# การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล

# Application of Geographic Information System in Groundwater Resources Development

อิลยาส มามะ วศ.ม. (Ilyas Mamah, M.Eng)[1]

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) มีความสำคัญและมีการนำมาใช้งานในสาขาต่างๆ มากขึ้น เนื่องจาก GIS มีคุณสมบัติพิเศษ คือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเวลา จึงมีการนำระบบ GIS มาใช้กันอย่างแพร่หลาย GIS สามารถประยุกต์ใช้เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการระบบประปา วิเคราะห์การปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆ ในแหล่งน้ำบาดาล อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ การปฏิบัติการวางซ้อน (Overlay Operation) การสร้างเขตกันชน (Buffer) การวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ (Potential Surface Analysis, PSA) การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) การประมาณค่าในช่วง (Interpolated) วิเคราะห์ด้วยพิกัดตำแหน่งของข้อมูล เช่น Union และ Intersect ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการแสดงผลบน GIS ยังสามารถทำได้ดีและเข้าใจได้ง่ายอีกด้วย โปรแกรมที่ใช้ใน GIS คือโปรแกรม ArcView, ArcGIS, SPAN (Spatial Analysis System) และ Mapinfo นอกจากนี้ทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับโปรแกรมอื่นได้ เช่น Microsoft Visual Basic, Avenue, Finite Difference เป็นต้น สำหรับข้อมูลที่นำมาใช้ใน GIS คือ ข้อมูลที่จัดทำขึ้นใหม่ทั้งหมด (ปฐมภูมิ) และข้อมูลที่รับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (ทุติยภูมิ) การใช้เทคนิค GIS ทำให้สามารถใช้แหล่งน้ำบาดาลที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาใช้แหล่งน้ำบาดาลในอนาคต ซึ่งนำไปสู่การจัดการน้ำบาดาลให้ยั่งยืนต่อไป

**คำสำคัญ :** การประยุกต์ใช้ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ น้ำบาดาล

## Abstract

Nowadays, Geographic Information System (GIS) is significant and increasingly applied in various fields because of its particular attributes – spatial and time analysis. GIS is widely used and can be applied for water resource management, water supply system management, and analysis of contaminated chemicals in groundwater resources.

[1] อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

It is also can be applied in analyzing the data such as an overly operation, buffer, Potential Surface Analysis (PSA), Analytic Hierarchy Process (AHP), Interpolated as well as data positioning analysis such as Union and Intersect effectively. The results shown on GIS display they are well-done and easy to underhand. The programs used in GIS were ArcView, ArcGIS, SPAN (Spatial Analysis System) and Mapinfo. Besides this , it could be applied to other programs such as Microsoft Visual Basic, Avenue, Finite Difference and etc. The data used in GIS was the data renewed the whole (primary) and the data received from the concerned institutes (secondary). The use of GIS technique enabled to most utilize the available groundwater sources and could be applied in groundwater source management in the future, and leading to the sustainable groundwater management in the future.

**Keywords :** Application, Geographic Information System (GIS), Groundwater

**บทนำ**

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย จากการศึกษาแหล่งน้ำต่างๆ ในโลกทั้งหมด (Prince, 1985) พบว่า ประมาณร้อยละ 97.2 ของน้ำทั้งหมดในวัฏจักรของน้ำอยู่ในรูปของน้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทร ส่วนที่เป็นน้ำจืดมีเพียงร้อยละ 2.8 และในน้ำจืดนี้ร้อยละ 75 อยู่ในสภาพของน้ำแข็ง ร้อยละ 24 อยู่ในรูปของน้ำบาดาล และอีกร้อยละ 1 อยู่ในรูปน้ำผิวดิน ดังนั้นน้ำบาดาลจึงเป็นแหล่งน้ำจืดที่สำคัญที่จะพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น อุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ฯลฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอ หรือคุณภาพของน้ำผิวดินไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ นอกจากข้อดีของน้ำบาดาลที่มีความสะอาดมากกว่าแหล่งน้ำอื่นแล้ว ข้อได้เปรียบอีกอย่างหนึ่งของน้ำบาดาลก็คือ ในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขึ้นใช้ประโยชน์จะสูญเสียพื้นที่น้อยกว่าแหล่งน้ำชนิดอื่นๆ (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) ทั้งนี้ น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มนุษย์ได้อาศัยเพื่อการอุปโภคบริโภคมาช้านานแล้ว น้ำบาดาลเกิดจากการที่น้ำฝนตกลงสู่พื้นดินแล้วซึมลงไปรวมอยู่ในชั้นน้ำเบื้องล่าง พื้นที่ใดที่น้ำประปาเข้าถึงประชาชนก็จะใช้น้ำประปา ในขณะที่พื้นที่ใดน้ำประปาเข้าไปไม่ถึง อยู่นอกเขตบริการประปา ทำให้ประชาชนไม่สามารถใช้น้ำประปาได้ ประชาชนจึงหันมาใช้น้ำบาดาลแทน เพราะสะดวกต่อการใช้งาน สามารถสูบมาใช้เมื่อใดก็ได้ ที่สำคัญคือบ่อน้ำบาดาลตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่อยู่อาศัย

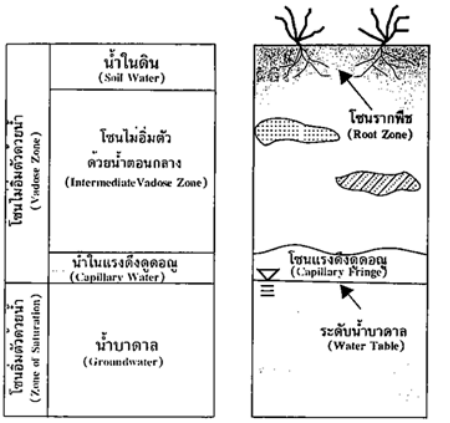
ในปัจจุบันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจาก GIS มีคุณสมบัติพิเศษ คือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเวลา แสดงผลการศึกษาเป็นแผนที่ได้ (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2542) ) ด้วยคุณสมบัติอันโดดเด่นเหล่านี้ ประกอบกับข้อมูลในพื้นที่ศึกษามีการจัดเก็บในรูปแบบสารสนเทศเชิงพื้นที่มีจำนวนพอที่จะวิเคราะห์ได้ จึงมีความพยายามประยุกต์ใช้ GIS มาใช้ใน

การวางแผนจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล จากประสิทธิภาพและศักยภาพของ GIS ที่สามารถวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเวลา โดยใช้เทคนิคการทับซ้อนของข้อมูลที่มีหลายชั้นข้อมูล

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เช่นการวางแผนการสร้างเขื่อน ใช้ GIS สำหรับวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมและการวางแนวสาธารณูปโภค ใช้สำหรับการวางแผน การจัดการน้ำ ได้แก่การแบ่งพื้นที่ออกเป็นหลายๆ แบบตามสภาพภูมิประเทศ ตามสภาพสังคม เพื่อให้เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง แผ่นดินถล่ม GIS สามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ให้นำมาซ้อนทับกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันมีความพยายามของหลายหน่วยงาน ทั้งไทยและต่างประเทศที่จะนำความสามารถของ GIS มาเชื่อมต่อกับแบบจำลองอื่นๆ ทำให้สามารถส่งผ่านและรับข้อมูลระหว่างกันได้ แบบจำลองอื่นจึงสามารถนำข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล GIS ไปใช้งานได้อย่างสะดวกขึ้น รวมถึงหลังจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองแล้ว การแสดงผลบน GIS ยังสามารถทำได้ดีและเข้าใจได้ง่ายอีกด้วย (วีระศักดิ์ วีระกันต์, 2545)

**ความหมายของน้ำบาดาล**

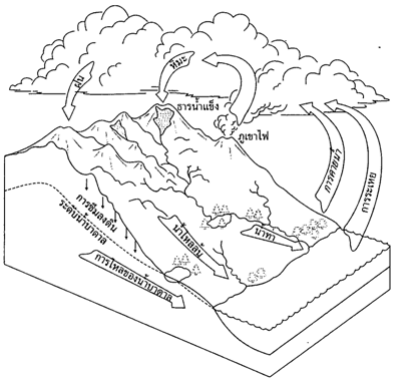
น้ำบาดาล หมายถึง น้ำที่กักเก็บอยู่ในโซนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งในทางอุทกธรณีวิทยาได้แบ่งดินชั้นหินที่อยู่ใต้ผิวดินออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำหรือชั้นสัมผัสอากาศ (Vadose Zone, Zone of Aeration) และชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ (Zone of Saturation) น้ำจากแหล่งต่างๆ ที่ถูกดูดซึมลงสู่ใต้ผิวดิน บางส่วนจะถูกกักเก็บไว้ในชั้นสัมผัสอากาศ ส่วนที่เหลือจะไหลลงสู่ระดับลึกและถูกกักเก็บไว้ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เม็ดแร่ โดยการแทนที่อากาศทั้งหมด จึงเรียกชั้นนี้ว่า ชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำๆที่ถูกกักเก็บอยู่ในชั้นนี้เรียกว่า น้ำบาดาล (Groundwater) ระดับผิวบนสุดของชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำเรียกว่า ระดับน้ำบาดาล (Water Table) ดังแสดงในภาพที่ 1 น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ภายในชั้นหินซึ่งเรียกว่า ชั้นหินในน้ำ (Water Bearing Rock, Aquifers) โดยในหินแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำและการให้น้ำแตกต่างกัน ขึ้นกับคุณสมบัติของหิน เช่น ความพรุน (Porosity) การคัดขนาดของเม็ดหินและแร่ (Sorting) และ ความซึมผ่านได้ (Permeability) ของชั้นหินนั้น




**ภาพที่ 1** การแบ่งชั้นของน้ำใต้ดิน (ดัดแปลงจาก Charbeneau, 2000)

**การกำเนิดของน้ำบาดาล**

การกำเนิดของน้ำในบรรยากาศ (Atmospheric or Meteoric Water) น้ำผิวดิน (Surface Water) น้ำใต้ดิน (Subsurface Water) มีความเกี่ยวโยงต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ เนื่องจากมีการหมุนเวียนจากชนิดหนึ่งเป็นอีกชนิดหนึ่งตลอดเวลา การหมุนเวียนของน้ำ เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle) ซึ่งสามารถอธิบายถึงการกำเนิดของน้ำบาดาลได้ (ภาพที่ 2)




**ภาพที่ 2** วัฏจักรของน้ำ (ดัดแปลงจาก Fetter, 1994)

จากวัฏจักรของน้ำจะเห็นว่าองค์ประกอบสำคัญที่เป็นต้นกำเนิดน้ำบาดาลก็คือ น้ำฝนที่ไหลซึมลงไปกักเก็บอยู่ภายในช่องว่างของชั้นดินชั้นหิน เช่น รูพรุน รอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน ถ้ำ และโพรง ซึ่งน้ำที่กักเก็บภายในโครงสร้างทางธรณีวิทยาเหล่านี้เรียกว่า น้ำบาดาล (Groundwater) นั่นเอง

**ประเภทของชั้นหินให้น้ำ**

ชั้นหินให้น้ำ สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบ่งตามความสามารถในการให้น้ำและแบ่งตามแรงดัน ดังนี้

**1. ชั้นหินให้น้ำแบ่งตามความสามารถในการให้น้ำ** สามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ ตะกอนหินร่วน และหินแข็ง

**1.1 ตะกอนหินร่วน (Unconsolidated Rocks)**

หมายถึงตะกอนของหินชนิดต่างๆ ที่ผุพังโดยขบวนการทางเคมี ฟิสิกส์ และ การกัดเซาะ ได้แก่ กรวด (Gravel) ทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay) ที่ถูกพัดพาโดยตัวกลางใดๆ เช่น น้ำ ลม มาสะสมตัวในบริเวณที่มีสภาพเหมาะสมโดยไม่มีการสมานตัว หรือมีการสมานตัวเพียงเล็กน้อย ตะกอนขนาดใหญ่ เช่น กรวด และ ทราย มีคุณสมบัติเป็นชั้นให้น้ำบาดาลที่ดีเพราะมีความพรุน และความซึมซาบได้สูง ส่วนตะกอนทรายแป้งและดินเหนียว แม้ว่าจะมีความพรุนสูง แต่มีความซึมซาบได้ต่ำจึงเป็นชั้นในน้ำที่ไม่ดีมีคุณสมบัติเป็นชั้นกั้นน้ำ (Impermeable Layer) หรือชั้นหินต้านน้ำ (Aquitar)

**1.2 หินแข็ง (Consolidated Rocks)**

หมายถึงหินทั้ง 3 ประเภทในทางธรณีวิทยา ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร ซึ่งแต่ละประเภทสามารถแยกย่อยออกได้อีกหลายชนิด มีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำบาดาล และ ให้น้ำบาดาลแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปน้ำบาดาลในหินแข็งถูกกักเก็บอยู่ใน 2 ลักษณะคือ ภายในรูพรุน หรือ ช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ภายในเนื้อหิน (Primary Porosity) และ ภายในช่องว่างที่เกิดขึ้นภายหลัง (Secondary Porosity) เช่น รอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน โพรง และ ถ้ำ เป็นต้น สำหรับหินแข็งที่เนื้อแน่นไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านเลยเรียกว่า ชั้นหินทึบน้ำ (Aquiclude)

**2. ชั้นหินให้น้ำแบ่งตามแรงดัน** สามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

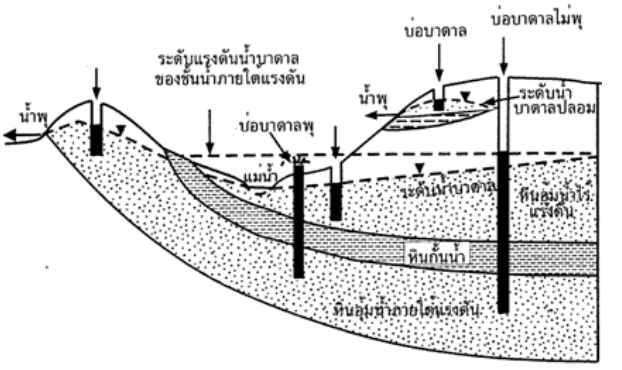
**2.1 ชั้นน้ำบาดาลไร้แรงดัน (Unconfined Aquifers)**

หมายถึง ชั้นหินที่อิ่มตัวด้วยน้ำซึ่งอยู่ใต้ชั้นสัมผัสอากาศ ระดับผิวบนสุดของชั้นน้ำบาดาลเรียกว่า “ระดับน้ำบาดาล” (Water Table) การไหลของน้ำบาดาลชนิดนี้จะไหลไปตามความลาดเอียงของระดับน้ำบาดาล ภายใต้แรงดึงดูดของโลก (รูปที่ 3) และมักจะสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ

บางบริเวณที่มีชั้นดินเหนียวที่มีการแผ่กระจายตัวคล้ายแอ่งรูปโค้งหรือแบบโครงสร้างรูปประทุนหงาย (Syncline) แทรกอยู่ในชั้นกรวดทราย ซึ่งอยู่ในชั้นสัมผัสอากาศ เมื่อน้ำฝนซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลจะมีน้ำบางส่วนถูกกักเก็บไว้เหนือกระเปาะ หรือแอ่งรูปโค้งเหล่านี้ เมื่อทำการเจาะพัฒนาบ่อน้ำบาดาลในบริเวณดังกล่าวอาจทำให้เข้าใจผิดว่าเจาะถึงชั้นน้ำบาดาลแล้ว จึงทำการพัฒนาบ่อในชั้นน้ำนี้แต่ใช้น้ำได้ไม่นานนัก น้ำก็จะหมดไป เมื่อถึงฤดูฝนก็จะมีน้ำอีก ชั้นน้ำบาดาลชนิดนี้เรียกว่า “ชั้นน้ำบาดาลปลอม” (Perched Aquifer) และ เรียกระดับน้ำบาดาลในชั้นน้ำนี้ว่า “ระดับน้ำบาดาลปลอม” (Perched Water Table)

**2.2 ชั้นน้ำบาดาลภายใต้แรงดัน (Confined Aquifers)**

หมายถึง ชั้นหินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ถูกควบคุมโดยโครงสร้างต่างๆทางธรณีวิทยา ระดับน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลชนิดนี้เรียกว่า “ระดับแรงดัน น้ำบาดาล” (Piezometric Surface) ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลจะถูกควบคุมโดยแรงดันภายในชั้นน้ำบาดาล (Hydrostatic Pressure)




**ภาพที่ 3** ชนิดของชั้นน้ำบาดาล (ดัดแปลงจาก Brassington, 1998)

ทิศการไหลของน้ำบาดาลแบบไร้แรงดันเกิดจากแรงดึงดูดของโลกจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ซึ่งแสดงว่าระดับน้ำบาดาลไม่ได้อยู่ในแนวราบเพราะมีความลาดชัน (Gradient) ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลที่อยู่ภายใต้แรงดันเกิดจากภายในชั้นน้ำบาดาลมีระดับความดันของน้ำไม่เท่ากัน น้ำบาดาลจะไหลจากบริเวณที่มีระดับความดันสูงไปยังบริเวณที่มีระดับความดันต่ำตลอดเวลา การไหลของน้ำบาดาลมีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำผิวดินและน้ำในบรรยากาศ โดยทั่วไปๆไปน้ำบาดาลจะไหลสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ อาทิ แม่น้ำ ลำธาร หนอง บึง ทะเล และมหาสมุทร ในขณะเดียวกันก็ได้รับน้ำเพิ่มเติมจากธรรมชาติตลอดเวลา ดังนั้น น้ำบาดาลจึงเกิดสภาวะสมดุลตามธรรมชาติ การพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เป็นจำนวนมากๆ จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงสภาพอุทกธรณีวิทยาในบริเวณนั้นๆ โดยละเอียด เพื่อมิให้การพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มีผลกระทบต่อสภาวะสมดุลตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ

**ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์**

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลคุณลักษณะประจำหรือข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute) ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

**องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์** แบ่งออกเป็น 5 อย่างด้วยกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

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

2) โปรแกรมหรือระบบซอฟแวร์ (Software) หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบ และสั่งงานต่างๆ เพื่อให้ระบบ ฮาร์ดแวร์ ทำงาน หรือเรียกใช้ข้อมูล ทำงานตามวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปชุดคำสั่งหรือโปรแกรมของ GIS ประกอบด้วย หน่วยนำเข้าข้อมูล หน่วยเก็บข้อมูลและการจัดการข้อมูล หน่วยวิเคราะห์แสดงผลหน่วยแปลงข้อมูล และหน่วยโต้ตอบกับผู้ใช้ ตัวอย่างซอฟท์แวร์ GIS ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ Arc/Info, Arcview, Mapinfo, Intergraph และ SPAN เป็นต้น

3) ข้อมูล (Data/Information) ข้อมูลที่จะนำเข้า GIS ควรเป็นข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Theme) และเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการตอบคำถามต่างๆ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้และเป็นปัจจุบันมากที่สุด อนึ่ง ข้อมูลหรือสารสนเทศสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลอธิบายพื้นที่ (Non-Spatial Data or Attribute Data) ข้อมูลเชิงพื้นที่

ของรูปลักษณะของพื้นที่ (Graphic Feature) ซึ่งมี 2 แบบ คือ ข้อมูลที่แสดงทิศทาง (Vector Data) และข้อมูลที่แสดงเป็นตาราง กริด (Raster Data) ข้อมูลที่มีทิศทางประกอบด้วยลักษณะ 3 อย่าง คือ ข้อมูลจุด (Point) เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน โรงเรียน เป็นต้น ข้อมูลเส้น (Arc หรือ Line) เช่น ถนน แม่น้ำ ท่อประปา เป็นต้น ข้อมูลพื้นที่ หรือ เส้นรอบรูป (Polygon) เช่น พื้นที่ป่าไม้ ตัวเมือง เป็นต้น

4) กรรมวิธี (Method/Process) คือการกำหนดขั้นตอนระบบงานและกรรมวิธีดำเนินงานให้มีความสอดคล้องกัน รวมไปถึงมาตรฐานขององค์กร เพื่อสามารถรองรับการทำงานเป็นปกติได้

5) บุคลากร (Human Resources) บุคลากร ประกอบด้วยผู้ใช้ระบบ (Analyst) และผู้ใช้สารสนเทศ (User) ผู้ใช้ระบบ หรือผู้ชำนาญการ GIS ต้องมีความชำนาญในหน้าที่และได้รับการฝึกฝนมาแล้วเป็นอย่างดีพร้อมทำงานได้เต็มความสามารถ โดยทั่วไปผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้เลือกระบบฮาร์ดแวร์ และระบบซอร์ฟแวร์ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และสนองตอบความต้องการของหน่วยงาน ส่วนผู้ใช้สารสนเทศ (User) คือนักวางแผน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ เพื่อนำเข้าข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ

**โปรแกรมที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)**

โปรแกรมที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือ โปรแกรม ArcView ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนามาจากบริษัท Environmental System Research Institute (ESRI) ประเทศสหรัฐอเมริการุ่นที่ใช้ในการศึกษาส่วนใหญ่คือ ArcView 3.1 เป็นโปรแกรมเพื่อใช้งานในการนำเสนอข้อมูล เรียกค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ จึงทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการทำงานบนระบบการปฏิบัติ Windows System ซึ่งมีข้อมูลต่างๆ แสดงบนหน้าจอ และสามารถเปิดได้หลายๆ หน้าต่าง (Windows) ในระหว่างการทำงาน

จากการศึกษาของวีระศักดิ์ วีระกันต์ (2545) ใช้โปรแกรม ArcView 3.1 ในการศึกษามีความจำเป็นต้องใช้โมดูลต่างๆ เพิ่มขึ้นอันได้แก่ Grid Analysis, Spatial Analysis ที่มีความสามารถประมาณค่าในช่วง (Interpolated) ในขณะที่ วิลาวัณย์ ไทยสงคราม (2551) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ArcView 3.2 ที่มี Extension Spatial Analysis และสร้างฐานข้อมูลและนำเข้าข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรม ArcView GlobalMapper Mapinfo MS. Office และ Rinvert ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ เช่นเดียวกับ เสาวลักษณ์ ตั้งคณาทรัพย์ (2551) ใช้โปรแกรมสารสนเทศ ArcView 3.2 โดยเปิด Geographic Transformer AVX เพื่อใช้ในการกำหนดค่าพิกัดภูมิศาสตร์ให้กับภาพที่นำเข้าไปและใช้โปรแกรม Point Asia ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โปรแกรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง และวันเพ็ญ บัวระพา (2547) ใช้โปรแกรม ArcView GIS ในการประมวลผล โปรแกรม ArcView 3.3 ใช้สำหรับการเตรียมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของแผนที่

โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากโปรแกรม ArcView มาเป็นโปรแกรม ArcGIS โดย จตุรงค์ วงศ์สนิท (2551) ใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop Version 9.1

(with Geostatistical Analyst Extension) Microsoft Windows XP และ Microsoft office 2003 ในการศึกษาการประเมินความเสี่ยงการปนเปื้อนของสารไนเตรทในน้ำใต้ดินโดยใช้วิธีทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่นเดียวกับ สุพรรณษา เข็มทอง (2553) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ArcView 3.2a และ ArcGIS 9.2 ที่มีคำสั่ง Spatial analyst และ Conversion Tools ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวางแผนจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา และ กฤษกร เข็มพิลา (2554) ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้ภาษาวิชวลเบสิก (Microsoft Visual Basic 2005) ในการพัฒนาระบบ และภาษาเอวินิว (Avenue) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการพัฒนาได้โปรแกรมประยุกต์มีชื่อว่า GW2RO ข้อมูลเชิงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2

โปรแกรม SPANS (Spatial Analysis System) เป็นโปรแกรมที่สามารถนำข้อมูลแผนที่พื้นฐานเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ พิยดา ชุณหอโณทัย (2554) ใช้โปรแกรม SPANS ในการนำข้อมูลแผนที่พื้นฐานเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ และแสดงผลของข้อมูลในรูปของแผนที่โดยใช้โปรแกรม ArcView GIS เช่นเดียวกับ รัชประศาสน์ ฉั่วอนุสรณ์ (2540) ได้ใช้โปรแกรม SPAN (Spatial Analysis System) ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ OS/2 ซึ่งเป็นระบบที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำลองการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินแบบไม่คงตัวในสองมิติโดยใช้วิธี Finite Difference แก้สมการหาค่า Head ที่จุดต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาแล้ว จึงใช้ GIS วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินในแนวดิ่งผ่านชั้นต้านน้ำ โดยใช้ Darcy's Law ทำให้ทราบอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน

**ข้อมูลที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)**

ข้อมูลที่นำมาใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ข้อมูลที่จัดทำขึ้นใหม่ทั้งหมด (ปฐมภูมิ) และข้อมูลที่รับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (ทุติยภูมิ) ซึ่งต้องมีการรวบรวมและนำเข้าข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้งนี้ การปรับปรุงข้อมูลที่ได้รับมาให้สะดวกและสอดคล้องต่อการใช้งานนับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ได้จัดทำขึ้น

จากการศึกษาของ วีระศักดิ์ วีระกันต์ (2545) ได้แบ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือข้อมูลด้านกายภาพ-สังคม-เศรษฐกิจ ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา ข้อมูลด้านการเกษตร และข้อมูลด้านการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค เช่นเดียวกับ วิลาวัณย์ ไทยสงคราม (2551) ได้ศึกษาข้อมูลจากปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ร่วมกัน จำนวน 7 ปัจจัย รวม 11 ชั้นข้อมูล ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะธรณีวิทยา ลักษณะอุทกธรณีวิทยา ลักษณะธรณีฟิสิกส์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ความซึมผ่านของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ บริเวณบ่อน้ำบาดาล จำนวน 30 บ่อ จากจำนวนบ่อน้ำบาดาลทั้งหมด 192 บ่อ ซึ่งสอดคล้องกับ จตุรงค์ วงศ์สนิท (2551) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินจากบ่อบาดาลจำนวน 74 บ่อ จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ปี 2551 ที่คัดเลือกตามประเภทการใช้ที่ดิน สเกล 1 : 50,000 ข้อมูล

ปี 2544 และชนิดของชั้นหินให้น้ำ สเกล 1 : 100,000 ปี 2544 ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ปี 2547 และ กฤษกร เข็มพิลา (2554) ศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยปัจจัยทางกายภาพและสังคม ได้แก่ ธรณีวิทยา ความลาดชัน พื้นที่ดินเค็ม ระดับการซึมผ่านของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ชั้นหินอุ้มน้ำ ปริมาณน้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาล ขอบเขตการปกครองระดับตำบลและหมู่บ้าน

ในขณะที่ พิยดา ชุณหอโณทัย (2554) ได้รวบรวมข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) พร้อมกับการออกสำรวจในพื้นที่จริง และออกแบบสอบถาม โดยมีปัจจัยทางกายภาพที่เหมาะสมในการจัดหาแหล่งน้ำสำหรับจัดทำระบบประปาน้ำผิวดินได้แก่ ปริมาณน้ำฝน แหล่งกักเก็บน้ำผิวดิน คุณภาพน้ำ ความลาดชัน และระยะทางระหว่างแหล่งน้ำกับชุมชน ส่วนระบบประปาน้ำบาดาล ได้แก่ ความลึก ปริมาณน้ำ คุณภาพน้ำ และชนิดชั้นหินอุ้มน้ำ สอดคล้องกับ เสาวลักษณ์ ตั้งคณาทรัพย์ (2552) รวบรวมข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ตำบลสามพร้าว ข้อมูลแหล่งน้ำ ปริมาณการใช้น้ำด้านการเกษตรและการ อุปโภค-บริโภค ข้อมูลจากโครงการชลประทานส่วนจังหวัดอุดรธานี กรมชลประทาน สำนักงานเกษตรอำเภอเมือง กรมพัฒนาที่ดิน องค์การบริหารส่วนตำบลสามพร้าว นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ สุพรรณษา เข็มทอง (2553) ศึกษาสถานภาพของทรัพยากรน้ำ 2 ด้าน คือ ด้านปริมาณ ได้แก่ ปริมาณ น้ำผิวดิน และด้านคุณภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น ความกระด้าง ค่าพีเอช และออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ของตัวอย่างน้ำ ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ ได้แก่ ระดับความสูง ความลาดชัน ชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และแหล่งน้ำในพื้นที่ จำนวน 5 ชั้นข้อมูล ในรูปแบบ Shape file

วันเพ็ญ บัวระพา (2547) ที่ได้ศึกษากลุ่มตัวแปรที่นำมาใช้ในแบบจำลอง DRASTIC_ext ประกอบไปด้วย ความลึกถึงระดับน้ำใต้ดิน (D) อัตราการเพิ่มเติมน้ำสุทธิ (R) หินอุ้มน้ำ (A) ดิน (S ความชันของพื้นที่ (T) ชั้นที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (I) ค่าความนำชลศาสตร์ในแนวดิ่งของชั้นต้านน้ำ (VC) และค่าความนำชลศาสตร์ของหินอุ้มน้ำ (C) ยังมีการศึกษาโดยการใช้ข้อมูลการวัดความนำไฟฟ้าปรากฏของดิน การวัดความนำไฟฟ้าของสารละลายจากตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่ศึกษา และการวัดความนำไฟฟ้าของน้ำจากบ่อน้ำตื้นในพื้นที่ศึกษา (รัชประศาสน์ ฉั่วอนุสรณ์, 2540)

**การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)**

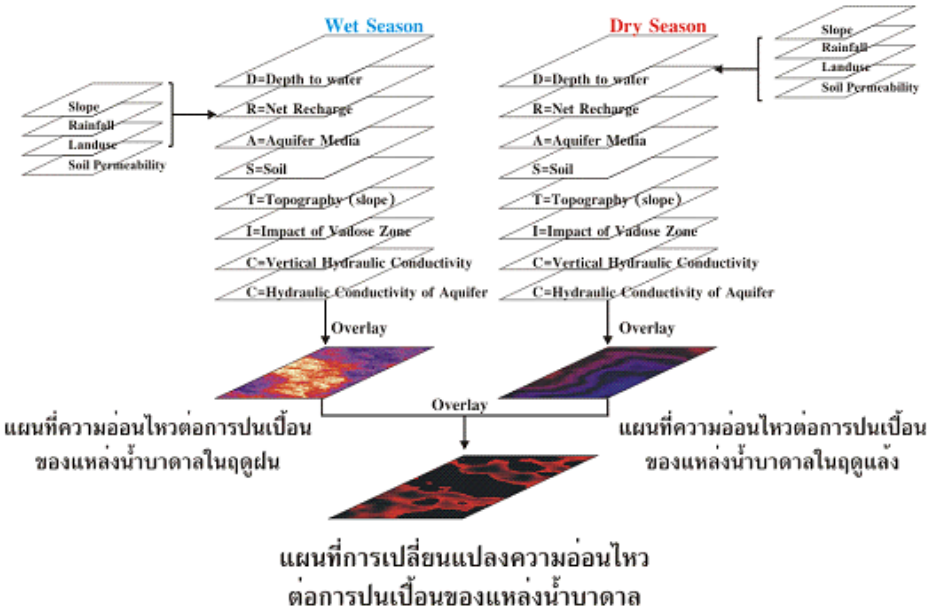
การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต้องใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลคุณลักษณะในฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ตามเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดเพื่อแสวงหาคำตอบหรือคาดการณ์ว่าคำตอบที่อาจเกิดขึ้นเป็นเช่นไร ชั้นข้อมูลประกอบด้วยกลุ่มของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ข้อมูลนี้ถูกจัดให้เป็นกลุ่มๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ โดยหลักการแล้วชั้นข้อมูลสามารถจำแนกตามลักษณะความคล้ายคลึงของข้อมูล เช่น ถนน แม่น้ำ พื้นที่ชลประทาน ขอบเขตการปกครอง แหล่งน้ำขนาดใหญ่ เป็นต้น

จากการศึกษาของ พิยดา ชุณหอโณทัย (2544) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay) โดยหลักของสมการ Multi-Criteria Model ในการศึกษาเรื่องการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการทำประปาหมู่บ้าน ในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง เช่นเดียวกับ เสาวลักษณ์ ตั้งคณาทรัพย์ (2551)

ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay) ชั้นข้อมูลหมู่บ้านกับชั้นข้อมูลแหล่งชุมชน แสดงปริมาณการใช้น้ำของแต่ละหมู่บ้าน

สำหรับ วิลาวัณย์ ไทยสงคราม (2551) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ (Potential Surface Analysis, PSA) โดยใช้สมการวิเคราะห์แบบจำลองดัชนีด้วยการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay) โดยกำหนดค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย และค่าความสำคัญแต่ละปัจจัย เช่นเดียวกับ กฤษกร เข็มพิลา (2554) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หาศักยภาพเชิงพื้นที่ (Potential Surface Analysis : PSA) วิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยแบบจำลองดัชนี (Index Model) ใช้เครื่องมือการซ้อนทับข้อมูลโดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighted Overlay) และทำการสร้างพื้นที่กันชนรอบบ่อน้ำบาดาลโดยใช้เครื่องมือสร้างพื้นที่กันชน (Buffer) ในขณะที่ จตุรงค์ วงศ์สนิท (2551) ใช้การซ้อนทับกันของแผนที่ด้วยวิธีทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารไนเตรทด้วยวิธี Automated Cadmium Reduction Method จากนั้นทำการประเมินความเสี่ยงของการปนเปื้อนไนเตรทในน้ำใต้ดินโดยวิธีการประมาณค่า (Interpolated method) ซึ่งสอดคล้องกับ วีระศักดิ์ วีระกันต์ (2545) ใช้การประมาณค่าในช่วง (Interpolated) ซึ่งในการศึกษาเลือกใช้วิธี Inverse distance weight และวิเคราะห์ด้วยพิกัดตำแหน่งของข้อมูล เช่น Union และ Intersect

นอกจากนี้ สุพรรณษา เข็มทอง (2553) ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) ในการหาค่าคะแนนความเหมาะสม และค่าความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการซ้อนทับ (Overlay) เพื่อแสดงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ส่วน วันเพ็ญ บัวระพา (2547) ใช้แบบจำลอง DRASTIC_ext ในการประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของแหล่งน้ำบาดาล รูปที่ 4 แนวคิดพื้นฐานของความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนคือ พื้นที่ดินบางส่วนที่มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของแหล่งน้ำบาดาลมากกว่าพื้นที่อื่น และเป้าหมายสุดท้ายของการทำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อน คือการแบ่งพื้นที่ออกเป็นหลายๆ หน่วย ผลของการประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนนั้นเป็นแผนที่แสดงพื้นที่ต่างๆ บางครั้งเรียกว่าเซลล์ (Cell) หรือรูปเหลี่ยม (Polygon) ซึ่งมีระดับความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนหลายระดับ แผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนแสดงความสัมพันธ์ของความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของพื้นที่ภายในแผนที่เดียวกันเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่ได้แสดงค่าที่สมบูรณ์ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ได้ ทั้งนี้ รัชประศาสน์ ฉั่วอนุสรณ์ (2540) ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์และแสดงการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินในแนวดิ่งและทำนายพื้นที่ดินเค็มจากวิธี Finite Difference แก้ปัญหาการไหลของน้ำใต้ดินในชั้น Confined Aquifer ใน 2 มิติ เพื่อหาค่าระดับน้ำบาดาลที่จุดต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำใต้ดินตื้น โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์




**ภาพที่ 4** ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบจำลอง DRASTIC_ext (วันเพ็ญ บัวระพา, 2547)

## การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้านทรัพยากรน้ำ

### 1. ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สามารถประยุกต์ใช้เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้ จากการศึกษาของ วีระศักดิ์ วีระกันต์ (2545) ศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อช่วยการจัดสรรน้ำของพื้นที่ด้านเหนือที่ราบภาคกลางตอนล่าง พบว่า การใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเท่ากับ 51.7-59.0 ล้าน ลบ.ม. และเป็นน้ำใต้ดิน 29.8-34.2 ล้าน ลบ.ม. ส่วนการใช้น้ำเพื่อพาณิชย์และอุตสาหกรรมเท่ากับ 5.4-6.1 ล้าน ลบ.ม. เป็นน้ำใต้ดิน 3.0-3.4 ล้าน ลบ.ม. ในการศึกษาใช้เทคนิค GIS ทำให้สามารถจัดเก็บข้อมูลวิเคราะห์และแสดงผล ช่วยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้มากขึ้น สอดคล้องกับ เสาวลักษณ์ ตั้งคณาทรัพย์ (2552) ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จากการศึกษาพบว่า ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค 979.92 ลบ.ม./วัน บ่อบาดาล 9 บ่อ แนวทางในการจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมของประชาชน พบว่า ฐานข้อมูล ทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรและการอุปโภค-บริโภค ส่วนใหญ่มีความถูกต้อง แต่ในฐานข้อมูลแหล่งน้ำบางแหล่งยังไม่ได้ระบุ ปัญหาที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำ ตื้นเขิน ขาดคลองส่งน้ำ และต้องการให้ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบางแหล่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ สุพรรณษา เข็มทอง (2553) ศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ในพื้นที่ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จากการศึกษาพบว่า มีจำนวนแหล่งน้ำ 72 บ่อ มีปริมาณน้ำทั้งหมด 20,179,772 ลบ.ม.

พื้นที่ที่เหมาะสมในการขุดบ่อน้ำผิวดินในเขตพื้นที่ตำบลสุรนารีในระดับมากที่สุด มาก และปานกลาง อยู่บริเวณทิศเหนือ และทิศตะวันตกของตำบล โดยส่วนใหญ่ครอบคลุม หมู่บ้านราชสีมา ยางใหญ่ ยางใหญ่พัฒนา และพื้นที่บางส่วนทางทิศตะวันตกของหนองบง

**2. ด้านการจัดการระบบประปา**

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการจัดการระบบประปา พิยดา ชุณหอโณทัย (2554) ได้ศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการทำประปาหมู่บ้าน ในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง พบว่า จากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีระบบประปาน้ำผิวดิน แบ่งเป็น 2 ขนาด ได้แก่ ระบบประปาน้ำผิวดินขนาดเล็กมีพื้นที่ 272,894 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.20 ของพื้นที่ทั้งหมด และระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่มีพื้นที่ 119,636 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.96 ของพื้นที่ทั้งหมด กรณีระบบประปาน้ำบาดาล แบ่งเป็น 3 ขนาด ได้แก่ ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็กมีพื้นที่ 113,356 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 18.91 ของพื้นที่ทั้งหมด ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลางมีพื้นที่ 23,659 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.36 ของพื้นที่ทั้งหมด และระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่มีพื้นที่ 6,452 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.92 ของพื้นที่ทั้งหมด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ กฤษกร เข็มพิลา (2554) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เชิงโต้ตอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำประปาน้ำบาดาลดื่มได้ ด้วยระบบกรองน้ำแบบออสโมซีสย้อนกลับในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ทั้งนี้ การวิเคราะห์ได้แผนที่ 2 ชั้นข้อมูล คือ พื้นที่ที่มีศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง ต่ำ และไม่มีศักยภาพ ระดับพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาประปาน้ำบาดาลดื่มได้ แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง ต่ำ และไม่เหมาะสม พบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำประปาน้ำบาดาลดื่มได้ ด้วยระบบกรองน้ำแบบออสโมซีสย้อนกลับจะอยู่บริเวณพื้นที่ที่มีศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลและมีระดับพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาประปาน้ำบาดาลดื่มได้สูง ส่วนใหญ่อยู่บริเวณพื้นที่ตอนกลาง ตะวันตก และตะวันออกลงไปทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา

**3. ด้านการศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล**

วิลาวัณย์ ไทยสงคราม (2551) ได้ศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลและความเหมาะสมในการพัฒนาสำหรับการอุปโภคบริโภค ในเขตพื้นที่อำเภอพระทองคำ จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลสูง จำนวน 5 หมู่บ้าน คลอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 12.45 ศักยภาพปานกลาง จำนวน 22 หมู่บ้าน ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 27.36 ศักยภาพต่ำ จำนวน 38 หมู่บ้าน ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 49.14 และไม่มีศักยภาพ จำนวน 9 หมู่บ้าน ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 11.05

**4. ด้านการวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารเคมี**

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆ ในแหล่งน้ำใต้ดิน ได้จากการศึกษาของ รัชประศาสน์ ฉั่วอนุสรณ์ (2540) เรื่องการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเพื่อทำนายพื้นที่ดินเค็ม พบว่าการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน เพื่อทำนายพื้นที่ดินเค็มมีความสะดวกในการนำเสนอและสอดคล้องกับการนำไปใช้ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่ศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน ควบคุม และการจัดการปัญหาเกี่ยวกับน้ำใต้ดินได้ เช่น การควบคุมทิศทางการแพร่การกระจายดินเค็ม การขาดแคลนน้ำ และการออกแบบระบบระบายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ วันเพ็ญ บัวระพา (2547) ที่ได้ศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของแหล่งน้ำใต้ดินในลุ่มน้ำพองตอนล่าง จากการวิเคราะห์พบว่า ระดับความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนระดับปานกลางและมากนั้นมักเกิดอยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่เพิ่มเติมน้ำ ในชั้นหินอุ้มน้ำกลุ่ม Sand and Gravel และระหว่างฤดูกาลพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนเป็นร้อยละ 88.59 ของพื้นที่ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 11.41 เท่านั้น ในการพิจารณาความถูกต้องของค่าตัวแปรที่เลือกใช้ต้องมีการศึกษาต่อไปในขั้นรายละเอียดโดยเฉพาะพื้นที่ที่ศักยภาพในการปนเปื้อนสูง การใช้เทคโนโลยี GIS สามารถจัดเตรียมข้อมูลได้อย่างเป็นระบบสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลอง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ จตุรงค์ วงศ์สนิท (2551) ศึกษาการประเมินความเสี่ยงการปนเปื้อนของสารไนเตรทในน้ำใต้ดินโดยใช้วิธีทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า ตัวอย่างน้ำใต้ดินโดยส่วนใหญ่มีสารไนเตรทอยู่ในระดับที่พบตามธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 81.08 พบการปนเปื้อนของสารไนเตรทในน้ำใต้ดินในระดับปานกลางร้อยละ 13.51 และระดับสูงร้อยละ 5.41 ทั้งนี้ ตัวอย่างน้ำใต้ดินร้อยละ 5.41 ซึ่งมีการปนเปื้อนของไนเตรทเกินที่กำหนดในมาตรฐานน้ำดื่ม เป็นตัวอย่างที่พบในพื้นที่ปลูกอ้อยและชั้นน้ำให้น้ำ PCms วิธี Ordinary Kriging เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการประเมินความเสี่ยงการปนเปื้อนของสารไนเตรทในน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา

**บทสรุป**

บทความนี้ได้กล่าวถึงความหมายของน้ำบาดาล การกำเนิดของน้ำบาดาล ประเภทของชั้นหินให้น้ำ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับโปรแกรมที่ใช้ใน GIS ได้แก่ ArcView3.1, ArcView3.2, ArcView3.2a, ArcView3.3, ArcGIS 9.1, ArcGIS 9.2, SPAN (Spatial Analysis System) และ Mapinfo โดยมีคำสั่ง เช่น Spatial Analysis, Grid Analysis, Conversion Tools, Geographic Transformer AVX เป็นต้น สำหรับข้อมูลที่นำมาใช้ใน GIS เป็นข้อมูลที่จัดทำขึ้นใหม่ทั้งหมด (ปฐมภูมิ) และข้อมูลที่รับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (ทุติยภูมิ) เช่น ข้อมูลด้านกายภาพ-สังคม-เศรษฐกิจ ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา ข้อมูลด้านการเกษตร ข้อมูลด้านการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะธรณีวิทยา ลักษณะอุทกธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น GIS มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ได้หลายลักษณะ ได้แก่ การปฏิบัติการวางซ้อน (overlay Operation) การสร้างเขตกันชน (Buffer) การวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ (Potential Surface Analysis, PSA)

การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) การประมาณค่าในช่วง (Interpolated) วิเคราะห์ด้วยพิกัดตำแหน่งของข้อมูล เช่น Union และ Intersect สำหรับการประยุกต์ใช้ GIS ด้านทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วย ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ด้านการจัดการระบบประปา ด้านการศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล และด้านการวิเคราะห์ การปนเปื้อนของสารเคมี ทั้งนี้ การใช้เทคนิค GIS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้ยั่งยืนต่อไป

**รายการอ้างอิง**

กรมทรัพยากรธรณี. (2544). **คู่มือการใช้แผนที่น้ำบาดาลจังหวัดนราธิวาส.** กรุงเทพฯ บริษัทเซ้าท์อีสท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด.

กฤษกร เข็มพิลา. (2554). **การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เชิงโต้ตอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำประปาน้ำบาดาลดื่มได้ ด้วยระบบกรองน้ำแบบออสโมซีสย้อนกลับ ในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

จตุรงค์ วงศ์สนิท. (2551). **การประเมินความเสี่ยงการปนเปื้อนของสารไนเตรทในน้ำใต้ดินโดยใช้วิธีทางสารสนเทศภูมิศาสตร์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอายุรศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิยดา ชุณหอโณทัย. (2554). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการทำประปาหมู่บ้านในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

รัชประศาสน์ ฉั่วอนุสรณ์. (2540). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเพื่อทำนายพื้นที่ดินเค็ม.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วันเพ็ญ บัวระพา. (2547). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของแหล่งน้ำใต้ดินในลุ่มน้ำพองตอนล่าง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิลาวัณย์ ไทยสงคราม. (2551). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลและความเหมาะสมในการพัฒนาสำหรับการอุปโภคบริโภค ในเขตพื้นที่อำเภอพระทองคำ จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

วีระศักดิ์ วีระกันต์. (2545). **การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อช่วยการจัดสรรน้ำของพื้นที่ด้านเหนือที่ราบภาคกลางตอนล่าง.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2542). **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักการเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุพรรณษา เข็มทอง. (2553). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ตำบลสุรนารี อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

เสาวลักษณ์ ตั้งคณาทรัพย์. (2552). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ตำบลสามพร้าว อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรเกษตรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

Brassington R. (1988). **Field Hydrogeology.** England. 242.

Charbeneau R.J. (2000). **Hydraulic and Pollution Transport.** NJ: Prentice hall Upper Saddle River.

Fetter, C.W. (1994). **Applied Hydrogeoloyy.** 3rd ed. New York: Macmillan College Publishing, Inc.

Prince, M. (1985). **Introducing Groundwater.** London: George Allen & Unwin Ltd.