การศึกษาความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้งานโปรแกรม ArcGIS: กรณีศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานสงเคราะห์คนชรา

An Overview of Geographic Information System and ArcGIS: Case Study of Selecting Suitable Places for Care Center

นายมนูญ คำโสม รหัส 50361996

นายวีรวัฒ แก้วพินิจ รหัส 50362382

นายวงศกร ทองดี รหัส 50363372

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่รับ 28 มิ.ย. 2554

เลขทะเบียน 15509853

เลขเรียกหนังสือ ปร.

มหาวิทยาลัยนเรศวร ม175ก 2553

ปร. ม175ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาความรู้พื้นฐานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้โปรแกรม ArcGIS: กรณีศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานสงเคราะห์คนชรา
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายมนูญ คำโสม รหัส 50361996
	นายวีรวัฒ แก้วพินิจ รหัส 50362382
	นายวงศกร ทองดี รหัส 50363372
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

..............................ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย)

..............................กรรมการ

(อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาความรู้พื้นฐานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้โปรแกรม ArcGIS: กรณีศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานสงเคราะห์คนชรา
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายมนูญ คำโสม รหัส 50361996
	นายวีรวัฒ แก้วพินิจ รหัส 50362382
	นายวงศกร ทองดี รหัส 50363372
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เป็นเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และบริหารจัดการข้อมูล ซึ่งมีการประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายทางด้านวิศวกรรมโยธา

โครงงานนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีการศึกษา จัดทำรายงานสรุปความรู้พื้นฐานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้งานชุดโปรแกรม ArcGIS เบื้องต้น พร้อมทั้งการใช้โปรแกรม ArcCatalog และ ArcMap ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ใน ArcGIS ในการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของเมือง Tillamook เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานสงเคราะห์คนชรา

Project title	An Overview of Geographic Information System and ArcGIS: Case Study of Selecting Suitable Places for Care Center
Name	Mr. Manoon Khamsom ID. 50361996
	Mr. Weerawat Kaewphinit ID. 50362382
	Mr. Wongsakorn Thongdee ID. 50363372
Project advisor	Mr. Tanawat Ponpitakchai
Major	Civil Engineering
Department	Civil Engineering
Academic year	2010

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. This project aims to develop greater understanding in GIS background. 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 select the suitable places for Care Center.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ธนวัฒน์ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งเป็นอาจารที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ตรวจแก้ไข และคำแนะนำในการแก้ปัญหา รวมไปถึงชี้แนะในขั้นตอนการทำรายงานจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้เขียนและผู้จัดทำโครงงานรู้สึกในความกรุณา ขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้อนุเคราะห์ด้านเงินสนับสนุนโครงงานวิศวกรรมศาสตร์

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่คอยช่วยเหลือการทำโครงงานนี้และคอยเป็นกำลังใจตลอด

ขอขอบพระคุณพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและเคียงข้างลูกๆตลอดมา

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม

นายมนูญ คำโสม

นายวีรวัฒ แก้วพินิจ

นายวงศกร ทองดี

มีนาคม 2554

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์......ก

บทคัดย่อภาษาไทย......ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ......ค

กิตติกรรมประกาศ......ง

สารบัญ......จ

สารบัญตาราง......ช

สารบัญรูป......ซ

บทที่ 1 บทนำ......1

1.1 ความหลักการและเหตุผล......1

1.2 วัตถุประสงค์......1

1.3 ขอบข่ายงาน......1

1.4 แผนการดำเนินงาน......2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ......2

1.6 งบประมาณ......2

บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์......3

2.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)...3

2.2 องค์ประกอบของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์......4

2.3 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Characteristic of GIS Information)......7

2.4 การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์......12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 โปรแกรม ArcGIS.....17
3.1 โปรแกรม ArcMap.....17
3.2 หน้ากากของโปรแกรม ArcMap.....18
3.3 การเปลี่ยนกรอบแผนที่.....22
3.4 การให้สัญลักษณ์โดยโปรแกรม ArcMap.....24
3.5 การติดป้าย.....29

บทที่ 4 การสร้างแผนที่.....30
4.1 วัตถุประสงค์ของการสร้างแผนที่.....30
4.2 ฟีเจอร์ทางพื้นที่ (Geographic features).....30
4.3 ประเภทของแผนที่ (Type of Map).....31
4.4 การสร้างแผนที่โดยโปรแกรม ArcMap.....33
4.5 ขั้นตอนการสร้างแผนที่.....36

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....43
5.1 การเรียกใช้โปรแกรม ArcMap และ ArcCatalog.....43
5.2 การปรับแก้การแสดงผลของแต่ละเลเยอร์.....44
5.3 การค้นหาพื้นที่ย่อยที่มีจำนวนผู้สูงอายุอยู่หนาแน่น.....45
5.4 การค้นหาห้างสรรพสินค้าที่อยู่ในพื้นที่ย่อยที่ได้เลือกไว้แล้ว.....47
5.5 การค้นหาห้างสรรพสินค้าที่อยู่ใกล้กับถนน.....49
5.6 การแสดงผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมและการสร้างแผนที่.....50

บทที่ 6 สรุปผลการจัดทำโครงการ.....53

เอกสารอ้างอิง.....54

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน... 2

2.1 ลักษณะของเกณฑ์การวัดในระดับต่างๆ...10

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบ GIS....4

2.2 ตัวอย่างข้อมูลเชิงพื้นที่....6

2.3 ตัวอย่างข้อมูลเชิงบรรยาย....6

2.4 ตัวอย่างข้อมูลประเภทราสเตอร์....8

2.5 ตัวอย่างข้อมูลประเภทเวกเตอร์....9

2.6 ระดับในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่....11

2.7 เปรียบเทียบตัวแทนหรือสัญลักษณ์ของวัตถุบนพื้นผิวโลก ตามหลักการของการทำแผนที่ ตัวอย่างของจุด เส้น รูปปิด และพื้นผิว....12

2.8 เครื่องวาดพิกัด Digitizer....14

3.1 การแสดงข้อมูลด้วยกราฟและรายงาน....18

3.2 แสดงหน้ากากของโปรแกรม ArcMap....19

3.3 แสดงส่วนแสดงรายการของข้อมูล (Table of Contents)....20

3.4 แสดงกรอบข้อมูล (Data Frames)....21

3.5 แสดงเลเยอร์ (Layer)....22

3.6 แสดงแผนที่ก่อนทำการซูมเข้า (Zoom In)....23

3.7 แสดงแผนที่หลังการซูมเข้า (Zoom In)....23

3.8 แสดงหน้าต่าง Symbol Selector....24

3.9 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ให้กับรูปร่างจุดแบบ Utilities symbol sets....25

3.10 แสดงการให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพ....25

3.11 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated colors....26

3.12 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated symbols....27

3.13 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Proportional symbols....28

3.14 แสดงการติดป้ายให้กับแผนที่....29

4.1 จากตัวอย่างแผนที่จะมีฟีเจอร์ทางภูมิศาสตร์อยู่ในตัวแผนที่หลัก (map body) และแผนที่รองอยู่ในส่วนที่เรียกว่า "inset" เพื่อให้ผู้อ่านแผนที่เข้าใจเนื้อหาของตัวแผนที่หลักได้มากขึ้น.....31

4.2 แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพ....32

4.3 แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ....32

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.4 การทำงานในมุมมองร่างแผนที่สามารถเพิ่มองค์ประกอบแผนที่ได้ เช่น ตัวแผนที่หลัก หัวเรื่องแผนที่ เข็มทิศ แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์......33

4.5 เมื่อซูมเข้าและซูมออกในมุมมองร่างแผนที่ รายละเอียดของแผนที่จะมากน้อยต่างกัน แต่มาตราส่วนของแผนที่ยังคงเดิม......34

4.6 การใช้กราฟริกเช่นกรอบภาพ กราฟ และโลโก้ช่วยให้ภาพรวมของแผนที่แลดูนุ่มนวล สวยงามมากขึ้น......35

4.7 การนำข้อมูลเข้า......36

4.8 การเปลี่ยนขนาดของกรอบข้อมูล......37

4.9 การสร้างแผนที่รองในแผนที่หลัก......37

4.10 ปรับแต่ง data frames......38

4.11 การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่......38

4.12 การเพิ่มสัญลักษณ์สำหรับแผนที่หลัก......39

4.13 ตำแหน่งของเข็มทิศ......40

4.14 ตำแหน่งของแถบมาตราส่วน......40

4.15 ปรับสเกลของแถบมาตราส่วน......41

4.16 ปรับแต่งขอบแผนที่......41

4.17 แผนที่ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว......42

5.1 ดึงข้อมูลของแผนที่จาก ArcCatalog มาใส่ใน ArcMap......44

5.2 เปลี่ยนชื่อในถนน 44

5.3 กำหนดหมายเลขโซนของพื้นที่ซึ่งมี 7 โซน......45

5.4 กำหนดเงื่อนไขหาจำนวนผู้สูงอายุอยู่หนาแน่น......46

5.5 พื้นที่ย่อยที่มีเงื่อนไขสอดคล้องก็จะถูกเลือกอยู่ในแผนที่......56

5.6 ค้นหาห้างสรรพสินค้าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ย่อยที่ถูกเลือกอยู่โดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial query) 47

5.7 ห้างสรรพสินค้าที่ตั้งอยู่ใน Zone Number ถูกเลือกอยู่......48

5.8 ยกเลิกการเลือกฟีเจอร์ Zone Number......48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.9 กำหนดเงื่อนไขว่าห้างสรรพสินค้าทั้งสามแห่งอยู่ใกล้กับถนนภายในระยะ 25 เมตร................49

5.10 ห้างสรรพสินค้า 2 แห่งที่ถูกเลือก ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด..50

5.11 สร้างเลเยอร์ใหม่ที่ประกอบด้วยห้างสรรพสินค้าทั้งสองแห่งที่ถูกเลือกอยู่.............................51

5.12 พื้นที่เหมาะสมสำหรับตั้งสถานสงเคราะห์คนชรา..51

5.13 แผนที่แสดงสถานสงเคราะห์คนชราในเมือง Tillamook...52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

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

เนื่องจากยังไม่มีการเรียนการสอนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ทำให้นิสิตขาดความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้งานโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

ดังนั้นโครงงานนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้นิสิตได้ศึกษาความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม ArcGIS ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเรียนรู้การใช้งานโปรแกรม ArcGIS ขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะโปรแกรม ArcMap และ ArcCatalog

1.3 ขอบข่ายงาน

1.3.1 ศึกษาและจัดทำรายงานสรุปความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ องค์ประกอบหลัก การบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล ประเภทของข้อมูล

1.3.2 ศึกษาและจัดทำรายงานสรุปความรู้พื้นฐานในการใช้งานชุดโปรแกรม ArcGIS

1.3.3 เรียนรู้การวิเคราะห์หาข้อมูลภูมิศาสตร์ที่เจาะจง (Query) โดยหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการสร้างโรงเรียนด้วยโปรแกรม ArcMap และ ArcCatalog

1.4 แผนการดำเนินงาน

เดือน / กิจกรรม	พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาพื้นฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์																				
2. ศึกษาการใช้โปรแกรม ArcMap																				
3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์โดยโปรแกรม ArcMap																				
4. จัดทำรูปเล่มโครงงาน																				

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นิสิตมีความรู้พื้นฐานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.5.2 นิสิตมีความรู้พื้นฐานในการใช้งานชุดโปรมแกรม ArcGIS

1.5.3 นิสิตมีความรู้พื้นฐานทางด้านการจัดทำแผนที่จากข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่ายด้วยโปรแกรมประยุกต์ ArcMap

1.6 งบประมาณ

- ค่าถ่ายเอกสาร	3,000	บาท
รวมค่าใช้จ่าย	**3,000**	**บาท (สามพันบาทถ้วน)**

ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ความรู้พื้นฐานทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่นิยมกันมาก พื้นฐานของ GIS คือ เป็นเพียงเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์สำหรับแก้ไขปัญหาต่าง ๆ สามารถที่จะประมวลข้อมูลจากหลายแหล่ง และนำมาเสนอให้เราได้เข้าใจและค้นหาปัญหา จากข้อมูลพื้นโลกจริงก็จะถูกจัดเก็บลงเป็นฐานข้อมูลแล้วถูกนำมาเสนอผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา (Dynamic) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล การแสดงผลทาง GIS ก็จะแสดงออกมาเป็นผลที่เปลี่ยนแปลงได้ทันที

2.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)

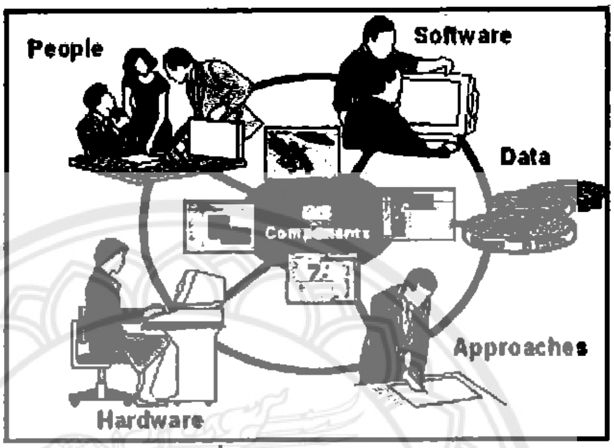
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล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

โดยทั่วไปเราจะใช้ GIS เพื่อวัตถุประสงค์หลัก 4 ข้อคือ

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

2.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

องค์ประกอบหลักของระบบ GIS จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ 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 เครื่องprinter 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 พล๊อตเตอร์ (plotter) เป็นต้น

5. หน่วยติดต่อสื่อสาร (Communication Unit) ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังเครื่องอื่น ในการถ่ายโอนข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งมีขนาดใหญ่ผ่าน

ระบบเครือข่ายภายในองค์กร หรือเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยอาศัยอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่าย เช่น Network , Card , LAN Card , Wireless 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 และจะพิมพ์รายงานผลโดยใช้พล็อตเตอร์ หรือเครื่องพิมพ์

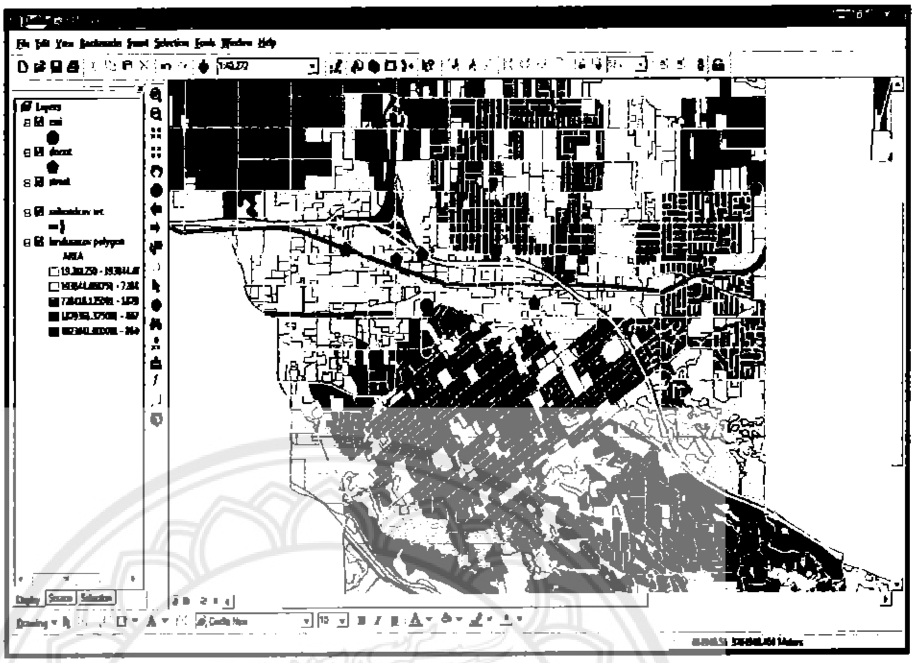
5. ความสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Interaction with the User) ซอฟท์แวร์ GIS ที่ดีนั้น จะต้องสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีการสร้างรายการ (Menu) ต่างๆ ที่ไม่ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย และมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์

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

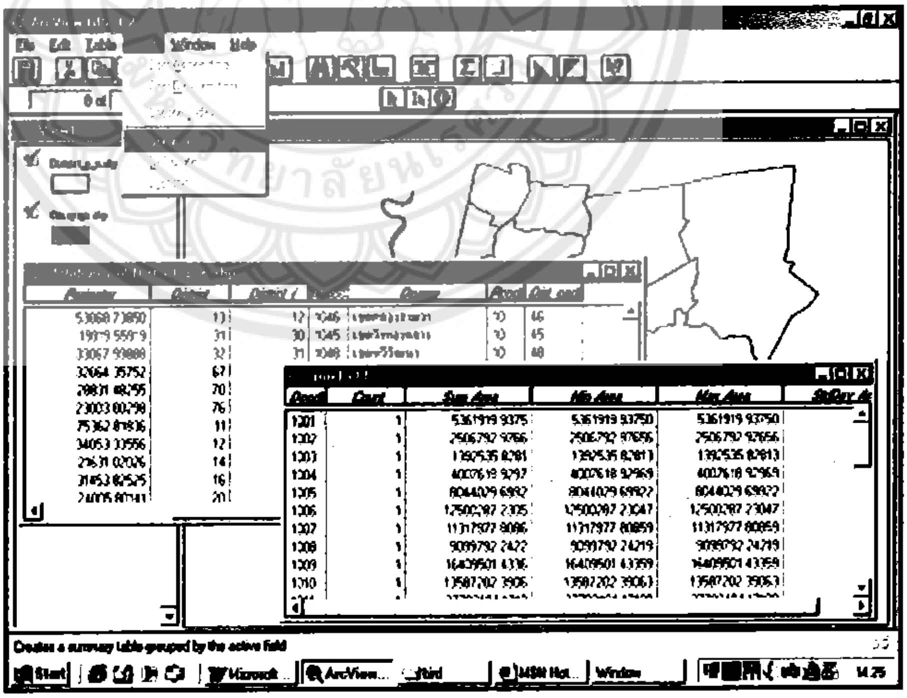
1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) คือ ข้อมูลที่แสดงในรูปแบบสัญลักษณ์ที่สามารถบ่งบอกตำแหน่ง ขนาดพื้นที่ ขนาดความยาวได้ โดยส่วนใหญ่นิยมแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่เป็น 3 รูปแบบ คือ จุด (Point) เส้น (Line) พื้นที่ (Polygon)

2. ข้อมูลตาราง (Attribute Data) หรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะเป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะประจำตัวของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น เช่น เส้นชั้นความสูงที่มีค่าระดับความสูง จำนวนประชากร บริเวณพื้นที่ป่าไม้

3. ข้อมูลเชิงพฤติกรรม (Behavior Data) หมายถึง การกำหนดเงื่อนไขหรือลักษณะของข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดตามสภาพแวดล้อมจริงของข้อมูลนั้น ๆ



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

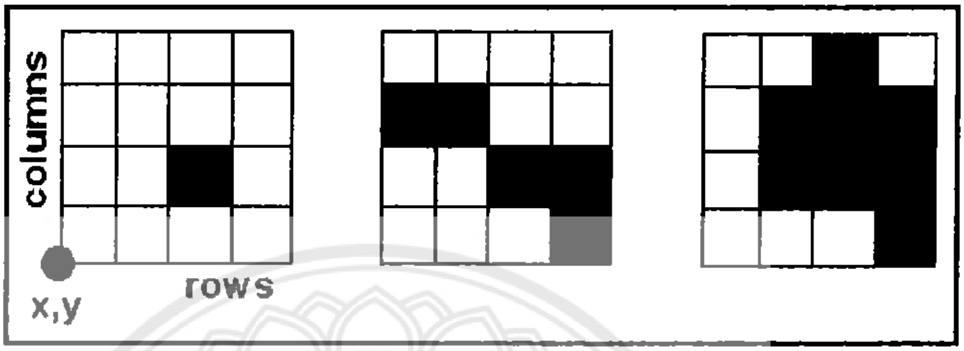
- ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวแทนวัตถุ หรือสถานการณ์บนผิวโลก โดยกำหนดเป็น จุด เส้น หรือพื้นที่ เพื่ออ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ และเอามาเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้
- ข้อมูลตารางอธิบาย (Non- Spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ โดยแสดงออกมาในข้อมูลตาราง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

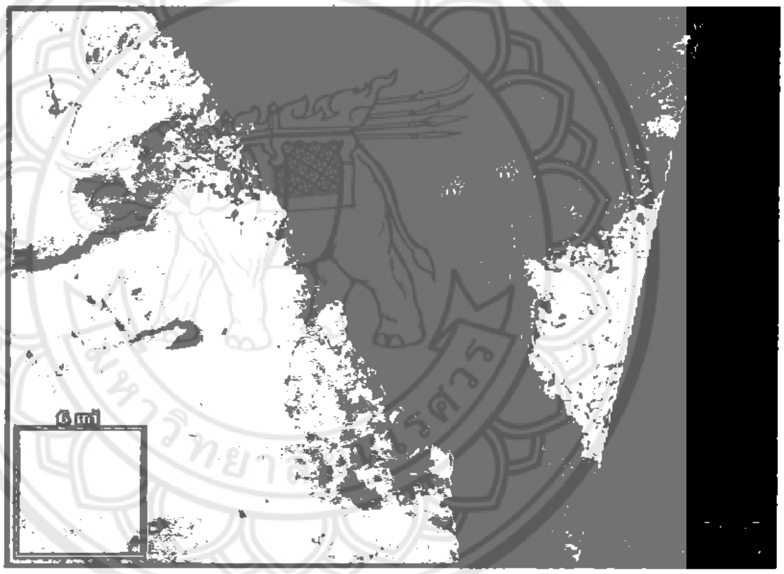
2.3.1 ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristic)

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

ความสามารถแสดงถึงรายละเอียดข้องข้อมูลราสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของช่องกริด ณ พิกัดที่ประกอบขึ้น เป็นหลักฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ถ้าขนาดช่องกริดมีขนาดใหญ่ รายละเอียดของข้อมูลที่แสดงจะหยาบแต่ถ้าขนาดช่องกริดมีขนาดเล็ก ข้อมูลจะมีความละเอียดมากขึ้นซึ่งมีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ได้ดีกว่า





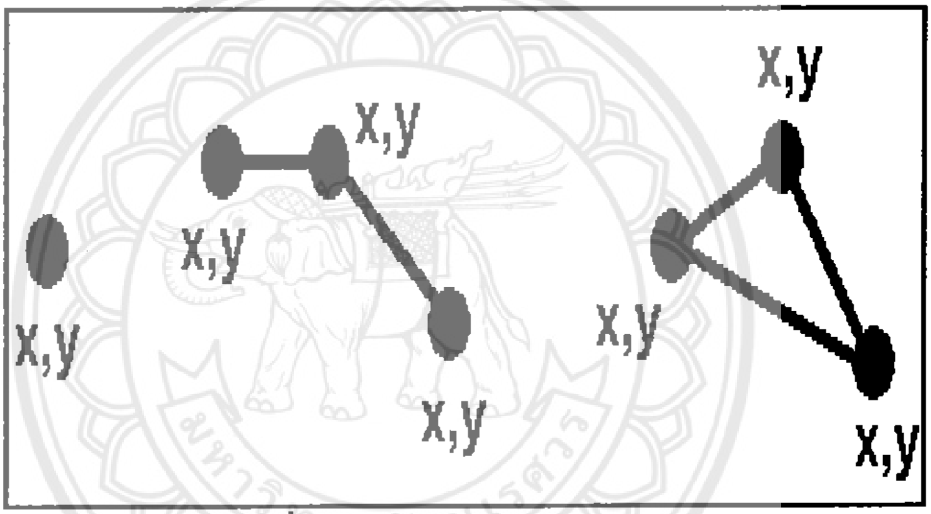
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างข้อมูลประเภทราสเตอร์

ที่มา : http://www.guilford.edu/geology/geo340/Cairo1987.jpg

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

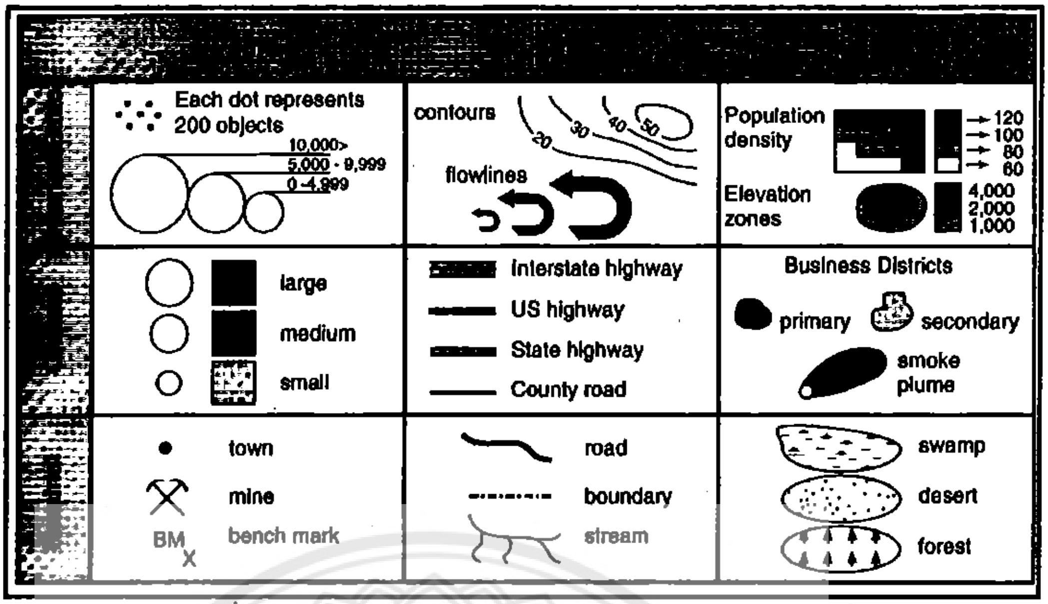
2.3.2 ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Characteristics)

ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ คือ ลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีการแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่างๆตามธรรมชาติ โดยระบุสถานที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ซึ่งประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลที่นำมาประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่อาจได้มาจากการสำรวจหรือเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยการรังวัดพื้นที่จริง ดังนั้นลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะอาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน 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 พื้นที่ป่าไม้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือ 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 ทางตรรก และคณิตศาสตร์ได้
ความสัมพันธ์ทาง STATISTICS	MODE CONTINGENCY COEFFICIENT	MEDIAN PERCENTILES	MEAN, VAREANCE COEDDICIENT OF CORRELATION



รูปที่ 2.6 ระดับในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่

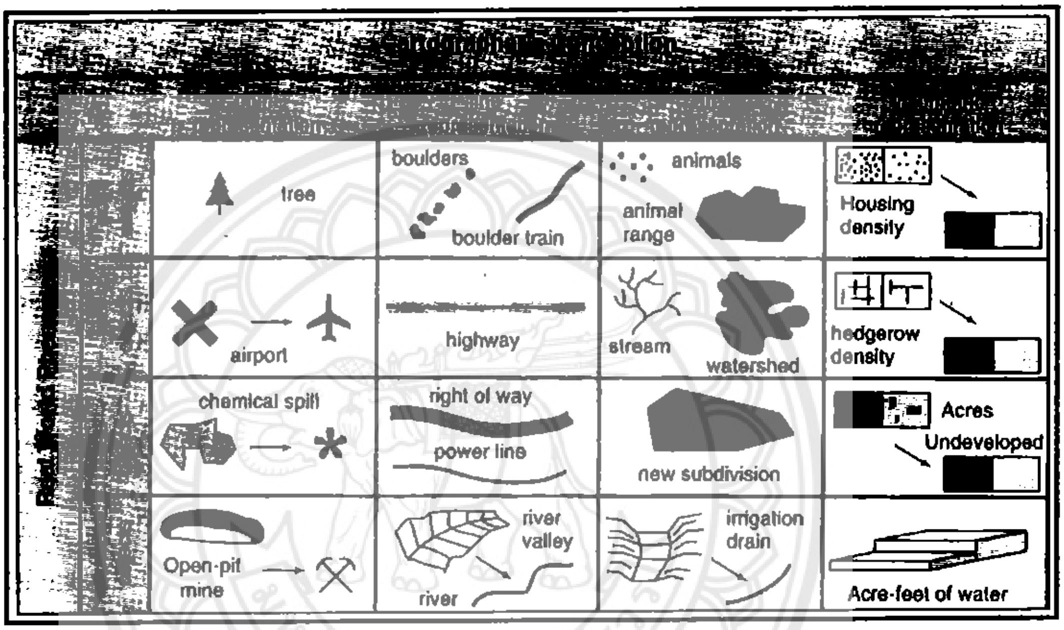
ที่มา : Michael N. Demers, Fundamentals of Geographic Information System, John Wiley & Sons, Inc., 1997, Figure 2.4, Page 30.

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 เมตร x 30 เมตร ซึ่งแตกต่างจากข้อมูล Vector

ลักษณะข้อมูล Attribute และ Spatial นี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปได้ทั้งในแบบต่อเนื่อง (Continuous) และไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ยกตัวอย่างเช่น แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) จะแสดงถึงเส้นระดับความสูงที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่จำนวนประชากร ที่อาศัยอยู่ในแต่ละชั้นระดับความสูงนั้น จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง โดยจะแปรผันไปตามปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตเท่านั้น

เป็นต้น รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะข้อมูลที่ปรากฏบนโลกมนุษย์และการแสดงสัญลักษณ์ในแผนที่ ในการแสดงสัญลักษณ์บนแผนที่จากลักษณะภูมิประเทศหรือวัตถุบนพื้นผิวโลกนั้นสามารถแทนด้วยรูปแบบจุด เส้นหรือพื้นที่ ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากมาตราส่วนของแผนที่ที่จะแสดงหากแผนที่มาตราส่วนใหญ่เช่น 1:4,000 อาจจะแสดงข้อมูลที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในรูปแบบโพลีกอนก็ได้ แต่หากที่มาตราส่วนเล็ก เช่น 1:50,000 สถานีวัดปริมาณน้ำฝนอาจถูกแทนด้วยจุด หรือเส้น หรือพื้นที่ขนาดเล็กได้



รูปที่ 2.7 เปรียบเทียบตัวแทนหรือสัญลักษณ์ของวัตถุบนพื้นผิวโลก ตามหลักการของการทำแผนที่ ตัวอย่างของจุด เส้น รูปปิด และพื้นผิว

Source : P. C. Muehrcke, and J.O. Muehrcke, Map Use : Reading, Analysis and Interpretation, 3rd ed., JP Publication, Madison, WI, 1992, Figure 3.18, Page 84.

2.4 การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โครงสร้างและการนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Structure and Data Input)

2.4.1 การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำเข้าข้อมูล หมายถึง การกำหนดรหัสให้แก่ข้อมูล แล้วบันทึกข้อมูลเหล่านั้นลงในฐานข้อมูล การสร้างข้อมูลตัวเลขที่ปราศจากที่ผิด (errors) เป็นงานสำคัญและซับซ้อนที่สุด

การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อาจนำเข้าได้ดังกระบวนการดังต่อไปนี้

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

ในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าฐานข้อมูลที่ได้ให้มีจุดที่ผิดพลาดน้อยที่สุด

2.4.2 การนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่

วิธีการนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ใน GIS มีหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ของหน่วยงานนั้นๆ หรืองบประมาณที่สามารถจัดซื้อลักษณะของการใช้งานและชนิดของข้อมูลที่จะนำเข้าด้วยชนิดของข้อมูล 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

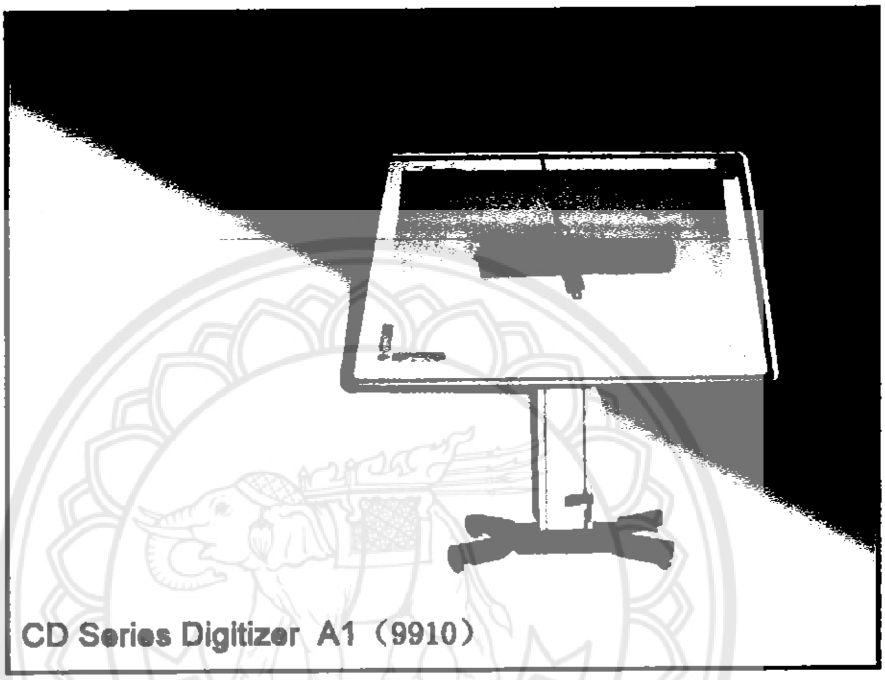
สำหรับระบบกริดนั้น ทั้งจุด เส้น และพื้นที่ ล้วนแสดงด้วยช่องกริด

- เลือกขนาดของช่องกริด (ราสเตอร์) แล้ววางแผ่นกริดโปร่งใสตามขนาดที่เลือกซ้อนบนแผนที่
- กรอกค่าลักษณะประจำของแผนที่หนึ่งค่าต่อช่องกริดหนึ่งช่อง หรือใช้สีสัญลักษณ์แทน
- พิมพ์เข้าแฟ้มข้อความในคอมพิวเตอร์

3. การนำเข้าด้วยการดิจิไทซ์

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

ส่งไปยังคอมพิวเตอร์ทางปากกาแม่เหล็กที่ลากด้วยมือ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ง่ายๆ ที่เรียกว่า "เมาส์" (Mouse) หรือ "พัค" (Puck) สำหรับการทำแผนที่ซึ่งต้องการความถูกต้องสูง ในเมาส์จะมีขดลวดฝังอยู่ในกล่องพลาสติกซึ่งมีช่องพร้อมกับกากบาทซึ่งออกแบบเพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น พิกัดของจุดจะถูกดิจิไทซ์ด้วยการวางเส้นกากบาทเหนือจุดที่ต้องการแล้วกดปุ่มบนเมาส์



รูปที่ 2.8 เครื่องวาดพิกัด Digitizer

เครื่องอ่านพิกัดใช้ในการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบ จุด เส้น และพื้นที่หลายเหลี่ยม โดยอาศัยการทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ด้าน GIS ส่วนการแปลงเป็นฐานข้อมูลเวกเตอร์หรือกริด (ราสเตอร์) ทำด้วยโปรแกรมหลังการดิจิไทซ์

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 สามารถบันทึกเก็บไว้ในเทปแม่เหล็กเพื่อการใช้ประโยชน์ต่อไป ขณะที่การทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์มีความสำคัญมากขึ้น ได้มี

การแปลงแผนที่ภูมิประเทศมาตรฐาน และแผนที่ดิน ธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน ฯลฯ เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขมากขึ้น

การดิจิไทซ์ก็ยังคงจะต้องกระทำในการทำแผนที่นั้นๆ ให้ทันสมัยยิ่งขึ้นแต่การดิจิไทซ์เป็นงานที่ใช้เวลา และพลังงาน การทำแผนที่ฉบับหนึ่งๆ ให้มีความถูกต้อง อาจใช้เวลาเท่าๆ 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 เส้นแบ่งเขตลากผ่านกึ่งกลางเซลล์ใดมากกว่ากัน หรือขอบเขตโซนกินเนื้อที่ของกึ่งกลางเซลล์การใช้ที่ดินประเภทใดให้ยึดหรือจำแนกเป็นรหัสการใช้ที่ดินประเภทนั้น โดยไม่สนใจว่ารูปแบบการใช้ที่ดินใดมีเนื้อที่มากกว่ากัน 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

2.4.2 การเชื่อมข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลเชิงบรรยาย

เราสามารถกำหนดเครื่องหมายประจำตัวให้แก่เอนติตี้กราฟิกโดยตรง ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (polygon) จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมขึ้นก่อนจากนั้นจึงจะให้เครื่องหมายประจำตัวแก่รูปหลายเหลี่ยมเหล่านั้นโดยการดิจิไทซ์ข้อมูลเข้า เมื่อนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่และให้เครื่องหมายประจำเรียบร้อยแล้ว ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลด้วย โดยเฉพาะรหัสที่จะกำหนดเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลเชิงลักษณะ ในการเชื่อมต่อข้อมูลนั้นสามารถสร้างตารางคำอธิบายเสริมขึ้นมาได้เป็นจำนวนมากในส่วนนี้จะต้องศึกษาทฤษฎีของการออกแบบและสร้างฐานข้อมูล (Database Design) เพื่อให้การสร้างฐานข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเชื่อมต่อข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับข้อมูลเชิงคุณลักษณะนั้นจะสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อเพียงชั่วคราว หรือทำให้เป็นการเชื่อมต่อแบบถาวรได้ โดยกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงขนาดที่จะมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นไปด้วย ฐานข้อมูลใหม่ในตารางใหม่ที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้ในการสอบถามค้นหา หรือวิเคราะห์ในขั้นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากฐานข้อมูลนั้นมีความถูกต้องจากการเก็บรวบรวมอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3
โปรแกรม ArcGIS

ArcGIS ออกแบบมาเพื่อรองรับความต้องการของผู้ใช้อย่างกว้างขวาง องค์ประกอบของ Desktop GIS ของ ArcGIS ประกอบด้วย ArcView, ArcEditor, ArcInfo การเลือกใช้งานซอฟท์แวร์ตัวใดตัวหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการขององค์กรนั้นๆที่จะเลือกนำไปใช้งานให้เหมาะสม สำหรับ ArcView ความสามารถเพียงเรียกดูข้อมูลที่ถูกจัดการภายใต้ ArcSDE แต่ ArcEditor กับ ArcInfo เท่านั้นที่สามารถปรับแก้ข้อมูลได้ภายใต้ ArcSDE ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์แบบ Client / Server มีความสามารถจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นลักษณะ DBMS (Database Management Systems)

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

- ArcCatalog เหมาะสำหรับนำไปใช้เลือกเส้นทางข้อมูล สร้างและปรับแก้ metadata
- ArcMap เหมาะสำหรับนำไปใช้แสดงผล สืบค้น และปรับแก้ข้อมูล หรือ เอกสารแผนที่
- ArcToolbox เหมาะสำหรับวิเคราะห์ และแปลงข้อมูล (Import และ Export)

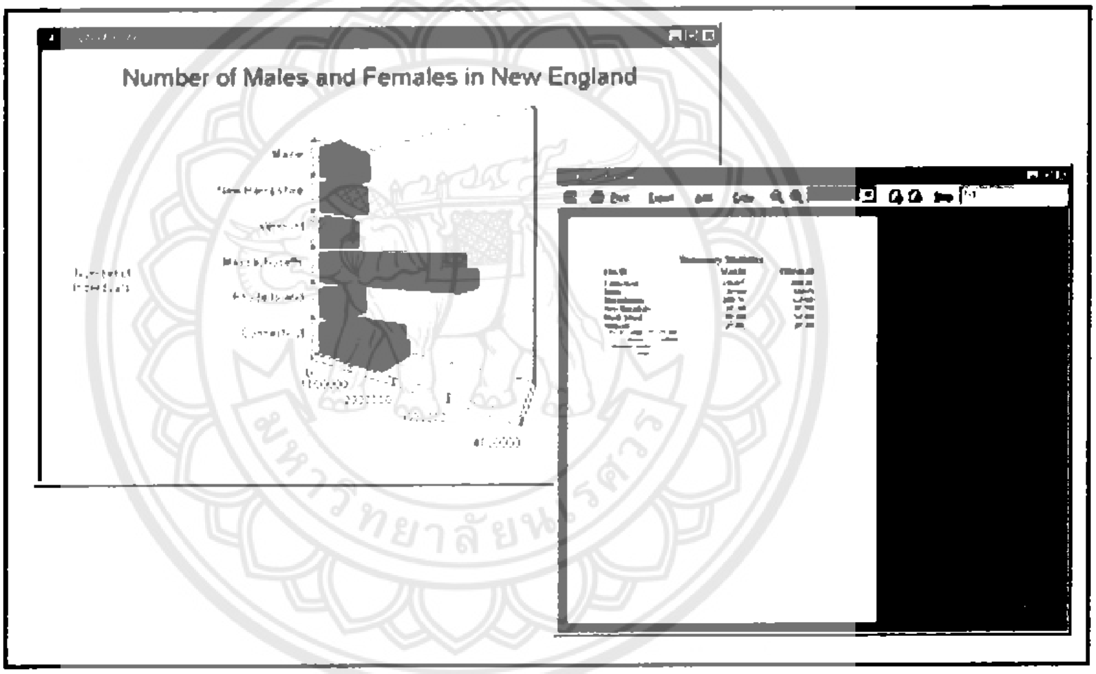
3.1 โปรแกรม ArcMap

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 การเพิ่ม หรือลบ ปุ่ม เครื่องมือ รวมทั้ง เมนู ต่าง ๆ และยังสามารถ เขียน 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 เคลื่อนไปอยู่ตำแหน่งอื่น ๆ ได้ตามต้องการ สำดับการวางชั้นข้อมูลใน TOC จะเป็นลำดับ การแสดงข้อมูลในส่วนแสดงแผนที่ ลำดับที่อยู่บนสุดก็จะแสดงภาพอยู่บนสุดด้วย ดังนั้นควรนำข้อมูลที่เหมาะเป็นฉากหลัง ไว้ล่างสุด บางครั้งนอกจากดูแผนที่ที่แสดงอยู่แต่ยังต้องการค้นหาบริเวณที่สนใจอื่น ๆ สามารถทำได้โดยการคลิกที่ feature นั้น ๆ ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ ภายใต้ฐานข้อมูลได้ ArcMap ง่ายต่อการออกแบบแผนที่ที่ใช้ประกอบในเอกสาร และสิ่งพิมพ์ทางอีเล็กทรอนิกส์ สำหรับบางข้อมูลการนำเสนอในรูปแบบอื่นได้ดีกว่าแผนที่ เช่น กราฟ รายงาน

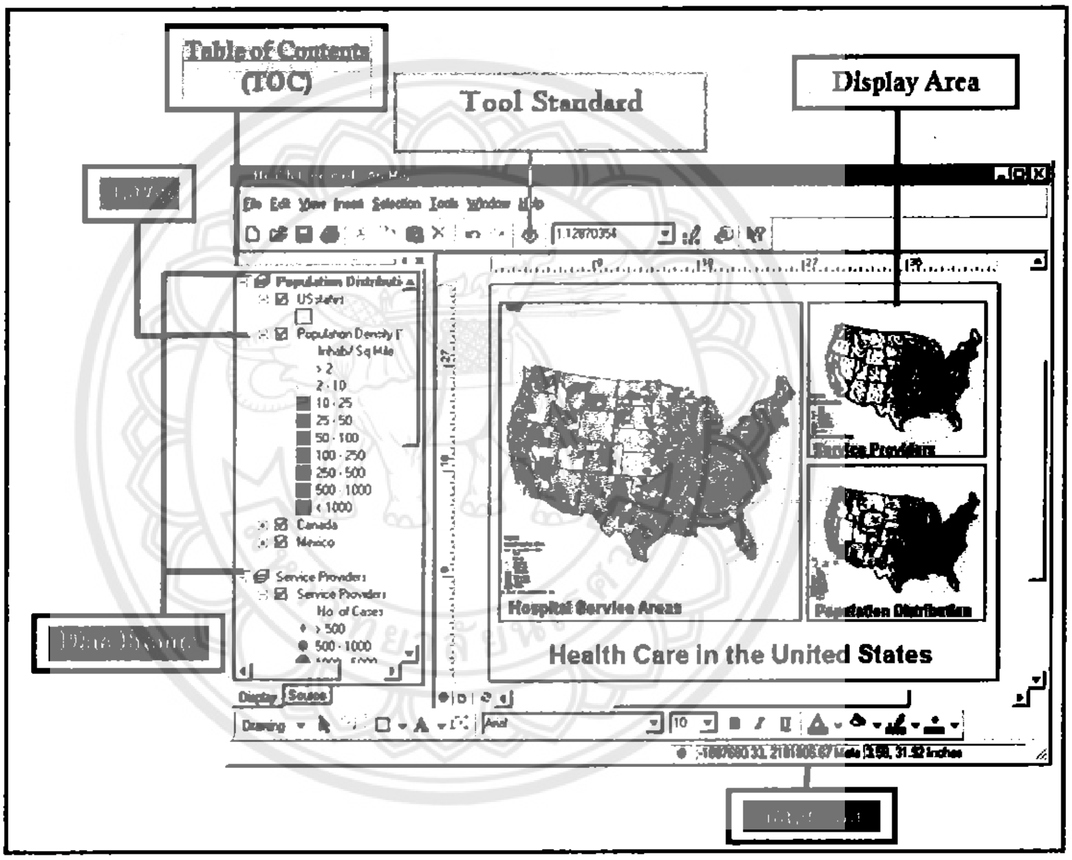


รูปที่ 3.1 การแสดงข้อมูลด้วยกราฟและรายงาน

3.2 หน้ากากของโปรแกรม ArcMap

หน้ากากของโปรแกรม ArcMap เป็นแบบผู้ใช้กำหนดเองซึ่งสามารถนำเมนู แถบเครื่องมือวางประกอบกันหรือแยกลอยอิสระได้ ง่ายต่อการใช้งานพร้อมทั้งมีเครื่องมือสำหรับเรียกดู ปรับแก้ข้อมูลแผนที่ และเชื่อมโยงกับข้อมูล

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

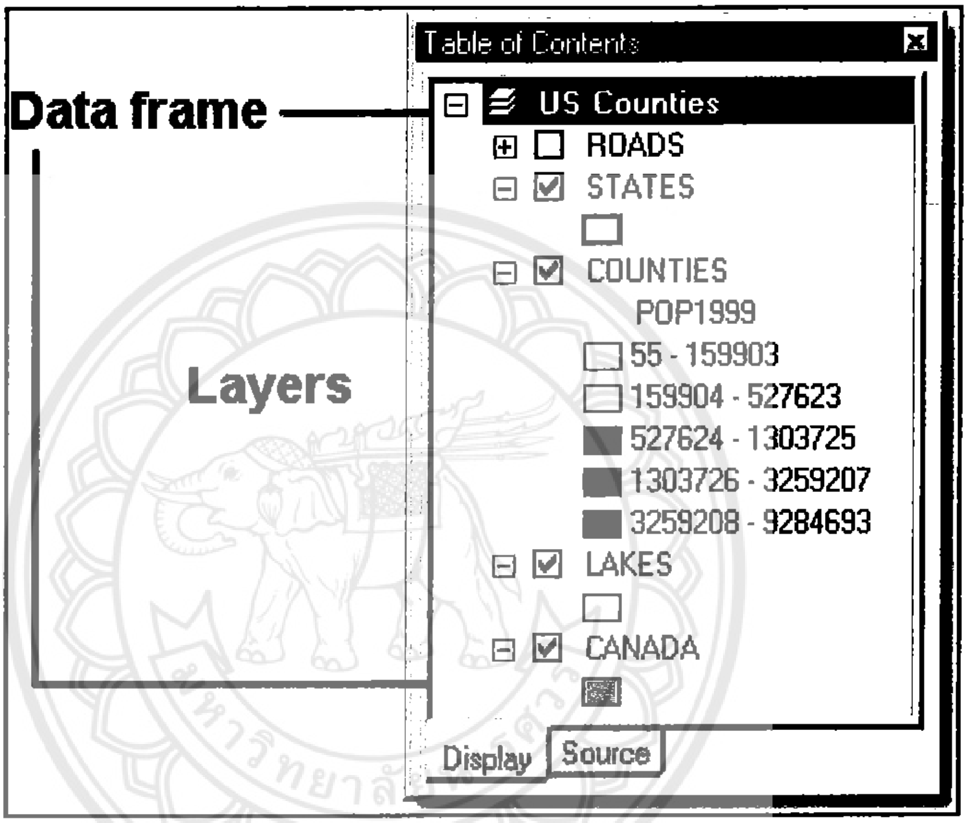


รูปที่ 3.2 แสดงหน้ากากของโปรแกรม ArcMap

3.2.1 ส่วนแสดงรายการของข้อมูล (Table of Contents)

โปรแกรม ArcMap จะมีส่วนที่เรียกว่า Table of Contents จะเป็นส่วนที่แสดงรายการกรอบข้อมูลและรายการของเลเยอร์ต่าง ๆ ที่แสดงอยู่ในส่วนแสดงแผนที่ รวมทั้งแสดงถึงสัญลักษณ์ที่นำเสนอในแต่ละเลเยอร์ สำหรับกล่อง (check box) เป็นตัวบ่งบอกว่าขณะที่ใช้งานอยู่นี้แสดงข้อมูลให้เห็นอยู่หรือไม่ ส่วนการวางเรียงลำดับของเลเยอร์ที่อยู่บนสุดใน Table of Contents จะแสดงผลข้อมูลอยู่ในชั้นบนสุดด้วย

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

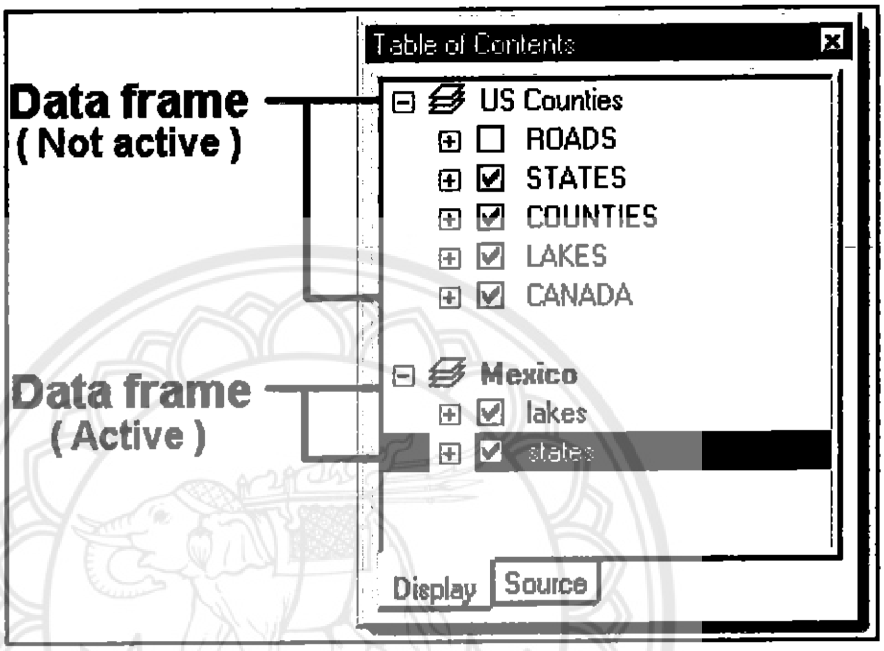


รูปที่ 3.3 แสดงส่วนแสดงรายการของข้อมูล (Table of Contents)

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 สำหรับกรอบแผนที่ที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงานสังเกตโดยตัวหนังสือของชื่อกรอบแผนที่ที่อยู่ในส่วน TOC จะเป็นตัวอักษรตัวหนา

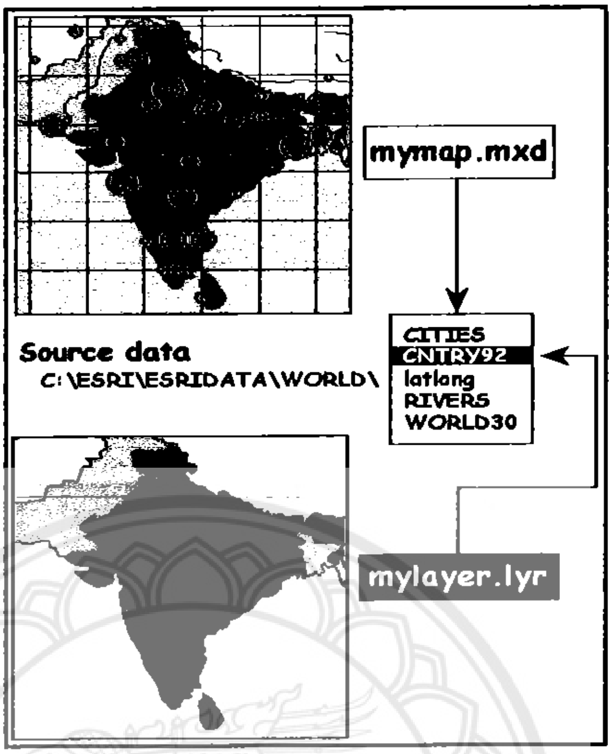
ในโปรแกรม ArcMap จะมีเพียงกรอบข้อมูลเดียวเท่านั้นที่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน และในกรอบข้อมูลจะมีเลเยอร์พร้อมให้ผู้ใช้ทำงานอยู่ด้วย การทำให้กรอบข้อมูลให้อยู่ในสถานะพร้อมทำงานทำโดยการคลิกขวาที่ชื่อของกรอบข้อมูลที่อยู่ในส่วนTable of Contents แล้วเลือกคลิก Activate จากเมนู Table of Contents แล้วคลิกเลือก Activate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



รูปที่ 3.4 แสดงกรอบข้อมูล (Data Frames)

3.2.3 เลเยอร์ (Layer)

ข้อมูลบนส่วนแสดงแผนที่แต่ละชั้นข้อมูลจะเรียกว่าเลเยอร์ ซึ่งในแต่ละเลเยอร์จะแสดงถึงประเภทของข้อมูลเช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ ขอบเขตการปกครอง หรือถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า ซึ่งในตัวของเลเยอร์เองจะไม่ได้จัดเก็บข้อมูลจริง ๆ ของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ไว้ แต่เป็นการอ้างอิงเส้นทางและชื่อของข้อมูลจริง ด้วยการอ้างอิงนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการจัดเก็บข้อมูลต้นฉบับไว้ในเอกสารแผนที่ ดังนั้นเมื่อตัวข้อมูลจริงมีการปรับปรุงบนแผนที่ในเอกสารแผนที่ก็จะปรับเปลี่ยนอัตโนมัติตามฐานข้อมูลภูมิศาสตร์

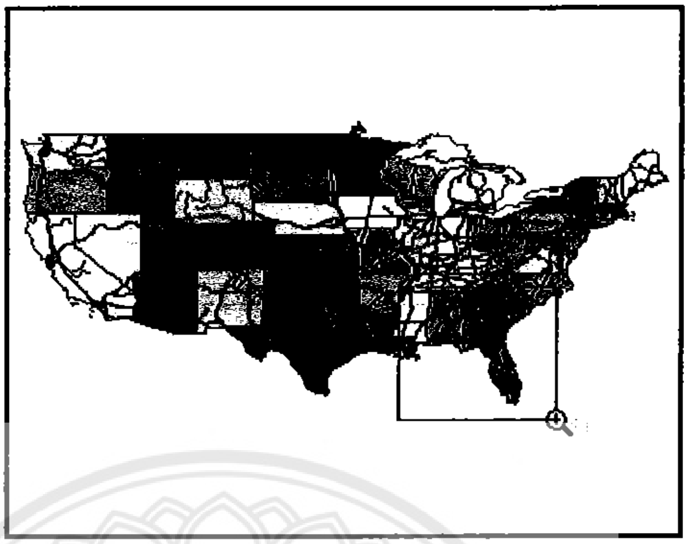


รูปที่ 3.5 แสดงเลเยอร์ (Layer)

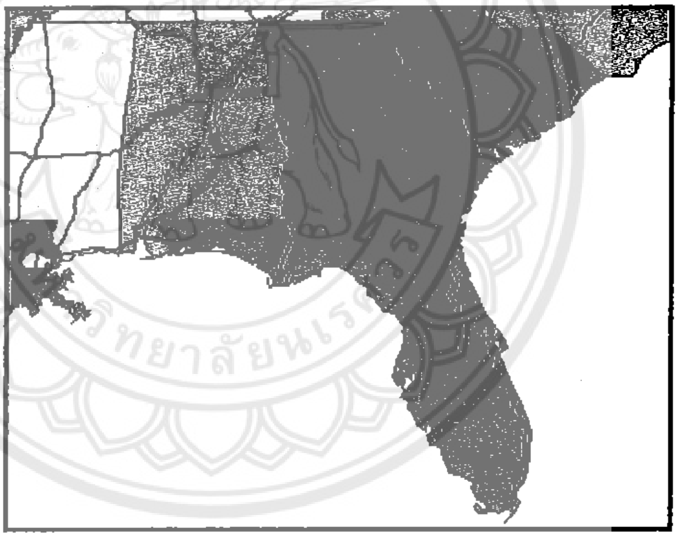
จากตัวอย่างด้านบนเอกสารแผนที่ชื่อ mymap.mxd ได้อ้างอิงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้งหมด เพื่อสร้างเป็นแผนที่ ดังเช่น เลเยอร์ที่ชื่อว่า mylayer.lyr ได้อ้างอิงฐานข้อมูลต้นฉบับอยู่ ซึ่งฐานข้อมูลสามารถถูกอ้างอิงได้หลาย ๆ ครั้งตามแต่ผู้ใช้ต้องการแสดงผลให้สัญลักษณ์แตกต่างกันไป ในส่วน Table of Contents จะพบว่ามีการจัดเรียงเลเยอร์อยู่ภายในกรอบข้อมูล สำหรับ Table of Contents สามารถมีกรอบข้อมูลได้มากกว่าหนึ่งกรอบข้อมูล

3.3 การเปลี่ยนกรอบแผนที่

เมื่อต้องการดูรายละเอียดบนแผนที่หรือดูข้อมูลตามขอบเขตที่แสดงอยู่ปัจจุบันผู้ใช้สามารถใช้การซูมเข้าและซูมออก ซึ่งการซูมเข้าและการซูมออกเป็นการเปลี่ยนกรอบ (extent) ซึ่งเป็นกรอบค่าพิกัดบริเวณที่ต้องการจะแสดงของชุดข้อมูลนั้น ๆ เมื่อคลิกปุ่ม Zoom In เมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปแว่นขยายที่มีเครื่องหมายบวกและเมื่อวาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมบริเวณที่สนใจ กรอบของแผนที่จะปรับเปลี่ยนตามที่ผู้ใช้ได้วาดได้ รวมทั้งมาตราส่วนแผนที่จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย



รูปที่ 3.6 แสดงแผนที่ก่อนทำการซูมเข้า (Zoom In)



รูปที่ 3.7 แสดงแผนที่หลังทำการซูมเข้า (Zoom In)

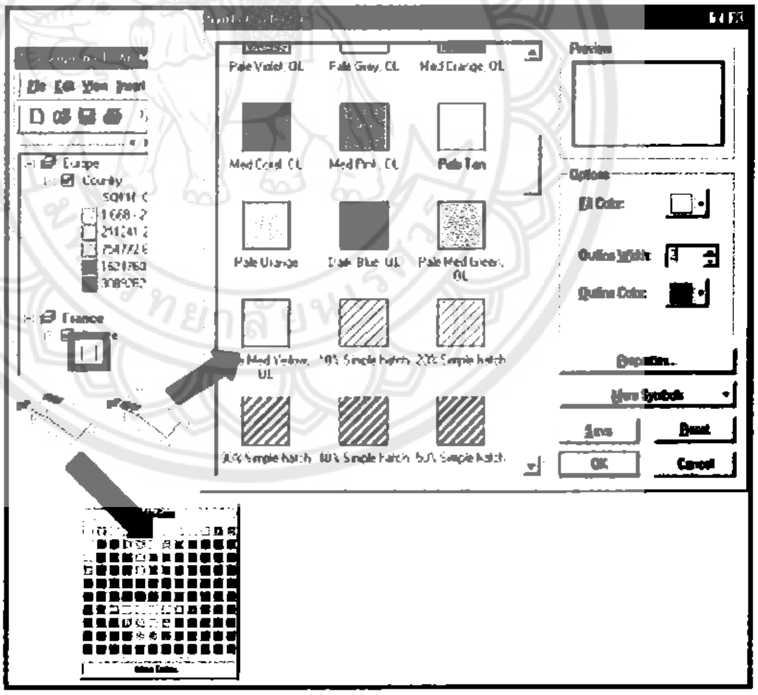
การซูมเข้าทำโดยการคลิกที่ปุ่ม Zoom In จากนั้นวาดเป็นสี่เหลี่ยมบริเวณที่สนใจ หลังจากวาดกรอบสี่เหลี่ยมแล้ว ข้อมูลแผนที่จะวาดใหม่อัตโนมัติในส่วนแสดงแผนที่ การซูมเข้าช่วยให้สังเกตเห็นข้อมูลรายละเอียดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.4 การให้สัญลักษณ์โดยโปรแกรม ArcMap

การให้สัญลักษณ์กับแผนที่เพื่อใช้ในการแสดงเลเยอร์นั้นเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับนักอ่านแผนที่ ในการศึกษาเรื่องการแสดงผลเลเยอร์ให้ผู้อ่านแผนที่ได้เข้าใจข้อมูลได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้อ่านแผนที่ได้เข้าใจถึงข้อมูลที่ต้องการแสดง

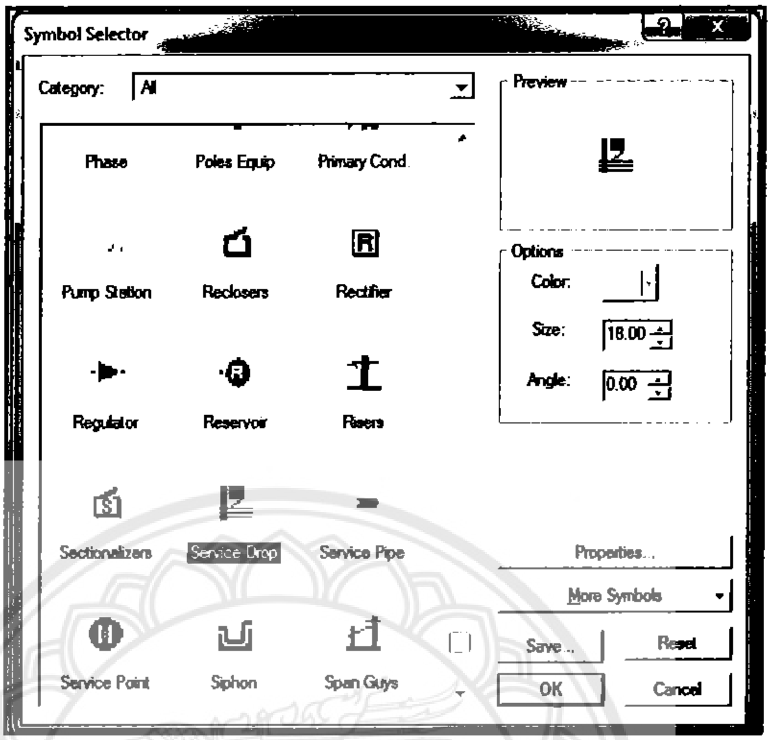
โปรแกรม ArcMap ได้จัดเตรียมรูปแบบการให้สัญลักษณ์แก่เลเยอร์เพื่อแสดงแผนที่ไว้หลายแบบเช่น ระบายสี สำหรับค่าตั้งต้นของการให้สัญลักษณ์แก่เลเยอร์มักไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังนั้นผู้ใช้ควรเรียนรู้การให้สัญลักษณ์แก่แผนที่

การคลิกที่สัญลักษณ์ของเลเยอร์ใน Table of Contents จะปรากฏหน้าต่าง Symbol Selector ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับแก้สัญลักษณ์ได้ตามต้องการ โปรแกรม ArcMap ได้จัดเตรียมรูปแบบสัญลักษณ์ให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้กับเลเยอร์ต่าง ๆ และผู้ใช้สามารถสร้างสัญลักษณ์ด้วยตนเองแล้วเรียกนำมาใช้งานได้ โดยค่าเริ่มต้นของโปรแกรม ArcMap สามารถเลือกใช้สัญลักษณ์ได้เป็น 2 แบบคือ ESRI และ Windows-generated symbol



รูปที่ 3.8 แสดงหน้าต่าง Symbol Selector

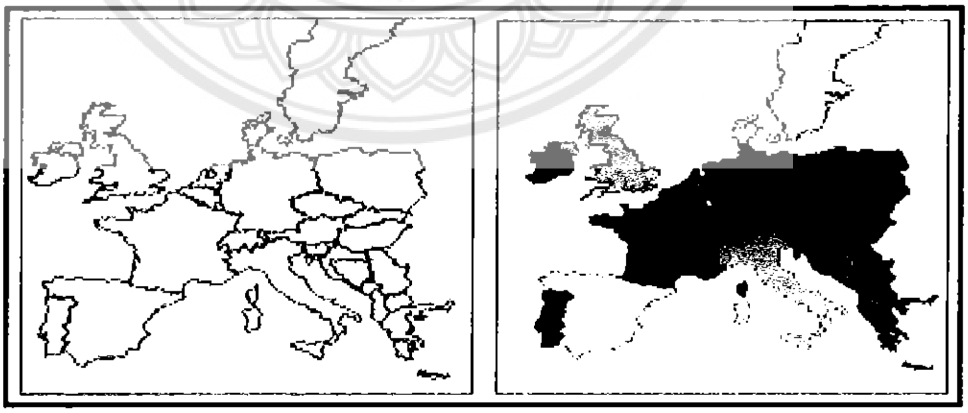
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ให้กับรูปร่างจุดแบบ Utilities symbol sets

3.4.1 การให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพ

เมื่อใช้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพในแผนที่ผู้ใช้สามารถให้สีแยกแต่ละประเภทในเลเยอร์ได้ หรือจะให้สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันไปก็ได้



รูปที่ 3.10 แสดงการให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงคุณภาพ

15509863
ป ร.
ม175ก
2553

จากตัวอย่างด้านบนแผนที่ด้านซ้ายมือให้สีเดียวกันเหมือนกันทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างเลเยอร์นี้กับเลเยอร์อื่น ส่วนแผนที่ด้านขวามือแยกให้สีแตกต่างกันไปตามขอบเขตประเทศเนื่องจากแผนที่นี้อาจออกแบบต้องการให้เห็นความแตกต่างระหว่างขอบเขตประเทศ โดยค่าเริ่มต้นโปรแกรมจะให้สีทั้งหมดในเลเยอร์เดียวกันเหมือนกันทั้งหมด แต่ผู้ใช้สามารถให้สัญลักษณ์กับกับข้อมูลเชิงคุณภาพให้แตกต่างกันตามข้อมูลจากตารางได้ ด้วยโปรแกรม ArcMap ผู้ใช้สามารถเลือกให้สัญลักษณ์แบบ unique ได้ 2 วิธีคือ

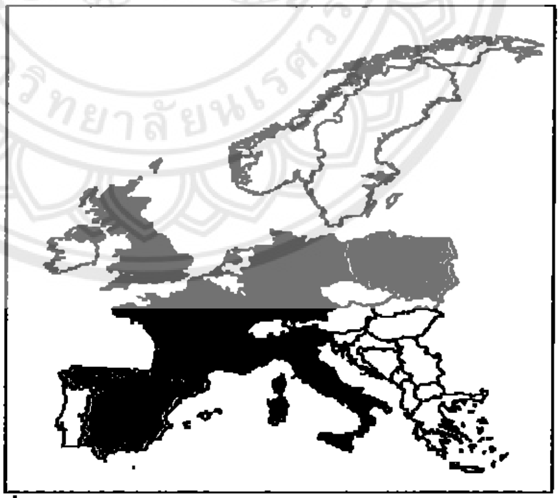
1. unique values using many fields
2. matching to symbols in a style

3.4.2 การให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงปริมาณ

แผนที่ข้อมูลเชิงปริมาณจะให้สัญลักษณ์โดยอาศัยค่าจากข้อมูลเชิงปริมาณที่เก็บอยู่ในฟิลด์ในตารางนำมาแสดงผลข้อมูล ซึ่งการให้สัญลักษณ์สามารถเปรียบเทียบค่าของข้อมูลในเรื่องเดียวกันได้โดยตรงจากแผนที่ สำหรับโปรแกรม ArcMap ผู้ใช้สามารถเลือกการให้สัญลักษณ์กับข้อมูลเชิงปริมาณได้ 3 วิธี คือ

1. Graduated colors

เป็นการให้สัญลักษณ์โดยการให้สีไล่ลำดับค่าสีไปตามค่าข้อมูลเชิงปริมาณนั้น ๆ

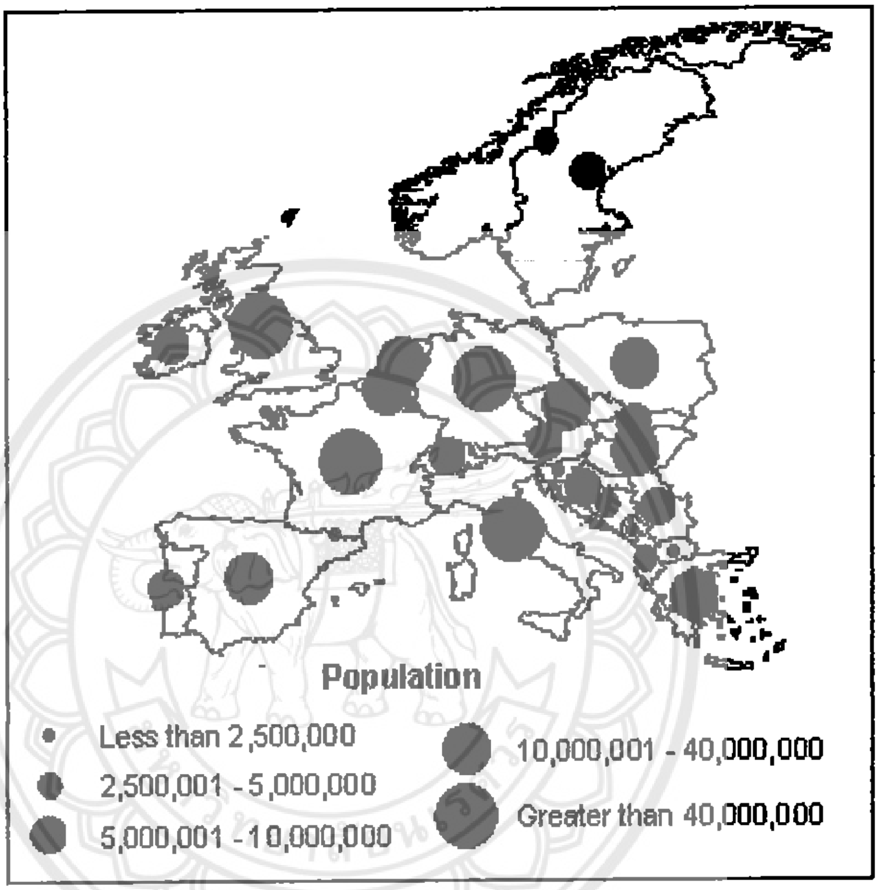


รูปที่ 3.11 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated colors

จากแผนที่ด้านบนในแต่ละประเทศจะแสดงโทนสีเขียวแตกต่างกันไปตามความหนาแน่นของประชากร โดยประเทศที่ให้สีเขียวเข้มจะแสดงถึงมีประชากรอยู่หนาแน่นมากและโทนเขียวขาวจะมีประชากรหนาแน่นน้อย

2. Graduated symbols

เป็นการให้ขนาดสัญลักษณ์แก่ข้อมูลเชิงปริมาณที่แบ่งเป็นอัตภาพชั้น เช่นรูปวงกลมจะกำหนดให้มีขนาดที่แสดงแตกต่างกันไปตามค่าของข้อมูลเชิงปริมาณที่แบ่งเป็นอัตภาพชั้น

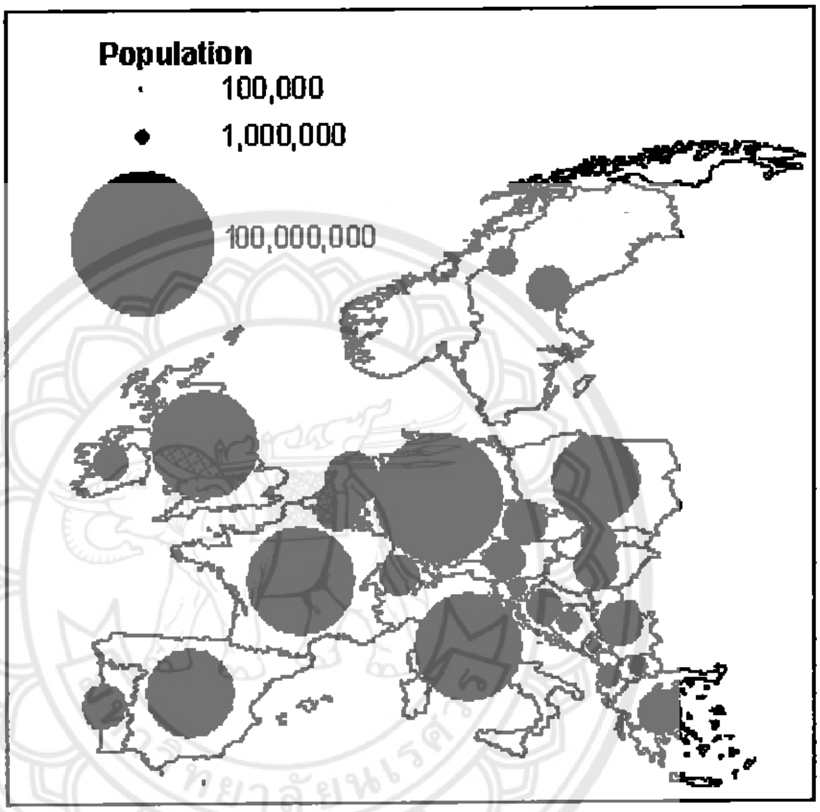


รูปที่ 3.12 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Graduated symbols

จากตัวอย่างด้านบน ในแต่ละประเทศจะมีรูปวงกลมอยู่หนึ่งในห้าขนาดตามแต่ความหนาแน่นของประชากร โดยขนาดของวงกลมแต่ละขนาดจะสัมพันธ์กับความหนาแน่นของประชากรในแต่ละช่วงชั้น

3. Proportional symbols

เป็นการให้ขนาดสัญลักษณ์แก่ข้อมูลเชิงปริมาณ เช่นรูปวงกลมจะกำหนดให้มีขนาดสัมพันธ์กับค่าของข้อมูลเชิงปริมาณอย่างถูกต้อง



รูปที่ 3.13 แสดงการให้สัญลักษณ์แบบ Proportional symbols

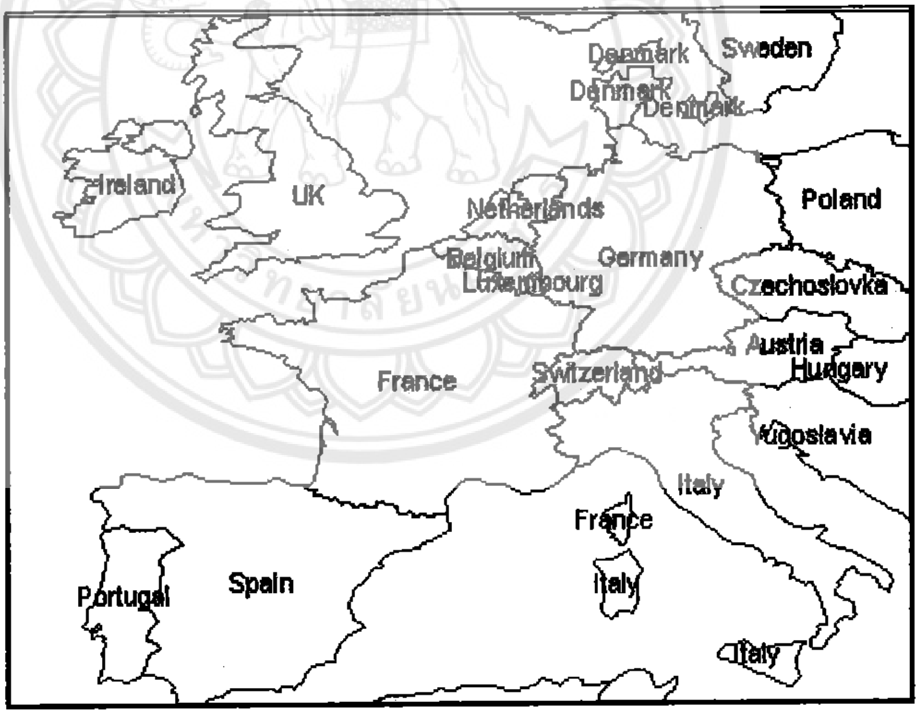
จากตัวอย่างด้านบน ในแต่ละประเทศจะมีรูปวงกลมซึ่งมีขนาดสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาแน่นของประชากร โดยไม่แบ่งกลุ่มความหนาแน่นของประชากรก่อน

3.5 การติดป้าย

การสร้างแผนที่เมื่อผู้สร้างแผนที่ได้ติดป้ายลงรูปต่าง ๆ ในแผนที่แล้วจะทำให้ผู้ที่อ่านแผนที่สามารถอ่านแล้วเข้าใจได้อย่างรวดเร็วและง่ายต่อการแปลแผนที่ โดยโปรแกรม ArcMap ผู้ใช้สามารถติดป้ายให้แก่แผนที่โดยอาศัยค่าจากตารางข้อมูล หรือผู้ใช้พิมพ์ลงไปเองบนแผนที่

การติดป้ายลงบนแผนที่ช่วยให้อ่านแผนที่ได้เข้าใจง่าย การติดป้ายหลาย ๆ ป้ายบนเรื่องเดียวกันสามารถทำได้แต่สังเกตว่าทำให้รกรุงรังดังเช่น ตัวอย่างแผนที่รูปด้านล่างมีการติดป้ายประเทศเดนมาร์คอยู่ 3 ป้าย การวางป้ายลงบนแผนที่จำเป็นต้องคำนึงถึง ตัวอักษร (front) ขนาดและตำแหน่งให้เหมาะสมกับมาตราส่วนของแผนที่ รวมทั้งจำนวนของป้ายทั้งหมดที่จำเป็นต้องใส่ลงไป แต่ผู้ใช้สามารถตั้งค่าคุณสมบัติการติดป้าย (label properties) ได้จากหน้าต่าง Layer Properties

การเลือกให้บริเวณใดควรติดป้าย และการปรับตั้งการแสดงป้ายตามมาตราส่วนของแผนที่มีผลสำคัญต่อการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมให้แก่ผู้อ่านแผนที่ โปรแกรม ArcMap ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับควบคุมตำแหน่ง ตัวอักษร สี ขนาด มาตราส่วน และการควบคุมตัวอักษรอื่น ๆ สำหรับให้ผู้ใช้ได้ปรับตั้งการติดป้ายลงบนแผนที่



รูปที่ 3.14 แสดงการติดป้ายให้กับแผนที่

บทที่ 4
การสร้างแผนที่

แผนที่สร้างขึ้นเพื่อสื่อสารข้อมูลทางภูมิศาสตร์ การสร้างแผนที่ควรระมัดระวังการจัดเรียงองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดแผนที่ที่มีประสิทธิภาพ

นักออกแบบแผนที่สร้างและจัดเรียงองค์ประกอบของแผนที่ได้หลากหลายรูปแบบ ขั้นตอนการออกแบบแผนที่ควรสร้างโครงร่างของแผนที่ก่อนจะสร้างแผนที่จริง นักออกแบบแผนที่ควรสร้างแผนที่บนพื้นฐานต่อไปนี้คือ องค์ประกอบของแผนที่ทั้งหมดต้องสมดุล องค์ประกอบของแผนที่จะต้องเด่นชัด องค์ประกอบของแผนที่จะต้องให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ต้องการสื่อสารได้โดยง่าย

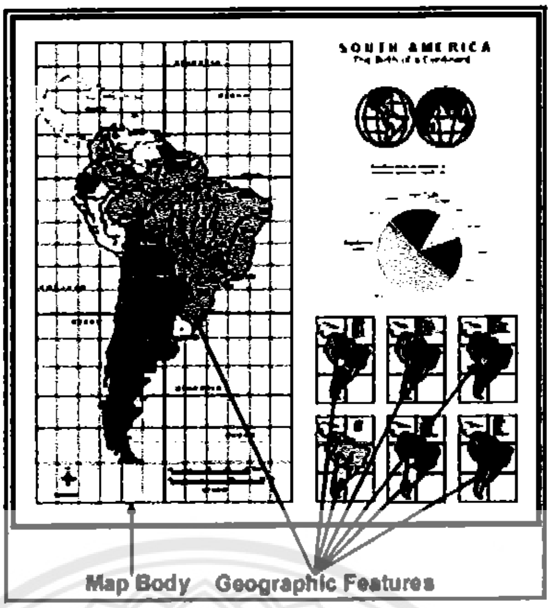
4.1 วัตถุประสงค์ของการสร้างแผนที่

ต้องการสร้างสื่อสำหรับสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและสื่อสารอย่างชัดเจน ไม่ใช่แค่ต้องการสร้างแผนที่ที่สวยงามเท่านั้น แต่ต้องการให้ผู้อ่านแผนที่เมื่อเห็นแผนที่เพียงครู่เดียวแล้วเข้าใจแผนที่ เพราะว่าแผนที่จะมีหัวเรื่องซึ่งแจ้งเรื่องที่นำเสนอแผนที่ ประกอบกับมีขนาดใหญ่พอสมควร รวมทั้งการนำเสนอแผนที่หลักควรสอดคล้องกับหัวเรื่องและวางตำแหน่งแผนที่ให้ดึงดูดใจผู้อ่านแผนที่ด้วย ผู้สร้างแผนที่สามารถสร้างแผนที่ให้เป็นที่น่าสนใจโดยใช้สัญลักษณ์องค์ประกอบแผนที่อื่นๆดึงดูดความสนใจของผู้อ่านแผนที่ รวมทั้งสื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบแผนที่ คือ วัตถุประสงค์ของแผนที่ ผู้ที่นำไปใช้งาน มาตราส่วน และรูปแบบการนำไปใช้งาน

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

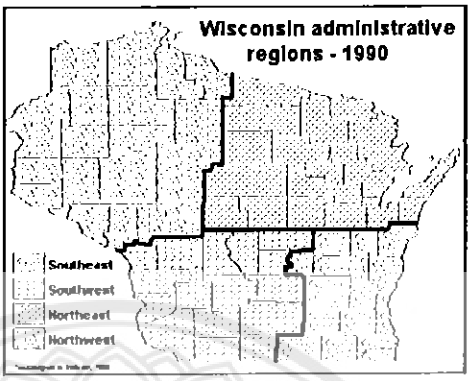
4.3.2 แผนที่โคลโรเพลท (Chloroplast Map)

เป็นแผนที่ที่แสดงลำดับความแตกต่างของปริมาณหรือคุณภาพเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จากมากไปหาน้อย หรือเหมาะสม-ไม่เหมะสม โดยการใช้สี หรือสัญลักษณ์ เช่น แผนที่แสดงระดับความสูง

4.3.3 แผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic maps)

เป็นแผนที่ที่แสดงเฉพาะเจาะจงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเช่นแผนที่ความหนาแน่นของประชากร โดยทั่วไปแผนที่เฉพาะเรื่องจะให้ข้อมูลจากหนึ่งเรื่องหรือเรื่องที่สัมพันธ์กัน แผนที่เฉพาะเรื่องแบ่งออกเป็นสองแบบคือ แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพ แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ

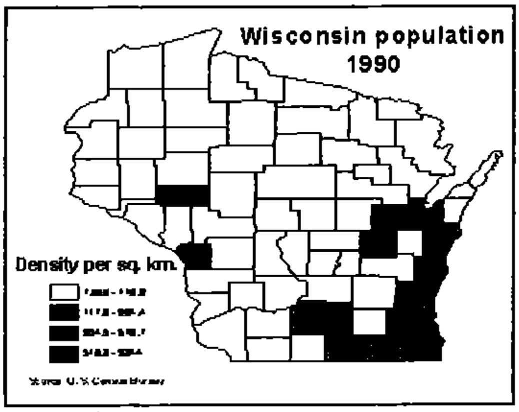
1. แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพแสดงสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันตามข้อมูลเชิงบรรยาย เช่นแผนที่ชนิดดิน ซึ่งดินแต่ละประเภทจะแสดงด้วยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน อาทิ สี ตัวอย่างด้านล่างเป็นแผนที่ขอบเขตการปกครองแสดงขอบเขตที่แตกต่างกันด้วยสัญลักษณ์ที่ต่างกัน



รูปที่ 4.2 แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์มีความสำคัญต่อการแสดงความแตกต่างระหว่างข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้สัญลักษณ์ของ สี รูปร่าง ความหยาบละเอียด อื่น ๆ ให้กับแผนที่ได้

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



รูปที่ 4.3 แผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณ

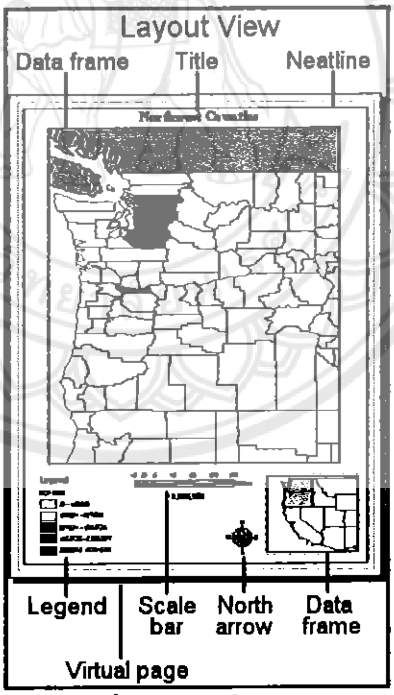
4.4 การสร้างแผนที่โดยโปรแกรม ArcMap

การทำงานกับองค์ประกอบแผนที่เช่น 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

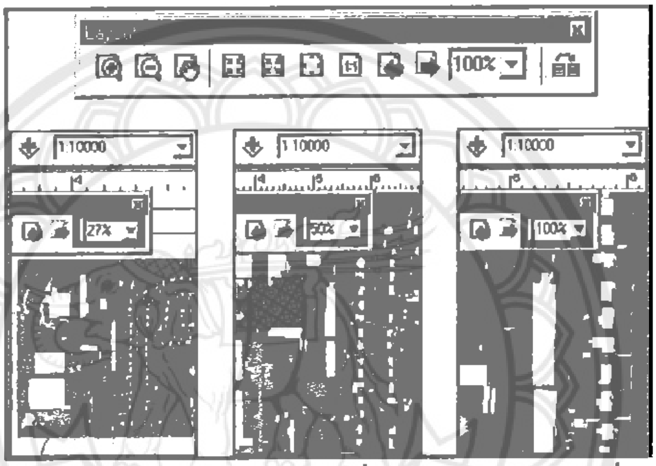


รูปที่ 4.4 การทำงานในมุมมองร่างแผนที่สามารถเพิ่มองค์ประกอบแผนที่ได้ เช่น ตัวแผนที่หลัก หัวเรื่องแผนที่ เข็มทิศ แถบมาตราส่วน สัญลักษณ์

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 %

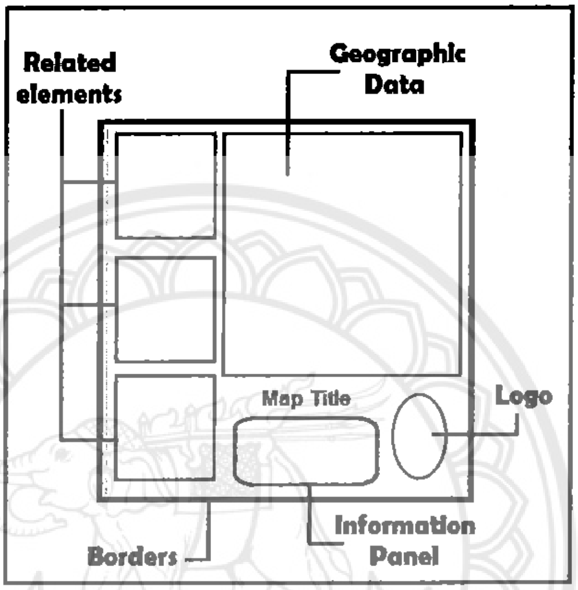


รูปที่ 4.5 เมื่อซูมเข้าและซูมออกในมุมมองร่างแผนที่ รายละเอียดของแผนที่จะมากน้อยต่างกันแต่มาตราส่วนของแผนที่ยังคงเดิม

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

4.4.3 การเพิ่มองค์ประกอบแผนที่

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



รูปที่ 4.6 การใช้กราฟิกเช่นกรอบภาพ กราฟ และโลโก้ช่วยให้ภาพรวมของแผนที่แลดูนุ่มนวลสวยงามมากขึ้น

หัวเรื่องแผนที่ที่ดีควรมีขนาดที่ได้สัดส่วน แผนที่ทุกแผนที่มักจะมีหัวเรื่องแผนที่และบางแผนที่ยังมีหัวแผนที่รองด้วย หากออกแบบแผนที่เป็นแผนที่ชุด (map series) ควรวางตำแหน่งของหัวแผนที่ไว้ก่อน และเมื่อสร้างแผนที่แล้วจึงใส่หัวเรื่องขั้นตอนหลังก็ได้

องค์ประกอบกราฟิกเช่น เส้น กล่อง กรอบของแผนที่ ซึ่งควรออกแบบขนาดและสีของกราฟิกให้เหมาะสม โปรแกรม ArcMap ได้ออกแบบกราฟิกเหล่านี้พร้อมสำหรับนำมาใช้งาน เช่นกรอบแผนที่สามารถเลือกแบบกรอบโดยคลิกขวาที่กรอบแผนที่และเลือกเมนู Properties จากนั้นเลือกแท็บ Frame ภาพของคน สถานที่ และวัตถุที่นำประกอบในร่างแผนที่เป็นการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างร่างแผนที่กับรูปจริง รูปภาพสามารถนำมาจากกล้องถ่ายภาพดิจิตรอน ภาพจากการสแกน โลโก้ หรือภาพที่สร้างจากโปรแกรมทางรูปภาพ กราฟและรายงานเป็นการสรุปรายงานจากข้อมูลในตาราง เมื่อสร้างกราฟหรือรายงานสามารถนำมาวางไว้ในร่างแผนที่ได้โดยง่าย ซึ่งกราฟและรายงานช่วยทำให้แผนที่มีข้อมูลที่จูงใจมากขึ้น

4.5 ขั้นตอนการสร้างแผนที่

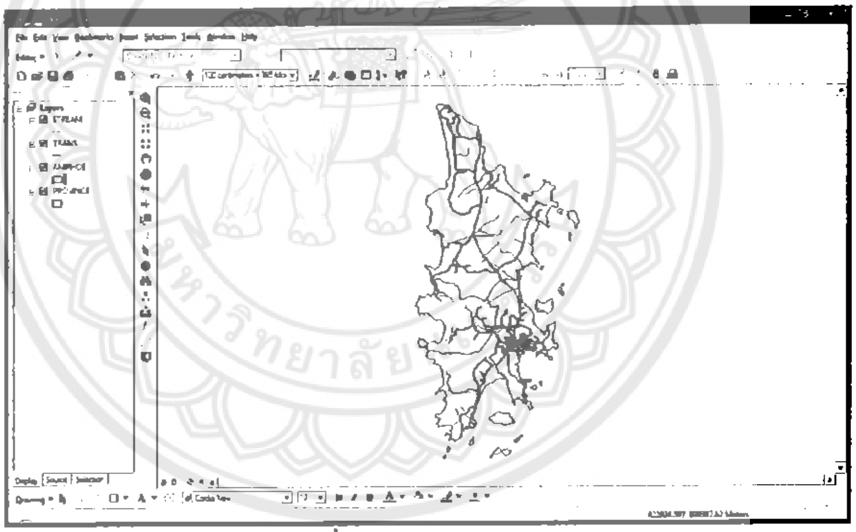
ก่อนทำ Layout จะควรเตรียมแผนที่ รวมถึงควรปรับสัญลักษณ์ หรือเปลี่ยนชื่อชั้นข้อมูลซึ่งข้อมูลอาจจะประกอบด้วยชั้นข้อมูลของแม่น้ำ ถนน ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น

เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในการใช้ ArcMap สร้างแผนที่ขั้นตอนต่อไปนี้ใช้ข้อมูลของจังหวัดภูเก็ตประกอบการอธิบายการสร้างแผนที่

4.5.1 เปิดโปรแกรมและนำเข้าข้อมูล

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

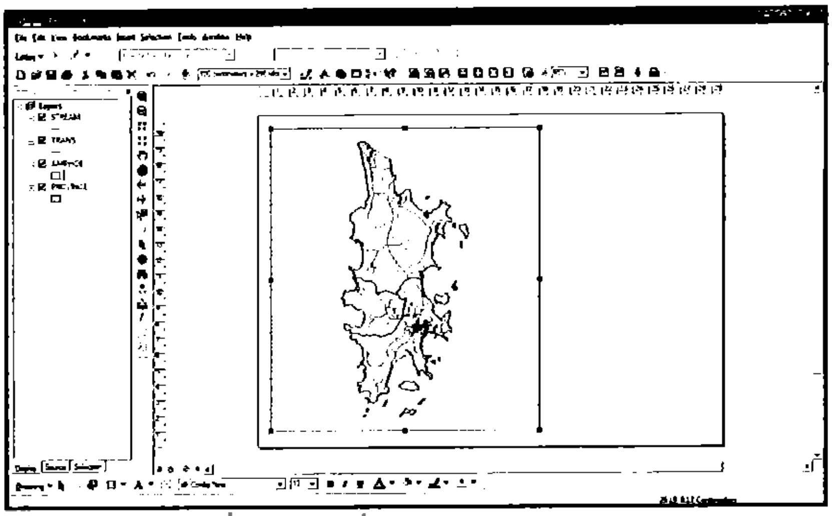
เมื่อเอกสารแผนที่เปิดออกมาจะเปิดออกมาอยู่ในมุมมองร่างแผนที่ประกอบด้วยกรอบข้อมูลแผนที่และองค์ประกอบแผนที่อื่นๆ ซึ่งถูกจัดเรียงไว้แล้วสังเกตว่าแถบเครื่องมือ Layout ขณะนี้อยู่ในโหมดพร้อมใช้งาน



รูปที่ 4.7 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

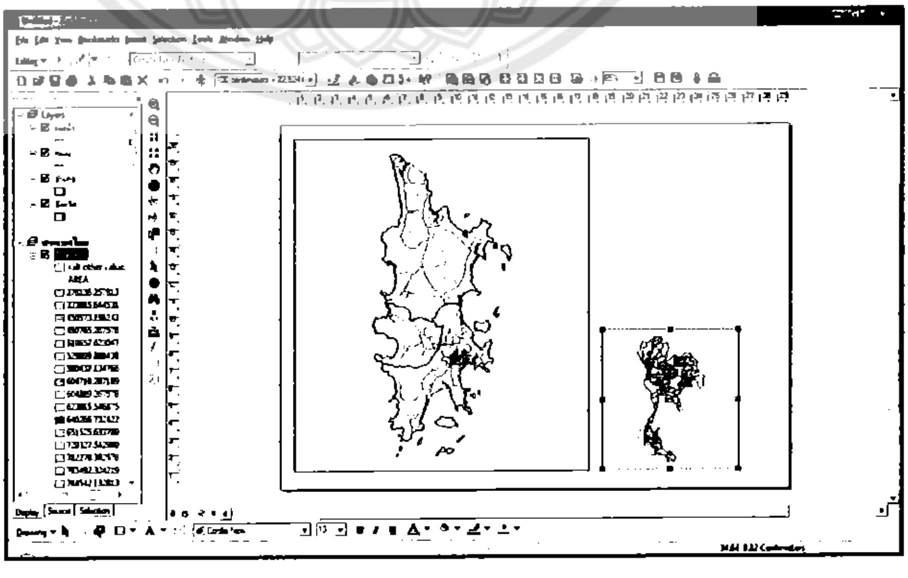


รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนขนาดของกรอบข้อมูล

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

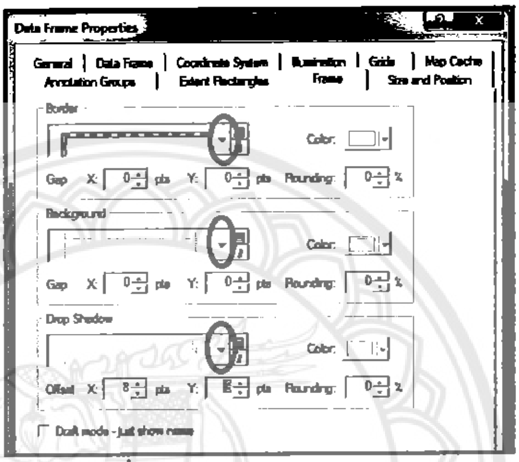


รูปที่ 4.9 การสร้างแผนที่รองในแผนที่หลัก

4.5.5 ปรับแต่ง data frames

ขณะนี้มีฟีเจอร์แผนที่ที่กำหนดขนาดและวางตำแหน่งไว้โดยประมาณแล้ว จากนั้นทำการเปลี่ยนสีกรอบภาพและสีพื้นหลังของแผนที่

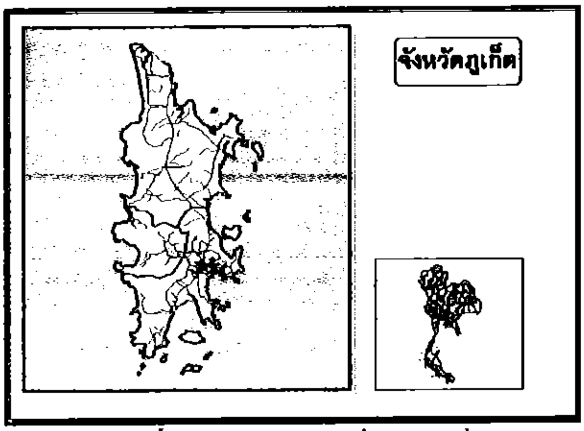
ใน Table of Contents คลิกขวาบน Data frame เลือก Properties คลิกแท็บ Frame แล้วปรับแต่งขอบ (Border) พื้นหลัง (Background) และแสงเงา (Drop Shadow) คลิกที่เครื่องหมายลูกศรเพื่อแสดงรายการและคลิกเลือกเพื่อปรับแต่งรายละเอียดแล้วกดปุ่ม OK



รูปที่ 4.10 ปรับแต่ง data frames

4.5.6 การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่เข้าไปในร่างแผนที่

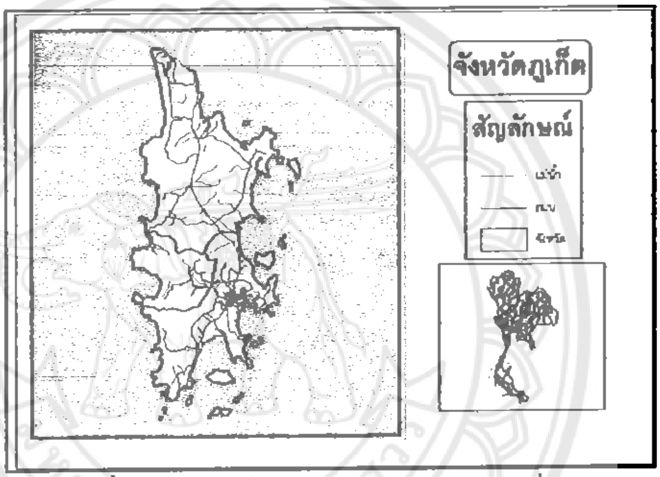
การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่เข้าไปในแผนที่ทำโดย จากเมนูหลักคลิกเลือกเมนู Insert จากนั้นคลิกเลือกเมนู Title ซึ่งโดยค่าตั้งต้นชื่อหัวเรื่องแผนที่จะเป็นชื่อเดียวกับเอกสารแผนที่ แล้วจากนั้นดับเบิ้ลคลิกที่ title จะพบหน้าต่าง Properties แล้วคลิกที่แท็บ Text ข้อความเป็นชื่อที่ต้องการ จับองค์ประกอบ title ลากไปตรงบริเวณที่ต้องการบนแผนที่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



รูปที่ 4.11 การเพิ่มหัวเรื่องแผนที่

4.5.7 เพิ่มสัญลักษณ์กับร่างแผนที่

การเพิ่มสัญลักษณ์กระทำโดย จากเมนูหลักคลิกเลือกเมนู Insert จากนั้นคลิกเลือกเมนู Legend จะปรากฏหน้าต่าง Legend Wizard แสดงออกมา ในบริเวณ Legend Items คลิกที่ อำเภอ จากนั้นคลิกที่เครื่องหมายลูกศรชี้ไปทางด้านซ้ายมือ เพื่อเลือกให้ไม่ต้องแสดงสัญลักษณ์ของเลเยอร์ อำเภอ 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



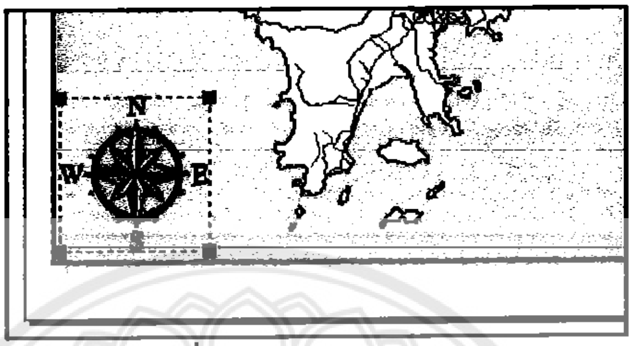
รูปที่ 4.12 การเพิ่มสัญลักษณ์สำหรับแผนที่หลัก

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

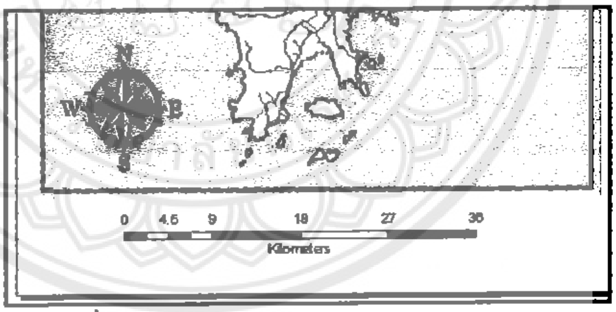
4.5.8 การเพิ่มเข็มทิศและแถบมาตราส่วน

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



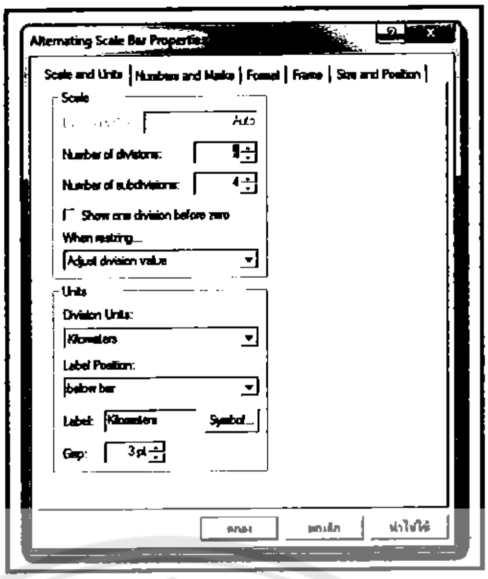
รูปที่ 4.13 ตำแหน่งของเข็มทิศ

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



รูปที่ 4.14 ตำแหน่งของแถบมาตราส่วน

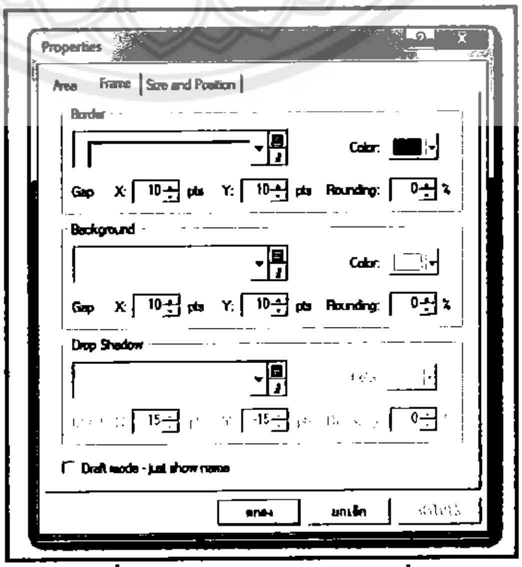
ดับเบิ้ลคลิกที่แถบมาตราส่วนจะปรากฏหน้าต่าง Properties คลิกที่แท็บ Scale and Units ใต้ช่อง "When resizing" ให้เลือก Adjust width และค่าในช่อง Division เป็น Auto สำหรับช่อง Label Position เลือก below bar คลิกปุ่ม OK



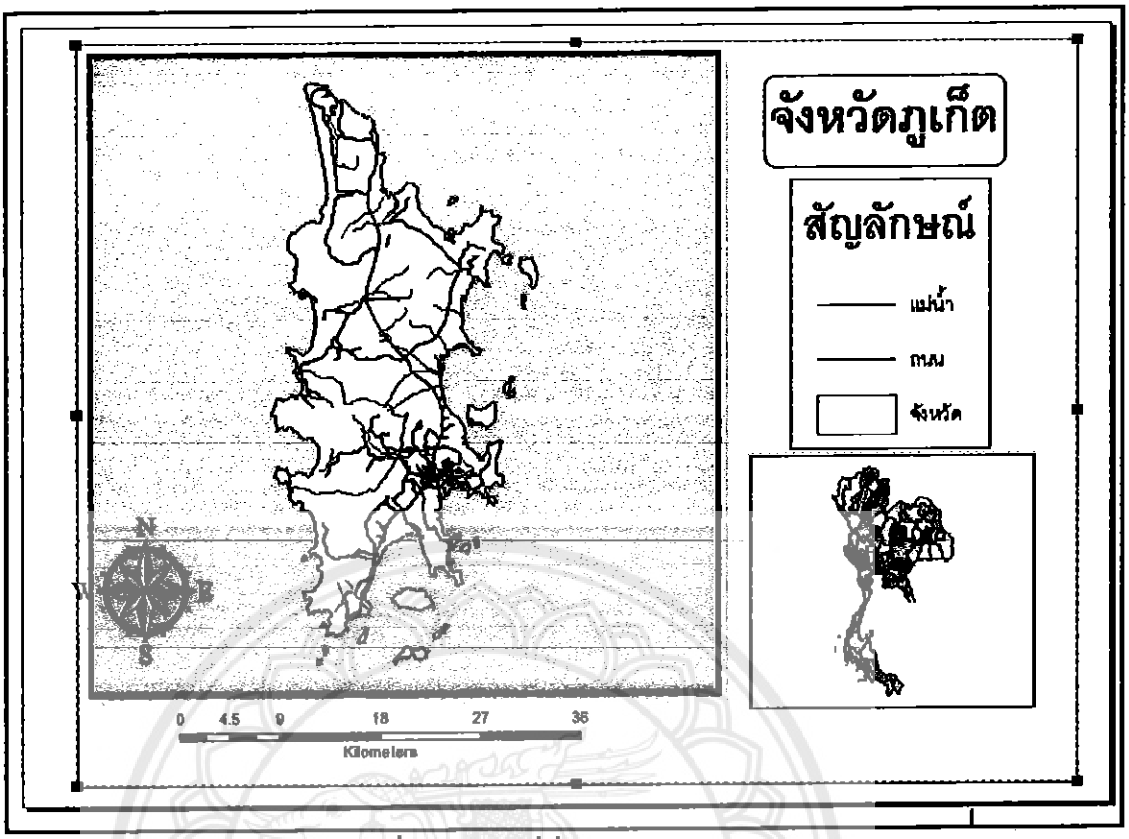
รูปที่ 4.15 ปรับสเกลของแถบมาตราส่วน

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 4.16 ปรับแต่งขอบแผนที่



รูปที่ 4.17 แผนที่ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

4.5.10 บันทึกเอกสารแผนที่

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

บทที่ 5

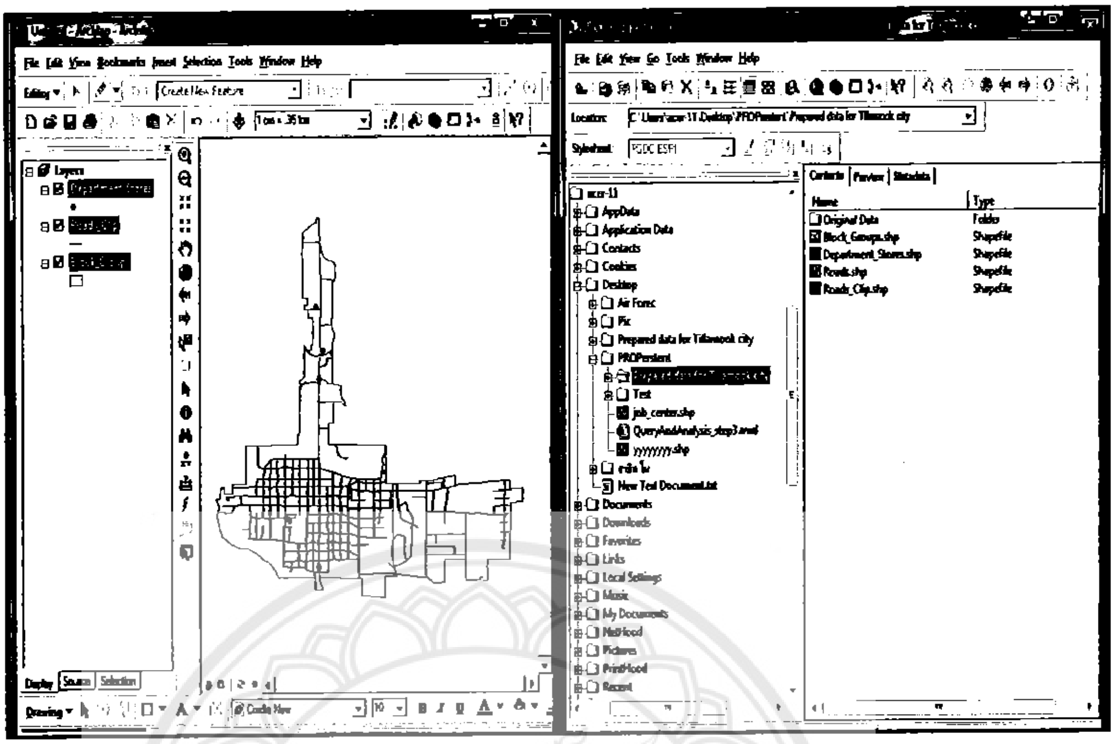
การวิเคราะห์ข้อมูลหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานสงเคราะห์คนชรา

เนื้อหาในบทนี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่าย โดยใช้ตัวอย่างข้อมูลระบบสารสนเทศของเมือง Tillamook ซึ่งประกอบไปด้วย 3 เลเยอร์ คือ พื้นที่ย่อยของเมือง (Block_Groups.shp) ถนน (Roads_Clip.shp) และ ห้างสรรพสินค้า (Department_Stores.shp)

หลักการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานสงเคราะห์คนชราจะพิจารณาเลือกจากพื้นที่ย่อยที่มีประชากรในช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไปอยู่หนาแน่น และจะพิจารณาสร้างสถานสงเคราะห์คนชราในห้างสรรพสินค้าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งจะคำนึงถึงความสะดวกในการเดินทางโดยพิจารณาห้างสรรพสินค้าอยู่ใกล้กับถนนในระยะ 25 เมตรเป็นตัวกำหนด

5.1 การเรียกใช้โปรแกรม ArcMap และ ArcCatalog

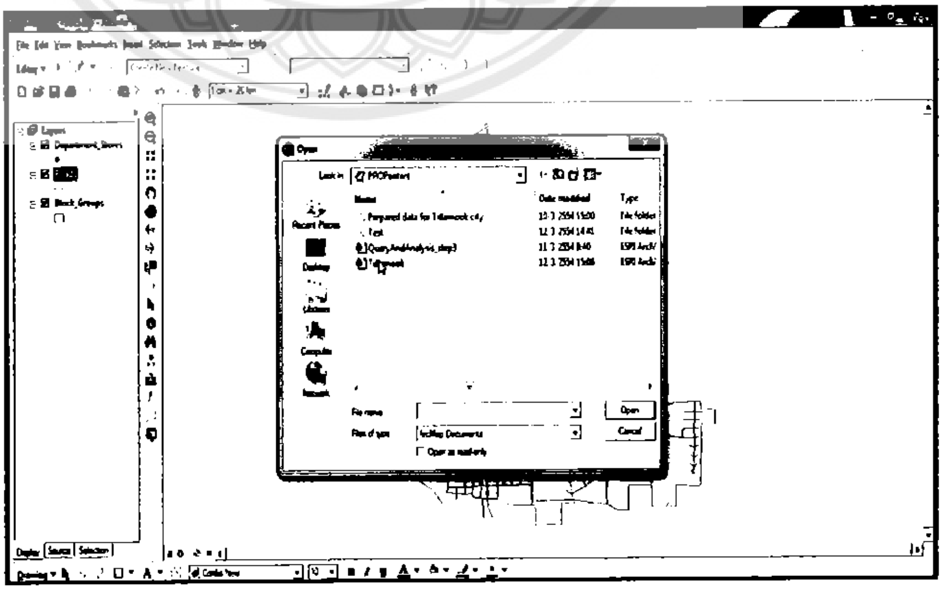
เปิดโปรแกรม ArcCatalog เพื่อดึงข้อมูลของแผนที่ มาใส่ยัง Arc Map และเรียกเอกสารจากโฟลเดอร์ Prepared data for Tillamook city โดยเรียกจากไฟล์ Block_Groups.shp Department_Stores.shp และ Roads_Clip.shp มายังโปรแกรม Arc Map จะปรากฏเป็นแผนที่เส้นทางการเดินรถ และห้างสรรพสินค้า



รูปที่ 5.1 ดึงข้อมูลของแผนที่จาก ArcCatalog มาใส่ใน ArcMap

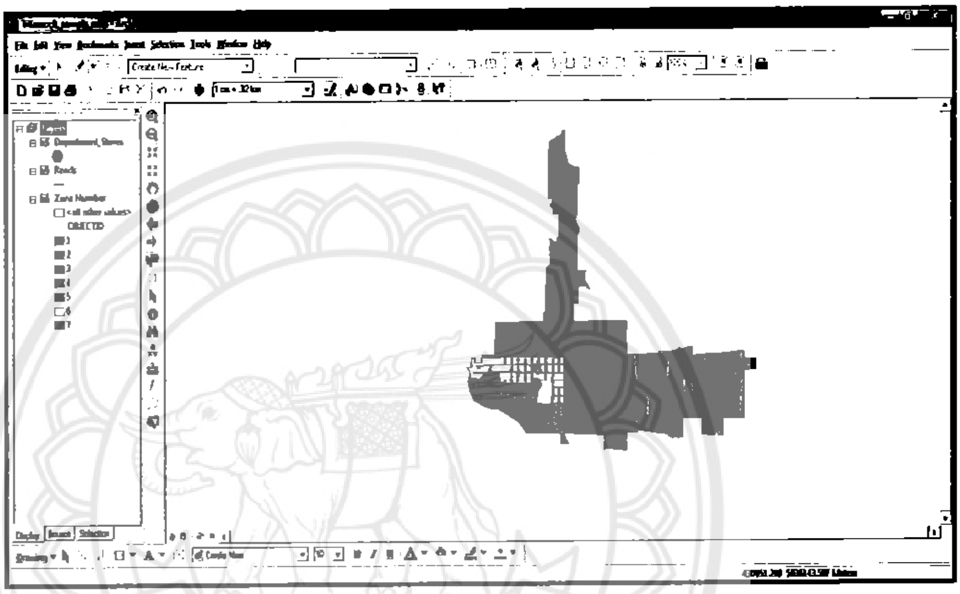
5.2 การปรับแก้การแสดงผลของแต่ละเลเยอร์

ทำการเปลี่ยนชื่อถนน จาก Road Clip ให้เป็น Road เพราะได้ทำการตัดถนนมาในพื้นที่ของเราแล้ว จากนั้นให้ทำการบันทึกโดยตั้งชื่อไฟล์เป็น Tillamook แล้วทำการบันทึกข้อมูล



รูปที่ 5.2 ปรับแก้การแสดงผลของแต่ละเลเยอร์โดยเปลี่ยนชื่อในถนน

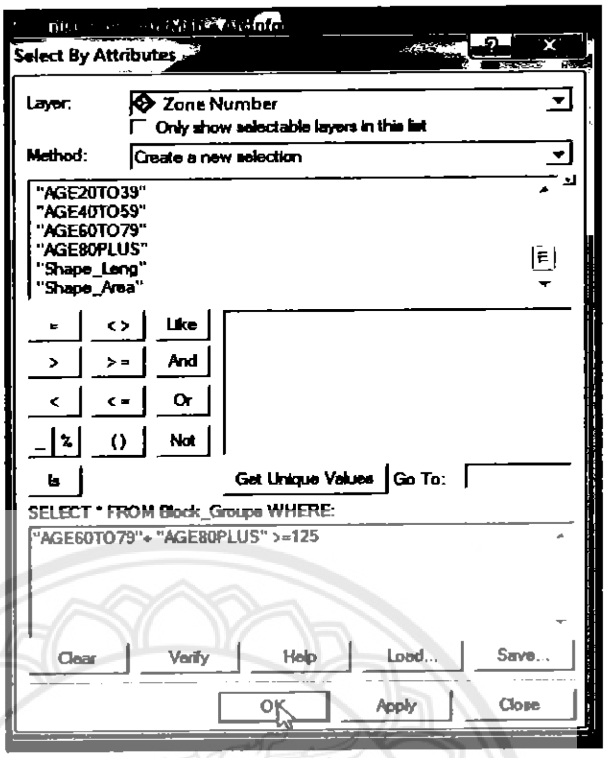
จากนั้นให้ทำการคลิกขวาที่ Zone Numberแล้วเลือก Layer Properties เพื่อทำการเปลี่ยนข้อมูลภายใน โดยให้มาเลือกที่หัวข้อ Symbology ในหน้าต่างทางซ้ายให้เลือก Categories คลิกที่ Unique values และในช่องของ Value Field ให้เลือก Objected เพื่อกำหนดหมายเลขโซนของพื้นที่ซึ่งมี 7 โซน หลังจากนั้นให้ทำการคลิกแทบ Labels เพื่อทำการเปลี่ยนขนาดตัวหนังสือ ให้เลือก Objectid และปรับขนาดตัวอักษร



รูปที่ 5.3 กำหนดหมายเลขโซนของพื้นที่ซึ่งมี 7 โซน

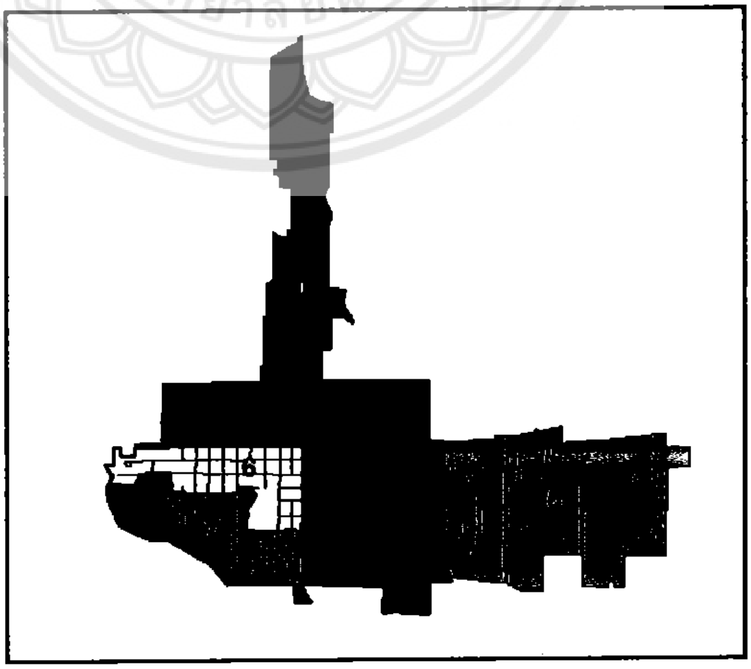
5.3 การค้นหาพื้นที่ย่อยที่มีจำนวนผู้สูงอายุอยู่หนาแน่น

ค้นหาพื้นที่ย่อยที่มีประชากรสูงอายุอยู่หนาแน่น โดยเลือกเมนู Selection จากเมนูหลัก หลังจากนั้นเลือก Set Selectable Layers ทำเครื่องหมายถูก Zone Number และ Department Stores layers คลิกปุ่ม Close จากเมนูหลักเลือกเมนู Selection หลังจากนั้นเลือก Select By Attributes ในรายการของ Layer เลือก Zone Numberในขั้นตอนต่อไปสร้างเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูล ในรายการ Fields ดับเบิ้ลคลิก [AGE60TO79] (จำนวนประชากรที่มีอายุระหว่าง 60 ถึง 79 ปี) พิมพ์เครื่องหมายบวก (+) จากนั้นดับเบิ้ลคลิกที่ [AGE80PLUS] (จำนวนประชากรที่มีอายุมากว่า 80) ต่อไปคลิกที่เครื่องหมายมากกว่า (">") และพิมพ์ 125 เมื่อเงื่อนไขเสร็จแล้วซึ่งควรจะเหมือนกับภาพด้านล่างนี้



รูปที่ 5.4 กำหนดเงื่อนไขหาจำนวนผู้สูงอายุอยู่หนาแน่น

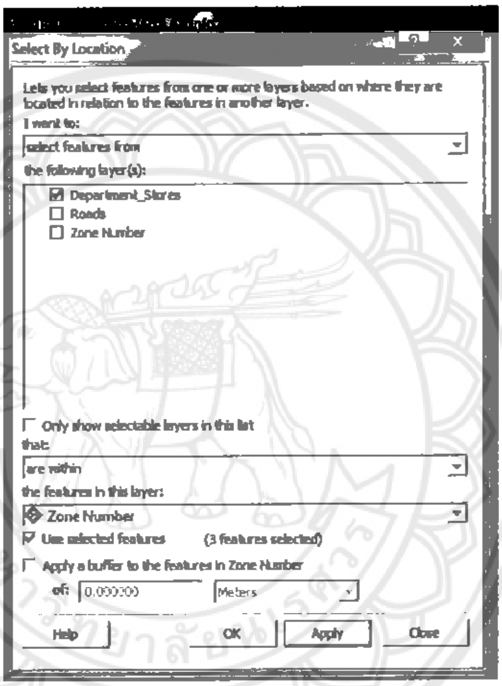
คลิกปุ่ม Apply จากนั้นปิดหน้าต่าง Select By Attributes ผลที่ได้คือพื้นที่ย่อยที่มีเงื่อนไขสอดคล้องก็จะถูกเลือกอยู่ในแผนที่



รูปที่ 5.5 พื้นที่ย่อยที่มีเงื่อนไขสอดคล้องก็จะถูกเลือกอยู่ในแผนที่

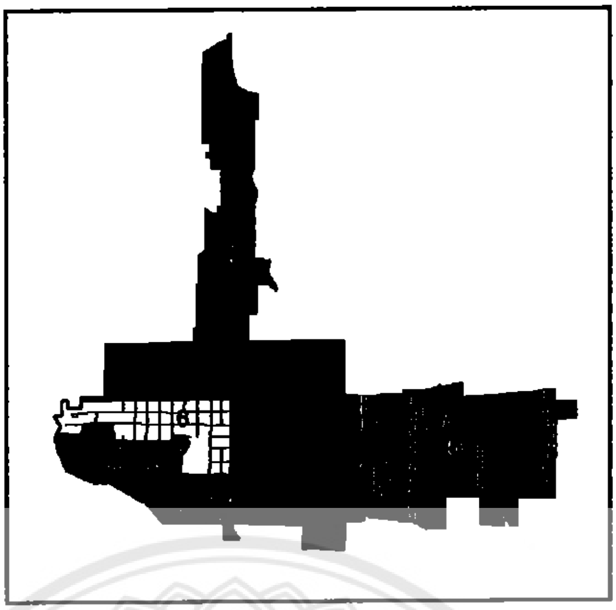
5.4 การค้นหาห้างสรรพสินค้าที่อยู่ในพื้นที่ย่อยที่ได้เลือกไว้แล้ว

ต่อไปจะค้นหาห้างสรรพสินค้าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ย่อยที่ถูกเลือกอยู่โดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial query) จากเมนูหลักเลือกเมนู Selection หลังจากนั้นเลือก Select By Location หน้าต่าง Select By Location ก็จะเปิดออกมา เลือกเงื่อนไขโดยตั้งโจทย์ว่าต้องการเลือกฟีเจอร์จากเลเยอร์ Department Stores ซึ่งตกอยู่ในฟีเจอร์ที่ได้เลือกไว้แล้วของเลเยอร์ Zone Number การเลือกในหน้าต่างที่ถูกต้อง สามารถตรวจดูผลเทียบกับภาพด้านล่างว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่



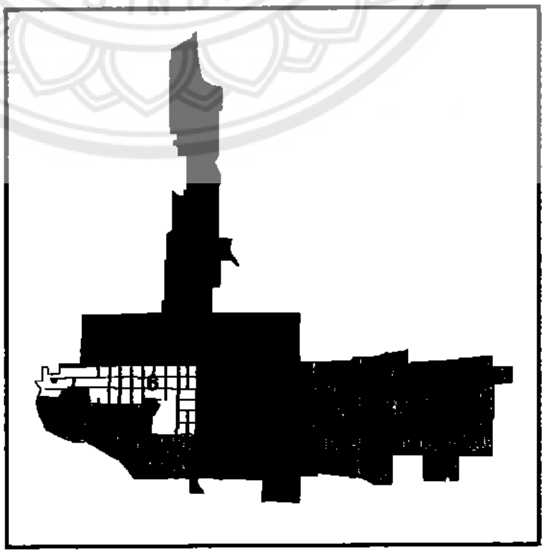
รูปที่ 5.6 ค้นหาห้างสรรพสินค้าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ย่อยที่ถูกเลือกอยู่โดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial query)

กดปุ่ม Apply จากนั้นคลิกปุ่ม Close ผลของการเลือกจะมีห้างสรรพสินค้าอยู 3 แห่งที่ถูกเลือก



รูปที่ 5.7 ห้างสรรพสินค้าที่ตั้งอยู่ใน Zone Number ถูกเลือกอยู่

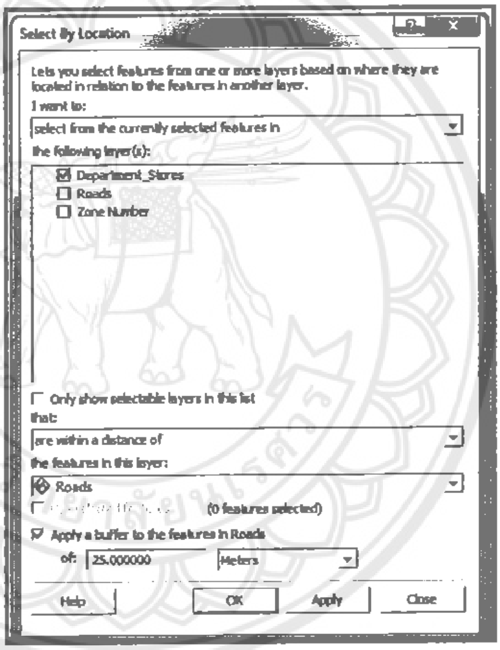
ยกเลิกการเลือกฟีเจอร์ Zone Number จากเมนูหลักเลือกเมนู Selection หลังจากนั้นคลิกเลือก Interactive Selection Method และคลิกเลือก Remove From Current Selection บนแถบเครื่องมือคลิกปุ่ม Select Features และนำเมาส์มาคลิกทุก ๆพื้นที่ย่อยที่ถูกเลือกอยู่เพื่อยกเลิกการเลือก (ต้องระวังไม่ให้นำห้างสรรพสินค้าออกจากการเลือก)



รูปที่ 5.8 ยกเลิกการเลือกฟีเจอร์ Zone Number

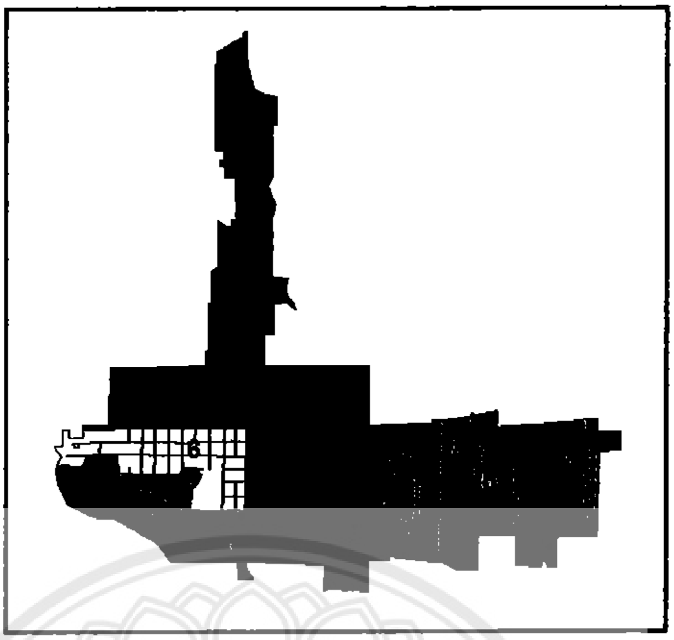
5.5 การค้นหาห้างสรรพสินค้าที่อยู่ใกล้กับถนน

ต่อไปต้องค้นหาว่าห้างสรรพสินค้าทั้งสามแห่งนี้อยู่ใกล้กับถนนหรือไม่ เพื่อความสะดวกของผู้ใช้บริการ สถานสงเคราะห์คนชราแห่งใหม่นี้ควรจะอยู่ห่างจากถนนไม่เกินกว่า 25 เมตร จากเมนูหลักเลือกเมนู Selection หลังจากนั้นเลือก Select By Location ในหน้าต่าง Select By Location สร้างเงื่อนไขโดยต้องการเลือกฟีเจอร์ที่ได้เลือกไว้อยู่แล้ว (select features from the currently selected features in) จากเลเยอร์ Department Stores โดยมีระยะทางห่างไม่น้อยกว่า 25 เมตร (are within a distance of) ของฟีเจอร์จากเลเยอร์ Road ควรให้มีการทำบัฟเฟอร์เป็นระยะทาง 25 เมตร Apply a buffer to the feature ตรวจสอบว่าเงื่อนไขกับจากภาพด้านล่างว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่



รูปที่ 5.9 กำหนดเงื่อนไขว่าห้างสรรพสินค้าทั้งสามแห่งอยู่ใกล้กับถนน 25 เมตร

คลิกปุ่ม Apply จากนั้นคลิกปุ่ม Close ผลจากเงื่อนไขจะพบห้างสรรพสินค้า 2 แห่งที่ถูกเลือก

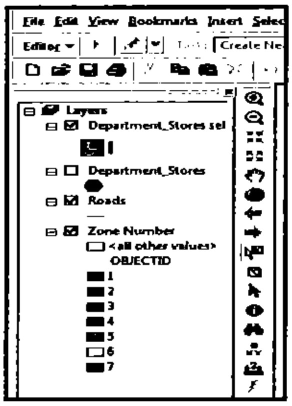


รูปที่ 5.10 ห้างสรรพสินค้า 2 แห่งที่ถูกเลือก ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

ผลจากการวิเคราะห์พบว่ามีห้างสรรพสินค้า 2 แห่งตรงกับความต้องการของการสร้างสถานสงเคราะห์คนชราคือ จะต้องเป็นพื้นที่ที่มีผู้สูงอายุอย่างหนาแน่น (อายุมากว่า 60 ปี) และจะต้องอยู่ห่างจากถนนไม่เกินกว่า 25 เมตร

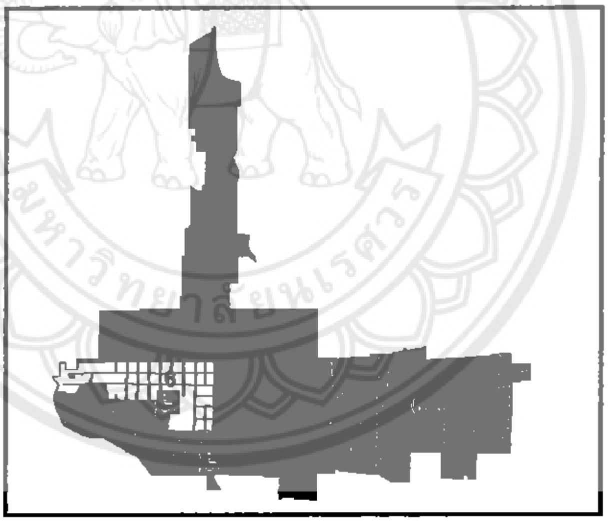
5.6 การแสดงผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมและการสร้างแผนที่

ใน Table of Contents คลิกขวาที่ Department Stores คลิกเลือก Selection จากนั้นคลิกเลือก Create Layer from Selected Features จะพบเลเยอร์ใหม่เพิ่มเข้าไปใน Table of Contents ซึ่งประกอบด้วยห้างสรรพสินค้าทั้งสองแห่งที่ถูกเลือกอยู่ เลเยอร์นี้เป็นส่วนหนึ่งจาก Department Stores โดยข้อมูลต้นฉบับไม่มีการเปลี่ยนแปลง และทำการเปลี่ยนชื่อเป็น Care Center



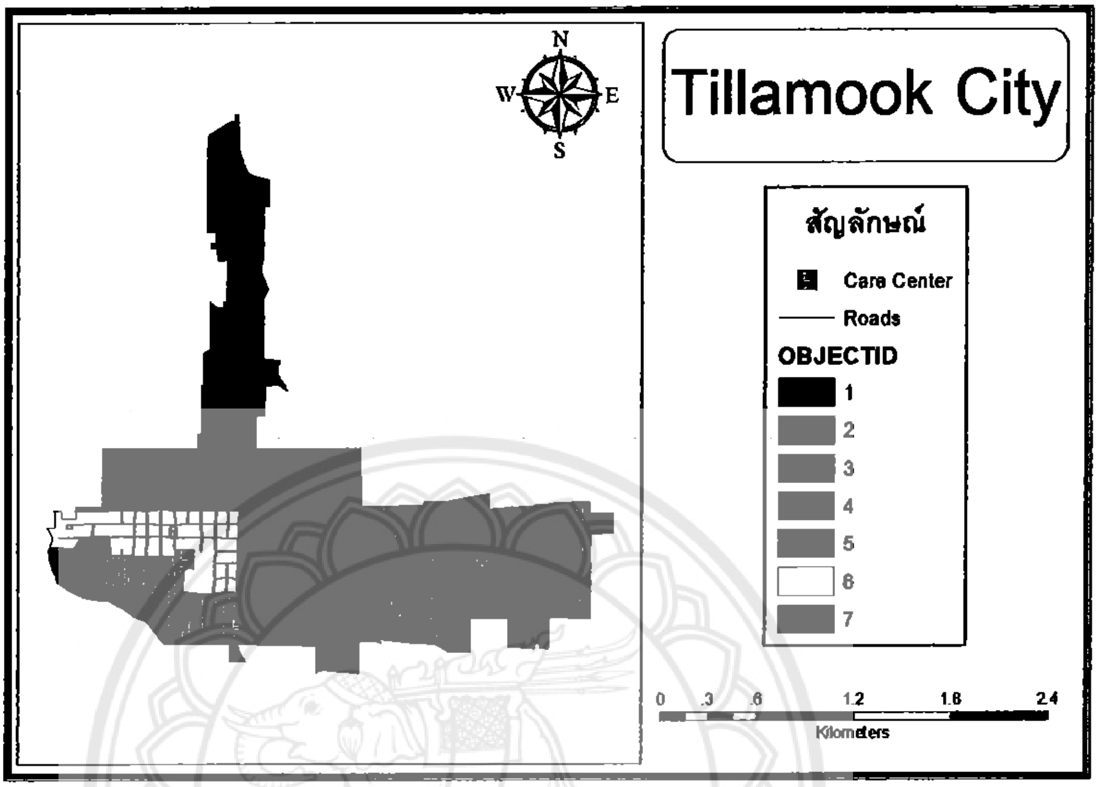
รูปที่ 5.11 สร้างเลเยอร์ใหม่ที่ประกอบด้วยห้างสรรพสินค้าทั้งสองแห่งที่ถูกเลือกอยู่

ทำให้เลเยอร์ Department Stores ไม่ต้องแสดงผลทางหน้าจอ เปลี่ยนชื่อของเลเยอร์ใหม่เป็น Care Center อาจเปลี่ยนสัญลักษณ์ให้สื่อความหมายตามความเหมาะสมดังตัวอย่างที่แสดงในรูปข้างล่าง



รูปที่ 5.12 พื้นที่เหมาะสมสำหรับตั้งสถานสงเคราะห์คนชรา

จากข้อมูลนี้สามารถสร้างแผนที่แสดงตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานสงเคราะห์คนชราในเมือง Tillamook โดยใช้ Layout View ดังรูปข้างล้าง



รูปที่ 5.13 แผนที่แสดงสถานสงเคราะห์คนชราในเมือง Tillamook

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)

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 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** นครปฐม : มหาวิทยาลัยมหิดล.

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

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายมนูญ คำโสม

ภูมิลำเนา 8/15 ถ. พหลโยธิน ต. ระแหง อ. เมือง จ. ตาก

ประวัติการศึกษา

- *จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตากพิทยาคม*
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **fainal_world@hotmail.com**

ชื่อ นายวีรวัฒ แก้วพินิจ

ภูมิลำเนา 95 ม.11 ถ.พิษณุโลก-หล่มสัก ต.วังทอง อ.วังทอง จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **l_cohol_lism@hotmail.com**

ชื่อ นายวงศกร ทองดี

ภูมิลำเนา 343/2 หมู่ 1 ต. ไผ่ล้อม อ. ลับแล จ. อุตรดิตถ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหนองเสือวิทยาคม
- **ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4**
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **hodwong_holy@hotmail.com**