

ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

แนวทางการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข
ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ของ

จำสืบเอก ราชวัลย์ กันภัย

นักวิชาการแผนที่ภาพถ่ายชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๑๓๖๕

สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่

กรมแผนที่ดิน

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิชาการแผนที่ภาพถ่ายเชี่ยวชาญ ตำแหน่งเลขที่ ๑๓๖๕

ผู้เชี่ยวชาญด้านสำรวจและทำแผนที่ภาพถ่าย สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่

กรมแผนที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



จัดทำโดย จำสับเอกราชวัลย์ กันภัย นักวิชาการแผนที่ภาพถ่ายชำนาญการพิเศษ
สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทที่ ๑ บทนำ	๑
๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญ	๑
๑.๒ วัตถุประสงค์	๒
๑.๓ ระยะเวลาดำเนินการ	๒
๑.๔ ขอบเขตการดำเนินงาน	๒
๑.๕ สถานที่ดำเนินการ	๒
๑.๖ ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ	๓
๑.๗ ผู้ดำเนินการ	๓
๑.๘ ประโยชน์ที่ได้รับ	๓
บทที่ ๒ เทคโนโลยี เทคนิค วิธีการและความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง	๔
๒.๑ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ	๔
๒.๒ การหาค่าความลาดชันของพื้นที่	๑๓
๒.๓ การจำแนกความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน	๑๗
๒.๔ การวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	๑๘
บทที่ ๓ แผนที่ ข้อมูล ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ดำเนินการ	๒๒
๓.๑ แผนที่และข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์และจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่	๒๒
๓.๒ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์	๒๗
บทที่ ๔ ขั้นตอนและวิธีการ	๒๙
๔.๑ การรวบรวมแผนที่ ข้อมูลทางแผนที่และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด	๒๙
๔.๒ การนำเข้าข้อมูลและจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์	๓๑
๔.๓ การวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่	๓๓
๔.๔ การจัดทำชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	๓๖
๔.๕ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและลักษณะทางกายภาพ ที่มีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่	๓๙
๔.๖ การสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันไปจากเดิม	๔๐
๔.๗ การจัดทำและปรับปรุงข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ปัจจุบัน	๔๐
๔.๘ การจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัด	๔๗

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
๔.๙ การจัดทำรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ เพื่อการพัฒนาที่ดินของจังหวัด	๕๑
บทที่ ๕ การประเมินคุณภาพแผนที่และข้อมูลความลาดชันของพื้นที่	๕๒
๕.๑ การประเมินความครบถ้วนของข้อมูลความลาดชัน	๕๒
๕.๒ การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชัน (Thematic Accuracy)	๕๘
บรรณานุกรม	๖๖
ภาคผนวก	๖๗
ภาคผนวก ก รูปแบบของรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ เพื่อการพัฒนาที่ดิน จังหวัด	๖๘

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ ๒-๑ การจัดชั้นความลาดชันของพื้นที่ในประเทศไทย	๑๗
ตารางที่ ๒-๒ คำแนะนำเกี่ยวกับการสำรวจเชิงคุณภาพของที่ดินในภูมิประเทศบนแผนที่ มาตราส่วนต่างๆ ตามแนวทางการสำรวจทรัพยากรดินและที่ดิน	๑๙
ตารางที่ ๔-๑ รูปแบบพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ของชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่	๔๒
ตารางที่ ๔-๒ คำอธิบายข้อมูล (Metadata) ของชุดข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จังหวัด	๔๓
ตารางที่ ๔-๓ คำอธิบายองค์ประกอบ สัญลักษณ์ และรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในระวางแผนที่	๔๘
ตารางที่ ๕-๑ เกณฑ์การประเมินความสมบูรณ์ครบถ้วนของชั้นข้อมูลความลาดชันโดยวิธีการ ตรวจสอบการครอบคลุมพื้นที่ตามขอบเขตการปกครองของจังหวัด	๕๒
ตารางที่ ๕-๒ เกณฑ์ความสอดคล้องเชิงแนวคิดของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่แต่ละจังหวัด	๕๗
ตารางที่ ๕-๓ ตัวอย่างการคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยและการประเมินความถูกต้อง ของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์	๖๒
ตารางที่ ๕-๔ เกณฑ์การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ภายใต้ โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน	๖๕

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ ๒-๑ การคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่ที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์	๑๓
ภาพที่ ๒-๒ การหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการสำรวจรังวัดในภูมิประเทศ	๑๔
ภาพที่ ๒-๓ การคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการรังวัดจากแผนที่และเส้นชั้นความสูง	๑๕
ภาพที่ ๒-๔ ผังภาพขั้นตอนการวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	๑๖
ภาพที่ ๒-๕ การหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยการวิเคราะห์ความลาดชันจากข้อมูลความสูงภูมิประเทศด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์	๑๗
ภาพที่ ๒-๖ ผลลัพธ์ของเส้นขอบเขตของรูปปิดที่เกิดขึ้นจากการกำหนดระยะทางของย้ายส่วนที่ใช้ในคำนวณจุดใหม่ (Smoothing tolerance) เท่ากับ ๕ เมตร ๑๐ เมตร ๑๕ เมตร ๒๐ เมตรและ ๒๕ เมตร	๒๐
ภาพที่ ๓-๑ แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขมาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ หมายเลขระหว่าง ๕๒๔๒ ๑๔๕๐	๒๓
ภาพที่ ๓-๒ ข้อมูลเส้นชั้นความสูงเชิงเลขมาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ หมายเลขระหว่าง ๕๒๔๒ ๑๔๕๐	๒๔
ภาพที่ ๓-๓ ภาพถ่ายออร์โธรีเชิงเลขมาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ หมายเลขระหว่าง ๕๒๔๒ ๑๔๕๐	๒๕
ภาพที่ ๓-๔ แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดกำแพงเพชร ปี พ.ศ.๒๕๕๖	๒๖
ภาพที่ ๓-๕ แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดกำแพงเพชร ปี พ.ศ.๒๕๕๙	๒๖
ภาพที่ ๔-๑ ขั้นตอนและวิธีการโมเสคแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐	๓๒
ภาพที่ ๔-๒ การเมอร์จ (Merge) หรือการรวมชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐	๓๓
ภาพที่ ๔-๓ การใช้คำสั่ง Slope ในการวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่แบบราสเตอร์	๓๔
ภาพที่ ๔-๔ การใช้คำสั่ง Filter เพื่อกรองหรือกำจัดกลุ่มค่ากริดเซลล์ที่มีผลกระทบต่อการคำนวณ	๓๔
ภาพที่ ๔-๕ การใช้คำสั่ง Reclassify เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ โดยจัดชั้นความลาดชันเป็น ๗ ชั้นตามหลักเกณฑ์การจัดชั้นความลาดชันเพื่อการพัฒนาที่ดิน	๓๕
ภาพที่ ๔-๖ การใช้คำสั่ง Raster to Polygon ในการแปลงข้อมูลราสเตอร์ไปเป็นข้อมูลเวกเตอร์	๓๖
ภาพที่ ๔-๗ การใช้คำสั่ง Eliminate เพื่อขจัดโพลีกอนขนาดเล็กมากที่ถูกเลือกไว้เข้ารวมกับโพลีกอนใกล้เคียงภายในระยะห่างมากที่สุดที่กำหนดไว้ (snap tolerance)	๓๗
ภาพที่ ๔-๘ โพลีกอนขนาดเล็กเนื้อที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร ที่ถูกขจัดไปรวมกับโพลีกอนใกล้เคียง	๓๗
ภาพที่ ๔-๙ การใช้คำสั่ง Smooth Polygon เพื่อการทำเส้นขอบเขตโพลีกอนให้เรียบขึ้น	๓๘
ภาพที่ ๔-๑๐ การใช้คำสั่งตัดข้อมูล (Clip) ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ตามขอบเขตการปกครอง	๓๘
ภาพที่ ๔-๑๑ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่โดยการซ้อนทับข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.๒๕๕๙ บนภาพถ่ายออร์โธรีบันทึกภาพเมื่อพ.ศ. ๒๕๕๖	๓๙

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ ๔-๑๒ รูปแบบโครงสร้างระวางแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด	๔๗
ภาพที่ ๔-๑๓ ตัวอย่างของรูปแบบระวางแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐	๕๑
ภาพที่ ๕-๑ ขั้นตอนและวิธีการสร้างไฟล์ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geodatabase)	๕๓
ภาพที่ ๕-๒ ขั้นตอนและวิธีการสร้างไฟล์ชุดข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลรูปลักษณะทางภูมิศาสตร์	๕๔
ภาพที่ ๕-๓ ขั้นตอนและวิธีการนำเข้าข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบโทโปโลยี	๕๕
ภาพที่ ๕-๔ ขั้นตอนและวิธีการสร้างกฎเพื่อตรวจสอบพื้นที่รูปปิดที่มีการซ้อนทับหรือเกิดช่องว่างระหว่างพื้นที่รูปปิด	๕๖
ภาพที่ ๕-๕ ตัวอย่างผลลัพธ์จากการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลพื้นที่รูปปิดที่มีการซ้อนทับ (Overlap) หรือมีช่องว่างระหว่างกัน (Gap) ที่ตรวจพบ	๕๗
ภาพที่ ๕-๖ ตัวอย่างการกำหนดจุดทดสอบเพื่อการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่แต่ละจังหวัด	๕๙
ภาพที่ ๕-๗ ตัวอย่างการหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการรังวัดจากแผนที่และเส้นชั้นความสูง มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐	๖๔

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญ

สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน ได้ดำเนินโครงการจัดทำแผนที่ แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน ครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งประเทศ (ยกเว้นจังหวัดยะลา ปัตตานี นราธิวาส และในพื้นที่ ๔ อำเภอของจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภोजะนะ อำเภเทพา อำเภอนาทวี และอำเภอบ้านย้อย) ภายใต้แผนการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๐ จำนวน ๒๔ จังหวัด ปีงบประมาณ ๒๕๖๑ จำนวน ๒๐ จังหวัด ปีงบประมาณ ๒๕๖๒ จำนวน ๑๗ จังหวัด และปีงบประมาณ ๒๕๖๓ จำนวน ๑๓ จังหวัด รวม ๗๔ จังหวัด โดยการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูล แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ และข้อมูล ภูมิสารสนเทศที่เกี่ยวข้องนำมาจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ด้วยระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และรายงานสภาพความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละ จังหวัด เพื่อให้หน่วยงานของกรมพัฒนาที่ดิน ใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานตามภารกิจกรมพัฒนาที่ดิน ได้แก่ การสำรวจและจัดทำแผนที่ดิน การวางแผนการใช้ที่ดิน การปรับปรุงบำรุงดิน การสำรวจออกแบบ งานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร การประเมินความสามารถในการกักเก็บน้ำ ปริมาณน้ำไหลบ่า การชะล้างพังทลายของดิน เป็นต้น ซึ่งผลผลิตภายใต้โครงการนี้ จัดทำขึ้นทั้งในรูปแบบ ข้อมูลดิจิทัลและรูปแบบเอกสารพร้อมพิมพ์ สำหรับให้บริการและเผยแพร่แก่หน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชนที่สนใจ นำไปใช้ในการดำเนินงานตามแผนงาน โครงการต่าง ๆ หรือใช้เป็นข้อมูลประกอบการ พิจารณาดัดสินใจวางแผนการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาพื้นที่ การบริหารจัดการน้ำ การป้องกันและบรรเทาภัยทางธรรมชาติและการพัฒนาโครงสร้าง พื้นฐานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ทั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันและการจัดทำรายงานสภาพความลาดชันของ พื้นที่ของแต่ละจังหวัดมีความสมบูรณ์ ครบถ้วนและถูกต้องเป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงได้จัดทำเอกสารแนวทางการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับผู้ปฏิบัติงานใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันได้อย่างถูกต้องและเป็นมาตรฐาน เดียวกันเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมายตามแผนงานที่วางไว้ นอกจากนี้ยังเป็นการเสริมสร้าง องค์ความรู้ด้านการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่ภูมิประเทศตามระดับความสูง-ต่ำ และความลาดเอียงของพื้นที่ให้แก่ผู้สนใจทั่วไปได้ศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมต่อไป

๑.๒ วัตถุประสงค์

๑.๒.๑ เพื่อกำหนดแนวทางการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภายใต้โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินให้มีรูปแบบและเป็นมาตรฐานเดียวกัน

๑.๒.๒ เพื่อจัดทำคู่มือแนวทางการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๑.๓ ระยะเวลาดำเนินการ

ปีงบประมาณ ๒๕๖๐ (ต.ค.๕๙ – ก.ย.๖๐)

๑.๔ ขอบเขตการดำเนินงาน

เอกสารฉบับนี้ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับแนวทางการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และรายงานสภาพความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัด ดังนี้

๑.๔.๑ การวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขมาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม ArcGIS เวอร์ชัน ๑๐

๑.๔.๒ การแปลภาพถ่ายด้วยสายตาเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพที่อาจมีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่จากภาพถ่ายออร์โธรีชีเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ สำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลในการสำรวจภาคสนามและการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันเพื่อการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่แต่ละจังหวัด

๑.๔.๓ การใช้เครื่องจีพีเอสแบบมือถือ (Hand Held) ด้วยวิธีการรังวัดจุดเดียวในการเก็บข้อมูลพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการขีดขอบเขตพื้นที่โดยประมาณเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาของผู้ใช้ข้อมูล

๑.๔.๔ การประเมินคุณภาพของแผนที่และข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ โดยการคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยจากแผนที่และการใช้เครื่องจีพีเอสแบบรังวัด ทำการรังวัดโดยวิธีการจลน์ในทันที (Real Time Kinematic survey : RTK) เพื่อการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ในภูมิประเทศ

๑.๕ สถานที่ดำเนินการ

กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่

๑.๖ ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

- ๑.๖.๑ ศึกษา วิเคราะห์รายละเอียดและคุณลักษณะของข้อมูลภูมิสารสนเทศที่นำมาใช้ดำเนินการ
- ๑.๖.๒ ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข
- ๑.๖.๓ ศึกษาหลักเกณฑ์การจำแนกและจัดชั้นความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน
- ๑.๖.๔ ศึกษาขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- ๑.๖.๕ ศึกษาแนวทางและวิธีการในการตรวจพิจารณาความถูกต้องแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ทั้งในสำนักงานและในภูมิประเทศ
- ๑.๖.๖ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ ๑.๖.๑ – ๑.๖.๕ เพื่อนำมาจัดเรียง ลำดับเนื้อหาของคู่มือการวิเคราะห์ และจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่รายจังหวัดด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- ๑.๖.๗ จัดทำเอกสารแนวทางการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๑.๗ ผู้ดำเนินการ

จำลองเอกราชวัลย์ กันภัย นักวิชาการแผนที่ภาพถ่ายชำนาญการพิเศษ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ เป็นผู้ดำเนินการ ศึกษา วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล และจัดทำเอกสารแนวทางการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปฏิบัติงาน ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์

๑.๘ ประโยชน์ที่ได้รับ

- ๑.๘.๑ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และรายงานสภาพความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายตามแผนงานที่วางไว้และเป็นมาตรฐานเดียวกัน
- ๑.๘.๒ ผู้บริหารและผู้ควบคุมการดำเนินโครงการใช้เป็นเครื่องมือในการติดตาม ประเมินผลในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน และนำผลมาปรับปรุงและจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และรายงานสภาพความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ ๒

เทคโนโลยี เทคนิค วิธีการและความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

๒.๑ เทคโนโลยีสารสนเทศ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญในด้านการบริหารจัดการของหน่วยงานภาครัฐ ภาคธุรกิจเอกชน และการดำเนินชีวิตประจำวันของประชาชน โดยที่ผ่านมารัฐบาลได้ให้ความสำคัญในเรื่องของการพัฒนาและการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารและพัฒนาประเทศเป็นอย่างมากและต่อเนื่องมาโดยตลอด ดังจะเห็นได้จากแผนแม่บทภูมิสารสนเทศแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๖๐-๒๕๖๔ ได้กำหนดวิสัยทัศน์ด้านภูมิสารสนเทศของประเทศไว้อย่างชัดเจนคือ “โครงสร้างพื้นฐานทางภูมิสารสนเทศ เป็นหนึ่งในกลไกสนับสนุนการขับเคลื่อนประเทศอย่างสมดุลและยั่งยืน” เพื่อให้ทุกภาคส่วนเพื่อนำไปขับเคลื่อนประเทศในทุกมิติ (คณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งชาติ, ๒๕๖๐) และนโยบายด้านการจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ของประเทศและระบบข้อมูลเปิด (Open Data) ของหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งจะทำให้เทคโนโลยีสารสนเทศจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต โดยผู้ใช้งานจำเป็นต้องเรียนรู้และพัฒนาทักษะเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศประกอบด้วย ๓ ระบบได้แก่ ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System : GNSS) การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

๒.๑.๑ ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System :GPS) เกิดขึ้นในปี พ.ศ. ๒๕๒๑ (ค.ศ.๑๙๗๘) สร้างและควบคุมโดยกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา เพื่อวัตถุประสงค์ในการนำหนเครื่องบิน เรือรบ และภารกิจทางทหาร โดยเปิดเสรีข้อมูลสัญญาณดาวเทียม (ranging code, satellite ephemeris, almanac data) ในช่องสัญญาณ L๑ ให้กับพลเรือนทั่วโลกใช้งาน ซึ่งในช่วงแรกได้มีการผนวกเอาสิ่งที่เรียกว่า S/A (Selective availability) เข้าไปเพื่อลดคุณภาพของข้อมูลสัญญาณดาวเทียม ซึ่งทำให้พิกัดตำแหน่งที่ได้มีความถูกต้องเพียงในระดับ ๕๐ เมตร ต่อมาได้มีการปิด S/A ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๓ (ค.ศ.๒๐๐๐) และได้มีการประกาศยกเลิก S/A อย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. ๒๕๔๘ (ค.ศ.๒๐๐๕) การยกเลิก S/A ในครั้งนั้น ส่งผลให้พิกัดตำแหน่งที่ได้จากการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS แบบมือถือ (Handheld GPS receiver) มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยมีความคลาดเคลื่อนประมาณ ๓ – ๑๐ เมตร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานโดยทั่วไปที่ไม่ต้องการความถูกต้องของตำแหน่งมากนัก ในระยะต่อมาประเทศในโซนยุโรป รัสเซีย ญี่ปุ่น และจีน ได้เริ่มมีการพัฒนาระบบดาวเทียมเพื่อกำหนดตำแหน่งบนโลกเพิ่มมากขึ้นอีกหลายระบบ ทำให้เกิดเป็นระบบการกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมหลายระบบ (Global Navigation Satellite System :GNSS) แต่อย่างไรก็ตามระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียมจีพีเอส ถือได้ว่าเป็นระบบข้อมูลเปิด (Open Data) ระบบแรกของโลกที่ผู้ใช้งานสามารถ

นำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรับสัญญาณหรือใช้ประโยชน์จากระบบจีพีเอส และทำให้เกิดการค้นคว้าวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์จากสัญญาณดาวเทียม GPS เป็นไปอย่างกว้างขวาง มีการประดิษฐ์คิดค้นผลิตภัณฑ์เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับใช้ในกิจการต่างๆ เช่นระบบการนำหนเพื่อการเดินเรือ การขนส่งทางอากาศ การสำรวจจริงวัด และการจัดทำแผนที่ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมให้มีขนาดเล็กลงและราคาถูกลง สามารถพกพาได้สะดวก เช่นอุปกรณ์นำทางในรถยนต์ เครื่องจีพีเอสแบบพกพาหรือแบบมือถือ (Handheld GPS) จนในปัจจุบันพัฒนาเป็นไมโครชิปสำหรับติดตั้งในสมาร์ทโฟน และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาชนิดอื่น ๆ ที่สามารถบอกตำแหน่งได้อย่างรวดเร็วและความถูกต้องประมาณ ๕ เมตร สำหรับวิธีการกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียมแบ่งออกเป็น ๒ วิธีคือ

๑) การหาตำแหน่งสัมบูรณ์ (Absolute positioning) หรือการหาตำแหน่งจุดเดียว (Single point positioning) เป็นวิธีการหาตำแหน่งจุดเดียวโดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอสแบบนำหน ซึ่งใช้หลักการของการรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอสแบบสัมบูรณ์โดยอาศัยข้อมูลชุดเรณจ์มาประมวลผลเพื่อหาค่าพิกัดที่มีความถูกต้องทางตำแหน่งประมาณ ๑๐-๒๐ เมตร ปัจจุบันเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส แบบมือถือ (Handheld) มีขนาดเล็กพกพาได้อย่างสะดวก ราคาถูก ใช้งานง่าย จึงเป็นที่นิยมสำหรับการใช้งานในชีวิตประจำวันทั่วไป เช่น การเก็บตัวอย่างข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจระยะไกล (remote sensing) การสำรวจจริงวัดตำแหน่งที่ตั้งของหมู่บ้าน สถานที่สำคัญ แหล่งน้ำ การค้นหาตำแหน่งแปลงที่ดิน การกำหนดขอบเขตพื้นที่และงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องเชิงตำแหน่งมากนัก

๒) การหาตำแหน่งสัมพัทธ์ (Relative positioning) เป็นวิธีการหาตำแหน่งเปรียบเทียบกันระหว่างจุดสองจุดเพื่อต้องการให้ความถูกต้องของตำแหน่งดีขึ้นกว่าการหาตำแหน่งของจุดเดียว โดยใช้ค่าจากหมุดหลักฐานที่มีค่าพิกัดใช้เป็นสถานีฐาน (Base station) เครื่องรับอื่นที่เคลื่อนไปวางตามจุดที่ต้องการหาตำแหน่งเปรียบเทียบกับสถานีฐานจุดเหล่านี้เรียกว่าจุดรีโมทหรือสถานีจร หลักการทำงานของการทำงานตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ คือ เครื่องรับที่สถานีฐานและสถานีจรจะต้องรังวัดไปยังดาวเทียมกลุ่มเดียวกันในขณะเวลาเดียวกัน ที่สถานีฐานเครื่องจีพีเอสจะทำหน้าที่เหมือนจุดอ้างอิง สามารถใช้ค่าปรับแก้ของเครื่องรับที่สถานีฐานกับเครื่องอื่นที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน และสามารถนำไปใช้เป็นค่าแก้สำหรับคำนวณตำแหน่งอื่นได้เช่นเดียวกัน

๒.๑) การหาตำแหน่งสัมพัทธ์ โดยใช้เครื่องรับแบบนำหนตั้งแต่ ๒ เครื่องขึ้นไปเป็นการทำงานโดยวิธีการรังวัดแบบ Differential GPS หรือ DGPS ซึ่งให้ค่าความถูกต้องทางตำแหน่งประมาณ ๑-๓ เมตร

๒.๒) การหาตำแหน่งแบบสัมพัทธ์โดยใช้ เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัดจะใช้การวัดคลื่นส่ง L๑ เพียงความถี่เดียว หรือวัดคลื่นส่งทั้งสองความถี่ ($L๑ / L๒$) โดยเทคนิคในการวัดด้วยเครื่องรับแบบรังวัดทำได้ ๔ วิธี คือ การรังวัดแบบสถิต (Static survey) การรังวัดแบบจลน์ (Kinematic survey) การรังวัดแบบสถิตอย่างรวดเร็ว (Rapid static survey) และการรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real Time

Kinematic survey : RTK) เป็นวิธีการหาตำแหน่งในขณะที่เครื่องรับสัญญาณเคลื่อนที่โดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส แบบรับวัดชนิดสองความถี่ และหลายระบบดาวเทียมนำหน (dual-frequency receiver and multi-GNSS receiver) อย่างน้อย ๒ เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งจะตั้งรับสัญญาณไว้บนหมุดที่ทราบค่าพิกัดหรือสถานีฐาน (Base Station) ส่วนเครื่องรับเครื่องที่สองถูกนำไปตั้งรับสัญญาณตามจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัดหรือสถานีจร (Rover Station) โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารระหว่างเครื่องรับทั้งสอง ซึ่งอาจเป็นเครื่องรับและส่งคลื่นวิทยุหรือโทรศัพท์มือถือ การหาค่าพิกัดของตำแหน่งจุดต่างๆ ด้วยวิธีการนี้ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่สถานีฐานและสถานีจรต้องรับข้อมูลจากดาวเทียมกลุ่มเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันอย่างน้อย ๕ ดวง และต้องเป็นเครื่องรับสัญญาณแบบสองความถี่เท่านั้น วิธีการนี้สามารถให้ค่าความถูกต้องในระดับ ๑-๕ เซนติเมตร สำหรับเส้นทางที่ยาวไม่เกิน ๑๕ กิโลเมตร

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) ที่กล่าวมานั้น จะนำมาใช้ในการสำรวจและการเก็บข้อมูลพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ โดยใช้ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องใช้เครื่องจีพีเอสแบบมือถือ (Handheld) เป็นเครื่องมือในการนำทางไปยังจุดที่กำหนดไว้และรับวัดพิกัดตำแหน่งขอบเขตพื้นที่โดยประมาณ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการขีดขอบเขตพื้นที่ดังกล่าวในบทที่ ๔ และวิธีการรับวัดแบบจลนในทันที (Real Time Kinematic survey : RTK) เพื่อการสำรวจจริงวัดในการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ในบทที่ ๕

๒.๑.๒ การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) หรือการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล เป็นทั้งวิทยาศาสตร์และศิลปะ ในการได้มาซึ่งสารสนเทศทางด้านวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์ต่างๆ ผ่านทางการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกด้วยเครื่องมือ โดยไม่ได้สัมผัสกับวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์ที่ถูกตรวจจับนั้น ๆ ซึ่งอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูล ใน ๓ ลักษณะ คือ คลื่นรังสี (Spectral) รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา Temporal) ซึ่งที่ผ่านมาเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล พัฒนาและก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีการประดิษฐ์ คิดค้นเครื่องมือ อุปกรณ์รับสัญญาณที่มีประสิทธิภาพสูง การพัฒนาแอปพลิเคชัน เทคนิควิธีการในการแปลภาพถ่าย การวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบต่างๆ โดยมีการพัฒนาควบคู่กันไปเพื่อความถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็วยิ่งขึ้น จึงทำให้ในปัจจุบันหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐเอกชนมีการนำข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล ได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม มาใช้ประโยชน์เพื่อสำรวจและการจัดทำแผนที่ เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาประเทศ การวางแผนการใช้ที่ดิน ในมาตราส่วนที่หลากหลาย การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การจัดการภัยพิบัติ การวางแผนการจัดการพืชเกษตร ป่าไม้และระบบนิเวศน์ การจัดการโครงสร้างพื้นฐาน และความมั่นคงของประเทศ เนื่องจากประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการสำรวจ การเก็บข้อมูลได้เป็นอย่างมากและได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องสูง ทำให้สามารถประมวลผลและจัดทำข้อมูล ได้อย่างรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์

๑) องค์ประกอบของการสำรวจข้อมูลระยะไกล มี ๓ ประการคือ

๑.๑) พลังงานที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ การแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่เป็นการสะท้อนหรือการแผ่รังสีจากวัตถุซึ่งเป็นแหล่งพลังงานปกติของข้อมูลการสำรวจข้อมูลระยะไกล

๑.๒) อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับและบันทึกพลังงานรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ อุปกรณ์นี้ เรียกว่า “เซ็นเซอร์” (Sensor) ได้แก่ กล้องถ่ายรูป สแกนเนอร์ อุปกรณ์เครื่องมือตรวจจับคลื่นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ติดตั้งอยู่กับอากาศยานต่าง ๆ เช่นเครื่องบิน อากาศยานไร้คนขับ ยานอวกาศ และดาวเทียม

๑.๓) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล คือการแปล (Interpretation) ซึ่งสามารถทำได้โดยการแปลภาพถ่ายด้วยสายตา และการวิเคราะห์แปลความภาพถ่ายด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะกระบวนการแปลภาพถ่ายทางอากาศซึ่งเป็นการสกัดข้อมูลด้านคุณภาพ (Qualitative information) ของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏบนภาพ เช่น รูปร่าง ขนาด ตำแหน่ง จำนวน หรือการกระจายของวัตถุต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการอ่านแปลภาพถ่าย ทั้งนี้การอ่านแปลภาพถ่ายไม่ได้อาศัยเฉพาะลักษณะที่สามารถมองเห็นได้จากภาพถ่ายเท่านั้น ต้องใช้การจินตนาการ การคิดวิเคราะห์ และการคาดคะเนอย่างมีเหตุผล ซึ่งต้องใช้ความรู้ในวิชาการต่าง ๆ จากหลายสาขามาประยุกต์เพื่อให้เกิดมโนภาพ ในสิ่งที่เราไม่สามารถจะมองเห็นได้บนภาพถ่ายโดยตรง ซึ่งอาจต้องใช้การคาดคะเนลักษณะภายในและสมบัติอื่นๆ จากสิ่งที่เรามองเห็นในภาพถ่าย นำมาเป็นองค์ประกอบในการพิจารณาด้วย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการอ่านแปลภาพถ่ายอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดหรือเป็นส่วนใหญ่เท่าที่การแปลภาพถ่าย จะมีลักษณะของการดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใดที่แยกออกจากกันได้ หรือต้องทำร่วมกันทั้งหมด แบ่งออกเป็น ๔ ส่วนคือ

๑.๓.๑) การจำแนก (Classification) คือ การระบุชนิด ประเภท ลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุ หรือสภาพพื้นที่โดยขึ้นอยู่กับลักษณะที่เห็นในภาพ โดยกระทำได้ใน ๓ ระดับ คือระดับการตรวจจับได้ (Detection) ว่ามีหรือไม่มีลักษณะที่ต้องการจำแนกในภาพ ระดับการจดจำได้ (Recognition) คือสามารถจัดประเภทหรือแยกประเภทของวัตถุต่าง ๆ ที่ปรากฏในภาพได้ และระดับการบ่งชี้เฉพาะ (Identification) คือการระบุชี้ชัดวัตถุชนิดต่าง ๆ ให้อยู่ในประเภทที่เฉพาะเจาะจง ชนิดหรือประเภทของวัตถุที่ปรากฏในภาพได้อย่างมั่นใจ

๑.๓.๒) การแจกแจงรายละเอียดและจำนวน (Enumeration) คือการนับรายการวัตถุต่าง ๆ ที่เห็นในภาพว่ามีจำนวนเท่าใด และสามารถอธิบายลักษณะที่เห็นได้อย่างละเอียด เช่นมีบ้าน ๑๐ หลังอยู่ติดกันเป็นแนวยาวหรือเป็นกลุ่มบ้าน

๑.๓.๓) การวัด (Measure) คือ การวัดระยะทาง ความยาว ความกว้าง ความสูง เนื้อที่และปริมาตร จากภาพถ่าย หรืออาจหมายถึงการประเมินปริมาณความเข้มของแสงและความสว่างของภาพ (Photometry)

๑.๓.๔) การกำหนดขอบเขต (Delineation) คือการกำหนดขอบเขตลักษณะที่แปลลงบนภาพโดยใช้ความแตกต่างขององค์ประกอบต่าง ๆ ของภาพเป็นตัวกำหนด ซึ่งการที่จะกำหนดหรือขีดขอบเขตพื้นที่หรือขอบเขตของวัตถุที่เห็นในภาพได้อย่างถูกต้องแม่นยำหรือมีความมั่นใจมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และทักษะความเชี่ยวชาญของผู้แปลภาพถ่าย โดยเฉพาะขอบเขตพื้นที่ที่ซับซ้อนหรือขอบเขตของพื้นที่ไม่ชัดเจน

๒) คุณสมบัติของผู้แปลภาพถ่าย คือ ความรู้ ความสามารถและทักษะความชำนาญของผู้แปลภาพถ่าย ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยผู้แปลภาพในสาขาใดหรือในด้านใด จำเป็นต้องมีพื้นฐาน ความรู้ ในวิชาการสาขานั้นอย่างเพียงพอและต้องมีความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หรืออ่านแปลภาพถ่ายเช่น ความรู้ด้านภูมิศาสตร์ การเกษตร ธรณีวิทยา ป่าไม้และพืชพรรณ เศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น โดยผู้แปลภาพถ่ายที่ดีควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

๒.๑) ความรู้ภูมิหลัง (Background Knowledge) เป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้แปลภาพถ่ายสามารถใช้ความรู้และประสบการณ์ในงานเฉพาะด้านที่มีอยู่นำมาใช้ต่อยอดหรือเพิ่มพูนทักษะในการแปลภาพได้รวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นเช่นผู้ที่มีความรู้เรื่องป่าไม้ ก็จะสามารถแปลภาพถ่ายเกี่ยวกับป่าไม้และพืชพรรณได้ดีกว่าผู้ที่มาจากสาขาอื่น

๒.๒) ความสามารถทางสายตา (Visual Acuity) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของผู้แปล ต้องไม่เป็นผู้พิการทางสายตา เช่น ตาบอด ตาบอดสี เนื่องจากการแปลตีความจำเป็นต้องอาศัยความสามารถทางด้านสายตาเป็นองค์ประกอบ เพราะต้องพิจารณารายละเอียดที่ปรากฏในภาพ ลักษณะของเนื้อภาพ (Texture) ความเข้ม (Tone) สี (Color) ดังนั้นผู้ที่มีสายตาปกติย่อมสามารถจำแนกพื้นที่ได้ดีกว่าผู้ที่สายตาผิดปกติ

๒.๓) ความสามารถของจิตใจ (Mental Acuity) มีความสัมพันธ์กับภูมิหลังและประสบการณ์ มีความละเอียดรอบคอบ ขอบสังเกต จะสามารถแปลภาพถ่ายได้เป็นอย่างดี

๒.๔) ประสบการณ์ (Experience) ผู้แปลภาพถ่ายที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับลักษณะสภาพแวดล้อมหรือลักษณะภูมิประเทศ ในพื้นที่หรือบริเวณที่ทำการแปลตีความจะช่วยให้สามารถแปลภาพถ่ายและวินิจฉัยสิ่งที่ปรากฏในภาพได้ดีกว่าผู้ที่ไม่มีความประสบการณ์มาก่อน

๓) องค์ประกอบพื้นฐานของวัตถุ เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้แปลภาพถ่ายด้วยสายตาสามารถวิเคราะห์ระบุชี้ชัดสิ่งที่ปรากฏบนภาพถ่ายได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากผู้แปลภาพถ่ายจะต้องมีความรู้หรือความคุ้นเคยประจำถิ่น ของแต่ละพื้นที่และภูมิประเทศนั้นๆ เพื่อให้สามารถตีความจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ต้องอาศัยหลักการที่ใช้ในการจดจำวัตถุต่างๆ ในภาพวัตถุ ซึ่งทำให้ผู้แปลสามารถจำแนกรายละเอียดที่ปรากฏในภาพได้ในเบื้องต้นจากลักษณะต่างๆ ของวัตถุที่ถูกบันทึกในภาพ องค์ประกอบพื้นฐานของวัตถุหรือสิ่งที่ปรากฏบนภาพถ่ายที่ผู้แปลภาพถ่ายจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกและระบุชี้ชัดวัตถุหรือสิ่งที่ปรากฏบนภาพ ได้แก่

๓.๑) รูปร่าง (Shape) คือสิ่งที่เรามองเห็นวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในภาพถ่าย ซึ่งวัตถุหรือสิ่งเหล่านั้นจะมีรูปร่างหรือเอกลักษณ์เฉพาะที่บ่งบอกถึงตัวตนที่ผู้แปลจะสามารถจำแนกแยกแยะวัตถุต่างๆ ที่ปรากฏในภาพได้ เช่นลักษณะของแม่น้ำ และแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จะมีรูปร่างแตกต่างจากแม่น้ำหรือแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

๓.๒) ขนาด (Size) คือภาพของวัตถุที่ปรากฏในภาพจะปรากฏในลักษณะด้านความยาว ความกว้าง ความสูง และเนื้อที่ซึ่งจะเป็นสัดส่วนที่สัมพันธ์กับระดับความสูงของการบันทึกภาพและมาตราส่วนของภาพ โดยวัตถุต่างชนิดกันย่อมมีขนาดความกว้างความยาวที่แตกต่างกันจนสามารถแยกประเภทออกจากกันได้ เช่นบ้านพักอาศัย ควรมีขนาดความกว้าง ความยาวและเนื้อที่น้อยกว่าโรงงานอุตสาหกรรม

๓.๓) เงา (Shadow) การเกิดเงาเป็นปรากฏการณ์ที่สัมพันธ์กับมุมของดวงอาทิตย์ที่ทำให้พื้นผิวของวัตถุได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์น้อยมากหรือถูกบดบังจนไม่ได้รับแสงเลย ลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูงแตกต่างกันมากมักจะก่อให้เกิดเป็นเงาสวนมืด เน้นให้เห็นความสูงต่ำของภูมิประเทศในภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการศึกษาด้านธรณีสัณฐานเช่น ภูเขา หน้าผาชัน อาคารสูง เสาไฟฟ้า ประภาคาร ฯลฯ

๓.๔) สี หรือ โทนสี (Color or tone) หมายถึง สีหรือระดับความเข้มของสีเทาของจุดภาพ ซึ่งมีตั้งแต่ระดับของสีเทาจากจางสุดไปถึงเข้มสุด (Shade of grey) ระดับของโทนสีจะสัมพันธ์กับปริมาณของแสงที่สะท้อนจากวัตถุ วัตถุที่สะท้อนแสงอาทิตย์กลับไปสู่กล้องมาก จะทำให้จุดภาพของวัตถุนั้นมีสีจาง เช่น ถนนคอนกรีต ลานตากข้าว สำหรับวัตถุที่สะท้อนแสงได้น้อย ดูดแสงมากจะทำให้เห็นเป็นสีทึบหรือมืด เช่น น้ำซึ่งดูดกลืนแสงที่ตกกระทบเกือบทั้งหมดภาพที่ปรากฏจะเป็นสีดำ ดินที่มีความชื้นสูง โทนสีของภาพมีส่วนช่วยในการแปลภาพถ่ายได้มาก โทนสีแตกต่างกัน อาจหมายถึงลักษณะของดิน หรือ พืชพรรณที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นผลของสภาพทางธรณีที่ต่างกัน มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อโทนสีของภาพถ่าย การตัดกันของโทนสี (Contrast) ระหว่างวัตถุ ซึ่งทำให้สามารถสังเกตความแตกต่างกันของสภาพของวัตถุที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน

๓.๕) เนื้อภาพ (Texture) หรือความหยาบละเอียดของภาพ (Texture) ซึ่งเป็นการแตกต่างของลักษณะของพื้นผิว ได้แก่พื้นผิวราบเรียบ (Smooth) ขรุขระ (Rough) รวมทั้งความสม่ำเสมอที่ปรากฏอยู่ในความราบเรียบและขรุขระนั้น ๆ โดยลักษณะดังกล่าวนี้ช่วยในการแยกแยะพื้นผิวหรือวัตถุที่มีระดับความเข้มหรือสีเหมือนกัน แต่มีความหยาบละเอียดต่างกัน

๓.๖) การจัดเรียงตัว (Pattern) เป็นลักษณะหรือรูปแบบของจัดเรียงตัวของวัตถุหรือสิ่งที่ปรากฏบนภาพที่ช่วยให้ผู้แปลภาพสามารถจำแนกประเภทและระบุชี้ชัดได้อย่างมั่นใจ เช่น รูปแบบการจัดเรียงตัวของทรงพุ่มไม้ของสวนผลไม้ที่มีความเป็นระเบียบซึ่งจะแตกต่างจากรูปแบบต้นไม้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเช่นป่าละเมาะ ป่าแดง-ป่าโคก เป็นต้น

๓.๗) ทำเล ที่ตั้ง (Site or location) ของวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่สำคัญประการหนึ่งที่ผู้แปลภาพจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าว ซึ่งจะช่วยให้สามารถแปลภาพถ่ายได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ลดปริมาณงานในการออกภาคสนามได้เป็นอย่างดี เช่น นาขั้นบันได ส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนพื้นที่ภูเขาทางภาคเหนือ นาเกลือ จะอยู่บริเวณพื้นที่ชายทะเลภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ เป็นต้น

๓.๘) ข้อมูลสภาพแวดล้อม (Association) คือสภาพภูมิประเทศหรือลักษณะของพื้นที่ที่ใกล้เคียง ซึ่งใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาตัดสินใจระบุชี้ชัดได้ว่าวัตถุหรือสิ่งที่ปรากฏบนภาพเป็นชนิดใดหรือพื้นที่ประเภทใดเช่นบริเวณ โรงเก็บผลผลิตและลานตากมันจะอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีการทำไร่มันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก ในขณะที่โรงสีข้าว จะอยู่บริเวณพื้นที่นาข้าว เป็นต้น

๒.๑.๓ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เป็นกระบวนการทางเทคนิคหรือวิชาการสมัยใหม่ที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้รวบรวม จัดเก็บ และการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลทางด้านทรัพยากร (Resource Mapping) เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการทั้งในภาครัฐ เอกชน และประชาชน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยนำข้อมูลในรูปแบบหรือลักษณะต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษาจัดทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ตามชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ สามารถนำเสนอในรูปแบบของแผนที่และรายงาน เป็นระบบที่มีศักยภาพในการจัดเก็บ การจัดทำ การจัดการ การวิเคราะห์ และการนำเสนอผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุเพชร จิรขจรกุล, ๒๕๕๒) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบที่สามารถนำเอาข้อมูลมารวบรวม จัดเก็บและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบสามารถเรียกใช้งานสืบค้นข้อมูล และปรับปรุง แก้ไขข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว สำหรับใช้เป็นสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจวางแผนในด้านต่างๆ ได้แก่ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การเกษตรและการประเมินผลผลิตทางการเกษตร การจัดการทางด้านผังเมืองและชุมชน การป้องกันและให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ , ๒๕๕๒) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาถึงลักษณะข้อมูล โครงสร้างข้อมูล เทคนิควิธีการนำเข้าข้อมูล (Data Input) รวมถึงการแก้ไข และการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน การออกแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ การสร้างพจนานุกรมข้อมูล (Data dictionary) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) การตีความหมายจากผลการวิเคราะห์ และการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบต่างๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีความแตกต่างจากการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาวิเคราะห์นั้นประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย โดยสามารถนำข้อมูลทั้งสองประเภทมาวิเคราะห์ร่วมกันในคราวเดียวกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะประกอบด้วยข้อมูลทั้งสองประเภท โดยในการดำเนินการในครั้งนี้ได้นำเทคนิควิธีการวิเคราะห์แบบการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยมากกว่า ๑ ปัจจัย โดยเป็นการกระทำกับข้อมูลตั้งแต่ ๒ ชั้นข้อมูลขึ้นไป ตามเงื่อนไขที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะเป็นแบบคณิตศาสตร์หรือตรรกศาสตร์เพื่อได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งของแต่ละชั้นข้อมูล ซึ่งจะต้องมีระบบพิกัดที่ตรงกันโดยผลลัพธ์ที่ได้คือชั้นข้อมูลใหม่ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ สำหรับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับชั้นข้อมูลที่นำมาใช้ในการดำเนินงาน ได้แก่

๑) การวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูลเชิงเส้น (Vector overlay) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) ของชั้นข้อมูล (Layer) ๒ ชั้นข้อมูลเข้าด้วยกัน ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นชั้นข้อมูลใหม่ที่มีรูปลักษณะ (feature)

ของชั้นข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปในเชิงพื้นที่ โดยมีข้อมูลเชิงบรรยายใหม่เกิดขึ้น โดยการซ้อนทับข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นจะใช้กระบวนการทางเลขคณิต เช่น การบวก, ลบ, คูณ,หาร หรือตรรกศาสตร์ ทั้งนี้ เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลเชิงเส้น สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะหรือรูปลักษณ์ของข้อมูลเป็น ๓ ประเภทคือ ประเภท Point-in-Polygon เป็นกระบวนการคัดเลือกจุดที่อยู่ภายในรูปปิดที่ต้องการค้นหา ประเภท Line-in -Polygon เป็นกระบวนการคัดเลือกเส้นที่อยู่ในหรือลากผ่านรูปปิดที่ต้องการค้นหา และ ประเภท Polygon-on-Polygon เป็นกระบวนการซ้อนทับชั้นข้อมูลรูปปิด ๒ ชั้นข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้คือรูปปิดที่มีขนาด รูปร่างหรือขอบเขตใหม่และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะใช้คำสั่งในการซ้อนทับข้อมูล ดังนี้

๑.๑) ยูเนียน (Union) เป็นกรรมวิธีการรวมชั้นข้อมูล (layer) ตั้งแต่สองชั้นข้อมูลขึ้นไป ผลลัพธ์ที่ได้จะรวมคุณลักษณะทั้งหมดของชั้นข้อมูลที่น่าเข้าไว้ด้วยกันและทำการสร้างชั้นข้อมูลขึ้นมาใหม่ ซึ่งการซ้อนทับแบบยูเนียนจะใช้กับชั้นข้อมูลที่เป็นขอบเขตพื้นที่เป็นรูปปิด (Polygon) เท่านั้น

๑.๒) อินเตอร์เซกชัน (Intersection) เป็นกระบวนการเลือกเฉพาะข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตพื้นที่เป็นรูปปิด (Polygon) ตั้งแต่สองชั้นข้อมูลขึ้นไป ผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดขึ้นข้อมูลใหม่เฉพาะส่วนที่ซ้อนทับกันของชั้นข้อมูลทั้งหมดที่น่าเข้าเท่านั้น

๑.๓) ไอเดนทิตี (Identity) เป็นวิธีการซ้อนทับที่คงรักษาคุณลักษณะของชั้นข้อมูลนำเข้ามาไว้ โดยจะดึงเอาเอกลักษณ์ของชั้นข้อมูลที่น่ามาซ้อนทับในบริเวณเดียวกันกับชั้นข้อมูลนำเข้ามาแสดงในชั้นข้อมูลผลลัพธ์ด้วย ดังนั้นการเลือกลำดับข้อมูลนำเข้ามาและข้อมูลที่น่ามาซ้อนทับจึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะให้ผลลัพธ์ของชั้นข้อมูลใหม่ที่แตกต่างกัน

๑.๔) อีราสซี (Erase) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยการลบหรือตัดบางส่วนของชั้นข้อมูล (layer) โดยอาศัยชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นกรอบการลบหรือตัดข้อมูลออกและทำการสร้างชั้นข้อมูลขึ้นมาใหม่ เฉพาะบริเวณที่อยู่นอกกรอบ วิธีนี้ใช้ได้กับชั้นข้อมูลประเภท จุด เส้น และพื้นที่รูปปิด

๑.๕) คลิป (Clip) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยการตัดบางส่วนของชั้นข้อมูล (layer) โดยการซ้อนทับข้อมูลตั้งแต่สองชั้นข้อมูล ซึ่งจะทำการสร้างชั้นข้อมูลขึ้นมาใหม่ แสดงเฉพาะข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตของชั้นข้อมูลที่ต้องการ วิธีนี้ใช้ได้กับชั้นข้อมูลประเภท จุด เส้น และพื้นที่รูปปิด

๑.๖) อีลิมีเนต (Eliminate) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยการกำจัดรูปปิดขนาดเล็ก (Polygon or Slivers) ที่เกิดจากการซ้อนทับชั้นข้อมูลประเภทโพลีกอน ๒ ชั้นข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยการเรียกค้น (Query) หรือเลือกโดยตรง และรวมโพลีกอนที่เลือกรวมเข้ากับโพลีกอนข้างเคียง หรือโพลีกอนที่อยู่ใกล้เคียงภายในระยะ (snap tolerance) ที่กำหนดไว้

๑.๗) สปลิท (Split) เป็นวิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยการแยกชิ้นส่วนข้อมูลตั้งแต่ ๒ ชั้นข้อมูล โดยใช้ขอบเขตชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นเงื่อนไขในการแยกชิ้นส่วน

๑.๘) ดิสโซลฟ์ (Dissolve) เป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยการหลอมรวมกลุ่มข้อมูลโพลีกอนที่มีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะ (Attribute) เหมือนกันและอยู่ติดกันเข้าด้วยกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของชั้นข้อมูลให้น้อยลง

๑.๙) รีคลาสสิฟาย (Reclassify) เป็นกระบวนการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ ซึ่งมีลักษณะเดียวกันให้อยู่เป็นกลุ่มเดียวกัน ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

๑.๑๐) เมอร์จ (Merge) เป็นการรวมชั้นข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ตั้งแต่สองชั้นข้อมูลหรือเป็นการเชื่อมต่อแผนที่ที่มีพิกัดภูมิศาสตร์เดียวกันและมีพื้นที่ติดกันเข้าเป็นผืนเดียวกัน

๒) การวิเคราะห์ข้อมูลราสเตอร์ (Raster Analyze) หรืออาจเรียกว่าข้อมูลกริด (Grid) สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ตั้งแต่ ๑ ชั้นข้อมูลขึ้นไป โดยข้อมูลราสเตอร์ที่นำมาวิเคราะห์จะต้องอ้างอิงระบบพิกัดเดียวกัน มีขนาดจุดภาพที่เท่ากัน จึงจะให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสม ในกรณีที่มีขนาดจุดภาพ (Pixel size) ไม่เท่ากัน จะต้องทำให้มีขนาดจุดภาพเท่ากันทุกชั้นข้อมูลก่อน โดยให้เลือกใช้ขนาดจุดภาพหยาบที่สุดของชั้นข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์เป็นหลัก และเซลล์ทุกเซลล์ของข้อมูลราสเตอร์ที่นำมาวิเคราะห์จะต้องมีค่าประจำเซลล์หรือมีข้อมูลเชิงอธิบายกำกับ สำหรับการซ้อนทับชั้นข้อมูลประเภทราสเตอร์นั้น ค่าของจุดภาพหรือตารางกริดของแต่ละชั้นข้อมูล จะถูกหลอมรวมเข้าด้วยกันโดยอาศัยตัวดำเนินการแบบเลขคณิต เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลราสเตอร์มีหลายวิธี เช่น แบบ local operation, neighborhood operation, zonal operation, distance measurement operation, spatial autocorrelation ฯลฯ

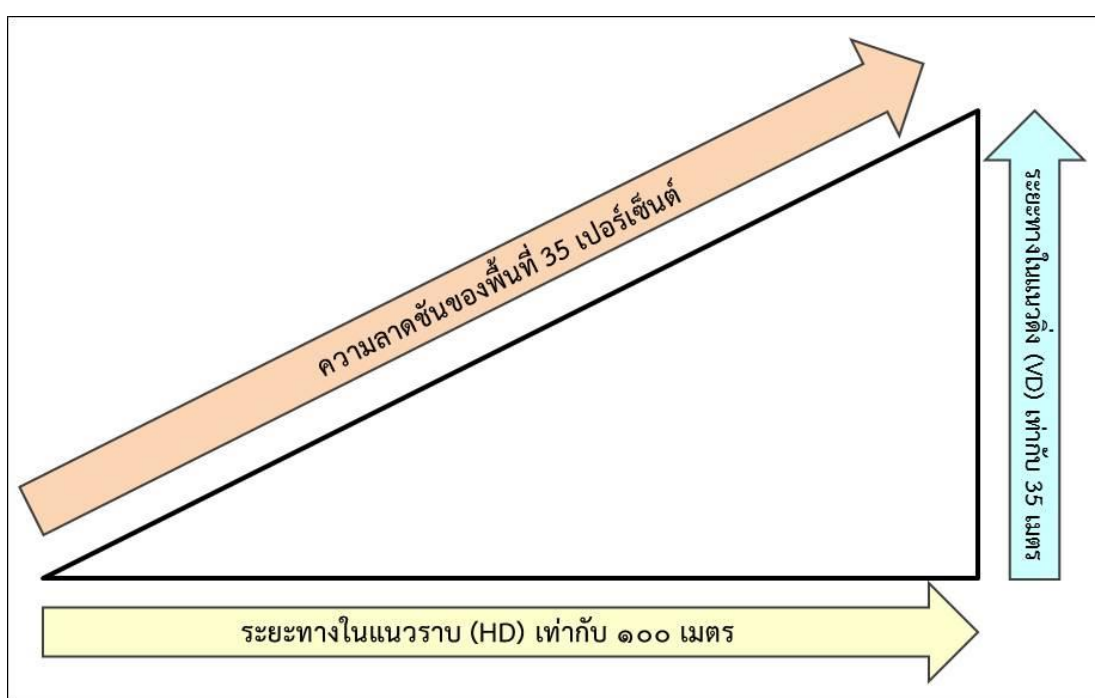
กล่าวโดยสรุป ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือกระบวนการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ข้อมูลอยู่ในรูปของตารางข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) หรือฐานข้อมูล (Database) ที่มีส่วนสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันโดยรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้นสามารถนำมาวิเคราะห์และแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามต้องการทั้งในส่วนของการสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเชิงเวลาเช่น การขยายตัวของเมือง การโยกย้ายถิ่นฐาน การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ การเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน การเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าในปัจจุบัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีการพัฒนาก้าวหน้าเป็นอย่างมากในปัจจุบัน หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนนำไปใช้และประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ เป็นไปอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นระบบที่มีศักยภาพในการเก็บรวบรวม การจัดทำข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผลได้อย่างสะดวกรวดเร็วและถูกต้อง โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้เพื่อการวางแผน และการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

๒.๒ การหาความลาดชันของพื้นที่

ในทางคณิตศาสตร์ ความชัน (slope gradient) หรือความลาดชัน หมายถึง อัตราของ "การยก" (Rise) หารด้วย "การเคลื่อนที่" (Run) ระหว่างจุดสองจุดบนเส้นตรงเดียวกัน ($Slope = Rise/Run$) หรืออัตราส่วนของค่าความสูงที่เปลี่ยนแปลงต่อระยะทางตามแนวนอนหรือแนวราบระหว่างสองจุดใด ๆ บนเส้นตรง โดยกำหนดให้สองจุดนั้นเป็น (x_0, y_0) และ (x_1, y_1) บนเส้นตรง ดังนั้นความชัน (m) ของเส้นตรงเป็นไปตามสมการ $m = (y_1 - y_0) / (x_1 - x_0)$

สำหรับความหมายของความลาดชัน ที่ใช้งานในด้านสาขาภูมิศาสตร์ ธรณีวิทยา อุทกวิทยา และงานสำรวจภูมิประเทศในงานด้านต่างๆ นั้น หมายถึง อัตราส่วนความสูงที่เปลี่ยนแปลงต่อระยะทางตามแนวนอนระหว่างสองจุดใด ๆ ในแนวเส้นตรงเดียวกัน มีลักษณะของพื้นที่ที่มีระดับผิวหน้าดินหรือหินที่ไม่ราบเรียบเสมอกันทุกด้าน หากแต่มีการลาดเทจากขอบของพื้นที่ด้านที่สูงกว่าเอียงลาดไปหาขอบพื้นที่

อีกด้านหนึ่งที่ต่ำกว่า โดยมีค่าความลาดชันเป็นสิ่งบ่งบอกให้ทราบถึงความมากน้อยของการเอียงลาดพื้นที่ ค่าความลาดชันที่ได้นั้นจะเป็นค่าสัดส่วนของความยาวด้านระหว่างด้านตรงข้ามมุมฉากและด้านที่เป็นฐานของสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังนั้นการหาค่าความลาดชันของพื้นที่ คือการคำนวณหาสัดส่วนหรืออัตราส่วนของค่าความต่างของระดับความสูงระหว่างจุดสองจุดหรือระยะทางในแนวตั้ง (Vertical distance)หารด้วยระยะทางในแนวนอน (Horizontal distance) ระหว่างจุดสองจุดที่ต้องการพิจารณา ซึ่งค่าความลาดชันจะมีหน่วยวัดเป็นองศา (Degree) ในลักษณะของมุมก้ม (angle of depression) หรือมุมเงย (angle of elevation) หรือมีหน่วยวัดเป็น “เปอร์เซ็นต์” ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดให้ระยะทางในแนวนอนมีค่าเท่ากับ ๑๐๐ หน่วย ค่าความลาดชันของพื้นที่ที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่นพื้นที่ที่มีความลาดชัน ๓๕ เปอร์เซ็นต์ จะมีระยะทางในแนวนอนเท่ากับ ๑๐๐ เมตร และระยะทางในแนวตั้งเท่ากับ ๓๕ เมตร ดังภาพที่ ๒-๑



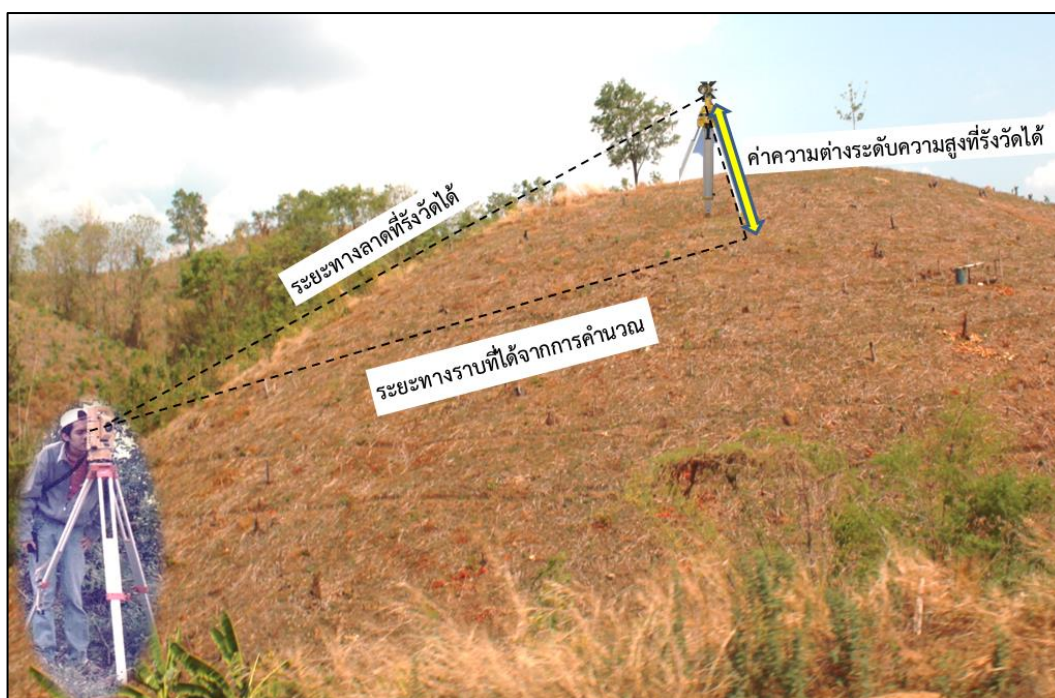
ภาพที่ ๒-๑ แสดงการคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่ที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

การคำนวณหาค่าความลาดชันของพื้นที่สามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความต้องการใช้งาน ขนาดของพื้นที่ ระยะเวลา งบประมาณ เครื่องมือและบุคลากร ตลอดจนข้อจำกัดในการเข้าถึงพื้นที่ สำหรับวิธีการหาค่าความลาดชันของพื้นที่ ซึ่ง กรมพัฒนาที่ดินใช้งานในปัจจุบัน ได้แก่

๒.๒.๑ การสำรวจรังวัดในภูมิประเทศ เป็นวิธีการหาค่าความลาดชันของพื้นที่ที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด โดยใช้เครื่องมือและเทคนิควิธีการสำรวจรังวัด เช่นการรังวัดเพื่อหาค่าความสูงต่างของพื้นที่และค่าความชันโดยวิธีการทำระดับตรีโกณมิติด้วยกล้องธีโอดอลไลท์ (Theodolite) หรือกล้องวัดมุมกล้องประมวลผลรวม (Total station) โดยการรังวัดมุมตั้ง (Vertical Angle) และระยะทางระหว่างจุดหรือตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าความลาดชันของพื้นที่ซึ่งระยะทางที่วัดได้จะเป็นระยะลาด (Slope Distance) แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ย

ตัวอย่างการหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการสำรวจรังวัดในภูมิประเทศ โดยนำเครื่อง กล้องวัดมุมและระยะเช่น กล้องประมวลผลรวม นำไปทำการรังวัดมุมและระยะ ณ บริเวณที่ต้องการหาค่า ความลาดชันของพื้นที่ ตามภาพที่ ๓-๖ โดยระยะที่รังวัดได้จะเป็นระยะลาด (Slope Distance) เช่นวัดระยะ ในภูมิประเทศได้เท่ากับ ๒๐๓.๙๖๑ เมตร คิดเป็นระยะราบ (Horizontal Distance) ในภูมิประเทศเท่ากับ ๒๐๐ เมตร วัดค่าและคำนวณความสูงต่างระหว่างจุดตั้งกล้องกับจุดตั้งเป้าหมายได้เท่ากับ ๔๐ เมตร ดังนั้น ค่าความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่จากจุด A ถึง จุด B คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ความลาดชันของพื้นที่} &= \frac{\text{ค่าความต่างระดับความสูงของจุดทั้งสอง}}{\text{ระยะทางราบระหว่างจุดทั้งสอง}} \times ๑๐๐ \\ &= \frac{๔๐}{๒๐๐} \times ๑๐๐ \\ \text{ความลาดชันของพื้นที่} &= ๒๐ \text{ เปอร์เซ็นต์}\end{aligned}$$



ภาพที่ ๒-๒ การหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการสำรวจรังวัดในภูมิประเทศ

การคำนวณหาค่าความลาดชันโดยการรังวัดในภูมิประเทศนั้น เป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้งาน กับบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานตามแผนงาน/โครงการต่างๆที่ต้องการความถูกต้องสูง เช่นการสำรวจ ออกแบบ และก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานเช่น ถนน อุโมงค์ ระบบชลประทาน อ่างเก็บน้ำ เขื่อน ฝาย คันดิน การตัด หรือถมดิน งานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ฯลฯ ทั้งนี้ค่าความลาดชันของพื้นที่จะมีความถูกต้องมากน้อย เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับมาตรฐานความถูกต้องของ เครื่องมือ เทคนิควิธีการสำรวจรังวัดและการคำนวณ โดยการหาค่าความลาดชันด้วยวิธีนี้ จำเป็นต้องใช้งบประมาณ ระยะเวลาค่อนข้างสูงและเจ้าหน้าที่ที่มี

ทักษะความชำนาญด้านการสำรวจจริงวัดเป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ทางด้านกฎหมายและสภาพภูมิประเทศที่เป็นอุปสรรคบางฤดูกาลอีกด้วย

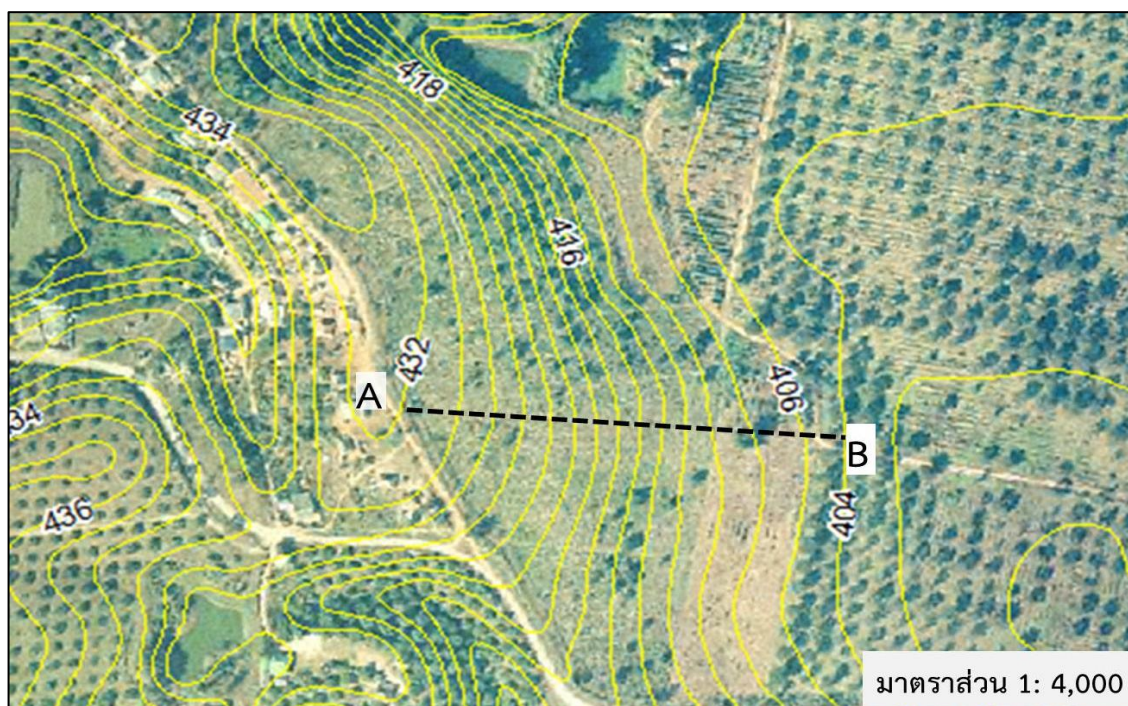
๒.๒.๒ การรังวัดจากแผนที่และเส้นชั้นความสูง โดยการวัดระยะทางระหว่างตำแหน่งหรือจุดที่ต้องการหาค่าความลาดชันบนแผนที่โดยระยะทางที่วัดได้เป็นระยะบนแผนที่ต้องนำไปเทียบอัตราส่วนตามมาตราส่วนของแผนที่นั้นเพื่อแปลงให้เป็นระยะทางราบ (Horizontal Distance) ในภูมิประเทศสำหรับค่าความสูงต่างระหว่างจุดที่พิจารณานั้น สามารถคำนวณได้จากเส้นชั้นความสูงที่ปรากฏบนแผนที่จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่

ตัวอย่างการหาค่าความลาดชันของพื้นที่จากจุด A ถึงจุด B ตามภาพที่ ๓-๗ โดยวัดระยะบนแผนที่จากจุด A ถึง จุด B ได้เท่ากับ ๗ เซนติเมตร คิดเป็นระยะทางราบในภูมิประเทศเท่ากับ ๒๘๐ เมตร (ระยะบนแผนที่ ๑ เซนติเมตรเท่ากับระยะในภูมิประเทศ ๔๐ เมตร) ค่าความสูงต่างระหว่างจุด A กับ จุด B เท่ากับ ๒๘ เมตร (๔๓๒ - ๔๐๔ เมตร) ดังนั้นค่าความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่จากจุด A ถึง จุด B คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังนี้

$$\text{ความลาดชัน (Slope)} = \frac{\text{ค่าความต่างของระดับความสูงของจุด A กับจุด B}}{\text{ระยะทางราบระหว่างจุด A กับจุด B}} \times ๑๐๐$$

$$= \frac{๔๐}{๒๐๐} \times ๑๐๐$$

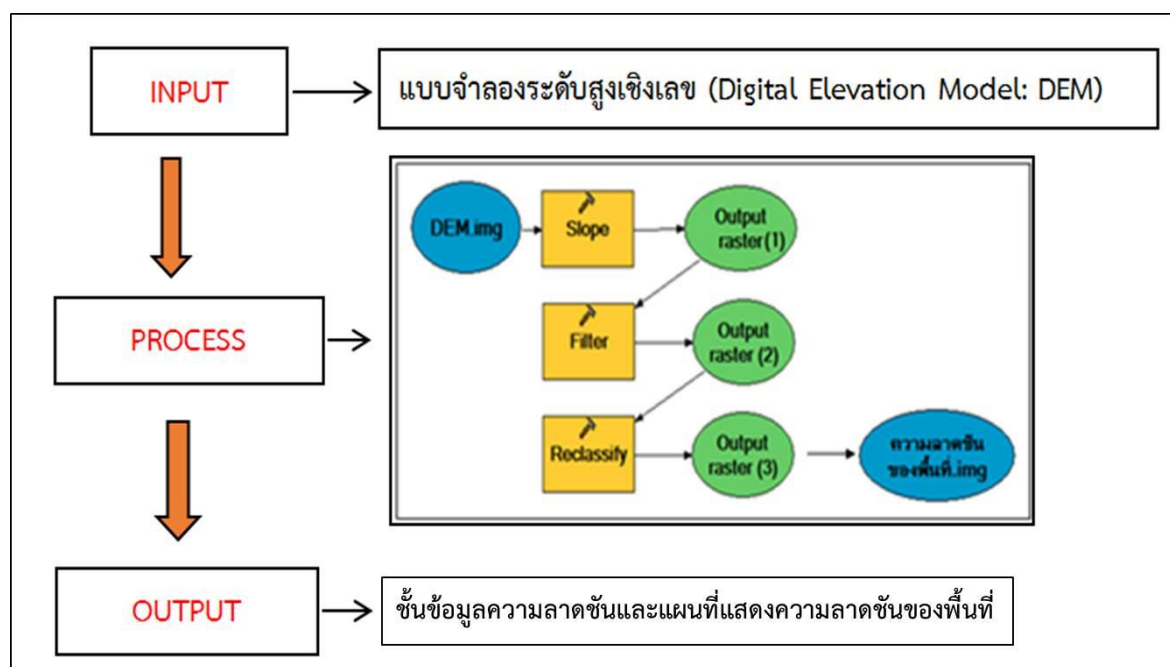
$$\text{ความลาดชันของพื้นที่} = ๒๐ \text{ เปอร์เซ็นต์}$$



ภาพที่ ๒-๓ การคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการรังวัดจากแผนที่และเส้นชั้นความสูง

การคำนวณหาค่าความลาดชันโดยการรังวัดจากแผนที่และเส้นชั้นความสูงนั้น เป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้งานกับบริเวณพื้นที่ขนาดเล็กเฉพาะแห่งหรือเป็นรายแปลง เนื่องจากใช้เวลาในการดำเนินการค่อนข้างมาก ประกอบกับผู้ดำเนินการต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและประสบการณ์ในด้านการอ่านและการใช้แผนที่ โดยจะต้องมีความละเอียดรอบคอบในการรังวัดและการคำนวณหาค่าความลาดชันจากข้อมูลบนแผนที่เป็นอย่างดี ดังนั้นค่าความถูกต้องของความลาดชันของพื้นที่ที่ได้จากวิธีนี้จึงขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องของแผนที่ที่นำมาใช้ในการคำนวณหาค่าความลาดชัน และทักษะ ความชำนาญและความละเอียดรอบคอบผู้ดำเนินการ

๒.๒.๓ การวิเคราะห์ความลาดชันจากข้อมูลความสูงภูมิประเทศด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นวิธีการหาค่าความลาดชันของพื้นที่ได้ทั้งในพื้นที่ขนาดเล็กเช่น แปลงที่ดิน พื้นที่ดำเนินโครงการ/กิจกรรมต่าง ๆ หรือพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น พื้นที่จังหวัด ลุ่มน้ำ ประเทศ หรือทั้งโลก ซึ่งสามารถดำเนินการโดยสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยการรวบรวมข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขในรูปแบบต่าง ๆ นำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์และจำแนกชั้นความลาดชันของพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยปัจจุบันวิธีการดังกล่าวถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายเนื่องจากเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ แอปพลิเคชัน มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของผู้ใช้งานในด้านต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะข้อมูลความสูงภูมิประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลหลักที่สำคัญในการวิเคราะห์และจำแนกชั้นความลาดชัน จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ให้เลือกใช้งานเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ ๒-๔ ผังภาพขั้นตอนการวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพที่ ๒-๕ การหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยการวิเคราะห์ความลาดชันจากข้อมูลความสูงภูมิประเทศ ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์

๒.๓ การจำแนกความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน โดยสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน ได้กำหนดหลักเกณฑ์การจำแนกความลาดชันและมีการปรับปรุงให้สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ แนวทางในการใช้ประโยชน์ที่ดิน และจัดการดินโดยแบ่งออกได้ ๘ ชั้น ดังตารางที่ ๒-๑

ตารางที่ ๒-๑ การจัดชั้นความลาดชันของพื้นที่ในประเทศไทย

สัญลักษณ์	ร้อยละของ ความลาดชัน	ความลาดชันเชิงซ้อน (Complex slope)	ความลาดชันเชิงเดี่ยว (Simple slope)
A	๐-๒	ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ (level to nearly level)	ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ (level to nearly level)
B	๒-๕	ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย (gently undulating)	ลาดชันเล็กน้อยมาก (very gently sloping)
C	๕-๑๒	ลูกคลื่นลอนลาด (undulating)	ลาดชันเล็กน้อย (gently sloping)
D	๑๒-๒๐	ลูกคลื่นลอนชัน (rolling)	ลาดชันสูง (strongly sloping)
E	๒๐-๓๕	เนินเขา (hilly)	สูงชันปานกลาง (moderately steep)
F	๓๕-๕๐	สูงชัน (steep)	สูงชัน (steep)
G	๕๐-๗๕	สูงชันมาก (very steep)	สูงชันมาก (very steep)
H	>๗๕	สูงชันมากที่สุด (extremely steep)	สูงชันมากที่สุด (extremely steep)

ที่มา : คู่มือการเขียนหน่วยแผนที่ดิน (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน ๒๕๔๗)

จากการศึกษาคู่มือการเขียนหน่วยแผนที่ดินของสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน ซึ่งจัดทำขึ้นเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๔๗ พบว่ามีความสอดคล้องกับหลักเกณฑ์การจำแนกและจัดชั้นความลาดชัน ของคู่มือการสำรวจและออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๕๕) ซึ่งกำหนดให้จัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ดำเนินการ มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ โดยการวิเคราะห์ และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM) มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดชั้นความลาดชันเป็น ๗ ชั้น ได้แก่ ชั้นความลาดชัน A มีค่าความลาดชันของพื้นที่ ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ ชั้นความลาดชัน B มีค่าความลาดชันของพื้นที่ ๒-๕ เปอร์เซ็นต์ ชั้นความลาดชัน C มีค่าความลาดชันของพื้นที่ ๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์ ชั้นความลาดชัน D มีค่าความลาดชันของพื้นที่ ๑๒-๒๐ เปอร์เซ็นต์ ชั้นความลาดชัน E มีค่าความลาดชันของพื้นที่ ๒๐-๓๕ เปอร์เซ็นต์ ชั้นความลาดชัน F มีค่าความลาดชันของพื้นที่ ๓๕-๕๐ เปอร์เซ็นต์ และชั้นความลาดชัน G มีค่าความลาดชันของพื้นที่มากกว่า ๕๐ เปอร์เซ็นต์

๒.๔ การวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๒.๔.๑ การปรับปรุง แก้ไข แผนที่และข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้การจัดทำแผนที่ แสดงความลาดชันของพื้นที่รายจังหวัด เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้ดำเนินการควรตรวจสอบ ข้อมูลมีความสมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องสามารถนำมาใช้งานได้หรือไม่ ซึ่งหากพบว่ามีข้อมูลไม่ถูกต้อง หรือ ข้อมูลไม่ครบถ้วนต้องดำเนินการปรับปรุง แก้ไข ให้ครบถ้วนและถูกต้องก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นตอนต่อไป โดยผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะความชำนาญและสามารถจัดการ ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยเทคนิควิธีการที่เกี่ยวข้องกับงาน GIS ในขั้นพื้นฐาน เช่นการรวมข้อมูล (Merge) การตัดข้อมูล (Clip) การลบข้อมูล (Erase) ฯลฯ สำหรับปัญหาสำคัญที่พบในการดำเนินการ ในครั้งนี้ คือ ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข และข้อมูลเส้นชั้นความสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ข้อมูลบางระวางไม่สมบูรณ์ หรือไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์และจำแนกความลาดชัน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ ซึ่งผู้ดำเนินการต้องตรวจสอบโดยละเอียดในทุกระวางก่อนนำมาผ่าน กระบวนการโมเสค (Mosaic) หรือเชื่อมต่อให้เป็นผืนเดียวกัน ซึ่งการตรวจสอบและการปรับปรุงแก้ไข ข้อมูลดังกล่าวนี้มีขั้นตอนและวิธีการที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน และปัญหาที่พบมีความแตกต่างกัน โดยต้อง อาศัยความรู้และทักษะความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน และผู้ควบคุมโครงการในการตรวจสอบและปรับปรุง แก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องเป็นกรณี ๆ ไป

๒.๔.๒ การจัดการโพลีกอนขนาดเล็กจำนวนมากที่เกิดจากการแปลงข้อมูลราสเตอร์ (Raster) เป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ประเภทรูปปิด (Polygon) ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวจะได้ผลลัพธ์เป็นแฟ้มข้อมูล ที่มีขนาดใหญ่มาก โดยจะมีจำนวนของรูปปิดหรือโพลีกอนที่มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันเป็นจำนวนมาก ปัญหาที่พบคือจะเกิดโพลีกอนหรือรูปปิดขนาดเล็กเป็นจำนวนมากกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นส่วน สำคัญที่ทำให้เกิดความยุ่งยากและเป็นอุปสรรคในการจัดการข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ ซึ่งผู้ดำเนินการจำเป็นต้องกำหนดขนาดเนื้อที่ของโพลีกอนที่มีขนาดเล็กที่สุดที่จะถูกขจัด โดยคำสั่ง อีลิมีเนท (Eliminate) เพื่อการรวมโพลีกอนที่มีขนาดเล็กเหล่านั้นเข้ากับโพลีกอนขนาดใหญ่ที่อยู่ติดกันหรือโพลีกอน

ข้างเคียง ภายในระยะห่างจำกัดที่มากที่สุด (snap tolerance) ที่กำหนดไว้ซึ่งผู้ดำเนินการได้ศึกษาแนวทางในการพิจารณาหลักเกณฑ์ของ Guidelines for surveying soil and land resources โดยนำมาดัดแปลงใช้ในการกำหนดพื้นที่ขนาดเล็กที่สุดของพื้นที่รูปปิดที่จะรวมเข้ากับรูปปิดใกล้เคียง ดังตารางที่ ๒-๒

ตารางที่ ๒-๒ คำแนะนำเกี่ยวกับการสำรวจเชิงคุณภาพของที่ดินในภูมิประเทศบนแผนที่มาตราส่วนต่างๆ ตามแนวทางการสำรวจทรัพยากรดินและที่ดิน

Cartographic scale	Area per observation			No. observations per unit area		
	Recommended range		Minimum acceptable	Recommended range		Minimum acceptable
	Upper Lower			high	low	
	Area (cm ^๒) of published map per site					
All scales	๑	๒ Units (ha/site)	๔	๑	๐.๕ Units (site/ha)	๐.๒๕
๑: ๑๐,๐๐๐	๑	๒	๔	๑	๐.๕	๐.๒๕
๑: ๒๕,๐๐๐	๖.๒๕	๑๒.๕	๒๕	๐.๑๖	๐.๐๘	๐.๐๔
๑: ๕๐,๐๐๐	๒๕	๕๐	๑๐๐	๐.๐๔	๐.๐๒	๐.๐๑
		Units (km ^๒ /site)			Units (sites/km ^๒)	
๑: ๑๐๐,๐๐๐	๑	๒	๔	๑	๐.๕	๐.๒๕
๑: ๒๕๐,๐๐๐	๖.๒๕	๑๒.๕	๒๕	๐.๑๖	๐.๐๘	๐.๐๔
๑: ๕๐๐,๐๐๐	๒๕	๕๐	๑๐๐	๐.๐๔	๐.๐๒	๐.๐๑

ที่มา : Guidelines for surveying soil and land resources. :Recommended ground observation densities for conventional qualitative land resource. (after Gunn et al. ๑๙๘๘)

จากตารางที่ ๒-๒ พื้นที่ขนาดเล็กที่สุดของพื้นที่รูปปิดที่สามารถแสดงบนแผนที่มาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ มีขนาดเท่ากับ ๐.๒๕ ตารางเซนติเมตร คิดเป็นเนื้อที่เท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร ดังนั้นในการวิเคราะห์และจำแนกชั้นความลาดชันของพื้นที่ในขั้นตอนของการแปลงชั้นข้อมูลความลาดชันรูปแบบราสเตอร์ (Raster) เป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ประเภทรูปปิด (Polygon) นั้น รูปปิดหรือโพลีกอนที่มีเนื้อที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร หรือ ๑๐๐ ตารางวา จะถูกขจัดโดยการรวมเข้ากับโพลีกอนที่มีเนื้อที่มากกว่า ๔๐๐ ตารางเมตรที่อยู่ใกล้เคียงภายในระยะห่างไม่เกินขีดจำกัดของระยะทางที่มากที่สุดตามที่กำหนดไว้ (snap tolerance = ๐.๐๐๑ m.)

๒.๔.๓ การกำหนดระยะทางสำหรับการปรับเส้นขอบเขตของรูปปิดหรือโพลีกอนให้กลมกลืนสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ (Smoot Polygon) เป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการหลังจากการแปลงชั้นข้อมูล

ความลาดชันรูปแบบราสเตอร์ (Raster) เป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ประเภทรูปปิด (Polygon) ซึ่งพบว่าเส้นขอบเขตของโพลีกอนจะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมเป็นมุม ไม่เป็นธรรมชาติและไม่กลมกลืนหรือสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศทั่วไป ซึ่งผู้ดำเนินการต้องทำการปรับแต่ง เส้นขอบเขตโพลีกอนให้เรียบกลมกลืน (Smooth Polygon) โดยการลดจำนวนจุด (vertex) ที่สร้างขึ้นถี่มากเกินไปที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการแปลงข้อมูลราสเตอร์มาเป็นข้อมูลเวกเตอร์ เพื่อให้เส้นขอบเขตโพลีกอนดูเรียบขึ้น มีความต่อเนื่องและกลมกลืน โดยใช้ชุดคำสั่ง “Data Management Tools --> Generalization --> Smooth Polygon” และกำหนดให้ใช้อัลกอริทึมของการทำเส้นในเรียบขึ้น (Smoothing Algorithm) แบบ PAEK สำหรับการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ภายใต้โครงการนี้ กำหนดให้ใช้ระยะทางของการย้ายส่วนที่ใช้คำนวณจุดใหม่ (Smoothing tolerance) เท่ากับ ๑๕ เมตร เนื่องจากใช้เวลาในการประมวลผลข้อมูลน้อยกว่าการกำหนดระยะ Smoothing tolerance เท่ากับ ๕ เมตรและ ๑๐ เมตร โดยผลลัพธ์ของเส้นขอบเขตของโพลีกอนที่สร้างใหม่มีรูปลักษณ์ของเส้นแตกต่างกับขอบเขตเดิมไม่มากนัก และมีความเรียบกลมกลืนสอดคล้องกับขอบเขตของรูปปิดเดิมเป็นส่วนใหญ่เมื่อแสดงผลลัพธ์ขอบเขตรูปปิดใหม่ที่สร้างขึ้นบนแผนที่มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ดังภาพที่ ๒-๖



ภาพที่ ๒-๖ ผลลัพธ์ของเส้นขอบเขตของรูปปิดที่เกิดขึ้นจากการกำหนดระยะทางของการย้ายส่วนที่ใช้คำนวณจุดใหม่ (Smoothing tolerance) เท่ากับ ๕ เมตร ๑๐ เมตร ๑๕ เมตร ๒๐ เมตร และ ๒๕ เมตร

๒.๔.๔ การกำหนดขอบเขตของพื้นที่และจำนวนเนื้อที่ของแต่ละจังหวัด ซึ่งเป็นชั้นข้อมูล ที่จัดทำขึ้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเภทข้อมูลเวกเตอร์ ในรูปแบบโพลีกอน (Polygon) โดย กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย เป็นหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบในการจัดทำชั้นข้อมูลดังกล่าวซึ่งจะมีการปรับปรุงข้อมูลให้มีความถูกต้องเป็นไปตามการประกาศหรือกำหนดเขตการปกครองตามแผนงานหรือ โครงการต่าง ๆ จึงทำให้เขตการปกครองในบางจังหวัดมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมใน ขณะที่จำนวนเนื้อที่ ของจังหวัดยังคงใช้ตามที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ปัญหาที่พบจำนวนเนื้อที่ของจังหวัดที่ได้จากการ คำนวณด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะมีจำนวนเนื้อที่ไม่เท่ากันในแต่ละครั้งที่มีการปรับปรุงชั้นข้อมูล ซึ่งไม่เท่ากับจำนวนเนื้อที่ของจังหวัดที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้หน่วยงาน ที่จัดทำแผนที่ในภาพรวมของจังหวัด เช่นแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน แผนที่ดิน ใช้วิธีการเทียบอัตราส่วน ค่าความต่างของจำนวนเนื้อที่ที่ได้จากการคำนวณด้วย GIS กับเนื้อที่ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา นำมา เฉลี่ยตามสัดส่วนเพื่อให้ได้เนื้อที่เท่ากับเนื้อที่รวมของจังหวัดตามที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ซึ่งจะทำให้ เนื้อที่รวมของจังหวัดอาจมีจำนวนมากกว่าหรือน้อยกว่าจำนวนเนื้อที่ที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลเชิงพื้นที่ ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ดังนั้น ในการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่รายจังหวัดภายใต้โครงการนี้ จะใช้เนื้อที่ ของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากการคำนวณด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ชั้นข้อมูลเขตการปกครอง ของกรมการปกครอง (ปรับปรุงเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๕๖) เป็นข้อมูลอ้างอิงในการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ของ แต่ละจังหวัด ทั้งนี้หากผู้ใช้ข้อมูลต้องการเนื้อที่ของพื้นที่ที่มีความลาดชันในแต่ละระดับหรือเนื้อที่รวมของ ทั้งจังหวัดตามที่จำนวนเนื้อที่ที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาก็สามารถใช้วิธีการคำนวณเทียบตามสัดส่วน ของเนื้อที่ที่เกินหรือขาดไปแล้วนำไปคูณกับจำนวนเนื้อที่ความลาดชันของพื้นที่ภายใต้โครงการนี้

บทที่ ๓

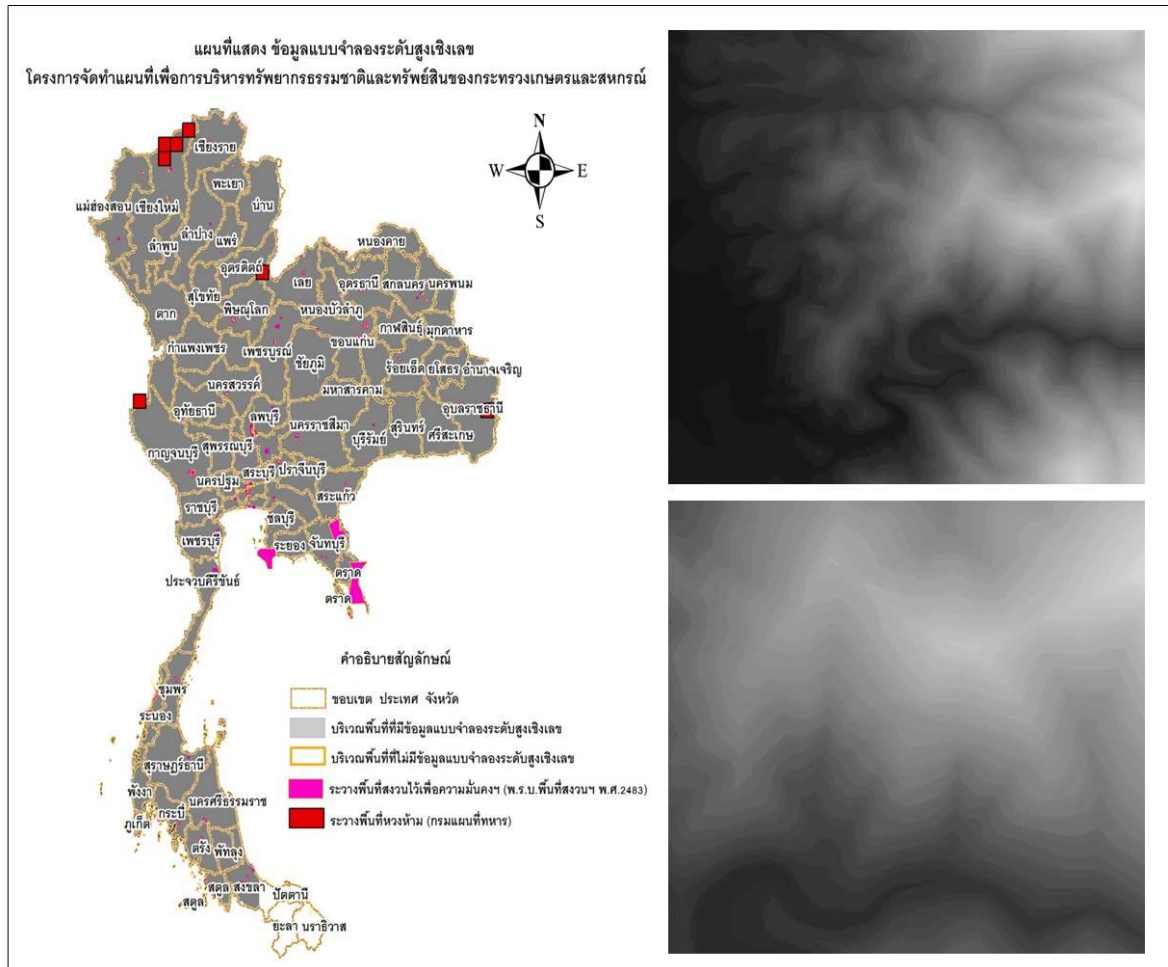
แผนที่ ข้อมูล ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ดำเนินการ

๓.๑ แผนที่และข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์และจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่

แผนที่และข้อมูลทางแผนที่ที่นำมาใช้วิเคราะห์และจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดนั้น เป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากหน่วยงานต่างๆ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีรายละเอียด คุณลักษณะ ข้อดี ข้อด้อยและข้อจำกัดของการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ผู้ปฏิบัติงานควรศึกษาและทำความเข้าใจข้อมูลที่นำมาใช้งานเสียก่อน เพื่อจะได้นำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ไม่เกิดความผิดพลาดในกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่างๆ สำหรับแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ที่นำมาใช้ดำเนินการในครั้งนี้ ได้แก่

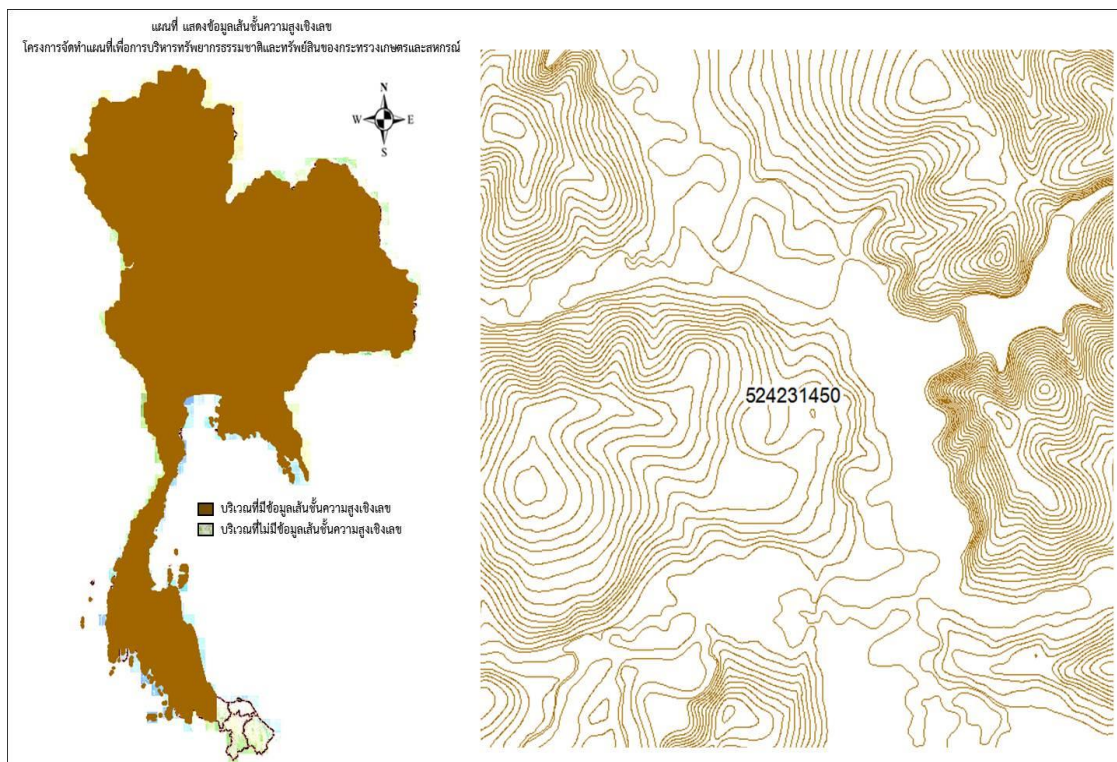
๓.๑.๑ ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยการบันทึกค่าระดับของกลุ่มของจุดที่มีระยะห่างระหว่างจุดคงที่ ครอบคลุมพื้นที่ดังกล่าว จัดเก็บตามรูปแบบที่กำหนดไว้ลงบนแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลขที่นำมาใช้ในโครงการนี้ เป็นข้อมูลที่จัดทำขึ้นภายใต้โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่ ได้แก่

๑) ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ ซึ่งเป็นข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่ได้จากการผลิตแบบจำลองระดับสูงจากภาพคู่ซ้อนสามมิติที่อยู่ติดกันที่ละคู่ภาพโดยการรังวัดด้วยเครื่องร่างแผนที่สามมิติประเภทเชิงเลข (Digital Photogrammetric Stereo Plotter) โดยทำการรังวัดจุดความสูงโดยวิธีสุ่มให้กระจายไปทั่วพื้นผิวภูมิประเทศโดยมีช่วงห่างระหว่างจุดไม่เกิน ๕ เมตร ซึ่งในพื้นที่ราบหรือมีความลาดชันน้อยกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์ จุดความสูงที่ทำการรังวัดจะต้องมีความคลาดเคลื่อนที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์ ไม่เกิน ๒ เมตร และ พื้นที่เนินเขาหรือพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์ จุดความสูงที่ทำการรังวัดจะต้องมีความคลาดเคลื่อนที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์ ไม่เกิน ๔ เมตร สำหรับบริเวณที่มีความสูงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน หรือมีความสูงเด่นชัด เช่น ยอดเนิน ยอดเขา สันเขา ร่องน้ำ สันเขื่อน ถนนที่มีการยกกระดุมสูงจากพื้นดินเดิม ฯลฯ ต้องทำการรังวัดเส้นหยุด (Break line) และจุดระดับความสูง (Spot height) ที่มีระยะทางที่ปรากฏในภูมิประเทศตั้งแต่ ๔๐ เมตรขึ้นไปในทุกๆ ระยะ ๕ เมตรและ/หรือทุกจุดหักมุมของแนวเส้นในภาพจำลองสามมิติ (Stereo Model) จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาดำเนินการสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขในรูปแบบของราสเตอร์ โดยวิธีการประมาณค่าความสูงด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) ระยะห่างของราสเตอร์เท่ากับ ๕ เมตร โดยจัดเก็บลงบนสื่อบันทึกข้อมูลราสเตอร์ตามมาตรฐานของ ERDAS IMAGINE File Format (img) ในรูปแบบของจุดระดับเป็นแถวและคอลัมน์ (Row, Column) ความละเอียดจุดภาพเท่ากับ ๕ เมตร โดยแต่ละระวางมีขนาดเท่ากับ ๒x๒ ตารางกิโลเมตร ขอบเขตระวางและการกำหนดหมายเลขระวางมีความสอดคล้องและเข้ากันได้กับแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรี มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ดังภาพที่ ๓-๑



ภาพที่ ๓-๑ ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ หมายเลขระวาง ๕๒๔๒III ๑๔๕๐

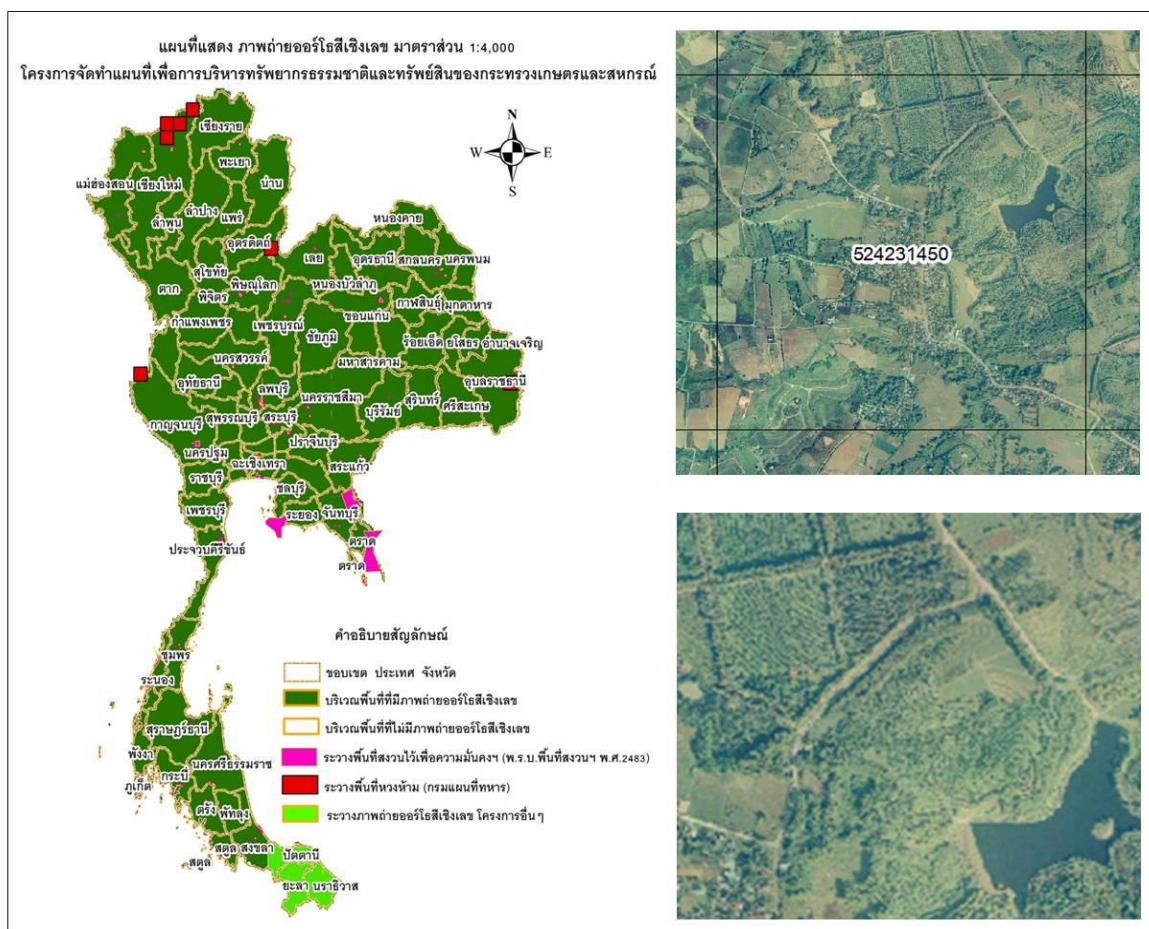
๒) เส้นชั้นความสูงเชิงเลข (Contour Line) มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ คือเส้นที่ลากผ่านจุดที่มีระดับสูงเท่ากันสำหรับใช้แสดงลักษณะความสูงต่ำของพื้นที่ โดยสร้างจากแบบจำลองระดับสูงที่เป็นจุดระดับความสูง ร่วมกับข้อมูลเส้นหยุด (Break line) และจุดความสูง (height Spot) โดยการสร้างข่ายสามเหลี่ยมไม่ปกติ (Triangulated Irregular Network : TIN) บริเวณพื้นที่ราบ มีความลาดชันไม่เกิน ๓๕ เปอร์เซ็นต์ ระยะห่างระหว่างเส้นชั้นความสูง (Contour Interval) เท่ากับ ๒ เมตร สำหรับในบริเวณพื้นที่สูงชันที่มีความลาดชันมากกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป หากเส้นชั้นความสูงที่ปรากฏบนแผนที่มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ มีระยะห่างกันน้อยกว่า ๑ มิลลิเมตร จะมีช่วงห่างระหว่างเส้นชั้นความสูงเป็น ๕ เมตร หรือ ๑๐ เมตร ตามความเหมาะสม โดยเส้นชั้นความสูงที่มีค่าเป็นบวกแสดงค่าความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง (MSL) เส้นชั้นความสูงที่มีค่าเป็นลบแสดงค่าความสูงต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง จัดเก็บลงบนสื่อบันทึกข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์ตามมาตรฐาน USDG SDTS with vector profile format โดยแต่ละระวางมีขนาดเท่ากับ ๒๕๒ ตารางกิโลเมตร ขอบเขตระวางและการกำหนดหมายเลขระวางมีความสอดคล้องและเข้ากันได้กับแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรี มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ ดังภาพที่ ๓-๒



ภาพที่ ๓-๒ ภาพข้อมูลเส้นชั้นความสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ หมายเลขระวาง ๕๒๔๒III ๑๔๕๐

๓.๑.๒ ภาพถ่ายออร์โธรีซีเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ จัดทำขึ้นจากภาพถ่ายทางอากาศสีเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๒๕๐,๐๐๐ โดยกระบวนการรังวัดด้วยภาพดิจิทัล (Digital photogrammetry) ซึ่งได้ทำการปรับแก้ความผิดเพี้ยนอันเนื่องมาจากเรขาคณิตของการถ่ายภาพ และความสูงต่างของภูมิประเทศ (Relief displacement) ด้วยข้อมูลความสูงภูมิประเทศ โดยอ้างอิงกับระบบพิกัดโลกแล้ว พิกัดทางราบอ้างอิงระบบพิกัดยูทีเอ็ม (UTM) พื้นหลักฐานสากล (WGS ๘๔) ผลลัพธ์ที่ได้คือภาพถ่ายที่ปรากฏรายละเอียดลักษณะสิ่งปกคลุมภูมิประเทศ ณ เวลาที่ทำการถ่ายภาพไว้ทั้งหมด มีมาตราส่วนและความถูกต้อง สามารถวัดพิกัด ทิศทาง ระยะทาง ขนาด และรูปร่างของวัตถุได้เช่นเดียวกับแผนที่ลายเส้น หรือแผนที่ภูมิประเทศ โดยแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีซีเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ มีขนาดระวางมาตรฐาน ๒๖ ตารางกิโลเมตร (เพิ่มพื้นที่ในแต่ละด้านของระวางภาพถ่ายออกไปอีกด้านละ ๕๐๐ เมตร) ขอบเขตระวางแผนที่และ การกำหนดหมายเลขระวางภาพถ่ายออร์โธรีซีเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ มีความสอดคล้องและเข้ากันได้กับระวางแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน ๑: ๕๐,๐๐๐ ลำดับชุด L๗๐๑๘ ของกรมแผนที่ทหารโดยใช้หมายเลขระวางแผนที่ดังกล่าวเช่น ๕๒๔๒III ตามด้วยค่าพิกัดตะวันออก (Easting) หลักสิบและหลักหน่วยของกิโลเมตรที่เป็นเลขคู่เช่น ๑๔ และค่าพิกัดเหนือ (Northing) หลักสิบและหลักหน่วยของกิโลเมตรที่เป็นเลขคู่ของมุมล่างซ้ายของระวางแผนที่ เช่น ๕๐ ซึ่งจะเป็นหมายเลขระวางของภาพถ่ายออร์โธรีซี มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ หมายเลขระวาง ๕๒๔๒๓๑๔๕๐ จัดเก็บตามมาตรฐาน USGS SDTS/Geo TIFF ขนาดความละเอียดจุดภาพเท่ากับ ๑ เมตร มีเกณฑ์ความถูกต้องที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณพื้นที่ราบ

ความลาดชันไม่เกิน ๓๕ เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ๑ เมตรและบริเวณพื้นที่สูงชัน ความลาดชันเกิน ๓๕ เปอร์เซ็นต์ มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ๒ เมตร ดังภาพที่ ๓-๓



ภาพที่ ๓-๓ ภาพถ่ายออร์โธรีเฟอกราฟิก เลข ๑:๔,๐๐๐ หมายเลขระวาง ๕๒๔๒๓๑๔๕๐

๓.๑.๓ แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน มาตรฐาน ๑: ๒๕,๐๐๐ สํารวจและจัดทำโดย กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการอ่านแปลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออส (THEOS) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Band) รายละเอียดของภาพ ๑๕ เมตรและข้อมูลภาพช่วงคลื่นเดี่ยว (Panchromatic Band) รายละเอียดของข้อมูลภาพ ๒ เมตร นำมาผ่านกระบวนการเน้นรายละเอียดของข้อมูลภาพ (Pan-sharpened) โดยใช้ภาพถ่ายออร์โธรีเฟอกราฟิก มาตรฐาน ๑:๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นแผนที่ฐาน (Base Map) ในการอ้างอิงพิกัดทางราบโดยการตรึงพิกัดของภาพถ่ายดาวเทียมธีออส แล้วนำมาทำการอ่านแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพด้วยสายตาเพื่อจำแนกสภาพการใช้ที่ดิน ร่วมกับการสำรวจข้อมูลภาคสนามในปีที่ดำเนินการสำรวจในแต่ละจังหวัด แล้วนำมาจัดทำชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบข้อมูลเชิงเส้น (Vector ดังภาพที่ ๓-๔ และภาพที่ ๓-๕

สำหรับแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน มาตรฐาน ๑:๒๕,๐๐๐ นั้น กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน มีแผนงานในการปรับปรุงแผนที่สภาพการใช้ที่ดินของแต่ละจังหวัดในทุก ๆ ๒-๕ ปี โดยดำเนินการสำรวจ และจัดทำแผนที่สภาพการใช้ที่ดินเป็นรายจังหวัดและจัดชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินในระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรมีการตรวจสอบกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอรับการสนับสนุนข้อมูล แผนที่สภาพการใช้ที่ดินที่มีความทันสมัยและมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน

๓.๒ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

การวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่เพื่อการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ ของแต่ละจังหวัดนั้น จำเป็นต้องใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มี ประสิทธิภาพ มีขีดความสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูล การจัดการข้อมูล การประมวลผล การวิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดในรูปแบบของราสเตอร์และเวกเตอร์หลายชั้นข้อมูล โดยแต่ละชั้นข้อมูลที่มีขนาดไฟล์ที่ใหญ่มากในระดับกิกะไบต์ถึงเทราไบต์ ซึ่งหากใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพต่ำ มีพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่รองรับการทำงาน ด้าน GIS อาจทำให้ไม่สามารถดำเนินการได้ตามแผนงานและเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทั้งนี้หากกำหนดสเปค หรือคุณสมบัติเฉพาะของคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และโปรแกรม GIS ที่มีประสิทธิภาพสูงเกินไป ก็จะต้องใช้ งบประมาณในการจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่ที่มีราคาสูงเกินความจำเป็นของความต้องการใช้งาน ผู้จัดทำได้ศึกษารายละเอียดคุณลักษณะพื้นฐานครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่มีขีดความสามารถรองรับการใช้งาน GIS ในการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่เพื่อการจัดทำ แผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัด สำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดหาหรือจัดเตรียม ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับใช้ดำเนินงาน ดังนี้

๓.๒.๑ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่รองรับการใช้งาน GIS แบบประมวลผลเชิงกราฟิกได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถประมวลผลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งในรูปแบบ ราสเตอร์และเวกเตอร์ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analysis) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) และการวิเคราะห์ในรูปแบบอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนและข้อมูลที่มีขนาดความจุมากกว่า ๑ เทราไบต์ สามารถ ประมวลผลภาพสามมิติเชิงกราฟิกคุณภาพสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๔ แกนหลัก (๔ core) ความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า ๒.๘ GHz ความเร็วของหน่วยความจำ ไม่น้อยกว่า ๑,๐๖๖ MHz หน่วยประมวลผลแสดงผลแยกจากแผงวงจรหลักที่รองรับการทำงานแบบ สามมิติที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า ๑ GB โดยมีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๓ ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB มีระบบปฏิบัติการรองรับการทำงานแบบ ๖๔ บิต และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ ที่สนับสนุนการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๓.๒.๒ เครื่องพิมพ์แผนที่สี (Plotter) ความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า ๒๔๐๐ x ๑๒๐๐ dpi สามารถพิมพ์บนกระดาษที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า ๔๒ นิ้ว โดยมีความแม่นยำของลายเส้น ไม่น้อยกว่า ± 0.1 เปอร์เซ็นต์ และมีขนาดความกว้างของลายเส้นเล็กที่สุดที่ ๐.๐๒ มิลลิเมตร สามารถพิมพ์ภาษาไทย

และภาพกราฟิกได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ มีหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า ๒๕๖ MB และมีหน่วยความจำเสมือน (Virtual) ไม่น้อยกว่า ๔๐ GB

๓.๒.๓ ซอฟต์แวร์สารสนเทศภูมิศาสตร์ คือโปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ใช้สั่งหรือควบคุมระบบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ ๔ กระบวนการ ได้แก่ การนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลและจัดการฐานข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลลัพท์ ปัจจุบันโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการพัฒนาให้มีขีดความสามารถในการใช้งานได้อย่างกว้างขวาง และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในด้านต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์รหัสเปิดได้แก่ Quantum GIS หรือ QGIS, MapWindow GIS, ILWIS, GRASS GIS, Udig ซึ่งสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งใช้งานโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ที่มีลิขสิทธิ์และมีค่าใช้จ่ายในการจัดหา มาใช้งานได้แก่ โปรแกรม Arc GIS, MapInfo, GeoMedia, IDRISI GIS ฯลฯ โดยค่าใช้จ่ายดังกล่าวขึ้นอยู่กับโมดูลและฟังก์ชันหรือแอปพลิเคชันที่ใช้งานในแต่ละระดับ ปัจจุบัน โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้รับการพัฒนาให้ประสิทธิภาพ และใช้งานง่ายมากยิ่งขึ้น ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open Source) และซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ สำหรับให้ผู้เลือกใช้ใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเป็นจำนวนมาก โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกฟังก์ชันหรือโมดูล (Module) ได้ตั้งแต่ระดับการใช้งานคุณสมบัติพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ การนำเข้า การปรับปรุง แก้ไข การสืบค้นหรือค้นคืนข้อมูล ระดับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ระดับการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายเชิงเส้น และระดับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงภูมิประเทศ ซึ่งการเลือกระดับที่สูงขึ้นหรือมีฟังก์ชันและโมดูลของการใช้งานโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เพิ่มมากขึ้นย่อมหมายถึงค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณที่ใช้ในการจัดซื้อโปรแกรมที่สูงขึ้นด้วย

เอกสารฉบับนี้จะอธิบายถึงรายละเอียดและวิธีการใช้โปรแกรม Arc GIS เวอร์ชัน ๑๐ ที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้าข้อมูล การจัดการข้อมูล การประมวลผล การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดทำชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัด ซึ่งเป็นการใช้งาน GIS ในระดับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงภูมิประเทศ (Terrain Analysis) เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงาน เฉพาะในส่วนของขั้นตอนวิธีการและข้อกำหนดที่สำคัญที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องใช้ในการดำเนินงานภายใต้โครงการนี้เพื่อให้ได้ผลงานที่มีรูปแบบและเป็นมาตรฐานเดียวกัน

บทที่ ๔

ขั้นตอนและวิธีการ

๔.๑ การรวบรวมแผนที่ ข้อมูลทางแผนที่และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด

ผู้ดำเนินการจะต้องทำการรวบรวมแผนที่ ข้อมูลทางแผนที่และข้อมูลพื้นฐานของแต่ละจังหวัดให้มีจำนวนครบถ้วนตามรายการข้อมูลที่กำหนดไว้ โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้งานควรเป็นข้อมูลที่มีความทันสมัยหรือมีการปรับปรุงปีล่าสุด แหล่งที่มาของข้อมูลควรเป็นหน่วยงานเจ้าของข้อมูลหรือหน่วยงานที่จัดทำข้อมูลนั้นๆ โดยอาจเป็นการขอรับการสนับสนุนจากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลโดยตรง หรือดาวน์โหลดข้อมูลจากแหล่งเผยแพร่และให้บริการข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับสามารถใช้อ้างอิงข้อมูลเชิงวิชาการได้ ซึ่งในเอกสารฉบับนี้ได้กำหนดรายการของแผนที่ ข้อมูลทางแผนที่และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด ที่จำเป็นต้องรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ สำหรับใช้วิเคราะห์และจำแนกความลาดชันเพื่อการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่แต่ละจังหวัด มีดังนี้

๔.๑.๑ แผนที่และข้อมูลทางแผนที่ที่นำมาใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๑) แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตรฐานส่วน ๑: ๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่จัดขึ้นเมื่อปี พ.ศ.๒๕๔๕-๒๕๕๐ ปัจจุบันอยู่ในความดูแลของ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน เป็นชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเภทข้อมูลราสเตอร์ (Raster) ความละเอียดจุดภาพ (Pixel Size) เท่ากับ ๕ เมตร จัดเก็บเป็นระวางมาตรฐานในรูปแบบของ ERDAS IMAGINE File Format (img)

๒) เส้นชั้นความสูงเชิงเลข (Contour) มาตรฐานส่วน ๑: ๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประเภทข้อมูลเวกเตอร์ ชนิดลายเส้น (Line) จัดเก็บในรูปแบบของ Shape file

๓) ภาพถ่ายออร์โธสตีเชิงเลข (Ortho Photo) มาตรฐานส่วน ๑: ๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเภทข้อมูลราสเตอร์ (Raster) ความละเอียดจุดภาพ (Pixel Size) เท่ากับ ๑ เมตร จัดเก็บเป็นระวางมาตรฐานในรูปแบบของ Tiff file

๔) แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐานส่วน ๑: ๕๐,๐๐๐ ลำดับชุด L๗๐๑๘ จัดทำและผลิตโดยกรมแผนที่ทหาร เป็นข้อมูลภาพแผนที่ประเภทข้อมูลราสเตอร์ (Raster) จัดเก็บข้อมูลเป็นระวางมาตรฐานขนาด ๑๕x๑๕ ลิปดาในรูปแบบของ Tiff file

๕) ชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง มาตรฐานส่วน ๑: ๕๐,๐๐๐ จัดทำและปรับปรุงเมื่อปี พ.ศ.๒๕๕๖ โดยกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ประกอบด้วยเขตตำบล อำเภอ จังหวัด เป็นชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเภทข้อมูลเวกเตอร์ ชนิดรูปปิดหรือโพลีกอน (Polygon) จัดเก็บในรูปแบบของ Shape file

๖) แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน มาตรฐาน ๑: ๒๕,๐๐๐ ดำเนินการและจัดทำโดย กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน เป็นชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเภทข้อมูลเวกเตอร์ ชนิดรูปปิดหรือโพลีกอน (Polygon) จัดเก็บในรูปแบบของ Shape file ของแต่ละจังหวัด โดยจะมีการปรับปรุงแผนที่และชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินเป็นประจำในทุกๆ ๒-๕ ปี

๗) ชั้นข้อมูลกลุ่มชุดดิน มาตรฐาน ๑: ๒๕,๐๐๐ ดำเนินการและจัดทำโดยสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน ดำเนินการแล้วเสร็จทั่วประเทศเมื่อปี พ.ศ.๒๕๕๓ และมีการปรับปรุงแผนที่ชุดดิน มาตรฐาน ๑: ๒๕,๐๐๐ ของแต่ละจังหวัด โดยกองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน ในปี พ.ศ.๒๕๕๔ จนถึงปัจจุบัน โดยเป็นชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเภทข้อมูลเวกเตอร์ ชนิดรูปปิดหรือโพลีกอน (Polygon) จัดเก็บในรูปแบบของ Shape file

๘) ชั้นข้อมูลแม่น้ำ ทางน้ำและแหล่งน้ำ มาตรฐาน ๑:๔,๐๐๐ จัดทำโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งเป็นชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเภทข้อมูลเวกเตอร์ ชนิดรูปปิดหรือโพลีกอน (Polygon) จัดเก็บในรูปแบบของ Shape file ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้รับการสนับสนุนข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๕๒ ภายใต้บันทึกข้อตกลงความร่วมมือเพื่อการใช้แผนที่และข้อมูลทางแผนที่ของทั้งสองหน่วยงาน โดย สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ นำมาปรับปรุงและพัฒนาชั้นข้อมูลแหล่งน้ำของแต่ละจังหวัดให้มีความถูกต้องและมีความทันสมัย โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ ปี พ.ศ.๒๕๕๙ เป็นต้นมา

๙) ชั้นข้อมูลป่าไม้ มาตรฐาน ๑:๕๐,๐๐๐ ซึ่งเป็นชั้นข้อมูลประเภทเขตป่าตามกฎหมาย ได้แก่ เขตป่าสงวนแห่งชาติ เขตอุทยานแห่งชาติ เขตห้ามล่าสัตว์ป่า เขตรักษาพันธุ์ป่า ฯลฯ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้รับการสนับสนุนข้อมูลดังกล่าวจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๕๘ ซึ่งเป็นชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเภทข้อมูลเวกเตอร์ ชนิดรูปปิดหรือโพลีกอน (Polygon) จัดเก็บในรูปแบบของ Shape file

๔.๑.๒ ข้อมูลพื้นฐานของแต่ละจังหวัด ได้แก่ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ สภาพเศรษฐกิจและสังคมทรัพยากรธรรมชาติ และสภาพการใช้ที่ดิน เป็นข้อมูลที่น่าสนใจนำมาใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำรายงานสภาพความลาดชันของพื้นที่และข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของจังหวัด ซึ่งผู้ดำเนินการสามารถค้นหาและรวบรวมข้อมูลดังกล่าวได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

๑) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ ที่ตั้งและอาณาเขต เป็นข้อมูลที่สามารถค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลได้จากแผนที่ภูมิประเทศ ของกรมแผนที่ทหาร แผนที่เขตการปกครอง ของกรมการปกครอง ข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยา ขอรับการสนับสนุนข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณีหรือดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรธรณี และข้อมูลสภาพภูมิอากาศ สามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ของ กรมอุตุนิยมวิทยา

๒) สภาพเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วย ลักษณะการปกครอง ประชากรและอาชีพ สภาพทั่วไปของเศรษฐกิจ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด รายได้และรายจ่ายเฉลี่ยต่อครัวเรือน ฯลฯ เป็นข้อมูลที่สามารถค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลได้จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานสถิติจังหวัด

๓) ทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ และทรัพยากรป่าไม้ เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษา รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะจัดทำเป็นเอกสารรายงานหรือข้อมูลทางวิชาการเผยแพร่ตามเว็บไซต์ของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมป่าไม้ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด และสำนักงานจังหวัดต่าง ๆ

๔) สภาพการใช้ที่ดิน เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด จากแผนที่และชั้นข้อมูลการสภาพการใช้ที่ดิน มาตราส่วน ๑:๒๕,๐๐๐ ของกองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน และข้อมูลการสำรวจ และเก็บรวบรวมข้อมูลในภูมิประเทศในขั้นตอนของการสำรวจภาคสนาม

๔.๒ การนำเข้าข้อมูลและจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

๔.๒.๑ นำเข้าข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของแต่ละจังหวัดด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่ความลาดชันของพื้นที่แต่ละจังหวัด ได้แก่

- ๑) ชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐
- ๒) ชั้นข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐
- ๓) ชั้นข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน มาตราส่วน ๑:๒๕,๐๐๐
- ๔) ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐
- ๕) แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐
- ๖) เส้นชั้นความสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐

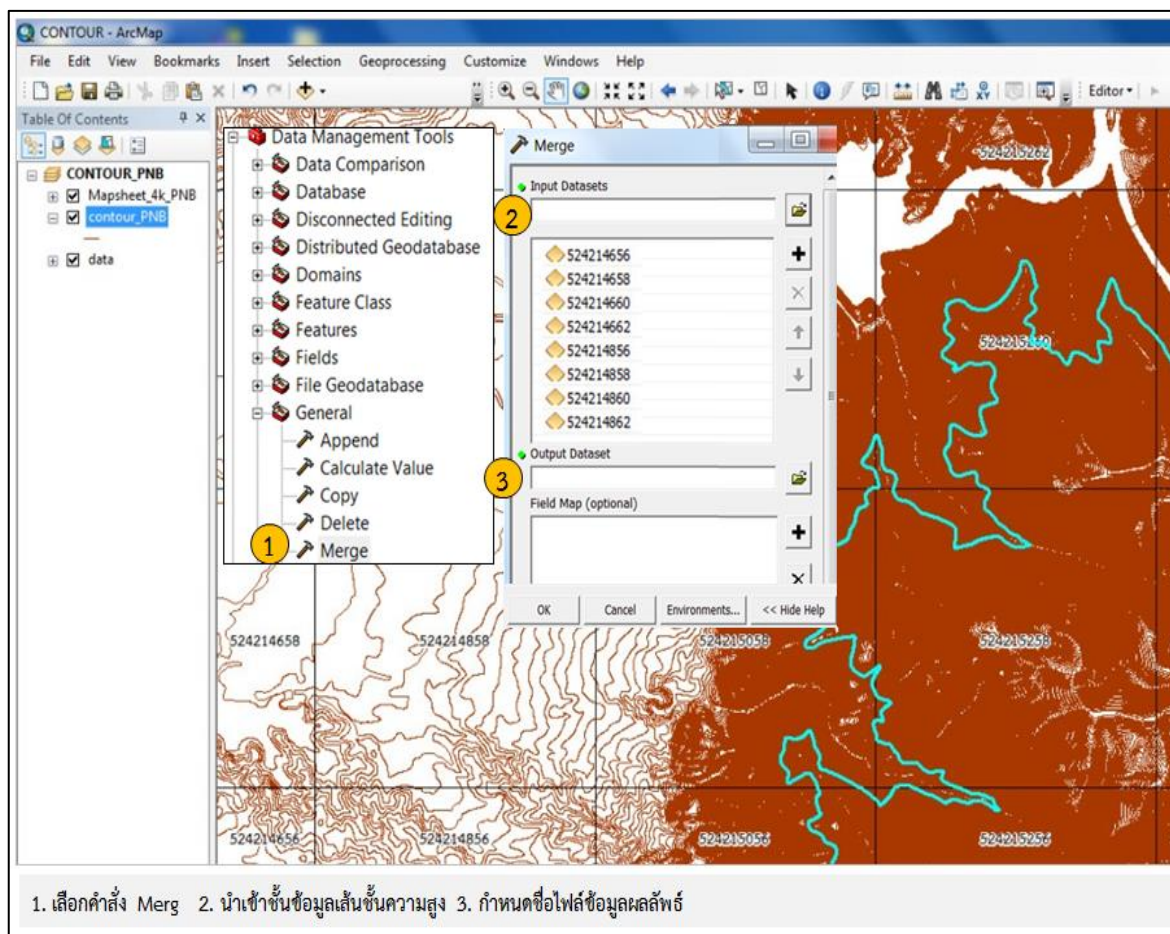
สำหรับ ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข และเส้นชั้นความสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ครอบคลุมพื้นที่ของแต่ละจังหวัดนั้น จะมีจำนวนระวางหรือไฟล์ข้อมูลเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อความสะดวกและง่ายต่อการทำงานในขั้นตอนของการนำเข้าโครงสร้างไฟล์เตอร์สำหรับนำเข้าข้อมูลแต่ละประเภทข้อมูลไว้ เช่น ไฟล์เตอร์ “Ortho” สำหรับนำเข้าไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข ไฟล์เตอร์ “Dem” สำหรับนำเข้าไฟล์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข และไฟล์เตอร์ “Contour” สำหรับนำเข้าไฟล์ข้อมูลเส้นชั้นความสูง เพื่อสะดวกต่อการจัดการแฟ้มข้อมูลและการเปิด-ปิดชั้นข้อมูล

๔.๒.๒ ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขแต่ละระวางให้มีคุณภาพถูกต้องและครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของแต่ละจังหวัด โดยใช้ชั้นข้อมูลเขตการปกครอง ปรับปรุงล่าสุดเมื่อปี พ.ศ.๒๕๕๖ ของกรมการปกครอง เป็นกรอบในการพิจารณาตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่นำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๔.๒.๓ โมเสค (Mosaic) ข้อมูลราสเตอร์ที่นำเข้ามาใช้งานในระบบ GIS ซึ่งมีจำนวนไฟล์ข้อมูลมากกว่า ๑ ไฟล์ ซึ่งเป็นขั้นตอนของการเชื่อมต่อข้อมูลราสเตอร์ให้เป็นผืนเดียวกัน โดยข้อมูลที่ต่อโมเสคให้เป็นผืนเดียวกันได้แก่ ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ และแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ โดยใช้คำสั่ง data Management Tools---> Raster---> Raster dataset---> Mosaic To New Raster ดังภาพที่ ๔-๑

ภาพถ่ายออร์โธสีเชิงเลขที่ผ่านการโหม้เศกภาพให้เป็นผืนเดียวกันแล้วจะใช้เป็นแผนที่ฐานในการปรับปรุง แก้ไขความคลาดเคลื่อนของชั้นข้อมูลที่มีความละเอียดถูกต้องหรือมีมาตราส่วนเล็กกว่าและใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและลักษณะกายภาพที่มีผลกระทบหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพความลาดชันของพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลในการสำรวจและเก็บข้อมูลในภูมิประเทศ

๔.๒.๔ การเมอร์จ (Merge) ข้อมูลเวกเตอร์รูปแบบเดียวกันเข้าด้วยกันโดยเป็นการรวมข้อมูล
เส้นชั้นความสูงเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดให้เป็นผืนเดียวกัน โดยใช้คำสั่ง
data Management Tools---> General---> Merge ดังภาพที่ ๔-๒

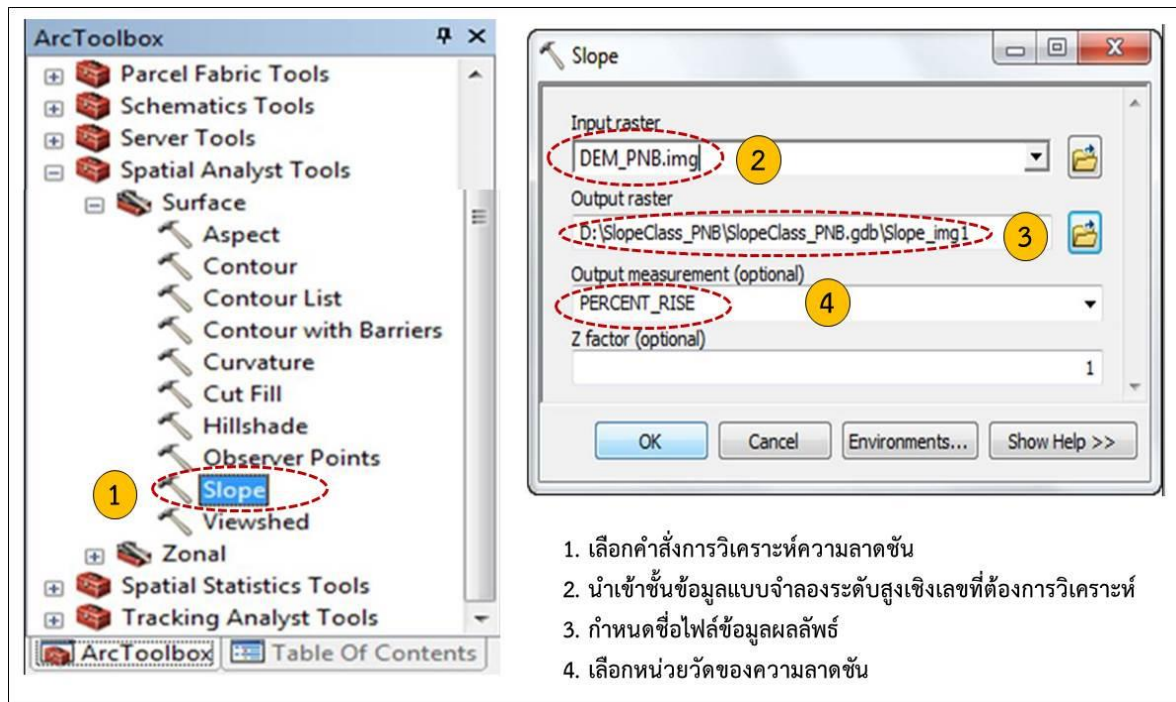


ภาพที่ ๔-๒ การเมอร์ช (Merge) หรือการรวมชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐

ผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตรวจพิจารณาความถูกต้องและความสอดคล้องของชั้นข้อมูลการจำแนกและจัดชั้นความลาดชันของพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์และจัดชั้นความลาดชันจากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ซึ่งได้อธิบายขั้นตอนวิธีการไว้ในบทที่ ๕

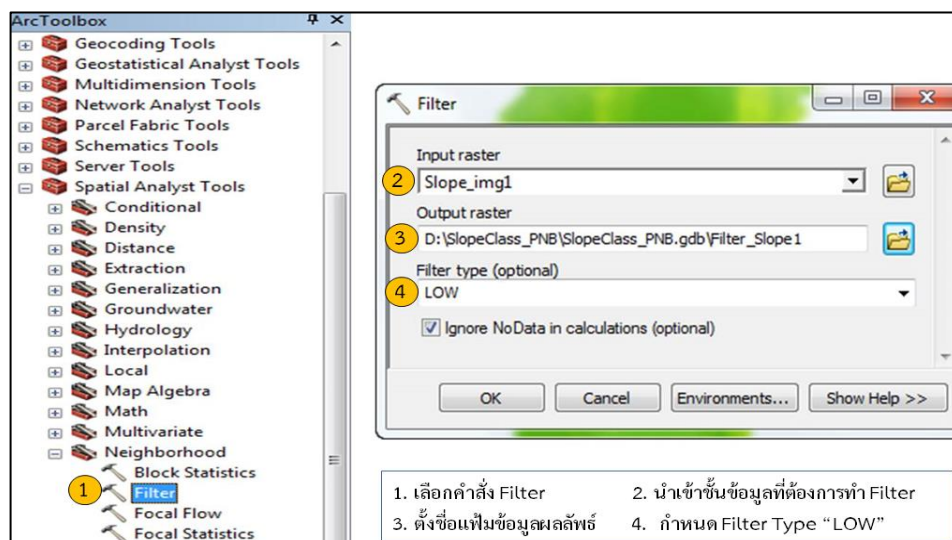
๔.๓ การวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่

๔.๓.๑ วิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่ (Slope class) ตามหลักเกณฑ์การจัดชั้นความลาดชันเพื่อการพัฒนาที่ดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยเลือกชุดคำสั่ง Spatial Analysis Tools → Surface → Slope กำหนดแฟ้มข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขที่ต้องการวิเคราะห์ และเลือกหน่วยวัดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขรูปแบบเปอร์เซ็นต์ (Percent_rise) ดังภาพที่ ๔-๓



ภาพที่ ๔-๓ การใช้คำสั่ง Slope ในการวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่แบบราสเตอร์

๔.๓.๒ ทำการกรอง (Filter) เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อจัดข้อมูลปลอมแปลงหรือเพิ่มคุณสมบัติอื่นๆ ที่ไม่ปรากฏชัดในข้อมูล ตัวกรองส่วนใหญ่จะสร้างค่าของผลลัพธ์โดยการเคลื่อนย้ายการซ้อนทับด้วยตารางขนาด ๓x๓ เซลล์ที่อยู่ใกล้เคียงโดยรอบ ซึ่งจะสแกนผ่านแรสเตอร์ที่นำเข้า เมื่อตัวกรองผ่านเข้าไปสู่เซลล์แต่ละเซลล์ จะทำให้ค่าของเซลล์นั้นและอีก ๘ เซลล์ที่อยู่ติดกันจะคำนวณค่าผลลัพธ์ออกมาพร้อมกันทันที โดยเป็นการจัดกลุ่มค่ากริดเซลล์ที่มีผลกระทบต่อการคำนวณ โดยการเฉลี่ยรวมค่ากริดเซลล์ทำให้สามารถประมวลผลรูปทรงและขนาดที่แตกต่างกัน โดยเลือกชุดคำสั่ง Spatial Analysis Tools--> Neighborhood--> Filter ดังภาพที่ ๔-๔

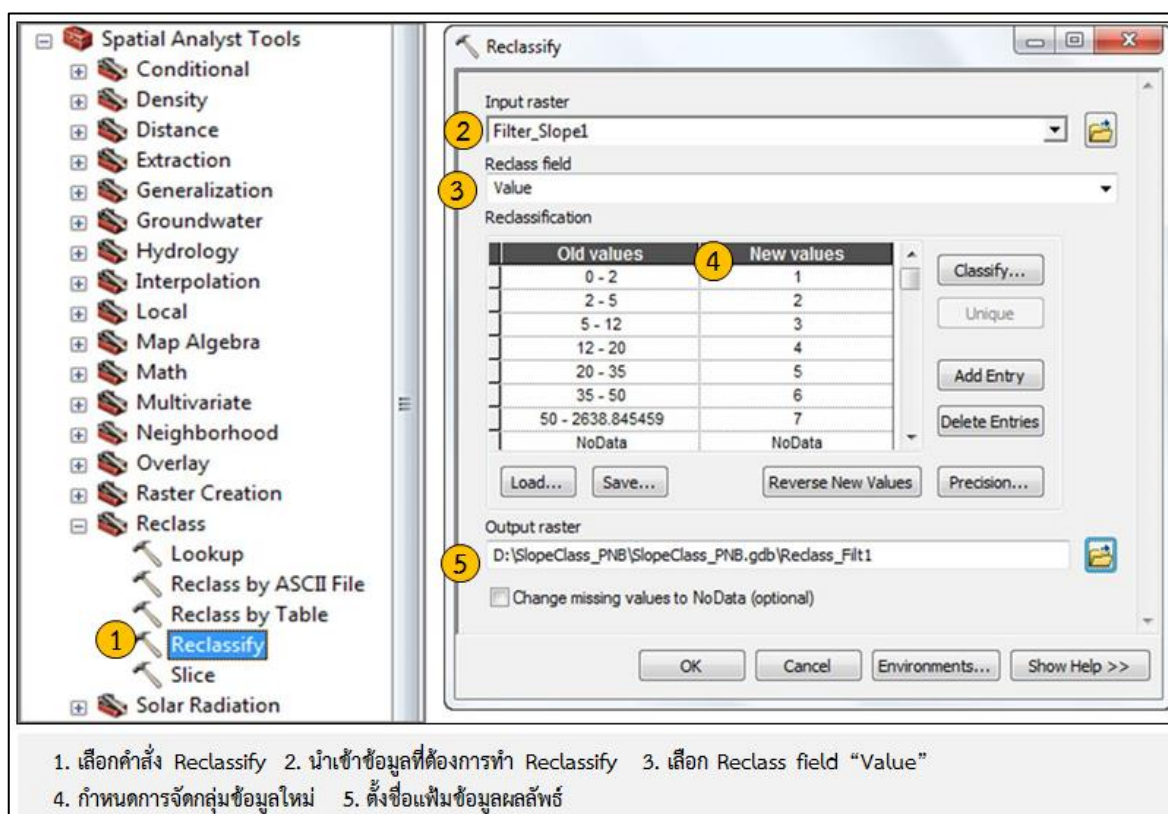


ภาพที่ ๔-๔ การใช้คำสั่ง Filter เพื่อกรองหรือกำจัดกลุ่มค่ากริดเซลล์ที่มีผลกระทบต่อการคำนวณ

๔.๓.๓ จำแนกและจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ (Reclassify) ตามหลักเกณฑ์การจัดชั้นความลาดชัน เพื่อการพัฒนาที่ดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งจำแนกความลาดชันของพื้นที่เป็น ๗ ระดับชั้นความลาดชัน ดังนี้

- ระดับที่ ๑ ชั้นความลาดชัน A มีความลาดชัน ๐ - ๒ เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ ๒ ชั้นความลาดชัน B มีความลาดชัน ๒ - ๕ เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ ๓ ชั้นความลาดชัน C มีความลาดชัน ๕ - ๑๒ เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ ๔ ชั้นความลาดชัน D มีความลาดชัน ๑๒ - ๒๐ เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ ๕ ชั้นความลาดชัน E มีความลาดชัน ๒๐ - ๓๕ เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ ๖ ชั้นความลาดชัน F มีความลาดชัน ๓๕ - ๕๐ เปอร์เซ็นต์
- ระดับที่ ๗ ชั้นความลาดชัน G มีความลาดชันมากกว่า ๕๐ เปอร์เซ็นต์

โดยใช้คำสั่ง Spatial Analysis Tools---> Reclass---> Reclassify ดังภาพที่ ๔-๕

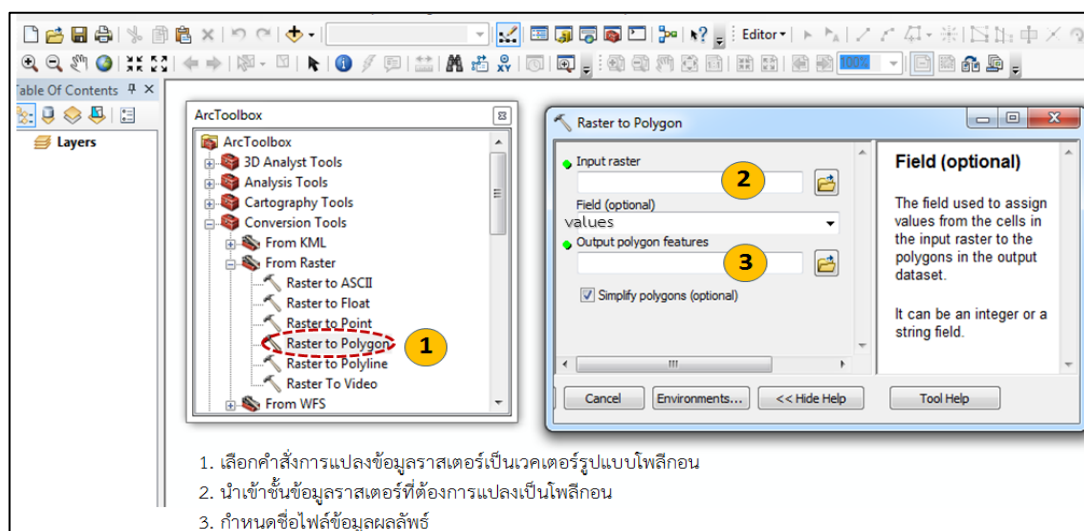


ภาพที่ ๔-๕ การใช้คำสั่ง Reclassify เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ โดยจัดชั้นความลาดชันเป็น ๗ ชั้นตามหลักเกณฑ์การจัดชั้นความลาดชันเพื่อการพัฒนาที่ดิน

ผลลัพธ์ที่ได้คือชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ซึ่งเป็นข้อมูลสำหรับนำไปแปลงให้เป็นข้อมูลเวกเตอร์ประเภทรูปปิดหรือโพลีกอน ในขั้นตอนต่อไป

๔.๔ การจัดทำชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๔.๔.๑ การแปลงข้อมูลความลาดชันของพื้นที่รูปแบบราสเตอร์ (Raster) ให้เป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ประเภทวงรอบปิด (Polygon) มีรูปแบบไฟล์ข้อมูลประเภท Shape file โดยใช้ชุดคำสั่ง Conversion Tools---> From Raster---> Raster to Polygon ดังภาพที่ ๔-๖



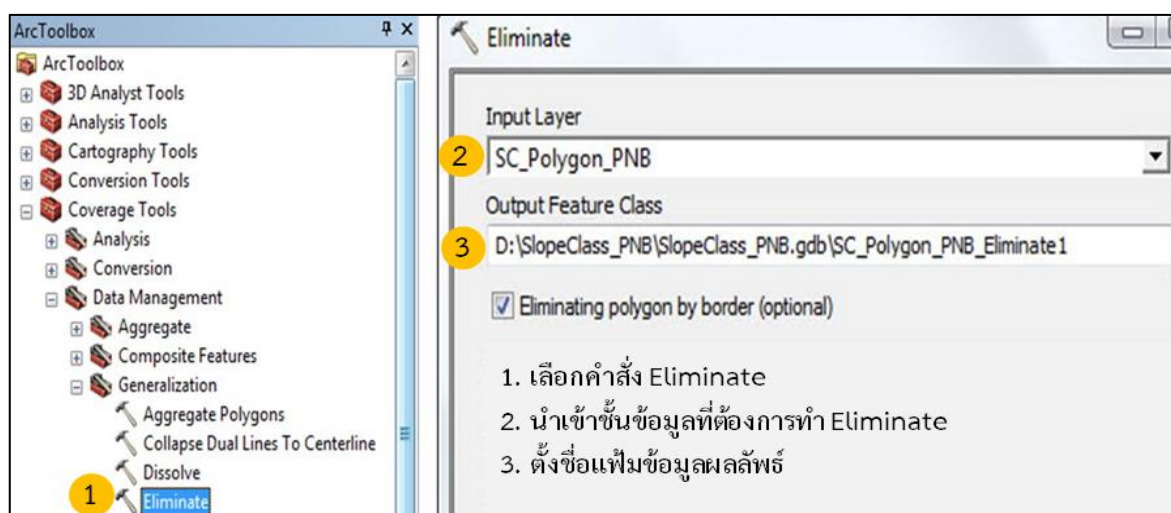
ภาพที่ ๔-๖ การใช้คำสั่ง Raster to Polygon ในการแปลงข้อมูลราสเตอร์ไปเป็นข้อมูลเวกเตอร์

ผลลัพธ์ ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ จัดเก็บในรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โครงสร้างแบบเวกเตอร์ (Vector) ประเภทวงรอบปิด (Polygon) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute) รูปแบบไฟล์ประเภท Shape file ที่แต่ละ Polygon มีขนาดเนื้อที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดซึ่งจะปรากฏคอลัมน์ (Column) Field “GRIDCODE” แสดงระดับชั้นความลาดชันของพื้นที่

๔.๔.๒ การจัดข้อมูล (Eliminate) รูปปิด (polygon) เล็ก ๆ จำนวนมากที่กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปโดยรูปปิดเหล่านี้เกิดจากการแปลงข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster) เป็นข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector) ประเภทรูปปิด (Polygon) ทำให้เกิดความยากหรือเป็นอุปสรรคในการจัดการข้อมูล จำเป็นต้องจัดออกไปเสียก่อนโดยเทคนิควิธี Eliminate ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้จัดโดยการลบหรือรวมโพลีกอนที่มีขนาดเล็กที่สุดที่กำหนดไว้ซึ่งถูกเลือกโดยเงื่อนไขการเรียกค้น (Query) หรือการเลือกโดยตรงจากตารางข้อมูลไว้แล้ว ใช้คำสั่งเพื่อรวมข้อมูลเข้ากับโพลีกอนขนาดใหญ่ข้างเคียงภายในระยะห่างระหว่างรูปปิด (snap tolerance) ที่กำหนดไว้ ซึ่งขนาดพื้นที่ของโพลีกอนที่มีขนาดเล็กที่สุดที่จะถูกขจัดนั้นใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาจากพื้นที่ขนาดเล็กที่สุดของพื้นที่รูปปิดที่สามารถแสดงบนแผนที่มาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ มีขนาดเท่ากับ ๐.๒๕ ตารางเซนติเมตร (ดัดแปลงจาก Recommended ground observation densities for conventional qualitative land resource (Guidelines for Surveying Soil and Land Resources)) คิดเป็นเนื้อที่เท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร ดังนั้นโพลีกอนที่มีเนื้อที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร จะถูกขจัดโดยการลบและรวมเข้ากับโพลีกอนที่มีเนื้อที่มากกว่า ๔๐๐ ตารางเมตรที่อยู่ติดกันโดยรอบภายในระยะห่างที่กำหนด (snap tolerance) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

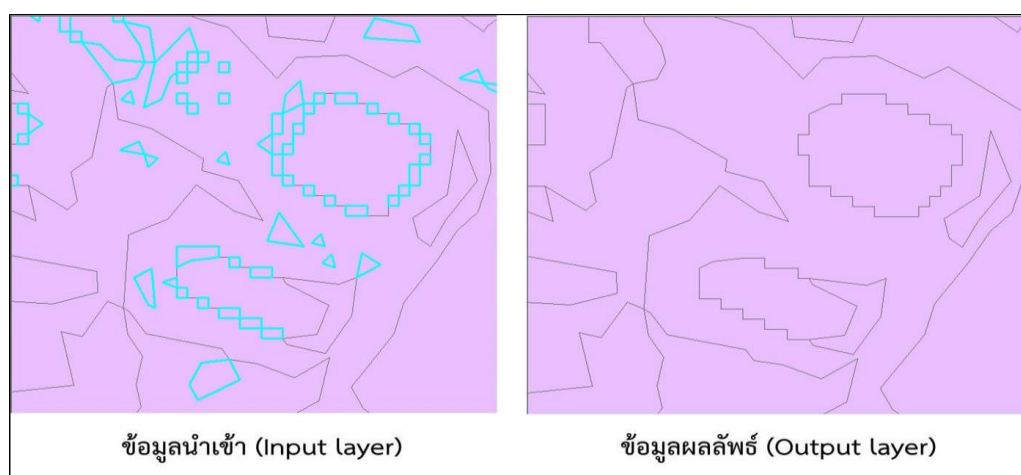
๑) เลือกโพลีกอนขนาดเล็กจากตารางข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute) ในคอลัมน์ (column) เนื้อที่รวม (Area_sqm) โดยกำหนดเงื่อนไขโพลีกอนที่มีขนาดเนื้อที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร Select by Attributes กำหนดเงื่อนไขการเลือก Polygon " Shape_Area " <= ๔๐๐)

๒) ทำการจัดข้อมูลโพลีกอนที่มีเนื้อที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร โดยใช้คำสั่ง Data Management Tools---> Generalization---> Eliminate ดังภาพที่ ๔-๗



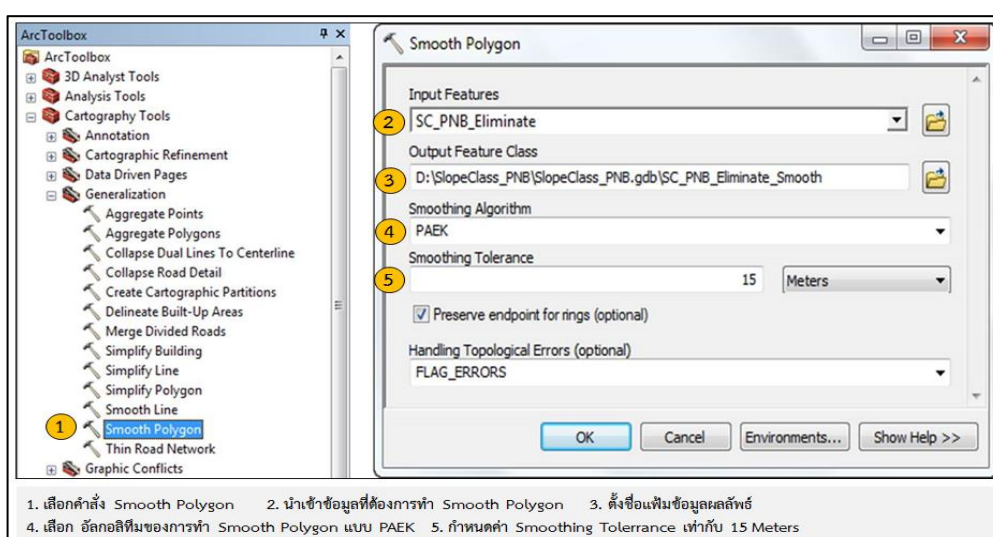
ภาพที่ ๔-๗ เมนูคำสั่งการจัดข้อมูล (Eliminate) โพลีกอนขนาดเล็กมาก ที่ถูกเลือกเข้ารวมกับโพลีกอนใกล้เคียงภายในระยะห่างมากที่สุดที่กำหนดไว้ (snap tolerance)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการจัดข้อมูลคือ ชั้นข้อมูลความลาดชันที่โพลีกอนที่มีขนาดเนื้อที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร จะถูกขจัดไปรวมกับโพลีกอนใกล้เคียง คงเหลือไว้เฉพาะโพลีกอนที่มีขนาดของพื้นที่หรือเนื้อที่มากกว่า ๔๐๐ ตารางเมตร เท่านั้น ดังภาพที่ ๔-๘



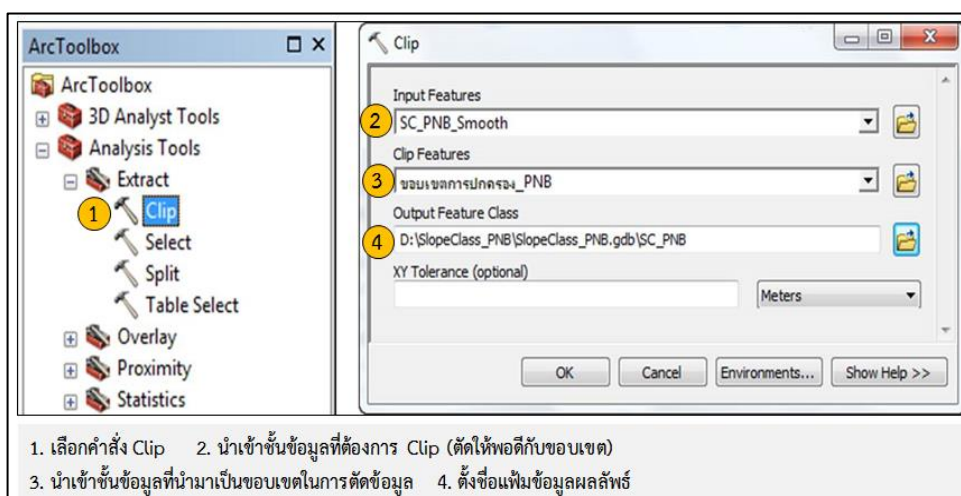
ภาพที่ ๔-๘ โพลีกอนขนาดเล็กเนื้อที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๔๐๐ ตารางเมตร ที่ถูกขจัดไปรวมกับโพลีกอนใกล้เคียง

๔.๔.๓ การทำเส้นขอบเขตโพลีกอนให้เรียบกลมกลืน (Smooth Polygon) เป็นการปรับแต่งเส้นขอบเขตของโพลีกอนข้อมูลความลาดชัน โดยการลดจำนวนจุด (vertex) ที่สร้างขึ้นถี่มากเกินไปในขั้นตอนของการแปลงข้อมูลราสเตอร์เป็นข้อมูลเวกเตอร์ เพื่อให้การสร้างเส้นขอบเขตโพลีกอนดูเรียบขึ้นมีความต่อเนื่องและกลมกลืน โดยใช้ชุดคำสั่ง Data Management Tools--> Generalization --> Smooth Polygon โดยนำเข้าแฟ้มข้อมูลความลาดชันที่ได้ทำการขจัดโพลีกอน ขนาดเล็กมากทั้งหมดแล้วโดยเลือกใช้อัลกอริทึมของการทำเส้นในเรียบขึ้น (Smoothing Algorithm) เป็น PAEK และกำหนดขีดจำกัดความยาวของระยะทางของการย้ายส่วนที่ใช้ในการคำนวณจุดใหม่ (Smoothing tolerance) เท่ากับ ๑๕ เมตร



ภาพที่ ๔-๙ การใช้คำสั่ง Smooth Polygon เพื่อการทำเส้นขอบเขตโพลีกอนให้เรียบขึ้น

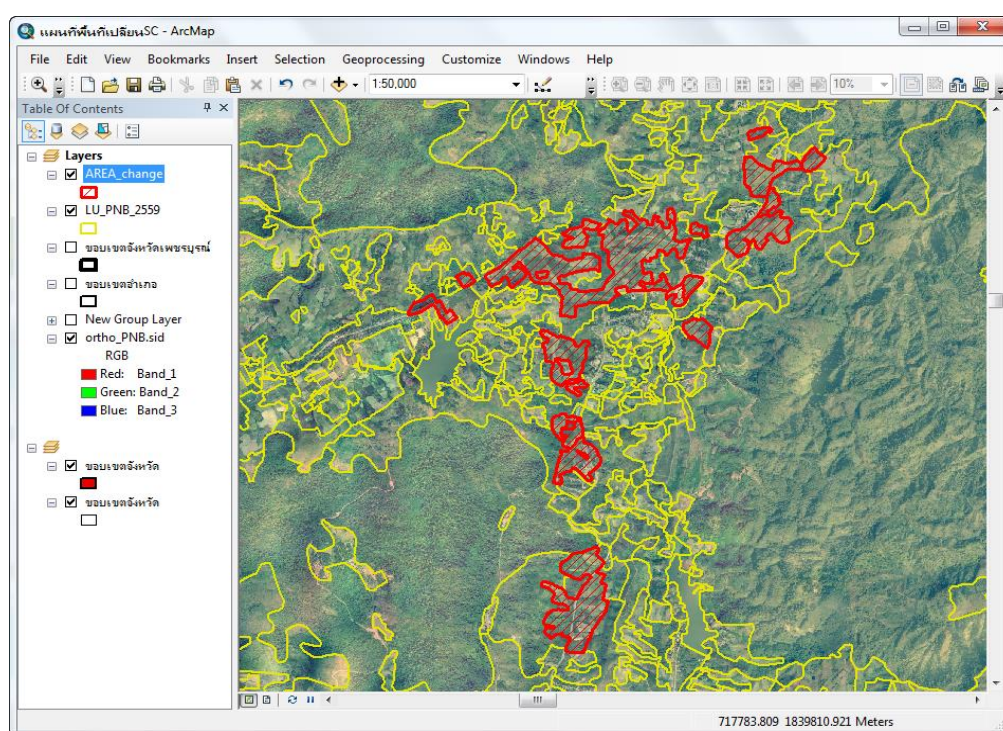
๔.๔.๔ ทำการตัดข้อมูล (Clip) โดยนำเข้าชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่ผ่านกระบวนการทำเส้นขอบเขตโพลีกอนให้เรียบขึ้นแล้ว มาทำการตัดข้อมูล (Clip) ตามขอบเขตการปกครองของจังหวัด (ปรับปรุงปี พ.ศ.๒๕๕๖) ดังภาพที่ ๔-๑๐



ภาพที่ ๔-๑๐ การใช้คำสั่งตัดข้อมูล (Clip) ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ตามขอบเขตการปกครอง

๔.๕ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและลักษณะทางกายภาพที่อาจมีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่

ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ซึ่งเป็นข้อมูลป้อนเข้า (Input data) ในการวิเคราะห์และจำแนกชั้นความลาดชันในครั้งนี้ เป็นข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ที่ได้จากข้อมูลการบินที่ภาพระหว่างปี พ.ศ.๒๕๔๕- ๒๕๔๖ ปัจจุบันสภาพพื้นบางแห่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ที่เกิดจากภัยธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่ ดังนั้นในการจัดทำแผนที่ความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัด ผู้ดำเนินการต้องศึกษารวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลจากการอ่านแปลภาพถ่ายออร์โธรีสีเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ซึ่งบันทึกข้อมูลของสภาพพื้นที่เมื่อปี พ.ศ.๒๕๔๕- ๒๕๔๖ ตามหลักการอ่านแปลภาพถ่ายที่กล่าวมาแล้ว เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน มาตราส่วน ๑:๒๕,๐๐๐ ของแต่ละจังหวัดที่มีการปรับปรุงในปีล่าสุด โดยพิจารณา รูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพความลาดชันของพื้นที่เช่น การทำเหมืองแร่ การระเบิดหิน การก่อสร้างแหล่งน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ การปรับสภาพพื้นที่เช่นการขุดหรือถมดิน เพื่อก่อสร้างที่อยู่อาศัยและสาธารณูปโภคต่างๆ ซึ่งหากพบว่าบริเวณพื้นที่ใดมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าว จะกำหนดเป็นพื้นที่เป้าหมายในการสำรวจข้อมูลภาพสนาม สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขหรือขีดวงรอบขอบเขตของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันไปจากเดิมหรือสภาพความลาดชันของพื้นที่ในแผนที่ที่จัดทำขึ้นไม่ถูกต้องตามสภาพความลาดชันของพื้นที่ในปัจจุบัน ดังภาพที่ ๔-๑๑



ภาพที่ ๔-๑๑ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่โดยการซ้อนทับข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน พ.ศ.๒๕๕๙ บนภาพถ่ายออร์โธรีสีบันทึกภาพเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๔๖

๔.๖ การสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของพื้นที่ไปจากเดิม

การสำรวจ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่เป้าหมายที่อาจมีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่ โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมข้อมูลและวางแผนการดำเนินงานให้เหมาะสมและ สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ ระยะเวลา งบประมาณ เครื่องมือและยานพาหนะที่นำไปใช้ปฏิบัติงานในภูมิประเทศ โดยมีแนวทางและวิธีการปฏิบัติงาน ดังนี้

๔.๖ ๑ กำหนดพื้นที่ที่เข้าไปสำรวจและเก็บข้อมูลในภูมิประเทศโดยพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ เป้าหมายจากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและลักษณะทางกายภาพในข้อ ๔.๕ โดยจัดลำดับ เรียงตามความสำคัญในการเข้าสำรวจพื้นที่

๔.๖ ๒ วางแผนการเดินทางและกำหนดเส้นทางในการเข้าถึงพื้นที่โดยพิจารณาจากแผนที่และ ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

๔.๖ ๓ จัดเตรียมแผนที่บริเวณพื้นที่เป้าหมายที่ทำการสำรวจ มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ประกอบด้วยภาพถ่ายออร์โธรี ซ้อนทับด้วยเส้นชั้นความสูง ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ และขอบเขตของ พื้นที่เป้าหมายที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันไปจากเดิม

๔.๖ ๔ นำเข้าพิกัดและข้อมูลแผนที่พื้นที่เป้าหมายจัดเก็บไว้ในเครื่องจีพีเอสแบบพกพา สำหรับใช้ในการค้นหาตำแหน่งของพื้นที่เป้าหมายได้อย่างสะดวกและถูกต้อง

๔.๖ ๕ สำรวจและเก็บข้อมูลในภูมิประเทศตามแผนที่วางไว้ โดยให้ทำการรังวัดขอบเขต ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันไปจากเดิม ทั้งนี้หากไม่สามารถดำเนินการรังวัดขอบเขตได้ ให้ใช้วิธีการขีดขอบของพื้นที่เฉพาะส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพความลาดชันเท่านั้น ลงบนภาพถ่ายออร์โธรี ที่จัดเตรียมไว้ พร้อมทั้งถ่ายรูปพื้นที่ดังกล่าวในมุมมองต่างๆ ตามความเหมาะสมด้วย สำหรับบริเวณพื้นที่ เป้าหมายใดไม่มีหรือไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงสภาพความลาดชันที่ชัดเจน ให้บันทึกข้อมูลพร้อมถ่ายรูปไว้ เป็นหลักฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง แก้ไขในขั้นตอนต่อไป

๔.๗ การจัดทำและปรับปรุงข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ในปัจจุบัน

นำข้อมูลพิกัดและขอบเขตของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพความลาดชันไปจากเดิมที่ได้ จากการสำรวจใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำและปรับปรุงสภาพความลาดชันของพื้นที่ให้เป็นปัจจุบัน ดังนี้

๔.๗.๑ สร้างชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันในระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ตามขอบเขตที่ได้จากการสำรวจรังวัดด้วยเครื่องจีพีเอส และข้อมูลที่ได้จากการขีดขอบเขต โดยประมาณลงบนแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่เข้าทำการสำรวจและพบการเปลี่ยนแปลง สภาพความลาดชันไปจากเดิมเท่านั้น

๔.๗.๒ จัดทำตารางข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Data) ของชั้นข้อมูลความลาดชันของแต่ละ จังหวัดโดยใช้การคำนวณเนื้อที่ของข้อมูลความลาดชันที่จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์

๔.๗.๓ จัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ของชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ คือ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมรายละเอียดต่างๆของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จัดทำขึ้นหรือจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล

ซึ่งประกอบด้วย โครงสร้างข้อมูล โครงสร้างตารางข้อมูล โครงสร้างดัชนีสืบค้น กฎเกณฑ์ที่ใช้เพื่อควบคุมความบูรณาการของข้อมูล หรือกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการรักษาความถูกต้องของข้อมูล และป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล กฎเกณฑ์ที่ใช้เพื่อรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารฐานข้อมูล โดยพจนานุกรมข้อมูลเป็นสิ่งที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล และการบริหารจัดการฐานข้อมูล สำหรับการจัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ขึ้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดนั้นได้กำหนดรูปแบบและรายละเอียดของพจนานุกรมข้อมูล ไว้ดังนี้

๑) ความหมายของรายการที่ปรากฏในพจนานุกรม

Layer Name : ชื่อของชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จัดทำพจนานุกรมข้อมูล

Layer Description : รายละเอียดโดยสังเขปเพื่ออธิบายชั้นข้อมูลภูมิศาสตร์

Feature Class : รูปแบบจากการจัดเก็บข้อมูล (Point , Line , Polygon)

Table Name : ชื่อตารางคุณลักษณะของข้อมูล

Data Source : แหล่งที่มาของข้อมูล

Field Name : ชื่อรายการข้อมูล

Description : คำอธิบายแสดงความหมายเพื่อขยายความชื่อรายการข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายและสะดวก

Field Type : รูปแบบของข้อมูลที่จัดเก็บใน Filed ประกอบด้วย Text (ตัวอักษรหรือข้อความ) Integer/Long (ตัวเลขจำนวนเต็ม) Double (ตัวเลขมีทศนิยม) Date (วันที่เดือนปี) Logic / Boolean (ตรรกะ)

Field size : ขนาดหรือความยาวสูงสุด (maximum length) ของตัวอักษรหรือตัวเลข ที่รายการข้อมูลนั้นจะสามารถจัดเก็บได้

๒) ข้อกำหนดทั่วไป พจนานุกรมข้อมูลที่จัดทำขึ้นกำหนดให้ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด ๑๖ พอยท์ หรือขนาดตามความเหมาะสม โดยกำหนดรายละเอียดรูปแบบของพจนานุกรมข้อมูลไว้ดังนี้

Layer Name : _____

Layer Description : _____

Feature Class : _____

Table Name : _____

Data Source : _____

ตารางที่ ๔-๑ รูปแบบพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ของชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่

Field Name	Field Type	Field Size	Description
FID	Object ID	-	หมายเลขประจำตัวของข้อมูล (๐,๑,๒,๓,...)
Shape	Geometry Type	Polygon	รูปลักษณะ ประเภท Polygon
OBJECTID	Long Integer	๙	หมายเลขประจำตัวของโพลีกอน (๑,๒,๓,...)
SC_Code	Long Integer	๑๐	หมายเลขของระดับความลาดชัน : ๑-๗
SC_Level	Text/String	๑๐	อักขรภาษาอังกฤษของระดับความลาดชัน : A-G
SC_Percen	Text/String	๑๐	เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน ได้แก่ ๐-๒% , ๒-๕% , ๕-๑๒% , ๑๒-๒๐% ๒๐-๓๕% , ๓๕-๕๐% และมากกว่า ๕๐%
SC_Explantion	Text/String	๑๐๐	คำอธิบายข้อมูลชั้นความลาดชัน ได้แก่ ๑. พื้นที่ลักษณะราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ ๒. พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชันน้อยมาก ๓. พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันเล็กน้อย ๔. พื้นที่ ลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันปานกลาง ๕. พื้นที่เนินเขา มีความลาดชัน ๖. พื้นที่ภูเขา มีความลาดชันสูง ๗. พื้นที่สูงชัน ภูเขาสูงชัน เทือกเขา หุบเขา หน้าผา หรือยอดเขาแหลม มีความสูงชันมาก
Area_sqkm	Double	๐/๐	เนื้อที่มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร
Area_rai	Double	๐/๐	เนื้อที่มีหน่วยเป็นไร่
Projection	Text/String	๑๐	วิธีการฉายแผนที่หรือระบบพิกัดแผนที่
Horizontal_Datum	Text/String	๕	รหัสพื้นหลักฐานทางราบ รหัส ๑ คือ พื้นหลักฐาน WGS ๘๔ รหัส ๒ คือพื้นหลักฐาน Indian ๑๙๗๕
UtmZone	Text/String	๑๐	ค่าหมายเลขประจำโซน UTM ได้แก่ ๔๗N หรือ ๔๘N
Province_Name_T	Text/String	๒๐	ชื่อจังหวัดภาษาไทย
Province_Name_E	Text/String	๒๐	ชื่อจังหวัดภาษาอังกฤษ
Province_ID	Text/String	๑๐	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตจังหวัด

Field Name	Field Type	Field Size	Description
Update_Date	Text/String	๒๐	วันเดือนปีที่ปรับปรุงข้อมูล
Database	Text/String	๑๐๐	ข้อมูลที่นำมาใช้ในการผลิต
Produc_Name	Text/String	๑๐๐	หน่วยงานที่จัดทำข้อมูล
Agency_Name	Text/String	๑๐๐	หน่วยงานที่กำกับดูแล

๔.๗.๔ จัดทำข้อมูลคำอธิบายข้อมูล (Metadata) ของชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดหรือที่เรียกกันทั่วไปว่าเมตาเดต้า (Metadata) หมายถึงข้อมูลที่บ่งบอรายละเอียดของ คุณลักษณะ พื้นฐาน ความเป็นมา วัตถุประสงค์ของการจัดทำข้อมูล ระบบพิกัดระบบอ้างอิง ช่วงเวลาในการจัดทำข้อมูล คุณภาพของข้อมูล ความสมบูรณ์ครบถ้วน ความถูกต้อง แผนการบำรุงรักษา เงื่อนไขในการเข้าถึงและใช้งานข้อมูล เจ้าของและผู้ให้บริการข้อมูล และรายละเอียดอื่น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถประเมินได้ว่าข้อมูลเหล่านั้นมีคุณสมบัติตรงกับความต้องการของตนหรือไม่เพียงใด สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการที่จะนำข้อมูลนั้นมาใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการจัดทำเมตาเดต้าของชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดภายใต้โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน ได้กำหนดรูปแบบและรายละเอียดของการจัดทำข้อมูลดังกล่าวไว้ดังตารางที่ ๔-๒

ตารางที่ ๔-๒ คำอธิบายข้อมูล (Metadata) ของชุดข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จังหวัด

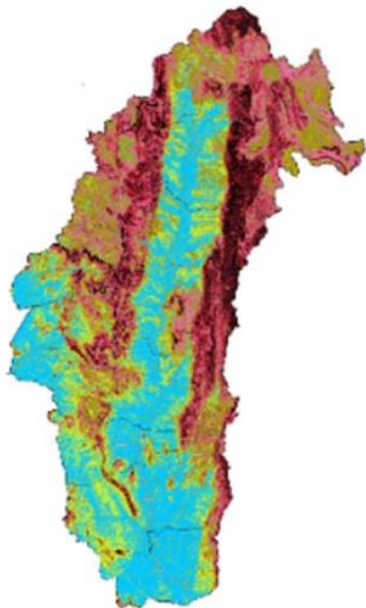
รายการ Metadata	รายละเอียดของ Metadata
๑. ชื่อชุดข้อมูล	ความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....
๒. วัน เดือน ปี ที่จัดทำข้อมูล	
๓. หน่วยงาน/ผู้รับผิดชอบข้อมูล -หน่วยงานที่จัดทำข้อมูล -หน่วยงานที่ให้บริการข้อมูล -หน่วยงานควบคุมกำกับดูแล	กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน

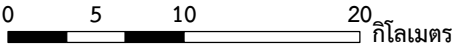
รายการ Metadata	รายละเอียดของ Metadata
๔. บทคัดย่อซึ่งอธิบายชุดข้อมูล	ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....วิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขมาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ ขนาดความละเอียดของจุดภาพ ๕ เมตรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตามหลักเกณฑ์การจำแนกชั้นความลาดชันเพื่อการพัฒนาที่ดิน นำผลลัพธ์ที่ได้มาจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัด.....
๕. วัตถุประสงค์ของการจัดทำข้อมูล	เพื่อจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่และรายงานสภาพความลาดชันและข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพของจังหวัด.....ที่มีความถูกต้อง เป็นมาตรฐานเดียวกัน สำหรับนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับสภาพพื้นที่
๖. ความเป็นมาและกระบวนการจัดทำข้อมูล	โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินภายใต้แผนปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ โดยการวิเคราะห์และจำแนกชั้นความลาดชันของพื้นที่จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐ และข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ นำมาจัดทำชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....
๗. ตำแหน่ง ที่ตั้งและขอบเขตของพื้นที่ครอบคลุมของชุดข้อมูล	ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด..... - พิกัดยูทีเอ็มมุมล่างซ้าย N = เมตร E = เมตร - พิกัดยูทีเอ็ม มุมบนขวา N = เมตร E = เมตร
๘. ระบบพิกัดอ้างอิง	-ระบบการฉายแผนที่ : UTM (Universal Transverse Mercator) - พื้นหลักฐานทางราบ : WGS๘๔ (World Geodetic System ๑๙๘๔) - พื้นหลักฐานทางตั้ง : MSL(Mean sea level)
๙. ประเภทหัวข้อของชุดข้อมูล	Slope Class
๑๐. มาตราส่วนของชุดข้อมูล	๑:๔,๐๐๐
๑๑. รูปแบบของชุดข้อมูล	ข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ประเภทรูปปิด (Polygon)

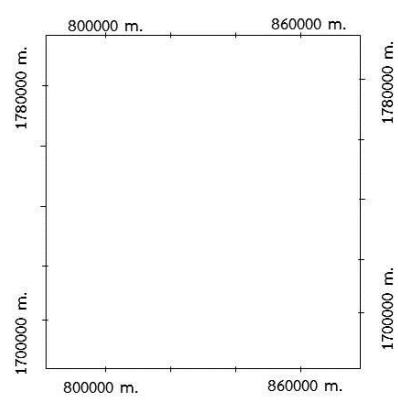
รายการ Metadata	รายละเอียดของ Metadata
๑๒. ขอบเขตของข้อมูล	ขอบเขตทางตั้ง : ค่าความสูงของภูมิประเทศจากค่าประจำกริดเซล (Pixel Value) อ้างอิงจากระดับทะเลปานกลาง ขอบเขตทางเวลา : ข้อมูลสภาพความลาดชันของพื้นที่ปี พ.ศ. ๒๕๔๕- ๒๕๔๖
๑๓. ชนิดการบันทึกข้อมูลเชิงพื้นที่	Geodatabase (Shape file)
๑๔. URL ที่เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูล	http://www.lddservice.org
๑๕. ชื่อมาตรฐาน Metadata	ตามข้อกำหนดของมาตรฐานโครงสร้าง เนื้อหา คุณลักษณะ คุณภาพ ของชุดข้อมูลภูมิศาสตร์พื้นฐาน (FGDS)
๑๖. การติดต่อเกี่ยวกับข้อมูล Metadata	ชื่อ-สกุล : จำสิบเอก ราชวัลย์ กันภัย ที่อยู่ : กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ โทรศัพท์ : ๐๒-๕๗๙๗๕๕๐ , ๐๒๕๗๙๐๙๘๖ อีเมล : map.ortho@gmail.com
๑๗. วัน/เดือน/ปีที่จัดทำMetadata	
๑๘. เนื้อหาข้อมูล	ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จัดเก็บในรูปแบบของ Shape file โดยแต่ละรูปปิดหรือโพลีกอนความลาดชันจะกำหนดให้ใช้อักษรภาษาอังกฤษ A-G ใช้แทนระดับความลาดชัน และหมายเลข ๑-๗ ใช้แทนระดับความลาดชัน ดังนี้ ๑. พื้นที่ลักษณะราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ (A) ๒. พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชันน้อยมาก (B) ๓. พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันเล็กน้อย (C) ๔. พื้นที่ ลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันปานกลาง (D) ๕. พื้นที่เนินเขา มีความลาดชัน (E) ๖. พื้นที่ภูเขา มีความลาดชันสูง (F) ๗. พื้นที่สูงชัน ภูเขาสูงชัน เทือกเขา หุบเขา หน้าผา หรือยอดเขาแหลม มีความสูงชันมาก (G)

รายการ Metadata	รายละเอียดของ Metadata
๑๙. คุณภาพของข้อมูล	๑. ความครบถ้วนของข้อมูลรูปลักษณะทางภูมิศาสตร์ โดยการตรวจสอบความครบถ้วนของพื้นที่รูปปิดทั้งหมดต้องเชื่อมต่อกัน ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดทั้งหมดโดยไม่มีพื้นที่รูปปิดหายไปจนเกิดช่องว่าง หรือมีการซ้อนทับของพื้นที่รูปปิดทำให้เกิดพื้นที่เกิน ผลการตรวจสอบพบว่า เพอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่เกินไปจากขอบเขตของพื้นที่จังหวัดมีค่าไม่เกินเปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ขาดหายไปจากขอบเขตของพื้นที่จังหวัดมีค่าไม่เกิน.....เปอร์เซ็นต์ ๒. ความครบถ้วนของข้อมูลลักษณะประจำ โดยการตรวจสอบค่าลักษณะประจำ (Attribute data) ของข้อมูลพื้นที่รูปปิดทั้งหมด ผลการตรวจสอบพบว่า... ๓. ความสอดคล้องทางโทโปโลยีของข้อมูล โดยใช้วิธีการตรวจสอบการเกิดช่องว่าง (Gap) การซ้อนทับ (Overlay) ของโพลีกอนความลาดชันทั้งหมด ผลการตรวจสอบพบว่า... ๔. ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของเส้นขอบเขตพื้นที่รูปปิด โดยวิธีการสุ่มตรวจสอบขอบเขตของพื้นที่รูปปิดความลาดชันแต่ละระดับ ซ้อนทับด้วยเส้นชั้นความสูงเชิงเลขแล้วคำนวณหาค่าความลาดชันเฉลี่ยจากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับกัน ผลการตรวจสอบพบว่า...
๒๐. หน่วยงานที่ให้บริการ	หน่วยงานของกรมพัฒนาที่ดิน หน่วยงานภาครัฐ และเอกชน
๒๑. เงื่อนไขและข้อจำกัดในการใช้ข้อมูล	๑. กรมพัฒนาที่ดินเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ ๒. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงทางกฎหมายหรือกระทำนิติกรรมใดๆ ๓. ไม่อนุญาตให้นำข้อมูลไปใช้เพื่อแสวงหาผลกำไรทางการค้า
๒.๒ หน่วยงานที่ติดต่อขอรับข้อมูล	กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ ชั้น ๑ อาคาร ๘ ชั้น กรมพัฒนาที่ดิน เลขที่ ๒๐๐๓/๖๑ ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

ตารางที่ ๔-๓ คำอธิบายองค์ประกอบ สัญลักษณ์ และรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในระวางแผนที่

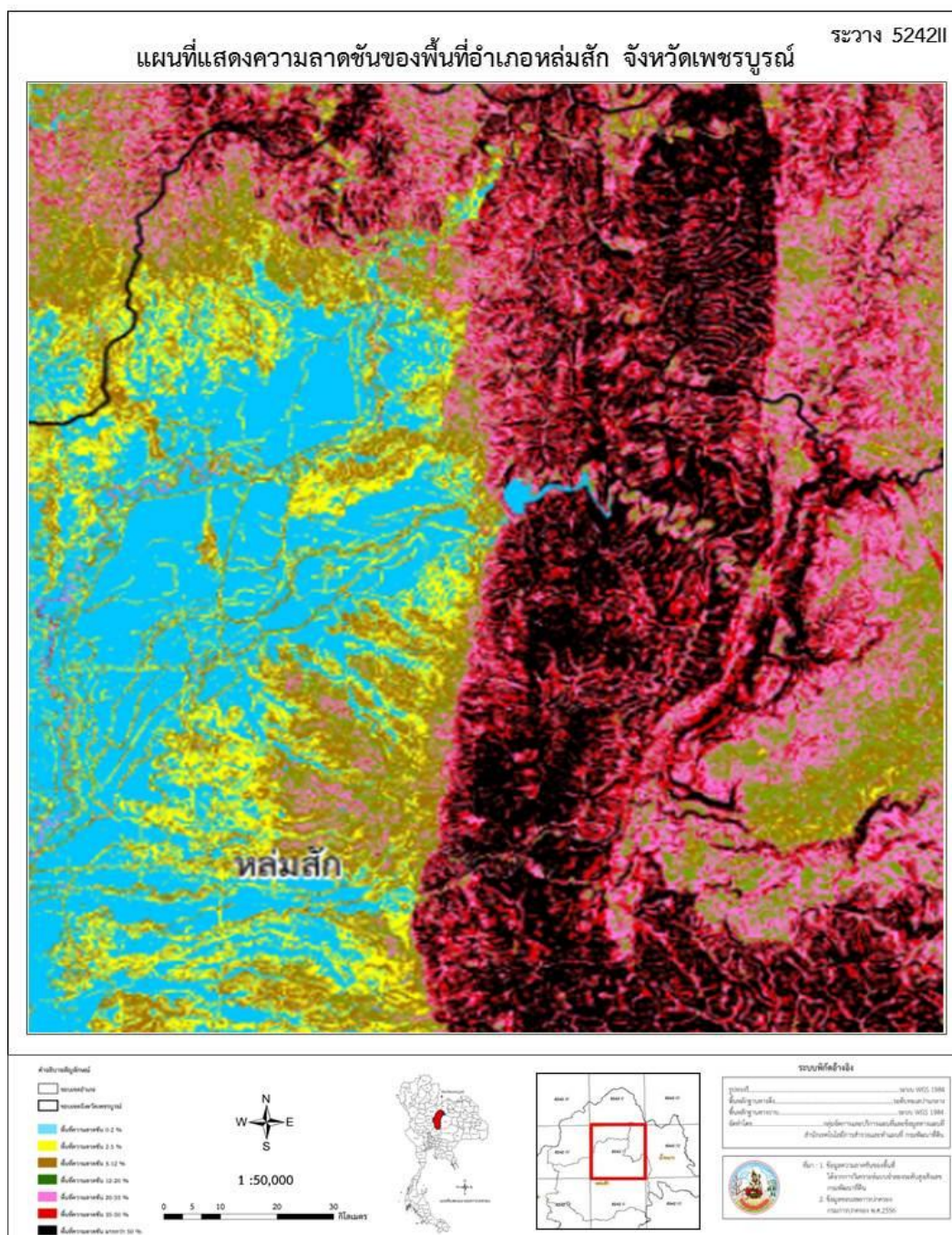
หมายเลข	คำอธิบาย	ภาพตัวอย่างประกอบคำอธิบาย																																																																
๑	ชื่อแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด(ที่ดำเนินการ) อยู่กึ่งกลางของระวาง ใช้อักษร TH SarabunPSK แบบตัวอักษรหนา ขนาดตัวอักษร ๕๕ พอยท์	แผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์																																																																
๒	ภาพแผนที่ความลาดชันของพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด มาตราส่วนตามความเหมาะสม และมาตรฐานแผนที่																																																																	
๓	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่ขนาดของตารางตามความเหมาะสม อยู่บริเวณมุมซ้ายล่างของระวาง โดยกำหนดให้ใช้อักษร TH SarabunPSK ขนาดตัวอักษร ๒๘ พอยท์ และมีรายละเอียดของข้อความในตาราง	<table><tr><th colspan="6">ตารางแสดงผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่</th></tr><tr><th colspan="3">ความลาดชันของพื้นที่</th><th colspan="2">เนื้อที่</th><th rowspan="2">ร้อยละของพื้นที่จังหวัด</th></tr><tr><th>ระดับความลาดชัน</th><th>เปอร์เซ็นต์</th><th>ตารางกิโลเมตร</th><th>ไร่</th></tr><tr><td>1</td><td>A</td><td>0 - 2</td><td>3,585.78</td><td>2,241,113</td><td>29.06</td></tr><tr><td>2</td><td>B</td><td>2-5</td><td>1,743.18</td><td>1,089,488</td><td>14.13</td></tr><tr><td>3</td><td>C</td><td>5-12</td><td>1,576.21</td><td>985,131</td><td>12.77</td></tr><tr><td>4</td><td>D</td><td>12-20</td><td>1,135.11</td><td>709,444</td><td>9.20</td></tr><tr><td>5</td><td>E</td><td>20-35</td><td>1,755.21</td><td>1,097,006</td><td>14.22</td></tr><tr><td>6</td><td>F</td><td>35-50</td><td>1,308.61</td><td>817,881</td><td>10.61</td></tr><tr><td>7</td><td>G</td><td>มากกว่า 50</td><td>1,235.66</td><td>772,287</td><td>10.01</td></tr><tr><td colspan="3">รวมเนื้อที่</td><td>12,339.76</td><td>7,712,350</td><td>100.00</td></tr></table>	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่						ความลาดชันของพื้นที่			เนื้อที่		ร้อยละของพื้นที่จังหวัด	ระดับความลาดชัน	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	ไร่	1	A	0 - 2	3,585.78	2,241,113	29.06	2	B	2-5	1,743.18	1,089,488	14.13	3	C	5-12	1,576.21	985,131	12.77	4	D	12-20	1,135.11	709,444	9.20	5	E	20-35	1,755.21	1,097,006	14.22	6	F	35-50	1,308.61	817,881	10.61	7	G	มากกว่า 50	1,235.66	772,287	10.01	รวมเนื้อที่			12,339.76	7,712,350	100.00
ตารางแสดงผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่																																																																		
ความลาดชันของพื้นที่			เนื้อที่		ร้อยละของพื้นที่จังหวัด																																																													
ระดับความลาดชัน	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	ไร่																																																															
1	A	0 - 2	3,585.78	2,241,113	29.06																																																													
2	B	2-5	1,743.18	1,089,488	14.13																																																													
3	C	5-12	1,576.21	985,131	12.77																																																													
4	D	12-20	1,135.11	709,444	9.20																																																													
5	E	20-35	1,755.21	1,097,006	14.22																																																													
6	F	35-50	1,308.61	817,881	10.61																																																													
7	G	มากกว่า 50	1,235.66	772,287	10.01																																																													
รวมเนื้อที่			12,339.76	7,712,350	100.00																																																													

หมายเลข	คำอธิบาย	ภาพตัวอย่างประกอบคำอธิบาย
๔	คำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่ อยู่บริเวณมุมซ้ายล่างของระวาง ต่อจากตารางผลการวิเคราะห์ฯ โดยกำหนดให้ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK แบบตัวอักษร หนา ขนาดตัวอักษร ๒๔ พอยท์ และใช้ขนาดของสัญลักษณ์ เป็นรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง....เซนติเมตร ยาว....เซนติเมตร กำหนดให้ใช้ สัญลักษณ์และสีของสัญลักษณ์ พร้อมข้อความของสัญลักษณ์	คำอธิบายสัญลักษณ์ ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด พื้นที่ความลาดชัน 0-2 % พื้นที่ความลาดชัน 2-5 % พื้นที่ความลาดชัน 5-12 % พื้นที่ความลาดชัน 12-20 % พื้นที่ความลาดชัน 20-35 % พื้นที่ความลาดชัน 35-50 % พื้นที่ความลาดชัน มากกว่า 50 %
๕	ภาพแผนที่แสดงที่ตั้งของจังหวัด ที่ดำเนินการจัดทำแผนที่แสดง ความลาดชัน กำหนดให้อยู่บริเวณ กึ่งกลางด้านล่างของระวางแผนที่ โดยให้แสดงแผนที่เขตการปกครอง ระดับจังหวัดทั้งประเทศและ ให้แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจังหวัด ที่ดำเนินการโดยใช้สัญลักษณ์สีแดง พร้อมทั้งทำลูกศรชี้แสดงชื่อจังหวัด ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK แบบตัวอักษรหนาขนาดตัวอักษร ๑๖ พอยท์	 แผนที่แสดงเขตการปกครอง ระดับจังหวัด
๖	การแสดงสัญลักษณ์ทิศ กำหนดให้ อยู่บริเวณมุมขวาล่างของระวาง แผนที่โดยให้แสดงสัญลักษณ์พร้อม อักษรอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่กำกับทิศ ทั้ง ๔ ทิศ โดยมีขนาดตามความ เหมาะสม	
๗	มาตราส่วนแผนที่ ชนิดมาตราส่วน เศษส่วน โดยใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK แบบตัวอักษร หนาขนาดตัวอักษร ๓๐ พอยท์ แสดงมาตราส่วนเส้นบรรทัดให้มี ขนาดของภาพตามความเหมาะสม	1: 200,000  กิโลเมตร

หมายเลข	คำอธิบาย	ภาพตัวอย่างประกอบคำอธิบาย
๘	ระบบพิกัดอ้างอิง ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาดตัวอักษร ๒๖ พอยท์	ระบบพิกัดอ้างอิง รูปทรงรี.....ระบบ WGS 1984 พื้นหลักฐานทางตั้ง.....ระดับทะเลปานกลาง พื้นหลักฐานทางราบ.....ระบบ WGS 1984 จัดทำโดย.....กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน
๙	แหล่งที่มาของข้อมูล ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาดตัวอักษร ๒๖ พอยท์ พร้อมตราสัญลักษณ์ ของกรมพัฒนาที่ดิน	 ที่มา : 1. ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข กรมพัฒนาที่ดิน 2. ข้อมูลขอบเขตการปกครอง กรมการปกครอง พ.ศ.2556
๑๐	ตัวเลขพิกัดทางราบ ให้แสดง ค่าพิกัดตะวันออก ตามทิศทาง แนวนอนและพิกัดเหนือตาม ทิศทางตามแนวตั้ง เป็นตัวเลข จำนวนเต็มมีหน่วยเป็นเมตร ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK แบบตัวอักษรหนา ขนาดตัวอักษร ๒๒ พอยท์	

สำหรับการกำหนดรูปแบบของระวางแผนที่ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการกำหนดรูปแบบของระวางแผนที่ขึ้นพื้นฐานที่ใช้งานกันทั่วไป เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างระวางแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัด ซึ่งอาจมีการพัฒนาหรือดัดแปลงหรือเพิ่มองค์ประกอบและการจัดวางรายละเอียดภายในและภายนอกขอบระวางแผนที่ให้เหมาะสมกับขนาดรูปร่างของแต่ละจังหวัดหรือตามความต้องการของผู้ใช้งาน

๔.๘.๒ แผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ มาตรฐาน ๑:๕๐,๐๐๐ ในรูปแบบระวางแผนที่พร้อมพิมพ์ (JPEG Image file) ความละเอียดของภาพ ๑๕๐ dpi สามารถพิมพ์บนกระดาษขนาดมาตรฐาน A๑ (ความกว้าง ๕๙.๔ เซนติเมตร ความยาว ๘๔.๑ เซนติเมตร) ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด โดยให้มีขนาดระวางของแผนที่เช่นเดียวกับแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน ๑:๕๐,๐๐๐ ของกรมแผนที่ทหาร (๕๓.๕ x ๕๕.๕ เซนติเมตร) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ ๒๖.๗ x ๒๗.๗ ตารางกิโลเมตร โดยภายในขอบระวางแผนที่ไม่ต้องแสดงตารางผลการวิเคราะห์และจำแนกชั้นความลาดชันของพื้นที่ สำหรับรูปแบบและองค์ประกอบของระวางแผนที่นั้นให้จัดทำเช่นเดียวกับแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัด ดังภาพที่ ๔-๑๓



ภาพที่ ๔-๑๓ ตัวอย่างของรูปแบบระวางแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐

๔.๙ การจัดทำรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินของจังหวัด

การจัดทำรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินของจังหวัดที่ดำเนินการซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ไดรวรรวมไว้และข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ของโครงการฯ นำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดทำรายงานสภาพความลาดชันของพื้นที่และข้อมูลพื้นฐานของแต่ละจังหวัด ตามรูปแบบและหัวข้อของเนื้อหาที่สำคัญที่กำหนดไว้ตามตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลเอกสารรายงานโครงการจัดทำแผนที่เพื่อการพัฒนาที่ดินจังหวัดเพชรบูรณ์ รายละเอียดตามผนวก ก

บทที่ ๕

การประเมินคุณภาพแผนที่และข้อมูลความลาดชันของพื้นที่

๕.๑ การประเมินความครบถ้วนของข้อมูลความลาดชัน

ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่มีลักษณะการจำแนกพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดแบ่งออกเป็นพื้นที่รูปปิดของแต่ละระดับชั้นความลาดชันแบ่งออกเป็น ๗ ชั้น (A B C D E F G) ตามสภาพความลาดชันของพื้นที่ที่มีอยู่ของแต่ละจังหวัด โดยพื้นที่รูปปิดหรือโพลีกอนชั้นความลาดชันของพื้นที่ต้องมีความครบถ้วน เชื่อมต่อกันครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดและต้องไม่มีข้อมูลพื้นที่รูปปิดหายไปจนเกิดเป็นช่องว่าง (Gap) ภายในพื้นที่ของจังหวัดนั้นๆ หรือมีพื้นที่รูปปิดเกินมาจากพื้นที่ตามขอบเขตของจังหวัดที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถประเมินความสมบูรณ์ครบถ้วนของชั้นข้อมูลความลาดชัน ได้ดังนี้

๕.๑.๑ การตรวจสอบการครอบคลุมพื้นที่ของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ โดยการซ้อนทับชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ที่จัดทำขึ้นกับชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองของจังหวัด เพื่อตรวจสอบว่ามีพื้นที่บริเวณใดของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ขาดหายไป (ไม่ครอบคลุมเขตจังหวัด) หรือพื้นที่เกินมา (อยู่ภายนอกเขตจังหวัด) จากนั้นให้รายงานผลลัพธ์ในรูปแบบของตารางของพื้นที่ที่ขาดหายไปหรือเกินมาเป็นจำนวนเนื้อที่เท่าใด คิดเป็นร้อยละของพื้นที่ที่ขาดหายไป และร้อยละของพื้นที่ที่เกินมาเท่าใด โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลรูปลักษณะทางภูมิศาสตร์ความลาดชันของพื้นที่ซึ่งดัดแปลงมาจากมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (FGDS) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ที่มา : โครงการศึกษาจัดทำร่างมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูล FGDS เวอร์ชัน ๔.๑ เมื่อ ๔ ก.ค. ๒๕๕๖) ตามตารางที่ ๕-๑

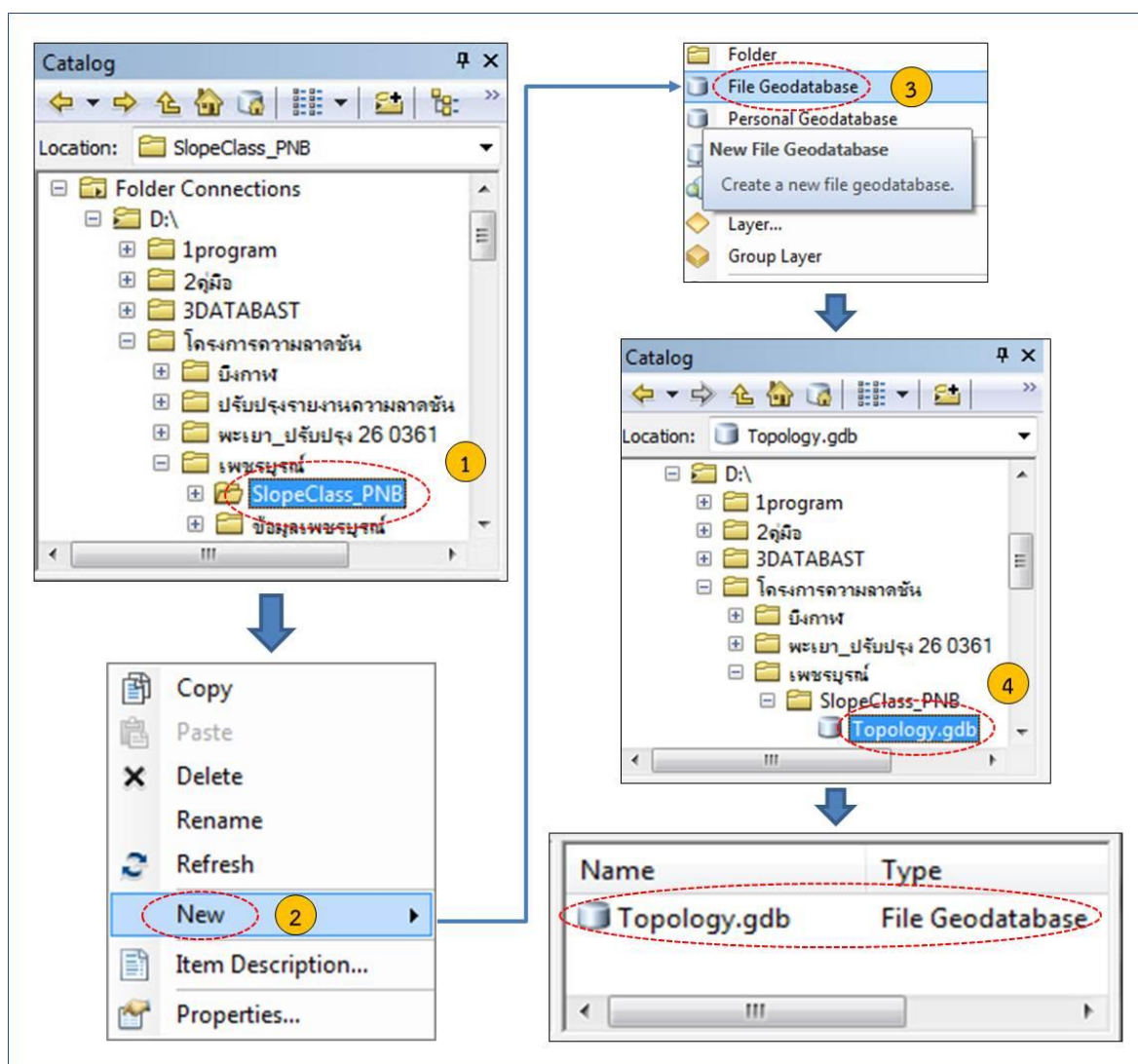
ตารางที่ ๕-๑ เกณฑ์การประเมินความสมบูรณ์ครบถ้วนของชั้นข้อมูลความลาดชันโดยวิธีการตรวจสอบ

การครอบคลุมพื้นที่ตามขอบเขตการปกครองของจังหวัด

เนื้อที่รวมของจังหวัด (คำนวณด้วยโปรแกรม GIS)	จำนวนเนื้อที่ข้อมูลความลาดชัน ที่เกินมาจากขอบเขตจังหวัด		จำนวนเนื้อที่ข้อมูลความลาดชัน ที่ขาดไปจากขอบเขตจังหวัด	
ตารางเมตร	ตารางเมตร	ร้อยละ	ตารางเมตร	ร้อยละ
		≤ ๐.๑		≤ ๐.๑

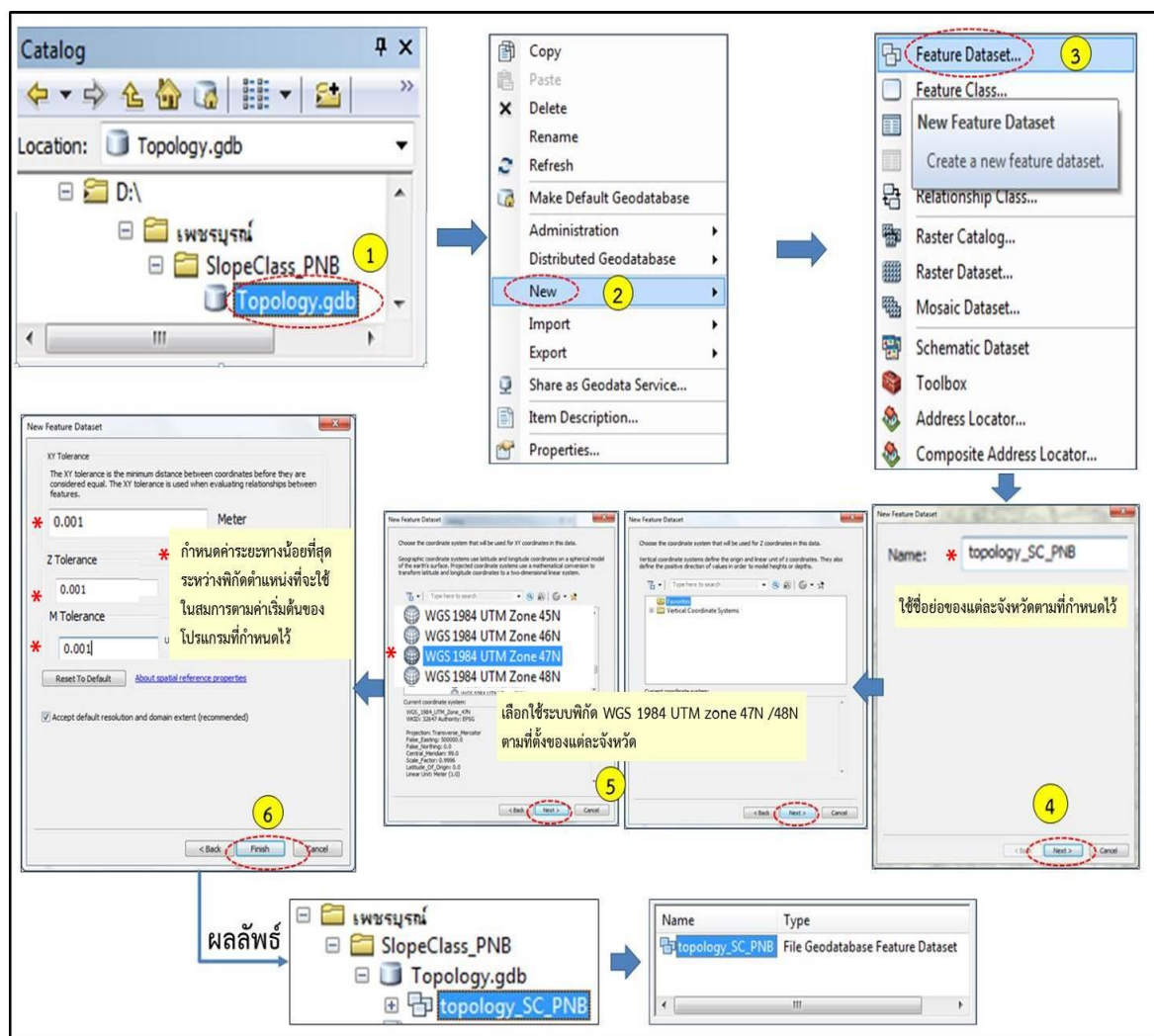
๕.๑.๒ การตรวจสอบความสอดคล้องทางตรรกะของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์และจำแนกชั้นความลาดชันจากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือข้อมูลราสเตอร์ แล้วนำมาแปลงเป็นข้อมูลเวกเตอร์ในรูปลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นพื้นที่รูปปิด ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวอาจเกิดช่องว่าง (Gap) และ/หรือการซ้อนทับ (Overlap) ของพื้นที่รูปปิด ดังนั้นผู้ดำเนินการจะต้องทำการตรวจสอบทางโทโปโลยี (Topology) ซึ่งเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของข้อมูลจากการกำหนดกฎของการตรวจสอบความถูกต้อง โดยวิธีตรวจสอบการซ้อนทับ (Overlap) และตรวจสอบการมีช่องว่างระหว่างกันของข้อมูล (Gap) ด้วยชุดคำสั่ง Topology โปรแกรม Arc GIS โดยมีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

๑) สร้างไฟล์ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geodatabase) สำหรับจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบ โดยมีขั้นตอนการสร้างไฟล์ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหมด ๔ ขั้นตอนและการกำหนดรายละเอียดที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน ดังภาพที่ ๕-๑



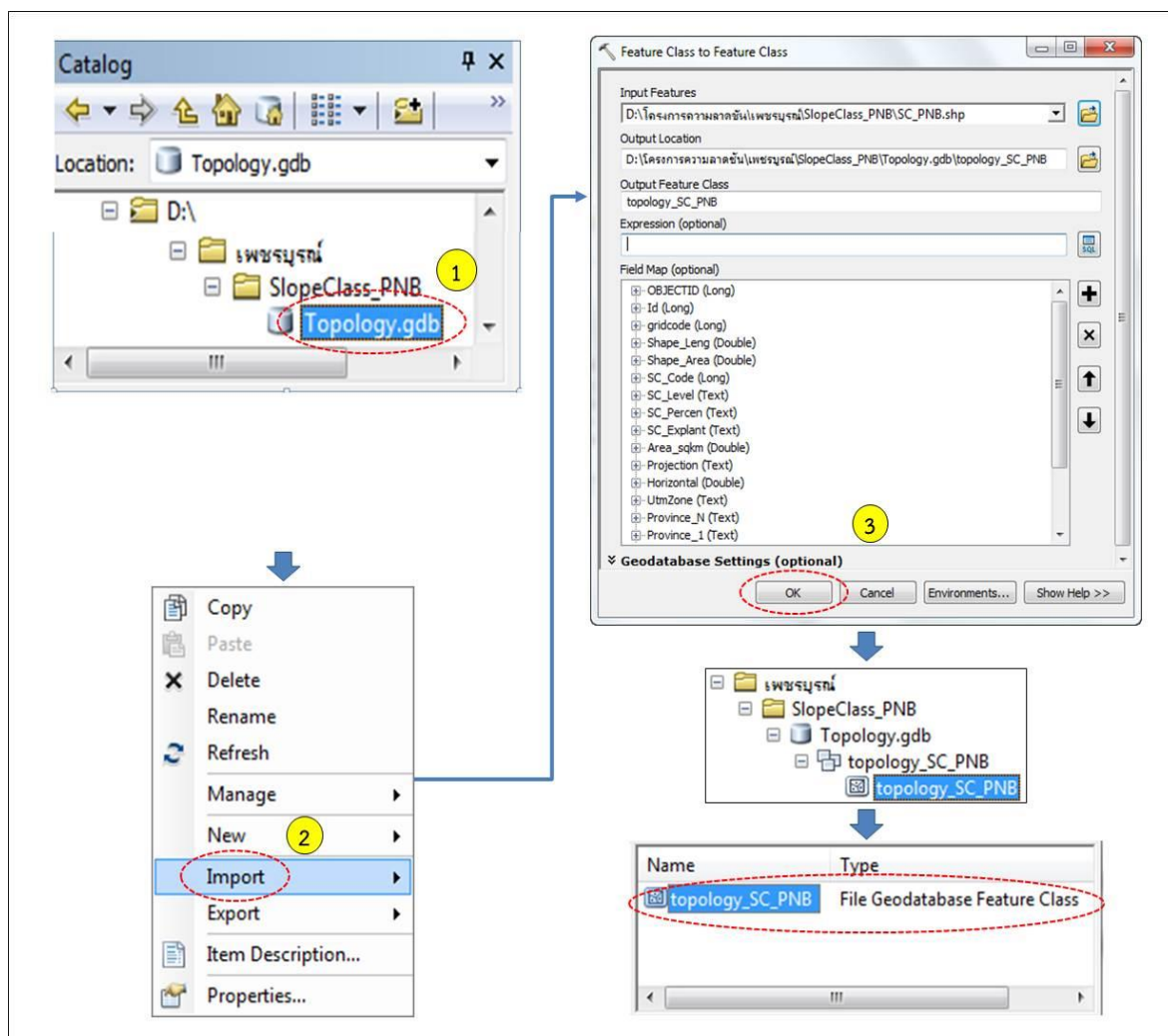
ภาพที่ ๕-๑ ขั้นตอนและวิธีการสร้างไฟล์ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geodatabase)

๒) สร้างไฟล์ชุดข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลรูปลักษณะทางภูมิศาสตร์ (Feature dataset) ข้อมูลพื้นที่รูปปิด (Polygon) ความลาดชันรวมทั้งข้อมูลเชิงคุณลักษณะหรือข้อความ (Annotation) ให้อยู่ในชุดข้อมูลเดียวกัน โดยมีขั้นตอนการสร้างไฟล์ Feature dataset ทั้งหมด ๖ ขั้นตอนและการกำหนดรายละเอียดที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ ๕-๒



ภาพที่ ๕-๒ ขั้นตอนและวิธีการสร้างไฟล์ชุดข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลรูปลักษณะทางภูมิศาสตร์

๓) นำเข้า (Import) ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จังหวัดที่ต้องการตรวจสอบโดยมีขั้นตอนการนำเข้าเพิ่มข้อมูลความลาดชัน ทั้งหมด ๖ ขั้นตอนและการกำหนดรายละเอียดที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ ๕-๓



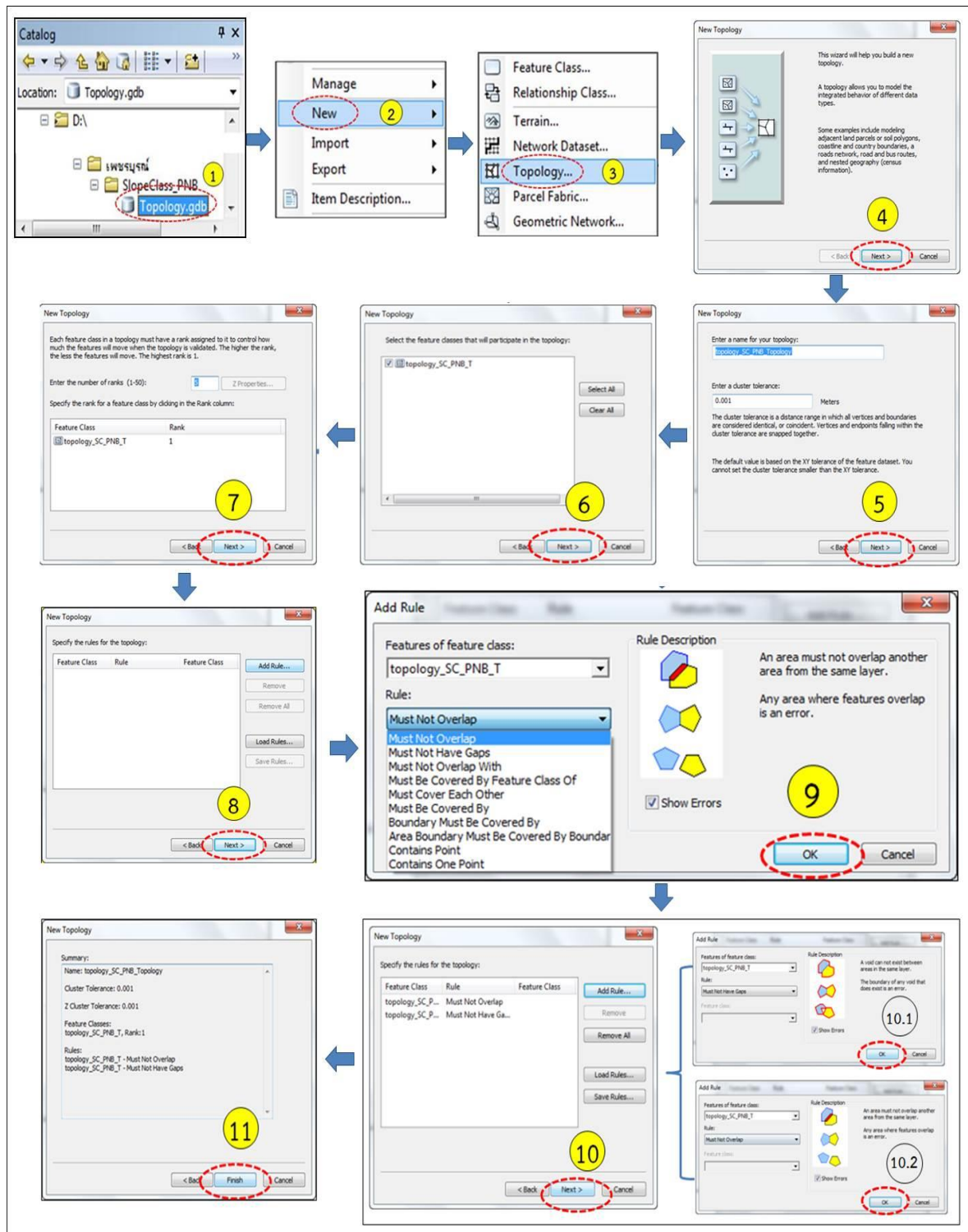
ภาพที่ ๕-๓ ขั้นตอนและวิธีการนำเข้าข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบโทโปโลยี

๔) กำหนดกฎในการตรวจสอบความสอดคล้องทางตรรกะของข้อมูล มี ๒ แบบคือ

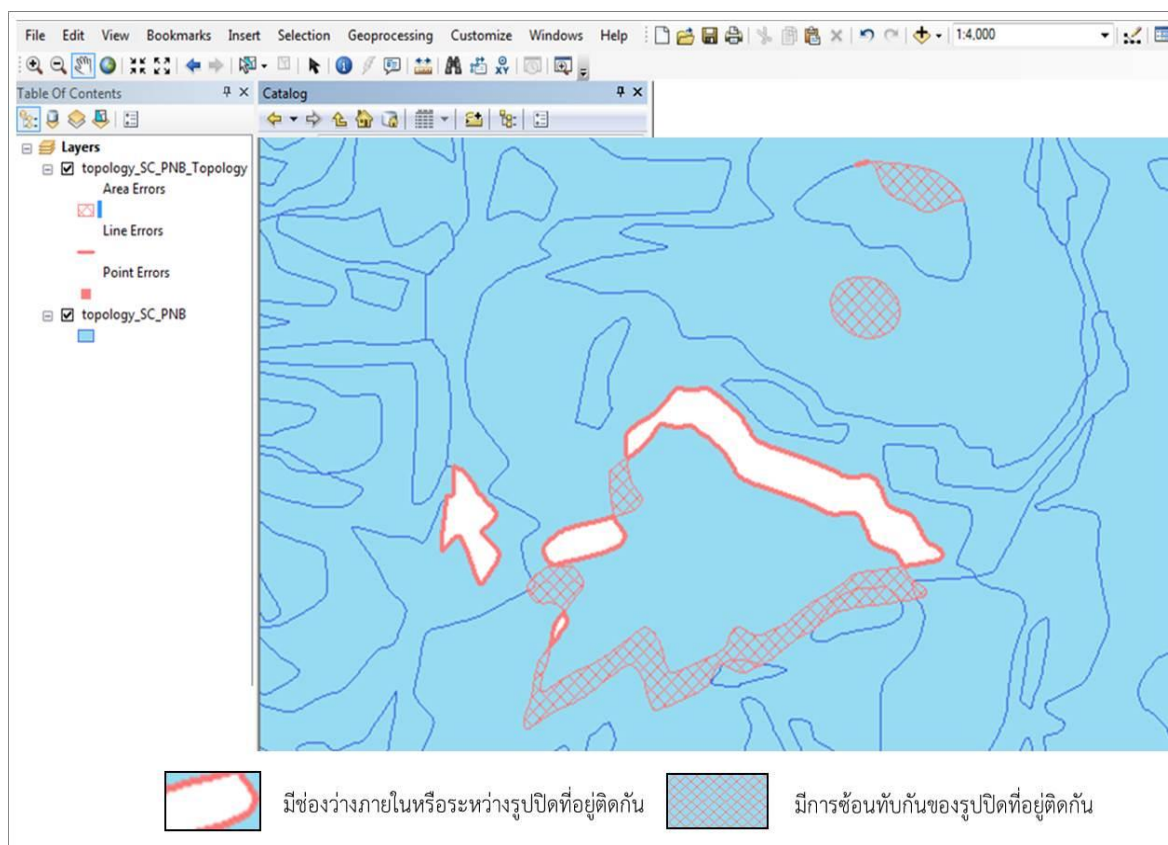
๔.๑) Must Not Overlap กฎนี้กำหนดให้ส่วนต่าง ๆ ของรูปปิดหรือโพลีกอนทั้งในส่วนของขอบเขตและพื้นที่ของทุกโพลีกอนของชั้นข้อมูลความลาดชันต้องไม่ซ้อนทับกันโดยโพลีกอน สามารถแบ่งขอบเขตหรือจุดเชื่อมรวมกันได้

๔.๒) Must Not Have Gaps ของรูปปิดหรือโพลีกอน ทุกโพลีกอนของชั้นข้อมูลความลาดชันต้องไม่มีช่องว่างภายใน โพลีกอนหรือมีช่องว่างระหว่าง โพลีกอนที่อยู่ติดกัน โดยโพลีกอนทั้งหมดต้องเป็นพื้นผิวที่ต่อเนื่องกัน

ขั้นตอนการกำหนดกฎการตรวจสอบความสอดคล้องทางตรรกะเชิงแนวคิดของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่มีทั้งหมด ๑๑ ขั้นตอนและการกำหนดรายละเอียดที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน ดังภาพที่ ๕-๔ และตัวอย่างของความผิดพลาดของข้อมูลที่ตรวจพบ ดังภาพที่ ๕-๕



ภาพที่ ๕-๔ ขั้นตอนและวิธีการสร้างกฎเพื่อตรวจสอบพื้นที่รูปปิดที่มีการซ้อนทับหรือเกิดช่องว่างระหว่างพื้นที่รูปปิด



ภาพที่ ๕-๕ ตัวอย่างผลลัพธ์จากการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลพื้นที่รูปปิดที่มีการซ้อนทับ (Overlap) หรือมีช่องว่างระหว่างกัน (Gap) ที่ตรวจพบ

ทั้งนี้ ในการตรวจสอบความสอดคล้องทางตรรกะเชิงแนวคิดของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ในแต่ละจังหวัดที่จัดทำขึ้น ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ให้รายงานผลลัพธ์เปอร์เซ็นต์ของเกณฑ์ความผิดพลาดของข้อมูลพื้นที่รูปปิดที่มีการซ้อนทับ(Overlap) หรือมีช่องว่างระหว่างกัน (Gap) ที่ตรวจพบ ตามตารางที่ ๕-๒

ตารางที่ ๕-๒ เกณฑ์ความสอดคล้องเชิงแนวคิดของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่แต่ละจังหวัด

รายการความสอดคล้องทางตรรกะของข้อมูล	เกณฑ์ความผิดพลาดของข้อมูลที่ตรวจพบ
พื้นที่รูปปิดของข้อมูลความลาดชันที่มีขอบเขตติดกันต้องเชื่อมต่อกันสนิทพอดี ไม่มีการซ้อนทับ (Overlap) หรือมีช่องว่างระหว่างกัน (Gap)	๐ %

๕.๒ การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชัน (Thematic Accuracy)

การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ที่จัดทำขึ้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภายใต้โครงการนี้จะใช้วิธีการสุ่มสำรวจจริงวัดความลาดชันของพื้นที่ในตำแหน่งต่าง ๆ โดยวิธีการที่มีความถูกต้องสูงกว่า นำมาเปรียบเทียบกับชั้นความลาดชันของพื้นที่ที่ปรากฏบนแผนที่แสดงความลาดชัน ณ ตำแหน่งเดียวกัน แล้วรายงานผลความผิดพลาดของชั้นความลาดชันบนแผนที่ โดยมีแนวทางการดำเนินงาน ดังนี้

๕.๒.๑ การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ โดยวิธีการเปรียบเทียบค่าความลาดชันเฉลี่ยที่คำนวณได้จากพิกัดทางราบและทางดิ่งของจุดตรวจสอบที่ได้จากการรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอส วิธีการจลนในทันที (Real Time Kinematic survey : RTK) ที่มีความถูกต้องสูงกว่า เปรียบเทียบกับความลาดชันของพื้นที่ในตำแหน่งเดียวกันบนแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่จัดทำขึ้น โดยมีแนวทางการดำเนินการดังนี้

๑) การกำหนดจุดตรวจสอบหรือจุดสำหรับประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันมีส่วนเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานในสำนักงานด้านการใช้แผนที่ การวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศจากข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เช่น แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน แผนที่สภาพความลาดชัน และข้อมูลเส้นชั้นความสูง การปฏิบัติงานในสนามด้านการสำรวจจริงวัดเพื่อกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมจีพีเอส แบบ RTK ตลอดจนการคำนวณเพื่อประเมินค่าความถูกต้องของแผนที่ ดังนั้นจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้ดำเนินงานควรพิจารณาดำเนินการให้ถูกต้องตามแนวทางที่กำหนดไว้ดังนี้

๑.๑) กำหนดจุดตรวจสอบบนแผนที่แสดงความลาดชันที่จัดทำขึ้น โดยจุดตรวจสอบที่กำหนดขึ้นนั้นเมื่อทำการรังวัดพิกัดทางราบและทางดิ่งแล้วจะต้องสามารถนำมาคำนวณหาค่าความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่ได้เป็น จำนวน ไม่น้อยกว่า ๓๐ พื้นที่ที่ต้องการเปรียบเทียบค่าหรือประเมินความถูกต้องของแผนที่

๑.๒) จุดตรวจสอบที่จะมาคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ย ต้องกำหนดจุดทดสอบให้อยู่บนแนวเส้นตรงเดียวกันในทิศทางตามความลาดเทของพื้นที่โดยพิจารณาจากแนวเส้นตรงที่ลากผ่านจุดทดสอบที่กำหนดตั้งแต่ ๒ จุดขึ้นไปควรอยู่ในแนวตั้งฉาก (โดยประมาณ) กับเส้นชั้นความสูงที่ซ้อนทับบนแผนที่แสดงความลาดชัน

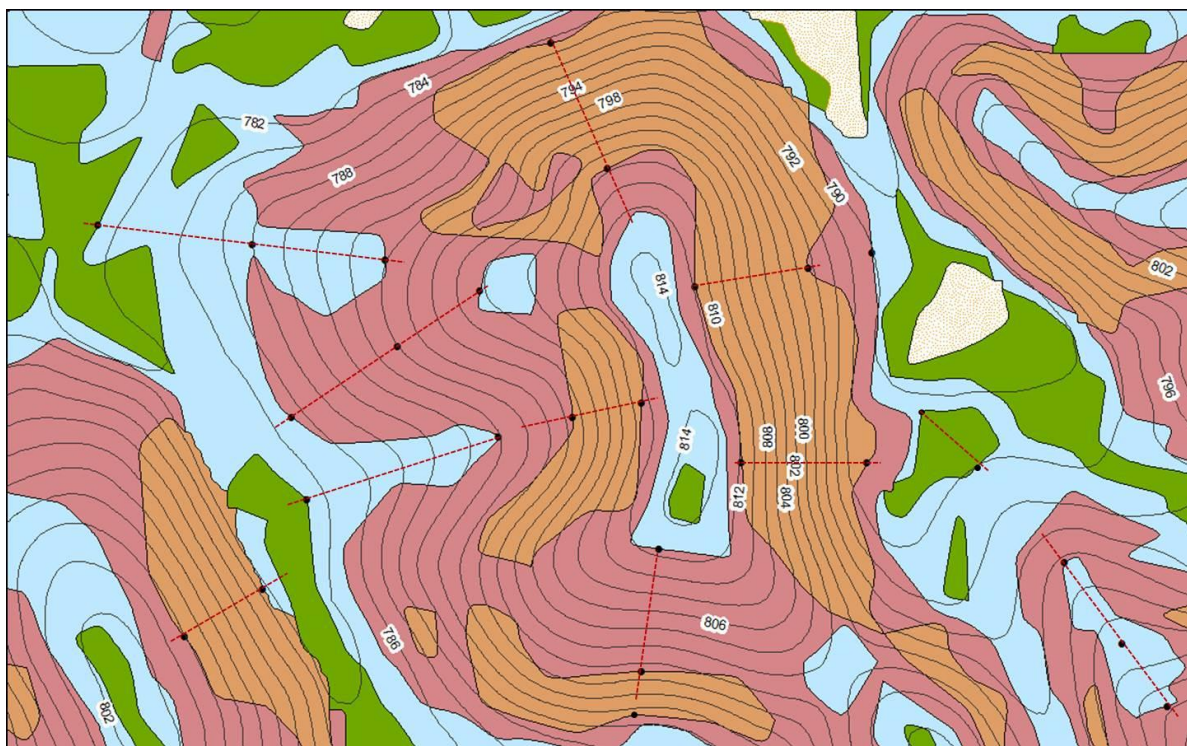
๑.๓) จุดตรวจสอบที่จะนำมาคำนวณหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยต้องเป็นจุดทดสอบที่อยู่ภายในขอบเขตของพื้นที่รูปปิดเดียวกัน และอยู่ในแนวเส้นตรงที่ตั้งฉากโดยประมาณกับเส้นชั้นความสูง

๑.๔) จุดตรวจสอบที่ใช้ในการคำนวณความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยที่นำมาใช้ในการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันที่จัดทำขึ้นควรกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ของทั้งจังหวัด โดยมีจำนวนของจุดทดสอบและจำนวนของตัวแทนของพื้นที่ที่ทำการเปรียบเทียบความลาดชัน

ของพื้นที่โดยเฉลี่ยในแต่ละระดับชั้นความลาดชันในสัดส่วนที่เท่ากันและครบทุกระดับชั้นความลาดชันที่ปรากฏอยู่บนแผนที่แสดงความลาดชันของแต่ละจังหวัดที่จัดทำขึ้น

๑.๕) จุดตรวจที่กำหนดจะต้องเป็นจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก สภาพพื้นที่เปิดโล่ง มีความเหมาะสมในการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส แบบ RTK โดยควรนำแผนที่ภาพถ่ายออร์โธสและแผนที่สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการคัดเลือกพื้นที่และการกำหนดจุดตรวจสอบ

ภายหลังจากการกำหนดจุดตรวจสอบบนแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับนำไปใช้เป็นจุดในการรังวัดพิกัดทางราบและทางตั้งในภูมิประเทศได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว ให้จัดทำไฟล์ข้อมูลจุดทดสอบพิกัดเหนือ(N) และพิกัดตะวันออก (E) ในระบบพิกัดยูทีเอ็ม (UTM) พื้นหลักฐานสากล (WGS ๘๔) โซน ๔๗N หรือ ๔๘N ตามตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละจังหวัด ในรูปแบบของไฟล์ Comma-separated values (*.CSV) หรือในรูปแบบอื่นที่สามารถนำเข้าข้อมูลผ่านโปรแกรมหรือโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไปได้



ภาพที่ ๕-๖ ตัวอย่างการกำหนดจุดทดสอบเพื่อการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่แต่ละจังหวัด

๒) การสำรวจรังวัดพิกัดจุดตรวจสอบในภูมิประเทศ เป็นขั้นตอนการรังวัดพิกัดทางราบและทางตั้งของจุดตรวจสอบตามค่าพิกัดทางราบ(N, E) ที่อ่านค่าจากแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ที่จัดทำขึ้น โดยใช้วิธีการกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียมจีพีเอส โดยการรังวัดแบบจลนในทันที (Real Time Kinematic survey : RTK) ซึ่งพิกัดของจุดตรวจสอบที่รังวัดในภูมิประเทศจะมีค่าความคลาดเคลื่อน

ประมาณ ๑- ๕ เซนติเมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับนำมาใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่ โดยเฉลี่ยเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชั้นความลาดชันบนแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ที่จัดทำขึ้น

๒.๑) กำหนดให้ใช้หมุดหลักฐานภาคพื้นดิน โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นหมุดโครงข่ายงานในการสำรวจรังวัดจุดตรวจสอบเพื่อการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ทุกจังหวัดเนื่องจากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข เส้นชั้นความสูง แผนที่ภาพถ่ายออร์โธรี ที่นำมาใช้ในการดำเนินงานภายใต้โครงการนี้ จัดทำและอ้างอิงค่าพิกัดทางราบและทางดิ่ง มาจากหมุดหลักฐานภาคพื้นดินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้เป็นหมุดสำหรับตั้งสถานีฐาน (Base Station) หรือเป็นหมุดหลักฐานแผนที่สำหรับโครงข่ายงานในการสร้างหมุดหลักฐานใหม่สำหรับตั้งสถานีฐาน

๒.๒) กำหนดให้ใช้ค่าพิกัดทางราบ (N,E) ของจุดตรวจสอบที่ได้จากการอ่านค่าพิกัดจุดบนแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตามที่กำหนดไว้ เป็นจุดเป้าหมายในการรังวัดพิกัดทางราบและทางดิ่งในภูมิประเทศ โดยใช้ฟังก์ชันการทำงาน ระบบการนำหนและการค้นหาเป้าหมายตามค่าพิกัดที่กำหนดไว้ในเครื่องจีพีเอส ทั้งนี้ความแตกต่างของค่าพิกัดทางราบระหว่างจุดตรวจสอบที่รังวัดในภูมิประเทศ กับจุดตรวจสอบเดียวกันที่อ่านได้จากแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จะต้องมีความแตกต่างของค่าพิกัดตะวันออก (E) และค่าพิกัดเหนือ (N) ไม่ควรเกิน ± ๑ เมตร

๒.๓) การรังวัดจุดตรวจสอบในภูมิประเทศให้ดำเนินการตามมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ กมร. ๒๐๒-๒๕๕๑ มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และมาตรฐานข้อกำหนดภูมิสารสนเทศพื้นฐานชั้นข้อมูลหมุดหลักฐานแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แบบ RTK มีรายละเอียดดังนี้

(๑) ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบ ๒ ความถี่หรือแบบหลายระบบดาวเทียมนำหน (dual-frequency receiver and multi-GNSS receiver) ที่มีจำนวนช่องสัญญาณดาวเทียมที่สามารถรับได้ ในเวลาเดียวกัน ไม่น้อยกว่า ๑๒ ช่อง ความคลาดเคลื่อนของการรังวัดไม่เกิน ๑๐ mm + ๑ ppm ของระยะเส้นฐาน รับข้อมูลทั้งที่เป็นรหัส และเฟสคลื่นส่ง (Code and Carrier Phase Observation) และมีอัตราการรับข้อมูลดาวเทียม (Observation Rate) ไม่ควรเกิน ๕ วินาที / ครั้ง

(๒) เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่สถานีฐาน (Base station) และเครื่องรับสัญญาณที่สถานีจร (Rover) ต้องรับข้อมูลจากดาวเทียมกลุ่มเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันไม่น้อยกว่า ๕ ดวง

(๓) กำหนดค่าความไม่แน่นอนในองค์ประกอบด้านเรขาคณิตของดาวเทียม (Geometry Dilution of Precision: GDOP) ไม่เกิน ๘

(๔) ระยะทางระหว่างสถานีฐานและสถานีจรต้องอยู่ในระยะที่สามารถส่งและรับคลื่นวิทยุหรือสัญญาณโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระยะห่างระหว่างสถานีฐานกับสถานีจรไม่ควรเกิน ๓๐ กิโลเมตร

(๕) มุมกั้นท้องฟ้า (Mask Angle) หรือมุมสูงสุดเหนือเส้นขอบฟ้าที่มีสิ่งกีดขวาง ไม่น้อยกว่า ๑๕ องศา

(๖) การประมวลผลเส้นฐาน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นฐานที่คำนวณ ได้ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๒๐ เมตร

(๗) ค่าพิกัดได้จาก Ambiguity Fixed Solution ทั้งพิกัดทางราบและทางตั้ง โดยความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่กำหนดให้ (position quality) ไม่เกิน ± 5 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางตั้งไม่เกิน ± 10 เซนติเมตร

(๘) จัดเก็บข้อมูลดิบจากเครื่องรับสัญญาณ และค่าพิกัดในรูปแบบ Text File เพื่อนำเข้าข้อมูลในการประมวลผลและตรวจสอบความถูกต้องในสำนักงานในขั้นตอนการประมวลผล

๓) การคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยและการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ โดยนำค่าพิกัดทางราบและทางตั้งของจุดตรวจสอบที่ได้จากการรังวัดในภูมิประเทศไม่น้อยกว่า ๒ จุดตรวจสอบที่อยู่ในพื้นที่รูปปิดเดียวกันนำมาคำนวณหาค่าระยะทางราบ (Horizontal distance :HD) และค่าความแตกต่างของระดับความสูง (Vertical distance :VD) ระหว่างคู่จุดตรวจสอบ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ย จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระดับความลาดชันของพื้นที่ในพื้นที่สุ่มตัวอย่างหรือ ณ จุดตรวจสอบเดียวกันบนแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ที่จัดทำขึ้น รายละเอียดตามตัวอย่างตารางที่ ๕-๓

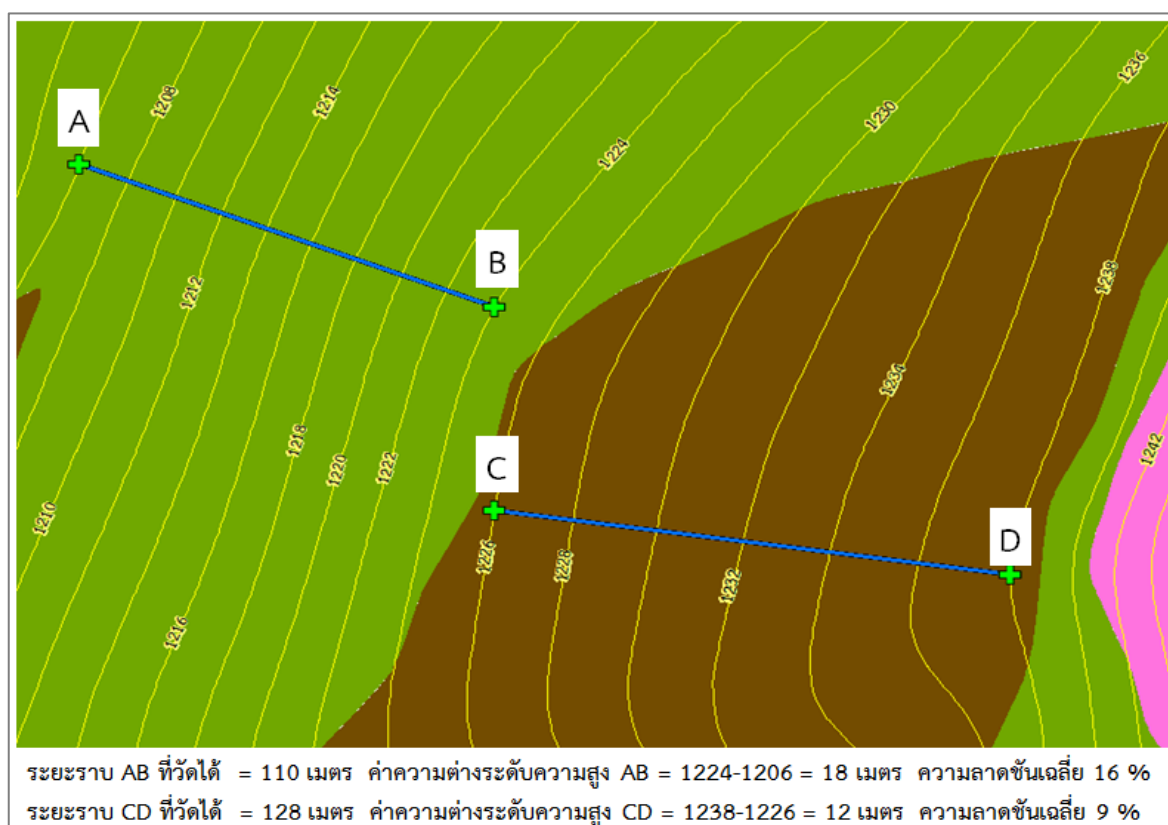
ตารางที่ ๕-๓ ตัวอย่างการคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยและการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์

หมายเลขจุดตรวจสอบ	หมายเลขจุดที่รังวัด	ตะวันออก (ม.)	เหนือ (ม.)	ค่าระดับ (ม.)	ระยะทางราบ (ม.)	ความต่างค่าระดับ (ม.)	ความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ย (%)	ระดับความลาดชันของพื้นที่ (%)
๑	๑๑๐๑	๗๑๕๒๓๓.๙๒๑	๑๘๕๓๗๑๑.๐๓๓	๗๐๐.๑๔๙				
๒	๑๑๐๒	๗๑๕๑๘๑.๘๘๗	๑๘๕๓๗๒๙.๖๘๐	๖๙๙.๙๑๐	๕๕.๒๘๑	๐.๒๓๙	๐.๔๓๒	๐-๒
๓	๑๑๑๒	๗๑๕๐๘๐.๕๑๒	๑๘๕๓๔๕๗.๗๓๘	๖๙๗.๘๘๒				
๔	๑๑๑๓	๗๑๕๑๗๑.๕๖๐	๑๘๕๓๔๕๗.๖๘๒	๖๙๘.๐๔๒	๙๑.๐๔๘	๐.๑๖๐	๐.๑๗๖	๐-๒
๕	๑๑๑๔	๗๑๕๑๕๑.๔๕๓	๑๘๕๓๓๖๙.๙๔๔	๖๙๗.๑๕๒				
๖	๑๑๑๕	๗๑๕๒๓๕.๐๗๕	๑๘๕๓๓๒๓.๐๕๘	๖๙๖.๖๕๓	๙๕.๘๖๙	๐.๔๙๙	๐.๕๒๐	๐-๒
๗	๘๐๒๓	๗๑๗๕๒๕.๑๓๕	๑๘๕๑๖๐๖.๐๕๒	๗๖๔.๒๗๐				
๘	๘๐๒๔	๗๑๗๕๓๐.๖๗๐	๑๘๕๑๕๙๗.๖๓๒	๗๖๔.๒๑๒	๑๐.๐๗๖	๐.๐๕๘	๐.๕๗๖	๐-๒
๙	MG๓๐๕	๗๑๓๖๕๕.๓๐๗	๑๘๓๙๘๐๘.๒๑๙	๙๓๓.๒๙๑				
๑๐	MG๓๐๖	๗๑๓๖๙๓.๑๒๑	๑๘๓๙๘๐๑.๙๑๖	๙๓๒.๔๘๙	๓๘.๓๓๖	๐.๘๐๒	๒.๐๙๒	๒-๕

หมายเลข จุด ตรวจสอบ	หมายเลข จุดที่รังวัด	ตะวันออก (ม.)	เหนือ (ม.)	ค่าระดับ (ม.)	ระยะทาง ราบ (ม.)	ความ ต่างค่า ระดับ (ม.)	ความลาด ชันของ พื้นที่โดย เฉลี่ย (%)	ระดับ ความลาด ชันของ พื้นที่ (%)
๑๑	๑G๑๓๙	๗๑๔๑๔๕.๕๖๖	๑๘๔๐๕๐๕.๖๖๒	๙๑๙.๕๖๐				
๑๒	๑G๑๔๐	๗๑๔๑๐๙.๕๖๑	๑๘๔๐๔๘๔.๓๓๑	๙๑๗.๕๓๕	๔๑.๗๖๓	๒.๐๒๕	๔.๘๔๙	๒-๕
๑๓	๑G๕๑๒	๗๑๔๓๓๘.๓๒๔	๑๘๔๐๔๓๖.๖๖๖	๙๕๖.๙๑๔				
๑๔	๑G๕๑๓	๗๑๔๓๕๙.๑๑๒	๑๘๔๐๔๘๕.๐๖๓	๙๕๘.๐๘๑	๕๒.๖๗๓	๑.๑๖๗	๒.๒๑๖	๒-๕
๑๕	MG๕๐๑	๗๑๓๐๘๒.๒๖๗	๑๘๓๖๑๑๐.๖๗๒	๘๙๘.๗๙๐				
๑๖	MG๕๐๒	๗๑๓๐๖๘.๙๓๗	๑๘๓๖๑๑๕.๐๗๗	๘๙๙.๒๗๔	๑๔.๐๓๙	๐.๔๘๔	๓.๔๔๘	๒-๕
๑๗	๑G๑๓๘	๗๑๔๑๗๐.๕๖๗	๑๘๔๐๕๒๐.๙๑๘	๙๑๖.๖๐๗				
๑๘	๑G๑๓๙	๗๑๔๑๔๕.๕๖๖	๑๘๔๐๕๐๕.๖๖๒	๙๑๙.๕๖๐	๒๙.๓๗๔	๒.๙๕๓	๑๐.๐๕๓	๕-๑๒
๑๙	MG๓๑๕	๗๑๓๒๔๒.๘๐๗	๑๘๓๙๔๑๘.๓๐๙	๙๓๘.๕๘๖				
๒๐	MG๓๑๖	๗๑๓๒๓๖.๖๘๓	๑๘๓๙๔๒๕.๘๔๗	๙๓๗.๔๒๘	๙.๗๑๒	๑.๑๕๘	๑๑.๙๒๓	๕-๑๒
๒๑	MG๓๑๗	๗๑๓๒๒๒.๐๐๑	๑๘๓๙๔๕๗.๖๑๖	๙๒๕.๙๒๖				
๒๒	MG๓๑๘	๗๑๓๑๗๙.๑๙๑	๑๘๓๙๓๓๐.๕๒๕	๙๓๙.๑๓๓	๑๓๑.๒๕๘	๑๓.๒๐๗	๑๐.๐๖๒	๕-๑๒
๒๓	๑G๕๑๓	๗๑๔๓๕๙.๑๑๒	๑๘๔๐๔๘๕.๐๖๓	๙๕๘.๐๘๑				
๒๔	๑G๒๘	๗๑๔๓๖๒.๖๔๙	๑๘๔๐๔๙๘.๑๐๗	๙๕๗.๐๓๙	๑๓.๕๑๕	๑.๐๔๒	๗.๗๑๐	๕-๑๒
๒๕	MG๓๐๑	๗๑๓๖๗๗.๘๑๐	๑๘๓๙๘๔๔.๗๓๖	๙๓๓.๖๘๙				
๒๖	MG๓๐๒	๗๑๓๖๖๐.๗๔๔	๑๘๓๙๘๕๒.๕๖๒	๙๓๐.๙๙๑	๑๘.๗๗๕	๒.๖๘๘	๑๔.๓๗๐	๑๒-๒๐
๒๗	MG๓๐๙	๗๑๒๘๕๕๑.๖๕๕	๑๘๓๙๓๒๓.๘๖๑	๙๓๙.๒๕๘				
๒๘	MG๓๑๐	๗๑๒๘๖๓.๑๐๙	๑๘๓๙๓๑๔.๒๖๙	๙๓๖.๓๕๓	๑๔.๙๔๐	๒.๙๐๕	๑๙.๔๔๕	๑๒-๒๐
๒๙	MG๓๑๑	๗๑๒๘๗๔.๘๖๖	๑๘๓๙๓๐๔.๗๑๒	๙๓๐.๔๕๐				
๓๐	MG๓๑๒	๗๑๒๘๘๗.๓๓๗	๑๘๓๙๒๘๖.๒๔๗	๙๒๖.๓๐๖	๒๙.๐๘๔	๔.๑๔๔	๑๔.๒๔๘	๑๒-๒๐
๓๑	MG๓๑๘	๗๑๓๑๗๙.๑๙๑	๑๘๓๙๓๓๐.๕๒๕	๙๓๙.๑๓๓				
๓๒	MG๓๑๙	๗๑๓๑๘๘.๒๓๘	๑๘๓๙๓๒๒.๖๙๖	๙๓๗.๓๔๒	๑๑.๙๖๔	๑.๗๙๑	๑๔.๙๗๐	๑๒-๒๐
๓๓	๑G๕๑๑	๗๑๔๓๓๔.๗๑๙	๑๘๔๐๔๒๘.๓๓๖	๙๕๕.๕๙๖				
๓๔	๑G๕๑๒	๗๑๔๓๓๘.๓๒๔	๑๘๔๐๔๓๖.๖๖๖	๙๕๖.๙๑๔	๙.๐๗๗	๑.๓๑๘	๑๔.๕๒๑	๑๒-๒๐
๓๕	MG๓๐๒	๗๑๓๖๖๐.๗๔๔	๑๘๓๙๘๕๒.๕๖๒	๙๓๐.๙๙๑				

หมายเลข จุด ตรวจสอบ	หมายเลข จุดที่รังวัด	ตะวันออก (ม.)	เหนือ (ม.)	ค่าระดับ (ม.)	ระยะทาง ราบ (ม.)	ความ ต่างค่า ระดับ (ม.)	ความลาด ชันของ พื้นที่โดย เฉลี่ย (%)	ระดับ ความลาด ชันของ พื้นที่ (%)
๓๖	MG๓๐๓	๗๑๓๖๓๒.๒๐๘	๑๘๓๙๘๖๗.๘๑๓	๙๒๒.๐๗๕	๓๒.๓๕๖	๘.๙๑๖	๒๗.๕๕๖	๒๐-๓๕
๓๗	MG๓๐๖	๗๑๓๖๙๓.๑๒๑	๑๘๓๙๘๐๑.๙๑๖	๙๓๒.๔๘๙				
๓๘	MG๓๐๗	๗๑๓๗๐๘.๗๓๙	๑๘๓๙๗๙๙.๗๕๒	๙๒๗.๙๗๖	๑๕.๗๖๗	๔.๕๑๓	๒๘.๖๒๓	๒๐-๓๕
๓๙	๑G๑๔๐	๗๑๔๑๐๙.๕๖๑	๑๘๔๐๔๘๔.๓๓๑	๙๑๗.๕๓๕				
๔๐	๑G๑๔๑	๗๑๔๐๘๕.๔๒๙	๑๘๔๐๔๖๘.๕๑๙	๙๑๒.๑๖๒	๒๘.๘๕๑	๕.๓๗๓	๑๘.๖๒๓	๒๐-๓๕
๔๑	๑G๑๔๒	๗๑๔๐๕๑.๓๓๘	๑๘๔๐๔๕๖.๔๓๑	๙๐๒.๕๙๓	๓๖.๑๗๑	๙.๕๖๙	๒๖.๔๕๕	๒๐-๓๕
๔๒	MG๓๑๙	๗๑๓๑๘๘.๒๓๘	๑๘๓๙๓๒๒.๖๙๖	๙๓๗.๓๔๒				
๔๓	MG๓๒๐	๗๑๓๑๙๕.๒๐๒	๑๘๓๙๓๑๗.๗๗๗	๙๓๕.๓๖๐	๘.๕๒๖	๑.๙๘๒	๒๓.๒๔๖	๒๐-๓๕
๔๔	MG๓๑๐	๗๑๒๘๖๓.๑๐๙	๑๘๓๙๓๑๔.๒๖๙	๙๓๖.๓๕๓				
๔๕	MG๓๑๑	๗๑๒๘๗๔.๘๖๖	๑๘๓๙๓๐๔.๗๑๒	๙๓๐.๔๕๐	๑๕.๑๕๑	๕.๙๐๓	๓๘.๙๖๐	๓๕-๕๐
๔๖	MG๓๑๓	๗๑๒๙๑๓.๙๒๙	๑๘๓๙๒๗๓.๔๔๖	๙๓๖.๙๓๐				
๔๗	MG๓๑๔	๗๑๒๙๒๐.๓๐๖	๑๘๓๙๒๖๗.๗๘๙	๙๔๑.๐๓๔	๘.๕๒๕	๔.๑๐๔	๔๘.๑๔๓	๓๕-๕๐
๔๘	๑G๒๙	๗๑๔๓๗๒.๙๓๕	๑๘๔๐๕๑๘.๖๒๗	๙๕๒.๙๔๐				
๔๙	๑G๓๐	๗๑๔๓๙๐.๓๓๙	๑๘๔๐๕๕๑.๗๖๓	๙๓๗.๑๙๘	๓๗.๔๒๙	๑๕.๗๔๒	๔๒.๐๕๙	๓๕-๕๐
๕๐	MG๔๐๓	๗๑๓๓๙๖.๐๒๖	๑๘๓๗๓๕๒.๓๗๖	๙๐๗.๐๖๑				
๕๑	MG๔๐๔	๗๑๓๓๗๘.๑๗๓	๑๘๓๗๓๕๘.๕๑๘	๘๙๘.๗๑๖	๑๘.๘๘๐	๘.๓๔๕	๔๔.๒๐๐	๓๕-๕๐
๕๒	๑G๓๐	๗๑๔๓๙๐.๓๓๙	๑๘๔๐๕๕๑.๗๖๓	๙๓๗.๑๙๘				
๕๓	๑G๓๑	๗๑๔๔๐๖.๙๑๔	๑๘๔๐๕๘๓.๘๑๘	๙๑๕.๐๐๑	๓๖.๐๘๗	๒๒.๑๙๗	๖๑.๕๑๐	≥ ๕๐
๕๔	๑G๕๑๔	๗๑๔๔๑๖.๓๔๐	๑๘๔๐๕๙๖.๗๖๔	๙๐๖.๕๐๖	๑๖.๐๑๔	๘.๔๙๕	๕๓.๐๔๗	≥ ๕๐
๕๕	MG๕๐๙	๗๑๓๐๒๔.๖๑๗	๑๘๓๖๐๔๓.๒๗๐	๘๘๔.๗๘๓				
๕๖	MG๕๑๐	๗๑๓๐๑๑.๙๖๗	๑๘๓๖๐๔๒.๕๓๙	๘๗๘.๔๑๓	๑๒.๖๗๑	๖.๓๗	๕๐.๒๗๒	≥ ๕๐
๕๗	๔๗๘	๗๑๓๗๗๓.๒๘๓	๑๘๔๔๓๖๖.๑๐๐	๘๖๓.๒๘๔				
๕๘	๔๗๙	๗๑๓๗๖๘.๐๔๒	๑๘๔๔๓๘๓.๔๗๙	๘๕๒.๔๑๐	๑๘.๑๕๒	๑๐.๘๗๔	๕๙.๙๐๕	≥ ๕๐
๕๙	๓๙๕	๗๑๓๗๓๘.๖๘๑	๑๘๔๔๖๑๒.๙๓๓	๘๙๘.๓๒๒				
๖๐	๓๙๖	๗๑๓๗๔๐.๑๔๙	๑๘๔๔๖๐๙.๔๐๕	๘๘๐.๐๗๓	๓๑.๖๖๕	๑๘.๒๔๙	๕๗.๖๓๑	≥ ๕๐

๕.๒.๒ การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ โดยวิธีการเปรียบเทียบค่าความลาดชันเฉลี่ยที่คำนวณได้จากแผนที่และข้อมูลเส้นชั้นความสูงเชิงเลขมาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ กับระดับความลาดชัน (พื้นที่รูปปิดของแต่ละระดับความลาดชัน) บนแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ที่จัดทำขึ้น โดยใช้วิธีการกำหนดจุดตรวจสอบเช่นเดียวกับการรังวัดพิกัดจุดตรวจสอบใน ภูมิประเทศ จะแตกต่างกันเฉพาะตำแหน่งจุดตรวจสอบที่จะกำหนดนั้นต้องอยู่บนเส้นชั้นความสูงในแนวเส้นตรงที่ตั้งฉากโดยประมาณกับเส้นชั้นความสูงตามความลาดเอียงของพื้นที่ จากนั้นให้วัดระยะทางระหว่างจุดตรวจสอบบนแผนที่โดยใช้เครื่องมือการวัดระยะจากโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ และใช้ค่าระดับความสูงของจุดตรวจสอบจากเส้นชั้นความสูง ณ ตำแหน่งจุดตรวจสอบทั้ง ๒ จุด นำมาคำนวณหาค่าความต่างของค่าระดับระหว่างจุด แล้วนำค่าระยะทางราบที่วัดได้ และค่าความต่างของค่าระดับของจุดทั้งสองไปคำนวณหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ย ตามวิธีการคำนวณค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการรังวัดจากแผนที่และเส้นชั้นความสูงดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ ๒.๒.๒ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระดับความลาดชันของพื้นที่บนแผนที่แสดงความลาดชันที่จัดทำขึ้น ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ภายใต้โครงการนี้ ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการสำรวจรังวัดจุดตรวจสอบในภูมิประเทศ โดยมีวิธีการกำหนดจุดบนแผนที่และหาค่าความลาดชันของพื้นที่ ดังภาพที่ ๕-๗



ภาพที่ ๕-๗ ตัวอย่างการหาค่าความลาดชันของพื้นที่โดยวิธีการรังวัดจากแผนที่และเส้นชั้นความสูง
 มาตราส่วน ๑:๔,๐๐๐

สำหรับการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ภายใต้โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน โดยวิธีการรังวัดความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยในภูมิประเทศด้วยเทคนิคการรังวัดพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม แบบ RTK ในข้อ ๕.๒.๑ นั้น เป็นวิธีการที่มีความถูกต้อง และมีความน่าเชื่อถือสูง แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณ และระยะเวลาในการสำรวจรังวัดในภูมิประเทศ รวมทั้งวิธีการสำรวจรังวัดด้วยเครื่องจีพีเอสแบบ RTK นั้นจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีทักษะและประสบการณ์เฉพาะด้านในการปฏิบัติงาน ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถดำเนินการประเมินคุณภาพของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ของจังหวัดต่างๆ ที่จัดทำขึ้นได้ครบทุกจังหวัด หรือในบางจังหวัดอาจมีปัญหา อุปสรรคหรือข้อจำกัดในการเข้าถึงพื้นที่ ซึ่งผู้ควบคุมโครงการและผู้ปฏิบัติงานควรเลือกใช้วิธีการประเมินโดยการเปรียบเทียบค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยจากแผนที่และข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่มีความละเอียดถูกต้องสูงกว่าแผนที่แสดงความลาดชันที่จัดทำขึ้น ตามวิธีการในข้อ ๕.๒.๒ โดยใช้เกณฑ์การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ ตามตารางที่ ๕-๔

ตารางที่ ๕-๔ เกณฑ์การประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ภายใต้โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน

รายการประเมินความถูกต้องของแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่	เกณฑ์ความผิดพลาดของระดับความลาดชันของพื้นที่บนแผนที่แสดงความลาดชันฯที่ตรวจพบ
ขอบเขตของพื้นที่รูปปิดชันความลาดชันที่อยู่บนแผนที่ต้องมีความสอดคล้องกับค่าความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยที่ได้จากการรังวัดในภูมิประเทศหรือวิธีการสุ่มตรวจสอบที่มีความค่าความถูกต้องสูงกว่า	$\leq 5 \%$

บรรณานุกรม

- กรมที่ดิน. [ออนไลน์]. (๒๕๖๑). **มาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ**. เข้าถึงได้จาก : http://www.dol.go.th/landmap/DocLib๑/standard_kmr๑๐๑_๓๐๕_๒๕๕๕.pdf.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (๒๕๕๕). **คู่มือการสำรวจและออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักงานปฐพีวิทยาสานแห่งชาติ.
- คณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งชาติ. [ออนไลน์]. (๒๕๖๐). **แผนแม่บทภูมิสารสนเทศแห่งชาติ**. เข้าถึงได้จาก : http://www.ngis.go.th/home/?page_id=๙๑๓.
- คณะทำงานรวบรวมและพิจารณาวิธีการทางด้านเทคนิคในการกำหนดที่เขา ภูเขาและพื้นที่ลาดชันเกิน ๓๕ เปอร์เซ็นต์. [ออนไลน์]. (๒๕๕๘). **การจัดทำแผนที่เพื่อกำหนดเขตที่เขาภูเขาและพื้นที่ความลาดชันเกินกว่า ๓๕%**. สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ. เข้าถึงได้จาก : https://www.nacc.go.th/article_attach/๐๒_slope๓๕.pdf.
- ไพศาล สันติธรรมนนท์. (๒๕๔๖). **การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (๒๕๕๖). **ข้อกำหนดของมาตรฐานโครงสร้าง เนื้อหา คุณลักษณะคุณภาพของชุดข้อมูลภูมิศาสตร์พื้นฐาน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (๒๕๕๗). **โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสิ่งแวดล้อมของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์**. กรุงเทพฯ : รายงานฉบับสมบูรณ์.
- สุเพชร จิรขจรกุล. (๒๕๕๖). **เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS ๑๐.๑ for Desktop**. พิมพ์ครั้งที่ ๒ : นนทบุรี : บริษัท เอ.พี.กราฟิคดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (๒๕๕๓). **โครงการนำร่องเพื่อการพัฒนากระบวนการตรวจสอบข้อมูลด้านการบริหารจัดการที่ดิน**. กรุงเทพฯ : รายงานการศึกษา.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (๒๕๕๒). **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์**. กรุงเทพฯ : อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนพับลิชชิ่ง จำกัด.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. (๒๕๔๗). **คู่มือการเขียนหน่วยแผนที่ดิน**. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ ๕๑๙. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.
- David G Tarboton, [Online]. (๒๐๑๖). **Terrain Analysis Using Digital Elevation Models in Hydrology**. Available: URL http://hydrology.usu.edu/dtarb/ESRI_paper_๖_๐๓.pdf
- Environmental Systems Research Institute, Inc. , [Online]. (๒๐๑๖). **ArcGIS Desktop**. Available: URL <http://desktop.arcgis.com/en/>.
- Federal Geographic Data Committee. [Online]. (๒๐๑๗). **Geospatial Positioning Accuracy Standards Part ๓: National Standard for Spatial Data Accuracy**. Available: URL <https://www.fgdc.gov/standards/projects/accuracy/part๓/chapter๓>.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก รูปแบบของรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่
เพื่อการพัฒนาที่ดิน จังหวัด...

รายงานโครงการจัดทำแผนที่ แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน จังหวัด.....

ภาพถ่ายสภาพภูมิประเทศและสถานที่สำคัญที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัด



กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่
สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน

เดือน..... พ.ศ.....

คำนำ

กรมพัฒนาที่ดิน โดยสำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ ได้ดำเนินโครงการจัดทำแผนที่ แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน ภายใต้แผนการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๐ ซึ่งคาดว่าจะดำเนินการแล้วเสร็จภายในปีงบประมาณ ๒๕๖๓ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตามหลักเกณฑ์การจำแนกความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน ได้แก่ การสำรวจออกแบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการสำรวจและจัดทำแผนที่ดิน พร้อมทั้งจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่และแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ระดับจังหวัด ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) โดยมีเป้าหมายการดำเนินงานในปีงบประมาณ ๒๕๖๐ จำนวน ๒๔ จังหวัด ปีงบประมาณ ๒๕๖๑ จำนวน ๒๐ จังหวัด ปีงบประมาณ ๒๕๖๒ จำนวน ๑๗ จังหวัด และปีงบประมาณ ๒๕๖๓ จำนวน ๑๓ จังหวัด รวมทั้งหมด ๗๔ จังหวัด ยกเว้นจังหวัดยะลา จังหวัดปัตตานี จังหวัดนราธิวาส และจังหวัดสงขลา บริเวณพื้นที่ ๔ อำเภอ ได้แก่ อำเภอนะบือ อำเภอนาหวี และอำเภอบันนังสวย เนื่องจากบริเวณพื้นที่ดังกล่าวไม่มีข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ซึ่งเป็นฐานข้อมูลหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่

คณะผู้จัดทำ เห็นว่าข้อมูลเชิงพื้นที่และแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ระดับจังหวัด ที่จัดทำขึ้น ภายใต้โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน จะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชน จึงได้จัดทำรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินระดับจังหวัด ทั้งในรูปแบบเอกสารและในรูปแบบดิจิทัล เพื่อเผยแพร่และให้บริการแก่ผู้สนใจหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ต้องการนำข้อมูลและแผนที่ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินงานตามแผนงานโครงการต่าง ๆ หรือใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาตัดสินใจ การวางแผนการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาพื้นที่ การบริหารจัดการน้ำ การป้องกันและบรรเทาภัยทางธรรมชาติ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเป็นการเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่ภูมิประเทศตามระดับความสูง-ต่ำ และความลาดเอียงของพื้นที่ให้แก่ ประชาชนทุกภาคส่วนทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ ได้ศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และเป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ

กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่

สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่

กรมพัฒนาที่ดิน

เดือน.....พ.ศ.....

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
บทที่ ๑ โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินจังหวัด.....	X-X
๑.๑ หลักการและเหตุผล	X
๑.๒ วัตถุประสงค์	X
๑.๓ ประโยชน์ที่จะได้รับ	X
๑.๔ ข้อยกเว้นโครงการ	X
๑.๕ สถานที่ดำเนินงาน	X
๑.๖ ระยะเวลาดำเนินงาน	X
๑.๗ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน	X
๑.๘ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	X
๑.๙ คณะผู้จัดทำ	X
บทที่ ๒ ข้อมูลพื้นฐานจังหวัด.....	X-X
๒.๑ ประวัติความเป็นมา	X
๒.๒ ลักษณะทางภูมิศาสตร์	X
๒.๓ สภาพเศรษฐกิจและสังคม	X
๒.๔ ทรัพยากรธรรมชาติ	X
๒.๕ สภาพการใช้ที่ดิน	X
บทที่ ๓ การวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....	X-X
๓.๑ ผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่	X
๓.๒ ผลการวิเคราะห์และการสำรวจการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ที่มีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่	X
บทที่ ๔ บทสรุป	X-X
๔.๑ สรุปผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....	X
๔.๒ ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะ	X
ภาคผนวก ๑	X-X
แผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....	
ภาคผนวก ๒	X-X
รายละเอียดข้อมูลกลุ่มชุดดินจังหวัด.....	
บรรณานุกรม	

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ ๒-๑ X

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ ๒-๑ X

บทที่ ๑

โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน จังหวัด.....

๑.๑ หลักการและเหตุผล

กรมพัฒนาที่ดิน โดยสำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ ได้ดำเนินโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน ภายใต้แผนการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๐ ซึ่งคาดว่าจะดำเนินการแล้วเสร็จภายในปีงบประมาณ ๒๕๖๓ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่ จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือโครงการ MOAC ซึ่งอยู่ภายใต้การกำกับ ดูแล และให้บริการของกรมพัฒนาที่ดิน โดยจำแนกความลาดชันของพื้นที่ตามหลักเกณฑ์การสำรวจออกแบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการสำรวจและจัดทำแผนที่ดิน พร้อมทั้งจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่และแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) สำหรับหน่วยงานภายในกรมพัฒนาที่ดินใช้เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่พื้นฐานเพื่อการพัฒนาที่ดิน ทั้งในด้านการสำรวจออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การสำรวจและวิเคราะห์ดิน การพัฒนาแหล่งน้ำ การวางแผนการใช้ที่ดิน การประเมินความสามารถในการกักเก็บน้ำและอัตราการชะล้างพังทลายของดิน รวมถึงการสำรวจออกแบบระบบโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ของกรมพัฒนาที่ดิน ตลอดจนให้บริการแก่หน่วยงานภายนอก ทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชนที่สนใจต้องการนำข้อมูลเชิงพื้นที่และแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่ ไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินงานตามแผนงานโครงการต่าง ๆ หรือใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาตัดสินใจ การวางแผนการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาพื้นที่ การบริหารจัดการน้ำ การป้องกันและบรรเทาภัยทางธรรมชาติ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักวิชาการสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของพื้นที่และมีมาตรฐานเดียวกัน

๑.๒ วัตถุประสงค์

๑) เพื่อวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตามหลักเกณฑ์การจำแนกความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน

๒) เพื่อจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่และแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พร้อมจัดทำรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน จังหวัด.....

๑.๓ ประโยชน์ที่จะได้รับ

กรมพัฒนาที่ดินและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชน มีข้อมูลเชิงพื้นที่ และแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินจังหวัด..... สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินงานด้านการพัฒนาที่ดิน ตามแผนงานโครงการต่าง ๆ หรือใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาตัดสินใจ การวางแผนการดำเนินงาน ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาพื้นที่ การบริหารจัดการน้ำ การป้องกันและบรรเทาภัยทางธรรมชาติ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง เหมาะสม ตามหลักวิชาการสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของพื้นที่

๑.๔ ข้อยกเว้นโครงการ

๑) ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ เป็นข้อมูลความสูงภูมิประเทศ ที่ได้จากการรังวัดภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ.๒๕๔๕-๒๕๔๖ ซึ่งปัจจุบันสภาพภูมิประเทศบางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและความลาดชันของพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่เกิดภัยพิบัติและพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพัฒนาเมือง การตั้งถิ่นฐาน การส่งเสริมเศรษฐกิจ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ดังนั้น การนำข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ไปใช้ประโยชน์โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน จำเป็นต้องสำรวจรังวัดภาคพื้นดินหรือใช้ข้อมูลจากแหล่งอื่นที่มีความละเอียดถูกต้องมากกว่า เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นที่ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และระดับความเชื่อมั่นสูง

๒) ความถูกต้องเชิงพื้นที่ของข้อมูลความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อ้างอิงตามมาตรฐานแผนที่ของข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตรฐาน ๑: ๔,๐๐๐ ซึ่งเป็นฐานข้อมูลหลัก สำหรับการดำเนินงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดิน

๓) ข้อมูลด้านสถิติ ที่ปรากฏภายในรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินจังหวัด..... ได้จากการวิเคราะห์และคำนวณแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ ตามข้อมูลแผนที่ขอบเขตการปกครอง ปี พ.ศ.๒๕๕๖ ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังนั้น ความถูกต้องของข้อมูลด้านสถิติเป็นไปตามมาตรฐานของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณ

...

๑.๕ สถานที่ดำเนินงาน

๑) กลุ่มจัดการและบริการแผนที่และข้อมูลทางแผนที่ สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน

๒) พื้นที่จังหวัด.....

๑.๖ ระยะเวลาดำเนินงาน

เดือน พ.ศ.

๑.๗ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

๑) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เครื่องมือหรืออุปกรณ์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ (Computer) เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS แบบพกพา กล้องถ่ายภาพ เครื่องพิมพ์เอกสาร (Printer) และเครื่องพิมพ์แผนที่ (Plotter)

๒) ซอฟต์แวร์ (Software) โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ได้แก่ ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ โปรแกรมสำนักงาน โปรแกรม BaseCamp โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และโปรแกรมประมวลผลภาพ

...

๑.๘ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

๑.๘.๑ ศึกษาและรวบรวมแผนที่ ข้อมูลทางแผนที่และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด..... ดังนี้

๑) ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด.....สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดทำรายงานโครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินจังหวัด..... ได้แก่

๑.๑) ข้อมูลและแผนที่ลักษณะทางธรณีวิทยา มาตรฐาน ๑:๒๕๐,๐๐๐ จัดทำเมื่อ ปี พ.ศ..... โดยกรมทรัพยากรธรณี

๑.๒) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจังหวัด.....จากศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา โดยสถิติภูมิอากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยใช้ข้อมูลคาบ ๓๐ ปี ตั้งแต่ พ.ศ. และสถิติภูมิอากาศที่มีค่าเป็นที่สุดใช้ข้อมูลตั้งแต่ ปี พ.ศ.

๑.๓) ข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. จากสำนักงานคลังจังหวัด.....และสำนักงานสถิติแห่งชาติ

๑.๔) ข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติของจังหวัด..... ได้แก่ ข้อมูลทรัพยากรดินและทรัพยากรน้ำ จากกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ จากกรมป่าไม้

๒) แผนที่และข้อมูลภูมิสารสนเทศของจังหวัด..... สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความลาดชันและจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... ได้แก่

๒.๑) แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน ๑: ๕๐,๐๐๐ ลำดับชุด L๗๐๑๘ ของกรมแผนที่ทหาร ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด.....

๒.๒) ข้อมูลขอบเขตการปกครองจังหวัด..... มาตรฐาน ๑: ๕๐,๐๐๐ จัดทำและปรับปรุงเมื่อปี พ.ศ.๒๕๕๖ โดยกรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย

๒.๓) แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัด..... ปี พ.ศ..... มาตรฐาน ๑: ๒๕,๐๐๐ สํารวจและจัดทำโดยกองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

๒.๔) ภาพถ่ายออร์โธรีซิเิงเลข มาตรฐาน ๑:๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด.....

๒.๕) แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตรฐาน ๑:๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด.....

๒.๖) เส้นชั้นความสูงเชิงเลขมาตรฐาน ๑:๔,๐๐๐ โครงการจัดทำแผนที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรสินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด.....

๑.๘.๒ นำเข้าข้อมูลและจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ จำแนก ความลาดชันและจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....

๑) ตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ให้ถูกต้อง สมบูรณ์ ครบถ้วนด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๒) เชื่อมต่อ (Mosaic) ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ให้เป็นข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข เป็นข้อมูลโครงสร้างแบบแรสเตอร์ (Raster) จัดเก็บใน รูปของไฟล์ภาพเชิงเลข ขนาดระวางมาตราส่วน ๑: ๔,๐๐๐ ครอบคลุมพื้นที่ ๒x๒ ตารางกิโลเมตร ต่อ ๑ ระวาง จำนวนทั้งสิ้น ๓,๓๐๐ ระวาง

๑.๘.๓ วิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โดยการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ (Reclassify) ตามเงื่อนไข ที่กำหนด เป็นการประมวลผลและ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) และข้อมูลพื้นผิวภูมิประเทศ (Surface Analysis) เพื่อจำแนก พื้นผิวภูมิประเทศตามระดับความสูง-ต่ำ และความลาดเอียงของพื้นที่ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยอาศัย หลักการทางคณิตศาสตร์และสถิติในการคำนวณความลาดชัน (Slope) ทิศลาดเอียง (Aspect) และรูปหน้า ตัดด้านข้างของความลาดเท (Profile) ซึ่งจะได้ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ โครงสร้างแบบแรสเตอร์ (Raster) รูปแบบไฟล์ประเภท IMG

๑.๘.๔ จัดทำชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงเส้น (Vector) ประเภทรูปปิด หรือโพลิگون (Polygon)

๑.๘.๕ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินและลักษณะทางกายภาพที่อาจมีผลกระทบต่อ ความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....

โดยวิธีการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายออร์โธสตีเชิงเลข ข้อมูลแผนที่ ภูมิประเทศ ข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ข้อมูลแผนที่ขอบเขตการปกครอง และข้อมูลความลาดชันของพื้นที่

๑.๘.๖ สสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของพื้นที่ไปจากเดิม

๑.๘.๗ จัดทำและปรับปรุงข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ในปัจจุบัน

๑.๘.๘ จัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด..... พร้อมจัดทำรายงาน โครงการจัดทำแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่เพื่อการพัฒนาที่ดินจังหวัด.....

๑.๙ คณะผู้จัดทำ

๑) ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อ ตำแหน่ง

๒) ผู้ควบคุมโครงการ

ชื่อ ตำแหน่ง

๓) ผู้ดำเนินงานโครงการ

๓.๑) ชื่อ ตำแหน่ง

๓.๒) ชื่อ ตำแหน่ง

บทที่ ๒

ข้อมูลพื้นฐานจังหวัด.....

๒.๑ ประวัติความเป็นมา

๒.๒ ลักษณะทางภูมิศาสตร์

๒.๒.๒ สภาพภูมิประเทศ

๒.๒.๓ ลักษณะทางธรณีวิทยา

๒.๒.๔ สภาพภูมิอากาศ

๒.๓ สภาพเศรษฐกิจและสังคม

๒.๓.๑ การปกครอง

๒.๓.๒ ประชากร อาชีพ และการถือครองที่ดิน

๒.๓.๓ สภาพเศรษฐกิจ

๒.๔ ทรัพยากรธรรมชาติ

๒.๔.๑ ทรัพยากรดิน

๒.๔.๒ ทรัพยากรน้ำ

๒.๔.๓ ทรัพยากรป่าไม้

๒.๕ สภาพการใช้ที่ดิน

๒.๕.๑ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

๒.๕.๒ พื้นที่เกษตรกรรม

๒.๕.๓ พื้นที่ป่าไม้

๒.๕.๔ พื้นที่แหล่งน้ำ

๒.๕.๕ พื้นที่เบ็ดเตล็ด

บทที่ ๓

การวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....

อธิบายรายละเอียด พร้อมตารางความลาดชันของพื้นที่

ความลาดชันของพื้นที่			เนื้อที่		ร้อยละของพื้นที่จังหวัด
ระดับความลาดชัน	เปอร์เซ็นต์		ตารางกิโลเมตร	ไร่	
๑	A	๐ - ๒			
๒	B	๒ - ๕			
๓	C	๕ - ๑๒			
๔	D	๑๒ - ๒๐			
๕	E	๒๐ - ๓๕			
๖	F	๓๕ - ๕๐			
๗	G	มากกว่า ๕๐			
รวมเนื้อที่					

๓.๑ ผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่

- ๓.๑.๑ ผลการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์
 - ๓.๑.๒ ผลการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์
 - ๓.๑.๓ ผลการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ความลาดชัน ๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์
 - ๓.๑.๔ ผลการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ความลาดชัน ๑๒-๒๐ เปอร์เซ็นต์
 - ๓.๑.๕ ผลการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ความลาดชัน ๒๐-๓๕ เปอร์เซ็นต์
 - ๓.๑.๖ ผลการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ความลาดชัน ๓๕-๕๐ เปอร์เซ็นต์
 - ๓.๑.๗ ผลการวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่ความลาดชัน มากกว่า ๕๐ เปอร์เซ็นต์
- อธิบายรายละเอียดพร้อมภาพประกอบ-

๓.๒ ผลการวิเคราะห์และการสำรวจการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ที่มีผลกระทบต่อความลาดชันของพื้นที่

- อธิบายรายละเอียดพร้อมภาพประกอบ-

บทที่ ๔

บทสรุป

๔.๑ สรุปผลการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์

อธิบายรายละเอียด.....

จากการวิเคราะห์และจำแนกความลาดชันของพื้นที่ พบว่า

จังหวัด..... มีพื้นที่ความลาดชัน เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ
 ของพื้นที่จังหวัด ลักษณะพื้นที่.....

รองลงมาอันดับที่ ๒ ได้แก่ พื้นที่ความลาดชัน เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ
 ของพื้นที่จังหวัด ลักษณะพื้นที่.....

อันดับที่ ๓ ได้แก่ พื้นที่ความลาดชัน เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ
 ของพื้นที่จังหวัด ลักษณะพื้นที่.....

อันดับที่ ๔ ได้แก่ พื้นที่ความลาดชัน เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ
 ของพื้นที่จังหวัด ลักษณะพื้นที่.....

อันดับที่ ๕ ได้แก่ พื้นที่ความลาดชัน เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ
 ของพื้นที่จังหวัด ลักษณะพื้นที่.....

อันดับที่ ๖ ได้แก่ พื้นที่ความลาดชัน เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ
 ของพื้นที่จังหวัด ลักษณะพื้นที่.....

อันดับที่ ๗ ได้แก่ พื้นที่ความลาดชัน เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ
 ของพื้นที่จังหวัด ลักษณะพื้นที่.....

๔.๒ ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะ

อธิบายรายละเอียด.....

ภาคผนวก ๑ ภาพแผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่จังหวัด.....

ภาคผนวก ๒ รายละเอียดข้อมูลกลุ่มชุดดินจังหวัด.....

บรรณานุกรม