บทที่ 3

หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ลักษณะการใช้น้ำบาดาล

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้น้ำบาดาลแยกออกเป็น 3 ประเภท คือการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม และการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม ซึ่งสามารถประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ (Q) ได้ตามสมการที่ 3-1

$$Qtotal = Qdom + Qind + Qagr \quad (3\text{-}1)$$

โดยที่ Qtotal = การใช้น้ำบาดาลรวม (ลบ.ม./วัน)
Qdom = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค (ลบ.ม./วัน)
Qind = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม (ลบ.ม./วัน)
Qagr = การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม (ลบ.ม./วัน)

การวิเคราะห์ลักษณะการใช้น้ำบาดาล เพื่อที่จะหาค่าตัวแปรที่มีผลต่อการใช้น้ำดังกล่าว ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

Qdom = f (จำนวนประชากร ราคาค่าน้ำบาดาล และเวลา)
Qind = f (จำนวนโรงงานที่ใช้น้ำบาดาล จำนวนแรงม้าที่ใช้น้ำบาดาล ผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัดที่ใช้น้ำบาดาล ราคาค่าน้ำบาดาล และเวลา)
Qagr = f (พื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำบาดาล ผลผลิตข้าวนาปีที่ใช้น้ำบาดาล ผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาล ราคาผลผลิตข้าวนาปี ราคาผลผลิตข้าวนาปรัง ราคาค่าน้ำบาดาล และเวลา)

โดยนิยามของตัวแปรแต่ละตัวสามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนประชากร	จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษาตามขอบเขตที่กำหนด (คน)
ราคาค่าน้ำบาดาล	ราคาค่าน้ำบาดาลที่ต้องจ่าย (บาท)
เวลา	ช่วงเวลาที่พิจารณา (ปี)
จำนวนโรงงานที่ใช้น้ำบาดาล	โรงงานที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการที่ใช้น้ำบาดาลในการผลิต (โรงงาน)

จำนวนแรงม้าที่ใช้น้ำบาดาล	จำนวนแรงม้าของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำบาดาลในการผลิต (แรงม้า)
ผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัดที่ใช้น้ำบาดาล	ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัดที่ใช้น้ำบาดาล ณ ราคาคงที่ (ล้านบาท)
พื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำบาดาล	พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรที่ใช้น้ำบาดาลในการเพาะปลูก (ไร่)
ผลผลิตข้าวนาปีที่ใช้น้ำบาดาล	ผลผลิตข้าวนาปีที่ใช้น้ำบาดาลในการเพาะปลูก (ตัน)
ผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาล	ผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาลในการเพาะปลูก (ตัน)
ราคาผลผลิตข้าวนาปี	ราคาผลผลิตข้าวนาปีที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (บาท/เกวียน)
ราคาผลผลิตข้าวนาปรัง	ราคาผลผลิตข้าวนาปรังที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (บาท/เกวียน)

3.1.1 ลักษณะการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค

การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคประกอบด้วยข้อมูลจาก การประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค ประปาสัมปทาน ประปาหมู่บ้าน บ่อน้ำบาดาลเอกชน และบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว ดังสมการที่ 3-2 และแสดงขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคในรูปที่ 3-1 ซึ่งสามารถประเมินการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคดังนี้ (หน่วย ลบ.ม./วัน)

$$Qdom = Qmwad + Qpwad + Qpst + Qpmb + Qprivd + Qnrdd \quad (3\text{-}2)$$

โดยที่ Qmwad = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปานครหลวง
Qpwad = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปาส่วนภูมิภาค
Qpst = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของประปาสัมปทาน
Qpmb = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของประปาหมู่บ้าน
Qprivd = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลเอกชน
Qnrdd = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว

3.1.2 ลักษณะการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม

การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมได้จากการประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค และบ่อน้ำบาดาลเอกชนดังสมการที่ 3-3 และแสดงขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมในรูปที่ 3-2 ซึ่งสามารถประเมินการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมดังนี้ (หน่วย ลบ.ม./วัน)

$$Qind = Qmwai + Qpwai + Qprivi \quad (3\text{-}3)$$

โดยที่ Qmwai = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปานครหลวง

Qpwai = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปาส่วนภูมิภาค

Qprivi = การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน

3.1.3 ลักษณะการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม

การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมได้จากบ่อน้ำบาดาลเอกชน และบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว ที่มาจากฐานข้อมูล กชช.2ค. ดังสมการที่ 3-4 และแสดงขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมในรูปที่ 3-3 โดยการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมเดิมมีหน่วย ล้าน ลบ.ม./ปี ในการศึกษานี้ได้ปรับให้เป็นหน่วย ลบ.ม./วัน เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้น้ำบาดาลประเภทอื่น ซึ่งสามารถประเมินการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมดังนี้

$$Qagr = Qpriva + Qnrda \quad (3\text{-}4)$$

โดยที่ Qpriva = การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน

Qnrda = การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว

3.2 วิธีการประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาล

เมื่อทราบถึงลักษณะการใช้น้ำบาดาลในหัวข้อ 3.1 แล้ว จึงอธิบายสูตรหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาลในแต่ละประเภทการใช้น้ำ แต่เนื่องจากบางหน่วยงานประกอบด้วยประเภทการใช้น้ำได้ 2 ประเภทการใช้น้ำ ในที่นี้จึงขออธิบายปริมาณการใช้น้ำบาดาลพร้อมกันในแต่ละหน่วยงานดังสมการที่ 3-5 ถึง 3-16 ดังนี้

1) การประปานครหลวง มีสูตรหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาล ดังนี้

$$Qmwa = Qbranch \times Pt / Pbranch \quad (3\text{-}5)$$

โดยที่ Qmwa = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลรายตำบลของการประปานครหลวง (ลบ.ม./วัน)

Qbranch = ปริมาณน้ำที่สำนักงานประปาสาขาได้รับ (ลบ.ม./วัน)

Pt = จำนวนประชากรในตำบล (คน)

Pbranch = จำนวนประชากรในสาขา (คน)

$$Qmwad = Qmwa \times r_{mwad} \quad (3\text{-}6)$$

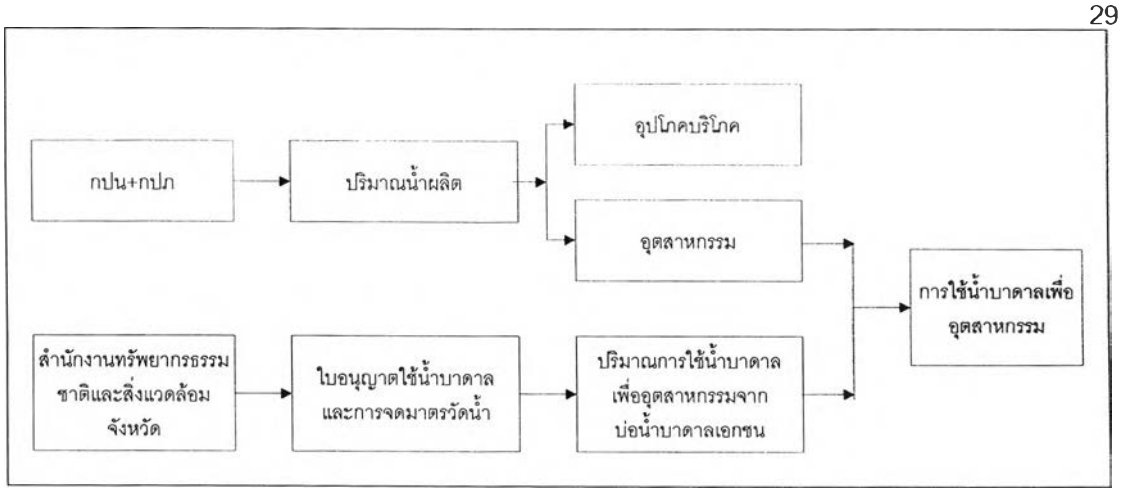
โดยที่ Qmwad = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปานครหลวง (ลบ.ม./วัน)

r_{mwad} = อัตราส่วนของปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปานครหลวง (ที่พักอาศัย ราชการ ผู้ขายน้ำปลีก และขายเหมา) ตามตารางที่ 5-1

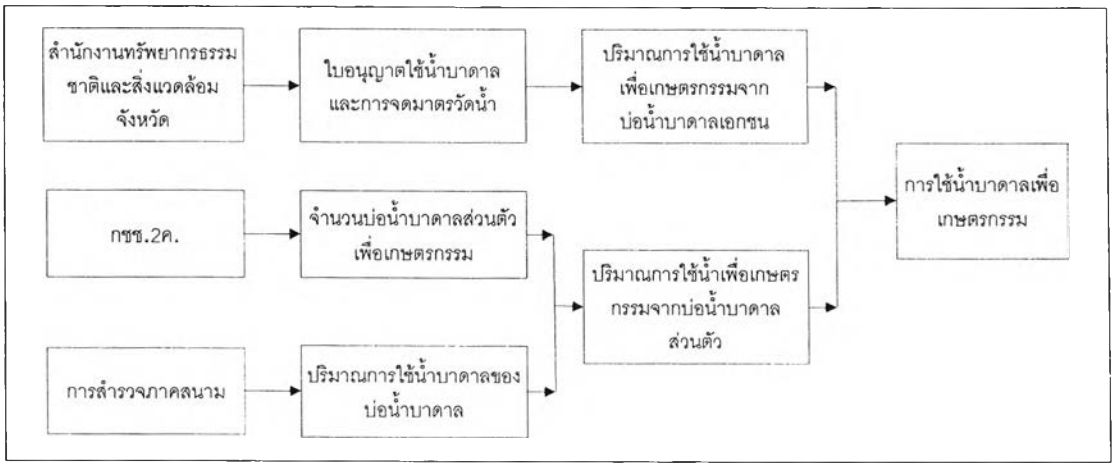
$$Qmwai = Qmwa \times r_{mwai} \quad (3\text{-}7)$$

โดยที่ r_{mwai} = อัตราส่วนของปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปานครหลวง (ธุรกิจขนาดเล็ก ธุรกิจขนาดใหญ่ และอุตสาหกรรม) ตามตารางที่ 5-1

รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค



รูปที่ 3-2 ขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม



รูปที่ 3-3 ขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม

2) การประปาส่วนภูมิภาค มีสูตรหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาล ดังนี้

$$Qpwa = Qbranch \times Pt / Pbranch \quad (3\text{-}8)$$

โดยที่ Qpwa = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลรายตำบลของการประปาส่วนภูมิภาค (ลบ.ม./วัน)

Qbranch = ปริมาณน้ำผลิตจริงของสำนักงานประปาของการประปาส่วนภูมิภาค (ลบ.ม./เดือน)

Pt = จำนวนประชากรในตำบล (คน)

Pbranch = จำนวนประชากรในสาขา (คน)

$$Qpwad = Qpwa \times r_{pwad} \quad (3\text{-}9)$$

โดยที่ Qpwad = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปาส่วนภูมิภาค (ลบ.ม./วัน)

r_{pwad} = อัตราส่วนของปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปาส่วนภูมิภาค (ที่อยู่อาศัย ราชการ และรัฐวิสาหกิจ) ตามตารางที่ 5-2

$$Qpwai = Qpwa \times r_{pwai} \quad (3\text{-}10)$$

โดยที่ Qpwai = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปาส่วนภูมิภาค (ลบ.ม./วัน)

r_{pwai} = อัตราส่วนของปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปาส่วนภูมิภาค (ธุรกิจขนาดเล็ก ธุรกิจขนาดใหญ่ และอุตสาหกรรม) ตามตารางที่ 5-2

3) ประปาสัมปทาน มีสูตรหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาล ดังนี้

Qpst = กำลังผลิตน้ำบาดาลของผู้รับสัมปทาน(อุปโภคบริโภค) (ลบ.ม./วัน) (3-11)

4) ประปาหมู่บ้าน มีสูตรหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาล ดังนี้

$$Qpmb = q_{vil} \times N_{vil} \quad (3\text{-}12)$$

โดยที่ Qpmb = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของประปาหมู่บ้าน (อุปโภคบริโภค) (ลบ.ม./วัน)

q_{vil} = ปริมาณการผลิตน้ำของประปาหมู่บ้าน (ลบ.ม./วัน)

N_{vil} = จำนวนระบบประปาหมู่บ้าน (ระบบประปาหมู่บ้าน)

5) บ่อน้ำบาดาลเอกชน มีสูตรหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาล ดังนี้

$$Qpriv = Qprivd + Qprivi + Qpriva \quad (3\text{-}13)$$

โดยที่ Qpriv = ปริมาณน้ำที่ขออนุญาตของบ่อน้ำบาดาลเอกชน (ลบ.ม./วัน)

Qprivd = ปริมาณน้ำที่ขออนุญาตเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลเอกชน (ลบ.ม./วัน)

Qprivi = ปริมาณน้ำที่ขออนุญาตเพื่ออุตสาหกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน (ลบ.ม./วัน)

Qpriva = ปริมาณน้ำที่ขออนุญาตเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน (ลบ.ม./วัน)

6) บ่อน้ำบาดาลส่วนตัว มีสูตรหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาล ดังนี้

$$Qnrd = Qnrdd + Qnrda \quad (3\text{-}14)$$

$$Qnrdd = Qsurvey \times Nnrd \times r_{nrdd} \quad (3\text{-}15)$$

โดยที่ Qnrd = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว (ลบ.ม./วัน)

Qnrdd = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว (ลบ.ม./วัน)

Qsurvey = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเฉลี่ยของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่พิจารณา (ลบ.ม./วัน)

Nnrd = จำนวนบ่อน้ำบาดาลของประชาชนได้จากข้อมูล กชช.2ค. (บ่อ)

r_{nrdd} = อัตราส่วนของจำนวนบ่อที่ประชากรใช้เพื่ออุปโภคบริโภคกับบ่อน้ำบาดาลทั้งหมด

$$Qnrda = Qsurvey \times Nnrd \times r_{nrda} \times f_{month} \times f_{year} \times t_{survey} \quad (3\text{-}16)$$

โดยที่ Qnrda = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว (ลบ.ม./วัน)

Qsurvey = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเฉลี่ยของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่พิจารณา (ลบ.ม./วัน)

r_{nrda} = อัตราส่วนของจำนวนบ่อที่ประชากรใช้เพื่อเกษตรกรรมกับบ่อน้ำบาดาลทั้งหมด

f_{month} = สัมประสิทธิ์การสูบน้ำรายเดือน

f_{year} = สัมประสิทธิ์การสูบน้ำรายปี

t_{survey} = ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการสูบน้ำบาดาลในสภาวะแล้งที่สุด

3.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลคุณลักษณะประจำหรือข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute) ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.1 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 อย่างด้วยกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบคอมพิวเตอร์ (Hardware) ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์นำเข้า เช่น Digitizer scanner อุปกรณ์อ่านข้อมูล อุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูล และแสดงผลข้อมูล เช่น Printer Plotter เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดมีหน้าที่และคุณภาพแตกต่างกันออกไป

2) โปรแกรมหรือระบบซอฟแวร์ (Software) หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบ และสั่งงานต่างๆ เพื่อให้ระบบ ฮาร์ดแวร์ ทำงาน หรือเรียกใช้ข้อมูล ทำงานตามวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปชุดคำสั่งหรือโปรแกรมของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะประกอบด้วย หน่วยนำเข้าข้อมูล หน่วยเก็บข้อมูล และการจัดการข้อมูล หน่วยวิเคราะห์ แสดงผลหน่วยแปลงข้อมูล และหน่วยโต้ตอบกับผู้ใช้ ตัวอย่างซอฟท์แวร์ GIS ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ Arc/Info, Arcview, Mapinfo, Intergraph และ Spans เป็นต้น

3) ข้อมูล (Data/Information) ข้อมูลที่จะนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ควรเป็นข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Theme) และเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการตอบคำถามต่างๆ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้และเป็นปัจจุบันมากที่สุด อนึ่ง ข้อมูลหรือสารสนเทศสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลอธิบายพื้นที่ (Non-spatial data or attribute data) ข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced Data) ของรูปลักษณะของพื้นที่ (Graphic Feature) ซึ่งมี 2 แบบ คือ ข้อมูลที่แสดงทิศทาง (Vector Data) และข้อมูลที่แสดงเป็นตารางกริด (Raster Data) ข้อมูลที่มีทิศทางประกอบด้วยลักษณะ 3 อย่าง คือ ข้อมูลจุด (Point) เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน โรงเรียน เป็นต้น ข้อมูลเส้น (Arc หรือ Line) เช่น ถนน แม่น้ำ ท่อประปา เป็นต้น ข้อมูลพื้นที่ หรือเส้นรอบรูป (Polygon) เช่น พื้นที่ป่าไม้ ตัวเมือง เป็นต้น

4) กรรมวิธี (Method/Process) คือการกำหนดขั้นตอนระบบงานและกรรมวิธีดำเนินงานให้มีความสอดคล้องกัน รวมไปถึงมาตรฐานขององค์กร เพื่อสามารถรองรับการทำงานเป็นปกติได้

5) บุคลากร (Human Resources) บุคลากร ประกอบด้วยผู้ใช้ระบบ (Analyst) และผู้ใช้สารสนเทศ (User) ผู้ใช้ระบบ หรือผู้ชำนาญการ GIS ต้องมีความชำนาญในหน้าที่ และได้รับการฝึกฝนมาแล้วเป็นอย่างดี พร้อมทำงานได้เต็มความสามารถ โดยทั่วไปผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้เลือกระบบฮาร์ดแวร์และระบบซอร์ฟแวร์ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และสนองตอบความต้องการของหน่วยงาน ส่วนผู้ใช้สารสนเทศ (User) คือนักวางแผน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ (Decision-making) เพื่อนำเข้าข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ

3.3.2 เทคนิคของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต้องใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลคุณลักษณะในฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดเพื่อแสวงหาคำตอบหรือคาดการณ์ว่าคำตอบที่อาจเกิดขึ้นตามแบบจำลองที่สร้างไว้เป็นเช่นไร

ชั้นข้อมูลประกอบด้วยกลุ่มของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ข้อมูลนี้ถูกจัดให้เป็นกลุ่มๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ โดยหลักการแล้วชั้นข้อมูลสามารถจำแนกตามลักษณะความคล้ายคลึงของข้อมูล เช่น ถนน แม่น้ำ พื้นที่ชลประทาน ขอบเขตการปกครอง แหล่งน้ำขนาดใหญ่ เป็นต้น การใช้ฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) กลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Analysis of the Spatial Data)
2) กลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Analysis of the Attribute Data)
3) กลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะ (Integrated Analysis of the Spatial and Non-Spatial Data)
4) กลุ่มการจัดรูปแบบการแสดงผล (Output Formatting)

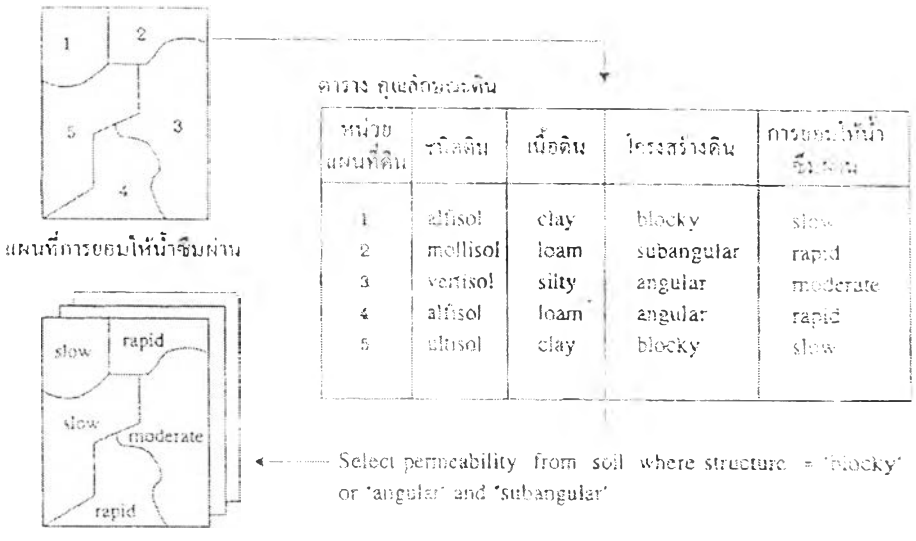
ซึ่งในที่นี้ขอกล่าวถึงกลุ่มการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และคุณลักษณะ (Integrated Analysis of the Spatial and Non-Spatial Data)

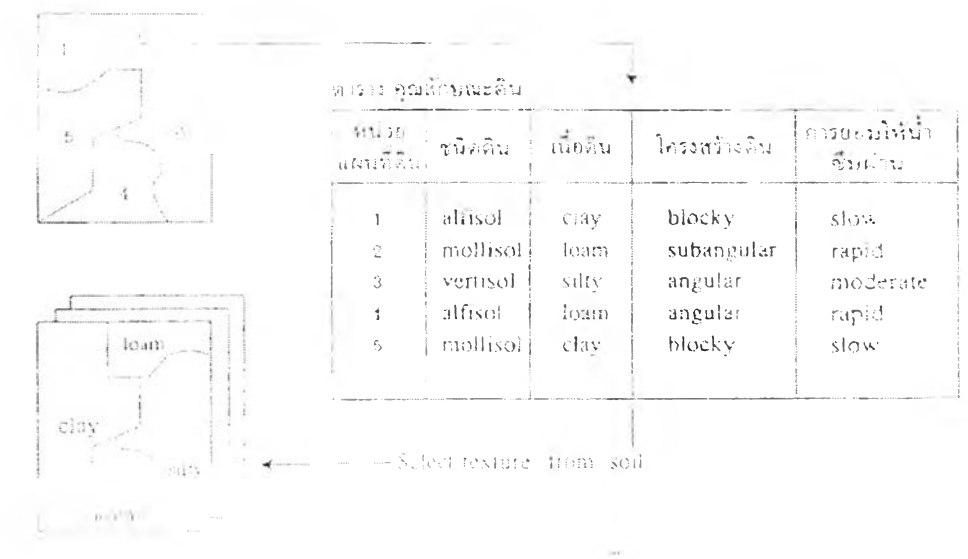
จุดเด่นของซอร์ฟแวร์ GIS คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะร่วมกัน ซึ่งจุดเด่นนี้เป็นส่วนที่ทำให้ GIS แตกต่างจากระบบการทำแผนที่โดยอัตโนมัติ ฟังก์ชันในกลุ่มนี้ ได้แก่

1) กระบวนการจำแนกใหม่ (Reclassification Procedure)

เป็นการจัดทำข้อมูลหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้วยคำอธิบายใหม่ดังรูปที่ 3-5 และรูปที่ 3-6



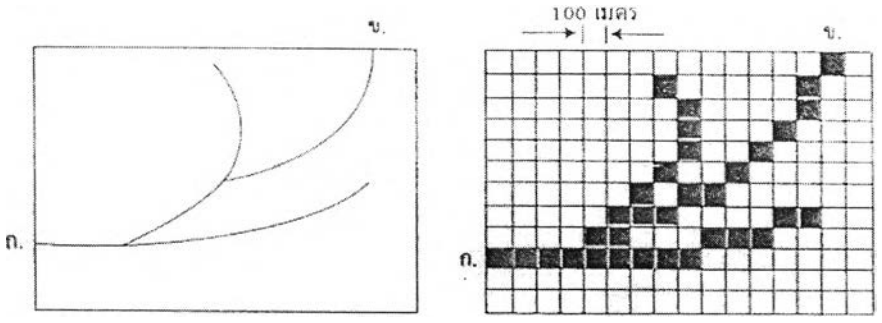
รูปที่ 3-5 กระบวนการจำแนกใหม่โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ



รูปที่ 3-6 การรวมแผนที่

2) ฟังก์ชันการวัด (Measurement Function)

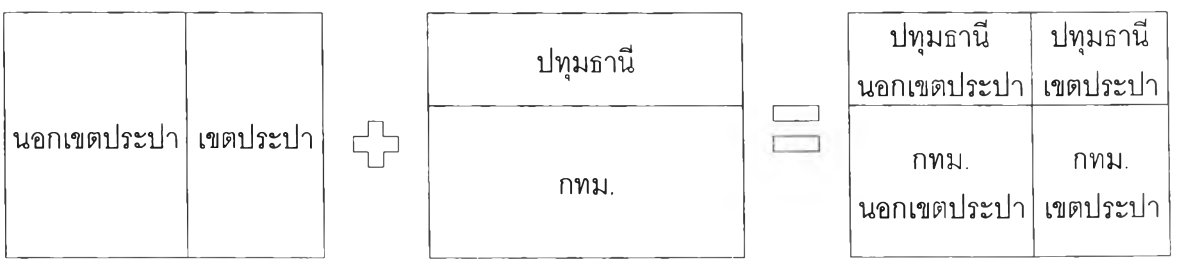
การคำนวณระยะทางระหว่างจุด ความยาวของเส้น พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม เส้นรอบรูป ปริมาตร นอกจากนี้ยังรวมถึงการคำนวณระยะทางจากจุดไปยังเส้นตรงใดๆ การแจกแจงนับจำนวนจุดที่อยู่ภายในรูปหลายเหลี่ยม (รูปที่ 3-7) ประโยชน์เช่นการคำนวณปริมาตรตะกอนที่ต้องขุดในลำน้ำ เป็นต้น



รูปที่ 3-7 การวัดระยะทางในข้อมูลแบบแรสเตอร์

3) เทคนิคการวางซ้อน (Overlay Technique)

เป็นการนำชั้นข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไปมาวางซ้อนทับกัน ทำให้เกิดชั้นข้อมูลใหม่ขึ้นมาอีก 1 ชั้น โดยมีรูปหลายเหลี่ยมใหม่ๆ เกิดขึ้นมาและยังมีข้อมูลเชิงคุณลักษณะเกิดใหม่อีกด้วย ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะของชั้นข้อมูล 2 ชั้นนั้น เช่นการวางทับชั้นข้อมูลของการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภคในกรุงเทพมหานครกับชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง ชั้นข้อมูลที่เกิดขึ้นใหม่ก็จะเป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตการใช้น้ำบาดาล และนอกเขตการใช้น้ำบาดาลดังแสดงในรูปที่ 3-8

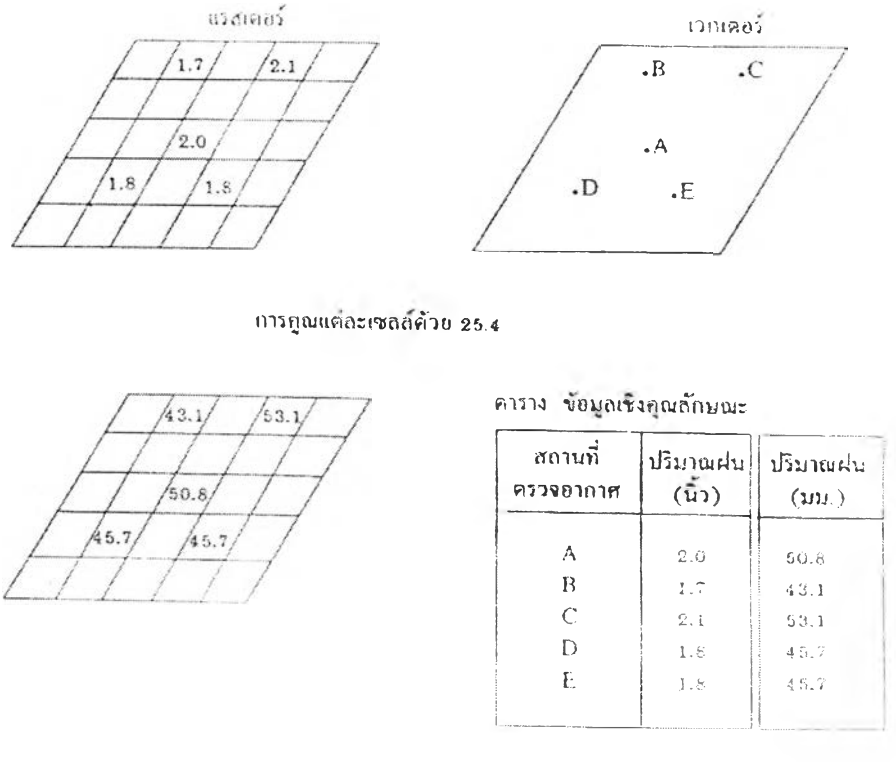


รูปที่ 3-8 เทคนิคการวางซ้อนของชั้นข้อมูล

นอกจากนี้ การวางซ้อนทับยังสามารถนำเอาการดำเนินการคำนวณ (Arithmetic Operation) มาใช้ในการปฏิบัติด้วย เพื่อที่จะคัดเลือกให้แสดงผลตามเงื่อนไขที่กำหนดให้

การวางซ้อนโดยอาศัยการดำเนินการคำนวณหมายถึงการปฏิบัติการที่มีการเพิ่ม การลบ การหาร และการคูณ ของค่าของข้อมูลแต่ละค่าในแผนที่แผนหนึ่ง กับค่าของข้อมูล ณ ตำแหน่งเดียวกันนั้นในแผนที่อีกแผ่นหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 3-9

I21994468



ตาราง ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

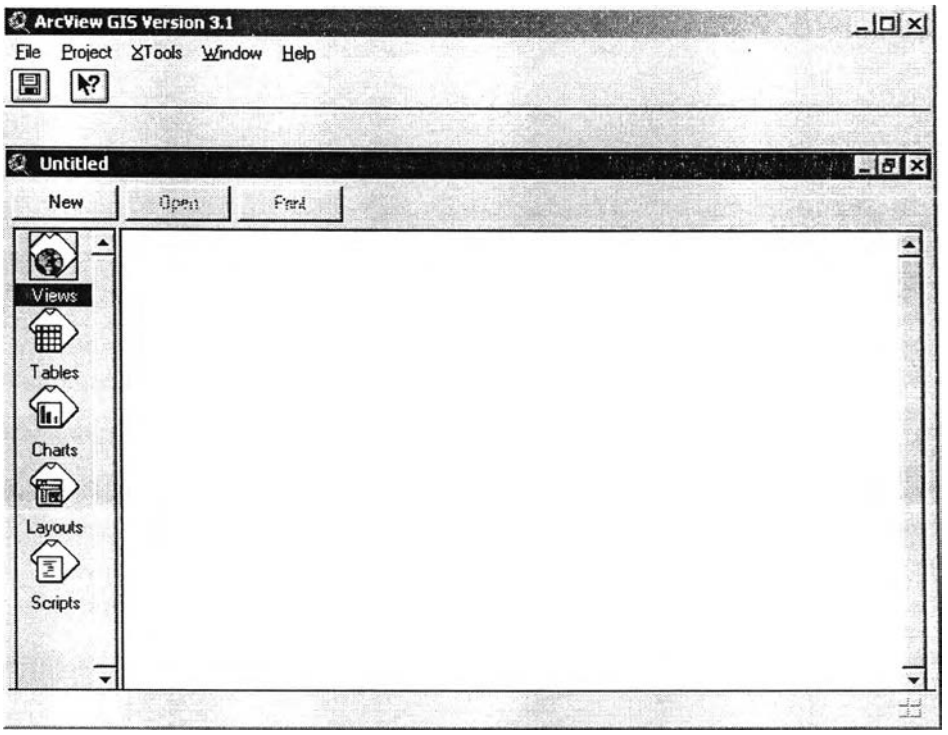
สถานที่ตรวจอากาศ	ปริมาณฝน (นิ้ว)	ปริมาณฝน (มม.)
A	2.0	50.8
B	1.7	43.1
C	2.1	53.1
D	1.8	45.7
E	1.8	45.7

รูปที่ 3-9 เทคนิคการวางซ้อนโดยอาศัยการดำเนินการคำนวณ

3.3.3 โปรแกรม ArcView

ArcView เป็นโปรแกรมที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โปรแกรมหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาจากบริษัท Environmental System Research Institute (ESRI) ประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่นที่ใช้ในการศึกษาคือ ArcView 3.1 (รูปที่ 3-10) เป็นโปรแกรมเพื่อใช้งานในการนำเสนอข้อมูล เรียกค้นข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ จึงทำให้มีการใช้งานอย่างแผ่หลาย เนื่องจากการทำงานบนระบบการปฏิบัติ Windows System ซึ่งมีข้อมูลต่างๆ แสดงบนหน้าจอ และสามารถเปิดได้หลายๆหน้าต่าง (Windows) ในระหว่างการทำงาน

โปรแกรม ArcView โปรแกรมแรกคือ ArcView 1.0 สามารถใช้งานได้เฉพาะการนำเสนองานในรูปแบบแผนที่เท่านั้น แต่โปรแกรมมีการพัฒนาเรื่อยมาจนถึง Version 3.1 ผู้ใช้สามารถในงานนำเสนอและเรียกทำข้อมูลตามเงื่อนไขต่างๆ ใช้ในการผลิตแผนที่ได้เป็นอย่างดี สร้างและแก้ไขข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และตารางฐานข้อมูล (Database) ได้ด้วย และยังสามารถรับข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบต่างๆ เช่น AutoCAD (.dwg), Image (.bmp, jpg, etc.) และสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ได้ด้วย โปรแกรมนี้มีการพัฒนามาหลายรุ่น ประกอบกับในปัจจุบันมีหน่วยงานและผู้เขียนโปรแกรม เขียนโมดูลที่เรียกว่า Extension ให้ใช้งานได้มากขึ้น โดยสามารถดาวน์โหวดได้ฟรี (http://arcscripts.esri.com) ทำให้การนำไปประยุกต์ใช้มีทางเลือกมากขึ้นด้วย นอกจากที่มีผู้พัฒนาแล้ว ESRI ยังมี Extension ภายในเชิงพาณิชย์อีกด้วย



รูปที่ 3-10 หน้าจอหลักของโปรแกรม ArcView

3.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และสมการความสัมพันธ์

การวิเคราะห์การถดถอยมีความแตกต่างกับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) เพราะการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยสนใจแต่เพียงว่าตัวแปรที่กำหนดมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และถ้ามีความสัมพันธ์จะมีความสัมพันธ์กันขนาดไหน และไปในทิศทางใด โดยไม่จำเป็นต้องทราบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม เพราะไม่มีการพยากรณ์ ซึ่งต่างจากการวิเคราะห์การถดถอยเพราะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ (ศิริชัย, 2539) ดังสมการที่ 3-17 ถึง 3-19

$$\rho_{X,Y} = \frac{\mathrm{cov}(X,Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} \tag{3-17}$$

$$\sigma_X^2 = \frac{1}{n}\sum (X_i - \mu_X)^2 \tag{3-18}$$

$$\sigma_Y^2 = \frac{1}{n}\sum (Y_i - \mu_Y)^2 \tag{3-19}$$

โดยที่ $\rho_{X,Y}$ = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation)

$\mathrm{cov}(X,Y)$ = ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร X และ Y

σ_X^2 = ค่าความแปรปรวนของตัวแปรอิสระ X

σ_Y^2 = ค่าความแปรปรวนของตัวแปรอิสระ Y

$\bar{n}$ = จำนวนข้อมูล

μ_X = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ X

μ_Y = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ Y

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยวิธีการถดถอย (Regression Analysis) นำมาใช้ในงานที่ต้องการพยากรณ์ข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้ข้อมูลในอดีตมาร่วมในการพิจารณา โดยถือสมมุติฐานที่ว่า "ข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตมีโอกาสเกิดซ้ำกับข้อมูลในอดีต" (ศิริชัย, 2539) ในการวิเคราะห์มีทั้งการพยากรณ์ตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว หรือด้วยจำนวนตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวก็ได้ ขึ้นกับแต่ละเหตุการณ์นั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากน้อยไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์การถดถอยของปริมาณการใช้น้ำบาดาล (ตัวแปรตาม) บางครั้งมีเพียงตัวแปรอิสระเพียง 2 – 3 ตัวมีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตามสูง แต่ไม่ได้หมายความว่า ตัวแปรอื่นไม่มีความสัมพันธ์ แต่มีความสัมพันธ์น้อยกว่า จนอาจไม่ได้นำมาพิจารณาร่วมด้วย ดังสมการที่ 3-20

$$Y = mX + C \qquad (3\text{-}20)$$

Y = ค่าของตัวแปรตาม

m = อัตราการเพิ่มหรือลดของตัวแปรตาม Y เมื่อค่าของตัวแปร X เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย (Slope)

X = ค่าของตัวแปรอิสระ

C = จุดที่เส้นการถดถอยตัดแกน Y (Y-intercept)

รูปแบบของความสัมพันธ์การถดถอยมีอยู่หลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นแบบธรรมดา ง่ายต่อการวิเคราะห์ ดังเช่น สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Equation) หรือเป็นสมการที่เป็นเชิงเส้นโค้ง (Curvilinear Regression Equation) ซึ่งแบ่งเป็นหลายชนิด เช่น ควอดราติก (Quadratic Regression Equation) โพลีโนเมียล (Polynomial Regression Equation) และเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Regression Equation)

ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแปรตาม (ปริมาณการใช้น้ำบาดาล) สามารถสรุปได้ดังนี้ (รูปที่ 3-11)

1) รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำบาดาล หากข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ GIS อยู่แล้ว อาจต้องปรับปรุงข้อมูลบ้าง หากข้อมูลยังไม่อยู่ในรูปแบบของ GIS แบ่งได้ 2 แบบคือ

1.1) ข้อมูลเป็นแผนที่ ต้องนำเข้าด้วยเครื่องดิจิไทซ์ (Digitizer) และ เชื่อมต่อข้อมูลเชิงคุณภาพด้วย

1.2) ข้อมูลไม่เป็นแผนที่ อาจเป็นตาราง หรือ อยู่ในรูปแบบอื่นๆ ต้องจัดให้อยู่ในรูปแบบที่นำเข้าได้พร้อม ให้พิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วย

2) เมื่อได้ข้อมูลที่เป็น GIS แล้ว สืบค้นข้อมูลแยกเป็นกลุ่ม (ในการศึกษานี้แยกเป็นรายตำบล) และทำการวิเคราะห์เบื้องต้น เช่นการหาค่ามากที่สุด ค่าน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ย เป็นต้น เพื่อเตรียมเป็นข้อมูลใช้วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

3) วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ ของตัวแปรทั้งหมด ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel โดยเพิ่มโมดูลคำนวณเกี่ยวกับสถิติ (Data Analysis) ที่ใช้วิเคราะห์ได้แก่ Correlation

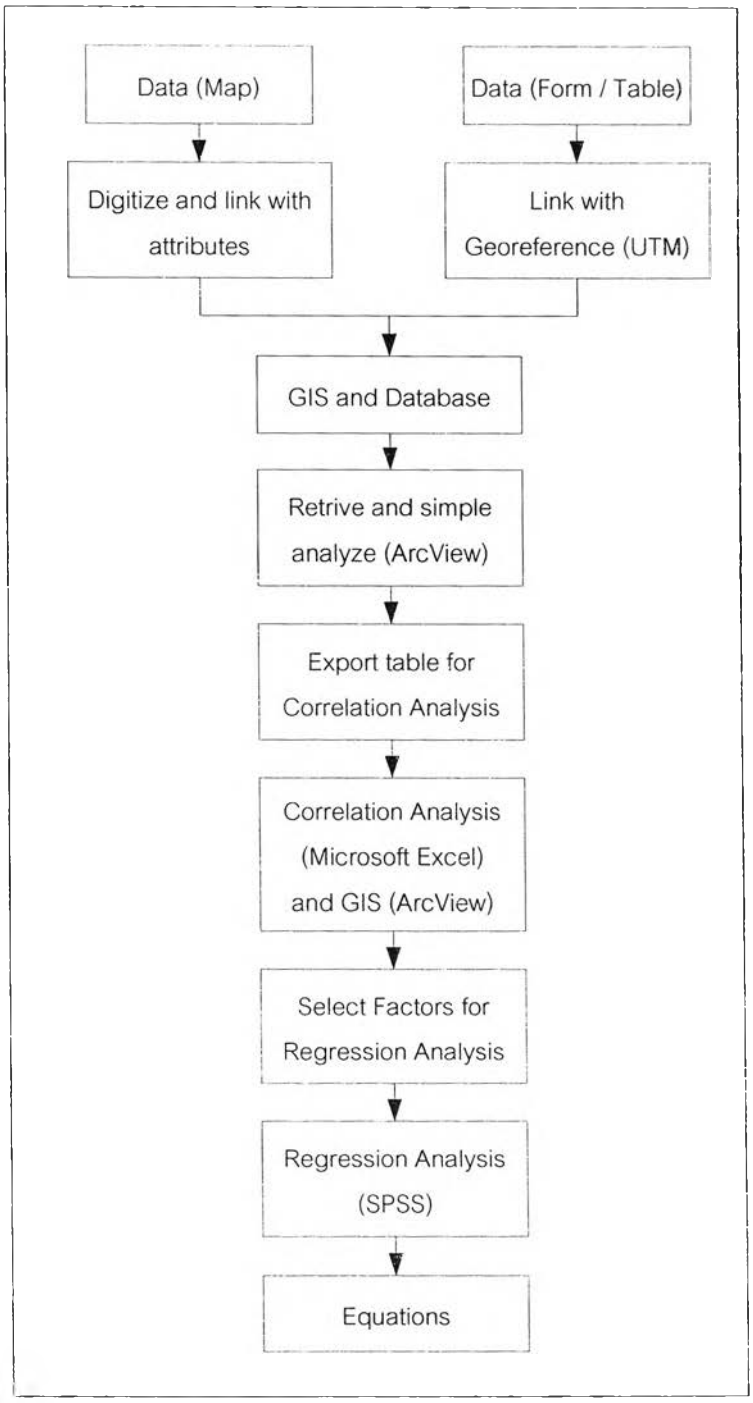
4) เลือกตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.40 หรือน้อยกว่า –0.40 (ค่าที่เป็นลบหมายถึง มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม) ถือว่าเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันดี เมื่อนำมาวิเคราะห์ต้องเลือกตัวใดตัวหนึ่งเพื่อไม่ซ้ำซ้อนกันทางสถิติ (Multicolinearity) โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวนั้นๆ กับ ตัวแปรตาม ในที่นี้มี 3 ตัวคือ ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภค (Qdom) ปริมาณกาใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม (Qind) และปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม (Qagr) ตัวย่อดูจากตารางที่ 4-20

5) วิเคราะห์การถดถอยระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยใช้วิธี Enter Selection ที่คัดเลือกตัวแปรทุกตัวเข้าสู่สมการพร้อมกัน

6) วิเคราะห์การถดถอยแยกเป็นการวิเคราะห์กรณีพื้นที่รวม และกรณีพื้นที่รายจังหวัด

7) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรกับสภาพความเป็นจริง ถ้าไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง จะไม่นำตัวแปรนั้นมาหาสมการความสัมพันธ์

8) สรุปสมการถดถอยของปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภค ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม และปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม ที่ใช้เป็นแนวทางการใช้แหล่งน้ำบาดาลต่อไป



รูปที่ 3-11 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และสมการความสัมพันธ์