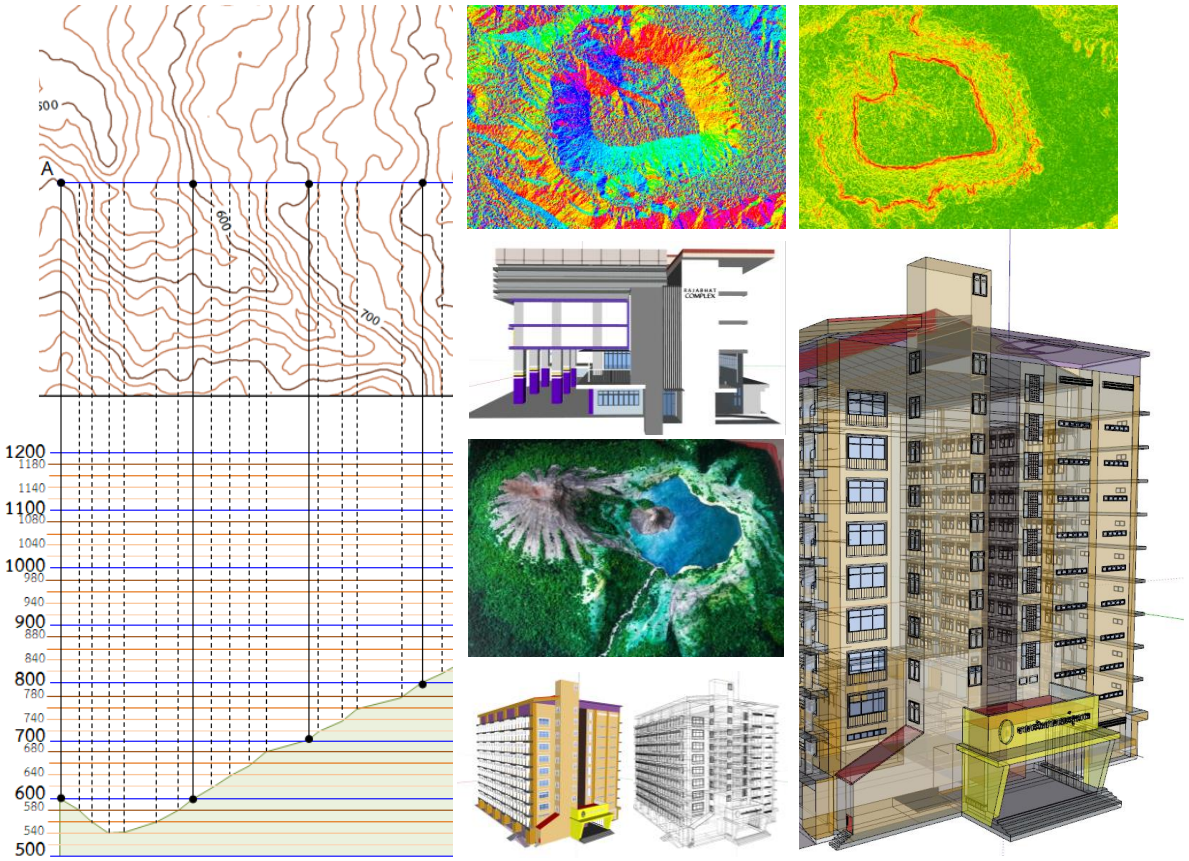
เอกสารประกอบการสอน

การทำแผนที่สามมิติ

Three-Dimensional Mapping



ณัฐวุฒิ ทะนันไชสง

คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

2560

เอกสารประกอบการสอน

การทำแผนที่สามมิติ

Three-Dimensional Mapping

ณัฐวุฒิ ทะนันไชสง

วท.ม. (เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์)

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

2560

เอกสารประกอบการสอน

การทำแผนที่สามมิติ

Three-Dimensional Mapping

จัดทำโดย : ณัฐวุฒิ ทะนันไธสง

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนการทำแผนที่สามมิติ รหัสวิชา 2542402 จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ ปรับปรุง พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ มีวัตถุประสงค์ใช้ประกอบกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและเกิดประสิทธิผลสูงสุดของกระบวนการเรียนรู้ เอกสารประกอบการสอนนี้ประกอบไปด้วย แผนบริหารการสอนรายวิชาตามกรอบมาตรฐานอุดมศึก (TQF) แผนบริหารการสอนบทเรียน เนื้อหาตามหลักสูตรและแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ในส่วนที่เป็นเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ ได้เรียบเรียง พัฒนาและปรับปรุงเนื้อหามาโดยตลอด จากประสบการณ์ที่ได้จากการศึกษา การฝึกอบรม การค้นคว้าและศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และจากประสบการณ์การสอนมามากกว่า 5 ปี โดยได้คำนึงถึงเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนและสภาพการนำไปใช้ในท้องถิ่นเป็นสำคัญ

ผู้จัดทำขอขอบคุณ ครู อาจารย์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ เจ้าของผลงาน เอกสารตำราต่าง ๆ ที่ได้นำมาอ้างอิงไว้ในเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้เป็นอย่างสูง หวังว่าเอกสารประกอบการสอนนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้ที่สนใจศึกษาค้วา ผู้เขียนจึงขอขอบคุณทุกท่านไว้ในที่นี้เป็นอย่างยิ่ง

อาจารย์ ณัฐวุฒิ ทะนันไชสง

กรกฎาคม 2560

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		(1)
สารบัญ		(3)
สารบัญภาพประกอบ		(7)
สารบัญตาราง		(15)
แผนบริหารการสอนประจำวิชา		(17)
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 1		1
บทที่ 1	**แผนที่สามมิติ**	**3**
	แบบจำลองภูมิประเทศ	3
	สร้างแบบจำลองด้วยระบบภูมิสารสนเทศ	4
	สรุป	18
	คำถามท้ายบท	19
	เอกสารอ้างอิง	21
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 2		23
บทที่ 2	**แผนที่ภูมิประเทศ**	**25**
	ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่	25
	องค์ประกอบภายในระวางแผนที่	29
	องค์ประกอบภายนอกขอบระวางแผนที่	32
	สรุป	50
	คำถามท้ายบท	51
	เอกสารอ้างอิง	55
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 3		57
บทที่ 3	**ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง**	**59**
	พิกัดภูมิศาสตร์	59
	พิกัดกริด	62
	สรุป	69

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	คำถามท้ายบท	71
	เอกสารอ้างอิง	73
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 4		75
บทที่ 4	**ภาพตัดขวาง**	**77**
	ความสูงภูมิประเทศ	77
	ภาพตัดขวาง	82
	สรุป	93
	คำถามท้ายบท	95
	เอกสารอ้างอิง	97
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 5		99
บทที่ 5	**แบบจำลองความสูงเชิงเลข**	**101**
	ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ	101
	แบบจำลองความสูงเชิงเลข	103
	สรุป	112
	คำถามท้ายบท	113
	เอกสารอ้างอิง	115
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 6		119
บทที่ 6	**การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่**	**121**
	การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่	121
	การประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมทั้งหมด	124
	การประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมเฉพาะที่	126
	สรุป	138
	คำถามท้ายบท	139
	เอกสารอ้างอิง	141

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 7 143
บทที่ 7 การวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิว 145
การแสดงแบบจำลองพื้นผิว 145
การวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิว 148
สรุป 157
คำถามท้ายบท 159
เอกสารอ้างอิง 161
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 8 163
บทที่ 8 การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ 165
แหล่งข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข 165
การสร้างเส้นชั้นความสูง 168
การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ 171
สรุป 178
คำถามท้ายบท 179
เอกสารอ้างอิง 181
แผนบริหารการสอนประจำ บทที่ 9 183
บทที่ 9 การสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ 185
การเรียกใช้งานโปรแกรม 185
การสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติด้วย SketchUp 187
สรุป 204
คำถามท้ายบท 205
เอกสารอ้างอิง 207

บรรณานุกรม 208

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1.1	การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการวิเคราะห์ภูมิประเทศ	5
1.2	การสำรวจขั้นสูงด้วย GPS เครื่องรับแบบรังวัด	6
1.3	การแสดงผลในรูปแบบสองมิติและสามมิติ	8
1.4	การแสดงความสูงของพื้นผิวภูมิประเทศ	8
1.5	ภาพจำลองสามมิติภูมิประเทศซ้อนทับภาพถ่าย Landsat (5 4 3)	9
1.6	การประมาณค่าจากข้อมูลจุดที่ทราบค่า	10
1.7	แผนผังการสร้างแบบจำลองความสูงที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งาน	12
1.8	การบูรณาการระบบภูมิสารสนเทศ 3 มิติ เพื่อการผังเมืองกรุงเทพมหานคร	13
1.9	ออกแบบคันคูน้ำและจัดรูปที่ดินในรูปแบบ 3 มิติ	14
1.10	แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงแบบ Block	15
1.11	แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงแบบ Geometry (Multipath ไม่มี Texture)	15
1.12	แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงแบบ Geometry (Multipath มี Texture)	15
2.1	ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ L 7018 มาตราส่วน 1 : 50,000	27
2.2	ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ 1501S มาตราส่วน 1 ; 250,000	28
2.3	สัญลักษณ์แบบจุด	29
2.4	สัญลักษณ์แบบเส้น	29
2.5	สัญลักษณ์แบบพื้นที่	30
2.6	สีที่ใช้ภายในพื้นที่ขอบระวางแผนที่	30
2.7	สีที่ใช้กับชื่อภูมิศาสตร์	31
2.8	พิกัดภูมิศาสตร์และพิกัดกริด	31
2.9	ชื่อระวาง	32
2.10	องค์ประกอบภายนอกขอบระวางแผนที่แผนที่ L 7018 มาตราส่วน 1 : 50,000	33
2.11	หมายเลขระวางแผนที่มาตราส่วนเล็กกว่า 1 : 100,000	34
2.12	เลขหมายระวาง	35
2.13	หมายเลขระวางแผนที่มาตราส่วน 1 : 100,000 และใหญ่กว่า	35

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
2.14	สารบัญแผนที่ชุด 1501 S มาตราส่วน 1 : 250,000	36
2.15	สารบัญแผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1 : 50,000	37
2.16	ชื่อชุดและมาตราส่วน	38
2.17	องค์ประกอบหมายเลขลำดับชุด	39
2.18	ลำดับชุด	40
2.19	ครั้งที่จัดพิมพ์	40
2.20	มาตราส่วนรูปภาพ	41
2.21	ช่วงต่างเส้นชั้นความสูง	41
2.22	หลักฐานการทำแผนที่	42
2.23	ตารางการกำหนดค่าของกริด	43
2.24	แผนภาพเดคลิเนชั่น	44
2.25	คำอธิบายสัญลักษณ์	45
2.26	คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูง	46
2.27	สารบัญแสดงเขตการปกครอง	46
2.28	สารบัญระวางติดต่อ	47
2.29	ศัพทานุกรม	48
2.30	หมายเลขสิ่งอุปกรณ์	48
2.31	คำแนะนำเกี่ยวกับลาด	49
2.32	บันทึก	49
3.1	ค่ามุมละติจูด	60
3.2	ค่ามุมลองจิจูด	61
3.3	ค่าละติจูดและค่าลองจิจูด	61
3.4	ค่าพิกัดของจุดศูนย์กำเนิดในแต่ละเขต	63
3.5	ระบบพิกัดกริด	64
3.6	การกำหนดอักษรประจำจัตุรัส 100,000 เมตร โซนคู่โซนคี่	65

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
3.7	การกำหนอักษรประจำจัตุรัส 100,000 เมตร	66
3.8	การอ่านพิกัดกริด	67
3.9	ตัวอย่างการอ่านค่าพิกัดประจำเส้นกริดแนวตั้ง	68
3.10	ตัวอย่างการอ่านค่าพิกัดประจำเส้นกริดแนวนอน	69
4.1	เส้นชั้นความสูงหลักและเส้นชั้นความสูงย่อย	80
4.2	เส้นชั้นความสูงแทรก	81
4.3	เส้นชั้นความสูงแอ่งต่ำ	81
4.4	เส้นชั้นความสูงประมาณค่า	82
4.5	การคำนวณความลาดชันจากเส้นชั้นความสูง มาตราส่วน 1 : 5,000	83
4.6	กำหนดบริเวณที่สร้างภาพตัดด้านข้าง จากจุด A ไปยังจุด B โดยกำหนดเป็นเส้นตรง	85
4.7	การสร้างเส้นระนาบหลักตั้งฉากกับขอบแผนที่	87
4.8	ลากเส้นระนาบย่อย ระยะความสูงจริง 20 เมตร	88
4.9	ลากเส้นตรงหลักจากเส้น AB บริเวณที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงหลัก	90
4.10	ลากเส้นตรงย่อย จากเส้น AB บริเวณที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงย่อย	91
4.11	เติมมาตราส่วนแนวดิ่ง อัตราส่วนขยาย ให้สมบูรณ์	92
5.1	การจัดเก็บความสูง	102
5.2	การจำลองความสูงของภูมิประเทศแบบ DSM และ DEM	102
5.3	ข้อแตกต่างระหว่าง DEM และ DTM	102
5.4	ข้อมูลราสเตอร์ระดับความสูง (Elevation Raster)	103
5.5	เส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 และ 1 : 250,000	104
5.6	ข้อมูลจุดความสูง	105
5.7	เครือข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ	107
5.8	การเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูล TIN และ DEM	108
6.1	การวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิวด้วยฟังก์ชันพหุนามลำดับที่ 1	125
6.2	การวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิวด้วยฟังก์ชันพหุนามลำดับที่ 2	125

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
6.3	(ก) การหาจุดควบคุมที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดเป้าหมาย (ข) หาจุดควบคุมภายในรัศมีที่กำหนด (ค) การหาจุดควบคุมที่อยู่ในแต่ละควอแดรนต์โดยรอบจุดเป้าหมาย	127
6.4	รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนเส้นหนา สร้างจากจุดควบคุมและการสามเหลี่ยมดีลอเนย์	128
6.5	การประมาณความหนาแน่นแบบธรรมดา	129
6.6	ฟังก์ชันเคอร์เนล	129
6.7	ความหนาแน่นของจุดตำแหน่งประชากรของแต่ละชุมชน	130
6.8	แนวคิดการคำนวณความหนาแน่นของเส้น	131
6.9	จุดควบคุมจำนวน 5 จุดในบริเวณใกล้เคียง	132
6.10	การประมาณค่าแบบ IDW	132
6.11	การประมาค่าแบบ Natural Neighbors	133
6.12	การประมาณค่าในช่วงแบบสไปลน์	133
6.13	จุดควบคุมแบบคริกกิง	134
6.14	การจับคู่ของจุดควบคุมตามทิศทาง (1) จุดควบคุม 2 คู่มีระยะห่าง 1 และ 2 (2) จัดกลุ่มจุดควบคุมคู่หนึ่ง ๆ ตามทิศทางโดยใช้ส่วนของวงกลม (3) จัดกลุ่มจุดควบคุมคู่หนึ่ง ๆ ตามทิศทางโดยใช้ตารางกริด	135
6.15	แผนภาพการกระจายค่ากึ่งความแปรปรวนตามระยะ	136
6.16	แบบจำลองทรงกลม	136
6.17	แบบจำลองเลขชี้กำลัง	137
7.1	ภาพบล็อก DEM แสดงภาพภูมิประเทศบริเวณจังหวัดเลย	146
7.2	ภาพบล็อก TIN แสดงภาพภูมิประเทศบริเวณจังหวัดเลย	146
7.3	การดูภาพตัดด้านข้าง 1 เส้น	147
7.4	การดูภาพตัดด้านข้าง *2* เส้น	147
7.5	การสร้างเส้นชั้นความสูง ระยะห่าง *100* เมตร	149
7.6	เส้นชั้นความสูงระยะห่าง *100* เมตร	149
7.7	การสร้าง Base Contour ระยะเริ่มต้นที่ *20* เมตร	150

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
7.8	เส้นชั้นความสูงเริ่มที่ Base Contour 20 เมตร	150
7.9	แผนที่แนวมองพื้นผิว สีเขียวหมายถึงมองเห็นและสีแดงหมายถึงไม่สามารถมองเห็น	151
7.10	การค้นหาคำสั่งการวิเคราะห์ความลาดชัน (Slope)	152
7.11	ความลาดชันของพื้นที่หน่วยเป็นองศา	152
7.12	ความลาดชันของพื้นที่หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์	153
7.13	การค้นหาคำสั่ง Aspect วิเคราะห์ความลาดเท	154
7.14	การแสดงความลาดเทของพื้นที่ 10 ทิศทางความลาดเท	154
7.15	การเรียกคำสั่ง Hillshade เพื่อวิเคราะห์ความสูงเชิงเงา	156
7.16	แผนที่ความสูงเชิงเงา Azimuth 90 และ Altitude 25	156
7.17	แผนที่ความสูงเชิงเงา Azimuth *270* และ Altitude *15*	157
8.1	เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการดาวน์โหลด Aster Global Dem	166
8.2	การกำหนดตำแหน่ง บริเวณที่ต้องการข้อมูล Aster Global Dem	166
8.3	Show Footprint เพื่อแสดงขอบเขตของระวางที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ	167
8.4	การดาวน์โหลด Aster Global Dem	167
8.5	การยอมรับเงื่อนไขในการใช้งาน Aster Global Dem	167
8.6	การเปิด DEM ในโปรแกรม Global Mapper	168
8.7	Global Mapper แสดง Dem จากพื้นที่ต่ำสุดด้วยสีน้ำเงินและพื้นที่สูงที่สุดด้วยสีแดง	168
8.8	การสร้างและกำหนดระยะห่างของเส้นชั้นความสูง 100 เมตร	169
8.9	การส่งออกเส้นชั้นความสูงเป็นแบบเส้น (Export Lines)	169
8.10	แผนที่เส้นชั้นความสูงระยะห่าง 100 เมตร	170
8.11	อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแผนที่หุ่นจำลองแบบสามมิติ	171
8.12	วัสดุในการผลิตแผนที่หุ่นจำลองแบบสามมิติ	172
8.13	การคัดลอกเส้นชั้นความสูงลงกระดาษหลังรูป	173
8.14	การเลื่อยกระดาษหลังรูปตามรอยกระดาษคาร์บอนที่ได้ลอกลายไว้	173

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
8.15	การติดกระดาษหลังรูปที่ละชั้นจากเส้นชั้นความสูงต่ำสุด	174
8.16	การประกอบกระดาษหลังรูปเสร็จเรียบร้อย	174
8.17	การติดกระดาษทิชชูลงบนแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ	175
8.18	การติดกระดาษทิชชูเพื่อให้พื้นผิวแผนที่หุ่นจำลองเรียบ	175
8.19	การลงสีให้สมจริงและเติมฟองน้ำย้อมสีใช้แทนพื้นที่ป่า	176
8.20	เพิ่มรายละเอียด องค์ประกอบของแผนที่หุ่นจำลองสามมิติให้สมบูรณ์	177
8.21	ติดแผ่นอะคริลิคคลุม 6 ด้านของแผนที่หุ่นจำลองสามมิติ	177
9.1	การเปิดใช้งานโปรแกรม SketchUP	185
9.2	การเลือก Template ที่ต้องการใช้งาน	186
9.3	การเรียกเครื่องมือ Large Tool Set	186
9.4	การตั้งค่าหน่วยในการใช้งาน SketchUP	187
9.5	การเรียกแถบเครื่องมือ Location	187
9.6	การค้นหาตำแหน่งที่ต้องการ	188
9.7	การ Grab ภาพถ่ายดาวเทียม	188
9.8	ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณที่ต้องการแสดงในโปรแกรม	189
9.9	แถบคำสั่ง Shape สำหรับสร้างรูปหลายเหลี่ยม	189
9.10	การวาดรูปสี่เหลี่ยมโดยการกำหนดความกว้างยาว	190
9.11	การใช้เครื่องมือ Push/Pull ในการกำหนดความสูงที่ต้องการ	190
9.12	การใช้เครื่อมือ Rectangle และ Line ในการวาดเสารูปตัวเอช	191
9.13	การใช้ Eraser และ Plus/Pull	191
9.14	การใช้คำสั่ง Rectangle สร้างสี่เหลี่ยม และ Offset สร้างระยะความหนาของผนัง	192
9.15	การใช้คำสั้ง Plus/Pull กำหนดความสูงของผนัง	192
9.16	การใช้คำสั่ง 2 Point Arc สร้างเส้นโค้ง	193
9.17	การสร้างผนังโค้ง โดยใช้คำสั่ง Offset, Line และ Plus/Pull	193
9.18	ผนังโค้งในรูปแบบต่าง ๆ	194

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
9.19	การใช้คำสั่ง Rectangle, Plus/Pull, Line และ Move เพื่อสร้างหลังคา	194
9.20	การสร้างจั่วโดยใช้คำสั่ง Move	195
9.21	การเรียกคำสั่ง Material	195
9.22	การเลือกวัสดุ Wood ให้กับพื้นที่หลังคา	196
9.23	การปรับแต่งตัวหนังสือ	196
9.24	การเพิ่มตัวหนังสือสามมิติ	197
9.25	การสร้างหน้าตัดของบัวและดึงยาวตามเส้นที่ต้องการด้วยคำสั่ง Follow Me	197
9.26	การใช้คำสั่ง Follow Me ดึงภาพตัดด้านข้างไปตามเส้นที่กำหนด	198
9.27	การใช้คำสั่ง Follow Me ดึงภาพตัดด้านข้าง 360 องศา	198
9.28	การปรับค่าการแสดงผลของเส้นด้วยคำสั่ง Edge Style	198
9.29	การแสดงผลของเส้นโมเดลในรูปแบบต่าง ๆ	199
9.30	การปรับแต่งพื้นผิวของโมเดลด้วยคำสั่ง Face Style	200
9.31	พื้นผิวของโมเดลในรูปแบบ X-ray + Shaded	200
9.32	พื้นผิวของโมเดลในรูปแบบต่าง ๆ	201
9.33	การส่งออกภาพในรูปแบบ 2D	202
9.34	การส่งออกภาพในรูปแบบ 3D	202
9.35	การ Add Scene เพื่อเตรียมส่งออกภาพเป็นเคลื่อนไหว	203
9.36	การ Export ส่งออกภาพเป็นเคลื่อนไหว	203
9.37	รูปแบบไฟล์ภาพเคลื่อนไหว เอวีไอ (.Avi)	204

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	เปรียบเทียบการรังวัดทั้ง 3 ประเภท	7
5.1	การเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูล TIN และ DEM	108
5.2	การเปรียบเทียบวิธีการรังวัดหาค่าความสูง	111
6.1	แสดงประเภทการจำแนกวิธีการประมาณค่าในช่วง	124

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 1

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ

แผนที่สามมิติ **เวลา 4 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

ความหมายแบบจำลองภูมิประเทศสามมิติ กระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติด้วยระบบภูมิสารสนเทศมี 5 องค์ประกอบ คือ การสำรวจ การรังวัดด้วยภาพ การแสดงผลในระบบ การวิเคราะห์ตีความแบบจำลอง ระดับความละเอียดของแบบจำลองสามมิติแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงลักษณะรูปแบบ Block ระดับที่ 2 แบบจำลองสามมิติแสดงรูปแบบ Geometry แบบไม่มี Texture และ ระดับที่ 3 แบบจำลองสามมิติ เสมือนจริง แสดงรูปแบบ Geometry ประกอบพื้นผิวภายนอก แบบมี Texture

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ระดับความละเอียดของแบบจำลองสามมิติ และรูปแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแผนที่สามมิติและแบบจำลองสามมิติได้
2. เข้าใจในกระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติด้วยระบบภูมิสารสนเทศ
3. สามารถแบ่งระดับความละเอียดของแบบจำลองสามมิติได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. นำเสนอแบบจำลองพื้นผิวสามมิติและแบบจำลองสามมิติ สนทนากับนักศึกษาเกี่ยวกับความสูง แบบจำลองพื้นผิวสามมิติพร้อมสื่อประกอบการสอน
2. ให้นักศึกษาศึกษาเอกสารประกอบการสอนเรื่อง แผนที่สามมิติพร้อมกับการอธิบายเนื้อหา โดยใช้สื่อประกอบการสอน
3. แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม ศึกษาเนื้อหาแผนที่สามมิติ สรุปเป็นแผนภาพ
4. นำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม

5. ทบทวนเนื้อหาและทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน แผนที่สามมิติ
2. สื่อประกอบการสอนแผนที่สามมิติ
3. แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขรูปแบบต่าง ๆ

การวัดผลและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติการเป็นรายบุคคล

บทที่ 1
แผนที่สามมิติ

การทำแผนที่สามมิติภูมิประเทศ นี้จะช่วยให้ผู้ต้องการศึกษาภูมิประเทศได้เห็นภาพในแบบสามมิติ คุณลักษณะที่แสดงโดยเส้นชั้นความสูงบนแผนที่ภูมิประเทศ การวางแผนงานบนแผนที่สองมิติไม่สามารถมองเห็นเป็นทรวดทรงทำให้การวางแผนการปฏิบัติงานอาจจะไม่สมบูรณ์ การทำแผนที่สามมิติภูมิประเทศเกี่ยวข้องกับหลายสาขา เช่น โครงสร้างและทักษะทางวิทยาศาสตร์ อัตราส่วนการอ่านแผนที่บูรณาการกับสาขาวิชาอื่น ๆ การทำแผนที่สามมิติเป็นการทำแบบจำลองภูมิประเทศสองมิติให้เป็นแผนที่สามมิตินั่นเอง แผนที่สามมิติภูมิประเทศเป็นเครื่องมือที่สร้างความเข้าใจ ดึงดูดความสนใจแก่ผู้ที่พบเห็น ในบทนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับความหมายของแผนที่สามมิติ แบบจำลองสามมิติ กระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบสามมิติ แผนที่สามมิติจะทำให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ในภูมิประเทศ เช่น ภูมิประเทศที่เป็นพื้นราบ เนินเขา เส้นทาง ลำน้ำ สิ่งปลูกสร้าง เสมือนว่าได้ไปเห็นในภูมิประเทศจริง สามารถพิจารณาวางแผนหรือภารกิจต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

แบบจำลองภูมิประเทศ

ความหมาย

สุเพชร จิรขจรกุล (2551 : 9) กล่าว่า แบบจำลองสามมิติของภูมิประเทศ หมายถึง การสร้างทรวดทรงจำลองลักษณะภูมิประเทศ โดยมีสัดส่วนทั้งในมิติทางราบและทางความสูงอย่างถูกต้อง เพื่อแสดงสภาพความสูงต่ำของภูมิประเทศ

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2556 : 2) ให้ความหมายไว้ว่า การแสดงค่าความสูงภูมิประเทศในรูปแบบของข้อมูลตารางกริดหรือข้อมูลแรสเตอร์ โดยแสดงค่าความสูงทางภูมิประเทศตามระยะความละเอียดที่มีหน่วยตามระยะบนพื้นผิวโลก

จารตุรนต์ แสงศร (2559 : 1) กล่าวว่า แบบจำลองภูมิประเทศ หมายถึง หุ่นจำลองของพื้นภูมิประเทศที่ทำเป็นรูปสามมิติ ซึ่งจำลองแบบออกมาโดยการใช้ปูนพลาสเตอร์ ยาง ทราย กระดาษ หรือวัสดุอื่น ๆ แบบจำลองภูมิประเทศนี้มีลักษณะชัดเจนมองเห็นทรวดทรงสามมิติ

แบบจำลองภูมิประเทศ หมายถึง การจำลองภูมิประเทศของพื้นผิวโลก ภูมิประเทศให้เป็นรูปสามมิติ โดยมีสัดส่วนทั้งในมิติทางราบและทางความสูงอย่างถูกต้อง โดยใช้วัสดุหรือแสดงใน

รูปแบบดิจิทัลให้เห็นทรวดทรงของภูมิประเทศ โดยมีมาตราส่วนแนวดิ่งแนวราบ คำอธิบาย สัญลักษณ์ กำกับไว้

สร้างแบบจำลองภูมิประเทศด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

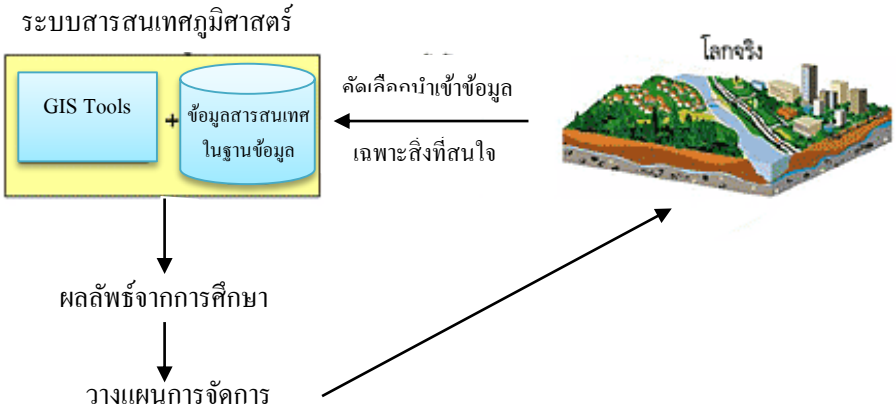
แบบจำลองภูมิประเทศ หรือแบบจำลองความสูงนั้น เป็นการนำเสนอส่วนหนึ่งของพื้นผิวโลกในรูปแบบสามมิติ โดยจะถ่ายทอดลักษณะของภูมิทัศน์ตรงตามความเป็นจริงจริงและเข้าใจง่ายกว่าดูจากแผนที่สองมิติ ซึ่งในแผนที่สองมิติจะเป็นแผ่นเรียบ และใช้สัญลักษณ์ทางแผนที่ในการสื่อความหมาย เช่น เส้นชั้นความสูง ลายขวานสับ การแรเงา หรือใช้สัญลักษณ์พิเศษ อื่น ๆ โดยสิ่งที่แสดงเหล่านี้เป็นนามธรรมและต้องมีการฝึกอบรมและทำความเข้าใจในการอ่านแผนที่โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำเสนอในภูมิภาคที่เป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชัน และมีหน้าผาหิน จะมีข้อจำกัดในการเขียนแผนที่ทั่ว ๆ ไป มีเพียงแบบจำลองภูมิประเทศที่แสดงให้เห็นภาพสามมิติอย่างครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากแสดงในมาตราส่วนใหญ่ มีรายละเอียดภูมิประเทศและข้อมูลที่แสดงเป็น จำนวนมาก แบบจำลองภูมิประเทศได้ถูกนำมาใช้สำหรับการเรียนการสอนและการศึกษาในทุกระดับ การอบรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับประถมศึกษา มหาวิทยาลัย กองทัพ แบบจำลองจะแสดงให้ทราบเกี่ยวกับโครงสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ รวมถึงเป็นเครื่องช่วยอำนวยความสะดวกในการวางผังเมือง การศึกษาปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน ทั้งนี้ เพราะแบบจำลองภูมิประเทศจะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่จะได้เห็นภูมิประเทศจากภาพมุมสูง โดยผู้สังเกตการณ์สามารถเลือกตำแหน่งของตนได้อย่างอิสระไม่ต้องใช้เครื่องบิน บอลลูน ไม่ต้องปีนเขาเข้าไปในภูมิประเทศจริงก็สามารถที่จะเห็นภาพภูมิประเทศโดยรวมได้ แต่ข้อเสียของแบบจำลองภูมิประเทศแบบสามมิติ เวลาเคลื่อนย้ายหรือขนส่งยากลำบาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสร้างแบบจำลองภูมิประเทศด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักมากทำให้เคลื่อนย้ายลำบาก (จาตุรนต์ แสงศร, 2559 : 2)

ปัจจุบันในการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศ มีการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องในการผลิต โดยให้มีการแสดงผลแบบจำลองภูมิประเทศแบบสามมิติในรูปแบบของกราฟิก โดยใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นฐานข้อมูลที่เก็บรายละเอียด ข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ใช้ในการแสดงผลสามมิติ ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามมิติ จึงถูกนำมาแสดงผลประกอบกับงานด้านต่าง ๆ เพื่อวางแผนประกอบการตัดสินใจ ระบบภูมิสารสนเทศ เป็นศาสตร์และศิลป์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งอ้างอิงบนผิวโลก โดยใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องคือ การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) ระบบการกำหนดตำแหน่งบนผิวโลกด้วยดาวเทียมสำรวจ (Global Navigation Satellite System) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ในการบริหารจัดการข้อมูลอันประกอบไปด้วยการรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สารสนเทศเชิงพื้นที่นำไปใช้ประกอบการวางแผนและการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกันประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ โปรแกรมประมวลผล ฐานข้อมูล หน่วยงานหรือองค์กรและผู้เชี่ยวชาญในระดับต่าง ๆ ทำงานร่วมกันในการประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การใช้ระบบภูมิสารสนเทศสร้างแบบจำลองสามมิติของภูมิประเทศ เป็นการสร้างทรวดทรงจำลองลักษณะภูมิประเทศ โดยมีสัดส่วนทั้งในมิติทางราบและทางความสูงอย่างถูกต้อง เพื่อแสดงสภาพความสูงต่ำของภูมิประเทศ โดยใช้เทคโนโลยีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 2) ดังภาพประกอบ 1.1

1. สร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติโดยระบบภูมิสารสนเทศ



ภาพประกอบ 1.1 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการวิเคราะห์ภูมิประเทศ
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2560 : 2)

1.1 การสำรวจหรือสกัดข้อมูลความสูงของพื้นผิวจากภูมิประเทศจริง (Data Capture) เป็นการรวบรวมตำแหน่งทั้งทางราบและความสูงของภูมิประเทศ สามารถทำได้หลายวิธีและมีหลายเทคโนโลยีที่สามารถทำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัย ความละเอียดถูกต้อง ปริมาณที่ต้องการตลอดจนปัจจัยด้านงบประมาณในการผลิต (กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 2-3) ซึ่งการสำรวจมีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 การรังวัดภาคพื้นดิน (Ground Survey) การสำรวจภาคพื้นดินเป็นการกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกด้วยวิธีการถ่ายค่าระดับจากจุดที่ทราบค่าไปยังจุดที่ต้องการทราบค่าความสูง โดยการเทียบความสูงของภูมิประเทศ สามารถทำได้จากเทคนิคการรังวัดต่าง ๆ เช่น การรังวัดด้วยกล้องระดับ การรังวัดด้วยกล้องวัดมุม หรือการรังวัดด้วยเทคนิคการสำรวจรังวัดสัญญาณดาวเทียมสำรวจ ผลลัพธ์ที่ได้จากการรังวัดภาคพื้นดิน จะมีลักษณะเป็นจุดความสูง (Spot Height) กระจายครอบคลุมพื้นที่ มีความถูกต้องของความสูงในระดับ มิลลิเมตรถึงเซนติเมตร ดังภาพประกอบ 1.2

ภาพประกอบ 1.2 การสำรวจขั้นสูงด้วย GPS เครื่องรับแบบรังวัด

1.1.2 การรังวัดด้วยภาพ (Image Survey) เป็นการหาค่าความสูงด้วยการนำเทคโนโลยีเกี่ยวกับภาพถ่ายแนวดิ่งมารังวัดค่าความสูงของจุดต่าง ๆ ในพื้นที่ ซึ่งเทคนิคแบบนี้จะให้ค่าความสูงในระดับเดซิเมตรถึงเมตร

1.1.3 การรังวัดด้วยเรดาห์หรือเลเซอร์ (Radar or Laser Scanner) เป็นการสำรวจระยะไกลที่ใช้คลื่นเรดาห์ หรือเลเซอร์ในการส่งสัญญาณไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากธรรมชาติหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อสร้างพื้นผิวภูมิประเทศ ในการถ่ายภาพด้วยระบบเลเซอร์ถ้าใช้บนเครื่องบินจะเรียกว่า เครื่องกวาดภาพระบบเลเซอร์ทางอากาศ ส่วนบนดาวเทียมจะเรียกว่า ระบบนำแสงตรวจจับและจัดการ ในปัจจุบันเมื่อนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคการสำรวจรังวัดด้วยสัญญาณดาวเทียม GPS โดยที่ความถูกต้องของค่าระดับจะอยู่ในช่วง 10 – 20 เซนติเมตร ส่วนการสำรวจด้วยเรดาห์ความถูกต้องของค่าระดับจะอยู่ในช่วง 10 – 25 เมตร การรังวัดทั้งสามประเภทมีความแยกชัด ความถูกต้อง ดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 เปรียบเทียบการรังวัดทั้ง 3 ประเภท

วิธีการ	ความแยกชัด (ม.)	ความถูกต้อง	ความสูง/พื้นผิว
การรังวัดภาคพื้นดิน	> 5	มีความถูกต้องทั้งแนวตั้งและแนวดิ่ง	ความสูง
การรังวัดด้วยภาพ	<1	มีความถูกต้องทั้งแนวตั้งและแนวดิ่ง	พื้นผิว
การรังวัดด้วยเรดาห์	1-3	แนวตั้ง 0.15 – 1 ม. แนวนอน 1 ม.	พื้นผิว

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2560 : 4)

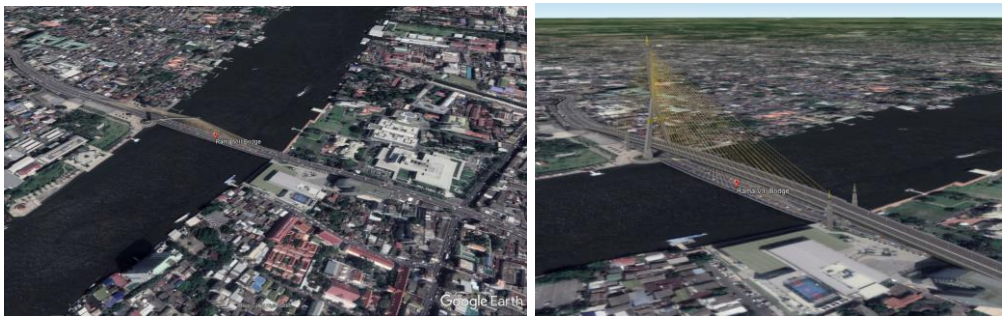
1.2 การสร้างแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital Elevation Model Generation) ในระบบภูมิสารสนเทศการแสดงพื้นผิวความสูงของภูมิประเทศสามารถทำได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับปัจจัย ปริมาณข้อมูล วิธีการที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ หรือวัตถุประสงค์ในการแสดงผล แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขจะอยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์ระดับสูง เก็บในรูปแบบ Raster สามารถนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองลักษณะทางภูมิประเทศได้หลายประเภท เช่น ข้อมูลเส้นชั้นความสูง ความลาดเท ความสูงต่ำเชิงเงา เป็นต้น (กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 71)

1.2.1 ข้อมูลเส้นชั้นความสูง สามารถสร้างขึ้นจากเมทริกซ์ระดับความสูง โดยการจำแนกช่องกริดให้เป็นระดับชั้นความสูงที่ต้องการ เส้นชั้นความสูงจาก DEM ควรมีการพิจารณาถึงขนาดของช่องกริด จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดขนาดของช่องกริดให้เล็กลงหรือมีความละเอียดขึ้นก่อนที่จะมีการสร้างข้อมูลเส้นชั้นความสูง

1.2.2 ความลาดเท เป็นลักษณะภูมิประเทศที่ถูกกำหนดด้วยแผนระนาบที่สัมผัสในบริเวณหนึ่ง ความลาดเทประกอบด้วย ความชันและการหันเหรับแสง ความลาดชันเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงที่มีค่าสูงสุดกับบริเวณข้างเคียง ส่วนการหันรับแสง ได้แก่ ทิศทางบนเข็มทิศของแนวที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุด โดยทั้งข้อมูลความลาดชันและการหันรับแสงเป็นข้อมูลพื้นฐานของพื้นผิวแสดงระดับความสูง

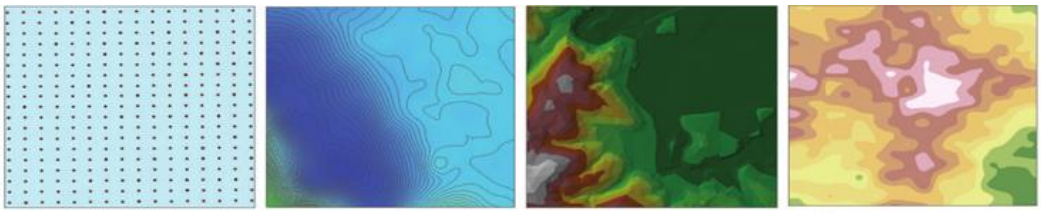
1.2.3 ความสูงต่ำเชิงเงา เป็นการแสดงภาพความแตกต่างของระดับความสูงต่ำของพื้นผิวในบริเวณพื้นที่ไม่ราบเรียบ ใช้ในการให้แสงและเงาผ่านจุดสูงต่ำของภูมิประเทศ จำลองแหล่งกำเนิดแสงจากมุมต่าง ๆ แสดงลักษณะภูมิประเทศด้วยระดับสีเทาเข้มอ่อนที่แตกต่างกัน

1.3 การแสดงผลในระบบ (Visualization) เป็นการนำข้อมูลเชิงตำแหน่งมาประมวลผลร่วมกับแบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ และการแสดงผลในรูปแบบสองมิติหรือสามมิติ ขึ้นกับการกำหนดวิธีการแสดงผล และความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 7) ดังภาพประกอบ 1.3



ภาพประกอบ 1.3 การแสดงผลในรูปแบบสองมิติและสามมิติ
ที่มา : Google (2015)

การแสดงลักษณะพื้นผิวสามารถแสดงได้หลากหลายลักษณะ เช่น แสดงโดยใช้จุดความสูง (Spot Height) เส้นชั้นความสูง โครงข่ายสามเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ และตารางกริด ดังภาพประกอบ 1.4



ภาพประกอบ 1.4 การแสดงความสูงของพื้นผิวภูมิประเทศ
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2560 : 5)

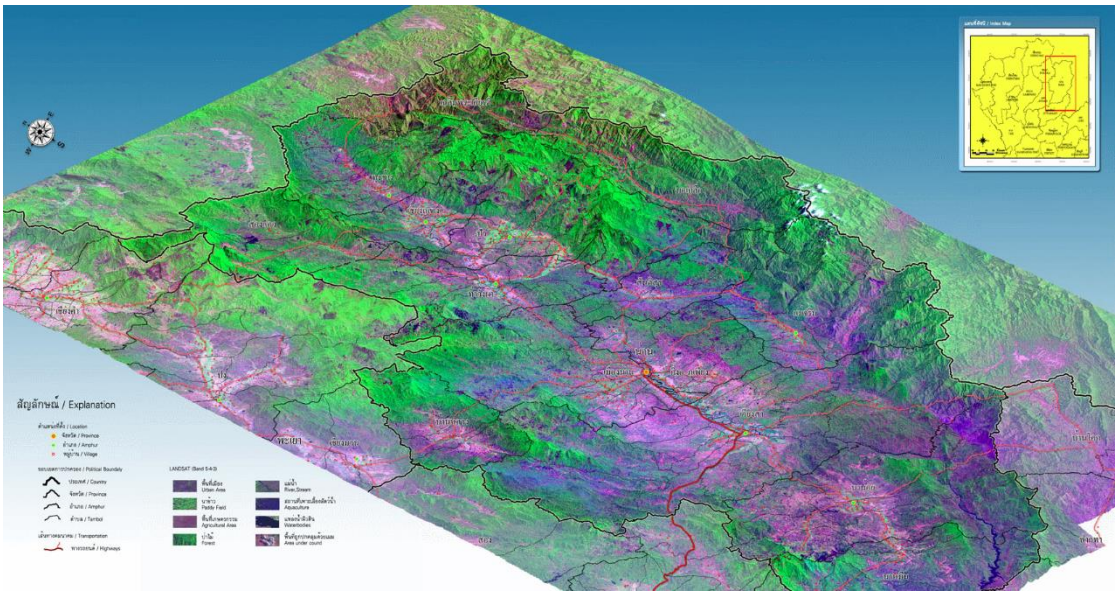
1.3.1 ตำแหน่งหรือจุด เป็นแบบจำลองความสูงที่เก็บค่าระดับสูงและตำแหน่งพิกัด x และ y แบบจุดต่อจุด

1.3.2 เส้นชั้นความสูง ประกอบไปด้วยสองส่วน คือ Contour Line หรือเส้นโค้งที่จุดทุกจุดบนเส้นจะมีค่าระดับสูงเท่ากัน และ Contour Interval เป็นช่วงต่างค่าระดับสูงในการแสดงเส้น Contour Line

1.3.3 Triangulated Irregular Network คือ แบบจำลองความสูงที่เก็บข้อมูลในรูปแบบเชิงเส้น (Vector) โดยจะเก็บตำแหน่งของจุดที่มีค่าระดับสูงที่แต่ละจุดจะมีเส้นเชื่อมกันเป็นรูปสามเหลี่ยมที่ไม่ซ้อนทับกัน

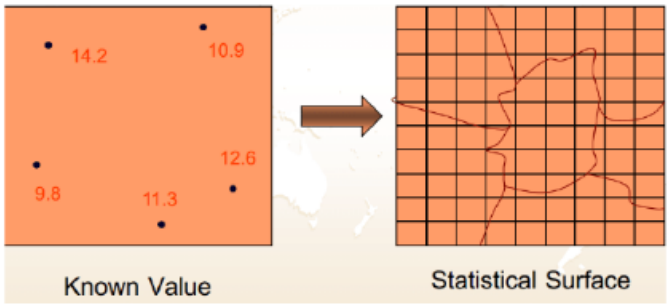
1.3.4 Grids คือ แบบจำลองที่ประกอบด้วยตารางกริดที่มีขนาดสม่ำเสมอ โดยที่ในแต่ละช่องจะเก็บค่าความสูงที่เป็นตัวแทนของกริดไว้

1.4 การวิเคราะห์ตีความแบบจำลอง (Interpretation) เป็นการนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล นำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ ตีความ โดยวิธีการหรือใช้แบบจำลองที่เหมาะสมตามเงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนด เช่น การวิเคราะห์เส้นทางน้ำ การวิเคราะห์ดินตัดดินถมดิน การวิเคราะห์ภูมิประเทศ เป็นต้น (กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 7) ดังภาพประกอบ 1.5



ภาพประกอบ 1.5 ภาพจำลองสามมิติภูมิประเทศซ้อนทับ ภาพถ่าย Landsat (Band 5 4 3)
ที่มา : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (2559 : 1)

การวิเคราะห์เป็นการทำนายค่าให้กับเซลล์ในราสเตอร์ จากข้อมูลตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด กระบวนการของการใช้ข้อมูลจุดที่ทราบค่า เพื่อประมาณค่าที่ยังไม่ทราบค่าของจุดอื่น ๆ ทำให้ทำนายค่าที่ไม่ทราบได้จากจุดใด ๆ เช่น จุดความสูง ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น และสาเหตุที่ต้องการประมาณค่าช่วง เนื่องจากการเข้าไปในพื้นที่เพื่อเก็บค่าความสูง ขนาด หรือความเข้มข้นของสารเคมีเป็นไปได้ยากมาก หรืออาจมีต้นทุนสูงมากในการดำเนิน (Patiwat Littidej, 2560 : 25) ดังภาพประกอบ 1.6



ภาพประกอบ 1.6 การประมาณค่าจากข้อมูลจุดที่ทราบค่า

ที่มา : Patiwat Littidej (2560 : 25)

1.4.1 ข้อมูลที่นิยมใช้ในการประมาณค่าในการประมาณค่าเชิงพื้นที่

1.4.1.1ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Data) เช่น น้ำฝน อุณหภูมิและการระเหย เป็น

1.4.1.2 ภูมิประเทศ (Topography) เช่น ความสูงต่ำของพื้นที่ เป็นต้น

1.4.1.3 การสะสมของหิมะ (Snow Accumulation)

1.4.1.4 ระดับน้ำ (Water Table)

1.4.1.5 ความหนาแน่นประชากร (Population Density)

1.4.2 จุดควบคุม (Control Points) หมายถึงจุดที่ทราบค่าสำหรับการนำค่าเหล่านี้มาคำนวณเพื่อประมาณค่าจุดพื้นที่อื่น ๆ ที่ยังไม่ทราบค่าจำนวนและการกระจายของจุดควบคุมมีผลต่อความถูกต้องของการประมาณค่า สมมติฐานของการประมาณค่า คือ จุดควบคุมที่อยู่ใกล้มีอิทธิพลต่อค่าที่ถูกประมาณมากกว่าจุดที่อยู่ไกล บริเวณที่มีจำนวนข้อมูลที่ทราบน้อยหรือไม่มีข้อมูลที่ทราบค่ามักมีปัญหาต่อการประมาณค่าเชิงพื้นที่

1.4.3 ประเภทของการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Patiwat Littidej, 2560 : 27-30)

Global Method เป็นการประมาณค่าโดยการใช้ค่าของจุดควบคุมเพื่อสร้างสมการหรือแบบจำลองสำหรับการคำนวณการประมาณค่าไปยังจุดที่ยังไม่ทราบค่า การประมาณค่ามี 2 วิธีการ คือ Trend Surface Analysis และ Regression Model

Local Method เป็นการใช้ค่าตัวอย่างของจุดควบคุมเพื่อคำนวณค่าของจุดที่ต้องการทราบ ดังนั้นจำนวนการสุ่มตัวอย่างจึงมีความสำคัญ การประมาณค่าแบบท้องถิ่นมี 5 วิธีการที่นิยมใช้คือ Thiessen Polygon, Density Estimation, Inverse Distance Weighting, Thin-Plate Splines (Regularized Spline หรือ Regularized Spline with Tension), และ Kriging โดยทั่วไปชุด

ข้อมูลชุดเดียวกันเมื่อใช้วิธีการประมาณค่าแบบท้องถิ่นต่างกัน จะให้ผลการประมาณค่าแตกต่างกันทั้งด้าน ค่า Z ที่คำนวณได้ และรูปร่างที่ต่างกัน ซึ่งวิธีการประมาณค่าแบบท้องถิ่นที่ต่างกันไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีการใดให้ผลถูกต้องมากกว่ากัน วิธีตรวจสอบผลของการประมาณค่าโดยวิธีแบบท้องถิ่นต่างวิธีกัน ได้แก่ วิธี Cross-Validation Analysis และวิธีแบ่งจุดที่ทราบค่าออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่างที่สองสำหรับทดสอบความถูกต้อง

1.4.3.1 การประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ (Global Method) วิธี Trend Surface Analysis

1.4.3.2 การประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ (Global Method) วิธี Regression Model เป็นการประมาณค่าโดยใช้ตัวแปรอิสระชุดหนึ่งเพื่อประมาณค่า (ของตัวแปรตาม) การประมาณค่าแบบนี้สามารถใช้สำหรับการคำนวณหรือการพยากรณ์ข้อมูลคุณลักษณะที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ (Non-Spatialattributes) เช่น รายได้ การศึกษา เป็นต้น ไม่สามารถนำมาพิจารณาในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ได้ เป็นต้น

1.4.3.3 การประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ (Local Method) วิธี Thiessen Polygons เป็นการประมาณค่าโดยใช้การสร้างโพลิกอน Thiessen ล้อมรอบชุดรอบชุดตัวอย่างที่ทราบค่าข้อมูลคำนวณโดยการสร้างพื้นที่สี่เหลี่ยมจากจุดที่ทราบค่าแล้วลากเส้นตั้งฉากกับกึ่งกลางของแต่ละด้านภายในสามเหลี่ยม บางครั้งเรียก Thiessen Polygons ว่า Voronoi Polygon

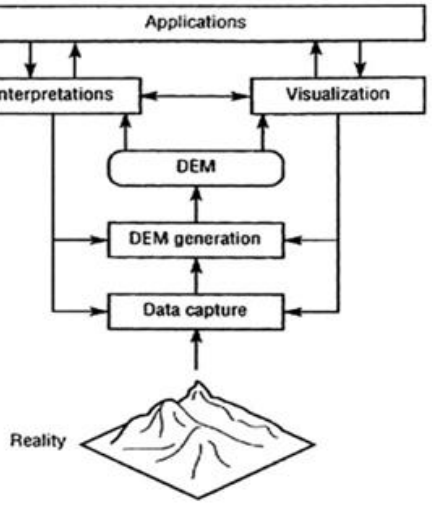
1.4.3.4 การประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ (Local Method) วิธี Thin-Plate Splines เป็นการประมาณค่าบนพื้นผิวโลกโดยการผ่านจุดควบคุมและมีการเปลี่ยนแปลงด้านความชันของทุกจุดน้อยที่สุด วิธีการ Splines ให้การประมาณค่าพื้นผิวที่เรียบและต่อเนื่อง จึงเหมาะสำหรับการประมาณค่า Elevation, Water Table และ Precipitation

1.4.3.5 การประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ (Local Method) วิธี Inverse Distance Weight เป็นการประมาณค่าบนสมมติฐานที่ว่าจุดที่ยังไม่ทราบค่านั้นควรมีอิทธิพลจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่าจุดควบคุมที่อยู่ไกล ระดับของอิทธิพลแสดงในรูปผลกลับของระยะทางระหว่างจุดซึ่งเพิ่มขึ้นตามค่ากำลัง ค่ากำลังแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าจากจุดใกล้ไปยังจุดไกล วิธี IDW ทำการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่จะใช้จุดที่ทราบค่าข้อมูลที่อยู่ใกล้มาประมาณค่ามากกว่าใช้จุดที่อยู่ไกลออกไป โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก คือ สวนกลับของระยะทาง

1.4.3.6 การประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ (Local Method) วิธี Kriging เป็นการประมาณค่าโดยใช้วิธีการภูมิสถิติ โดยมีสมมติฐานที่ว่า ความผันแปรเชิงพื้นที่ของข้อมูลคุณลักษณะมีความเป็นอิสระมากกว่ากำหนดวัดได้ วิธีการ Kriging จะทำการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่จากค่าถ่วงน้ำหนัก โดยค่าถ่วงน้ำหนักได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคู่ข้อมูลทุกคู่ที่จดบันทึก

ได้ ณ สถานีตรวจอากาศสองสถานีที่ห่างกันเป็นระยะทางต่าง ๆ ทุกคู่สถานีในพื้นที่ศึกษาและแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปวาริโอแกรม และใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อนำไปประมาณค่าข้อมูลจุด ณ ตำแหน่งใด ๆ ในพื้นที่ศึกษา

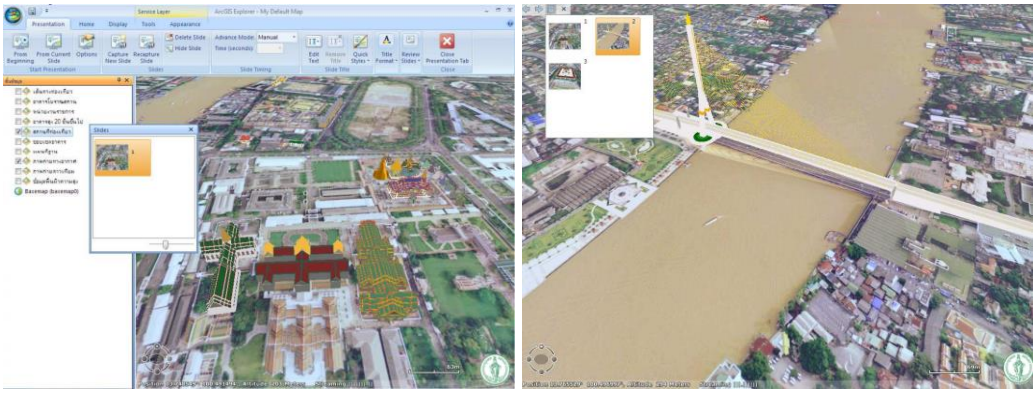
1.5 การนำไปประยุกต์ใช้งาน (Applications) เป็นการนำผลที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ไปใช้ในการปฏิบัติงาน วางแผนต่าง ๆ หรือบริหารจัดการ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ผลสำเร็จของการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในบางครั้งผู้เชี่ยวชาญต้องอาศัยการทดลองใช้งาน เพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่าแบบจำลองให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ทำให้ในบางครั้งอาจจะต้องนำผลลัพธ์จากแบบจำลองมากกว่าหนึ่งแบบมาเปรียบเทียบผลจากการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง เพื่อให้ทราบว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด (กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 7) ดังภาพประกอบ 1.7 การพัฒนาเทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้



ภาพประกอบ 1.7 แผนผังการสร้างแบบจำลองความสูงที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งาน
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2560 : 3)

1.5.1 สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ได้นำเอาเทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มาใช้เพื่อการบริหารจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการผังเมือง ประกอบกับได้ดำเนินการโครงการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสามมิติพื้นที่กรุงเทพมหานคร ด้วยระบบภูมิสารสนเทศในปีงบประมาณ 2549 อันเป็นการบูรณาการข้อมูลแผนที่ฐานเชิงตัวเลขที่สำนักผังเมืองมีอยู่ซ้อนทับกับข้อมูลภาพถ่ายเชิงเลขความละเอียดสูง แบบจำลองความสูง ข้อมูลจากการสำรวจลักษณะภายนอกของอาคาร ของกรุงเทพมหานคร อาคารที่สำคัญ โดยเฉพาะอาคารสูงตั้งแต่ 20 ชั้นขึ้นไป ผลลัพธ์ที่ได้คือแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งแสดงให้เห็นรูปจำลองเสมือนจริง และชุดแสดง

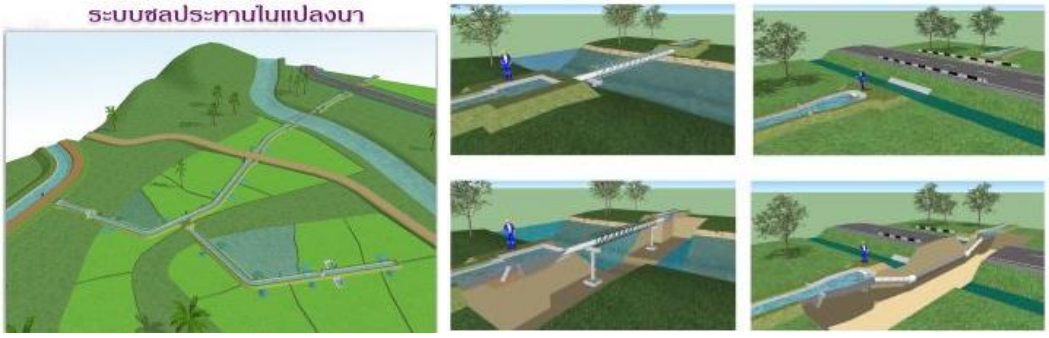
แบบจำลอง ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการแสดงผลได้หลายมุมมอง เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการเข้าถึงพื้นที่ของแต่ละเขต อันประกอบด้วยอาคารสูง ที่มีลักษณะกิจกรรมอันหลากหลาย และมีความเสี่ยงต่อการเกิดวิกฤตการณ์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นความสำเร็จในการพัฒนาระบบ GIS 3 มิติ ปัจจุบันสำนักผังเมืองจึงได้ดำเนินการโครงการบูรณาการระบบภูมิสารสนเทศ 3 มิติ เพื่อการผังเมืองกรุงเทพมหานคร ให้สามารถใช้งานบนระบบเครือข่าย ซึ่งถือเป็นการบูรณาการระบบภูมิสารสนเทศแบบ 3 มิติ กับข้อมูลอาคารที่เพิ่มขึ้นและเปลี่ยนแปลงจากระบบงานทะเบียนราษฎรในส่วนของการให้เลขหมายประจำบ้าน เพื่อปรับปรุง วิเคราะห์และตรวจสอบด้านการขยายตัวการเปลี่ยนแปลงสิ่งก่อสร้าง การประเมินสภาพความเป็นจริงของพื้นที่และให้กรุงเทพมหานครพัฒนาการใช้งานระบบภูมิสารสนเทศจากระบบเครือข่ายของสำนักผังเมืองปัจจุบัน ให้บริการอย่างกว้างขวาง สะดวกและ รวดเร็วขึ้น เพื่อประโยชน์ในการวางผังเมืองและการบริหารจัดการเมือง รวมทั้งประชาชนทั่วไป ได้ร่วมกันใช้ประโยชน์จากข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ทั้งด้านการวางแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ด้านบริหารจัดการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเมือง การเผยแพร่ศิลปวัฒนธรรมและอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว ซึ่งมีมูลค่าสูงและก่อให้เกิด ภาพลักษณ์ที่ดีแก่กรุงเทพมหานคร (กองสำรวจและแผนที่ สำนักผังเมือง, 2554 : 2) ดังภาพประกอบ 1.8



ภาพประกอบ 1.8 การบูรณาการระบบภูมิสารสนเทศ 3 มิติ เพื่อการผังเมืองกรุงเทพมหานคร
ที่มา : กองสำรวจและแผนที่ สำนักผังเมือง (2554 : 40-41)

1.5.2 สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน การใช้โปรแกรม Google SketchUp เพื่องานวางโครงการชลประทาน มีราษฎรจำนวนมากยังไม่เข้าใจในลักษณะของงานพัฒนาแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดความสับสน ความเข้าใจที่คาดเคลื่อนจากวัตถุประสงค์ของโครงการที่กำหนดไว้

ซึ่งความเข้าใจที่คาดเคลื่อนบางครั้งเป็นเหตุให้การพัฒนาแหล่งน้ำในหลาย ๆ แห่งต้องชะลอการดำเนินโครงการไม่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นสาเหตุให้แผนงานในการพัฒนาแหล่งน้ำต้องล่าช้า กว่าแผนในการดำโครงการที่กำหนดไว้บางพื้นที่ที่ยังไม่เคยมีโครงการชลประทานในการพัฒนาแหล่งน้ำโปรแกรม Google SketchUp หากนำโปรแกรมดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ เพื่อนำเสนองานโครงการชลประทานในการเสริมสร้างจินตนาการ สร้างความรู้และความเข้าใจให้กับราษฎรหรือเจ้าหน้าที่หน่วยงานอื่น ๆ รวมทั้งสร้างการมีส่วนร่วมของราษฎรในพื้นที่โครงการตามที่ระเบียบและกฎหมายที่กำหนด โดยแสดงสภาพภูมิประเทศก่อนมีโครงการชลประทาน ขั้นตอนระหว่างดำเนินการโครงการก่อสร้างอาคารชลประทาน เช่น เขื่อนหัวงาน อาคารประกอบบริเวณหัวงาน คลองส่งน้ำและอาคารรับน้ำต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งแสดงสภาพภูมิประเทศหลังมีโครงการชลประทานจะสามารถทำให้ราษฎรเข้าใจการดำเนินการโครงการชลประทานได้อย่างชัดเจนและทั่วถึงมากยิ่งขึ้น (กรมชลประทาน, 2560 : 1) ดังภาพประกอบ 1.9

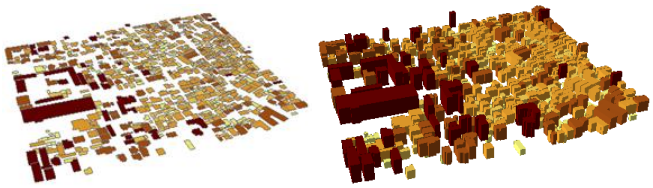


ภาพประกอบ 1.9 ออกแบบคันคูน้ำและจัดรูปที่ดินในรูปแบบ 3 มิติ
ที่มา : กรมชลประทาน (2560 : 1)

2. ระดับแบบจำลองสามมิติ

ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามมิติ หมายถึง ข้อมูลภูมิสารสนเทศที่มีการจัดทำเป็นแบบจำลองสามมิติแสดงความสูงโดยใช้ค่าความสูงจากเวคเตอร์นั้น ๆ ที่ได้มีการจัดเก็บมาแสดงผล แบ่งออกเป็น 3 ระดับ (กองสำรวจและแผนที่ สำนักผังเมือง, 2554 : 1) ได้แก่

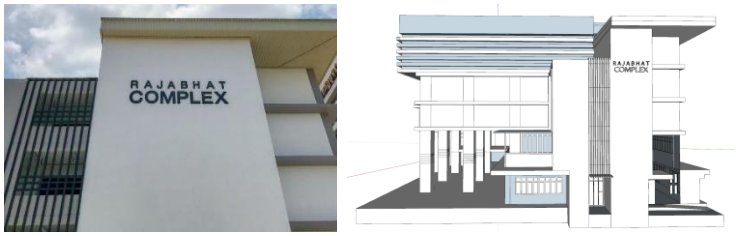
2.1 ระดับที่ 1 แบบจำลองสามมิติแสดงความสูง ลักษณะรูปแบบ Block เป็นแบบจำลองที่นำข้อมูลเวคเตอร์มายกความสูงเป็นเวคเตอร์สามมิติจากค่าความสูงในเวคเตอร์นั้น ๆ ดังภาพประกอบ 1.10



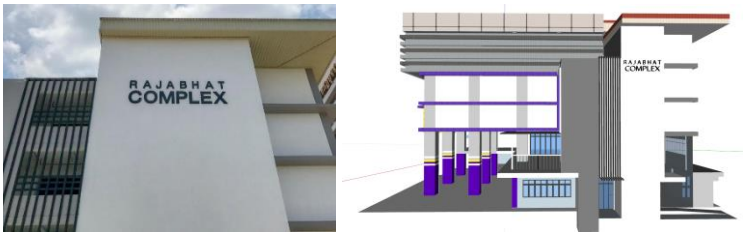
ภาพประกอบ 1.10 แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงแบบ Block
ที่มา : กองสำรวจและแผนที่ สำนักผังเมือง (2554 : 1)

2.2 ระดับที่ 2 แบบจำลองสามมิติแสดงรูปแบบ Geometry (Multipath แบบไม่มี Texture) เป็นแบบจำลองที่ใช้ข้อมูล เวคเตอร์อาคาร แผนที่ภาพถ่าย และ ภาพถ่ายที่ได้จากการสำรวจ ประกอบการจัดทำ แต่ไม่ได้ประกอบพื้นผิวภายนอก (Texture) ดังภาพประกอบ 1.11

2.3 ระดับที่ 3 แบบจำลองสามมิติ เสมือนจริง แสดงรูปแบบ Geometry ประกอบพื้นผิวภายนอก (Multipath แบบมี Texture) เป็นแบบจำลองที่ใช้ข้อมูล เวคเตอร์อาคาร แผนที่ภาพถ่าย และภาพถ่ายที่ได้จากการสำรวจ ประกอบการจัดทำ โดยใช้ภาพถ่ายในการประกอบพื้นผิวภายนอก (Texture) ดังภาพประกอบ 1.12



ภาพประกอบ 1.11 แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงแบบ Geometry (Multipath ไม่มี Texture)
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016



ภาพประกอบ 1.12 แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงแบบ Geometry (Multipath มี Texture)
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

3. รูปแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข

เป็นแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขที่อยู่ในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ในลักษณะกริดรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเท่ากัน ซึ่งสามารถแสดงระดับความสูงต่ำของภูมิประเทศเป็นพื้นผิวที่ต่อเนื่อง ข้อมูลระดับสูงเชิงเลขมีคุณลักษณะร่วมที่จะคล้ายกัน คือการจัดเก็บค่าความสูงและแสดงพื้นผิวของภูมิประเทศ แต่ส่วนที่แตกต่างกัน คือ รูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลบางครั้งรูปแบบต่าง ๆ สามารถแปลงไปมาได้เพื่อความสะดวกในการแลกเปลี่ยนและการปฏิบัติงาน รูปแบบของข้อมูลระดับสูงเชิงเลขที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ, 2558 : 3-5)

3.1 United States Geological Survey (USGS) เป็นมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลระดับสูงเชิงเลขที่พัฒนาขึ้นโดย เป็นมาตรฐานเปิดที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด แม้ว่าในปัจจุบัน USGS จะได้เปลี่ยนมาใช้รูปแบบในการแลกเปลี่ยน แต่มาตรฐานเดิมนี้ยังคงเป็นที่นิยมอยู่เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ระดับความละเอียดของข้อมูล USGS DEM สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ ตามคุณภาพ วิธีการรวบรวม และความน่าเชื่อถือของข้อมูล

3.1.1 Level 1 ผลิตจากการปรับแก้รูปถ่ายทางอากาศ อาจมาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและวิธีการ เทคนิคต่าง ๆ กัน

3.1.2 Level 2 ผลิตจากเส้นชั้นความสูงของแผนที่ลายเส้น Digital Lline Graph (DLG) มาตราส่วนใหญ่กว่า 1 : 100,000 ขึ้นไป Accuracy และความละเอียดของข้อมูล ทำเพื่อสนับสนุนระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งในในการวิเคราะห์ Hypsographic

3.1.3 Level 3 ผลิตจากแผนที่ลายเส้นประกอบกับรายละเอียดภูมิประเทศอื่น ๆ เช่น ที่สูงต่ำ ทางน้ำและโครงข่ายควบคุมทางราบและทางดิ่งอื่น ๆ ต้องการระบบที่จะต้องมาแปลหรือตีความข้อมูล

3.1.4 Level 4 ผลิตจากระบบเซนเซอร์อื่น ๆ ได้แก่ เรดาร์ เลเซอร์ หรือระบบบันทึกแบบ Passive ต้องมีกระบวนการหลังประมวลผลเพื่อให้ได้ผลผลิตในขั้นสุดท้าย

3.2 Spatial Data Transfer Standard Digital Elevation Model (SDTS) ปัจจุบันได้ยกเลิกรูปแบบข้อมูล USGS โดยได้มาใช้มาตรฐาน SDTS ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระดับสูงและข้อมูลเวกเตอร์ต่าง ๆ จุดประสงค์ในการพัฒนารูปแบบ SDTS ก็เพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลภูมิสารสนเทศระหว่างระบบงานใน ขณะเดียวกันก็ยังคงรักษาความหมายของข้อมูล และลดความต้องการข้อมูลภายนอกที่ใช้ในการถ่ายโอนการใช้มาตรฐาน SDTS ได้รับความสนใจจากผู้ใช้และผู้ผลิตข้อมูลเป็นอย่างมาก เนื่องจากได้ช่วยเพิ่มศักยภาพในการเข้าถึงและแลกเปลี่ยนข้อมูล ลดความสูญเสียระหว่างโอนถ่ายข้อมูลลดความซ้ำซ้อนของการจัดทำข้อมูล และเพิ่มคุณภาพและเสถียรภาพของข้อมูล

3.3 Digital Terrain Elevation Data (DTED) เป็นข้อมูลระดับสูงเชิงเลขที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อสนับสนุนในการสร้างซอฟต์แวร์ทางทหาร โดย National Imagery and Mapping Agency (NIMA) ได้พัฒนามาตรฐานสำหรับสำหรับจัดเก็บข้อมูลซึ่งเป็นเมทริกซ์ของค่าระดับความสูงของพื้นที่ เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขสำหรับระบบซอฟต์แวร์ที่ต้องการค่าความสูง ความลาดชัน และความหยาบของพื้นผิวขึ้นมาใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล คือเมตริกทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลระดับสูงที่ถูกแปลงให้อยู่ในรูปเชิงตัวเลข สำหรับการจัดเก็บและการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีระบบพิกัดภูมิศาสตร์ และมีค่าระดับสูงมีหน่วยเป็นเมตร ข้อมูล DTED จะถูกจัดเก็บในขนาดพื้นที่ 1 x 1 องศา (60 ตารางไมล์ ที่ศูนย์สูตร) ใช้พื้นหลักฐานทางราบคือ WGS84 และพื้นหลักฐานทางดิ่งคือ Mean Sea Level (MSL) ในการอ้างอิง

3.4 Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) เป็นการสำรวจและทำแผนที่ลักษณะภูมิประเทศของโลกในลักษณะสามมิติ โดยการสำรวจจากกระสวยอวกาศ สำรวจจะใช้ระบบคลื่นเรดาร์หรือ interferometer สองส่วนคือ Dual Spaceborne Imaging Radar (SIR-C) และ Dual X-band Synthetic Aperture Radar (X-SAR) ในการจัดเก็บข้อมูลกว่า 80% ของพื้นผิวโลกครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ละติจูด 60 องศาเหนือ ถึง 56 องศาใต้ สามารถนำมาใช้ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศเชิงเลขโดยการเก็บความสูงทุก ๆ 30 เมตร ในพื้นที่ของสหรัฐอเมริกา ส่วนพื้นที่นอกเหนือจากนั้นจะให้บริการเฉพาะข้อมูลที่มีความละเอียด 90 เมตร ข้อมูลที่เสร็จสมบูรณ์มีค่าความถูกต้องทางราบ 20 เมตร และทางดิ่งอยู่ที่ 16 เมตร

3.3 Ministry of Agriculture and Cooperation DEM (MOAC DEM) แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ที่ได้จากโครงการจัดทำแผนที่ เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและทรัพย์สินของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่มีเกณฑ์ความถูกต้องทางราบ 1 เมตร และทางดิ่ง 2 เมตร ซึ่งมีความละเอียดจุดภาพ 5 เมตร ปัจจุบันได้มอบให้กรมพัฒนาที่ดินเป็นผู้ให้บริการข้อมูล ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

3.4 Shuttle Radar Topography Mission (SRTM DEM) เป็นโครงการร่วมมือระหว่าง NASA และ National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) แห่งสหรัฐอเมริกาในการสำรวจและทำแผนที่ลักษณะภูมิประเทศให้ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ทั่วภูมิภาคของโลกในลักษณะ 3 มิติ โดยการสำรวจจากกระสวยอวกาศ SRTM DEM มีความละเอียดจุดภาพประมาณ 30 เมตร และ 90 เมตร

3.5 Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) เป็นโครงการร่วมมือระหว่าง NASA และ METI (Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) of Japan) โดยรุ่นแรกปล่อยออกมาในเดือนมิถุนายน ปี 2009 ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ ภาพคู่

แบบสเตอริโอที่เก็บรวบรวมโดยอุปกรณ์ ASTER Onboard Terra ซึ่งความละเอียด จุดภาพ 1 Arc Second (1 ฟิลิปดา) หรือประมาณ 30 เมตร

สรุป

แบบจำลองภูมิประเทศได้ถูกนำมาใช้สำหรับการเรียนการสอนและการศึกษาในทุกระดับ ซึ่งแบบจำลองภูมิประเทศสามมิติแสดงให้ทราบเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศ สิ่งสาธารณูปโภค ต่าง ๆ รวมถึงเป็นเครื่องช่วยอำนวยความสะดวกในการวางผังเมืองและการวิเคราะห์ภูมิประเทศ ปัจจุบันในการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศ มีการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องในการผลิต โดยให้มีการแสดงผลแบบจำลองภูมิประเทศแบบสามมิติในรูปแบบของกราฟิก โดยใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นฐานข้อมูลที่เก็บรายละเอียด ข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ใช้ในการแสดงผลสามมิติ ในกระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติโดยระบบภูมิสารสนเทศมี 5 องค์ประกอบ คือ การสำรวจ การรังวัดด้วยภาพ การแสดงผลในระบบ การวิเคราะห์ตีความแบบจำลองและการนำไปประยุกต์ใช้งาน ระดับความละเอียดของแบบจำลองสามมิติแบ่งออกเป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับที่ 1 แบบจำลองสามมิติแสดงความสูงลักษณะรูปแบบ Block ระดับที่ 2 แบบจำลองสามมิติแสดงรูปแบบ Geometry แบบไม่มี Texture และ ระดับที่ 3 แบบจำลองสามมิติเสมือนจริง แสดงรูปแบบ Geometry ประกอบพื้นผิวภายนอก แบบมี Texture

คำถามท้ายบทที่ 1

1. แผนที่สามมิติหมายถึง
2. แบบจำลองสามมิติหมายถึง
3. แผนที่สามมิติและแบบจำลองสามมิติ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย
4. กระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติโดยระบบภูมิสารสนเทศ มีองค์ประกอบที่สำคัญกี่องค์ประกอบ อะไรบ้างจังอธิบาย
5. จงเขียนแผนภาพกระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติโดยระบบภูมิสารสนเทศ
6. องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของกระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติ โดยระบบภูมิสารสนเทศ ได้แก่องค์ประกอบใด อธิบายเหตุผลประกอบ
7. ให้นักศึกษายกตัวอย่างงานที่เกี่ยวข้องกับแผนที่สามมิติ แบบจำลองสามมิติ ที่หน่วยงานประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน
8. การแสดงความละเอียดของแบบจำลองสามมิติ แบ่งออกเป็นกี่ระดับ อะไรบ้าง
9. นักศึกษาสามารถศึกษาแบบจำลองสามมิติ เสมือนจริง แสดงรูปแบบ Geometry ประกอบพื้นผิวภายนอก ได้จากแหล่งข้อมูลใด
10. รูปแบบของแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ที่ใช้และให้บริการในปัจจุบัน มีกี่รูปแบบ อะไรบ้างจงอธิบาย
11. หากนักศึกษาต้องการสร้างแบบจำลองสามมิติ โดยที่มีความแยกชัดละเอียดที่สุด นักศึกษาจะเลือกใช้แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขรูปแบบใด

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์. (2544). **การทำแผนที่สามมิติ.** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

กรมแผนที่ทหาร. (2560). **การใช้โปรแกรมภูมิสารสนเทศในการสร้างแบบจำลองความสูงสามมิติของภูมิประเทศ**. กรุงเทพมหานคร: กรมแผนที่ทหาร.

กรมชลประทาน. (2560). **การพัฒนาแบบมาตรฐานเป็นแบบ 3 มิติ**. เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560, จาก http://kromchol.rid.go.th/design/2013/index.php/th/2012-12-13-06-02-19/109-2012-12-12-12-23-20/2015-03-02-07-56-53/160-3

_____. (2560). **คลังความรู้ สำนักบริหารโครงการ.** เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560, จาก http://kmcenter.rid.go.th/kcffd/projectplan1/PDF/sketch%20up%20for%20project%20planing.pdf

กองสำรวจและแผนที่ สำนักผังเมือง. (2554). **ข้อมูลภูมิสารสนเทศสามมิติ บนระบบเครือข่าย**. กรุงเทพฯ : สำนักผังเมือง กรุงเทพฯ.

จาตุรนต์ แสงศร. (2559). **แบบจำลองภูมิประเทศ.** กรุงเทพฯ: กรมแผนที่ทหาร.

ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ. (2558). **การวิจัยและพัฒนาผลของเทคนิคและรายละเอียดข้อมูล DEM ที่มีต่อการจัดท้าข้อมูลเส้นทางไหลของน้ำ.** กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน).

ทริมเบิล นาวิเกชั่น. (2013). **SketchUp Pro 2016.** สหรัฐอเมริกา : ทริมเบิล นาวิเกชั่น.

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. (2559). **GISTHAI.** เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2560, จาก http://www.gisthai.org/research/nan/3d/landsat/landsat.html

_____. (2560). **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุเพชร จิรขจรกุล. (2551**). เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.2**. นนทบุรี. เอสอาร์ พริ้นติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2556). **การเผยแพร่และบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานชั้นความสูงภูมิประเทศ.** เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2560, จาก https://sites.google.com/site/lidardemservice/home

สำนักงานธรณีวิทยาของสหรัฐอเมริกา. (2560). **Aster Global Dem**. เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560, จาก https://earthexplorer.usgs.gov/

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Google. (2015). **Google Earth.** สหรัฐอเมริกา : Google.

Patiwat Littidej. (2560). **การประมาณค่าเชิงพื้นที่.** มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 2

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ

แผนที่ภูมิประเทศ **เวลา 4 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

องค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศ เป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้ใช้แผนที่จะต้องมีความรู้เบื้องต้น รายละเอียดองค์ประกอบของแผนที่จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของมาตราส่วนของแผนที่และจุดประสงค์ของผู้ผลิตแผนที่ ว่าต้องการให้ผู้ใช้แผนที่ทราบข้อมูลข่าวสารมากน้อยเพียงใด ซึ่งองค์ประกอบของแผนที่แต่ละระวางจะมีรายละเอียดของข้อมูลข่าวสารแตกต่างกันไป ผู้ใช้แผนที่จึงควรตระหนักในการใช้แผนที่ภูมิประเทศ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ภูมิประเทศที่เป็นแผนที่ฐานของประเทศไทย นำองค์ประกอบหลักฐานการทำแผนที่ คำแนะนำเกี่ยวกับลาด คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูงและช่วงต่างเส้นชั้นความสูงไปใช้งานได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายองค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศ ได้
2. สามารถใช้งานองค์ประกอบแผนที่ได้ตามความมุ่งหมายของผู้ผลิต
3. อธิบายพร้อมยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของหลักฐานการทำแผนที่ คำแนะนำเกี่ยวกับลาด คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูงและช่วงต่างเส้นชั้นความสูงได้
4. บอกประโยชน์และวิธีการใช้ขององค์ประกอบหลักฐานการทำแผนที่ คำแนะนำเกี่ยวกับลาด คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูงและช่วงต่างเส้นชั้นความสูงได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. แจกแผนที่ภูมิประเทศให้นักศึกษา พร้อมสนทนาซักถามเรื่ององค์ประกอบของแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับความสูงของภูมิประเทศ

2. ให้นักศึกษา ทำการศึกษาองค์ประกอบของแผนที่ จากเอกสารประกอบการสอน เรื่อ การทำแผนที่สามมิติ

3. อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักฐานการทำแผนที่ คำแนะนำเกี่ยวกับลาด คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูงและช่วงต่างเส้นชั้นความสูง โดยใช้ PowerPoint และแผนที่ประกอบการสอน

4. แบ่งกลุ่มนักศึกษา ออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มศึกษาการใช้งาน การนำไปใช้ประโยชน์ของหลักฐานการทำแผนที่ คำแนะนำเกี่ยวกับลาด คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูงและช่วงต่างเส้นชั้นความสูง

5. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

6. ทบทวนเนื้อหาและทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการทำแผนที่สามมิติ
2. แผนที่ภูมิประเทศ
4. สื่อการเรียน แผนที่ภูมิประเทศ

การวัดผลและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายบุคคล
3. ประเมินผลจากการเขียนแผนผังรูปลักษณะของแผนที่

บทที่ 2
แผนที่ภูมิประเทศ

แผนที่ที่พบโดยทั่วไปจะมีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือผืนผ้า ด้านในจะประกอบด้วยข้อมูลหรือรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งผู้ผลิตหรือผู้สร้างแผนที่จัดแสดงไว้ ซึ่งเราเรียกว่า องค์ประกอบแผนที่ โดยมีความมุ่งหมายที่จะให้ผู้ใช้แผนที่ได้รับข่าวสารและรายละเอียดเพียงพอสำหรับการใช้แผนที่นั้น องค์ประกอบของแผนที่แต่ละแผ่นจะมีรายละเอียดที่ไม่เหมือนกัน ทุกครั้งที่เราใช้แผนที่ต่างประเภทกันเราจะต้องระมัดระวังในการใช้องค์ประกอบของแผนที่ด้วย องค์ประกอบของแผนที่นับว่ามีความสำคัญต่อผู้ใช้แผนที่ ดังนั้น ผู้ใช้แผนที่ต้องฝึกหัดการใช้แผนที่ควรศึกษาและทำความเข้าใจองค์ประกอบแผนที่เป็นอันดับแรก องค์ประกอบของแผนที่ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเน้นที่แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งเป็นแผนที่หลักของประเทศไทย องค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศ ผู้ใช้แผนที่จะต้องทราบก่อนการใช้แผนที่ หรือก่อนที่จะนำแผนที่ไปใช้ เพราะบางส่วนเป็นข้อมูลและเครื่องมือช่วยให้ผู้ใช้แผนที่ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ได้แก่ รูปแบบของระวาง องค์ประกอบภายในขอบระวางแผน องค์ประกอบภายนอกของระวางแผนที่

ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่

แผนที่ภูมิประเทศโดยทั่วไป จะมีลักษณะเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ลักษณะรูปแผ่นของแผนที่ จะเป็นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และความเหมาะสมในการผลิตใช้แผนที่นั้น ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ จะมีส่วนประกอบของรายการระวางแผนที่ (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 3) ดังนี้

1. องค์ประกอบภายในขอบระวางแผนที่

เป็นรายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรากฏในภูมิประเทศ ซึ่งมีสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นและสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เมือง พื้นที่เพาะปลูก เส้นทางคมนาคม ภูเขา ที่ราบและแหล่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งสิ่งต่าง ๆ ทั้งหมดนี้จะแสดงอยู่ภายในเส้นขอบระวาง ดังภาพประกอบ 2.1 และภาพประกอบ 2.2

2. เส้นขอบระวางแผนที่

เป็นเส้นกั้นรายละเอียดทั้งภูมิภาพทางวัฒนธรรมและทางธรรมชาติที่รวมเรียกว่า องค์ประกอบภายในขอบระวางแผนที่ ให้อยู่ภายในเส้นขอบเขตนี้ทั้งหมด เส้นขอบระวางแต่ละเส้นเมื่อประกอบกันเป็นสี่เหลี่ยมเรียกว่า เส้นขอบเขต ซึ่งอาจจะแสดงเป็นเส้นเดี่ยว เส้นคู่ หรือเส้นทึบ ในแผนที่ภูมิประเทศเส้นขอบเขตเป็นเส้นเดียว เส้นขอบเขตเป็นเส้นที่เขียนตามค่าพิกัด ละติจูด ลองจิจูด เป็นเส้นเดียว น้ำหนักของเส้นเท่ากับเส้นกริดและยังได้แสดงตัวเลขบอกค่าพิกัดละติจูด และลองจิจูดไว้ด้วยเส้นขอบเขตแผนที่ชนิดนี้มีความยาวด้านละ15 ลิปดา ดังภาพประกอบ 2.1 และภาพประกอบ 2.2 หมายเลข 2

3. องค์ประกอบภายนอกขอบระวางแผนที่

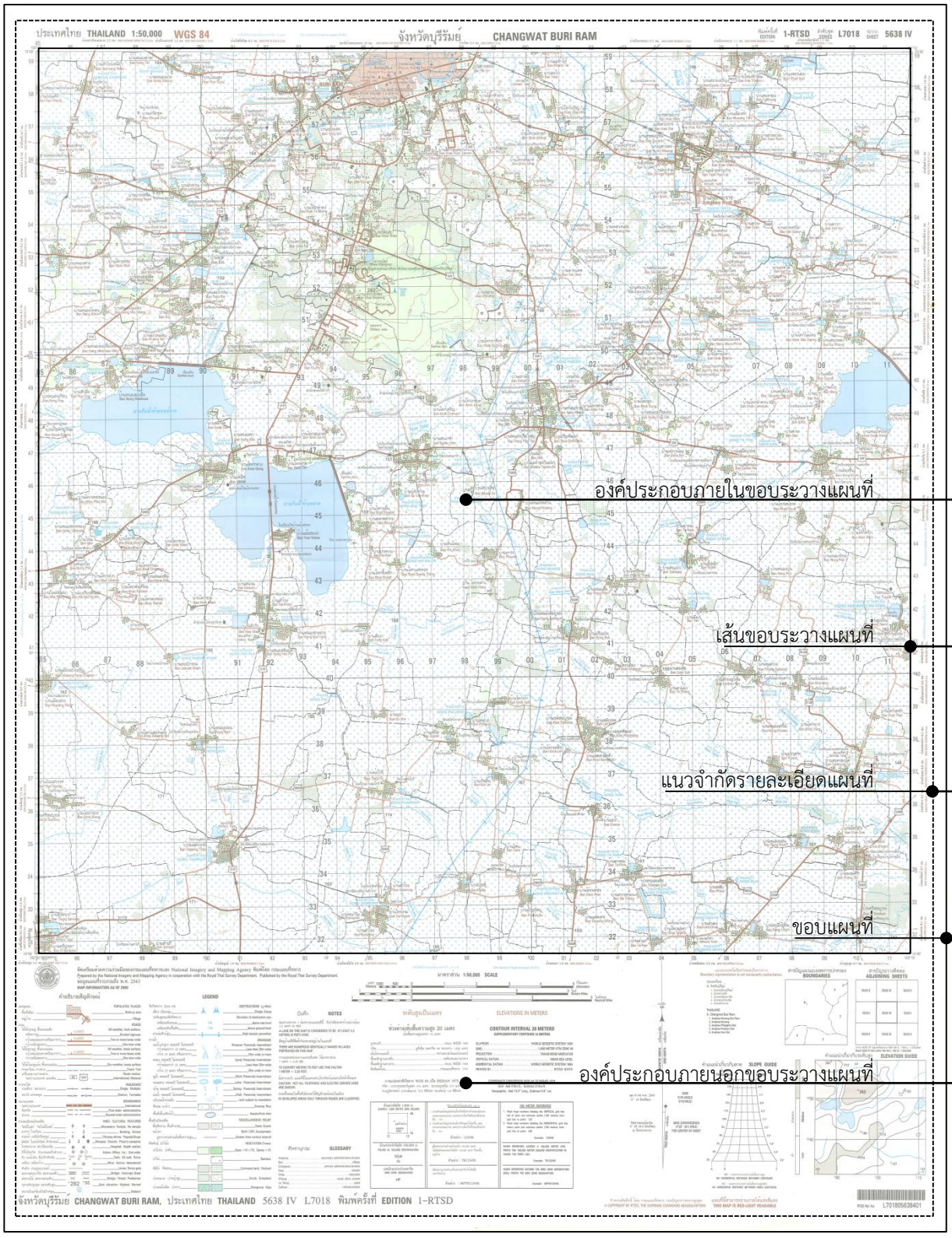
เป็นพื้นที่ตั้งแต่เส้นขอบระวางแผนที่ไปจนถึงริมแผนที่ทั้งสี่ด้าน บริเวณพื้นที่ดังกล่าวผู้ผลิตแผนที่จะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ อันเป็นข่าวสารหรือข้อมูลที่ผู้ใช้แผนที่ควรทราบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้แผนที่ทราบถึงรายละเอียดที่แสดงไว้ในบริเวณพื้นที่ภายในขอบระวางแผนที่ได้ดียิ่งขึ้นและสามารถใช้แผนที่ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตรงตามความมุ่งหมายของผู้ผลิตแผนที่ ดังภาพประกอบ 2.1 และภาพประกอบ 2.2 หมายเลข 3

4. แนวจำกัดรายละเอียดแผนที่

โดยทั่วไปเป็นแนวที่ถัดจากขอบแผนที่ทุกด้าน การแสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่เรียกว่า องค์ประกอบภายนอกขอบระวางแผนที่จะไม่ล่วงล้ำแนวนี้ออกไป ดังภาพประกอบ 2.1 และภาพประกอบ 2.2 หมายเลข 4

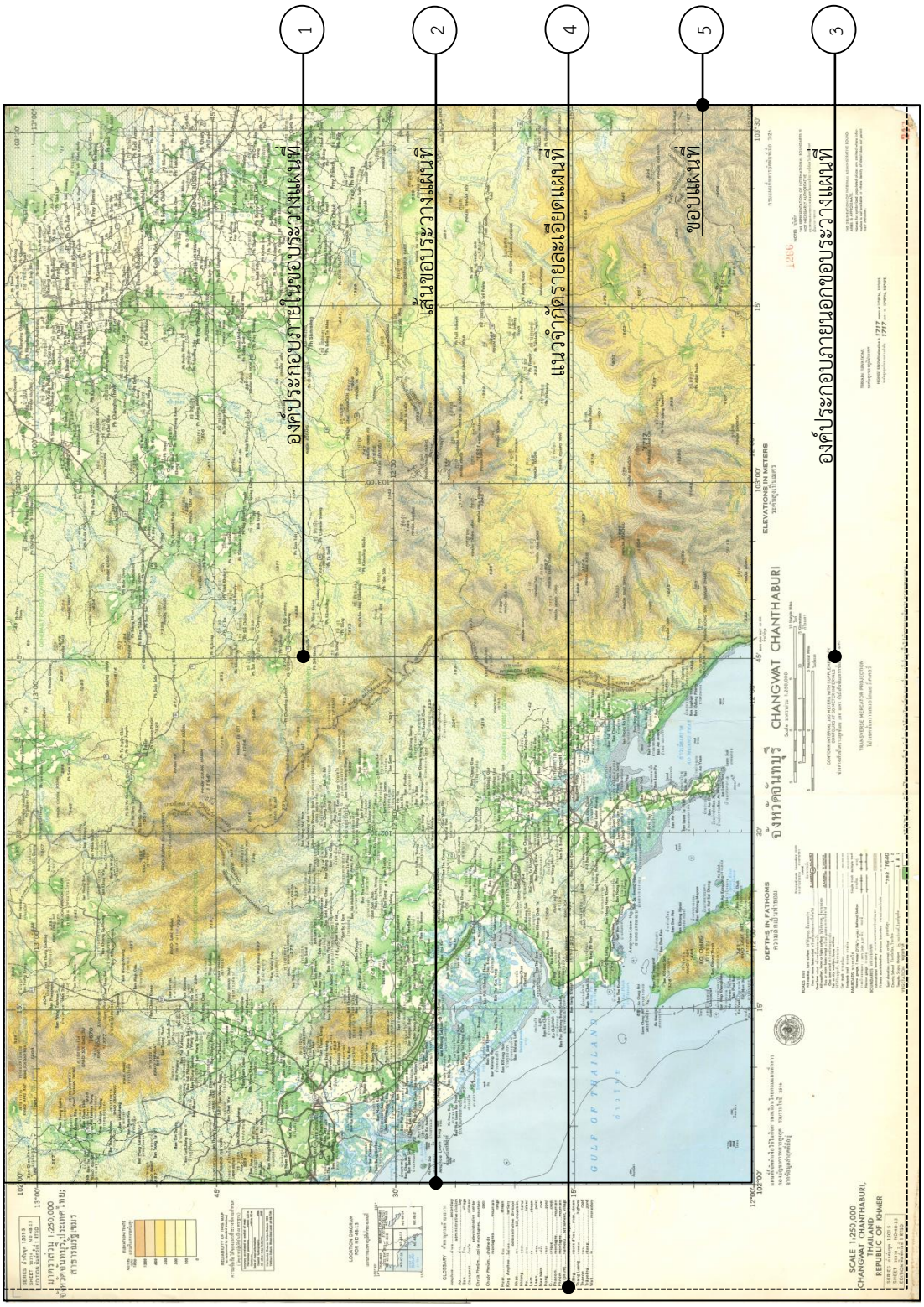
5. ขอบแผนที่

เป็นขอบของวัสดุที่ใช้ทำแผนที่มีขนาดและรูปร่างตามต้องการ สำหรับแผนที่ชุด L7018 ขอบกระดาษเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังภาพประกอบ 2.1 และภาพประกอบ 2.2 หมายเลข 5



ภาพประกอบ 2.1 ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ L 7018 มาตราส่วน 1 : 50,000

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)



ภาพประกอบ 2.2 ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ 1501S มาตราส่วน 1 : 250,000

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2516)

องค์ประกอบภายในขอบระวางแผนที่

รายละเอียดต่างที่แสดงแทนลักษณะของผิวพิภพ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นภายในกรอบ ซึ่งล้อมรอบด้วยเส้นขอบระวางแผนที่ เป็นส่วนที่เรียกว่าแผนที่ (Map Face) ตามปกติแล้วจะประกอบด้วยข้อมูล ดังต่อไปนี้

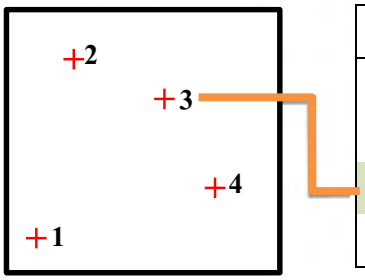
1. สัญลักษณ์ (Symbol)

เป็นเครื่องหมายหรือสิ่งที่คิดขึ้นใช้แทนรายละเอียดที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวพิภพ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 4)

1.1 สัญลักษณ์ที่เป็นจุด (Point Symbol) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 สัญลักษณ์รูปทรงเรขาคณิต เช่น วัด โรงเรียน ศาลาที่พัก ที่ตั้งอำเภอ เป็นต้น

1.1.2 สัญลักษณ์ตัวอักษร เช่น จุดระดับสูง (x 282) เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2.3

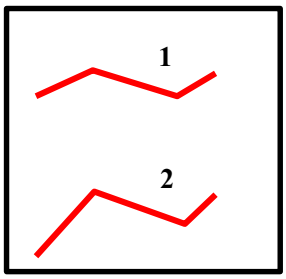


Point Number	X, Y Coodinates
1	2,2
2	3,6
3	5,5
4	6,3

ภาพประกอบ 2.3 สัญลักษณ์แบบจุด

ที่มา : ESRI (2551 : 2)

1.2 สัญลักษณ์ที่เป็นเส้น (Line Symbol) เช่น ถนน ทางรถไฟ สายส่งศักย์สูงเป็นต้น ดังภาพประกอบ 2.4

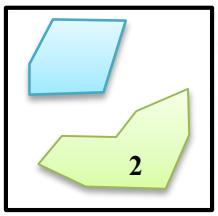


Line Number	X, Y Coodinates
1	1,5 3,6 6,5 7,6
2	1,1 3,3 6,2 7,3

ภาพประกอบ 2.4 สัญลักษณ์แบบเส้น

ที่มา : ESRI (2551 : 2)

1.3 สัญลักษณ์ที่เป็นพื้นที่ (Area Symbol) เช่น บริเวณอาคารหนาแน่น บริเวณป่าทึบ ทุ่งนา หนองหญ้า เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2.5



Polygon Number	X, Y Coodinates
1	1,4 1,5 2,7 5,7 4,4 1,4
2	1,2 2,3 4,3 5,4 7,5 7,3 6,1 3,1 1,2

ภาพประกอบ 2.5 สัญลักษณ์แบบพื้นที่

ที่มา : ESRI (2551 : 2)

2. สี (Color)

ที่ใช้ภายในพื้นที่ขอบระวางที่เป็นแผนที่นั้น จะเป็นสีของสัญลักษณ์ที่ใช้แทน รายละเอียด

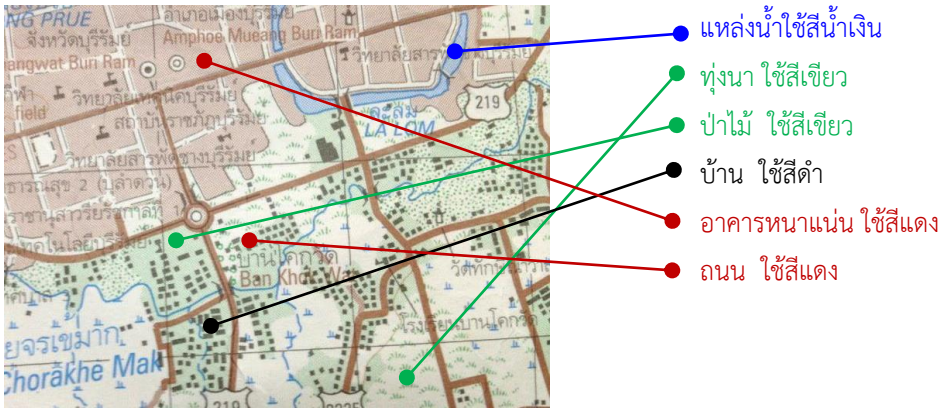
2.1 สีดำ หมายถึง ลักษณะภูมิประเทศที่สำคัญทางวัฒธรรมหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

2.2 สีน้ำเงิน หมายถึง ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นน้ำ เช่น แม่น้ำ และหนองบึง เป็นต้น

2.3 สีเขียว หมายถึง พืชพันธุ์ไม้ต่าง ๆ เช่น ป่า สวน ไร่ เป็นต้น

2.4 สีน้ำตาล หมายถึง ลักษณะภูมิประเทศที่มีความสูง เช่น เส้นชั้นความสูงเป็นต้น

2.5 สีแดง หมายถึงถนนสายหลัก พื้นที่ย่านชุมชนหนาแน่นและลักษณะภูมิประเทศพิเศษต่าง ๆ (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 3) ดังภาพประกอบ 2.6

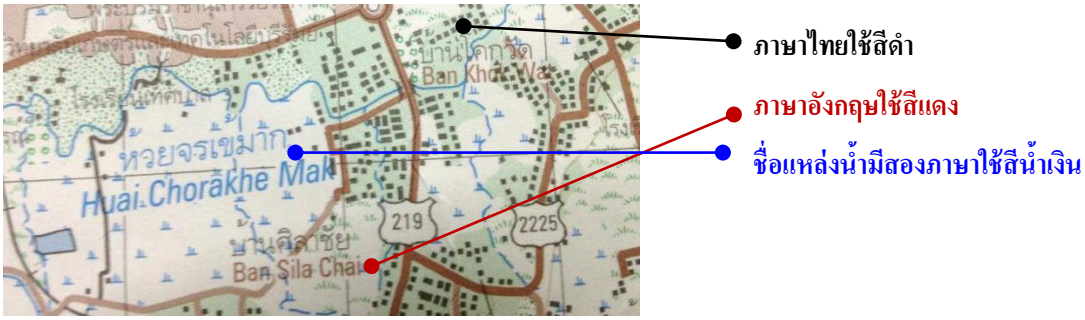


ภาพประกอบ 2.6 สีที่ใช้ภายในพื้นที่ขอบระวางแผนที่

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

3. ชื่อภูมิศาสตร์ (Geographical Name)

เป็นตัวอักษรกำกับรายละเอียดที่สำคัญ เพื่อบอกชื่อของสถานที่หรือรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ชื่อแม่น้ำ ลำคลอง ภูเขา หมู่บ้าน อำเภอ จังหวัด เป็นต้น ในแผนที่ L7018 ใช้ตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควบคู่กันโดยสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นภาษาไทยใช้สีดำและภาษาอังกฤษใช้สีแดง ชื่อแหล่งน้ำมีสองภาษาใช้สีน้ำเงิน ดังภาพประกอบ 2.7

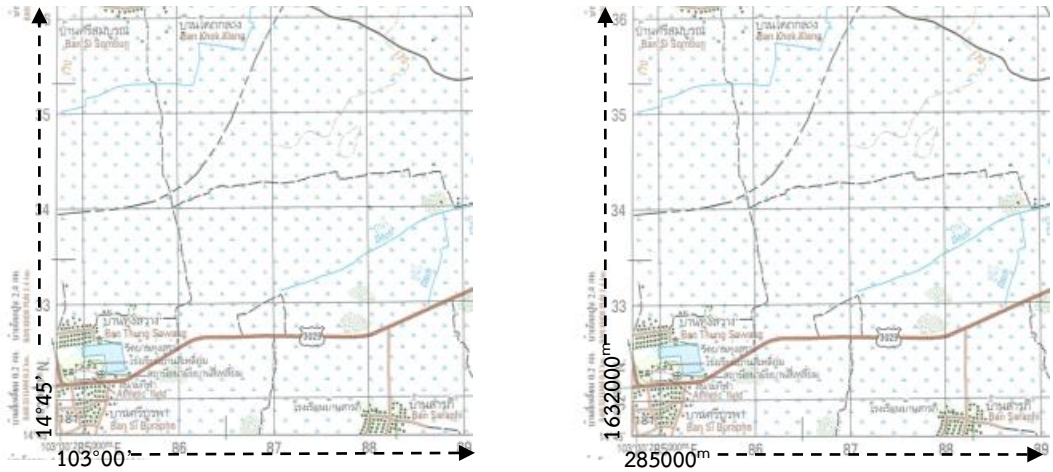


ภาพประกอบ 2.7 สีที่ใช้กับชื่อภูมิศาสตร์

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

4. ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง (Position Reference Systems)

ได้แก่เส้นหรือตารางที่แสดงไว้ในแผนที่ เพื่อใช้ในการกำหนดค่าพิกัดของจุดใด ๆ ในแผนที่นั้น โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ พิกัดภูมิศาสตร์และพิกัดกริด



ภาพประกอบ 2.8 พิกัดภูมิศาสตร์ และพิกัดกริด

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

องค์ประกอบภายนอกขอบระวางแผนที่

เป็นพื้นที่ของแผนที่ส่วนที่อยู่นอกระวางแผนที่ 4 ด้าน เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในส่วนที่เป็นแผนที่และข้อมูลการทำแผนที่ เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่ได้รับทราบและใช้แผนที่ได้ถูกต้อง และแผนที่แต่ละชนิดก็มีองค์ประกอบภายนอกขอบระวางแตกต่างกัน สำหรับแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L70108 มาตราส่วน 1 : 50,000 ซึ่งเป็นแผนที่มูลฐานที่สามารถใช้ร่วมกันระหว่างประเทศได้นั้นจะมีองค์ประกอบที่แสดงไว้ที่ขอบแผนที่ที่สำคัญ (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 3-6) ดังภาพประกอบ 2.10

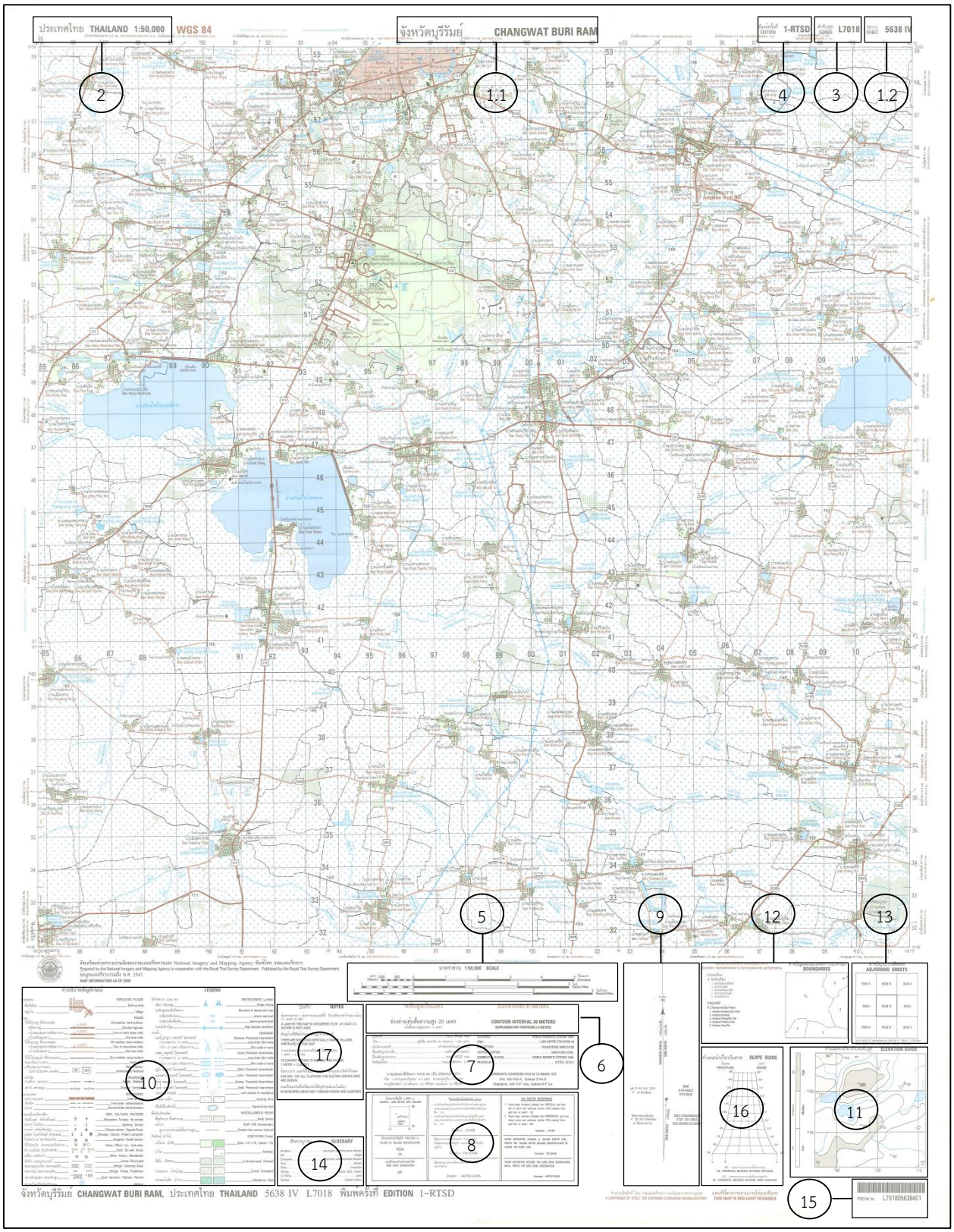
1. ระบบบ่งบอกระวาง (Sheet Identification System)

1.1 ชื่อระวาง (Sheet Name) จะปรากฏอยู่ที่กึ่งกลางขอบระวางด้านบน ชื่อระวางนี้ปกติจะใช้ชื่อของภูมิประเทศเด่นทางภูมิศาสตร์ หรือชื่อทางธรรมชาติที่แผนที่ระวางนั้นครอบคลุมอยู่มาเป็นชื่อระวาง หรืออาจใช้ชื่อเมืองที่ใหญ่ที่สุดในแผนที่ระวางนั้นมาเป็นชื่อระวางก็ได้ เช่น จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2.9

ภาพประกอบ 2.9 ชื่อระวาง
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

1.2 หมายเลขระวาง (Sheet Number) จะปรากฏอยู่ทางขวาสุดของขอบระวางด้านบนและทางซ้ายสุดของขอบระวางด้านล่าง แผนที่แต่ละระวางจะมีหมายเลขระวางกำหนดขึ้นตามระบบที่ได้วางไว้แน่นอน เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงหรือค้นหาแผนที่ระวางที่ต้องการ การกำหนดหมายเลขระวางนั้นได้กำหนดขึ้น โดยมีส่วนสัมพันธ์กับมาตราส่วนของแผนที่ ดังนี้

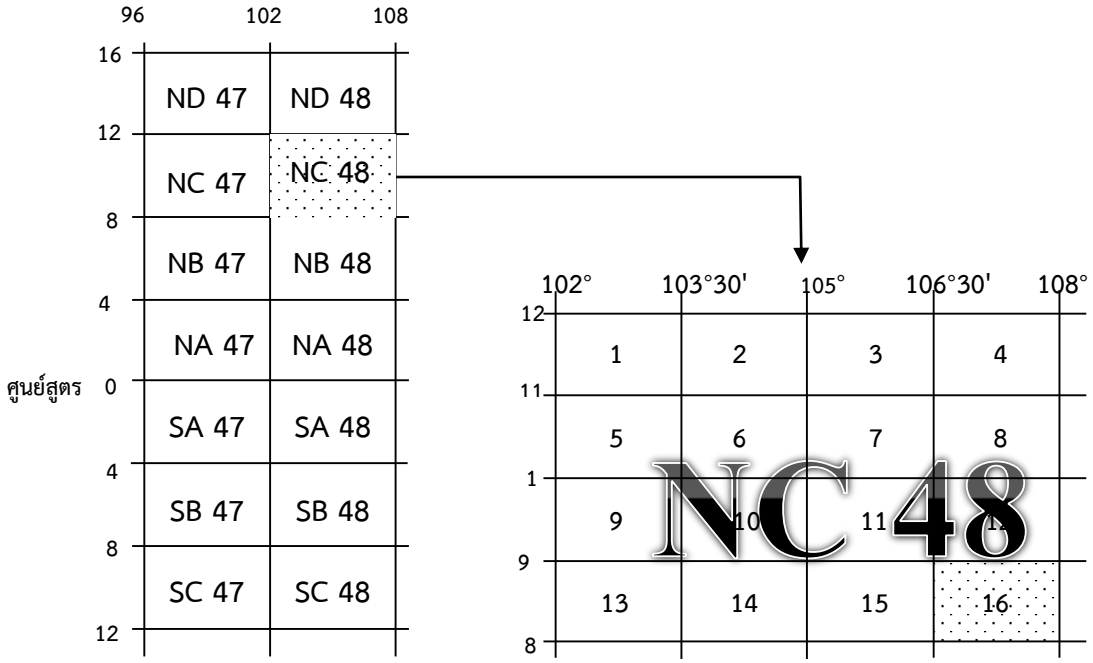
1.2.1 การกำหนดหมายเลขระวางของแผนที่มาตราส่วนเล็กกว่า 1 : 100,000 จะเริ่มที่แผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000,000 ซึ่งมีขนาดระวาง 4° ละติจูด x 6° ลองจิจูด โดยเริ่มที่ NA และ SA ที่ศูนย์สูตรเรียงตามลำดับอักษรไปทางซีกโลกเหนือ (NB, NC, ND ฯลฯ) และซีกโลกใต้ (SB, SC, SD ฯลฯ) จนสุดพื้นที่ เช่น ND อยู่ตรงกับโซนที่ 47 หมายเลขระวางแผนที่มาตราส่วน 1:1,000,000 ระวางนี้ก็คือ ระวาง ND 47 เป็นต้น



ภาพประกอบ 2.10 องค์ประกอบภายนอกขอบระวางแผนที่แผนที่ L 7018 มาตราส่วน 1 : 50,000

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

ต่อไปจะทำแผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ซึ่งมีขนาด 1° ละติจูด x 1° 30' ลองจิจูด ก็เอาแผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000,000 (4° x 6°) มาแบ่งเป็น 16 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนำมาขยายให้ใหญ่กว่าเดิม 4 เท่าตัว ก็จะได้แผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 ได้ 16 ระวาง มีขนาด 1° x 1° 30' เขียนหมายเลข 1-16 กำกับโดยเริ่มจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างตามลำดับ มาตราส่วนแต่ละระวางของแผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000 จะมีหมายเลขระวางเช่นเดียวกับแผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000,000 บริเวณเดียวกันแล้วตามด้วยตัวเลข 1-16 ของระวางที่ต้องการ เช่น ระวาง NC 48-16 ดังภาพประกอบ 2.11



ภาพประกอบ 2.11 หมายเลขระวางแผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000

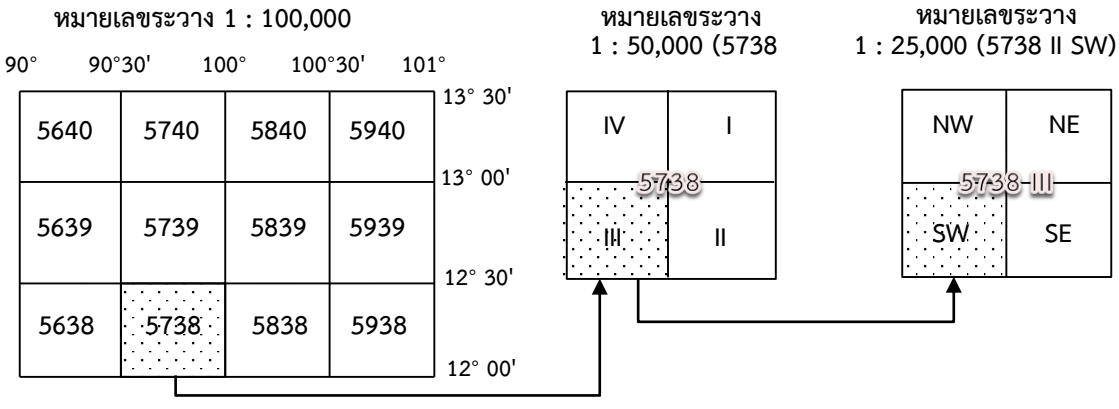
1.2.2 การกำหนดหมายเลขระวางของแผนที่มาตราส่วนตั้งแต่ 1 : 100,000 และใหญ่กว่าจะเริ่มที่แผนที่มาตราส่วน 1 : 100,000 ซึ่งมีขนาดระวาง 30' x 30' นี้ให้กำหนดหมายเลขด้วยตัวเลขอารบิก 4 ตัว ระวาง 3648 หมายเลขระวางนี้กำหนดขึ้นใช้เฉพาะบริเวณหนึ่ง ซึ่งอาจจะซ้ำซ้อนกับบริเวณอื่น ๆ ก็ได้แต่จะไม่ทำให้ผู้ใช้แผนที่สับสนแต่อย่างใด

ต่อไปเมื่อจัดทำแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ซึ่งมีขนาด 15' x 15' ก็จะนำเอาแผนที่มาตราส่วน 1:100,000 (30' x 30') มาแบ่งออกเป็น 4 สวนเท่า ๆ กัน แล้วนำแต่ละส่วนไปขยายให้ใหญ่กว่าเดิม 2 เท่าตัวก็จะได้แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 เท่ากับ 4 ระวาง ในแต่ละระวางมีขนาด

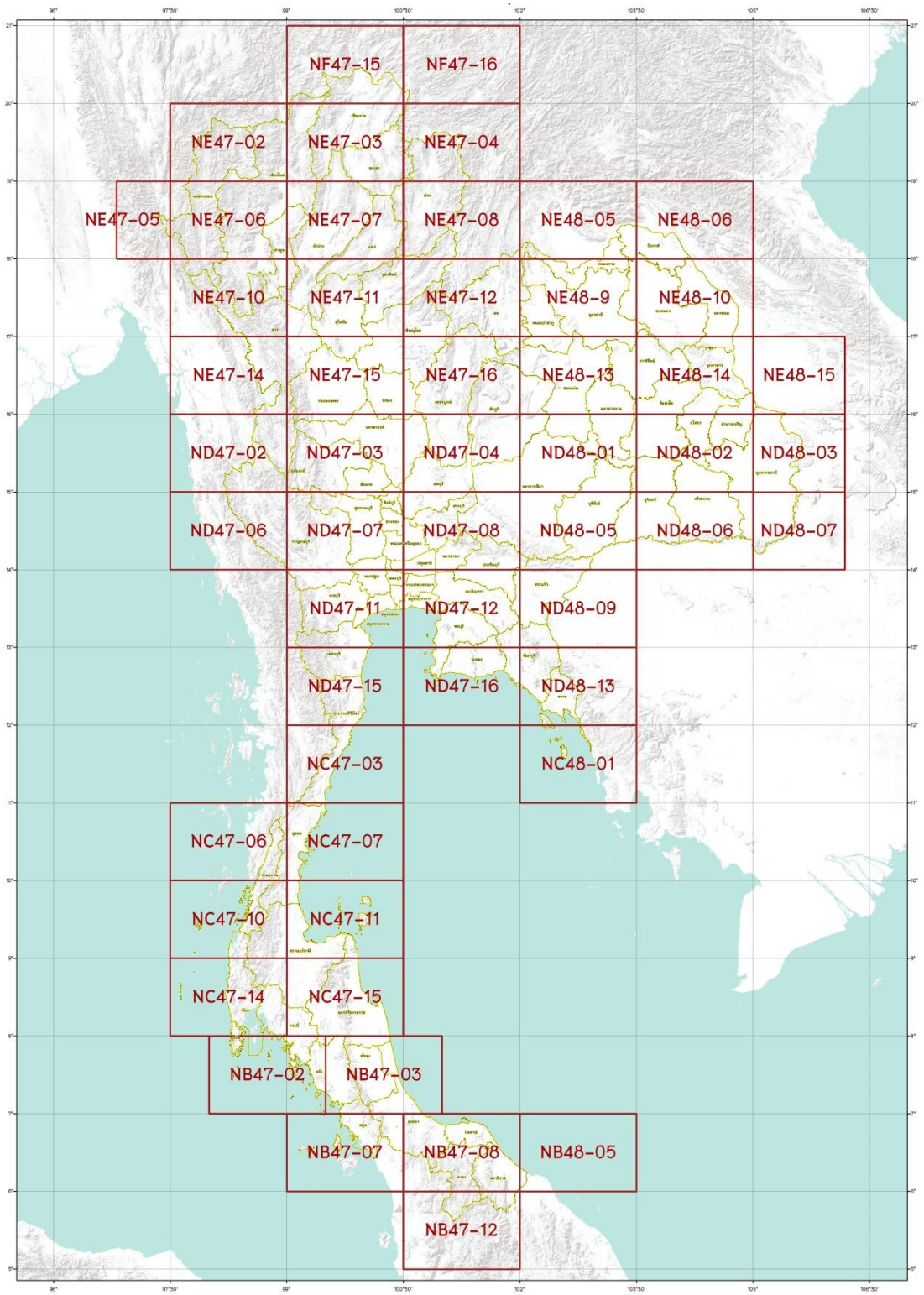
15' x 15' ให้เขียนหมายเลขโรมัน I, II, III, IV กำกับไว้โดยเริ่ม I ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ วนตามเข็มนาฬิกา ฉะนั้นหมายเลขระวางของแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ก็จะเหมือนกับแผนที่มาตราส่วน 1:100,000 บริเวณเดียวกัน แล้วตามด้วยเลขโรมัน I, II, III, IV ของระวางที่ต้องการเช่น ระวาง 3648 III เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2.12

ภาพประกอบ 2.12 เลขหมายระวาง
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

ต่อไปเมื่อจะทำแผนที่มาตราส่วน 1 : 25,000 ซึ่งมีขนาดระวาง 7' 30 x 7' 30 ก็เอาแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 (15' x 15') มาแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนำแต่ละส่วนไปขยายให้ใหญ่กว่าเดิม 2 เท่าตัว จะได้แผนที่มาตราส่วน 1 : 25,000 เท่ากับ 4 ระวางในแต่ละระวางมีขนาด 7' 30 x 7' 30 ให้เขียนตัวอักษรกำหนดทิศทางกำกับ โดยเริ่ม NE กับระวางทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ SE, SW, NW หมายเลขระวางของแผนที่มาตราส่วน 1 : 25,000 ก็จะเหมือนกับแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 บริเวณเดียวกัน แล้วตามด้วยอักษร NE, SE, SW, NW ของระวางที่ต้องการ เช่น ระวาง 3648 III SE เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2.13 และภาพประกอบ 2.14

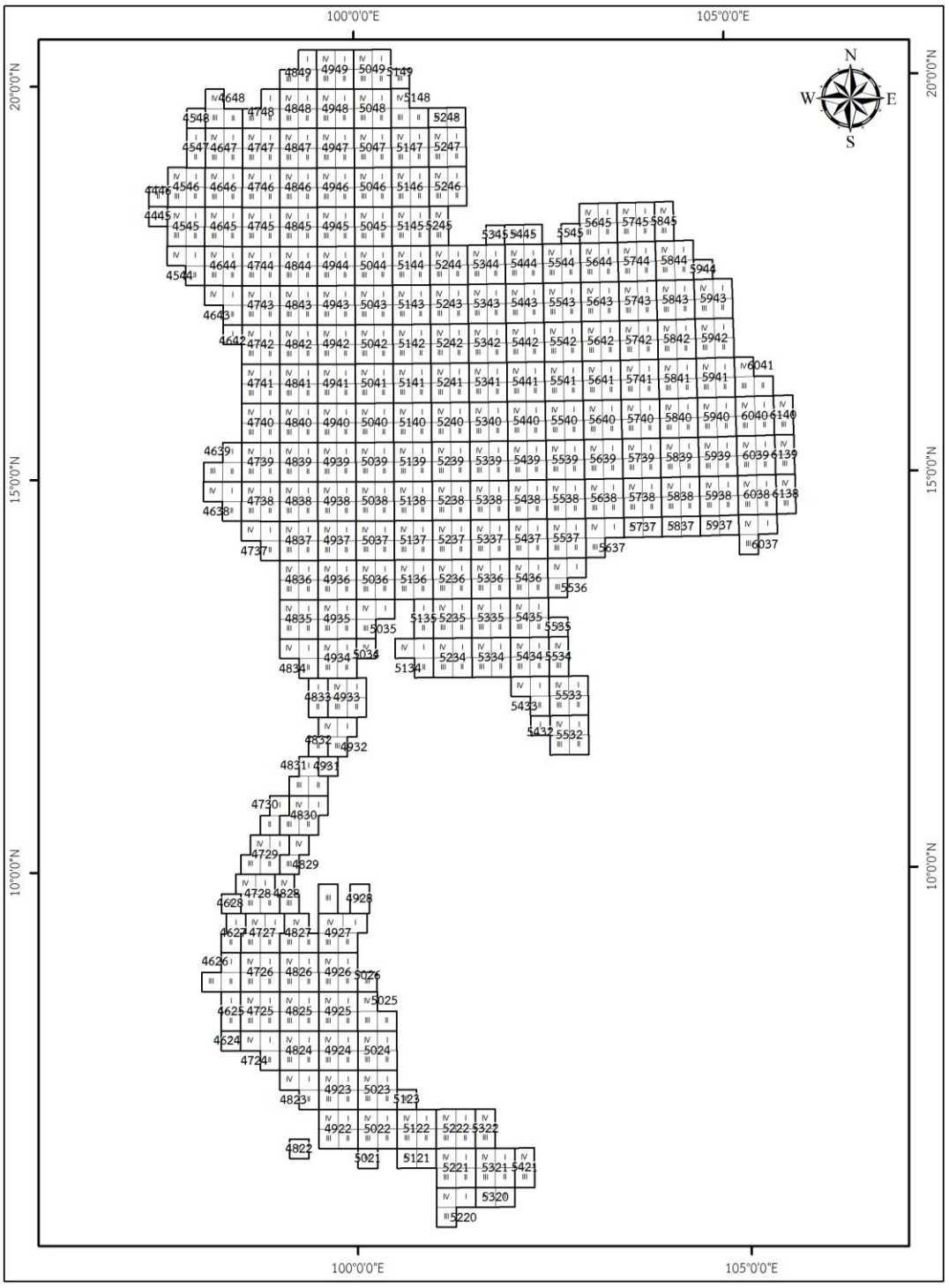


ภาพประกอบ 2.13 หมายเลขระวางแผนที่มาตราส่วน 1 : 100,000 และมาตราส่วนที่ใหญ่กว่า



ภาพประกอบ 2.14 สารบัญแผนที่ชุด 1501 S มาตราส่วน 1 : 250,000

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)



ภาพประกอบ 2.15 สารบัญแผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1 : 50,000

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

2. ชื่อชุดและมาตราส่วน (Series Name And Scale)

ปรากฏอยู่ทางซ้ายสุดของขอบระวางด้านบนในพื้นที่บริเวณหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยแผนที่จำนวนหนึ่งที่มีมาตราส่วนเดียวกัน ทำขึ้นในแบบและความมุ่งหมายเดียวกัน สำหรับพื้นที่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง จึงใช้ชื่อเด่นที่สุดในพื้นที่บริเวณนั้นมาเป็นชื่อชุด ซึ่งอาจจะเป็นชื่อรัฐ หรือชื่อประเทศก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้เป็นหลักฐานอ้างอิง เช่น บริเวณประเทศไทยใช้ชื่อชุด ประเทศไทย 1:50,000 เป็นต้น ชื่อชุดนี้อาจกำหนดขึ้นใช้เพื่อความมุ่งหมายทั่ว ๆ ไปก็ได้ เช่น กำหนดให้กับแผนที่ที่ตั้งเมืองทางทหาร สำหรับมาตราส่วนของแผนที่นั้น นอกจากที่เขียนไว้กับชื่อชุดแล้ว ยังอยู่ที่กึ่งกลางของขอบระวางด้านล่างอีกด้วย มาตราส่วนนี้ผู้ใช้แผนที่จะต้องตรวจสอบก่อนนำแผนที่ไปใช้เกี่ยวกับการระยะ ทั้งนี้เพื่อให้รู้ว่าอัตราส่วนสัมพันธ์ระหว่างระยะบนแผนที่ กับระยะในภูมิประเทศจริงนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เช่น มาตราส่วน 1 : 50,000 ก็คือ ระยะบนแผนที่ 1 หน่วย เท่ากับระยะในภูมิประเทศจริง 50,000 หน่วย เป็นต้น (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560) ดังภาพประกอบ 2.16

ภาพประกอบ 2.16 ชื่อชุดและมาตราส่วน
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

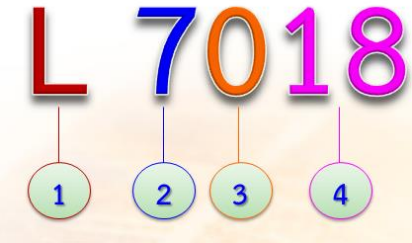
3. หมายเลขลำดับชุด (Series Number)

ปรากฏอยู่ทางขวาของขอบระวางด้านบน และทางซ้ายของขอบระวางด้านล่าง ในพื้นที่บริเวณหนึ่ง ๆ อาจทำแผนที่ขึ้นมาหลายชุด ดังนั้น จึงมีระบบสำหรับบอกให้ทราบว่าเป็นแผนที่ชุดใด เช่น บริเวณประเทศไทยมีหมายเลขลำดับชุด ดังนี้ (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 6-7)

ลำดับชุด L 509 คือแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 250,000 ขนาด 1° x 1° 30' (เลิกใช้)
ลำดับชุด 1501 คือแผนที่ยุทธการร่วม 1 : 250,000 ขนาด 1° x 1° 30'
ลำดับชุด L 708 คือแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 ขนาด 10' x 15' (เลิกใช้)
ลำดับชุด L 7017 คือแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 ขนาด 15' x 15' (เลิกใช้)
ลำดับชุด L 7018 คือแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 ขนาด 15' x 15'
ลำดับชุด L 8019 คือแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 25,000 ขนาด 7' 30 x 7' 30
ลำดับชุด L 8040 คือแผนที่ภาพถ่าย 1 : 25,000 ขนาด 7' 30 x 7' 30 (เลิกใช้)

ลำดับชุด L 9013 คือแผนที่ตัวเมือง 1: 12,500 ขนาดระวางไม่ตายตัว

หมายเลขลำดับชุดนี้แต่ละตัวมีความหมายที่แสดงให้ทราบว่า แผนที่ชุดนั้นตกอยู่ในภูมิภาคใดมาตราส่วนเท่าใด แสดงพื้นที่บริเวณใด และเป็นชุดที่เท่าใดในบรรดาแผนที่ที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยสามารถแบ่งหมายเลขลำดับชุดออกเป็น 4 องค์ประกอบ (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 41) ดังภาพประกอบ 2.17



ภาพประกอบ 2.17 องค์ประกอบหมายเลขลำดับชุด

3.1 องค์ประกอบที่ 1 อาจเป็นได้ทั้งตัวเลขและตัวอักษร ถ้าเป็นตัวเลข หมายถึงเลขประจำภาคพื้นทวีป (Cotinental Area) เช่น 1 แต่ถ้าเป็นตัวอักษร หมายถึงอักษรประจำภูมิภาคใดภูมิภาคหนึ่ง (Regional Area) เช่น L เป็นต้น

3.2 องค์ประกอบที่ 2 จะต้องเป็นตัวเลขเสมอ แสดงถึงกลุ่มมาตราส่วน (Scale Group) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

เลข 1 1 : 5,000,000 และเล็กกว่า

เลข 2 ใหญ่กว่า 1 : 5,000,000 ถึง 1 : 2,000,000

เลข 3 ใหญ่กว่า 1 : 2,000,000 ถึง 1 : 510,000

เลข 4 ใหญ่กว่า 1 : 510,000 ถึง 1 : 255,000

เลข 5 ใหญ่กว่า 1 : 255,000 ถึง 1 : 150,000

เลข 6 ใหญ่กว่า 1 : 150,000 ถึง 1 : 70,000

เลข 7 ใหญ่กว่า 1 : 70,000 ถึง 1 : 35,000

เลข 8 ใหญ่กว่า 1 : 35,000 (ไม่นับแผนที่ตัวเมือง)

เลข 9 แผนที่ตัวเมือง (ไม่พิจารณามาตราส่วน)

เลข 0 แผนที่ภาพถ่าย (ไม่พิจารณามาตราส่วน ดังภาพประกอบ 2.18

ภาพประกอบ 2.18 ลำดับชุด
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

กรมแผนที่ทหารมีแผนที่ใช้อยู่คือ กลุ่มเลข 5 มาตราส่วน 1 : 250,000 กลุ่มเลข 7 มาตราส่วน 1 : 50,000 กลุ่มเลข 8 มาตราส่วน 1 : 25,000 และกลุ่มเลข 9 มาตราส่วน 1 : 12,500

3.3 องค์ประกอบที่ 3 จะต้องเป็นตัวเลขเสมอ แสดงถึงภูมิภาคส่วนย่อยขององค์ประกอบที่ 1 (Sub Regional Area) เช่น 0 หมายถึงเลขประจำภูมิภาคส่วนย่อยของ 10 ภูมิภาคส่วนใหญ่ (L) ประเทศที่อยู่ในภูมิภาคส่วนย่อย 0 ของภูมิภาค L แสดงบริเวณประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ไทย สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สหพันธรัฐมาเลเซียและกัมพูชาประชาธิปไตย เลข 7 แสดงบริเวณประเทศญี่ปุ่น เลข 5 แสดงบริเวณประเทศเกาหลี เลข 9 แสดงเกาะไต้หวัน

3.4 องค์ประกอบที่ 4 จะต้องเป็นตัวเลขเสมอ แสดงถึงลำดับที่ทำแผนที่มาตราส่วนเดียวกัน ทำในพื้นที่บริเวณเดียวกันในภูมิภาค L จะปรากฏเป็นตัวเลขตัวเดียวหรือสองตัวก็ได้แต่นับเป็นจำนวนเดียวกัน เช่น 17 18 เป็นต้น

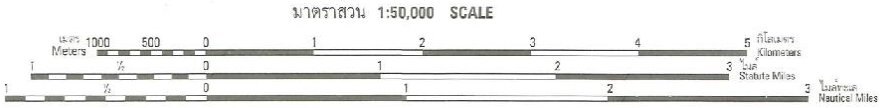
4. ครั้งที่จัดพิมพ์ (Edition Number)

จะปรากฏอยู่ทางขวาของขอบระวางด้านบน และทางซ้ายขอบระวางด้านล่าง แสดงให้เราทราบว่าแผนที่ได้จัดพิมพ์ขึ้นเป็นครั้งที่เท่าใด ซึ่งโดยปกติแผนที่บริเวณเดียวกันการจัดพิมพ์ครั้งที่ 2 ย่อมมีรายละเอียดของภูมิประเทศทันสมัยกว่าการพิมพ์ครั้งที่ 1 เป็นต้น นอกจากนั้นยังแนะนำให้ทราบถึงหน่วยที่ดำเนินการจัดพิมพ์ เช่น EDITION 1 RTSD หมายถึง พิมพ์ครั้งที่ 1 โดยกรมแผนที่ทหาร (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 :7) ดังภาพประกอบ 2.19

ภาพประกอบ 2.19 ครั้งที่จัดพิมพ์
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

5. มาตราส่วน (Scale)

จะปรากฏอยู่ที่กึ่งกลางขอบระวางด้านล่าง มาตราส่วนเหล่านี้จะแสดงไว้ทั้งมาตราส่วนตัวเลขและมาตราส่วนรูปภาพ เป็นรูปเส้นบรรทัดหลาย ๆ เส้น เพื่อใช้พิจารณาหาระยะจริงจากบนแผนที่ แผนที่แต่ละระวางจะต้องมีมาตราส่วนรูปภาพตั้งแต่ 3 บรรทัดขึ้นไป ซึ่งแต่ละบรรทัดนั้นจะแสดงมาตราวัดระยะที่แตกต่างกันไมล์ เมตร และไมล์ทะเล (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 6) ดังภาพประกอบ 2.20



ภาพประกอบ 2.20 มาตราส่วนรูปภาพ
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

6. ช่วงต่างเส้นชั้นความสูง (Contour Interval)

จะปรากฏอยู่ที่กึ่งกลางขอบระวางด้านล่าง เป็นการแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่า แผนที่ระวางนี้มีช่องความสูงต่างกันชั้นละเท่าใด เช่น ช่วงต่างเส้นชั้นความสูง 20 เมตร กับมีเส้นชั้นแทรกชั้นละ 10 เมตร เป็นต้น โดยปกติช่วงต่างชั้นความสูงจะต้องสูงต่างกันตามข้อตกลงขององค์การสหประชาชาติดังนี้

มาตราส่วน 1 : 25,000 สูงต่างกันชั้นละ 10 เมตร
มาตราส่วน 1 : 50,000 สูงต่างกันชั้นละ 20 เมตร
มาตราส่วน 1 : 100,000 สูงต่างกันชั้นละ 40 เมตร
มาตราส่วน 1 :200,000 สูงต่างกันชั้นละ 80 เมตร
มาตราส่วน 1 : 250,000 สูงต่างกันชั้นละ 100 เมตร (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 7) ดังภาพประกอบ 2.21

ภาพประกอบ 2.21 ช่วงต่างเส้นชั้นความสูง
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

7. หลักฐานการทำแผนที่

จะปรากฏอยู่ที่กึ่งกลางขอบระวางด้านล่าง แสดงให้ผู้ใช้แผนที่ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับหลักฐาน และการดำเนินกรรมวิธีจัดหาแผนที่ ที่น่าเชื่อถือได้ตามรายละเอียดต่อไปนี้ (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 40) ดังภาพประกอบ 2.22

ภาพประกอบ 2.22 หลักฐานการทำแผนที่
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

7.1 รูปทรงรี ประเทศหรือแต่ละภูมิภาคภายในโลกเรานี้ ใช้ลูกโลกสมมุติ (Ellipsoid) แทนลูกโลกจริงไม่เหมือนกัน ทำให้เกิดปัญหาในการนำแผนที่มาต่อกัน สหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำในการใช้ลูกโลกสมมุติตัวเดียวกัน คือ ลูกโลกสมมุติที่ชื่อว่า WGS 84 ที่ได้มาจากการสำรวจด้วยดาวเทียม ฉะนั้นแผนที่ทั่วโลกก็ใช้ระบบเดียวกัน ไม่มีปัญหาเรื่องการเชื่อมต่อกัน โดยแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1 : 50,000 ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร อ้างอิงบนพื้นหลักฐาน WGS 84

7.2 กริด ยูทีเอ็ม เขตกริด 48 ระยะห่าง 1,000 เมตร หมายถึง เส้นตารางที่คลุมพื้นที่ทุก ๆ ตาราง 1,000 เมตร บนแผนที่นั้นเป็นเส้นกริดของ Universal Transverse Mercator โซนที่ 48 ใน 60 โซน

7.3 เส้นโครงแผนที่ทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์ หมายถึง การเขียนเส้นเมอริเดียนและเส้นขนาน ตามแนวความคิดในการฉายเงาภูมิประเทศลงบนพื้นรูปทรงกระบอกนั้น จะต้องให้ทรงกระบอกสัมผัสผิวโลกตามแนวเส้นเมอริเดียน แกนของทรงกระบอกตั้งได้ฉากกับแกนหมุนของโลก

7.4 พื้นหลักฐานทางแนวดิ่ง ยึดระดับน้ำทะเลปานกลาง หมายถึง การกำหนดความสูงของตำบลต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนแผนที่นั้น ได้รังวัดโยงยึดมาจากพื้นหลักฐานระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลัก อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ด้วยเครื่องวัดการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลแบบ

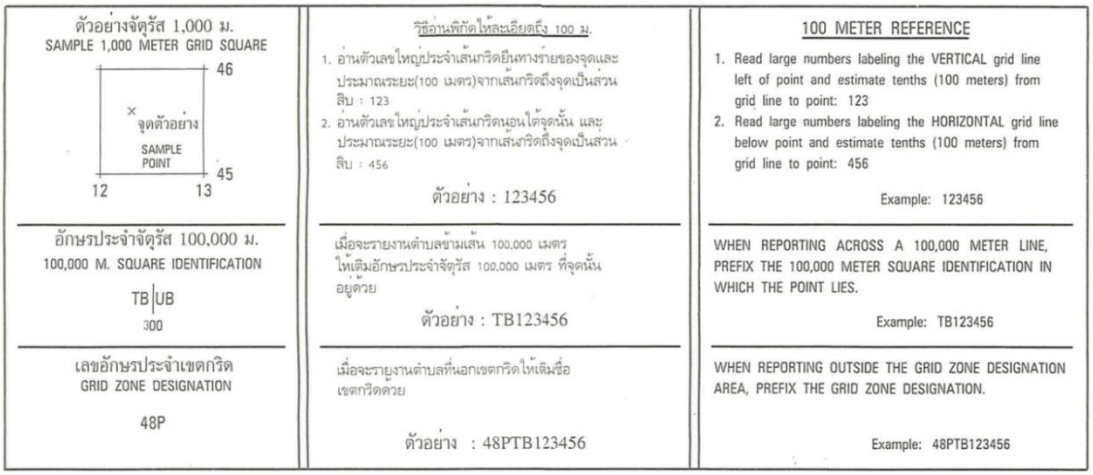
SIR W. TOMPSON ซึ่งเริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ.2453 จนถึงปี พ.ศ.2458 แล้วหาผลเฉลี่ยปานกลางเป็นพื้นหลักฐาน (Mean Sea Level) ทางแนวดิ่ง

7.5 พื้นหลักฐานทางราบ ระบบ WGS 1984 เป็นแบบจำลองโลกรูปทรงรีที่กำหนดให้รัศมีในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางโลก (a) มีค่า 6,378.137 กิโลเมตร และรัศมีในแนวขั้วโลก (b) มีค่า 6,356.7523142 กิโลเมตร ดาวเทียมระบุตำแหน่งเครื่องรับจีพีเอสไปยังพื้นผิวของทรงรีตามเส้นตรงที่ตั้งฉากกับพื้นผิวทรงรี คือ ระบบ World Geodetic System ปี ค.ศ.1984

7.6 จัดพิมพ์โดย กรมแผนที่ทหาร 2546 หมายถึง การพิมพ์แผนที่ระวางนี้กรมแผนที่ทหารเป็นผู้จัดพิมพ์เมื่อ พ.ศ.2546

8. ตารางการกำหนดค่าของกริด (Grid Reference Box)

จะปรากฏอยู่กึ่งกลางของขอบระวางด้านล่างสุด ภายในตารางนี้ได้แบ่งออกเป็นตารางเล็ก ๆ ทั้งทางแนวยืนและทางแนวนอนด้านละ 3 ส่วน ถ้าพิจารณาจากตารางทางแนวนอน โดยเริ่มจากบนลงล่างจะได้รายละเอียด (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 44) ดังภาพประกอบ 2.23



ภาพประกอบ 2.23 ตารางการกำหนดค่าของกริด
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

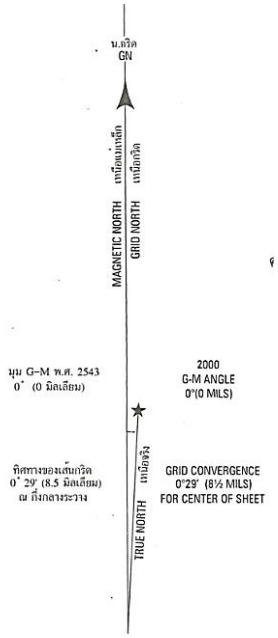
8.1 ส่วนบน เป็นตารางกริด 1,000 เมตร จุดที่ยกมาเป็นตัวอย่างในการกำหนดค่าของพิกัดบนแผนที่ระวางนั้น มีคำแนะนำวิธีการอ่านพิกัดให้ละเอียดถึง 100 เมตร ไว้ทางขวาพร้อมตัวอย่าง เช่น 123456 เป็นต้น

8.2 ส่วนกลาง เป็นอักษรประจำจัตุรัส 1,000,000 เมตร ที่ครอบคลุมพื้นที่ของแผนที่ระวางนั้น อาจจะมี 1 - 2 ชุด หรือ 4 ชุด แล้วแต่บริเวณทำแผนที่ เช่น TB หรือ UB และมีคำแนะนำหลักการใช้อักษรประจำจัตุรัส 100,000 เมตร พร้อมตัวอย่าง เช่น TB 123456 เป็นต้น

8.3 ส่วนล่าง เป็นเลขอักษรประจำเขตกริด ที่ครอบคลุมพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ 8° ละติจูด x 6° ลองติจูด และคลุมพื้นที่ของแผนที่ระวางนั้นอยู่ด้วย เช่น 48P และมีคำแนะนำหลักการใช้เลขอักษรประจำเขตกริดพร้อมตัวอย่างเช่น 48P TB 123456

9. แผนภาพเดคลิเนชั่น (Declination Diagram)

จะปรากฏอยู่ทางล่างขวาขอบระวาง เป็นแผนภาพประกอบแสดงให้ทราบถึงความแตกต่าง ทางมุมของแนวทิศเหนือจริง แนวทิศเหนือกริดและแนวทิศเหนือแม่เหล็ก ซึ่งผู้ใช้แผนที่จะได้ประโยชน์จากการตรวจสอบแผนภาพ ก่อนที่จะนำแผนที่ไปใช้เกี่ยวกับการวัดมุม เช่น ตรวจสอบเห็นแนวทิศเหนือกริดกับแนวทิศเหนือแม่เหล็ก ซ่อนทับเป็นแนวเดียวกัน หมายความว่ามุมภาคทิศเหนือกริดที่ใช้เครื่องมือวัดมุม วัดบนแผนที่จะเท่ากับมุมภาคทิศเหนือแม่เหล็กที่ใช้เข็มทิศวัดมุมในภูมิประเทศจากตำบลเดียวกัน เป็นต้น (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 7) ดังภาพประกอบ 2.24

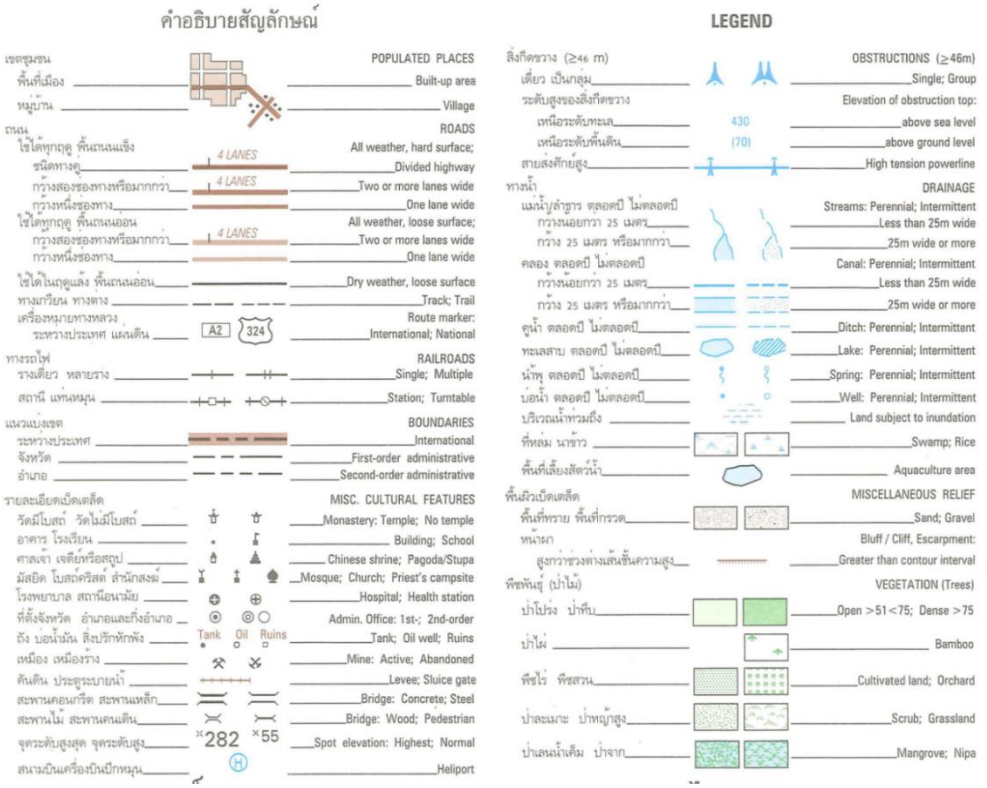


ภาพประกอบ 2.24 แผนภาพเดคลิเนชั่น

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

10. คำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend)

จะปรากฏอยู่ทางล่างซ้ายของขอบระวาง สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายแผนที่แสดงไว้ทั้งหมดพร้อมคำอธิบาย เพื่อต้องการให้ผู้ใช้แผนที่ได้อ่านความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่เขียนไว้บนแผนที่ได้อย่างถูกต้อง สัญลักษณ์ต่าง ๆ นี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปตามชนิด หรือมาตราส่วนของแผนที่ได้เพราะฉะนั้นเพื่อป้องกันการผิดพลาด เมื่ออ่านสัญลักษณ์ใดบนแผนที่จะต้องตรวจสอบคำอธิบายสัญลักษณ์ของแผนที่ระวางนั้นก่อนเสมอ คำอธิบายสัญลักษณ์ ของแผนที่แต่ละระวางมีข้อความสำคัญที่ผู้ใช้แผนที่ควรทราบ คือ ข้อมูลแผนที่รวบรวมถึง พ.ศ.ใด (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 33) เป็นการบอกให้ผู้ใช้แผนที่รู้ว่าข้อมูลเกี่ยวกับภูมิประเทศ โดยเฉพาะสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นที่ปรากฏอยู่บนแผนที่นั้น เป็นข้อมูลที่ได้รวบรวมถึงปี พ.ศ.2543 ลักษณะภูมิประเทศใดที่ไม่เหมือนกับบนแผนที่ แสดงว่าลักษณ์ภูมิประเทศนั้นได้เปลี่ยนแปลงไปหลังจากปี พ.ศ.2543 ดังนั้น ถ้าต้องการให้แผนที่มีข้อมูลถูกต้องสมบูรณ์ ผู้ใช้แผนที่จะต้องเก็บรายละเอียดของภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาบันทึกเพิ่มเติมลงไปในแผนที่ ดังภาพประกอบ 2.25

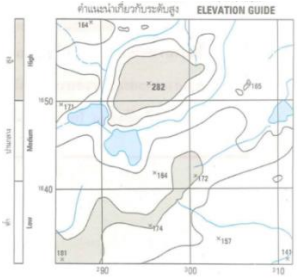


ภาพประกอบ 2.25 คำอธิบายสัญลักษณ์

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

11. คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูง (Elevation Guide)

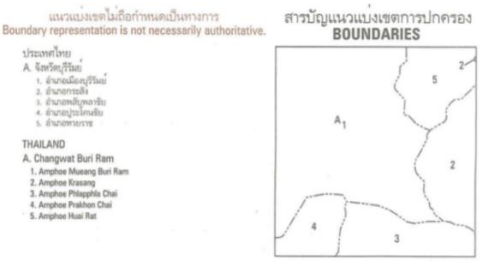
จะปรากฏอยู่ทางล่างขวาของขอบระวาง เป็นแผนภาพประกอบแสดงให้ทราบถึงระดับสูงของพื้นที่บริเวณต่าง ๆ ภายในแผนที่ระวางนั้น โดยใช้ความแตกต่างของความเข้มของสี พร้อมตัวเลขกำหนดความสูง ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่สามารถสังเกตเห็นได้ทันทีว่า แผนที่ระวางที่กำลังพิจารณานั้น บริเวณสูงที่สุดและบริเวณต่ำที่สุด (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 29) ดังภาพประกอบ 2.26



ภาพประกอบ 2.26 คำแนะนำเกี่ยวกับระดับสูง
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

12. สารบัญแสดงเขตการปกครอง (Index to Boundaries)

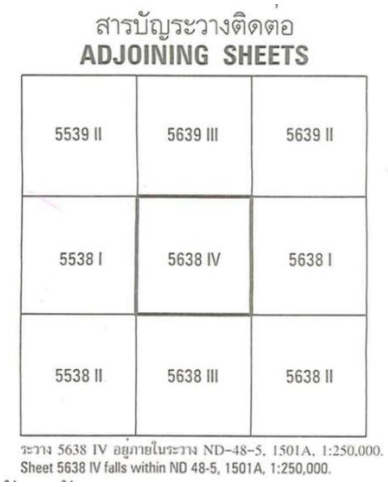
จะปรากฏอยู่ทางล่างขวาของขอบระวาง เป็นแผนภาพแสดงให้ทราบว่า พื้นที่บริเวณที่แผนที่ระวางนั้นครอบคลุมอยู่ในเขตปกครองของประเทศ จังหวัด อำเภอใด โดยในแผนภาพได้แสดงเส้นแบ่งเขตการปกครองไว้แล้ว ใช้ตัวอักษรกำกับพื้นที่ของจังหวัดและใช้ตัวเลขกำกับพื้นที่ของอำเภอ พร้อมทั้งคำอธิบายไว้ในแผนภาพ (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 28) เช่น A. จังหวัดบุรีรัมย์ 1. อำเภอเมือง เป็นต้น ดังภาพประกอบ 2.27



ภาพประกอบ 2.27 สารบัญแสดงเขตการปกครอง
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

13. สารบัญระวางติดต่อ (Index Adjoining Sheets)

จะปรากฏอยู่ทางล่างขวาของขอบระวาง เป็นแผนภาพประกอบแสดง ให้ทราบว่ามีแผนที่ระวางหมายเลขใดบ้างล้อมรอบระวางที่เราใช้อยู่ ประโยชน์ที่ผู้ใช้แผนที่จะได้รับจากแผนภาพนี้ สามารถจะนำแผนที่ระวางต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบมาต่อกับระวางที่ใช้อยู่ได้ เมื่อต้องการศึกษาภูมิประเทศข้างเคียง ส่วนข้อความใต้แผนภาพนี้เป็นคำแนะนำให้ผู้ใช้แผนที่ทราบว่า ถ้านำแผนที่หมายเลขระวางและมาตราส่วนที่ใช้อยู่ไปพิจารณาประกอบลำดับชุด 1501 มาตราส่วน 1 : 250,000 จะต้องใช้ประกอบกับหมายเลขระวางอะไร เช่น ข้อความเขียนว่า ระวาง 5638 IV อยู่ในบริเวณ ND 48–5,1501 A. 1 : 250,000 หมายความว่า ถ้าจะนำแผนที่หมายเลขระวาง 5638 IV ไปพิจารณาประกอบกับแผนที่ยุทธการจะต้องใช้หมายเลขระวาง ND 48–5 ลำดับชุด 1501 A เป็นต้น (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 6) ดังภาพประกอบ 2.28



ภาพประกอบ 2.28 สารบัญระวางติดต่อ
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

14. ศัพทานุกรม (Glossary)

จะปรากฏอยู่ทางล่างขวาของขอบระวาง แสดงไว้ เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่เข้าใจความหมายของ คำที่ใช้ในแผนที่นั้น ๆ ปกติกำหนดขึ้นใช้กับภาษาตั้งแต่สองภาษาขึ้นไป เพื่อจะให้ได้ความหมายของคำต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ทับศัพท์ ซึ่งจะใช้ภาษาอังกฤษสะกดคำออกเสียงเป็นภาษาไทยหรือที่เรียกว่าภาษาคาราโอเกะและมีภาษาอังกฤษกำกับไว้ เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่แปลความหมายจากภาษาอังกฤษที่กำกับไว้ ทำให้เข้าใจแผนที่มากยิ่งขึ้น
(โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 33) ดังภาพประกอบ 2.29

ศัพทานุกรม GLOSSARY

Amphoe . . . . . secondary administrative division
Ban . . . . . village
Changwat . . . . . primary administrative division
Huai . . . . . stream
Khao . . . . . mountain
Khlong . . . . . canal, ditch, stream
La, Nong . . . . . pond
Sathani . . . . . railroad station

ภาพประกอบ 2.29 ศัพทานุกรม
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

15. หมายเลขสิ่งอุปกรณ์ (Stock Number)

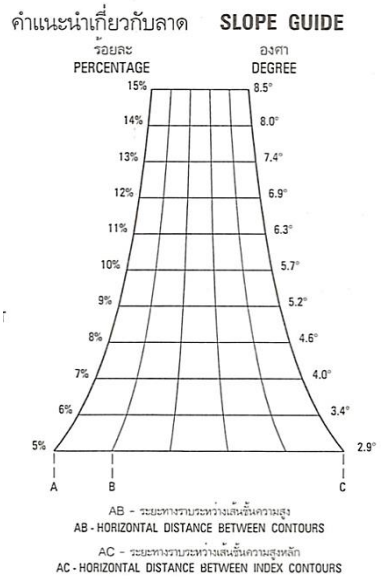
จะปรากฏอยู่ทางล่างขวาของขอบระวาง เป็นหมายเลขรหัสที่ได้จัดเอาหมายเลขลำดับชุด และหมายเลขระวางของแผนที่ระวางนั้นมาเขียนเรียงติดต่อกัน เปลี่ยนเลขโรมันเป็นเลขอารบิค แล้วนำตัวเลขครั้งที่จัดพิมพ์มาเขียนต่อท้าย เพื่อความสะดวกในการคุมแผนที่ของคลังแผนที่ หรือการเบิกจ่ายแผนที่นั่นเอง เช่น RTSD Ref.No. L701805638401 หมายความว่า หมายเลขนี้เป็นหมายเลขรหัสของแผนที่ที่หมายเลขลำดับชุด L7018 ระวาง 5638 IV ซึ่งจัดพิมพ์ครั้งที่ 1 เป็นต้น (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 34) ดังภาพประกอบ 2.30

RTSD Ref. No. L701805638401

ภาพประกอบ 2.30 หมายเลขสิ่งอุปกรณ์
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

16. คำแนะนำเกี่ยวกับลาด (Slope Guide)

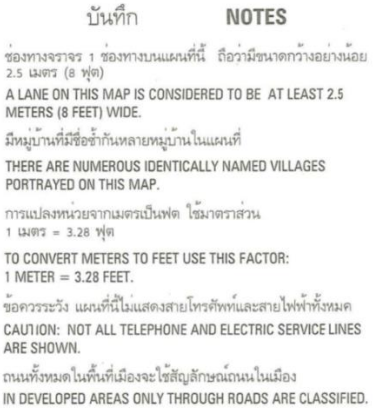
จะปรากฏอยู่ทางล่างขวาของขอบระวางแผนที่ หากผู้ใช้แผนที่ต้องการทราบความลาดชันในแผนที่สามารถหาได้จากแผนภาพ โดยการวัดระยะระหว่างเส้นชั้นความสูงในแผนที่แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแผนภาพ ซึ่ง AB = ระยะทางราบระหว่างเส้นชั้นความสูง และ AC = ระยะทางราบระหว่างเส้นชั้นความสูงหลัก จะได้ค่าความลาดหน่วยเป็นเปอร์เซ็นและองศา (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 60) ดังภาพประกอบ 2.31



ภาพประกอบ 2.31 คำแนะนำเกี่ยวกับลาด
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

17. บันทึก (Note)

ปรากฏอยู่ด้านล่างซ้ายของขอบระวางแผนที่ ติดกับคำอธิบายสัญลักษณ์ อธิบายถึงความกว้างของช่องจราจร การซ้ำกันของชื่อหมู่บ้าน การแปลงหน่วยในแผนที่ และข้อควรระวัง (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 28) ดังภาพประกอบ 2.32



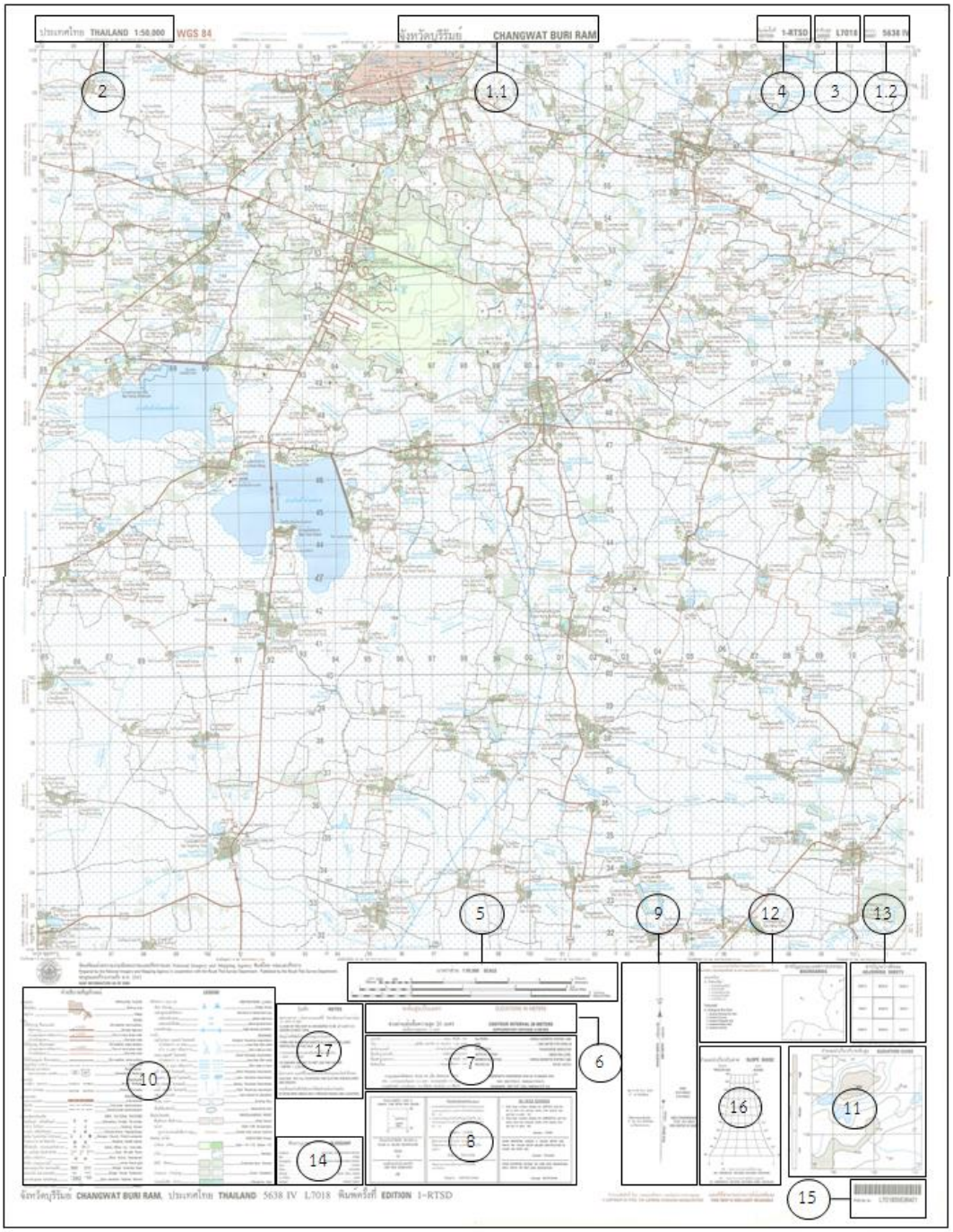
ภาพประกอบ 2.32 บันทึก
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

สรุป

ลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ภูมิประเทศประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบภายในขอบระวางแผนที่ เส้นขอบระวางแผนที่ องค์ประกอบภายนอกขอบระวางแผนที่ แนวจำกัดรายละเอียดแผนที่และขอบแผนที่ ในแผนที่แต่ละระวางมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ องค์กอบภายในและองค์ประกอบภายนอกขอบระวาง โดยที่องค์ประกอบภายในประกอบด้วย สัญลักษณ์ สี ชื่อภูมิศาสตร์และระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง ที่แสดงถึงสภาพภูมิประเทศบริเวณนั้น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบภายนอกขอบระวาง ในการจัดองค์ประกอบของระวางแผนที่ ผู้ผลิตจะมีการจัดเรียงองค์ประกอบให้ครอบคลุม เป็นการสื่อสารให้ผู้ใช้แผนที่เข้าใจและใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน องค์ประกอบแผนที่ทั้งภายในและภายนอกขอบระวางจะมีความสมพันธ์ซึ่งกันและกัน หรือองค์ประกอบภายนอกจะเป็นข่าวที่ใช้อธิบายให้ผู้ใช้แผนที่เข้าใจองค์ประกอบภายในได้ดีมากยิ่งขึ้น ก่อนการใช้งานแผนที่ผู้ใช้ควรศึกษารายละเอียดองค์กอบที่ปรากฏในแผนที่ให้เข้าใจก่อนการใช้งาน เพื่อให้เหมาะสมกับงานและเกิดประโยชน์สูงสุด

คำถามท้ายบทที่ 2

1. จงเติมองค์ประกอบของแผนที่ให้ถูกต้อง พร้อมกับประโยชน์ของแต่ละองค์ประกอบ



2. จงเขียนลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ชุด 1501 S ระวางจังหวัดจันทบุรี มาตราส่วน 1:250,000

3. จงเขียนลักษณะรูปแบบระวางแผนที่ชุด L7018 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์ มาตราส่วน 1:50,000

4. จงอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในและองค์ประกอบภายนอกของแผนที่

ให้นักศึกษาใช้ หลักฐานการทำแผนที่ ตอบคำถาม ข้อ 5 – 8

รูปทรงรี	ระบบ WGS 1984
กริด	ยูทีเอ็ม เขตกริด 48 ระยะห่าง 1,000 เมตร
เส้นโครงแผนที่	ทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์
พื้นหลักฐานทางดิ่ง	ระดับทะเลปานกลาง
พื้นหลักฐานทางราบ	ระบบ WGS 1984
จัดพิมพ์โดย	กรมแผนที่ทหาร 2546

ELLIPSOID	WORLD GEODETIC SYSTEM 1984
GRID	1,000 METER UTM ZONE 48
PROJECTION	TRANSVERSE MERCATOR
VERTICAL DATUM	MEAN SEA LEVEL
HORIZONTAL DATUM	WORLD GEODETIC SYSTEM 1984
PRINTED BY	RTSD 2003

การแปลงค่าพิกัดจาก WGS 84 เป็น INDIAN 1975
กริด : บวกระยะตะวันออก 416 เมตร ลบระยะเหนือ 314 เมตร
ทางภูมิศาสตร์: บวกเส้นแวง 13.0 พิลิปดา ลบเส้นรุ้ง 5.8 พิลิปดา

COORDINATE CONVERSION WGS 84 TO INDIAN 1975
Grid: Add 416m.E., Subtract 314m.N.
Geographic: Add 13.0" Long., Subtract 5.8" Lat.

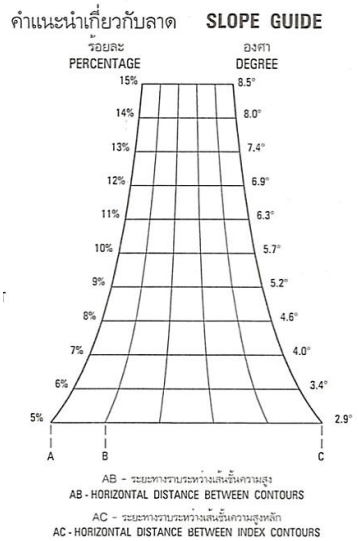
5. จงอธิบายความสัมพันธ์ของหลักฐานการทำแผนที่

6. ให้นักศึกษาตัดความหมายหลักฐานการทำแผนที่ เส้นโครงแผนที่แบบทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์

7. ให้นักศึกษาอธิบายหลักฐานการทำแผนที่ หลักฐานทางดิ่ง ระดับน้ำทะเลปานกลาง

8. ให้นักศึกษาอธิบายหลักฐานการทำแผนที่ กริด ยูทีเอ็ม เขตกริด 48 ระยะห่าง 1,000 เมตร

9. จงอธิบายการใช้งาน คำแนะนำเกี่ยวกับลาด มาพอเข้าใจ



10. ให้นักศึกษาบอกสารบัญระวางติดต่อ ระวาง 6828 I มา 25 ระวาง พร้อมกับวาดภาพประกอบ

1		8	14		19		25
	7			15		20	
2		9	13				24
3		10		**6828 I**		21	23
		11		16			
	6		12				22

เอกสารอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. (2516). **แผนที่ชุด 1501 S ระวาง ND 48-13 จังหวัดจันทบุรี.** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2543). **แผนที่ชุด L 7018 ระวาง 5638 IV จังหวัดบุรีรัมย์.** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2559). **สารบัญแผนที่ชุด 1501 S 1 : 250,000 .** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2560). **สารบัญแผนที่ชุด L 7018 : 50,000 .** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. (2560). **รายละเอียดขอบระวาง.** โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า.

โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร. (2560). **การอ่านแผนที่และรูปถ่ายทางอากาศ.** กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2560). **การจัดทำแผนที่.** กรมแผนที่ทหาร.

ESRI. (2551). **คู่มือการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS.** เข้าถึงเมื่อ 25 เมษายน 2560, จาก http://www.esrith.com/products/arcgis-online/

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 3

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ

ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง **เวลา 4 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง เป็นการบอกพิกัด ณ จุดศึกษา ระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่เที่นิยมใช้กับแผนที่ในปัจจุบัน ได้แก่ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ และระบบพิกัดกริด ซึ่งระบบพิกัดภูมิศาสตร์จะอ้างอิงด้วยค่าละติจูดและลองจิจูดที่มีค่าวัดมุมเป็นองศา ลิปดาและฟิลิปดา ส่วนระบบพิกัดกริดจะมีลักษณะเป็นตารางจัตุรัสมุมฉากที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรง 2 ชุด ที่อยู่ในแนวเหนือ-ใต้และแนวตะวันออก-ตะวันตก แบ่งออกเป็น 60 โซน ประเทศไทยอยู่โซนที่ 47 และ 48

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง ฝึกปฏิบัติการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก ทั้งระบบภูมิศาสตร์และระบบพิกัดกริดบนแผนที่

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งได้
2. ผู้เรียนสามารถอ่านพิกัดแบบภูมิศาสตร์ได้
3. ผู้เรียนสามารถอ่านพิกัดแบบกริดได้
4. ผู้เรียนสามารถหาและกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์และพิกัดกริดบนแผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์
5. มีความตระหนักในระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งแผนที่

กิจกรรมการเรียนรู้

1. อธิบายโดยใช้ สื่อประกอบการเรียน เรื่องระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง
2. แบ่งกลุ่มนักศึกษาเป็น 8 กลุ่ม จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสรุปข้อแตกต่าง ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งทั้ง 2 ระบบ

3. ฝึกปฏิบัติการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกและหาค่าพิกัด ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ โดยใช้แผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์

4. สรุปผลการปฏิบัติการของแต่ละกลุ่ม

5. ทบทวนเนื้อหาและทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการทำแผนที่สามมิติ
2. สื่อการสอน เรื่อง ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง
3. แผนที่ชุด L7018 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์ มาตราส่วน 1 : 50,000

การวัดผลและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม
4. ประเมินผลจากการฝึกปฏิบัติการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกและหาค่าพิกัด ระบบภูมิศาสตร์และระบบพิกัดกริดเป็นรายบุคคล

บทที่ 3
ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง

ในกระบวนการฉายพื้นผิวของโลกลงสู่แผนแบบราบ จะได้เป็นแผนที่ที่แสดงรายละเอียดประเภทจุดและเส้นต่าง ๆ รายละเอียดเหล่านี้จำเป็นที่จะต้องมีระบบพิกัดอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งอย่างแม่นยำและเป็นรูปแบบเดียวกันที่ใช้ได้ทั่วโลก ระบบพิกัดอ้างอิงตำแหน่งมีลักษณะเป็นตารางโครงข่ายที่เกิดจากเส้นตรงสองชุดตัดกันในแนวเหนือใต้และแนวตะวันออกตะวันตกตามแนวของจุดศูนย์กำเนิดที่กำหนดขึ้น สำหรับแผนที่ภูมิประเทศ L 7018 จะมีพิกัดภูมิศาสตร์และพิกัดกริด ขนาดกว้างยาว 2 เซนติเมตร แทนภูมิประเทศจริงเท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร สามารถคำนวณระยะทาง พื้นที่ สะดวกต่อการนำไปใช้ในการคำนวณได้เป็นอย่างดี สำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ที่นิยมใช้กับแผนที่ในปัจจุบัน ได้แก่ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์และระบบพิกัดกริด การคำนวณในแผนที่ทำให้ทราบระยะทางจริงบนภูมิประเทศ โดยใช้มาตราส่วนประจำแผ่นระทางแผนที่ ในแผนที่ภูมิประเทศสามารถหาระยะทางราบและทางดิ่งจึงสามารถหาความลาดชันของแผนที่ภูมิประเทศได้

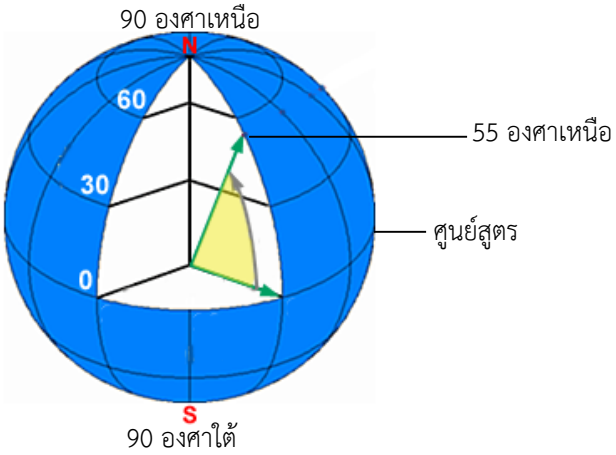
พิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate)

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ เป็นการบอกค่าพิกัดทางราบที่อาศัยค่าละติจูดและลองจิจูด ระบบนี้เป็นระบบที่คิดขึ้นใช้ตั้งแต่สมัยโบราณ ซึ่งนับว่าเป็นระบบที่เก่าแก่ที่สุด ที่ยอมรับนับถือใช้เหมือนกันทุกประเทศในโลกทั้งอดีตและปัจจุบัน คือการบอกตำแหน่งของจุดใด ๆ ถ้าบอกเป็นค่าละติจูดแล้วจะเป็นที่รู้กันทั่วโลกว่าจุดนั้นอยู่ ณ ที่ ใดบนผิวพิภพ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์นี้ ไม่นิยมนำมาใช้ในกิจการทหารของกองทัพ แต่ก็มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาให้เข้าใจเป็นอย่างดี ทั้งนี้ เพื่อใช้ประสานกับเหล่าทัพอื่นที่ใช้ระบบพิกัดนี้ รวมทั้งหน่วยพลเรือนที่เกี่ยวข้องอีกด้วย (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 42)

1. ละติจูด (Latitude)

สมมติให้วงกลมหนึ่งวงอยู่โดยรอบโลกในแนวตะวันออก-ตะวันตก โดยที่ระนาบของวงกลมนี้ตั้งฉากกับแกนโลก ณ จุดกึ่งกลางของแกนนั้น วงกลมนี้แรกว่า ศูนย์สูตร กำหนดให้เป็นละติจูดที่ 0 องศา วงกลมที่อยู่เหนือและใต้ลงมาจากศูนย์สูตรโดยที่ระนาบของวงกลมเหล่านี้ขนานกับศูนย์สูตร วงกลมเหล่านี้คือ ละติจูด ดังนั้น ละติจูดจะมีลักษณะเป็นเส้นวงกลมขนานที่มีขนาดเล็ก

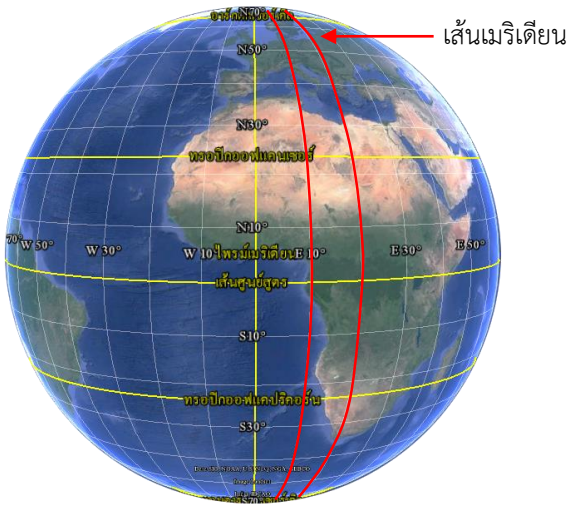
ลงจนกลายเป็นจุดที่ขั้วโลกทั้งสอง การบอกค่าละติจูดต้องบอกเป็นค่ามุม ค่ามุมของละติจูดใด ๆ เป็นค่ามุมที่จุดศูนย์กลางของโลกนับไปตามระนาบดิ่งที่ตัดผ่านแกนของโลก โดยเริ่มจากระนาบศูนย์สูตรไปยังละติจูดนั้น ๆ ค่ามุมละติจูดจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 90 องศา ทั้งซีกโลกเหนือและใต้ ดังนั้น เมื่อเขียนค่ามุมของละติจูดซีกโลกเหนือต้องมีอักษร N (น.) หรือละติจูดซีกโลกใต้มีอักษร S (ต.) กำกับ เพื่อบ่งบอกว่าเป็นละติจูดในซีกโลกใด (โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2560 : 42) ดังภาพประกอบ 3.1 และภาพประกอบ 3.3



ภาพประกอบ 3.1 ค่ามุมละติจูด
ที่มา : กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2558 : 1)

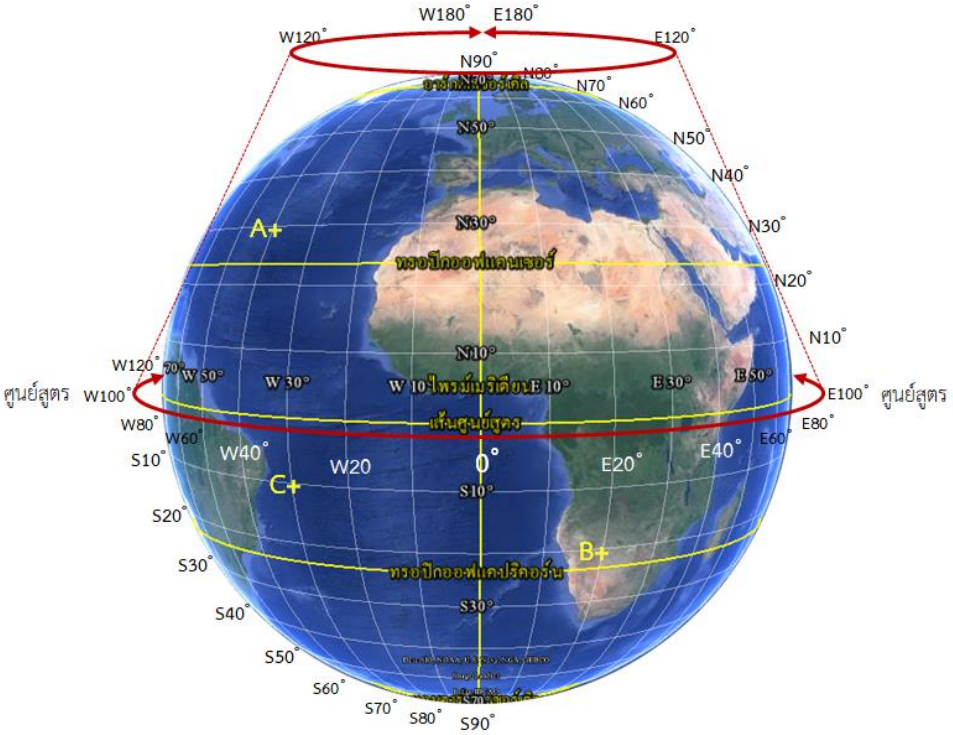
2. ลองจิจูด (Longitude)

สมมติให้วงกลมจำนวนหนึ่งอยู่รอบโลกในแนวเหนือ-ใต้ โดยที่ระนาบของวงกลมเหล่านั้นผ่านแกนของโลกและตั้งฉากกับระนาบของศูนย์สูตร วงกลมเหล่านี้เรียกว่า ลองจิจูด หรือเส้นเมริเดียน กำหนดให้ลองจิจูดที่ผ่านเมืองกรีนิช ประเทศอังกฤษเป็นลองจิจูดที่ 0 องศา หรือเรียกว่า เมริเดียนหลัก การบอกค่าลองจิจูดต้องบอกเป็นค่ามุม ค่ามุมของลองจิจูดใด ๆ เป็นค่ามุมที่จุดศูนย์กลางของโลก นับไปตามระนาบศูนย์สูตร โดยเริ่มนับจากระนาบของเมริเดียนหลักไปยังลองจิจูดนั้น ๆ ค่าลองจิจูดจะมีค่า 0 -180 องศา ทางตะวันออกหรือตะวันตกของเส้นเมริเดียนหลัก ดังนั้น เมื่อเขียนค่ามุมของลองจิจูดในซีกตะวันออกต้องมีอักษร E (ตอ.) และค่ามุมของลองจิจูดในซีกตะวันตกก็มีอักษร W (ตต.) กำกับ เพื่อบ่งบอกว่าลองจิจูดนั้นอยู่ทางตะวันออกหรือทางตะวันตกของเส้นเมริเดียนหลัก (กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 8) ดังภาพประกอบ 3.2 และภาพประกอบ 3.3



ภาพประกอบ 3.2 ค่ามุมลองจิจูด

ที่มา : Google (2015)



ภาพประกอบ 3.3 ค่าละติจูดและค่าลองจิจูด

ที่มา : Google (2015)

พิกัดกริด (Universal Transverse Mercator : UTM)

เป็นระบบการทำแผนที่ ที่ประเทศไทยใช้โดยได้รับความช่วยเหลือจากอเมริกา ระบบ UTM เป็นระบบพิกัด กริดที่ใช้เส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transverse Mercator ของ Gauss-Krueger เป็นการถ่ายทอดรายละเอียดของผิวโลกลงสู่ Projection Surface รูปทรงกระบอก โดยแกนของทรงกระบอกวางตัวในแนวเดียวกับเส้นศูนย์สูตรและตั้งฉากกับแกนขั้วโลก เส้นโครงแผนที่ระบบ UTM เป็นที่นิยมใช้ในแผนที่ในกิจการของทหารของหลายประเทศทั่วโลก ประเทศไทยเราได้นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ UTM เป็นระบบเส้นโครงชนิดหนึ่งที่ใช้ผิวรูปทรงกระบอกเป็นผิว แสดงเส้นเมริเดียนและเส้นขนานละติจูดของโลก โดยใช้ทรงกระบอกตัดโลกระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือถึงละติจูดที่ 80 องศาใต้ (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 14-15)

1. ลักษณะสำคัญพิกัดกริด

1.1 ใช้ร่วมกับเส้นโครงแผนที่แบบทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์ โดยครอบคลุมพื้นที่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 84 องศาเหนือถึงละติจูดที่ 80 องศาใต้

1.2 พื้นที่ระหว่างละติจูดที่ 84 องศาเหนือ ถึงละติจูดที่ 80 องศาใต้ จะถูกแบ่งออกเป็นเขต (Zone) แต่ละเขตจะกว้าง 6 องศา ตามแนวลองจิจูด โดยเขตที่ 1 จะอยู่ระหว่างลองจิจูดที่ 180 องศาตะวันตก กับ 174 องศาตะวันตกนั้น ต่อเนื่องไปทางตะวันออกรอบโลกรวม 60 เขต ซึ่งเขตที่ 60 จะอยู่ระหว่างลองจิจูดที่ 174 องศาตะวันออก กับ 180 องศาตะวันออก

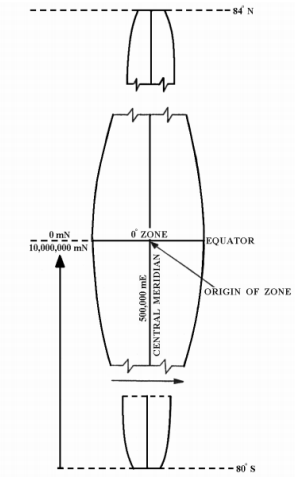
1.3 ในแต่ละเขตมีเส้นเมริเดียนย่านกลาง 1 เส้น ในเขตที่ 1 เส้นเมริเดียนย่านกลาง คือ 177 องศาตะวันตก ซึ่งเส้นเมริเดียนย่านกลางของแต่ละเขตจะตัดกับศูนย์สูตร จุดที่เส้นเมริเดียนย่านกลางตัดกับเส้นศูนย์สูตร เรียกว่า จุดกำเนิด

1.4 พิกัดของจุดกำเนิดในแต่ละเขตมีอยู่ 2 ค่า คือ ค่าและกัดทางเหนือ (Northing) ใช้อักษรย่อ N และค่าพิกัดทางตะวันออก (Easting) ใช้อักษรย่อ E

1.5 พิกัดของจุดศูนย์กำเนิดเป็นค่าสมมติหรือค่าเท็จ (False Value) เพื่อหลีกเลี่ยงค่าพิกัดที่เป็นลบ จึงได้กำหนดค่าพิกัดของจุดกำเนิดในแต่ละเขต ดังนี้

1.5.1 ในซีกโลกเหนือ ค่าพิกัดสมมติทางเหนือ เท่ากับ 0 เมตร ค่าพิกัดสมมติทางตะวันออก เท่ากับ 500,000 เมตร

1.5.2 ในซีกโลกใต้ ค่าพิกัดสมมติทางเหนือ เท่ากับ 10,000,000 เมตร และค่าพิกัดสมมติทางตะวันออก เท่ากับ 500,000 เมตร ดังภาพประกอบ 3.4



ภาพประกอบ 3.4 ค่าพิกัดของจุดศูนย์กำเนิดในแต่ละเขต
ที่มา : โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร (2560 : 13)

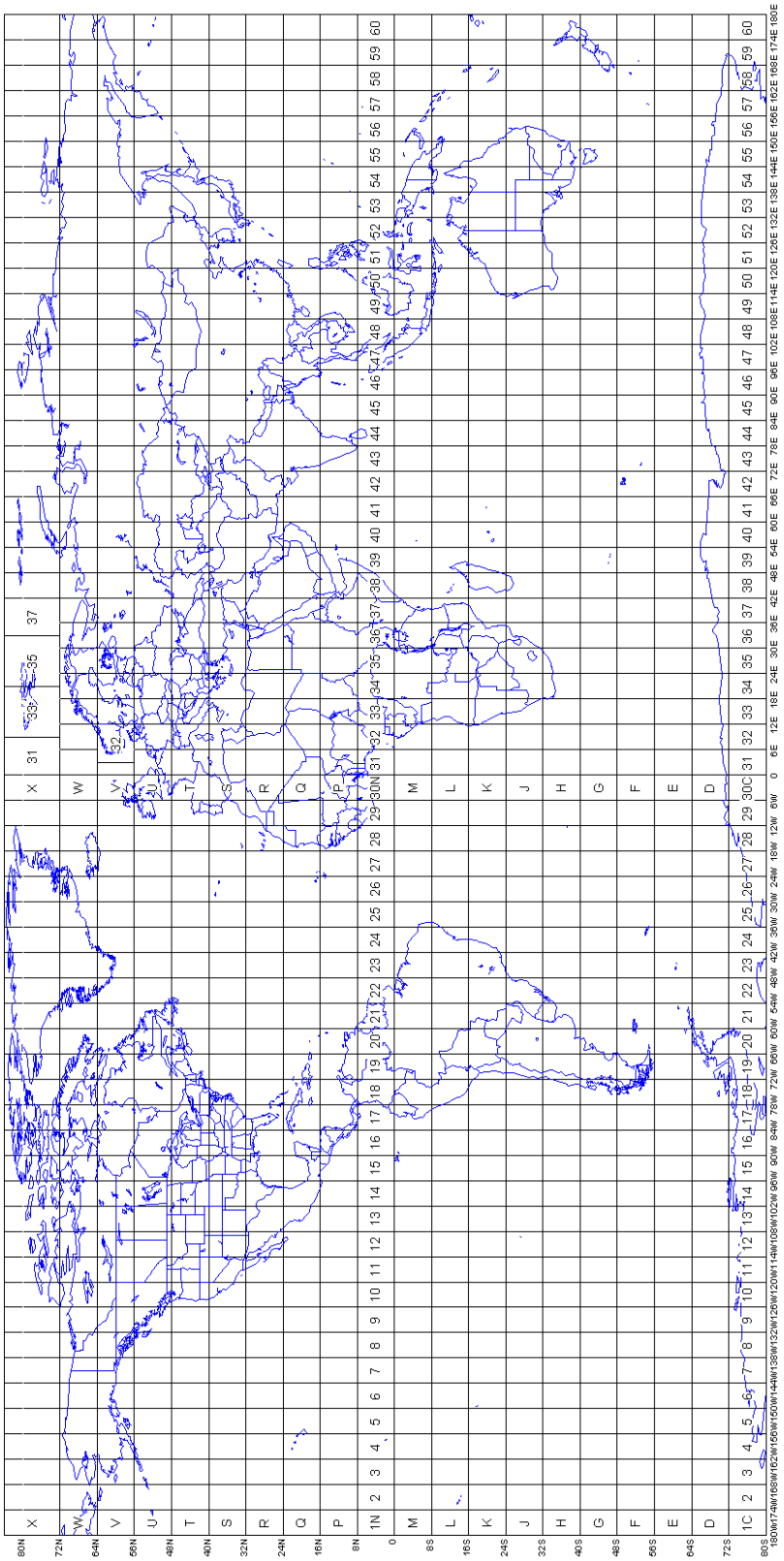
2. เลขอักษรประจำเขตกริด (Grid Zone Designation)

แนวพื้นที่ระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือถึงละติจูด 80 องศาใต้ออกเป็นแถว ๆ ละ 8 องศา โดยเริ่มจากละติจูด 80 องศาใต้ขึ้นไปทางเหนือผ่านศูนย์สูตรไปจนถึงละติจูด 84 องศาเหนือ รวมทั้งหมดได้ 20 แถว โดยที่แถวสุดท้ายคือแถวที่ 20 ระหว่างละติจูด 72 องศาเหนือถึง 84 องศาเหนือ จะมีความยาว 12 องศา หลังจากนั้นจะกำหนดตัวอักษรกำกับประจำแต่ละแถวจากใต้ไปเหนือ โดยเริ่มจากอักษร C ถึง X ยกเว้น I และ O การแบ่งตามข้อ 1.2 ทำให้เกิดรูปสี่เหลี่ยม 6° × 8° และ 6° × 12° การบอกค่าประจำรูปสี่เหลี่ยมถือหลักอ่านไปทางขวาแล้วอ่านขึ้น เช่น 1N, 30P และ 48P ดังภาพประกอบ 3.5

3. การกำหนดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแสนเมตร (100,000 Meter Squares Identification)

การกำหนดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 100,000 เมตร จะทำในแต่ละเขตเท่านั้นไม่เกี่ยวกับเขตอื่น การแบ่งจะเริ่มจากเส้นเมริเดียนย่านกลางของแต่ละเขตไปทางตะวันตก (ทางขวา) และทางตะวันออก (ทางซ้าย) ครั้งละ 100,000 เมตร ใน 1 เขต จะแบ่งได้ 6 ช่องเศษ ห่างไปจากเส้นเมริเดียนย่านกลางข้างละ 3 ช่องเศษ หลังจากนั้นจะแบ่งในแนวระดับบ้าง โดยเริ่มจากศูนย์สูตรขึ้นไปทางเหนือหรือลงมาทางใต้ครั้งละ 100,000 เมตร

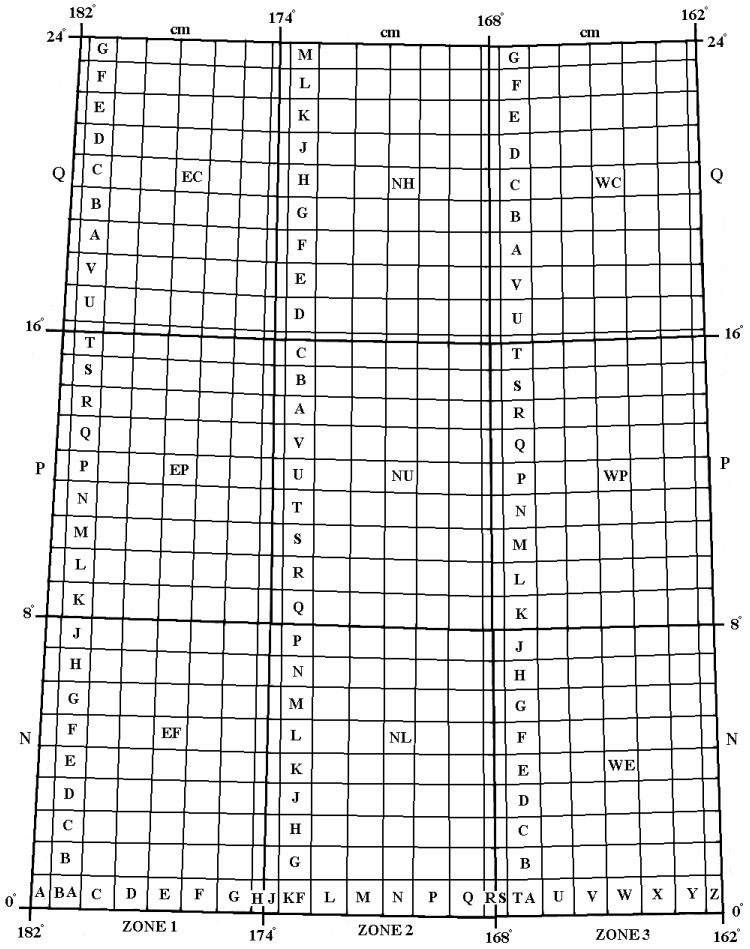
3.1 การแบ่งด้วยวิธีนี้ก่อให้เกิดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 100,000 × 100,000 เมตร ดังนั้นจึงได้กำหนดตัวอักษรประจำจัตุรัสเหล่านั้นในแนวคอลัมน์ โดยเริ่มจากลองจิจูด 180 องศาตะวันตกไปทางตะวันออกทุก ๆ ระยะ 100,000 เมตร กำกับตัวอักษรจาก A ถึง Z ยกเว้น I และ O ซึ่งจะมีชุดตัวอักษรซ้ำกันทุก ๆ 3 เขต



ภาพประกอบ 3.5 ระบบพิกัดกริด

ที่มา : Washington State University (2012 : 4)

3.2 ในแนวนอนเฉพาะเขตหมายเลขคี่จะเริ่มจากศูนย์สูตรขึ้นไปทุก ๆ ระยะ 100,000 เมตร กำกับตัวอักษรจาก A ถึง V ยกเว้น I และ O จะมีชุดตัวอักษรซ้ำกันทุก ๆ ระยะ 2,000,000 เมตร ส่วนเขตหมายเลขคู่เริ่มกำกับตัวอักษร A จากแถวที่อยู่ใต้เส้นศูนย์สูตรลงไป 500,000 เมตร ดังภาพประกอบ 3.6



ภาพประกอบ 3.6 การกำหนดอักษรประจำจัตุรัส 100,000 เมตร
ที่มา : โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (2560 : 44)

การอ่านค่าประจำจัตุรัส 100,000 เมตร ยังคงถือหลักอ่านไปขวาแล้วอ่านขึ้น เช่น KC, LC แต่การบอกอักษรกำกับจัตุรัส 100,000 เมตร เพียงอย่างเดียวมีโอกาสที่จะซ้ำกันได้ ดังนั้นจึงควรกำกับค่าเขตกริดลงไปด้วย เช่น 48Q WE, 47Q NV ดังภาพประกอบ 3.7

ภาพประกอบ 3.7 การกำหนดอักษรประจำจัตุรัส 100,000 เมตร โซนคู่โซนคี่

ที่มา : โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (2560 : 45)

3.3 จัตุรัสหมื่นเมตร (10,000 Meter Square) ในแต่ละจัตุรัส 100,000 เมตร จะถูกแบ่งย่อยออกเป็นจัตุรัสเล็ก ๆ ขนาด 10,000 ×10,000 เมตร นั้นคือ แต่ละด้านของจัตุรัส 100,000 เมตร จะถูกแบ่งออกเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน และกำหนดตัวเลขประจำเส้นกริด

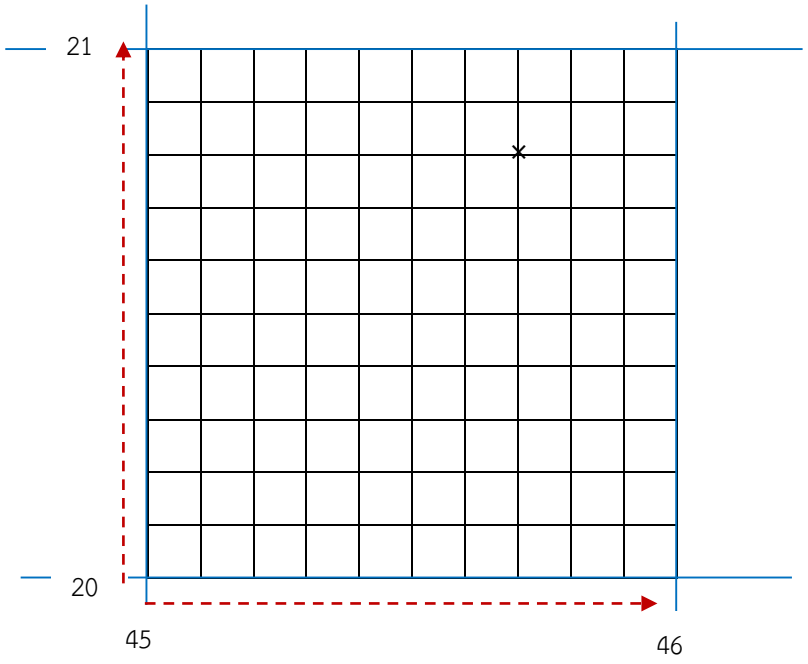
3.4 จัตุรัสพันเมตร (1,000 Meter Square) ในแต่ละจัตุรัส 10,000 เมตร จะถูกแบ่งย่อยออกเป็นจัตุรัสเล็ก ๆ ขนาด 1,000 × 1,000 เมตร นั่นคือ แต่ละด้านของจัตุรัส 10,000 เมตรถูกแบ่งออกเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน และกำหนดตัวเลขประจำเส้นกริด

4. การอ่านค่าพิกัดกริด (โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร, 2560 : 15-16)

4.1 พิจารณาที่ต้องการทราบพิกัดว่าอยู่ในจัตุรัส 1,000 เมตร

4.2 แบ่งด้านทั้งสี่ของจัตุรัส 1,000 เมตร ออกเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน และเชื่อมเส้นตรงระหว่างจุดแบ่งที่ตรงกันข้าม การอ่านค่าพิกัดยังคงถือหลักอ่านไปซ้ายไปขวาและล่างขึ้นบน ซึ่งค่าละเอียดถึง 100 เมตร

4.3 ถ้าต้องการอ่านค่าพิกัดให้ละเอียดถึง 100 เมตร ก็ประมาณด้วยสายตาว่า จุดที่กำลังพิจารณาพิกัดตกอยู่ในส่วนใดของ 1 ส่วนเล็กที่แบ่งละเอียดถึง 100 เมตร คือ 457 207 ในการอ่านพิกัดกริด ถ้าจะบอกค่าพิกัดให้สมบูรณ์ ควรบอกด้วยว่าจุดที่กำลังพิจารณาพิกัดอยู่ในสี่เหลี่ยมเขตกริด 6° × 8° ใดและจัตุรัส 100,000 เมตรใดด้วย เช่น 48P TB 457 207 ดังภาพประกอบ 3.8

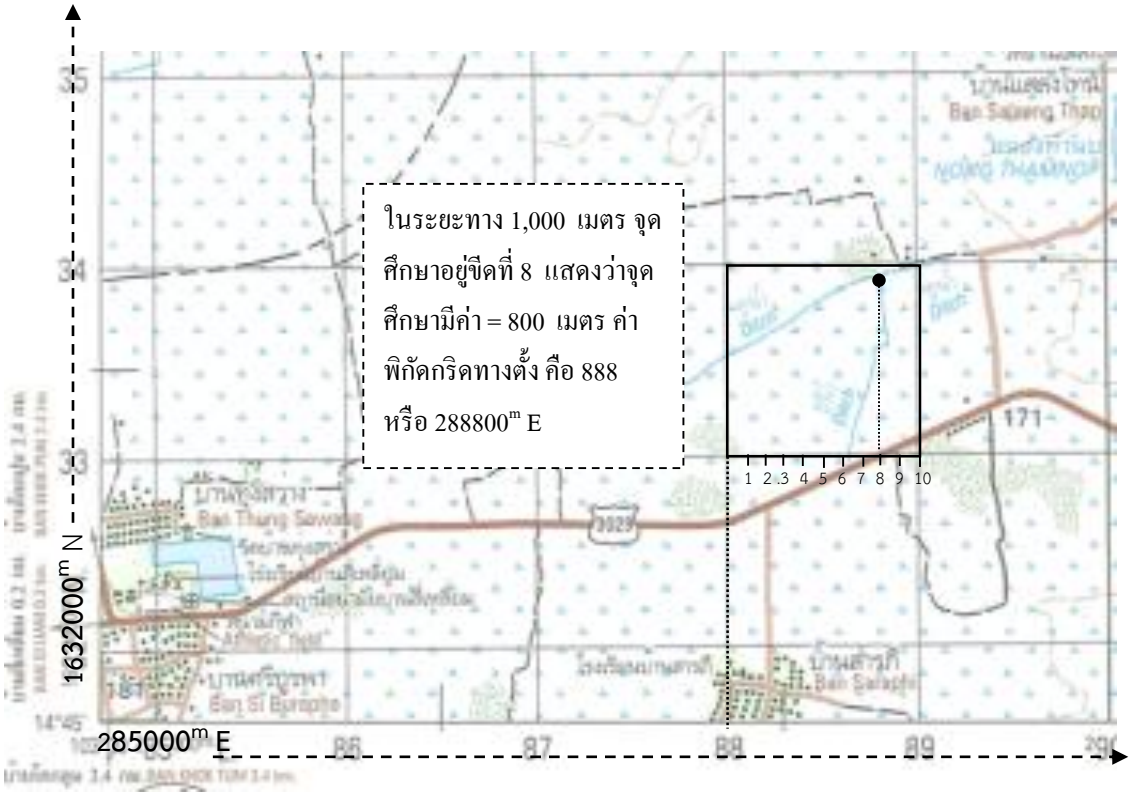


ภาพประกอบ 3.8 การอ่านพิกัดกริด

5. ขั้นตอนการพิจารณาพิกัดกริด

5.1 การอ่านค่าพิกัดกริดทางตั้ง

อ่านตัวเลขใหญ่ประจำเส้นกริดตั้งทางซ้ายของจุด ประมาณระยะ (1,000 เมตร) จากเส้นกริดที่ 88 ถึงเส้นที่ 89 แบ่งออกเป็น 10 ช่องเท่า ๆ กัน จุดพิกัดที่พิจารณาอยู่ประมาณช่องที่ 8 = 800 เมตร ค่าพิกัดกริดทางตั้งที่อ่านได้ คือ 888 (จัตุรัส 100 เมตร) หรือ 48P TB 888 ถ้าบอกเป็นระยะจากศูนย์กำเนิดโซน 48P 288800^{m} E ดังภาพประกอบ 3.9



ภาพประกอบ 3.9 ตัวอย่างการอ่านค่าพิกัดประจำเส้นกริดแนวตั้ง
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

5.2 การอ่านค่าพิกัดกริดแนวนอน

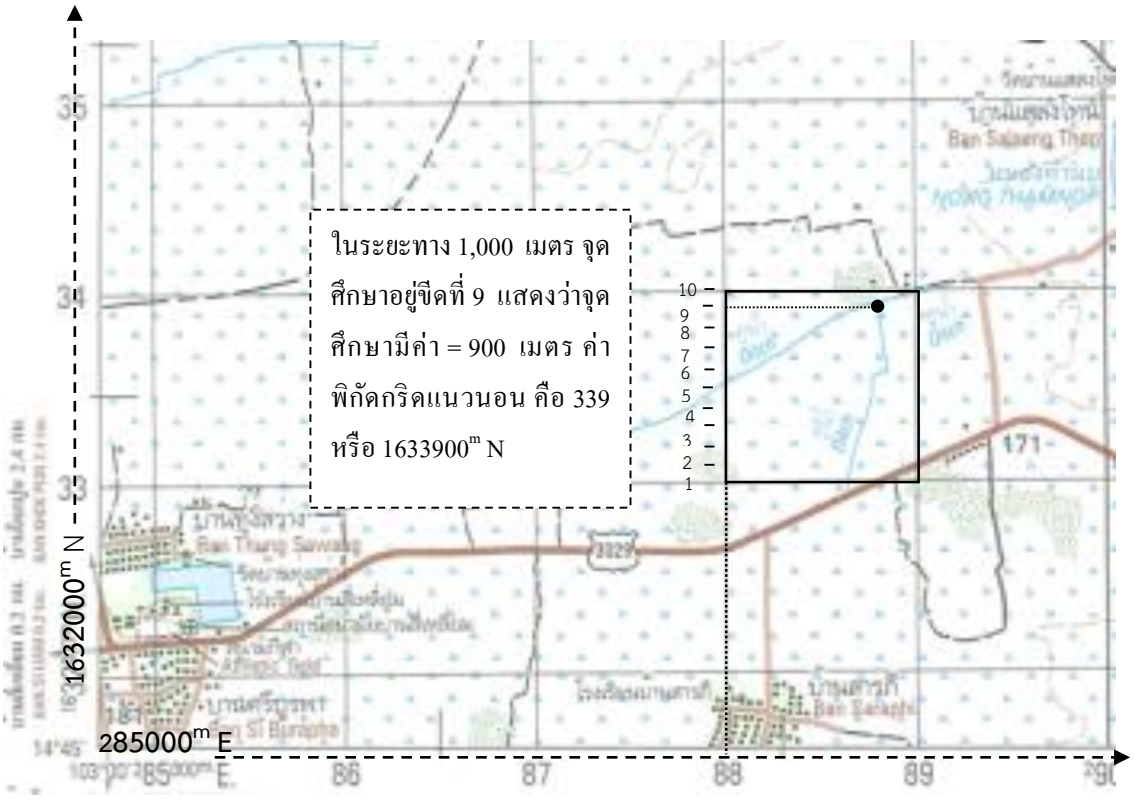
อ่านตัวเลขใหญ่ประจำเส้นกริดตั้งด้านล่างของจุดประมาณระยะ 1,000 เมตร จากเส้นกริดที่ 33 ถึงเส้นที่ 34 แบ่งออกเป็น 10 ช่องเท่า ๆ กัน จุดพิกัดที่พิจารณาอยู่ประมาณช่องที่ 9 = 900 เมตร ค่าพิกัดกริดแนวราบที่อ่านได้ คือ 48P TB 339 (จัตุรัส 100 เมตร) ถ้าบอกเป็นระยะจากศูนย์กำเนิดโซน 48P 1633900m N ดังภาพประกอบ 3.10

ในการอ่านพิกัดกริดให้สมบูรณ์ ควรบอกด้วยว่าจุดที่กำลังพิจารณาพิกัดว่าอยู่ในสี่เหลี่ยม 6° × 8° ใดและจัตุรัส 100,000 เมตรใดจึงจะถูกต้องตามหลักการอ่านแผนที่

เขตกริด 6° × 8° 8 คือ 48P

จัตุรัส 100,000 เมตร คือ TB

เพราะฉะนั้นค่าพิกัดกริด คือ 48P TB 888 339 หรือ ถ้าบอกเป็นระยะจากศูนย์กำเนิดโซน 288800m E 1633900m N



ภาพประกอบ 3.10 ตัวอย่างการอ่านค่าพิกัดประจำเส้นกริดแนวนอน
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

สรุป

ระบบพิกัด สร้างขึ้นเพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่ง ในการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกจากแผนที่ ระบบที่ใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ที่นิยม ได้แก่ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์และระบบพิกัด กริด ระบบพิกัดภูมิศาสตร์เป็นระบบที่อาศัยจากค่าละติจูดแบ่งโลกออกเป็นสองส่วน คือ เหนือ-ใต้ และ ลองจิจูดแบ่งโลกออกเป็นสองส่วนในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก อ่านค่าพิกัดบอกหน่วยเป็นองศา ลิปดา ฟิลิปดา ส่วนค่าพิกัดกริดเป็นลักษณะเส้นในแนวเหนือ-ใต้ ตัดกันเป็นตารางกริด ในซีกโลกเหนือ ค่าพิกัดสมมติทางเหนือ เท่ากับ 0 เมตร ค่าพิกัดสมมติทางตะวันออก เท่ากับ 500,000 เมตร ในซีกโลกใต้ ค่าพิกัดสมมติทางเหนือ เท่ากับ 10,000,000 เมตร และค่าพิกัดสมมติทางตะวันออก เท่ากับ 500,000 เมตร การอ่านค่าจะเริ่มจากกริดโซน จัตุรัส 100,000 เมตร ต่อด้วย จัตุรัส 10,000 เมตร ลงมาจนถึงรายละเอียด จัตุรัส 1,000 เมตร มาตราส่วนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการคำนวณระยะทาง ระยะจริงบนภูมิประเทศ ประกอบกับระทางดิ่ง จึงสามารถหาความลาดชันบนภูมิประเทศจริงได้

คำถามท้ายบทที่ 3

1. ให้อธิบายความหมายและที่มาของพิกัดภูมิศาสตร์ และพิกัดกริด มาโดยละเอียด

2. บอกชื่อภูมิศาสตร์พร้อมพิกัดกริด จำนวน 10 จุด จากแผนที่ L 7018 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์

3. หากนักศึกษาไม่สามารถบอกพิกัดแบบภูมิศาสตร์และพิกัดกริดได้ นักศึกษาจะเลือกใช้วิธีการใดในการบอกตำแหน่งที่นักศึกษาอยู่ พร้อมบอกเหตุผลประกอบ

4. จัตุรัสแสนเมตร จัตุรัสหมื่นเมตร จัตุรัสพันเมตร มีความแตกต่างกันอย่างไร

5. พิกัดกริด มีพิกัดศูนย์กำเนิดทางเหนือและตะวันออก อยู่จุดอ้างอิงใด จงอธิบาย

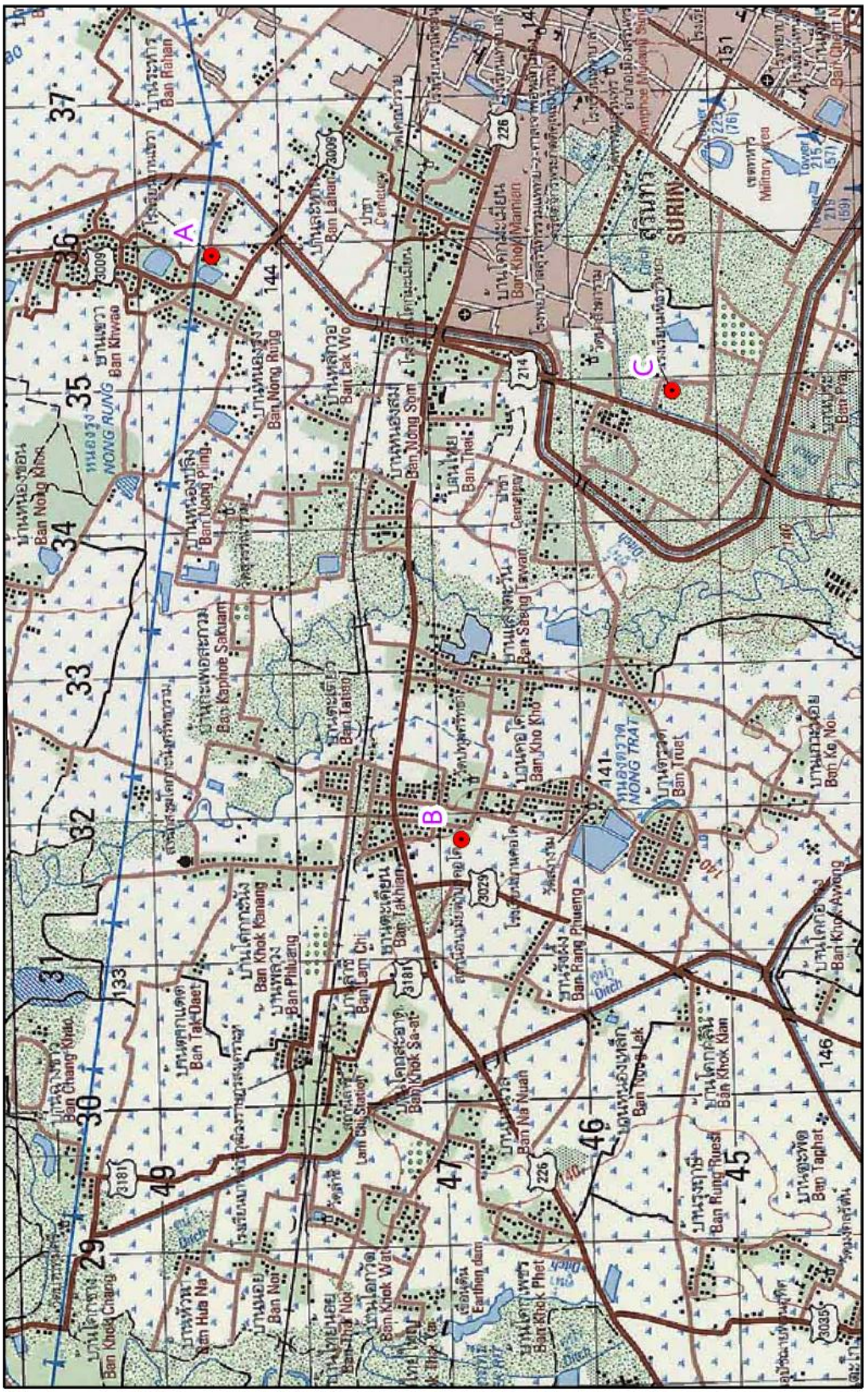
6. ประเทศไทยอยู่ในโซนที่เท่าใด ของรูปแบบพิกัดกริด (UTM)

7. จงบอกความแตกต่างของหน่วย พิกัดภูมิศาสตร์และพิกัดกริด

8. จงเขียนแผนภาพโดยสรุป ระบบอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง

9. จงอธิบายถึงที่มาของการอ่านพิกัดภูมิศาสตร์ ในบริเวณประเทศไทย จะเริ่มต้นอ่านแผนที่บริเวณ “มุมล่างซ้าย”

10. ให้นักศึกษาอ่านค่าพิกัดกริด (UTM) จุด A B C โดยที่แผนที่อยู่ในกริดโซนที่ 48P และอยู่ในจัตุรัส 100,000 ม. UB


A
B
C
SURIN
NONG RUNG
NONG TRAT
Ban Rahan
Ban Khwao
Ban Nong Khot
Ban Nong Ping
Ban Nong Rung
Ban Lahan
Ban Lak Wo
Ban Nong Som
Ban Thai
Ban Saeng Tawan
Ban Kaphoe Sakuam
Ban Tatsoo
Ban Khok Mamiem
Ban Kho Kho
Ban Truet
Ban Ke Noi
Ban Khok Awong
Ban Rang Phueng
Ban Takhian
Ban Lam Chi
Ban Khok Sa-at
Ban Khok Kanang
Ban Phluang
Ban Tak Daet
Ban Chang Khuad
Ban Khok Chang
Ban Hua Na
Ban Noi
Ban Khok Wat
Ban Khok Phet
Ban Na Nuan
Ban Nong Lak
Ban Khok Klan
Ban Rung Ruesi
Ban Taphat
Military area
Tower
Earthen dam
Ditch
Lam Chi Station

เอกสารอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. (2543). **แผนที่ชุด L 7018 ระวาง 5638 IV จังหวัดบุรีรัมย์.** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. (2558). **ระบบพิกัด.** เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2558, จาก http:// www. dnp.go.th/Intranet/arcgis/ls04/004.htm

โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร. (2560). **ความรู้เบื้องต้นในการอ่านแผนที่.** เข้าถึงเมื่อ 21 มีนาคม 2560, จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/gis_km14/gis_km14(32).pdf

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. (2560). ระบบ UTM กริด และระบบการอ้างกริดทางทหาร. โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า.

_____. (2560). รายละเอียดขอบระวาง. โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า.

Google. (2015). **Google Earth.** สหรัฐอเมริกา : Google.

Washington State University. (2012). **2D Maps-TerraServer Aerial Photo and Map Images**. เข้าถึงเมื่อ 6 มิถุนายน 2558, จาก http://www.ruraltech.org/gis/map_info/ 2d_maps/ base_map/images/asp_pages/utm_zones_world.asp

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 4

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ

ภาพตัดขวาง **เวลา 8 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

การสร้างภาพตัดขวาง เป็นการศึกษาภูมิประเทศอย่างละเอียด อาศัยความสูงของภูมิประเทศเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยแผนที่ภูมิประเทศจะแสดงเส้นชั้นความสูงพร้อมกับความสูงกำกับไว้เสมอ ในการสร้างภาพตัดขวางจะสร้างมาตราส่วนแนวดิ่งขยายเกินจริง 2-5 เท่า เพื่อให้เห็นลักษณะภูมิประเทศที่ชัดเจน โดยใช้ความสูงในแผนที่ ได้แก่ เส้นชั้นความสูง สามารถจำแนกได้ 5 ประเภท คือ เส้นชั้นความสูงหลัก เส้นชั้นความสูงย่อย เส้นชั้นความสูงแทรก เส้นชั้นความสูงแอ่งต่ำ และเส้นชั้นความสูงประมาณค่า

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเส้นชั้นความสูง เข้าใจการสร้างภาพตัดขวางจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนต่าง ๆ คำนวณมาตราส่วนแนวดิ่งของภาพตัดขวาง และคำนวณความลาดชันของภูมิประเทศได้ ตลอดจนเห็นความสำคัญของภาพตัดขวางและความลาดชัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ปฏิบัติการหาความสูงในแผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์ได้
2. ผู้เรียนมีความรู้ในการสร้างภาพตัดขวางจากแผนที่ภูมิประเทศ
3. ผู้เรียนสามารถคำนวณมาตราส่วนแนวดิ่งของภาพตัดขวางได้
4. ผู้เรียนสามารถคำนวณความลาดชันของภูมิประเทศได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. แจกแผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์ให้นักศึกษา สนทนาซักถามเรื่องเส้นชั้นความสูงและภาพตัดขวาง
2. นักศึกษาศึกษาภาพตัดขวาง จากเอกสารประกอบการสอนการทำแผนที่สามมิติ

3. อธิบายพร้อมใช้สื่อประกอบการเรียน เรื่องภาพตัดขวาง ประกอบการอธิบาย

4. ใช้กระดาษลอกลายวาดเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 บริเวณภูเขาไฟกระโดง

5. สร้างภาพตัดขวางจากเส้นชั้นความสูงขยายเกินจริง 2 เท่า คำนวณมาตราส่วนแนวดิ่งของภาพตัดขวางและคำนวณความลาดชัน

6. ทบทวนเนื้อหาและทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการทำแผนที่สามมิติ
2. แผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์
3. กระดาษลอกลาย
4. ไม้บรรทัด

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายบุคคล

บทที่ 4
ภาพตัดขวาง

การศึกษาลักษณะภูมิประเทศโดยทั่ว ๆ ไป จากเส้นชั้นความสูงก็ถือว่าเพียงพอแล้วแต่บางกรณีเราอาจจะต้องการทราบลักษณะภูมิประเทศอย่างละเอียด เพื่อวางแผนในการสำรวจภูมิประเทศ จำเป็นจะต้องสร้างภาพตัดขวางขึ้นมา ภาพตัดขวางจะทำให้เรามองเห็นลักษณะภูมิประเทศโดยรวม ความลาดชั้น เนินเขา หุบเขา ร่องน้ำ ความสูง และสภาพการมองเห็น นอกจากนี้ภาพตัดขวางยังใช้ประโยชน์ทางด้านก่อสร้าง ในการพิจารณาการวางระดับของแนวถนน ทางรถไฟ การวางท่อน้ำหรือท่อน้ำมัน และยังช่วยในการคำนึงถึงปริมาณของดินในการเพิ่มหรือถมอีกด้วย ภาพตัดขวางเป็นจึงเป็นตัวแทนของลักษณะภูมิประเทศ เพื่อใช้ศึกษาความสูงต่ำของภูมิประเทศอย่างละเอียด รวมกับข้อมูลภูมิประเทศด้านอื่น ๆ เพื่อให้เข้าใจลักษณะภูมิประเทศมากขึ้น เป็นข้อมูลที่สำคัญในการวางแผนในการจัดการพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ในการสร้างภาพตัดขวาง นอกจาก จะเป็นภาพตัดขวางของภูมิประเทศโดยรวมแล้ว สามารถคำนวณความลาดชันของภูมิประเทศโดยอาศัยเส้นชั้นความสูงของภูมิประเทศ หรือเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 และ 1 : 250,000 แผนที่พื้นฐานของประเทศไทย ผลิตโดยกรมแผนที่ทหาร

ความสูงของภูมิประเทศ

1. การแสดงความสูงภูมิประเทศ

การแสดงความสูงต่ำของพื้นผิวภูมิประเทศในแผนที่ซึ่งไม่ใช่งานที่ง่ายนัก อย่างไรก็ตามนักแผนที่ได้คิดวิธีการที่จะแสดงความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศในแผนที่ ซึ่งวิธีการดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วิธีการเชิงปริมาณ และ วิธีการเชิงคุณภาพ (ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์, 2552 :37)

1.1 วิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative method) เป็นวิธีการที่แสดงความสูงต่ำของพื้นผิวลักษณะภูมิประเทศด้วยระดับสูง เช่น จุดกำหนดสูง เส้นชั้นความสูง และแถบสี มีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้

1.1.1 จุดกำหนดสูง (Spot Height) คือ จุดที่แสดงบนแผนที่บอกให้ผู้อ่านและผู้ใช้แผนที่ทราบว่าจุดสูงสุดบริเวณภูเขาลูกนี้มีความสูงหรือต่ำกว่าพื้นหลักฐานเท่าใด จุดกำหนดสูงจะแสดงบริเวณยอดเขา ซึ่งจะกำหนดความสูงเป็นแบบกากบาทและแบบจุด เช่น x 282 และ x 185

นอกจากนี้ยังอยู่บริเวณตำแหน่งอื่นที่สามารถใช้อ้างอิงโยงยึด เช่น กรณีสำรวจรังวัดทำโครงร่างสามเหลี่ยมจะโยงยึดจากจุดกำหนดสูง ที่หมุดหลักฐาน โดยจะแสดงตัวอักษรและตัวเลขกำกับความสูง เช่น MB X717 และตัวเลขกำหนดความสูงทั้งสองแบบ ถ้าเป็นสีน้ำตาลแสดงว่าจุดความสูงนั้นยังไม่ได้ตรวจสอบภาคสนาม ส่วนตัวเลขสีดำแสดงว่าจุดความสูงนั้นได้รับการตรวจสอบแล้ว

1.1.2 เส้นชั้นความสูง (Contour Line) คือ เส้นสมมติที่ลากไปตามพื้นภูมิประเทศ ผ่านจุดที่มีระดับความสูงต่าง ๆ โดยมีพื้นหลักฐานเป็นระดับทะเลปานกลาง ในแผนที่ภูมิประเทศ เส้นชั้นความสูง แสดงด้วยสีน้ำตาล และมีสีน้ำตาลเข้มในกรณีที่เป็นเส้นชั้นความสูงหลัก

1.1.3 แถบสี (Layer Shading and Tinting) เป็นการใช้แถบสีมาตรฐานตามมาตราส่วนสี (Color Scale) โดยจะระบายสีตามความหนักเบาของสีเป็นชุด หรือลำดับการเลือกสีชุดนั้นแต่ละสีจะอยู่ในช่วงระดับความสูงใกล้ ๆ กับแถบสีค่อย ๆ เปลี่ยนค่าสีเพิ่มขึ้นทีละน้อย โดยเพิ่มความเข้มมากขึ้นตามลำดับความสูง โดยคำนึงถึงความกลมกลืนกับลักษณะธรรมชาติที่ปรากฏ ส่วนการเลือกสีเป็นลำดับ คือการใช้สีเดียวแต่จัดลำดับจากอ่อนไปหาสีเข้มที่สุด แถบสีนั้นจะแสดงค่าของสีให้มีส่วนสัมพันธ์กับความสูง

1.2 วิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Method) เป็นวิธีการที่พยายามจะแสดงความสูงต่ำของพื้นผิวภูมิประเทศให้เห็นเป็นภาพสามมิติ ดังนั้น วิธีการนี้จึงมีแนวโน้มที่จะแสดงความสูงต่ำด้วยภาพ เช่น เส้นลายขวานสับ การแรเงา มีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้

1.2.1 เส้นลายขวานสับ (Hachure) คือ เส้นขีดสั้น ๆ ตามความหนาและระยะของเส้นแตกต่างกันแทนค่าความสูงต่ำของภูมิประเทศ ขีดตามทิศทางการลาดเทของภูเขา มี 2 แบบ คือ บริเวณที่ลาดชันลายขวานสับจะหนาและสั้น บริเวณลาดชั้นน้อยเส้นลายขวานสับจะเล็กและยาว อีกประเภทหนึ่งด้านที่รับแสงจะขีดเส้นเล็กและบาง ด้านที่ไม่โดนแสงจะขีดเส้นหนักและหนา ลักษณะเช่นนี้จะทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแสดงเป็น 3 มิติ

1.2.2 แรเงา (Shading) เป็นวิธีการแสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศ โดยสมมติให้มีแสงสาดส่องจากด้านบน มีส่วนหนึ่งของภูมิประเทศมีเงาบดบังอยู่ ดังนั้น พื้นผิวในแนวระดับจึงเป็นสีขาว บริเวณที่มีความลาดเทจะมีสีเข้ม และเข้มมากตามความชันของความลาดเท โดยใช้ทฤษฎีการแรเงาให้แสงจากมุมบนด้านซ้ายของแผนที่ทำมุม 45 องศา ภูมิประเทศที่ถูกแสงจะสว่างเป็นพื้นที่สีขาวส่วนด้านที่ไม่โดนแสงจะเกิดเป็นเงาทึบ

1.2 เส้นชั้นความสูง

ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ (2556 : 38) กล่าวว่า เส้นชั้นความสูง คือ เส้นสมมติที่ลากไปตามพื้นภูมิประเทศบนแผนที่ภูมิประเทศ ผ่านจุดที่มีระดับความสูงเดียวกัน ในแผนที่ภูมิประเทศเส้นชั้นความสูงแสดงด้วยสีน้ำตาลและมีสีน้ำตาลเข้มในกรณีที่เป็นเส้นชั้นความสูงหลัก

เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์ (2544 : 44) กล่าวว่า เส้นที่ลากผ่านจุดต่าง ๆ ในภูมิประเทศที่มีระดับความสูงจากพื้นหลักฐาน (Datum) เท่ากัน โดยใช้หลักฐานทางยืนถือระดับน้ำทะเลปานกลาง เส้นชั้นความสูงที่ลากผ่านจะเรียงลำดับจากต่ำไปสูงสุดและบนสุดจะมีจุดกำหนดสูง เป็นเครื่องหมายกากบาท แสดงและกำกับด้วยเลขบอกความสูงการใช้เส้นชั้นความสูงแสดงลักษณะภูมิประเทศบน แผนที่มองดูบนแผนที่แล้วจะเห็นทรวดทรงคล้ายคลึงกับภูมิประเทศจริง

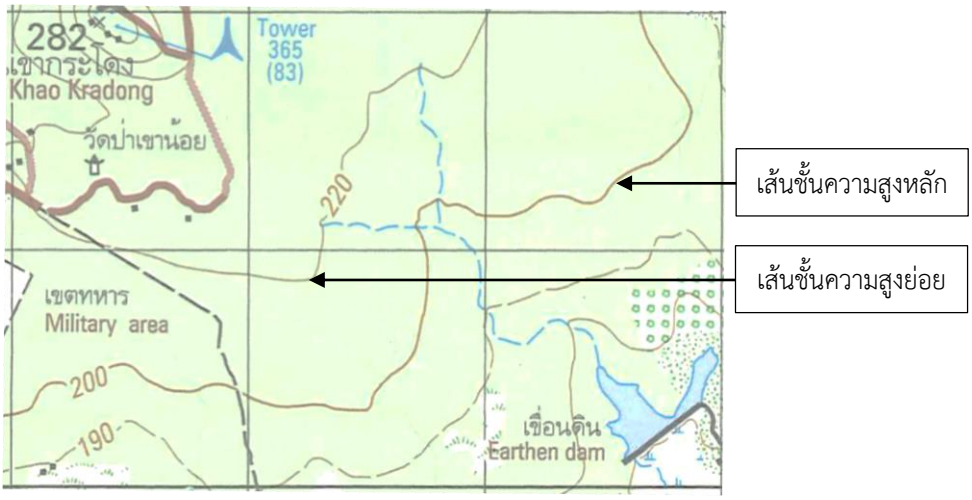
เส้นชั้นความสูง หมายถึง เส้นสมมติที่ลากไปตามพื้นภูมิประเทศ ผ่านจุดที่มีระดับความสูงต่าง ๆ โดยมีพื้นหลักฐานเป็นระดับทะเลปานกลาง แผนที่ภูมิประเทศเส้นชั้นความสูงแสดงด้วยสีน้ำตาล

1.2.1 ประเภทของเส้นชั้นความสูง (Type of Contour) ความสูงสามารถแสดงไว้บนแผนที่ได้หลายวิธี เช่น แสดงด้วยเส้นชั้นความสูงจุดกำหนดความสูง เส้นลายขวานสับ แถบสีแรเงา เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแผนที่แต่ละชนิด ซึ่งอาจแสดงความสูงด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลาย ๆ วิธีรวมกันก็ได้ แต่วิธีที่ให้ค่าความสูงได้ละเอียดและเหมาะสมที่หน่วยงานกรมแผนที่ทหารนำค่าความสูงมาพิจารณาคือ ความสูงที่แสดงด้วยเส้นชั้นความสูง สามารถแบ่งได้ 5 ชนิด (ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์, 2552 : 30)

1.2.1.1 เส้นชั้นความสูงหลัก (Index Contour) คือ เส้นชั้นความสูงเริ่มต้นที่ค่าระดับ 0 เมตรหรือระดับน้ำทะเลปานกลาง มีลักษณะของเส้นชั้นความสูงที่มีความหนามากกว่าเส้นชั้นความสูงเส้นอื่น ๆ แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ผลิตโดยกรมแผนที่ทหาร จะมีเส้นชั้นความสูงหลักเป็นสีน้ำตาลเข้มหนา จะกำกับด้วยตัวเลขหลักร้อยเป็นจำนวนเต็ม เช่น 100 200 300 และ 400 เป็นต้น (ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์, 2552 : 30) ดังภาพประกอบ 4.1

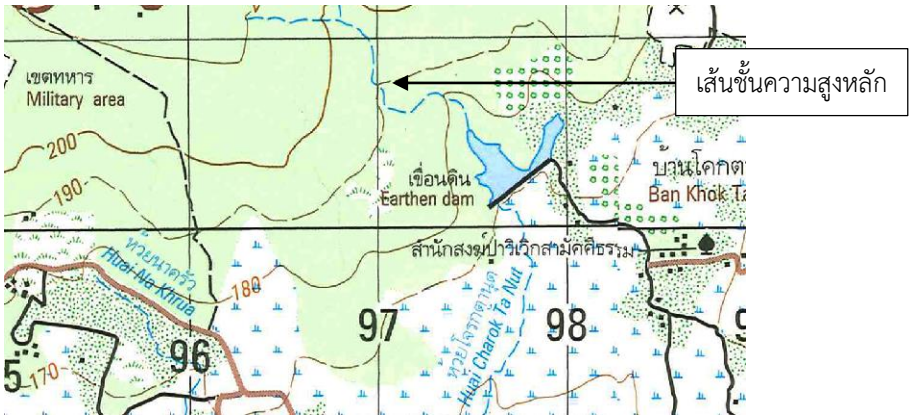
1.2.1.2 เส้นชั้นความสูงย่อยหรือเส้นชั้นความสูงธรรมดา (Intermediate Contour) เป็นเส้นชั้นความสูงที่บอกระบุความสูงย่อยแต่ละชั้นในแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ 1 : 50,000 มีความหนาของเส้นน้อยกว่าเส้นชั้นความสูงหลัก มีความสูงชั้นละ 20 เมตร เรียงลำดับตามความต่างเส้นความสูงไปจนถึงเส้นชั้นความสูงหลัก เช่น 20, 40, 60 และ 80 เป็นต้น ในบริเวณที่

ลักษณะภูมิประเทศจำกัดจะไม่เขียนตัวเลขกำกับ ผู้ใช้แผนที่ต้องหาความสูงจากเส้นชั้นความสูงหลักเอง (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 44) ดังภาพประกอบ 4.1



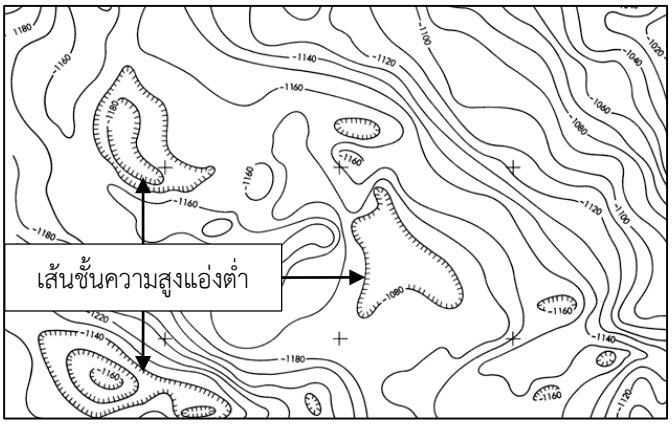
ภาพประกอบ 4.1 เส้นชั้นความสูงหลักและเส้นชั้นความสูงย่อย
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

1.2.1.3 เส้นชั้นความสูงแทรก (Auxiliary Contour) จะปรากฏบนแผนที่อยู่ระหว่างเส้นชั้นความสูงธรรมดาและเส้นชั้นความสูงหลัก จะปรากฏบนแผนที่ 2 กรณี ด้วยกัน คือ กรณีที่ระยะจากความสูงต่ำสุด เช่น จากชายทะเลซึ่งไม่มีค่าความต่างจนไปถึงช่วงชั้นความสูงแรกคือ 20 เมตร ถ้ามีระยะห่างระหว่างจุดที่ไม่มีค่าความต่างกับความสูง 20 เมตร มีพื้นที่กว้างมาก เพื่อให้เห็นลักษณะภูมิประเทศได้ชัดเจน ก็จะใส่เส้นชั้นความสูงแทรกลงไป หรือ กรณีบริเวณที่มีความชันของภูเขามาก ๆ เส้นชั้นความสูงชั้นละ 20 เมตร จะมีความถี่มากก็เติมเส้นชั้นความแทรกลงไป เพื่อสะดวกให้อ่านข้อมูลแผนที่หรือใช้ประโยชน์จากเส้นชั้นความสูงตรวจสอบความลาดชัน ดูทิศทางการไหลของน้ำ หรือเป็นข้อมูลในการทำเขื่อนกักเก็บน้ำ (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 45) ดังภาพประกอบ 4.2



ภาพประกอบ 4.2 เส้นชั้นความสูงแทรก
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2543)

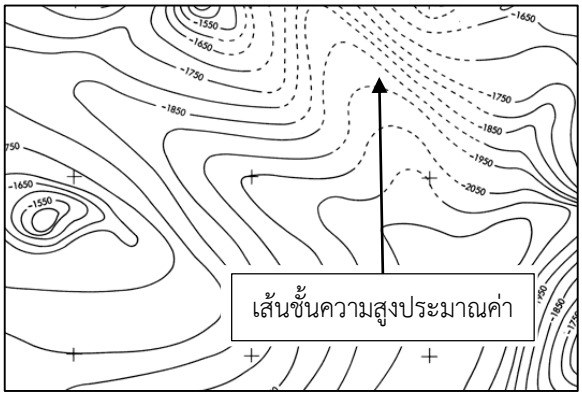
1.2.1.4 เส้นชั้นความสูงแอ่งต่ำ (Depression Contour) ใช้สำหรับแสดงให้ทราบว่าบริเวณใดในแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งต่ำในหุบเขาและพื้นราบ หรือมีพื้นที่ต่ำกว่าบริเวณเขาสูง มักพบแอ่งต่ำในภูเขาที่มีโครงสร้างเป็นหินปูน เนื่องจากโครงสร้างดังกล่าวจะมีการกัดกร่อนได้ง่าย แสดงบนแผนที่ด้วยการขีดเส้นสั้น ๆ ลากตั้งฉากกับเส้นชั้นความสูงที่สุดของขอบแอ่งต่ำ (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 45) ดังภาพประกอบ 4.2



ภาพประกอบ 4.3 เส้นชั้นความสูงแอ่งต่ำ
ที่มา : Charles K Bayne (2008 : 6)

1.2.1.5 เส้นชั้นความสูงประมาณค่า (Approximate Contour) เป็นเส้นชั้นความสูงที่มีการเขียนเส้นชั้นความสูงภูมิประเทศอาจมีบางบริเวณไม่สามารถอ่านค่าความสูงจาก

ภาพถ่าย หรือสำรวจไม่ครอบคลุม ก็จะทำเส้นประต่อจากแนวเส้นชั้นความสูงที่ทราบค่าแล้ว แต่จะพบน้อยมากในแผนที่ปัจจุบัน (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544) ดังภาพประกอบ 4.4



ภาพประกอบ 4.4 เส้นชั้นความสูงประมาณค่า
ที่มา : Charles K Bayne (2008 : 10)

ภาพตัดขวาง

1. ความลาดชัน

1.1ความลาดชัน หมายถึง ความเอียงของภูมิประเทศที่ทำให้เกิดขนาดง่ามมุมกับพื้นระดับ ค่าความลาดชัน คือ อัตราส่วนของความต่างในระยะทางดิ่งระหว่างจุดสองจุด กับระยะทางราบระหว่างจุดสองจุด (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 40)

$$\text{ความลาด} = \frac{\text{ระยะทางดิ่ง}}{\text{ระยะทางราบ}}$$

ระยะทางดิ่ง คือ ความต่างระหว่างความสูงของจุดสองจุดที่พิจารณา เราจะหาระยะในทางดิ่งระหว่างจุดสองจุดได้โดยอ่านจากเส้นชั้นความสูงที่ผ่านจุดทั้งสองในแผนที่ เอาค่าความสูงของจุดที่สูงกว่าตั้งและเอาค่าความสูงของจุดที่อยู่ต่ำกว่าไปลบ จะได้ระยะในทางดิ่งระหว่างจุดสองจุดที่พิจารณา

ระยะทางระดับ คือ ระยะที่วัดในทางราบระหว่างจุดสองจุดที่พิจารณา เมื่อเราวัดได้เท่าไรก็นำไปเปรียบเทียบกับมาตราส่วนของแผนที่ฉบับนั้น เพื่อเปรียบเทียบเป็นระยะทางในภูมิประเทศ (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 40)

1.2 หน่วยความลาดชัน การบอกค่าความลาดชัน บอกได้ 3 หน่วย คือ บอกค่าความลาดชันเป็นเปอร์เซ็นต์ บอกค่าความลาดชันเป็นมิลเลียม และบอกค่าความลาดชันเป็นองศา

1.2.1 การบอกค่าความลาดชันเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสูตรความลาดที่กล่าวมาแล้วคูณด้วย 100 เพื่อให้มีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{ลาดเป็นเปอร์เซ็นต์} = \frac{\text{ระยะทางดิ่ง}}{\text{ระยะทางราบ}} \text{x100}$$

1.2.2 การบอกค่าความลาดชันเป็นมิลเลียม หาได้จากสูตรความลาดคูณด้วย 1,000 เพื่อให้มีค่าเป็นมิลเลียม

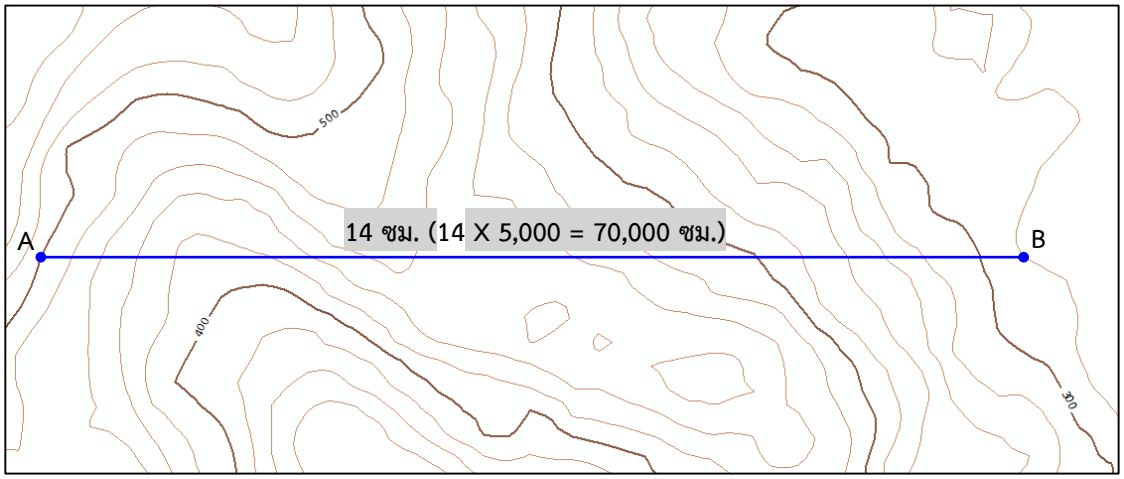
$$\text{ลาดเป็นมิลเลียม} = \frac{\text{ระยะทางดิ่ง}}{\text{ระยะทางราบ}} \text{x1,000}$$

1.2.3 การบอกค่าความลาดชันเป็นองศา หาได้จากสูตรความลาดคูณด้วย 57.3 เพื่อให้มีค่าเป็นองศา

$$\text{ลาดเป็นองศา} = \frac{\text{ระยะทางดิ่ง}}{\text{ระยะทางราบ}} \text{x57.3}$$

1.3 การคำนวณความลาดชัน แผนที่มีมาตราส่วน 1 : 5,000 มีระยะความห่างของเส้นชั้นความสูงหลัก 100 เมตร และเส้นชั้นความสูงธรรมดา 20 เมตร จงหาความลาดชั้นจากจุด A ไปยังจุด B ให้มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ มิลเลียมและองศา ดังภาพประกอบ 4.5

แผนที่มาตราส่วน 1 : 5,000



ภาพประกอบ 4.5 การคำนวณความลาดชันจากเส้นชั้นความสูง มาตราส่วน 1:5,000
ที่มา : ESRI (2013)

1.3.1 ค่าความลาดชันมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสูตรความลาดที่กล่าวมาแล้วคูณด้วย 100 เพื่อให้มีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{ลาดเป็นเปอร์เซ็นต์} = \frac{500 - 280\text{ม.}}{14 \text{ x } 5{,}000\text{ซม.}} \text{x} 100$$

$$= \frac{220\text{ม.}}{70{,}000\text{ซม.}} \text{x} 100$$

$$= \frac{22{,}000\text{ซม.}}{70{,}000\text{ซม.}} \text{x} 100$$

$$= 31.43 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

1.3.2 ค่าความลาดชันมีหน่วยเป็นมิลเลียม หาได้จากสูตรความลาดคูณด้วย 1,000 เพื่อให้มีค่าเป็นมิลเลียม

$$\text{ลาดเป็นมิลเลียม} = \frac{500 - 280\text{ม.}}{14 \text{ x } 5{,}000\text{ซม.}} \text{x} 1{,}000$$

$$= \frac{220\text{ม.}}{70{,}000\text{ซม.}} \text{x} 1{,}000$$

$$= \frac{22{,}000\text{ซม.}}{70{,}000\text{ซม.}} \text{x} 1{,}000$$

$$= 314.29 \text{ มิลเลียม}$$

1.3.3 การบอกค่าความลาดชันมีหน่วยเป็นองศา หาได้จากสูตรความลาดคูณด้วย 57.3 เพื่อให้มีค่าเป็นองศา

$$\text{ลาดเป็นองศา} = \frac{500 - 280\text{ม.}}{14 \text{ x } 5{,}000\text{ซม.}} \text{x} 57.3$$

$$= \frac{220\text{ม.}}{70{,}000\text{ซม.}} \text{x} 57.3$$

$$= \frac{22{,}000\text{ซม.}}{70{,}000\text{ซม.}} \text{x} 57.3$$

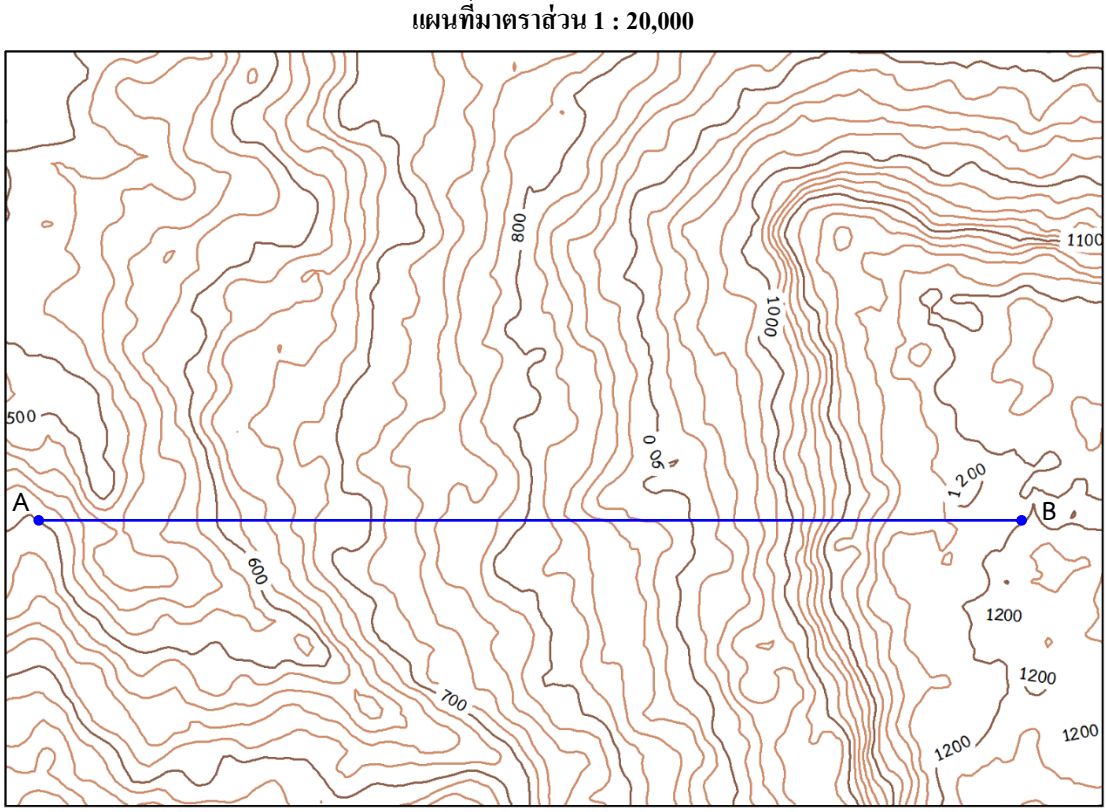
$$= 18 \text{ องศา}$$

2. ภาพตัดขวาง

หมายถึง การนำเอาเส้นชั้นความสูงที่ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ มาสร้างภาพตัดขวางทำให้เกิดทรวดทรง 2 มิติ เกิดเป็นภาพลักษณะภูมิประเทศด้านข้าง ที่สามารถมองจินตนาการถึงลักษณะภูมิประเทศบริเวณนั้นว่าประกอบด้วยแอ่งน้ำ ลำน้ำ หุบเขา เนิน (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 45) ซึ่งมีวิธีการสร้างดังนี้

2.1 การสร้างภาพตัดขวาง

2.1.1 กำหนดแนวเส้นที่ลากตัดผ่านภูมิประเทศบริเวณที่ต้องการสร้างภาพตัดขวางเพื่อดูภาพตัดขวางของภูมิประเทศ จากจุด A ไปยังจุด B โดยกำหนดเป็นเส้นตรง ดังภาพประกอบ 4.6



ภาพประกอบ 4.6 กำหนดบริเวณที่สร้างภาพตัดขวาง จากจุด A ไปยังจุด B โดยกำหนดเป็นเส้นตรง
ที่มา : ที่มา : ESRI (2013)

2.1.2 คำนวณอัตราส่วนในการสร้างภาพตัดขวาง นำแผนที่ 1 : 20,000 มาคำนวณมาตราส่วนด้านสูง (Z) โดยปกติจะขยายเกินจริง เพื่อทำให้วิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของภูมิประเทศได้ดีขึ้น กำหนดมาตราส่วนภาพตัดขวางขยาย 2 เท่า

2.1.3 เทียบบัญญัติไตรยางศ์จากแผนที่มาตราส่วน 1: 20,000 เพื่อสร้างภาพตัดขวางขยาย 2 เท่า

200 เมตร = 1 เซนติเมตร

20 เมตร = $\frac{1}{200}$ x 20

เส้นชั้นความสูงชั้นละ 20 เมตร = 0.1 เซนติเมตร

ภาพตัดขวางขยาย 2 เท่า = 2 × 0.1 ซม.

ดังนั้น อัตราขยายแนวดิ่ง 20 เมตร = 0.2 เซนติเมตร

ถ้า 100 ม. = 0.2 x 5 เซนติเมตร

100 = 1 เซนติเมตร

2.1.4 การประมาณเส้นระนาบเพื่อทำภาพตัดขวาง จากจุด A ไปยัง จุด B โดยให้ดูเฉพาะเส้นชั้นความสูงที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดบริเวณที่เส้น AB ผ่านเท่านั้น จากแผนที่จะเห็นว่าเส้นชั้นความสูงที่สูงที่สุด คือ 1200 เมตร และเส้นชั้นความสูงที่ต่ำที่สุด คือ 540 เมตร คำนวณได้จากสูตร

$$= \frac{\text{เส้นชั้นความสูงสูงสุด - เส้นชั้นความสูงต่ำสุด}}{100\text{ม.}}$$

$$= \frac{1,200 - 540}{100}$$

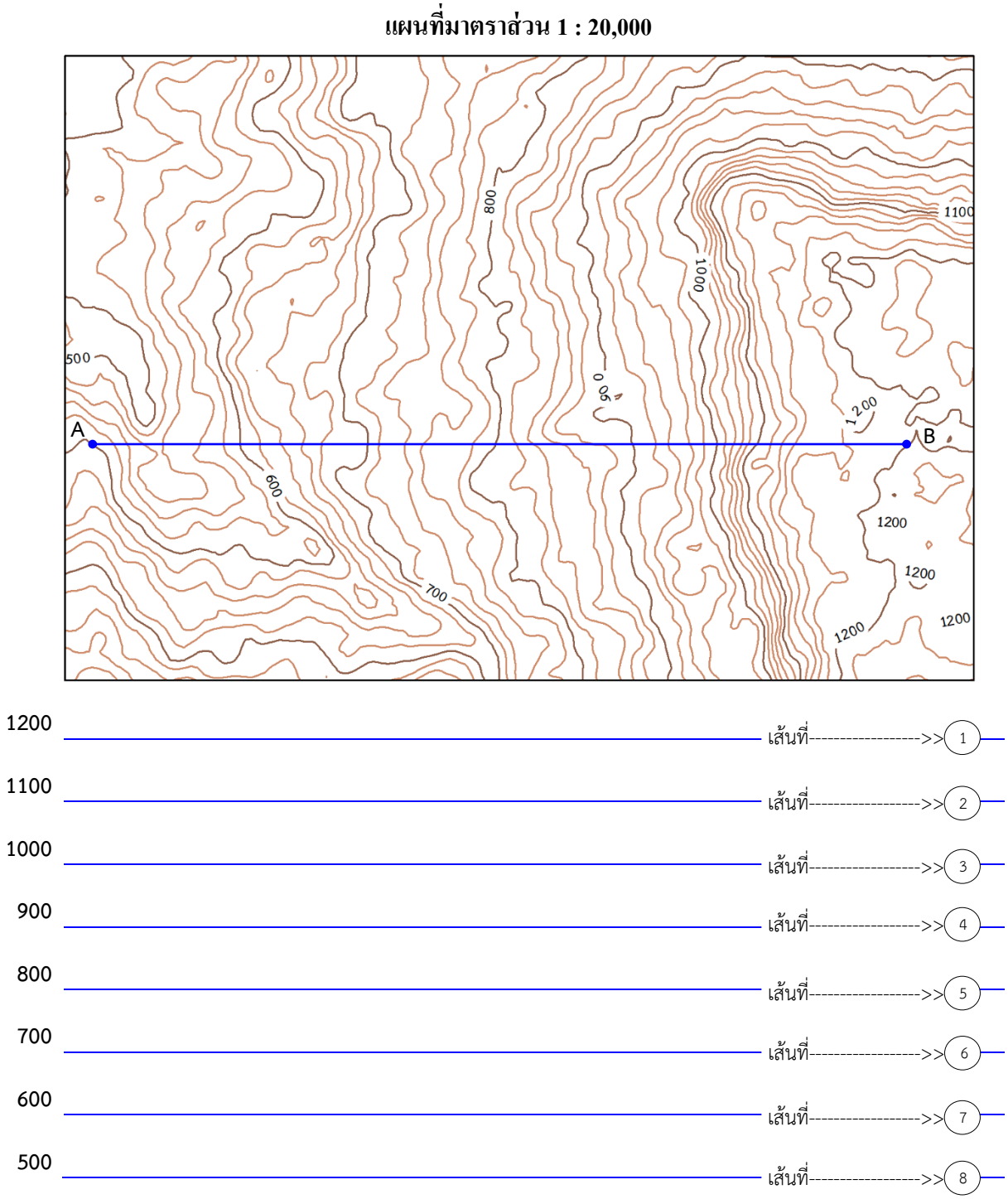
$$= \frac{660}{100}$$

$$= 6.6$$

เส้นระนาบภาพตัดขวาง = 7 เส้น (เพิ่ม 1-2 เส้นเพื่อให้ครอบคลุมค่าความสูง)

2.1.5 สร้างเส้นระนาบตั้งฉากกับขอบแผนที่ ทั้งหมดจากการคำนวณข้อ 2.1.4 ทั้งหมด 8 เส้นๆละ 1 เซนติเมตร และใส่ค่าความสูง จากค่าความสูงมากสุดเริ่มจาก 1200 เมตร ลงไปถึงค่าต่ำสุด 500 เมตร ดังภาพประกอบ 4.7

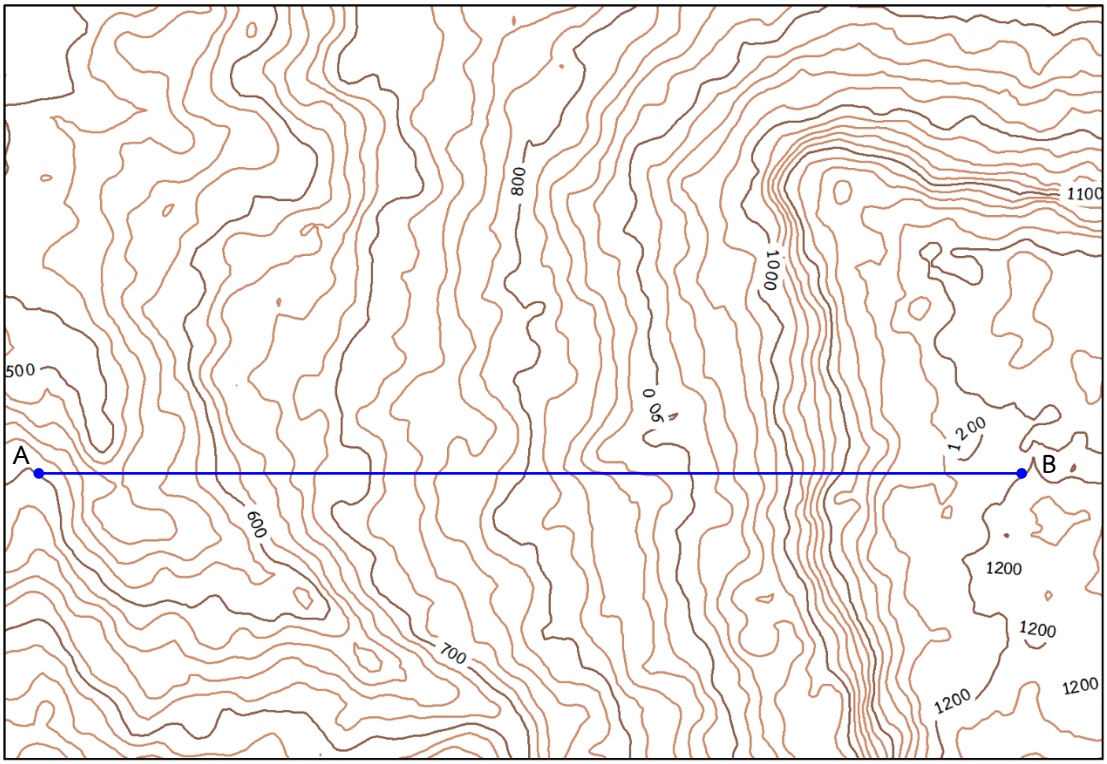
2.1.6 ลากเส้นระนาบย่อย ระยะความสูงจริง 20 เมตรแทนระยะในแผนที่ 0.2 เซนติเมตร เริ่มจากสูงสุด ลดลงไปที่ละ 20 เมตร จะได้เส้นระนาบย่อย เช่น 1180 1160 1140 1120 1080 1060 1040 1020 980 960 940 920 880 860 840 820 780 760 740 720 680 660 640 620 580 560 540 และ 520 เมตร จนถึงเส้นระนาบหลัก 500 เมตร ดังภาพประกอบ 4.8

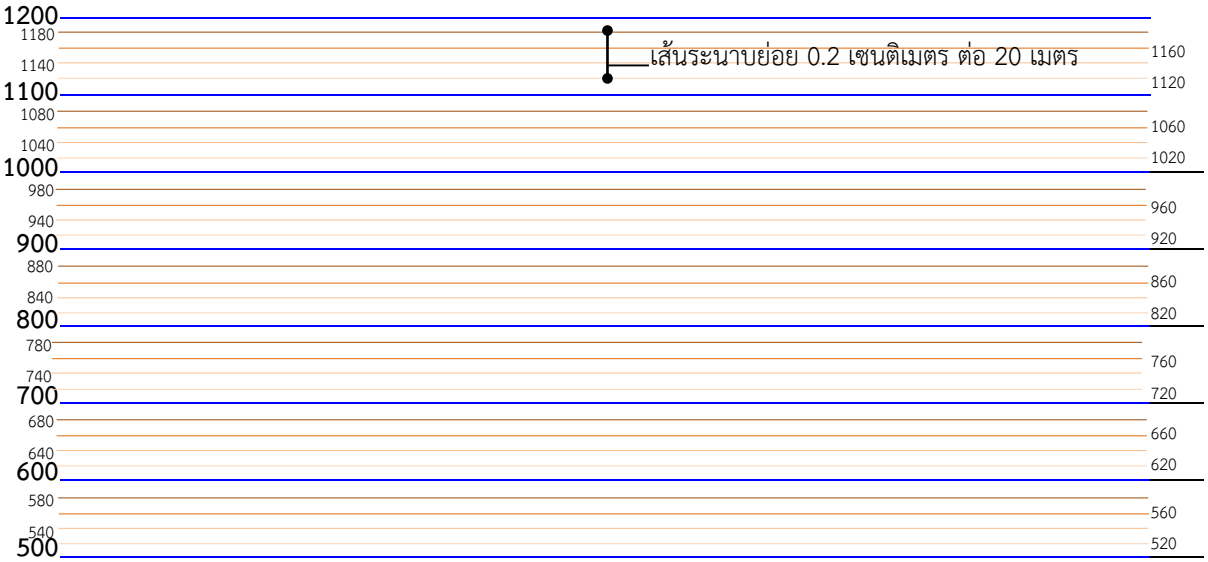


ภาพประกอบ 4.7 การสร้างเส้นระนาบหลักตั้งฉากกับขอบแผนที่

ที่มา : ESRI (2013)

แผนที่มาตราส่วน 1 : 20,000





ภาพประกอบ 4.8 ลากเส้นระนาบย่อย ระยะความสูงจริง 20 เมตร

ที่มา : ESRI (2013)

2.1.7 ลากเส้นตรงหลักจากเส้น AB บริเวณที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงหลัก โดยเริ่มจากจุด A ที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงสีน้ำตาลทึบ มีค่าความสูง 600 เมตร ให้ลากเส้นลงมาตั้งฉากกับเส้นระนาบหลักที่ 600 เมตร และเส้นถัดไปมีค่า 600 700 800 900 1000 1100 และ 1200 เมตร ลากเส้นลงมาตั้งฉากกับเส้นระนาบหลัก 600 700 800 -->1200 เมตร ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 4.9

2.1.8 ลากเส้นตรงย่อยจากเส้น AB บริเวณที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงย่อย โดยเริ่มจากจุด A ที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงย่อยสีน้ำตาล มีค่าความสูง 580 เมตร ให้ลากเส้นลงมาตั้งฉากกับเส้นระนาบย่อยที่ 580 เมตรและเส้นถัดไปมีค่า 560 540 560 580 620 640 660 680-->1180 เมตร ลากเส้นลงมาตั้งฉากกับเส้นระนาบย่อย 560 540 560 580 620 640 660 680-->1180 เมตร ลากเส้นทุกเส้นชั้นความสูงที่ เส้น AB ครบทุกเส้นชั้นความสูง ดังภาพประกอบ 4.10

2.2 คำนวณมาตราส่วนภาพตัดขวาง

2.2.1 การวัดระยะทางในแผนที่ระหว่างเส้นระนาบหลักและระยะความสูงที่ใช้แทนลงไป จากภาพตัดขวางระยะในแผนที่ระหว่างเส้นระนาบหลักวัดได้ 1 ซม. แทนด้วยความสูง 100 เมตร โดยใช้สูตร (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 46) ดังนี้

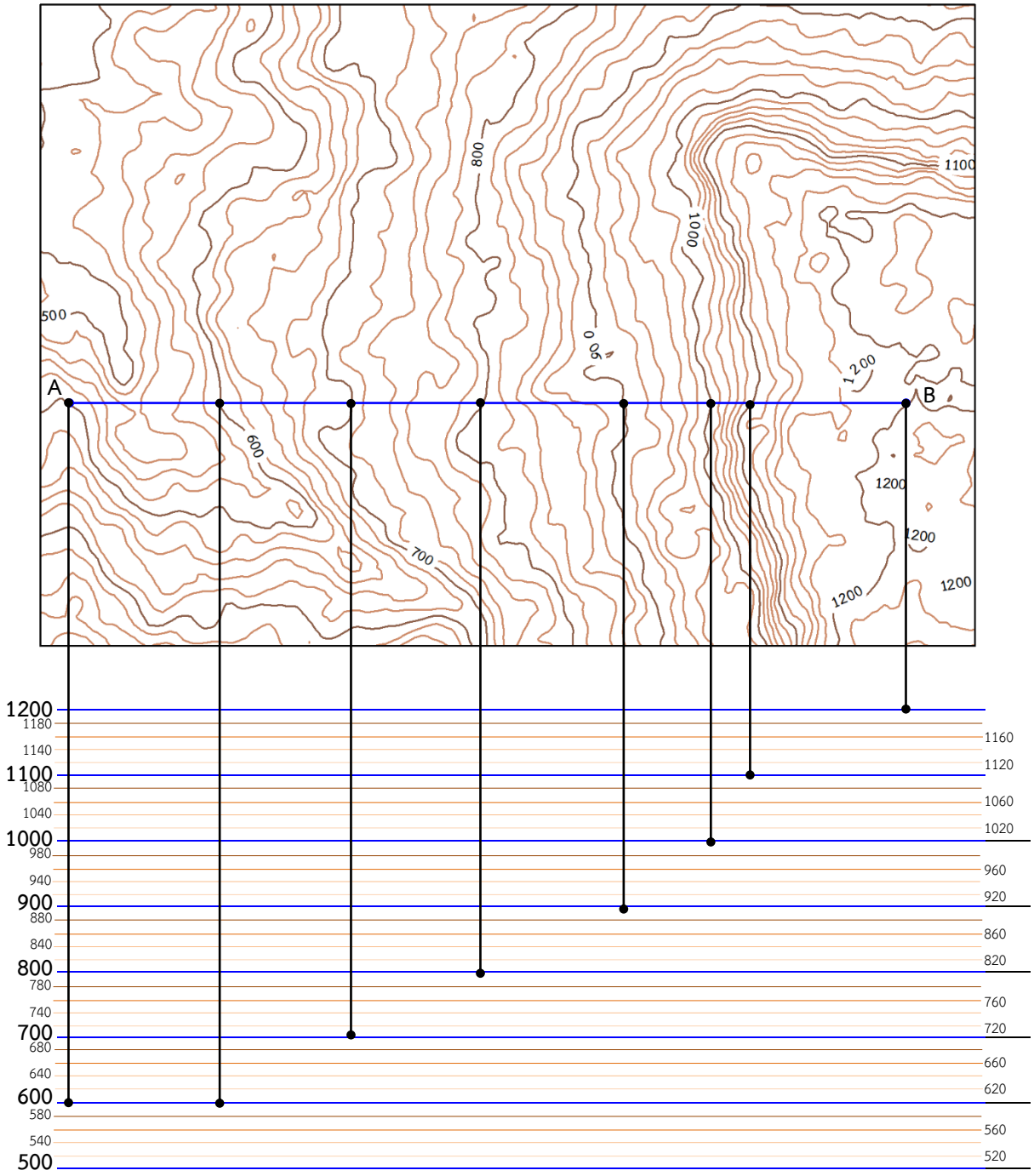
$$\text{มาตราส่วน} = \frac{\text{ระยะทางในแผนที่}}{\text{ระยะทางบนภูมิประเทศ}}$$

$$= \frac{1 \text{ ซม.}}{100 \text{ ซม.}}$$

$$= \frac{1}{10{,}000}$$

2.2.2 หลังจากคำนวณมาตราส่วนภาพตัดขวางให้แสดงลงไปด้านล่างของภาพตัดขวาง เพื่อบอกมาตราส่วนของภาพตัดขวาง ผู้ใช้จะได้เข้าใจในมาตราส่วนระหว่างแผนที่และภาพตัดขวาง จากแผนที่ มาตราส่วน 1:20,000 สร้างภาพตัดขวางขยาย 2 เท่า ทำให้ได้ภาพตัดขวางที่มีมาตราส่วน 1:10,000 ดังภาพประกอบ 4.11

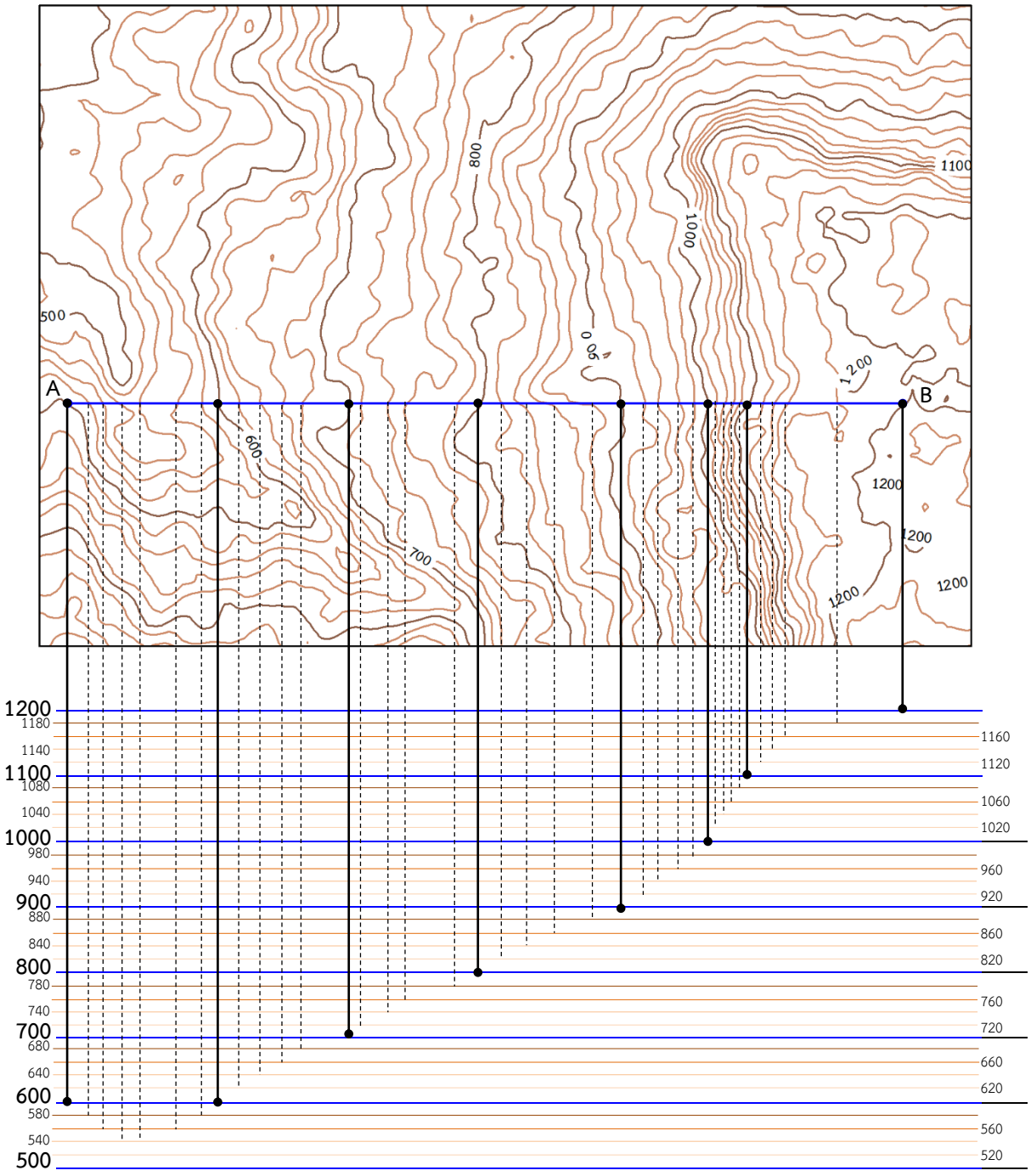
แผนที่มาตราส่วน 1 : 20,000



ภาพประกอบ 4.9 ลากเส้นตรงหลักจากเส้น AB บริเวณที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงหลัก

ที่มา : ESRI (2013)

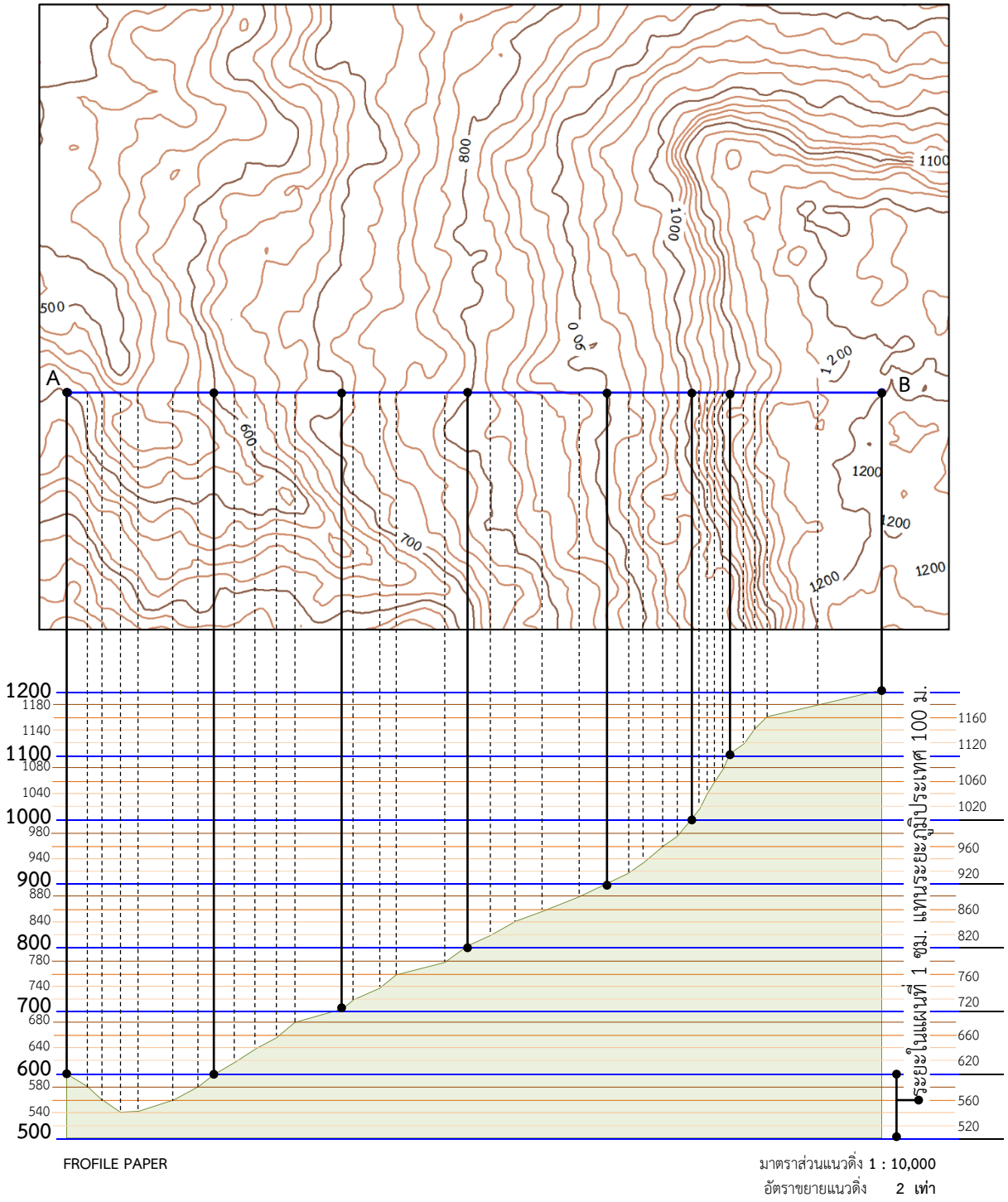
แผนที่มาตราส่วน 1 : 20,000



ภาพประกอบ 4.10 ลากเส้นตรงย่อย จากเส้น AB บริเวณที่ตัดกับเส้นชั้นความสูงย่อย

ที่มา : ESRI (2013)

แผนที่มาตราส่วน 1 : 20,000



ภาพประกอบ 4.11 เติมมาตราส่วนแนวดิ่ง อัตราส่วนขยาย ให้สมบูรณ์

ที่มา : ESRI (2013)

สรุป

การแสดงความสูงในแผนที่สามารถแสดงได้หลายวิธี เช่น วิธีการเชิงปริมาณ ได้แก่จุดกำหนดสูง เส้นชั้นความสูง แถบสี และวิธีเชิงคุณภาพ ได้แก่ เส้นลายขวานสับ แรเงา แต่ที่นิยมแสดงในแผนที่ภูมิประเทศ คือ เส้นชั้นความสูง เส้นชั้นความสูงหลัก เส้นชั้นความสูงย่อย เส้นชั้นความสูงแทรก เส้นชั้นความสูงแอ่งต่ำ และเส้นชั้นความสูงประมาณ การที่จะศึกษาลักษณะภูมิประเทศบริเวณใดบริเวณหนึ่งให้ละเอียด จำเป็นที่จะต้องสร้างภาพตัดขวาง ประกอบกับข้อมูลภูมิประเทศอื่น ๆ เช่น ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำ ดิน หิน แร่ และป่าไม้ นำไปเป็นประโยชน์ในการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศหรือศึกษาอย่างละเอียด จะช่วยให้เข้าใจภูมิประเทศธรรมชาติของพื้นที่และลักษณะเด่นของบริเวณนั้น ได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้น สามารถคำนวณความลาดชันภูมิประเทศที่มีหน่วยเป็น องศา มิลเลียมและองศา ตามลักษณะหน่วยที่ต้องการนำไปใช้งาน ภาพตัดขวางจึงเป็นวิธีการศึกษาภูมิประเทศด้านข้างที่ทำให้เข้าใจภูมิประเทศโดยรวมเป็นอย่างดี

คำถามท้ายบทที่ 4

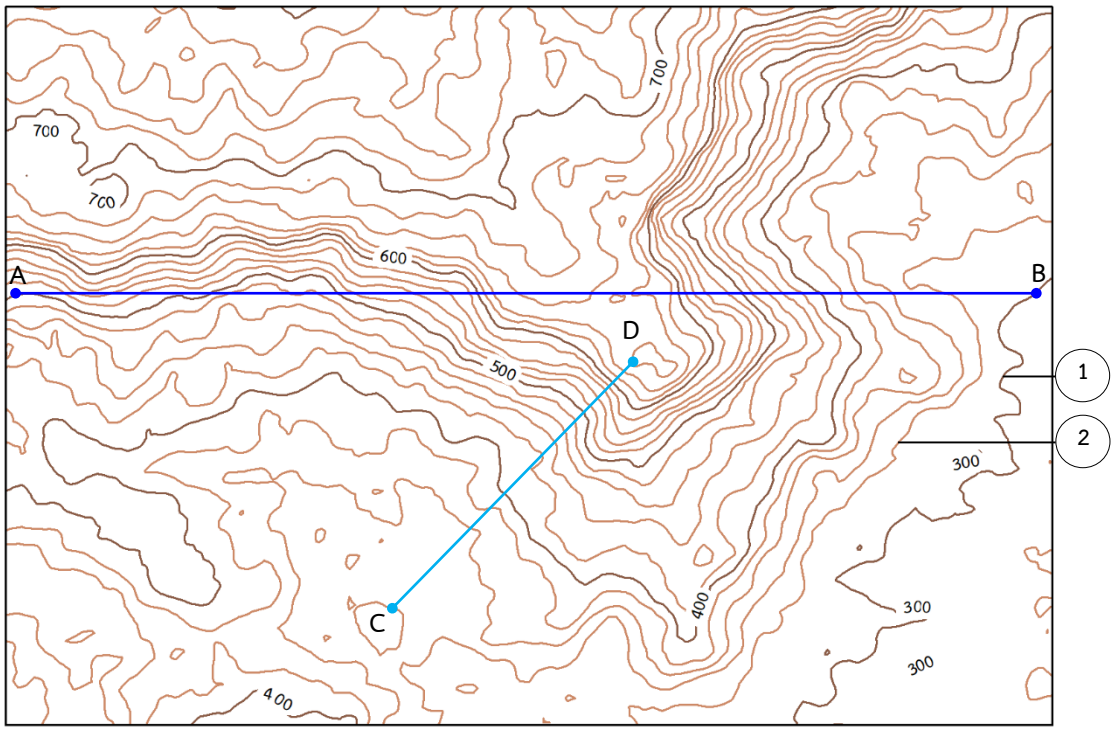
1. การแสดงความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศ สามารถแบ่งการแสดงความสูงออกเป็นกี่ประเภท จงอธิบาย

2. จงอธิบายการแสดงความสูงต่ำวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Method)

3. จงอธิบายการแสดงความสูงต่ำวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Method)

4. แผนที่มาตราส่วน 1:20,000 ระยะความห่างเส้นชั้นความสูง 20 เมตร

จงใช้แผนที่เส้นชั้นความสูงต่อไปนี้ ตอบคำถาม ข้อ 5 - 10



5. จากแผนที่เส้นชั้นความ จงบอกประเภทและคุณสมบัติของเส้นชั้นความสูง หมายเลข 1 และ 2

6. คำนวณความลาดชันจากจุด C ไปยังจุด D โดยบอกหน่วยเป็นองศา

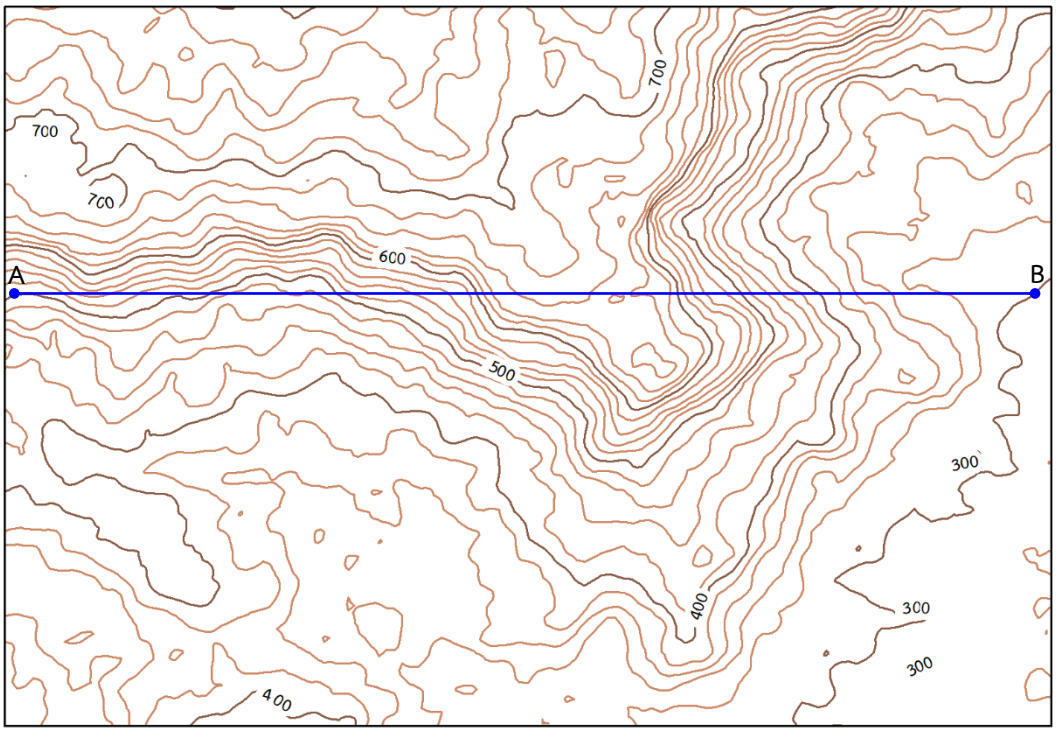
7. คำนวณความลาดชันจากจุด A ไปยังจุด B โดยบอกหน่วยเป็นองศา มิลเลียมและเปอร์เซ็นต์

8. มีแผนที่มาตราส่วน 1:20,000 ต้องการสร้างภาพตัดขวางขยาย 1.5 เท่า จงคำนวณ หามาตราส่วนแนวดิ่งของภาพตัดขวาง

9. จากแผนที่มาตราส่วน 1:20,000 ในการสร้างภาพตัดขวาง มีอัตราส่วนเป็น 1 เซนติเมตร ต่อ 200 เมตร อยากทราบว่ามาตราส่วนแนวดิ่งของภาพตัดขวางเป็นเท่าใด และขยายกี่เท่า

10. จงสร้างภาพตัดขวางลักษณะภูมิประเทศ จากจุด A ไปยังจุด B พร้อมคำนวณอัตราส่วนขยายและมาตราส่วนแนวดิ่งภาพตัดขวาง

มาตราส่วนแผนที่ 1:20,000



800

700

600

500

400

300

200

FROFILE PAPER

มาตราส่วนแนวดิ่ง _____

อัตราขยายแนวดิ่ง _____**เท่า**

เอกสารอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. (2543). **แผนที่ชุด L 7018 ระวาง 5638 IV จังหวัดบุรีรัมย์.** กรุงเทพมหานคร : กรมแผนที่ทหาร.

เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์. (2544). **การทำแผนที่สามมิติ.** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชฎา ณรงค์ฤทธิ์. (2556). **MAP AND TOPOGRAPHY.** เข้าถึงเมื่อ 16 มีนาคม 2560, จาก http://www.map.nu.ac.th/doc/pdfSoilDatabase/1023562%20map%20and%20topography.pdf

สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2552). **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์.** สำนักงานพัฒนา.กรุงเทพฯ. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.

Charles K Bayne. (2008). **Geology and Structure.** Retrieved June 26, 2015, from http://www.kgs.ku.edu/Publications/Bulletins/211_2/

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

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 5

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ

แบบจำลองความสูงเชิงเลข **เวลา 8 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ ความหมายและประเภทของแบบจำลองความสูงเชิงเลข การแสดงข้อมูลความสูงเชิงเลขแบบการใช้แผ่นผิวทางคณิตศาสตร์และการแสดงข้อมูลระดับความสูงเชิงเส้นเชิงเลขด้วยภาพ แหล่งที่มาของข้อมูลและวิธีการสุ่มตัวอย่างสำหรับ DEM การปรับยึดข้อมูลการกำหนดรหัสและระดับความละเอียดของข้อมูล สามารถกำหนดวิธีการสำรวจเพื่อระบุความความถูกต้องของข้อมูล เช่น วิธีการรังวัดภาคพื้นดิน การรังวัดด้วยภาพและการรังวัดด้วยเรดาห์หรือเลเซอร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ ความหมายและประเภทของแบบจำลองความสูงเชิงเลข แสดงข้อมูลความสูงเชิงเลขในรูปแบบต่าง ๆ ทราบแหล่งที่มาของข้อมูลและวิธีการสุมตัวอย่างสำหรับ DEM และเข้าใจการนำแบบจำลองความสูงเชิงเลขไปใช้ประโยชน์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เข้าใจและสามารถอธิบายประเภทของแบบจำลองความสูงเชิงเลขได้
2. เข้าใจและสามารถบอกข้อแตกต่างระหว่าง TIN และ DEM ได้
3. แสดงข้อมูลความสูงเชิงเลขแบบการใช้แผ่นผิวทางคณิตศาสตร์ การแสดงข้อมูลระดับความสูงเชิงเส้นเชิงเลขด้วยภาพ
4. เขียน Mind Mapping แบบจำลองความสูงเชิงเลข

กิจกรรมการเรียนรู้

1. นำเสนอแบบจำลองความสูงเชิงเลข สนทนากับนักศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองความสูงเชิงเลข โดยใช้ใช้สื่อประกอบการสอน

2. ให้นักศึกษาทำการศึกษาเอกสารประกอบการสอนเรื่อง แบบจำลองความสูงเชิงเลข พร้อมกับการอธิบายเนื้อหา โดยใช้สื่อประกอบการสอน

3. แบ่งนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม ให้สรุปข้อดีข้อเสียแบบจำลองความสูงเชิงเลขและเสนอวิธีการนำแบบจำลองความสูงเชิงเลขไปใช้งาน

4. ปฏิบัติการแสดงข้อมูลระดับความสูงเชิงเส้นเชิงเลขแบบเครือข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ

5. ทบทวนเนื้อหาและทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน แผนที่สามมิติ
2. สื่อประกอบการสอนแบบจำลองความสูงเชิงเลข
3. แบบจำลองความสูงเชิงเลขบริเวณภูกระดึง อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลข
4. คอมพิวเตอร์

การวัดผลและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติการเป็นรายบุคคล

บทที่ 5
แบบจำลองความสูงเชิงเลข

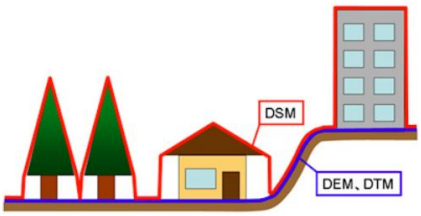
แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข คือข้อมูลที่มีค่าความสูงของภูมิประเทศที่ถูกจัดเก็บไว้เป็นข้อมูลรูปแบบข้อมูลตารางกริดแล้วนำมาจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัล โดยแต่ละตารางกริดจะเก็บค่าความสูงทางภูมิประเทศตามระยะความระเอียดที่มี โดยแต่ละแผนที่จะแสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นผิวที่ต่อเนื่อง สามารถแสดงด้วยเส้นชั้นความสูง ซึ่งเสมือนเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่ซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ อย่างไรก็ตามเส้นชั้นความสูงไม่เหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์เชิงเลข หรือทำการวิเคราะห์จึงมีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ที่จะสามารถแสดงความสูงต่ำของพื้นที่เชิงเลขคือ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีแต่ข้อมูลระดับสูงเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันมีการพัฒนาแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบอื่น ๆ ข้อมูลดังกล่าว สามารถนำมาวิเคราะห์ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ การสร้างภาพสามมิติ การหันรับแสง ความสูงต่ำเชิงเงา

ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ

ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ คือการจัดเก็บค่าความสูงภูมิประเทศในรูปแบบของข้อมูลตารางกริด หรือข้อมูลแรสเตอร์ โดยแสดงค่าความสูงทางภูมิประเทศตามระยะความละเอียดที่มีหน่วยตามระยะบนพื้นผิวโลก เช่น ความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 2 x 2 เมตร คือ 1 กริด ครอบคลุมพื้นที่บนผิวโลกจริงเท่ากับ 2 เมตร คูณ 2 เมตร และค่าความสูงในพื้นที่นั้นจะเท่ากับค่า Value ที่บันทึกใน กริด สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2556 : 2) เป็นต้น

1. Digital Surface Model (DSM)

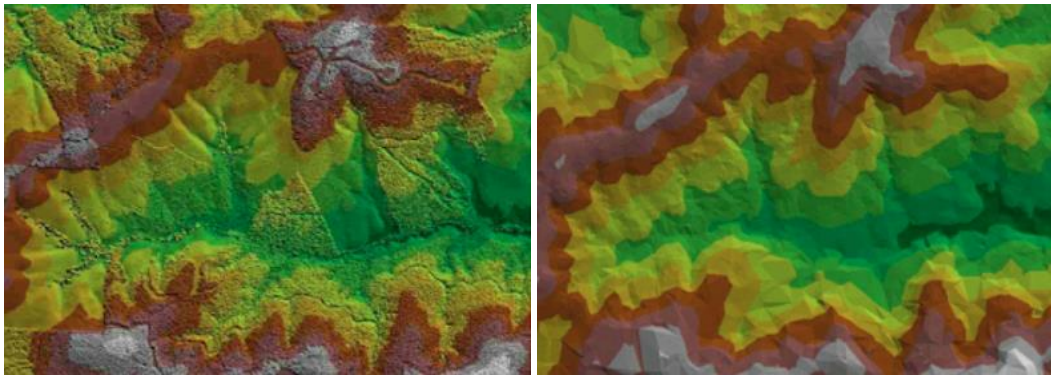
การจำลองความสูงของภูมิประเทศ และจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบตารางกริด หรือข้อมูลแรสเตอร์ โดยรวมความสูงของสิ่งปกคลุมพื้นผิวทางกายภาพของโลกด้วย เช่น สิ่งปลูกสร้าง ต้นไม้ และพุ่มไม้ เป็นต้น ดังภาพประกอบ 5.1



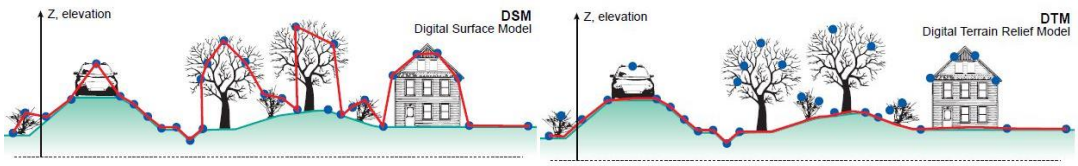
ภาพประกอบ 5.1 การจัดเก็บความสูง
ที่มา : NSDI Thailand (2555 : 1)

2. Digital Terrain Model (DTM) / Digital Elevation Model (DEM)

การจำลองความสูงของภูมิประเทศ และจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบตารางกริด หรือข้อมูลแรสเตอร์ โดยมีการกำจัดความสูงของสิ่งปกคลุมพื้นผิวทางกายภาพของโลกออก (NSDI Thailand, 2555 : 1) ดังภาพประกอบ 5.2



ภาพประกอบ 5.2 การจำลองความสูงของภูมิประเทศแบบ DSM และ DEM
ที่มา : NSDI Thailand (2555 : 1)



ภาพประกอบ 5.3 ข้อแตกต่างระหว่าง DEM และ DTM
ที่มา : Robert J. Blakemore (2017 : 7)

แบบจำลองความสูงเชิงเลข

การจำลองสภาพภูมิประเทศต้องใช้ข้อมูลแบบจำลองพื้นผิวที่ต่อเนื่อง (Continuous Data) เพื่อจำลองสภาพภูมิประเทศให้แสดงระดับความสูงต่ำ การลาดเอียงของพื้นที่ ข้อมูลระดับความสูงเชิงเลขเป็นข้อมูลราสเตอร์หรือกริดที่สามารถแสดงระดับความสูงต่ำของสภาพพื้นที่จริง (สุเพชร จิรขจรกุล, 2551 : 9) มี 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลขและแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข

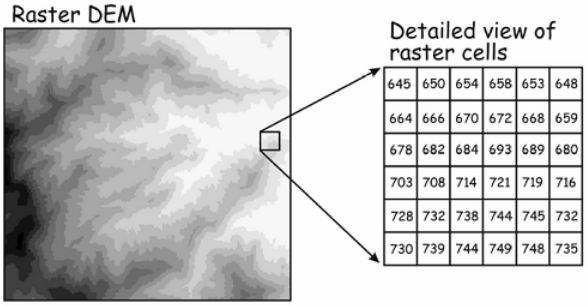
1. ความหมาย

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2556 : 1) ได้ให้ความหมายว่า

แบบจำลองความสูงเชิงเลข หมายถึง การแสดงความสูงต่ำของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบข้อมูลเชิงตัวเลขระดับความสูง โดยเก็บในรูปแบบกริดหรือราสเตอร์

แบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข หมายถึง การแสดงสภาพความสูงของพื้นที่ โดยที่ภูมิประเทศไม่ได้หมายรวมเฉพาะระดับความสูงเท่านั้น แต่ให้รวมถึงลักษณะเฉพาะของภูมิทัศนั้น ๆ

DEM จะมีการเก็บข้อมูลความสูงอยู่ในรูปแบบของกริดหรือราสเตอร์ สามารถนำมาวิเคราะห์ เพื่อจำลองสภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน การหันเหของความลาดชัน และข้อมูลอื่น ๆ ต่อไป หรือที่เรียกว่า DTM ดังภาพประกอบ 5.4



ภาพประกอบ 5.4 ข้อมูลราสเตอร์ระดับความสูง (Elevation Raster)
ที่มา : Humboldt State University (2017 : 2)

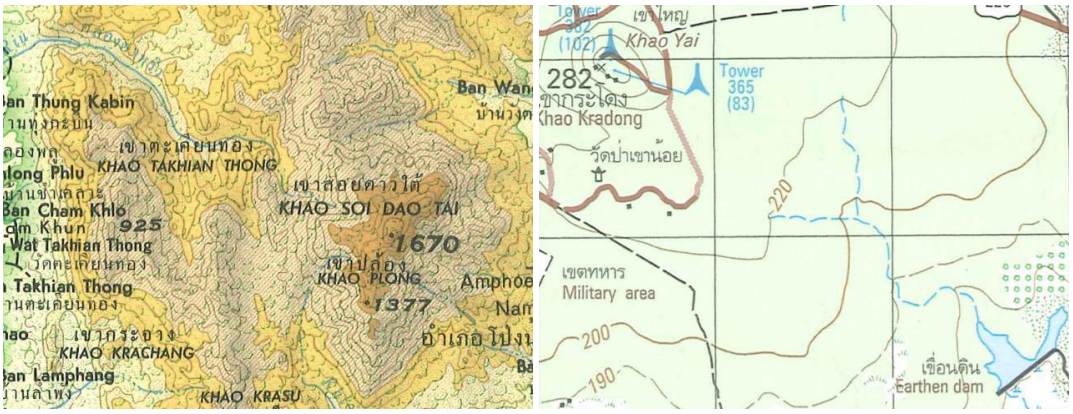
2. การแสดงข้อมูลความสูงเชิงเลข

ข้อมูลระดับสูงที่เปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษา สามารถจำลองได้หลายวิธี พื้นผิวที่แสดงสามารถใช้วิธีการได้ ดังนี้

2.1 การใช้แผ่นผิวทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Patch Method) วิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงพื้นผิวให้ตรงกับความเป็นจริง อาศัยการใช้สมการสามมิติหลายสมการต่อเนื่องกัน ซึ่งสามารถแสดงสัณฐานที่ซับซ้อนโดยมีผิวเรียบกลมกลืนกัน การใช้วิธีทำที่ละส่วนแบ่งพื้นผิวเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีเนื้อที่ใกล้เคียงกัน แล้วปรับพื้นผิวตามข้อมูลที่จุดต่าง ๆ ภายในแต่ละแผ่น ใช้สมการถ่วงน้ำหนักเพื่อให้แน่ใจว่าแผ่นต่าง ๆ ต่อกันได้พอดี แม้ว่าพื้นผิวตรงรอยต่ออาจมีการหักมุมบ้าง สมการทางคณิตศาสตร์นี้เป็นการประมาณการค่าทีละส่วนไม่เป็นที่นิยมในทางแผนที่ แต่มีตัวอย่างในการประมาณค่าที่ละส่วน เพื่อจำลองพื้นผิวที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำใต้ดิน หรือคุณสมบัติของดิน หรือข้อมูลสิ่งแวดล้อมชนิดต่าง ๆ (สรรใจ กลิ่นดาว, 2555 : 360)

2.2 การแสดงข้อมูลระดับความสูงเชิงเส้นเชิงเลขด้วยภาพ

2.2.1 แบบจำลองเชิงเส้น แบบจำลองลักษณะภูมิประเทศแบบลายเส้นที่พบมากที่สุด ได้แก่ การใช้เส้นชั้นความสูง ซึ่งแสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศ ส่วนภาพตัดขวางที่ได้จากแบบจำลองสามารถใช้ในกาวิเคราะห์ความลาดเท การสร้างแผนที่ออร์โธโฟโต้ (Orthophoto Map) เส้นชั้นความสูงจะพบในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 และ 1 : 250,000 จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่พร้อมสำหรับการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข ดังภาพประกอบ 5.5

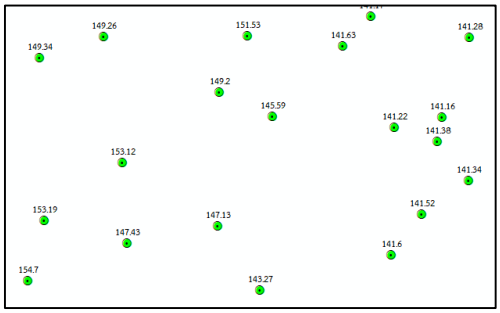


ภาพประกอบ 5.5 เส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 และ 1 : 250,000
ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2516, 2543)

2.2.2 แบบจำลองแบบจุด

2.2.2.1 เมทริกซ์ระดับความสูง รูปแบบ DEM ที่พบมากที่สุด คือ เมททริกซ์ระดับสูง หรือกริดรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดสม่ำเสมอซึ่งได้จากการอ่านค่าความสูงเป็นตัวเลขจากภาพถ่ายทางอากาศแบบสเตอริโอด้วยเครื่องวาดสเตอริโอเชิงวิเคราะห์ (Analytical Stereo-Plotters)

อีกหนึ่งวิธี คือ การสร้างเมทริกซ์ระดับความสูงโดยการประมาณค่า (Interpolation) จากข้อมูลจุดซึ่งกระจายสม่ำเสมอบนภูมิประเทศ ดังภาพประกอบ 5.6



	SPOT#	SPOT-ID	SP_ELEV
	1	1	165.89
	2	2	164.71
	3	3	154.9
	4	4	161.02
	5	5	155.12
	6	6	155.5
	7	7	161.05
	8	8	151.06

ภาพประกอบ 5.6 ข้อมูลจุดความสูง
ที่มา : ESRI (2013)

เนื่องจากข้อมูลเมทริกซ์สามารถนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ได้สะดวก โดยเฉพาะระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ข้อมูลแบบราสเตอร์ เมทริกซ์ระดับสูงจึงเป็นรูปแบบของ DEM ที่ใช้กันมากที่สุด สำหรับสหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกา ได้มีการสร้างเมทริกซ์อย่างหยาบจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 250,000 คลอบคลุมทั้งประเทศ และมีการสร้างเมทริกซ์ที่ละเอียดกว่าโดยอ่านจากแผนที่มาตราส่วน 1 : 5,000 หรือ 1 : 25,000 และภาพถ่ายทางอากาศเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในประเทศทั้งสองและประเทศอื่น ๆ เมทริกซ์ระดับสูงมีประโยชน์ช่วยในการคำนวณเส้นชั้นความสูง องศาความลาดชันและตำแหน่งของความลาดเท การเขียนขอบเขตลุ่มน้ำอัตโนมัติ ระบบกริดชนิดสม่ำเสมอมีข้อจำกัด (สุเพชร จิรขจรกุล, 255 : 4)ได้แก่

1) ความซ้ำซ้อนของข้อมูล มีข้อมูลที่ซ้ำซ้อนเป็นจำนวนมากในบริเวณพื้นผิวดินที่มีระดับเท่า ๆ กัน

2) ความจำกัดในการแสดรายละเอียด ด้วยขนาดของกริดที่กำหนดไม่สามารถปรับให้เหมาะสมกับบริเวณที่มีความสูงต่ำสลับซับซ้อนได้ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของกริดก่อนจึงจะทำได้

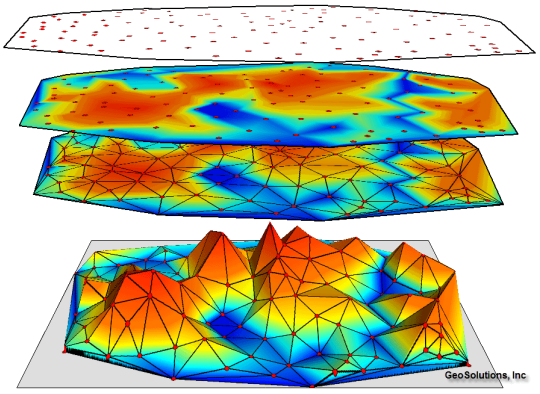
3) ความจำกัดในการคำนวณแนวมอง ด้วยข้อจำกัดที่เน้นตามแนวแกนทั้งสองของกริดมากเกินไปทำให้จำกัดการคำนวณค่าแนวมอง

ปัญหาความซ้ำซ้อนของข้อมูลจาการสุ่มตัวอย่าง อาจแก้ไขได้ด้วยวิธี การสุ่มตัวอย่างแบบก้าวหน้าด้วยการตรวจสอบแบบสเตอริโอ จะมีการเพิ่มความละเอียดของกริดอย่างอัตโนมัติตรงบริเวณที่มีความสูงต่ำซับซ้อน แต่การเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์นั้นความซ้ำซ้อนข้อมูล

ก็ยังมีอยู่ เป็นเพราะพื้นผิวมีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงอย่างต่อเนื่อง ยากที่จะสร้างรหัสซึ่งสามารถเก็บในแบบอัดแน่น เช่น ใช้กับข้อมูลราสเตอร์ในการทำแผนที่โคโรเพลท เช่นเดียวกับโครงสร้างข้อมูลกริดทุกชนิด เมทริกซ์ระดับสูงอาจจะหยาบเกินไปที่จะแสดงลักษณะพื้นผิวที่อาจจะเป็นบริเวณที่มีความซับซ้อน เช่น ยอดเขา หลุม ช่องแคบ เส้นแนวเขาและทางน้ำ การแสดงรูปลักษณ์เหล่านี้อย่างไม่ตรงกับความเป็นจริงอาจก่อให้เกิดปัญหา เมื่อมีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่วิเคราะห์เชิงปริมาณ การคำนวณทุกชนิดตามแนวที่ขนานกับเส้นกริด สามารถเรียกข้อมูลตามแถวหรือสดมภ์ได้ง่าย แต่การคำนวณตามแนวที่วางอยู่ในมุมอื่น ๆ จำเป็นต้องใช้สูตรตรีโกณมิติ เพื่อให้ได้ระยะทางและมุมที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามแม้จะมีข้อด้วยเหล่านี้เมทริกซ์ระดับสูงเป็นรูปแบบของ DEM ที่สร้างได้ง่ายที่สุด

ข้อมูลจุดที่กระจายอย่างไม่สม่ำเสมอสามารถใช้สร้าง DEM ได้ 2 วิธี คือ การวางแผ่น กริดที่สม่ำเสมอซ้อนบนแผ่นข้อมูลจุดแล้วใช้เทคนิคการประมาณค่า เพื่อสร้างเมทริกซ์ระดับสูง เทคนิคการประมาณค่ายังสามารถใช้ในการสร้างเมทริกซ์ที่ละเอียดจากเมทริกที่หยาบ และวิธีที่สองการใช้ข้อมูลจุดที่ไม่สม่ำเสมอเป็นฐานสำหรับการสร้างระบบงานสามเหลี่ยม (Triangulation) (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 5)

2.2.2.2 เครือข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ (Triangulated Irregular Network : TIN) เป็นการจำลองเชิงเลขที่หลีกเลี่ยงปัญหาความความซ้ำซ้อนที่เกิดขึ้นกับเมทริกซ์ระดับความสูง และในเวลาเดียวกันยังเพิ่มประสิทธิ์ภาพให้แก่การคำนวณหลายชนิด ซึ่งดีกว่าระบบที่ใช้เพียงข้อมูลเส้นชั้นความสูงที่ดิจิไทซ์ด้วยมือ TIN เป็นแบบจำลองภูมิประเทศที่ใช้รูปสามเหลี่ยมที่โยงต่อเนื่องกัน โดยอาศัยงานสามเหลี่ยมแบบดิลาเนย์ (Delaunay) ที่สร้างจากจุด (Node) ของเส้นชั้นความสูง หรือจุดความสูงที่กระจายไม่สม่ำเสมอ ต่างจากเมทริกซ์ระดับความสูงตรงที่สามารถเพิ่มข้อสนเทศในบริเวณที่มีความสูงต่ำของพื้นผิวซับซ้อนโดยไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลซ้ำซ้อนจำนวนมากในบริเวณที่มีความสูงต่ำไม่ซับซ้อน ผลดีคือสามารถเลือกนำเข้าข้อมูลตามแนวเขา เส้นลำธารน้ำ ลักษณะภูมิประเทศที่สำคัญอื่น ๆ โดยดิจิไทซ์ให้ถูกต้องตามต้องการ (สรรใจ กลิ่นดาว, 2555 : 361) ดังภาพประกอบ 5.7



ภาพประกอบ 5.7 เครือข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ
ที่มา : Jaakko Madetoja (2017 : 11)

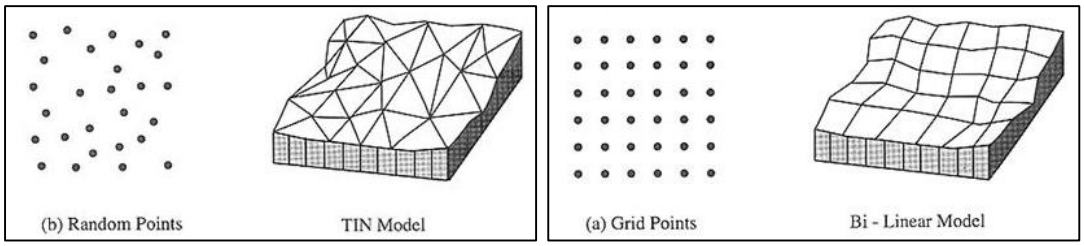
แบบจำลอง TIN มีโครงสร้างทางทอพอโลยี (Topology) แบบเวกเตอร์ คล้ายคลึงกับโครงสร้างทอพอโลยีเต็มรูปแบบที่ใช้แสดงเครือข่ายรูปสามเหลี่ยม ยกเว้นแต่ TIN ไม่มีเกาะหรือรูปแบบจำลอง TIN ถือว่าจุดของเครือข่ายเป็นเอนทิตีหลักของฐานข้อมูล ความสัมพันธ์เชิงทอพอโลยีถูกสร้างขึ้นในฐานข้อมูลด้วยการสร้างตัวชี้จากแต่ละจุดไปยังจุดที่อยู่ข้างเคียงที่ละจุด TIN จะแสดงด้วยจุดดัมมี (Dummy node) ที่อยู่ด้านกลับกันของพื้นที่ผิวทรงกลมทางทอพอโลยี ซึ่งใช้เป็นโครงให้แก่ TIN จุดดัมมีใช้ในการสร้างทอพอโลยีให้แก่จุดตามเส้นเขตแดนและทำให้การประมวลผลง่ายขึ้น (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 1)

จากที่กล่าวมากระบวนการสร้าง TIN ซับซ้อนกว่าการสร้างชั้นข้อมูลราสเตอร์ระดับสูง (Elevation raster) จาก DEM เป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามแบบจำจองข้อมูลทั้งสองแบบมีข้อดีข้อด้วยแตกต่างกัน ดังตารางที่ 5.1 การแปลงแบบจำลองข้อมูล DEM เป็นแบบจำลองข้อมูล TIN ในทางตรงกันข้ามสามารถแปลงแบบจำลองข้อมูล TIN เป็นแบบจำลอง DEM ในกระบวนการดังกล่าว แต่ละจุดระดับสูงของ DEM ต้องได้รับการประมาณค่าในช่วง (Interpolate) จากจุดต่อที่อยู่ใกล้เคียงที่ประกอบขึ้นเป็นแบบจำลอง TIN แต่ละจุดเหล่านี้ จะมีค่าพิกัด X, Y รวมทั้งระดับสูง Z เนื่องจากสมมุติให้แต่ละหน้าสามเหลี่ยมมีความลาด (Slope) และทิศทางความลาด (Aspect) คงที่ ดังนั้น การแปลงแบบจำลองข้อมูลจาก TIN เป็น DEM มีประโยชน์อย่างมากโดยเฉพาะการสร้าง DEM จากแบบจำลองข้อมูลไลดาร์ กระบวนการแรกคือ การเชื่อมต่อข้อมูลไลดาร์หรือจุดระดับสูงเพื่อให้เกิด TIN หลังจากนั้นรวบรวมข้อมูล DEM โดยการประมาณค่าในช่วงของจุดระดับสูงจาก TIN (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 2) ดังตารางที่ 5.1 และภาพประกอบ 5.8

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูล TIN และ DEM

รูปแบบข้อมูล	ข้อดี	ข้อด้อย
TIN	1. สามารถแสดงพื้นผิวที่ระดับของความละเอียดที่แตกต่างกันได้ 2. มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูล	ในหลาย ๆ กรณีต้องตรวจสอบและควบคุมโครงข่ายด้วยมือ
GRID DEM	1. ง่ายต่อการจัดเก็บและดำเนินการ 2. ง่ายต่อการบูรณาการฐานข้อมูลราสเตอร์	ไม่สามารถใช้กริดที่มีขนาดแตกต่าง เพื่อสะท้อนให้เห็นพื้นที่ที่มีความซับซ้อนของภูมิประเทศ

ที่มา : สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2555 : 364)



ภาพประกอบ 5.8 การเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูล TIN และ DEM
ที่มา : Saiful Islam (2560 : 46)

2.3 แหล่งที่มาของข้อมูลและวิธีการสุ่มตัวอย่างสำหรับ DEM

ข้อมูลระดับความสูงเชิงเลขของพื้นผิวโลกโดยทั่วไปจะสร้างจากภาพถ่ายทางอากาศแบบสเตอริโอ โดยใช้เครื่องมือทางโฟโตแกรมเมตรีที่เหมาะสม นอกจากนี้สามารถใช้เครื่องโซนาร์ หรือเรดาร์

สุเพชร จิรขจรกุล (2552 : 11) อ้างถึงใน Makarovic (1976) แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างวิธีการสุ่มตัวอย่างทางโฟโตแกรมเมตรี สำหรับการทำ DEM หลายวิธี การสุ่มตัวอย่างแบบเลือก (Selective Sampling) คือการสุ่มตัวอย่างที่ถูกเลือกก่อนหรือระหว่างการสุ่มตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างแบบปรับตัว (Adaptive Sampling) คือการสุ่มตัวอย่างที่จุดตัวอย่างซ้ำซ้อนจะถูกตัดออกไประหว่างการสุ่มตัวอย่าง ด้วยเหตุผลที่ว่าจุดเหล่านี้ให้ข้อสนเทศเพิ่มเติมน้อยเกินไป การสุ่มตัวอย่างแบบก้าวหน้า (Progressive Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมกันไป ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจะกำหนดว่าควรสุ่มตัวอย่างอย่างไร การสุ่มตัวอย่างอาจทำได้โดย

ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมการทำงานของเครื่องวาดแบบสเตอริโอ แต่เป็นวิธีที่ช้าและโอกาสผิดมีมาก มีการพัฒนาระบบกึ่งอัตโนมัติมาใช้เพื่อช่วยผู้ใช้เครื่องให้ทำงานเร็วขึ้นและถูกต้องมากขึ้น และถือว่าเป็นระบบที่ดีกว่าระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ ซึ่งแม้จะเร็วแต่มีความถูกต้องไม่สูงพอ

การสุ่มตัวอย่างมีหลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลผลิตที่ต้องการ การสุ่มตัวอย่างแบบมุ่งประสงค์ (Purposive Sampling) ใช้เพื่อการดิจิไทซ์เส้นชั้นความสูง เส้นแสดงรูปทรง รูปตัดขวาง และเส้นรูปทรงสัณฐาน ในงานหลายประเภทนิยมใช้ DEM แบบทั่วไปที่สร้างจากเมทริกซ์ระดับสูง ดังนั้นจึงใช้การสุ่มตัวอย่างบนพื้นที่โดยใช้ตารางกริดที่สม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอได้ ในเรื่องการสุ่มตัวอย่างจุดความสูงจากภาพถ่ายทางอากาศไม่ได้แตกต่างจากเทคนิคการสุ่มตัวอย่างที่ใช้กับแหล่งข้อมูลทางพื้นที่อื่น ๆ จากการมองเห็นภาพระดับความสูงจากภาพถ่ายทางอากาศทำให้เกิดข้อได้เปรียบที่เห็นได้ชัดคือ ผู้ใช้เครื่องสามารถเห็นได้ว่าจุดตัวอย่างใดที่จะให้ข้อสนเทศที่เป็นประโยชน์หรือไม่ กริดสุ่มตัวอย่างอย่างสม่ำเสมอมีความสามารถในการปรับให้เข้ากับระดับการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวได้น้อย นพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำอาจมีการสุ่มตัวอย่างจุดมากเกินไป และในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงมากอาจจะได้จุดตัวอย่างน้อย แต่ผู้ทำงานมีอิสระในการกำหนดจุดสังเกตตามที่ต้องการ การสุ่มตัวอย่างอาจขึ้นอยู่กับความเห็นผู้ทำงานมากทีเดียว การสุ่มตัวอย่างแบบก้าวหน้า ซึ่งเป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างภูมิประเทศที่มีความซับซ้อนเปลี่ยนแปลงโดยไม่ขึ้นอยู่กับความเห็นส่วนตัวของผู้ทำ และสามารถทำได้อย่างอัตโนมัติในการสร้างเมทริกซ์ระดับความสูง

การสุ่มตัวอย่างแบบก้าวหน้าต้องมีการทำงานที่ต่อเนื่องกันเป็นชุด เริ่มจากกริดที่หยาบแล้วต่อด้วยกริดที่มีความหนาแน่นสูงขึ้น ความหนาแน่นของกริดจะเพิ่มขึ้นสองเท่าตัวในการสุ่มตัวอย่างครั้งถัดไป และจุดที่จะสุ่มถูกกำหนดจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มครั้งก่อนด้วยคอมพิวเตอร์ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 12)

การวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์มีการทำงานดังนี้ เลือกแผ่วผิวรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีจุด 9 จุด บนตารางกริดที่หยาบที่สุด แล้วคำนวณความแตกต่างของความสูงระหว่างจุดที่อยู่ติดกันแต่ละคู่ตามแนวนอนและแนวตั้ง หลังจากนั้นก็คำนวณความแตกต่างระดับที่สอง (Second Differences) ซึ่งจะได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับความโค้งของพื้นที่ภูมิประเทศ ถ้าความโค้งที่ประมาณได้สูงกว่าระดับหนึ่งที่กำหนดไว้ หมายความว่าจะต้องเพิ่มระดับความหนาแน่นของการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างที่กริดที่มีความหนาแน่นขึ้นในการทำงานครั้งต่อไป

การสุ่มตัวอย่างแบบก้าวหน้าใช้ได้ดีถ้าไม่มีพื้นผิวที่ผิดปกติในภาพถ่ายทางอากาศ เช่น บริเวณเมฆปกคลุมวัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้น วิธีนี้ใช้ได้ดีที่สุดกับภูมิประเทศที่มีความสม่ำเสมอหรือกึ่งสม่ำเสมอ และมีพื้นผิวในแนวระนาบหรือเอียงเล็กน้อย หรือเป็นลูกคลื่นน้อย ๆ เท่านั้น สำหรับภูมิประเทศขรุขระปานกลาง ซึ่งมีลักษณะสัณฐานที่เด่นชัดและมีบริเวณที่ผิดจากปกตินั้นควรจะ

จัดการโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบก้าวหน้าที่มีการดัดแปลงซึ่งเรียกว่า การสุ่มตัวอย่างแบบผสม (Composite Sampling) ในการสุ่มตัวอย่างแบบนี้ แนวที่มีการเปลี่ยนแปลงทางระดับอย่างทันทีทันใดในภูมิประเทศ หรือเส้นขอบของวัตถุตามธรรมชาติหรือวัตถุผิดปกติ จะถูกขีดเส้นด้วยมือก่อนจะทำการสุ่มตัวอย่างภายในพื้นที่เหล่านี้ สำหรับภูมิประเทศที่ขรุขระทีมีการเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใดหลายแห่งนั้น วิธีการสุ่มแบบก้าวหน้ากึ่งอัตโนมัติหรือแบบผสมอาจไม่มีประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่างได้ไม่ทั่วถึง อาจจะใช้การสุมแบบเลือก
(สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 13)

2.4 การปรับยึดข้อมูลและการการกำหนดรหัส

ค่าพิกัดที่ได้จากการดิจิไตทซ์ภาพถ่ายทางอากาศแบบสเตอริโอ ต้องปรับแก้ความบิดเบี้ยวที่เกิดขึ้นจากความแปรผันทางระดับความสูงขิงพื้นที่ การเอียงของเครื่องบินและอื่น ๆ ข้อมูลจะต้องปรับเข้าสู่ระบบพิกัดเดียวกัน เพื่อให้สามารถนำไปเขียนในมาตราส่วนที่ถูกต้อง และเพื่อสามารถซ้อนทับกับข้อมูลทางพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่บริเวณเดียวกันได้พอดี ระบบที่ใช้คือตารางกริดสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ซึ่งเหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก ส่วนพื้นที่ขนาดใหญ่มักนิยมใช้พิกัดกริด UTM เมื่อได้กำหนดข้อมูลเข้าสู่ระบบพิกัดแล้ว สามารถปรับเปลี่ยนไปสู่ระบบพิกัดรูปแบบอื่นได้ที่เหมาะสมกับราสเตอร์ขนาดใหญ่ที่จะเป็นการทำงานที่ใช้เวลามาก (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 13)

2.5 ระดับความละเอียดของข้อมูล

ในการสร้างแบบจำลองค่าระดับสามารถกำหนดได้จากวิธีการสำรวจหลาย ๆ วิธีตามความต้องการ ความถูกต้อง ค่าใช้จ่ายและการครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการสำรวจ ดังนั้นการทราบลักษณะของเทคโนโลยีในการวัดค่าระดับของพื้นที่ที่ต้องการ เพื่อสร้างแบบจำลองค่าระดับจะทำให้การทำงานสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมและลักษณะของข้อมูลระดับในการไปสร้างแบบจำลองค่าระดับได้อย่างเหมาะสม โดยการรังวัดข้อมูลระดับจะจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม
(วิชัย เย็ยงวีรชน, 2549 : 7) ดังนี้

2.5.1 การรังวัดภาคพื้นดิน (Terrestrial Survey) การสำรวจภาคพื้นดินจึงเป็นการกำหนดตำแหน่งขิงพื้นผิวภูมิประเทศบนโลก ด้วยกล้องธีโอไลท์หรือกล้องประมวลผลรวมและกล้องระดับในการสำรวจพื้นดินให้ได้ค่าพิกัดและค่าระดับสำหรับบอกตำแหน่งและค่าความสูงของพื้นดิน ขอบเขตของการทำงานจำกัดในระดับท้องถิ่น (ธีระ ลาภิศชยางกูล, 2549 : 2) แต่ปัจจุบันได้ใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียมในการหาค่าพิกัดของพื้นดินจึงทำให้การทำงานรวดเร็วเพิ่มขึ้นเพราะได้ค่าระดับของพื้นดินในสนามจากวิธีการทำงานแบบจลน์ทันทีทันใด ที่ใช้เวลาในการทำงานแต่ละจุดภายใน10-30 วินาที (ไพศาล สันติธรรมนนท์, 2555 : 1) เนื่องจากการ

สำรวจประเภทนี้ผู้สำรวจต้องทำการสำรวจในพื้นที่โดยตรงจึงทำให้ใช้เวลาในการทำงานนานและละเอียดถูกต้องของงานที่ได้สูงอยู่ในระดับเซนติเมตร (วิชัย เยี่ยงวีรชน, 2549 : 7)

2.5.2 การรังวัดด้วยภาพ (Image Survey) เป็นการสำรวจด้วยการนำภาพถ่ายในการทำแผนที่ ซึ่งภาพประกอบใช้ก็คือ ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งการสำรวจด้วยภาพนี้มีความสะดวกที่ไม่ต้องเข้าถึงพื้นที่ที่ทำการสำรวจ แต่ก็จำกัดด้วยเครื่องมือและวิธีการประมวลผลที่ซับซ้อนจึงต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการทำงาน ส่วนความละเอียดถูกต้องจากการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศจะมีค่าในระดับเดซิเมตรถึงเมตร (ธีระ ลาภิศชยางกูล, 2549) ในปัจจุบันภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทำให้การทำงานด้วยภาพดาวเทียมจึงเป็นที่นิยมและครอบคลุมพื้นที่ในระดับโลก ซึ่งสามารถถ่ายบริเวณใดก็ได้ตามต้องการ (ไพศาล สันติธรรมนนท์, 2555 : 2)

2.5.3 การรังวัดด้วยเรดาห์หรือเลเซอร์ (Radar or Laser Scanner) เป็นการสำรวจประเภทหนึ่งของการสำรวจระยะไกลในการที่ใช้เครื่องเรดาห์หรือเลเซอร์ในการส่งสัญญาณโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากธรรมชาติหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อสร้างพื้นผิวภูมิประเทศ การถ่ายภาพด้วยระบบเลเซอร์ถ้าใช้บนเครื่องบินจะเรียกว่า เครื่องกวาดภาพระบบเรเซอร์ทางอากาศ ส่วนบนดาวเทียมจะเรียกว่า ระบบนำแสงตรวจจับและจัดการ ในปัจจุบันทางด้านเชิงพาณิชย์จึงมีการพัฒนาและปรับปรุงทั้งสองระบบคือ ระบบเครื่องกวาดภาพระบบเรเซอร์ทางอากาศและระบบนำแสงตรวจจับและจัดการ (ธีระ ลาภิศชยางกูล, 2549 : 3) อีกทั้งเมื่อใช้ร่วมกับระบบบอกตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกด้วยดาวเทียมจีพีเอส ทำให้การสำรวจด้วยเลเซอร์สามารถสร้างรูปแผนที่และพื้นผิว โดยที่ความถูกต้องของค่าระดับจะอยู่ในช่วง 10–20 เซนติเมตร ส่วนการสำรวจด้วยเรดาห์ความถูกต้องของค่าระดับจะอยู่ในช่วง 10–25 เมตร ดังตารางประกอบ 5.2

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบวิธีการรังวัดหาค่าความสูง

Source	Resolution (m)	Accuracy	Footprint (km^2)	Post-processing requirements	Elevation/surface
Ground survey	Variable but usually <5 m	Very high vertical and horizontal	Variable, but usually small	Low	Elevation
GPS	Variable but usually <5 m	Medium vertical and horizontal	Variable, but usually small	Low	Elevation
Table digitizing	Depends on map scale and contour interval	Medium vertical and horizontal	Depends on map footprint	Medium	Elevation
On-screen digitizing	Depends on map scale and contour interval	Medium vertical and horizontal	Depends on map footprint	Medium	Elevation
Scanned topo-map	Depends on map scale and contour interval	Medium vertical and horizontal	Depends on map footprint	High	Elevation
Ortho-photography	<1	Very high vertical and horizontal	–	High	Surface
LiDAR	1–3	0.15–1 m vertical, 1 m horizontal	30–50/h	High	Surface
InSAR/IfSAR	2.5–5	1–2 m vertical, 2.5–10 m horizontal	Depends on method of acquisition	High	Surface
SRTM, Band C	90 (30)	16 m vertical, 20 m horizontal	Almost global, 60° N to 58° S	Potentially high	Surface
SRTM, Band X	30	16 m vertical, 6 m horizontal	Similar to B and C, but only every second path is available	Potentially high	Surface
ASTER	30	7–50 m vertical, 7–50 m horizontal	3600	Medium	Surface
SPOT	30	10 m vertical, 15 m horizontal	72,000 per swath	Medium	Surface

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร (2560 : 4)

2.6 ประโยชน์ของแบบจำลองความสูงเชิงเลข สามารถประยุกต์ใช้ในหลายสาขา (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 14)

2.6.1 การทำแผนที่ภูมิประเทศ จัดทำฐานข้อมูลระดับความสูงต่ำของพื้นที่ในฐานข้อมูลระดับชาติ

2.6.2 การวางแผนด้านวิศวกรรมการทาง วิเคราะห์การขุดหรือถมพื้นที่เพื่อประกอบการออกแบบถนน เพื่อวางผังเส้นทางถนนหรือวิศวกรรมการทาง

2.6.3 การวางแผนด้านวิศวกรรมโยธา เพื่อกำหนดตำแหน่งของเขื่อนและโครงสร้างวิศวกรรมโยธา

2.6.4 การแสดงภูมิลักษณ์ แสดงเป็นสามมิติเพื่อวัตถุประสงค์ทางทหารในการนำทาง ระบบนำวิถีทางอาวุธ และการออกแบบ วางผังของภูมิทัศน์

2.6.5 การแสดงภาพตัดขวางภูมิประเทศ เพื่อวิเคราะห์ทัศนวิสัย ตามแนวตัดขวางภูมิประเทศ

2.6.6 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อการคำนวณในการทำแผนที่แสดงความลาดชัน แผนที่แสดงความหันเหของความลาดเอียง ภาพตัดขวางของความลาดเท สามารถนำไปสร้างแผนที่ความสูงเชิงเงา เพื่อช่วยในการศึกษาธรณีสัณฐาน วิเคราะห์ทางอุทกวิทยา ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน การประมาณอัตราการพังทลายของดิน

2.6.7 การแสดงแผนที่ความสูงเชิงเงา เป็นพื้นหลังสำหรับการแสดงข้อสนเทศเฉพาะเรื่อง หรือสำหรับแสดงข้อมูลความสูงต่ำร่วมกับข้อมูลเฉพาะเรื่องอื่น ๆ เช่น ดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินและพืชพรรณ เป็นต้น

2.6.8 การแสดงแผนที่สามมิติ เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติและการเปรียบเทียบลักษณะภูมิประเทศ

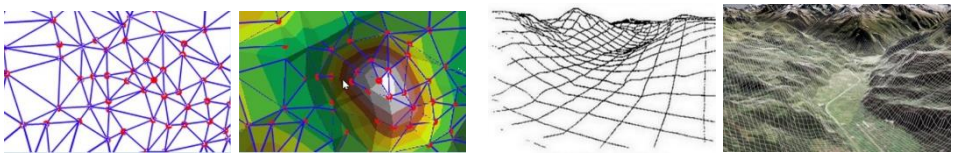
สรุป

ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ สามารถแบ่งออกเป็น Digital Surface Model จัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบตารางกริด โดยรวมความสูงของสิ่งปกคลุมพื้นผิวทางกายภาพของโลกด้วย และ Digital Terrain Model หรือ Digital Elevation Model จัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบตารางกริด โดยมีการกำจัดความสูงของสิ่งปกคลุมพื้นผิวทางกายภาพของโลกออก ในการจำลองข้อมูลความสูงเชิงเลข สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้แผ่นผิวทางคณิตศาสตร์ การแสดงข้อมูลระดับความสูงเชิงเส้นเชิงเลขด้วยภาพ ระดับความละเอียดของข้อมูลจำแนกโดยการรังวัดได้เป็น 3 กลุ่ม การรังวัดภาคพื้นดิน การรังวัดด้วยภาพและการรังวัดด้วยเรดาห์หรือเลเซอร์ การนำไปใช้ประโยชน์สามารถปรับใช้ตามความเหมาะสมของงาน เช่น การทำแผนที่ภูมิประเทศ การวางแผนด้านวิศวกรรมการทาง การวางแผนด้านวิศวกรรมโยธา การแสดงภูมิลักษณ์ การแสดงภาพตัดขวางภูมิประเทศ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ การแสดงแผนที่ความสูงเชิงเงา การแสดงแผนที่สามมิติ แต่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดและระดับความละเอียดของข้อมูลด้วย

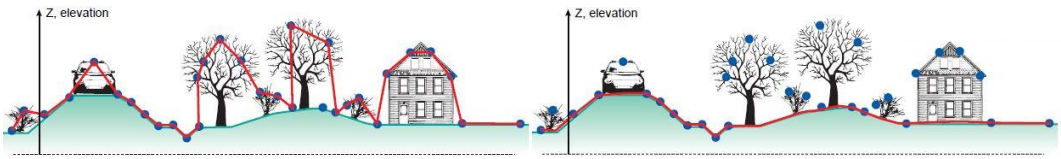
คำถามท้ายบทที่ 5

1. จงอธิบาย ความหมายของคำว่า Digital Surface Model (DSM)
2. จงอธิบาย ความหมายของคำว่า Digital Elevation Model (DEM)
3. ให้นักศึกษาสร้างตารางเปรียบเทียบระหว่าง Digital Surface Model (DSM) และ Digital Elevation Model (DEM)
4. ให้นักศึกษาสร้างตารางเปรียบเทียบระหว่าง Digital Elevation Model (DEM) และ Triangulated Irregular Network (TIN)
5. จงอธิบายวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข
6. ให้นักศึกษาวิเคราะห์จากภาพประกอบให้มาว่าเป็นแบบจำลองความสูงแบบใด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

6.1 6.2



7. ระดับความละเอียดของข้อมูล มีความสัมพันธ์กับการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไรจงอธิบาย
8. การแสดงข้อมูลระดับความสูงเชิงเส้นเชิงเลขด้วยภาพ สามารถแสดงได้กี่วิธี จงอธิบายมาพอเข้าใจ
9. หากทำการวิเคราะห์ลาดชัน แผนที่แสดงความหันเหของความลาดเอียง นักศึกษาจะเลือกใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข ชนิดใด พร้อมบอกเหตุผลประกอบ
10. จงอธิบายถึงความแตกต่าง ของทั้ง 2 ภาพนี้



เอกสารอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. (2516). **แผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000**. กรุงเทพมหานคร : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2543). **แผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000**. กรุงเทพมหานคร : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2560). **การใช้โปรแกรมภูมิสารสนเทศในการสร้างแบบจำลองความสูงสามมิติของภูมิประเทศ**. เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2560 จาก https://www.rtsd.mi.th/main/2015/04/25/การใช้โปรแกรมภูมิสารสน

ธีระ ลาภิศชยางกูล. (2549). **การรังวัดค่าระดับ.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไพศาล สันติธรรมนนท์. (2555). **การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย เย่ียงวีรชน. (2549). **การสำรวจรังวัด ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2555). **แนวคิดและวิธีการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2556). การเผยแพร่และบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานชั้นความสูงภูมิประเทศ. เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2560, จาก https://sites.google.com/site/lidardemservice/home

สุเพชร จิรขจรกุล. (2551). เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.2. นนทบุรี. เอสอาร์ พริ้นติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด.

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

Humboldt State University. (2017). **Rasters are digital photos**. เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://gis.humboldt.edu/olm/Lessons/GIS/04%20CreatingSpatialData/RasterDataModels3.html

Jaakko Madetoja. (2017). **Geostatistics: Interpolation and Kriging**. เข้าถึงเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จากhttp://www.edc.uri.edu/nrs/classes/nrs409509/Lectures/8Models/ models.htm

NSDI Thailand. (2555). **ข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานชั้นความสูงภูมิประเทศ.** เข้าถึงเมื่อ 25 มีนาคม 2560 จาก แหล่งที่ มา : https://sites.google.com/site/lidardemservice/ khwam-hmay-khxng-khxmul-khwam-sung-phumiprathes-thi-hi-brikar

Patiwat Littidej. (2559). การวิเคราะห์ภูมิประเทศ**.** มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เอกสารอ้างอิง

Robert J. Blakemore. (2017). **Non-Flat Earth Recalibrated for Terrain and Topsoi**. เข้าถึงเมื่อ 15 July 2017 จาก https://www.google.co.th/url?sa=i&source=imgres&cd=&ved=2ahUKEwisk5X4ipDfAhXEpo8KHYEjBH8Qjhx6BAgBEAI&url=https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F2571-8789%2F2%2F4%2F64%2Fpdf&psig=AOvVaw226F1DyXt-gpLjfhEE-GMO&ust=1544353417085662

Saiful Islam. (n.d.). **Digital Terrain Mapping and Analysis**. เข้าถึงเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จาก http://slideplayer.com/slide/5153395/

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 6

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ
การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ **เวลา 8 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

ความหมายการประมาณค่าในช่วง ความจำเป็นของการประมานค่าในช่วง ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณค่าได้แก่ จุดควบคุมและประเภทของการประมาณค่า ในการประมาณค่าแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมทั้งหมดและการประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมเฉพาะที่

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ ในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ และเลือกใช้การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจการประมาณในช่วงเชิงพื้นที่ได้เหมาะสม
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนนำการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ไปใช้กับข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. อธิบายพร้อมใช้สื่อประกอบการเรียนเรื่องการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ประกอบการอธิบาย
2. แบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม เขียนสรุปการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ด้วย Mind Map
3. นำเสนอหน้าชั้นเรียน แลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มผู้เรียน
4. ปฏิบัติการสร้างหรือค้นหาข้อมูลเตรียมสำหรับในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่
5. ปฏิบัติการเลือกการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ 1 วิธีการ

6. นำเสนอผลการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ พร้อมวิธีการประมาณค่าและเหตุผลที่เลือกวิธีการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่

7. สรุปข้อมูลและวิธีการในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่

8. ปฏิบัติการเกี่ยวกับการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ และทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการทำแผนที่สามมิติ
2. ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. คอมพิวเตอร์
4. สื่อการเรียน การประมาณในช่วงเชิงพื้นที่
5. อุปกรณ์การทำ Mind Map

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายบุคคล
3. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายกลุ่ม

บทที่ 6
การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่

ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นผิวชนิดหนึ่งที่คุ้นเคยในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังมีพื้นผิวชนิดอื่นนอกเหนือจากภูมิประเทศ ซึ่งอาจจะไม่ปรากฏให้เห็นหรือจับต้องทางกายภาพได้ แต่สามารถมองเห็นด้วยวิธีการเดียวกับที่เราเห็นภูมิประเทศ นักแผนที่เรียกพื้นผิวชนิดนี้ว่า พื้นผิวเชิงสถิติ (Statistical surface) ตัวอย่างพื้นผิวทางสถิติได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำใต้ดิน ความหนาแน่นของประชากร เป็นต้น พื้นผิวเชิงสถิติสร้างขึ้น โดยวิธีการคล้ายคลึงกับที่สร้างพื้นผิวภูมิประเทศเพียงแต่ข้อมูลขาเข้าเป็นข้อมูลประเภทจุดเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าจะสร้างแผนที่ปริมาณน้ำฝน เราจะใช้กระบวนการเติมข้อมูลลงไประหว่างตำแหน่งของจุดที่เราทราบข้อมูลที่เรียกว่า การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ (Spatial interpolation) เป็นกระบวนการที่ใช้จุดซึ่งทราบค่าในการประมาณค่าให้กับจุด อื่น ๆ ดังนั้นด้วยกระบวนการการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่นี้ทำให้เราสามารถประมาณค่าปริมาณน้ำฝน ณ ตำแหน่งใด ๆ ที่ไม่มีสถานีตรวจอากาศโดยค่าปริมาณน้ำฝนที่อ่านได้จากสถานีตรวจอากาศที่อยู่ใกล้เคียง ในการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่มักใช้ข้อมูลราสเตอร์ ดังนั้นการประมาณค่าจะทำในทุก ๆ เซลล์ การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่เป็นวิธีการหรือเครื่องมือในการสร้างข้อมูลพื้นผิวจากจุด เพื่อที่ข้อมูลพื้นผิวนั้นสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์หรือสร้างแบบจำลอง

การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่

1. ความหมาย

สุเพชร จิรขจรกุล (2552) ให้ความหมายว่า การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เป็นการทำนายค่าให้กับเซลล์ใน Raster จากข้อมูลจุดตัวอย่างจำกัด ด้วยวิธีนี้สามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบได้จากจุดใด ๆ ทางภูมิศาสตร์ได้ ไม่ว่าจะเป็นจุดความสูง ปริมาณน้ำฝน การกระจายตัวของสารเคมี ระดับเสียงรบกวน โดยการประมาณค่าของ Z-value สำหรับทุกตำแหน่งจุดสำรวจอยู่ภายในแผนที่ศึกษามีสมมติฐาน

สรรใจ กลิ่นดาว (2555 : 381) ให้ความหมายว่า กระบวนการที่ใช้จุดทราบค่าในการประมาณค่าให้กับจุดอื่น ๆ ทำให้เราทราบค่าโดยใช้ค่าของจุดใกล้เคียง

กรมส่งเสริมการเกษตร (2560 : 1) ให้ความหมายว่า เป็นการพยากรณ์ คาดการณ์ หรือทำนายค่าให้กับเซลล์ ในข้อมูลประเภทราสเตอร์ จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด ด้วยวิธีการนี้สามารถใช้ในการพยากรณ์ค่าที่ไม่ทราบจากจุดใด ๆ ทางภูมิศาสตร์ได้ ไม่ว่าจะเป็นจุดความสูง ปริมาณน้ำฝน การกระจายตัวของสารเคมี ระดับเสียงรบกวนและ อื่น ๆ

การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ หมายถึง การทำนายหรือประมาณค่า จากข้อมูลจุดสมาชิกที่ทราบค่าใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบได้จากจุดใด ๆ โดยใช้วิธีการที่เหมาะสม

2. ความจำเป็นของการประมานค่าในช่วงเชิงพื้นที่

การเข้าไปในพื้นที่ศึกษาเพื่อวัดความสูง ขนาด หรือความเข้มข้นของข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยากหรือต้นในการผลิตแพง ดังนั้นหากเราต้องการเก็บจุดตัวอย่าง เพื่อใช้วิเคราะห์จะกระจายกันไปตามพื้นที่เลือกไว้ และทำนายค่าที่เป็นไปได้ให้กับตำแหน่งที่ไม่ได้เก็บค่าจึงเหมาะกว่า จุดที่เก็บนั้นอาจได้มาด้วยการสุ่มตำแหน่ง การเก็บตามโครงสร้างทางปัจจัย หรือเก็บมาอย่างเป็นแบบแผนก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้จุดตัวอย่างที่มีค่าสูง ความเข้มข้น หรือขนาดที่ต้องการวัดตัวอย่างการประมาณค่าจากจุดที่ดีตัวอย่างหนึ่งคือ การสร้างพื้นผิวแสดงความสูง จากชุดของจุดตัวอย่างที่วัดเก็บมาได้ โดยแต่ละจุดที่เก็บมาจะแสดงถึงความสูง ณ ตำแหน่งที่เก็บเท่านั้น ค่าระหว่างจุดตัวอย่างนั้นล้วนได้มาจากการทำนายด้วยวิธีการประมาณค่าข้อมูลที่ได้คือ ตารางกริดที่เกิดจากการทำนายค่าความสูงจากตำแหน่งต่าง ๆ ที่เก็บข้อมูลจริงบนพื้นผิว (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 : 20)

3. ปัจจัยของการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่

การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ต้องการข้อมูลขาเข้าพื้นฐาน 2 ชนิด คือ จุดที่ทราบค่าข้อมูลและวิธีการประมาณค่าในช่วงชั้นเชิงพื้นที่ การใช้จุดที่ทราบค่าข้อมูลจะเป็นการแยกการประมาณค่าในช่วงจากการทำแผนที่เส้นค่าเท่า (Isopleths Mapping) ซึ่งใช้จุดที่กำหนดให้ เช่น ศูนย์กลางของรูปหลายเหลี่ยม สำหรับการประมาณค่าในช่วง (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 383)

3.1 จุดควบคุม (Control Point) จุดควบคุมเป็นจุดที่ทราบค่าข้อมูล ซึ่งจุดดังกล่าว อาจเรียกว่า จุดที่ทราบค่า (Known Point) หรือจุดตัวอย่าง (Samples Point) หรือการสังเกต (Observation) จุดควบคุมจะมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาตัวประมาณค่าในช่วง เช่น สมการทางคณิตศาสตร์ จำนวนและการกระจายของจุดควบคุมมีผลอย่างมากต่อความละเอียดของการประมาณค่าในช่วง สมมุติฐานเบื้องต้นของการประมาณค่าในช่วง คือ ค่าที่จะถูกประมาณ ณ จุดจุดหนึ่งจะได้รับอิทธิพลอย่างมากกว่าจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่าจากจุดควบคุมที่อยู่ไกลออกไป เพื่อให้การประมาณค่ามีประสิทธิภาพจึงควรให้จุดควบคุมกระกระจายทั่วพื้นที่ศึกษาอย่างสม่ำเสมอ

แต่ในทางปฏิบัติมักจะไม่สามารถทำได้เพราะพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่มักจะขาดข้อมูล (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 384)

3.2 ประเภทของการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ (Type Spatial Interpolation) เกณฑ์ที่พิจารณาจำแนกประเภทของการประมาณค่าในช่วงมีอยู่ 3 ประการ คือ วิธีการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ ความแม่นยำของการประเมินค่าในช่วงและการประเมินความคลาดเลื่อนจากการประมาณค่า วิธีการประมาณค่าในช่วงพื้นที่ แบ่งออกเป็น 2 วิธีการได้แก่ การประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมทั้งหมด และการประมาณค่าในช่วงเฉพาะที่

3.2.1 วิธีการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ (Patiwat Littidej, 2560 : 26)

3.2.1.1 วิธีการประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมทั้งหมด (Global Interpolation Method) เป็นวิธีการที่นำทุก ๆ จุดควบคุมที่มีไปใช้ในการประเมินค่าจุดที่ไม่ทราบค่าเรียกว่าจุดเป้าหมาย

3.2.1.2 วิธีการประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมเฉพาะที่ (Local Interpolation Method) เป็นวิธีการที่ใช้จุดควบคุมบางจุดในการประมาณค่าในจุดเป้าหมาย

ดังนั้น ความแตกต่างของทั้ง 2 วิธีการ อยู่ที่จำนวนจุดควบคุมที่ใช้ในการประมาณค่า โดยทฤษฎีวิธีการประมาณค่าในช่วงแบบใช้จุดควบคุมทั้งหมดหรือเรียกสั้น ๆ ว่า วิธีการโกลบอลถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิว ส่วนวิธีการประมาณค่าในช่วงแบบใช้จุดควบคุมเฉพาะที่ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า วิธีการโลคอล จะดูการเปลี่ยนแปลงในช่วงสั้น ๆ ของปรากฏการณ์นั้น การประมาณค่าในจุดเป้าหมายจะมีประสิทธิภาพมากกว่า เมื่อใช้วิธีการแบบเฉพาะที่เพราะจุดควบคุมที่อยู่ไกลออกไปจะมีผลเล็กน้อยต่อค่าที่ประมาณได้ นอกจากนี้วิธีการประมาณค่าแบบเฉพาะที่ยังได้รับความนิยมมากกว่า เพราะปริมาณงานของการคำนวณน้อยกว่าแบบใช้จุดควบคุมทั้งหมด

3.2.2 ความแม่นยำในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 385) ได้แก่

3.2.2.1 การประมาณค่าช่วงอย่างแม่นยำ (Exact Interpolation) เป็นการประมาณค่า หรือพยากรณ์ค่า ณ ตำแหน่งของจุดใด ๆ โดยค่าที่ได้เหมือนกับค่าของจุดนั้น ๆ ที่ทราบแล้วจากการวัด

3.2.2.2 การประมาณค่าช่วงอย่างไม่แมนยำ (Inexact Interpolation) หรือการประมาณค่าช่วงโดยประมาณ เป็นการประมาณค่าโดยที่ค่า ณ ตำแหน่งของจุดนั้นแตกต่างไปจากค่าที่ทราบแล้วจากการวัด

3.2.3 วิธีการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ อาจจำแนกเป็นแบบเชิงกำหนด (Deterministic) และแบบตัวแปรสุ่ม (Stochastic) การประมาณค่าช่วงแอบเชิงกำหนดจะไม่มีการประเมินความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่า ซึ่งต่างจากการประมาณค่าช่วงแบบเฟ้นสุ่มที่จัดให้มีการประเมินความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าด้วยความแปรปรวน (Variance)

ดังนั้น ด้วยการพิจารณาเกณฑ์การจำแนกการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ทั้ง 3 ประการร่วมกัน สามารถสรุปประเภทการจำแนกการประมาณค่าในช่วง (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 385) ดังตารางประกอบ 6.1

ตาราง 6.1 แสดงประเภทการจำแนกวิธีการประมาณค่าในช่วง

Global		**Local**	
Deterministic	Stochastic	Deterministic	Stochastic
Trend Surface (Inexact) Regression (Inexact)		Thiessen (Exact)	Kriging (Exact)
		Density Estimation (Inexact)	
		Inverse Distance Weighted (Exact)	
		Spline (Exact)	

ที่มา : สรรค์ใจ กลิ่นดาว, (2555 : 386)

การประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมทั้งหมด

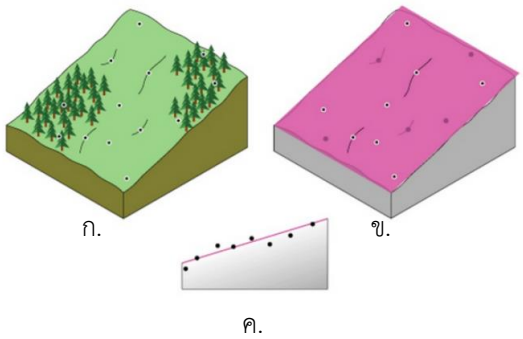
การประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมทั้งหมด เป็นวิธีการที่นำทุก ๆ จุดควบคุมที่มีไปใช้ในการประเมินค่าในจุดเป้าหมาย เนื้อหาต่อไปนี้จะคลอบคุมวิธีการทั้งแบบแนวโน้มพื้นผิวและแบบจำลองถดถอย (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 386) ดังนี้

1. แบบจำลองแนวโน้มพื้นผิว (Trend Surface Models)

เป็นวิธีประมาณค่าแบบไม่แม่นยำ โดยการประมาณค่าแบบไม่แม่นยำ โดยการประมาณค่าของจุดต่าง ๆ จากจุดควบคุมด้วยสมการพหุนาม (Polynomial Equation) สมการดังกล่าวเรียกว่า ตัวประมาณค่า (Interpolator) สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าที่จุดอื่น ๆ แนวโน้มพื้นผิวเชิงเส้นหรือลำดับที่หนึ่ง (Linear or First Order Trend Surface)

การประมาณค่าในช่วงแบบนี้เหมือนกับการนำแผ่นกระดาษสอดระหว่างจุดควบคุมที่ยกขึ้นตามระดับสูง ดังภาพ ก เป็นกลุ่มของจุดควบคุมที่ทราบความสูงในบริเวณลาดเขา ภาพ ข เป็นพื้นผิวแนวโน้มแสดงด้วยสีชมพูเข้ม ภาพ ค แนวความคิดของการประมาณค่าในช่วงด้วยวิธีการ

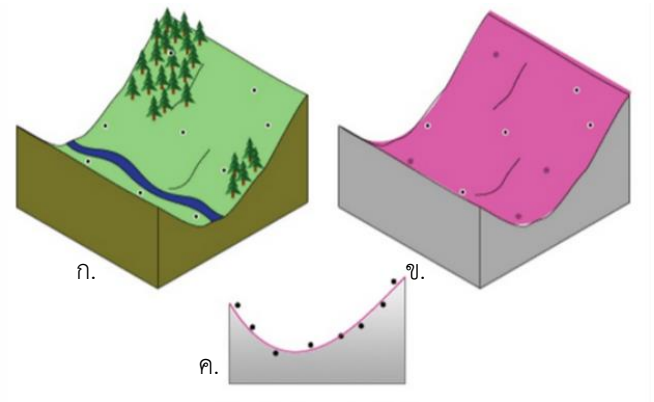
วิเคราะห์แนวโน้มเสมือนการสอดแทรกแผ่นกระดาษเข้าไประหว่างจุดควบคุม (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 386) ดังภาพประกอบ 6.1



ภาพประกอบ 6.1 การวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิวด้วยฟังก์ชันพหุนามลำดับที่ 1
ที่มา : ESRI (2560)

อย่างไรก็ดี แผ่นกระดาษที่แบนเรียบไม่สามารถแทนพื้นผิวภูมิประเทศที่เป็นหุบเขาได้แต่ถ้าดัดแผ่นกระดาษให้โค้งงอ ก็จะได้พื้นผิวที่เหมาะกับภูมิประเทศได้ดีขึ้น

แผ่นกระดาษที่ไม่โค้งงอหรือแผ่นระนาบถือเป็นพหุนามลำดับที่ 1 (First Order Polynomial) ถ้าดัดให้โค้งงอ 1 ครั้ง เรียกว่า พหุนามลำดับที่ 2 (Second Order Polynomial) และถ้าดัดให้โค้งงอ 2 ครั้ง เรียกว่าพหุนามลำดับที่ 3 (Third Order Polynomial) เรื่อยไป อย่างไรก็ดี โปรแกรมการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analyst) โปรแกรม ArcGIS จัดให้มีการโค้งงอได้ถึง 12 ครั้ง (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 387) ดังภาพประกอบ 6.2



ภาพประกอบ 6.2 การวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิวด้วยฟังก์ชันพหุนามลำดับที่ 2
ที่มา : ESRI (2560)

แสดงแนวคิดของการโค้งงอ 1 ครั้ง เพื่อให้พอดีกับรูปร่างของหุบเขาเรียกว่า การใช้ฟังก์ชันพหุนามลำดับที่ 2 เพื่อสร้างพื้นผิว ด้วยแผ่นกระดาษที่ดัดโค้งมีโอกาสตัดผ่านจุดควบคุมน้อยมาก โดยบางจุดอยู่เหนือแผ่นกระดาษโค้งขณะที่บางจุดอยู่ใต้แผ่นกระดาษโค้ง ดังนั้น การประมาณค่าในช่วงด้วยวิธีนี้จึงเป็นการประมาณที่ไม่แม่นยำ เนื่องจากแบบจำลองแนวโน้มพื้นผิวคำนวณด้วยวิธี กำลังสองน้อยที่สุด (Least Square) ที่คล้ายกับแบบจำลองถดถอย (Regression Model) เส้นที่เหมาะสม (Goodness of Fit) ของแบบจำลองจึงถูกนำมาใช้ในการวัดและทดสอบ อีกทั้งเราสามารถคำนวณส่วนเบี่ยงเบนหรือส่วนตกค้างระหว่างค่าที่สังเกตและค่าที่ประมาณได้ของแต่ละจุดที่ทราบค่า

การกระจายของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่ซับซ้อนยิ่งกว่าพื้นผิวระนาบที่ลาดเอียงจากแบบจำลองลำดับที่หนึ่ง แบบจำลองพื้นผิวลำดับที่สูงขึ้นไปจะนำมาใช้เพื่อประมาณพื้นผิวที่มีความซับซ้อนมาก (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 388)

2. แบบจำลองถดถอย (Regression Model)

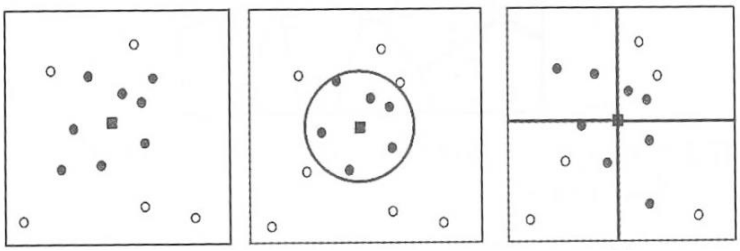
แบบจำลองถดถอยจะสัมพันธ์ตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับจำนวนของตัวแปรต้น (Independent Variable) ในสมการเส้นตรง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าได้ แบบจำลองถดถอยส่วนใหญ่ใช้แอตทริบิวต์ที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ เช่น รายได้ การศึกษา ซึ่งไม่ต้องพิจารณาการประมาณค่าช่วงเชิงพื้นที่ อย่างไรก็ตาม มีกรณียกเว้นที่แบบจำลองถดถอยใช้ตัวแปรเชิงพื้นที่ (Spatial variable) เช่น ระยะทาง เป็นต้น (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 389)

การประมาณค่าในช่วงจากจุดควบคุมเฉพาะที่

ด้วยการประมาณค่าช่วงแบบเฉพาะที่ใช้จุดควบคุมที่ทราบค่าแล้ว ดังนั้น จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องทราบว่าเลือกจุดควบคุมเหล่านั้นอย่างไร ประเด็นแรกของการสุ่มเลือกคือ จำนวนของจุดที่ทราบค่าที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าช่วงตามปกติ โปรแกรมสำเร็จรูปด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์จะยอมให้ผู้ใช้ระบุจำนวนของจุดควบคุมเอง หรือใช้ค่าเริ่มต้นของโปรแกรม เช่น 7 หรือ 12 เป็นต้น ทุกคนอาจเข้าใจว่ายิ่งใช้จุดควบคุมมากเท่าใดก็จะให้ผลการประมาณค่าช่วงที่ละเอียดถูกต้องมากขึ้นเท่านั้น โดยความจริงแล้วความละเอียดถูกต้องของการประมาณค่าในช่วงขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของจุดควบคุมที่สัมพันธ์กับจุดเป้าหมายและสุดท้ายขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูล

หลังจากพิจารณาจำนวนจุดควบคุมแล้ว ชั้นต่อไป คือ การค้นหาจุดควบคุมเหล่านั้น ใช้หลักการเบื้องต้น คือใช้จุดควบคุมที่อยู่ใกล้จุดเป้าหมายที่สุด ซึ่งมีแนวทางให้เลือกคือ เลือกจุดควบคุมที่อยู่ในวงกลมโดยที่ขนาดของวงกลมขึ้นอยู่กับขนาดกลุ่มจุดควบคุมหรือเลือกจุดควบคุมที่

อยู่ในแต่ละควอดแดรนต์ (Quadrant) โดยรอบจุดเป้าหมาย (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 389) ดังภาพประกอบ 6.3



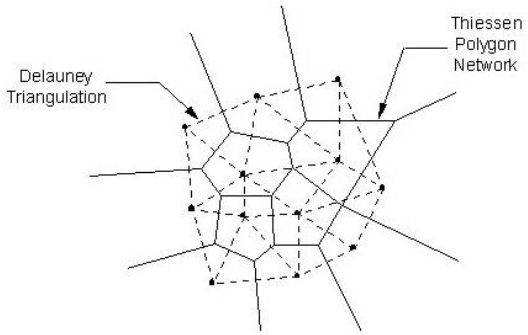
ภาพประกอบ 6.3 (ก) การหาจุดควบคุมที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดเป้าหมาย (ข) หาจุดควบคุมภายในรัศมีที่กำหนด (ค) การหาจุดควบคุมที่อยู่ในแต่ละควอแดรนต์โดยรอบจุดเป้าหมาย
ที่มา : สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2555 : 389)

1. รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสน (Thiessen Polygon)

รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนมีสมมติฐานว่า จุดใด ๆ ภายในรูปหลายเหลี่ยมจะอยู่ใกล้กับจุดควบคุมของหลายเหลี่ยมนั้นมากกว่าจุดอื่น ๆ แต่เดิมได้มีการเสนอใช้รูปหลายเหลี่ยม ธีเอสเสน ในการประมาณค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ใด ๆ โดยกำหนดให้จุด ๆ ภายในรูปหลายเหลี่ยมอยู่ใกล้กับสถานีตรวจอากาศของรูปหลายเหลี่ยมนั้นมากกว่าสถานีตรวจอากาศอื่น ๆ ที่ไกลออกไป รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนเรียกอีกอย่างว่า รูปหลายเหลี่ยมโวโรนอย (Voronai Polygon) และได้ถูกนำมาใช้ในงานประยุกต์หลาย ๆ ประการโดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการของระบบสาธารณูปโภคของรัฐ เช่น โรงพยาบาล เป็นต้น

รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนไม่ได้ใช้วิธีการประมาณค่าในช่วง แต่ใช้การสามเหลี่ยมเชื่อมต่อจุดควบคุม ทั้งนี้เพราะการเชื่อต่อจุดด้วยวิธีที่ต่างกันจะทำให้เกิดชุดของสามเหลี่ยมที่แตกต่างกันด้วย การสามเหลี่ยมดีลอเนย์ (Delaunay Traingulation) เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีการเชื่อต่อเหมือนกันกับ TIN มักจะถูกนำมาใช้ในการเตรียมรูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสน

การสามเหลี่ยมดีลอเนย์ กำหนดให้แต่ละจุดควบคุมจะต้องถูกเชื่อมกับจุดข้างเคียงที่ใกล้ที่สุดและรูปสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นต้องมีด้านเท่ากันเท่าที่จะเป็นไปได้ ภายหลังจากการสร้างรูปสามเหลี่ยมแล้วเราก็สามารถสร้างรูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนได้โดยง่าย โดยเชื่อมต่อปลายเส้นที่ลากตั้งฉากกับด้านประกอบของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปเข้าด้วยกัน (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 390) ดังภาพประกอบ 6.4



ภาพประกอบ 6.4 รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนเส้นหนา จากจุดควบคุมและการสามเหลี่ยมดีลอเนย์
ที่มา : Aquaveo (2017 : 4)

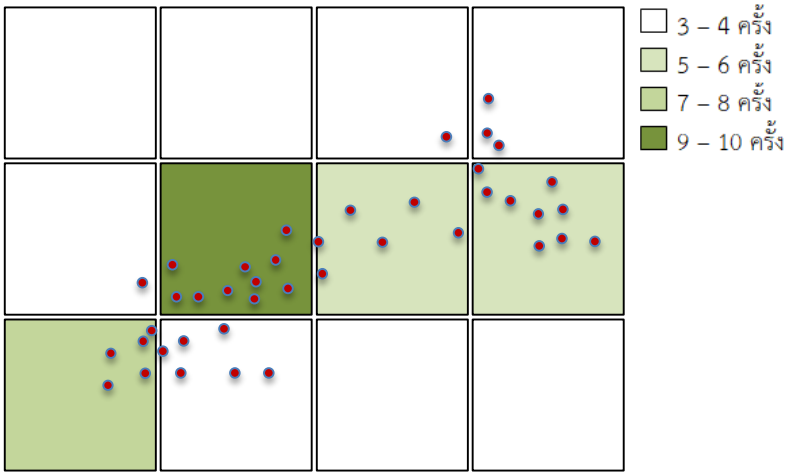
จากภาพประกอบ 6.4 จะพบว่ายิ่งพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนมีขนาดเล็ก จุดทั้งหลายจะรวมเป็นกลุ่มอยู่ใกล้ ๆ ขณะที่พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสนมีขนาดใหญ่จุดทั้งหลายจะกระจายอยู่ห่างกัน ขนาดของรูปหลายเหลี่ยมที่แตกต่างกันนี้ก็จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการพิจารณาคุณภาพการให้บริการสาธารณะ รูปหลายเหลี่ยมขนาดใหญ่ หมายความว่าระยะทางระหว่างบ้านพักและสถานที่ให้บริการอยู่ห่างไกลกันมาก นอกจากนี้ความแตกต่างของขนาดพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมยังถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น การพยากรณ์ชั้นอายุของต้นไม้ในป่า โดยที่พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมขนาดใหญ่ หมายความว่ามีแต่ต้นไม้อายุมากกว่า เป็นต้น (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 391)

2. การประมาณความหนาแน่น (Density Estimation)

เป็นการวัดความหนาแน่นของเซลล์ในชั้นข้อมูลราสเตอร์โดยการพิจารณาจุดควบคุม มีวิธีการประมาณความหนาแน่น 2 วิธี คือ แบบธรรมดาและแบบเคอร์แนล (Kernel)

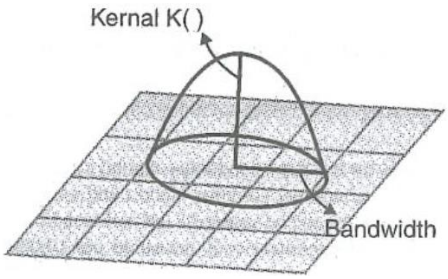
2.1 การประมาณความหนาแน่นแบบธรรมดา (Sample density estimation) ใช้ตารางกริดวางบนจุดที่กระจายกันอยู่ แล้วสร้างตารางเพื่อบันทึกจุดที่ตกอยู่ภายในเซลล์แต่ละเซลล์แล้วหาผลรวมค่าของจุดเหล่านั้น ส่วนการประมาณความหนาแน่นของจุดคำนวณได้จากผลรวมค่าของจุดในเซลล์หารด้วยขนาดของเซลล์ ดังภาพประกอบ 6.5

เป็นตัวอย่างทั้งข้อมูลขาเข้าและขาออกในการประมาณความหนาแน่นแบบธรรมดา ข้อมูลขาเข้า คือ ตำแหน่งที่อยู่ของสุนัขจรจัดที่พบเห็น โดยวาดบนแผนที่ที่มีช่วงห่าง 30 เมตร และมีการนับจำนวนครั้งที่เสุนัขจรจัดปรากฏให้เห็นในแต่ละตำแหน่งที่อยู่ของสุนัข ส่วนข้อมูลขาออกคือความหนาแน่นการพบเห็นของสุนัขจรจัด



ภาพประกอบ 6.5 การประมาณความหนาแน่นแบบธรรมดา
ที่มา : ESRI (2013)

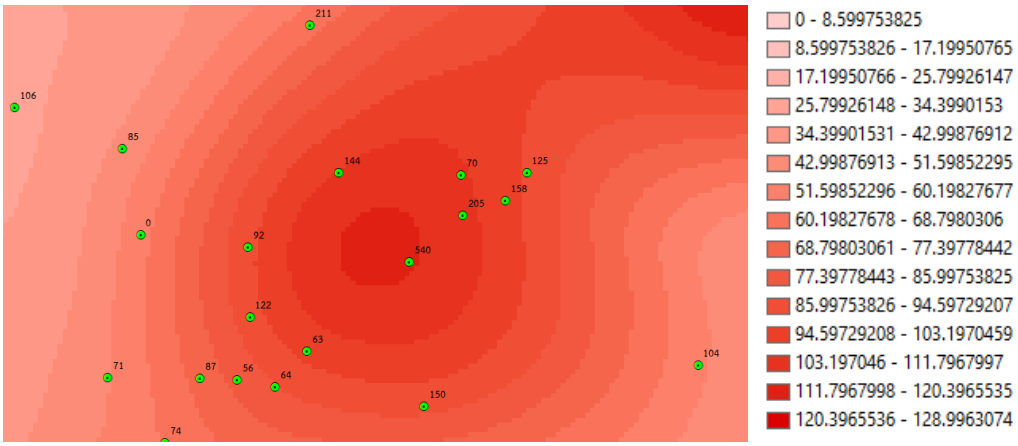
2.2 การประมาณความหนาแน่นแบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation) เป็นวิธีการสัมพันธ์จุดควบคุมกับฟังชันเคอร์เนล โดยแสดงในรูปฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของสองตัวแปร (Bivariate Probability Density Function) ฟังก์ชันเคอร์เนลคล้ายกับส่วนที่นูนออกมา (Bump) จากศูนย์กลางเซลล์จุดควบคุมและลดลงเป็นลำดับจนถึง 0 เหนือขอบหน้าต่างเคอร์เนลหรือความกว้างของแถบ (Bandwidth) ฟังก์ชันเคอร์เนลและหน้าต่างเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดขนาดของส่วนที่นูนออกมา ดังภาพประกอบ 6.6



ภาพประกอบ 6.6 ฟังก์ชันเคอร์เนล
ที่มา : สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2555 : 392)

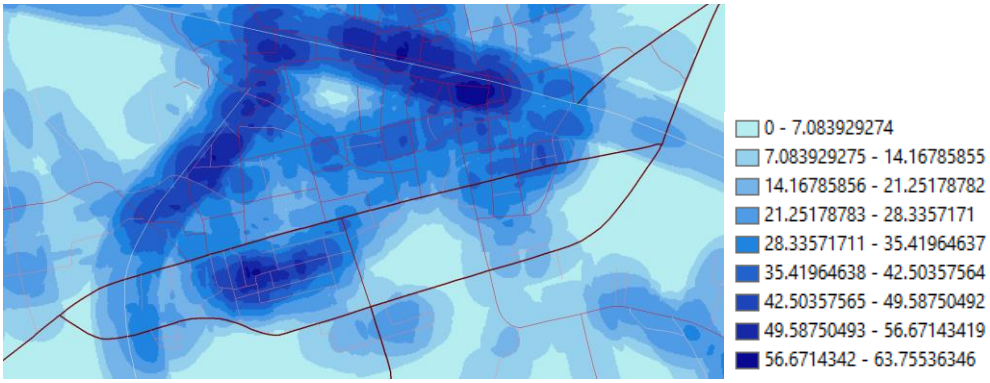
2.1.1 การคำนวณความหนาแน่นของฟีเจอร์จุด (Point Density Calculation) เป็นการคำนวณความหนาแน่นของจุดโดยรอบของเซลล์ขาออกแต่ละเซลล์ จะกำหนดบริเวณใกล้เคียง

โดยรอบเซลล์ศูนย์กลางแต่ละเซลล์และรวมจำนวนจุดที่อยู่ภายในบริเวณใกล้เคียงและหารด้วยพื้นที่ของบริเวณใกล้เคียง ค่าในเขตของประชากรจะใช้พิจารณาจำนวนครั้งที่นับจุด ดังนั้น ถ้าค่าในเขตข้อมูลประชากรเป็น 3 จะทำให้จุดดังกล่าวถูกนับเป็น 3 จุด โดยค่าดังกล่าวสามารถเป็นได้ทั้งจำนวนเต็มและจำนวนจริง ค่าในเขตข้อมูลประชากรจะนำมาใช้ถ่วงน้ำหนักบางจุดให้มากกว่าจุดอื่น ๆ หรือยอมให้จุดหนึ่งแทนปรากฏการณ์หลายอย่าง เช่น จุดหนึ่งใช้แทนประชากรของชุมชน หรืออาชญากรรมประเภทหนึ่งอาจให้ค่าน้ำหนักมากกว่าประเภทอื่น เพื่อแสดงระดับความรุนแรงของอาชญากรรม นอกจากนี้ความหนาแน่นของจุดสามารถประยุกต์หาความหนาแน่นของบ้านเรือน ความหนาแน่นของสถานีตรวจอากาศ หรือความหนาแน่นของการเกิดอาชญากรรมได้ (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 393) ดังภาพประกอบ 6.6.7



ภาพประกอบ 6.7 ความหนาแน่นของจุดตำแหน่งประชากรของแต่ละชุมชน
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

2.1.2 การคำนวณความหนาแน่นของฟีเจอร์เส้น (Line Density Calculation) เป็นการคำนวณความหนาแน่นของเส้นในบริเวณใกล้เคียงของเซลล์ขาออก โดยอยู่ในรูปของหน่วยระยะทางต่อหน่วยพื้นที่ การเลือกหน่วยโดยค่าเริ่มต้นของโปรแกรมอาศัยหน่วยระยะทางของเส้นโครงแผนที่ที่ใช้ในฟีเจอร์ขาเข้า ถ้ากำหนดระยะทางเป็นเมตรหน่วยพื้นที่จะเป็นตารางกิโลเมตร โดยปริยายและผลของความหนาแน่นของเส้นจะเป็นเมตรต่อตารางกิโลเมตร โดยแนวคิดการคำนวณความหนาแน่นของเส้นจะสร้างวงกลมโดยรอบเซลล์ศูนย์กลางโดยใช้รัศมีค้นหา (Search radius) ความยาวของส่วนแต่ละเส้นที่อยู่ภายในวงกลมจะคูณด้วยค่าในเขตข้อมูลประชากร และรวมผลคูณดังกล่าว จากนั้นหารด้วยพื้นที่วงกลม (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 393) ดังภาพประกอบ 6.8

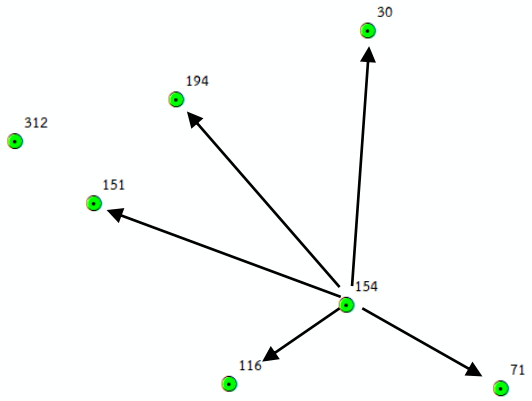


ภาพประกอบ 6.8 แนวคิดการคำนวณความหนาแน่นของเส้น
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

2.1.3 การประมาณค่าในช่วงแบบถ่วงน้ำหนักผกผันตามระยะทาง (Inverse Distance Weighted Interpolation) การประมาณค่าในช่วงแบบนี้มีสมมุติฐานว่า สิ่งใด ๆ ที่อยู่ใกล้กันมักจะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งที่ไกลออกไป ดังนั้น ในการประมาณค่าของจุดที่ไม่มีการบันทึกช่วงค่าที่เรียกว่าจุดเป้าหมาย IDW จะใช้ค่าของจุดควบคุมที่อยู่โดยรอบในการประมาณค่า ดังนั้น IDW กำหนดให้แต่ละจุดควบคุมมีอิทธิพลเฉพาะที่และจะค่อย ๆ ลดลงตามระยะทางที่ห่างออกไป จึงให้ค่าน้ำหนักของจุดควบคุมที่อยู่ใกล้จุดเป้าหมายมากกว่าจุดควบคุมที่อยู่ห่างไกล ด้วยเหตุนี้จึงเรียกวิธีการนี้ว่า การให้ค่าน้ำหนักผกผันตามระยะทาง

ฟีเจอร์ที่อยู่ใกล้กันจะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าฟีเจอร์ที่อยู่ห่างออกไป ดังนั้น ณ ตำแหน่งที่อยู่ห่างไกลออกไป ค่าของจุดควบคุมจะมีความสัมพันธ์น้อยมากกับค่าของจุดเป้าหมาย ดังนั้นเพื่อให้การคำนวณของการประมาณค่าในช่วงรวดเร็วขึ้น เราสามารถลดค่าของจุดควบคุมที่มีอิทธิพลเล็กน้อยให้เป็น 0 ซึ่งเป็นการจำกัดจำนวนของจุดควบคุมที่จะนำไปใช้ในการประมาณค่าของจุดเป้าหมาย (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 394)

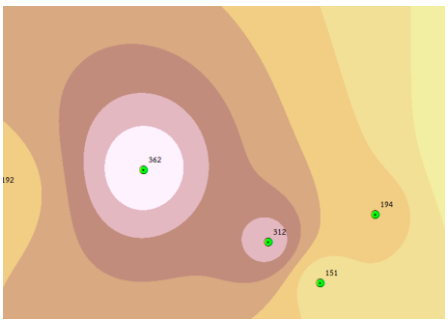
การจำกัดจำนวนของจุดควบคุมดังกล่าวทำได้โดยการระบุหรือกำหนดเงื่อนไขการค้นหาจุดควบคุมในบริเวณใกล้เคียง เช่น กำหนดรูปร่างของบริเวณใกล้เคียง เช่น กำหนดรูปร่างของบริเวณใกล้เคียงหรือจำนวนของจุดควบคุมในบริเวณใกล้เคียงที่จะนำไปใช้ประมาณค่า จุดควบคุมจำนวน 5 จุดในบริเวณใกล้เคียงจะถูกนำมาใช้ประมาณค่าให้กับจุดเป้าหมาย (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 395) ดังภาพประกอบ 6.9



ภาพประกอบ 6.9 จุดควบคุมจำนวน 5 จุดในบริเวณใกล้เคียง
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

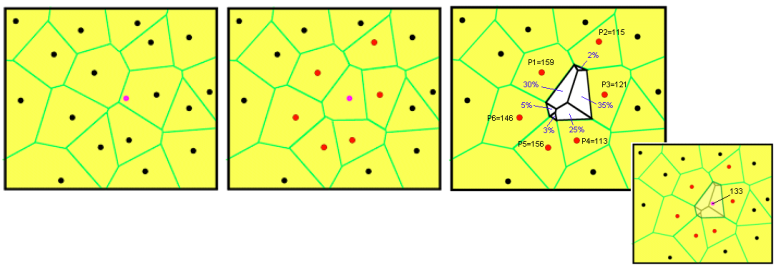
ตามปกติข้อมูลขาเข้าหรือค่าของจุดควบคุมและพื้นผิวที่ต้องการสร้างมีผลโดยตรงต่อการกำหนดรูปร่างของบริเวณใกล้เคียง กล่าวคือ ถ้าทิศทางไม่มีผลต่อการถ่วงน้ำหนัก เรามักจะพิจารณาจากจุดควบคุมที่กระจายอย่างสม่ำเสมอในทุกทิศทาง ดังนั้น รูปร่างของบริเวณใกล้เคียงควรเป็นวงกลม อย่างไรก็ดี ถ้าทิศทางมีผลต่อค่าของข้อมูล เช่น ข้อมูลของทิศทางของลมประจำ (Prevailing Wind) เราต้องปรับรูปร่างของบริเวณใกล้เคียงให้เป็นวงรีโดยแกนหลักขนานกับทิศทางลมเพราะเราทราบดีว่าฟีเจอร์ของตำแหน่งที่อยู่เหนือลมจากจุดเป้าหมายจะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าฟีเจอร์ที่อยู่ในตำแหน่งขวางทิศทางลม (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 396)
ดังภาพประกอบ 6.10

นอกจากนั้นเรายังสามารถกำหนดจำนวนจุดควบคุมทั้งจำนวนขั้นต่ำและจำนวนขั้นสูงสุดที่จะนำไปใช้ประมาณค่าได้อีกด้วย



ภาพประกอบ 6.10 การประมาณค่าแบบ IDW
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

นอกจากนี้ ยังมีวิธีที่คล้ายกับการประมาณค่าในช่วง IDW เพียงแต่จุดที่ทราบค่าที่นำมาใช้ในช่วงจะถูกถ่วงน้ำหนักโดยใช้การสามเหลี่ยมดีลอเนย์เหมือนเช่นใน TIN ที่เรียกว่า การประมาณค่าในช่วงแบบบริเวณใกล้เคียงธรรมดา (Natural Neighbors Interpolation) ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับพื้นผิวที่มีจำนวนข้อมูลมากซึ่งจะใช้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการประมาณค่าในช่วงแบบอื่น ๆ ดังภาพประกอบ 6.11

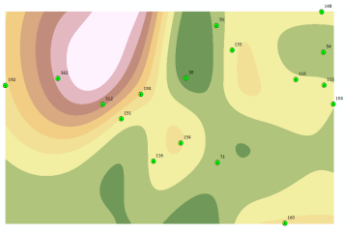


ภาพประกอบ 6.11 การประมาค่าแบบ Natural neighbors

ที่มา : Department of Geography (2560 : 1)

2.1.4 การประมาณค่าช่วงแบบสไปลน์ (Splines Interpolation) เป็นวิธีการประมาณค่าช่วงเชิงพื้นที่โดยใช้ฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่ลดความโค้งของผิวโดยรวมเป็นผลให้พื้นผิวที่ผ่านจุดที่ทราบค่าพอดีมีความเรียบมากขึ้น

การประมาณค่าในช่วงแบบนี้จะประมาณการค่าที่เหมาะกับพื้นผิวมากที่สุด (Best-Fit Serfaces) โดยใช้สมการพหุนามและวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด (Least-Squares Method) ตามลำดับ ซึ่งจะสามารถสร้างพื้นผิวให้เหมาะสมหรือพอดีกับจุดที่ทราบค่ามากที่สุดเพื่อลดการโค้งที่หักเป็นยอดแหลม จึงเป็นวิธีการที่ใช้สำหรับพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบ เช่น ระดับน้ำใต้ทะเล เป็นต้น (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 398) ดังภาพประกอบ 6.12



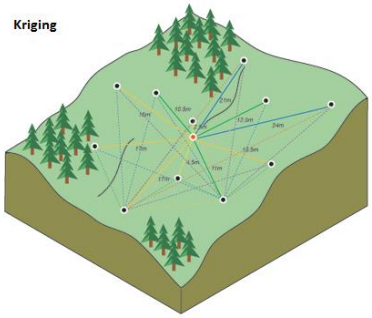
ภาพประกอบ 6.12 การประมาณค่าในช่วงแบบสไปลน์

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

2.1.5 การประมาณค่าในช่วงแบบคริกกิง (Kriging Interpolation) เป็นวิธีการทางสถิติเชิงภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการประเมินค่าช่วงแบบอื่น ๆ ที่กล่าวไปแล้วโดยที่การประมาณค่าช่วงแบบคริกกิงนี้สามารถประเมินคุณภาพของการประมาณค่าช่วงได้

การประมาณค่าในช่วงแบบคริกกิงนี้ มีขั้นตอนในการดำเนินการ 2 ขั้น คือ 1) สร้างแผนภาพความแปรปรวนหรือแวริโอแกรมและฟังก์ชั่นความแปรปรวนร่วม เพื่อประเมินค่าความไม่เป็นอิสระเชิงสถิติหรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า สหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่ (Spatial Autocorrelation) ซึ่งขึ้นอยู่กับแบบจำลองสหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่ 2) พยากรณ์ค่า ณ ตำแหน่งที่ไม่ทราบค่า เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังกล่าว จึงมีผู้กล่าวว่าวิธีการคริกกิงใช้ข้อมูล 2 ครั้ง ครั้งแรกประเมินสหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่ของข้อมูลและครั้งที่สองคือ ประมาณค่าจากข้อมูล (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 399)

2.1.5.1 สร้างแผนภาพความแปรปรวน (Variogram) โดยหลักการพื้นฐานทางภูมิศาสตร์เชื่อว่าฟีเจอร์ที่อยู่ใกล้กันยิ่งมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าฟีเจอร์ที่อยู่ห่างกันออกไป ดังนั้นตำแหน่งของจุดใด ๆ คู่หนึ่งที่อยู่ใกล้กันควรมีค่าที่ใกล้กัน ขณะที่ค่าของจุดใด ๆ คู่หนึ่งที่อยู่ห่างกันจะไม่ใกล้เคียงกันและมีค่าผลต่างกำลังสองสูงกว่า หลักการดังกล่าวเรียกว่าความไม่เป็นอิสระเชิงพื้นที่ หรือสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่อัตโนมัติ (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 399) ดังภาพประกอบ 6.13



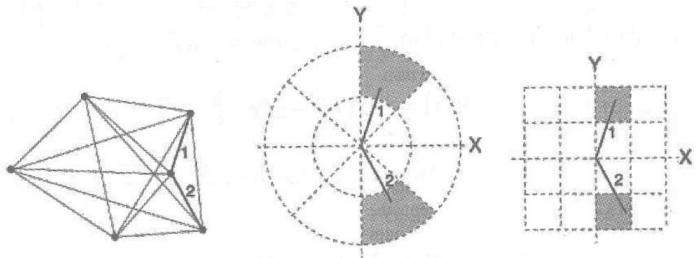
ภาพประกอบ 6.13 จุดควบคุมแบบคริกกิง
ที่มา : ESRI (2016 : 1)

ถ้าความไม่เป็นอิสระเชิงพื้นที่ปรากฏในชุดข้อมูลจะพบว่าจุดควบคุมที่อยู่ใกล้กันจะมีค่ากึ่งความแปรปรวนต่ำและจุดควบคุมที่อยู่ห่างกันจะมีค่ากึ่งความแปรปรวนสูง ค่ากึ่งความแปรปรวนนี้เป็นดัชนีชี้วัดความแปรผันของปรากฏการณ์ตามพื้นที่ ต่อไปเป็นการสร้างแบบจำลองของโครงสร้างจุดควบคุม เนื่องจากมีค่ากึ่งความแปนปรวนทุกค่าของจุดควบคุม จึงเป็นเรื่องยากที่

จะจัดการและนำไปใช้ ดังนั้นจึงมีกระบวนการเรียกว่า ไบนิ่ง (Bining) นำมาใช้เฉลี่ยข้อมูลกึ่งความแปรปรวนตามระยะทางและทิศทาง (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 400) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดกลุ่มจุดควบคุมหนึ่ง ๆ ตามช่วงชั้นระยะทาง (Lag Class) เช่น ขนาดของช่วงระยะทางอาจเป็น 2,000 เมตร ดังนั้น จุดควบคุมคู่หนึ่ง ๆ ที่อยู่ห่างกันเป็นระยะทางน้อยกว่า 2,000 เมตร จะถูกรวมอยู่ในกลุ่มช่วงชั้นระยะทาง 0 – 2,000 และคุมควบคุมคู่หนึ่ง ๆ ที่อยู่ห่างกันเป็นระยะระหว่าง 2,000 และ 4,000 เมตร จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มช่วงชั้นระยะทาง 2,000 – 4,000 เมตร เช่นนี้เรื่องไป

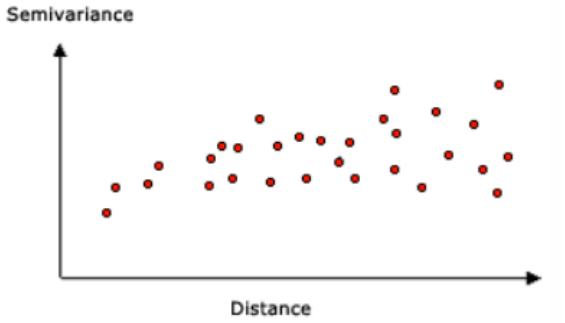
2. จัดกลุ่มจุดควบคู่หนึ่ง ๆ ตามทิศทางโดยใช้วิธีที่เรียบง่าย คือ ส่วนของวงกลม (Radial Sector) อย่างไรก็ดี ในโปรแกรมส่วนขยายของ ArcGIS > Geostatistical Analyst ใช้ตารางกรอดแทน ดังภาพประกอบ 6.14



ภาพประกอบ 6.14 การจับคู่ของจุดควบคุมตามทิศทาง (1) จุดควบคุม 2 คู่มีระยะห่าง 1 และ 2 (2) จัดกลุ่มจุดควบคุมคู่หนึ่ง ๆ ตามทิศทางโดยใช้ส่วนของวงกลม (3) จัดกลุ่มจุดควบคุมคู่หนึ่ง ๆ ตามทิศทางโดยใช้ตารางกริด

ที่มา : สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2555 : 400)

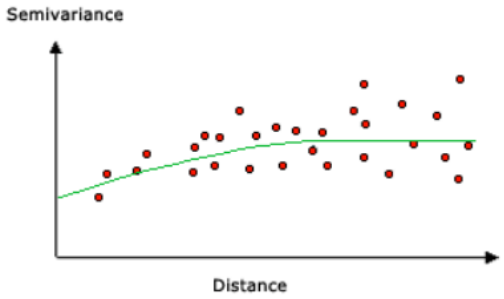
3. การคำนวณค่ากึ่งความแปรแปรวนเฉลี่ย (Average Semivariance) จากนั้นวาดกราฟกึ่งความแปรปรวนเชิงประจักษ์ ต้องพิจารณาผลต่างยกกำลังสองระหว่างค่าของจุดทุกคู่เมื่อนำครึ่งหนึ่งของผลต่างค่าเฉลี่ยและระยะห่างระหว่างจุดคู่นั้น ๆ มาวาดบนแกน y และแกน x ตามลำดับ จะได้ค่าความแปรปรวน ดังภาพประกอบ 6.15



ภาพประกอบ 6.15 แผนภาพการกระจายค่ากึ่งความแปรปรวนตามระยะ
ที่มา : ESRI (2016 : 1)

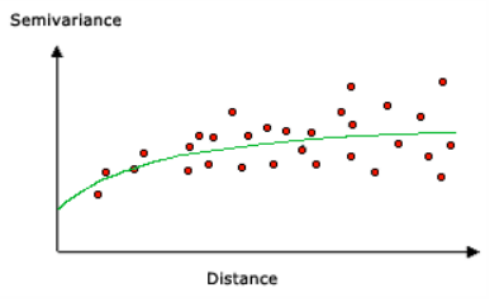
จุดประสงค์หลักของการสร้างแผนภาพการกระจายค่ากึ่งความแปรปรวน คือ การสำรวจและคำนวณความไม่อิสระเชิงพื้นที่หรือสหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่ ฟีเจอร์ที่อยู่ใกล้กันย่อมมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าฟีเจอร์ที่อยู่ไกลออกไป ดังนั้น ตำแหน่งใด ๆ คู่หนึ่งที่อยู่ใกล้กันควรมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ขณะที่จุดใด ๆ คู่หนึ่งที่อยู่ห่างกันจะมีค่าไม่ใกล้เคียงกันและมีค่าผลต่างกำลังสอง

การสร้างแบบจำลองที่เหาะสมกับกราฟกึ่งความแปรปรวนเชิงประจักษ์ที่เหมาะสม คือ สร้างเส้นโค้งที่พอเหมาะกับจุดข้อมูลโดยเลือกจากฟังก์ชันต่อไปนี้ ฟังก์ชันวงกลม (Circular) ทรงกลม (Spherical) เลขชี้กำลัง (Exponential) เกาส์เซียน (Gaussian) และเชิงเส้น (Linear) ยิ่งรูปร่างของเส้นโค้งใกล้จุดกำเนิดชันมากเท่าใด พื้นผิวที่เป็นผลลัพธ์ขาออกจะมีความราบเรียบน้อย ฟังก์ชันทรงกลมแสดงการลดลงของสหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่จนถึงระยะหนึ่ง ถ้าเกินระยะนี้ออกไปสหสัมพันธ์อัตโนมัติจะเป็น 0 ฟังก์ชันทรงกลมนี้จึงนิยมให้กันมาก (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 401) ดังภาพประกอบ 6.16



ภาพประกอบ 6.16 แบบจำลองทรงกลม
ที่มา : ESRI (2016 : 1)

ฟังก์ชันเลขชี้กำลังจะถูกนำมาใช้เมื่อสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ลดลงด้วยเลขชี้กำลังตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น โดยจะไม่ปรากฏสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่อย่างสิ้นเชิงเฉพาะในระยะอนันต์ ดังภาพประกอบ 6.17



ภาพประกอบ 6.17 แบบจำลองเลขชี้กำลัง
ที่มา : ESRI, (2016)

การพยากรณ์ค่า ณ จุดเป้าหมายโดยที่คริกกิงจะสร้างค่าถ่วงน้ำหนักจากจุดควบคุมโดยรอบ เพื่อพยากรณ์ค่าของจุดเป้าหมายโดยที่จุดควบคุมที่อยู่ใกล้จุดเป้าหมายที่สุดจะมีอิทธิพลมากที่สุด อย่างไรก็ดี ค่าถ่วงน้ำหนักของคริกกิงมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าถ่วงน้ำหนักของ IDW เพราะได้มาแบบจำลองกึ่งความแปรปรวนที่พิจารณาข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วย ส่วน IDW ใช้กรรมวิธีแบบธรรมดา กล่าวคือ อาศัยเพียงระยะห่างในการสร้างพื้นที่ผิวต่อเนื่องของปรากฏการณ์ ด้วยหลักการทางภูมิศาสตร์ที่ว่าฟีเจอร์ที่อยู่ใกล้กันย่อมมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าฟีเจอร์ที่อยู่ห่างออกไป ดังนั้น เราสามารถกำหนดบริเวณใกล้เคียงสำหรับการพยากรณ์ค่า โดยใช้หลักการดังกล่าว ค่าของจุดควบคุมจะมีสหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่กับจุดเป้าหมายน้อยถ้าจุดเป้าหมายนั้นอยู่ห่างจากพื้นที่พยากรณ์ เราจึงสามารถกำจัดจุดควบคุมที่อยู่ห่างซึ่งมีอิทธิพลน้อยออกไป
(สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 403)

การกำหนดบริเวณใกล้เคียงสำหรับการพยากรณ์หรือกำหนดรัศมีค้นหา (Search Radius) ช่วยให้การประมวลผลเร็วขึ้น ยิ่งบริเวณใกล้เคียงสำหรับการพยากรณ์เล็กลงเพียงใดการประมวลผลเพื่อให้ได้ค่าที่พยากรณ์หรือค่าประมาณก็เร็วขึ้น จึงเป็นเรื่องปกติในทางปฏิบัติที่กำจัดจำนวนจุดที่ใช้พยากรณ์ค่าโดยระบุบริเวณใกล้เคียงสำหรับการพยากรณ์ นอกจากใช้รูปร่างของบริเวณใกล้เคียงจำกัดขอบเขตของจุดควบคุมที่ใช้สำหรับการพยากรณ์แล้วยังมีพารามิเตอร์อื่น ๆ คือการจำกัดจุดควบคุมที่รายล้อมจุดเป้าหมายภายในบริเวณใกล้เคียงร่วมกับแบบจำลองที่เหมาะสมกับแผนภาพกึ่งความแปรปรวน เราสามารถพิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับจุดควบคุมเหล่านั้น จากค่าถ่วงน้ำหนักและค่าของแต่ละจุดควบคุมทำให้เราสามารถพยากรณ์ค่าให้กับจุดเป้าหมายได้

ArcGIS Spatialm Analyst มีวิธีการกำหนดบริเวณใกล้เคียง 2 วิธี คือ วิธีที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Fixed) และวิธีเปลี่ยนแปลงได้ (Variable) วิธีการแรกต้องการระยะทางและจำนวนจุดน้อยที่สุดโดยที่ระยะทางนั้น คือรัศมีของวงกลมของบริเวณใกล้เคียงซึ่งกำหนดให้คงที่ ดังนั้นการประมาณค่าของเป้าหมายแต่ละจุด ค่าระยะทางนี้จะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงส่วนจำนวนจุดน้อยที่สุดหมายถึง จำนวนจุดควบคุมน้อยที่สุดในบริเวณใกล้เคียงที่น่าจะนำมาใช้ในการประมาณค่าของจุดเป้าหมาย การกำหนดรัศมีค้นหาที่คงคงที่ (ไม่เปลี่ยนแปลง) จะทำให้จำนวนจุดควบคุมในบริเวณใกล้เคียงของจุดเป้าหมายแต่ละจุดมีจำนวนไม่เท่ากันหรือมีจำนวนไม่ถึงขั้นต่ำที่กำหนดถ้าจุดควบคุมเหล่านั้นมิได้กระจายอย่างสม่ำเสมอ (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 404)

ส่วนวิธีที่สองกำหนดให้รัศมีค้นหาสามารถเปลี่ยนแปลงได้และกำหนดจำนวนจุดควบคุมขั้นต่ำที่จะใช้ประมาณค่า ด้วยวิธีการนี้จะทำให้รัศมีค้นหาแปรผันไปสำหรับการประมาณค่าจุดเป้าหมายแต่ละจุดโดยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของจุดควบคุมที่อยู่ใกล้จุดเป้าหมาย

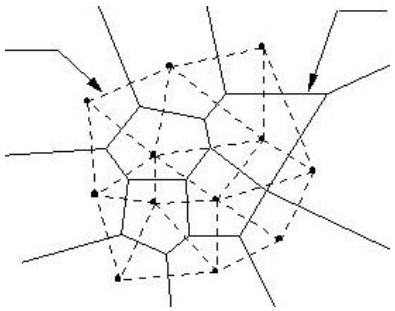
นอกจากนี้ อาจกำหนดระยะไกลสุดสำหรับรัศมีการค้นหา ถ้ารัศมีค้นหาถึงระยะไกลสุดก่อนที่จะรวบรวมจำนวนจุดควบคุมได้ตามที่กำหนดไว้ก็ต้องดำเนินการประมาณค่าของจุดเป้าหมายโดยใช้จำนวนจุดควบคุมเท่าที่มีภายในรัศมีที่ไกลสุดนั้น (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 404)

สรุป

การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ จุดควบคุมและวิธีการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่รวมถึงการควบคุมและชนิดของการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ วิธีในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่แบบจุดควบคุมทั้งหมด ได้แก่ แบบจำลองแนวโน้มของพื้นผิวและแบบจำลองแบบถดถอย ส่วนการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่แบบเฉพาะบริเวณ ได้แก่ รูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสน การประมาณความหนาแน่น ถ่วงน้ำหนักผกผันตามระยะทาง และสไปลน์ ส่วนการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ที่นิยมคือแบบคริกกิง สำหรับการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่จะต้องอาศัยจำนวนจัดควบคุมที่กระจายเต็มพื้นที่ในระยะที่เท่ากันและวิธีการที่เหมาะสมกับข้อมูล จึงจะได้ค่าที่ถูกต้องเหมาะสมหรับการนำไปใช้งาน

คำถามท้ายบทที่ 6

1. การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ หมายถึง
2. ให้ยกตัวอย่างข้อมูลที่เป็นข้อมูลขาเข้าที่ใช้ในการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่
3. อธิบายความหมายของคำว่า การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่แบบจุดควบคุมทั้งหมด
4. อธิบายความหมายของคำว่า การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่แบบเฉพาะบริเวณ
5. อธิบายความแตกต่างระหว่างการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่แบบจุดควบคุมทั้งหมดและแบบเฉพาะบริเวณ
6. ทำไมจึงต้องมีการสร้างแบบจำลองภาพกึ่งความแปรปรวนก่อนที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าแบบคริกกิง
7. จงวาดภาพหลักการประมาณค่าของรูปหลายเหลี่ยมธีเอสเสน
8. มีจุดควบคุมทั้งหมด 13 จุด ให้วาดภาพวิธีการสุ่มจุดควบคุมที่ใช้จุดที่ใกล้ที่สุดและควอดแดรนต์
9. จากภาพเป็นการประมาณค่าแบบใด จงอธิบาย



10. ในการประมาณค่าประมาณน้ำฝน นักศึกษาเลือกใช้วิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบใด เพราะเหตุใด จงอธิบายให้ละเอียด

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560). **การประมาณค่าในช่วง ด้วยวิธี Inverse Distance Weighted.** เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://www.wdoae.doae.go.th/wp2013/wp-content/uploads/2015/03/idwqgis.pdf

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2555). **แนวคิดและวิธีการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สุเพชร จิรขจรกุล. (2552). **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1.** นนทบุรี: เอส อาร์ พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.

Aquaveo. (2017). **Natural Neighbor Interpolation**. เข้าถึงเมื่อ 5 May 2016 จาก https://www.xmswiki.com/wiki/ SMS:Natural_Neighbor_Interpolation

Department of Geography. (2560). **Natural Neighbors.** เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2560 จาก http://www.geography.hunter.cuny.edu/~jochen/GTECH361/lectures/lecture10/3Dconcepts/Natural%20Neighbors.htm

ESRI. (2013). **ArcGIS Desktop10.2.** สหรัฐอเมริกา : อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัด.

_____. (2560). **Help Documentation Archive ArcGIS Desktop Help.** เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/

_____.(2560). **How Kriging worksArcGIS Desktop Help.** เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/

Patiwat Littidej. (2560). **การประมาณค่าเชิงพื้นที่.** มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 7

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ
การวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิว **เวลา 8 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

การวิเคราะห์จำลองความสูงในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การสร้างแผนภาพบล็อก การสร้างแผนที่ภาพตัดขวาง การปริมาณปริมาตรในการขุดและถม แผนที่เส้นชั้นความสูง แผนที่แนวมอง แผนที่ความลาดเท ความโค้งนูน ความโค้งเว้า แผนที่แสดงทิศทางความลาดเทและแผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบจำลองความสูง เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลประกอบการวิเคราะห์และประมวลผล

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. มีความรู้ ความเข้าใจในการประยุกต์แบบจำลองความสูง
2. สามารถปฏิบัติการวิเคราะห์แบบจำลองความสูงได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. นำเสนอแบบจำลองความสูงประเภทต่าง ๆ สนทนากับนักศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองความสูง พร้อมสื่อประกอบการสอน

2. ให้นักศึกษาทำการศึกษาเอกสารประกอบการสอนเรื่อง การวิเคราะห์แบบจำลองความสูงพร้อมกับการอธิบายเนื้อหา โดยใช้สื่อประกอบการสอน

3. แบ่งนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม ปฏิบัติการสร้างแผนภาพบล็อก การสร้างแผนที่ภาพตัดขวาง การปริมาณปริมาตรในการขุดและถม แผนที่เส้นชั้นความสูง แผนที่แนวมอง แผนที่ความลาดเท ความโค้งนูน ความโค้งเว้า แผนที่แสดงทิศทางความลาดเทและแผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงา

4. สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองความสูง และนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. ทบทวนเนื้อหาและทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน แผนที่สามมิติ
2. สื่อประกอบการสอนการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิว
3. Aster Global Dem
4. คอมพิวเตอร์

การวัดผลและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
3. ประเมินผลจากการปฏิบัติการเป็นรายบุคคล

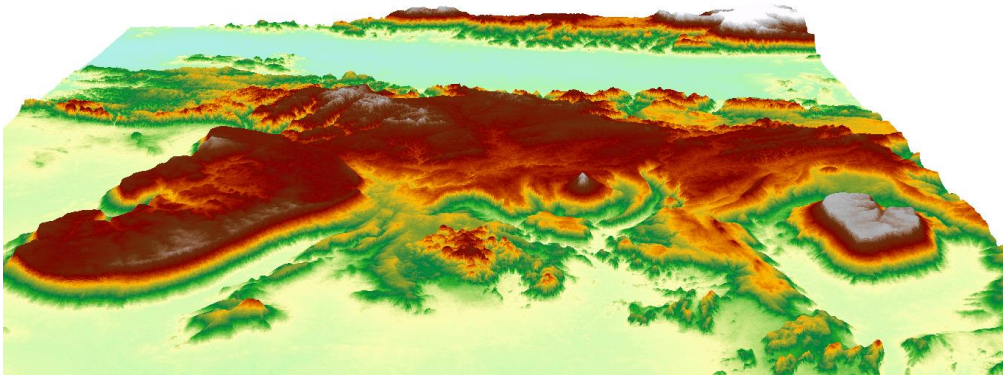
บทที่ 7
การวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิว

การวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิวสูงเชิงเลข เป็นการนำเทคนิคการใช้งานหรือการผลิตแผนที่ โดยการใช้เครื่องมือ 3D Analyst ในการสืบค้นค่าของข้อมูลพื้นผิว ข้อมูลความสูง จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข ในรูปแบบ DEM เมทริกซ์ระดับความสูง ข้อมูลจุดที่ไม่สม่ำเสมอและเครือข่ายสามเหลี่ยม ไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลประกอบการประมวลผล การวิเคราะห์ แสดงผลความแตกต่างของพื้นผิวที่ซ้อนกันอยู่ การแสดงระดับของแสงสะท้อนบนพื้นผิว การแบ่งระดับข้อมูลภาพ เพื่อใช้ในการแสดงผล วิเคราะห์ และการแยกชิ้นข้อมูลออกมาตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป ในบทนี้จะกล่าวถึง การสร้างแผนภาพบล็อก การสร้างแผนที่ภาพตัดขวาง การปริมาณปริมาตรในการขุดและถม แผนที่เส้นชั้นความสูง แผนที่แนวมอง แผนที่ความลาดเท ความโค้งนูน ความโค้งเว้า แผนที่แสดงทิศทางความลาดเทและแผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงา

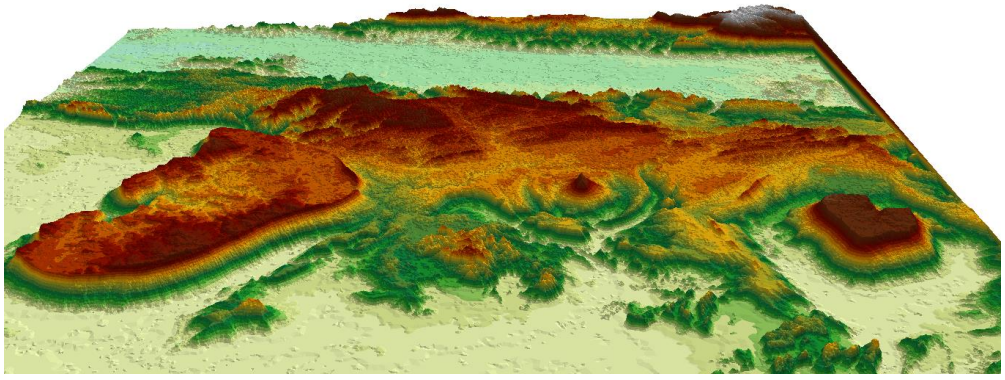
การแสดงแบบจำลองพื้นผิว

1. แผนภาพบล็อก

แผนภาพบล็อกเป็นรูปแบบของแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขที่คุ้นเคยกันมากที่สุด เพราะเป็นวิธีที่ทำให้ภาพภูมิประเทศมีมิติที่ดึงดูดสายตาในการแสดงการแปรผันเหนือพื้นที่ของตัวแปรเชิงปริมาณ ทำให้เห็นการกระจายตัวของมิติ X, Y และ Z ทั้งที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอสร้างเป็นรูปสามมิติ หรือแม้แต่รูปสเตอริโอโดยการเขียนเส้น หรือแสดงเป็นภาพราสเตอร์ แรเงา แผนภาพบล็อกเป็นประโยชน์สำหรับการแสดงข้อสนเทศทางภูมิทัศน์หลายชนิด และสามารถใช้เป็นฐานในการออกแบบภูมิทัศน์ หรือการจำลองพื้นผิวที่มีภาพถ่ายจากดาวเทียมมาซ้อนวางบนแบบจำลอง (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :614) ดังภาพประกอบ 7.1 และภาพประกอบ 7.2



ภาพประกอบ 7.1 ภาพบล็อก DEM แสดงภาพภูมิประเทศบริเวณจังหวัดเลย
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

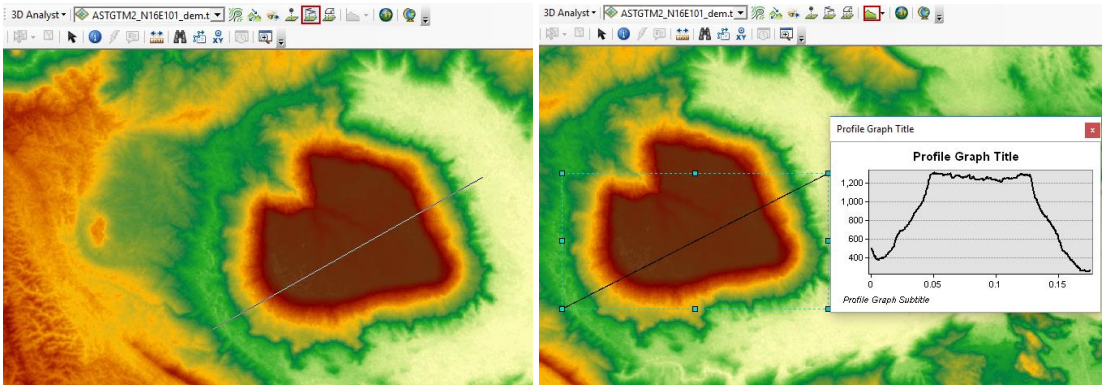


ภาพประกอบ 7.2 ภาพบล็อก TIN แสดงภาพภูมิประเทศบริเวณจังหวัดเลย
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

2. แผนที่ภาพตัดขวาง

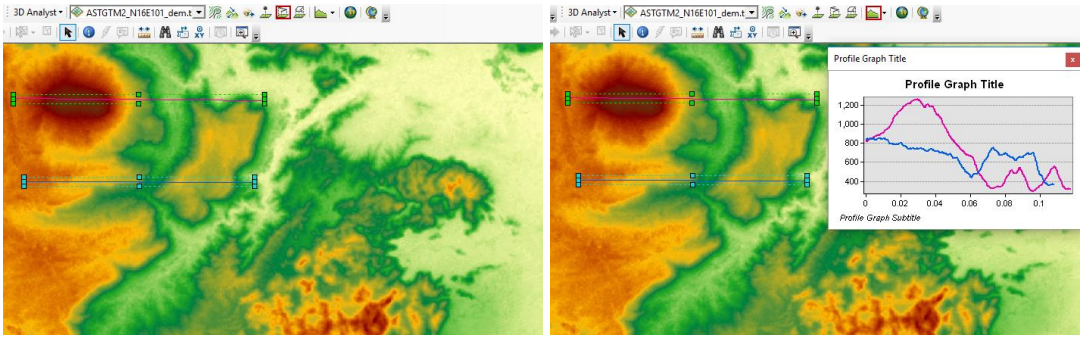
แผนที่ภาพตัดขวางแสดงให้เห็นสภาพความขรุขระหรือความสูงต่ำของพื้นที่ทำให้เห็นพื้นผิวระนาบหรือความลาดเอียงของพื้นที่จากภาพหน้าตัดของพื้นผิว การสร้างภาพตัดขวางสามารถสร้างด้วยมือจากเส้นชั้นความสูงและสร้างแบบอัตโนมัติจากข้อมูลราสเตอร์ระดับสูง เริ่มจากการลากแนวเส้นที่จะสร้างลงบนแผนที่เมทริกซ์ระดับความสูง โดยระยะทางจากจุดมองและความสูงของแต่ละจุดตลอดแนวเส้นถูกวาดลงบนกราฟแสดงความสูงตลอดแนวเส้นตรงที่กำหนดขึ้น (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :612)

ในโปรแกรม ArcGIS สามารถสร้างภาพตัดขวาง โดยไปที่แถบเครื่องมือ 3D Analyst > Interpolate Line > วาดเส้นลงไปบริเวณที่ต้องการดูภาพตัดขวาง > Profile Graph ดังภาพประกอบ 7.3



ภาพประกอบ 7.3 การดูภาพตัดขวาง 1 เส้น
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

ในการดูภาพตัดขวางสามารถสร้างเส้น Interpolate Line ได้หลายเส้น เพื่อดูภาพตัดขวางเปรียบเทียบกัน ดังภาพประกอบ 7.4



ภาพประกอบ 7.4 การดูภาพตัดขวาง 2 เส้น
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

การวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิว

1. การปริมาณปริมาตรในการขุดและถม

ในการวิเคราะห์ปริมาตรพื้นที่ทางวิศวกรรมโยธาหลายประเภทจำเป็นต้องจำลองสภาพ ภูมิประเทศ เพื่อให้สามารถประมาณค่าปริมาตรของพื้นที่ต้องขุดออกหรือนำมาถม เพื่อเตรียมพื้นที่โครงการให้พร้อมสำหรับการพัฒนา การประมาณปริมาตรวัตถุอย่างถูกต้องจะช่วยใช้ประมาณค่าใช้จ่ายได้ถูกต้องนั้นเอง วิธีการประมาณค่าเริ่มต้นจากการสร้าง DEM ของพื้นที่บริเวณที่ต้องการ โดยการสำรวจก่อนงานเริ่มและสร้าง DEM ชุดที่สองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงตามแผนงาน จะได้ผลต่างของ DEM ทั้งสองชุดสามารถวิเคราะห์ปริมาณของดินที่ถูกขุดออกหรือเติมเข้า ปริมาตรของดินที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :614)

2. แผนที่เส้นชั้นความสูง

การลากเส้นชั้นความสูงเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการทำแผนที่ภูมิประเทศ โดยใช้เส้นชั้นความสูงที่เป็นเส้นลากเชื่อมต่อจุดที่มีความสูงเท่ากัน ดังนั้น ช่วงต่างของเส้นชั้นความสูง (Contour Interval) จะแทนระยะทางในแนวดิ่งระหว่างเส้นเส้นชั้นสองเส้น ส่วนเส้นชั้นความสูงหลัก (Index Contour) เป็นเส้นชั้นที่เป็นเส้นเริ่มต้นของการลากเส้นชั้นสมมติว่า DEM มีค่าความสูงอยู่ในช่วงระหว่าง 380 – 1,030 เมตร ถ้าเราตั้งค่าเส้นชั้นความสูงหลักไว้ที่ 400 เมตร ช่วงต่างของเส้นชั้นความสูงกำหนดเป็น 100 เมตร ดังนั้น เส้นชั้นความสูงที่ลากก็จะประกอบไปด้วย เส้นชั้นความสูง 400 500 600 700 800 900 และ 1000 เมตร (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 365)

แผนที่เส้นชั้นความสูงสร้างได้จากเมทริกซ์ระดับสูง โดยการจำแนกช่องกริดต่าง ๆ ให้เป็นระดับชั้นความสูงที่เท่ากันและแทนแต่ละชั้นด้วยสี หรือระดับสีต่าง ๆ โดยเขียนเส้นชั้นความสูงผ่านจุดต่างง ๆ บนเมทริกซ์ระดับสูง หากข้อมูลความสูงอยู่ห่างกันเกินไปหรือกระจายไม่สม่ำเสมอ ควรมีการแบ่งซอยค่าเพื่อให้กริดมีความละเอียดขึ้นก่อน (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :616) สำหรับการสร้างเส้นชั้นความสูงโดยอัตโนมัติ จะต้องตรวจหาเส้นชั้นความสูงที่ตัดหรือบรรจบกับเซลล์ของราสเตอร์และลากเส้นชั้นความสูงผ่านเซลล์ของราสเตอร์หรือสามเหลี่ยม และลากเส้นชั้นผ่านเซลล์ของราสเตอร์หรือสามเหลี่ยม

TIN เป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับการแสดงวิธีการลากเส้นชั้นความสูงโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้เพราะทุก ๆ จุดต่อจากการสามเหลี่ยมจะมีค่าระดับสูงในการลากเส้นหนึ่ง ๆ จะต้องพิจารณาที่ขอบว่าควรมีเส้นลากผ่านหรือไม่ โดยใช้หลักการประมาณค่าในเชิงเส้น โดยการสมมติฐานว่าความลาดเอียง ของเส้นขอบระหว่างจุดต่อทั้งสองคงที่ ซึ่งทำให้เราสามารถระบุตำแหน่งที่เส้นชั้นจะลากผ่านเส้นขอบดังกล่าวได้ ภายหลังจากการประมาณค่าในช่วงทุก ๆ เส้นขอบแล้ว ก็สามารถลากเชื่อมต่อที่มีระดับสูงเท่ากัน เป็นเส้นหนึ่งขึ้นมา (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2555 : 366)

ในการสร้าง Contour Line ในการกำหนดระยะห่างของเส้น โดยไปที่ Spatial Analyst Tool > Surface > Contour

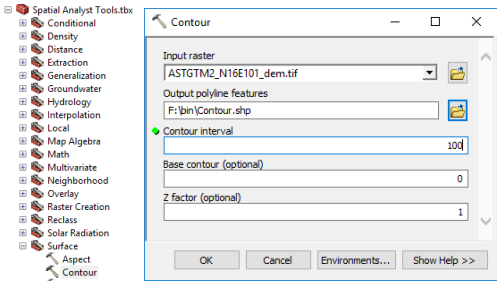
2.1 Input Raster เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการสร้าง Contour

2.2 Output Polyline features เลือกที่เก็บหลังจากที่โปรแกรมประมวลเสร็จแล้ว

2.3 Contour Interval ระยะห่างของเส้นชั้นความสูงที่ต้องการ

2.4 Base Contour (Optional) ค่าที่ยอมให้ควบคุมตำแหน่งของ Contour ที่มีค่าต่ำสุดจากค่าตั้งต้น เช่น ถ้าค่าตั้งต้น Contour 197 เมตร ให้ค่า Base Contour เป็น 3 จะได้ค่าตั้งต้นที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ 200 เมตร เป็นต้น

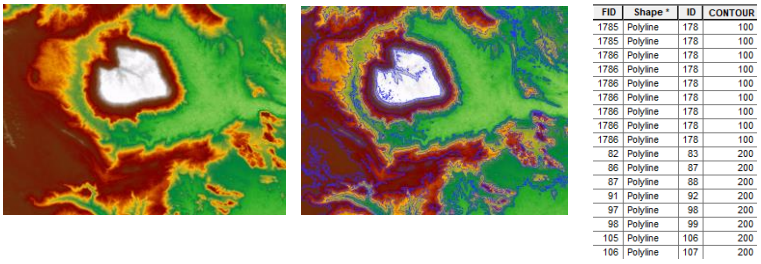
Z Factor (Optional) ค่าที่ใช้ปรับหน่วยข้อมูลจากหน่วย Meter เป็น Feet หรือจาก Feet เป็น Meter หากไม่ต้องการเปลี่ยนให้คงค่าเดิมที่โปรแกรมตั้งมาให้ ดังภาพประกอบ 7.5



ภาพประกอบ 7.5 การสร้างเส้นชั้นความสูง ระยะห่าง 100 เมตร

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

หลังจากโปรแกรมประมวลผลเสร็จ จะแสดงเส้นชั้นความสูง Interval ที่กำหนดไว้ 100 เมตร จากภาพ Contour ที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ 100 เมตร และสูงที่อยู่ที่ 1800 เมตร ดังภาพประกอบ 7.6

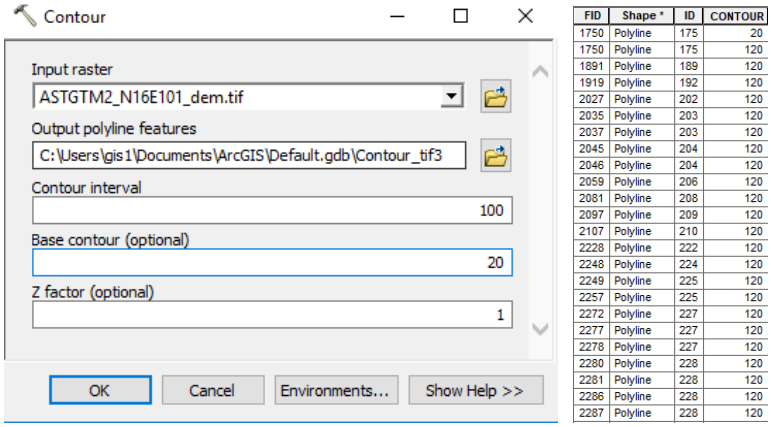


FID	Shape *	ID	CONTOUR
1785	Polyline	178	100
1785	Polyline	178	100
1786	Polyline	178	100
1786	Polyline	178	100
1786	Polyline	178	100
1786	Polyline	178	100
1786	Polyline	178	100
1786	Polyline	178	100
1786	Polyline	178	100
82	Polyline	83	200
86	Polyline	87	200
87	Polyline	88	200
91	Polyline	92	200
97	Polyline	98	200
98	Polyline	99	200
105	Polyline	106	200
106	Polyline	107	200

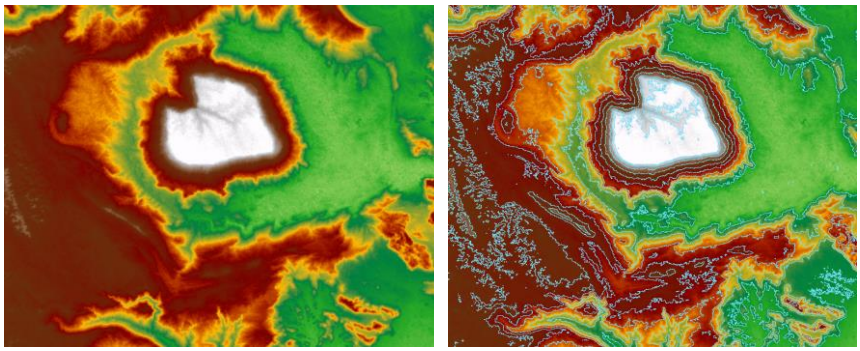
ภาพประกอบ 7.6 เส้นชั้นความสูงระยะห่าง 100 เมตร

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

ในการกำหนด Base Contour จะสัมพันธ์กับ Contour Interval เช่น กำหนดระยะห่างของเส้นชั้นความสูงทุก ๆ 100 เมตร เมื่อกำหนด Base Contour ที่ 20 เมตร เส้นชั้นความสูงต่ำสุดจะเริ่มที่ 20 120 220 320 ไปเรื่อย ๆ จนถึงภูมิประเทศที่สูงที่สุด ดังภาพประกอบ 7.7 และภาพประกอบ 7.8



ภาพประกอบ 7.7 การสร้าง Base Contour ระยะเริ่มต้นที่ 20 เมตร
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2



ภาพประกอบ 7.8 เส้นชั้นความสูงเริ่มที่ Base Contour 20 เมตร
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

3. แผนที่แนวมอง (Line of Sigh Map)

ความสามารถในการกำหนดทัศนวิสัยระหว่างจุดต่าง ๆ ในภูมิทัศน์มีความสำคัญต่อปฏิบัติการทางการทหาร การวางผังเมือง เครือข่ายสื่อสารไมโครเวฟ และการศึกษาด้านนันทนาการ การกำหนดทัศนวิสัยจากแผนที่เส้นชั้นความสูงต้องมีการสร้างภาพตัดขวางก่อน

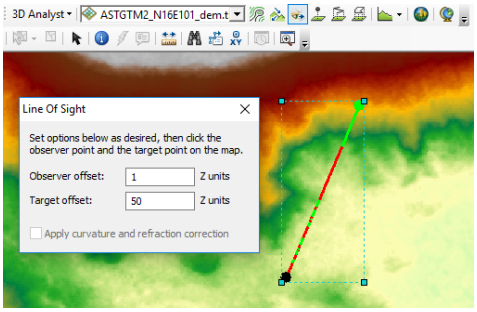
แผนที่ทัศนวิสัยระหว่างจุดสามารถเตรียมขึ้นจากเมทริกซ์ระดับสูงและ TIN โดยใช้กระบวนวิธีการตามรอย (Tracking) การกำหนดตำแหน่งจะต้องคำนวณแนวมองออกไปจะถูกกำหนดใน DEM และมีการลากรัศมีออกจากจุดนี้ไปยังทุกจุดในแบบจำลองจุด เนื่องจาก DEM อาจเป็นรหัสที่สร้างขึ้นจากภาพถ่ายทางอากาศโดยตรง ความสูงที่บันทึกไว้จึงไม่รวมถึงสิ่งต่าง ๆ เช่น ป่าไม้ ตึก และสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ เป็นต้น (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :616)

3.1 คลิกปุ่ม Create Line of Sigh

3.2 Observer Offset คือระดับสายตาของผู้สังเกตที่ใช้ในการกำหนดการมองเห็น จากตำแหน่งที่สังเกตการณ์ โดยมีความสูงเป็น 1 หน่วยเหมือนกันกับหน่วยค่า Z

3.3 Target Offset คือ ความสูงของจุดเป้าหมายที่อยู่เหนือพื้นผิว เป้าหมาหมายที่ทีค่าความสูง 0 จะมองเห็นได้น้อยกว่าเป้าหมายที่มีความสูง

คลิกบนพื้นผิว ณ ตำแหน่งที่ต้องการและลากเส้นไปในทิศทางที่ต้องการมอง เสร็จแล้วดับเบิ้ลคลิกเพื่อหยุด เส้นกราฟิกอยู่ระหว่างจุด 2 จุดบนพื้นผิว สีเขียวหมายถึงมองเห็นและสีแดงหมายถึงไม่สามารถมองเห็น ดังภาพประกอบ 7.9



ภาพประกอบ 7.9 แผนที่แนวมองพื้นผิว สีเขียวมองเห็นและสีแดงไม่สามารถมองเห็น
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

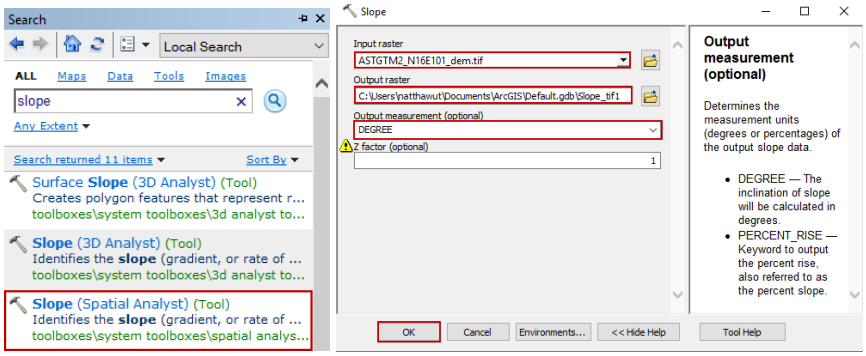
4. แผนที่ความลาดชัน (Slope)

การวิเคราะห์พื้นผิวทำได้ยากสิ้นเปลืองแรงงาน งบประมาณและเวลาในการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดทั้งในภาคสนามและภาพถ่ายทางอากาศ แต่ถ้ามีข้อมูลระดับสูงจะแปลงเป็นเมทริกซ์ระดับความสูงหรือ TIN อาจใช้กระบวนวิธีมาตรฐานได้หลายวิธี เพื่อผลิตแผนที่ที่ซึ่งแสดงความลาดเทของภูมิประเทศ

ความลาดเทกำหนดแผ่นระนาบที่สัมผัสกับพื้นผิวจำลองของ DEM ณ จุดที่กำหนดให้ความลาดชันประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ ความชันเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับ

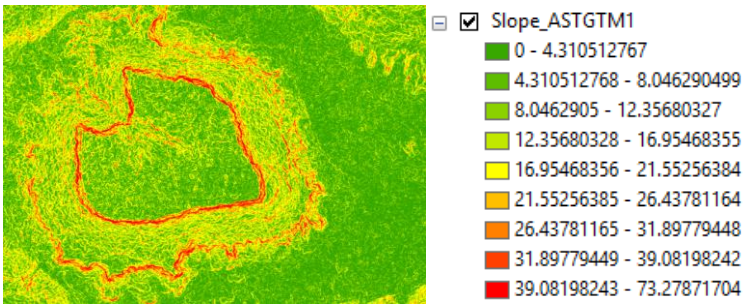
ความสูงที่มีมีค่าสูงสุด และตำแหน่งปรากฏตามทิศทางของเข็มทิศของแนวที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงหรือการหันรับแสง ความชันจะใช้หน่วยเป็นองศาหรือเปอร์เซ็นต์ ส่วนการหันรับแสงบอกทิศทางตามอาซิมุท (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :617)

ในการคำนวณหาความลาดชันสามารถบอกหน่วยเป็นองศาและเปอร์เซ็นต์ โดยใช้แถบคำสั่ง ค้นหา Slope (Spatial Analyst) จะปรากฏหน้าต่าง Slope ขึ้นมา Input Raster เลือก DEM ที่ต้องการวิเคราะห์ เลือกที่เก็บและเลือกหน่วยในการวิเคราะห์ เป็น Degree > OK รอโปรแกรมประมวลผล ดังภาพประกอบ 7.10

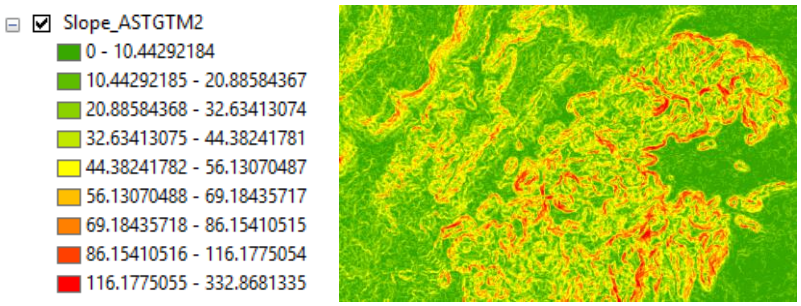


ภาพประกอบ 7.10 การค้นหาคำสั่งการวิเคราะห์ความลาดชัน (Slope)
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

โปรแกรมวิเคราะห์ความลาดเทออกมาในหน่วยขององศา จากภาพจำแนกความลาดชันออกเป็น 9 ชั้น ดังภาพประกอบ 7.11 และความลาดชันหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังภาพประกอบ 7.12



ภาพประกอบ 7.11 ความลาดชันของพื้นที่หน่วยเป็นองศา
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2



ภาพประกอบ 7.12 ความลาดชันของพื้นที่หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

5. แผนที่แสดงความลาดเท (Aspect)

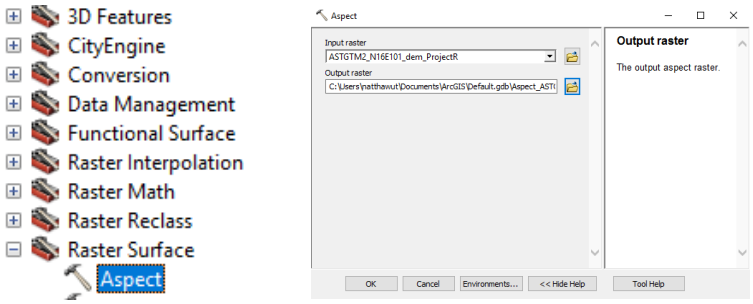
แผนที่แสดงตำแหน่งปรากฏโดยปกติจำแนกออกเป็น 9 ชั้น แต่ละชั้นแสดงตามทิศอาซิมุท ได้แก่ ทิศเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ ใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันตก ตะวันตกเฉียงเหนือและพื้นที่ราบ ในแต่ละภูมิประเทศมักจะมีความชันที่แตกต่างกัน จึงควนมีระบบการจำแนกมาตรฐานจะเสนอให้ใช้นิยามการแบ่งชั้นเหมือนกันหมด ปรับการแบ่งชั้นตามค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงความถี่ของข้อมูล การแบ่งความเทออกเป็น 10 ทิศทางความลาดเท โดยให้มีแนวแบ่งชั้นที่ค่าเฉลี่ย ±0.6 ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย ±1.2 ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมักจะได้ผลที่ดีมาก (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :618)

แผนที่ความลาดเทใช้ในการกำหนดความลาดชันที่รับแสงวัดตามเข็มนาฬิกาจาก 0 – 360 ค่าของทุก ๆ เซลล์จะบ่งบอกทิศทางการหันเหของความลาดชัน ทั้งนี้ Flat Slope ไม่มีทิศทางและมีค่าเป็น -1

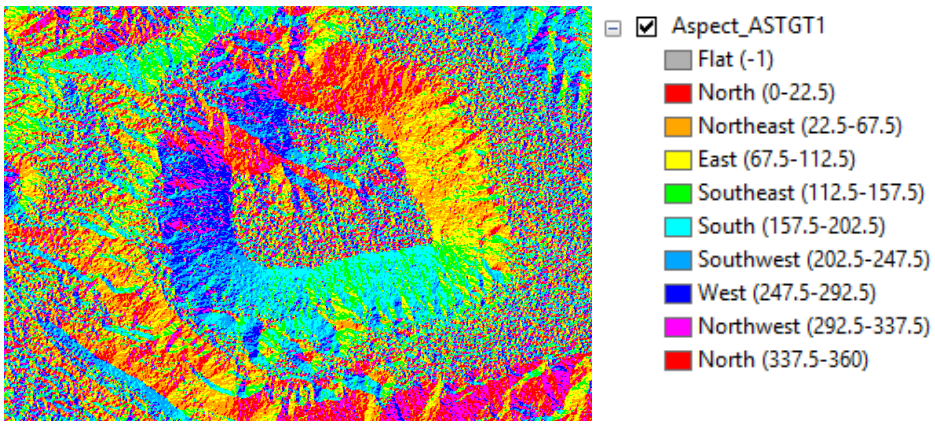
5.1 คลิก 3D Analyst > Raster Surface> Aspect

5.2 Input Raster เลือก DEM ที่ต้องการคำนวณความลาดเท Output raster เลือกที่เก็บหลังจากที่คำนวณความลาดเทเสร็จแล้ว > Ok ดังภาพประกอบ 7.13

5.3 ได้แผนที่ความลาดเทที่คำนวณออกเป็น 9 ชั้น ตามเข็มนาฬิกาจาก 0 – 360 ดังภาพประกอบ 7.14



ภาพประกอบ 7.13 การค้นหาคำสั่ง Aspect วิเคราะห์ความลาดเท
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2



ภาพประกอบ 7.14 การแสดงความลาดเทของพื้นที่ 10 ทิศทางความลาดเท
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

8. แผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงา

แผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงาเป็นแผนที่แสดงภาพความแตกต่างของระดับความสูงต่ำในบริเวณภูเขาและเทือกเขาเทคนิคที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดชนิดวิธีให้เงาแก่ระดับความสูงต่ำซึ่งพัฒนาขึ้นโดยสำนักแผนที่ของออสเตรียและสวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งอาศัยรากฐานมาจากวิธีการใช้แสงและเงาเทียบกัน (Chiaroscuro) เทคนิคที่พัฒนาโดยศิลปินสมัยฟื้นฟูศิลปวิทยา (Renaissance) ในการใช้แสงและเงาเพื่อแสดงภาพของวัตถุสามมิติ วิธีการที่ต้องทำด้วยมือเหล่านี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคการแรเงาด้วยมือและการพ่นสี (Airbrush) เพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการ ผลิตผลที่ได้เป็นที่สะดุดตาราคาแพงและต้องอาศัยความสามารถพิเศษของนักแผนที่เป็นอย่างมาก เมื่อมีแผนที่ดิจิทัลเกิดขึ้นนักแผนที่เริ่มเห็นแนวทางความเป็นไปได้ที่จะแสดงความสูงต่ำเชิงเงาอย่างอัตโนมัติและถูกต้องสามารถผลิตซ้ำได้หลายครั้ง (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :619)

8.1 หลักการของการทำแผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงาอย่างอัตโนมัติได้มาจากแนวคิดที่ว่าลักษณะภูมิประเทศจำลองจะปรากฏเป็นภาพให้เห็นอย่างไร ถ้าแสงส่องมาจากทิศทางและมุมความสูงที่กำหนด โดยอาศัยเทคนิคกาแสดงภาพด้วยสเกลสีเทาและความเข้มต่อเนื่อง แผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงาจะแตกต่างจากภาพถ่ายทางอากาศ คือ

8.1.1 ไม่แสดงสิ่งปกคลุมดิน เพราะสร้างระดับความสูงมาจากจุดเฉพาะพื้นผิวดินเท่านั้น

8.1.2 แหล่งกำเนิดแสงมักเลือกจุดความสูงทำมุม 45 องศา เหนือขอบฟ้าในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการรับรู้ตามธรรมชาติของมนุษย์มากกว่าความเป็นจริงทางดาราศาสตร์

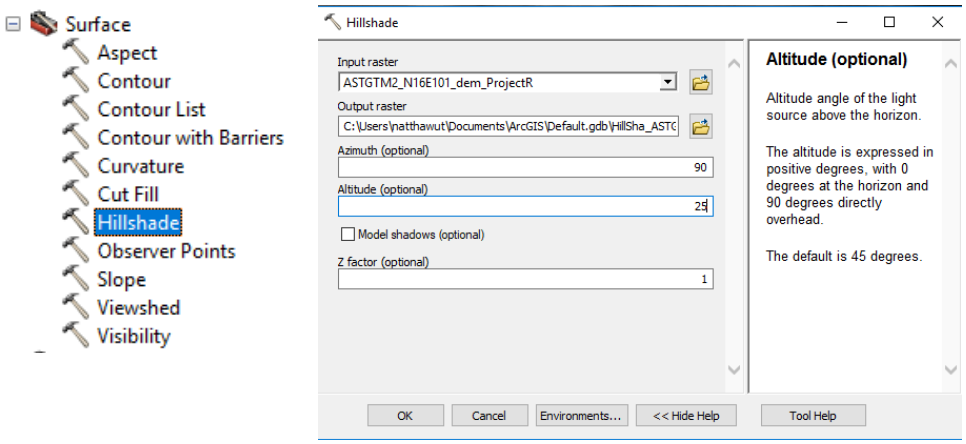
8.1.3 แบบจำลองภูมิประเทศตามปกติมักจะเรียบและมีการลดรายละเอียดลงไปเนื่องจากวิธีการในการเก็บข้อมูล และไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้มากเท่ากับภาพถ่ายทางอากาศ

แผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงาสามารถผลิตได้ง่ายมาก สิ่งที่ต้องทำก็เพียงแต่การประมาณทิศทางการวางตัวของพื้นผิวภูมิประเทศแต่ละส่วน สร้างแบบจำลองที่แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของพื้นผิวสะท้องแสงอย่างไร ถ้าแหล่งกำเนิดแสงอยู่ตำแหน่ง 45 องศาเหนือพื้นดินในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ ความสว่างที่ปรากฏแต่ละพื้นผิวจะขึ้นอยู่กับมุมที่พื้นผิวหันหน้ารับแสง และชนิดของวัสดุพื้นผิวที่เคลือบจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าพื้นผิวที่พรุนหรือด้าน (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552 :620)

8.2 แผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงา ที่สร้างจากแบบจำลองความสูงที่สร้างจาก TIN มีวิธีคล้ายกับราสเตอร์ แต่มีการกำหนดค่าสะท้อนแสงให้แก่ผิวหน้าสามเหลี่ยมที่ละด้านแผนที่จะเป็นทีละช่องกกริด ผิวหน้าถูกแรเงาโดยการขีดเส้นบนรูปสามเหลี่ยมด้วยเส้นขนานไปตามแนวความชันของผิวหน้า ความห่างของเส้นเงาผันแปรตามความเข้มของแสงสะท้อน ภาพประกอบได้ยังคงรักษาโครงสร้างของโครงข่ายสามเหลี่ยมไว้ชัดเจน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเมทริกซ์ระดับสูงกับโครงข่ายสามเหลี่ยมแล้ว เมทริกซ์ระดับสูงจะมีความสูงเชิงเงาที่ชัดเจนกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของฐานข้อมูลในการสร้างแผนที่ความสูงเชิงเงาด้วย

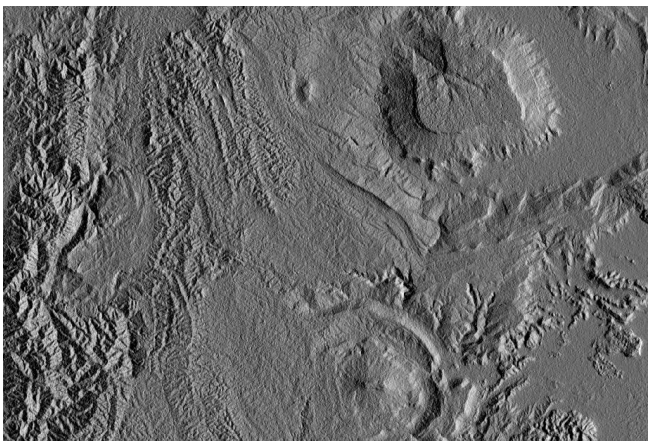
8.2.1 คลิก 3D Analyst > Raster Surface> Hillshade

8.2.2 ปรากฏหน้าต่าง Hillshade > เลือก DEM ที่ต้องการทำในช่อง Input Raster > เลือกที่เก็บข้อมูล ในช่อง Output Raster > เลือกมุมแหล่งกำเนิดแสงในช่อง Azimuth > เลือกมุมมองความสูงในช่อง Altitude > OK รอโปรแกรมประมวลผล ดังภาพประกอบ 7.15



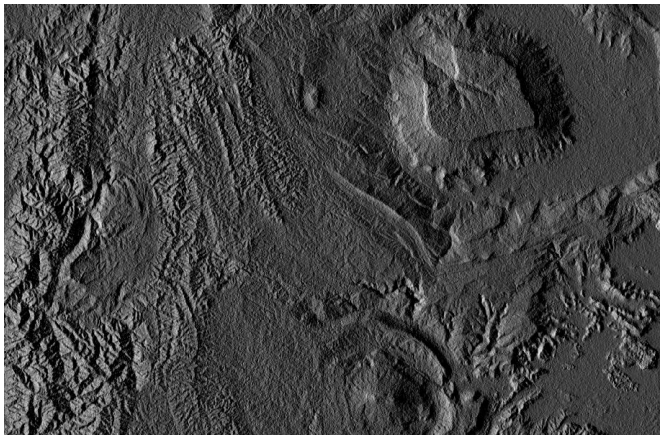
ภาพประกอบ 7.15 การเรียกคำสั่ง Hillshade เพื่อวิเคราะห์ความสูงเชิงเงา
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

7.2.3 หลังจากโปรแกรมประมวลผลเสร็จ จะได้ภาพประกอบมุม Azimuth 90 และ Altitude 25 องศา แหล่งกำเนิดอยู่ทางทิศตะวันออกมีมุมความสูง 25 องศา ทำให้บริเวณที่อยู่ใกล้กับพื้นที่สูงมีเงาเกิดขึ้น ซึ่งเงาที่เกิดขึ้นทอดไปทางทิศตะวันตก ดังภาพประกอบ 7.16



ภาพประกอบ 7.16 แผนที่ความสูงเชิงเงา Azimuth 90 และ Altitude 25
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

7.2.4 มุม Azimuth 270 และ Altitude 15 องศา แหล่งกำเนิดอยู่ทางทิศตะวันตกมีมุมความสูง 15 องศา ทำให้บริเวณที่อยู่ใกล้กับพื้นที่สูงมีเงาเกิดขึ้น ซึ่งเงาที่เกขึ้นทอดไปทางทิศตะวันออก ดังภาพประกอบ 7.17



ภาพประกอบ 7.17 แผนที่ความสูงเชิงเงา Azimuth 270 และ Altitude 15
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

สรุป

การประยุกต์แบบจำลองความสูงสามารถใช้คำสั่งหรือวิธีการข้างต้น ได้แก่ การสร้างแผนภาพบล็อก การสร้างแผนที่ภาพตัดขวาง การปริมาณปริมาตรในการขุดและถม แผนที่เส้นชั้นความสูง แผนที่แนวมอง แผนที่ความลาดเท ความโค้งนูน ความโค้งเว้า แผนที่แสดงทิศทางความลาดเทและแผนที่แสดงความสูงต่ำเชิงเงา ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองพื้นผิวสูงเชิงเลข เป็นการนำเทคนิคการใช้งานหรือการผลิตแผนที่ โดยการใช้เครื่องมือ 3D Analyst ในการสืบค้นค่าของข้อมูลพื้นผิว ข้อมูลความสูง จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข ในรูปแบบ DEM เมทริกซ์ระดับความสูง ข้อมูลจุดที่ไม่สม่ำเสมอและเครือข่ายสามเหลี่ยม ไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เป็นการเตรียมข้อมูลความสูง เพื่อประกอบการวิเคราะห์กับข้อมูลระบบสารสนเทศด้านอื่น ๆ ทั้งนี้วิธีการจัดการข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ หรือโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ อาจเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่และความถนัดการใช้โปรแกรมของผู้วิเคราะห์เอง ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายจะได้ตามวัตถุประสงค์เดียวกัน

คำถามท้ายบทที่ 7

1. การสร้างภาพตัดขวางในโปรแกรมและสร้างภาพตัดขวางจากมือมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร
2. แผนภาพบล็อกสามารถนำไปใช้ในงานด้านใด จงอธิบาย
3. เพราะเหตุใด TIN จึงเป็นข้อมูลในการสร้างเส้นชั้นความสูงที่ดีที่สุด
4. อธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการมองเห็นภาพเกิดจากการแสดงความสูงต่ำเชิงเงา
5. ปัจจัยใดที่มีผลต่อความแม่นยำของการวิเคราะห์ความลาดชันและทิศทางความลาดเทของ DEM
6. แผนที่แสดงความลาดเท สามารถนำไปประยุกต์กับงานด้านใด จะอธิบาย
7. ความลาดชันและความลาดเทต่างกันหรือไม่ อย่างไร
8. ให้นักศึกษาโหลดข้อมูล Aster Global Dem จากสำนักงานธรณีวิทยาของสหรัฐอเมริกา บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และทำการวิเคราะห์ และใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ ในข้อ 9 – 12
9. วิเคราะห์ความสูงต่ำเชิงเงา
10. วิเคราะห์ความลาดชัน หน่วยเป็นองศา
11. วิเคราะห์ความลาดเท
12. สร้างเส้นชั้นความสูง Base Contour 100 ระยะห่าง 20 เมตร

เอกสารอ้างอิง

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2555). **แนวคิดและวิธีการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สุเพชร จิรขจรกลุ. (2552). **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศ ด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1.** นนทบุรี: เอส.อาร์ พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.

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

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 8

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ
การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ **เวลา 8 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ เป็นแผนที่สร้างจากแผนที่สองมิติ โดยอาศัยแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 และ 1 : 250,000 มีการแสดงเส้นชั้นความสูงบอกความสูงต่ำของภูมิประเทศจากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยการคัดลอกเส้นชั้นความสูงลงบนวัสดุที่ต้องการผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ติดซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ตามลำดับจากเส้นชั้นความสูงที่มีค่าต่ำสุด มีการคำนวณมาตราส่วนแนวดิ่งและแนวราบ โดยที่มาตราส่วนจะเปลี่ยนไปตามขนาดของแผนที่และวัสดุที่ใช้ผลิต

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถเตรียมเส้นชั้นความสูงจากแหล่งบริการข้อมูล วางแผนสร้างแผนที่ลักษณะภูมิประเทศสามมิติ ตลอดจนเห็นความสำคัญของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงวิธีการจัดทำสร้างแผนที่ภูมิประเทศ
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการจัดการพื้นที่ด้วยแผนที่ลักษณะภูมิประเทศสามมิติได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. แจกแผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์ให้นักศึกษา พร้อมสนทนาซักถามเรื่องเส้นชั้นความสูงและแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

2. ให้นักศึกษาทำการศึกษาการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ จากเอกสารประกอบการสอน เรื่องการทำแผนที่สามมิติ

3. อธิบายพร้อมใช้สื่อประกอบการเรียน เรื่องการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ประกอบการอธิบาย

4. เปิดเว็บไซต์ของกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (The United States Geological Survey) หน่วยงานให้บริการภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข ที่ให้บริการฟรีและดาวน์โหลดแบบจำลองความสูงเชิงเลขบริเวณที่นักศึกษาสนใจ

5. นำแบบจำลองความสูงเชิงเลขมาสร้างเป็นเส้นชั้นความสูง ทำแผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงและมาตราส่วนที่ต้องการ

6. แบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

7. ลงมือสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ พร้อมคำนวณมาตราส่วนแนวดิ่งและแนวราบ

8. ปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ และทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการทำแผนที่สามมิติ
2. แผนที่ชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 ระวางจังหวัดบุรีรัมย์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ
5. สื่อการเรียน การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด
2. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายบุคคล
3. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายกลุ่ม

บทที่ 8
การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

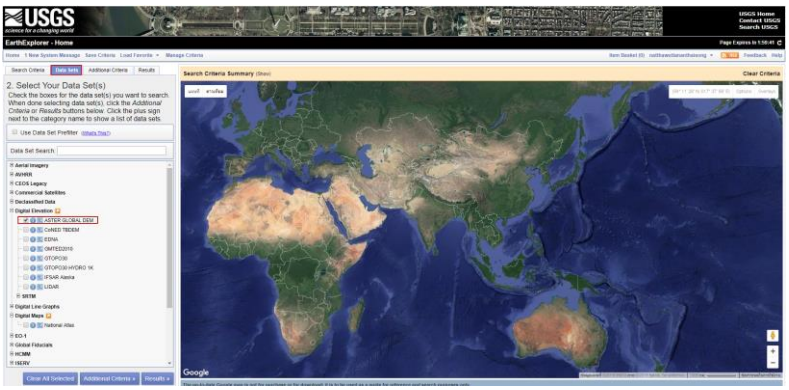
ในการวางแผนพัฒนาและการจัดการพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่หรือเล็ก การเข้าใจในลักษณะภูมิประเทศเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้เห็นภาพโดยรวมของภูมิประเทศสำหรับศึกษาปัญหา แนวทางป้องกันและการแก้ไขปัญหาอย่างลึกซึ้ง เพื่อช่วยในการวางแผนและการจัดการโดยเฉพาะการจัดการในพื้นที่ขนาดเล็ก ในระดับตำบลและหมู่บ้าน โดยเฉพาะองค์การบริหารส่วนตำบลที่มีบทบาทในการพัฒนาท้องถิ่นเพื่อยกระดับความเป็นอยู่ของประชาชนให้ดีขึ้น การใช้แผนที่ภูมิประเทศสามมิติมาเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการเข้าใจในลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ได้ลึกซึ้ง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการท้องถิ่นมีความเป็นไปได้ตามวัตถุประงค์และให้เกิดความเหมาะสมแต่ละพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ในบทนี้กล่าวถึงการเตรียมข้อมูลความสูงเชิงเลขจากแหล่งบริการข้อมูลฟรี นำมาสร้างเส้นชั้นความสูงระยะห่างตามต้องการ วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติจนถึงขั้นตอนการเก็บรักษา เพื่อให้แผนที่ภูมิประเทศสามมิติใช้งานได้ยาวนานขึ้น

แหล่งข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข

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

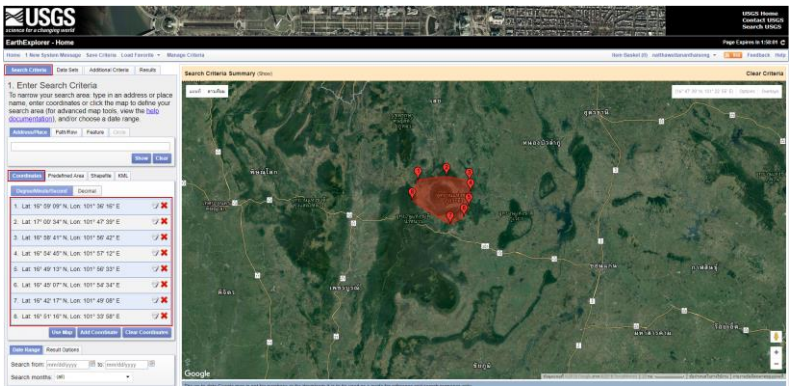
1. หน้าหลักในการดาวน์โหลดข้อมูล

กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา โดยข้อมูลที่ต้องการใช้งานจะเป็นข้อมูล Digital Elevation > Aster Global Dem ดังภาพประกอบ 8.1



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

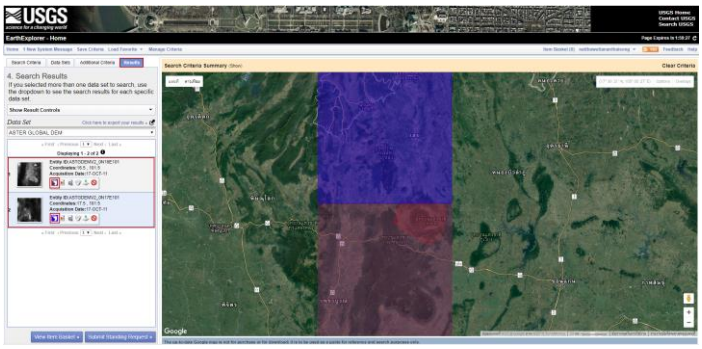
หลังจากที่เลือกแหล่งข้อมูลแล้ว ให้ไปกำหนดตำแหน่งที่ต้องการข้อมูล ไปที่คำสั่ง Search Criteria > คลิกเมาส์ซ้ายรอบบริเวณที่ต้องการ จะเห็นจากแถบ Coordinates มีข้อมูลค่าพิกัดภูมิศาสตร์ปรากฏขึ้นตามจำนวนครั้งที่คลิกลงไปในแผนที่ ดังภาพประกอบ 8.2



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

2. ไปที่แถบคำสั่ง Results

เพื่อค้นหาภาพ Aster Global Dem เว็บไซต์จะค้นหาจากพื้นที่ที่กำหนดข้างต้นและแสดงข้อมูลที่ค้นพบ 2 ระวาง คือ ASTGDEMV_0N16E101 และ ASTGDEMV_0N17E101 และกด Show Footprint เพื่อแสดงขอบเขตของระวางที่พบ (กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา, 2560 : 1) ดังภาพประกอบ 8.3

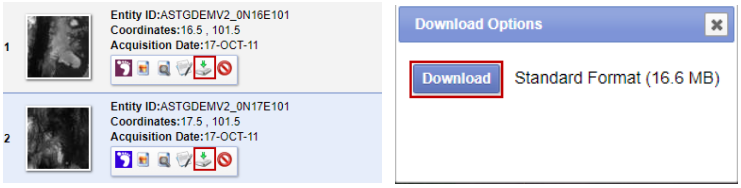


ภาพประกอบ 8.3 Show Footprint เพื่อแสดงขอบเขตของระวางที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ

ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)

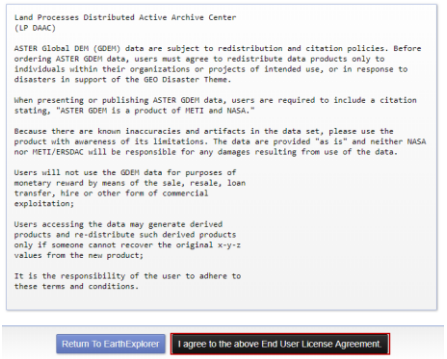
3. ไปที่ Download Options

เพื่อโหลดข้อมูลและยอมรับเงื่อนไขของเว็บไซต์ ไฟล์ ที่ได้จะอยู่ใน Zip File ดังภาพประกอบ 8.4 และภาพประกอบ 8.5



ภาพประกอบ 8.4 การดาวน์โหลด Aster Global Dem

ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)



ภาพประกอบ 8.5 การยอมรับเงื่อนไขในการใช้งาน Aster Global Dem

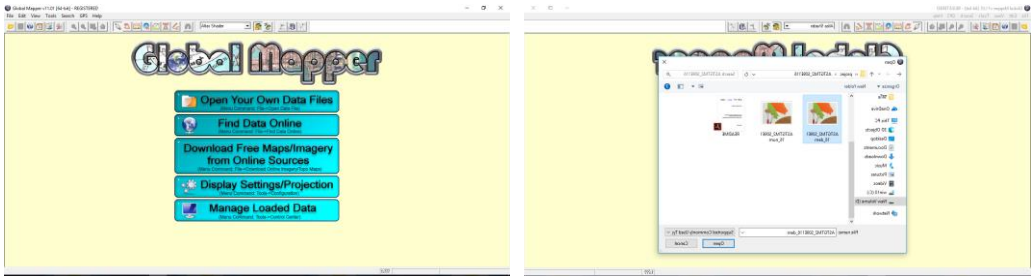
ที่มา : กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (2560 : 1)

การสร้างเส้นชั้นความสูง

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

1. เปิดโปรแกรม

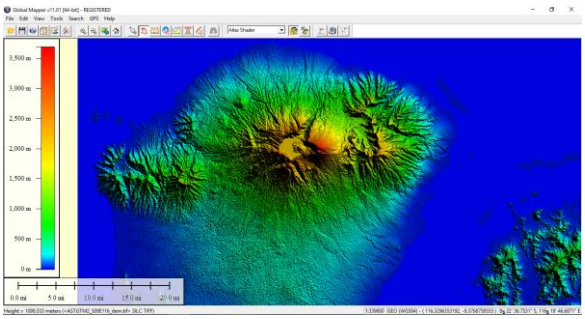
ไปที่คำสั่ง Open Your Own Data File > เลือกไฟล์ DEM ที่ดาวน์โหลดมา ASTGTM2_S09E116_dem ดังภาพประกอบ 8.6



ภาพประกอบ 8.6 การเปิด DEM ในโปรแกรม Global Mapper
ที่มา : Blue Marble Geographics (2560)

2. การแสดงแถบสี DEM

แสดงความสูงต่ำของภูมิประเทศ สีที่ใช้แสดงภูมิประเทศบริเวณที่ใช้สีแดงสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 3500 เมตร และบริเวณภูมิประเทศที่ต่ำสุดใช้สีน้ำเงิน อยู่ที่ความสูง 0 เมตร ดังภาพประกอบ 8.7



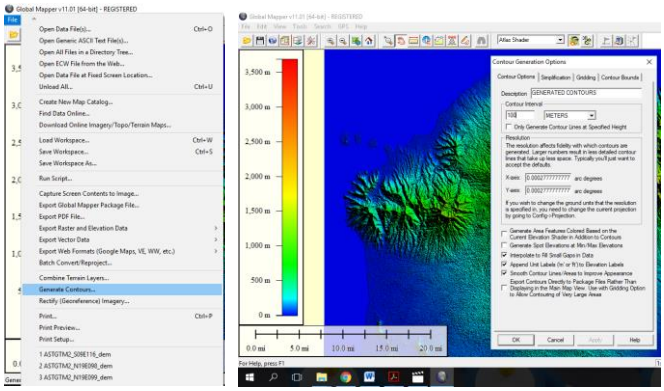
ภาพประกอบ 8.7 Global Mapper แสดง Dem จากพื้นที่ต่ำสุดสีน้ำเงินและพื้นที่สูงที่สุดสีแดง
ที่มา : Blue Marble Geographics (2008)

3. สร้างเส้นชั้นความสูง

ไปคำสั่ง Fine > Generate Contour > ปรากฏหน้าต่าง Contour Generation Options

4. เลือกแถบเมนู Contour Options

เพื่อกำหนดระยะห่างของเส้นชั้นความสูง > Contour Interval 100 เมตร > OK ดังภาพประกอบ 8.8

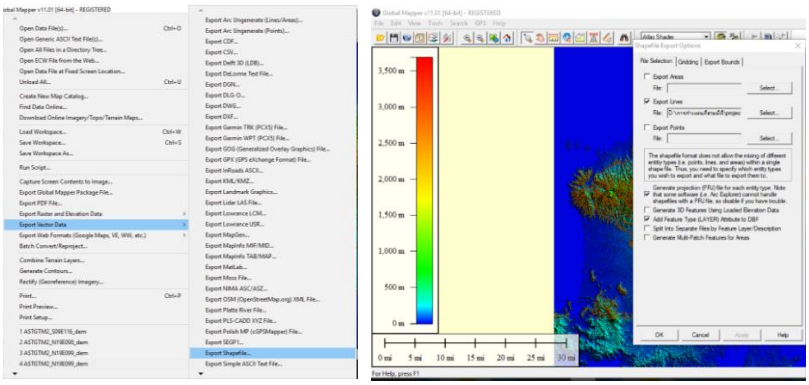


ภาพประกอบ 8.8 การสร้างและกำหนดระยะห่างของเส้นชั้นความสูง 100 เมตร

ที่มา : Blue Marble Geographics (2008)

5. ทำการส่งออกเส้นชั้นความสูง

ไปที่คำสั่ง File > Export Vector Data > Export Shapefile > Export Lines > OK ดังภาพประกอบ 8.9

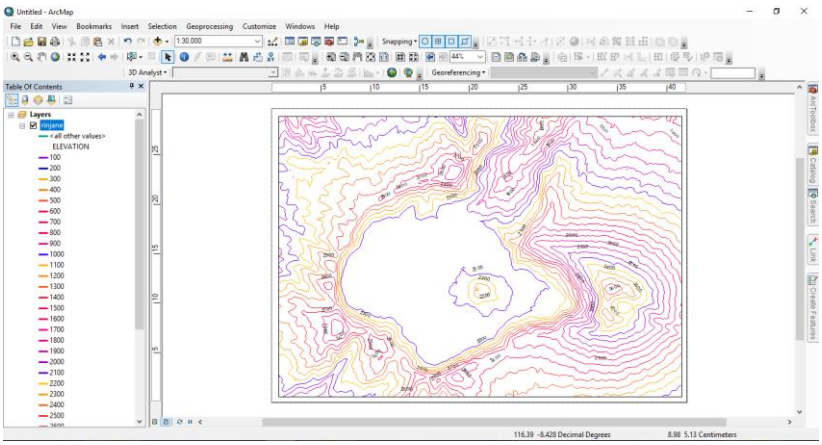


ภาพประกอบ 8.9 การส่งออกเส้นชั้นความสูงเป็นแบบเส้น (Export Lines)

ที่มา : Blue Marble Geographics (2008)

6. สร้างแผนที่ในโปรแกรม Arc GIS

โดยแสดงเส้นชั้นความสูงพร้อมกับค่าความสูงประจำเส้น เพื่อให้ง่ายในการลอกลายเส้นชั้นความสูงต่อไป ดังภาพประกอบ 8.10



ภาพประกอบ 8.10 แผนที่เส้นชั้นความสูงระยะห่าง 100 เมตร
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชั่น 10.2

7. คำนวณมาตรส่วนแนวดิ่ง

คำนวณมาตราส่วนและขนาดของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ซึ่งจะสัมพันธ์กับเส้นชั้นความสูงที่จะใช้สร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ในการคำนวณมาตราส่วนแนวดิ่ง โดยอาศัยจากวัสดุที่ใช้ผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ เทียบบัญญัติไตรยางศ์กับความสูงจริงบนภูมิประเทศ จะได้มาตราส่วนแนวดิ่งของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ โดยคำนวณจากสูตร (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 40)

$$\text{มาตราส่วนแนวดิ่ง} = \frac{\text{ความหนาของกระดาษ}}{\text{ความสูงของภูมิประเทศ}}$$

$$\text{มาตราส่วนแนวดิ่ง} = \frac{0.2\ \text{ซม.}}{100\ \text{ม.}}$$

$$\text{มาตราส่วนแนวดิ่ง} = \frac{0.2\ \text{ซม.}}{10{,}000\ \text{ซม.}}$$

$$\text{มาตราส่วนแนวดิ่ง} = \frac{1}{50{,}000}$$

$$\text{มาตราส่วนแนวดิ่ง} = 1 : 50{,}000$$

การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

1. วัสดุและอุปกรณ์

ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ต้องมีการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับขนาดและมาตราส่วนของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ การเลือกใช้กระดาษหลังรูปที่ใช้แทนความสูงของภูมิประเทศแต่ละชั้น จะส่งผลต่อมาตราส่วนแนวดิ่งของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ด้วย ดังหัวข้อข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ในการผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 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 ใช้ติดกระดาษหลังรูปเข้ากันทีละชั้น ๆ และติดกระดาษทิชชูปรับพื้นผิวแผนที่หุ่นจำลองให้เรียบ

1.2.4 สีโปสเตอร์ ใช้ลงสีเสมือนจริงบนแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

1.2.5 แล็กเกอร์สเปรย์ เคลือบแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ให้เงา

1.2.6 ฟองน้ำฉาบปูน ใช้แทนต้นไม้

1.2.7 แผ่นอะคริลิค 6 แผ่น พร้อมน้ำยาประสาน

1.2.8 กระดาษทิชชู่

กระดาษหลังรูป

กระดาษคาร์บอน

กาวลาเท็กซ์

สีโปสเตอร์

แล็กเกอร์สเปรย์

ฟองน้ำฉาบปูน

แผ่นอะคริลิค

กระดาษทิชชู่

ภาพประกอบ 8.12 วัสดุในการผลิตแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

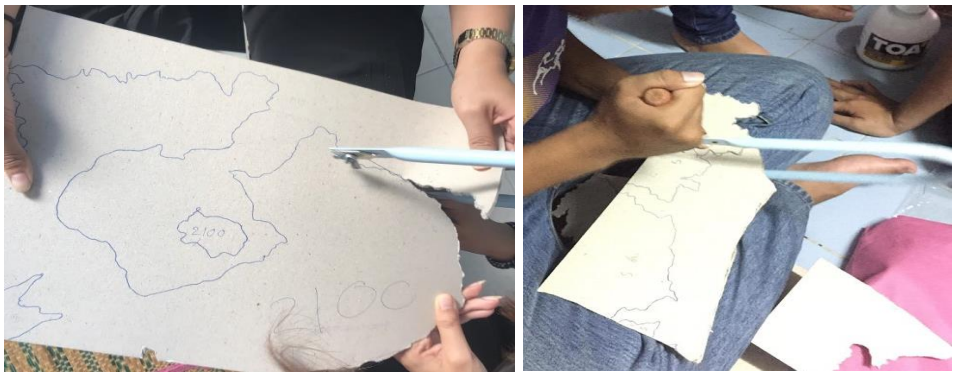
2. วิธีการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

2.1 ออกแบบแผนที่ เป็นการจัดวางองค์ประกอบของแผนที่โดยคำนึงถึงตำแหน่ง ที่ตั้งแผนที่ ชื่อคำอธิบายสัญลักษณ์ ทิศทาง มาตราส่วน ขนาด ชื่อภูมิศาสตร์และรายละเอียดข้อมูลของแผนที่ ให้จัดวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและน่าสนใจ

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

ภาพประกอบ 8.13 การคัดลอกเส้นชั้นความสูงลงกระดาษหลังรูป

2.3 เลื่อยกระดาษหลังรูปตามรอยกระดาษคาร์บอนที่ได้ลอกลายไว้ โดยใช้เลื่อยฉลุเลื่อยไปตามเส้นชั้นความสูงที่ได้ลากไว้ในข้อที่ 2 ให้บรรจบตรงจุดเริ่มต้น จะได้กระดาษหลังรูปที่ใช้แทนเส้นชั้นความสูง 1 เส้น (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.14



ภาพประกอบ 8.14 การเลื่อยกระดาษหลังรูปตามรอยกระดาษคาร์บอนที่ได้ลอกลายไว้

2.4 ติดกระดาษหลังรูป นำกระดาษหลังรูปที่ได้จากข้อ 3 ที่แทนด้วยเส้นชั้นความสูงที่ต่ำที่สุด ทาด้วยกาวลาเท็กซ์และติดลงไปบนฐานของที่ใช้สร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ในขั้นตอนการทากาวควรใช้ปริมาณกาวที่พอเหมาะ ไม่มากหรือน้อยเกินไป หากมากจะทำให้แห้งช้าหรือกระดาษหลังรูปบวม หากน้อยจะทำให้กระดาษหลังรูปแต่ละชั้นไม่ติดสนิท อาจหลุดได้ง่าย (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 76) ดังภาพประกอบ 8.15

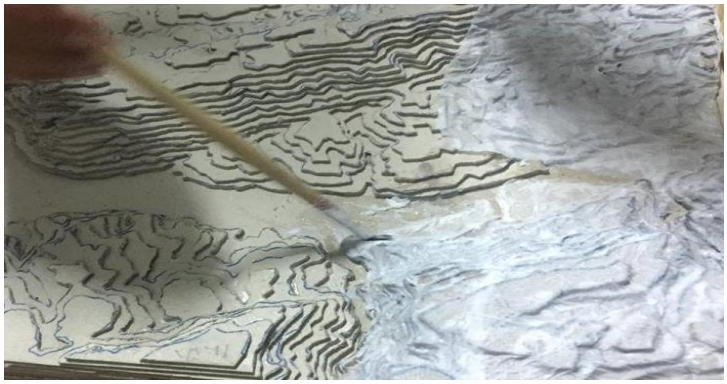
ภาพประกอบ 8.15 การติดกระดาษหลังรูปที่ละชั้นจากเส้นชั้นความสูงต่ำสุด

2.5 ตัดเส้นชั้นความสูงให้ครบทุกเส้น โดยเริ่มจากข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 5 จนครบเส้นชั้นความสูงทุกเส้น โดยเริ่ม จากเส้นชั้นความสูงที่ต่ำที่สุดในแผนที่แล้วค่อย ๆ ไล่ระดับให้สูงขึ้นไปจนถึงบริเวณยอดเขาหรือภูมิประเทศที่สูงที่สุดในบริเวณของแผนที่นั้น (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 75)

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

ภาพประกอบ 8.16 การประกอบกระดาษหลังรูปเสร็จเรียบร้อย

2.7 ผสมกาวลาเท็กซ์กับน้ำเปล่า ลดความเข้มข้นหรือใช้แป้งมันต้มเป็นกาว ผสมน้ำให้มีความหนืดน้อย เพื่อใช้ติดกระดาษทิชชูลงบนแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ ดังภาพประกอบ 8.17



ภาพประกอบ 8.17 การติดกระดาษทิชชูลงบนแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ

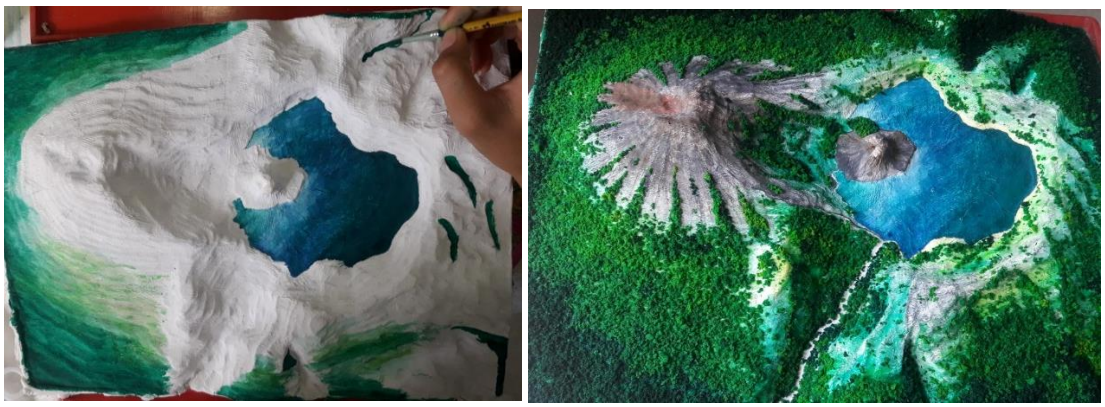
2.8 ในการติดกระดาษทิชชูเพื่อปรับพื้นผิวหุ่นแบบจำลอง หลังจากตรวจสอบแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ที่ติดเส้นชั้นความสูงทุกเส้นเรียบร้อย สังเกตกระดาษหลังรูปที่ใช้แทนเส้นชั้นความสูง 1 เส้นนั้น จะยังคงเป็นชั้น ๆ หรือเหลี่ยมอย่างเห็นได้ชัดเจน วิธีการทำให้พื้นผิวหุ่นจำลองเรียบ โดยใช้พู่กันจุ่มลงไปในกาวลาเท็กซ์ที่ผสมไว้ทางลงไปบนหุ่นแบบจำลอง แล้ววางกระดาษทิชชู่ลงที่ละแผ่น แล้วใช้ปลายของขนพู่กันจิ้มลงบนหุ่นแบบจำลอง เพื่อประดับพื้นผิวของหุ่นแบบจำลองให้เรียบ ขั้นตอนนี้ในบริเวณที่มีร่องน้ำ ซอกเขา ต้องมีความละเอียดเป็นพิเศษควรดูแผนที่ภูมิประเทศประกอบ หากติดกระดาษทิชชูมากเกินไปจะทำให้ ภูมิประเทศที่เป็นร่องน้ำ ซอกเขา นั้นหายไป หลังจากติดเสร็จ นำไปผึ่งแดด หรือรอให้แบบหุ่นจำลองแห้งสนิท (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.18

ภาพประกอบ 8.18 การติดกระดาษทิชชูเพื่อให้พื้นผิวแผนที่ภูมิประเทศเรียบ

2.9 ลงสีพื้น หลังจากที่หุ่นแบบจำลองแห้งสนิท ให้ลงสีพื้นด้วยสีโพสเตอร์ สีขาวหรือสีครีม

2.10 ลงสีภูมิประเทศ ในการลงสีภูมิประเทศของหุ่นแบบจำลองสามมิติ ให้ยึดตามภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศที่มีขนาดมาตราส่วนเดียวกัน ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมสามารถค้นหาได้จาก Google Map

2.11 เตรียมวัสดุที่ใช้แทนต้นไม้ ขนาดของต้นไม้จะต้องสอดคล้องกับมาตราส่วนของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ โดยใช้ฟองน้ำฉาบปูนขนาด 1 นิ้ว มาฉีกให้ละเอียดหรือปั่นด้วยเครื่องปั่นเพื่อให้ละเอียดเพิ่มมากขึ้น ความละเอียดขึ้นอยู่กับมาตราส่วนแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ แล้วนำฟองน้ำที่ปั่นละเอียดมาลงสีเขียว ความเข้มสีควรให้สอดคล้องกับภาพถ่ายดาวเทียม (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 75) ดังภาพประกอบ 8.19



ภาพประกอบ 8.19 การลงสีให้สมจริงและเติมฟองน้ำย้อมสีใช้แทนพื้นที่ป่า

2.12 เตรียมวัสดุที่ใช้แทนเขตเมือง ชุมชน โดยใช้กระดาษหลังรูปตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ความละเอียดขึ้นอยู่กับมาตราส่วนแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ แล้วลงสี ความเข้มของสี ควรให้สอดคล้องกับภาพถ่ายดาวเทียม

2.13 เคลือบแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ ด้วยการพ่นสีกระป๋องแลกเกอร์สเปรย์ ระยะในการพ่นห่างจากแบบหุ่นจำลอง 30 เซนติเมตร รอจนสีแห้งและพ่นทับอีกรอบเพื่อความเงาของแผนที่หุ่นแบบจำลองสามมิติ

2.14 เก็บรายละเอียดของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ โดยการติดต้นไม้ ป่า และพื้นที่เมืองและถนน บนแผนที่ภูมิประเทศเพิ่มองค์ประกอบของแผนที่ ได้แก่ คำอธิบายสัญลักษณ์

มาตราส่วนแนวดิ่ง มาตราส่วนทางราบ ชื่อแผนทีและรายละเอียดนามศัพท์อื่น ๆ ตามต้องการ (เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์, 2544 : 75)

2.15 ติดพิกัดบนขอบแผนที่ พิกัดสามารถติดได้ทั้งพิกัดภูมิศาสตร์และพิกัดกริด หรือสามารถติดได้ทั้งสองรูปแบบเหมือนแผนที่ภูมิประเทศ

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

ภาพประกอบ 8.20 เพิ่มรายละเอียด องค์ประกอบของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ให้สมบูรณ์

ภาพประกอบ 8.21 ติดแผ่นอะคริลิคคลุม 6 ด้านของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

สรุป

การสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ เป็นแผนที่สร้างจากแผนที่สองมิติ โดยอาศัยเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000 หรือข้อมูลความสูงเชิงเลข จากกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา มาสร้างเส้นชั้นความสูงระยะที่ต้องการ คำนวณมาตาส่วนแนวดิ่งขยายตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศที่ถ่ายทอดรายละเอียดได้ดีต้องใช้เส้นชั้นความสูงที่มีความละเอียดถูกต้องเชิงพื้นที่ จึงจะได้แผนที่ที่มีความถูกต้องแทนภูมิประเทศจริงได้เป็นอย่างดี การเลือกวัสดุในการผลิตแผนที่สามมิติให้เหมาะสมกับมาตราส่วนแนวดิ่ง วาดรายละเอียดเส้นชั้นความสูง โดยเริ่มจากเส้นชั้นความสูงที่มีค่าต่ำสุด ติดกระดาษรองเพื่อสร้างความสมจริงให้กับแผนที่สามมิติ ลงสีตกแต่งให้สมจริงตามลักษณะภูมิประเทศ เพิ่มองค์ประกอบภายนอก ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ได้แก่ ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ คำอธิบายสัญลักษณ์ มาตราส่วนราบ มาตราส่วนแนวดิ่งและทิศทาง เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่ภูมิประเทศสามมิติเข้าใจลักษณะภูมิประเทศได้ถูกต้อง

แบบฝึกหัดประจำบทที่ 8

1. ให้นักศึกษาโหลดข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข บริเวณพื้นที่บริเวณภูกระดึง อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย

2. ให้สร้างเส้นชั้นความสูงจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข โดยมีระยะห่างของเส้นชั้นความสูง (Contour Interval) 20 เมตร

3. สร้างแผนที่ (Layout) เส้นชั้นความสูง มาตราส่วน 1 : 50,000 เตรียมสำหรับสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

4. ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ จากแผนที่ 1 : 50,000 ระยะห่างเส้นชั้นความสูง 50 เมตร ใช้กระดาษหลังรูปหนา 0.5 เซนติเมตร เมื่อสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ เสร็จแล้วจะมีมาตราส่วนแนวดิ่งเท่าใด

5. ในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ในพื้นที่หนึ่ง วัดความสูงของแบบจำลองจากเชิงเขาถึงยอดเขาวัดได้ 13 เซนติเมตร และในจุดบนภูมิประเทศจริงในบริเวณเดียวกันวัดได้ 1200 เมตร อยากทราบว่า แบบจำลองนี้มีมาตราส่วนแนวดิ่งเท่าใด

6. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม และปฏิบัติการเลือกสถานที่ บริเวณที่สนใจ 1 สถานที่

7. โหลดชั้นข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข Aster Global Dem

8. สร้างแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ ตกแต่งให้สมจริงตามลักษณะภูมิประเทศ

9. ติดคำอธิบายและองค์ประกอบแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ

10. ติดแผ่นอะคริลิคคลุม 6 ด้านของแผนที่ภูมิประเทศสามมิติให้เรียบร้อย

เอกสารอ้างอิง

กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา. (2560). **Aster Global Dem.** เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560 จาก https://earthexplorer.usgs.gov/

เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์. (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

แผนบริหารการสอน ประจำบทที่ 9

วิชา 2542203 การทำแผนที่สามมิติ

การสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ **เวลา 8 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

การเรียกใช้งานโปรแกรม การเลือกตำแหน่งโมเดลให้ถูกต้องตามตำแหน่งจริงบนภูมิประเทศ การสร้างส่วนประกอบของแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ การใส่วัสดุให้กับพื้นผิว การสร้างตัวหนังสือ การสร้างโมเดลด้วยคำสั่ง Follow Me การปรับแต่งเส้นสีโมเดลและการส่งออกภาพรูปแบบของ 2D 3D และภาพเคลื่อนไหว

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

มีความรู้ ความเข้าใจ ในการเลือกตำแหน่งโมเดลให้ถูกต้องตามตำแหน่งจริงบนภูมิประเทศ การสร้างส่วนประกอบของแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ การใส่วัสดุให้กับพื้นผิว การสร้างตัวหนังสือ การสร้างโมเดลด้วยคำสั่ง Follow Me การปรับแต่งเส้นสีโมเดลและการส่งออกภาพรูปแบบของ 2D 3D และภาพเคลื่อนไหว และสามารถสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ในการสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างอาคารสามมิติ
3. เพื่อให้ผู้เรียนส่งออกอาคารสามมิติในรูปแบบของ 2D 3D และภาพเคลื่อนไหว

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. นำเสนออาคารสามมิติที่ค้นพบในอินเตอร์เน็ต พร้อมสนทนาซักถามเรื่องการสร้างอาคารในรูปแบบสามมิติ

2. ศึกษาการสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ จากเอกสารประกอบการสอน การสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ

3. อธิบายพร้อมใช้สื่อประกอบการเรียน เรื่องการสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ ประกอบการอธิบาย

4. นักศึกษาเปิดโปรแกรม SketchUp สร้างส่วนประกอบของอาคาร เช่น เสา ผนัง หลังคา เป็นต้น

5. แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม เก็บข้อมูลอาคาร ได้แก่ ภาพถ่ายมุมด้านต่าง ๆ ขนาดกว้างยาว พร้อมรายละเอียดภายนอกในแต่ละชั้น เช่น ความกว้างยาว ของระเบียง ประตู หน้าต่าง เป็นต้น

6. นำข้อมูลและรายละเอียดจากการเก็บข้อมูล มาวาดเป็นภาพจำลองสองมิติลงไปในกระดาษ

7. สร้างอาคารสามมิติ ด้วยโปรแกรม SketchUp

8. ทำคำถามท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนรู้

1.เอกสารประกอบการสอนวิชาการทำแผนที่สามมิติ

2.เลเซอร์วัดระยะ วัดมุม ตลับเมตร

3.กระดาษ ดินสอ ไม้บรรทัด

4.คอมพิวเตอร์

5.โปรแกรม SketchUp

การวัดและประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบฝึกหัด

2. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายกลุ่ม

3. ประเมินผลจากพฤติกรรมรายบุคคล

บทที่ 9
การสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ

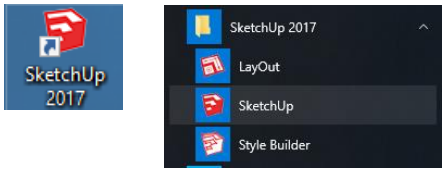
การจำลองรูปแบบสามมิตในปัจจุบันมีการพัฒนาไปอย่ารวดเร็ว ทั้งการสร้างภูมิประเทศและสิ่งปลูกสร้างในรูปแบบของสามมิติ การออกแบบสมัยใหม่ที่ผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศ ปัจจุบันได้มีโปรแกรม SketchUp ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในการออกแบบและก่อสร้างอาคารในรูปแบบของสามมิติ เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถดาวน์โหลดใช้ฟรี มีคำสั่งที่ไม่ซับซ้อน แสดงผลได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ ได้อย่ารวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงการทำงานกับโปรแกรมทางด้านภูมิสารสนเทศ เช่น ArcGIS, AutoCAD เป็นต้น ในการสร้างแบบจำลองอาคารสามมิติสามารถใช้ตำแหน่งอ้างอิงภูมิศาสตร์กำหนดที่ตั้งของแบบจำลองสามมิติ เพื่อให้แบบจำลองมีตำแหน่งที่ตรงตามภูมิประเทศจริงบนพื้นโลก สามารถดึงตำแหน่งและแบบจำลองที่สร้างขึ้นแสดงผลร่วมกับ ภูมิประเทศแบบสามมิติใน Google Earth ได้ ในบทนี้จะอธิบายถึงการเปิดใช้งาน การเลือกตำแหน่ง การสร้างโมเดล 3 มิติ การปรับแต่งสี การปรับแต่งพื้นผิวและการส่งออกภาพเป็นรูปแบบไฟล์ต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานประกอบการวิเคราะห์และตัดสินใจต่อไป

การเรียกใช้งานโปรแกรม

หลังจากที่ติดตั้งโปรแกรม SketchUp สามารถเรียกใช้งานโปรแกรมโดยมีขั้นตอนดังนี้ (ทริมเบิล นาวิเกชั่น, (2017 : 3)

1. เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

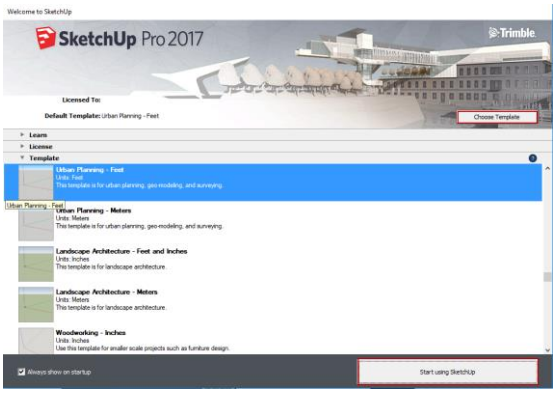
คลิกที่ Start > All Program > SketchUp หรือ ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน SketchUp ที่หน้าจอ Desktop ดังภาพประกอบ 9.1



ภาพประกอบ 9.1 การเปิดใช้งานโปรแกรม SketchUp
ที่มา : ทริมเบิล นาวิเกชั่น (2013)

2. หน้าต่าง Welcome to SketchUp

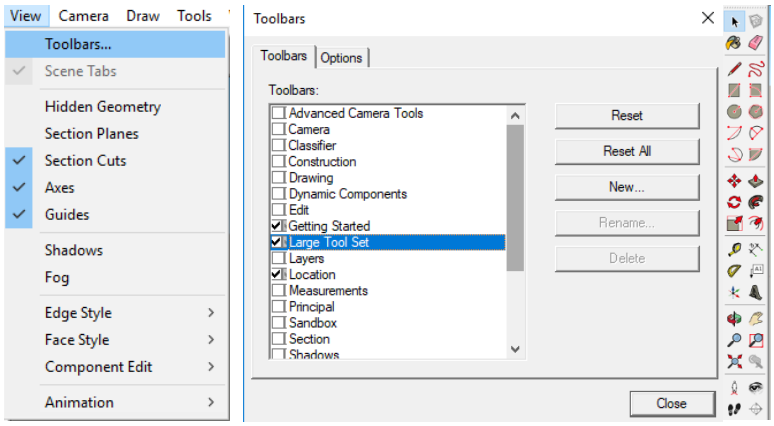
เมื่อเปิดโปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Welcome to SketchUp สามารถเลือกการ Template ไปที่ Choose Template เลือก Template ที่ต้องการ > Start Using SketchUp ดังภาพประกอบ 9.2



ภาพประกอบ 9.2 การเลือก Template ที่ต้องการใช้งาน
ที่มา : นาวินทร์ สมประสงค์, (2554 : 3)

3. การเรียกเครื่องมือ

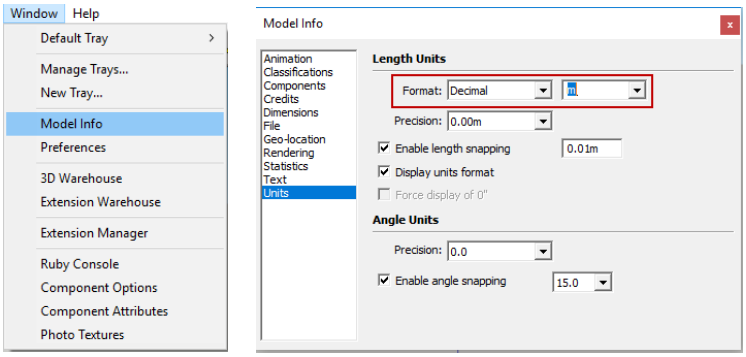
โปรแกรมสามารถเรียกเครื่องมือ เพื่อเริ่มการทำงานสามารถไปที่ View > Toolbar > Large Tool Set ดังภาพประกอบ 9.3



ภาพประกอบ 9.3 การเรียกเครื่องมือ Large Tool Set
ที่มา : สมลักษณ์ บุญณรงค์ (2555 : 217).

4. การตั้งค่าหน่วย

ในการใช้งาน โดยไปที่ Window > Model Info > Units เลือกรูปแบบที่ต้องการใช้เป็น Decimal > M. ดังภาพประกอบ 9.4



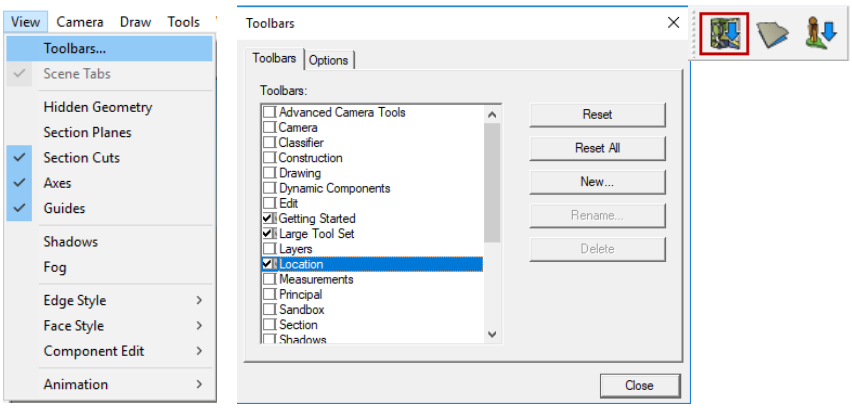
ภาพประกอบ 9.4 การตั้งค่าหน่วยในการใช้งาน SketchUp

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

การสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติด้วย SketchUp

1. การเลือกตำแหน่งโมเดล

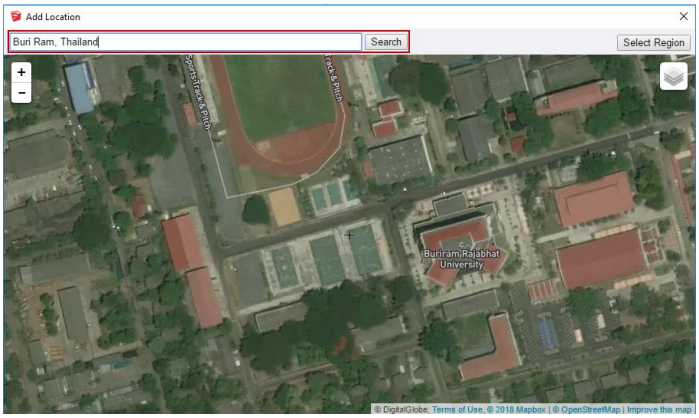
ก่อนการสร้างโมเดล หรืออาคารควรมีการเลือกที่ตั้งให้ถูกต้องตามตำแหน่งจริงบนภูมิประเทศ อ้างอิงจาก Google โดยการเลือกแถบเครื่องมือ ไปที่ View > Toolbars > Location จะปรากฏแถบเครื่องมือ (ทริมเบิล นาวิเกชั่น, (2017 : 3) ดังภาพประกอบ 9.5



ภาพประกอบ 9.5 การเรียกแถบเครื่องมือ Location

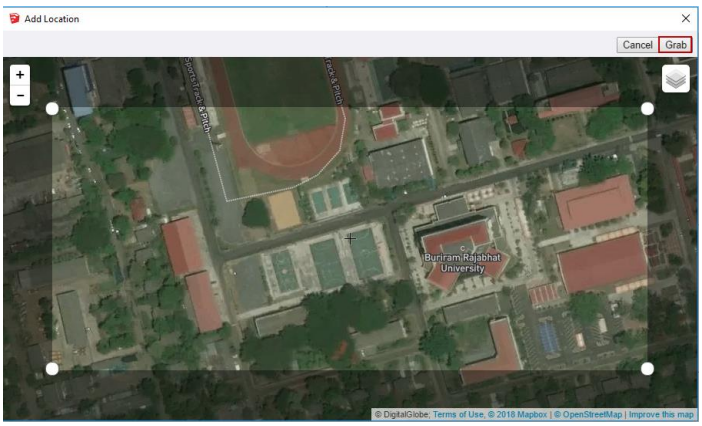
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

1.1 ในการใช้งานให้เลือกตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร จะปรากฏหน้าต่าง Add Location พิมพ์ชื่อสถานที่ที่ต้องการค้นหา Search จะปรากฏเป็นภาพถ่ายดาวเทียม ให้ขยายภาพถ่ายดาวเทียมในบริเวณที่ต้องการ โดยการใช้ลูกกลิ้งที่เม้าส์ขึ้นลงในการย่อและขยาย ดังภาพประกอบ 9.6

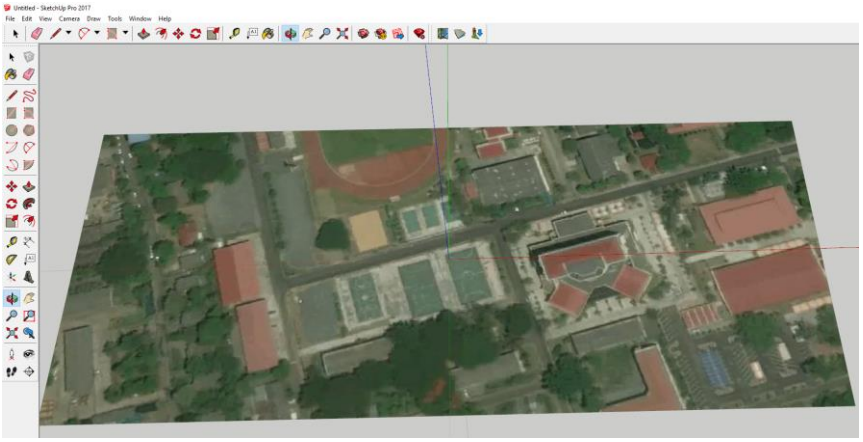


ภาพประกอบ 9.6 การค้นหาตำแหน่งที่ต้องการ
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

1.2 เมื่อได้ขยายภาพถ่ายดาวเทียมได้ขนาดตามที่ต้องการ ให้ Select Region จะขึ้นกรอบที่ต้องการ และเลือก Grab เพื่อเลือกภาพ ตำแหน่งไปใช้งานต่อไป ดังภาพประกอบ 9.7 และภาพประกอบ 9.8



ภาพประกอบ 9.7 การ Grab ภาพถ่ายดาวเทียม
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

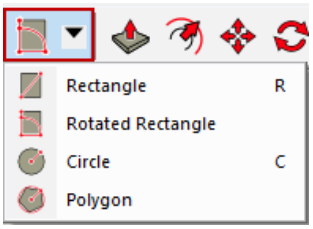


ภาพประกอบ 9.8 ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณที่ต้องการแสดงในโปรแกรม
ที่มา : ทริมเบิล นาวิเกชั่น (2013)

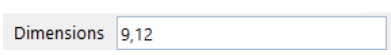
2. การสร้างโมเดล 3 มิติ

สามารถสร้างโมเดลโดยการใช้เครื่องมือที่อยู่ด้านซ้าย จากนั้นกำหนดพื้นที่วาดและใส่ค่าระยะตามต้องการ ในการสร้างโมเดล 3 มิติเป็นการสร้างวัตถุรูปทรงต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาคารต่อไป (ทริมเบิล นาวิเกชั่น, (2017 : 1)

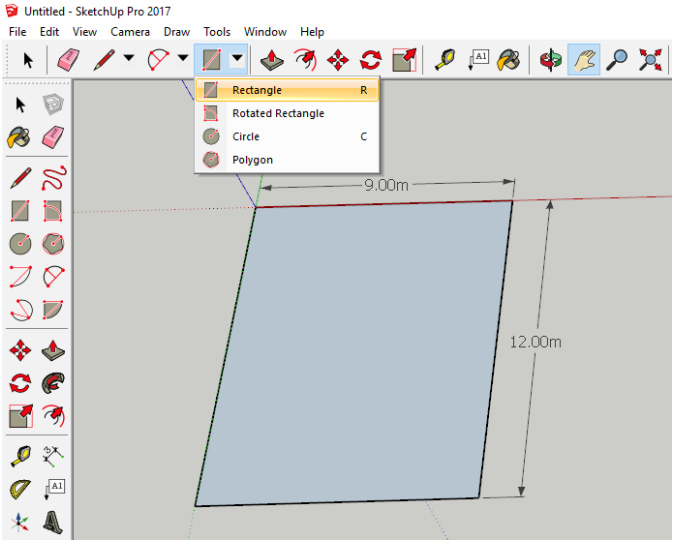
2.1 การสร้างรูปหลายเหลี่ยม เป็นการทำงานที่ใช้แถบคำสั่ง Shape จะมีให้เลือกรูปหลายเหลี่ยมให้เลือก เช่น Rectangle, Rotated Rectangle, Circle และ Polygon ดังภาพประกอบ 9.9



ภาพประกอบ 9.9 แถบคำสั่ง Shape สำหรับสร้างรูปหลายเหลี่ยม
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.2 ในการวาดภาพให้คลิกรูปหลายเหลี่ยมที่ต้องการ พร้อมกับกดความกว้างยาวที่ต้องการ เช่น ต้องการรูปสี่เหลี่ยมที่มีความกว้างยาว 9 x 12 เมตร ให้คลิกซ้ายค้างไว้และพิมพ์ 9,12 แล้วกด Enter จะได้ความกว้างยาวที่ต้องการ 

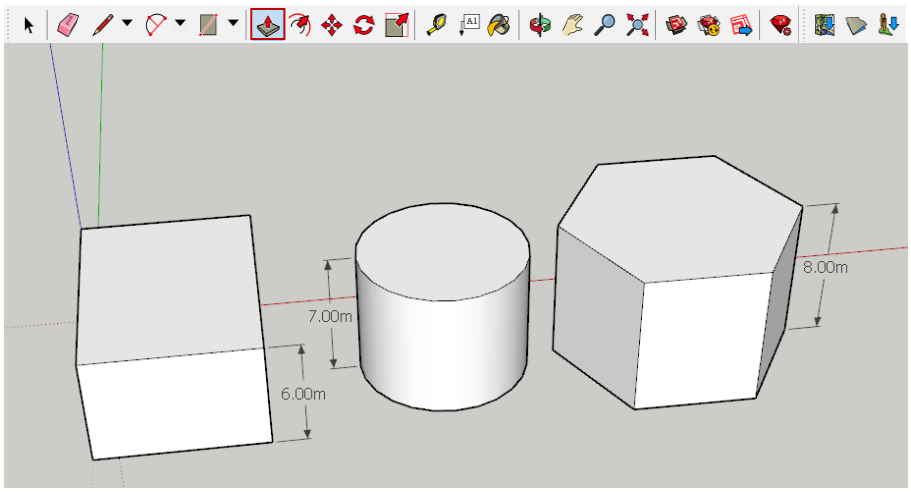
ดังภาพประกอบ 9.10



ภาพประกอบ 9.10 การวาดรูปสี่เหลี่ยมโดยการกำหนดความกว้างยาว

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.3 ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยมประเภทอื่นก็เช่นกัน โดยคลิกซ้ายค้างไว้พิมพ์ความกว้างยาวที่ต้องการและกด Enter หากต้องการเพิ่มความสูงให้กับรูปหลายเหลี่ยม เลือก Push/Pull นำเมาส์ไปวางบริเวณที่ต้องการเพิ่มความสูง คลิกซ้ายค้างไว้ พิมพ์ความสูงที่ต้องการ แล้วกด Enter ดังภาพประกอบ 9.11



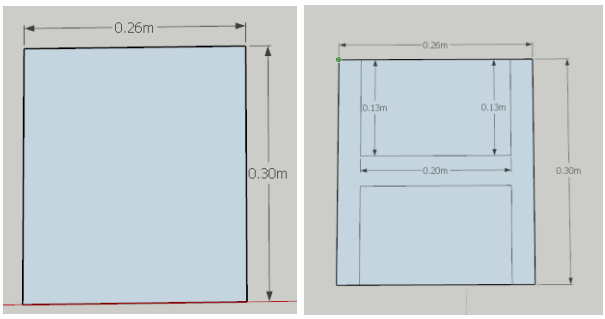
ภาพประกอบ 9.11 การใช้เครื่องมือ Push/Pull ในการกำหนดความสูงที่ต้องการ

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.4 การสร้างเสารูปตัวเอช ดังรูป โดยใช้ต้องใช้ Line การวาดร่วมด้วย ดังภาพประกอบ 9.12

2.4.1 เลือกคำสั่ง Rectangle กว้างยาว 0.26 X 0.30 เมตร

2.4.2 เลือก Line วาดเพิ่มเติม โดยการคลิกซ้ายลงไปจุดเริ่ม

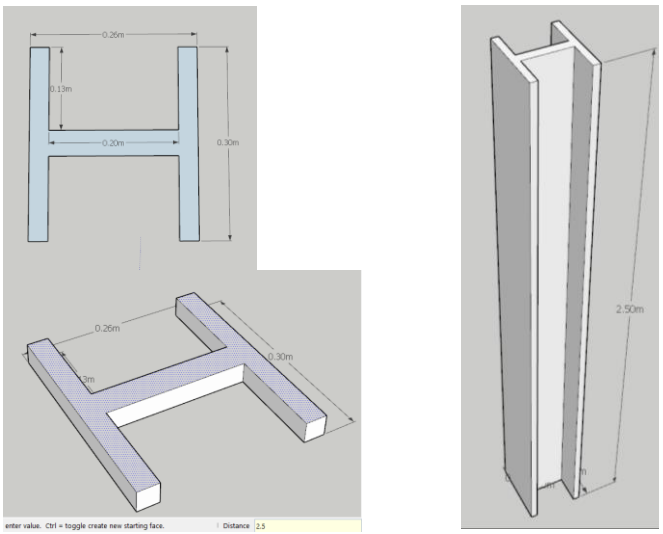


ภาพประกอบ 9.12 การใช้เครื่องมือ Rectangle และ Line ในการวาดเสารูปตัวเอช

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.4.3 ลบส่วนที่ไม่ต้องการออก ด้วยเครื่องมือ Eraser

2.4.4 เมื่อได้รูปร่างตามที่ต้องการใช้คำสั่ง Plus/Pull จากนั้นคลิกพื้นผิวและดึงขึ้นด้านบน โดยการพิมพ์ความสูงที่ต้องการ และกด Enter ดังภาพประกอบ 9.13



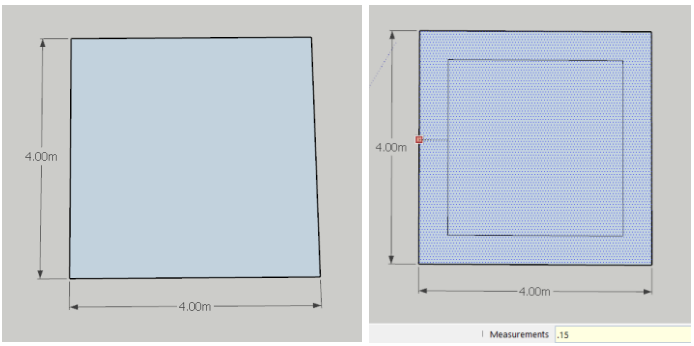
ภาพประกอบ 9.13 การใช้ Eraser และ Plus/Pull

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.5 การสร้างผนังสี่เหลี่ยม เป็นการทำงานที่ใช้แถบคำสั่ง Rectangle ในการสร้างโมเดล เมื่อโมเดลมีพื้นผิว โดยใช้คำสั่ง Offset เพื่อกำหนดความหนาผนัง และใช้คำสั่ง Plus/Pull เพื่อดึงวัตถุให้เป็น 3 มิติ (สมลักษณ์ บุญณรงค์, 2555 : 138)

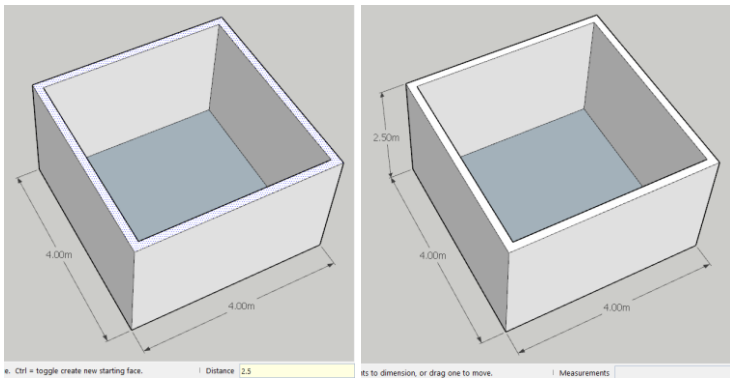
2.5.1 เลือกคำสั่ง Rectangle กำหนดจุดที่จะสร้างโดยการคลิกซ้าย พิมพ์ขนาดกว้างยาว 4 X 4 เมตร แล้ว Enter จะได้ขนาดสี่เหลี่ยมตามระบุไว้

2.5.2 เลือกคำสั่ง Offset เลือกพื้นผิวภายในสี่เหลี่ยมโดยคลิกซ้ายหนึ่งครั้ง จะปรากฏเส้นภายพื้นผิว แล้วพิมพ์ระยะความหนาของผนังที่ต้องการ กด Enter ดังภาพประกอบ 9.14



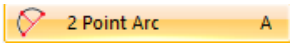
ภาพประกอบ 9.14 การใช้คำสั่ง Rectangle และ Offset สร้างระยะความหนาของผนัง
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.5.3 เมื่อได้รูปร่างตามที่ต้องการใช้คำสั้ง Plus/Pull จากนั้นคลิกพื้นผิวและดึงขึ้นด้านบน โดยการพิมพ์ความสูงที่ต้องการ และกด Enter ดังภาพประกอบ 9.15

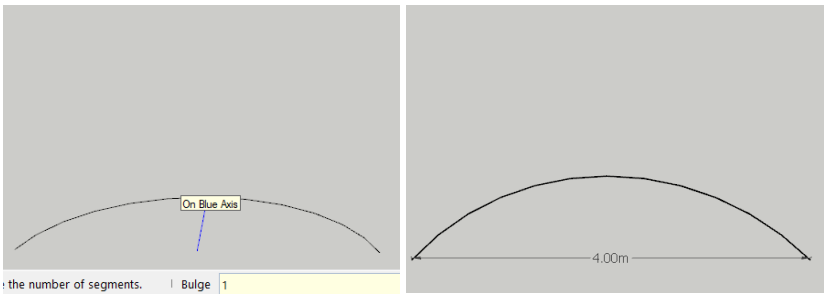


ภาพประกอบ 9.15 การใช้คำสั้ง Plus/Pull กำหนดความสูงของผนัง
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.6 การสร้างผนังโค้ง เป็นการทำงานที่ใช้แถบคำสั่ง 2 Point Arc ในการสร้างโมเดลที่มีพื้นผิว โดยใช้คำสั่ง เพื่อกำหนดความหนาผนัง และใช้คำสั่ง Plus/Pull เพื่อดึงวัตถุให้เป็น 3 มิติ (สมลักษณ์ บุญณรงค์, 2555 : 133)

2.6.1 เลือกคำสั่ง 2 Point Arc 

กำหนดจุดที่จะสร้างโดยการคลิกซ้าย พิมพ์ความยาวที่ต้องการสร้าง 4 เมตร > Enter จะได้ขนาดสี่เหลี่ยมตามระบุไว้ แล้วกำหนดความโค้งนูน พิมพ์ 1 เมตร > Enter จะได้ความโค้งนูนที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 9.16

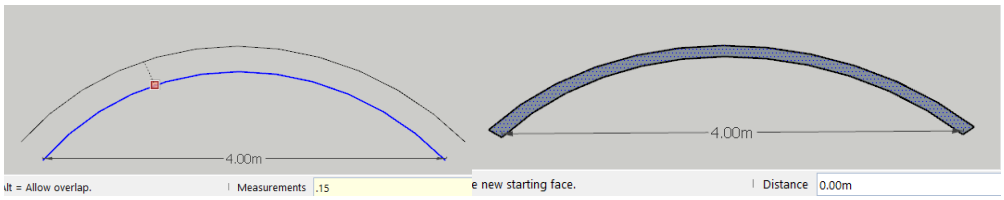


ภาพประกอบ 9.16 การใช้คำสั่ง 2 Point Arc สร้างเส้นโค้ง
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

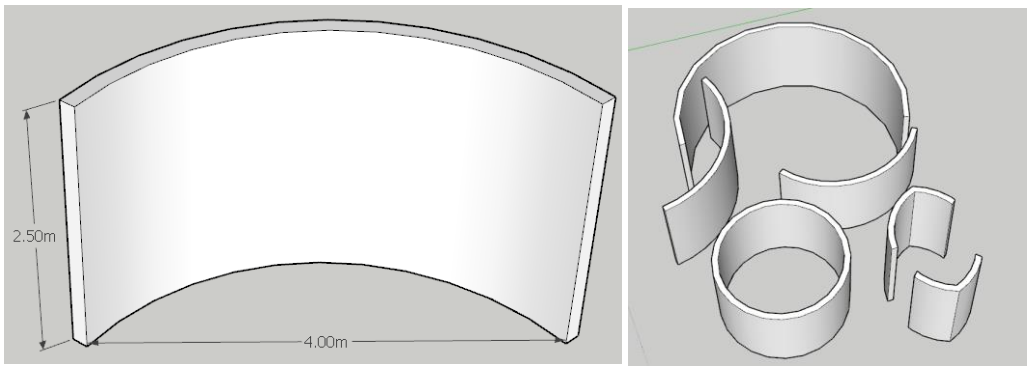
2.6.2 เลือกคำสั่ง Offset เลือกบริเวณเส้นโดยคลิกซ้ายหนึ่งครั้ง จะปรากฏเส้นภายพื้นผิว แล้วพิมพ์ระยะความหนาของผนังที่ต้องการ พิมพ์ 0.15 เมตร แล้วกด Enter

2.6.3 เลือก Line วาดเพิ่มเติม โดยการคลิกซ้ายลงไปเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด เพื่อปิดเส้นโค้งทั้งสองเส้นให้เป็นรูปปิด

2.6.4 เมื่อได้รูปร่างตามที่ต้องการใช้คำสั้ง Plus/Pull จากนั้นคลิกพื้นผิวและดึงขึ้นด้านบน โดยการพิมพ์ความสูงที่ต้องการ และกด Enter ดังภาพประกอบ 9.17 ผิวผนังโค้งที่สำเร็จแล้วดังภาพประกอบ 9.18



ภาพประกอบ 9.17 การสร้างผนังโค้ง โดยใช้คำสั่ง Offset, Line และ Plus/Pull
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016



ภาพประกอบ 9.18 ผนังโค้งในรูปแบบต่าง ๆ

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

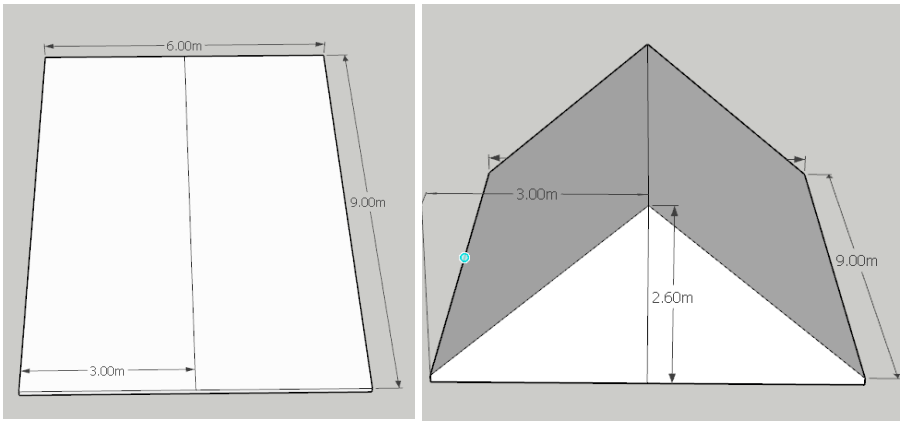
2.7 การสร้างหลังคา เป็นการทำงานใช้แถบคำสั่ง Rectangle ผสมผสานกับคำสั่ง Plus/Pull, Line และ Move (ทริมเบิล นาวิเกชั่น, (2017 : 2)

2.7.1 เลือกคำสั่ง Rectangle กำหนดจุดเริ่มต้นโดยการคลิกซ้าย พิมพ์ขนาดที่ต้องการของพื้นที่หลังคา 6 X 9 เมตร จะได้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามที่ระบุไว้

2.7.2 ใช้คำสั่ง Plus/Pull ดึงขึ้น พิมพ์ความสูงที่ต้องการ 0.10 เมตร

2.7.3 แบ่งหลังคาออกเป็น 2 ส่วนตามแนวยาว โดยใช้คำสั่ง Line วาดเส้นกึ่งกลางแบ่งออกเป็นสองส่วน

2.7.4 ใช้คำสั่ง Move ดึงเส้นกึ่งกลางที่แบ่งไว้ยกขึ้นตามความสูงที่ต้องการ 2.5 เมตร ดังภาพประกอบ 9.19



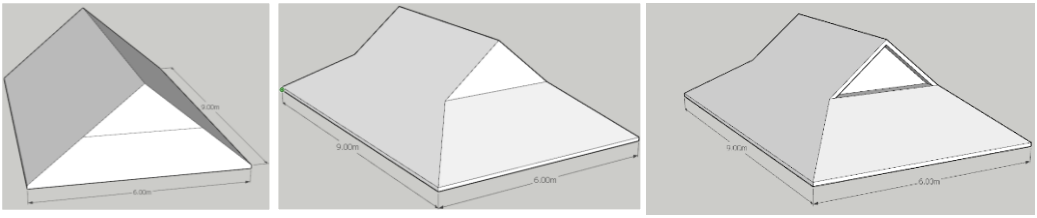
ภาพประกอบ 9.19 การใช้คำสั่ง Rectangle Plus/Pull, Line และ Move เพื่อสร้างหลังคา

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

2.7.5 ใช้คำสั่ง Line วาดแบ่งครึ่งจั่วด้านล่างกับด้านบนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

2.7.6 ใช้คำสั่ง Move เลือกพื้นผิวจั่วด้านบน ผลักเข้าไปขนานกับแกนนอน 2 เมตร ทั้งสองด้าน

2.7.7 ใช้คำสั่ง Offset ,Line และ Plus/Pull วาดเส้นเพื่อตกแต่งหลังคาให้สมจริงมากขึ้น ดังภาพประกอบ 9.20



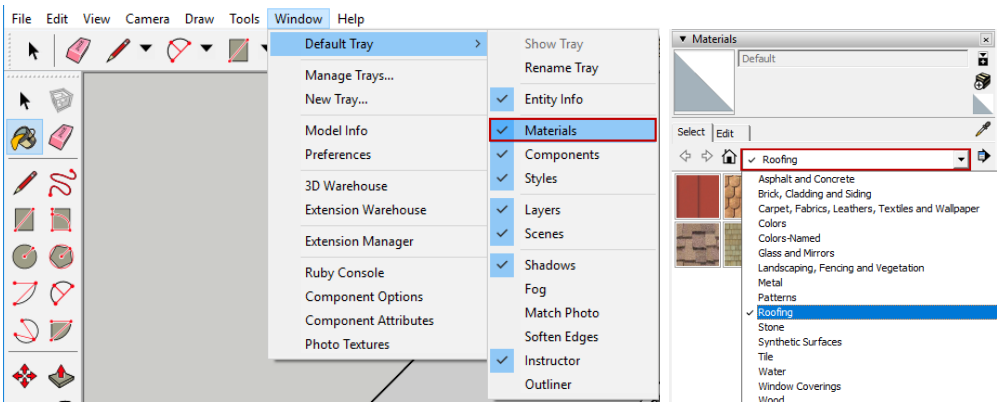
ภาพประกอบ 9.20 การสร้างจั่วโดยใช้คำสั่ง Move

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

3. การใส่วัสดุให้กับพื้นผิว

เมื่อสร้างโมเดล 3 มิติ เสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการระบุรูปแบบให้กับวัตถุ เช่น อิฐ หลังคา ไม้ เป็นต้น (นาวินทร์ สมประสงค์, 2554 : 5)

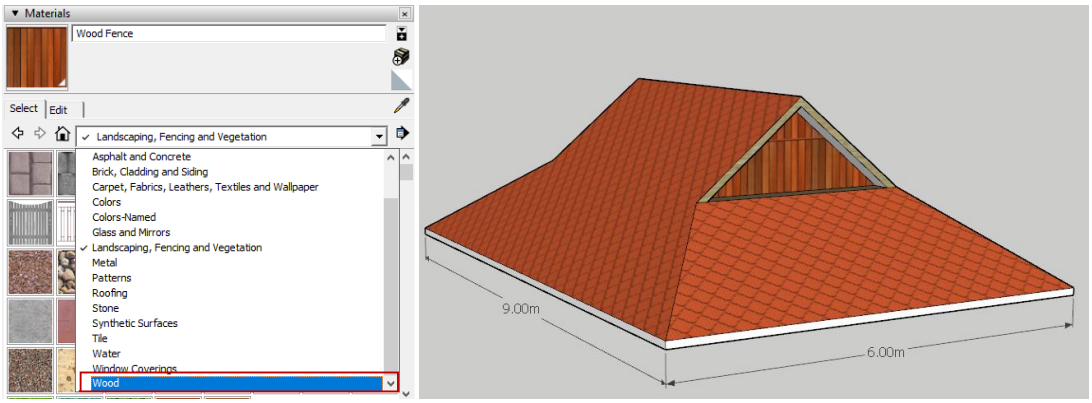
3.1 เรียกคำสั่ง Material ไปที่ Window > Default Tray > Material จะปรากฏหน้าต่างให้เลือกที่ประเภทของวัสดุ เช่น Roofing เป็นวัสดุมุงหลังคา ดังภาพประกอบ 9.21



ภาพประกอบ 9.21 การเรียกคำสั่ง Material

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

3.2 เลือกวัสดุ เมาส์จะกลายเป็นรูปถังสี Paint Bucket เลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ และใส่รูปแบบวัสดุโดยการคลิกซ้ายหนึ่งครั้ง เป็นการเปลี่ยนรูปแบบวัสดุเป็นหลังคา และสามารถเปลี่ยนเป็นวัสดุอื่น ๆ ตกแต่งให้สวยงาม ดังภาพประกอบ 9.22

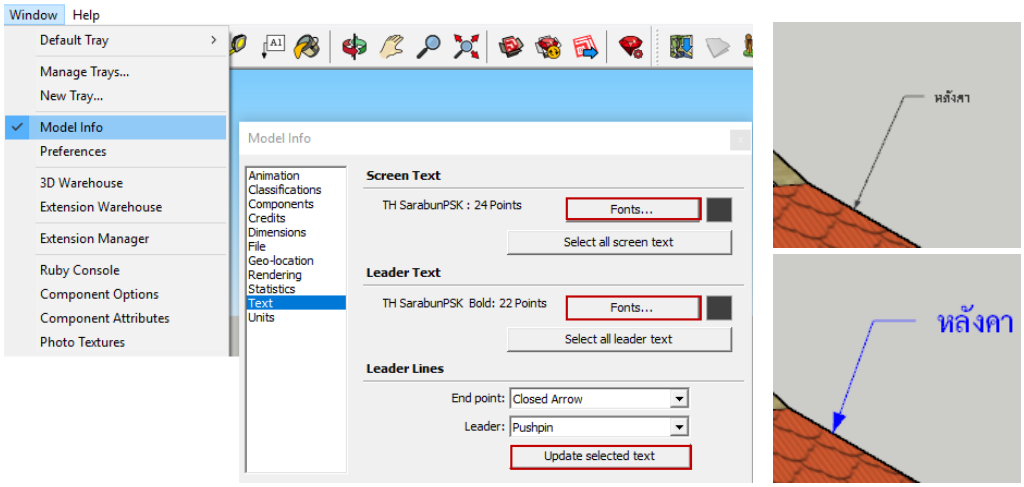


ภาพประกอบ 9.22 การเลือกวัสดุ Wood ให้กับพื้นที่หลังคา

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

4. การสร้างตัวหนังสือ

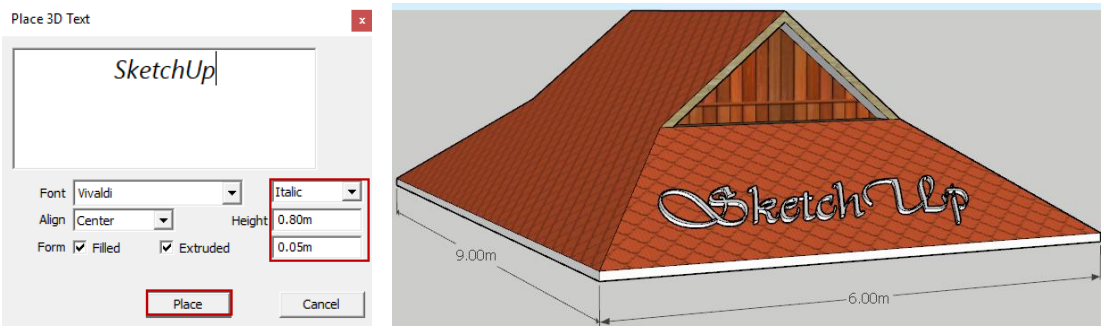
การปรับแต่งตัวหนังสือ ไปที่ Window > Model Info > ปรากฏหน้าต่าง Model Info > Text > ปรับตั้งค่าได้ตามต้องการ (ทริมเบิล นาวิเกชั่น, (2017 : 11) ดังภาพประกอบ 9.23



ภาพประกอบ 9.23 การปรับแต่งตัวหนังสือ

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

การเพิ่มตัวหนังสือสามมิติ เป็นการใส่ตัวอักษรโดยตัวอักษรที่สร้างจะมีพื้นผิว และมีความหนา สามารถสร้างตัวอักษร โดยคลิกที่คำสั่ง 3D Text ปรากฏหน้าต่าง Place 3D Text > พิมพ์ข้อความที่ต้องการพร้อมตั้งค่าระยะ นำไปว่างในบริเวณหรือตำแหน่งที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 9.24



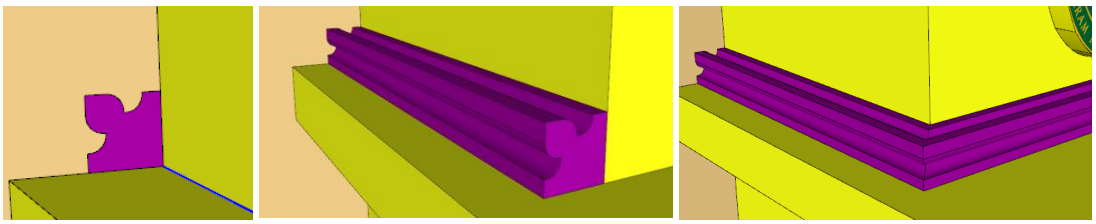
ภาพประกอบ 9.24 การเพิ่มตัวหนังสือสามมิติ
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

5. การสร้างโมเดลด้วยคำสั่ง Follow me

การสร้างหน้าตัดของโมเดลและกำหนดทิศทางโดยใช้เส้นอ้างอิง จากนั้นกำหนดให้หน้าตัดมีทิศทางเดียวกับเส้นอ้างอิงที่กำหนด สามารถใช้ได้กับชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตึก เช่น บัว บันได ราวบันได ระเบียง รางน้ำฝน และยอดเจดีย์ เป็นต้น (สมลักษณ์ บุญรงค์, 2555 : 134)

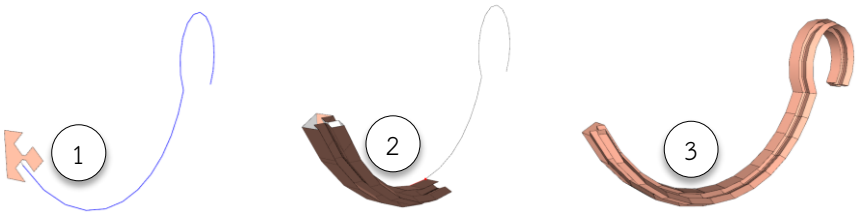
5.1 สร้างหน้าตัดของบัว โดยให้หน้าตัดหันทิศทางสัมผัสกับเส้นขอบตึกดังภาพ

5.2 คลิกที่คำสั่ง Follow Me คลิกเลือกที่หน้าตัดค้างไว้ เลื่อนไปตามเส้นขอบของตึกที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 9.25

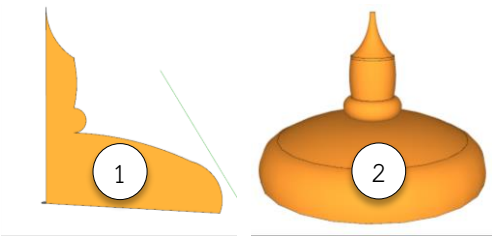


ภาพประกอบ 9.25 การสร้างหน้าตัดของบัวและดึงยาวตามเส้นที่ต้องการด้วยคำสั่ง Follow me
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

5.3 คำสั่ง Follow Me สามารถประยุกต์ใช้กับชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตึก ดังภาพประกอบ 9.26 สามารถประยุกต์ใช้คำสั่งในการสร้างวัตถุต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 9.26 และภาพประกอบ 9.27



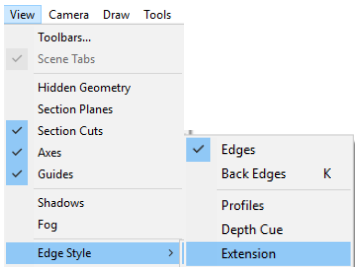
ภาพประกอบ 9.26 การใช้คำสั่ง Follow me ดึงภาพตัดด้านข้างไปตามเส้นที่กำหนด
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016



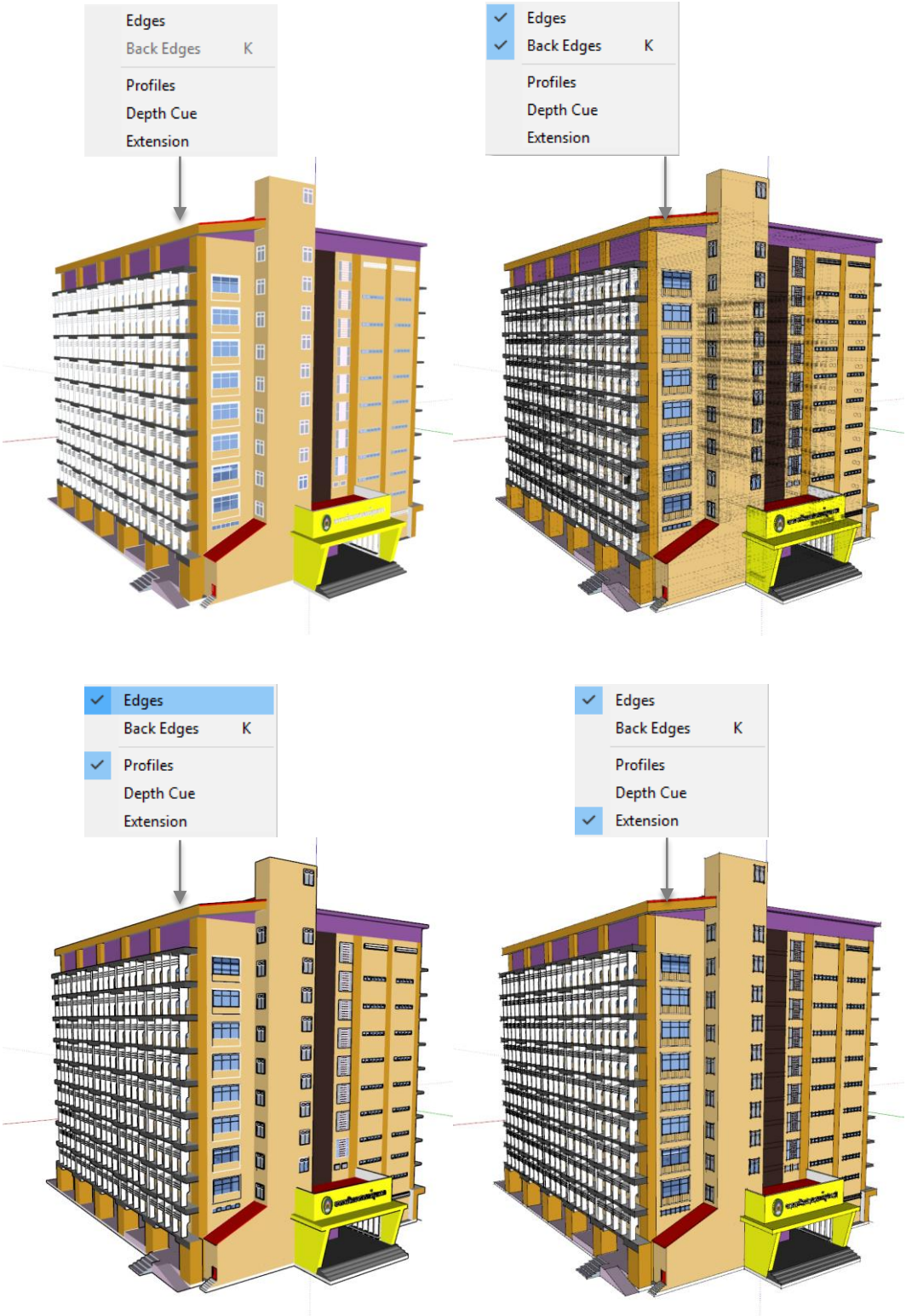
ภาพประกอบ 9.27 การใช้คำสั่ง Follow me ดึงภาพตัดด้านข้าง 360 องศา
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

6. การปรับแต่งเส้นสีโมเดล

การแสดงผลเส้นขอบโมเดล สามารถปรับเส้นให้มีหลายรูปแบบ โดยการปรับแต่งทำได้โดยการเลือกคำสั่ง View > Edge Style ดังภาพประกอบ 9.28 และการปรับค่าแสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ (สมลักษณ์ บุญณรงค์, (2555 : 124) ดังภาพประกอบ 9.29



ภาพประกอบ 9.28 การปรับค่าการแสดงผลของเส้นด้วยคำสั่ง Edge Style
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

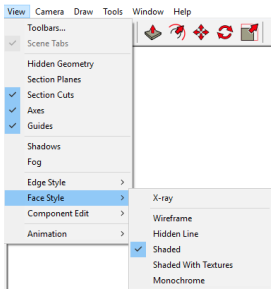


ภาพประกอบ 9.29 การแสดงผลของเส้นโมเดลในรูปแบบต่าง ๆ

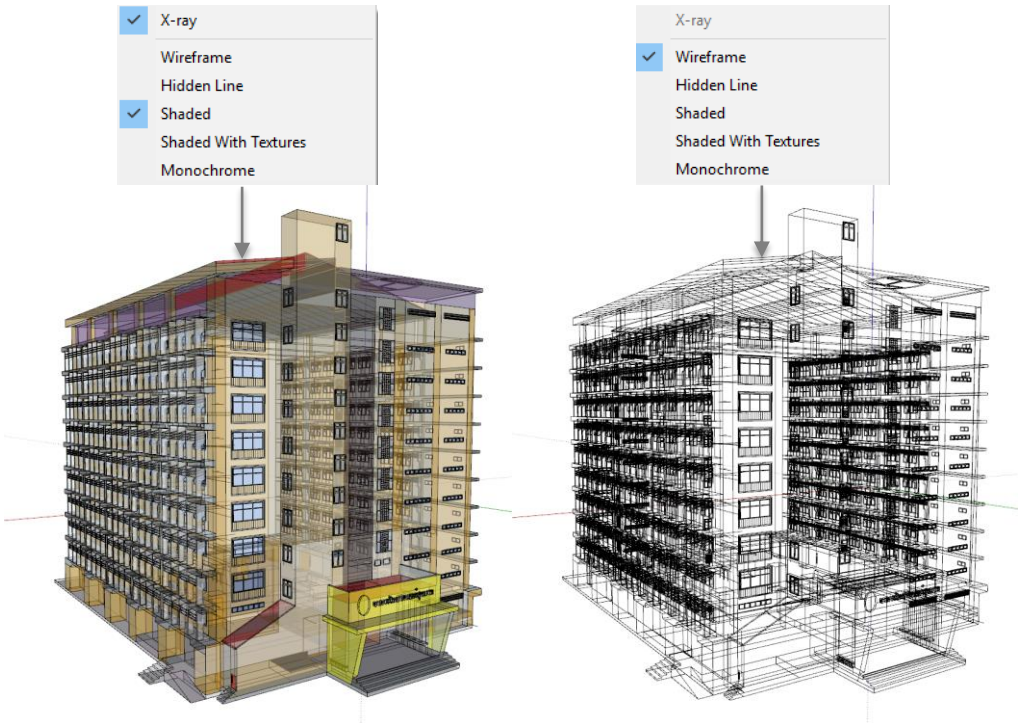
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

7. การปรับแต่งพื้นผิวของโมเดล

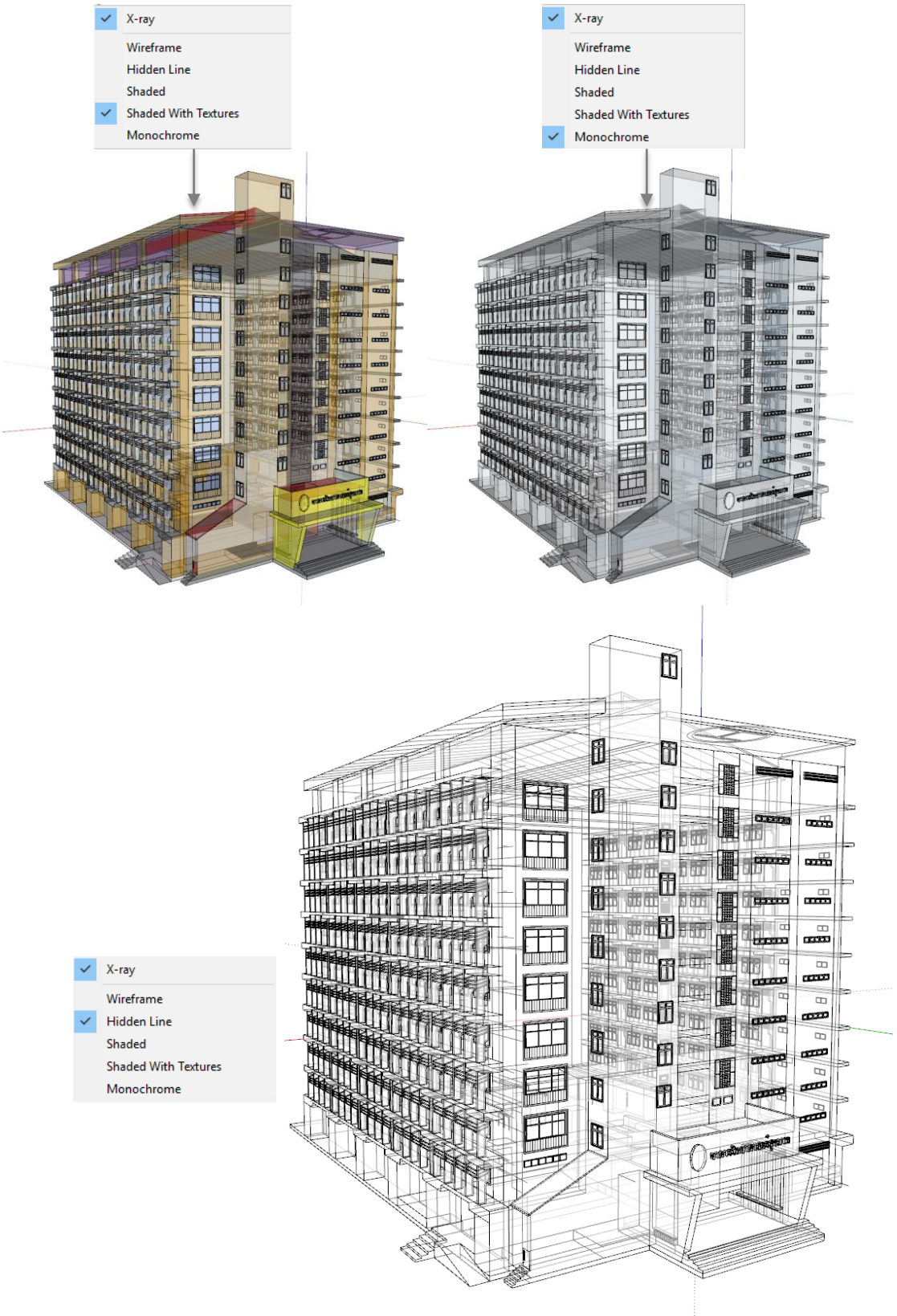
การปรับแต่งพื้นผิวของโมเดล สามารถปรับแต่งพื้นผิวของโมเดล ด้วยคำสั่ง View > Face Style จากนั้นสามารถเลือกพื้นผิวที่เราต้องการ ดังภาพประกอบ 9.30 การปรับแต่งพื้นผิวของโมเดลรูปแบบต่าง ๆ (สมลักษณ์ บุญณรงค์, (2555 : 124) ดังภาพประกอบ 9.31 และ ภาพประกอบ 9.32



ภาพประกอบ 9.30 การปรับแต่งพื้นผิวของโมเดลด้วยคำสั่ง Face Style
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016



ภาพประกอบ 9.31 พื้นผิวของโมเดลในรูปแบบ X-ray + Shaded
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016



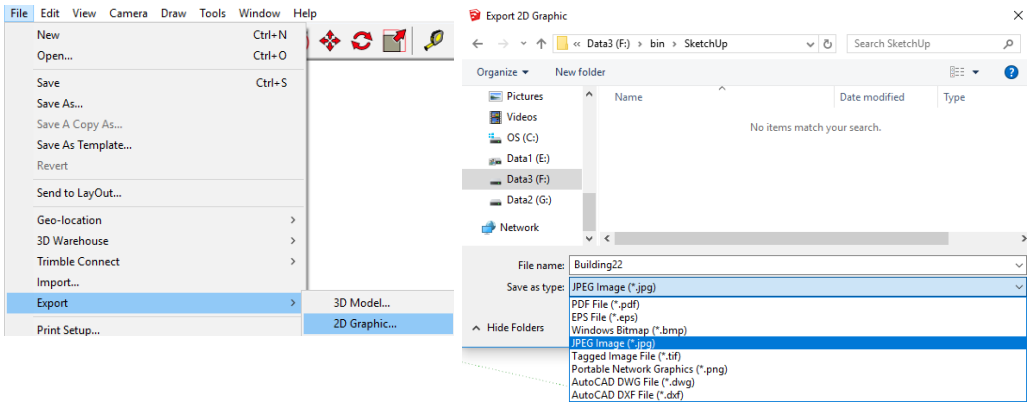
ภาพประกอบ 9.32 พื้นผิวของโมเดลในรูปแบบต่าง ๆ

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

8. การส่งออกภาพ

การส่งออกภาพไปใช้งาน สามารถส่งออกในรูปแบบของ 2D และ 3D ในโปรแกรม SketchUp รองรับนามสกุลหลายรูปแบบ มีขั้นตอนดังนี้ (นาวินทร์ สมประสงค์, (2554 : 9)

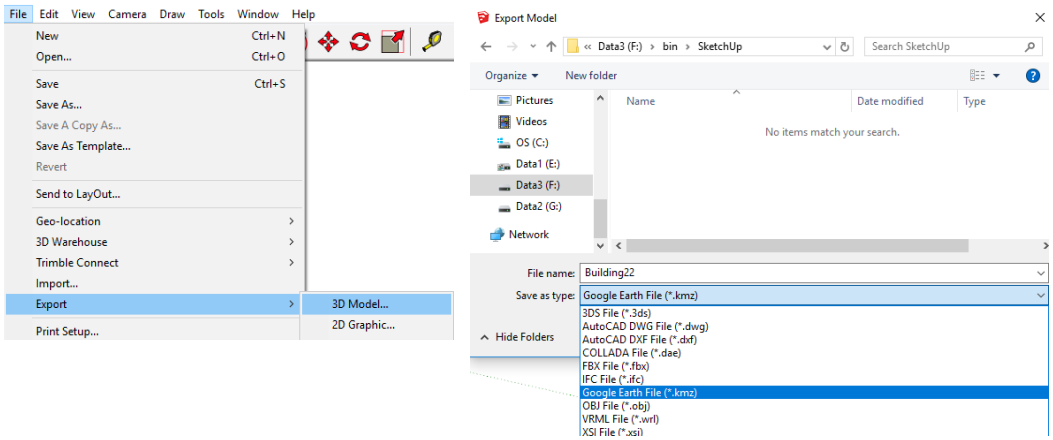
8.1 การส่งออกรูปแบบ 2D ให้เลือกมุมมองที่ต้องการ ไปที่ File > Export > 2D > Graphic เลือกนามสกุลไฟล์ที่ต้องการส่งออก ตั้งชื่อ ระบุที่เก็บ > Export ดังภาพประกอบ 9.33



ภาพประกอบ 9.33 การส่งออกภาพในรูปแบบ 2D

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

8.2 การส่งออกรูปแบบ 3D ไปที่ File > Export > 3D Model เลือกนามสกุลไฟล์ที่ต้องการส่งออก ตั้งชื่อ ระบุที่เก็บ > Export ดังภาพประกอบ 9.34

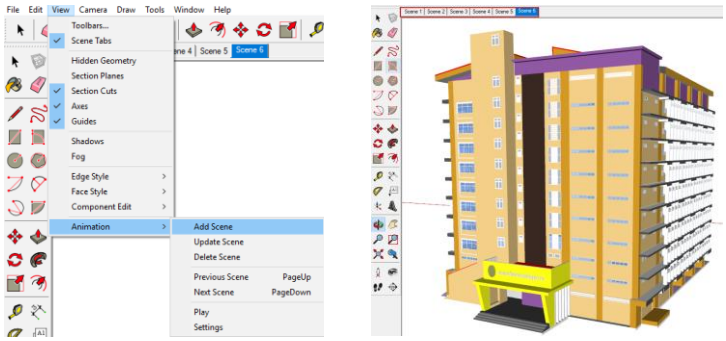


ภาพประกอบ 9.34 การส่งออกภาพในรูปแบบ 3D

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

8.3 การส่งออกแบบเคลื่อนไหว เป็นการนำเสนองานแบบ Animation สามารถแสดงรายละเอียดของโมเดลได้ในมุมมองต่าง ๆ เช่น การหมุนรอบวัตถุในระดับสายตา หรือจำลองในมุมมองสูง สำหรับการส่งออกเป็นภาพเคลื่อนไหว สามารถทำได้โดยการสร้าง Scenes ที่ต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ 2 Scenes ขึ้นไป มีขั้นตอนการส่งออกดังนี้

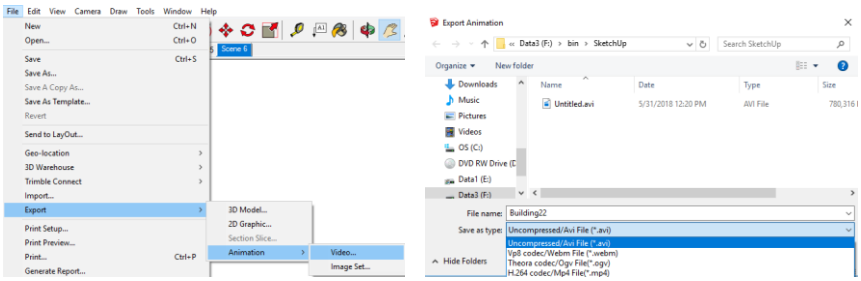
8.3.1 สร้าง Scenes โดยเลือกที่คำสั่ง View > Animation > Add Scene และจะปรากฏ Scene 1 บนมุมซ้าย > หมุนมุมมองโมเดลไปยังมุมมองที่ต้องการ ทำการ Add Scene โดยไปที่ View > Animation > Add Scene จะปรากฏ Scene 2 บนมุมซ้าย ทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะครบมุมมองที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 9.35



ภาพประกอบ 9.35 การ Add Scene เพื่อเตรียมส่งออกภาพเป็นเคลื่อนไหว

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

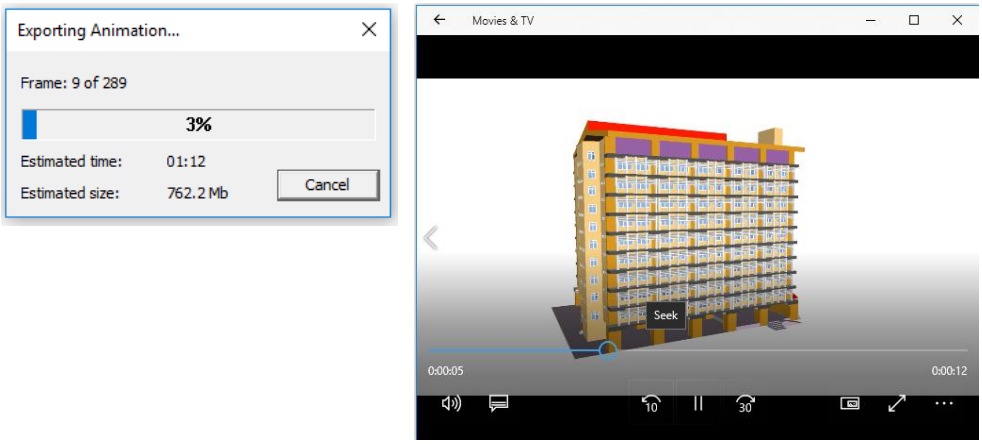
8.3.2 เมื่อ Add Scene ได้ครบตามมุมมองที่ต้องการแล้ว ทำการส่งออกเป็นภาพเคลื่อนไหว ไปที่คำสั่ง File > Export > Animation > Vido เลือกที่เก็บไฟล์ เลือกนามสกุลไฟล์ที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 9.36



ภาพประกอบ 9.36 การ Export ส่งออกภาพเป็นเคลื่อนไหว

ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

8.3.3 รอโปรแกรมประมวลผล ในการส่งภาพออกเป็นภาพเคลื่อนไหว เมื่อเสร็จแล้วจะได้ไฟล์นำเสนอที่เป็นภาพวิดีโอ ดังภาพประกอบ 9.37



ภาพประกอบ 9.37 รูปแบบไฟล์ภาพเคลื่อนไหว เอวีไอ (.Avi)
ที่มา : สร้างจากโปรแกรม SketchUp Pro 2016 เวอร์ชั่น 2016

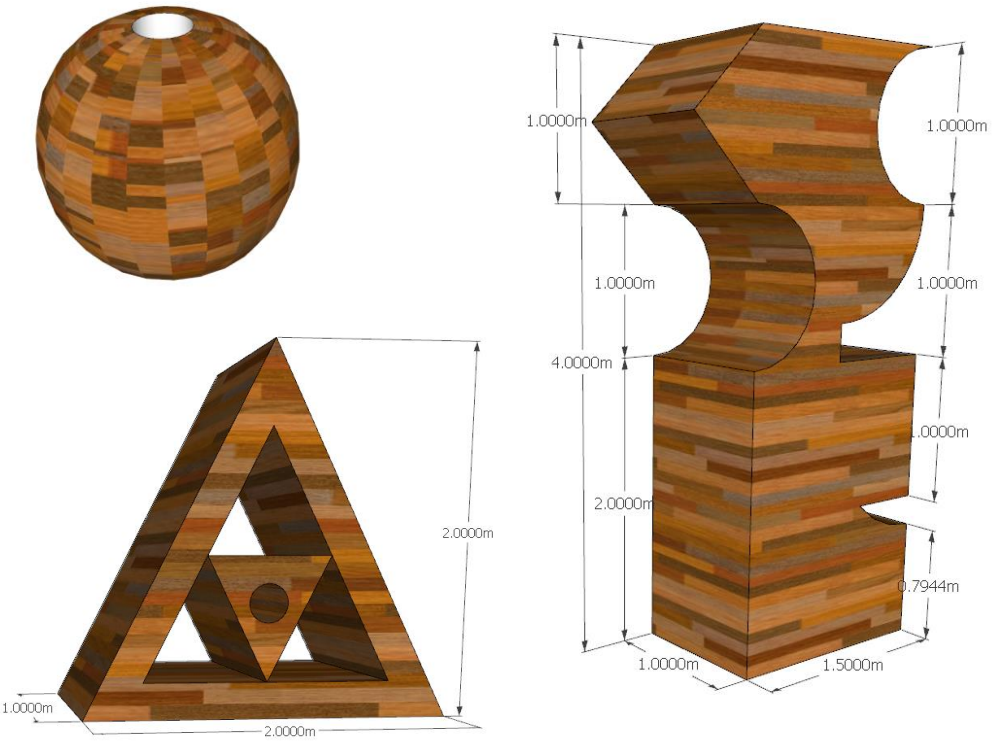
สรุป

การสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติ ควรมีการสำรวจเก็บรายละเอียดความกว้างยาว ภาพถ่ายมุมต่าง ๆ ของอาคารก่อน แล้วจึงสร้างแบบจำลองสองมิติลงไปในกระดาษให้ครบทั้ง 4 ด้านของอาคารพร้อมระบุรายละเอียดของตัวอาคาร ได้แก่ ความกว้างยาวของตึก หน้าต่าง ประตู ความสูงโดยรวมของตึก ความสูงแต่ละชั้นของตึก เป็นต้น ซึ่งการสำรวจและเก็บรายละเอียดเป็นข้อมูลที่สำคัญมากในการสร้างอาคารในรูปแบบสามมิติ ในขั้นตอนการเริ่มต้นการสร้างอาคารควรศึกษาการใช้เครื่องมือเบื้องต้น หรือศึกษาการแยกเป็นองค์ประกอบ เช่น การวาดผนัง เสา หลังคา เป็นต้น เพื่อให้เข้าใจหลักการสร้างอาคารเบื้องต้น ซึ่งความยากง่ายและระยะเวลาในการสร้างแบบจำลองสิ่งปลูกสร้างสามมิติจะขึ้นอยู่กับขนาดและรายละเอียดของตัวอาคาร เพื่อความเข้าใจในตัวอาคารที่สร้างให้มากขึ้น ควรมีการถ่ายรูปของตัวอาคารในมุมมองต่าง ๆ ประกอบภาพสองมิติหากอาคารมีขนาดใหญ่ก็จะใช้เวลาในการเก็บข้อมูลและสร้างอาคารนาน ทั้งนี้การวาดที่มีรายละเอียดมาก ๆ ก็จะส่งผลต่อขนาดขนาดไฟล์ การส่งออกภาพในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน

คำถามท้ายบทที่ 9

1. ให้นักศึกษา ใช้โปรแกรม SketchUp วาดเสา ผนัง หลังคา บันได ที่เป็นองค์ประกอบของอาคาร

2. ใช้เครื่องมือวาดรูปทรงสามมิติดังต่อไปนี้



3. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มเป็น 5 กลุ่ม สำรวจและเก็บข้อมูลความกว้างยาว ถ่ายภาพมุมต่าง ๆ ของอาคารที่นักศึกษาสนใจ

4. ให้วาดรูปอาคารและรายละเอียดของอาคารที่ได้จากการสำรวจลงในกระดาษ ในรูปแบบ 2 มิติ ทั้งหมด 5 ด้านของอาคาร

5. สร้างอาคารสามมิติจากข้อมูลการสำรวจและข้อมูล 2 มิติ 5 ด้านของอาคาร ด้วยโปรแกรม SketchUp

6. ปรับแต่งพื้นผิวของโมเดลด้วยคำสั่ง Face Style ให้อยู่ในรูปแบบ X-Ray, Shaded

7. ปรับแต่งเส้นสีโมเดลด้วยคำสั่ง Edge Style ให้อยู่ในรูปแบบ Edges, Extension

8. การส่งออกภาพอาคารในรูปแบบ 2 มิติ ทั้ง 5 ด้านของอาคาร

9. การส่งออกภาพอาคารในรูปแบบ 3 มิติ รูปแบบไฟล์ .Kmz และเปิดในโปรแกรม Google Earth

10.การส่งออกภาพอาคารในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว รูปแบบไฟล์เอวีไอ (.Avi) โดยให้เห็นครอบคลุมทั้ง 5 ด้านของอาคาร

เอกสารอ้างอิง

นาวินทร์ สมประสงค์. (2554). **Google SketchUp Pro.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://yotathai.app.box.com/s/57hhwrlb6m7t3om14qb0iqmzid98xd6e

ทริมเบิล นาวิเกชั่น. (2017). **Adding Text, Labels, and Dimensions to a ModelMoving.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/sketchup/adding-text-labels-and-dimensions-model

_____. (2017). **Drawing Basic Shapes.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/sketchup/drawing-basic-shapes

_____. (2017). **FAQ for Add Location changes in SketchUp.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/faq-add-location-changes-sketchup

_____. (2017). **Installing SketchUp Pro 2016.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/downloading-installing-and-authorizing-sketchup#installing-new

_____. (2017). **Moving Entities Around.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/sketchup/moving-entities-around

_____. (2013). **SketchUp.** สหรัฐอเมริกา : ทริมเบิล นาวิเกชั่น.

สมลักษณ์ บุญณรงค์. (2555). **SketchUp Pro8.** ปราจีนบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บรรณานุกรม

กรมแผนที่ทหาร. (2516). **แผนที่ชุด 1501 S ระวาง ND 48-13 จังหวัดจันทบุรี.** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2516). **แผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000.** กรุงเทพมหานคร : กรมแผนที่ทหาร.

กรมแผนที่ทหาร. (2543). **แผนที่ชุด L 7018 ระวาง 5638 IV จังหวัดบุรีรัมย์.** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2543). **แผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000.** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2560). **สารบัญแผนที่ชุด L 7018 : 50,000.** กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2560). **การใช้โปรแกรมภูมิสารสนเทศในการสร้างแบบจำลองความสูงสามมิติของภูมิประเทศ.** เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2560 จาก https://www.rtsd.mi.th/main/2015/04/25/การใช้โปรแกรมภูมิสารสน

กรมชลประทาน. (2560). **คลังความรู้ สำนักบริหารโครงการ.** เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560, จาก http://kmcenter.rid.go.th/kcffd/projectplan1/PDF/sketch%20up%20for%20project%20planing.pdf

_____. (2560). (2560). **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2560). **GISTHAI.** เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2560, จาก http://www.gisthai.org/research/nan/3d/landsat/landsat.html

_____. (2560). **การพัฒนาแบบมาตรฐานเป็นแบบ 3 มิติ.** เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560, จาก http://kromchol.rid.go.th/design/2013/index.php/th/2012-12-13-06-02-19/109-2012-12-12-12-23-20/2015-03-02-07-56-53/160-3

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560). **การประมาณค่าในช่วง ด้วยวิธี Inverse Distance Weighted.** เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://www.wdoae.doae.go.th/wp2013/wp-content/uploads/2015/03/idwqgis.pdf

บรรณานุกรม (ต่อ)

กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา. (2560). **Aster Global Dem.** เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560 จาก https://earthexplorer.usgs.gov/

กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. (2558). **ระบบพิกัด.** เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2558, จาก http:// www. dnp.go.th/Intranet/arcgis/ls04/004.htm

กองสำรวจและแผนที่ สำนักผังเมือง. (2554). **ข้อมูลภูมิสารสนเทศสามมิติ บนระบบเครือข่าย.** กรุงเทพฯ : สำนักผังเมือง กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ พราหมณ์พันธุ์. (2544). **การทำแผนที่สามมิติ.** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

ไพศาล สันติธรรมนนท์. (2555). **การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จาตุรนต์ แสงศร. (2559). **แบบจำลองภูมิประเทศ.** กรุงเทพฯ: กรมแผนที่ทหาร.

ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ และคณะ. (2558). **การวิจัยและพัฒนาผลของเทคนิคและรายละเอียดข้อมูล DEM ที่มีต่อการจัดท้าข้อมูลเส้นทางไหลของน้ำ.** กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน).

ชฎา ณรงค์ฤทธิ์. (2556). **MAP AND TOPOGRAPHY.** เข้าถึงเมื่อ 16 มีนาคม 2560, จาก http://www.map.nu.ac.th/doc/pdfSoilDatabase/1023562%20map%20and%20topography.pdf

ทริมเบิล นาวิเกชั่น. (2017). **Adding Text, Labels, and Dimensions to a ModelMoving.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/sketchup/adding-text-labels-and-dimensions-model

_____. (2017). **Drawing Basic Shapes.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/sketchup/drawing-basic-shapes

_____. (2017). **FAQ for Add Location changes in SketchUp.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/faq-add-location-changes-sketchup

บรรณานุกรม (ต่อ)

ทริมเบิล นาวิเกชั่น. (2017). **Installing SketchUp.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/downloading-installing-and-authorizing-sketchup#installing-new

_____. (2017). **Moving Entities Around.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://help.sketchup.com/en/sketchup/moving-entities-around

_____. (2013). **SketchUp Pro 2016.** สหรัฐอเมริกา : ทริมเบิล นาวิเกชั่น.

ธีระ ลาภิศชยางกูล. (2549). **การรังวัดค่าระดับ.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นาวินทร์ สมประสงค์. (2554). **Google SketchUp Pro.** เข้าถึงเมื่อ 18 มิถุนายน 2560 จาก https://yotathai.app.box.com/s/57hhwrlb6m7t3om14qb0iqmzid98xd6e

โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร. (2560). **การจัดทำแผนที่.** กรมแผนที่ทหาร.

_____. (2560). **การอ่านแผนที่และรูปถ่ายทางอากาศ.** กรมแผนที่ทหาร.

โรงเรียนแผนที่ กรมแผนที่ทหาร. (2560). **ความรู้เบื้องต้นในการอ่านแผนที่.** เข้าถึงเมื่อ 21 มีนาคม 2560, จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/gis_km14/gis_km14(32).pdf

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. (2560). **รายละเอียดขอบระวาง.** โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า.

_____. (2560). **ระบบ UTM กริด และระบบการอ้างกริดทางทหาร.** โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า.

วิชัย เยี่ยงวีรชน. (2549). **การสำรวจรังวัด ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมลักษณ์ บุญณรงค์. (2555). **SKetchUp Pro8.** ปราจีนบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2555). **แนวคิดและวิธีการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2552**). ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์.** สำนักงานพัฒนา.กรุงเทพฯ. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.

_____. (2556). **การเผยแพร่และบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานชั้นความสูงภูมิประเทศ.** เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2560, จาก https://sites.google.com/site/lidardemservice/home

สำนักงานธรณีวิทยาของสหรัฐอเมริกา. (2560). **Aster Global Dem.** เว็บไซต์. เรียกใช้เมื่อ 15 กรกฎาคม 2560 จาก https://earthexplorer.usgs.gov/

สุเพชร จิรขจรกลุ. (2552). **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศ ด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1.** นนทบุรี: เอส.อาร์ พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.

_____. (2551). **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.2.** นนทบุรี. เอสอาร์ พริ้นติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด.

Aquaveo. (2017). **Natural Neighbor Interpolation.** เข้าถึงเมื่อ 5 May 2016 จาก https://www.xmswiki.com/wiki/ SMS:Natural_Neighbor_Interpolation

Blue Marble Geographics. (2560). **Global Mapper User's Manual.** เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2560 จาก http://www.globalmapper.com/helpv12/GlobalMapperHelp.pdf

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

Charles K Bayne. (2008). **Geology and Structure.** Retrieved June 26, 2015, from http://www.kgs.ku.edu/Publications/Bulletins/211_2/

Department of Geography. (2560). **Natural Neighbors.** เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2560 จาก http://www.geography.hunter.cuny.edu/~jochen/GTECH361/ lectures/lecture10/3Dconcepts/Natural%20Neighbors.htm

ESRI. (2551). **คู่มือการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS.** เข้าถึงเมื่อ 25 เมษายน 2560, จาก http://www.esrith.com/products/arcgis-online/

บรรณานุกรม (ต่อ)

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

_____. (2560). **How Kriging worksArcGIS Desktop Help.** เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/

_____. (2560). **Help Documentation Archive ArcGIS Desktop Help.** เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/

Google. (2013). **Google Map.** สหรัฐอเมริกา : Google.

Humboldt State University. (2017). **Rasters are digital photos.** เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2560 จาก http://gis.humboldt.edu/olm/Lessons/GIS/04%20CreatingSpatialData/RasterDataModels3.html

Jaakko Madetoja. (2017). **Geostatistics: Interpolation and Kriging.** เข้าถึงเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จากhttp://www.edc.uri.edu/nrs/classes/nrs409509/Lectures/8Models/ models.htm

NSDI Thailand. (2555). **ข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานชั้นความสูงภูมิประเทศ.** เข้าถึงเมื่อ 25 มีนาคม 2560 จาก แหล่งที่ มา : https://sites.google.com/site/lidardemservice/ khwam-hmay-khxng-khxmul-khwam-sung-phumiprathes-thi-hi-brikar

Patiwat Littidej. (2559). **การวิเคราะห์ภูมิประเทศ.** มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Robert J. Blakemore. (2017). **Non-Flat Earth Recalibrated for Terrain and Topsoi.** เข้าถึงเมื่อ 15 July 2017 จาก https://www.google.co.th/url?sa=i&source=imgres&cd=&ved=2ahUKEwisk5X4ipDfAhXEpo8KHYEjBH8Qjhx6BAgBEAI&url=https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F2571-8789%2F2%2F4%2F64%2Fpdf&psig=AOvVaw226F1DyXt-gpLjfhEE-GMO&ust=1544353417085662

บรรณานุกรม (ต่อ)

Saiful Islam. (n.d.). **Digital Terrain Mapping and Analysis.** เข้าถึงเมื่อ 25 พฤษภาคม 2560 จาก http://slideplayer.com/slide/5153395/

Washington State University. (2012). **2D Maps-TerraServer Aerial Photo and Map Images.** เข้าถึงเมื่อ 6 มิถุนายน 2558, จาก http://www.ruraltech.org/gis/map_info/ 2d_maps/ base_map/images/asp_pages/utm_zones_world.asp