

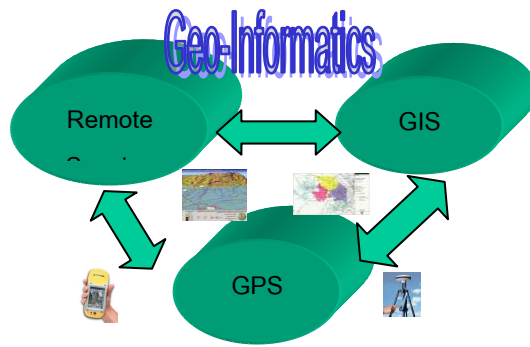
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โดย เอกพล จิมพงษ์ สำนักชลประทานที่ 14

1. บทนำ

ปัจจุบันการปฏิบัติงานในทุกสาขา ล้วนแล้วแต่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศ (Information System) โดยระบบสารสนเทศนั้นเป็นการปฏิบัติการรวบรวมจัดเก็บ และวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอน สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถนำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหาร ดังนั้น ระบบสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือและที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้บริหารในการตัดสินใจปฏิบัติงาน

ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ เทคโนโลยีที่ได้เข้ามามีบทบาทในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ คือ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) ซึ่งเป็นการกล่าวรวมถึง 3 เทคโนโลยีด้วยกัน คือ เทคโนโลยีด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing: RS) เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และเทคโนโลยีการกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) โดยเทคโนโลยีทั้ง 3 ด้านนี้ต่างมีส่วนในการสนับสนุน และส่งเสริมซึ่งกันและกันในการปฏิบัติการ การใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ด้านดังกล่าวร่วมกัน จะส่งผลให้การปฏิบัติงาน การวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ มีความถูกต้องสมบูรณ์ สามารถจัดการวิเคราะห์และแสดงผลแบบ Real time และสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี โดยเทคโนโลยี GIS เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยม มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ในด้านผังเมือง, การขนส่ง, สิ่งแวดล้อม, ชุมชน, การสาธารณสุข, ภัยธรรมชาติ และมีอัตราการเติบโตสูงที่สุด (ชนินทร์ ทินนโชติ, 2544) การศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ องค์ประกอบ ลักษณะข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ GIS จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานในด้านต่างๆ สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และการวางแผนโครงการต่างๆ ได้ ในอนาคตเทคโนโลยี GIS มีแนวโน้มที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานหลากหลายรูปแบบ รวมทั้งมีการพัฒนาในเรื่องมาตรฐานระบบข้อมูล GIS เพื่อให้สามารถใช้อ้างอิงข้อมูลร่วมกันและแลกเปลี่ยนระหว่างหน่วยงานได้ อีกทั้งยังพัฒนาให้เป็นระบบเปิดมากขึ้น (Open System) จึงส่งผลให้เทคโนโลยี GIS มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 1 องค์ประกอบข้อมูลภูมิสารสนเทศ

2. ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) ประกอบด้วย 2 คำ คือ “ระบบสารสนเทศ” (Information System) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการรวบรวมจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถค้นคืนข้อมูลที่ต้องการให้ภายในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหาร ส่วนคำว่า “ภูมิศาสตร์” (Geography) มาจากรากศัพท์ “geo” หมายถึง โลก และ “graphy” หมายถึง การเขียน ภูมิศาสตร์ จึงหมายถึง การเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับโลก หรือมุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ของมนุษย์กับพื้นที่ (Spatial Relationship) (สรศักดิ์ กลิ่นดาว, 2542)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จึงหมายถึง กระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือ หมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บ และการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ

ซึ่งโดยสรุปแล้วระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบสารสนเทศที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้รวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ รวมทั้งการค้นคืนข้อมูล และการแสดงผลสารสนเทศ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นทั้งระบบฐานข้อมูลที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ของแผนที่เชิงเลข และข้อมูลเชิงคุณลักษณะเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นได้ผลออกมาเป็นสารสนเทศ และนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ (สรศักดิ์ กลิ่นดาว, 2542)

3. ประวัติความเป็นมาของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในอดีต การจัดทำแผนที่ของมนุษย์นั้นได้ใช้การวาดลงบนผ้า หรือกระดาษ ได้ออกมาเป็นแผนที่ ที่สามารถนำไปใช้ในการเดินทางสำรวจหรือการคมนาคมติดต่อค้าขาย ปัญหาที่เกิดขึ้นคือในการจัดทำแผนที่ชุดเดียวกันนั้นจะต้องมีการสำเนาหรือคัดลอกโดยการนำกระดาษหรือผ้าอีกชุดหนึ่งมาวางทาบแล้วลอกลายที่ได้ทำไว้ อาจเกิดการผิดพลาดในเรื่องตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ ตลอดจนถนนหรือเส้นทางที่คลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้การแก้ไขข้อมูลทำได้ยากมาก ต่อมาจึงได้มีการใช้เครื่องสำเนาเอกสาร

เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้มีการพัฒนาเมื่อตอนต้นปี ค.ศ.1960 ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนามากขึ้นเพื่อช่วยในการจัดเก็บข้อมูลได้มากขึ้น และมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้ดีขึ้น มีความถูกต้อง แม่นยำ และสามารถช่วยตอบคำถามต่างๆ สามารถสอบถามข้อมูล และวิเคราะห์หาพื้นที่การคาดการณ์ผ่านระบบแผนที่บนคอมพิวเตอร์มีส่วนช่วยในการวางแผนการพัฒนาในเรื่องต่างๆ โดยระบบคอมพิวเตอร์ได้มีส่วนช่วยในการพัฒนาระบบข้อมูล GIS ทำการรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ เรียกค้นข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล จึงทำให้ง่ายต่อการค้นข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Williams, 1995)

ในระยะแรก ได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดเชิงภูมิศาสตร์ เช่น แนวคิดการวิเคราะห์ความเหมาะสม ความสามารถของที่ดิน (Land Suitability/Capability Analysis, SCA) โดยใช้แบบจำลองเทคนิคการวางซ้อนของชั้นข้อมูล หรือแผนที่มาใช้ในการกระบวนการวิเคราะห์

ระบบ GIS ที่เป็นระบบแรกของโลก คือระบบ GIS ของประเทศแคนาดา (The Canada Geographic Information Systems, CGIS) เมื่อปี 1964 ในโครงการปรับปรุงและพัฒนาการเกษตร โดยศึกษารวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลที่ดิน เพื่อหาที่ดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเกษตร ในระยะต่อมา GIS นำมาใช้ในการวางแผนจัดการเกี่ยวกับที่ดินเป็นส่วนใหญ่ คือเป็นระบบสารสนเทศที่ดิน (Land Information System, LIS)

ในประเทศไทย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้มีการศึกษาวิจัยมาหลายปีแล้ว เพียงแต่ไม่ได้เรียกว่า GIS เช่น การศึกษาการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำได้มีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน (Land Use) ลักษณะพืชพรรณ (Vegetation Type) ความสูง (Elevation) ความลาดชัน (Slope) ทิศทางความลาดเอียง (Aspect) ธรณีวิทยา (Geology) และดิน (soil) ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ข้อมูลเหล่านี้จะจัดอยู่ในรูปของแผนที่ซึ่งจัดว่าเป็นระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์หรือ GIS ดังนั้น GIS จึงเป็นเรื่องที่ เกี่ยวกับการทำแผนที่

การประยุกต์ใช้ระบบ GIS ครั้งแรกในประเทศไทย เกิดขึ้นเมื่อปี 2528 โดยธนาคารโลก (World Bank) นำมาใช้ในการศึกษาเรื่อง “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์นโยบายที่ดินในประเทศไทย” ซึ่งโครงการนี้เป็นการนำ GIS มาวิเคราะห์นโยบายที่ดิน ซึ่งครอบคลุมทั่วทั้งประเทศในมาตราส่วน

1:500,000 แต่การวิเคราะห์นี้ได้ทำที่ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยบริษัทที่ปรึกษาได้ใช้ AUTOGIS ต่อมาในปี 2530 UNDP ได้พิมพ์ “การวิเคราะห์การทำลายป่าและอันตรายจาก สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในภาคเหนือของประเทศไทย” มาตรฐาน 1:250,000 และ 1:500,000 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Global Resource Information Database (GRID) ภายใต้ Global Environment Monitoring System (GEMS) และในปี 2531 ได้มีการใช้ GIS ในเรื่อง “การศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อตั้งระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของทะเลสาบสงขลา” มาตรฐาน 1:50,000 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานที่ TDRI ศึกษา

การพัฒนา GIS ในประเทศไทยมีการพัฒนาก่อนข้างช้าในระยะเริ่มแรก ซึ่งมีประมาณ 30 หน่วยงาน และส่วนใหญ่จะเป็นหน่วยงานในเขตกรุงเทพมหานคร ในส่วนภูมิภาคจะมีเป็นส่วนน้อย หลังจากนั้นได้มีการตื่นตัวอย่างมากในเวลาต่อมา โดยมีผู้ใช้มากขึ้นไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ต่อมากระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมได้ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของเทคโนโลยี GIS จึงได้จัดตั้ง “โครงการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งชาติ” ขึ้น ในปี 2537 ประกอบกับคณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบให้จัดตั้ง “คณะกรรมการประสานและส่งเสริมการพัฒนา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” โดยมอบหมายให้ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เป็นประธานเพื่อทำหน้าที่เป็นหน่วยประสานงานกลาง ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของประเทศ (ดร.แก้ว นวลฉวี, 2544)

โดยสรุปแล้ว ปัจจัยที่จัดว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาระบบ GIS คือ เทคโนโลยีการผลิตแผนที่ ระบบคอมพิวเตอร์ ปริมาณวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ซึ่งได้รับการพัฒนา ทำให้ระบบ GIS เข้าสู่ระบบอัตโนมัติอย่างสมบูรณ์

4. องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยหลักการแล้วจะประกอบด้วย 5 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ หน่วยงานหรือตัวบุคคล วิธีการปฏิบัติงานและข้อมูล ดังนี้

4.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ เครื่องมือที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆเช่น ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ, สายไฟ, ดิจิไทเซอร์ เครื่อง printer ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบ GIS ต้องมีองค์ประกอบที่ต่างจากเครื่องประมวลผลอื่น โดยต้องมีสมรรถนะเพียงพอที่จะจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีปริมาณมากได้

4.2 ซอฟต์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ ซอฟต์แวร์ด้าน GIS เช่น Arcview Mapinfo SPANS Geomedia โดยซอฟต์แวร์ด้าน GIS ควรมีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ คือ สามารถป้อนข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล สามารถจัดเก็บข้อมูลและจัดการฐานข้อมูล สามารถคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลได้ สามารถรายงานผลข้อมูล และมีระบบอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้

4.3 บุคลากร (Peopleware) คือ ผู้มีหน้าที่จัดการให้องค์ประกอบทั้ง 4 อย่างข้างต้น ทำงานประสานกันจนได้ผลลัพธ์ออกมา ซึ่งต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ด้าน GIS และการจัดการฐานข้อมูล

4.4 วิธีการปฏิบัติงาน (Methodology หรือ Procedure) คือ ขั้นตอนการทำงานซึ่งเราเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล

4.5 ข้อมูล (Data) คือ ข้อมูลจัดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบสารสนเทศทุกประเภท โดยระบบย่อมไม่สามารถสร้างสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ได้ ถ้าขาดข้อมูลที่ถูกต้อง สมบูรณ์ และทันสมัย



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5. ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5.1 ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบด้วยข้อมูล 2 รูปแบบ คือ

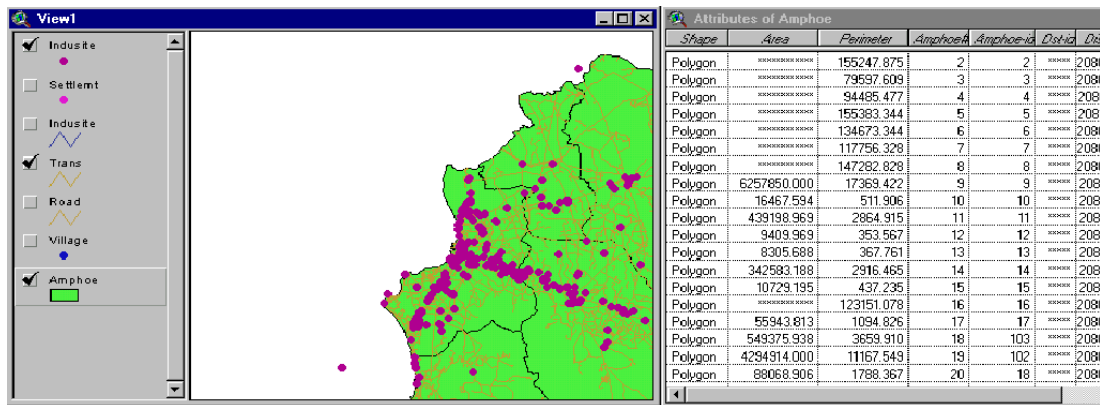
5.1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นโลก สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced) ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ

- จุด (Point) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของตำแหน่งที่ตั้ง ได้แก่ ที่ตั้งโรงเรียนในสังกัด กทม. , ที่ตั้งศูนย์บริการสาธารณสุข , ที่ตั้งสำนักงานเขต เป็นต้น
- เส้น (Line) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของเส้น เช่น ถนน, แม่น้ำ, ทางด่วน เป็นต้น
- พื้นที่ (Area or Polygon) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของพื้นที่ เช่น พื้นที่ขอบเขตการปกครอง, พื้นที่อาคาร เป็นต้น

5.1.2 ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-Spatial data) เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute) ซึ่งจะอธิบายถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ๆ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือหลาย ๆ ช่วงเวลา เช่น ข้อมูลจำนวนประชากรในเขตต่าง ๆ ข้อมูลจำนวนนักเรียนแต่ละชั้นของโรงเรียนสังกัด กทม. เป็นต้น สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

- ตารางข้อมูลที่เชื่อมโยงกับกราฟฟิก (Graphic table)

- ตารางข้อมูลที่ไม่เชื่อมโยงกับกราฟิก (Non-Graphic table)



รูปที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

5.2 ลักษณะข้อมูล

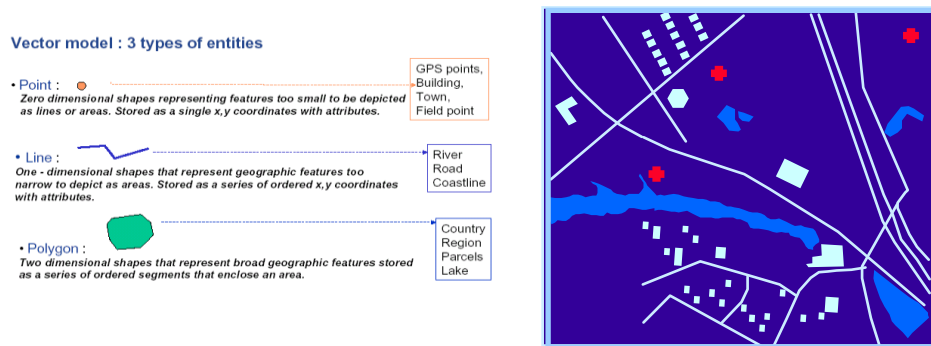
5.2.1 ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ Vector และ Raster

- **ข้อมูลแสดงทิศทาง (Vector Data)** คือข้อมูลที่แสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ ที่ประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X , Y) และ/หรือ แนวตั้ง (Z) หรือระบบ Cartesian Coordinate System ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าจะเป็นค่าของเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ตัวอย่างข้อมูลแสดงทิศทาง เช่น ถนน แม่น้ำ ขอบเขตการปกครอง โรงเรียน เป็นต้น ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปแบบเวกเตอร์ ทำให้การกำหนดตำแหน่งบนผิวโลกทำได้ อย่างแม่นยำ จะมีลักษณะและรูปแบบ (Spatial Features) ต่างๆ กันพอสรุปได้ดังนี้ คือ

- รูปแบบของจุด (Point Features) เป็นตำแหน่งพิกัดที่ไม่มีขนาดและทิศทาง โดยจุดไม่มีมิติ จุดจะบันทึกบนแผนที่ เป็นค่าพิกัด x, y 1 คู่ จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของตำแหน่งใดๆ เช่น ที่ตั้งของโรงเรียน เป็นต้น ซึ่งการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับมาตราส่วนของแผนที่ หากมาตราส่วนเล็กที่ตั้งของโรงเรียนอาจแสดงเป็นจุด ถ้าเป็นแผนที่มาตราส่วนใหญ่อาจแสดงเป็นพื้นที่รูปปิด

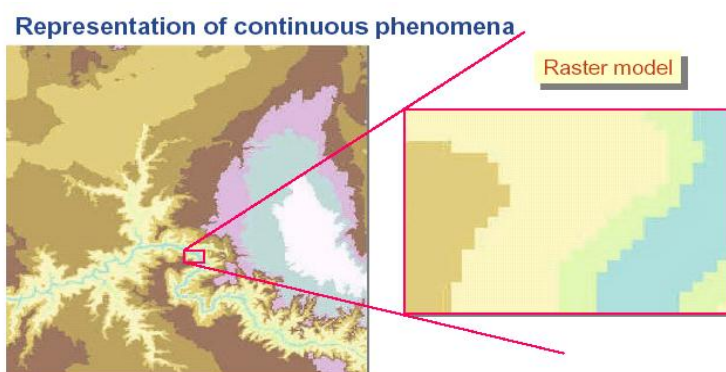
- รูปแบบของเส้น (Linear Features) มีระยะและทิศทางระหว่างจุดเริ่มต้น ไปยังจุดแนวทาง (Vector) และจุดสิ้นสุด เส้นใช้แทนวัตถุที่มี 1 มิติ ถูกบันทึกเป็นกลุ่มค่าพิกัด x,y 1 ชุดประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุม และเส้นโค้ง เช่น ถนน ทางด่วน คลอง เป็นต้น

- รูปแบบของพื้นที่ (Polygon Features) มีระยะและทิศทางระหว่างจุดเริ่มต้น จุดแนวทาง (Vector) และจุดสิ้นสุด ใช้แทนวัตถุที่มี 2 มิติ ถูกบันทึกเป็นกลุ่มค่าพิกัด x, y ของเส้นโค้งที่ลากมาบรรจบกันเป็นขอบเขตของพื้นที่นั้น ๆ ที่ประกอบกันเป็นรูปหลายเหลี่ยมมีขนาด พื้นที่ (Area) และเส้นรอบรูป (Perimeter) เช่น ขอบเขตการปกครอง ขอบเขตหมู่บ้าน



รูปที่ 4 ตัวอย่างข้อมูล Vector

- **ข้อมูลแสดงลักษณะเป็นกริด (Raster Data)** คือข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นช่องตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่า ๆ กัน เรียกว่า จดภาพ (Grid cell, Pixel) เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวดิ่ง ในแต่ละเซลล์สามารถเก็บค่าได้ 1 ค่า ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ (Resolution) ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ค่าที่เก็บในแต่ละเซลล์สามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ หรือรหัสที่ใช้อ้างอิงถึง ข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล ตำแหน่งของแต่ละเซลล์จะกำหนดโดยตัวเลขประจำสมมติ และแถว ค่าที่กำหนดให้แต่ละเซลล์จะแสดงถึงค่าของคุณลักษณะที่เซลล์นั้นเป็นตัวแทน เช่น จุดๆ หนึ่ง (บ้านหนึ่งหลัง) แสดงด้วยเซลล์ 1 เซลล์ เส้นหนึ่งเส้น (แนวถนน) แสดงด้วยเซลล์หลายเซลล์ที่มีค่าเหมือนกัน เกิดเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียงต่อเนื่องกัน รูปหลายเหลี่ยม (ขอบเขตแปลงที่ดิน) แสดงด้วยกลุ่มเซลล์ที่ทุกเซลล์มีค่าเหมือนกัน ดังนั้น เซลล์ที่มีข้อมูลมากกว่า 1 ค่า จะถูกแยกเก็บคนละแฟ้มข้อมูล เช่น ข้อมูลชนิดดิน 1 แฟ้ม ข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินของพื้นที่เดียวกันต้องแยกเก็บอีก 1 แฟ้ม การแก้ไขข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์แฟ้มข้อมูลหลายๆ แฟ้มร่วมกัน Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector หรือแปรรูปจาก Raster ไปเป็น Vector ได้ แต่จะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล



รูปที่ 5 ตัวอย่างข้อมูล Raster

ตารางสรุปจุดเด่นและจุดด้อยของข้อมูล Vector และ Raster

ลักษณะข้อมูล	จุดเด่น	จุดด้อย
Vector	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงโครงสร้างข้อมูลเชิงปรากฏการณ์ได้ดี ยังเหมาะสำหรับใช้แทนลักษณะของพื้นที่ซึ่งมีขอบเขตคดโค้งทำให้สามารถแบ่งขอบเขตของพื้นที่ได้อย่างชัดเจน - โครงสร้างข้อมูลกะทัดรัด ไฟล์ข้อมูลมีขนาดเล็กจึงใช้พื้นที่สำหรับการจัดเก็บน้อย - ความเชื่อมโยงทางโทโพโลยีสามารถทำได้ครบถ้วนด้วยการเชื่อมโยงแบบเครือข่าย - มีความถูกต้องในเชิงกราฟิก ซึ่งสามารถแทนข้อมูลได้อย่างมีความแม่นยำเชิงตำแหน่ง - สามารถทำการค้นคืน การแก้ไข และการวางนัยทั่วไปกับข้อมูลกราฟิกและลักษณะประจำได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างข้อมูลซับซ้อน - การรวมแผนที่แบบเวกเตอร์หลาย ๆ แผ่นหรือรวมแผนที่ Vector กับ Raster ด้วยวิธีวางซ้อนมีความยุ่งยากมาก - การทดสอบด้วยการจำลองสถานการณ์ทำได้ยาก เพราะแต่ละหน่วยของแผนที่ที่มีโครงสร้างที่ต่างกัน - การแสดงและการเขียนเป็นแผนที่ที่เสียค่าใช้จ่ายสูง โดยเฉพาะเมื่อต้องการแสดงสีและสัญลักษณ์ที่มีคุณภาพสูง - เทคโนโลยีชนิดนี้มีราคาแพง โดยเฉพาะถ้าต้องใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีความซับซ้อน - การวิเคราะห์พื้นที่และการกรอกรายละเอียดภายในรูปหลายเหลี่ยมเกือบเป็นไปไม่ได้
Raster	<ul style="list-style-type: none"> - มีโครงสร้างข้อมูลง่าย ๆ มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ทำให้การประมวลผลในระดับจุดภาพมีความสะดวก - การวางซ้อนและการรวมข้อมูลแผนที่กับ ข้อมูลที่รับรู้จากระยะไกลทำได้ง่าย - การวิเคราะห์ทางพื้นที่ในแบบต่าง ๆ ทำได้ง่าย - การทดสอบด้วยการจำลองสถานการณ์ทำได้ง่าย เพราะหน่วยพื้นที่แต่ละหน่วยมีรูปร่างและขนาดเท่ากัน - เทคโนโลยีมีราคาถูกและกำลังมีการพัฒนาอย่างจริงจัง - นอกจากนี้ข้อมูลแบบ Raster ยังมีความเหมาะสมกับการแทนลักษณะของพื้นผิว (Surface) ที่มีความต่อเนื่องกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลกราฟิกมีขนาดใหญ่ ไฟล์มีขนาดใหญ่จึงใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมาก - การใช้ช่องกริดใหญ่เพื่อลดปริมาตรข้อมูลทำให้สูญเสียโครงสร้างข้อมูล เกี่ยวกับปรากฏการณ์และเป็นการสูญเสียข้อสนเทศอย่างมาก - ไม่เหมาะสมในการแทนข้อมูลที่เป็นเส้นโค้ง หรือแทนตำแหน่งของจุดเพราะต้องใช้ 1 จุดภาพสำหรับตำแหน่ง 1 ตำแหน่ง - แผนที่ Raster ที่หยาบจะไม่สวยเท่าแผนที่ซึ่งเขียนด้วยเส้น - การสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงทำได้ยาก - การแปลงเส้นโครงแผนที่ที่ต้องใช้เวลามาก เว้นแต่ใช้ขั้นตอนหรือฮาร์ดแวร์พิเศษ

5.2.2 ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ คือ คุณสมบัติ หรือคุณลักษณะประจำข้อมูลภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ (Non-Spatial Data)

ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติหรือคุณลักษณะ (Attribute Characteristics) สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. Nominal Level เป็นระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบ ๆ โดยจะกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ เพื่อจำแนกลักษณะของสิ่งต่างๆเท่านั้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่หนึ่งจำแนกได้เป็น ป่า ไม้ แหล่งน้ำ ทุ่งหญ้า ฯลฯ เป็นต้น ลักษณะเหล่านี้อาจจะแทนค่าโดยตัวเลขเช่น 1 = ป่าไม้ 2 = ทุ่งหญ้า 3 = แหล่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบกันได้ว่า 1 มากกว่า 2 หรือ มากกว่า 3 ในแง่ของค่าตัวเลข

2. Ordinal Level หรือ Renking Level เป็นการเปรียบเทียบลักษณะในแต่ละปัจจัยว่ามีขนาดเล็กกว่า เท่ากัน หรือ ใหญ่กว่า เช่น พื้นที่ป่าไม่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือ 1>2 หรือการให้สัญลักษณ์แทนลักษณะของถนน เช่น ถนนสายเอเชีย = 1 และถนน 2 เลน = 2 ถนนทางลูกรัง = 3 อาจจะบ่งบอกถึงความสำคัญว่า 1 สำคัญกว่า 2 แต่บอกไม่ได้ว่าสำคัญกว่าเป็นปริมาณเท่าใด

3. Interval - Ratio Level เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในระหว่างแต่ละปัจจัยของ Ordinal Level ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เช่น พื้นที่ป่าไม่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้า 2 เท่า หรือเส้นชั้นความสูงที่ระดับ 500 เมตร สูงกว่าที่ระดับ 400 เมตรอยู่ 100 เมตร เป็นต้น

ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์การวัดในระดับต่างๆ ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงลักษณะเกณฑ์การวัดในระดับต่าง ๆ

เกณฑ์การวัด	NOMINAL	ORDINAL	INTERVAL-RATIO
ความสำคัญของสารสนเทศ	แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้	แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ เปรียบเทียบหรือจัดลำดับ ชั้นได้	แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ เปรียบเทียบหรือจัดลำดับ ชั้นได้ และหาค่าความ แตกต่างได้
OPERATION ที่ทำได้	Operation ทางด้าน ตรรกวิทยาบางคำสั่ง เช่น เท่ากัน/ไม่เท่า	Operation ทางตรรกได้ทุก คำสั่ง	Operation ทางตรรก และ คณิตศาสตร์ได้
ความสัมพันธ์ทางSTATISTICS	MODE CONTINGENCY COEFFICIENT	MEDIAN PERCENTILES	MEAN, VAREANCE COEDDICIENT OF CORRELATION

	Point	Line	Area
Interval/Ratio			
Ordinal			
Nominal			

รูปที่ 6 แสดงระดับในการวัดข้อมูลในการทำแผนที่

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

จากรูปแสดงให้เห็นเกณฑ์ในการวัดของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งในรูปแบบข้อมูล (Feature) แบบจุด เส้น และพื้นที่รูปปิด ในระดับของ Nominal Level นั้นจะไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของตัวเลขได้ แต่ค่าสัญลักษณ์นั้นจะแทนวัตถุหรือสิ่งต่างๆ บนแผนที่ ถ้าในระดับ Ordinal Level จะเห็นว่าสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งในรูปแบบของปริมาณมากหรือน้อยกว่ากัน แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่ามากกว่ากันเท่าใด แต่ในระดับ Interval/Ratio นั้นสามารถบอกได้ถึงระดับค่าความแตกต่างของแต่ละสัญลักษณ์ตัวเลขที่แทนวัตถุหรือสิ่งต่างๆ บนแผนที่

6. กระบวนการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบ GIS หมายถึง ระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ 4 กระบวนการ ดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (Data Input)
2. การจัดการข้อมูล (Data Management)
3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
4. การแสดงผลสารสนเทศ (Data Display)

กระบวนการทำงานในระบบ GIS จะเริ่มตั้งแต่ การนำเข้าข้อมูล (Data Input) ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปข้อมูลแผนที่ที่มีอยู่แล้ว ข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลจากเครื่องบันทึกภาพข้อมูลที่ป้อนแล้วสามารถจะเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งเรียกว่า Geographic Database ซึ่งสามารถแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ Geographic Database เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะจัดเก็บไว้ใน 2 รูปแบบ คือ Spatial Data หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ คือ ข้อมูลที่ทราบตำแหน่งทางพื้นดิน

สามารถอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ได้ (Geo-referenced) และ Non Spatial Data หรือ ข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลที่เกี่ยวกับคุณลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้นๆ (Associated Attributes) เช่น ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลประชากร เป็นต้น นอกจากนี้ การจัดการข้อมูล (Data Management) นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งแต่ละหน่วยงานที่มี ข้อมูลในรูปแบบที่ไม่เหมือนกัน หรือลักษณะของข้อมูลต่างกันจะต้องมีการจัดการข้อมูลนั้นหมายถึง การเก็บข้อมูลและแก้ไขข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ในฐานข้อมูล ซึ่งมีวิธีการหรือเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการฐานข้อมูลหลายวิธีที่จะใช้ในการจัดการฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ มีการจัดการโครงสร้างข้อมูล และการเชื่อมโยงแฟ้มข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จะต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล (Transformation หรือ Data Analysis) คือการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูล Spatial Data มาวิเคราะห์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยให้สัมพันธ์กับข้อมูล Non-Spatial Data เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อมูลสารสนเทศ (Information) ที่ผู้ใช้งานต้องการ และในท้ายที่สุดจะต้องมีการแสดงผล (Data Display) คือการแสดงผลข้อมูล หรือผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือข้อมูลภาพ (Graphic) ซึ่งอาจจะแสดงผลทาง Printer หรือ Plotter เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งานต่อไป รายละเอียดของแต่ละกระบวนการทำงานในระบบ GIS มีดังนี้

6.1 การนำเข้าข้อมูล

การนำเข้าข้อมูล เป็นการบันทึกหรือใส่ข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ในรูปแบบที่สามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นกระบวนการที่เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง ข้อมูลที่มีคุณภาพต้องประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ ๆ ดังนี้

- ต้องเป็นข้อมูลที่ทันสมัย
- ตำแหน่งของข้อมูลเชิงพื้นที่ต้องถูกต้อง
- การจำแนกข้อมูลต้องถูกต้องและสมบูรณ์
- วิธีการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลตลอดจนการบันทึกหรือใส่ข้อมูลจะต้องถูกต้องตามหลักวิชาการ

ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีอยู่ 4 วิธี ได้แก่

- การนำเข้าข้อมูลด้วยแป้นอักขระ (Keyboard)

การนำเข้าข้อมูลทางแป้นอักขระ สามารถนำเข้าได้ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

- การนำเข้าข้อมูลด้วยการบันทึกค่าพิกัดข้อมูลลายเส้น (Digitizing)

การบันทึกข้อมูลลายเส้น หรือเรียกว่า การดิจิไทซ์ เป็นการแปลงข้อมูลแผนที่ เป็นข้อมูลเชิงเลข รายละเอียดบนแผนที่จะถูกบันทึกเป็นชุด หรือกลุ่มของพิกัด x และ y โดยมีอุปกรณ์ประกอบด้วยเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้น (Digitizer) โต๊ะ (Table) หรือโต๊ะอ่านพิกัดขนาดเล็ก (Tablet) มีเส้นลวดพาด

ผ่านเป็นตาราง มีตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor) ที่ภายในมีวงขดลวดอยู่ซึ่งจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นช่วง ๆ ภายใต้การควบคุมของผู้ปฏิบัติงาน ตัวชี้ตำแหน่ง จะถูกตรวจจับได้โดยขดลวดตารางกริด แล้วส่งผ่านค่าพิกัดของตำแหน่งที่ตรวจจับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังคอมพิวเตอร์โดยแสดงเป็นค่าพิกัด x,y

ปัจจุบันเครื่องอ่านพิกัดมีหลายขนาด ตั้งแต่เล็กสุด คือขนาด 27x27 เซนติเมตร ถึงใหญ่สุดขนาด 1x1.5 เมตร กระบวนการในการบันทึกพิกัดข้อมูลลายเส้นประกอบด้วย

- การเตรียมแผนที่ ตรวจสอบแผนที่ที่จะใช้ในการนำข้อมูลเข้าว่าเป็นแผนที่ที่สมบูรณ์ น่าเชื่อถือ
- การบันทึกค่าพิกัด การนำแผนที่มาตรึงบนเครื่องอ่านพิกัด ใช้ตัวชี้วัดตำแหน่งเป็นอุปกรณ์ในการถ่ายโอนพิกัด กำหนดจุดควบคุม (Control Point) โดยเลือกอย่างน้อย 4 จุด จากแผนที่ที่จะนำเข้า และใส่ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ หรือค่าพิกัด ยู ที เอ็ม โซฟต์แวร์จะใช้จุดควบคุมเหล่านี้ในการแปลงพิกัดบนเครื่องอ่านพิกัดเป็นค่าพิกัดในภูมิประเทศ

อย่างไรก็ตาม ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการดิจิทัลไซ์ มีดังนี้

1. ไม่ได้เชื่อมต่อ (Snap) เส้นเข้าด้วยกันที่จุดต่อ (Node)
2. ลากเส้นเกินจุดต่อหรือลากเส้นไม่ถึงจุดต่อ
3. ลืมบันทึกค่าพิกัดของเส้นหรือจุด
4. การบันทึกค่าพิกัดของจุด หรือเส้นซ้ำซ้อน
5. ให้ค่ารหัสของข้อมูลไม่ถูกต้อง

การบันทึกรหัสของข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่สัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Attribute Entry) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ดิจิทัลไซ์แล้วจะนำเข้าโดยผ่านทางแฟ้มเป็นอักขระไปสู่ฐานข้อมูล ซึ่งจะกระทำทันทีก่อนหรือหลังจากดิจิทัลไซ์ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าไปแล้ว

- การนำเข้าข้อมูลโดยใช้เครื่องกราดภาพ (Scanning)

เครื่องกราดภาพในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. เครื่องกราดภาพแบบดรัม (Drum Scanner)
2. เครื่องกราดภาพแบบระนาบ (Flatbed Scanner)

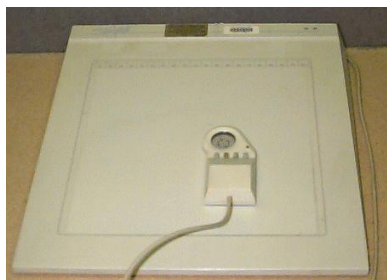
ผลที่ได้จากการกราดภาพ คือ ภาพเชิงเลข (Digital Image) และอยู่ในโครงสร้างของข้อมูล แรสเตอร์ (Raster Data) ส่วนข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Data) ต้องผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลจากข้อมูล แรสเตอร์ เป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Raster to Vector Conversion) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะจะเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ด้วย ID Number

ทั้งนี้ควรมีการเตรียมแผนที่ก่อนการกราดภาพ โดยการคัดลอกแผนที่ใหม่ ก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องกราดภาพ แผนที่ซึ่งมีรายละเอียดมากจำเป็นต้องคัดลอกแผนที่ขึ้นใหม่ โดยลดทอนรายละเอียดของข้อมูลลงเน้นรายละเอียดที่ต้องการนำเสนอให้เด่นขึ้น เรียกว่า การวางนัยทั่วไป (Generalization)

- แฟ้มข้อมูลเชิงเลขที่มีอยู่ก่อนแล้ว (Existing Data File)

ปัจจุบันหน่วยงานของทางราชการหลายหน่วยงานได้สร้างแผนที่เชิงเลข (Digital Map) เพื่อใช้งานตามวัตถุประสงค์ของหน่วยงานนั้น ๆ เช่น กรมแผนที่ทหาร กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ส่วนข้อมูลเรสเตอร์ ได้แก่ ภาพดาวเทียม ข้อมูลเชิงเลขที่มีอยู่แล้วเหล่านี้ โดยเฉพาะข้อมูลเชิงเลขพื้นฐานระดับจังหวัด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นการประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณในการนำเข้าข้อมูล



รูปที่ 7 แสดงเครื่อง Digitizer และเครื่อง Scanner

6.2 การจัดการข้อมูล

ระบบ GIS มีข้อมูลอยู่ 2 รูปแบบ คือ Spatial Data และ Non-spatial data ซึ่งต้องมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ รวมทั้งข้อมูลทั้ง 2 รูปแบบนี้จะต้องมีการเชื่อมโยงกัน ซึ่งข้อมูลในแบบ GIS จะถูกเก็บอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล ซึ่งเป็นรูปแบบข้อมูลดิจิทัล มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ สามารถนำมาประมวลผล วิเคราะห์ ได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ นอกจากนี้ยังสะดวกในการบำรุงรักษา โดยสรุปแล้ว ระบบฐานข้อมูลมีข้อดี ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ในการเก็บข้อมูลของชั้นข้อมูลต่างๆทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงคุณลักษณะ การแสดงผลไม่ว่าจะในรูปของแผนที่ หรือข้อมูลตารางจะแสดงเฉพาะที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์เท่านั้น
2. มีการกำหนดความสัมพันธ์อย่างชัดเจน ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงคุณลักษณะ ใช้กฎเกณฑ์ในการเชื่อมข้อมูลเชิงคุณลักษณะกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกันนั้น รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์แวดล้อมในการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่แต่ละชนิด
3. มีการปรับปรุงเพิ่มข้อมูลที่สัมพันธ์กันให้ทันสมัยโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภายในเพิ่มข้อมูลหนึ่ง จะนำการเปลี่ยนแปลงนั้นมาปรับปรุงข้อมูลนั้นในทุกเพิ่มข้อมูลของฐานข้อมูล
4. มีศูนย์ควบคุมระบบฐานข้อมูลด้วยการรักษาความปลอดภัยและตรวจสอบความต่อเนื่องของข้อมูลอยู่เสมอ

การจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์อย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถเรียกใช้ข้อมูลดังกล่าว เพื่อการวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่เมื่อเปรียบเทียบกับแบบเดิม คือ การทำแผนที่แผ่นกระดาษ การจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์จะทำโดยแบ่งข้อมูลออกเป็นเรื่องๆ (Theme) และผลิตแผนที่เฉพาะเรื่องนั้นๆ ซึ่งเรียกว่าแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map) หรือบางครั้งเรียกว่า ชั้นแผนที่ (Map Layer) เช่น แผนที่ดิน แผนที่การใช้ที่ดิน แผนที่ทางหลวงแผ่นดิน เป็นต้น อีกทั้งในการผลิตแผนที่เรื่องหนึ่งๆ ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างใหญ่ เช่น ภูมิภาค จำเป็นต้องผลิตแผนที่หลายระวาง (Sheet) และต้องมีระบบที่ง่ายในการแบ่งแผนที่

ออกเป็นระวางๆ เพื่อครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด สำหรับระดับของความละเอียดที่จะนำเสนอ ข้อมูลภูมิศาสตร์จะมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ในการจัดเก็บ และสื่อในการนำเสนอ

ในการจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ จะแบ่งพื้นที่ใหญ่ ออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ โดยใช้แนวคิดเดียวกับแผนที่แผ่นกระดาษ กล่าวคือ แต่ละพื้นที่เล็กๆ จะเก็บข้อมูลเรื่องต่างๆ เป็นกลุ่มของแฟ้มข้อมูล ข้อมูลแต่ละเรื่องหรือแต่ละแฟ้มข้อมูล เรียกว่า ชั้นข้อมูล (Data Layer) โดยชั้นข้อมูล ประกอบด้วย กลุ่มของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดให้เป็นกลุ่มๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ โดยหลักการแล้วชั้นข้อมูลจะจำแนกตามลักษณะความคล้ายคลึงกันของข้อมูล ตัวอย่างเช่น ถนน ทางรถไฟ ก็จะจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า ชั้น ข้อมูลเส้นทางคมนาคม (Transportation Data Layer) เป็นต้น

6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

หน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่งของระบบ GIS คือ การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ซึ่งต้องใช้ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะในฐานข้อมูล ซึ่งแตกต่างจากระบบอื่น ๆ ที่ใช้จัดทำแผนที่เพียงอย่างเดียว หรือจัดทำฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ GIS สามารถตอบคำถามตามความต้องการของผู้ใช้ได้ตั้งแต่ด้านพื้นฐานไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อน ซึ่งโดยสรุปแล้วระบบ GIS สามารถตอบคำถามในเรื่องต่างๆ ได้ดังนี้ (ศูนย์โอมทเซนซึ่งฯ, 2544)

- **การสอบถามข้อมูลการหาที่ตั้ง (Location)** โดยผู้ใช้งานข้อมูลสามารถสอบถามได้ว่า “มีอะไรอยู่ที่ไหน? (What is at...?)” เป็นคำถามที่สามารถตอบได้ด้วย GIS ซึ่งหากมีการเตรียมแผนที่ GIS ได้ อย่างถูกต้อง ทำให้ผู้สอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลสามารถตอบคำถามได้ว่า จุดที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน ตั้งอยู่ที่ตำบล หรืออำเภอ หรือจังหวัดใด หรืออาจจะอยู่ใกล้กับถนนใด เพื่อให้ง่ายต่อการไปถึงจุดที่ต้องการ และสามารถสอบถามรายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติมได้ และทำให้เราทราบถึงทิศทางทางภูมิศาสตร์ได้

- **การสอบถามข้อมูลโดยการตั้งเงื่อนไข (Condition)** โดยตั้งเงื่อนไขในการสอบถามหรือวิเคราะห์ข้อมูลว่า “สิ่งที่สอบถามนั้นอยู่ที่ไหน? (Where is it?)” GIS สามารถช่วยค้นหาพื้นที่ที่ตั้งเงื่อนไขไว้ และสามารถแสดงผลในรูปแบบแผนที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะได้ เช่น ต้องการสร้างสถานีวัดปริมาณน้ำฝนเพิ่มเติมในพื้นที่ ซึ่งควรอยู่บริเวณใดในพื้นที่ศึกษา เช่น ห่างจากแม่น้ำ 500 เมตร ห่างจากถนนไม่เกิน 1000 เมตร และไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่การเกษตร เพื่อไม่ให้สูญเสียการใช้ประโยชน์ที่ดินทางด้านการเกษตร เป็นต้น

- **การสอบถามข้อมูลถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trends)** โดยที่ผู้ใช้งานข้อมูล GIS สามารถสอบถามข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในฐานข้อมูลที่รวบรวมไว้ว่า “ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาจะมีอะไรในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงไปบ้าง? (What has changed since...?)” เช่น สภาพการใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไปในระยะ 10 ปี จากพื้นที่เกษตรไปเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้ มีเนื้อที่เท่าไร หรืออยู่บริเวณใดบ้าง ซึ่งสามารถทำให้เห็นแนวโน้มหรือพัฒนาการของพื้นที่ศึกษาหรือชุมชนในพื้นที่ศึกษาได้

- **การสอบถามข้อมูลรูปแบบการเปลี่ยนแปลง (Patterns)** ในการสอบถามข้อมูลถึงรูปแบบของสิ่งที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องใช้การแสดงผลที่หรือข้อมูลในรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปรากฏบนแผนที่เพื่อตรวจสอบว่า “ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในด้านพื้นที่เป็นอย่างไร? (What spatial patterns exist?)” อยากจะหาสาเหตุของการกระจายตัวของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในชุมชนชนบท หรือพื้นที่ศึกษา บางแห่งมีการกระจุกตัวของโรงงานอุตสาหกรรม SMEs เป็นจำนวนมาก เมื่อแสดงด้วยแผนที่แล้วพบว่า การกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นนี้ส่วนใหญ่จะตั้งไปตามเส้นทางคมนาคมทางบกเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะวางตัวไปตามแนวถนนหลัก และปัจจัยรอง คือ แหล่งน้ำเนื่องจากมีน้ำประปา และน้ำบาดาลที่ใช้ในกระบวนการผลิตอย่างพอเพียง และสามารถคาดการณ์ไปได้ดีกว่าการกระจายตัวจะไปทิศทางใด

- **การสอบถามข้อมูลด้วยการสร้างแบบจำลอง (Modeling)** ซึ่งในการจัดทำแบบจำลองสถานการณ์นี้สามารถทำให้ผู้ใช้งานข้อมูลซึ่งจะต้องมีความรู้ด้าน GIS มาบ้างสามารถใช้งานได้ในการกำหนดรูปแบบจำลองโดยใช้ฐานข้อมูล และทำให้คาดการณ์ถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปหากมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหรือตัวแปรใดๆ ในฐานข้อมูล (What if...?) เช่น การเตรียมข้อมูลสภาพพื้นที่บริเวณที่ราบลุ่มเชิงเขาในหมู่บ้านน้ำก้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้จัดเตรียมฐานข้อมูลจะต้องสร้างฐานข้อมูลเส้นชั้นความสูง ข้อมูลชุดดิน และความสามารถในการซึมน้ำ และการระเหยของน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา สภาพป่าไม้ และปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย และคาบของปริมาณน้ำฝนอย่างน้อย 30 ปี เพื่อให้สามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้นในเรื่องของปริมาณฝนที่ตก รวมถึงการไหลเข้าของน้ำ และการไหลออกของน้ำจากพื้นที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบความสมดุลของน้ำที่จะล้นลงมาสู่พื้นที่ว่าสามารถระบายออกจากพื้นที่ได้ทันเวลาหรือไม่หรือจะต้องท่วมเป็นเวลาที่ชั่วโหม่งหรือกี่วัน ผู้ใช้จึงสามารถจำลองสถานการณ์ได้ว่าหากฝนตกมาในปริมาณ 1000 มิลลิเมตร จะท่วมหรือไม่และบริเวณใดบ้างจะได้รับผลกระทบ

ในระบบ GIS สามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลได้ 3 รูปแบบ คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Analysis of Spatial Data)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย (Analysis of Attribute Data)
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ร่วมกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Integrated Analyses of Spatial and Attribute Data)

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Analysis of Spatial Data)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ การแปลงระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Transformation or Projection) ซึ่งเป็นการแปลงระบบพิกัด หรือ การแปลงเส้นโครงแผนที่ การต่อแผนที่ (Mosaic) เป็นการเชื่อมต่อแผนที่หลายๆ ระวางเข้าด้วยกัน การเทียบขอบ (Edge-matching) เป็นวิธีการปรับรายละเอียดของแผนที่ 2 ระวางขึ้นไป อยู่ต่อเนื่องกันแต่เชื่อมต่อกันไม่สนิท นอกจากนี้ยังมีเรื่องการคำนวณพื้นที่ เส้นรอบวง และคำนวณระยะทาง โดยใช้คำสั่งต่างๆ สอบถามจากโปรแกรม GIS ได้ รวมทั้งการ

ปรับแก้ไขข้อมูล Feature ต่างๆ เช่น จุด, เส้น, พื้นที่รูปปิด ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาซ้อนกันแล้วทับกันไม่สนิท สามารถเพิ่ม ลด แก้ไข เปลี่ยนตำแหน่งได้

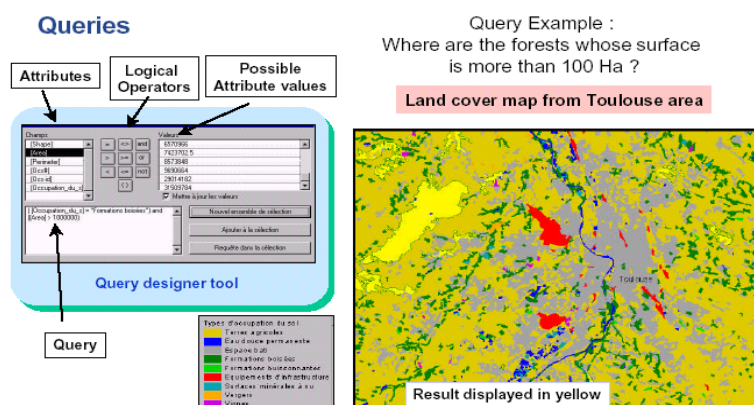
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย (Analysis of Attribute Data)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ การปรับแก้ไขข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Editing Function) โครงการเพิ่ม ลบ เปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล รวมทั้งการเชื่อมต่อหลาย ๆ ตารางเข้าด้วยกัน เพื่อนำข้อมูลไปใช้งานในการวิเคราะห์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป การสอบถามข้อมูล (Attribute Query Function) เป็นการเรียกค้นข้อมูลตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด และการใช้วิธีการทางสถิติ (Attribute Statistic Function) เป็นการคำนวณค่าทางสถิติจากตารางข้อมูล เช่น Mean, Standard Deviation, Max, Min

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ร่วมกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Integrated Analyses of Spatial and Attribute Data)

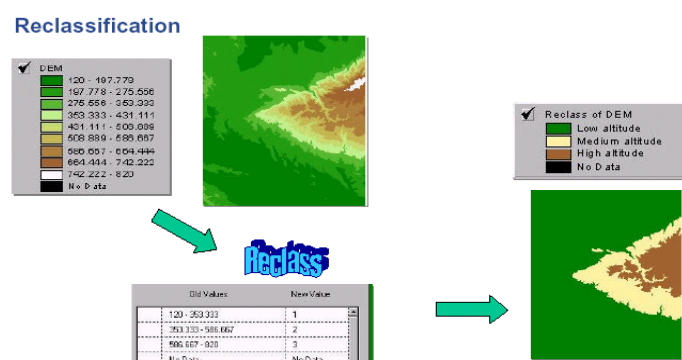
การวิเคราะห์รูปแบบนี้จะเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายร่วมกัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้หลายรูปแบบ ดังนี้

- **การเลือกค้นข้อมูล (Retrieval)** ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งในแผนที่ และในตารางฐาน ข้อมูล



รูปที่ 8 แสดงการค้นหาค้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- **การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Classification)** ได้แก่ การแบ่งกลุ่มของข้อมูลใหม่ (Reclassify) การรวมข้อมูลชนิดเดียวกันเข้าด้วยกัน (Dissolve) การรวมข้อมูลหลายชั้นหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน (Merge)



รูปที่ 9 แสดงการแบ่งกลุ่มข้อมูล (Classification)

- การคำนวณและการวัดระยะ (Measurement)

- การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Function) เป็นการนำข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไปมาวางซ้อนกัน ทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ และได้ข้อมูลเชิงคุณลักษณะเพิ่มขึ้นมา ซึ่งอาจใช้กระบวนการทางเลขคณิต เช่น บวก ลบ คูณ หาร หรือใช้ตรรกศาสตร์ เช่น And, Or, Xor ตัวอย่างเช่น การซ้อนชั้น ข้อมูลดิน, น้ำ, ความลาดชัน และคำนวณโดยใช้สมการเพื่อพิจารณาหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช เป็นต้น

นอกจากนี้ การซ้อนทับข้อมูลยังหมายถึงการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ฟังก์ชันต่างๆ ในการจัดการข้อมูลหลายๆ ชั้นข้อมูลร่วมกัน เช่น การซ้อนข้อมูลแบบ Union, การซ้อนข้อมูลแบบ Intersect, การเชื่อมต่อข้อมูล (Merge), การรวมข้อมูล (Dissolve)



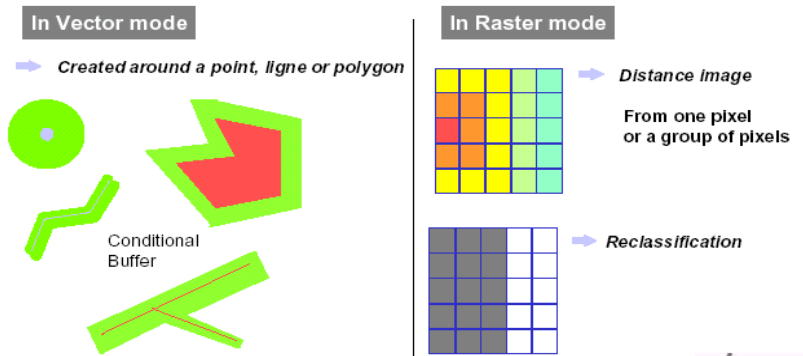
รูปที่ 10 แสดงการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis)

- การสร้าง Buffer

การสร้างขอบเขตพื้นที่ล้อมรอบวัตถุที่เป็นเป้าหมาย โดยวัตถุเป้าหมายอาจเป็นจุดเส้น หรือพื้นที่รูปปิดก็ได้ เช่น การสร้างขอบเขตพื้นที่รอบตำแหน่งโรงเรียนในระยะ 2 กิโลเมตร เป็นต้น โดยองค์ประกอบของการวิเคราะห์รูปแบบนี้จะต้องมีตำแหน่งของเป้าหมายอย่างน้อย 1 แห่ง เช่น ที่ตั้ง โรงเรียน ถนน แปลงที่ดิน จากนั้นต้องมีการกำหนดระยะห่างว่าจะให้เป็นเท่าไร ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์โดยใช้คำสั่งอื่นๆ ต่อไป เช่น เมื่อได้รัศมีรอบโรงเรียนในระยะ 2 กม. แล้วอาจคำนวณ ประชากร หรือให้นับอาคาร บ้านเรือน ที่อยู่ขอบเขตรัศมีดังกล่าวได้

Buffering and corridors

Ability to create distance buffers around selected features : points, lines, polygons or pixels. It is used in Proximity analysis or for the study of protected perimeters.



รูปที่ 11 แสดงการทำ Buffer

- การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

โครงข่าย หมายถึง กลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเป็นแนว เป็นโครงข่าย เช่น โครงข่ายท่อส่งน้ำมัน โครงข่ายเส้นทางรถประจำทาง ฟังก์ชันโครงข่ายนี้ ส่วนใหญ่ใช้กับการวิเคราะห์การขนย้ายทรัพยากรธรรมชาติ หรือกลุ่มคนจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ คือ

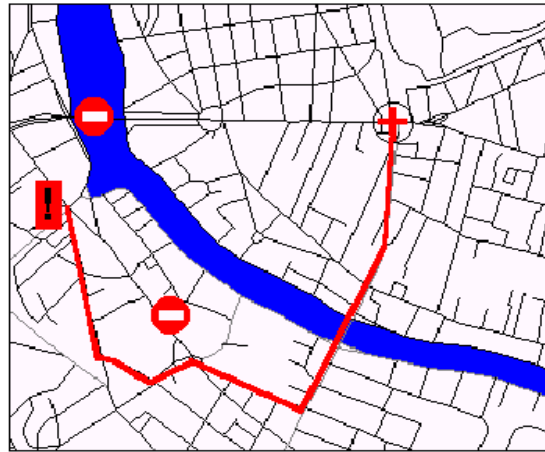
1. การประมาณการ ปริมาณของวัตถุที่ขนย้าย ตัวอย่างเช่น สามารถประมาณการณ ปริมาณของตะกอนที่กระแสน้ำในแม่น้ำพัดพามาในกลุ่มน้ำหนึ่ง ๆ

2. การเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น การเลือกเส้นทางในกรณีฉุกเฉิน สำหรับรถพยาบาล หรือรถดับเพลิง และการเลือกเส้นทางเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติงาน การรวบรวมมูลฝอยของเทศบาล การนำจดหมายพัสดุภัณฑ์ไปแจกจ่ายของบรษัทไปรษณีย์ เป็นต้น

3. การจัดสรรทรัพยากร ตัวอย่างเช่น การแบ่งพื้นที่ในเขตเมืองออกเป็นเขต ๆ เพื่อสามารถรับบริการได้อย่างรวดเร็วจากสถานีตรวจ และ/หรือรถดับเพลิง

การปฏิบัติการโครงข่ายต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

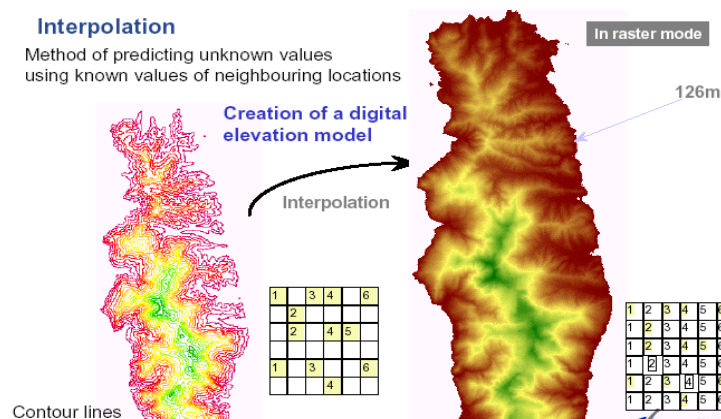
1. จุดเริ่มต้น และจุดหมายปลายทาง
 2. ต้องกำหนดเลขหมายประจำถนนแต่ละสายแตกต่างกัน
 3. ต้องทราบข้อจำกัดของถนนแต่ละสายว่าเป็นทางเอก หรือทางโท จำกัดความเร็ว มีสัญญาณไฟจราจรหรือไม่ จำนวนเท่าใด ข้อมูลเชิงคุณลักษณะเหล่านี้ เป็นอุปสรรคในการเดินทาง
- ดังนั้น ในการปฏิบัติการโครงข่าย คือ การเลือกเส้นทางที่มีอุปสรรคในการเดินทางน้อยที่สุด



รูปที่ 12 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

- การวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis)

เป็นการนำข้อมูลพื้นผิว โดยข้อมูล Vector จะใช้ Triangulated Irregular Network (TIN) ส่วนข้อมูล Raster จะใช้ Digital Elevation Model (DEM) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีค่าความสูงหรือค่าอื่น ๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่ สร้างภาพ 3 มิติ เพื่อให้เห็น ลักษณะภูมิประเทศที่ใกล้เคียงความเป็นจริง การแสดงภาพตัดขวาง (Profile) การทำ Visibility Map (การมองเห็นภูมิประเทศจากจุดที่มีความสูงที่ต่างกัน)



รูปที่ 13 การวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis)

6.4 การแสดงผล

หลังจากที่วิเคราะห์ข้อมูลในระบบ GIS เรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลในรูปแบบต่าง เช่น แผนที่ รายงาน กราฟ ตาราง เพื่อที่จะนำผลการศึกษาไปประกอบการตัดสินใจหรือการวางแผนในเรื่องต่างๆต่อไป ซึ่งการแสดงผลสามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. การแสดงผลเป็นสำเนาถาวร เป็นการพิมพ์เอกสารออกทางเครื่องพิมพ์แบบต่างๆ ได้แก่ เครื่องพิมพ์แบบจุด (Dot Matrix Printer) เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึก (Ink Jet Printer) เครื่องพิมพ์แบบ Laser (Laser Printer) เครื่องวาด (Plotter)

2. การแสดงผลให้ปรากฏบนจอภาพ เป็นการแสดงผลแบบชั่วคราว โดยให้แสดงผลการวิเคราะห์ขณะปฏิบัติงานบนจอภาพ

3. การแสดงผลโดยการทำสำเนาเก็บไว้ในรูปไฟล์ โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์อาจ Save เป็น file เก็บไว้ในโปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน หรือ Export ภาพแผนที่ ตารางหรือข้อมูลอื่น ๆ ออกมา โดยแผนที่สามารถ Export เป็น file รูปภาพ นามสกุล .jpg, .tif ฯลฯ และสามารถนำ file เหล่านั้นไปใส่ใน รายงาน หรือใน Presentation



รูปที่ 14 เครื่อง Plotter และเครื่อง Printer

7. ความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงระหว่างระบบ GIS RS และ GPS

ปัจจุบัน ความต้องการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับสากล เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยข้อมูลดังกล่าวต้องการนำมาใช้ในการวางแผน สนับสนุนการตัดสินใจ และกำหนดนโยบาย ทั้ง การพัฒนาด้านสาธารณะ และการบริการเชิงตำแหน่งต่างๆ ดังนั้นข้อมูลที่นำมาใช้ต้องเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพ คือ มีความครบถ้วน ถูกต้อง สมบูรณ์ และทันสมัย

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Remote Sensing, GIS และ GPS สามารถใช้ในการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ ซึ่งการบูรณาการเทคโนโลยีดังกล่าว จะส่งผลให้ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และการวางแผนได้ครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ด้าน ประกอบกัน โดยเทคโนโลยี RS สามารถให้ข้อมูลที่ทันสมัย เพื่อใช้ในการปรับปรุงฐานข้อมูลในระบบ GIS และสามารถใส่ฟังก์ชันในระบบ GIS ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมทั้งใช้เทคโนโลยี GPS เพื่อกำหนด พิกัดตำแหน่งทางพื้นที่ที่ถูกต้อง โดยทั้ง 3 ระบบมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน ดังนี้

1. ข้อมูลจากระบบ GIS สามารถสนับสนุนระบบ RS ได้ดังนี้

- สามารถใช้ข้อมูลในระบบ GIS เช่น สภาพภูมิประเทศ, ความสูง, ภูมิอากาศ ช่วยในการแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียม ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

- สามารถใช้ข้อมูลในระบบ GIS ในการทำแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม เช่น ข้อมูลถนน, ทางน้ำ, ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ต่างๆ ประกอบกับภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อทำแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม

- สามารถใช้ข้อมูลในระบบ GIS ในการแบ่งประเภทการใช้ที่ดินอย่างกว้างๆ (Stratification) เช่น ลักษณะภูมิประเทศ, ลักษณะทางธรณีวิทยา เพื่อกำหนดขอบเขตและแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ ที่ดิน หรือทำแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map) จากภาพถ่ายดาวเทียม

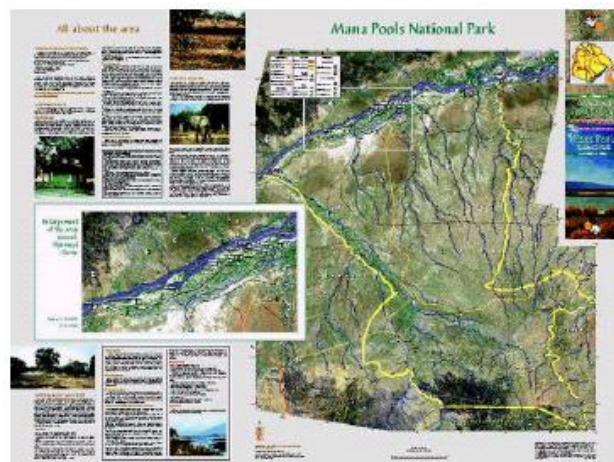
2. ข้อมูลจากระบบ RS สามารถสนับสนุนข้อมูลระบบ GIS ได้ดังนี้

- ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลอ้างอิง (Background) ในการสร้าง Vector Data หรือในการทำแผนที่ โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีแผนที่ภูมิประเทศ

- ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลในการปรับปรุงฐานข้อมูล GIS ให้ทันสมัย

- ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลในการศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินใน พื้นที่ (Change Detection)

- นำข้อมูล DEM ทั้งได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาศึกษา, วิเคราะห์ในเรื่องต่างๆในระบบ GIS เช่น การสร้าง Contour Line, Visibility Map, การสร้างภาพ 3 มิติ



รูปที่ 15 การใช้ข้อมูล RS ร่วมกับข้อมูล GIS

3. ข้อมูลจากระบบ GPS สามารถสนับสนุนข้อมูลในระบบ GIS ได้ดังนี้

- ใช้ระบบ GPS ในการเก็บข้อมูลค่าพิกัดตำแหน่งเพื่อนำมาสร้างฐานข้อมูลในระบบ GIS โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีแผนที่ภูมิประเทศ

- ใช้ในการทำแผนที่

- ปรับปรุงข้อมูลต่างๆในฐานข้อมูล GIS ให้ทันสมัย และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

- ใช้ระบบ GPS ร่วมกับฐานข้อมูล GIS ในการนำร่อง เช่น การนำร่องในรถยนต์ หรือการใช้ GPS และฐานข้อมูลแผนที่ในเครื่อง PDA



รูปที่ 16 การใช้ระบบ GPS ร่วมกับระบบ GIS

8. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านต่างๆ

GIS เป็นระบบสารสนเทศของข้อมูลในเชิงพื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลอันซับซ้อนของพื้นที่ที่ต้องทำการตัดสินใจวางแผนหรือแก้ปัญหา เพิ่มความรับรู้ข้อมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยสามารถประยุกต์ใช้ GIS ในการตอบคำถาม หรือสนับสนุนการตัดสินใจ ตั้งแต่คำถามง่ายๆ เกี่ยวกับการหาตำแหน่งที่ตั้ง ไปจนถึงสร้างแบบจำลองเพื่อทดลองตั้งสมมติฐาน เช่น ที่ตั้งอำเภออยู่ที่ไหน ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาอาศัยอยู่ ณ ที่ใด พื้นที่ในตำบลใดเหมาะสมที่จะส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดต่างๆ จะตั้งป้อมยามตำรวจ ณ จุดใด รถดับเพลิงจะวิ่งผ่านถนนเส้นใด เพื่อให้ถึงจุดเกิดเหตุเร็วที่สุด โดยใช้ระยะทางสั้นที่สุด การประยุกต์ใช้งาน GIS ในด้านต่างๆมีดังนี้ (วรเดช จันทรศร, 2545)

ด้านเศรษฐกิจ ในต่างประเทศมีการประยุกต์ใช้ GIS เพื่อช่วยเหลือในการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจกันอย่างแพร่หลาย เช่น การวางแผนการใช้ทรัพยากรในการผลิต การวิเคราะห์ความพร้อมของวัตถุดิบและแรงงาน รวมถึงความต้องการของประชากรในแต่ละพื้นที่จากข้อมูลพื้นฐาน เช่น อายุ การศึกษา รายได้ เป็นต้น การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสินค้าหรือวัตถุดิบตามศักยภาพของแต่ละพื้นที่ การตั้งศูนย์กระจายสินค้า เป็นต้น

ด้านคมนาคมขนส่ง GIS สามารถใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพทางการคมนาคมขนส่ง เช่น การวางแผนเส้นทางการเดินรถประจำทาง การวางแผนการสร้างเส้นทางคมนาคม ทางรถไฟ ทางด่วน ทางเดินเรือและเส้นทางการบิน ฯลฯ ได้เป็นอย่างดี เพราะหนึ่งในความสามารถในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของ

GIS คือ การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) การวิเคราะห์ความหนาแน่นของปริมาณการจราจรในแต่ละพื้นที่

ด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน การจัดหาสาธารณูปโภคพื้นฐานไปยังพื้นที่ต่างๆ ตามความต้องการของประชาชนนั้น GIS ได้เข้ามามีบทบาทอันสำคัญในการวางแผนในการสร้างถนน การเดินสายไฟฟ้า ท่อประปา รวมถึงการวางแผนในการบำรุงรักษาสาธารณูปโภคพื้นฐานเหล่านี้ นอกจากนี้ยังใช้ในการวิเคราะห์ถึงเงื่อนไขความต้องการสาธารณูปโภคในด้านต่างๆ เช่น วิเคราะห์ความเร่งด่วนในการให้บริการตามความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ หรือความเปลี่ยนแปลงของประชากรในพื้นที่ต่างๆซึ่งจะมีผลต่อการให้บริการสาธารณูปโภคพื้นฐานเหล่านั้น

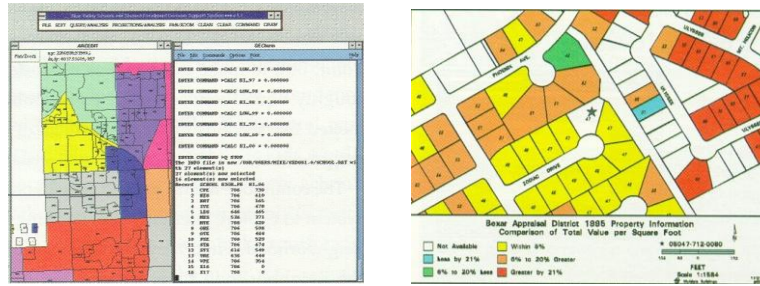
ด้านการสาธารณสุข การประยุกต์ใช้ GIS ในการบริหารจัดการภาครัฐกับงานทางด้านสาธารณสุข มีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น การระบุตำแหน่งของผู้ป่วยโรคต่างๆ การวิเคราะห์การแพร่ของโรคระบาด หรือแนวโน้มการระบาดของโรค ซึ่งการประยุกต์ใช้ GIS จะช่วยให้ผู้บริหารสามารถวางแผนในการป้องกันและแก้ไขปัญหาทางด้านสาธารณสุขได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ด้านการบริการชุมชน การประยุกต์ใช้ GIS ในการบริการชุมชน จะเกี่ยวข้องในส่วนของการให้บริการของรัฐกับประชาชนโดยทั่วๆ ไป ซึ่งประชาชนในแต่ละพื้นที่ จะมีความต้องการบริการจากภาครัฐแตกต่างกันไป การใช้ GIS จะช่วยให้ผู้บริหารทราบถึงความต้องการของประชาชนโดยการให้บริการสาธารณะได้อย่างเป็นพลวัตร

ด้านการบังคับใช้กฎหมายและการป้องกันอาชญากรรม มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การกำหนดจุดเสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมเพื่อตั้งป้อมตำรวจ การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมโดยการบันทึกจุดที่เกิดอาชญากรรมไว้ แล้วนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยง ซึ่งเจ้าหน้าที่ ผู้รักษากฎหมายสามารถวางแผนและให้ความสำคัญกับบางพื้นที่ที่ต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ เพื่อลดปัญหาอาชญากรรมได้

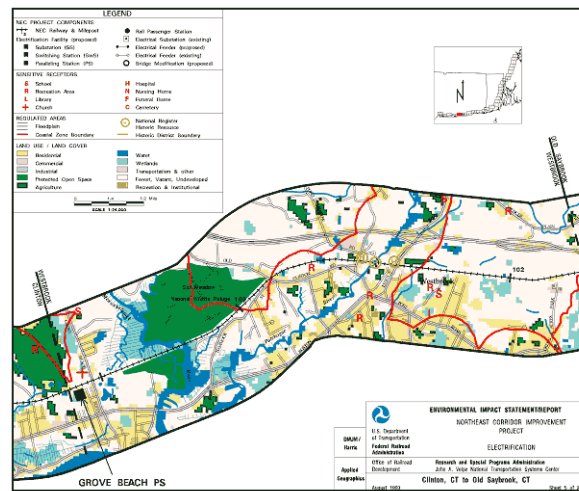
ด้านการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อช่วยในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นหนึ่งในกิจกรรมการประยุกต์ใช้ GIS ที่แพร่หลายที่สุด เพราะความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมินผล และนำเสนอข้อมูลต่างๆ ในเชิงพื้นที่ที่จำเป็นต่อการวางแผนผังเมือง และการจัดการเมืองสามารถกระทำได้อย่างสะดวก ทั้งการวิเคราะห์และประเมินศักยภาพในการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่

ด้านการจัดเก็บภาษี การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อช่วยในการจัดเก็บภาษี โดยอาศัย ข้อมูลแผนที่มาตราส่วนขนาดใหญ่ เช่น 1:1,000 ซึ่งสามารถมองเห็นขอบเขตของอาคาร เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูลการชำระภาษีอากร ซึ่งภาครัฐสามารถทำการติดตาม ตรวจสอบผลการจัดเก็บภาษีได้โดยสะดวก เพราะ ข้อมูลของสถานประกอบการ บ้านเรือน ฯลฯ ที่ชำระค่าภาษีอากรต่างๆ แล้วจะสามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างได้โดยเจดสีบนแผนที่ ทำให้สามารถค้นหา หรือติดตามการชำระภาษีอากรได้โดยสะดวก และทำให้การจัดเก็บภาษีมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 17 การประยุกต์ใช้ระบบ GIS ในการจัดเก็บภาษี

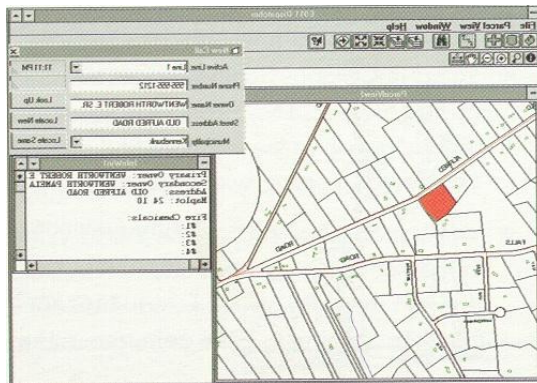
ด้านสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อทดลองสร้างแบบจำลองทางด้าน สิ่งแวดล้อม มีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติแสดงการถล่มของภูเขา การสร้างแบบจำลองระดับน้ำใต้ดิน แบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ แบบจำลองแสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ป่าไม้ตามเวลาที่เปลี่ยนไป แบบจำลองแสดงการแพร่กระจายของมลพิษในอากาศหรือแบบจำลองสามมิติของเมือง ซึ่งการสร้างแบบจำลองใน GIS จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจกับลักษณะของพื้นที่ได้โดยง่าย และเป็นการเพิ่มการรับรู้แบบเสมือนจริงในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ ซึ่งช่วยลดความผิดพลาดในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ GIS สามารถประยุกต์ใช้ทั้งในการวางแผนและบริหารจัดการ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเรื่องวิกฤตสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ศึกษาหาสาเหตุปัจจัยแหล่งกำเนิดมลพิษ ตลอดจนการวิเคราะห์เพื่อสร้าง Model ในการวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับศักยภาพของที่ดิน และสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี



รูปที่ 18 การประยุกต์ใช้ระบบ GIS ในด้านสิ่งแวดล้อม

ด้านการจัดการภาวะฉุกเฉินและภัยพิบัติ สิ่งที่สำคัญมากที่สุดในการจัดการในสภาวะ ฉุกเฉิน คือ การรับรู้ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุด เพื่อทำการตัดสินใจให้เร็วที่สุด ผิดพลาดน้อยที่สุด และมีประสิทธิผลมากที่สุด GIS ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้อย่างทั่วถึงในเวลาอันรวดเร็ว

รวมถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจำเป็นต่อมาตรการในการป้องกันแก้ไข นอกจากนี้ยังใช้ GIS วิเคราะห์ถึงผลกระทบต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นอยู่ในรัศมีของการได้รับผลกระทบจากสารพิษ เป็นต้น รวมทั้งวิเคราะห์ทิศทางวางแผนอพยพผู้คน เส้นทางในการเคลื่อนย้าย การขนส่ง และเพื่อกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ในการป้องกัน การวางแผนการช่วยเหลือ ทำการวิเคราะห์หรือสร้างภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อหาสาเหตุได้ทันที ตามสภาพของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ 19 การประยุกต์ใช้ระบบ GIS ในด้านเหตุฉุกเฉิน

ตารางสรุปการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านต่างๆ

การพัฒนา ด้าน ต่างๆ	การประยุกต์ใช้ในการ จัดเก็บข้อมูลในรายการต่างๆ	การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์นโยบาย	การประยุกต์ใช้ในการ บริหารจัดการ/การจัดทำ นโยบาย
ด้านเศรษฐกิจ	การจัดเก็บตำแหน่งที่ตั้งของ ธุรกิจที่สำคัญ และความต้องการ ทรัพยากรที่สำคัญ	การวิเคราะห์ความต้องการ ทรัพยากรตามศักยภาพของผู้ จัดหา (Supplier) การสร้าง แบบจำลองพื้นที่ที่เหมาะสม สำหรับการพัฒนา	สนับสนุนให้มีการใช้ทรัพยากร หรือผู้จัดหาวัตถุดิบในท้องถิ่น
ด้านสาธารณสุข	การจัดเก็บตำแหน่งของผู้ป่วย	วิเคราะห์การแพร่กระจายของ โรคตามเวลาที่เปลี่ยนไปหรือ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ สาเหตุการเกิดโรคกับเงื่อนไข ทางด้านสิ่งแวดล้อม	การวิเคราะห์หาตำแหน่ง/จุด กำเนิดหรือจุดแพร่กระจาย โรคติดต่อ
ด้านการติดตาม ตรวจสอบ ทางด้าน สิ่งแวดล้อม	การจัดเก็บตำแหน่งของแหล่ง จัดเก็บสารพิษร้ายแรง ซึ่งมี ความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบ เช่น น้ำใต้ดิน	วิเคราะห์การแพร่กระจายและ การสะสมของมลพิษที่มีผลต่อ ประชากร	การสร้างแบบจำลองของการ วิเคราะห์แหล่งมลพิษร้ายแรง ที่ มีผลต่อพื้นที่เฉพาะ
ด้านการจัดการ ภาวะฉุกเฉินและ พิบัติภัย	การจัดเก็บตำแหน่งเส้นทางที่ใช้ ในกรณีฉุกเฉิน เช่น เส้นทางที่มี การจราจรหนาแน่น ที่ควร หลีกเลี่ยง หรือจัดเก็บตำแหน่ง ของสถานที่ที่เสี่ยงต่อการเกิด อันตราย เช่น คลังเก็บอาวุธ หรือ คลังแสง	การวิเคราะห์ศักยภาพของความ ร้ายแรงของเหตุการณ์ในระดับ ต่างๆ	การสร้างแบบจำลองเพื่อ วิเคราะห์ผลกระทบจาก เหตุการณ์ฉุกเฉินที่มีต่อ สาธารณูปโภคในสถานที่ต่างๆ
ข้อมูลและสาร สนเทศเกี่ยวกับ ประชาชนใน พื้นที่ต่างๆ	ข้อมูลประชาชนในพื้นที่/ รูปแบบของการใช้สิทธิในการ เลือกตั้ง/การใช้บริการภาครัฐ/ เส้นทางการคมนาคม	การวิเคราะห์ลักษณะของการใช้ สิทธิเลือกตั้งในแต่ละพื้นที่	แบบจำลองผลกระทบของการ ติดตั้งอิเล็กทรอนิกส์สำหรับ ให้บริการข้อมูลข่าวสาร ณ จุด ต่างๆ

ที่มา: วรเดช จันทรศรและสมบัติอยู่เมือง. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการบริหารภาครัฐ (GIS in Government): ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย, 2545.

9. สรุป

จากการที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบ GIS ในหัวข้อที่กล่าวไว้ข้างต้น ทั้งในเรื่องความหมาย องค์ประกอบ ลักษณะข้อมูล กระบวนการทำงาน ความเชื่อมโยงระหว่างระบบ GIS และเทคโนโลยีอื่นๆ ตลอดจนการประยุกต์ใช้ระบบ GIS ในสาขาต่าง ๆ นั้น จะเห็นได้ว่าระบบ GIS มีการพัฒนาให้ตอบสนองความต้องการในการวิเคราะห์เรื่องต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย โดยที่เมื่อพิจารณาข้อมูลในปัจจุบัน จะเห็นว่ามีข้อมูลถึงร้อยละ 80% ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องสิ่งแวดล้อม, พังเมือง, เกษตร, การใช้ที่ดิน, อาชญากรรม, ภาษี, อสังหาริมทรัพย์ หรือแม้แต่ทำเลที่ตั้งทางธุรกิจ ระบบ GIS สามารถเข้าไปจัดการวิเคราะห์ และประมวลผลได้

อย่างไรก็ตาม การจะใช้งานระบบ GIS ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีการจัดการฐานข้อมูลที่ดี มีระบบ Software และ Hardware ที่สอดคล้องกับงานที่จะวิเคราะห์ ซึ่งในอนาคต GIS จะมีการกำหนดมาตรฐานในเรื่องต่างๆ และพัฒนาให้เป็นระบบเปิดมากขึ้น (Open System) โดยผู้ใช้งานสามารถที่จะเข้ามาแลกเปลี่ยนข้อมูล และใช้ข้อมูลร่วมกันได้ ทั้งนี้ ระบบ GIS เป็นเพียงเครื่องมือ (Tools) ตัวหนึ่งเท่านั้น สิ่งสำคัญที่สุดในการนำระบบ GIS มาประยุกต์ใช้งาน ก็คือผู้ที่จะนำข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์แบบต่างๆ มาพัฒนาให้สอดคล้องกับความต้องการของตน

นอกจากนี้ การใช้ประยุกต์ใช้ GIS ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น RS, GPS จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ GIS และเพื่อให้ระบบ GIS มีการพัฒนาอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ต้องการการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอย่าง ทันท่วงที ซึ่งระบบ GIS สามารถจะแสดงผลให้เห็นภาพได้ชัดเจน รวดเร็ว ทันเวลา ตอบสนองการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเหตุฉุกเฉิน หรือภาวะวิกฤตต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยคุณภาพการวิเคราะห์ข้อมูล ขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้การร่วมมือ และการประสานงานระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์กร อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ย่อมจะส่งผลให้เทคโนโลยีด้านนี้ มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและขยายตัวอย่าง กว้างขวางมากยิ่งขึ้นในอนาคต

บรรณานุกรม

- ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. พื้นฐาน GIS (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก <http://www.gis2me.com>. 1997.
- ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ,. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินค่าทรัพยากรที่ดิน. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2537.
- ศูนย์รีโมทเซนซิงและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภาควิชา ภูมิศาสตร์สงขลานครินทร์. เทคโนโลยีรีโมทเซนซิงและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.rs.psu.ac.th/>. 2544.
- วรเดช จันทรศร และ สมบัติ อยู่เมือง. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการบริหารภาครัฐ GIS in Government. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย, 2545.
- สรค์ใจ กลิ่นดาว. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์:หลักการเบื้องต้น. ฉบับพิมพ์ครั้งที่2 แก้ไขเพิ่มเติม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2542.
- Clarke, K.C. Getting Started with Geographic Information Systems. 2nd ed. Prentice-Hall: New Jersey, 1999.
- Michael N. Demers. Fundamentals of Geographic Information Systems. 3rd ed. Madison, WI: JP Publication, 1997.