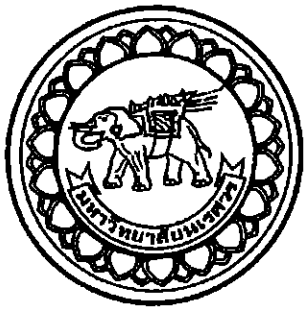


การศึกษาความรู้พื้นฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และโปรแกรม ArcGIS และการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายหาเส้นทางที่ดีที่สุด

An overview of Geographic Information System and ArcGIS software: An application of Network Analyst for finding the best route

นายชลธี	สถิตพงศ์	รหัส 51360134
นางสาวณิชาดา	ธนาวรกานต์	รหัส 51360226
นายภาณุพล	เล็กประเสริฐ	รหัส 51360462

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

สนุลคณะวิศวกรรมศาสตร์
รับ 23 พ.ค. 2555
เลขทะเบียน 160695 02
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ร224ก
2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การศึกษาความรู้พื้นฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และโปรแกรม ArcGIS และ การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายหาเส้นทางที่ดีที่สุด

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายชลธี	สถิตพงศ์	รหัส 51360134
นางสาวณิชาดา	ธนาวรกานต์	รหัส 51360226
นายภาณุพล	เล็กประเสริฐ	รหัส 51360462

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ
(อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาความรู้พื้นฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และโปรแกรม ArcGIS และ การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายหาเส้นทางที่ดีที่สุด
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายชลธี สถิตพงศ์ รหัส 51360134
	นางสาวณิชาดา ธนาวรกานต์ รหัส 51360226
	นายภาณุพล เล็กประเสริฐ รหัส 51360462
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และบริหารจัดการข้อมูล ซึ่งมีการประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายทางด้านวิศวกรรมโยธา แต่เนื่องจากยังไม่มีการเรียนการสอนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมโยธา ดังนั้นโครงงานนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้นิสิตศึกษาความรู้พื้นฐานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีการศึกษา และจัดทำรายงานสรุปความรู้พื้นฐานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้งานชุดโปรแกรม ArcGIS เบื้องต้น พร้อมทั้งการใช้โปรแกรม ArcCatalog และ ArcMap ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ใน ArcGIS ในการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายเขตธุรกิจการค้าเมืองซานฟรานซิสโกเพื่อวิเคราะห์หาเส้นทางการเดินทางไปดีที่สุดสำหรับสถานที่ที่กำหนด

Project title	An overview of Geographic Information System and ArcGIS softwar: An application of Network Analyst for finding the best route		
Name	Mr. Cholatee	Sathitpong	ID. 51360134
	Miss.Nichada	Tanavorakan	ID. 51360226
	Mr. Panupon	Lekprasert	ID. 51360462
Project advisor	Mr. Tanawat	Ponpitakchai	
Major	Civil Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2011		

Abstract

Geographic Information System (GIS) is a powerful technique that can be used to analyse and manage data efficiently, and it has been extensively applied in Civil Engineering. However, there is no coursework about GIS in undergraduate programme for Civil Engineering. Therefore, this project aims to help the students learn fundamental knowledge of GIS. The project consists of three main tasks; reviewing basic knowledge of GIS, learning ArcGIS software, and applying ArcCatalog and ArcMap (applications in ArcGIS package) to analyse network dataset of SanFrancisco downtown. The latter is an application of Network Analyst for finding the best route for defined interesting places.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ตรวจแก้ไขและคำแนะนำในการแก้ปัญหา รวมไปถึงชี้แนะในขั้นตอนการทำรายงานจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้เขียนและผู้จัดทำโครงงานรู้สึกในความกรุณา ขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้อนุเคราะห์ด้านเงินสนับสนุนโครงงานวิศวกรรมศาสตร์

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่คอยช่วยเหลือการทำโครงงานนี้และคอยเป็นกำลังใจตลอด

ขอขอบพระคุณพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและเคียงข้างลูกๆตลอดมา

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม

มีนาคม 2555

สารบัญ

		หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญ		จ
สารบัญตาราง		ช
สารบัญรูป		ซ
บทที่ 1 บทนำ		
	1.1 หลักการและเหตุผล	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบข่ายงาน	1
	1.4 แผนการดำเนินงาน	2
	1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
	1.6 งบประมาณ	3
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์		
	2.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)	4
	2.2 องค์ประกอบของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์	5
	2.3 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Characteristic of GIS Information)	8
	2.4 ความสามารถพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	13
บทที่ 3 โปรแกรม ArcGIS		
	3.1 โปรแกรม ArcCatalog	26
	3.2 โปรแกรม ArcMap	27
	3.3 การเปลี่ยนกรอบแผนที่	32
	3.4 การให้สัญลักษณ์โดยโปรแกรม ArcMap	33
	3.6 การติดป้าย	37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การสร้างแผนที่

4.1 วัตถุประสงค์ของการสร้างแผนที่ 39

4.2 ฟีเจอร์ทางพื้นที่ (Geographic features) 39

4.3 ประเภทของแผนที่ (Type of Map) 39

4.4 การสร้างแผนที่โดยโปรแกรม ArcMap 40

4.5 ขั้นตอนการสร้างแผนที่ 43

บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายหาเส้นทางในการเดินทางที่ดีที่สุด

5.1 การเตรียมการแสดงผล 53

5.2 การสร้างชั้นข้อมูลในการวิเคราะห์หาเส้นทางดีที่สุด 54

5.3 การเพิ่มจุดที่สนใจ (ตำแหน่งที่ต้องการเดินทาง) 56

5.4 การตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ 59

5.5 ให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุด 61

5.6 การเพิ่มจุดที่ถนนมีการปิดกั้น 63

บทที่ 6 สรุปผลการจัดทำโครงงาน 65

เอกสารอ้างอิง 66

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	2
2.1	ลักษณะของเกณฑ์การวัดในระดับต่างๆ	11

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบ GIS	5
2.2	ตัวอย่างข้อมูลเชิงพื้นที่	7
2.3	ตัวอย่างข้อมูลเชิงบรรยาย	7
2.4	ตัวอย่างข้อมูลประเภทราสเตอร์	9
2.5	ตัวอย่างข้อมูลประเภทเวกเตอร์	10
2.6	ระดับในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่	12
2.7	เปรียบเทียบตัวแทนหรือสัญลักษณ์ของวัตถุบนพื้นผิวโลก ตามหลักการของการทำแผนที่ ตัวอย่างของจุด เส้น รูปปิด และพื้นผิว	13
2.8	เครื่องวาดพิกัด Digitizer	15
2.9	ผลการแสดงภาพออกมาจากระบบ GIS จะแสดงออกมาตามการรูปแบบการจัดเก็บของข้อมูลนั้น ๆ	17
2.10	สมมติว่าต้องค้นหาว่าประเทศที่มีประชากรมากกว่า 20 ล้านคน	18
2.11	พื้นที่กันชนของข้อมูลประเภทจุดและเส้น	19
2.12	รูปแบบการสร้างพื้นที่กันชนของข้อมูลประเภทพื้นที่ (Polygon)	20
2.13	ผลจากการใช้ตัวดำเนินการแบบบูลีน	20
2.14	การวิเคราะห์โครงข่ายหาเส้นทางสั้นที่สุด และเส้นทางดีที่สุด	21
2.15	ลักษณะของ TIN และ DEM	22
2.16	การแสดงข้อมูลจากภาพดาวเทียมร่วมกับ DEM	23
2.17	การแสดงผลข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในลักษณะของแผนที่ (Map)	24
3.1	การแสดงส่วนประกอบของ ArcCatalog	26
3.2	การแสดงข้อมูลด้วยกราฟและรายงาน	27
3.3	แสดงหน้ากากของโปรแกรม ArcMap	28
3.4	แสดงส่วนแสดงรายการของข้อมูล (Table of Contents)	29
3.5	แสดงกรอบข้อมูล (Data Frames)	30
3.6	แสดงเลเยอร์ (Layer)	31
3.7	แสดงแผนที่ก่อนทำการซูมเข้า (Zoom In)	32
3.8	แสดงแผนที่หลังทำการซูมเข้า (Zoom In)	32
3.9	แสดงหน้าต่าง Symbol Selector	33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.10	ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ให้กับรูปร่างจุดแบบ Utilities symbol sets	34
3.11	แสดงการให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพ	34
3.12	แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated colors	35
3.13	แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated symbols	36
3.14	แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Proportional symbols	37
3.15	แสดงการติดป้ายให้กับแผนที่	38
4.1	ตัวอย่างแผนที่จะมีฟีเจอร์ทางภูมิศาสตร์อยู่ในตัวแผนที่หลัก (map body) และแผนที่รองอยู่ในส่วนที่เรียกว่า "inset" เพื่อให้ผู้อ่านแผนที่เข้าใจเนื้อหาของตัวแผนที่หลักได้มากขึ้น	40
4.2	ลักษณะของแผนที่ทั่วไป	40
4.3	แผนที่โคโรเพลทแบบแสดงเส้นชั้นความสูง	41
4.4	แผนที่โคโรเพลท แสดงฝนเฉลี่ยคาบ 30 ปี ประจำเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน	41
4.5	แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพ	42
4.6	แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ	42
4.7	การทำงานในมุมมองร่างแผนที่สามารถเพิ่มองค์ประกอบแผนที่ได้ เช่น ตัวแผนที่หลัก หัวเรื่องแผนที่ เข็มทิศ แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์	43
4.8	เมื่อซูมเข้าและซูมออกในมุมมองร่างแผนที่ รายละเอียดของแผนที่จะมากน้อยต่างกัน แต่มาตราส่วนของแผนที่ยังคงเดิม	44
4.9	การใช้กราฟฟิกเช่นกรอบภาพ กราฟ และโลโก้ช่วยให้ภาพรวมของแผนที่แลดูนุ่มนวลสวยงามมากขึ้น	45
4.10	การนำข้อมูลเข้า	46
4.11	การเปลี่ยนขนาดของกรอบข้อมูล	47
4.12	การสร้างแผนที่รองในแผนที่หลัก	47
4.13	ปรับแต่ง data frames	48
4.14	การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่	48
4.15	การเพิ่มสัญลักษณ์สำหรับแผนที่หลัก	49
4.16	ตำแหน่งของเข็มทิศ	50
4.17	ตำแหน่งของแถบมาตราส่วน	50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.18	ปรับสเกลของแถบมาตราส่วน	51
4.19	ปรับแต่งขอบแผนที่	51
4.20	แผนที่ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว	52
5.1	แสดงแถบเครื่องมือ Network Analyst	53
5.2	แสดงหน้าต่าง Network Analyst	54
5.3	แสดงการเพิ่มชั้นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เส้นทาง	54
5.4	แสดงหน้าต่างของ New Route ที่ได้ทำการเพิ่มแล้ว	55
5.5	แสดงชั้นข้อมูลการวิเคราะห์ Best Route	55
5.6	แสดงการใช้เครื่องมือ Find ในการหาสถานที่ต่างๆที่สนใจ	56
5.7	แสดงการเพิ่มสถานที่ที่เราสนใจ	57
5.8	แสดงตำแหน่งของจุดที่เราสนใจที่ได้ค้นหา	57
5.9	แสดงจุดที่เราสนใจ 4 จุด ที่ได้เพิ่มเข้าไป	58
5.10	แสดงการย้ายจุดที่เราสนใจไปยังตำแหน่งที่ใกล้เส้นทาง	58
5.11	แสดงปุ่ม Analysis Layer Properties	59
5.12	แสดงการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง	59
5.13	แสดงการตั้งค่าที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว	60
5.14	แสดงเส้นทางที่เดินทางจากจุดที่ 1 ถึง จุดที่ 4	61
5.15	แสดงการเลือกแสดงรายละเอียดเส้นทาง	62
5.16	ตารางแสดงรายละเอียดของเส้นทางที่ต้องการเดินทางไป	62
5.17	แสดงการใช้เครื่องมือ Magnifier	63
5.18	แสดงการเพิ่มจุดปิดกั้นบนถนนที่ต้องการ	64
5.19	แสดงเส้นทางใหม่ที่หลีกเลี่ยงจุดปิดกั้นถนน	64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และบริหารจัดการข้อมูล วางแผนงาน และแสดงผลงาน ซึ่งมีการประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายทางด้านวิศวกรรมโยธาหลายสาขา เช่น วิศวกรรมขนส่ง วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ วิศวกรรมบริหารการก่อสร้าง

เนื่องจากยังไม่มีการเรียนการสอนรายวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ทำให้นิสิตขาดความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้งานโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

ดังนั้นโครงงานนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้นิสิตได้ศึกษาความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม ArcGIS ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อให้นิสิตได้ศึกษาความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม ArcGIS เพื่อวิเคราะห์โครงข่ายหาเส้นทางที่ดีที่สุดโดยใช้โปรแกรม ArcMap

1.3 ขอบข่ายงาน

1.3.1 ศึกษาและจัดทำรายงานสรุปความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ องค์ประกอบหลัก การบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล ประเภทของข้อมูล

1.3.2 ศึกษาและจัดทำรายงานสรุปความรู้พื้นฐานในการใช้งานชุดโปรแกรม ArcGIS

1.3.3 ศึกษาและจัดทำรายงานสรุปการจัดทำแผนที่จากข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรมประยุกต์ ArcMap

1.3.4 ศึกษาและจัดทำรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analyst) โดยการวิเคราะห์หาเส้นทางในการเดินทางที่ดีที่สุด (Finding Best Route) จากตำแหน่งที่กำหนด

1.4 แผนการดำเนินงาน

เดือนกิจกรรม	ตุลาคม 1 2 3 4	พฤศจิกายน 1 2 3 4	ธันวาคม 1 2 3 4	มกราคม 1 2 3 4	กุมภาพันธ์ 1 2 3 4
1.ศึกษาการใช้งานโปรแกรม ArcGIS					
2.สำรวจและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งที่สนใจจะเดินทางไป					
3.จัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรม ArcGIS วิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทางไปยังตำแหน่งที่สนใจ					
4.เปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลหาเส้นทางที่ดีที่สุด					
5.เขียนโครงการ					

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นิสิตมีความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.5.2 นิสิตมีความรู้พื้นฐานในการใช้งานชุดโปรมแกรม ArcGIS

1.5.3 นิสิตมีความรู้พื้นฐานทางด้านการจัดทำแผนที่จากข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่ายด้วยโปรแกรมประยุกต์ ArcMap

1.5.4 นิสิตมีความรู้พื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analyst)

1.6 งบประมาณ

ค่าถ่ายเอกสาร	3,000	บาท
รวมค่าใช้จ่าย	3,000	บาท (สามพันบาทถ้วน)
ถัวเฉลี่ยทุกรายการ		

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ความรู้พื้นฐานทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่นิยมกันมาก พื้นฐานของโปรแกรม GIS คือ เป็นเพียงเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์สำหรับแก้ไขปัญหาต่างๆ สามารถที่จะประมวลข้อมูลจากหลายแหล่ง และนำมาเสนอให้เราได้เข้าใจและค้นหาปัญหา จากข้อมูลพื้นโลกจริงก็จะถูกจัดเก็บลงเป็นฐานข้อมูลแล้วถูกนำมาเสนอผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา (Dynamic) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล การแสดงผลทาง GIS ก็จะแสดงออกมาเป็นผลที่เปลี่ยนแปลงได้ทันที

2.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)

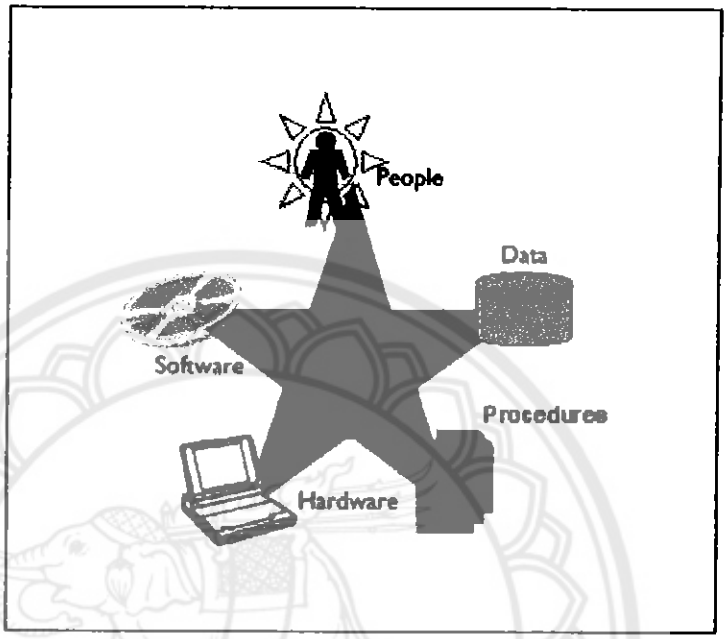
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูล และแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้ายถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมายใช้งานได้ง่าย

โดยทั่วไปเราจะใช้ GIS เพื่อวัตถุประสงค์หลัก 4 ข้อ คือ

- รวบรวมข้อมูล
- แสดงผลข้อมูล
- วิเคราะห์ข้อมูล
- จัดทำผลงาน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การค้นหาระยะทางจากลูกค้าถึงร้านค้าที่ดินแปลงใดอยู่ในบริเวณน้ำท่วม และดินประเภทใดเหมาะสมที่สุดสำหรับปลูกพืชไร่ ส่วนผลงานอาจแสดงออกเป็นแผนที่ รายงาน หรือกราฟ

2.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

องค์ประกอบหลักของระบบ GIS จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรม (Software) ขั้นตอนการทำงาน (Methods) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (People) โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบ GIS

2.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ, สายไฟ ดิจิไทเซอร์ เครื่อง printer ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบ GIS ต้องมีองค์ประกอบที่ต่างจากเครื่องประมวลผลอื่น โดยต้องมีสมรรถนะเพียงพอที่จะจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีปริมาณมากได้ ฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์จะแบ่งตามหน้าที่และการใช้งานดังนี้

1. หน่วยนำเข้าข้อมูล (Input Unit) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เช่น เครื่องลากขอบเขต (Digitizer) เครื่องวาดภาพ (Scanner)

2. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาทางอุปกรณ์นำเข้า ตามชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ผู้ใช้ต้องการใช้งาน

3. หน่วยความจำสำรอง (Secondary Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีปริมาณมาก เพื่อใช้ในการประมวลผลครั้งต่อไป

4. หน่วยแสดงผล (Output Unit) ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์แผนที่ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่เกิดจากการประมวลผลออกมาโดยอาศัยการแสดงผลทางจอภาพและในรูปแบบฉบับพิมพ์โดยอาศัยการแสดงผลทางเครื่องมือวาด พลอตเตอร์ (plotter) เป็นต้น

5. หน่วยติดต่อสื่อสาร (Communication Unit) ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังเครื่องอื่น ในการถ่ายโอนข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งมีขนาดใหญ่ผ่านระบบเครือข่ายภายในองค์กร หรือเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยอาศัยอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่าย เช่น Network, Card, LAN Card, Wireless และ LAN Card เป็นต้น

2.2.2 ซอฟท์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการซอฟท์แวร์ด้าน GIS เช่น GeoConcept, MapInfo Professional, SPANS, ArcGIS, PAMAP, ILWIS โดยซอฟท์แวร์ในระบบ GIS จะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 5 ประการ คือ

1. การป้อนข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล (Data Input and Verification) เป็นการเปลี่ยนข้อมูลจากแผนที่ต้นแบบ ข้อมูลดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ ให้อยู่ในรูปของดิจิตอล โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการนี้ เช่น Digitizer, Scanner เป็นต้น

2. การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล (Data Storage and Database management) เป็นการจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์เกี่ยวกับ จุด เส้น หรือพื้นที่ (Position, Topology, Attribute) ให้มีโครงสร้างที่สามารถจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และผู้ใช้สามารถเรียกมาใช้ได้โดยสะดวก

3. การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis) การคำนวณและวิเคราะห์ผลข้อมูลหลายรูปแบบ และจะปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า Data Transformation เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลนั้นๆ

4. การรายงานผลข้อมูล (Data Output and Presentation) เป็นวิธีการแสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยผลที่จะได้อยู่ในรูปของแผนที่ ตาราง กราฟ ฯลฯ และจะพิมพ์รายงานผลโดยใช้พลอตเตอร์ หรือเครื่องพิมพ์

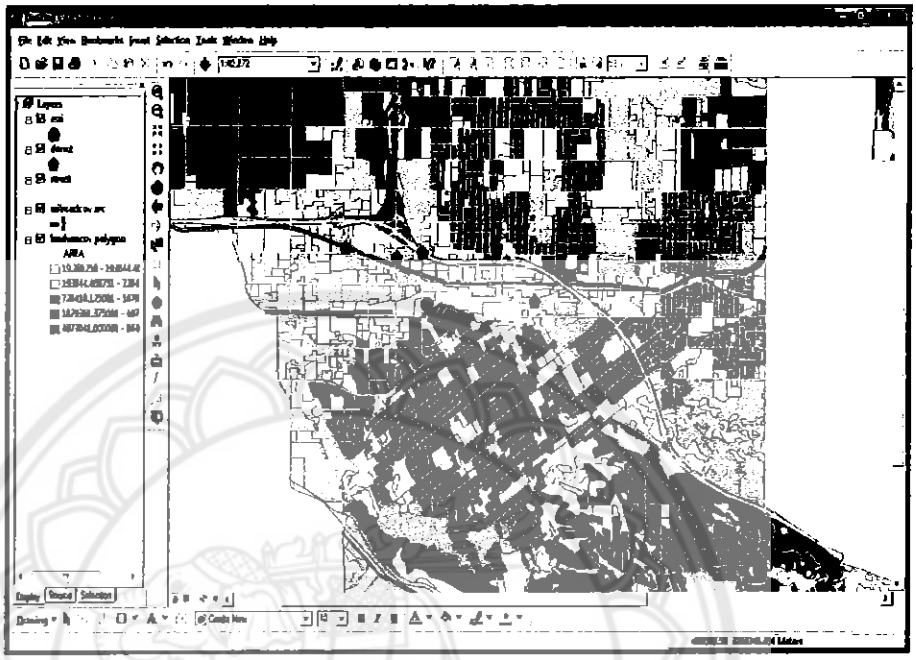
5. ความสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Interaction with the User) ซอฟท์แวร์ GIS ที่ดีนั้น จะต้องสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีการสร้างรายการ (Menu) ต่างๆ ที่ไม่ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย และมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์

2.2.3 ข้อมูล (Data) คือ ข้อมูลต่างๆที่จะใช้ในระบบ GIS และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะเกี่ยวกับข้อมูล 3 รูปแบบหลัก คือ

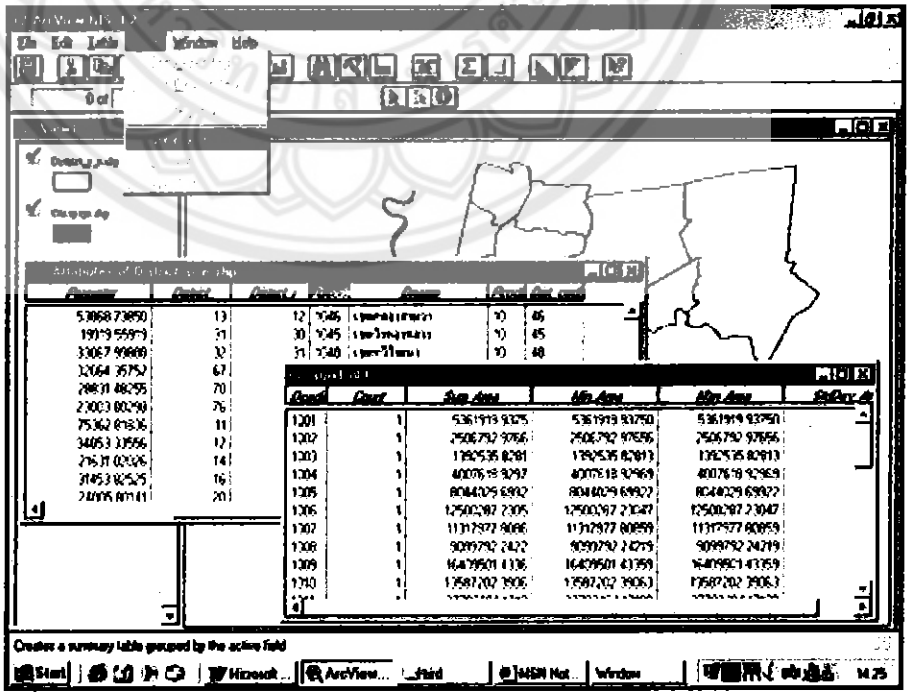
1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) คือ ข้อมูลที่แสดงในรูปแบบสัญลักษณ์ที่สามารถบ่งบอกตำแหน่ง ขนาดพื้นที่ ขนาดความยาวได้ โดยส่วนใหญ่นิยมแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่เป็น 3 รูปแบบ คือ จุด (Point) เส้น (Line) พื้นที่ (Polygon)

2. ข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) เป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะประจำตัวของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น เช่น เส้นชั้นความสูงที่มีค่าระดับความสูง จำนวนประชากร บริเวณพื้นที่ป่าไม้

3. ข้อมูลเชิงพฤติกรรม (Behavior Data) หมายถึง การกำหนดเงื่อนไขหรือลักษณะของข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดตามสภาพแวดล้อมจริงของข้อมูลนั้นๆ



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างข้อมูลเชิงพื้นที่



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างข้อมูลเชิงบรรยาย

2.2.4 บุคลากร (People) คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูล ช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะไม่มีระบบ GIS

2.2.5 วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน (Methodology or Procedure) คือ ขั้นตอนการทำงานในด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เกี่ยวข้องกับวิธีการในการจัดเตรียมฐานข้อมูล การนำเข้าสู่ระบบ การจัดเก็บบันทึกข้อมูล การแสดงผลแผนที่และการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละหน่วยงานในการปฏิบัติการส่วนของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการกับข้อมูลเพื่อให้ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการทำงานในหน่วยงานนั้น

2.3 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Characteristic of GIS Information)

ข้อมูล หมายถึง ค่าสังเกต ค่าจากการบันทึกข้อมูลต่างๆแล้วมีการแปลความหมายข้อมูลไว้แล้วเรียกว่า Information หรือสารสนเทศ ในทางภูมิศาสตร์แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

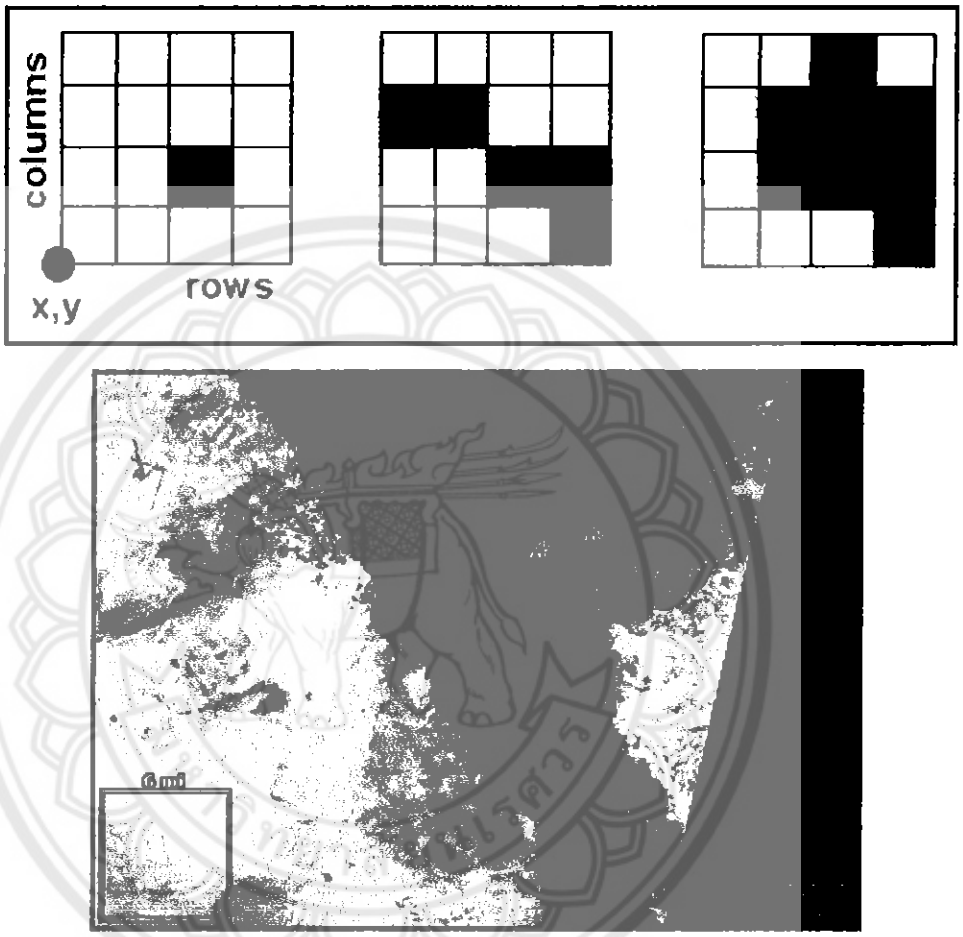
- ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวแทนวัตถุ หรือสถานการณ์บนผิวโลก โดยกำหนดเป็น จุด เส้น หรือพื้นที่ เพื่ออ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ และเอามาเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้
- ข้อมูลตารางอธิบาย (Non Spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ โดยแสดงออกมาในข้อมูลตาราง และอาจเน้นข้อมูลคุณภาพ อันได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม

2.3.1 ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristic)

จำแนกโดยลักษณะการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. รูปแบบราสเตอร์ (Raster or grid representation) คือ จุดของเซลล์ที่อยู่ในแต่ละช่องสี่เหลี่ยม (grid) โครงสร้างของราสเตอร์ประกอบไปด้วย ชุดของกริด (grid cell) หรือ (pixel) หรือ Picture Element Cell ข้อมูลแบบราสเตอร์ เป็นข้อมูลที่อยู่ในพิกัดรูปตารางแนวนอนและแนวตั้ง แต่ละช่อง (Cell) อ้างอิงโดยแถวและสดมภ์ ภายในช่องกริดจะมีข้อมูลตัวเลขซึ่งเป็นตัวแทนสำหรับค่าในช่องนั้น

ความสามารถแสดงถึงรายละเอียดของข้อมูลราสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของช่องกริด ณ พิกัดที่ประกอบขึ้น เป็นหลักฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ถ้าขนาดช่องกริดมีขนาดใหญ่ รายละเอียดของข้อมูลที่แสดงจะหยาบแต่ถ้าขนาดช่องกริดมีขนาดเล็ก ข้อมูลจะมีความละเอียดมาก ขึ้นซึ่งมีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ได้ดีกว่า

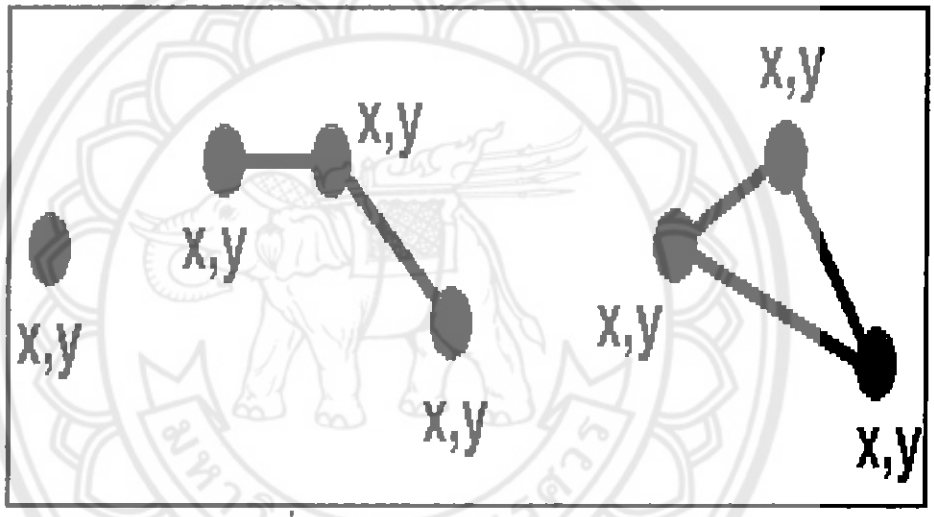


รูปที่ 2.4 ตัวอย่างข้อมูลประเภทราสเตอร์

2. รูปแบบเวกเตอร์ (Vector representation) ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดพิกัด เริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้าย จะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปแบบเวกเตอร์จะมีลักษณะและรูปแบบ (Spatial Features) ต่างๆ กันพอสรุปได้ดังนี้ คือ

- รูปแบบของจุด (Point Features) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใดๆ ซึ่งจะสังเกตได้จากขนาดของจุดนั้นๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งของจังหวัด เป็นต้น
- รูปแบบของเส้น (Linear Features) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุม และเส้นโค้ง ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้จะอธิบายถึงลักษณะต่างๆ โดยอาศัยขนาดทั้งความกว้างและความยาว เช่น ถนน หรือ แม่น้ำ เป็นต้น และในทางการทำแผนที่รวมทั้งระบบ GIS นั้น รูปแบบของเส้น หมายถึง เส้นหักมุมที่มีความกว้างเฉพาะในความยาวที่กำหนด
- รูปแบบของพื้นที่ (Area Features) เป็นลักษณะขอบเขตพื้นที่ที่เรียกว่า โพลีกอน (Polygon) ที่อธิบายถึงขอบเขตเนื้อที่และเส้นรอบวง และข้อมูลโพลีกอนลักษณะเหล่านี้จะใช้อธิบายขอบเขตของข้อมูลต่างๆ เช่น ขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างข้อมูลประเภทเวกเตอร์

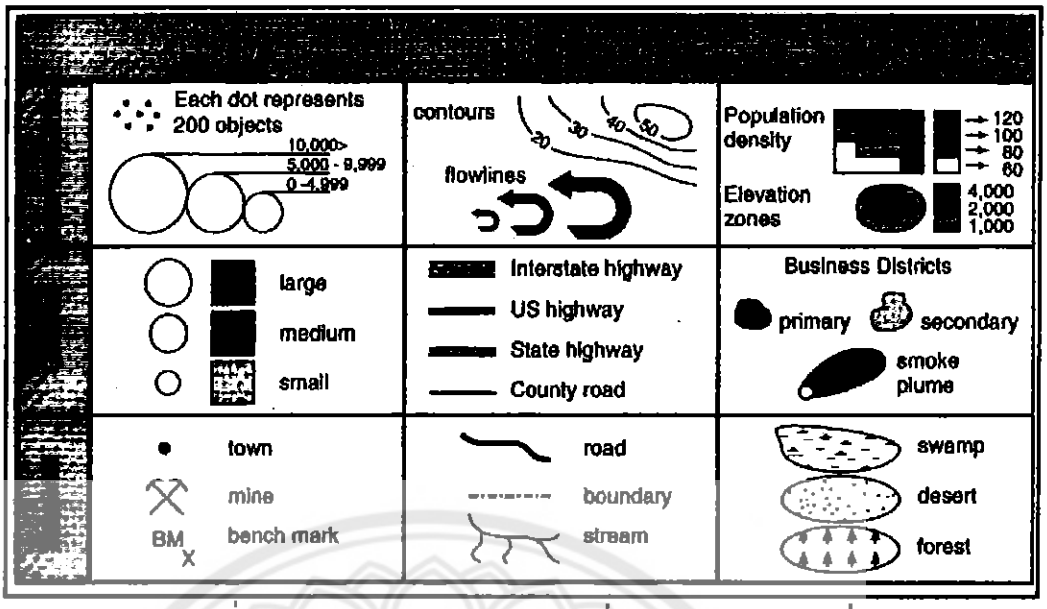
2.3.2 ลักษณะข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Characteristics)

ลักษณะข้อมูลเชิงคุณบรรยาย คือ ลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีการแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่างๆ ตามธรรมชาติ โดยระบุสถานที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลที่นำมาประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่อาจได้มาจากการสำรวจหรือเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยการรังวัดพื้นที่จริง ดังนั้นลักษณะข้อมูลเชิงคุณบรรยายนี้อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง (Terrain Elevation) หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง หรือชนิดของสิ่งปกคลุม เป็นต้น แล้วแต่รูปแบบในการจัดเก็บรวบรวมได้ ค่าแปรผันของลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดออกเป็น 3 ระดับ คือ

- ระดับนามบัญญัติ (Nominal Level) เป็นระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบๆ โดยจะกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ เพื่อจำแนกลักษณะของสิ่งต่างๆเท่านั้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่หนึ่งจำแนกได้เป็น ป่าไม้ แหล่งน้ำ ทุ่งหญ้า เป็นต้น
- ระดับเรียงอันดับ (Ordinal Level หรือ Ranking Level) เป็นการเปรียบเทียบลักษณะในแต่ละปัจจัยว่ามีขนาดเล็กกว่า เท่ากัน หรือ ใหญ่กว่า เช่น พื้นที่ป่าไม่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือ 1>2
- ระดับช่วง/อัตราส่วน (Interval - Ratio Level) เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในระหว่างแต่ละปัจจัยของ Ordinal Level ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เช่น พื้นที่ป่าไม้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้า 2 เท่า

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของเกณฑ์การวัดในระดับต่างๆ

	NOMINAL	ORDINAL	INTERVAL-RATIO
ความสำคัญของสารสนเทศ	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ * เปรียบเทียบหรือจัดลำดับชั้นได้	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ เปรียบเทียบหรือจัดลำดับชั้นได้ และหาค่าความแตกต่างได้
OPERATION ที่ทำได้	* Operation ทางด้านตรรกวิทยาบางคำสั่ง เช่น เท่ากัน/ไม่เท่า	Operation ทางตรรกได้ทุกคำสั่ง	Operation ทางตรรกและคณิตศาสตร์ได้
ความสัมพันธ์ทาง STATISTICS	MODE CONTINGENCY COEFFICIENT	MEDIAN PERCENTILES	MEAN, VAREANCE COEDDICIENT OF CORRELATION



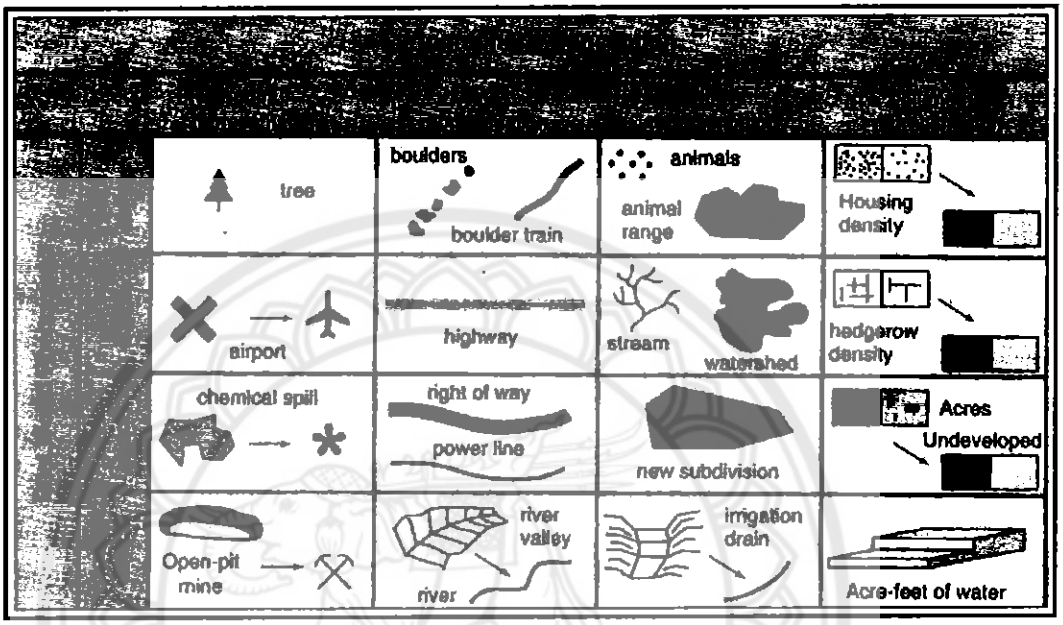
รูปที่ 2.6 ระดับในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่

จากรูปที่ 2.6 ได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเกณฑ์ในการวัดของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งในรูปแบบข้อมูล (Feature) แบบจุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยมปิด ในระดับของ Nominal Level นั้นจะไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของตัวเลขได้ แต่ค่าสัญลักษณ์นั้นจะแทนวัตถุหรือสิ่งต่างๆ บนแผนที่ ถ้าในระดับ Ordinal Level จะเห็นว่าสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งในรูปแบบของปริมาณมากหรือน้อยกว่ากัน แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่ามากกว่ากันเท่าใด แต่ในระดับ Interval/Ratio นั้นสามารถบอกได้ถึงระดับค่าความแตกต่างของแต่ละสัญลักษณ์ตัวเลขที่แทนวัตถุหรือสิ่งต่างๆ บนแผนที่

ข้อสังเกตที่พบ คือ ข้อมูล Vector และ Raster ทั้งสองระบบสามารถมีรูปแบบข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Feature) ได้ 3 รูปแบบเหมือนกันคือ Point, Line และ Polygon แต่ข้อมูลแบบ Vector นั้นจุดจะบ่งบอกเพียงพิกัด x, y และ z ว่าอยู่ที่ตำแหน่งใด สูงเท่าใด จะไม่มีขนาดและทิศทางของข้อมูลประเภทจุด แต่ Raster ก็จะทราบตำแหน่ง และมีขนาดเท่ากับขนาดของ pixel เช่น จุด pixel ของดาวเทียม LANDSAT TM จะมีขนาด 30 x 30 เมตร ซึ่งแตกต่างจากข้อมูล Vector

ลักษณะข้อมูล Attribute และ Spatial นี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปได้ทั้งในแบบต่อเนื่อง (Continuous) และไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ยกตัวอย่างเช่น แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) จะแสดงถึงเส้นระดับความสูงที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่จำนวนประชากร ที่อาศัยอยู่ในแต่ละชั้นระดับความสูงนั้น จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง โดยจะแปรผันไปตามปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตประจำวันเท่านั้น เป็นต้น รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะข้อมูลที่ปรากฏบนโลกมนุษย์และการแสดงสัญลักษณ์ในแผนที่ ในการแสดงสัญลักษณ์บนแผนที่จากลักษณะภูมิประเทศหรือวัตถุบน

พื้นผิวโลกนั้นสามารถแทนด้วยรูปแบบจุด เส้นหรือพื้นที่ ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากมาตราส่วนของแผนที่ที่จะแสดงหากแผนที่มาตราส่วนใหญ่เช่น 1:4,000 อาจจะแสดงข้อมูลที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในรูปแบบโพลีกอนก็ได้ แต่หากที่มาตราส่วนเล็ก เช่น 1:50,000 สถานีวัดปริมาณน้ำฝนอาจถูกแทนด้วยจุด หรือเส้น หรือพื้นที่ขนาดเล็กได้



รูปที่ 2.7 เปรียบเทียบตัวแทนหรือสัญลักษณ์ของวัตถุบนพื้นผิวโลก ตามหลักการของการทำแผนที่ ตัวอย่างของจุด เส้น รูปปิด และพื้นผิว

2.4 ความสามารถพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ความสามารถพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) แบ่งเป็น 5 ประการ ได้แก่

- การรวบรวมและนำเข้าข้อมูล (Capture and Data Input)
- การจัดเก็บข้อมูล (Storing data)
- การสืบค้นข้อมูล (Querying data)
- การวิเคราะห์ข้อมูล (Analyzing data)
- การแสดงผลข้อมูล (Displaying data)

2.4.1 การรวบรวมและนำเข้าข้อมูล (Capture and Data Input)

การนำเข้าข้อมูล หมายถึง การกำหนดรหัสให้แก่ข้อมูล แล้วบันทึกข้อมูลเหล่านั้นลงในฐานข้อมูล การสร้างข้อมูลตัวเลขที่ปราศจากที่ผิด (errors) เป็นงานสำคัญและซับซ้อนที่สุด

การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อาจนำเข้าได้ดังกระบวนการดังต่อไปนี้

- การนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ (Spatial Data)
- การนำเข้าข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data)
- การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลเชิงบรรยาย

ในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าฐานข้อมูลที่ได้ให้มีจุดที่ผิดพลาดน้อยที่สุด

2.4.1.1 การนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่

วิธีการนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ใน GIS มีหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ต่างๆของหน่วยงานนั้นๆ หรืองบประมาณที่สามารถจัดซื้อลักษณะของการใช้งานและชนิดของข้อมูลที่จะนำเข้าด้วย ชนิดของข้อมูล ได้แก่ แผนที่ที่มีอยู่แล้ว เอกสารจากการสำรวจภาคสนาม เอกสารที่เขียนด้วยมือ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายด้วยระบบการรับรู้ระยะไกล (Remotely Sensed Imagery) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม เช่น กระบวนการศึกษาชุมชนอย่างรวดเร็ว (Rural Rapid Appraisal-RRA)

1. การนำเข้าข้อมูลสู่ระบบเวกเตอร์ด้วยมือ

ข้อมูลพื้นฐานของระบบนี้คือ จุด เส้น และพื้นที่ ค่าพิกัดของข้อมูลที่ได้จากกริดอ้างอิงที่มีอยู่ในแผนที่ หรือได้จากการอ้างอิงจากกริดที่นำมาซ้อนบนแผนที่ ข้อมูลเหล่านี้อาจจะพิมพ์เข้าเครื่องเพื่อเก็บในแฟ้มข้อมูลธรรมดา หรือนำเข้าสู่โปรแกรมก็ได้

2. การนำเข้าข้อมูลสู่ระบบกริดด้วยมือ

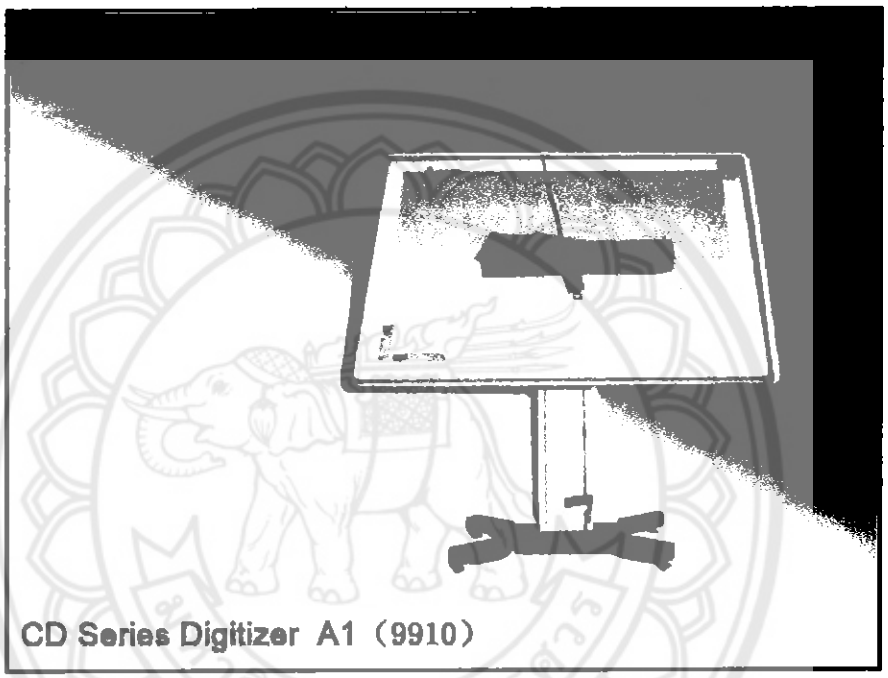
สำหรับระบบกริดนั้น ทั้งจุด เส้น และพื้นที่ ล้วนแสดงด้วยช่องกริด

- เลือกขนาดของช่องกริด (ราสเตอร์) แล้ววางแผ่นกริดโปร่งใสตามขนาดที่เลือกซ้อนบนแผนที่
- กรอกค่าลักษณะประจำของแผนที่หนึ่งค่าต่อกริดหนึ่งช่อง หรือใช้สีสัญลักษณ์แทน
- พิมพ์เข้าแฟ้มข้อความในคอมพิวเตอร์

3. การนำเข้าด้วยการดิจิไทซ์

การเขียนรหัสและพิมพ์รหัสนำเข้าแฟ้มคอมพิวเตอร์จะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง เราสามารถใช้เครื่องอ่านพิกัดในการกำหนดรหัส (X,Y) ให้แก่จุด เส้น และพื้นที่ หรือช่องกริดได้อย่างรวดเร็วขึ้น สำหรับเครื่องอ่านพิกัดที่นิยมใช้กันมากคือ Digitizer ซึ่งเครื่องที่ใช้สำหรับการทำแผนที่หรืองานกราฟฟิกคุณภาพสูงชนิดที่นิยมกันในปัจจุบัน ได้แก่ แบบที่ใช้ลวดเส้นเล็กๆ สานตัดกันในแนวฉากเป็นกริด หรือชนิดที่ใช้เฟสคลื่นไฟฟ้า มีขนาดตั้งแต่ 11×11 นิ้ว ถึงขนาด 40×60 นิ้ว ทั้ง

แบบวางบนโต๊ะหรือมีขาตั้งในตัว ทั้งที่มีและไม่มีแสงส่องจากใต้โต๊ะคอมพิวเตอร์จะติดต่อกับเครื่องอ่านพิกัดได้ด้วยคำสั่งทางเมนูกราฟฟิก ค่าพิกัดของจุดที่อยู่บนกระดานเครื่องอ่านพิกัดจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ทางปากกาแม่เหล็กที่ลากด้วยมือ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ง่ายๆ ที่เรียกว่า "เมาส์" (Mouse) หรือ "พัค" (Puck) สำหรับการทำแผนที่ซึ่งต้องการความถูกต้องสูง ในเมาส์จะมีขดลวดฝังอยู่ในกล่องพลาสติกซึ่งมีช่องพร้อมกับกากบาทซึ่งออกแบบเพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น พิกัดของจุดจะถูกดิจิไทซ์ด้วยการวางเส้นกากบาทเหนือจุดที่ต้องการแล้วกดปุ่มบนเมาส์



รูปที่ 2.8 เครื่องวาดพิกัด Digitizer

เครื่องอ่านพิกัดใช้ในการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบ จุด เส้น และพื้นที่หลายเหลี่ยม โดยอาศัยการทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ด้าน GIS ส่วนการแปลงเป็นฐานข้อมูลเวกเตอร์หรือกริด (ราสเตอร์) ทำด้วยโปรแกรมหลังการทำดิจิไทซ์

4. การแปลงเวกเตอร์ให้เป็นกริด

การแปลงข้อมูลเวกเตอร์ให้เป็นราสเตอร์ทำให้มีการสูญเสียข้อมูลโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เพราะจุดภาพที่ใกล้เส้นของมักคลาดเคลื่อนหรือมีรหัสผิดไป การสูญเสียความถูกต้องแปรผันตามขนาดของช่องกริด คือช่องกริดยิ่งเล็กมากเท่าไร ความผิดพลาดยิ่งลดลง ดังรูปที่ 2.7 เครื่องอ่านพิกัดที่มีความละเอียดสูง 0.001 นิ้ว (0.0254 มม.) มีค่าเบี่ยงเบนไม่ควรจะเกิน +0.07-0.15 มม. ความผิดพลาดเกิดจากความเหนื่อยล้าจากการทำงาน ไม่ควรทำงานกับเครื่องอ่านพิกัดเกิน 4 ชั่วโมงต่อวัน ถ้าต้องการงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เมื่อแผนที่ถูกดิจิไทซ์แล้ว เราสามารถบันทึกเก็บไว้ในเทป

แม่เหล็กเพื่อการใช้ประโยชน์ต่อไป ขณะที่การทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์มีความสำคัญมากขึ้น ได้มีการแปลงแผนที่ภูมิประเทศมาตรฐาน และแผนที่ดิน ธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน ฯลฯ เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขมากขึ้น

การดิจิไทซ์ก็ยังคงจะต้องกระทำในการทำแผนที่นั้นๆ ให้ทันสมัยยิ่งขึ้นแต่การดิจิไทซ์เป็นงานที่ใช้เวลา และพลังงาน การทำแผนที่ฉบับหนึ่งๆ ให้มีความถูกต้อง อาจต้องใช้เวลาเท่าๆ กับการเขียนใหม่ด้วยมือ อัตราความเร็วเฉลี่ยของการดิจิไทซ์ประมาณ 10 ซม. ต่อนาที การดิจิไทซ์แผนที่ดินมาตราส่วน 1:50,000 ขนาด 60×40 ซม. ต้องใช้เวลาประมาณ 20-40 คน-ชั่วโมง

เมื่อได้มีการนำเข้าข้อมูลแผนที่เข้าสู่ระบบ Vector แล้วเราสามารถแปลงไปเป็น Raster ได้ โดยมีรูปแบบของทฤษฎีในการแปลงไปสู่ระบบราสเตอร์ คือ

- ให้พิจารณาว่า "อยู่หรือไม่อยู่บนเส้น presence/absence" เช่น การแปลงเส้นแม่น้ำซึ่งอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ ให้ไปอยู่ในรูปแบบราสเตอร์ โดยพิจารณาว่าเส้นลากผ่านที่กริดหรือเซลล์ใด ให้เซลล์นั้นมีความหมายรหัสเป็น 1 คือแม่น้ำ
- ให้พิจารณาว่า "ผ่านกึ่งกลางกริด centroid-of-cell method" ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการแบ่งการใช้ที่ดินเป็น 2 ประเภทคือ 1 เป็นป่าไม้ และ 2 คือทุ่งหญ้า จากรูป ถ้าเราแปลงจากเวกเตอร์ซึ่งเป็นขอบเขตของโซนแบ่งการใช้ที่ดิน 2 ประเภทนั้น โดยอาศัยการพิจารณาว่า เส้นแบ่งเขตลากผ่านกึ่งกลางเซลล์ใดแล้วมากกว่ากัน หรือขอบเขตโซนกินเนื้อที่ของกึ่งกลางเซลล์การใช้ที่ดินประเภทใดให้ยึดหรือจำแนกเป็นรหัสการใช้ที่ดินประเภทนั้นโดยไม่สนใจว่ารูปแบบการใช้ที่ดินใดมีเนื้อที่มากกว่ากัน แต่อาศัยจุดศูนย์กลางเซลล์หรือกริดเป็นตัวแบ่ง
- ให้พิจารณาว่า "ที่มีมากที่สุด dominant type method" ตัวอย่างเช่น ให้เส้นแบ่งเขตการใช้ที่ดินเป็นตัวแบ่ง และตัวแบ่งนั้นกินเนื้อที่เขตการใช้ที่ดินประเภทใดมากกว่ากัน ให้ยึดเป็นการใช้ที่ดินประเภทที่มากนั้นเป็นหลัก
- ให้พิจารณาว่า "คิดตามเปอร์เซ็นต์ที่ผู้ใช้สนใจหรือตั้งเงื่อนไข present occurrence method" โดยให้พิจารณายึดผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้ตั้งเงื่อนไขความสนใจของประเภทการใช้ที่ดินนั้น และถ้าประเภทการใช้ที่ดินนั้นอยู่เต็ม pixel ให้เป็น 100% โดยถ้ามีการผสมกันให้ยึดการใช้ที่ดินที่สนใจเป็นหลัก ส่วนที่ไม่สนใจให้ค่าเป็น 0% นั่นเอง

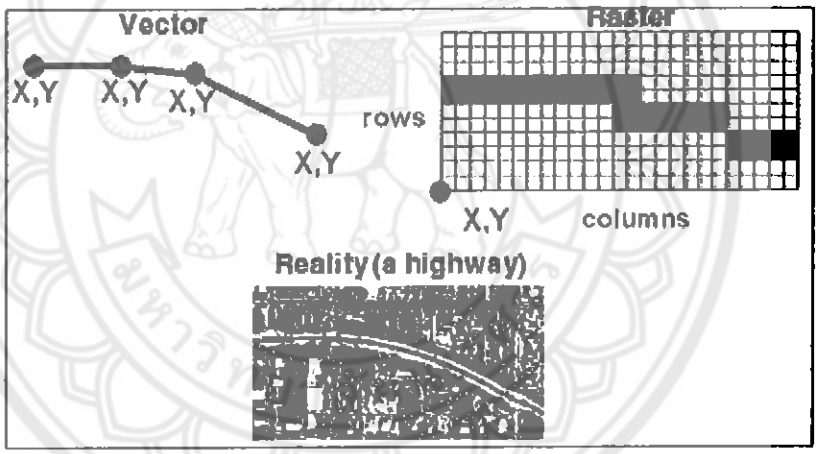
กระบวนการในการนำเข้าข้อมูลประเภทราสเตอร์ มี 4 ขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูลประเภทราสเตอร์ (a) อยู่หรือไม่อยู่บนเส้น presence/absence (b) ผ่านกึ่งกลางกริด centroid-of-cell method (c) ที่มีมากที่สุด dominant type method (d) คิดตามเปอร์เซ็นต์ที่ผู้ใช้สนใจหรือตั้งเงื่อนไข persent occurrence method

2.4.1.2 การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลเชิงบรรยาย

เราสามารถกำหนดเครื่องหมายประจำตัวให้แก่เอนติตี้กราฟฟิกโดยตรง ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (polygon) จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมขึ้นก่อนจากนั้นจึงจะให้เครื่องหมายประจำตัว

แก่รูปหลายเหลี่ยมเหล่านั้นโดยการดิจิไทซ์ข้อมูลเข้า เมื่อนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่และให้เครื่องหมายประจำเรียบร้อยแล้ว ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลด้วย โดยเฉพาะรหัสที่จะกำหนดเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลเชิงลักษณะ ในการเชื่อมต่อข้อมูลนั้นสามารถสร้างตารางคำอธิบายเสริมขึ้นมาได้เป็นจำนวนมากในส่วนนี้จะต้องศึกษาทฤษฎีของการออกแบบและสร้างฐานข้อมูล (Database Design) เพื่อให้การสร้างฐานข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การที่จะเชื่อมต่อข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับข้อมูลเชิงคุณลักษณะนั้นจะสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อเพียงชั่วคราว หรืออาจทำให้เป็นการเชื่อมต่อแบบถาวรได้ โดยกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงขนาดที่จะใหญ่เพิ่มขึ้นไปด้วย ฐานข้อมูลใหม่ในตารางใหม่ที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้ในการสอบถามค้นหา หรือวิเคราะห์ในขั้นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากฐานข้อมูลนั้นมีความถูกต้องจากการเก็บรวบรวมอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2 การจัดเก็บข้อมูล (Storing data)



รูปที่ 2.9 ผลการแสดงภาพออกมาจากระบบ GIS จะแสดงออกมาตามการรูปแบบการจัดเก็บของข้อมูลนั้น ๆ

การจัดเก็บข้อมูลทาง GIS มี 2 ประเภทหลัก คือ 1. เวคเตอร์ (Vector) และ 2. ราสเตอร์ (Raster) โดยทั่วไปโปรแกรมทาง GIS ควรมีความสามารถในการจัดการเก็บข้อมูลทั้ง 2 แบบ

- รูปแบบเวคเตอร์ จะแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ด้วยการนำเสนอคล้ายกับรูปแบบแผนที่คือ แสดงออกมาเป็น จุด (Point) เส้น (Line) และ รูปหลายเหลี่ยม (Polygon) โดยทุกๆ จุดของข้อมูลจะมีค่าพิกัด X, Y เป็นตัวอ้างอิงกับตำแหน่งบนพื้นโลกจริง
- รูปแบบราสเตอร์ จะแสดงทางภูมิศาสตร์ด้วยการนำเสนอในแบบตารางกริด โดยการกำหนดค่าที่ต้องการให้ไว้ในตารางกริดนั้น ๆ โดยรวมทั้งค่าพิกัด ณ บริเวณที่ลักษณะทาง

ภูมิศาสตร์ครอบคลุมอยู่ สำหรับความละเอียดของข้อมูลขึ้นอยู่กับขนาดของตารางกริด รูปแบบราสเตอร์นี้เหมาะสำหรับการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ แต่จะไม่เหมาะสำหรับการประยุกต์ลักษณะการจัดการรูปแปลงที่ดินและอาณาเขตหรือขอบเขตต่างๆ

2.4.3 การสืบค้นข้อมูล (Querying data)

GIS จะมีเครื่องมือเพื่อค้นหาบริเวณที่สนใจตามตำแหน่งและตามข้อมูลเชิงบรรยาย การสืบค้นข้อมูลสามารถสร้างเงื่อนไขสำหรับการสืบค้น หรือแบบเลือกโดยตรงทั้งเลือกจากแผนที่และเลือกจากเรคคอร์ดในฐานข้อมูล

โดยทั่วไปการสืบค้นข้อมูล GIS จะสืบค้นว่าบริเวณที่ผู้ใช้ต้องการอยู่บริเวณใด บางครั้งผู้ใช้ทราบพื้นที่ว่าอยู่บริเวณใดและต้องการทราบรู้ว่ามีคุณลักษณะอย่างไร ซึ่ง GIS สามารถให้ผู้ใช้เลือกบริเวณที่สนใจจากบนแผนที่ที่แสดงอยู่ และจากพื้นที่ที่ถูกเลือกก็จะเชื่อมโยงไปข้อมูลเชิงบรรยายที่เก็บอยู่ในฐานะข้อมูล

บางกรณีผู้ใช้ต้องการสืบค้นตามเงื่อนไขที่ต้องการ ในกรณีนี้ผู้ใช้ทราบว่าคุณลักษณะเด่นที่ต้องการค้นหาว่ามีลักษณะอย่างไร

รูปที่ 2.10 สมมติว่าต้องค้นหาว่าประเทศที่มีประชากรมากกว่า 20 ล้านคน

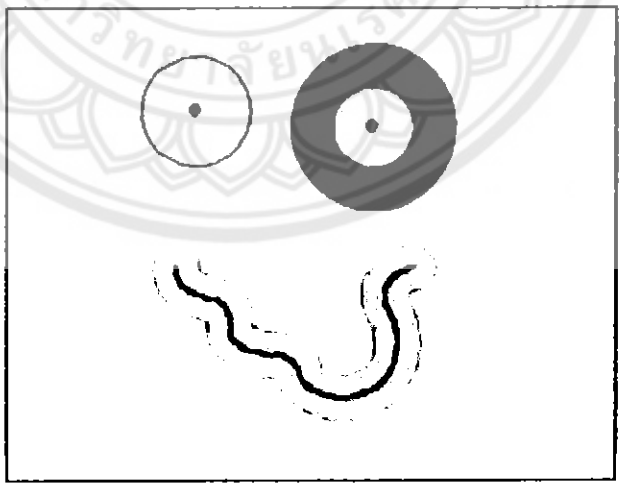
2.4.4.การวิเคราะห์ข้อมูล (Analyzing data)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่หลายๆ ชั้นข้อมูล (Layer) มาซ้อนทับกัน (Overlay) เพื่อทำการวิเคราะห์และกำหนดเงื่อนไขต่างๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์ตามวัตถุประสงค์ หรือตามแบบจำลอง (Model) ซึ่งอาจเป็นการเรียกค้นข้อมูลอย่างง่ายหรือซับซ้อน เช่น โมเดลทางสถิติหรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากชั้นข้อมูลต่างๆ ถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ มีการจัดเก็บอย่างมีระบบและประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์จะเป็นอีกชั้นข้อมูลหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างไปจากชั้นข้อมูลเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีหลายรูปแบบ ซึ่งในเอกสารนี้จะบรรยายถึงการวิเคราะห์ 4 รูปแบบหลักๆ ดังนี้

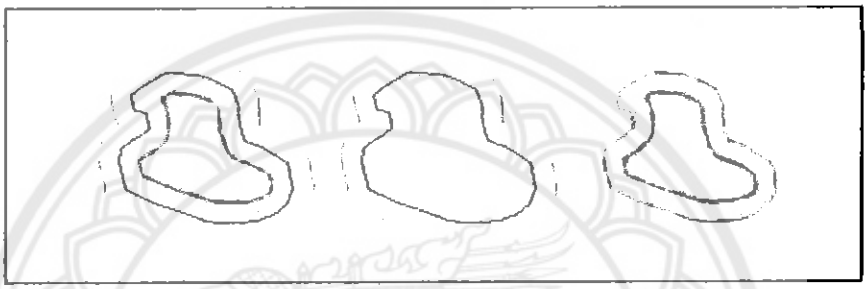
1 พื้นที่กันชน

การสร้างแนวพื้นที่รอบสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นระยะทางตามที่กำหนด จะเรียกว่า **การสร้างพื้นที่กันชน** สำหรับข้อมูลแบบเวคเตอร์ สามารถสร้างพื้นที่กันชนรอบจุด เส้น และพื้นที่ได้ ส่วนข้อมูลราสเตอร์ก็สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้เช่นกัน แต่ด้วยลักษณะโครงสร้างข้อมูลซึ่งเป็นกริดเซลล์โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ากริดเซลล์มีขนาดใหญ่ การสร้างพื้นที่กันชนก็จะยิ่งมีความคลาดเคลื่อนเชิงระยะทาง ดังนั้นการสร้างพื้นที่กันชนจึงมักจะใช้สำหรับข้อมูลแบบเวคเตอร์ สำหรับข้อมูลประเภทหนึ่งๆ สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้หลายช่วง (Ring) ตามระยะทางที่กำหนด โดยพื้นที่กันชน 1 ชั้น และ 2 ชั้นของข้อมูลประเภทจุด และพื้นที่กันชนของเส้นได้แสดงในรูปที่ 2.11 ตามลำดับ



รูปที่ 2.11 พื้นที่กันชนของข้อมูลประเภทจุดและเส้น

สำหรับพื้นที่กันชนของพื้นที่ (Polygon) สามารถสร้างได้หลายลักษณะ โดยสร้างออกไปด้านนอกของพื้นที่ และสร้างเข้ามาภายในพื้นที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น การหาพื้นที่กันชนของข้อมูลประเภทพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งน้ำแห่งหนึ่ง ในการวิเคราะห์หาแหล่งที่อยู่อาศัยของกวางที่อยู่ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 1 กิโลเมตร ดังนั้นในการพิจารณาพื้นที่ที่กวางอาจอาศัยอยู่ จะต้องสร้างพื้นที่กันชนออกไปด้านนอกของแหล่งน้ำเป็นระยะ 1 กิโลเมตร และอีกตัวอย่างหนึ่งคือการหาพื้นที่อนุบาลสัตว์น้ำที่อยู่ห่างจากตลิ่งไม่เกิน 2 เมตร ดังนั้นต้องสร้างพื้นที่กันชนเข้ามาด้านในของแหล่งน้ำเป็นระยะ 2 เมตร เป็นต้น รูปแบบของพื้นที่กันชนที่สร้างออกไปด้านนอกและเข้ามาด้านในของข้อมูลประเภทพื้นที่ (Polygon) ดังแสดงในรูปที่ 2.12

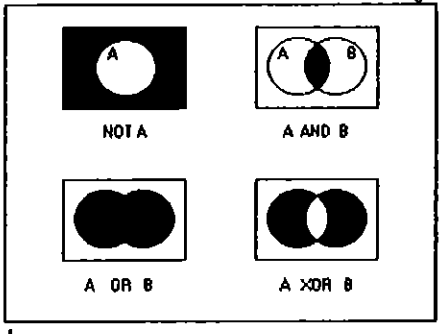


รูปที่ 2.12 รูปแบบการสร้างพื้นที่กันชนของข้อมูลประเภทพื้นที่ (Polygon)

2 การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่

การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายชั้นข้อมูลร่วมกัน โดยข้อมูลเหล่านั้นต้องอยู่ในบริเวณเดียวกันและมีคุณลักษณะต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต A โดยชั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ร่วมกันประกอบด้วย การกระจายของสิ่งมีชีวิตชนิด X, Y และ Z ซึ่งมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต A ชั้นข้อมูลภูมิประเทศ ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน และชั้นข้อมูลพื้นที่อนุรักษ์ แผนผังการวิเคราะห์ข้อมูลได้

ในการซ้อนทับข้อมูลมีกระบวนการในการคำนวณโดยใช้หลักพีชคณิตบูลีน (Boolean Algebra) ซึ่งมีตัวดำเนินการ คือ NOT, AND, OR และ XOR โดยกำหนดให้มีพื้นที่ A และ B เมื่อใช้ตัวดำเนินการแบบต่างๆ กระทำกับพื้นที่ A และ B จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ผลจากการใช้ตัวดำเนินการแบบบูลีน

ซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่จะมีตัวดำเนินการเพียง NOT, AND และ OR ถ้าหากการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้ XOR ก็สามารถผสมผสานตัวดำเนินการอื่นๆ เข้าด้วยกัน

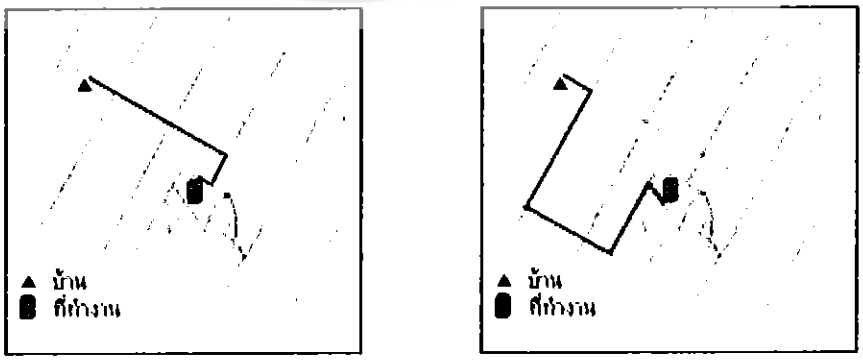
โดย A XOR B = (A OR B) AND NOT (A AND B)

ในการกำหนดตัวดำเนินการเพื่อซ้อนทับข้อมูลต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ เช่น ในหนองน้ำแห่งหนึ่งกำหนดพื้นที่อนุบาลสัตว์น้ำต้องอยู่ห่างจากตลิ่งไม่เกิน 2 เมตร และต้องมีความลึกไม่เกิน 1 เมตร ดังนั้นการหาพื้นที่ที่เหมาะสมต้องใช้ชั้นข้อมูล 2 ชั้น โดยชั้นข้อมูลแรกเป็นพื้นที่กันชนที่สร้างเข้าไปในหนองน้ำเป็นระยะ 2 เมตร ส่วนชั้นข้อมูลที่สองเป็นพื้นที่ในหนองน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 1 เมตร ในการวิเคราะห์ต้องนำชั้นข้อมูลทั้งสองมาซ้อนทับกันโดยใช้ตัวดำเนินการแบบ AND เป็นต้น

3 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

ในการวิเคราะห์โครงข่ายจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทเส้น (Line) เท่านั้น โดยข้อมูลประเภทเส้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นอาจประกอบด้วยเส้นสมมติ เช่น เส้นรุ้ง เส้นแวง และเส้นขอบเขตการปกครอง ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นข้อมูลประเภทเส้นที่ปรากฏอยู่จริง เช่น เส้นถนน เส้นแม่น้ำ และเส้นทางสายไฟฟ้า ในการวิเคราะห์โครงข่ายจะวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลเส้นที่ปรากฏอยู่จริง

ส่วนใหญ่การวิเคราะห์โครงข่ายจะถูกนำไปประยุกต์ใช้กับเส้นทางคมนาคม เช่น การเดินทางจากบ้านไปที่ทำงานต้องใช้เส้นทางใดจึงจะเป็นระยะทางที่สั้นที่สุด ในบางกรณีการหาระยะทางที่สั้นที่สุดไม่ใช่คำตอบที่ผู้วิเคราะห์ต้องการ แต่สิ่งที่ต้องการก็คือเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทางจากบ้านไปที่ทำงาน ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ผู้วิเคราะห์ต้องการนำมาพิจารณาร่วมด้วย เช่น ระยะทางต้องสั้นที่สุด และใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุด และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด ดังนั้นการหาเส้นทางจากบ้านไปยังที่ทำงานโดยใช้เงื่อนไขระยะทางสั้นที่สุด กับเส้นทางที่ดีที่สุดอาจได้ผลจากการวิเคราะห์แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.14



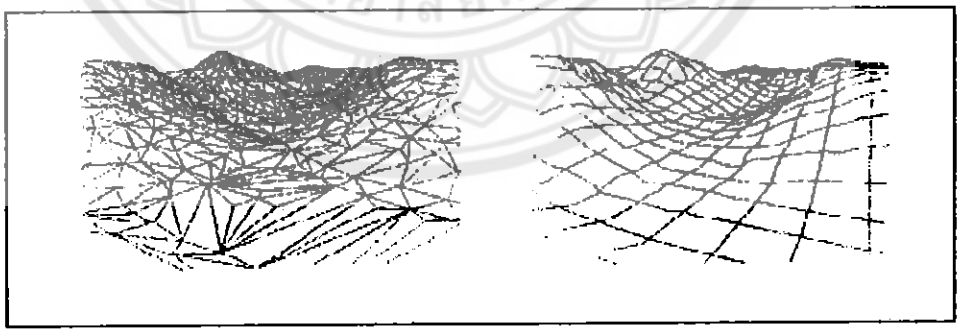
รูปที่ 2.14 การวิเคราะห์โครงข่ายหาเส้นทางสั้นที่สุด และเส้นทางดีที่สุด

ในการวิเคราะห์เส้นทางคมนาคมอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลที่ทันสมัย ไม่ว่าจะเป็นเส้นทางที่ตัดขึ้นมาใหม่ และสภาพการจราจร ตลอดจนการนำกฎจราจรเข้ามาร่วมพิจารณาในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ในรูปแบบนี้จึงต้องมีความละเอียดในการกำหนดปัจจัยเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ได้จริง

4 การวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis)

การวิเคราะห์พื้นผิวเป็นการวิเคราะห์การกระจายของค่าตัวแปรหนึ่งซึ่งเปรียบเสมือนเป็นมิติที่ 3 ของข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลเชิงพื้นที่มีค่าพิกัดตามแนวแกน X และ Y ส่วนตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่า Z ที่มีการกระจายตัวครอบคลุมทั้งพื้นที่ ตัวอย่างของค่า Z ได้แก่ ข้อมูลความสูงของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และราคาที่ดิน เป็นต้น ผลจากการวิเคราะห์พื้นผิวสามารถแสดงเป็นภาพ 3 มิติให้เห็นถึงความแปรผันของข้อมูลด้วยลักษณะสูงต่ำของพื้นผิวนั้น การแสดงข้อมูลพื้นผิวสามารถใช้โครงสร้างข้อมูลแบบเวคเตอร์โดยการใช้ Triangulated Irregular Network (TIN) หรือใช้โครงสร้างแบบราสเตอร์โดยการใช้ Digital Elevation Model (DEM)

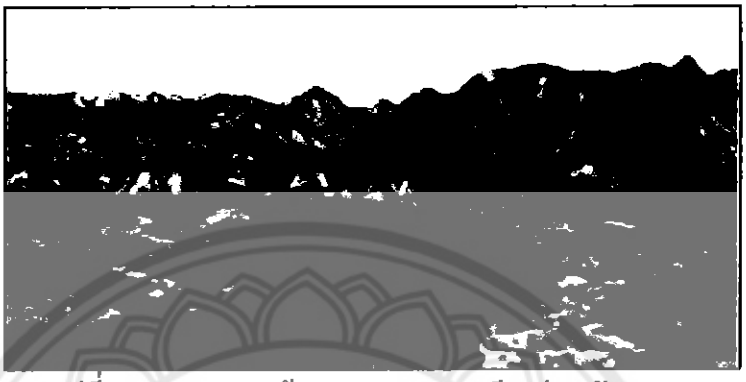
- TIN แสดงลักษณะของพื้นผิวโดยการใช้รูปสามเหลี่ยมหลายรูปซึ่งมีด้านประชิดกันและใช้จุดยอดร่วมกันเรียงต่อเนื่องกันไป โดยค่า Z จัดเก็บอยู่ที่จุดยอดของสามเหลี่ยม จุดเหล่านี้จะกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ โดยพื้นที่ที่มีความแตกต่างของค่า Z มากๆ จุดจะอยู่ใกล้ๆ กัน แต่พื้นที่ที่มีค่า Z ไม่แตกต่างกันนัก จุดจะอยู่ห่างกันดังที่แสดงในรูปที่ 2.15 ด้านซ้ายมือ
- DEM มีลักษณะเป็นกริดเซลล์ขนาดเท่ากันเรียงต่อเนื่องกันครอบคลุมทั้งพื้นที่ ค่าประจำกริดเซลล์คือค่า Z ดังนั้นค่า Z ในพื้นที่จึงมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.15 ด้านขวามือ



รูปที่ 2.15 ลักษณะของ *TIN* และ *DEM*

ในเบื้องต้นข้อมูลค่า Z ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นผิวมีอยู่เพียงบางจุดในพื้นที่ศึกษา เช่น ข้อมูลน้ำฝนมีอยู่ที่ตำแหน่งของสถานีน้ำฝนซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น การจะวิเคราะห์ค่า Z จึงจำเป็นต้องใช้การประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) ภายใต้สมมติฐาน 2 ข้อคือ ค่า Z ต้องมีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องค่อยเป็นค่อยไป และค่า Z ต้องมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ โดยค่า Z ของจุดที่ไม่ทราบค่าจะมีค่าใกล้เคียงกับจุดที่ทราบค่าที่อยู่ใกลออกไปเป็นระยะทางน้อยที่สุด

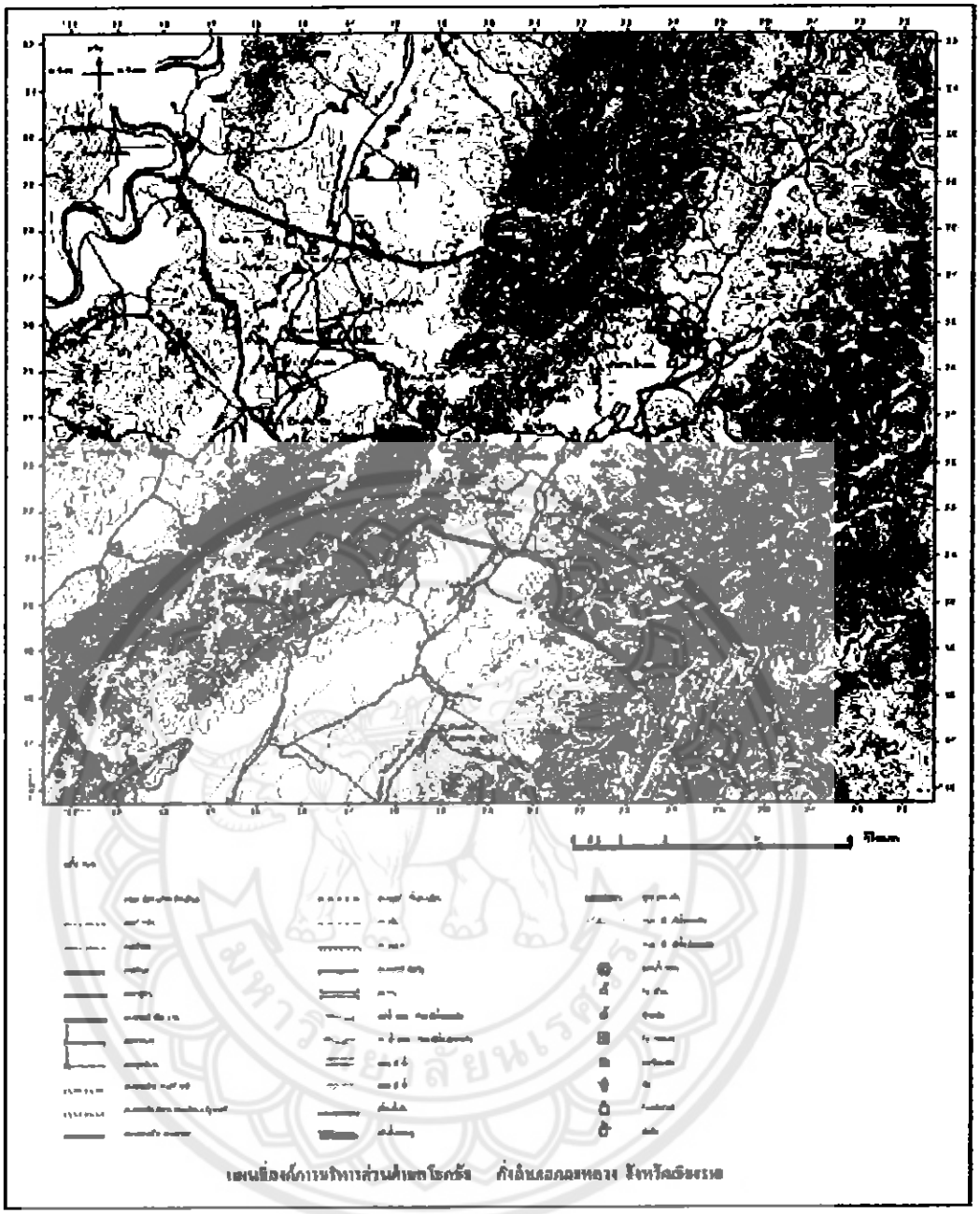
การวิเคราะห์พื้นผิวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ภาพตัดขวาง การแสดงลักษณะของพื้นผิว การวิเคราะห์ความสามารถในการมองเห็นภูมิประเทศจากมุมมองต่างๆ การคำนวณปริมาตรของพื้นที่ และการแสดงลักษณะภูมิประเทศร่วมกับแผนที่หรือภาพถ่าย เช่น ภาพดาวเทียม Landsat ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การแสดงข้อมูลจากภาพดาวเทียมร่วมกับ DEM

2.4.5 การแสดงผลข้อมูล (Displaying data)

ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำเสนอหรือแสดงผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์ (Monitor) ผลิตออกเป็นเอกสาร (แผนที่และตาราง) โดยใช้เครื่องพิมพ์ หรือ Plotter หรือสามารถแปลงข้อมูลเหล่านั้นไปสู่ระบบการทำงานในโปรแกรมอื่นๆ ในรูปแบบของแผนที่ (Map) แผนภูมิ (Chart) หรือตาราง (Table) ได้



รูปที่ 2.17 การแสดงผลข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในลักษณะของแผนที่ (Map)

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 3
โปรแกรม ArcGIS

ArcGIS ออกแบบมาเพื่อรองรับความต้องการของผู้ใช้อย่างกว้างขวาง องค์ประกอบของ Desktop GIS ของ ArcGIS สามารถจำแนกออกมาได้เป็น 3 แพคเกจ คือ ArcView, ArcEditor ArcInfo การเลือกใช้งานในแต่ละซอฟท์แวร์ขึ้นอยู่กับความต้องการขององค์กรนั้นๆที่จะเลือกนำไปใช้งานให้เหมาะสมสำหรับ ArcView ความสามารถเพียงเรียกดูข้อมูลที่ถูกจัดการภายใต้ ArcSDE แต่ ArcEditor กับ ArcInfo เท่านั้นที่สามารถปรับแก้ข้อมูลได้ภายใต้ ArcSDE ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์แบบ Client/Server มีความสามารถจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นลักษณะ DBMS (Database Management Systems) ArcGIS ทุกๆ ประเภทได้แก่ ArcView ArcEditor และ ArcInfo

ArcView มีความสามรถในการเรียกดูข้อมูล สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างแผนที่ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows โดยมีเครื่องมือสำหรับการสำรวจดูข้อมูล (Exploring) เลือกบริเวณที่สนใจ (Selecting) แสดงผล (Displaying) ปรับแก้ข้อมูล (Editing) วิเคราะห์ (Analyzing) ให้สัญลักษณ์ (Symbolizing) และจำแนกชั้นข้อมูล (Classifying data) รวมทั้งสามารถสร้าง ปรับแก้ และการจัดการ metadata

ArcEditor เป็น ArcGIS ขนาดกลาง ซึ่งมีฟังก์ชั่นของ ArcView ทั้งหมดมีส่วนที่เพิ่มขึ้นมา คือ ส่วนที่สามารถปรับแก้ข้อมูลแบบ shapefiles coverages personal geodatabases และ enterprise geodatabases โดย ArcEditor ถูกออกแบบมาสำหรับองค์กรที่เป็น enterprise GIS ซึ่งมีความสามารถในการปรับแก้ข้อมูลใน enterprise GIS ตัวอย่าง เช่น ภายใต้ระบบซึ่งมี ArcInfo 8.1 และ ArcSDE 8.1 ทำงานเป็นแกนด้วยระบบแบบ RDBMS จะมีผู้ใช้บางกลุ่มปรับแก้ข้อมูลได้โดยอาศัย ArcEditor และมีผู้ใช้บางกลุ่มกำลังเรียกดูข้อมูลหรือสืบค้นข้อมูลได้โดยใช้ ArcView ทำไปพร้อมกัน

ArcInfo มีความสามารถสูงสุดใน ArcGIS ซึ่งมีฟังก์ชั่นทั้งหมดของ ArcView ArcEditor ArcToolbox และ ArcInfo Workstation ซึ่งประกอบด้วย (Arc, ArcEdit, ArcPlot, AML and all extensions) ซึ่ง ArcInfo เป็นโปรแกรมที่สามารถ สร้าง ปรับแก้ สืบค้น สร้างแผนที่ และการวิเคราะห์ข้อมูลโปรแกรม ArcInfo ยังสามารถประยุกต์การทำงานรวมกับโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ ได้

ArcGIS ทุกๆ ประเภทได้แก่ ArcView ArcEditor และ ArcInfo จะมีองค์ประกอบหลัก 3 เรื่องแยกตามหน้าที่การใช้งาน คือ จัดการกับข้อมูล จัดการกับแผนที่ และจัดการวิเคราะห์ ซึ่งในแต่ละชนิดประกอบไปด้วยโปรแกรมประยุกต์ 3 ชุด ซึ่งได้แก่

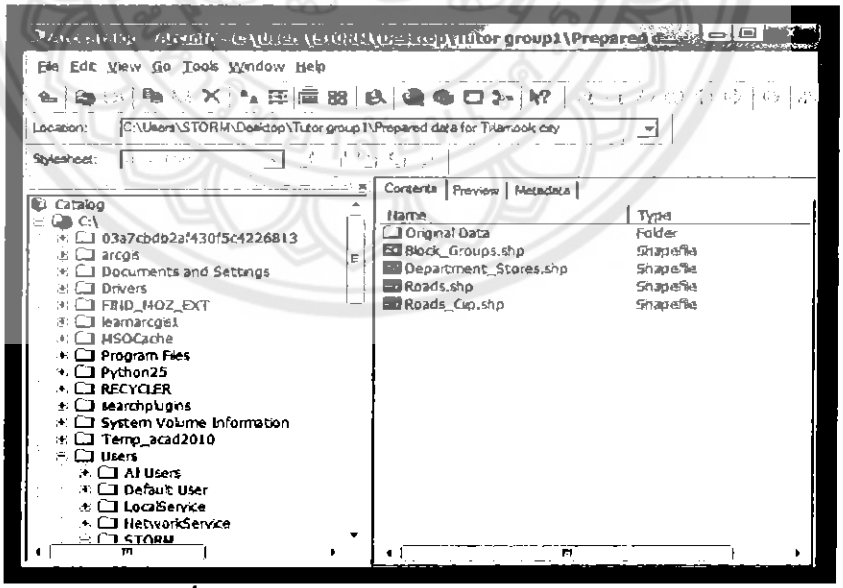
- ArcCatalog เหมาะสำหรับการนำไปใช้เลือกเส้นทางข้อมูล ดูโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล และจำแนกเอกสารแผ่นที่
- ArcMap เหมาะสำหรับการนำไปใช้แสดงผล สืบค้น และปรับแก้ข้อมูล หรือ เอกสารแผนที่
- ArcToolbox เหมาะสำหรับวิเคราะห์ และแปลงข้อมูล (Import และ Export)

3.1 โปรแกรม ArcCatalog

ArcCatalog เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล มีประสิทธิภาพหลักในการทำงานหลัก คือ มีความสามรถเลือกเส้นทางข้อมูล (browse) ดูโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล (organize) และจำหน่ายจ่ายแจกเอกสารแผนที่หรือข้อมูล

หน้ากากของโปรมแกรม ArcCatalog มีลักษณะคล้ายกับ Windows Explorer แต่แตกต่างกันที่โปรแกรม ArcCatalog มีความสามารถเรียกดูข้อมูล แผนที่ และ (metadata) ได้ ซึ่งในส่วนของหน้ากากโปรแกรม ArcCatalog มีส่วนประกอบหลักสามารถจำแนกได้เป็น 2 ส่วน

- Catalong tree เป็นส่วนที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ เป็นส่วนที่บอกถึงการจัดการเลือกสรรข้อมูลนำมาแสดงผล Catalog Contents
- Catalog Contents เป็นส่วนที่อยู่ทางด้านขวามือซึ่งจะมีส่วนประกอบย่อยอยู่ 3 ส่วน
  - Content เป็นส่วนที่แสดงรายการข้อมูล
  - Preview เป็นส่วนที่แสดงภาพหรือตารางข้อมูล
  - Metadata เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูล



รูปที่ 3.1 การแสดงส่วนประกอบของ ArcCatalog

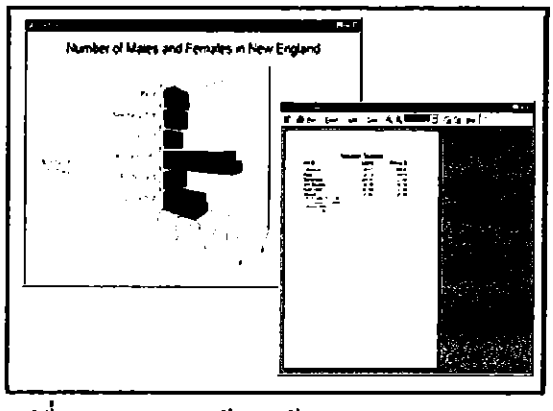
3.2 โปรแกรม ArcMap

ArcMap สร้างมาจาก Microsoft's Component Object Model (COM) โดยจะมี Microsoft Visual Basic for Applications (VBA) เป็นส่วนประกอบหนึ่งอยู่ด้วย ผู้ใช้สามารถปรับแต่งหน้ากากของ ArcMap และ ArcCatalog ได้ รวมทั้งสามารถเขียนโปรแกรมประกอบ (extensible) มาใช้งานร่วมกับโปรแกรมหลักได้ด้วย

ผู้ใช้งานสามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์โดยใช้เทคโนโลยี COM แล้วนำมาใช้งานร่วมกับ ArcCatalog หรือ ArcMap ได้ เทคโนโลยี COM สามารถใช้งานร่วมกับภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมได้หลายภาษา เช่น Visual Basic, C++ และ J++ หรือใช้ VBA เขียนโปรแกรมได้เช่นกัน สำหรับการปรับแต่งหน้ากากผู้ใช้สามารถปรับได้โดยง่าย เช่น การเพิ่มหรือลบปุ่มเครื่องมือ รวมทั้งเมนูต่างๆ และยังสามารถเขียน Macro ด้วยตัวคุณเองแล้วนำมาใช้งานร่วมกับโปรแกรมหลักได้

ArcMap ใช้สำหรับแสดงภาพ ปรับแก้ข้อมูลเชิงพื้นที่ สร้างแผนที่ กราฟ และรายงาน สามารถเรียกดูข้อมูลในแบบที่เรียกว่า "สิ่งที่เห็นเป็นสิ่งเดียวกับแผนที่ที่ได้" และสามารถลากและวางข้อมูลจาก ArcCatalog ได้โดยเปิดเอกสารแผนที่จาก ArcMap แล้ว ลากข้อมูลจาก ArcCatalog ที่เปิดอยู่ไปวางที่บริเวณแสดงภาพของ ArcMap ได้

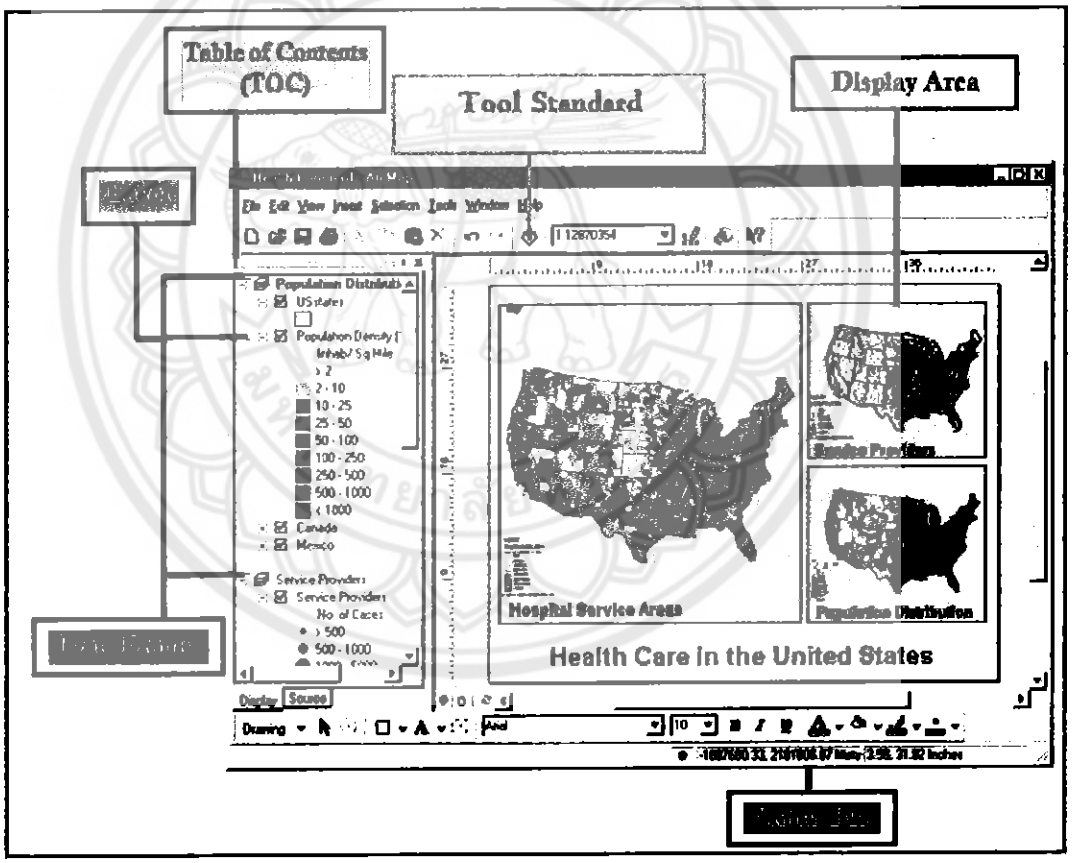
ฐานข้อมูล GIS จะแสดงบนแผนที่ที่เรียกว่าชั้นข้อมูล (Layer) ในแต่ละชั้นข้อมูล จะแยกเป็นข้อมูลแต่ละประเภทที่จัดเก็บ ส่วนบริเวณ Table of Content (TOC) ของ ArcMap จะแสดงรายการของชั้นข้อมูลบนแผนที่ โดยค่าตั้งต้นของ TOC จะอยู่ด้ายซ้ายมือแต่สามารถ เคลื่อนไปอยู่ตำแหน่งอื่นๆ ได้ตามต้องการ ลำดับการวางชั้นข้อมูลใน TOC จะเป็นลำดับ การแสดงข้อมูลในส่วนแสดงแผนที่ ลำดับที่อยู่บนสุดก็จะแสดงภาพอยู่บนสุดด้วย ดังนั้นควรนำข้อมูลที่เหมาะเป็นฉากหลัง ไว้ล่างสุด บางครั้งนอกจากดูแผนที่ที่แสดงอยู่แต่ยังต้องการค้นหาบริเวณที่สนใจอื่นๆ สามารถทำได้โดยการคลิกที่ feature นั้นๆ ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ ภายใต้ฐานข้อมูลได้ ArcMap ง่ายต่อการออกแบบแผนที่ที่ใช้ประกอบในเอกสาร และสิ่งพิมพ์ทางอีเล็กทรอนิกส์ สำหรับบางข้อมูลการนำเสนอในรูปแบบอื่นได้ดีกว่าแผนที่ เช่น กราฟ รายงาน



รูปที่ 3.2 การแสดงข้อมูลด้วยกราฟและรายงาน

หน้ากากของโปรแกรม ArcMap เป็นแบบผู้ใช้กำหนดเองซึ่งสามารถนำเมนู แถบเครื่องมือ วางประกอบกันหรือแยกลอยอิสระได้ ง่ายต่อการใช้งานพร้อมทั้งมีเครื่องมือสำหรับเรียกดู ปรับแก้ข้อมูลแผนที่ และเชื่อมโยงกับข้อมูล

แถบบน (title bar) จะแสดงชื่อของแผนที่ในขณะที่ Table of Contents แสดงรายการของกรอบข้อมูล (data frames) และเลเยอร์ก็แสดงภาพอยู่ในส่วนแสดงภาพ สำหรับการคลิกขวาที่กรอบข้อมูล (data frame) หรือเลเยอร์ (layer) จะปรากฏเมนูมาช่วยทำงานโต้ตอบกับแผนที่ โดยโปรแกรม ArcMap มีแถบเครื่องมือและ Table of Contents เป็นแบบ dockable หมายถึงผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งภายในหน้าต่างของ ArcMap หรือจะปรับให้ลอยอยู่บน desktop ได้ แถบแสดงสถานะ (status bar) จะรายงานค่าพิกัด (coordinate position) ณ ตำแหน่งที่เมาส์วางอยู่ในส่วนแสดงแผนที่

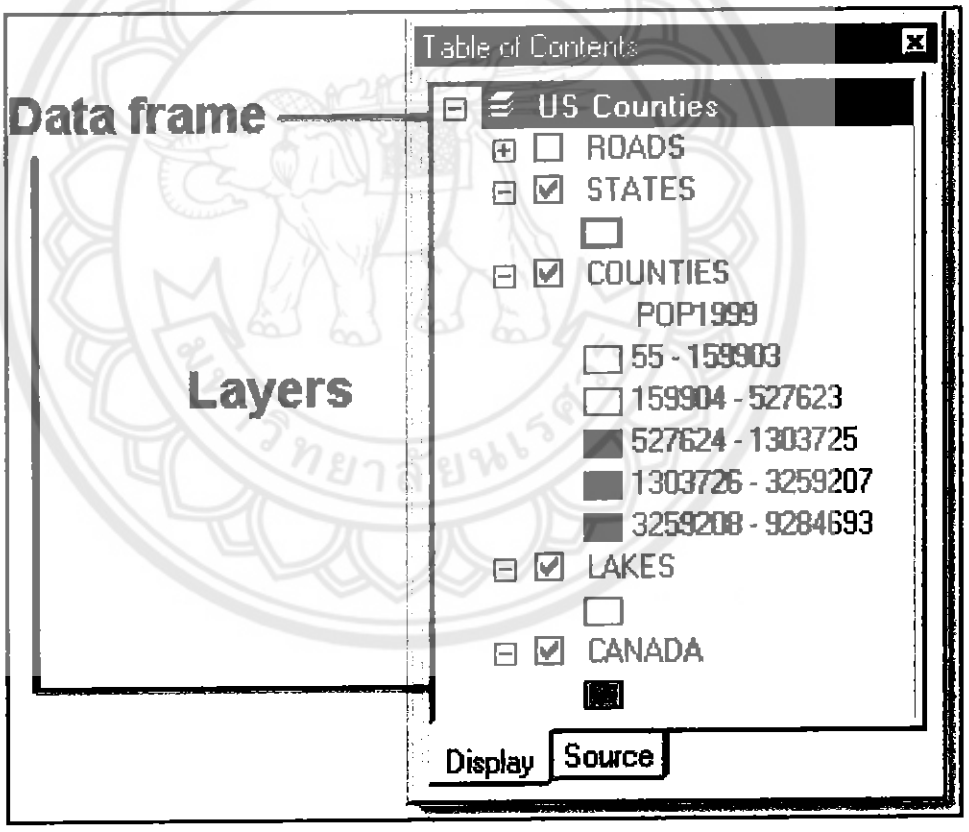


รูปที่ 3.3 แสดงหน้ากากของโปรแกรม ArcMap

3.2.1 ส่วนแสดงรายการของข้อมูล (Table of Contents)

โปรแกรม ArcMap จะมีส่วนที่เรียกว่า Table of Contents จะเป็นส่วนที่แสดงรายการกรอบข้อมูลและรายการของเลเยอร์ต่างๆ ที่แสดงอยู่ในส่วนแสดงแผนที่ รวมทั้งแสดงถึงสัญลักษณ์ที่นำเสนอในแต่ละเลเยอร์ สำหรับกล่อง (check box) เป็นตัวบ่งบอกว่าขณะที่ใช้งานอยู่นี้มีผลแสดงข้อมูลให้เห็นอยู่หรือไม่ ส่วนการวางเรียงลำดับของเลเยอร์ที่อยู่บนสุดใน Table of Contents จะแสดงผลข้อมูลอยู่ในชั้นบนสุดด้วย

เมื่อเปิดโปรแกรม ArcMap ขึ้นมาจะพบว่ามีกรอบข้อมูลที่มีชื่อว่า "Layers" อยู่ในรายการของ Table of Contents ซึ่งเป็นค่าตั้งต้นของโปรแกรม เมื่อเพิ่มข้อมูลเข้าไปควรจัดโครงสร้างโดยกำหนดชื่อของกรอบข้อมูลให้เหมาะสม ดังตัวอย่างด้านล่างกรอบข้อมูลถูกเปลี่ยนชื่อเป็น "US Counties."

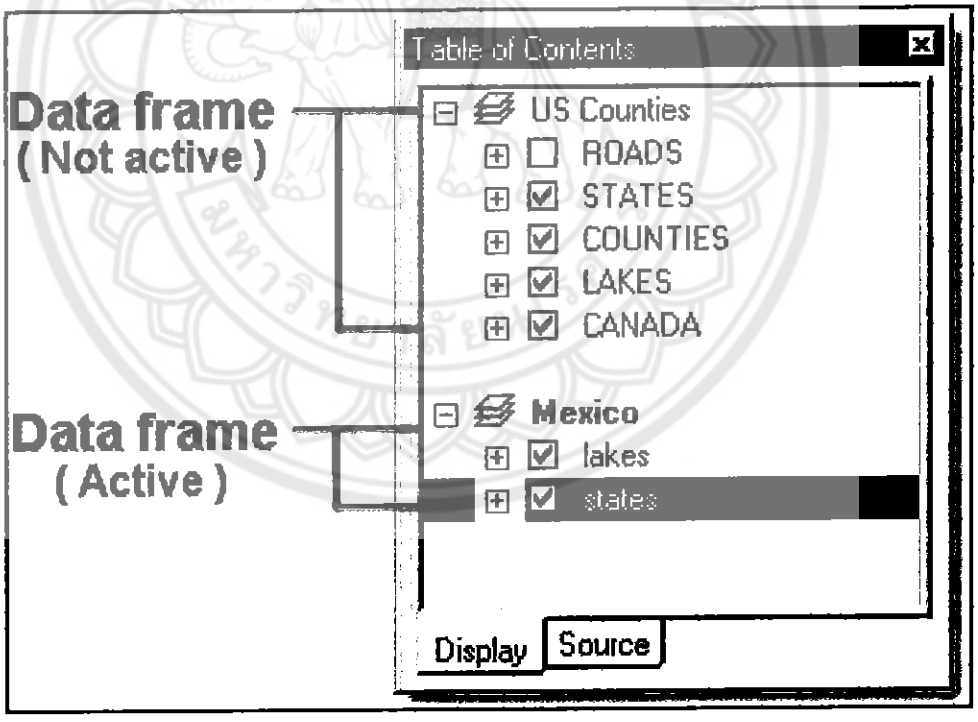


รูปที่ 3.4 แสดงส่วนแสดงรายการของข้อมูล (Table of Contents)

3.2.2 กรอบข้อมูล (Data Frames)

กรอบข้อมูล (data frame) เป็นกลุ่มของเลเยอร์ที่ต้องการให้แสดงในส่วนแสดงแผนที่เดียวกัน โดยทั่วไปแผนที่หนึ่งสามารถมีได้หลายกรอบข้อมูลด้วยค่าตั้งต้นของกรอบข้อมูลโปรแกรม ArcMap จะให้ชื่อ "Layers" แต่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนชื่อให้มีความหมายตามต้องการได้ เมื่อแผนที่มีหลายกรอบข้อมูลจะมีเพียงกรอบข้อมูลหนึ่งเท่านั้นที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน (active) และกรอบข้อมูลที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน (active data frame) จะเป็นส่วนที่กำลังทำงานอยู่ด้วย เช่น เมื่อเพิ่มเลเยอร์เข้าไปในแผนที่ เลเยอร์จะเพิ่มเข้าไปในส่วนที่เป็นกรอบแผนที่ที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน สำหรับกรอบแผนที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงานสังเกตโดยตัวหนังสือของชื่อกรอบแผนที่ที่อยู่ในส่วน TOC จะเป็นตัวอักษรตัวหนา

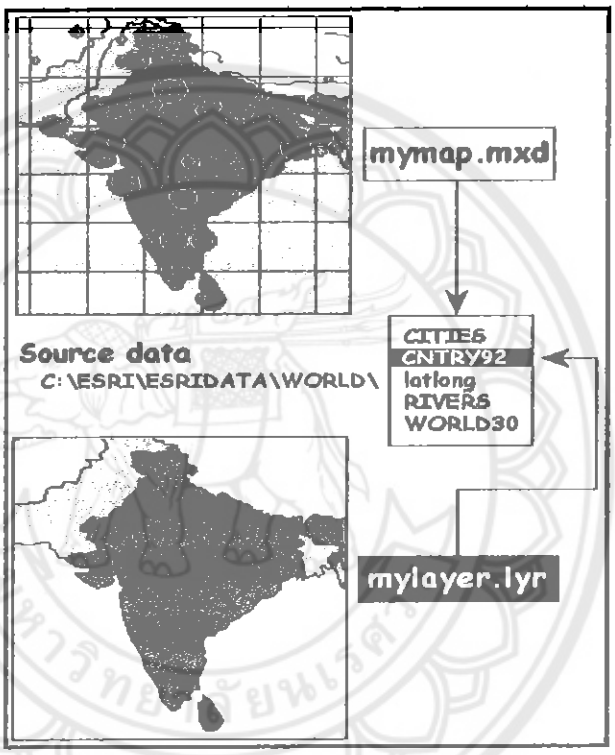
ในโปรแกรม ArcMap จะมีเพียงกรอบข้อมูลเดียวเท่านั้นที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน และในกรอบข้อมูลจะมีเลเยอร์พร้อมให้ผู้ใช้ทำงานอยู่ด้วย การทำให้กรอบข้อมูลให้อยู่ในสถานะพร้อมทำงานทำโดยการคลิกขวาที่ชื่อของกรอบข้อมูลที่อยู่ในส่วน Table of Contents แล้วเลือกคลิก Activate จากเมนู Table of Contents แล้วคลิกเลือก Activate จากเมนู



รูปที่ 3.5 แสดงกรอบข้อมูล (Data Frames)

3.2.3 เลเยอร์ (Layer)

ข้อมูลบนส่วนแสดงแผนที่แต่ละชั้นข้อมูลจะเรียกว่าเลเยอร์ ในแต่ละเลเยอร์จะแสดงถึงประเภทของข้อมูลเช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ ขอบเขตการปกครอง หรือถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า ซึ่งในตัวของเลเยอร์เองจะไม่ได้จัดเก็บข้อมูลจริงๆ ของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ไว้ แต่เป็นการอ้างอิงเส้นทางและชื่อของข้อมูลจริง ด้วยการอ้างอิงนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการจัดเก็บข้อมูลต้นฉบับไว้ในเอกสารแผนที่ ดังนั้นเมื่อตัวข้อมูลจริงมีการปรับปรุงบนแผนที่ในเอกสารแผนที่ก็จะปรับเปลี่ยนอัตโนมัติตามฐานข้อมูลภูมิศาสตร์

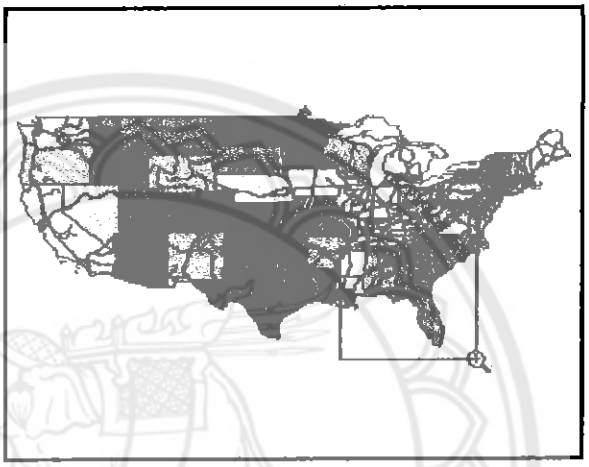


รูปที่ 3.6 แสดงเลเยอร์ (Layer)

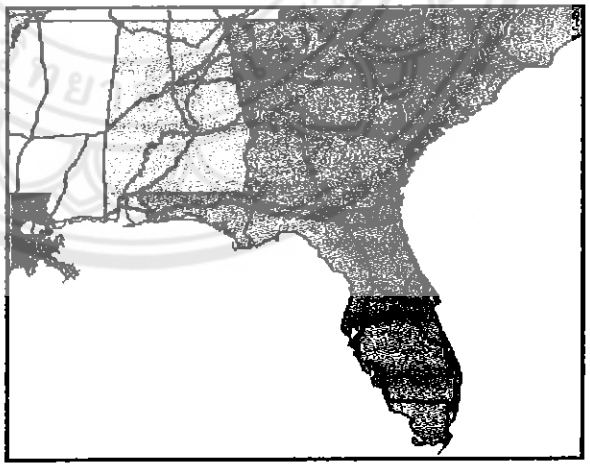
จากตัวอย่างด้านบนเอกสารแผนที่ชื่อ mymap.mxd ได้อ้างอิงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้งหมดเพื่อสร้างเป็นแผนที่ ดังเช่น เลเยอร์ที่ชื่อว่า mylayer.lyr ได้อ้างอิงฐานข้อมูลต้นฉบับอยู่ ซึ่งฐานข้อมูลสามารถถูกอ้างอิงได้หลายๆ ครั้งตามแต่ผู้ใช้ต้องการแสดงผลให้สัญลักษณ์แตกต่างกันไป ในส่วน Table of Contents จะพบว่ามีการจัดเรียงเลเยอร์อยู่ภายในกรอบข้อมูล สำหรับ Table of Contents สามารถมีกรอบข้อมูลได้มากกว่าหนึ่งกรอบข้อมูล

3.3 การเปลี่ยนกรอบแผนที่

เมื่อต้องการดูรายละเอียดบนแผนที่หรือดูข้อมูลตามขอบเขตที่แสดงอยู่ปัจจุบันผู้ใช้สามารถใช้การซูมเข้าและซูมออก ซึ่งการซูมเข้าและการซูมออกเป็นการเปลี่ยนกรอบ (extent) ซึ่งเป็นกรอบค่าพิกัดบริเวณที่ต้องการจะแสดงของชุดข้อมูลนั้นๆ เมื่อคลิกปุ่ม Zoom In เมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปแว่นขยายที่มีเครื่องหมายบวกและเมื่อวาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมบริเวณที่สนใจ กรอบของแผนที่จะปรับเปลี่ยนตามที่ผู้ใช้ได้วาดได้ รวมทั้งมาตราส่วนแผนที่จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย



รูปที่ 3.7 แสดงแผนที่ก่อนทำการซูมเข้า (Zoom In)



รูปที่ 3.8 แสดงแผนที่หลังทำการซูมเข้า (Zoom In)

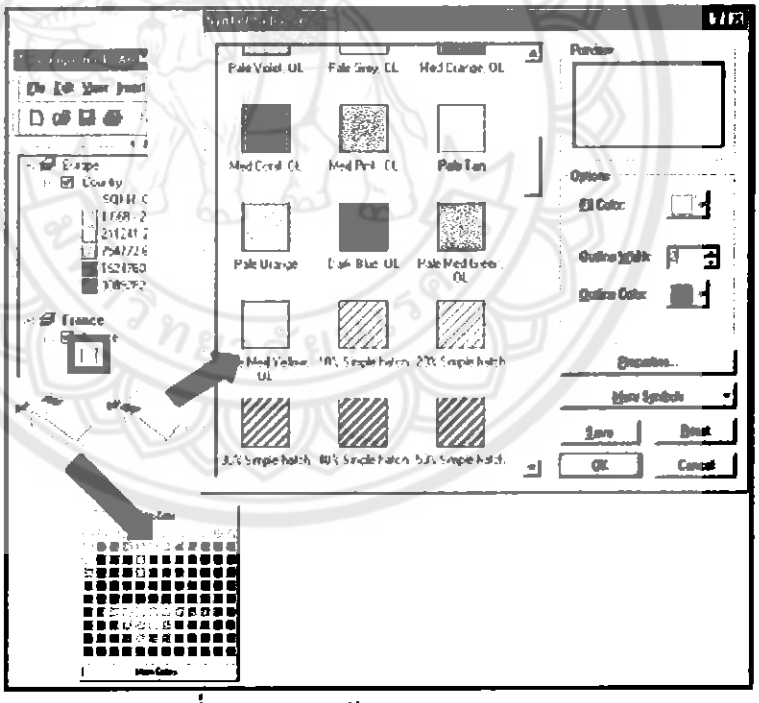
การซูมเข้าทำโดยการคลิกที่ปุ่ม Zoom In จากนั้นวาดเป็นสี่เหลี่ยมบริเวณที่สนใจ หลังจากวาดกรอบสี่เหลี่ยมแล้ว ข้อมูลแผนที่จะวาดใหม่อัตโนมัติในส่วนแสดงแผนที่ การซูมเข้าช่วยให้สังเกตเห็นข้อมูลรายละเอียดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.4 การให้สัญลักษณ์โดยโปรแกรม ArcMap

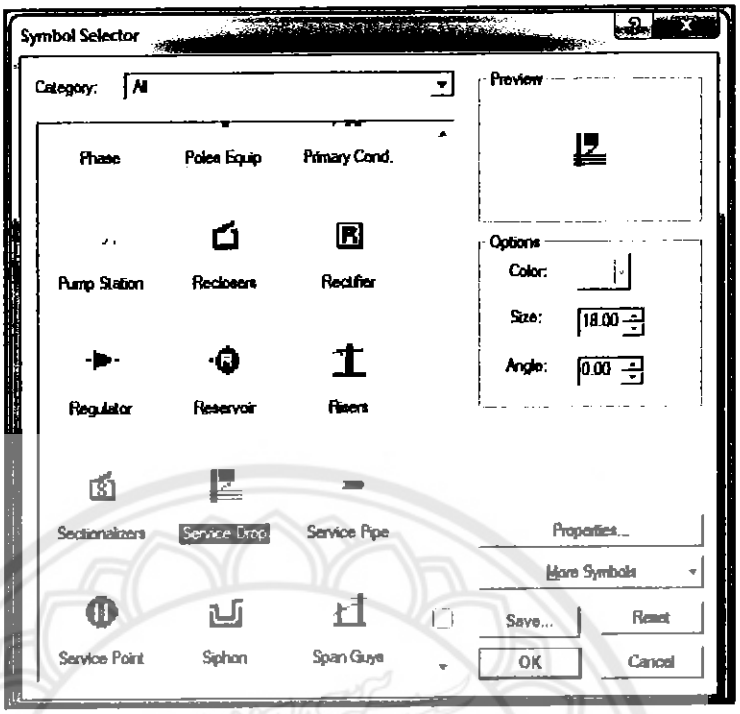
การให้สัญลักษณ์กับแผนที่เพื่อใช้ในการแสดงเลเยอร์นั้นเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับนักอ่านแผนที่ ในการศึกษาเรื่องการแสดงผลเลเยอร์ให้ผู้อ่านแผนที่ได้เข้าใจข้อมูลได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้อ่านแผนที่ได้เข้าใจถึงข้อมูลที่ต้องการแสดง

โปรแกรม ArcMap ได้จัดเตรียมรูปแบบการให้สัญลักษณ์แก่เลเยอร์เพื่อแสดงในแผนที่ไว้หลายแบบเช่น ระบายสี สำหรับค่าตั้งต้นของการให้สัญลักษณ์แก่เลเยอร์มักไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังนั้นผู้ใช้ควรเรียนรู้การให้สัญลักษณ์แก่แผนที่

การคลิกที่สัญลักษณ์ของเลเยอร์ใน Table of Contents จะปรากฏหน้าต่าง Symbol Selector ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับแก้สัญลักษณ์ได้ตามต้องการ โปรแกรม ArcMap ได้จัดเตรียมรูปแบบสัญลักษณ์ให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้กับเลเยอร์ต่างๆ และผู้ใช้สามารถสร้างสัญลักษณ์ด้วยตนเองแล้วเรียกนำมาใช้งานได้ โดยค่าเริ่มต้นของโปรแกรม ArcMap สามารถเลือกใช้สัญลักษณ์ได้เป็น 2 แบบ คือ ESRI และ Windows-generated symbol



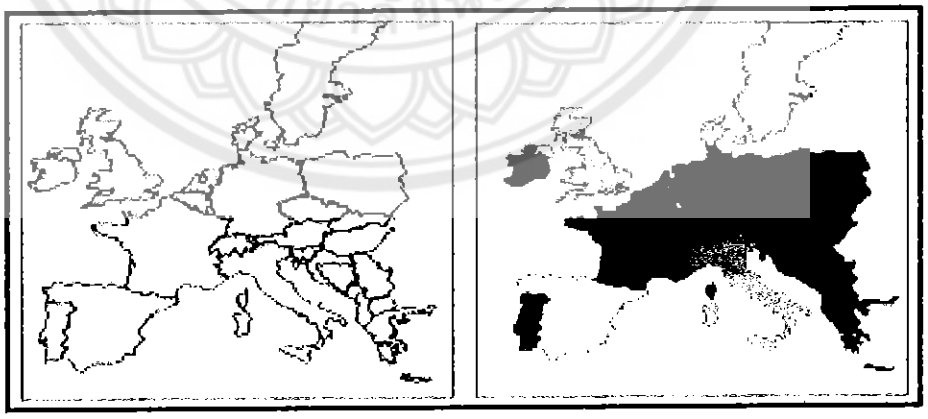
รูปที่ 3.9 แสดงหน้าต่าง Symbol Selector



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ให้กับรูปร่างจุดแบบ Utilities symbol sets

3.4.1 การให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพ

เมื่อใช้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพในแผนที่ผู้ใช้สามารถให้สีแยกแต่ละประเภทในเลเยอร์ได้ หรือจะให้สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันไปก็ได้



รูปที่ 3.11 แสดงการให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพ

จากตัวอย่างด้านบนแผนที่ด้านซ้ายมือให้สีเดียวกันเหมือนกันทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างเลเยอร์นี้กับเลเยอร์อื่น ส่วนแผนที่ด้านขวามือแยกให้สีแตกต่างกันไปตามขอบเขตประเทศเนื่องจากแผนที่นี้อาจออกแบบต้องการให้เห็นความแตกต่างระหว่างขอบเขตประเทศ โดยค่าเริ่มต้นโปรแกรมจะให้สีทั้งหมดในเลเยอร์เดียวกันเหมือนกันทั้งหมด แต่ผู้ใช้สามารถให้สัญลักษณ์กับกับข้อมูลเชิงคุณภาพให้แตกต่างกันตามข้อมูลจากตารางได้ ด้วยโปรแกรม ArcMap ผู้ใช้สามารถเลือกให้สัญลักษณ์แบบ unique ได้ 2 วิธี คือ

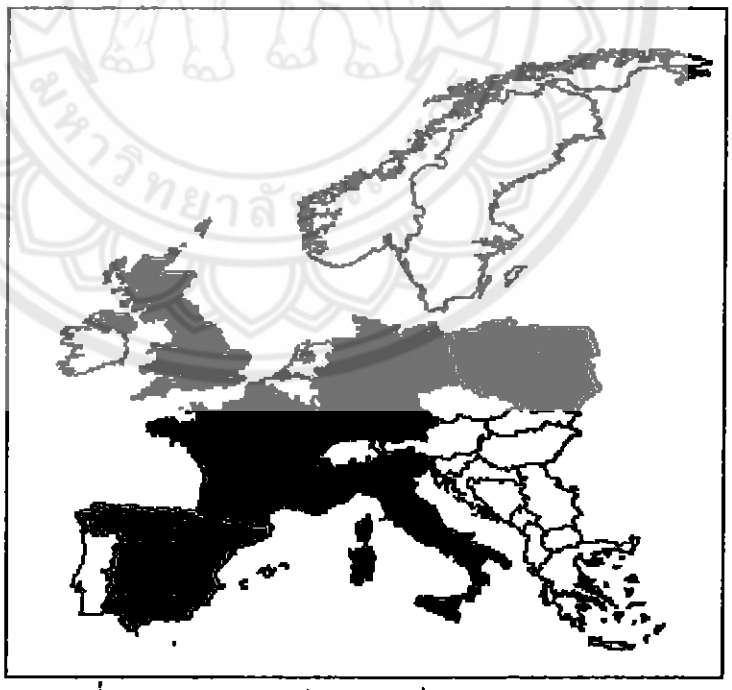
1. unique values using many fields
2. matching to symbols in a style

3.4.2 การให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงปริมาณ

แผนที่ข้อมูลเชิงปริมาณจะให้สัญลักษณ์โดยอาศัยค่าจากข้อมูลเชิงปริมาณที่เก็บอยู่ในฟิลด์ในตารางนำมาแสดงผลข้อมูล ซึ่งการให้สัญลักษณ์สามารถเปรียบเทียบค่าของข้อมูลในเรื่องเดียวกันได้โดยตรงจากแผนที่ สำหรับโปรแกรม ArcMap ผู้ใช้สามารถเลือกการให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงปริมาณได้ 3 วิธี คือ

1. Graduated colors

เป็นการให้สัญลักษณ์โดยการให้สีไล่ลำดับค่าสีไปตามค่าข้อมูลเชิงปริมาณนั้นๆ

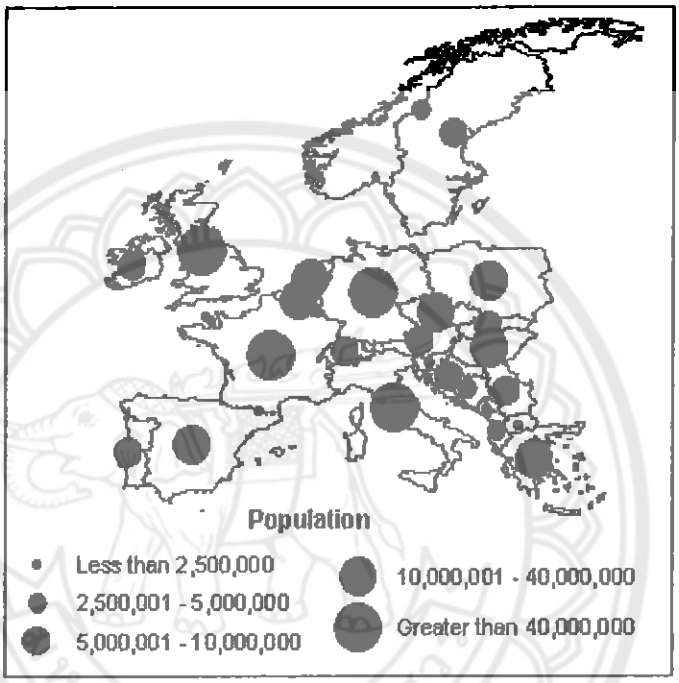


รูปที่ 3.12 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated colors

จากแผนที่ด้านบนในแต่ละประเทศจะแสดงโทนสีเขียวแตกต่างกันไปตามความหนาแน่นของประชากร โดยประเทศที่ให้สีเขียวเข้มจะแสดงถึงมีประชากรอยู่หนาแน่นมากและโทนเขียวขาวจะมีประชากรหนาแน่นน้อย

2. Graduated symbols

เป็นการให้ขนาดสัญลักษณ์แก่ข้อมูลเชิงปริมาณที่แบ่งเป็นอัตภาพชั้น เช่น รูปวงกลมจะกำหนดให้มีขนาดที่แสดงแตกต่างกันไปตามค่าของข้อมูลเชิงปริมาณที่แบ่งเป็นอัตภาพชั้น

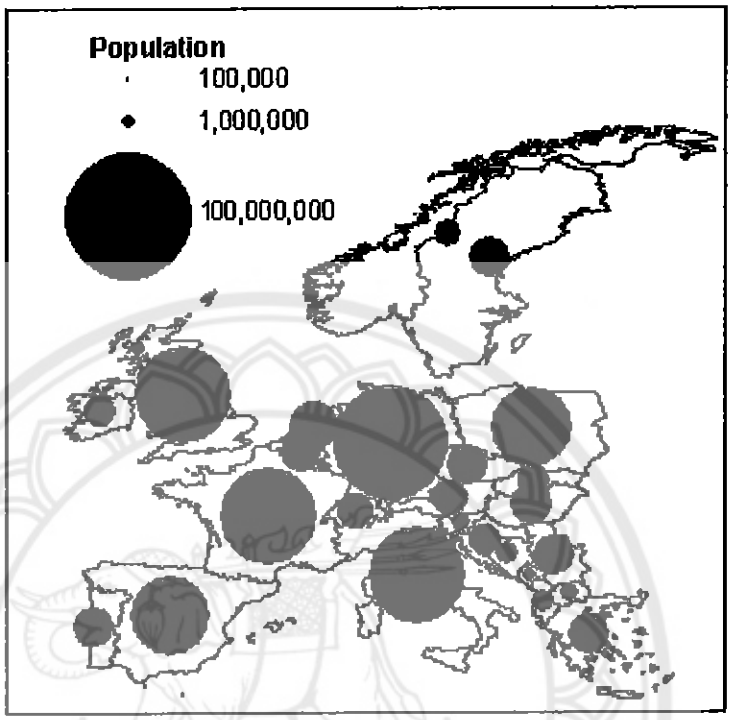


รูปที่ 3.13 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated symbols

จากตัวอย่างด้านบน ในแต่ละประเทศจะมีรูปวงกลมอยู่หนึ่งในห้าขนาดตามแต่ความหนาแน่นของประชากร โดยขนาดของวงกลมแต่ละขนาดจะสัมพันธ์กับความหนาแน่นของประชากรในแต่ละช่วงชั้น

3. Proportional symbols

เป็นการให้ขนาดสัญลักษณ์แก่ข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น รูปวงกลมจะกำหนดให้มีขนาดสัมพันธ์กับค่าของข้อมูลเชิงปริมาณอย่างถูกต้อง



รูปที่ 3.14 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Proportional symbols

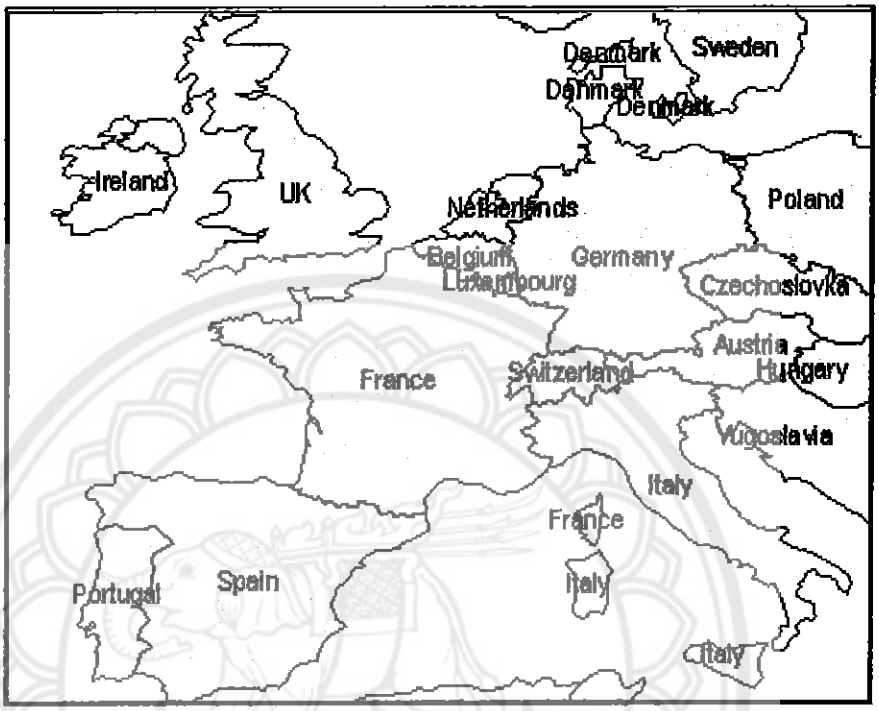
จากตัวอย่างด้านบน ในแต่ละประเทศจะมีรูปวงกลมซึ่งมีขนาดสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาแน่นของประชากร โดยไม่แบ่งกลุ่มความหนาแน่นของประชากรก่อน

3.5 การติดป้าย

การสร้างแผนที่เมื่อผู้สร้างแผนที่ได้ติดป้ายลงรูปต่างๆ ในแผนที่แล้วจะทำให้ผู้ที่อ่านแผนที่สามารถอ่านแล้วเข้าใจได้อย่างรวดเร็วและง่ายต่อการแปลแผนที่ โดยโปรแกรม ArcMap ผู้ใช้สามารถติดป้ายให้แก่แผนที่ โดยอาศัยค่าจากตารางข้อมูล หรือผู้ใช้พิมพ์ลงไปเองบนแผนที่

การติดป้ายลงบนแผนที่ช่วยให้อ่านแผนที่ได้เข้าใจง่าย การติดป้ายหลายๆ ป้ายบนเรื่องเดียวกันสามารถทำได้แต่สังเกตว่าทำให้รกรุงรังดัง เช่น ตัวอย่างแผนที่รูปด้านล่างมีการติดป้ายประเทศเดนมาร์กอยู่ 3 ป้าย การวางป้ายลงบนแผนที่จำเป็นต้องคำนึงถึง ตัวอักษร (front) ขนาด และตำแหน่งให้เหมาะสมกับมาตราส่วนของแผนที่ รวมทั้งจำนวนของป้ายทั้งหมดที่จำเป็นต้องใส่ลงไป แต่ผู้ใช้สามารถเลือกตั้งค่าคุณสมบัติการติดป้าย (label properties) ได้จากหน้าต่าง Layer Properties

การเลือกให้บริเวณใดควรติดป้าย และการปรับตั้งการแสดงป้ายตามมาตราส่วนของแผนที่มีผลสำคัญต่อการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมให้แก่ผู้อ่านแผนที่ โปรแกรม ArcMap ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับควบคุมตำแหน่ง ตัวอักษร สี ขนาด มาตราส่วน และการควบคุมตัวอักษรอื่นๆ สำหรับให้ผู้ใช้ได้ปรับตั้งการติดป้ายลงบนแผนที่



รูปที่ 3.15 แสดงการติดป้ายให้กับแผนที่

บทที่ 4
การสร้างแผนที่

แผนที่สร้างขึ้นเพื่อสื่อสารข้อมูลทางภูมิศาสตร์ การสร้างแผนที่ควรระมัดระวังการจัดเรียงองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดแผนที่ที่มีประสิทธิภาพ นักออกแบบแผนที่สร้างและจัดเรียงองค์ประกอบของแผนที่ได้หลากหลายรูปแบบ ขั้นตอนการออกแบบแผนที่ควรสร้างโครงร่างของแผนที่ก่อนจะสร้างแผนที่จริง นักออกแบบแผนที่ควรสร้างแผนที่บนพื้นฐานต่อไปนี้คือ องค์ประกอบของแผนที่ทั้งหมดต้องสมดุล องค์ประกอบของแผนที่จะต้องเด่นชัด องค์ประกอบของแผนที่จะต้องให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ต้องการสื่อสารได้โดยง่าย

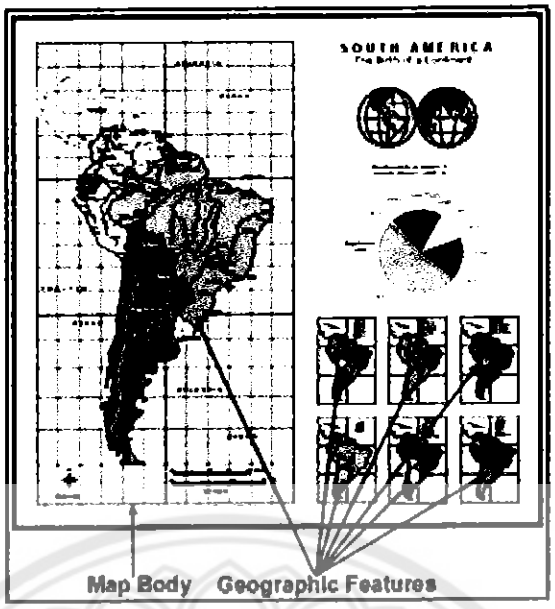
4.2 วัตถุประสงค์ของการสร้างแผนที่

ต้องการสร้างสื่อเพื่อการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและชัดเจน ไม่ใช่แค่ต้องการสร้างแผนที่ที่สวยงามเท่านั้น แต่ต้องการให้ผู้อ่านแผนที่เมื่อเห็นแผนที่เพียงครู่เดียวแล้วเข้าใจแผนที่ เพราะว่าแผนที่จะมีหัวเรื่องซึ่งแจ้งเรื่องที่นำเสนอแผนที่ ประกอบกับมีขนาดใหญ่พอสมควร รวมทั้งการนำเสนอแผนที่หลักควรสอดคล้องกับหัวเรื่องและวางตำแหน่งแผนที่ให้ดึงดูดใจผู้อ่านแผนที่ด้วย ผู้สร้างแผนที่สามารถสร้างแผนที่ให้เป็นที่น่าสนใจโดยใช้สัญลักษณ์ องค์ประกอบแผนที่อื่น ๆ ดึงดูดความสนใจของผู้อ่านแผนที่ รวมทั้งสื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบแผนที่ คือ วัตถุประสงค์ของแผนที่ ผู้ที่นำไปใช้งาน รูปแบบการนำไปใช้งาน และมาตราส่วน

4.2 ฟีเจอร์ทางพื้นที่ (Geographic features)

แผนที่ใช้สำหรับแสดงฟีเจอร์ทางภูมิศาสตร์จากฐานข้อมูลหนึ่ง หรือหลายฐานข้อมูล ซึ่งแผนที่ 1 ภาพอาจจะประกอบด้วยฟีเจอร์ทางภูมิศาสตร์เพียงเรื่องเดียวจากฐานข้อมูลหนึ่ง หรือประกอบด้วยฟีเจอร์ทางภูมิศาสตร์ที่นำมาจากหลายฐานข้อมูล ดังตัวอย่างภาพด้านล่าง ฟีเจอร์ของแผนที่อยู่ในตัวแผนที่หลัก (map body) และอยู่ในองค์ประกอบแผนที่อื่น ๆ ของแผนที่รอง



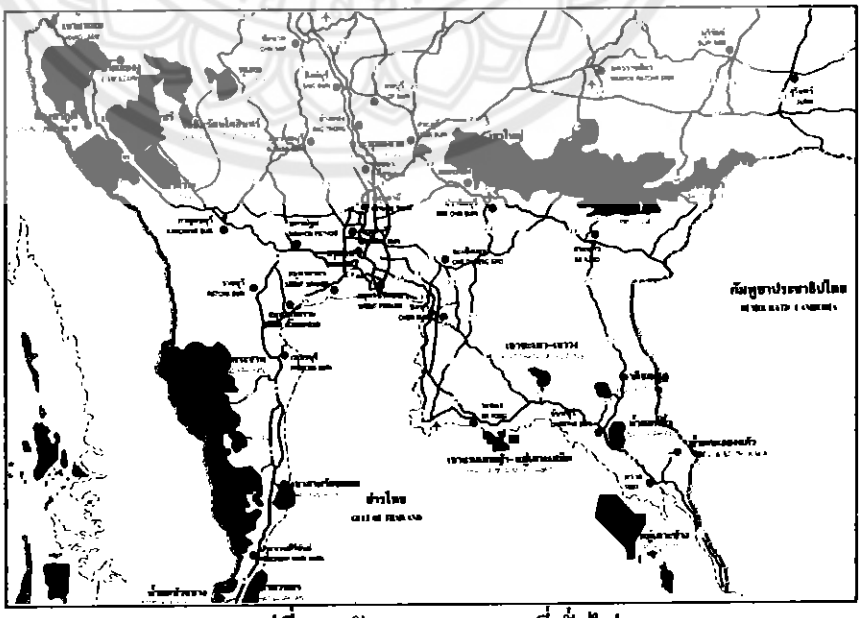
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแผนที่จะมีฟีเจอร์ทางภูมิศาสตร์อยู่ในตัวแผนที่หลัก (map body) และแผนที่รองอยู่ในส่วนที่เรียกว่า "inset" เพื่อให้ผู้อ่านแผนที่เข้าใจเนื้อหาของตัวแผนที่หลักได้มากขึ้น

4.3 ประเภทของแผนที่ (Type of Map)

โดยทั่วไปแบ่งแผนที่ออกเป็นสามประเภทหลักคือ

4.3.1 แผนที่ทั่วไป (general map)

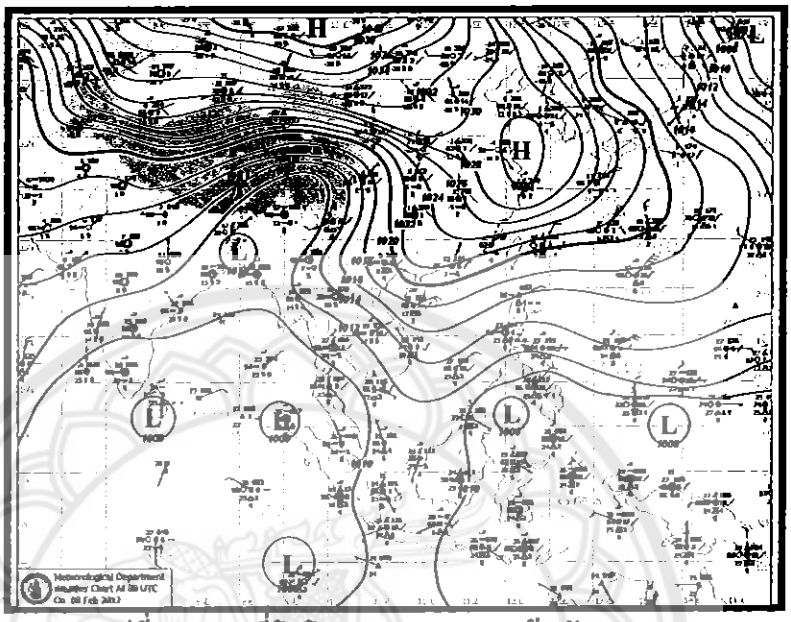
เป็นแผนที่แสดงตำแหน่งของข้อมูลซึ่งมีข้อมูลอยู่หลายประเภท เพื่อใช้ในงานได้หลายเรื่อง เช่น สมุดแผนที่ แผนที่ภูมิประเทศ



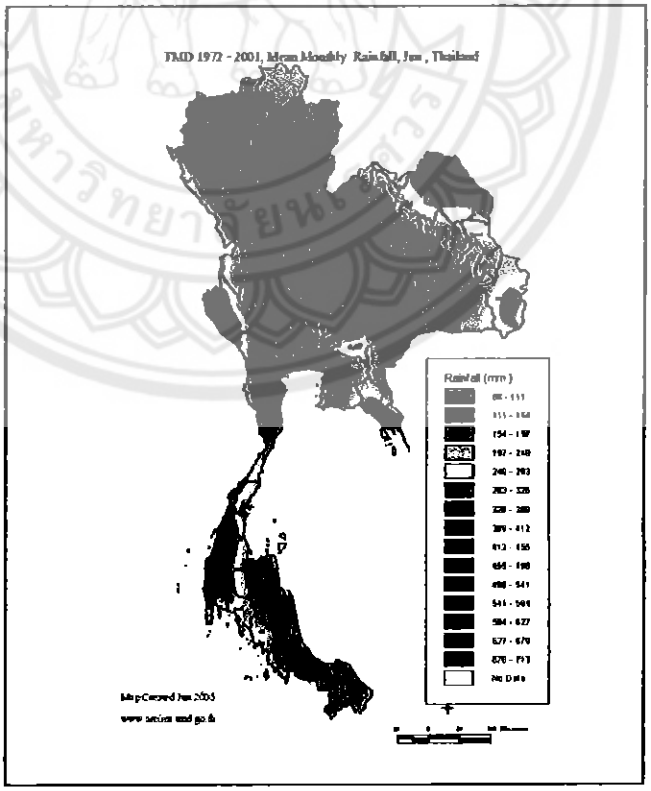
รูปที่ 4.2 ลักษณะของแผนที่ทั่วไป

4.3.2 แผนที่โคลโรเพลท (Chloroplast Map)

เป็นแผนที่ที่แสดงลำดับความแตกต่างของปริมาณหรือคุณภาพเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จากมากไปหาน้อย หรือเหมาะสม-ไม่เหมะสม โดยการใช้สี หรือสัญลักษณ์ เช่น แผนที่แสดงระดับความสูง



รูปที่ 4.3 แผนที่โคโรเพลทแบบแสดงเส้นชั้นความสูง

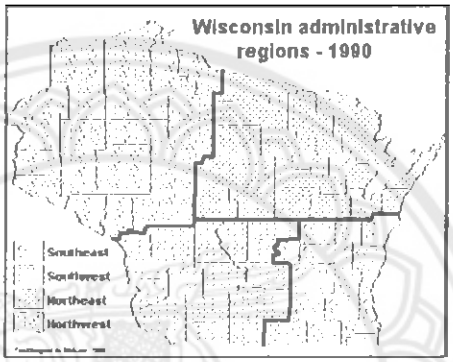


รูปที่ 4.4 แผนที่โคโรเพลท แสดงฝนเฉลี่ยคาบ 30 ปี ประจำเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน

4.3.3 แผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic maps)

เป็นแผนที่ที่แสดงเฉพาะเจาะจงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเช่นแผนที่ความหนาแน่นของประชากร โดยทั่วไปแผนที่เฉพาะเรื่องจะให้ข้อมูลจากหนึ่งเรื่องหรือเรื่องที่สัมพันธ์กัน แผนที่เฉพาะเรื่องแบ่งออกเป็นสองแบบคือ แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพ แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ

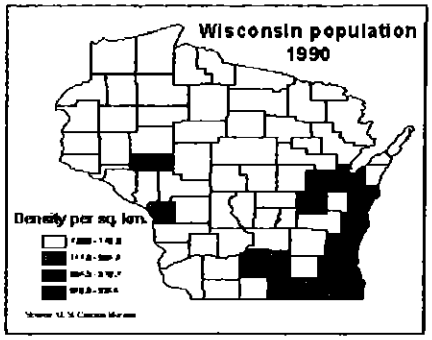
1. แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพแสดงสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันตามข้อมูลเชิงบรรยาย เช่นแผนที่ชนิดดิน ซึ่งดินแต่ละประเภทจะแสดงด้วยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน อาทิ สี ตัวอย่างด้านล่างเป็นแผนที่ขอบเขตการปกครองแสดงขอบเขตที่แตกต่างกันด้วยสัญลักษณ์ที่ต่างกัน



รูปที่ 4.5 แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์มีความสำคัญต่อการแสดงความแตกต่างระหว่างข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้สัญลักษณ์ของ สี รูปร่าง ความหยาบละเอียด อื่น ๆ ให้กับแผนที่ได้

2. แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ (Quantitative thematic) แสดงความแตกต่างของค่าตัวเลขในข้อมูลเชิงบรรยาย มีแนวทางที่จะแสดงความแตกต่างเชิงปริมาณได้โดยการจำแนกข้อมูล (classifying the data) หรือจัดกลุ่มของข้อมูลตามค่าของข้อมูล เช่น แผนที่ความหนาแน่นของประชากร แผนที่ค่า pH ของดิน ซึ่งอาจให้สัญลักษณ์สี (สีสว่างไล่สีไปยังสีมืด) หรือให้สัญลักษณ์รูปร่างที่แตกต่างกัน (รูปวงกลมขนาดใหญ่ไล่ไปหาขนาดเล็ก) หากมีการจำแนกชั้นแล้วฟีเจอร์ที่อยู่ในอัตภาพชั้นเดียวกันจะให้สัญลักษณ์ที่ต่างกัน จากตัวอย่างด้านล่างเป็นแผนที่ความหนาแน่นของประชากรให้สัญลักษณ์สีโดยการไล่สีจากจำนวนประชากรในแต่ละประเทศ



รูปที่ 4.6 แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ

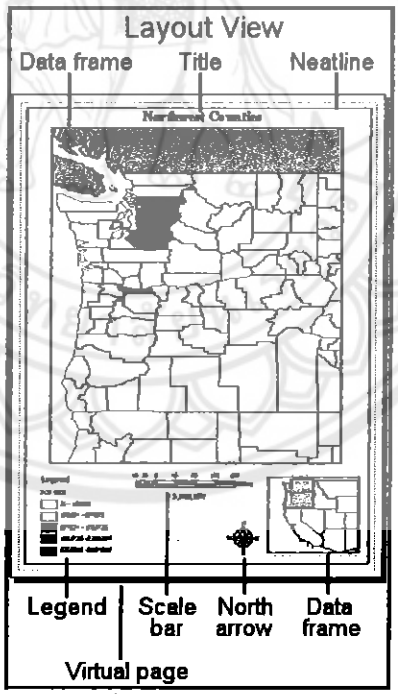
4.4 การสร้างแผนที่โดยโปรแกรม ArcMap

การทำงานกับองค์ประกอบแผนที่ เช่น หัวเรื่องแผนที่ แถบมาตราส่วน ต้องทำงานอยู่ในมุมมองร่างแผนที่ (Layout View) มุมมองร่างแผนที่ช่วยในการผลิตแผนที่ (digital map) และแผนที่บนกระดาษ (hardcopy maps) ซึ่งสามารถเพิ่มคุณภาพของแผนที่ด้วยการเพิ่มข้อมูลจากตาราง กราฟ อื่น ๆ

4.4.1 มุมมองข้อมูล (Data View) และ มุมมองร่างแผนที่ (Layout View)

1. มุมมองข้อมูล (Data View) ซึ่งเป็นมุมมองเพื่อใช้ในการเรียกดูข้อมูล สืบค้น ปรับแก้ และวิเคราะห์ข้อมูล Data View เน้นการทำงานกับข้อมูลแต่ไม่สามารถทำงานกับองค์ประกอบของแผนที่ได้ เช่น เครื่องหมายเข็มทิศ เครื่องหมายแถบมาตราส่วน อื่น ๆ

2. มุมมองร่างแผนที่ (Layout View) เป็นมุมมองที่ผู้ใช้สามารถเห็นแผนที่เหมือนกับแผนที่จริงที่ต้องการผลิต ผู้ใช้สามารถจัดเรียงองค์ประกอบแผนที่เช่น ตัวแผนที่หลัก หัวเรื่องแผนที่ เข็มทิศ แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์ ในมุมมองร่างแผนที่ก็สามารถทำงานบางส่วนได้เหมือนกับในมุมมองข้อมูล

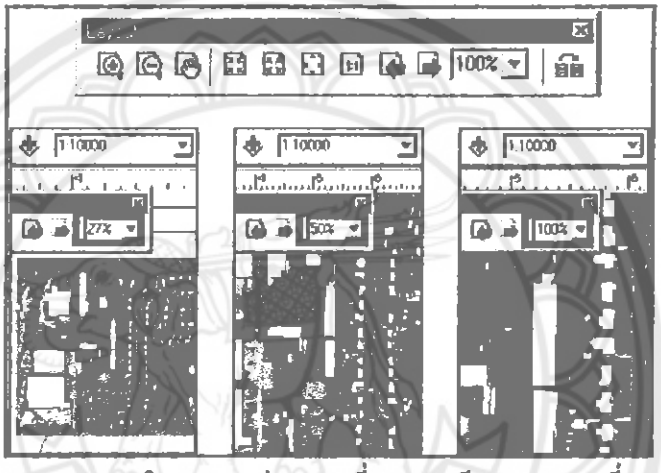


รูปที่ 4.7 การทำงานในมุมมองร่างแผนที่สามารถเพิ่มองค์ประกอบแผนที่ได้ เช่น ตัวแผนที่หลัก หัวเรื่องแผนที่ เข็มทิศ แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์

เมื่อทำงานในมุมมองร่างแผนที่สามารถเพิ่มองค์ประกอบแผนที่ได้ เช่น ตัวแผนที่หลัก หัวเรื่องแผนที่ เข็มทิศ แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์ ถ้าหาใน Table of Contents มีกรอบข้อมูล (data frame) มากกว่า 1 กรอบก็สามารถเพิ่มแผนที่รองได้ในร่างแผนที่

4.4.2 เครื่องมือสำหรับ Layout View

เมื่อเปลี่ยนจากมุมมองข้อมูล Data View ไปยังมุมมองร่างแผนที่ จะพบว่าแถบเครื่องมือ Layout จะอยู่ในโหมดพร้อมใช้งาน แถบเครื่องมือ Layout ประกอบด้วยเครื่องมือซูมเข้า (Zoom In) ซูมออก (Zoom Out) เปอร์เซ็นต์ขนาดการแสดงภาพ (percent reduction) ดังแถบเครื่องมือด้านล่างตั้งไว้ 100 %

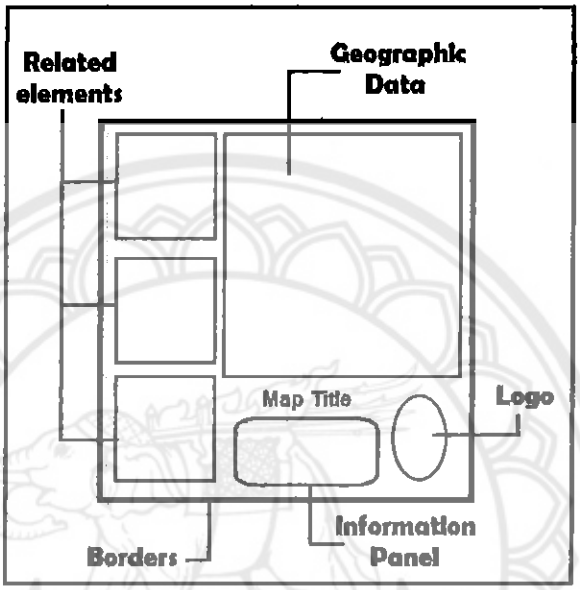


รูปที่ 4.8 เมื่อซูมเข้าและซูมออกในมุมมองร่างแผนที่ รายละเอียดของแผนที่จะมากน้อยต่างกันแต่มาตราส่วนของแผนที่ยังคงเดิม

เนื่องจากแถบเครื่องซูมเข้าและออกมีทั้งในแถบเครื่องมือ Layout และบนแถบเครื่องมือ Tools ซึ่งใช้งานแตกต่างกัน เครื่องมือซูมเข้าออกบนแถบเครื่องมือ Layout ใช้สำหรับซูมเข้าออกกับร่างแผนที่เพื่อย่อหรือขยายขนาดของร่างแผนที่ที่ได้ร่างไว้ เนื่องจากจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์มีขนาดจำกัดไม่สามารถแสดงร่างแผนที่เท่าขนาดจริงได้ (เช่น ได้กำหนดร่างแผนที่ไว้กว้าง 24 นิ้ว ยาว 36 นิ้ว) หากต้องการเห็นขนาดของร่างแผนที่เท่าขนาดจริงที่ได้จากการพิมพ์ ให้ปรับขนาดเป็น 100% ซึ่งช่วยในการออกแบบแผนที่เพราะได้เห็นขนาดจริงของสัญลักษณ์ หรือองค์ประกอบแผนที่อื่น ๆ หากทดลองปรับเปอร์เซ็นต์การย่อขยายแผนที่สังเกตมาตราส่วนของแผนที่ยังคงเป็นขนาดเดิม

4.4.3 การเพิ่มองค์ประกอบแผนที่

แผนที่สามารถประกอบด้วยข้อมูลกราฟริกหลายอย่างตามแต่การออกแบบ องค์ประกอบของแผนที่แบ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้เป็น หัวเรื่องแผนที่ (Map title) องค์ประกอบกราฟริก เช่นกรอบแผนที่ (Graphic elements) รูปภาพ โลโก้ (logos) และ ภาพวาดหรือภาพเขียน (illustrations) กราฟ (Graphs) รายงาน (Reports)



รูปที่ 4.9 การใช้กราฟริกเช่นกรอบภาพ กราฟ และโลโก้ช่วยให้ภาพรวมของแผนที่แลดูนุ่มนวลสวยงามมากขึ้น

หัวเรื่องแผนที่ที่ดีควรมีขนาดที่ได้สัดส่วน แผนที่ทุกแผนที่มักจะมีหัวเรื่องแผนที่และบางแผนที่ยังมีหัวแผนที่รองด้วย หากออกแบบแผนที่เป็นแผนที่ชุด (map series) ควรวางตำแหน่งของหัวแผนที่ไว้ก่อน และเมื่อสร้างแผนที่แล้วจึงใส่หัวเรื่องขั้นตอนหลังก็ได้

องค์ประกอบกราฟฟิกเช่น เส้น กล่อง กรอบของแผนที่ ซึ่งควรออกแบบขนาดและสีของกราฟริกให้เหมาะสม โปรแกรม ArcMap ได้ออกแบบกราฟริกเหล่านี้พร้อมสำหรับนำมาใช้งาน เช่นกรอบแผนที่สามารถเลือกแบบกรอบโดยคลิกขวาที่กรอบแผนที่และเลือกเมนู Properties จากนั้นเลือกแท็บ Frame ภาพของคน สถานที่ และวัตถุที่นำประกอบในร่างแผนที่เป็นการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างร่างแผนที่กับรูปจริง รูปภาพสามารถนำมาจากกล้องถ่ายภาพดิจิตรอน ภาพจากการสแกน โลโก้ หรือภาพที่สร้างจากโปรแกรมทางรูปภาพ กราฟและรายงานเป็นการสรุปรายงานจากข้อมูลในตาราง เมื่อสร้างกราฟหรือรายงานสามารถนำมาวางไว้ในร่างแผนที่ได้โดยง่าย ซึ่งกราฟและรายงานช่วยทำให้แผนที่มีข้อมูลที่จูงใจมากขึ้น

4.5 ขั้นตอนการสร้างแผนที่

ก่อนทำ Layout จะควรเตรียมแผนที่ รวมถึงควรปรับสัญลักษณ์ หรือเปลี่ยนชื่อชั้นข้อมูลซึ่งข้อมูลอาจจะประกอบด้วยชั้นข้อมูลของแม่น้ำ ถนน ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น

เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการใช้ ArcMap สร้างแผนที่ขั้นตอนต่อไปนี้ใช้ข้อมูลของจังหวัดภูเก็ตประกอบการอธิบายการสร้างแผนที่

4.5.1 เปิดโปรแกรมและนำเข้าข้อมูล

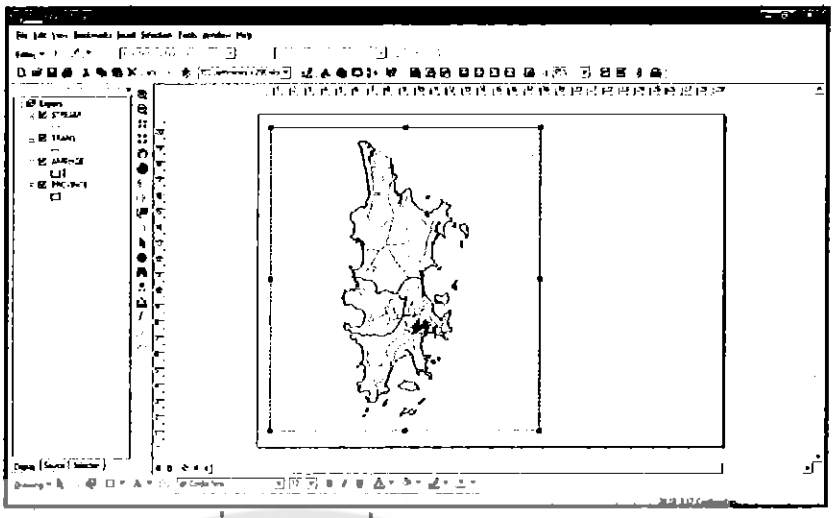
เรียกใช้โปรแกรม ArcMap *เมื่อมีหน้าต่างโต้ตอบแสดงออกมาให้คลิกเลือก* an existing map และดับเบิ้ลคลิกที่ Browse for maps เลือกเส้นทางข้อมูลหรือนำเข้าข้อมูลจาก ArcCatalog

เมื่อเอกสารแผนที่เปิดออกมาจะเปิดออกมาอยู่ในมุมมองร่างแผนที่ประกอบด้วย กรอบข้อมูลแผนที่และองค์ประกอบแผนที่อื่นๆ ซึ่งถูกจัดเรียงไว้แล้วสังเกตว่าแถบเครื่องมือ Layout ขณะนี้อยู่ในโหมดพร้อมใช้งาน

รูปที่ 4.10 การนำข้อมูลเข้า

4.5.2 เปลี่ยนขนาดของกรอบข้อมูล data frame ในร่างแผนที่

เปลี่ยนหน้าต่างแสดงผล Layout โดยเลือกเมนู View แล้วเลือกที่ Layout View ลองปรับขนาดของ data frame ซึ่งมีฟีเจอร์ทางภูมิศาสตร์อยู่ นำเสนออยู่ในแผนที่หลัก เมื่อต้องการปรับขนาดหรือเคลื่อนย้ายตำแหน่งให้ใช้เครื่องมือ Select Elements และนำมาคลิกที่บริเวณร่างแผนที่ ตรงกรอบแผนที่จะปรากฏกล่องกรอบภาพออกมา

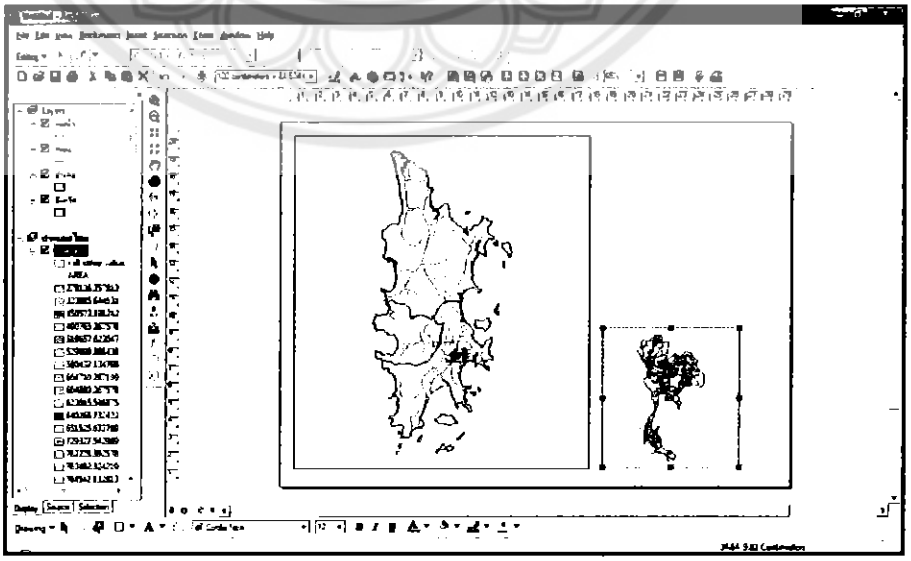


รูปที่ 4.11 การเปลี่ยนขนาดของกรอบข้อมูล

4.5.3 สร้างแผนที่รอง

คัดลอก data frame และปรับขนาดที่ได้คัดลอกมาเพื่อนำมาประกอบเป็นแผนที่รอง จากนั้นจะได้ให้สัญลักษณ์กับแผนที่รอง

ในร่างแผนที่คลิกขวาที่ในกรอบข้อมูลแสดงแผนที่แล้วคลิกขวาทีกรอบข้อมูลจากนั้น คลิกเลือก Copy และคลิกตรงบริเวณนอกกรอบแผนที่ เพื่อยกเลิกการเลือกจากนั้นคลิกขวา และคลิกเลือก Paste แล้วจะมี data frameใหม่เพิ่มไปใน Table of Contents ซึ่งจะรายละเอียดของประเทศไทย คลิกเปลี่ยนชื่อ data frame อันใหม่เป็นประเทศไทย ใช้เครื่องมือ Select Elements ลากย้ายตำแหน่งไปที่บริเวณด้านล่างขวาของกระดาษ คลิกปุ่ม OK

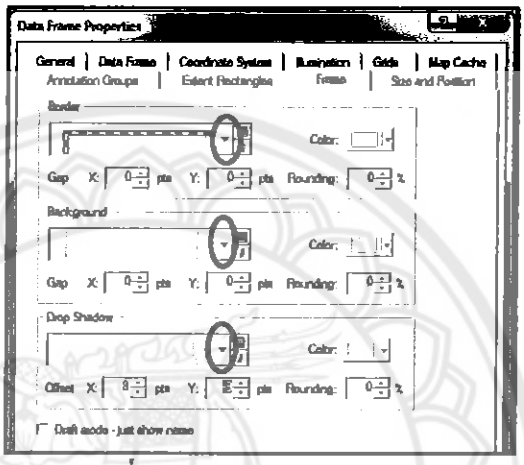


รูปที่ 4.12 การสร้างแผนที่รองในแผนที่หลัก

4.5.5 ปรับแต่ง data frames

ขณะนี้มีฟีเจอร์แผนที่ที่กำหนดขนาดและวางตำแหน่งไว้โดยประมาณแล้ว จากนั้นทำการเปลี่ยนสีกรอบภาพและสีพื้นหลังของแผนที่

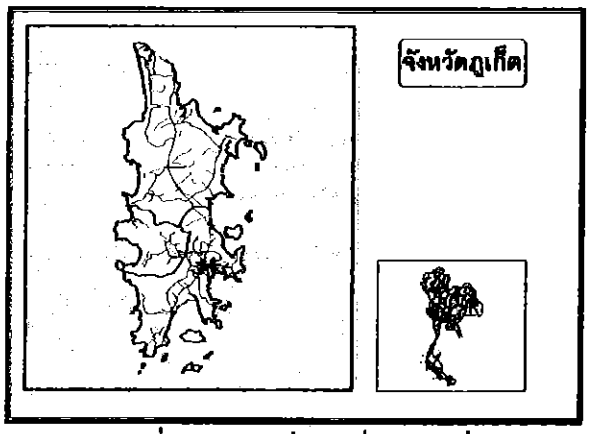
ใน Table of Contents คลิกขวาบน Data frame เลือก Properties คลิกแท็บ Frame แล้วปรับแต่งขอบ (Border) พื้นหลัง (Background) และแสงเงา (Drop Shadow) คลิกที่เครื่องหมายลูกศรเพื่อแสดงรายการและคลิกเลือกเพื่อปรับแต่งรายละเอียดแล้วกดปุ่ม OK



รูปที่ 4.13 ปรับแต่ง data frames

4.5.6 การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่เข้าไปในร่างแผนที่

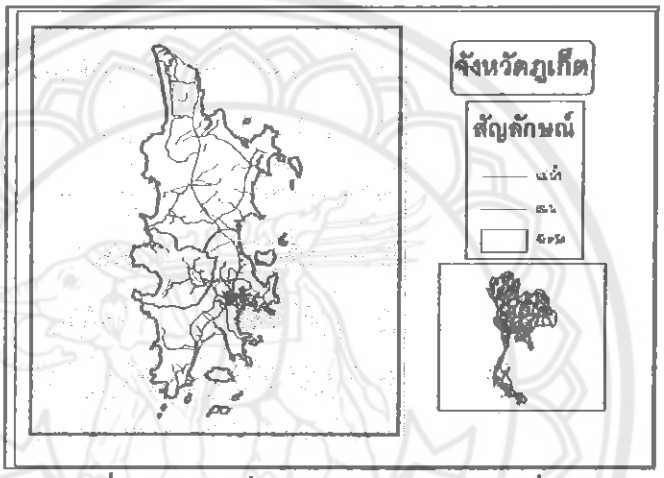
การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่เข้าไปในแผนที่ทำโดย จากเมนูหลักคลิกเลือกเมนู Insert จากนั้นคลิกเลือกเมนู Title ซึ่งโดยค่าตั้งต้นชื่อหัวเรื่องแผนที่จะเป็นชื่อเดียวกับเอกสารแผนที่ แล้วจากนั้นดับเบิ้ลคลิกที่ title จะพบหน้าต่าง Properties แล้วคลิกที่แท็บ Text ข้อความเป็นชื่อที่ต้องการ จับองค์ประกอบ title ลากไปตรงบริเวณที่ต้องการบนแผนที่ แล้วคลิกปุ่ม Change Symbol แล้วปรับตัวอักษรให้เหมาะสม



รูปที่ 4.14 การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่

4.5.7 เพิ่มสัญลักษณ์กับร่างแผนที่

การเพิ่มสัญลักษณ์กระทำโดย จากเมนูหลักคลิกเลือกเมนู Insert จากนั้นคลิกเลือกเมนู Legend จะปรากฏหน้าต่าง Legend Wizard แสดงออกมา ในบริเวณ Legend Items คลิกที่ อำเภอ จากนั้นคลิกที่เครื่องหมายลูกศรชี้ไปทางด้านซ้ายมือ เพื่อเลือกให้ไม่ต้องแสดงสัญลักษณ์ของเลเยอร์อำเภอ จากนั้นตั้งค่าในช่อง (Set the number of columns in your legend to) ให้มีค่าเท่ากับ 1 กด Next แล้วปรับเปลี่ยนรูปแบบและรายละเอียดจนพอใจ แล้วจึงกด Next ในบริเวณ Patch คลิกที่ลูกศรตรงช่อง Area และคลิกเลือก Ellipse จากนั้นคลิกปุ่ม Next ยอมรับค่าที่เป็นค่าตั้งต้นให้ และคลิกปุ่ม Preview ขณะนี้จะเห็นสัญลักษณ์แสดงอยู่ในแผนที่ คลิกปุ่ม Finish แล้วทำซ้ำกับแผนที่รอง



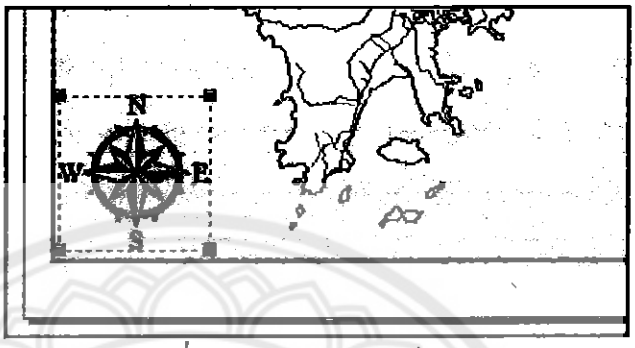
รูปที่ 4.15 การเพิ่มสัญลักษณ์สำหรับแผนที่หลัก

ให้คลิกที่แผนที่รองแล้วทำตามขั้นตอนเหมือนกับขั้นที่ 7 แต่ยกเว้นบางเรื่องดังต่อไปนี้ เปลี่ยนชื่อจาก Legend เป็น สัญลักษณ์แผนที่ กำหนดค่า Border มีค่าเท่ากับ 1 Point และให้ Background เป็นสีขาว หลังจากสัญลักษณ์ของแผนที่รองสร้างเสร็จให้คลิกขวาที่องค์ประกอบสัญลักษณ์ของแผนที่รอง และในหน้าต่าง Legend Properties ปรับขนาดให้เป็นขนาด 50 เปอร์เซ็นต์ การวางตำแหน่งของสัญลักษณ์ของแผนที่รองให้นำไปวางทับมุมล่างขวาของแผนที่รอง

สัญลักษณ์ที่สร้างใหม่นี้ควรปรับให้ผู้ใช้เข้าใจได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถปรับปรุงค่าใน Table of Contents. จากใน Table of Contents คลิกขวาที่เลเยอร์ ประเทศไทย ใน data frame ของไทย และคลิก Properties คลิกที่แท็บ Symbology เพื่อเลือกไล่สีใหม่ ในบริเวณกรอบ Classification เปลี่ยนจำนวนอัตภาพชั้น (number of classes) เป็นค่า 76 ต่อจากนั้นกลับมาที่บริเวณ color ramp. คลิกขวาในกรอบที่แสดงสัญลักษณ์และค่า และคลิกเลือก Flip Symbols. คลิกปุ่ม OK

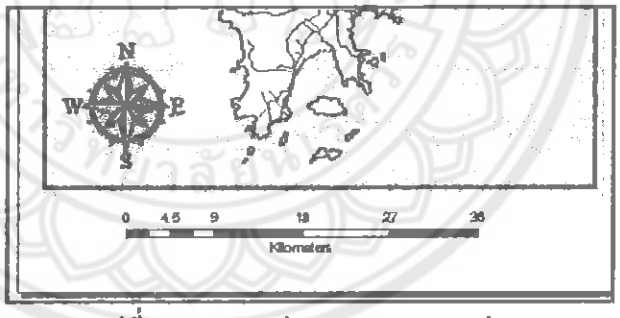
4.5.8 การเพิ่มเข็มทิศและแถบมาตราส่วน

การเพิ่มเข็มทิศจากเมนูหลักคลิกเลือกเมนู Insert จากนั้นคลิกเลือกรายการ North Arrow แล้วเลือกลักษณะรูปแบบตามความเหมาะสมแล้วกดตกลง คลิกปุ่ม Select Elements และนำไปย้ายตำแหน่งของ north arrow ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ



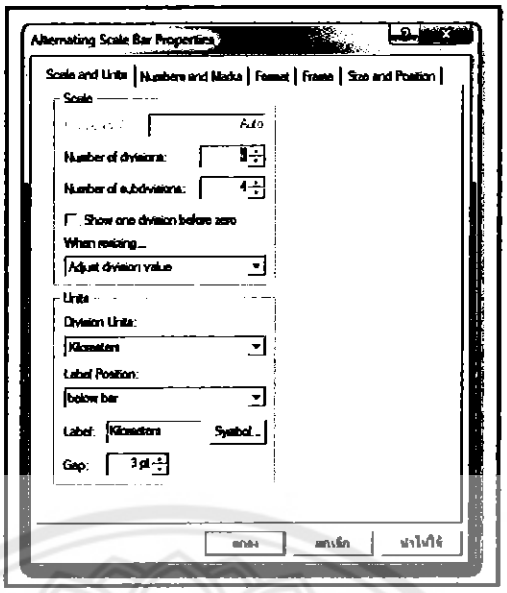
รูปที่ 4.16 ตำแหน่งของเข็มทิศ

การเพิ่มแถบมาตราส่วนจากเมนูหลักคลิกเลือกเมนู Insert จากนั้นคลิกเลือกรายการ Scale Bar แล้วเลือกลักษณะรูปแบบตามความเหมาะสมแล้วกดตกลง คลิกปุ่ม Select Elements และนำไปย้ายตำแหน่งของ Scale Bar ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 4.17 ตำแหน่งของแถบมาตราส่วน

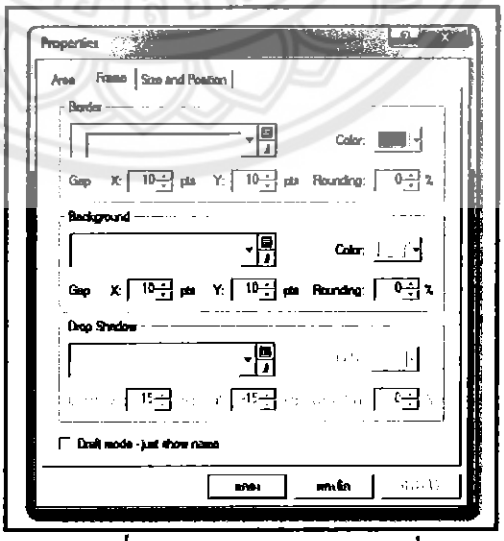
ดับเบิ้ลคลิกที่แถบมาตราส่วนจะปรากฏหน้าต่าง Properties คลิกที่แท็บ Scale and Units ใต้ช่อง "When resizing" ให้เลือก Adjust width และค่าในช่อง Division เป็น Auto สำหรับช่อง Label Position เลือก below bar คลิกปุ่ม OK



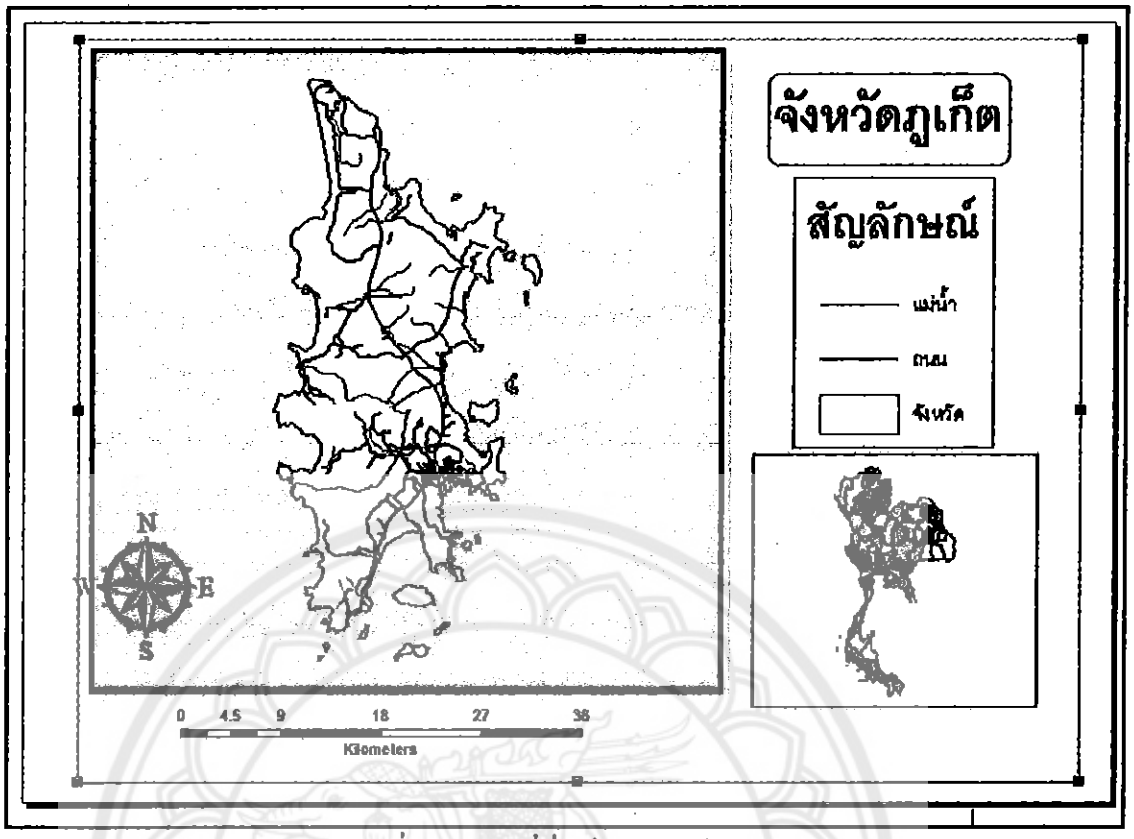
รูปที่ 4.18 ปรับสเกลของแถบมาตราส่วน

4.5.9 เพิ่มกรอบและพื้นหลังให้กับร่างแผนที่

ขณะนี้ได้เพิ่มองค์ประกอบแผนที่ครบแล้ว แต่ควรจะเพิ่มกรอบใหญ่ของแผนที่ด้วย ควรใช้เวลาสักเล็กน้อยปรับตำแหน่งองค์ประกอบต่าง ๆ ให้เหมาะสม ในเมนูหลักคลิกเลือกเมนู Insert คลิกเลือก Neatline จะปรากฏหน้าต่าง Neatline ในบริเวณ Placement คลิกเลือกเป็น Place around all elements สำหรับกล่อง Border เลือกเส้นทึกสีดำ 1.5 Point ส่วนพื้นหลังเลือกเป็นสี Sand คลิกปุ่ม OK บางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ Select Elements เพื่อปรับตำแหน่งของกรอบแผนที่



รูปที่ 4.19 ปรับแต่งขอบแผนที่



รูปที่ 4.20 แผนที่ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

4.5.10 บันทึกเอกสารแผนที่

จากเมนูหลักคลิกเลือกเมนู File จากนั้นคลิกเลือกเมนู Save As เปลี่ยนเป็นชื่อ Phuget.mxd ไว้ใต้โฟลเดอร์ที่ทำแบบฝึกหัด ทดลองพิมพ์มาดูได้ จากนั้นออกจากโปรแกรม ArcMap

บทที่ 5
การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายหาเส้นทางในการเดินทางที่ดีที่สุด

เนื้อหาในบทนี้แสดงการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายอย่างง่าย เพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุด (Finding the best route) สำหรับการเดินทางไปยังตำแหน่งที่กำหนด โดยใช้ตัวอย่างข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของย่านธุรกิจการค้าของเมืองซานฟานซิสโก ซึ่งการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุดสำหรับการเดินทางมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การเตรียมการแสดงผล

1. ใช้โปรแกรม ArcMap เปิดข้อมูลโครงข่ายของย่านธุรกิจการค้าของเมืองซานฟานซิสโก (Network Dataset of San Francisco Downtown) โดยทำตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 5

2. เปิดโปรแกรม ArcMap โดยการดับเบิ้ลคลิกบนหน้า Desktop หรือ เปิดโปรแกรม Start Menu เลือกคลิก โปรแกรม ArcMap เพื่อสร้างแผนที่ใหม่

3. คลิก File บนเมนูหลักและคลิก Open

4. ทำการเลือก File จาก C:\arcgis\ArcTutor\Network_Analyst\Exercise5\Exercise5.mxd.

5. ดับเบิ้ลคลิกที่ Exercise5.mxd.

6. ถ้าในกรณีที่ Network Analyst Extension ยังไม่ได้เปิดใช้บนแถบเครื่องมือ ให้คลิก Extensions และใน Extensions dialog box ให้คลิก Network Analyst และปิดหน้าต่าง Extensions

7. ถ้าแถบเครื่องมือ Network Analyst ไม่ปรากฏอยู่บนเมนูหลัก ให้คลิกที่แถบเครื่องมือ View และคลิก Network Analyst จะได้แถบเครื่องมือดังรูป

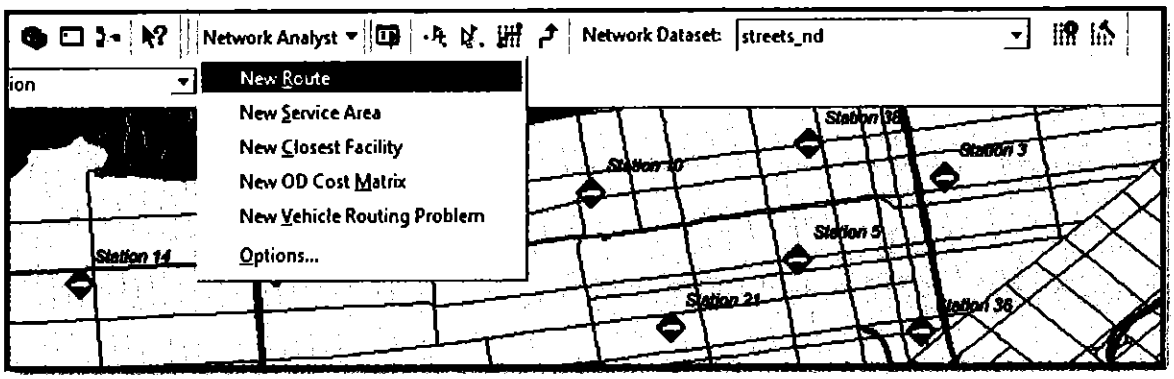
รูปที่ 5.1แสดงแถบเครื่องมือ Network Analyst

8.ถ้า Network Analyst Window ยังไม่เปิดใช้งาน ให้คลิกที่ ในแถบเครื่องมือ Network Analyst จะปรากฏ Network AnalystWindowขึ้นมาดังรูป

รูปที่ 5.2แสดงหน้าต่าง Network Analyst

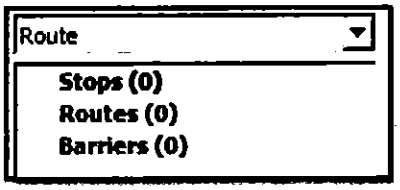
5.2 การสร้างชั้นข้อมูลในการวิเคราะห์หาเส้นทางดีที่สุด

1.บนแถบเครื่องมือ Network Analyst toolbar คลิกที่ Network Analyst เลือกชั้นข้อมูลสำหรับ New Route



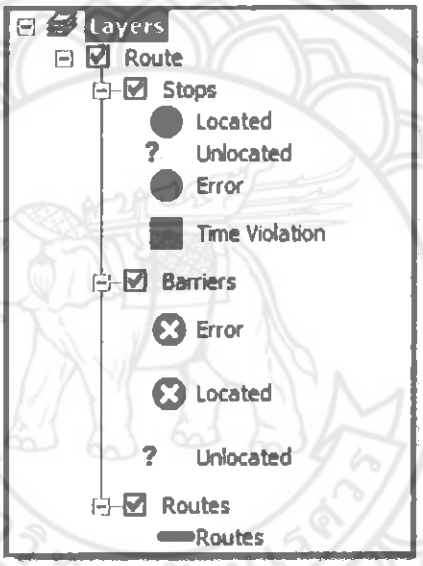
รูปที่ 5.3 แสดงการเพิ่มชั้นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เส้นทาง

ที่หน้าต่าง Network Analyst จะแสดงองค์ประกอบสำหรับการวิเคราะห์เส้นทางดีที่สุดซึ่งประกอบไปด้วยStops, Routes, และ Barriers



รูปที่ 5.4 แสดงหน้าต่างของ New Route ที่ได้ทำการเพิ่มแล้ว

นอกจากนี้ใน Table of contents จะมีชั้นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์หาเส้นทางดีที่สุดปรากฏขึ้น



รูปที่ 5.5 แสดงชั้นข้อมูลการวิเคราะห์ Best Route

5.3 การเพิ่มจุดที่สนใจ (ตำแหน่งที่ต้องการเดินทาง)

ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นการเพิ่มจุดที่สนใจแต่ละจุดเพื่อใช้ในวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุดสำหรับการเดินทาง

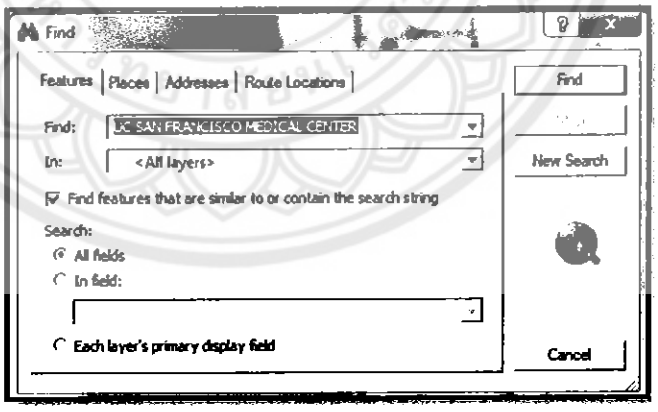
1.คลิกที่ Stops(0) บน Network AnalystWindow

2.เราสามารถหาสถานที่หรือจุดที่เราสนใจจะเดินทางไปได้โดยตรงจากการเลือกตำแหน่งบนแผนที่หรือ ใช้วิธีค้นหาสถานที่ต้องการโดยระบุเป็นชื่อหรือที่ตั้งของสถานที่ที่สนใจจะเดินทางไป โดยใช้เครื่องมือ Find ในการค้นหา

ในที่นี้เราสนใจจะไปสถานที่ 4 สถานที่ มีดังนี้

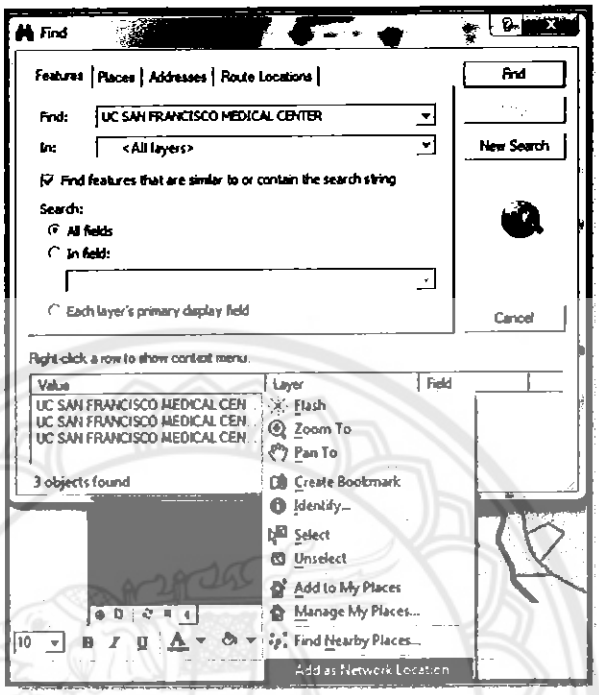
- UC SAN FRANCISCO MEDICAL CENTER
- 676 Howard st.
- Westlake Library
- Brisbane Library

เลือกเครื่องมือ แล้วเลือกแถบ Feature ในช่อง Find ให้ใส่ชื่อสถานที่ที่เราต้องการค้นหา ในช่อง In เลือกเป็น All layers เพื่อที่จะค้นหาในทุก layer จากนั้นคลิกที่ Find



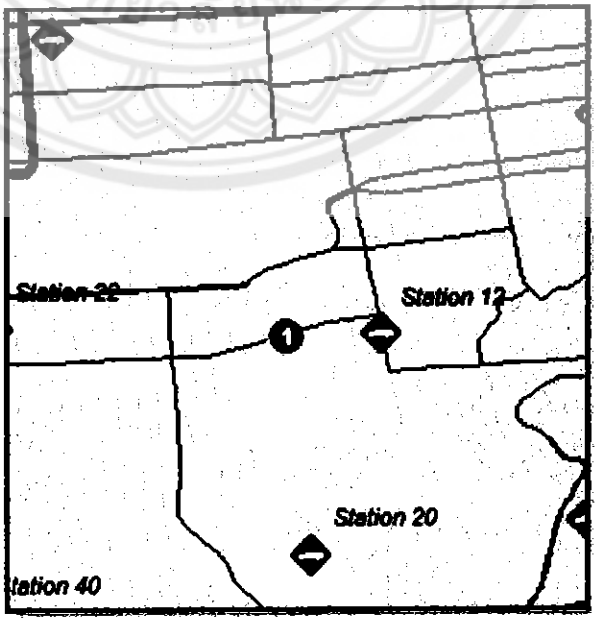
รูปที่ 5.6 แสดงการใช้เครื่องมือ Find ในการหาสถานที่ต่างๆที่สนใจ

จะปรากฏสถานที่ที่เราค้นหาขึ้นมา จากนั้นคลิกขวาที่ชื่อสถานที่ เลือก Add as Network Location



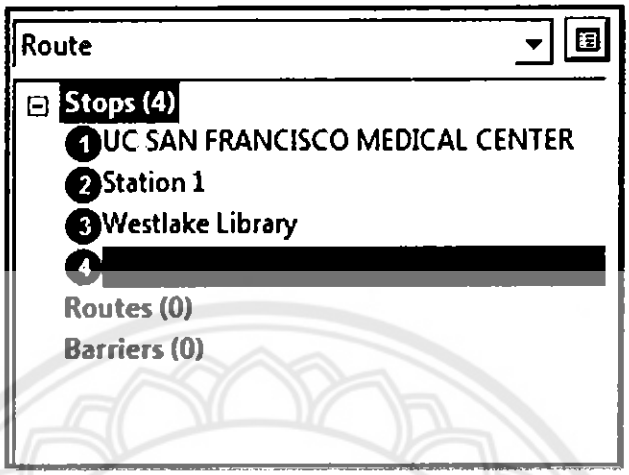
รูปที่ 5.7 แสดงการเพิ่มสถานที่ที่เราสนใจ

จะปรากฏตำแหน่งของสถานที่ที่เราค้นหาขึ้นมาบนแผนที่



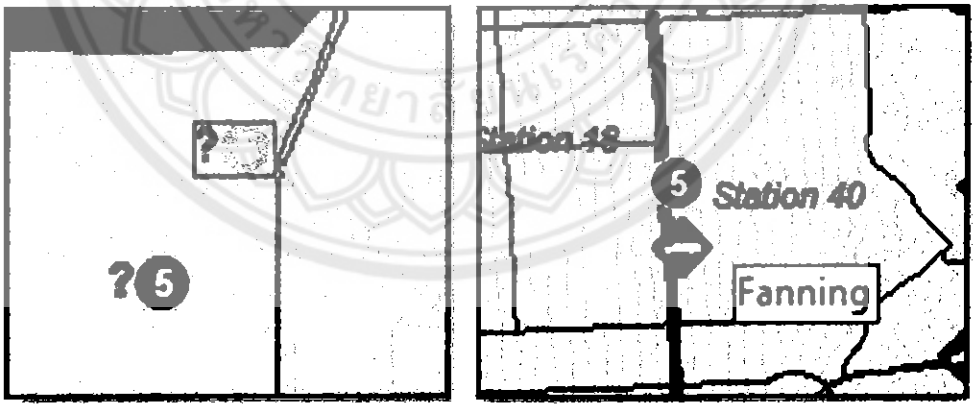
รูปที่ 5.8 แสดงตำแหน่งของจุดที่เราสนใจที่ได้ค้นหา

3.ทำการค้นหาและเพิ่มสถานที่ที่เหลืออีกสามที่แช่นเดียวกับการเพิ่มจุดสนใจที่แรก ซึ่งจุดที่สนใจทั้งหมดจะแสดงหมายเลขเรียงตามลำดับที่เราเพิ่มลงไปเป็นจุดที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยจุดแรกจะกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเป็นจุดปลายทาง



รูปที่ 5.9 แสดงจุดที่เราสนใจ 4 จุด ที่ได้เพิ่มเข้าไป

ถ้าจุดสิ้นสุดไม่ได้อยู่ใน Network โปรแกรมจะปรากฏเครื่องหมาย โดยจะแก้ไข โดยการใช้เครื่องมือ เลื่อนจุดไปยังที่ตั้งที่ใกล้เส้นทาง

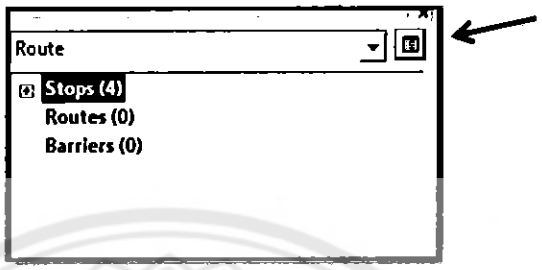


รูปที่ 5.10 แสดงการย้ายจุดที่เราสนใจไปยังตำแหน่งที่ใกล้เส้นทาง

5.4 การตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์

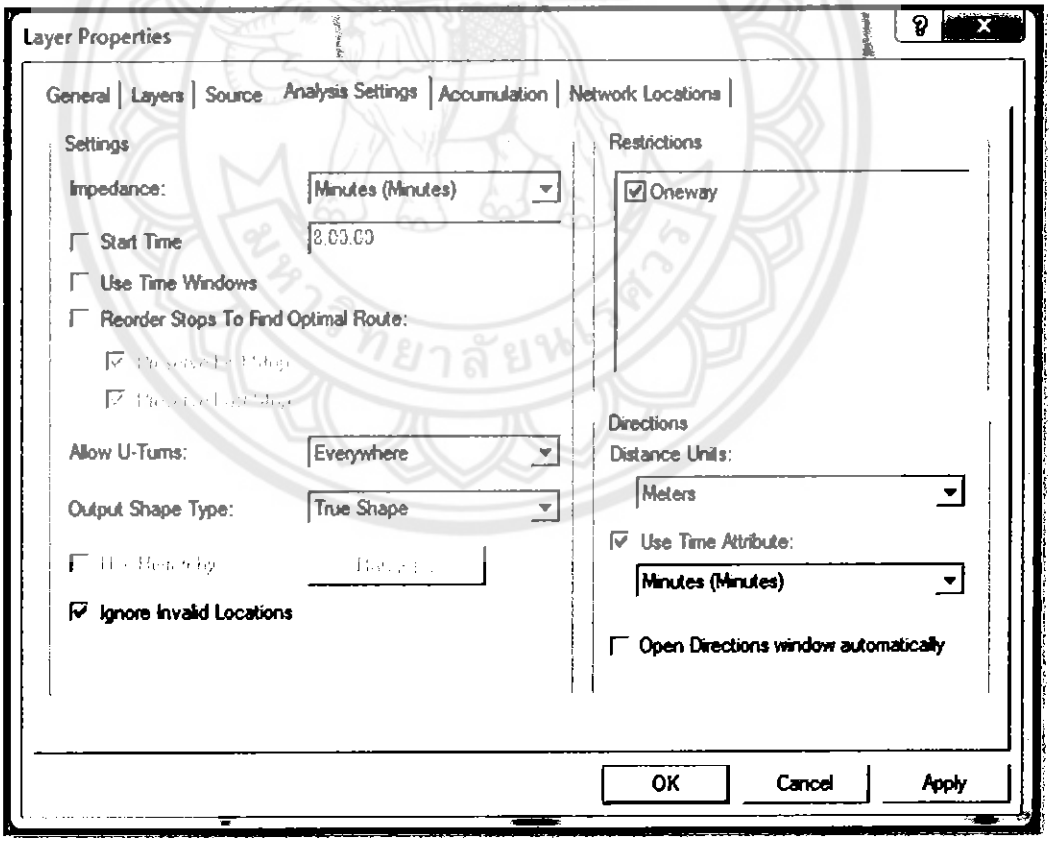
กำหนดเส้นทางที่จะคำนวณบนพื้นฐานของเวลาในการเดินทาง (นาที) โดยกำหนดให้มีการU- turn ได้ทุกที่ที่มีการ U-Turn แต่ต้องการทำตามกฎของ Oneway

1.เลือกที่ปุ่ม Analysis Layer Properties บน Network Analyst Window จะปรากฏหน้าต่าง Layer Properties



รูปที่ 5.11 แสดงปุ่ม Analysis Layer Properties

2. ใน Layer Properties คลิก Analysis Settings เลือก impedance เป็น Minutes (Minutes)



รูปที่ 5.12 แสดงการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง

3.ในช่อง Distance Units เลือก Meters (เพื่อจะแสดงผลเส้นทางเป็นหน่วย เมตร)

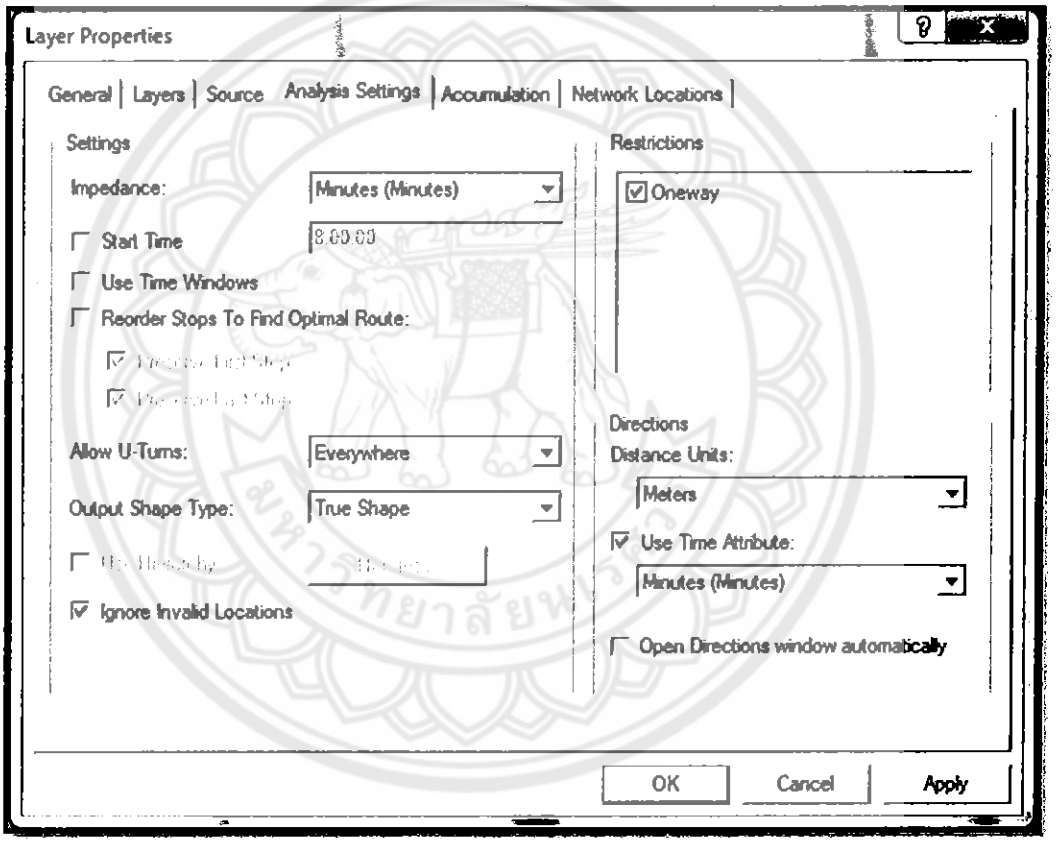
4.ทำเครื่องหมายถูกที่ Use Time Attribute (เพื่อจะแสดงข้อมูลเป็นเวลา)

5.ในช่อง Allow U-Turns เลือก Everywhere (เนื่องจากเป็นรถยนต์ส่วนบุคคลจึงกำหนดให้มีการ U-Turn ได้ทุกที่)

6.ในช่อง Output Shape Type เลือก True Shape (เพื่อทำให้แสดงผลตามเส้นทางจริง)

7. ทำเครื่องหมายถูกที่ช่อง Ignore Invalid Locations (เพื่อไม่ให้แสดงตำแหน่งที่เราไม่ได้อยู่ใน ข้อมูลโครงขายเพราะถ้าเราไม่ได้เลือก โปรแกรมอาจจะแสดงตำแหน่งที่เราไม่ได้อยู่โครงขายได้ซึ่งจะทำให้เส้นทางที่คำนวณออกมาผิดเพี้ยนได้)

8.ทำเครื่องหมายถูกที่ Oneway (เพื่อบังคับ Oneway ตามกฎข้อบังคับ)



รูปที่ 5.13 แสดงการตั้งค่าที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

9.บันทึกการตั้งค่าโดยคลิก OK

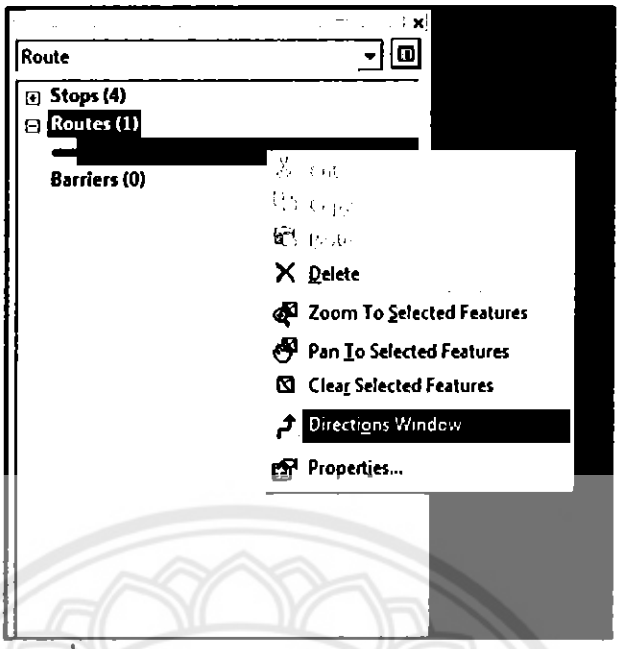
5.5 ให้โปรแกรมคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุด

1.คลิกที่ปุ่ม บนแถบเครื่องมือ Network Analyst Toolbar เส้นทางจะปรากฏในแผนที่

รูปที่ 5.14 แสดงเส้นทางที่เดินทางจากจุดที่ 1 ถึง จุดที่ 4

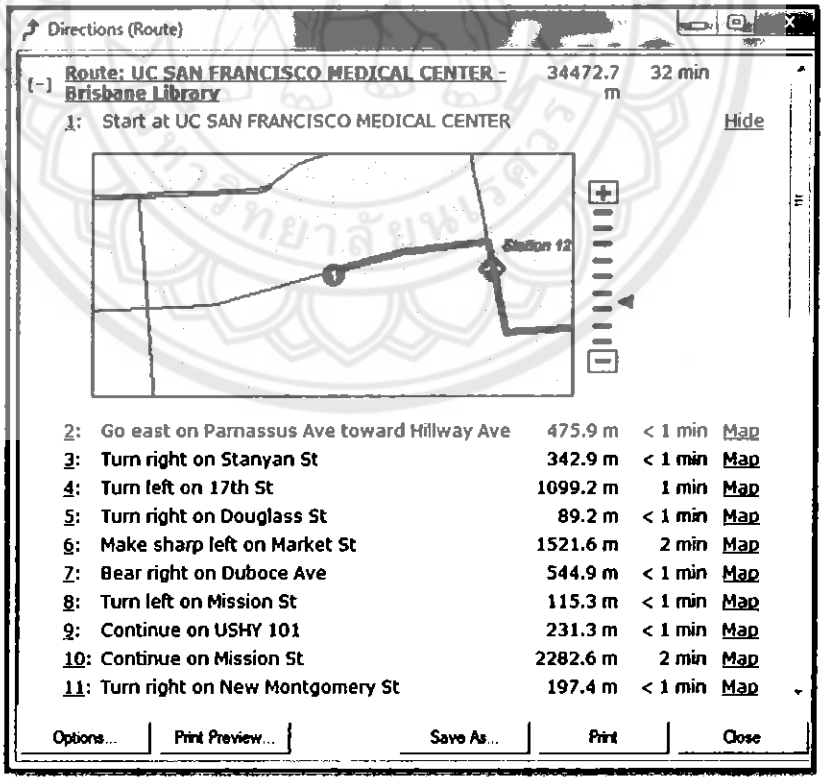
2.เลือกเครื่องหมาย (+) ตรงหน้า Routes จะปรากฏเส้นทางขึ้นมา

3.คลิกขวาที่'Graphic Pick 1 - Graphic Pick 3'และเลือกที่ Directions Window เพื่อแสดงเส้นทางในการเดินทาง



รูปที่ 5.15 แสดงการเลือกแสดงรายละเอียดเส้นทาง

4.ในหน้าต่าง *Directions* สามารถแสดงจุดหักเลี้ยวหรือทุกที่ที่มีการเปลี่ยนเส้นทางบนแผนที่ได้โดยการคลิกที่ Map เพื่อแสดงเส้นทางแต่ละช่วง



รูปที่ 5.16 ตารางแสดงรายละเอียดของเส้นทางที่ต้องการเดินทางไป

5.ปิดหน้าต่างการแสดงเส้นทาง

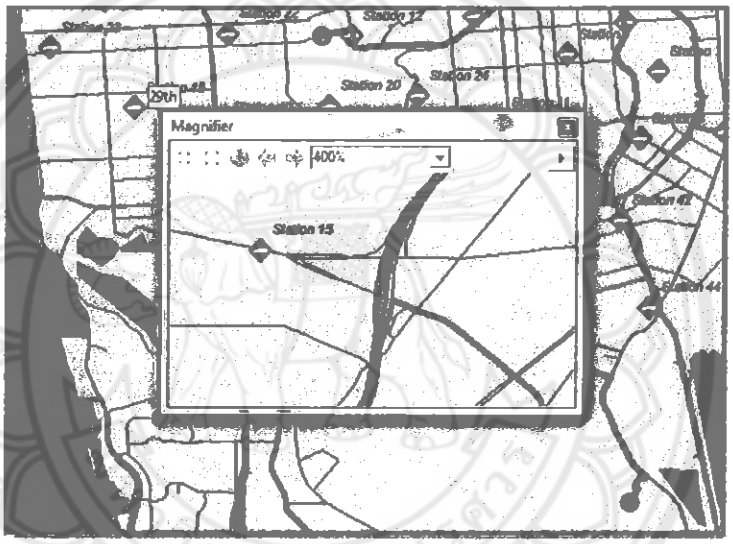
5.6 การเพิ่มจุดที่ถนนมีการปิดกั้น

ในส่วนนี้จะเป็นการเพิ่มจุดปิดกั้นบนเส้นทางที่มีการคำนวณไว้ก่อนหน้าและสั่งโปรแกรมคำนวณเส้นทางใหม่ที่หลีกเลี่ยงจุดที่มีการปิดกั้นถนน

1.เลือก Window บน Menu bar แล้วเลือก Magnifier

2.คลิกที่หน้าต่าง Magnifier และลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการเพิ่มจุดปิดกั้น

3.ลากหน้าต่าง Magnifier ไปยังจุดที่ต้องการเพิ่มจุดปิดกั้น โดยหน้าต่าง Magnifier จะขยายแผนที่ส่วนที่ต้องการเพิ่มจุดปิดกั้นเพิ่มขึ้น 400%

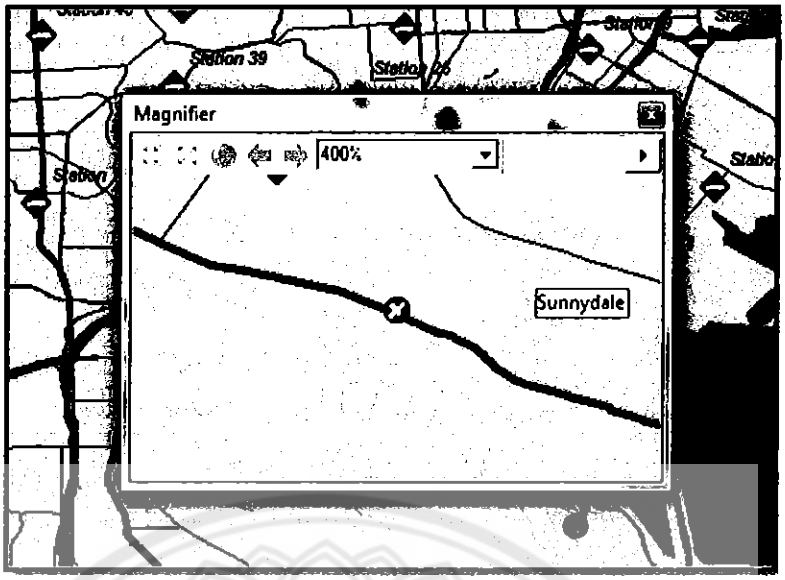


รูป 5.17 แสดงการใช้เครื่องมือ Magnifier

4.ใน Network Analyst Window ให้คลิกที่ Barriers (0)

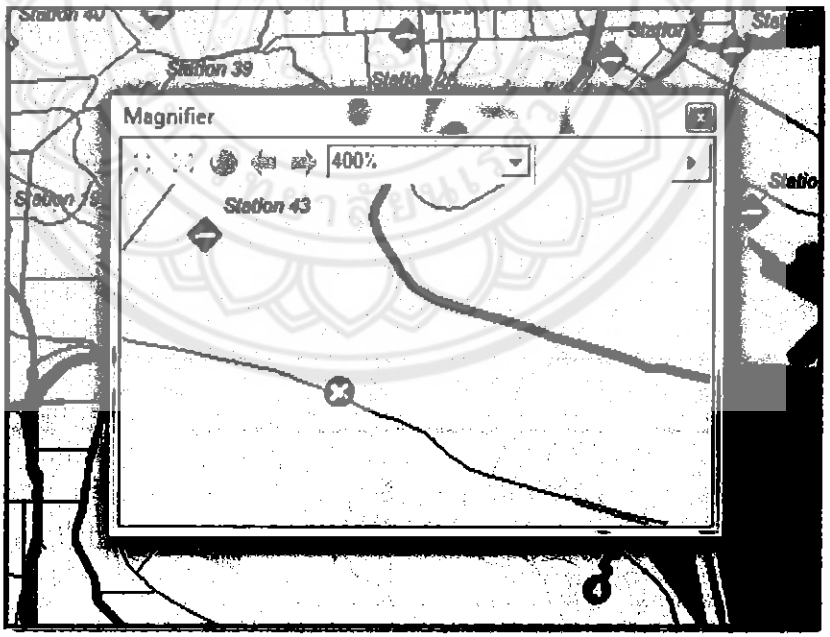
5.ในหน้าต่างMagnifier เลื่อนไปที่ตำแหน่งที่ต้องการเพื่อวางจุดปิดกั้น

6.บนแถบเครื่องมือ Network Analyst Toolbar ให้คลิกสร้างจุดปิดกั้น โดยคลิกที่ปุ่ม



รูปที่ 5.18 แสดงการเพิ่มจุดปิดกั้นบนถนนที่ต้องการ

7.คลิกที่ปุ่ม บน Network Analyst Toolbar จะแสดงเส้นทางใหม่ขึ้นมาโดยเป็นเส้นทางที่หลีกเลี่ยงจากจุดปิดกั้น



รูปที่ 5.19 แสดงเส้นทางใหม่ที่หลีกเลี่ยงจุดปิดกั้นถนน

บทที่ 6
สรุปผลการจัดทำโครงงาน

จากการจัดทำโครงงานนี้ทำให้ผู้จัดทำมีความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้งานชุดโปรแกรม ArcGIS ขั้นพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

- องค์ประกอบของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
- ลักษณะและประเภทของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- การสร้างหรือการนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
- การปรับแก้ แสดงผล และสืบค้นข้อมูลด้วย ArcMap เช่น การใช้และปรับแก้สัญลักษณ์ในการแสดงข้อมูล การแสดงผลเชิงปริมาณและคุณภาพด้วยความแตกต่างของสัญลักษณ์ หรือความเข้มสี การแสดงข้อมูล (Labels) ในแผนที่ การทำ Map Tips การเลือกหรือค้นหาข้อมูลจากแผนที่และตาราง เป็นต้น
- การแก้ไขและสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น การเพิ่มและ/หรือลบฟีเจอร์ (จุด เส้น และพื้นที่) การสร้างเลเยอร์ใหม่
- การแก้ไขและสร้างข้อมูลเชิงบรรยาย เช่น การเพิ่มและ/หรือลบข้อมูลในตาราง (คอลัมน์ หรือ แถว) การปรับแก้ข้อมูลแต่ละเซลล์ของตาราง
- การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Select by Locations)
- การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงบรรยาย (Select by Attributes)
- การค้นห้า ปรับแก้ หรือเชื่อมต่อข้อมูลด้วย ArcCatalog
- การสร้างแผนที่จากฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วย ArcMap
- การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่าย เช่น การสร้างเงื่อนไขในการคำนวณหาค่าในคอลัมน์ (Field Calculator) การสืบค้นเชิงพื้นที่แบบเจาะจง (Spatial Query)
- นิสิตมีความรู้พื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายสำหรับการหาเส้นทางในการเดินทางที่ดีที่สุด การหาที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่ใกล้ที่สุด และการหาพื้นที่บริการจากข้อมูลโครงข่าย

สิ่งเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานให้ทำผู้จัดทำโครงงานสามารถศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในขั้นสูงและสามารถประยุกต์ใช้ในการทำงานหรือการศึกษาต่อในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

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

สุรีย์ บุญญานุพงศ์ , เกริกศักดิ์ บุญญานุพงศ์ และ รัตน์ธศักดิ์ เพ็งชะตา. (2541). **แนวทางการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผน.** เชียงใหม่ : สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2542). **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุระ พัฒนเกียรติ. (2552). **หลักเบื้องต้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** นครปฐม : มหาวิทยาลัยมหิดล.

อนุสรณ์ รังสิพาณิช. **การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับงานด้านป่าไม้.** สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2554, จาก http://www.dnp.go.th/intranet/arcgis/default.htm