่ละพื้นที่ตัวอย่างค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ฮิสโตแกรมความถี่ (Histogram) ความห่างระหว่างกลุ่มพื้นที่ตัวอย่าง (Separability)

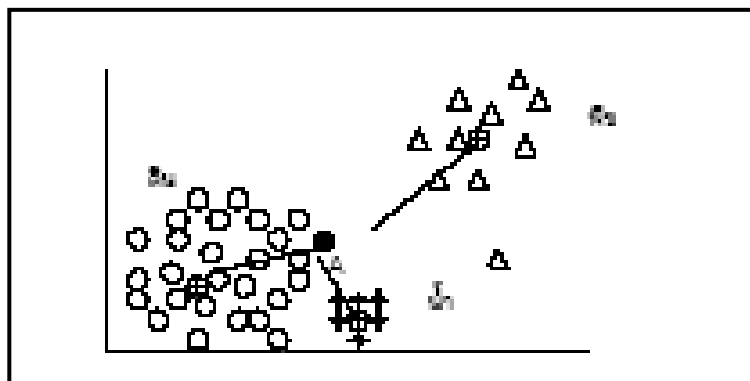
3.1) ศึกษาค่าสถิติของแต่ละกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างและตรวจสอบความห่างระหว่างกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างจากโปรแกรมด้วยฟังก์ชัน “Spectral Plot” หรือ “Separability”

3.2) กลุ่มพื้นที่ตัวอย่างกลุ่มใดๆ ที่มีค่าสถิติเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมาก ควรตัดสินใจเลือกทำอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้คือ

- นำกลุ่มข้อมูลที่คล้ายกันมารวมเป็นกลุ่มเดียวกัน
- เลือกพื้นที่ตัวอย่างใหม่ สำหรับกลุ่มข้อมูลที่ถูกปฏิบัติงานไม่แน่ใจว่าเป็นพืชหรือการใช้ที่ดินนั้นจริงแล้วเริ่มดำเนินการซ้ำตั้งแต่ข้อ 3 อีกครั้งหนึ่ง

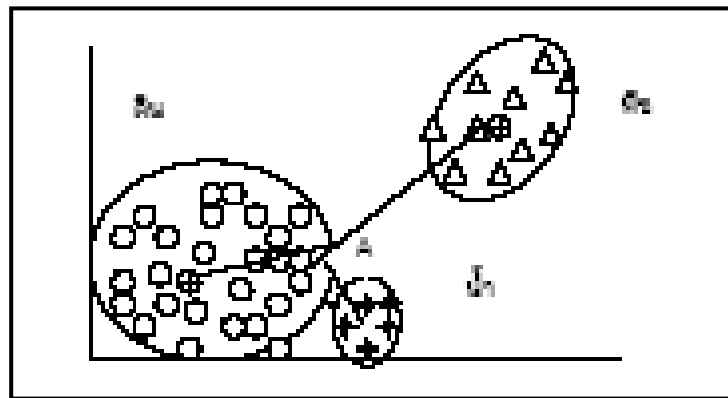
3.3) เมื่อตรวจสอบค่าสถิติจนแน่ใจว่ามีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างทุกกลุ่มแล้ว จึงทำการทดสอบความถูกต้องของจำแนกข้อมูล โดยเลือกใช้กฎเกณฑ์การจำแนกกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างเชิงสถิติอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- พิกเซลใดที่มีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยกับกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างใด จะถูกกำหนดหรือจำแนกให้เป็นสิ่งเดียวกับพื้นที่ตัวอย่างนั้น (Minimum Distance Classifier) ตามกฎเกณฑ์นี้ ดังตัวอย่างจากรูปจุด A จะถูกจำแนกให้เป็น “น้ำ”



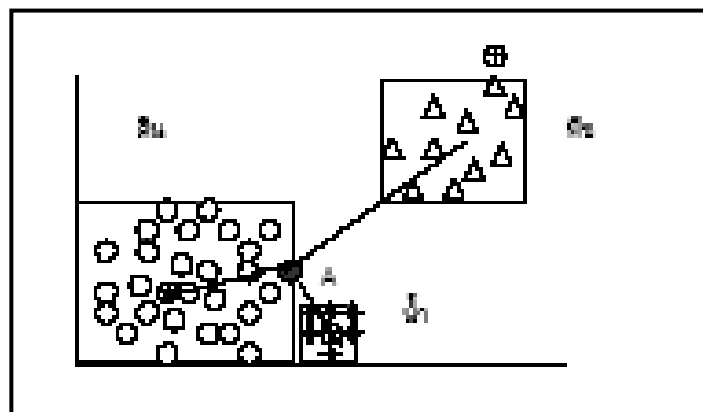
ภาพที่ 28 การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยวิธี Minimum Distance

- ค่าความแปรปรวน (variance) ของกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างในทุกมิติมากำหนดอาณาเขตของพื้นที่ตัวอย่าง (Parallelepiped Classifier) ตามกฎเกณฑ์นี้ จากรูปภาพเป็นตัวอย่างอาณาเขตพื้นที่ตัวอย่างใน 2 มิติ พิกเซลใดๆ ที่ตกอยู่ในอาณาเขตจะถูกจำแนกให้เป็นเช่นเดียวกับพื้นที่ตัวอย่าง ดังนั้น จุด A จะถูกจำแนกให้เป็น “ดิน”



ภาพที่ 29 การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยวิธี Parallelepiped

- การจำแนกข้อมูลโดยใช้ค่าความแปรปรวน และสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างมาตัดสิน (Maximum Likelihood Classifier) เป็นกฎเกณฑ์ได้ โดยสมมติว่า พิกเซลในแต่ละพื้นที่ตัวอย่างมีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) หรือเรียกว่ามีการกระจายแบบ Gaussian เส้นขอบเขตการตัดสินว่าพิกเซลเอ ควรจัดอยู่ในประเภทเดียวกับพื้นที่ตัวอย่างเรียกว่าเส้นของความน่าจะเป็น (Equiprobability contour) เมื่อใช้กฎเกณฑ์นี้พิกเซลเอ ถูกจัดให้เป็น “ดิน”



ภาพที่ 30 การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยวิธี Maximum Likelihood

ในบางครั้งพิกเซลที่สนใจมีค่าอยู่ระหว่างส่วนซ้อนของกลุ่มพื้นที่ตัวอย่าง (Maximum Likelihood: MLC) จะทำการถ่วงน้ำหนักของความน่าจะเป็น (Weighting factor to probability) โดยให้กำหนดค่า “A prior probability” ในแต่ละกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างตามหลักการก็คือพื้นที่ตัวอย่างใดมีความน่าจะเป็นน้อยก็กำหนดตัวถ่วงน้ำหนักน้อยกว่าพื้นที่ตัวอย่างอื่นที่มีความน่าจะเป็นมากกว่า

- (1) ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง
- (2) ทำการจำแนกข้อมูลทั้งหมดในพื้นที่โครงการ

วิธีที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) มีหลักเกณฑ์การจำแนกข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดจำนวนชั้นที่ต้องการ (cluster class) จำนวนช่วงคลื่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ และจำนวนครั้งในการอ่านทวนข้อมูล (iteration)
- 2) ทำการจำแนกข้อมูลเชิงคลื่น (spectral classification) ด้วยกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

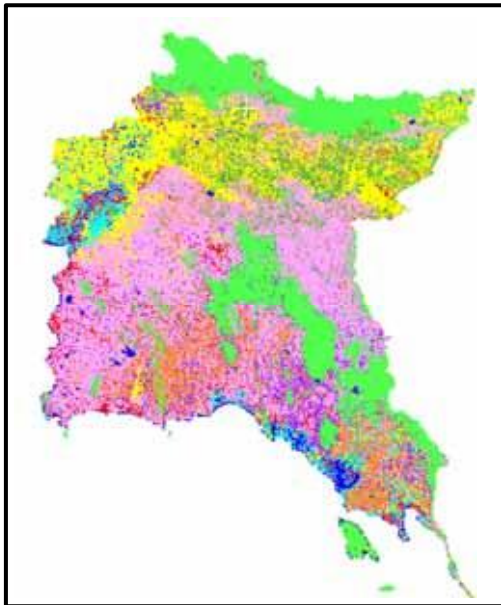
2.1) โปรแกรมจะคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม (cluster) เรียกว่า เค คลัสเตอร์ (K-clusters) แล้วทำการจำแนกให้พิกเซลใดๆ ที่มีค่าเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยเป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกันกับกลุ่ม (K - mean Clustering) นั้น ๆ

2.2) โปรแกรมจะคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม หากกลุ่มใดมีค่าเบี่ยงเบนมากก็จะแยกกลุ่ม นั้นออกเป็น 2 กลุ่ม หากมีค่าเฉลี่ยเข้าใกล้กันมากจะรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน และถ้ากลุ่มใดมีจำนวนพิกเซลน้อยเกินไปจะตัดทิ้งไป (Isodata) เหมือนกับ เคมีน (K - Mean)

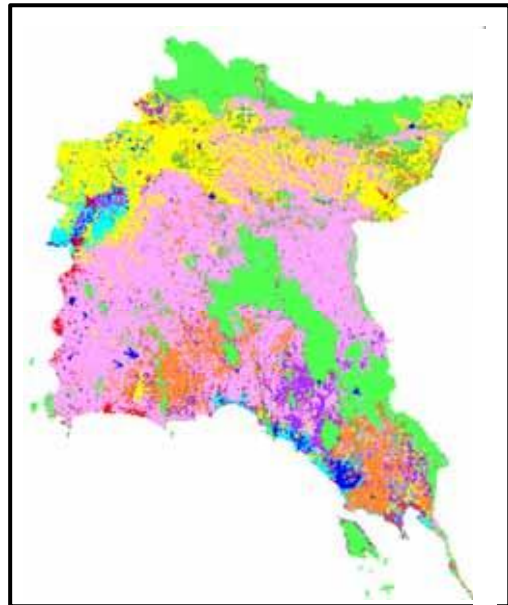
2.3) นาเร็นด้า-โกลเบิร์ก-คลัสเตอร์ริง (Narendra-Goldberg Clustering) ตามกฎเกณฑ์นี้จะใช้ฮิสโตแกรมในทุกมิติ มาจัดแบ่งกลุ่มแตกต่างจาก 2 วิธีแรกคือ โปรแกรมจะคำนวณและกำหนดจำนวนกลุ่มให้ ส่วนของรูปร่างในทุกมิติจะเป็นแบบ non-parametric นอกจากนี้จะไม่มีการอ่านทวนซ้ำ

3.3.3 การตกแต่งข้อมูลหลังการวิเคราะห์ (Postclassification Operation)

- 1) กรองข้อมูล (filtering) หลังการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วพบว่าบางพิกเซลที่จำแนกไว้แตกต่างจากพิกเซลรอบๆ เราสามารถใช้ฟังก์ชันต่อไปนี้
 - 1.1) การแทนค่าพิกเซลที่แตกต่างให้เหมือนกับพิกเซลโดยรอบ (Filtering)
 - 1.2) การแทนค่ากลุ่มพิกเซลที่แตกต่างให้เหมือนกับกลุ่มพิกเซลส่วนใหญ่โดยรอบ (SIEVE)
- 2) หลอมรวมประเภทข้อมูล (theme aggregation) หลังจากการวิเคราะห์ ข้อมูลแล้วพบว่ายังมีบางประเภทข้อมูลที่ควรรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้
- 3) แยกประเภทข้อมูล (theme extraction) เมื่อต้องการแยกประเภทข้อมูลที่จำแนกแล้ว โดยแยกเก็บเป็นประเภทข้อมูลเดียวสำหรับการซ้อนทับข้อมูล (overlay) ในภายหลัง



ภาพที่ 31 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย
วิธีความน่าจะเป็นสูงสุด



ภาพที่ 32 การตกแต่งผลหลังการวิเคราะห์
(Post classification) ด้วยวิธีการเลือก

3.4 การตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจข้อมูลภาคสนาม เป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์การใช้ที่ดิน ในการตรวจสอบข้อมูลในสภาพพื้นที่จริง เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในขณะนั้น เช่น สภาพการเจริญเติบโตของพืชปลูกขณะนั้น ลักษณะพื้นที่ ฤดูปลูกและเก็บเกี่ยว การดูแลรักษาพันธุ์พืช ผลผลิตที่ได้รวมทั้งภาวะการจัดการ โดยเฉพาะเรื่องการชลประทาน เป็นต้น ข้อมูลดังกล่าวจะนำไปแก้ไขขอบเขตแผนที่ที่ได้จัดทำไว้ก่อน การออกตรวจสอบในภาคสนามควรวางแผนการดำเนินการก่อนการตรวจสอบภาคสนามเป็นขั้นตอนเพื่อประหยัดเวลา แผนงาน และงบประมาณ ดังนี้

3.4.1 วางแผนเพื่อกำหนดเส้นทางการตรวจสอบและเก็บข้อมูลในพื้นที่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้

1) แผนที่ภูมิประเทศจากกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:250,000 และมาตราส่วน 1:50,000 หรือแผนที่อื่นๆ ตามความละเอียดของแต่ละโครงการ

2) รูปถ่ายทางอากาศ

3) ภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้แปลข้อมูลแล้ว

การกำหนดเส้นทางควรกำหนดเดินทางเดียวตามจุดตรวจสอบที่ได้ทำการกำหนดไว้แล้ว ในแผนที่ที่แปลได้ควรศึกษาสภาพถนน และสภาพแวดล้อมอื่นๆ

3.4.2 กำหนดช่วงเวลาในการตรวจสอบภาคสนาม โดยกำหนดเวลาตรวจสอบแต่ละครั้งให้เหมาะสมกับฤดูกาลเพาะปลูก หรือสอดคล้องกับเวลาที่ถ่ายภาพ หรือตามแผนงานที่กำหนด

3.4.3 อุปกรณ์ในการตรวจสอบภาคสนาม เป็นอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีนำสมัยในการบอกตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกอย่าง ถูกต้องแม่นยำ มีความผิดพลาดน้อย ได้แก่ เครื่องบอกพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เซ็มทิส จะทำให้สามารถนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้อง นอกจากนี้จะใช้กล้องถ่ายรูปเพื่อถ่ายภาพ พื้นที่ ณ จุดสำรวจอีกด้วย

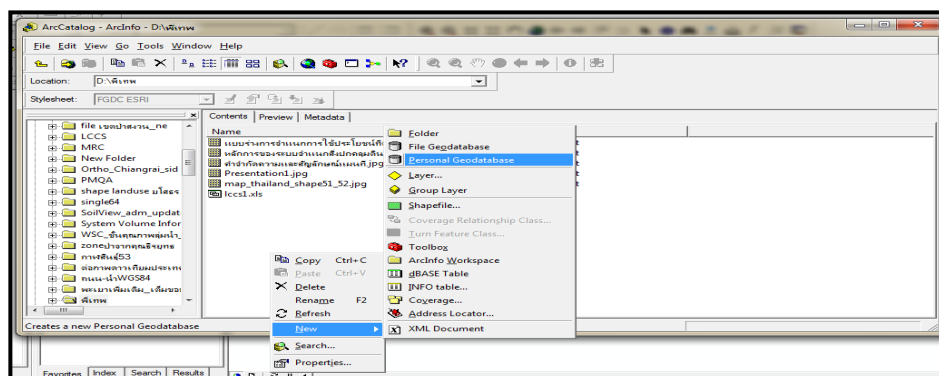
3.4.4 การเก็บข้อมูลโดยการสอบถาม บางครั้งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหรือรูปถ่ายทางอากาศ มีช่วงเวลายับันทึกข้อมูลไม่ตรงกับฤดูกาลหรือสภาวะการณ์นั้นๆ ในขณะที่ตรวจสอบหรือเป็นข้อมูลเก่า จึงต้องมีการตรวจสอบหรือสอบถามเกษตรกรหรือเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นในสภาพ และเวลาเดียวกับข้อมูลในภาพถ่ายดาวเทียมจะทำให้การสืบค้นย้อนหลังเป็นไปอย่างถูกต้อง

3.5 การจัดทำฐานข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน

3.5.1 การนำเข้าข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน หลังจากตรวจสอบความถูกต้องของ ข้อมูล และขอบเขตการใช้ที่ดินแล้ว นำข้อมูลภาคสนามมาปรับแก้ผลการวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลที่ได้ให้เป็นดิจิทัล โดยการนำเข้าข้อมูล ซึ่งต้องอาศัยซอฟต์แวร์เฉพาะทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น อาร์ควิว, อาร์คอินโฟว์, อาร์คจีไอเอส ฯลฯ ในกรณีที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหรือรูปถ่ายทางอากาศ เป็นดิจิทัลไฟล์แล้ว สามารถทำการแก้ไขได้โดยตรง (สุเพชร ,2552)

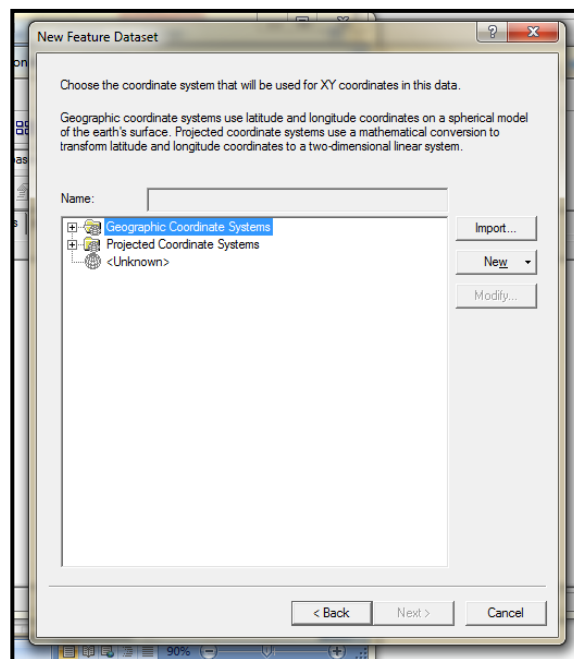
การนำเข้าข้อมูลจากกระดานดิจิทัลหรือจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ (View Window) วิธีการใช้เครื่องกราดภาพ (Scanner) และ การใช้แผงแป้นอักขระ (Keyboard) นำเข้าข้อมูลแผนที่ และข้อมูลคุณลักษณะของแผนที่ในหนังสือคู่มือนี้จะกล่าวถึงการนำเข้าโดยการนำเข้าข้อมูล ทาง View Window โดยซอฟต์แวร์อาร์คจีไอเอส เท่านั้น โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) สร้างฐานข้อมูลในเพอร์โซนอล จีโอดาตารเบส (Personal Geodatabase) ก่อร่างฐานข้อมูลส่วนบุคคลโดยใช้ อาร์คแคตตาล็อก (ArcCatalog)

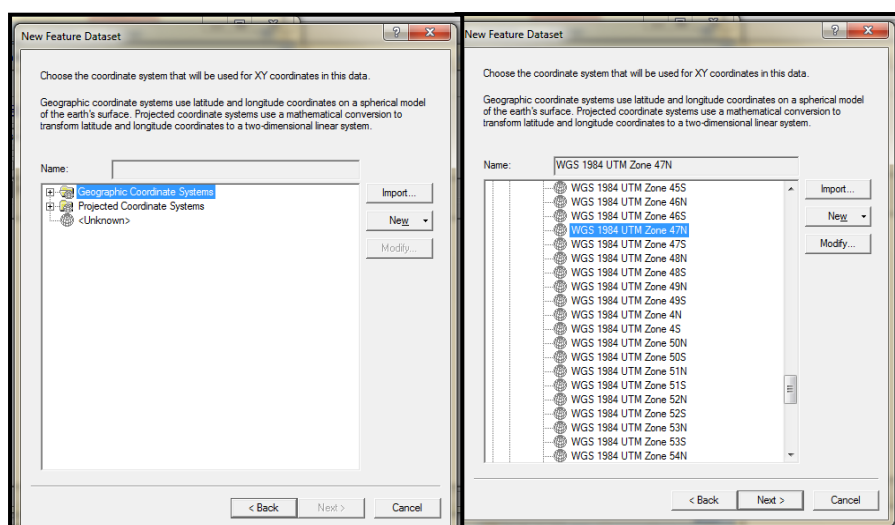


ภาพที่ 33 การสร้างเพอร์โซนอล จีโอดาตารเบส โดยใช้อาร์คแคตตาล็อก

2) สร้างจีโอดาตาเบส ฟิจเจอร์ ดาตาเซต (Geodatabase Feature Dataset) ใน เพอโซนอล จีโอดาตาเบส ที่สร้างไว้ เพื่อกำหนดขอบเขต และค่าพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ ระบบค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะถ้าใช้ระบบอ้างอิงต่างกันจะทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่สามารถเชื่อมต่อหรือซ้อนทับกันได้ มีผลให้ไม่สามารถนำไปวิเคราะห์ใด ๆ ได้ สำหรับระบบค่าพิกัดอ้างอิงที่ใช้ในปัจจุบันของแผนที่การใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินได้แก่ ระบบพิกัดกริดยูทีเอ็ม , แบบจำลองโลก WGS1984 โดยพื้นที่ของประเทศไทยตั้งอยู่ใน 2 โซน คือ โซน 47 ($96^{\circ} \text{E} - 102^{\circ} \text{E}$) และโซน 48 ($102^{\circ} \text{E} - 108^{\circ} \text{E}$) ควรเลือกโซนให้ตรงกับพื้นที่จริงของแผนที่ที่นำเข้า

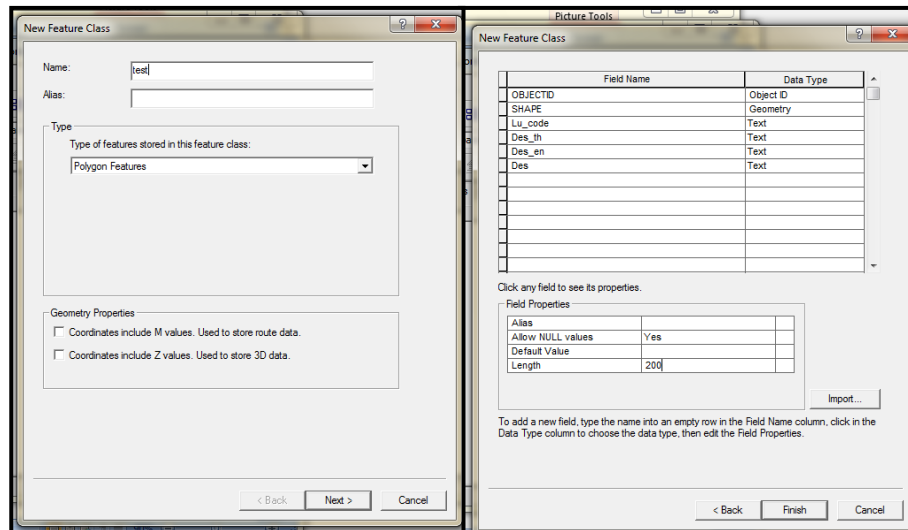


ภาพที่ 34 การสร้าง จีโอดาตาเบส ฟิจเจอร์ ดาตาเซต



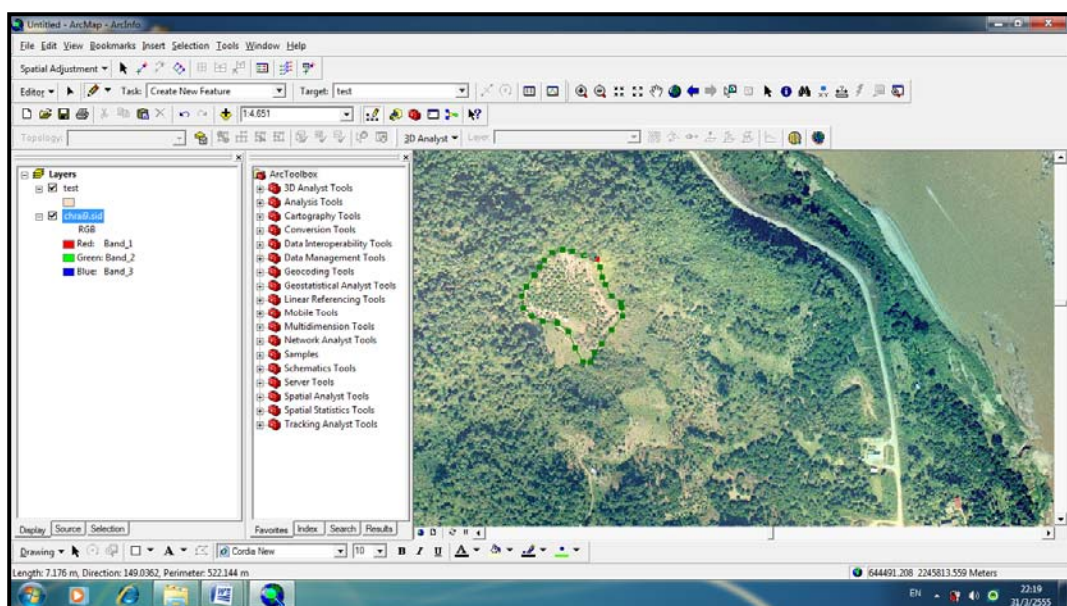
ภาพที่ 35 การกำหนดค่าพิกัดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ใน ฟิจเจอร์ ดาตาเซต

3) สร้าง ฟีจเจอร์ คลาส ใน ฟีจเจอร์ ดาตารเซท ซึ่งในขั้นตอนนี้เราสามารถเลือกชนิดของ Feature ที่ต้องการได้ เช่น จุด (point) รูปปิด (polygon) หรือ เส้น (line) และกำหนดรูปแบบของตารางอธิบายได้ (attribute table) โดยการสร้างช่องข้อมูล (field) และกำหนดรูปแบบของช่องข้อมูล เช่น ตัวอักษร (text) ตัวเลข (numeric) วันที่ (date) ความกว้างของช่องข้อมูล เป็นต้น



ภาพที่ 36 การกำหนดรูปแบบของตารางอธิบาย (Attribute table) ใน ฟีจเจอร์ ดาตารเซท

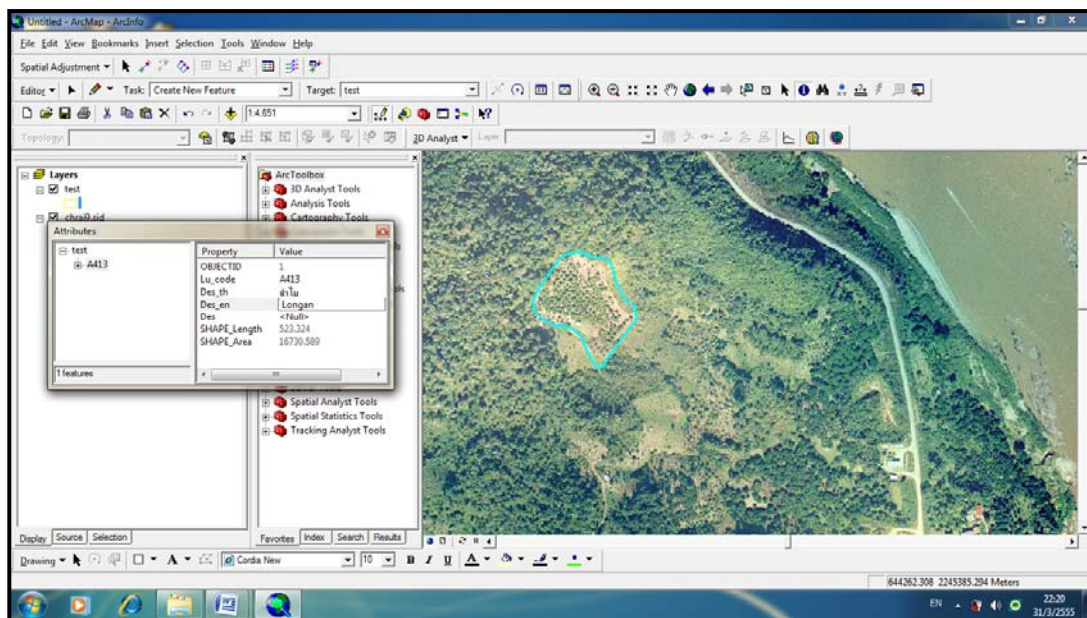
4) เปิดอาร์คแมป เลือกชั้นข้อมูลภาพแผนที่ฐานที่จะทำการวาด เช่น ข้อมูลดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ จากนั้นเลือกฟีจเจอร์ที่สร้างไว้ในข้อ 3) มาซ้อนทับแล้วทำการวาด (digitize) ขอบเขตของข้อมูลที่ต้องการ



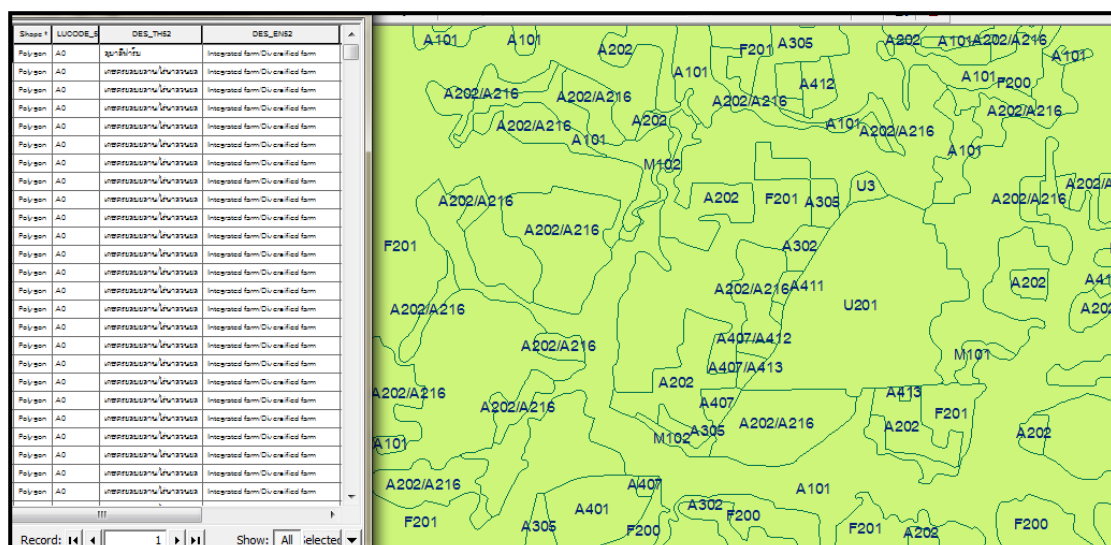
ภาพที่ 37 การนำเข้าข้อมูล ทางจอคอมพิวเตอร์ โดยซอฟต์แวร์อาร์คจีไอเอส

3.5.2 การนำเข้าข้อมูลคุณลักษณะของแผนที่การใช้ที่ดิน หลังจากนำเข้าข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำเข้าข้อมูลคุณลักษณะของแผนที่ในทีนี้คือรหัสของแต่ละหน่วย (polygon) ของแผนที่ซึ่งจะทำให้ทราบว่าแต่ละหน่วยแผนที่การใช้ที่ดินเป็นประเภทใดบ้าง โดยการใช้รหัสการใช้ที่ดินจากระบบการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน (Land Use Classification) จากสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 ที่ได้ปรับปรุงให้ทันสมัยสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนมีดังนี้

จาก View แสดงแผนที่การใช้ที่ดินที่ได้นำเข้าเรียบร้อยแล้วให้ใส่รหัสการใช้ที่ดินและตารางเพื่อใส่คำอธิบายลงในตารางอธิบาย (attribute table) เช่น รหัส A413 หมายถึง ลำไย เป็นต้น ทำการใส่คำอธิบายในทุกรูปปิด (polygon)



ภาพที่ 38 รายละเอียดของตารางอธิบาย (Attribute table)



ภาพที่ 39 แผนที่การใช้ที่ดินที่ใส่รหัสการใช้ที่ดินเรียบร้อยแล้ว

3.6 การตรวจสอบความถูกต้อง

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศ ควรมีการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องทั้งด้านตัวเลข และความถูกต้องเชิงตำแหน่งด้วยการตรวจสอบผลการวิเคราะห์กับข้อมูลภาคพื้นดินโดยใช้วิธีการสุ่มพื้นที่ตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบตัวอย่างจุดภาพต่อจุดภาพ ระหว่างผลการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมกับข้อมูลภาคพื้นดินของแต่ละประเภทข้อมูลเพื่อเป็นการยืนยันถึงความแม่นยำ โดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ที่มีการปลูกพืชหลายชนิดปะปนกันของเกษตรกรรายย่อย จึงอาจเกิดความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนได้ 2 ทาง คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากการที่ประเภทข้อมูลจริงถูกวิเคราะห์เป็นประเภทข้อมูลอื่นๆ (Errors of Omission) และความผิดพลาดที่เกิดจากการที่ประเภทข้อมูลอื่นถูกวิเคราะห์เป็นประเภทข้อมูลจริง (Errors of Commission)

ในการตรวจสอบความถูกต้อง มีวิธีการดำเนินงานหลายวิธีแตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นกับความเหมาะสมและความสมบูรณ์ของข้อมูลที่มีอยู่

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องรวม} &= \frac{\text{ผลรวมของจำนวนจุดตรวจสอบที่ถูกต้อง} \times 100}{\text{จำนวนจุดที่ตรวจสอบทั้งหมด}} \\ \text{เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของแต่ละประเภทข้อมูล} &= \frac{\text{จำนวนจุดตรวจสอบที่ถูกต้องแต่ละประเภท} \times 100}{\text{จำนวนจุดที่ตรวจสอบที่ถูกต้องแต่ละประเภท} + \sum (\text{Omission}) + \sum (\text{Commission})} \end{aligned}$$

บางครั้งการตรวจสอบความถูกต้องจากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศ โดยการสุ่มพื้นที่ตัวอย่างจากข้อมูลภาคพื้นดินจะกระทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวยต่อการเข้าไปตรวจสอบ คือ เข้าสู่จุดตำแหน่งที่ถูกต้อง และบางพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้การเก็บข้อมูลอาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้เนื่องจากเวลาต่างกัน

อย่างไรก็ตาม หลักเกณฑ์การตรวจสอบนั้น จะต้องสามารถระบุตำแหน่งที่ตรงกันของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่นำมาใช้ในการตรวจสอบและควรเป็นช่วงเวลาเดียวกันกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ซึ่งอาจเป็นการออกสำรวจภาคพื้นดิน หรือใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศที่ทันสมัยและมีมาตราส่วนขนาดใหญ่ หรือข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดสูงและเป็นข้อมูลทันสมัยสามารถทดแทนได้ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงในพื้นที่จุดตรวจสอบ

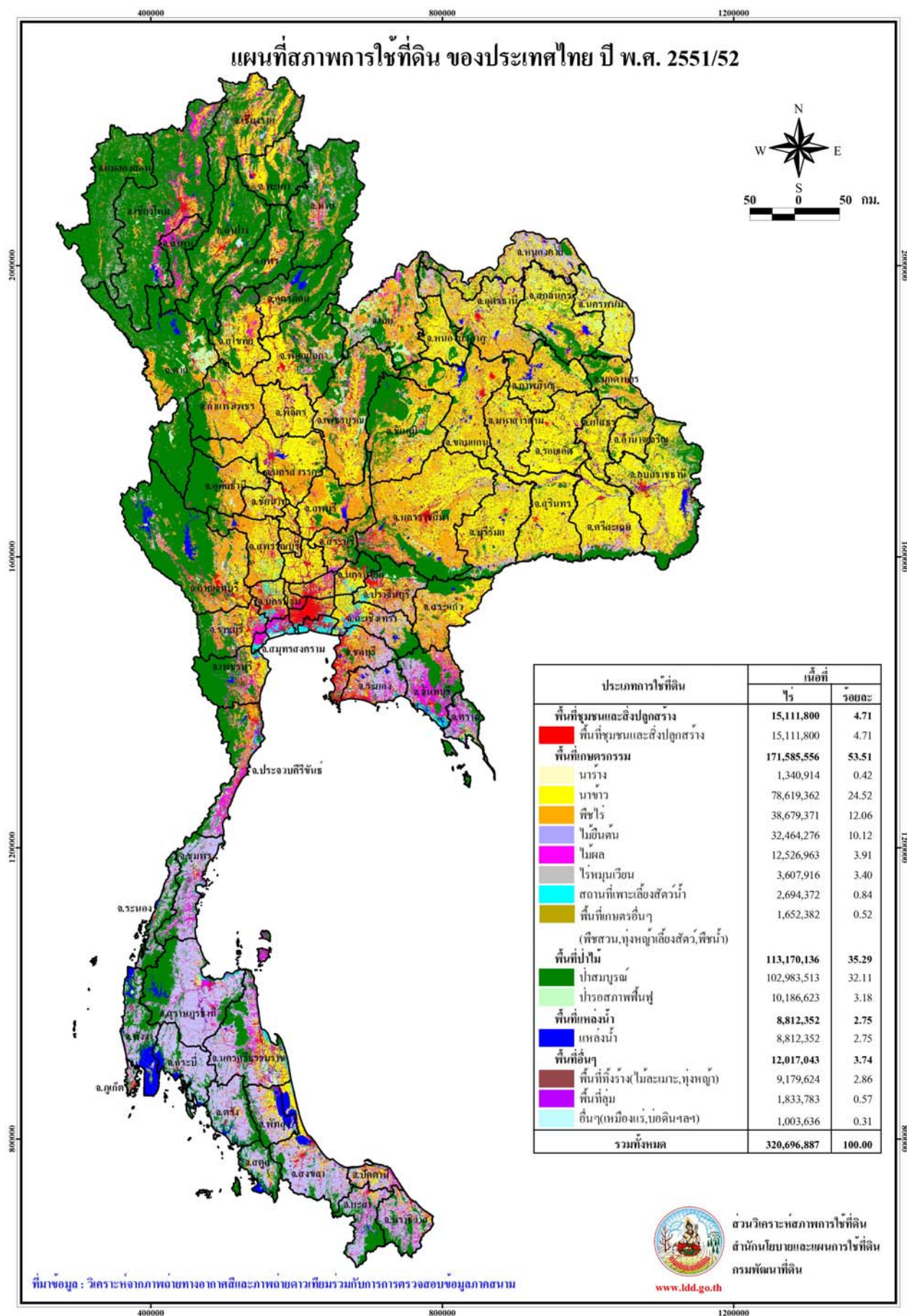
3.7 การผลิตแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน

หลังจากได้ข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เรียบร้อยแล้ว สามารถพิมพ์แผนที่ได้ในขนาดมาตราส่วนต่าง ๆ แต่มีข้อควรพิจารณาว่าไม่ควรพิมพ์แผนที่ที่มีขนาดมาตราส่วนใหญ่กว่าขนาดมาตราส่วนที่ใช้สำรวจ ทั้งนี้ความหนาแน่นละเอียดของข้อมูลจะอ้างอิงกับขนาดมาตราส่วนของแผนที่หรือข้อมูลภาพถ่ายเทียมที่ใช้สำรวจหรือที่ใช้แปลเมื่อนำแผนที่ที่มีขนาดมาตราส่วนใหญ่กว่าไปใช้อาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ เช่น แผนที่และข้อมูลภาพที่ใช้ในการสำรวจและแปลมีขนาดมาตราส่วน 1:250,00 หากนำแผนที่สภาพการใช้ที่ดินนี้ไปขยายมาตราส่วนพิมพ์ออกมาในขนาดมาตราส่วน 1:50,000 เมื่อนำไปใช้หรือวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ในทางกลับกันหากต้องการใช้แผนที่ที่มีมาตราส่วนเล็กกว่ามาตราส่วนแผนที่ต้นฉบับก่อนนำแผนที่สภาพการใช้ที่ดินนี้ไปพิมพ์หรือวิเคราะห์ต่อไป ควรทำการจัดกลุ่มประเภทการใช้ที่ดิน (Generalize) ก่อนนำไปพิมพ์ มิฉะนั้นแผนที่สภาพการใช้ที่ดินที่ได้จะมีจำนวนประเภทการใช้ที่ดินมากไม่สอดคล้องกับมาตราส่วนของแผนที่ ไม่สะดวกในการอ่านแผนที่หรือเมื่อนำแผนที่นี้ไปวิเคราะห์กับข้อมูลอื่นในขนาดมาตราส่วน 1:50,000 ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดเช่นเดียวกัน

3.7.1 การทำแผนที่ต้นร่าง (map layout) และการพิมพ์ การพิมพ์แผนที่เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการที่จะนำข้อมูลผลลัพธ์จากการปฏิบัติงานมาเผยแพร่ แต่แผนที่สภาพการใช้ที่ดินที่ได้เป็นเพียงเส้นขอบเขตการใช้ที่ดินเท่านั้นในการทำแผนที่ต้องให้สีประเภทการใช้ที่ดินแต่ละชนิด พร้อมสัญลักษณ์หรือรหัสการใช้ที่ดินประจำแต่ละสีก่อนที่จะพิมพ์แผนที่ที่จะต้องทำแผนที่ต้นร่าง ซึ่งแผนที่ต้นร่างที่ดีจะต้องมีชื่อเรื่อง มาตราส่วน ทิศเหนือ ค่าพิกัด และสัญลักษณ์ของแผนที่ โดยเรียงลำดับให้สัญลักษณ์แผนที่ที่เป็นจุดอยู่บนสุดตามด้วยแผนที่ลายเส้นและแผนที่รูปเหลี่ยม (Polygon) เป็นลำดับสุดท้าย แหล่งที่มาของข้อมูลหน่วยงานที่ผลิตแผนที่และวันเดือนปีที่ผลิต สามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ คือ

1) พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้โดยตรงหรือ เก็บไว้เป็นไฟล์ให้มี extension เป็น .out ดังตัวอย่างไฟล์ที่ให้ชื่อ aaa จะต้องเก็บเป็น “aaa.out” แล้วนำไฟล์นี้ไปพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์อื่นได้

2) การส่งออกข้อมูล (Export) ไฟล์ให้เป็นไฟล์รูปภาพ เช่น “aaa.jpg” “aaa.bmp” “aaa.tif” “aaa.gif” ฯลฯ สามารถนำไฟล์เหล่านี้แทรกในรายงานหรือนำไปพิมพ์ที่อื่นได้



ภาพที่ 40 แผนที่การใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551 และปี พ.ศ. 2552

บทที่ 4

การจำแนกการใช้ที่ดินด้วยระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ

**คู่มือการวิเคราะห์ข้อมูลและการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของ
องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ**

จากการประชุมองค์การสหประชาชาติว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (UnConference on Environment and Development : UNCED) ตามแผนปฏิบัติการที่ 21 บทที่ 10 กำหนดให้องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เป็นองค์กรดำเนินการจัดทำระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Classification System : LCCS) โดยให้นิยามคำจำกัดความ การจำแนกที่ใช้อ้างอิงต้องตอบสนองความต้องการในการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นมาตรฐานเดียวกัน และต้องสามารถใช้ได้กับทุกระดับ - มาตรฐาน เข้าใจง่าย และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก ตามมาตรฐานสากล ISO/TC211 เนื่องจากปัจจุบัน สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ในฐานะฝ่ายเลขานุการของคณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ได้ดำเนินโครงการพัฒนามาตรฐานระบบภูมิสารสนเทศของประเทศไทยตามแนวทางของมาตรฐานสากล ISO/TC211 (ISO 19144-2: Land Cover Classification System - LCCS) โดยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลดังกล่าว เพื่อสร้างความเข้าใจในทางเดียวกันตามมาตรฐานระบบภูมิสารสนเทศของทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้น กรมพัฒนาที่ดินซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีการจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยเฉพาะข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งได้ดำเนินการมาเป็นเวลานานแต่ยังไม่ได้นำระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติมาใช้ ทำให้เกิดปัญหาความเป็นมาตรฐานสากลดังกล่าวแล้วนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษากำหนดแนวทาง โดยจัดทำคู่มือ เพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินให้เป็นมาตรฐานสากลขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เช่นเดียวกับนานาประเทศ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และคณะ, 2551)

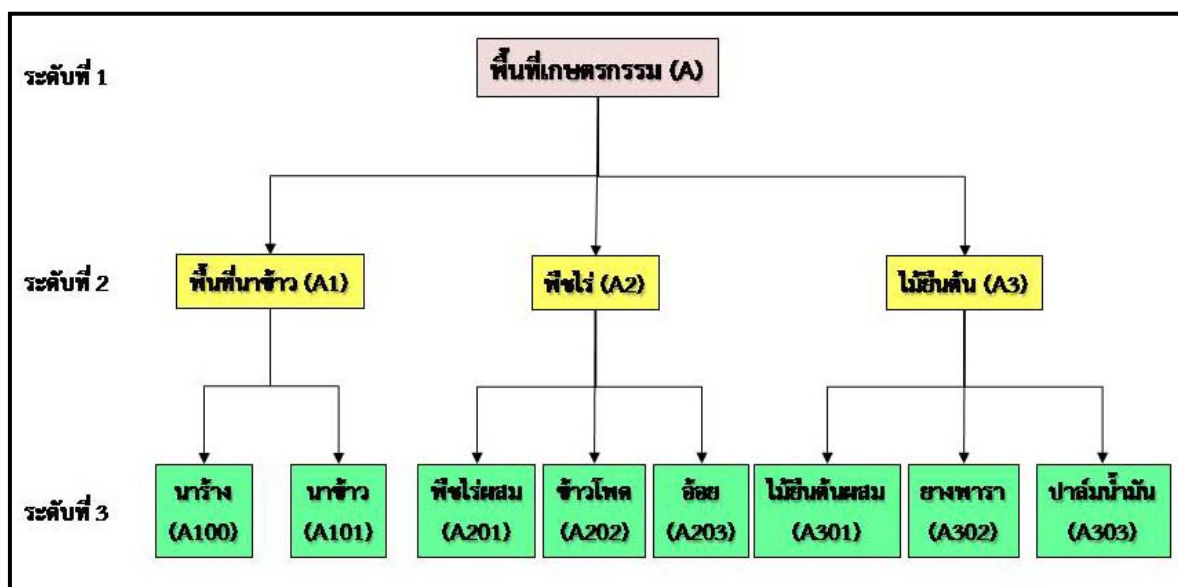
4.1 ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

ระบบการจำแนกแบบลำดับชั้น (Hierarchical classification system) เริ่มต้นด้วยการแบ่งประเภทการจำแนกตามโครงสร้างหลักของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

- 1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and Built-up land)
- 2) พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land)
- 3) พื้นที่ป่าไม้ (Forest land)
- 4) พื้นที่น้ำ (Water body)

5) พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous land)

จากนั้นประเภทการใช้ที่ดินระดับย่อยอย่างเป็นระบบไปสู่หน่วยย่อยในระดับที่ 2 และระดับที่ 3 ได้แสดงดังตัวอย่างการจำแนกพื้นที่เกษตรกรรม



ภาพที่ 41 แผนผังระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

4.2 ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Land Cover Classification System : LCCS)

ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Land Cover Classification System : LCCS) อาศัยการจัดหมวดหมู่ (combination) เกณฑ์แบ่งข้ออิสระ – เกณฑ์การจำแนก – ซึ่งมีการจัดเรียงตามลำดับชั้นเพื่อรองรับความถูกต้องความแม่นยำเชิงภูมิศาสตร์ โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของเกณฑ์การจำแนกอาจแตกต่างกันตามประเภทสิ่งปกคลุม โดยมีการจำแนกออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการจำแนกแบบสองกิ่ง (Dichotomous Phase)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับชั้น-แบบสำเร็จรูป (Modular – Hierarchical Phase)

ในขั้นตอนนี้เป็นการจัดสร้างประเภทสิ่งปกคลุมดินอาศัยการจัดหมู่ชุดของเกณฑ์การจำแนกสิ่งปกคลุมดินบริสุทธิ์ที่มีการกำหนดไว้ล่วงหน้าและสามารถนำมารวมกับข้อมูลบรรยาย (Attributes) สำหรับอธิบายรายละเอียดของประเภทสิ่งปกคลุมดินเพิ่มเติม มี 2 ประเภทที่ใช้ในการจำแนกและโดดเด่น ได้แก่

1) ข้อมูลอธิบายทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Attributes) เช่น ภูมิอากาศ ธรณีสัณฐาน ระดับความสูง ดิน หิน และภัยการ ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งปกคลุมดินแต่ไม่สามารถถ่ายทอดคุณสมบัติในรูปลักษณะของสิ่งปกคลุมได้

2) ข้อมูลอธิบายทางเทคนิคเฉพาะ (Specific Technical Attributes) เช่น พืชพรรณธรรมชาติ - กึ่งธรรมชาติ สามารถนำลักษณะชนิดพันธุ์พืชมาอธิบายเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดพันธุ์พืช รายชื่อชนิดพันธุ์พืช พื้นที่เพาะปลูก เป็นต้น

4.2.1 การทำงานของระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ

การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน แบ่งขั้นตอน ออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การจำแนกแบบสองกึ่ง (Dichotomous Phase) และขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับขั้น-แบบสำเร็จรูป (Modular-Hierarchical Phase) (Figure 3.3)

1) ขั้นตอนการจำแนกแบบสองกึ่ง (Dichotomous Phase) อาศัยการเกณฑ์การจำแนกหลักๆ 3 เกณฑ์ คือ การปรากฏของพืชพรรณ (Presence of Vegetation) สภาพดิน (Edaphic Condition) และสิ่งปกคลุมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Artificiality of Cover) ซึ่งขั้นตอนแรกนี้จะจำแนกสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 8 ประเภทหลัก คือ

1.1) พื้นที่บนบกที่มีการเพาะปลูกและการจัดการ (Cultivated and Managed Terrestrial Vegetation) เช่น พื้นที่เกษตรกรรม

1.2) พืชพรรณบนบกตามธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ (Natural and Semi-Natural Terrestrial Vegetation) เช่น ป่าไม้ธรรมชาติ

1.3) พื้นที่ในน้ำหรือที่มีน้ำท่วมเป็นประจำที่การเพาะปลูก (Cultivated Aquatic or Regularly Flooded Areas) เช่น นาข้าว

1.4) พืชพรรณในน้ำหรือที่มีน้ำท่วมเป็นประจำตามธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ (Natural and Semi-Natural Aquatic or Regularly Flooded Vegetation) เช่น พื้นที่ลุ่ม ป่าโกงกาง

1.5) พื้นผิวที่มนุษย์สร้างขึ้นและพื้นที่เกี่ยวข้อง (Artificial Surfaces and Associated Areas) เช่น ที่อยู่อาศัย เหมืองแร่

1.6) พื้นที่เปิดโล่ง (Bare Areas) เช่น พื้นที่หินโผล่ หาดทราย

1.7) แหล่งน้ำ หิมะและน้ำแข็งที่มนุษย์สร้างขึ้น (Artificial Water bodies, Snow and Ice) เช่น เขื่อน บ่อน้ำในไร่นา

1.8) แหล่งน้ำ หิมะและน้ำแข็งตามธรรมชาติ (Natural Water bodies, Snow and Ice) เช่น ทะเลสาบ แม่น้ำ

คำอธิบายในการจำแนกในขั้นแรกนี้ได้ให้รายละเอียดไว้ในภาพที่ 42

2) ขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับชั้น-แบบสำเร็จรูป (Modular-Hierarchical Phase)

มีชุดการจำแนก 3 ชุด ดังนี้

2.1) ชุดเกณฑ์การจำแนกสิ่งปกคลุมดินบริสุทธิ์ (pure land cover classifiers) โดยมีเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการจำแนก ได้แก่ life form & cover, spatial aspect, crop combination, cover related cultural practices, water seasonality, surface aspect, height, macropattern, leaf type, leaf phenology, stratification, physical status, persistence, depth, sediment load

2.2) ชุดข้อมูลอรรถาธิบายทางสิ่งแวดล้อม (environmental attributes) ได้แก่ landform, lithology, soils, climate, altitude, erosion, water quality, vegetation, crop/crop density

2.3) ชุดข้อมูลอรรถาธิบายทางเทคนิคเฉพาะ (specific technical attributes) ได้แก่ crop type, floristic aspect, salinity, built-up object, soil type-lithology

โดยข้อมูลในส่วนอรรถาธิบายทางสิ่งแวดล้อมและเทคนิคเฉพาะสามารถที่จะเลือกใส่หรือไม่ก็ได้

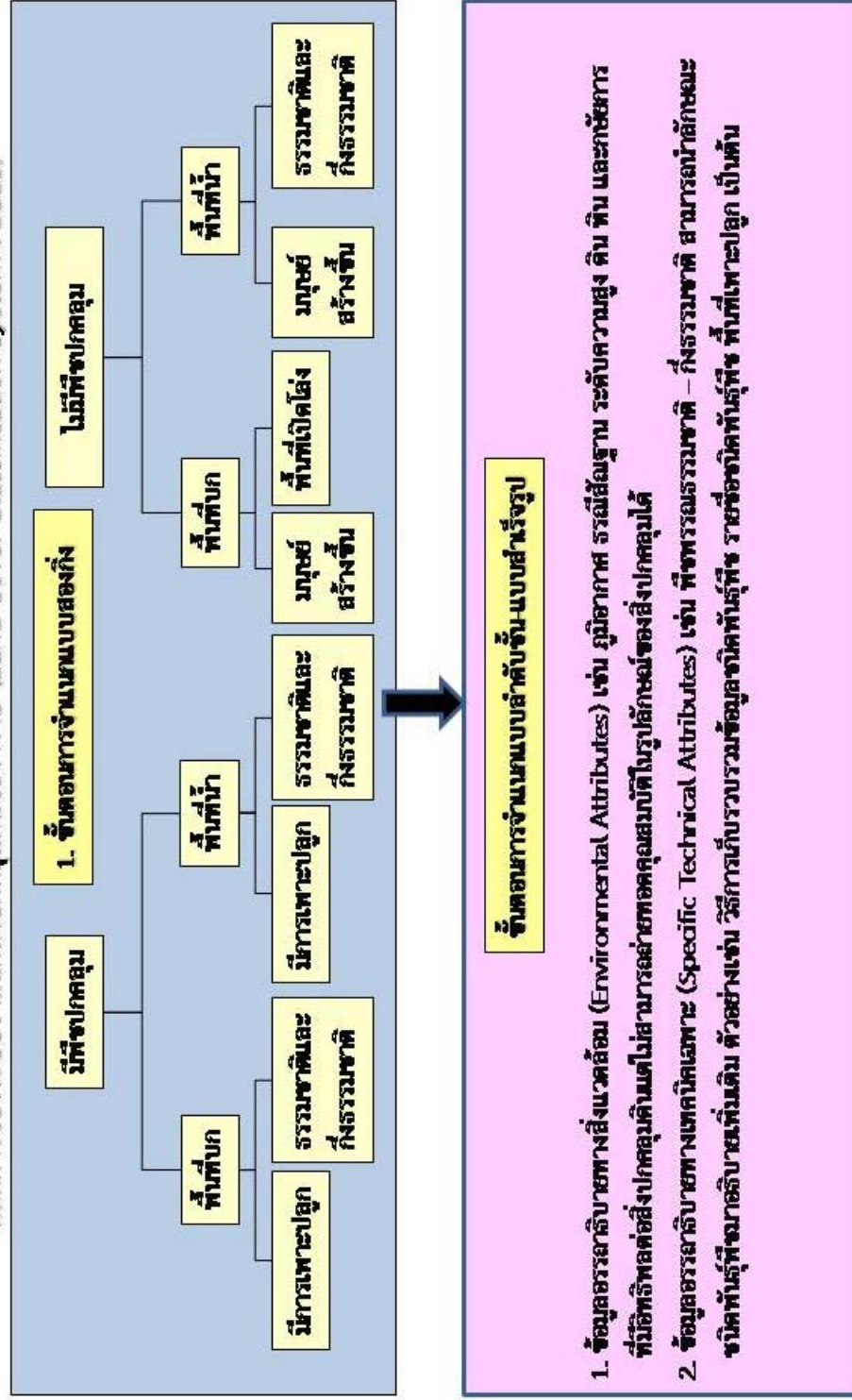
4.2.2 ผลที่ได้จากการระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ

- 1) สูตรแบบบูลีน (Boolean formula) แสดงเกณฑ์การจำแนกทั้งหมดที่ได้ใช้ไป
- 2) ตัวเลขที่มีเอกลักษณ์ (Unique Number) สำหรับใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 3) ชื่อ (Name) เป็นชื่อมาตรฐานที่มีอยู่เดิมหรือเป็นชื่อที่ใช้เป็นผู้กำหนดขึ้น

ซึ่งคำอธิบายประเภทสิ่งปกคลุมดินในรูปแบบต่างๆ ที่ได้เหล่านี้สามารถส่งออก/นำเข้าในรูปแบบของไฟล์ text, Excel, HTML, XML หรือ Access Database นอกจากนั้น ผลที่ได้ยังสามารถนำไปเปรียบเทียบกับผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินที่มีอยู่ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ในระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติหรือเปรียบเทียบกับผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากประเทศอื่นๆ ที่ได้ทำการเทียบมาตรฐานกับระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติเรียบร้อยแล้ว

อย่างไรก็ตาม การนำระบบจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินไปเปรียบเทียบกับระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ น่าจะสามารถทำได้ไม่ยากนัก เนื่องจากระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน มีการจำแนกลงในรายละเอียดมากกว่า แต่ทั้งนี้จะต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ที่ดินร่วมมือกันในการเทียบเคียงประเภทการใช้ที่ดินที่มีอยู่ให้เข้าหมวดหมู่ที่ถูกต้องของระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ

หลักการของระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินของ FAO (Land Cover Classification System : LCCS)



ภาพที่ 42 ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ

4.3 การนำระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินเมื่อใช้โปรแกรมระบบ จำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน 2 (2004)

เมื่อนำข้อมูลการใช้ที่ดินของระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ใส่รายละเอียดข้อมูลอธิบายทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Attributes) และข้อมูลอธิบายทางเทคนิคเฉพาะ (Specific Technical Attributes) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรมระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน 2 (2004) จะได้รหัสระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน (LCCS Code) (Gregorio and Louisa, 2005)

จากรายงานฉบับสมบูรณ์คู่มือการใช้โปรแกรมระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน เวอร์ชัน 2 โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (สาขาวิชาการเรียนรู้ระยะไกล, 2551)

สรุปขั้นตอนในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน/การใช้ที่ดินด้วยโปรแกรม Land Cover Classification Systems version 2 ดังนี้

ขั้นที่ 1: เริ่มโปรแกรม



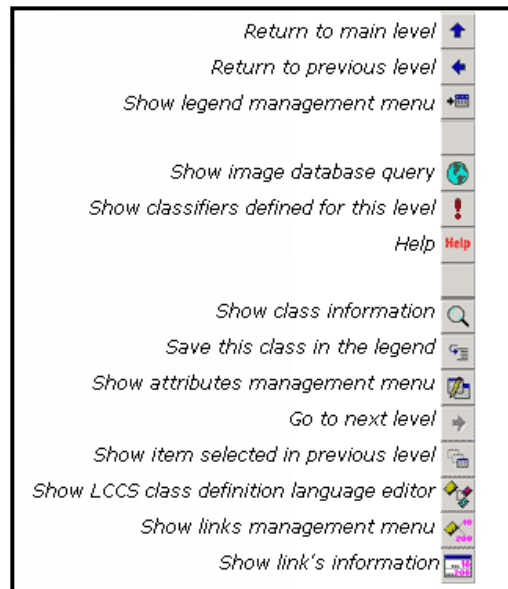
เริ่มโปรแกรมโดย คลิก 2 ครั้ง ที่ ไอคอน ที่อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำงาน โดยอัตโนมัติและขึ้นหน้าจอโปรแกรม



ภาพที่ 43 หน้าโปรแกรมระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน 2

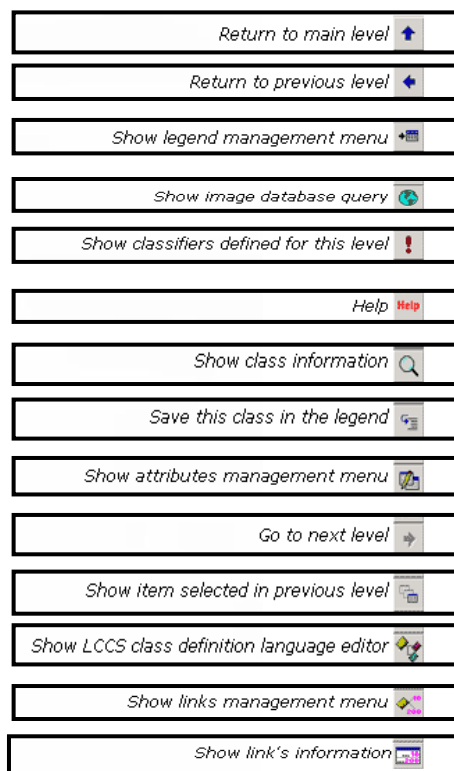
ขั้นที่ 2: จำแนกสิ่งปกคลุมดิน

เริ่มต้นการจำแนกโดยกดที่ปุ่มคลาสซิฟิเคชันแท็บ (Classification tab) จะปรากฏหน้าต่าง Dichotomous Phases ซึ่งทางด้านขวามือของหน้าต่างเป็นปุ่มทำงานหลักหรือปุ่มแอคชั่นพานแนล (the Action Panel) ของโปรแกรมโดยที่



หมายเหตุ

คำอธิบายปุ่มทำงานหลัก



กลับไปเมนูหลัก

กลับไปก่อนหน้า

เมนูแสดงการจัดการสัญลักษณ์

แสดงภาพจากฐานข้อมูลที่เลือก

แสดงตัวจำแนกระดับชั้นข้อมูลที่ระบุ

ช่วยเหลือ

แสดงชั้นข้อมูล

จัดเก็บชั้นข้อมูลในรูปแบบสัญลักษณ์

ตารางแสดงการจัดการคุณลักษณะ

ไประดับต่อไป

แสดงรายการที่เลือกที่แสดงก่อนหน้านี้

แสดงตัวแก้ไขภาษาคำอธิบายระบบการจำแนก

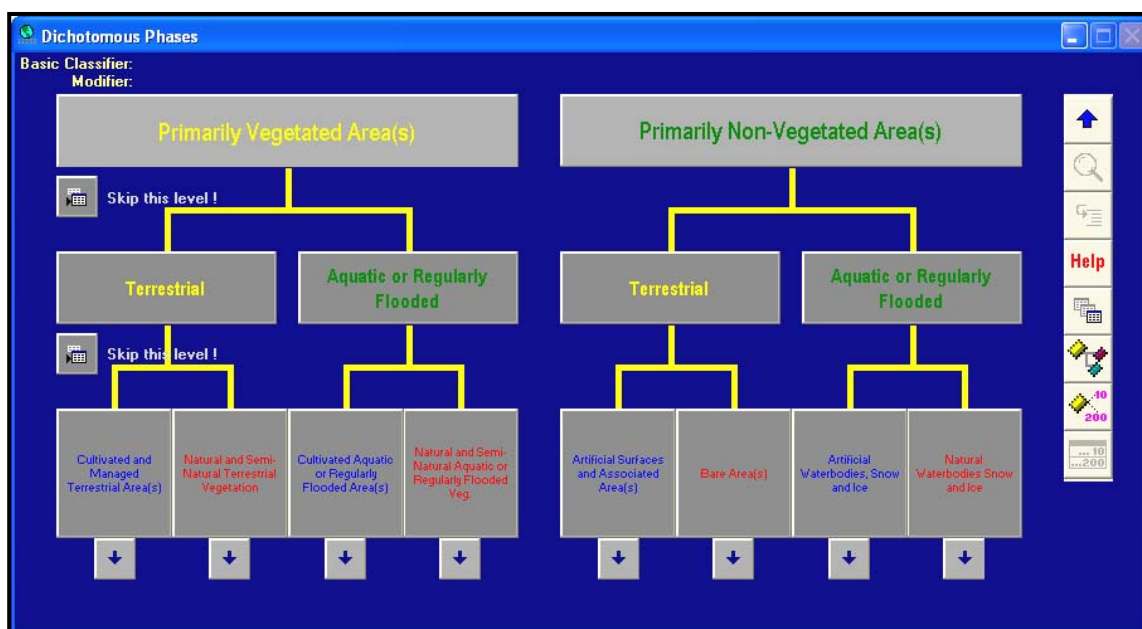
แสดงเมนูการจัดการการเชื่อมโยง

แสดงข้อมูลการเชื่อมโยง

ภาพที่ 44 ปุ่มทำงานหลัก (The Action Panel)

- 1) ปุ่ม Return to main level คือปุ่มเปิดกล่องข้อความคำถาม “Do you really want to quit building class?” ซึ่งถามว่าเราต้องการจะยกเลิกกระบวนการในการจำแนกที่กำลังดำเนินการอยู่หรือไม่ หากตอบ Yes ก็กลับไปเริ่มต้นการจำแนกใหม่ที่หน้า Dichotomous Phases
- 2) ปุ่ม Return to previous level คือปุ่มที่จะให้ผู้ใช้อนกลับไปยังขั้นตอนการจำแนกก่อนหน้าโดยปุ่มที่เลือกไว้แล้วยังคงปรากฏอยู่
- 3) ปุ่ม Show legend management menu คือปุ่มนำไปสู่หน้าหน้าของ Legend management menu (ขั้นที่ 4)
- 4) ปุ่ม Show image database query คือปุ่มเริ่มต้นการทำงานของ stand-alone commercial public domain software เพื่อแสดงรูปภาพ เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ
- 5) ปุ่ม Show classifiers defined for this level คือปุ่มที่ใช้เปิดหน้าต่าง Classifier code ซึ่งแสดงตารางรหัสและชื่อของ classifier ในลำดับขั้นตอนที่เราทำการจำแนกอยู่ในขณะนั้น
- 6) ปุ่ม Help คือปุ่มเปิดข้อมูลรวบรวมคำอธิบายของแต่ละลำดับขั้นตอนที่ผู้ใช้กำลังจำแนกอยู่ในขณะนั้น รวมทั้งอธิบายลักษณะของแต่ละ classifier
- 7) ปุ่ม Show class information คือปุ่มเปิดหน้าต่างที่แสดงรหัสแผนที่ (Map code) และชื่อ class ที่ได้จากการจำแนกและตัว classifier ที่ใช้ไป
- 8) ปุ่ม Save this class in the legend คือปุ่มเปิดหน้าต่างเพื่อให้ผู้ใช้เลือกประเภทของ class ก่อนการ save ใน Legend module (ขั้นที่ 3)
- 9) ปุ่ม Show attributes management menu คือปุ่มนำไปสู่หน้าต่างของเกณฑ์การจำแนกทางสิ่งแวดล้อมและการจำแนกทางเทคนิคเฉพาะ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใส่ข้อมูลได้
- 10) ปุ่ม Go to next level คือปุ่มเพื่อไปยังขั้นตอนการจำแนกลำดับต่อไป
- 11) ปุ่ม Show item selected in previous level คือปุ่มแสดงประเภทที่ผู้ใช้ได้ทำงานไปแล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้
- 12) ปุ่ม Show LCCS class definition language editor คือปุ่มสำหรับ programming language editor และต้องใช้รหัสเพื่อเข้าใช้งาน
- 13) ปุ่ม Show links management menu คือปุ่มเปิดเครื่องมือที่เชื่อมโยง และต้องใช้รหัสเพื่อเข้าใช้งาน
- 14) ปุ่ม Show link's information คือปุ่มแสดงข้อมูลการเชื่อมโยงประเภทที่เกี่ยวข้อง และทำงานอยู่ในขณะนั้น จะสามารถใช้งานได้ก็ต่อเมื่อไฟล์ที่เชื่อมอยู่เปิด

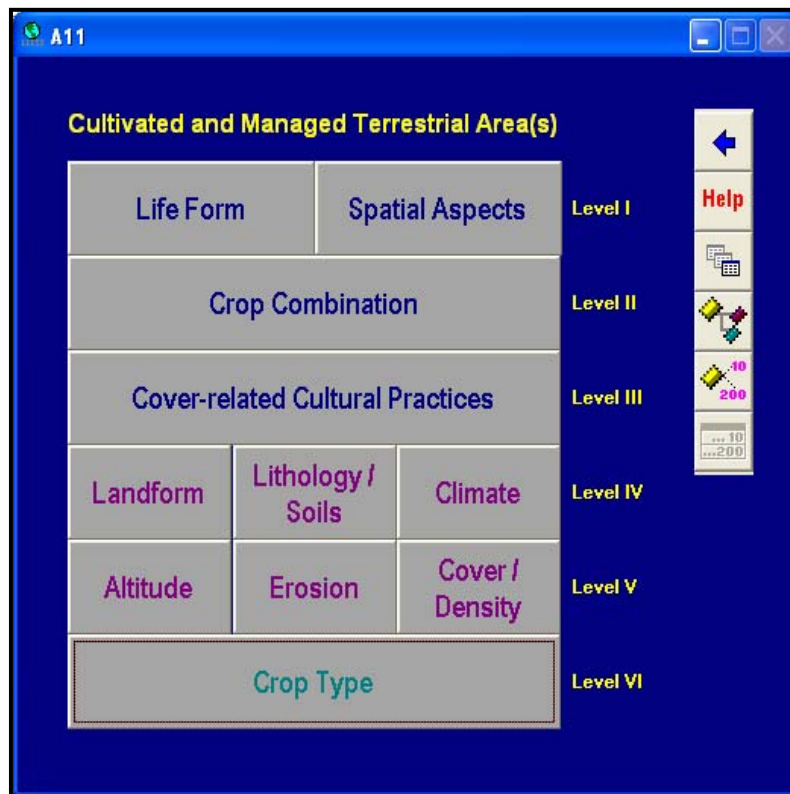
ขั้นการจำแนกแบบสองกิ่ง (Dichotomous Phases) ให้ผู้ใช้เลือกประเภทสิ่งปกคลุมดินหลัก โดยสามารถเริ่มจากด้านบนสุดและประเมินเลือกลงตามลำดับที่ปุ่มสามารถกดได้ หรือประเมินจากประเภทของสิ่งปกคลุม ที่คาดว่าจะตรงกับประเภทการใช้ที่ดินนั้นๆ กดที่ลูกศรด้านล่างของประเภทของสิ่งปกคลุมดิน



ภาพที่ 45 การจำแนกแบบสองกิ่ง

หลังจากกดลูกศรด้านล่างสุดแล้ว ก็จะปรากฏหน้าต่างในการจำแนกขั้นต่อไป ได้แก่ **ขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับ-ชั้นแบบสำเร็จรูปหรือ Modular-Hierarchical Phase** (ภาพที่ 46) โดยหน้าต่างที่แสดงด้วยตัวอักษรสีน้ำเงิน คือ ชุดเกณฑ์การจำแนกสิ่งปกคลุมดินบริสุทธิ์ (pure land cover classifiers) สีม่วง คือ ชุดข้อมูลอธิบายทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Attributes) และสีเขียว คือ ชุดข้อมูลอธิบายทางเทคนิคเฉพาะ (Specific Technical Attributes) ซึ่งเกณฑ์การจำแนกสองชุดหลังนั้นเป็นทางเลือกที่ผู้ใช้สามารถจะเลือกใส่หรือไม่ใส่ก็ได้ ผู้ใช้สามารถจำแนกตามลำดับชั้น และหลังจากการจำแนกใน pure land cover classifiers หากต้องการจำแนกข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมและข้อมูลทางเทคนิคเฉพาะ ให้กดปุ่ม Show attributes management menu  แต่หากไม่ต้องการจำแนกในชั้นใดสามารถกดปุ่ม Skip this level  ได้หากปุ่มนี้ทำงาน

บางประเภทของการจำแนกจำเป็นต้องได้รับการจำแนก ซึ่งหน้าต่างการจำแนกจะไม่เสร็จสิ้นจนกว่าปุ่ม Go to the next level จะปรากฏ ผู้ใช้สามารถดูคำอธิบายของแต่ละประเภทของการจำแนกเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการจำแนก หรือหากไม่แน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการจำแนกนั้นเข้าในกฎเกณฑ์ของประเภทของการจำแนกนั้นๆ หรือไม่ สามารถตรวจสอบได้จากการกดปุ่ม Help



ภาพที่ 46 ตัวอย่างขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับชั้น-แบบสำเร็จรูป (Modular-Hierarchical Phase)

หลังจากการจำแนกในแต่ละลำดับชั้นหากต้องการทราบว่าขณะที่เราจำแนกนั้นได้ชื่อและ LCC Code เป็นอย่างไร สามารถดูได้โดยกดปุ่ม *Show classifiers defined for this level*

ขั้นที่ 3: หน่วยสัญลักษณ์ (Legend Module)

Save class

Save class as: Help

Thematic mixed coding

Spatial (and time) related mixed coding

Cartographic mixed unit (general)

Cartographic mixed unit (layering)

Time related mixed unit

Single 1st Mixed End Mixed Close

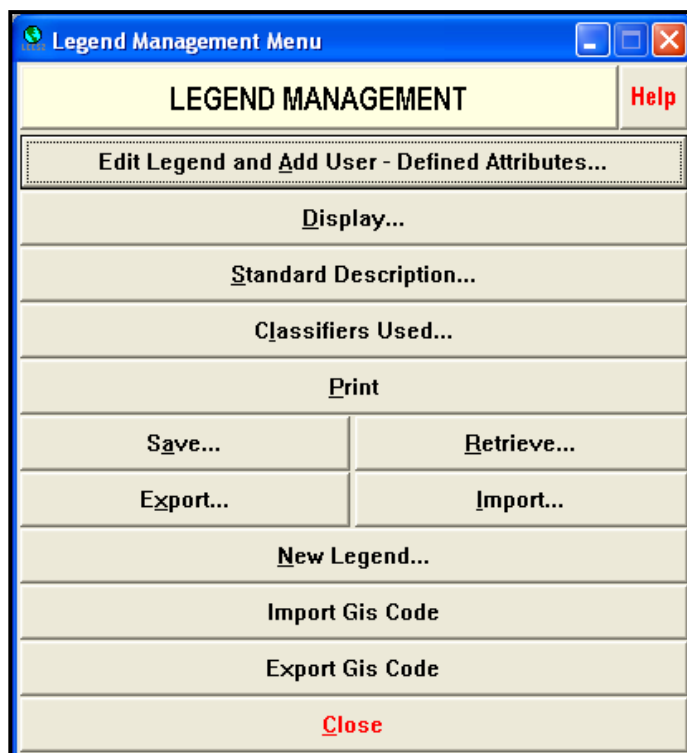
Reset all process

ภาพที่ 47 หน้าต่างที่ได้จาก Legend

ภายใต้หน้าต่างที่ได้จาก Legend Module (ภาพที่ 47) ให้ผู้ใช้สามารถ save ข้อมูลที่จำแนกเป็น class เดี่ยวๆ โดยกด Single หรือเป็น mixed class ก็ได้ โดยกดปุ่ม 1st Mixed ซึ่ง class ที่เราจำแนกอยู่ในขณะนั้นจะเป็นสิ่งปกคลุมดินประเภทแรก และข้อมูลที่จะจำแนกในลำดับถัดไปจะเป็นสิ่งปกคลุมดินชนิดที่สองที่ปนอยู่กับสิ่งปกคลุมดินชนิดแรก เมื่อกดที่ End mixed แต่ถ้าต้องการให้มีมากกว่า 2 mixed classes ก็ให้กดที่ 2nd mixed class จนกว่า class ที่เราต้องการผสมจะเป็นที่พอใจแล้วจึงกด End mixed ผลที่ได้จะออกมาเป็น class 1/ class 2/ class 3/.../class n

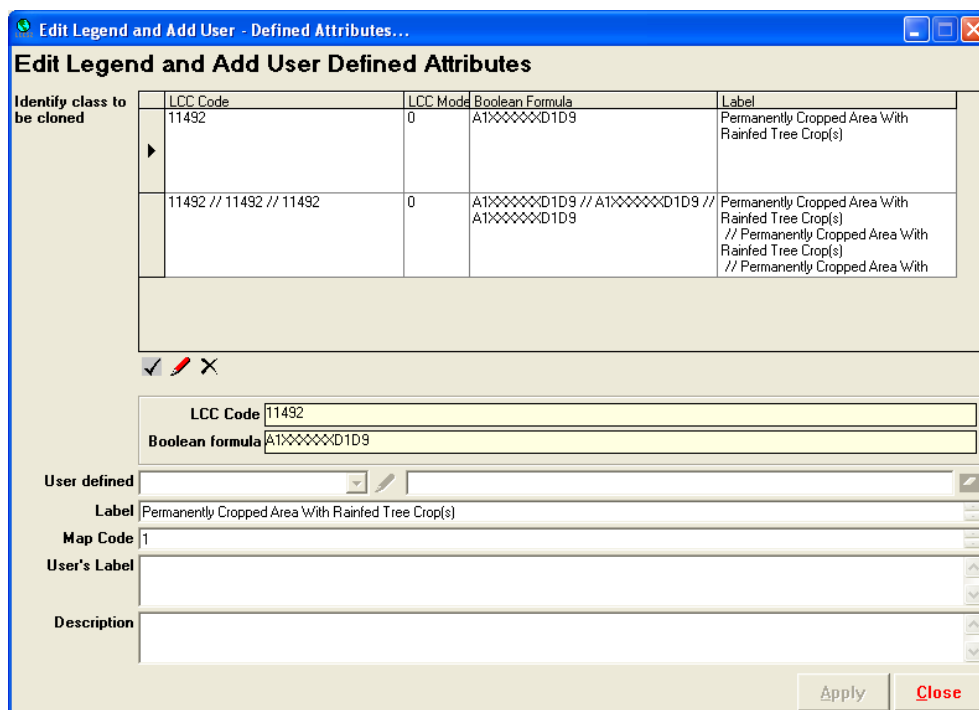
ขั้นที่ 4: เมนูอธิบายการจัดการสัญลักษณ์ (Legend Management Menu)

หลังจากทำการ บันทึกระดับชั้นที่จำแนกใน Legend Module แล้ว และต้องการดูข้อมูลที่ได้จำแนกมาทั้งหมดให้กดปุ่ม เมนูอธิบายการจัดการสัญลักษณ์ (Show legend management menu) 



ภาพที่ 48 เมนูอธิบายการจัดการสัญลักษณ์

1) แก้ไขและเพิ่มเติมคำอธิบายสัญลักษณ์ (Edit Legend and Add User-Defined Attributes) แสดงหน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถ ลบ ✕ เพิ่มเติม ✓ และแก้ไข ✎ ข้อมูลที่ได้จำแนกและบันทึกไว้แล้วก่อนหน้านี้



ภาพที่ 49 แก้ไขและเพิ่มเติมคำอธิบายสัญลักษณ์

- 2) แสดงตารางการจำแนกจัดกลุ่มตามประเภทสิ่งปกคลุมดินหลักที่ได้จากการจำแนกแบบสองกิ่ง
- 3) แสดงรายละเอียดของแต่ละประเภท ที่เราทำการจำแนกได้ สามารถพิมพ์เป็นรายงานได้
- 4) แสดงประเภทของสิ่งปกคลุมดินทั้งหมดที่เราใช้ในการจำแนกทุกประเภทสิ่งปกคลุมดิน สามารถพิมพ์เป็นรายงานได้

หลังจากจำแนกและแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้ว ผู้ใช้สามารถบันทึกหรือส่งออกข้อมูล ในรูปของ ตัวอักษร, เว็บไซต์, ตารางคำนวณ หรือ โปรแกรมฐานข้อมูล ได้ ผลการจำแนกตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการจำแนกการใช้ที่ดินระหว่างกรมพัฒนาที่ดินและ ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินของ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน 2 (2004)

LDD Code	LDD Description	LCCS Code	LCCS Description
U1	ตัวเมืองและย่านการค้า	5003-13	High Density Urban Area(s)
U201	หมู่บ้าน	5003-17	Scattered Urban Area(s)
U3	สถานที่ราชการและ สถาบันต่างๆ	5003-A31	Non-Linear Built Up Area(s) Built-Up Object: Military Facilities
U401	สนามบิน	5003-A21	Non-Linear Built Up Area(s) Built-Up Object: Airport
U403	สถานีขนส่ง	5003-A40	Non-Linear Built Up Area(s) Built-Up Object: Transportation Facilities - Bus Area
U404	ท่าเรือ	5003-A32	Non-Linear Built Up Area(s) Built-Up Object: Port Area (including Docks, Shipyards, Locks)
U405	ถนน	5002-3	Road
U406	ทางรถไฟ	5002-6	Railway(s)
U501	นิคมอุตสาหกรรม	5003-10	High Density Industrial And/Or Other Area(s)
U502	โรงงานอุตสาหกรรม	5003-16	Scattered Industrial And/Or Other Area(s)
U602	สนามกอล์ฟ	11176	Vegetated Urban Area(s)
U603	สุสาน,ป่าช้า	5003-A23	Non-Linear Built Up Area(s) Built-Up Object: Cemeteries
U604	ศูนย์อพยพ	5003-A34	Non-Linear Built Up Area(s) Built-Up Object: Refugee Camp
A101	นาข้าว	3193-15- L11L5M211M410 N1118O1O14P6W 7S0308	Continuous Large To Medium Sized Field(s) Of Graminoid Crops With Sequential Cropping On Permanently Flooded Land (With One Additional Crop) (Herbaceous Aquatic) Continuous Large To Medium Sized Field(s) Of Graminoid Crops With Sequential Cropping On Permanently Flooded Land

ตารางที่ 2 (ต่อ)

LDD Code	LDD Description	LCCS Code	LCCS Description
			(With One Additional Crop) (Herbaceous Aquatic) Major Landclass: Level Land, Plain Slope Class: Flat To Almost Flat Soils: Subsurface: Luvisol Climate: Tropics-Humid Altitude: 50-100 m Crop Cover: Colsed>(70-60) % Plantation(s) Crop Growing Length: Up to 4 months Crop Seeding Time: In the 8 th months Dominant Crops: Cereals-Rice (<i>Oryza spp.</i>)
A202	ข้าวโพด	11389-13227-S0305	Permanently Cropped Area With Surface Irrigated Graminoid Crop(s) Dominant Crops: Cereals-Maize (<i>Zea mays</i> L.)
A203	'อ้อย	11380-S0915	Monoculture Of Field(s) Of Graminoid Crop(s) Dominant Crop: Industrial Crops - Sugar Cane (<i>Saccharum officinarum</i>)
A204	มันสำปะหลัง	11360-S0401	Monoculture Of Field(s) Of Herbaceous Crop(s) Dominant Crop: Roots and Tubers - Cassava (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)
A303	ปาล์มน้ำมัน	11344-13228-L22L7S0909W7	'Tree Crop(s) Dominant Crop: Industrial Crops - Oil palm (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) Crop Cover: Plantation(s)
A304	ยูคาลิปตัส	10001-S1002W7	'Tree Crop(s) Dominant Crop: Wood and Timber - Eucalypt (<i>Eucalyptus spp.</i>) Crop Cover: Plantation(s)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

LDD Code	LDD Description	LCCS Code	LCCS Description
A305	สัก	10001-S1005W	Tree Crop(s) Dominant Crop: Wood and Timber - Teak (<i>Tectona grandis</i> L.F.) Crop Cover: Plantation(s)
A4	ไม้ผล	-S6W8	Crop Type: Fruits & Nuts Crop Cover: Orchard(s)
A408	มะม่วงหิมพานต์	10001-S0605W8	Tree Crop(s) Dominant Crop: Fruits & Nuts - Cashew (<i>Anacardium occidentale</i> L.) Crop Cover: Orchard(s)
A411	กล้วย	-S0604	Dominant Crop: Fruits & Nuts - Banana (<i>Musa spp.</i>)
A502	พืชผัก	10025-S5	Herbaceous Crop(s) Crop Type: Pulses & Vegetables
A6	ไร่หมุนเวียน	10679	Shifting Cultivation Of Scattered Clustered Field(s) With Herbaceous Crop(s)
A701	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	10026-S7	Large To Medium Sized Field(s) Of Herbaceous Crop(s) Crop Type: Fodder
A803, A805, A803, A804, A806, A807	กก, แห้ว บัว, กระจับ, ผักบุ้ง, ผักกระเฉด	3001 3013	Aquatic Or Regularly Flooded Graminoid Crops Graminoid Crops Aquatic Or Regularly Flooded Non-Graminoid Crops Non-Graminoid Crops
F100	ป่าดิบรสสภาพพื้นที่ (ใบกว้าง)	20138-1	Broadleaved Evergreen ((70-60) – 40 %) Woodland
F101	ป่าดิบสมบูรณ์ (ใบกว้าง)	22050	Broadleaved Evergreen Closed to Open Trees, Single Layer

ตารางที่ 2 (ต่อ)

LDD Code	LDD Description	LCCS Code	LCCS Description
F201	ป่าผลัดใบสมบูรณ์ (ใบกว้าง)	21504	Broadleaved Deciduous Closed to Open Trees
F401	ป่าชายเลนสมบูรณ์	41812-R3	Closed to Open Trees Water Quality: Saline Water
F501	สวนป่าสมบูรณ์	20007	Continuous Closed Trees
M101	ทุ่งหญ้า	21461	Closed to Open Grassland
M102	ไม้ละเมาะ	21450	Closed to Open Shrubland (Thicket)
M2	พื้นที่ลุ่ม	40010	Closed Shrubs
M402	หาดทราย	6006	Unconsolidated Bare Areas Loose And Shifting Sands
M403	พื้นที่หินโผล่	6002-1	Consolidated Bare Areas Bare Rock(s)
M404	ที่ทิ้งขยะ	5004-1	Non Built Up Areas Waste Dump(s)/Deposit(s)
W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ	8001	Natural Waterbodies
W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	7001	Artificial Waterbodies

อักษรย่อ

คำอธิบาย

LDD Code	สัญลักษณ์ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน
LDD Description	รายละเอียดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน
LCCS Code	สัญลักษณ์ของสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากโปรแกรม LCCS Version 2
LCCS Description	รายละเอียดของการใช้ที่ดินที่ใส่ในโปรแกรม LCCS Version 2

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบระหว่าง ระบบจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เวอร์ชัน 2 (2004) และระบบจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

LCCS	ระบบการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน
ข้อเด่น - หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินเป็นระบบ และมีมาตรฐานที่ชัดเจน - มีคำนิยามและคำอธิบายประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ค่อนข้างละเอียดและชัดเจน - มีเอกสารระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินไว้ละเอียดและชัดเจน เพื่อผู้ใช้นำมาใช้เป็นหลักในการจำแนกได้ - วิธีการจำแนกและประเภทสิ่งปกคลุมดินที่กำหนดขึ้นมีความเป็นสากล เหมาะกับการใช้ระหว่างประเทศ	ข้อเด่น - การแบ่งประเภทการใช้ที่ดินลงในรายละเอียดมากกว่า LCCS เนื่องจากจำแนกลงถึงระดับพืชแต่ละชนิด - เนื่องจากจำแนกเป็นประเภทการใช้ที่ดิน จึงสามารถนำไปใช้ต่อยอดในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดีกว่า - รหัสประเภทการใช้ที่ดินสั้นและเข้าใจได้ง่าย - เหมาะสมกับการใช้ภายในประเทศ
ข้อด้อย - การจำแนกมีรายละเอียดน้อยกว่าระบบการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน การใช้ที่ดินหรือชนิดพืชที่ต่างกันอาจถูกจำแนกอยู่ในประเภทสิ่งปกคลุมเดียวกันได้ - เนื่องจากจำแนกเป็นประเภทสิ่งปกคลุมดิน ไม่สื่อถึงการใช้อยู่ในแต่ละพื้นที่ จึงอาจยากต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดิน - รหัสที่ใช้ยาวและยากต่อการเข้าใจและจดจำ	ข้อด้อย - วิธีการจำแนกไม่มีหลักเกณฑ์ในการจำแนกที่ชัดเจน - ไม่มีคำนิยามและคำอธิบายประเภทการใช้ที่ดิน - การใช้ที่ดินประเภทเดียวกันอาจถูกจำแนกอยู่ในประเภทการใช้ที่ดินต่างกันได้ในบางกรณี จากการพิจารณาเกณฑ์การจำแนกของผู้ใช้แต่ละคน เนื่องจากไม่มีเอกสารระบุและอธิบายถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก - ประเภทการใช้ที่ดินที่กำหนดไม่เป็นสากล พืชบางชนิดเป็นที่รู้จักเฉพาะในประเทศไทยหรือแถบเอเชีย

บทที่ 5

บทสรุป

การใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล ทั้งข้อมูลจากดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศในการสำรวจ วิเคราะห์และจัดทำแผนที่แสดงสภาพการใช้ที่ดินมาตราส่วนต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของแต่ละโครงการ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะเป็น การแสดงสถานภาพของการใช้ที่ดินในปัจจุบันแล้วยังสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ด้านการผลิต โดยใช้เป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดแนวทางการจัดการทรัพยากรต่างๆ ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพของพื้นที่นั้นๆ สามารถสรุปประเด็นสำคัญ ๒ ประการ คือ

๑. การวิเคราะห์ข้อมูล ในการดำเนินการตามขั้นตอนที่นำเสนอในคู่มือนี้ นอกจากจะต้องใช้ หลักวิชาการกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้ว ยังต้องการทักษะและประสบการณ์ จากผู้ดำเนินการ เนื่องจากพฤติกรรมการใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน เช่น ฤดูปลูก การเก็บเกี่ยว และพันธุ์พืชที่ใช้ สรุปขั้นตอนได้ ดังนี้

๑.๑ รวบรวมและตรวจสอบเอกสาร ทั้งในรูปของแผนที่และรายงานที่เกี่ยวข้อง จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมากำหนดแผนการดำเนินงาน

๑.๒ การเตรียมข้อมูลดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ

๑) ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซท 5 ทีเอ็ม ที่ใช้ในการปฏิบัติงานมีทั้ง ข้อมูลเชิงเลขและข้อมูลเชิงภาพ การเตรียมข้อมูลดาวเทียม มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

(๑) การแก้ไขความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เนื่องจากข้อมูล ดาวเทียมที่ได้มา ยังมีความคลาดเคลื่อนในเชิงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ จึงต้องดำเนินการแก้ไขตำแหน่งให้ ถูกต้องเพื่อให้สามารถซ้อนทับกับชั้นข้อมูลอื่น ๆ ได้ โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 จาก กรมแผนที่ทหารเป็นแผนที่อ้างอิง

(๒) การผลิตภาพข้อมูลดาวเทียม ภาพที่ใช้เป็นภาพผสมสี เท็จสามช่วงคลื่น ทำการผสมสีดังนี้ คือ ช่วงคลื่นที่ 4 ให้ผ่านตัวกรองแสงสีแดง (ช่วงคลื่นที่ 4 คือ ช่วง คลื่นอินฟราเรดใกล้เป็นช่วงคลื่นที่พืชสีเขียวสะท้อนพลังงานมากที่สุด ดังนั้นบริเวณที่มีพืชใบเขียวอยู่ใน ภาพจะมองเห็นเป็นสีแดง) ช่วงคลื่นที่ 5 ให้ผ่านตัวกรองแสงสีเขียวช่วงคลื่นที่ 3 ให้ผ่านตัวกรองแสงน้ำเงินจะทำให้ได้ภาพผสมสีเท็จ 3 ช่วงคลื่น เป็น 4อาร์ – 5จี – 3บี

๒) การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียม และภาพถ่ายออร์ โธสีเชิงเลข โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของข้อมูล คือ สี ความละเอียด รูปแบบหรือการเรียงตัวของข้อมูล ตำแหน่ง ของข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ แล้วจึงนำ ชั้นข้อมูลที่ได้ทำการซ้อนทับกับภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข เพื่อพิมพ์เป็นแผนที่ใช้ในการสำรวจข้อมูลในภาคสนาม

๑.๓ การสำรวจข้อมูลในภาคสนาม ทำการสำรวจตรวจสอบรายละเอียดภาพการใช้ที่ดินภาคสนามในพื้นที่จริง พร้อมแก้ไขรายละเอียดให้มีความถูกต้องตรงกับสภาพปัจจุบัน

๑.๔ การสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการจัดทำข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลจากภาคสนาม และข้อมูลแผนที่จากส่วนที่เกี่ยวข้องโดยการเข้าในระบบสารสนเทศด้วยโปรแกรมวิเคราะห์และประมวลผลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังนี้

๑) การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบแผนที่เพื่อใช้วิเคราะห์และประมวลผลเชิงพื้นที่

๒) การสร้างฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เป็นการนำเข้าข้อมูลด้านคุณลักษณะของแผนที่และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเชิงพื้นที่ เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ประเภท เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลในระบบสารสนเทศต่อไป

๑.๕ จัดทำแผนที่และรายงานสภาพการใช้ที่ดินจังหวัดปี 2554 และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ระหว่างปี 2549 จนถึงปัจจุบัน

๒. การจำแนกการใช้ที่ดินด้วยระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ เป็นการกำหนดโครงสร้างมาตรฐานระบบจำแนกซึ่งมุ่งให้สามารถประยุกต์ใช้ได้โดยรวมกับการจำแนกสารสนเทศภูมิศาสตร์ อาทิ สิ่งปกคลุมดิน (land cover) ชุดดิน (soil series) และลำดับชั้นหิน (stratigraphy) ทางธรณี โดยนำระบบการจำแนกโดยวิธีนัย (A priori classification system) ที่อาศัยสัญญาณภายนอกของพืช (plant physiognomy) มาใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุม อาศัยเกณฑ์บ่งชี้อิสระ (independent diagnostic criteria) ในการกำหนดประเภทสิ่งปกคลุมดินที่สัมพันธ์โดยตรงกับระบบการจำแนกและคำอธิบายสัญลักษณ์ในปัจจุบัน

การทำงานของโปรแกรมระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ แบ่งขั้นตอนการจำแนกสิ่งปกคลุมดินออกเป็น ๒ ชั้น ได้แก่ ขั้นตอนการจำแนกแบบสองกิ่ง (Dichotomous Phase) และขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับชั้น-แบบสำเร็จรูป (Modular-Hierarchical Phase)

๑. ขั้นตอนการจำแนกแบบสองกิ่ง (Dichotomous Phase) อาศัยเกณฑ์การจำแนกหลักๆ 3 เกณฑ์ คือ การปรากฏของพืชพรรณ (Presence of Vegetation) สภาพดิน (Edaphic Condition) และสิ่งปกคลุมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Artificiality of Cover) ซึ่งขั้นตอนแรกนี้จะจำแนกสิ่งปกคลุมดินออกเป็น ๘ ประเภทหลัก คือ

๑) พื้นที่บนบกที่มีการเพาะปลูกและการจัดการ (Cultivated and Managed Terrestrial Vegetation) เช่น พื้นที่เกษตรกรรม

๒) พืชพรรณบนบกตามธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ (Natural and Semi-Natural Terrestrial Vegetation) เช่น ป่าไม้ธรรมชาติ

๓) พื้นที่ในน้ำหรือที่มีน้ำท่วมเป็นประจำที่การเพาะปลูก (Cultivated Aquatic or Regularly Flooded Areas) เช่น นาข้าว

๔) พืชพรรณในน้ำหรือที่มีน้ำท่วมเป็นประจำตามธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ (Natural and Semi-Natural Aquatic or Regularly Flooded Vegetation) เช่น พื้นที่ลุ่ม ป่าโกงกาง

๕) พื้นผิวมนุษย์สร้างขึ้นและพื้นที่เกี่ยวข้อง (Artificial Surfaces and Associated Areas) เช่น ที่อยู่อาศัย เมือง

๖) พื้นที่เปิดโล่ง (Bare Areas) เช่น พื้นที่หินโผล่ หาดทราย

๗) แหล่งน้ำ หิมะและน้ำแข็งที่มนุษย์สร้างขึ้น (Artificial Water bodies, Snow and Ice) เช่น เขื่อน บ่อน้ำในไร่นา

๘) แหล่งน้ำ หิมะและน้ำแข็งตามธรรมชาติ (Natural Water bodies, Snow and Ice) เช่น ทะเลสาบ แม่น้ำ

๒. ขั้นตอนการจำแนกแบบลำดับขั้น-แบบสำเร็จรูป (Modular-Hierarchical Phase) มีชุดการจำแนก ๓ ชุด

๑) ชุดเกณฑ์การจำแนกสิ่งปกคลุมดินบริสุทธิ์ (pure land cover classifiers) เช่น ลักษณะพืชพรรณและสิ่งปกคลุม ลักษณะเชิงพื้นที่ พืชที่ปลูกปะปนกัน สิ่งปกคลุมที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูก น้ำตามฤดูกาล ลักษณะพื้นผิว ความสูง ชนิดของใบ ลักษณะทางกายภาพของใบ ความลึกสถานะทางกายภาพ และตะกอนที่ถูกน้ำพัดพา

๒) ชุดข้อมูลอธิบายทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Attributes) เช่น ภูมิลักษณะ วิทยาหิน ดิน ภูมิอากาศ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง กษัยการ คุณภาพน้ำ พืชพรรณ และความหนาแน่นของพืช

๓) ชุดข้อมูลอธิบายทางเทคนิคเฉพาะ (Specific Technical Attributes) เช่น ชนิดของพืช ลักษณะของพืช ความเค็ม สิ่งปลูกสร้าง และชนิดของดินและหิน

ผลที่ได้จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจาก

๑. สูตรแบบบูลีน (Boolean formula) แสดงเกณฑ์การจำแนกทั้งหมดที่ได้ใช้ไป

๒. ตัวเลขที่มีเอกลักษณ์ (Unique Number) สำหรับใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๓. ชื่อ (Name) เป็นชื่อมาตรฐานเดิมหรือเป็นชื่อที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดขึ้น

คู่มือการสำรวจ และทำแผนที่สภาพการใช้ที่ดินเล่มนี้ เป็นเพียงการนำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงาน ภาพรวมเท่านั้น สำหรับการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเป้าหมาย ส่วนหนึ่งจะต้องขึ้นกับผู้ดำเนินการในการแปลตีความข้อมูล การวิเคราะห์ ทั้งจากภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลดาวเทียม ทั้งการแปลด้วยสายตาและการวิเคราะห์เชิงเลขด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์และทักษะด้านการใช้งานของแต่ละโปรแกรมพอสมควร จึงจะสามารถปฏิบัติงานสำเร็จและมีคุณภาพ เป็นประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- หน่วยวิจัยระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. 2553. เรียนรู้การใช้งานโปรแกรม PCI/EasyPace. แหล่งที่มา: <http://www.gis2me.com/th/?p=1317>, 10 กันยายน 2553
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2551. **การนำเสนอผลการศึกษามาตรฐานระบบภูมิสารสนเทศระบบมาตรฐาน 180/TC 211**. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (81 หน้า)
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) : สทอภ. ม.ป.ป. **คู่มือผลิตภัณฑ์ภาพจากดาวเทียมแบบออร์โธ (Ortho Image Product)**. (28 หน้า)
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2552. **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์**. ISBN : 978-611-12-0008-9 เมษายน 2552. กรุงเทพฯ : บริษัท อมรินทร์ พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) (331 หน้า)
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2010. **คุณลักษณะของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร**. (6 หน้า)
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. **เอกสารประกอบการสัมมนาการนำเสนอผลการศึกษามาตรฐานระบบภูมิสารสนเทศ มาตรฐาน ISO/TC 211**. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- สาขาวิชาการรับรู้ระยะไกล. 2551. **รายงานฉบับสมบูรณ์ คู่มือการใช้งานโปรแกรมระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินเวอร์ชัน 2.0**. สำนักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (48 หน้า)
- สุเพชร จิรัชจรกุล. 2552. **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1**. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัท เอส.อาร์ พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- เอกราช ปรีชาชน และเครือวัลย์ จำปาเงิน. 2551. **การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม**. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (51 หน้า)
- Gregorio Antonio Di and Louisa J.M. jansen.2005 **Land Cover Classification System: Classification corrupt and user manual Software version 2**. FAO (ISBN 1684-8241) (189 pp.)
- Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organizations). 2010. **THEOS User Guide History of Scientists and Technology**. (140pp.)
- PCI Remote Sensing Corp. 1997. **Using PCI Software Volume II : Version 9.1**. PCI Inc. Ontario, Canada

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การจำแนกใช้การประโยชน์ที่ดิน (Land Use Classification)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3		
U พื้นที่ชุมชนและ สิ่งปลูกสร้าง Urban and Built-up land	U1	ตัวเมืองและย่านการค้า City, Town , Commercial			
	U2	หมู่บ้าน village	U200	หมู่บ้านจัดสรรร้าง	Abandoned village
			U201	หมู่บ้าน	Village
			U202	หมู่บ้านชาวไทยภูเขา	Hill tribe village
	U3	สถานที่ราชการ และสถาบันต่างๆ Institutional land			
	U4	สถานีคมนาคม Transportation, Communication and Utility	U401	สนามบิน	Airport
			U402	สถานีรถไฟ	Railway station
			U403	สถานีขนส่ง	Bus station
			U404	ท่าเรือ	Harbour
			U405	ถนน	Road
			*U406	ทางรถไฟ	Railway
	U5	ย่านอุตสาหกรรม Industrial land	U500	โรงงานอุตสาหกรรมร้าง	Abandoned factory
			U501	นิคมอุตสาหกรรม	Industrial estate
			U502	โรงงานอุตสาหกรรม	Factory
			U503	ลานตากและแหล่งรับซื้อทาง การเกษตร	Agricultural product trading centers
	U6	อื่นๆ Other	U600	สถานที่ร้าง	Abandoned area
			U601	สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ	Recreation area
			U602	สนามกอล์ฟ	Golf course
			U603	สุสาน,ป่าช้า	Cemetery
			U604	ศูนย์อพยพ	Refugee camp
			*U605	สถานีบริการน้ำมัน	Gassoline Station
A พื้นที่เกษตรกรรม	A1	นาข้าว Paddy field	A100	นาร้าง	Abandoned paddy field
			A101	นาข้าว	Rice paddy

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3		
Agricultural land	A2	พืชไร่	A200	ไร่ร้าง	Abandoned field crop
		Field crop	A201	พืชไร่ผสม	Mixed field crop
			A202	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	Maize
			A203	อ้อย	Sugarcane
			A204	มันสำปะหลัง	Cassava
			A205	สับปะรด	Pineapple
			A206	ยาสูบ	Tobacco
			A207	ฝ้าย	Cotton
			A208	ถั่วเขียว	Mungbean
			A209	ถั่วเหลือง	Soybean
			A210	ถั่วลิสง	Peanut
			A211	ปอแก้ว ปอกระเจา	Kenaf, Jute
			A212	ถั่วดำ ถั่วแดง	Black bean, Red bean
			A213	ข้าวฟ่าง	Sorghum
			A214	ละหุ่ง	Castor bean
			A215	งา	Sesame
			A216	ข้าวไร่	Upland rice
			A217	มันฝรั่ง	Potato
			A218	มันแกว	Jam potato
			A219	มันเทศ	Sweet potato
			A220	แตงโม	Watermelon
			A221	ลูกเดือย	Millet
			A222	ขิง	Ginger
			A223	กะหล่ำปลี	Cabbage
			A224	มะเขือเทศ	Tomato
			A225	ว่านหางจระเข้	Aloevera
			A226	ป่านศรนารายณ์	Agave

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3		
	A3	ไม้ยืนต้น Perennial	A227	ปอสา	Paper mulberry
			A228	ทานตะวัน	Sunflower
			A229	พริก	Chili
			A230	ข้าวสาลี	Wheat
			A231	ข้าวบาร์เลย์	Barley
			A232	ข้าวไรย์	Rye
			A233	ฝิ่น	Opium
			A234	กัญชา	Marihuana
			A235	กระเจี๊ยบ	Roselle
			A236	เผือก	Taro
			A301	ไม้ยืนต้นผสม	Mixed perennial
			A302	ยางพารา	Para rubber
			A303	ปาล์มน้ำมัน	Oil palm
			A307	สนประดิพัทธ์	Casuarina
			A308	กระถิน	Acacia
			A309	ประดู่	Pterocarpus sp.
			A310	ชื้อ	Gmelwa sp.
			A311	ไม้ชายเลน	Mangrove
			A312	กาแฟ	Coffee
			A313	ชา	Tea
			A314	หม่อน	Mulberry
			A315	ไผ่	Bamboo
			A316	นุ่น	Kapok
			A317	หมาก	Betel palm
			A318	จามจุรี	Rain tree
			A319	ตีนเป็ด	Cerlera sp.
			A320	เปล้า	Croton sp.

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3		
	A4	ไม้ผล Orchard	A321	ยมหอม	Indian mahogany
			A322	กฤษณา	Agalloch
			A323	ตะกู	New Guinea labula
			A401	ไม้ผลผสม	Mixed orchard
			A402	ส้ม	Orange
			A403	ทุเรียน	Durian
			A404	เงาะ	Rambutan
			A405	มะพร้าว	Coconut
			A406	ลิ้นจี่	Litchi
			A407	มะม่วง	Mango
			A408	มะม่วงหิมพานต์	Cashew
			A409	พุทรา	Jujube
			A410	น้อยหน่า	Custard apple
			A411	กล้วย	Banana
			A412	มะขาม	Tamarind
			A413	ลำไย	Longan
			A414	ฝรั่ง	Guava
			A415	มะละกอ	Papaya
			A416	ขนุน	Jack fruit
			A417	กระท้อน	Santol
			A418	ชมพู	Rose apple
			A419	มังคุด	Mangosteen
			A420	ลางสาด ลองกอง	Langsat
			A421	ระกำ สละ	Rakum, Sala
			A422	มะนาว	Lime
			A423	ไม้ผลเมืองหนาว	Sub-tropical fruit
			A424	มะขามเทศ	Manila tamarind

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3		
	A5	พืชสวน Horticulture	A425	มะกอกน้ำ	Elaeocarpaceae
			A426	แก้วมังกร	Dragon fruit
			A427	ส้มโอ	Pomelo
			A428	ละมุด	Sapodilla
			A429	มะปราง มะยงชิด	Plummango
			A430	มะไฟ	Burmese grape
			A431	ทับทิม	Pomegranate
			A501	พืชสวนผสม	Mixed horticulture
			A502	พืชผัก	Truck crop
			A503	ไม้ดอก	Floricultural
			A504	องุ่น	Grapes
			A505	พริกไทย	Pepper
			A506	สตรอเบอรี่	Strawberry
			A507	เสาวรส	Passion fruit
			A508	ราสเบอร์รี่	Raspberry
			A509	พืชสมุนไพร	Herbs
			A510	นาหญ้า	Grass plantation
			A511	หวาย	Rattan
			A512	แคนตาลูป	Cantaloupe
	*A6	ไร่หมุนเวียน Swidden cultivation	A600	ไร่ร้าง	Bush fallow
	A7	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ Pasture and farm house	A700	โรงเรือนร้าง	Abandoned farm house
			A701	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	Pasture
			A702	โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และ ม้า	Cattle farm house
			A703	โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก	Poultry farm house
			A704	โรงเรือนเลี้ยงสุกร	Swine farm house

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3		
F พื้นที่ป่าไม้ Forest land	A8	พืชน้ำ Aquatic plant	A801	พืชน้ำผสม	Mixed aquatic plant
			A802	กก	Reed
			A803	บัว	Lotus
			A804	กระเจ็บ	Water chestnut
			A805	แห้ว	Water chestnut
			A806	ผักบุ้ง	Water spinach
			A807	ผักกะเจต	Water mimosa
	A9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ Aquacultural land	A900	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร้าง	Abandoned aquacultural land
			A901	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม	Mixed aquacultural land
			A902	สถานที่เพาะเลี้ยงปลา	Fish farm
			A903	สถานที่เพาะเลี้ยงกุ้ง	Shrimp farm
			A904	สถานที่เพาะเลี้ยงปู หอย	Crab/ Shellfish farm
			A905	ฟาร์มจระเข้	Crocodile farm
	A0	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม Integrated farm/ Diversified farm			
	F1	ป่าดิบ Evergreen forest	F100	ป่าดิบรอสภาพฟื้นฟู	Disturbed evergreen forest
			F101	ป่าดิบสมบูรณ์	Dense evergreen forest
	F2	ป่าผลัดใบ Deciduous forest	F200	ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู	Disturbed deciduous forest
			F201	ป่าผลัดใบสมบูรณ์	Dense deciduous forest
	F3	ป่าเลน Mangrove forest	F300	ป่าเลนรอสภาพฟื้นฟู	Disturbed mangrove forest
			F301	ป่าเลนสมบูรณ์	Dense mangrove forest
	F4	ป่าพรุ Swamp forest	F400	ป่าพรุรอสภาพฟื้นฟู	Disturbed swamp forest
			F401	ป่าพรุสมบูรณ์	Dense swamp forest
	F5	สวนป่า Forest Plantation	F500	สวนป่ารอสภาพฟื้นฟู	Disturbed forest plantation
			F501	สวนป่าสมบูรณ์	Dense forest plantation

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1		ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3		
W พื้นที่น้ำ Water Body	F6	วนเกษตร Agro - forestry		พื้นที่ปลูกป่าร่วมกับการเกษตร		
	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ Natural water body	W101	แม่น้ำลำคลอง	River, Canal	
				W102	หนอง บึง ทะเลสาบ	Natural water resource
	M พื้นที่เบ็ดเตล็ด Miscellaneous land	W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น Reservoir (Built-up)	W201	อ่างเก็บน้ำ	Reservoir
			W202	บ่อน้ำในไร่นา	Farm pond	
			W203	คลองชลประทาน	Irrigation canal	
M1		ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ Rangeland	M101	ทุ่งหญ้า	Grass	
			M102	ไม้ละเมาะ	Scrub	
			M103	ไผ่	Bamboo	
M2		พื้นที่ลุ่ม Marsh and Swamp				
M3		เหมืองแร่ บ่อขุด Mine, pit	M300	เหมืองเก่า บ่อขุดเก่า	Abandoned mine, pit	
			M301	เหมืองแร่	Mine	
			M302	บ่อลูกรัง	Laterite pit	
			M303	บ่อทราย	Sand pit	
M4	อื่นๆ Other	M304	บ่อดิน	Soil pit		
		M401	นาเกลือ	Salt flat		
		M402	หาดทราย	Beach		
		M403	หินโผล่	Rock out crop		
		M404	ที่ทิ้งขยะ	Garbage dump		
		M405	พื้นที่ถม	Landfill		

หมายเหตุ

1. การเขียนสัญลักษณ์ผสม ใช้เครื่องหมาย ดังนี้ X/Y พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ชนิด ในอัตราส่วนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 50 เปอร์เซ็นต์
2. แผนที่โครงการชลประทานได้มาจาก กรมชลประทาน และหน่วยงานอื่นที่รับผิดชอบ
3. พื้นที่ที่เคยทำเกษตรกรรมแต่ปล่อยทิ้งร้างมานาน เนื่องจากดินไม่เหมาะสม หรือพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยธรรมชาติ ใช้สัญลักษณ์ M101 สำหรับพื้นที่ที่มีหญ้าเป็นส่วนใหญ่ใช้สัญลักษณ์ M102 สำหรับพื้นที่ที่เป็นไม้พุ่มหรือสลับบางส่วน และ M403 สำหรับพื้นที่หินโผล่
4. ขนาดของหน่วยแผนที่การใช้ที่ดินที่เล็กที่สุดสำหรับลงบนแผนที่คือ 0.25 ตารางเซนติเมตร (0.5 x 0.5 เซนติเมตร หรือพื้นที่ 40 ไร่ บนแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 หรือพื้นที่ 10 ไร่ บนแผนที่มาตราส่วน 1:25,000)
5. สำหรับพื้นที่ที่มีการชลประทานใส่สัญลักษณ์ I ไว้เฉพาะงานระดับโครงการพิเศษ เท่านั้น
6. * ใช้ในการจำแนกแผนที่การใช้ที่ดินมาตราส่วนใหญ่ ตั้งแต่ 1:4,000 ขึ้นไป เท่านั้น