บทปฏิบัติการที่ 7

การสร้างแบบจำลองลักษณะภูมิประเทศ

(Topography Modeling)

วัตถุประสงค์

1. นิสิตเข้าใจถึงหลักการของแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model; DEM) และการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Interpolation)
2. นิสิตสามารถสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะภูมิประเทศ (Topographic Modeling) จากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข

7.1 แบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข

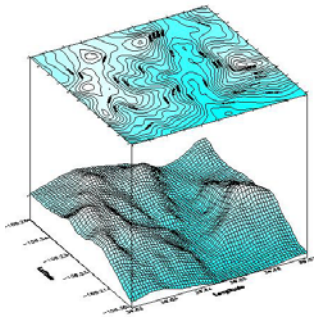
โดยปกติแล้วแผนที่จะแสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นผิวที่ต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างจากการใช้หน่วยพื้นที่แสดงการใช้ที่ดิน หรือ ชุดดิน ซึ่งเป็นลักษณะของข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete data) พื้นผิวที่ต่อเนื่องสามารถแสดงด้วยเส้นชั้นความสูง (Contour line) ซึ่งเสมือนเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่ซ้อนกันอยู่เป็นชั้นๆ ชุดหนึ่งก็ได้ อย่างไรก็ตามเส้นชั้นความสูงไม่เหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numeric analysis) หรือการทำแบบจำลองมากนัก ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ที่จะสามารถแสดงการแปรเปลี่ยนทางความสูงต่ำของพื้นที่เชิงตัวเลขคือ แบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model หรือ DEM) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีแต่ข้อมูลระดับความสูงเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Terrain Model หรือ DTM) ที่มิได้หมายถึงเฉพาะระดับความสูงเท่านั้น แต่ยังแสดงถึงข้อมูลลักษณะอื่น ๆ ของภูมิประเทศด้วย เช่น ความชัน (Slope) การหันรับแสง (Aspect) หรือความสูงต่ำเชิงเงา (Shaded relief) เป็นต้น แม้ว่า DEM ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองระดับความสูงของพื้นผิว แต่วิธีนี้ก็สามารถนำไปใช้ในการจำลองความแปรเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องของตัวแปร Z ตัวอื่น ได้บนพื้นที่สองมิติได้อีกด้วย

7.2 วิธีแสดงข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข

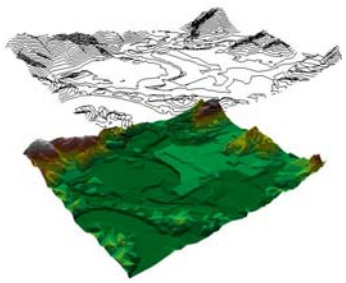
แบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (DEM) ของพื้นผิวบริเวณหนึ่ง ๆ สามารถแสดงได้หลายวิธี แต่วิธีที่พบมากที่สุดคือ แมทริกซ์ระดับความสูง หรือ กริดรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดสม่ำเสมอ ซึ่งได้จากการอ่านค่าความสูงเป็นตัวเลขจากภาพถ่ายทางอากาศแบบสเตริโอด้วยเครื่องวาดสเตริโอเชิงวิเคราะห์ (Analysis stereo-plotter) อีกวิธีหนึ่งคือ การสร้างแมทริกซ์ระดับความสูงโดยการประมาณค่า (Interpolation) จากข้อมูลจุดระดับความสูง (S*pot height*) ซึ่งกระจายอย่างสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอก็ได้

ข้อมูลแมทริกซ์ระดับความสูงสามารถนำไปใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบแรสเตอร์ได้สะดวก ดังนั้นแมทริกซ์ระดับความสูงจึงเป็นวิธีการแสดงข้อมูล DEM ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบที่สร้างง่ายและไม่ซับซ้อน (ศรีสอาด, 2537)

การสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข จากข้อมูลจุดที่กระจายอย่างไม่สม่ำเสมอมีอยู่ 2 วิธี (ภาพที่ 1) คือ วิธีแรกได้แก่การวางแผ่นกริดที่สม่ำเสมอซ้อนบนแผ่นข้อมูลจุด แล้วใช้เทคนิคการประมาณค่าเพื่อสร้าง “แมทริกซ์ระดับความสูง” วิธีที่สองคือการใช้ข้อมูลจุดที่ไม่สม่ำเสมอเป็นฐานสำหรับการสร้าง “ระบบโครงข่ายสามเหลี่ยม” (Triangulation) เช่น โครงข่ายสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า (Triangulated Irregular Network-TIN)



กริดระดับความสูง



โครงข่ายสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า (TIN)

ภาพที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลภาพ DEM ในรูปแบบการแสดงด้วยแมทริกซ์ระดับความสูงและโครงข่ายสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

7.3 วิธีการประมาณค่าทางพื้นที่

โปรแกรม ArcView สามารถสร้างแบบจำลอง DEM มาจากข้อมูลจุดระดับความสูง (spot height) ด้วยวิธีการประมาณค่าช่วงทางพื้นที่ (Interpolation) จากสองเทคนิคคือ (1) Inverse Distance Weighted (IDW) และ (2) Spline วิธีการประมาณค่าแบบ **IDW** (ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก) จะสมมติว่าจุดระดับความสูงจะมีอิทธิพลในทางผกผันกับระยะทางสำหรับการกำหนดค่าระดับความสูงของแต่ละกริด (cell) กล่าวคือจุดระดับความสูงที่อยู่ใกล้กว่าจะมีค่าความสำคัญหรืออิทธิพลในการกำหนดค่าความสูงของกริด (cell) นั้น ๆ มากกว่าจุดระดับความสูงที่อยู่ไกลออกไป ส่วนวิธีการประมาณค่าแบบ **Spline** (ฟังก์ชันกระดูกงู) จะเป็นวิธีการประมาณค่าทางพื้นที่เป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของไม้บรรทัดที่งอได้ โดยกำหนดค่าระดับความสูงของแต่ละกริด (cell) ด้วยการสร้างความโค้งตามพื้นผิวอย่างเหมาะสม สามารถปรับให้สอดคล้องกับจุดข้อมูลจำนวนไม่มากได้พอดี ดังนั้นจึงเป็นวิธีการที่เหมาะกับข้อมูลจุดที่มีไม่มากนักในพื้นที่

7.4 แบบจำลองแสดงลักษณะภูมิประเทศ

แบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (DEM) ที่ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม ArcView จะอยู่ในรูปแบบของแมทริกซ์ระดับความสูง ซึ่งถูกเก็บไว้ในลักษณะของข้อมูล Raster ที่เรียกกว่า "**GRID theme**" ในลักษณะของหลายๆ แฟ้มข้อมูลที่ถูกบรรจุอยู่ใน Folder เดียวกัน ซึ่งโปรแกรม ArcView สามารถนำข้อมูล DEM สร้างแบบจำลองลักษณะทางภูมิประเทศได้หลายประเภท คือ ข้อมูลเส้นชั้นความสูง (contour line) ความชัน (gradient or slope) ทิศด้านลาด หรือ การหันรับแสง (aspect) และความสูงต่ำเชิงเงา (shaded relief หรือ hillshade)

ข้อมูลเส้นชั้นความสูง สามารถสร้างขึ้นจากแมทริกซ์ระดับความสูง โดยการจำแนกช่องกริดให้เป็นระดับชั้นความสูงที่เหมาะสม เส้นชั้นความสูงที่สร้างจากข้อมูล DEM มักจะหยาบเกินไปสำหรับวัตถุประสงค์ของการทำแผนต้องพิจารณาถึงขนาดของช่องกริด (cell size) ดังนั้นจึงอาจจำเป็นที่จะต้องทำการกำหนดขนาดของช่องกริดให้เล็กลงหรือมีความละเอียดขึ้นก่อนที่จะทำการสร้างข้อมูลเส้นชั้นความสูง

ความลาดเท เป็นลักษณะทางภูมิประเทศที่ถูกกำหนดด้วยแผ่นระนาบที่สัมผัสกับพื้นผิว ณ จุดใดจุดหนึ่ง ความลาดเทประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 อย่างคือ (1) ความชัน (gradient) ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงที่มีค่าสูงสุดกับบริเวณข้างเคียง (*เช่น กริดข้างเคียง*) และ (2) ตำแหน่งปรากฏ หรือ การหันรับแสง (aspect หรือ exposure) ได้แก่ทิศทางบนเข็มทิศของแนวที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุด โดยทั้งข้อมูลความชันและการหันรับแสงเป็นข้อมูลพื้นฐานของพื้นผิวแสดงระดับความสูง

ความสูงต่ำเชิงเงา เป็นการแสดงภาพความแตกต่างของระดับความสูงต่ำของพื้นผิวในบริเวณพื้นที่ที่ไม่ราบเรียบ เช่น บริเวณภูเขา ใช้ในการใช้เงาแก่ระดับความสูงต่ำ โดยมีรากฐานมากจากวิธีการใช้แสงและเงาเทียบกัน เพื่อแสดงภาพของวัตถุสามมิติด้วยสเกลสีเทาและความเข้มต่อเนื่อง โดยมีการให้แสงจากจุดที่กำหนด

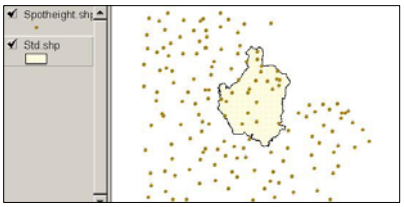
7.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะภูมิประเทศ

7.5.1 การประมาณค่าทางพื้นที่ (สร้างชั้นข้อมูล DEM)

(1) เรียกใช้ "**Spatial Analyst**" Extensions

(2) เลือกคำสั่ง "**Add Theme**" เพื่อเปิดข้อมูลดังต่อไปนี้

ชื่อ Shape file	คำอธิบายข้อมูล
Spotheight.shp	จุดระดับความสูง
Std.shp	ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

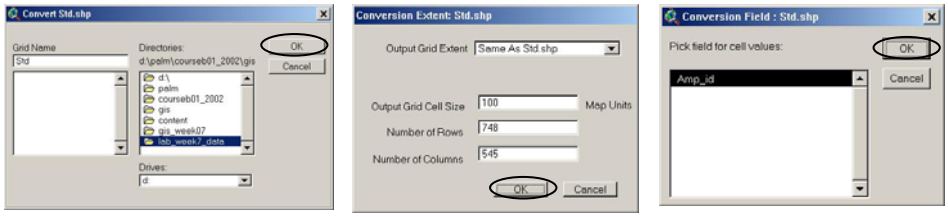


(3) ที่เมนู "**Theme**" เลือกคำสั่ง "**Convert to Grid**" เพื่อแปลงข้อมูล "*Std.shp*" ที่อยู่ในรูปของ shape file ไปเป็นข้อมูล GRID theme ที่อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์ (raster format)

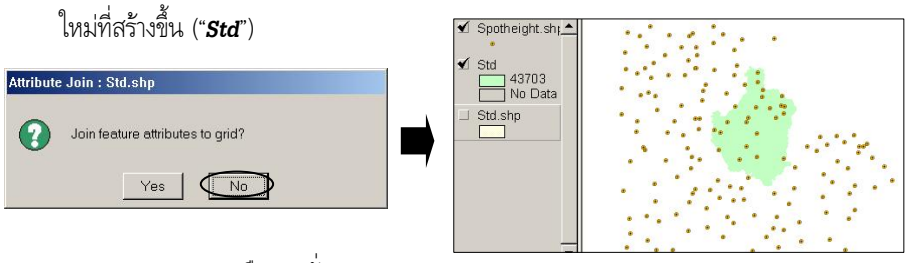
(4) กำหนดชื่อให้กับชั้นข้อมูลในช่อง Grid Name (ใช้ชื่อว่า "***Std***")

(5) กำหนดขอบเขตในการสร้างชั้นข้อมูล GRID theme ใน **Output Grid Extent** และกำหนดขนาดของช่องกริด ใน **Output Grid Cell Size** ซึ่งจะเป็นหน่วยของ Map Unit (*กำหนดค่าของ map unit จาก view properties ด้วย*)

(6) กำหนดค่าของแต่ละช่องกริดว่าจะใช้ค่าจากเขตข้อมูลใดของข้อมูล "*Std.shp*" ที่ **Pick filed for cell values**

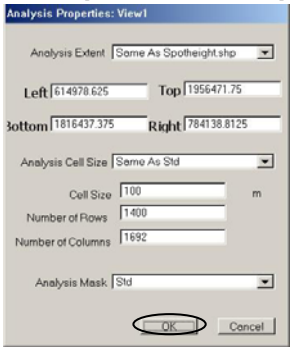


(7) เลือกปุ่ม "**No**" โดยไม่รวมข้อมูล attribute ของ ***Std.shp*** เข้าสู่ attribute ของ Grid Theme ใหม่ที่สร้างขึ้น ("***Std***")



(8) จากเมนู Analysis เลือกคำสั่ง **Analysis Properties**

(9) กำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ข้อมูลให้มีขนาดเท่ากับขอบเขตของข้อมูล *Spotheight.shp* กำหนดขนาดของกริดที่ได้จากการวิเคราะห์เท่ากับขนาดช่องกริดของ "***Std***" grid theme และกำหนดรูปร่างขอบเขตของข้อมูล grid theme ใหม่ที่จะสร้าง ให้เหมือนกับ "***Std***"



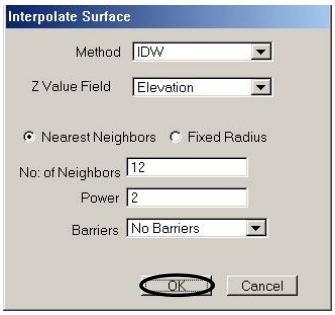
Analysis Extent : ขอบเขตของการวิเคราะห์ข้อมูล

Analysis Cell Size : ขนาดของกริดที่ถูกสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์

Analysis Mark : รูปร่างขอบเขตของข้อมูล grid theme ใหม่ที่สร้าง

(10) คลิกที่ชั้นข้อมูล "***Spotheight.shp***" แล้วเลือกคำสั่ง **Interpolate Grid** จากเมนู Surface

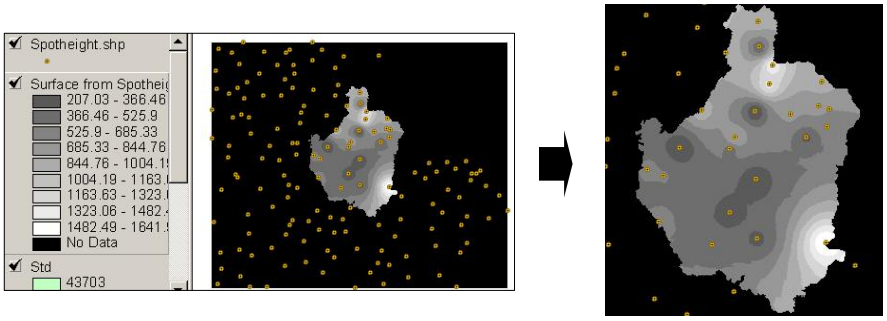
(11) เลือกวิธีการทำการประมาณค่าทางพื้นที่เป็น "**IDW**" กำหนดการคำนวณค่าระดับความสูงจากเซตข้อมูลที่ชื่อว่า "Elevation"



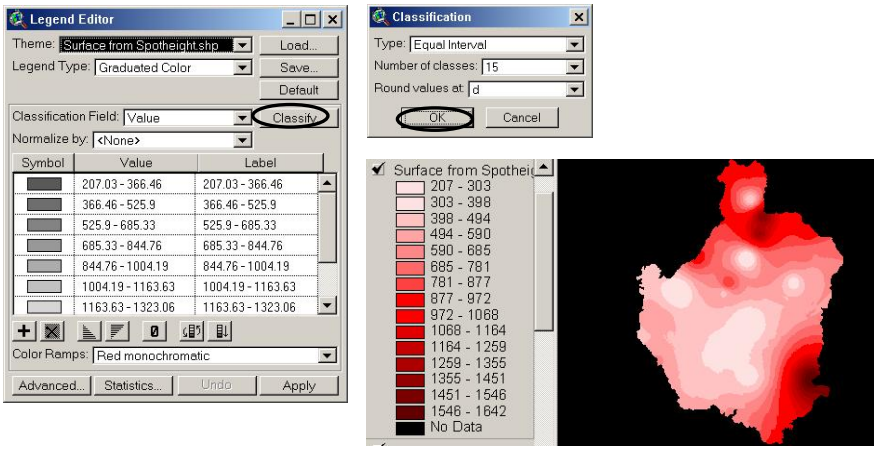
- Method : วิธีการประมาณค่าทางพื้นที่
- Z Value Field : เซตข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับความสูง

โปรดศึกษารายละเอียดและคำอธิบายในแต่ละเทคนิคได้ โดยการใช้ Help Topic จากเมนู Help

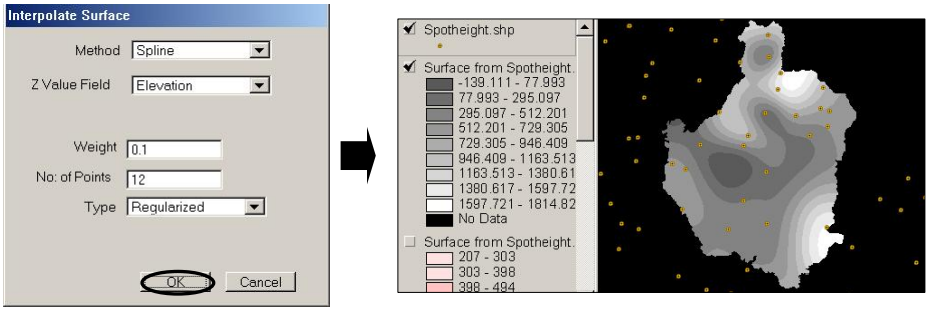
(12) ข้อมูลพื้นผิวที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่จากชั้นข้อมูล "*Spotheight.shp*" จะถูกแสดงใน View document window



- *การเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลข้อมูล สามารถทำได้ใน* ***Legend Editor*** *โดยใช้ปุ่ม "Classify" เพื่อเปลี่ยนการแสดงผลโดยกำหนดจำนวนชั้นของช่วงค่าระดับความสูงใหม่*



(13) ทดลองทำการประมาณค่าทางพื้นที่โดยใช้วิธี "**Spline**" โดยทำตามขั้นตอนที่ 10 จนถึงขั้นตอนที่ 12 แล้วสังเกตถึงความแตกต่างของรูปร่างในแต่ละช่วงชั้นระดับความสูงที่ได้จากการประมาณค่าทางพื้นที่ด้วยวิธี IDW

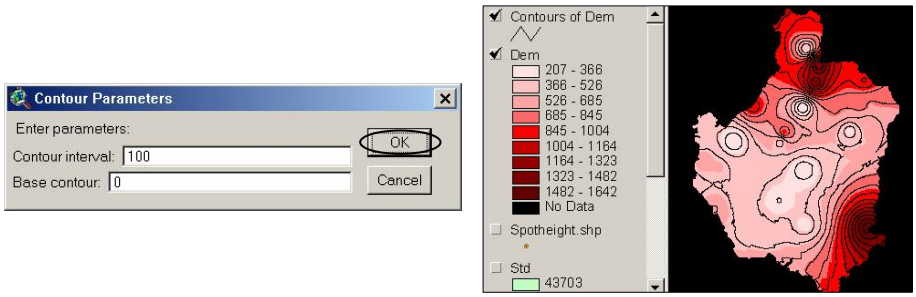


(14) ใช้คำสั่ง **Save Data Set** จากเมนู Theme เพื่อบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทำการประมาณค่า (*เป็นข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นชั่วคราว*) ให้เป็นชั้นข้อมูลแรสเตอร์ในรูปแบบ Grid Theme ของโปรแกรม ArcView (*ในที่นี้จะใช้ข้อมูล DEM ที่ได้จากวิธี IDW*) โดยใช้ชื่อว่า ***DEM*** แล้วเรียก "*DEM*" grid them เข้ามาใน View document

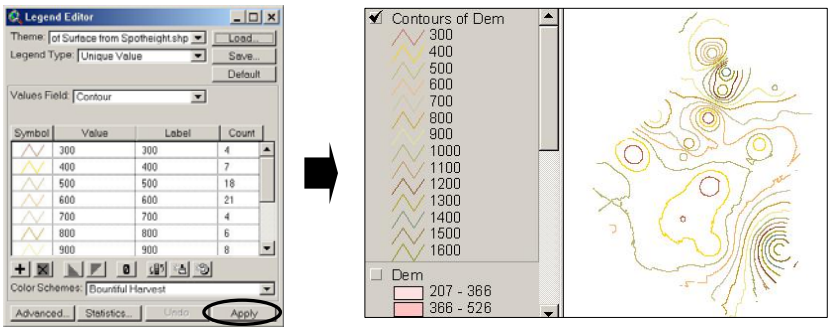
7.5.2 การสร้างเส้นชั้นความสูง

(1) คลิก active ที่ *"DEM"* grid theme แล้วเลือกคำสั่ง Create Contour จากเมนู Surface

(2) กำหนดช่วงระยะห่างระหว่างเส้นชั้นความสูงแต่ละเส้นเป็น 100 เมตร และเริ่มต้นจากเส้นที่ 0 เมตร ใน **Contour interval** และ **Base contour** box ตามลำดับ



(3) การเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลข้อมูลเส้นชั้นความสูงใน **Legend Editor** โดยกำหนด **Legend Type** เป็น "*Unique Value*" และกำหนดค่าของชั้นความสูงจากเขตข้อมูลที่ชื่อ "*contour*" ใน **Values Field**

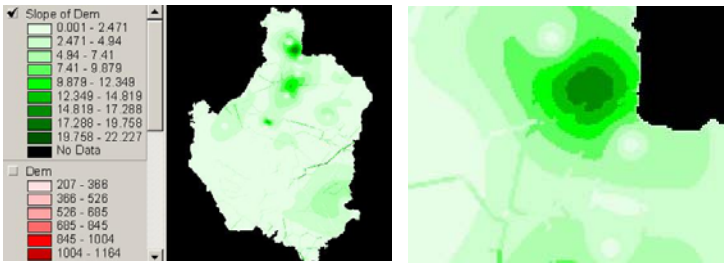


7.5.3 การสร้างชั้นข้อมูลความชัน (Slope) และชั้นข้อมูลทิศด้านลาด (Aspect)

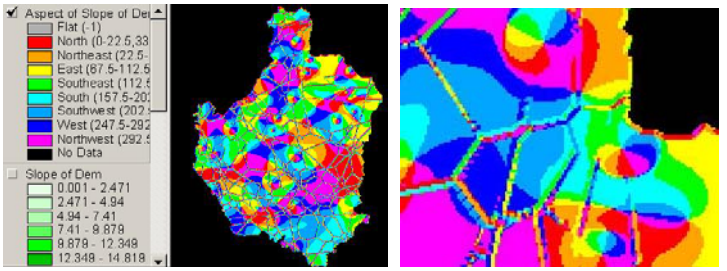
(1) คลิก active ที่ "***DEM***" grid the แล้วเลือกคำสั่ง **Derive Slope** จากเมนู **Surface** เพื่อสร้างชั้นข้อมูลความชัน (slope) จากชั้นข้อมูล DEM

โดยปกติแล้ว ชั้นข้อมูลความชันที่ได้ (slope) แต่ละกริดจะมีค่าของความชันที่มีหน่วยเป็นองศา (degree) โดยมีค่าระหว่าง 0-90 องศา

(2) คลิก active ที่ "***DEM***" grid theme แล้วเลือกคำสั่ง "Derive Aspect" จากเมนู Surface เพื่อสร้างชั้นข้อมูลทิศด้านลาด (aspect) จากชั้นข้อมูล DEM



ชั้นข้อมูลความลาดชัน

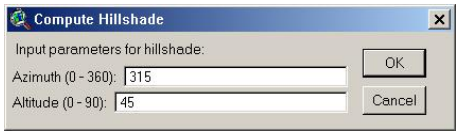


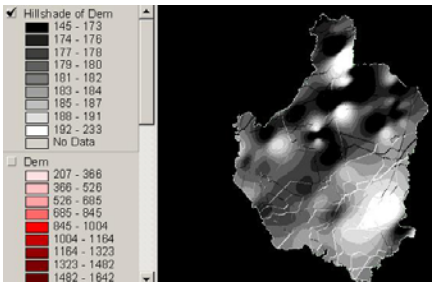
ชั้นข้อมูลทิศด้านลาด

7.5.4 การสร้างชั้นข้อมูลความสูงต่ำเชิงเงา (Hillshade)

- คลิก active ที่ "*DEM*" grid theme แล้วเลือกคำสั่ง **Compute Hillshade**

  เป็นวิธีกำหนดการส่องแสงที่ถูกสมมติขึ้นมาของพื้นผิวจากข้อมูล DEM ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงพื้นผิวจะถูกกำหนดเป็นระยะ infinity ในการสร้างชั้นข้อมูลความสูงต่ำเชิงเงาต้องพิจารณาถึงผลกระทบของมุมที่ส่องแสงและมุมของเงาในพื้นที่นั้นๆ (local illumination angle and shadow) แต่ละช่องกริด (grid cells) จะแสดงถึงการส่องแสงที่ตำแหน่งบนพื้นผิวนั้นๆ โดยขึ้นกับทิศทางและความสูงของแหล่งกำเนิดแสง (azimuth and altitude)





- *Azimuth แสดงถึง ทิศทางของแหล่งกำเนิดแสง โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 360 องศาตามเข็มนาฬิกา และเริ่มจากทิศเหนือ*

- *Altitude แสดงถึง ความสูงของแหล่งกำเนิดแสง โดยที่ 0 องศา อยู่ที่แนวขอบฟ้า (horizon) และ 90 องศาจะอยู่ที่ตรงเหนือหัว (overhead)*

เอกสารอ้างอิง

ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ. 2537. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินค่าทรัพยากรที่ดิน กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 395 หน้า.