บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาฐานข้อมูลระบบท่อจ่ายน้ำประปาในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ การประปาส่วนภูมิภาค มีแนวทางและทฤษฎีด้านต่างๆ ที่ต้องนำมาประกอบการพัฒนาระบบ ซึ่งสามารถแยกออกเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีด้านระบบท่อจ่ายน้ำประปา

2.2 ทฤษฎีด้านการควบคุมน้ำสูญเสีย

2.3 ทฤษฎีด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.4 ทฤษฎีด้านระบบฐานข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล

2.5 ทฤษฎีด้านการออกแบบและการพัฒนาระบบสารสนเทศ

2.6 ทฤษฎีด้านการเขียนโปรแกรม

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีด้านระบบท่อจ่ายน้ำประปา

สมาคมการประปาแห่งประเทศไทย (2544 : 55-76) กล่าวถึงระบบการขนส่งน้ำของการประปาว่าสามารถแยกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

ระบบขนส่งน้ำดิบ

ระบบท่อขนส่งน้ำ มีหน้าที่นำน้ำดิบจากแหล่งน้ำดิบ มายังระบบทำความสะอาดน้ำประปา (Water Treatment Plant) และนำน้ำประปาจากระบบทำความสะอาด ไปยังชุมชนซึ่งเป็นผู้รับบริการน้ำประปา ระบบท่อขนส่งน้ำจะยาวหรือสั้นเพียงใด จึงขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแหล่งน้ำดิบและขึ้นอยู่กับวิธีขนส่งน้ำว่าเป็นแบบไหลเองตามธรรมชาติ หรือไหลด้วยเครื่องสูบน้ำ ท่อขนส่งน้ำอาจใช้เป็นแบบรางเปิด (Open Channal) หรือแบบท่อปิดภายใต้แรงดัน (Pressure Pipe) ทั้งนี้แล้วแต่สภาพภูมิประเทศและวัสดุที่มีไว้สร้างท่อ ท่อเหล่านี้อาจวางไปตามแนวเดียวกับเส้น Hydraulic Grade Line (HGL) ดังเช่นในกรณีของคลองส่งน้ำหรือรางเปิด ที่วางบนพื้นดินอย่างไรก็ตาม ท่อขนส่งน้ำอาจไม่อยู่ในแนวของเส้น Hydraulic Grade Line ก็ได้ ดังเช่นในกรณีของท่อปิดที่อยู่ภายใต้แรงดัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยในการกำหนดขนาดและรูปร่างของท่อขนส่งน้ำได้แก่ ปัจจัยทางชลศาสตร์ ทางโครงสร้าง และทางเศรษฐกิจ โดยปรกติอัตราเร็วของการไหลของน้ำ ภายในท่อมักอยู่ระหว่างประมาณ 1-1.7 เมตร/วินาที ดังนั้น เมื่อรู้อัตราการไหลของน้ำ ก็จะสามารถคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดและเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อได้ เนื่องจากความต้องการน้ำมีความแปรปรวนสูงมาก ท่อจึงต้องมีขนาดใหญ่มากเพื่อให้สามารถขนส่งน้ำได้ทันตลอดเวลา โดยปรกติความต้องการน้ำสูงสุดมักเกิดขึ้นเพียงในช่วงสั้น การใช้ประโยชน์จากท่อขนาดใหญ่มากจึงทำไม่ได้เต็มที่ และไม่เป็นการประหยัดเลย วิธีแก้ไขสามารถทำได้โดยสร้างอ่างเก็บน้ำสำรอง (Service or Distributing Reservior) ซึ่งทำหน้าที่สำรองน้ำเมื่อเกิดไฟไหม้หรือเมื่อต้องการซ่อมแซมท่อ เป็นต้น เมื่อมีการใช้อ่างเก็บน้ำสำรอง ท่อขนส่งน้ำอาจมีขนาดใหญ่เพียงแค่สำหรับสนองความต้องการน้ำสูงสุดของวัน (Maxinum Daily Rate) ซึ่งมีค่าประมาณ 150% ของความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยประจำวัน (Average Daily Rate) โดยปรกติอ่างเก็บน้ำสำรองอาจเป็นแบบถังหอสูง (Elevated Tank) หรือ Standpipe หรืออ่างแบบธรรมดาที่สร้างบนที่สูงควรมีฝาปิดมิดชิดเพื่อรักษาความสะอาดของน้ำ ระบบประปาขนาดใหญ่อาจมีอ่างเก็บน้ำมากกว่า 1 ใบ

ระบบจำหน่ายน้ำ (Distributing System)

เมื่อท่อขนส่งน้ำมายังชุมชน จะมีระบบท่ออีกชุดหนึ่ง ทำหน้าที่แจกจ่ายน้ำไปยังผู้รับบริการที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้นๆ ท่อแจกจ่ายน้ำมักมีขนาดเล็กกว่าท่อขนส่งน้ำมาก ในกรณีที่มีอ่างเก็บน้ำสำรอง (Service or distributing Reservoir) การแจกจ่ายน้ำประปาจะเริ่มต้นจากอ่างเก็บน้ำนี้ ท่อแจกจ่ายน้ำควรมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 40 และ 60 – 75 ปอนด์/ตร.นิ้ว สำหรับบริเวณที่พักอาศัย และย่านธุรกิจตามลำดับ ในปัจจุบันก๊อกดับเพลิงไม่จำเป็นต้องมีแรงดันสูงเป็นพิเศษ ทั้งนี้เนื่องจากสามารถเพิ่มแรงดันได้โดยใช้เครื่องสูบน้ำของรถดับเพลิง ปัจจัยต่างๆ ซึ่งกำหนดขนาดของระบบท่อแจกจ่ายน้ำ ได้แก่ ความต้องการเพื่อใช้ในกิจการต่างๆ และสำรองไว้เพื่อดับไฟ ท่อควรมีขนาดใหญ่พอเพียงที่จะให้น้ำได้แม้ในขณะที่มีความต้องการน้ำพร้อมกันทุกด้าน (Coincident Draft) เทศบาลเมืองบางแห่งกำหนดให้ใช้ท่อแจกจ่ายน้ำที่มีขนาด 6 นิ้วเป็นอย่างน้อย และให้อัตราเร็วของการไหลอยู่ในช่วง 0.6 – 1.2 เมตร/วินาที

ระบบการวางท่อจ่ายน้ำมีที่สำคัญอยู่ 2 แบบ คือ

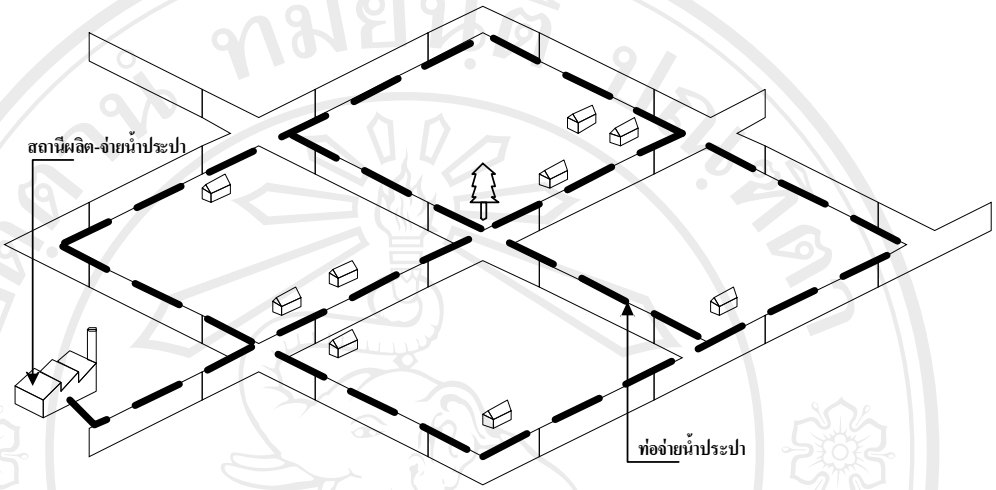
- แบบตาข่าย
- แบบก้างปลา

2.1.1 แบบตาข่าย

มีความยืดหยุ่นได้มากท่อเมนต่างๆ จะวางไว้เป็นตารางต่อเนื่องกันทำให้น้ำไหลไปยังแต่ละจุดในตาข่ายจากเส้นทางต่างๆ ได้มากกว่า 2 เส้นทางขึ้นไปเนื่องจากน้ำจะไหลได้โดยเสรี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งสองทาง หากมีความต้องการใช้น้ำสูงในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ก็จะทำให้น้ำไหลจากทิศทางต่างๆ เข้ามารวมกัน โดยอัตโนมัติ ณ จุดที่มีการใช้น้ำสูงแต่มีแรงดันต่ำ

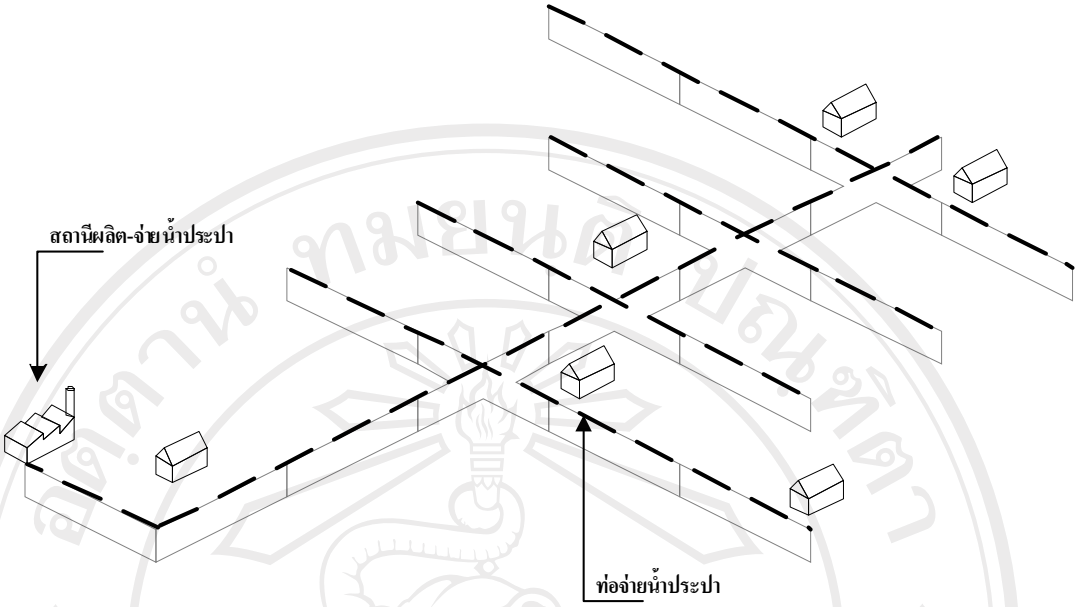


ภาพที่ 2.1 แสดงโครงข่ายท่อจ่ายน้ำประปาแบบตาข่าย

2.1.2 แบบก้างปลา

ประกอบด้วยท่อเมนใหญ่สำหรับส่งน้ำเข้าไปในบริเวณทั่วไปมีท่อเมนรองหรือท่อแยก ต่อแยกออกไปเพื่อส่งน้ำเข้าไปตามซอยต่างๆ แต่ละซอย ระบบนี้นอกจากจะขาดความยืดหยุ่นแล้วยังทำให้เกิดมีปลายตันขึ้นอีกมากมายด้วย ซึ่งหากไม่ปล่อยน้ำทิ้งบ่อยๆ จะเป็นที่เก็บกักโคลนตมและน้ำตายเอาไว้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงข่ายท่อจ่ายน้ำประปาแบบก้างปลา

อย่างไรก็ตามเกือบจะไม่มีระบบจำหน่ายน้ำที่ไหนเลย ที่จะเป็นแบบตาข่ายหรือแบบก้างปลาแต่เพียงแบบเดียวทั้งระบบ โดยทั่วไปมักจะใช้การวางท่อแบบตาข่าย ในบริเวณที่มีประชาชนอาศัยอยู่หนาแน่น และใช้แบบก้างปลาที่มีท่อย่อยแยกส่งออกไปยังบริเวณชานเมือง

2.2 ทฤษฎีด้านการควบคุมน้ำสูญเสีย

วีรพันธ์ วัฒนวีรเดช (2545:53-56) กล่าวถึงโครงสร้างน้ำสูญเสีย ในระบบจำหน่ายน้ำประปาว่า น้ำสูญเสียเป็นสาเหตุที่ทำให้การจัดการดำเนินงานประปามีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น และสูญเสียรายได้ที่ควรจะได้รับ ตามปริมาณน้ำสูญเสียนั้น ปริมาณน้ำสูญเสียซึ่งไม่สามารถจัดเก็บรายได้นี้ สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ปริมาณน้ำใช้ถูกต้องตามกฎหมาย แต่อาจไม่มีการวัดหรือวัดไม่ครบเต็มจำนวนเพื่อการจัดเก็บรายได้ เช่น

- การต่อใช้น้ำอย่างถูกกฎหมาย แต่ไม่ต้องจ่ายค่าบริการใช้น้ำ แม้มีบันทึกไว้
- การต่อใช้น้ำอย่างถูกกฎหมาย แต่ไม่มีการออกไปเก็บเงิน และไม่มีการบันทึกไว้
- ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง
- น้ำเพื่อการทำความสะอาดถนน และท่อระบายน้ำ
- มาตรวัดน้ำเก่า หรือขาดการบำรุงรักษา ทำให้เกิดความผิดพลาดในการบันทึก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- การอ่านมาตรผิด ซึ่งเกิดจากบุคลากรคนอ่านมาตร
- การออกใบเก็บค่าน้ำผิด ซึ่งเกิดจากพนักงานส่วนจัดเก็บรายได้

ปริมาณน้ำสูญเสียในกลุ่มที่ 1 นั้นอาจสามารถวัดบันทึกเพื่อเก็บเป็นข้อมูลการใช้น้ำในแต่ละครั้ง เช่น การใช้น้ำเพื่อการดับเพลิง หรือการทำความสะอาดถนน นอกจากนี้ ควรมีการตรวจสอบมาตรผู้ใช้น้ำ ให้อยู่ในสภาวะใช้งานได้ รวมถึงการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตเพื่อให้สามารถวัดบันทึกน้ำได้เที่ยงตรง

กลุ่มที่ 2 น้ำสูญเสียและ/หรือการใช้น้ำโดยไม่ถูกกฎหมาย ประกอบด้วย

- ท่อรั่วจากโครงข่ายจ่ายน้ำ
- การรั่วหรือน้ำล้นทิ้งจากถังเก็บน้ำ หรือหอถังสูง
- การขโมยใช้น้ำ บรรจบท่อผิดกฎหมาย หรือการต่อน้ำไม่ผ่านมาตรวัดน้ำ
- ท่อแตกจากบุคคลภายนอก และไม่ได้รับแจ้ง

ปริมาณน้ำสูญเสียในกลุ่มที่ 2 เป็นปริมาณน้ำสูญเสียส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้น และมีผลต่อการดำเนินงานจ่ายน้ำประปาโดยตรง ท่อรั่วในระบบโครงข่ายจ่ายน้ำ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำสูญเสียมากที่สุด การควบคุมน้ำสูญเสียเป็นกิจกรรมที่ต้องทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อควบคุมน้ำสูญเสียอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ มิเช่นนั้นน้ำสูญเสียทั้งระบบจะเพิ่มขึ้น และจะทำให้ระบบจ่ายน้ำเสื่อมสภาพได้

วีรพันธ์ วัฒนวีรเดช (2545:58-76) กล่าวว่า โดยทั่วไปวิธีการดำเนินการเพื่อควบคุมน้ำสูญเสียจากการรั่วไหลในระบบจ่ายน้ำมี 2 วิธี คือ

1. Passive Control เป็นวิธีการควบคุมที่น้ำรั่ว ซึ่งอาจแสดงปรากฏขึ้นมาบนผิวดินให้สามารถสังเกตเห็นได้เอง หรือ อาจเกิดจากการรับแจ้งจากผู้ใช้น้ำ การทำประชาสัมพันธ์ต่อสาธารณชนเพื่อแจ้งเหตุต่าง ๆ ในการตรวจพบท่อรั่วจะเป็นวิธีหนึ่ง

2. Active Control เป็นวิธีการควบคุมที่มีการวางแผนค้นหาจุดรั่ว หรือการติดตามตรวจสอบพื้นที่ในระบบจ่ายน้ำเป็นระยะ ๆ มีการใช้ทรัพยากรและอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ วิธีการเหล่านี้ได้แก่ Routine or Regular Sounding , District Metering และ Combined District and Waste Metering

วิธีการควบคุมน้ำสูญเสียจากท่อรั่วในปัจจุบัน เมื่อพิจารณาตามวิธีปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ 6 วิธี ดังนี้

1. การควบคุมแรงดันน้ำ (Pressure Control)
2. การรับแจ้งน้ำรั่ว (Passive Leakage Control)
3. การเดินสำรวจหาท่อรั่วโดยใช้อุปกรณ์ตรวจฟังเสียง (Routine or Regular Sounding)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การวัดน้ำในพื้นที่ย่อย (District Metering Area : DMA)

5. Waste Metering

6. Combined District Waste Metering

ในการปฏิบัติงานควบคุมลดน้ำสูญเสียทั้ง 6 วิธีเบื้องต้น แต่ละวิธีต้องการบุคลากรที่มีความรู้ต่างกัน รวมถึงอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการลงทุน และค่าการดำเนินงาน

วิธีการควบคุมน้ำสูญเสียด้วยการวัดน้ำในพื้นที่ย่อย (District Metering Area : DMA)

เป็นวิธีการติดตามตรวจสอบการรั่วในพื้นที่ (Monitoring) จะทำการแบ่งพื้นที่ระบบจ่ายน้ำออกเป็นพื้นที่ย่อย ซึ่งแยกจากกันตามหลักชลศาสตร์ (District Metering Areas, DMAs) และทำการติดมาตรวัดน้ำเพื่อติดตามตรวจวัดอัตราการไหลเข้า DMA อย่างต่อเนื่อง ทำให้ทราบได้อย่างรวดเร็วทันที ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหล ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าอาจเกิดจากน้ำสูญเสียที่เพิ่มขึ้น สามารถมุ่งสำรวจหาท่อรั่วใน DMAs ที่มีแนวโน้มว่าจะมีน้ำสูญเสียสูงสุด ทำให้บริหารทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการ District Metering สามารถใช้ค้นหาพื้นที่บริเวณท่อรั่วคร่าว ๆ ได้ โดยการปิดประตูน้ำเป็นช่วง ๆ (Step test) และพิจารณาอัตราการไหลที่เปลี่ยนไป

หลักการออกแบบและวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบ DMA ประกอบด้วย

1. เพื่อจัดแบ่งพื้นที่โครงข่ายจ่ายน้ำออกเป็นพื้นที่ย่อยหรือ DMAs ที่มีขอบเขตแน่นอนและถาวร สามารถติดตามตรวจวัดอัตราการไหลในช่วงกลางคืน (Night Flow) เพื่อพิจารณา และควบคุมน้ำสูญเสียในแต่ละ DMAs

2. เพื่อลดแรงดันน้ำในแต่ละ DMAs หรือกลุ่ม DMAs เพื่อลดอัตราการรั่วในระบบโดยอาจติดตั้งร่วมกับวาล์วลดแรงดันน้ำ

รูปแบบการออกแบบ DMAs ขึ้นกับลักษณะสมบัติของโครงข่ายระบบจ่ายน้ำ ได้แก่

- มีท่อเมนจ่ายเข้าพื้นที่จุดเดียว หรือหลายจุด
- เป็นพื้นที่แยกอิสระไม่มีการจ่ายน้ำในพื้นที่ข้างเคียง หรือแบบมีการจ่ายน้ำให้พื้นที่ข้างเคียง

ขั้นตอนการออกแบบและจัดตั้ง DMAs มีรายละเอียดดังนี้

1. จัดแบ่งพื้นที่และระบุขอบเขต DMAs เบื้องต้น (District Planning Outline)

2. ทำการวิเคราะห์โครงข่ายระบบจ่ายน้ำ (Network Analysis) เพื่อศึกษาพฤติกรรมผลกระทบต่อระบบจ่ายน้ำในเรื่องของอัตราการไหล และแรงดันที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการปิดประตูน้ำและติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. วางแผนออกแบบพื้นที่ DMA (District Planning) ประกอบด้วย

ก) ขนาด DMAs ควรมีผู้ใช้น้ำอยู่ระหว่าง 1,000 - 3,000 ราย ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ DMAs มีขนาดใหญ่เกินไป จนทำให้การตรวจสอบและการหาท่อรั่วทำได้ลำบาก

ข) ตรวจนับจำนวนผู้ใช้น้ำใน DMAs เพื่อหาปริมาณน้ำที่ต้องการ

ค) ระบุขอบเขต DMAs ให้มีการตัดผ่านท่อจ่ายน้ำน้อยที่สุดเพื่อความประหยัด ในการติดตั้งประตูน้ำ และการบำรุงรักษา โดยให้พิจารณาถึงผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีแรงดันต่ำด้วย

ง) พิจารณาเลือกตำแหน่งติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหล

4. การสำรวจภาคสนาม (Site Survey) เพื่อเก็บข้อมูลพิจารณาแบบ DMA ที่ออกแบบไว้ ได้แก่

ก) ข้อมูลท่อและประตูน้ำตรงกับในแผนที่ ที่ใช้วางแผนและออกแบบ

ข) ตรวจสอบมีสายไฟฟ้าบริเวณติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหลหรือไม่ อย่างก็ตามปัจจุบันมีทางเลือกอาจใช้มาตรที่สามารถใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ หรือพลังงานแสงอาทิตย์

ค) ตรวจสอบเสาโทรศัพท์ เพื่อจัดเตรียมสำหรับการสื่อสารขนส่งข้อมูลทางไกล

ง) พิจารณาที่ดินบริเวณที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ว่าเป็นของเอกชน หรือหน่วยราชการใด เพื่อดำเนินการขออนุญาต

5. การขุดหน้างาน (Site Excavation) เพื่อตรวจสอบบริเวณติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหล สามารถติดตั้งได้จริง การขุดจะเป็นการขุดชั่วคราว และรีบฝังกลบคืนทันที เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยเสร็จ

6. เลือกมาตรวัดอัตราการไหล (Meter Selection) มาตรวัดอัตราการไหลมีหลายประเภท เช่น Mechanical Meter , Electromechanical Meter , Electromagnetic Meter และ Ultrasonic Meter การเลือกขนาดและชนิดของมาตรให้เหมาะสม มีหลักเกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

ก) ขนาดท่อจ่ายน้ำและปริมาณน้ำ เพื่อเลือกขนาดของมาตรวัดน้ำที่เหมาะสม

ข) สามารถใช้ร่วม Step Test เพื่อหาท่อรั่วได้

ค) สภาพพื้นที่ติดตั้ง เช่น มีสายไฟฟ้าจ่าย เป็นต้น

ง) ลักษณะสมบัติของมาตรวัดน้ำแต่ละชนิด เช่น Flow Range and Accuracy , Repeatability , Head loss ผลกระทบจากสารประกอบในน้ำ ความสามารถใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวัดปริมาณน้ำไหลย้อนกลับ ราคามาตร ความต้องการหรือข้อจำกัดในการติดตั้ง ราคาค่าก่อสร้างติดตั้ง ราคาค่าไฟฟ้าและการบำรุงรักษา

ปัจจุบันมาตรวัดน้ำแบบ Electromagnetic Flowmeter จะเป็นที่นิยมเนื่องจากเป็นมาตรที่ไม่มีองค์ประกอบกีดขวางการไหลของน้ำ สามารถฝังดินได้ กันน้ำได้ (IP68) และบางบริษัทผู้ผลิตได้พัฒนาให้สามารถใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ทำให้การติดตั้งสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และปลอดภัยจากสายไฟแรงสูง

7. ติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหล (Meter Installation) การติดตั้งมาตรจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต เช่น ระยะตรง Upstream และ Downstream ที่ต้องการ รูปแบบการติดตั้งบ่อมาตรวัดอัตราการไหล (Meter Charmber) ในกรณีที่จำเป็น การติดตั้งตู้ควบคุมมาตรวัดน้ำ (Meter Cabinet) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ รวมถึงพิจารณาจัดเตรียมระบบสายสัญญาณขนส่งข้อมูลทางไกลในกรณีที่ต้องการ

8. ตรวจสอบระบบ (System Proving) ตรวจสอบการทำงานของมาตรถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบยืนยันขอบเขต DMAs ด้วยการปิดประตูน้ำรอบเขต (Boundary Valve) และทำการทดสอบ Zero Pressure Test

2.3 ทฤษฎีด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2542 : 1-2) ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไว้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (The Geographic Information System หรือ Geographical Information System , GIS) คำภาษาอังกฤษ geographic และ geographical นั้นมีความหมายเหมือนกันแต่คำแรกจะใช้แพร่หลายในทวีปอเมริกาเหนือ ส่วนคำหลังนิยมใช้ในแถบทวีปยุโรป

จะเห็นว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ ระบบสารสนเทศ (Information System) และคำว่า “ทางภูมิศาสตร์” (geographic , geographical) ซึ่งเป็นคำคุณศัพท์ของคำว่า “ภูมิศาสตร์” (geographic) ดังนั้นจึงขอแยกพิจารณา และให้ความหมายของคำแต่ละคำ

ระบบสารสนเทศ เป็นการปฏิบัติการรวบรวม จัดเก็บ และวิเคราะห์ข้อมูล อย่างเป็นขั้นตอนสามารถค้นคืนข้อมูลที่ต้องการได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว อีกทั้งสามารถนำข้อสนเทศที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ ไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหารในการปฏิบัติงานใดๆ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าระบบสารสนเทศ เปรียบเสมือนเครื่องมือที่อำนวยความสะดวก ให้กับผู้บริหารในการตัดสินใจปฏิบัติงาน

ส่วนคำว่า ภูมิศาสตร์ หรือ geography ถ้าพิจารณาจากรากศัพท์แล้ว geo หมายถึงโลก และ graphy หมายถึงการเขียนดังนั้น geography จึงหมายถึงการเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับโลกนอกจากนี้ยังมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

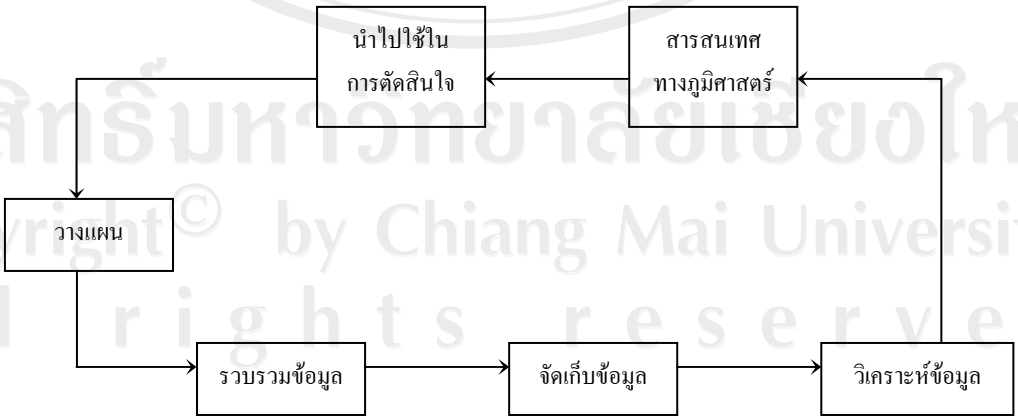
นักปราชญ์ให้ความหมายของ ภูมิศาสตร์ แตกต่างกันออกไป แต่โดยรวมแล้วความหมายของภูมิศาสตร์ มุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ของมนุษย์กับพื้นที่นั่นเอง (Spatial Relationship)

จากอดีตจนถึงปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม และเสนอผลความสัมพันธ์ของมนุษย์กับพื้นที่ก็คือ แผนที่ ตัวอย่างเช่น แผนที่แสดงการกระจายของประชากร นอกเหนือจากการแสดงความหนาแน่นของประชากรตามพื้นที่ต่างๆ แล้ว ยังบ่งบอกในทางอ้อมถึงสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศของพื้นที่นั้นด้วย

ด้วยเหตุที่แผนที่เป็นการรวบรวมข้อมูลของพื้นที่ ทั้งตำแหน่งที่ตั้ง และรายละเอียดคุณลักษณะของพื้นที่นั้นลงบนแผ่นกระดาษ จึงอาจกล่าวได้ว่า แผนที่เป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เช่นกัน

ดังนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นระบบสารสนเทศ ที่ออกแบบขึ้นมา เพื่อใช้รวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ รวมทั้งการค้นคืนข้อมูล และการแสดงผลข้อสนเทศ หรืออีกนัยหนึ่ง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นทั้งระบบฐานข้อมูล ที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่โดยอยู่ในรูปของแผนที่เชิงเลข ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ และระบบปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นได้ผลออกมาเป็นข้อสนเทศ แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจต่อไป

โดยสรุปแล้วระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อำนวยประโยชน์อย่างมากมาย นับตั้งแต่การรวบรวมจัดเก็บข้อมูล ให้อยู่ในรูปแผนที่เชิงเลข (Digital Map) ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถค้นคืนในเวลารวดเร็ว รวมทั้งยังสามารถแก้ไข ปรับปรุง ให้แผนที่นั้นทันสมัยอยู่เสมอได้ นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความหลากหลาย ให้ได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่เดี่ยว ข้อสนเทศที่ได้จากการค้นคืน หรือวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ก็นำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนต่อไป



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนต่างๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2542 : 13) กล่าวถึงข้อสรุปในการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้นั้นมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ

1. เพื่อจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่
2. เพื่อวิเคราะห์และใช้ผลการวิเคราะห์ประกอบการตัดสินใจในการปฏิบัติการหรือละเว้นการปฏิบัติการใด ๆ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถยอดเยี่ยมในการจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลในระบบจะอยู่ในรูปแบบเชิงเลข (Digital Format) ตารางสถิติ และประการสำคัญ การจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เสียค่าใช้จ่ายต่อหน่วยพื้นที่ น้อยกว่าการจัดการด้วยระบบอื่น

หน่วยงานที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวัตถุประสงค์นี้ ก็มีหลายหน่วยงาน ทั้งที่เกี่ยวพันกับทรัพยากรธรรมชาติ และระบบสาธารณูปโภค ซึ่งต้องการเฉพาะตำแหน่งพื้นที่ ที่มีทรัพยากรธรรมชาติประเภทหนึ่งๆ หรือ ตำแหน่งระบบสาธารณูปโภคที่วางทอดอยู่ใต้พื้นดินเท่านั้น โดยไม่ต้องการวิเคราะห์ที่ลึกซึ้งลงไป

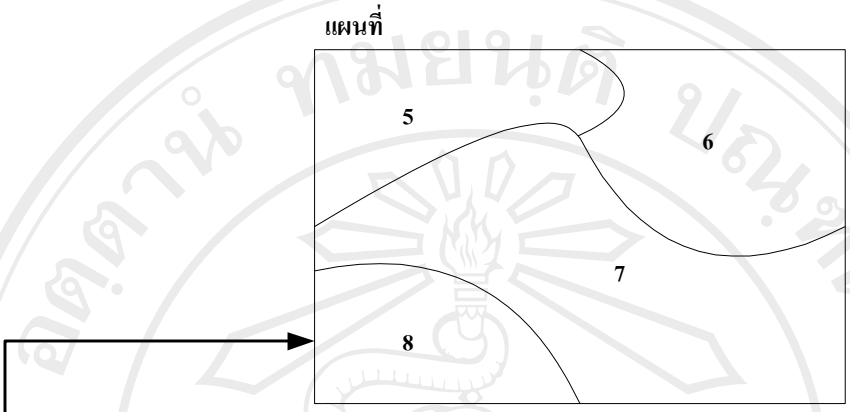
สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2542 : 15) กล่าวถึงการจัดการกับข้อมูลภูมิศาสตร์ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะประกอบไปด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (Data Inputt) คือการแปลงข้อมูลที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปที่สามารถใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ เช่น แผนที่ รูปถ่ายทางอากาศ ภาพดาวเทียม
2. การจัดการข้อมูล (Data Management) คือการจัดเก็บและแก้ไขข้อมูลจากฐานข้อมูล ซึ่งจะต้องมีการจัดโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) คือกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสนเทศ
4. การแสดงผล (Data Display) คือการนำเสนอผลต่อผู้ใช้ในรูปของแผนที่ ตาราง คำบรรยาย โดยให้ปรากฏทั้งบนสำเนาถาวร (Hard Copy) และภาพบนจอคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2542 : 56) ได้กล่าวถึงข้อดีในการใช้แบบจำลองเชิงสัมพันธ์ของระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณลักษณะในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ว่า ในแบบจำลองความสัมพันธ์ การค้นคืนข้อมูลไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับชนิดของการสอบถาม (Query) ซึ่งสามารถทำได้ทุกกรณี ตราบเท่าที่มีคุณลักษณะหรือเขตข้อมูลร่วมกันอยู่ สิ่งนี้นับว่าเป็นข้อดีที่สำคัญของแบบจำลองเชิงสัมพันธ์ ที่เหนือกว่าแบบจำลองโครงข่ายและแบบจำลองเชิงลำดับชั้น

จากข้อดีที่ยืดหยุ่นได้เช่นนี้ ทำให้มีการใช้แบบจำลองเชิงสัมพันธ์อย่างแพร่หลาย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณลักษณะในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ตารางที่ 1

หน่วยแผนที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ความยาวเส้นรอบรูป	หมายเลขตัวอย่างดิน
5	8.4	623	s-27
6	5.6	570	s-28
7	17.3	932	s-29
8	10.4	714	s-30

ตาราง ที่ 2

หมายเลขตัวอย่างดิน	ความลึกชั้นดิน(ซม.)	เนื้อดิน	โครงสร้าง
s-27	120	cl.	tsbk
s-28	240	l	tsbk
s-29	180	sil	fsbk
s-30	200	sicl	msbk

ภาพที่ 2.4 การประยุกต์แบบจำลองเชิงสัมพันธ์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ภาพที่ 2.4 แสดงการประยุกต์แบบจำลองเชิงสัมพันธ์ ในการจัดการข้อมูลเชิงคุณลักษณะในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กล่าวคือ แผนที่ดินจะเชื่อมกับข้อมูลเชิงคุณลักษณะในตารางที่ 1 โดยหมายเลขหน่วยแผนที่ดิน ในตารางนี้จะประกอบด้วยพื้นที่ และความยาวเส้นรอบรูป และหมายเลขตัวอย่างดิน ตารางที่ 1 จะเชื่อมกับตารางที่ 2 โดยหมายเลขตัวอย่างดิน ซึ่งตารางที่ 2 นี้จะประกอบด้วย ความลึกของชั้นดิน เนื้อดินและโครงสร้างของดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

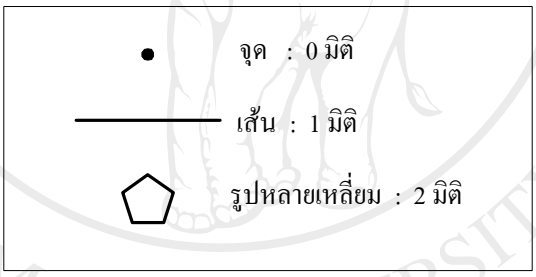
สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2542 : 63-67) กล่าวว่า องค์ประกอบข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะแสดงด้วย จุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยมปิด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

จุด (Point) เป็นการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ง่ายที่สุดโดยเฉพาะในแผนที่มาตราส่วนเล็ก และมาตราส่วนปานกลาง โดยที่จุด ไม่มีมิติ แต่มีตำแหน่งในภูมิประเทศเป็นค่าพิกัดของ x,y

คู่หนึ่ง ตัวอย่างของข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้จุด เป็นสัญลักษณ์แทนในแผนที่ ได้แก่ บ่อน้ำ แท่นขุดเจาะน้ำมัน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม อำเภอ ซึ่งมีอาณาบริเวณกว้างขวาง ก็อาจใช้จุดเป็นสัญลักษณ์แทนได้ โดยเฉพาะในแผนที่มาตราส่วนเล็กและมาตราส่วนปานกลาง ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าข้อมูลภูมิศาสตร์ จะแสดงบนแผนที่โดยจะใช้จุดหรือรูปหลายเหลี่ยมนั้น ขึ้นอยู่กับมาตราส่วนของแผนที่

เส้น (Line) เป็นการเชื่อมต่อจุดอย่างน้อย 2 จุดขึ้นไป เส้นจะใช้แสดงแทนวัตถุที่มีเพียง 1 มิติ กล่าวคือ มีแต่ความยาว ไม่มีความกว้าง เช่น สายไฟฟ้า ท่อน้ำประปา เป็นต้น สำหรับแม่น้ำหรือถนน จะเห็นได้ว่ามี 2 มิติ คือมีทั้งความยาวและความกว้าง แต่จะแสดงบนแผนที่มาตราส่วนเล็กด้วยเส้น (1 มิติ)

พื้นที่ หรือรูปหลายเหลี่ยม (Area , Polygon) จะใช้แสดงแทนวัตถุที่มี 2 มิติ ทั้งความกว้างและความยาว หรืออีกนัยหนึ่งคือวัตถุที่มีขอบเขต ขอบเขตดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมนุษย์เป็นผู้กำหนดขึ้น ตัวอย่างของขอบเขตที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ขอบเขตของทรัพยากรชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นขอบเขตชนิดของดิน ขอบเขตชนิดของหิน ส่วนขอบเขตที่มนุษย์กำหนดขึ้น ได้แก่ ขอบเขตการถือครองที่ดิน ขอบเขตการใช้ที่ดิน เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 จุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยม

อย่างไรก็ตามด้วยประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ ข้อมูลภูมิศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ จะมีกรรมวิธีจัดการที่แตกต่างจากแผนที่ ที่เป็นแผ่นกระดาษ

ข้อมูลภูมิศาสตร์ มีองค์ประกอบใหญ่อยู่ 4 ประการ คือ

1. ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geographic Position)
2. คุณลักษณะของข้อมูล (Attribute)
3. ความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ (Spatial Relationship)
4. เวลา (Time)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล่าวอีกนัยหนึ่ง ข้อมูลภูมิศาสตร์นั้นต้องบ่งบอกว่า ของสิ่งนั้นอยู่ที่ไหน สิ่งนั้นคืออะไร มีความสัมพันธ์อย่างไรกับของสิ่งนั้น และเมื่อไรของสิ่งนั้นจะเกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตำแหน่ง ข้อมูลภูมิศาสตร์โดยหลักการแล้ว เป็นรูปแบบหนึ่งของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ภูเขา แม่น้ำ หมู่บ้าน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีที่ตั้งแน่นอน และสามารถระบุลงไปได้ว่าอยู่ ณ ที่ใด

ในการกำหนดหรือระบุที่ตั้งของข้อมูลภูมิศาสตร์นั้น จะอ้างอิงกับระบบพิกัด เช่น ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Grid Coordinate System) ที่ประกอบด้วยเส้นละติจูด และลองติจูด หรือระบบพิกัดกริด ยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator Grid System , UTM grid) ดังนั้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ต้องการระบบพิกัดอ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งด้วยเช่นกัน

คุณลักษณะของข้อมูล หรือรายละเอียดของข้อมูลว่าสิ่งนั้น คืออะไร ตัวอย่างเช่น ข้อมูลภูมิศาสตร์ชนิดหนึ่ง คือ พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ รายละเอียดของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่อาจเป็นประเภทของพืชไร่ ระยะระหว่างแปลงเพาะปลูก ช่วงเวลาของการเพาะปลูก เป็นต้น รายละเอียดเหล่านี้ เป็นรายละเอียดที่ไม่มีตำแหน่งที่ตั้ง จึงเรียกว่าเป็นคุณลักษณะที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ (Non-Spatial Data)

ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ มีหลากหลายแตกต่างกันไปตามข้อมูลภูมิศาสตร์นั้นๆ ตัวอย่างเช่น ตำแหน่งของห้างสรรพสินค้าต้องมีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ กับย่านที่อยู่อาศัย และเส้นทางคมนาคม เพราะในการเลือกทำเลที่ตั้งของห้างสรรพสินค้า ต้องอยู่ในบริเวณที่อยู่ใกล้กับย่านที่อยู่อาศัยและถนน เพื่อที่ประชากรจำนวนมากสามารถเดินทางมาซื้อของได้สะดวก อย่างไรก็ตามในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่อาศัยคอมพิวเตอร์ ความสัมพันธ์เหล่านี้จะต้องแสดงออกมาในลักษณะที่สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ได้

ในทางปฏิบัติ เป็นไปไม่ได้ที่จะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ดังกล่าวทั้งหมด มีความสัมพันธ์บางประการเท่านั้น ที่สามารถกำหนดลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้

เวลา ข้อมูลภูมิศาสตร์มักจะมีจุดเริ่มต้น ณ เวลาหนึ่ง หรือช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นการที่ทราบเวลา หรือช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูลภูมิศาสตร์ ทำให้สามารถใช้ข้อมูลเหล่านั้นอย่างเหมาะสม ตัวอย่างเช่น ในเขตเมืองแห่งหนึ่งกำหนดให้เป็นพื้นที่ที่อยู่อาศัยได้ประมาณ 20 ปี จากนั้นก็จะกำหนดเขตใหม่ให้เป็นพื้นที่ย่านธุรกิจการค้า เพราะมีประชากรอยู่หนาแน่นเกินไป หรือในรอบปีหนึ่ง จะมีการปลูกพืชไร่หลายชนิดในช่วงเวลาต่างกัน ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

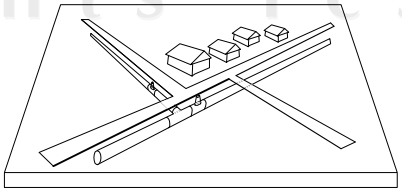
ทราบว่าพืชไร่ชนิดหนึ่งปลูกในช่วงเวลาใด เพื่อที่สามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพืชไร่ชนิดนั้นๆ ได้

การรวมองค์ประกอบทั้ง 4 ประการข้างต้นเข้าด้วยกัน เป็นเรื่องที่ยาก เพราะมันเป็นสิ่งที่ซับซ้อนมาก อย่างไรก็ดี ได้มีการออกแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขึ้นมา เพื่อที่จะจัดการข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่ และรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่เหล่านั้น

สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2542 : 85-86) กล่าวถึงการจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบจัดการฐานข้อมูลว่า แต่เดิมการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ อยู่ในรูปของแผนที่ ภาพ ตาราง และคำบรรยาย ตามลำดับ การวิเคราะห์ข้อมูลยังใช้เทคนิคที่ต้องอาศัยมือ เมื่อปริมาณข้อมูลภูมิศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงได้พัฒนาองค์ความรู้ ทฤษฎี และแนวทางปฏิบัติ ในการจัดเก็บข้อมูลเชิงคุณลักษณะไว้เป็นแฟ้มข้อมูล ส่วนข้อมูลเชิงพื้นที่ก็พัฒนาการจัดเก็บให้อยู่ในรูปแผนที่เชิงเลข ซึ่งเหมาะสมกว่าเพราะสามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไขและค้นคืนข้อมูลได้รวดเร็ว แต่การจัดการข้อมูลทั้ง 2 ประเภทยังคงแยกเป็นอิสระต่อกัน เมื่อนำระบบจัดการฐานข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลภูมิศาสตร์ คุณสมบัติที่ดีของระบบจัดการฐานข้อมูลก็มิได้เปลี่ยนแปลง

สรรค์ใจ กลิ่นดาว(2542 : 87) กล่าวว่า ในการจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ จะแบ่งพื้นที่ใหญ่ออกเป็นพื้นที่เล็กๆ โดยใช้แนวคิดเดียวกับแผนที่แผ่นกระดาษ กล่าวคือ แต่ละพื้นที่เล็กๆ จะเก็บข้อมูลเรื่องต่างๆ เป็นกลุ่มของแฟ้มข้อมูล ข้อมูลแต่ละเรื่องหรือแต่ละแฟ้มข้อมูลเรียกว่า ชั้นข้อมูล (Data Layer)

ชั้นข้อมูลประกอบด้วย กลุ่มของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดให้เป็นกลุ่มๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ โดยหลักการแล้วชั้นข้อมูลจะจำแนกตามลักษณะความคล้ายคลึงกันของข้อมูล ตัวอย่างเช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ก็จะจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่าชั้นข้อมูลอุทก (Hydrological Data Layer) ถนน ทางรถไฟ ก็จะจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม (Transportation Data Layer) เป็นต้น



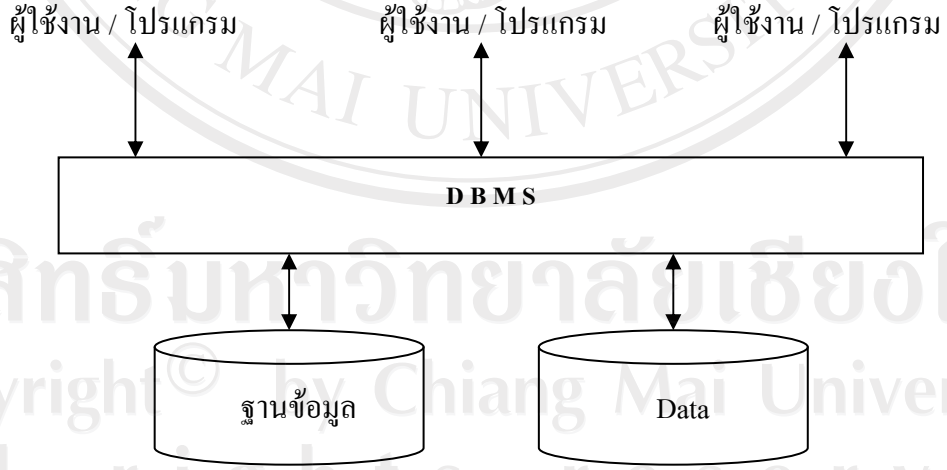
ภาพที่ 2.6 แสดงชั้นข้อมูลของถนน ท่อประปา และที่อยู่อาศัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 ทฤษฎีด้านระบบฐานข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล

ธาริน สิทธิธรรมชารี (2542 : 6-19) ได้อธิบายถึงความหมายของฐานข้อมูลไว้ว่า ฐานข้อมูล (DataBase) คือที่อยู่ของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน หรืออาจจะเปรียบเทียบเป็นคลังของข้อมูลก็ได้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บร่วมกันอย่างมีระบบและรูปแบบ ทำให้ง่ายต่อการประมวลผล และการจัดการ โดยปรกติการใช้งานจะต้องมีโปรแกรมเพื่อจัดการฐานข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งเรียกว่า DBMS (Database Management System) สำหรับฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันจะเป็นแบบ Relational Database ซึ่งจะจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปของตาราง (Table) โดยที่ข้อมูลในตารางจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ธาริน สิทธิธรรมชารี (2542 : 6-19) กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบฐานข้อมูลว่า (Database System) ระบบฐานข้อมูล (Database System) จะประกอบไปด้วยฐานข้อมูล (Database) ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) และ Data Dictionary โดยที่ฐานข้อมูลจะเป็นที่จัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน มี DBMS ทำหน้าที่จัดการกับฐานข้อมูลดังกล่าว และ โครงสร้างของฐานข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้ใน Data Dictionary ระบบฐานข้อมูลจะต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ฐานข้อมูล , DBMS และ Data Dictionary แต่สำหรับฐานข้อมูลนั้น จะประกอบไปด้วย ตาราง และความสัมพันธ์ระหว่างตาราง และเป็นส่วนหนึ่งของระบบฐานข้อมูล



ภาพที่ 2.7 รูปองค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

สำหรับ DBMS นับว่าเป็นส่วนสำคัญในระบบฐานข้อมูลเป็นอย่างยิ่ง เปรียบเสมือนผู้จัดการฐานข้อมูล ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งานกับฐานข้อมูล โดยที่ DBMS จะรับคำสั่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จาก ผู้ใช้งานหรือจากโปรแกรมต่างๆ หลังจากนั้นจะทำการประมวลผลกับฐานข้อมูลโดยอาศัยโครงสร้างที่จัดเก็บไว้ใน Data Dictionary (โครงสร้างของฐานข้อมูลเหล่านี้จะเรียกว่า MetaData) และทำ หน้าที่ส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับคืนไปยังผู้ใช้งานหรือโปรแกรม โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรู้เลยว่า DBMS จัดเก็บข้อมูลอย่างไร มีกลไกในการเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูลอย่างไร ขอเพียงรู้คำสั่งที่ต้องการสั่งงานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการเท่านั้น ที่เหลือจะเป็นหน้าที่ของ DBMS ในการดึงข้อมูลหรือการประมวลผลต่างๆ ดังนั้นสำหรับผู้ใช้งานจะรู้สึกว่าการใช้งาน DBMS ทำได้อย่างง่ายดาย เพราะ DBMS จะซ่อนความยุ่งยากในการเข้าถึงข้อมูลไว้เอง สำหรับ DBMS ที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบันจะเรียกว่า RDBMS (Relatiolonal DBMS) ซึ่ง RDBMS นี้จะมีให้เลือกใช้งานมากมายทั้งแบบใช้งานคนเดียวหรือหลายคนพร้อมๆ กัน เช่น MS-Access , FoxPro , Paradox เป็นต้น จนถึงระดับ Server ที่เรียกว่า Database Server เช่น SQL Server , Oracle , Informix , Sybase เป็นต้น

ส่วนประกอบของฐานข้อมูลหรือแฟ้มข้อมูล

ตาราง (Table) เป็นที่จัดเก็บข้อมูล(บางส่วน) ของฐานข้อมูล โดยปรกติในฐานข้อมูลหนึ่งจะประกอบไปด้วยหลายๆ ตารางรวมกันโดยที่ตารางจะประกอบไปด้วย เรคคอร์ด(Record) และฟิลด์(Field)

SQL (Structured Query Language) เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล เช่น การเรียกค้นข้อมูล การเพิ่มเติม แก้ไข หรือลบข้อมูลที่มีอยู่ ส่วนใหญ่จะใช้ใน Relational Database

คิวรี (Query) เป็นการเรียกค้นข้อมูลที่ต้องการส่วนใหญ่จะใช้ SQL เป็นภาษาในการคิวรี

เรคคอร์ดเซท (Recordset) เป็นกลุ่มของข้อมูลที่ได้จากการทำคิวรี สำหรับเรคคอร์ดเซทที่ได้สามารถนำไปประมวลผลต่อไปได้

อินเด็กซ์ (Index) คือ การทำดัชนีของข้อมูลเพื่อให้การค้นหาข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว โดยที่อินเด็กซ์ สามารถประกอบไปด้วยหลายๆ ฟิลด์รวมกัน หรือเป็นเพียงฟิลด์เดียวก็ได้

คีย์หลัก (Primary Key) เป็นตัวแทนของเรคคอร์ดในตาราง เพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งค่าของ Primary Key ในเรคคอร์ดหนึ่งๆ จะต้องไม่ซ้ำกับเรคคอร์ดอื่นในตาราง (มีคุณสมบัติ Uniqueness) โดยปรกติจะใช้ฟิลด์ที่ทำอินเด็กซ์มาเป็น Primary Key เช่นกัน

คีย์รอง (Foreign Key) คือ ฟิลด์ที่อยู่บนตารางหนึ่ง (อาจเป็นหลายฟิลด์ก็ได้) เพื่อใช้อ้างอิงถึงข้อมูลในอีกตารางหนึ่งซึ่งฟิลด์ที่ใช้เป็น Foreign Key มักจะเป็น Primary Key ของอีกตารางที่มีความสัมพันธ์กัน

ความสัมพันธ์ (Relationship) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตารางซึ่งประกอบไปด้วยความสัมพันธ์แบบ 1:1 (One-to-One) , 1:M (One-To-Many) และ M:N (Many-To-Many) สำหรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทุก ตารางในฐานข้อมูลจะต้องมีฟิลด์เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตาราง และ เรียกฟิลด์นี้ว่า Foreign Key

สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2542 : 53-60) กล่าวถึง กฎความบูรณภาพเชิงสัมพันธ์ (Relational Integrity Rule) ของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ว่า

กฎความบูรณภาพของเอนทิตี้ (The Entity Integrity Rule) คุณสมบัติของแอททริบิวต์ที่เป็นคีย์หลักจะต้องมีค่าเสมอ หรือจะเป็นค่าว่างไม่ได้ (Not Null)

กฎความบูรณภาพของการอ้างอิง (The Referential Integrity Rule) การอ้างอิงข้อมูลระหว่างรีเลชันในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ จะใช้คีย์นอกของรีเลชันหนึ่งเชื่อมโยงกับค่าของข้อมูลที่เป็นคีย์หลักในอีกรีเลชันหนึ่ง ซึ่งจะมีค่าที่ตรงกันเพื่อเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้

2.5 ทฤษฎีด้านการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศ

ดร.อนันต์ เกิดดำ (2542 : 1) ได้ให้ความหมายของระบบดังนี้ "ระบบหมายถึงการรวมกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ซึ่งทำงานร่วมกัน เพื่อจุดมุ่งหมายเดียวกัน" (Forretor, 1968 cited in Watson, 1994 : 35) ซึ่งความหมายคล้ายกับแนวความคิดของเซนน์ (Senn, 1989 : p.16) ซึ่งกล่าวว่า ระบบหมายถึง "กลุ่มขององค์ประกอบที่สัมพันธ์ ทำงานร่วมกัน เพื่อจุดมุ่งหมายบางประการ"

จากความหมายของทั้ง 2 คนที่กล่าวมาแล้วพอสรุปลักษณะของระบบได้ดังนี้

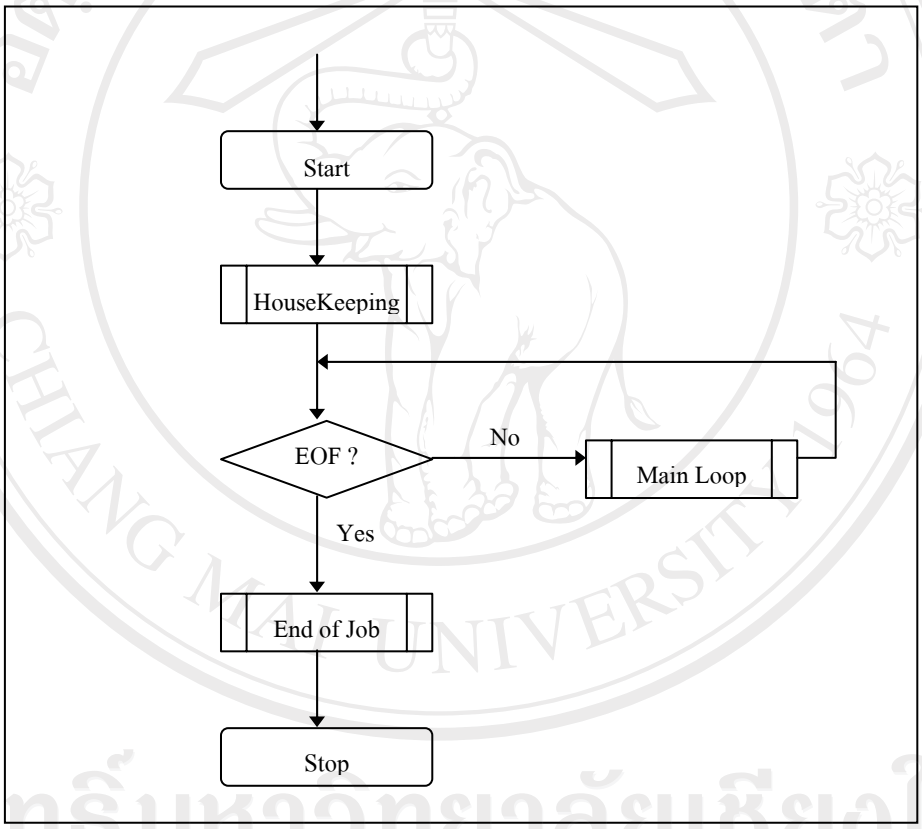
- มีองค์ประกอบ
- องค์ประกอบจะต้องสัมพันธ์กัน
- มีขอบเขต
- มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน
- มีการประสานสัมพันธ์กัน
- มีปัจจัยนำเข้า
- มีผลลัพธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6 ทฤษฎีด้านการเขียนโปรแกรม

ศศลักษณ์ ทองขาว (2542 : 71-72) กล่าวว่าโปรแกรมที่สมบูรณ์ประกอบด้วยโพรซีเจอร์ที่สำคัญสามโพรซีเจอร์ คือ House Keeping , Main Loop และ End-Of-Job ซึ่งทั้งสามส่วน มีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

1. House Keeping (Initialzation) คือ ขั้นตอนที่เรากำหนดค่าต่างๆ ในตอนเริ่มต้นการทำงาน
2. Main Loop คือ ส่วนที่ทำงานต่างๆ ที่เราต้องการ เริ่มจากข้อมูลแรกสุดจนกระทั่งถึง EOF
3. End of Job เป็นส่วนที่ทำงานทุกอย่างที่เหลือ หลังจากระเบียนสุดท้ายได้ถูกทำงานเสร็จสิ้นไปแล้ว



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างของโปรแกรมที่ประกอบไปด้วยสามโพรซีเจอร์

ภาพที่ 2.8 คือ ผังงานหลักของโปรแกรมต่างๆ ในโลกนี้ สามารถแบ่งออกเป็นการทำงานย่อยได้ 3 ขั้นตอน การแยกโปรแกรมย่อยๆ ออกเป็น 3 ส่วน จะทำให้สามารถแบ่งงานนี้ให้แก่โปรแกรมเมอร์ 3 คน เพื่อทำงานในแต่ละส่วนได้ นอกจากนี้ยังเป็นการรักษาโครงสร้างของโปรแกรมเอาไว้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนินทร์ ทินนโชติ (2543) กล่าวถึง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ว่าหมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งโปรแกรมคำสั่ง ฐานข้อมูล และบุคลากร ซึ่งทำงานร่วมกันในการนำเข้า เก็บบันทึก จัดการ วิเคราะห์ และแสดงผล ข้อมูลข้อสนเทศปริภูมิ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาและการจัดการ 3 ชนิดคือ

1) การนำเสนอข้อมูลปัจจุบัน
2) รูปแบบ (Pattern) ของข้อมูลปัจจุบัน
3) การทำนายถึงข้อมูลในเวลาและสถานที่ที่แตกต่างกัน

ศิลป์และศาสตร์ของการใช้ GIS คือ การที่สามารถรวมฟังก์ชันการวิเคราะห์ที่อยู่ในระบบหนึ่งๆ มาใช้งานร่วมกันเพื่อผลิตข้อสนเทศที่ต้องการด้วยข้อมูลที่มีอยู่

บนแผนที่กระดาษนั้นข้อสนเทศภูมิศาสตร์อาจถูกจำแนกออกตามหัวเรื่อง โดยมีการแบ่งแผนที่ออกเป็นระวางอย่างเป็นระบบ เป็นทั้งสื่อในการบันทึกข้อมูล และสื่อในการนำเสนอข้อมูล

ในระบบ GIS ซึ่งข้อมูลเก็บในรูปดิจิตอลนั้น การเก็บบันทึกข้อมูลอาจแยกจากการนำเสนอข้อมูล ระบบ GIS จัดแบ่งข้อมูลสำหรับพื้นที่ใหญ่ๆ ออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ คล้ายการแบ่งระวางแผนที่ โดยแบ่งเก็บข้อมูลสำหรับแต่ละพื้นที่ย่อยลงในแฟ้มข้อมูลแยกกัน ส่วนใหญ่สามารถซ่อนการแบ่งข้อมูลนี้ไว้จากผู้ใช้ คือ ผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลบริเวณรอยต่อของพื้นที่ที่แบ่งได้โดยไม่ต้องรู้ว่าต้องเรียกข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มข้อมูล

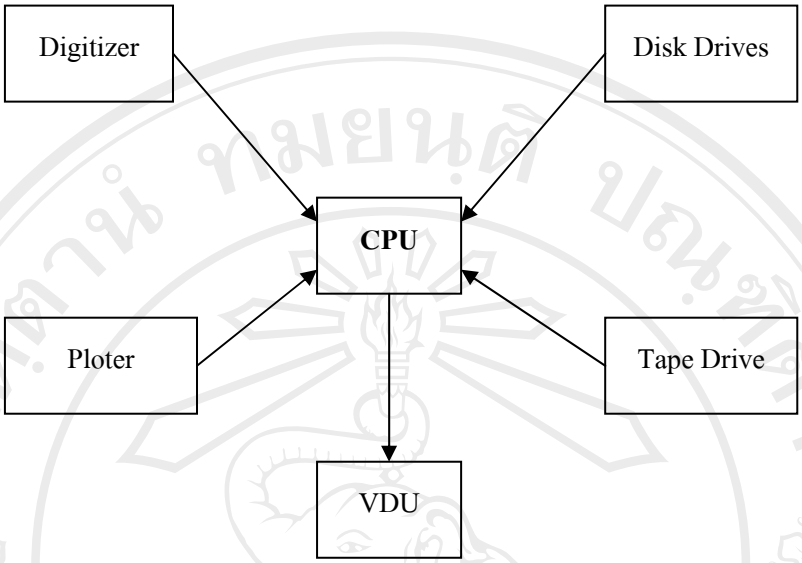
ส่วนใหญ่จะแยกข้อมูลภูมิศาสตร์ชนิดต่างๆ กันออกเก็บลงในแฟ้มข้อมูลต่างกัน โดยเรียกว่าแยกเป็น Data Layer โดยในแต่ละ Data Layer จะเก็บข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลอรรถาธิบายของปรากฏการณ์ภูมิศาสตร์ชนิดหนึ่งๆ

เกริกศักดิ์ บุญญานุพงศ์ (2541) กล่าวว่า GIS คือระบบ Software Computer ที่มีความสามารถในการจัดการฐานข้อมูลอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ ตั้งแต่การนำเข้า (Input) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial) และข้อมูลทางกายภาพ การบันทึกข้อมูลและการเรียกข้อมูลมาใช้ (Data Storage and Retrieval) การยักย้ายถ่ายเทข้อมูล (Data Manipulation) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) และการแสดงผลข้อมูลภูมิศาสตร์ในรูปแบบที่มีพิกัดอ้างอิง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. Computer Hardware
2. Computer Software
3. Peopleware

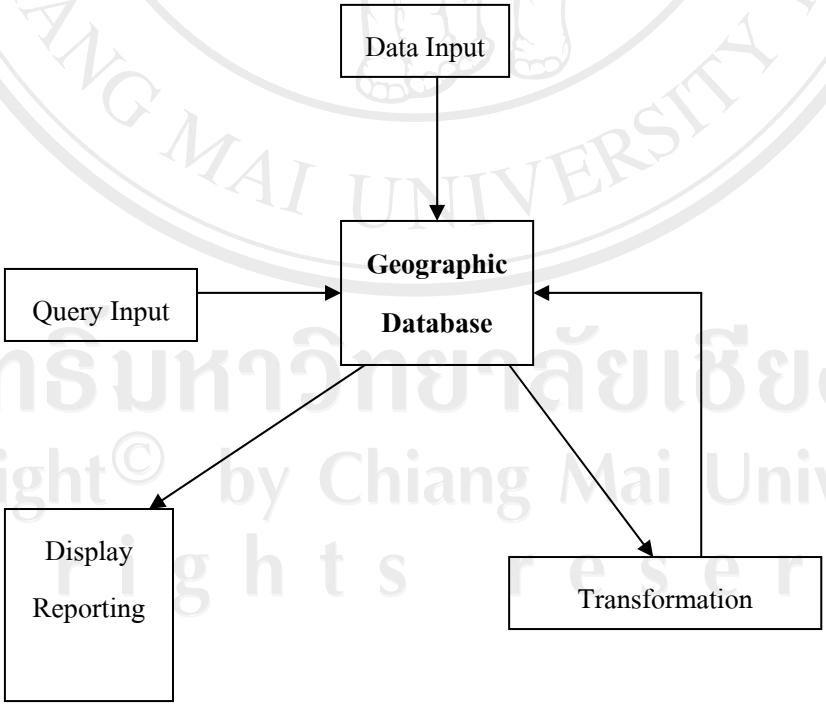
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประกอบหลักของ Hardware หลักของระบบ GIS มีดังภาพข้างล่างนี้



ภาพที่ 2.9 Hardware หลักของระบบ GIS

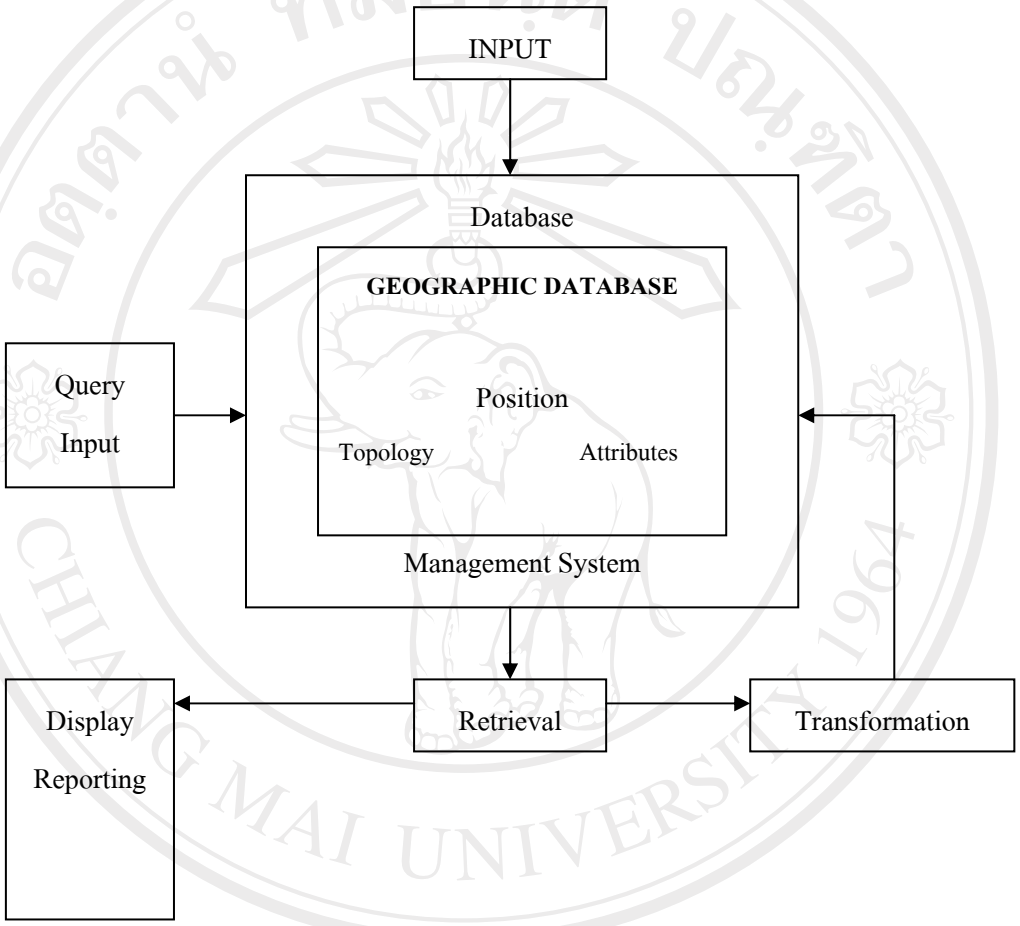
Function การทำงานใน Software



ภาพที่ 2.10 การทำงานของ Software

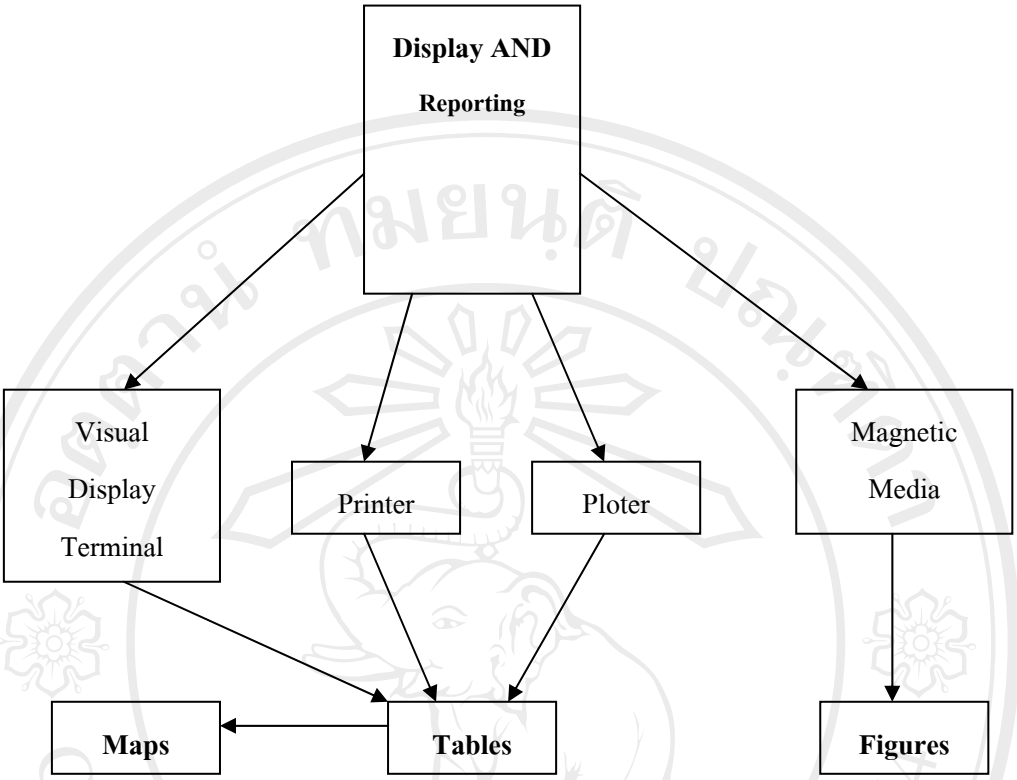
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจัดเตรียมฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ จะมีความเชื่อมโยงกับการนำเข้าข้อมูลในรูปแผนที่และคุณสมบัติของพื้นที่ เมื่อผ่านกระบวนการจัดการกับข้อมูลแล้ว ก็สามารถแสดงผลข้อมูลพื้นฐานได้ดังภาพ

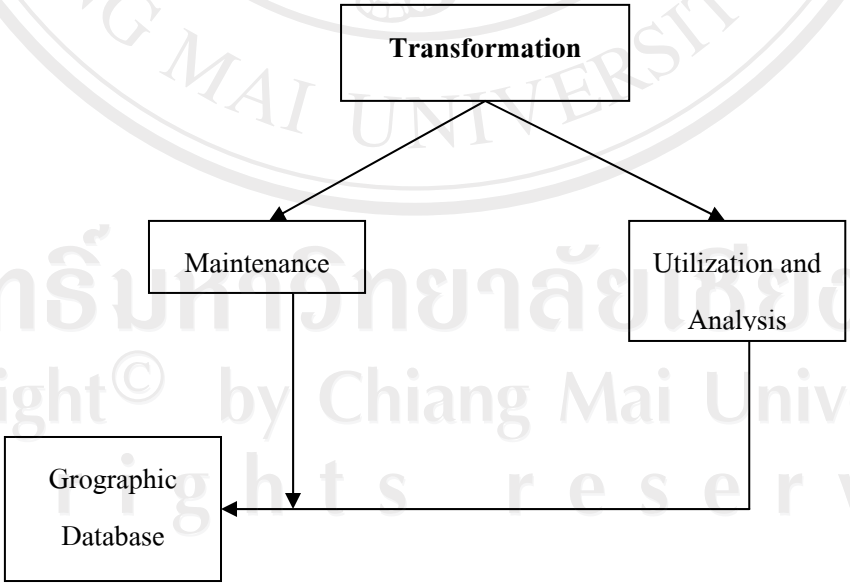


ภาพที่ 2.11 ส่วนประกอบของระบบจัดเก็บและจัดการข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.12 ส่วนประกอบของระบบการพิมพ์และแสดงผล



ภาพที่ 2.13 ส่วนประกอบของการ Transformation

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุเพชร จิรขจรกุล (2541) กล่าวถึง Remote Sensing กับระบบ GIS ว่า Remote Sensing คือ การได้มาซึ่งข้อมูลและข่าวสารเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมในขณะใดขณะหนึ่งในระยะไกล ดังนั้น Remote Sensing จึงเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ป้อน GIS ตั้งแต่ระดับโลกลงมาถึงระดับเทศบาลในส่วนของความละเอียดซึ่งให้ได้ แม้ว่า Remote Sensing และ GIS จะมีการดำเนินมาแตกต่างกัน แต่ทั้ง 2 สาขานี้จะสนับสนุนให้ผู้ใช้ข้อมูล เข้าถึงธรรมชาติของข้อมูลที่จัดเก็บ การวิเคราะห์ การรายงาน และการใช้งาน ซึ่งเทคโนโลยีทั้งสองนี้มีลักษณะการทำงานร่วมแบบส่งเสริมกัน

การนำข้อมูลทั้ง 2 สาขามาใช้งานร่วมกัน นอกจากทำให้ได้คุณภาพข้อมูลที่ดีแล้วยังทำให้เกิดข้อมูลสนเทศที่แต่เดิมหาได้ยากและราคาสูงได้ง่ายขึ้น และผลการใช้งานเมื่อใช้ร่วมกันอย่างถูกวิธีจะเกิดผลเป็นเท่าทวีคูณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล พินเนียม ได้ทำโครงการวิจัยเรื่อง การจัดเตรียมฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี และได้กล่าวไว้ว่า การจัดเตรียมฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลการใช้ที่ดิน ทั้งสภาพพื้นที่ และสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการใช้ที่ดินของพื้นที่อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี เนื่องจากเป็นพื้นที่ชลประทานชานมหานคร ที่เคยถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่เกษตรเพื่อความมั่นคงของเมืองหลวงมาตั้งแต่อดีต แต่มีพลวัตในการใช้ที่ดินอย่างรวดเร็ว การจัดทำฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบันทึก ประมวลผล เชื่อมโยงข้อมูลที่รวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ ทั้งการสำรวจพื้นที่ การสอบถามบุคคล ภาพถ่ายและภาพวีดีทัศน์ เอกสาร และ Digital Map โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) คือ Arc View และ Arc Info ข้อมูลที่รวบรวมมาได้ มีทั้งข้อมูลภาพรวมของพื้นที่ ลักษณะทางกายภาพ และชีวภาพ สภาพทางเศรษฐกิจ

ผลการดำเนินการประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) แผนที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ 9 แผนที่หลัก ซึ่งเป็นแผนที่ภาพรวมของทั้งอำเภอคลองหลวง และแผนที่รายตำบล คือ แผนที่ขอบเขตการปกครอง ที่ตั้งหมู่บ้าน สาธารณูปโภค เส้นทางคมนาคม เส้นทางน้ำ ประเภทการใช้ที่ดิน ชุดดิน ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม แผนที่รูปภาพพื้นที่จริง ซึ่งแผนที่เหล่านี้จะมีข้อมูลบรรยายและภาพถ่ายประกอบ ในเรื่องของข้อมูลประวัติความเป็นมา ที่ตั้งอาณาเขต โครงสร้างหมู่บ้าน การถือครองที่ดิน ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลแหล่งน้ำ ข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ ข้อมูลการเกษตร และ 2) โปรแกรมประยุกต์การใช้งานฐานข้อมูล ประโยชน์ของฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นได้แก่ 1) เรียกค้นข้อมูลที่ต้องการที่มีระบุไว้เพื่อประกอบการวางแผนหรือการตัดสินใจ 2) นำไปเพิ่มเติมปรับปรุงข้อมูลที่มีอยู่ให้มีความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทันสมัยครบถ้วนยิ่งขึ้น 3) ใช้เป็นแนวทางการจัดเตรียมฐานข้อมูล ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันให้ใช้ง่าย สะดวกขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้ได้ในวงกว้างขึ้น 4) สามารถนำไปใช้ติดตามเพื่อวิเคราะห์ถึงความเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ของอำเภอคลองหลวงได้ หากติดตามข้อมูลต่อเนื่องกันตามช่วงเวลา 5) สามารถตรวจสอบข้อมูลด้านต่างๆ ที่ได้มีการรวบรวมไว้ จากหลายหน่วยงานและในสภาพพื้นที่จริง ซึ่งถ่ายทอดออกมาเป็นรูปภาพด้วย เพื่อทำการวางแผนก่อนออกสำรวจพื้นที่จริง จะช่วยให้ประหยัดทรัพยากรและเพื่อประสิทธิภาพของงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved