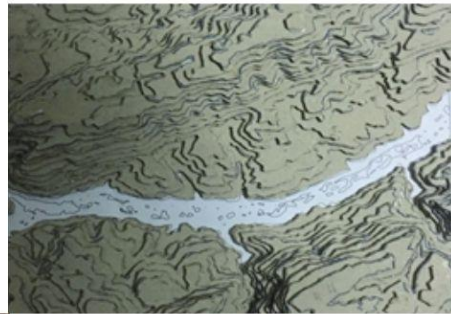
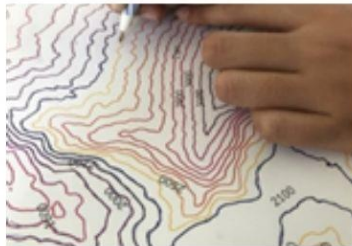


การทำแผนที่สามมิติ

THREE DIMENSIONAL MAPPING



แผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

THREE DIMENSIONAL TOPOGRAPHIC MAP

NATTHAWUT TANANTHAISONG

GEOGRAPHY AND GEO-INFORMATION



การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

Three Dimensional Topographic Map

ในการวางแผนพัฒนาและการจัดการพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่หรือเล็ก การเข้าใจในลักษณะภูมิประเทศเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้เห็นภาพโดยรวมของภูมิประเทศสำหรับศึกษาปัญหา แนวทางป้องกันและการแก้ไขปัญหาอย่างลึกซึ้ง เพื่อช่วยในการวางแผนและการจัดการ โดยเฉพาะการจัดการในพื้นที่ขนาดเล็ก ในระดับตำบลและหมู่บ้าน โดยเฉพาะองค์การบริหารส่วนตำบลที่มีบทบาทในการพัฒนาท้องถิ่นเพื่อยกระดับความเป็นอยู่ของประชาชนให้ดีขึ้น การใช้แผนที่ภูมิประเทศสามมิติมาเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการเข้าใจในลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ได้ลึกซึ้ง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการท้องถิ่นมีความเป็นไปได้ตามวัตถุประสงค์และให้เกิดความเหมาะสมแต่ละพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ในบทนี้กล่าวถึงการเตรียมข้อมูลความสูงเชิงเลขจากแหล่งบริการข้อมูลฟรี นำมาสร้างเส้นชั้นความสูงระยะห่างตามต้องการ วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติจนถึงขั้นตอนการเก็บรักษา เพื่อให้แผนที่ภูมิประเทศสามมิติใช้งานได้ยาวนานขึ้น

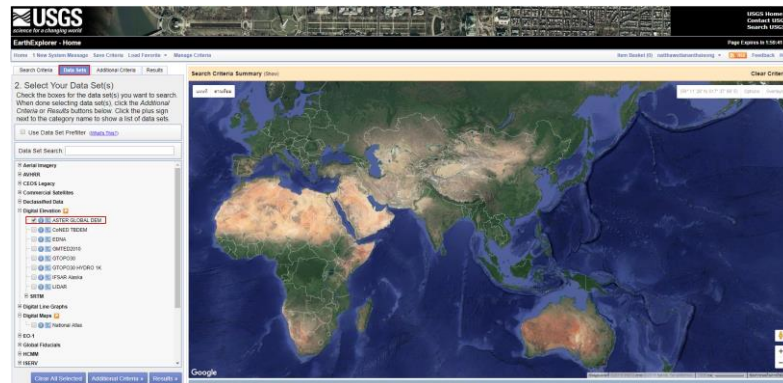
แหล่งข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข

สำหรับข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขที่ให้บริการดาวน์โหลดฟรี สามารถหาได้จากเว็บไซต์ของกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (The United States Geological Survey) หน่วยงานให้บริการภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข ซึ่งในการใช้บริการจะต้องมีการสมัครใช้งานเป็นสมาชิกจึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลที่หน่วยงานให้บริการได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้ (กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา, 2560 : 1)

1. หน้าที่หลักในการดาวน์โหลดข้อมูล

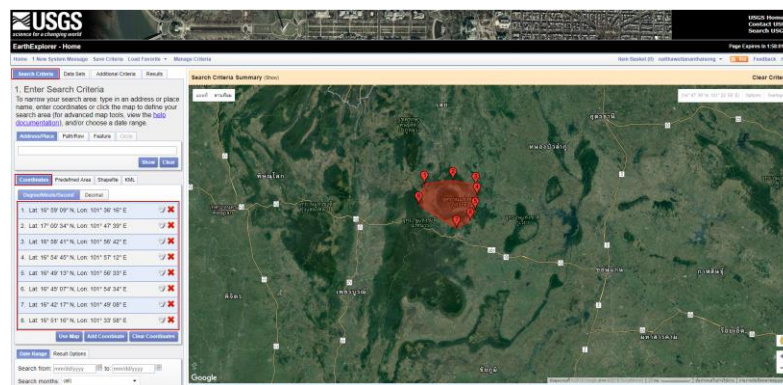
กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา โดยข้อมูลที่ต้องการใช้งานจะเป็นข้อมูล

Digital Elevation > Aster Global Dem ดังภาพประกอบ 8.1




ภาพประกอบ 8.1 เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการดาวน์โหลด Aster Global Dem
ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)

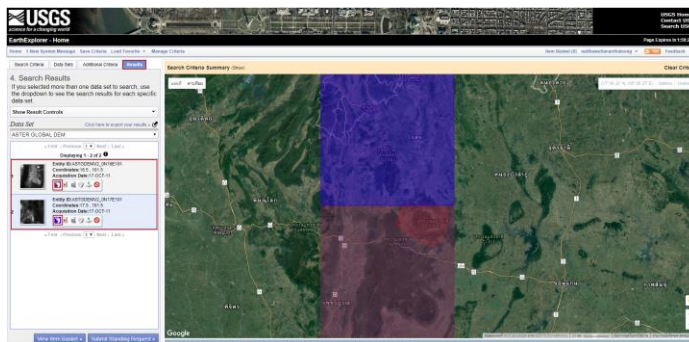
หลังจากที่เลือกแหล่งข้อมูลแล้ว ให้ไปกำหนดตำแหน่งที่ต้องการข้อมูล ไปที่คำสั่ง Search Criteria > คลิกเมาส์ซ้ายรอบบริเวณที่ต้องการ จะเห็นจากแถบ Coordinates มีข้อมูลค่าพิกัดภูมิศาสตร์ปรากฏขึ้นตามจำนวนครั้งที่คลิกลงไปในพื้นที่ ดังภาพประกอบ 8.2



ภาพประกอบ 8.2 การกำหนดตำแหน่ง บริเวณที่ต้องการข้อมูล Aster Global Dem
ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)

2. ไปที่แถบคำสั่ง Results

เพื่อค้นหาภาพ Aster Global Dem เว็บไซต์จะค้นหาจากพื้นที่ที่กำหนดข้างต้นและแสดงข้อมูลที่ค้นพบ 2 ระวาง คือ ASTGDEM_V_0N16E101 และ ASTGDEM_V_0N17E101 และกด Show Footprint  เพื่อแสดงขอบเขตของระวางที่พบ (กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา, 2560 : 1) ดังภาพประกอบ 8.3



ภาพประกอบ 8.3 Show Footprint เพื่อแสดงขอบเขตของระวางที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ
ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)

3. ไปที่ Download Options

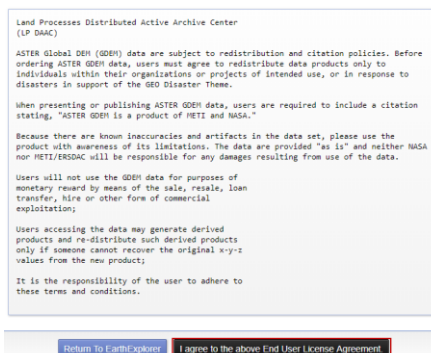
เพื่อโหลดข้อมูลและยอมรับเงื่อนไขของเว็บไซต์ ไฟล์ ที่ได้จะอยู่ใน Zip File ดัง

ภาพประกอบ 8.4 และภาพประกอบ 8.5



ภาพประกอบ 8.4 การดาวน์โหลด Aster Global Dem

ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)



ภาพประกอบ 8.5 การยอมรับเงื่อนไขในการใช้งาน Aster Global Dem

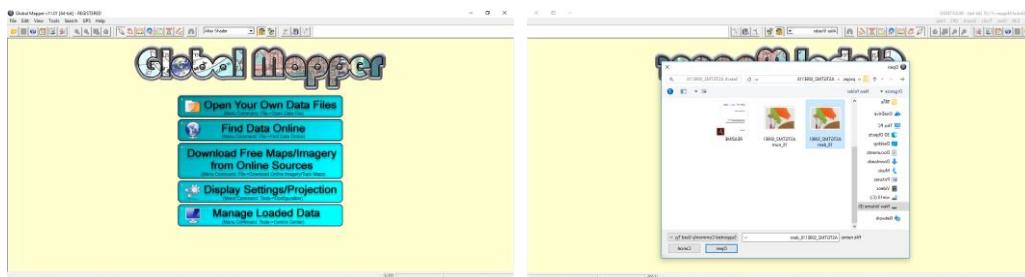
ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)

การสร้างเส้นชั้นความสูง

ในการสร้างเส้นชั้นความสูงเป็นการสร้างจาก DEM สามารถใช้โปรแกรม ArcGIS QGIS และ Global Mapper ในบทนี้จะสร้างเส้นชั้นความสูงจากโปรแกรม Global Mapper ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม

ไปที่คำสั่ง Open Your Own Data File > เลือกไฟล์ DEM ที่ดาวน์โหลดมา
ASTGTM2_S09E116_dem ดึงภาพประกอบ 8.6

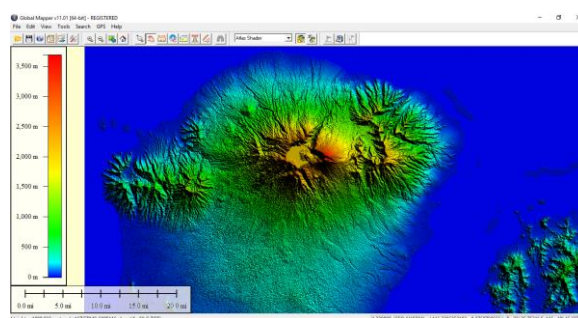


ภาพประกอบ 8.6 การเปิด DEM ในโปรแกรม Global Mapper

ที่มา : Blue Marble Geographics (2560)

2. การแสดงแถบสี DEM

แสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศ สีที่ใช้แสดงภูมิประเทศบริเวณที่ใช้สีแดงสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 3500 เมตร และบริเวณภูมิประเทศที่ต่ำสุดใช้สีน้ำเงิน อยู่ที่ความสูง 0 เมตร
ดั่งภาพประกอบ 8.7



ภาพประกอบ 8.7 Global Mapper แสดง Dem จากพื้นที่ต่ำสุดสีน้ำเงินและพื้นที่สูงที่สุดสีแดง

ที่มา : Blue Marble Geographics (2008)

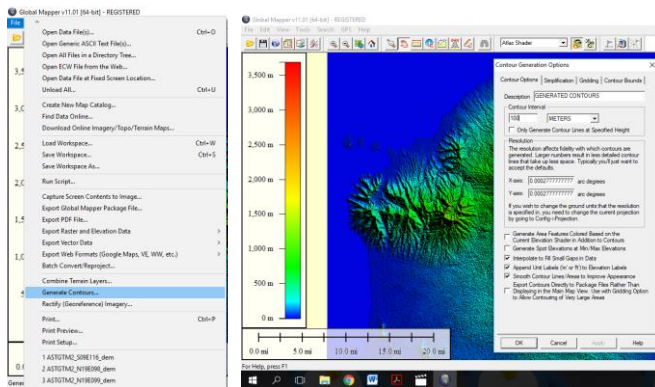
3. สร้างเส้นชั้นความสูง

ไปคำสั่ง Fine > Generate Contour > ปรากฏหน้าต่าง Contour Generation Options

4. เลือกแถบเมนู Contour Options

เพื่อกำหนดระยะห่างของเส้นชั้นความสูง > Contour Interval 100 เมตร > OK ดัง

ภาพประกอบ 8.8



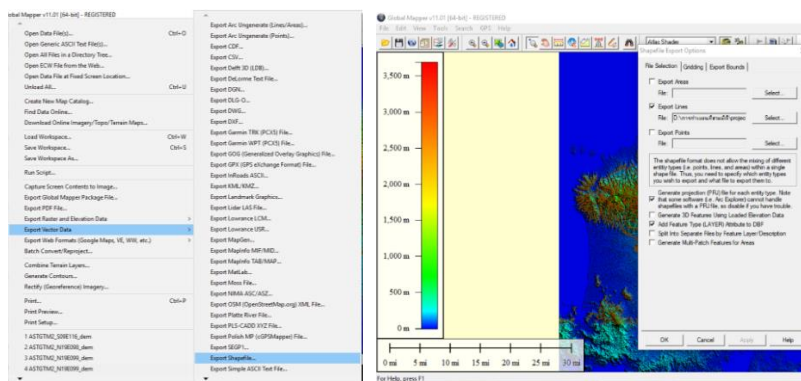
ภาพประกอบ 8.8 การสร้างและกำหนดระยะห่างของเส้นชั้นความสูง 100 เมตร

ที่มา : Blue Marble Geographics (2008)

5. ทำการส่งออกเส้นชั้นความสูง

ไปที่คำสั่ง File > Export Vector Data > Export Shapefile > Export Lines > OK ดัง

ภาพประกอบ 8.9

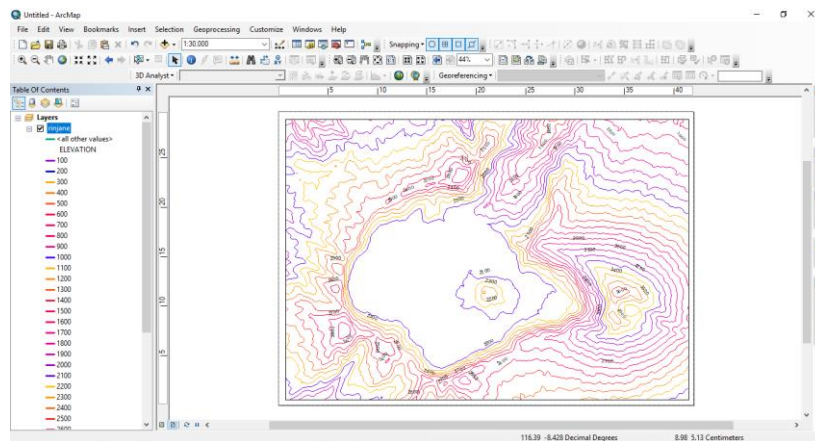


ภาพประกอบ 8.9 การส่งออกเส้นชั้นความสูงเป็นแบบเส้น (Export Lines)

ที่มา : Blue Marble Geographics (2008)

6. สร้างแผนที่ในโปรแกรม Arc GIS

โดยแสดงเส้นชั้นความสูงพร้อมกับค่าความสูงประจำเส้น เพื่อให้ง่ายในการลอก
ลายเส้นชั้นความสูงต่อไป ดังภาพประกอบ 8.10



ภาพประกอบ 8.10 แผนที่เส้นชั้นความสูงระยะห่าง 100 เมตร

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชัน 10.2

7. คำนวณมาตราส่วนแนวตั้ง

คำนวณมาตราส่วนและขนาดของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ซึ่งจะสัมพันธ์กับเส้นชั้น
ความสูงที่จะใช้สร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ในการคำนวณมาตราส่วนแนวตั้ง โดยอาศัยจากวัสดุ
ที่ใช้ผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ เทียบบัญญัติไตรยางค์กับความสูงจริงบนภูมิประเทศ จะได้
มาตราส่วนแนวตั้งของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ โดยคำนวณจากสูตร (เกรียงศักดิ์ พรหมณัพนันธุ์,
2544 : 40)

$$\begin{aligned} \text{มาตราส่วนแนวตั้ง} &= \frac{\text{ความหนาของกระดาษ}}{\text{ความสูงของภูมิประเทศ}} \\ \text{มาตราส่วนแนวตั้ง} &= \frac{0.2 \text{ ซม.}}{100 \text{ ม.}} \\ \text{มาตราส่วนแนวตั้ง} &= \frac{0.2 \text{ ซม.}}{10,000 \text{ ซม.}} \\ \text{มาตราส่วนแนวตั้ง} &= \frac{1}{50,000} \\ \text{มาตราส่วนแนวตั้ง} &= 1 : 50,000 \end{aligned}$$

การวางแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

1. วัสดุและอุปกรณ์

ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ต้องมีการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับขนาดและมาตราส่วนของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ การเลือกใช้กระดาษหลังรูปที่ใช้แทนความสูงของภูมิประเทศแต่ละชั้น จะส่งผลต่อมาตราส่วนแนวตั้งของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ด้วย ดึงหัวข้อข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ในการผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ (เกรียงศักดิ์ พรหมณัพนันธุ์, 2544 : 71) ดังภาพประกอบ 8.11

1.1 อุปกรณ์ ดังภาพประกอบ 8.12

- 1.1.1 เลื่อยฉลุพร้อมใบเลื่อย
- 1.1.2 พู่กัน แปรงทาสี
- 1.1.3 กรรไกร
- 1.1.4 เครื่องปั่น



เลื่อยฉลุพร้อมใบเลื่อย



พู่กัน แปรงทาสี



กรรไกร



เครื่องปั่น

ภาพประกอบ 8.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

1.2 วัสดุ

- 1.2.1 กระดาษหลังรูป ใช้แทนเส้นชั้นความสูงในแต่ละชั้น
- 1.2.2 กระดาษคาร์บอน ใช้คัดลอกเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ต้นฉบับ
- 1.2.3 กาวลาเท็กซ์ ใช้ติดกระดาษหลังรูปเข้ากันที่ละชั้น ๆ และติดกระดาษทึบชูปรับพื้นผิวแผนที่หุ่นจำลองให้เรียบ
- 1.2.4 สีโปสเตอร์ ใช้ลงสีเสมือนจริงบนแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ
- 1.2.5 แล็กเกอร์สเปรย์ เคลือบแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ให้เงา
- 1.2.6 ฟองน้ำฉาบปูน ใช้แทนต้นไม้
- 1.2.7 แผ่นอะคริลิก 6 แผ่น พร้อมน้ำยาประสาน
- 1.2.8 กระดาษทึบชู



กระดาษหลังรูป



กระดาษคาร์บอน



กาวลาเท็กซ์



สีโปสเตอร์



แล็กเกอร์สเปรย์



ฟองน้ำฉาบปูน



แผ่นอะคริลิก



กระดาษทิชชู

ภาพประกอบ 8.12 วัสดุในการผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

2. วิธีการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

2.1 ออกแบบแผนที่ เป็นการจัดวางองค์ประกอบของแผนที่โดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งแผนที่ ชื่อคำอธิบายสัญลักษณ์ ทิศทาง มาตราส่วน ขนาด ชื่อภูมิศาสตร์และรายละเอียดข้อมูลของแผนที่ ให้จัดวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและน่าสนใจ

2.2 คัดลอกเส้นชั้นความสูง โดยใช้กระดาษคาร์บอนวางไว้ตรงกลางระหว่างแผนที่และกระดาษแข็งหรือวัสดุที่เตรียมไว้สำหรับการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ การคัดลอกเส้นชั้นความสูงจะทำครั้งละหนึ่งเส้น โดยเริ่มจากเส้นชั้นความสูงที่มีค่าต่ำสุดในแผนที่ (เกรียงศักดิ์ พรหมณัฐ, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.13



ภาพประกอบ 8.13 การคัดลอกเส้นชั้นความสูงลงกระดาษหลังรูป

2.3 เลื่อยกระดาษหลังรูปตามรอยกระดาษคาร์บอนที่ได้ลอกถ่ายไว้ โดยใช้เลื่อยจลุลเลื่อยไปตามเส้นชั้นความสูงที่ได้ลากไว้ในข้อที่ 2 ให้บรรจบตรงจุดเริ่มต้น จะได้กระดาษหลังรูปที่ใช้แทนเส้นชั้นความสูง 1 เส้น (เกรียงศักดิ์ พรหมณัพนันท์, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.14



ภาพประกอบ 8.14 การเลื่อยกระดาษหลังรูปตามรอยกระดาษคาร์บอนที่ได้ลอกถ่ายไว้

2.4 ตัดกระดาษหลังรูป นำกระดาษหลังรูปที่ได้จากข้อ 3 ที่แทนด้วยเส้นชั้นความสูงที่ต่ำที่สุด ทาด้วยกาวลาเท็กซ์และติดลง ไปบนฐานของที่ใช้สร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ในขั้นตอนการทากาวควรใช้ปริมาณกาวที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป หากมากจะทำให้แห้งช้าหรือกระดาษหลังรูปบวม หากน้อยจะทำให้กระดาษหลังรูปแต่ละชั้นไม่ติดสนิท อาจหลุดได้ง่าย (เกรียงศักดิ์ พรหมณัพนันท์, 2544 : 76) ดังภาพประกอบ 8.15



ภาพประกอบ 8.15 การตัดกระดาษหลังรูปที่ละชั้นจากเส้นชั้นความสูงต่ำสุด

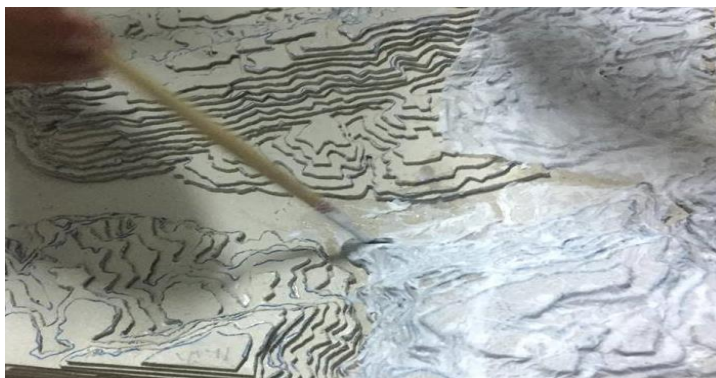
2.5 ตัดเส้นชั้นความสูงให้ครบทุกเส้น โดยเริ่มจากข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 5 จนครบเส้นชั้นความสูงทุกเส้น โดยเริ่ม จากเส้นชั้นความสูงที่ต่ำที่สุดในแผนที่แล้วค่อย ๆ ไล่ระดับให้สูงขึ้น ไปจนถึงบริเวณยอดเขาหรือภูมิประเทศที่สูงที่สุดในบริเวณของแผนที่นั้น (เกรียงศักดิ์ พรหมณัพันธ์, 2544 : 75)

2.6 ทากาวประกอบกระดาษหลังรูปให้เสร็จทุกชั้น ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ ลักษณะภูมิประเทศถูกต้องตามแผนที่ต้นฉบับหรือไม่ หากไม่ถูกต้องควรแก้ไขให้ถูกต้องตามแผนที่ต้นฉบับ (เกรียงศักดิ์ พรหมณัพันธ์, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.16



ภาพประกอบ 8.16 การประกอบกระดาษหลังรูปเสร็จเรียบร้อย

2.7 ผสมกาวลาเท็กซ์กับน้ำเปล่า ลดความเข้มข้นหรือใช้แป้งมันต้มเป็นกาว ผสมน้ำให้มีความหนืดน้อย เพื่อใช้ติดกระดาษที่ขลุลงบนแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ ดังภาพประกอบ 8.17



ภาพประกอบ 8.17 การติดกระดาษทึบลงบนแผ่นที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ

2.8 ในการติดกระดาษทึบเพื่อปรับพื้นผิวหุ่นแบบจำลอง หลังจากตรวจสอบแผ่นที่ภูมิประเทศสามมิติ ที่ติดเส้นชั้นความสูงทุกเส้นเรียบร้อย สังกะยกระดาษหลังรูปที่ใช้แทนเส้นชั้นความสูง 1 เส้นนั้น จะยังคงเป็นชั้น ๆ หรือเหลื่อมอย่างเห็นได้ชัดเจน วิธีการทำให้พื้นผิวหุ่นจำลองเรียบ โดยใช้พู่กันจุ่มลงไปในกาวลาเท็กซ์ที่ผสมไว้ทางลงไปบนหุ่นแบบจำลอง แล้ววางกระดาษทึบที่ละแผ่น แล้วใช้ปลายของขนพู่กันจิ้มลงบนหุ่นแบบจำลอง เพื่อปรับระดับพื้นผิวของหุ่นแบบจำลองให้เรียบ ขั้นตอนนี้ในบริเวณที่มีร่องน้ำ ซอกเขา ต้องมีความละเอียดเป็นพิเศษควรดูแผ่นที่ภูมิประเทศประกอบ หากติดกระดาษทึบมากเกินไปจะทำให้ ภูมิประเทศที่เป็นร่องน้ำ ซอกเขา นั้นหายไป หลังจากติดเสร็จ นำไปฝั่งแดด หรือรอให้แบบหุ่นจำลองแห้งสนิท (เกรียงศักดิ์ พรหมณัณฑ์, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.18

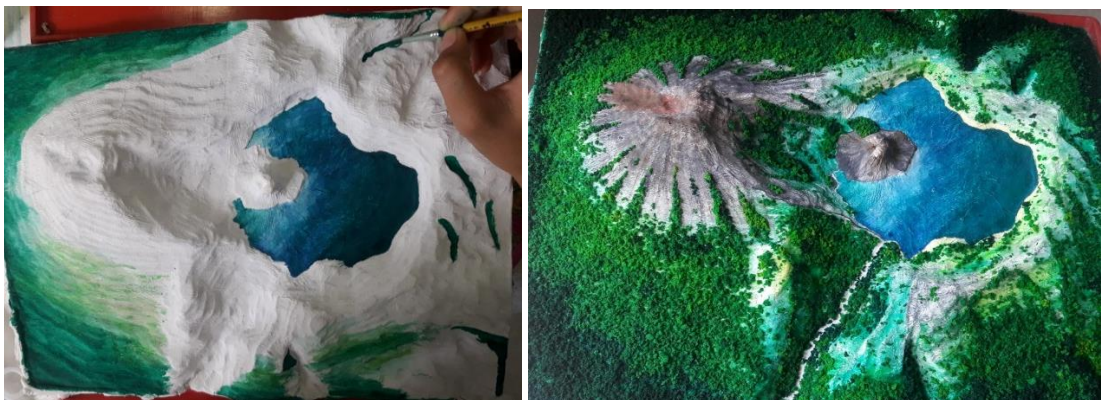


ภาพประกอบ 8.18 การติดกระดาษทึบเพื่อปรับพื้นผิวแผ่นที่ภูมิประเทศเรียบ

2.9 ลงสีพื้น หลังจากทำหุ่นแบบจำลองแห้งสนิท ให้ลงสีพื้นด้วยสีโปสเตอร์ สีขาวหรือ สีครีม

2.10 ลงสีภูมิประเทศ ในการลงสีภูมิประเทศของหุ่นแบบจำลองสามมิติ ให้ยึดตาม ภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศที่มีขนาดมาตราส่วนเดียวกัน ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียม สามารถค้นหาได้จาก Google Map

2.11 เตรียมวัสดุที่ใช้แทนต้นไม้ ขนาดของต้นไม้จะต้องสอดคล้องกับมาตราส่วนของ แผนที่ภูมิประเทศสามมิติ โดยใช้ฟองน้ำฉาบปูนขนาด 1 นิ้ว มาฉีกให้ละเอียดหรือปั่นด้วยเครื่องปั่น เพื่อให้ละเอียดเพิ่มมากขึ้น ความละเอียดขึ้นอยู่กับมาตราส่วนแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ แล้วนำ ฟองน้ำที่ปั่นละเอียดมาลงสีเขียว ความเข้มสีควรให้สอดคล้องกับภาพถ่ายดาวเทียม (เกรียงศักดิ์ พรหมณัฐ, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.19



ภาพประกอบ 8.19 การลงสีให้สมจริงและเติมฟองน้ำย้อมสีใช้แทนพื้นที่ป่า

2.12 เตรียมวัสดุที่ใช้แทนเขตเมือง ชุมชน โดยใช้กระดาษหลังรูปตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม เล็ก ๆ ความละเอียดขึ้นอยู่กับมาตราส่วนแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ แล้วลงสี ความเข้มของสี ควรให้ สอดคล้องกับภาพถ่ายดาวเทียม

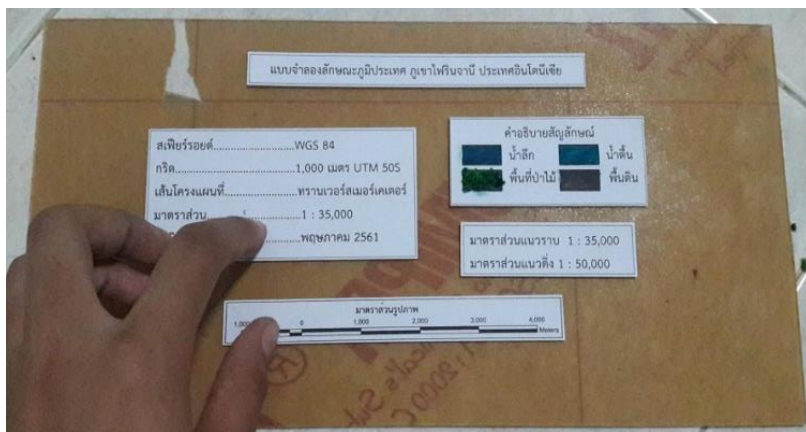
2.13 เคลือบแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ ด้วยการพ่นสีกระป๋องแล็กเกอร์สเปรย์ ระยะในการพ่นห่างจากแบบหุ่นจำลอง 30 เซนติเมตร รอจนสีแห้งและพ่นทับอีกรอบเพื่อความเงา ของแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ

2.14 เก็บรายละเอียดของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ โดยการติดต้นไม้ ป่า และพื้นที่ เมืองและถนน บนแผนที่ภูมิประเทศเพิ่มองค์ประกอบของแผนที่ ได้แก่ คำอธิบายสัญลักษณ์

มาตราส่วนแนวตั้ง มาตราส่วนทางราบ ชื่อแผนที่และรายละเอียดนามศัพท์อื่น ๆ ตามต้องการ (เกรียงศักดิ์ พรหมณัฐ, 2544 : 75)

2.15 ติดพิกัดบนขอบแผนที่ พิกัดสามารถติดได้ทั้งพิกัดภูมิศาสตร์และพิกัดกริด หรือสามารถติดได้ทั้งสองรูปแบบเหมือนแผนที่ภูมิประเทศ

2.16 ติดแผ่นอะคริลิก คลุมแผนที่ภูมิประเทศสามมิติทั้ง 6 ด้าน เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย เก็บรักษา ป้องกันฝุ่นและความสวยงาม (เกรียงศักดิ์ พรหมณัฐ, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.20 และภาพประกอบ 8.21



ภาพประกอบ 8.20 เพิ่มรายละเอียด องค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ให้สมบูรณ์



ภาพประกอบ 8.21 ติดแผ่นอะคริลิกคลุม 6 ด้านของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

สรุป

การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ เป็นแผนที่สร้างจากแผนที่สองมิติ โดยอาศัยเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000 และ 1:250,000 หรือข้อมูลความสูงเชิงเลข จากกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา มาสร้างเส้นชั้นความสูงระยะที่ต้องการ คำนวณมาตามส่วนแนวตั้งขยายตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศที่ถ่ายทอดรายละเอียดได้ดี ต้องใช้เส้นชั้นความสูงที่มีความละเอียดถูกต้องเชิงพื้นที่ จึงจะได้แผนที่ที่มีความถูกต้องแทนภูมิประเทศจริงได้เป็นอย่างดี การเลือกวัสดุในการผลิตแผนที่สามมิติให้เหมาะสมกับมาตรฐานแนวตั้ง วาดรายละเอียดเส้นชั้นความสูง โดยเริ่มจากเส้นชั้นความสูงที่มีค่าต่ำสุด ติดกระดาษรองเพื่อสร้างความสมจริงให้กับแผนที่สามมิติ ลงสีตกแต่งให้สมจริงตามลักษณะภูมิประเทศ เพิ่มองค์ประกอบภายนอก ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ได้แก่ คำพิภคภูมิศาสตร์ คำอธิบายสัญลักษณ์ มาตรฐานราบ มาตรฐานแนวตั้งและทิศทาง เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่ภูมิประเทศสามมิติเข้าใจลักษณะภูมิประเทศได้ถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา. (2560). **Aster Global Dem.** เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560

จาก <https://earthexplorer.usgs.gov/>

เกียรติศักดิ์ พรหมณัณฑ์. (2544). การทำแผนที่สามมิติ. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

_____. (2544). การสร้างหุ่นจำลองภูมิประเทศสามมิติ. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ESRI. (2013). **ArcGIS Desktop 10.2.** สหรัฐอเมริกา : อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัด.

Blue Marble Geographics. (2008). **Global Mapper.** สหรัฐอเมริกา : Blue Marble Geographics.

_____. (2560). **Global Mapper User's Manual.** เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560 จาก

<http://www.globalmapper.com/helpv12/GlobalMapperHelp.pdf>