



123 ก.ม. 2538

ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย
GROUND WATER RESOURCES MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM OF THAILAND

ชื่อ นามสกุล
ช.ก
" สิริมา อภิวัฒน์เดช "

สิริมา อภิวัฒน์เดช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2537


Copyright by Mahidol University

34303

วิทยานิพนธ์

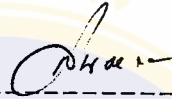
เรื่อง

ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย



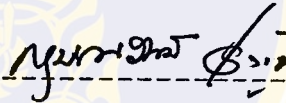
สุรียา ชนวนันต์เดช

ผู้วิจัย



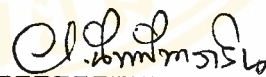
ลินดา วงศานนท์, M.Sc

ประธานคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



กฤษณ์รักษ์ ชีร์รัฐ, M.Sc

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



โกลิต นินพิทาวาสิน, M.Sc

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



(อธิการบดี ๕๐๑๖๖)

มนตรี จุฬสมัย, พ.บ., Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย



สิทธิพงษ์ ดิลกวิช, M.Sc

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

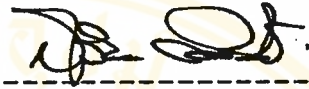
วิทยานิพนธ์

เรื่อง

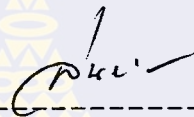
ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม

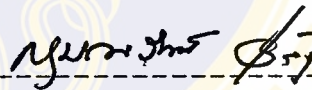
วันที่ 14 ตุลาคม 2537



สุรียา ธนวัฒน์เดช



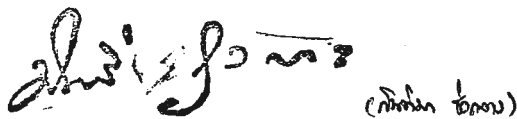
ลินดา วงศานุพัทธ์, M.Sc
ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



กฤษณรักษ์ ชिरรัฐ, M.Sc
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



โกลิต นิพนิตาวาสิน, M.Sc
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(กิตติมศักดิ์)

มนตรี จุลสมัย, พ.บ., Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล



เทพพนม เมืองแมน, M.D., Dr.P.H.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุริยา ชนวัฒน์เดช
วัน เดือน ปีเกิด	11 มกราคม พ.ศ. 2497
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล 2522 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม) 2537
ตำแหน่ง	วิศวกรเครื่องกล 6
สถานที่ทำงาน	กองพัฒนาบ่อบาดาล กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย 26 ซอยท่านผู้หญิงพหลฯ ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแด่ผู้แนะนำชี้ทางและให้ความช่วยเหลือ
เกื้อกูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คืออาจารย์โกสิต นิพนิตาวาสิน
และผู้ช่วยศาสตราจารย์ กฤษณรักษ์ อีร์รัฐ ซึ่งร่วมเป็นคณะอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความ
ช่วยเหลือแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ โดยเฉพาะท่านประธานคณะอาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลินดา วงศ์พานิช ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านมาให้คำปรึกษา
แนะนำสั่งสอนวิชาความรู้ ตลอดจนจัดระบบเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิจัยนี้ให้ ขอ
ขอบคุณในความช่วยเหลือด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากคุณ พันทิพย์ ภูชาญ แห่งบริษัทวิทยุ
การบิน ซึ่งช่วยเหลือตรวจสอบการทำงานของระบบให้

ท้ายที่สุด ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ร่วมศึกษากันมาในสาขาวิชาเทคโนโลยีการ
บริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ฝ่ายการศึกษาซึ่ง
คอยให้กำลังใจสนับสนุนช่วยเหลือทุกๆ ด้านจนสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ได้สำเร็จ

สุวิยา ธนวัฒน์เดช

ชื่อวิทยานิพนธ์ ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย

ผู้วิจัย สุริยา ธนวัฒน์เดช

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ลินดา วงศานุกัณฑ์, M.Sc

กฤษณรักษ์ จีร์รัฐ, M.Sc

โกลิต นินนิทาวาสิน M.Sc

วันที่สำเร็จการศึกษา 14 ตุลาคม พ.ศ. 2537

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน หน่วยงานราชการและเอกชนมีความต้องการพัฒนาระบบสารสนเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการวางแผนทางด้านการบริหาร บุคลากร การผลิต และนโยบายต่างๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เกี่ยวกับระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศโดยแบ่งเป็น 3 ระบบย่อย คือ 1. สถานที่ตั้งของบ่อน้ำบาดาล 2. คุณสมบัติทางชลศาสตร์และ 3. คุณภาพน้ำของบ่อน้ำบาดาลตามลำดับ โดยทำการออกแบบและสร้างแฟ้มข้อมูลขึ้นสำหรับระบบย่อยที่ 1 ประกอบด้วย 3 แฟ้มข้อมูล ระบบย่อยที่ 2 และ 3 ประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลัก 1 แฟ้มข้อมูล และแฟ้มข้อมูลสนับสนุน 2 แฟ้มข้อมูล โดยใช้ข้อมูลจากกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรม dBase III+ พัฒนาโปรแกรมระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์โดย Clipper สามารถป้อนข้อมูล แก้ไขข้อมูล และเรียกดูข้อมูลโดยมีเงื่อนไขแบบต่างๆ สามารถแสดงผลออกทั้งทางจอภาพและเครื่องพิมพ์เป็นภาษาไทย



Thesis Title **Ground Water Resources Management Information
System of Thailand**

Name **Suriya Thanawatdej**

Degree **Master of Science
(Technology of Environmental Management)**

Thesis Supervisory Committee

Linda Wongsanupat, M.Sc
Kritsanarak Theerarut, M.Sc
Posit Nippitawasin, M.Sc

Date of Graduation **14 October B.E. 2537 (1994)**

ABSTRACT

At present, both of the private and public sectors want to develop information systems which are necessary for the administration, personnel, production and policy planning.

The objective of this research is to design and develop a computerized information system for ground water resources of Thailand. This information system consists of 3 subsystem : Location of well, Physical of well and Ground Water

Quality. The researcher designed and created 3 files for location of well, 1 master file for physical of well, 1 master file for ground water quality and 2 auxiliary files. Data collection of each subsystem was obtained from the Public Works Department.

The researcher used a microcomputer and dBase III⁺ to develop programs and compiled the programs with clipper. The system provides data maintenance which covers all data entry and data updating. A user is able to obtain the required information both on screen and on printer in Thai language.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	10
ขอบเขตของการศึกษา	10
ประโยชน์ที่จะได้รับการศึกษา	11
2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
ลักษณะการเกิดน้ำบาดาล	14
ขั้นตอนการดำเนินงานจัดหาน้ำบาดาล	19
การสร้างบ่อและการออกแบบบ่อน้ำบาดาล	21
การพัฒนาการบ่อน้ำบาดาล	23
การกำหนดชั้นน้ำใต้ดิน	24
กรณีศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจน้ำบาดาล	41
ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ	48
การพัฒนาสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ	54
บทบาทของคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาสารสนเทศ	56
ระบบสารสนเทศและการจัดการฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	58

3	วิธีการดำเนินงานวิจัยและการรวบรวมข้อมูล	60
	เครื่องมือที่ใช้และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์	61
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	61
	โครงสร้างแฟ้มข้อมูล	64
	โครงสร้างแฟ้มข้อมูลจังหวัด	65
	โครงสร้างแฟ้มข้อมูลอำเภอ	66
	โครงสร้างแฟ้มข้อมูลสรุป	67
	การวิเคราะห์	68
4	ผลการวิจัย	69
	การค้นคืนข้อมูลและรายงาน	70
	ข้อมูลรายการบ่อน้ำบาดาล	71
	ข้อมูลสรุปรายชื่ออำเภอ	76
	ข้อมูลสรุปรายชื่อจังหวัด	78
	ข้อมูลสรุปรายชื่อภาค	79
	สรุปรวมทั้งประเทศ	80
	การบำรุงรักษาข้อมูล	82
	การบันทึกข้อมูล	83
	การแก้ไขข้อมูล	84
	การประเมินผลระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล	85
	ซอฟต์แวร์ของระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล	86
5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	87
	บรรณานุกรม	89
	ภาคผนวก	91

ความสำคัญของปัญหา

น้ำกินน้ำใช้ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตประจำวันของประชาชน ทั้งในชนบทและในเขตเมือง ดังนั้น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติทุกฉบับจึงได้ให้ความสำคัญในการจัดหาแหล่งน้ำกินน้ำใช้ในระดับสูงมาโดยตลอด นอกจากนั้นรัฐยังได้ทุ่มเททรัพยากรเป็นจำนวนมาก ทั้งในรูปของงบประมาณ บุคลากร การศึกษาวิจัย และการขอความช่วยเหลือจากต่างประเทศ เพื่อจัดหาแหล่งน้ำกินน้ำใช้สำหรับประชาชนให้พอเพียง

ความพยายามของรัฐในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ ปรากฏชัดเจนขึ้นในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 โดยแผนพัฒนาแหล่งน้ำ ได้รับการบรรจุให้อยู่ในแผนพัฒนาชนบทตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 และเป็นแผนงานหลักแผนงานหนึ่งในการพัฒนาชนบทจนถึงปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามรัฐก็ยังไม่สามารถให้บริการแก่ประชาชนได้พอเพียงและทั่วถึง นอกจากนั้น ดูเหมือนว่าความรุนแรงของการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ กลับทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการที่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ทุกปีในฤดูแล้ง ทั้งนี้เนื่องจากประชากรที่ได้เพิ่มขึ้นประการหนึ่ง และขีดจำกัดด้านกลไกการให้บริการของรัฐอีกประการหนึ่ง แม้ว่าจะมีหน่วยงานของรัฐ ที่ได้รับมอบหมายให้ดูแลเรื่องนี้ทั้งทางตรงและทางอ้อมจำนวนมาก เหตุผลที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การขาดแคลนน้ำรุนแรงมากขึ้น คือการใช้น้ำที่มีอยู่อย่างผิดวัตถุประสงค์ เช่น มีการนำน้ำจากแหล่งน้ำกินน้ำใช้ไปใช้ในการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ การไม่มีมาตรการควบคุมการบุกรุกทำลายป่า และการระบายน้ำเสียลงแม่น้ำลำคลอง ทำให้แหล่งน้ำผิวดินซึ่งเป็นแหล่งน้ำดิบในการทำน้ำประปาแห้งขอดหรือกลายเป็นน้ำเสีย ไม่สามารถนำมาใช้ทำน้ำประปาได้อีกต่อไป

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 ระบุว่ารัฐได้ทุ่มเททรัพยากร เป็นจำนวนมากในการจัดหาแหล่งน้ำกินน้ำใช้ โดยได้ทุ่มเทงบประมาณตลอดเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี 2526-2535) เป็นจำนวนถึง 36,547.65 ล้านบาท งบประมาณดังกล่าว ได้ใช้ไปในเรื่องของการพัฒนาแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดินและจัดหาระบบประปา นอกจากนี้ยังได้เล็งเห็นว่าการใช้น้ำฝนเป็นน้ำดื่มจะทำให้ประชาชนได้น้ำที่สะอาดที่สุด และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนน้อยที่สุด จึงได้ริเริ่มให้มีโครงการปันน้ำขึ้นตั้งแต่ปี 2528 อย่างไรก็ตามโครงการปันน้ำนั้นยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร กล่าวคือปริมาณการขาดแคลนน้ำกินได้ลดลงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากประชาชนบางท้องถิ่นไม่นิยมบริโภคน้ำฝนและมีการนำน้ำฝนไปใช้ เป็นน้ำใช้มากกว่าน้ำดื่ม

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ไม่หมดสิ้นคือ การขาดแคลนข้อมูลข่าวสารที่ชัดเจน ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สถาบันประมวลข้อมูลเพื่อการศึกษาและพัฒนา (สปช.) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และ 4 กระทรวงหลัก (กระทรวงมหาดไทย กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงศึกษาธิการ) จึงได้ร่วมกันพัฒนาตัวชี้วัดเพื่อใช้วัดปริมาณการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ขึ้น ในข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน เรียกว่า กชช.2 ค. และยังได้มีการจัดเก็บข้อมูลทั้ง 2 ประเภทนี้ทั่วประเทศขึ้นตั้งแต่ปี 2527 และ 2530 ตามลำดับ ในปี 2531 ยังได้จัดเก็บข้อมูลน้ำกินน้ำใช้เฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาน้ำกินน้ำใช้ให้หมดไปจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคแรก

การแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้ในอดีตที่ผ่านมา ได้ดำเนินการโดยมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดหาแหล่งน้ำกินและน้ำใช้ เช่น การสร้างโอ่งหรือภาชนะเก็บน้ำฝน การขุดบ่อน้ำตื้น บ่อบาดาล สระน้ำ การสร้างระบบประปา และการขุดลอกแม่น้ำลำคลอง โดยมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับนโยบายและปฏิบัติรับผิดชอบทั้งสิ้นจำนวน 16 หน่วยงาน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงหน่วยงานที่รับผิดชอบในการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก

หน่วยงานของรัฐบาล	แหล่งน้ำสำหรับดื่มและใช้ในครัวเรือนในเขตชนบท				
	ถึงเก็บน้ำ (รวมทั้งตุ่มน้ำ)	บ่อน้ำตื้น	บ่อน้ำบาดาล	สระน้ำ	ระบบประปา
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์					
- กรมส่งเสริมสหกรณ์				X	
- กรมพัฒนาที่ดิน				X	
- สปก.				X	
กระทรวงมหาดไทย					
- กรมการปกครอง	X	X		X	
- กรมโยธาธิการ			X		X
- กรมประชาสัมพันธ์	X	X			
- กรมพัฒนาชุมชน	X	X		X	
- รพช.	X	X	X	X	X
- การประปาส่วนภูมิภาค					X
กระทรวงสาธารณสุข					
- กรมอนามัย	X	X	X		X
กระทรวงอุตสาหกรรม					
- กรมทรัพยากรธรณี			X		X
กระทรวงกลาโหม					
- กรป.กลาง	X	X	X	X	X

ที่มา : แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7

ความชัดเจนของแผนพัฒนาแหล่งน้ำกินน้ำใช้ ได้เริ่มจริงจังในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 ถือเป็นแผนงานหลักหมวดหนึ่งในแผนพัฒนาจังหวัดประจำปี ภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการพัฒนาชนบทแห่งชาติ มีคณะกรรมการประสานนโยบายแหล่งน้ำขนาดเล็กแห่งชาติ (ปัจจุบันคือคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ) เป็นผู้ประสานนโยบาย งบประมาณและโครงการในเบื้องต้น และให้มีรูปแบบในการวางแผนประสานแผนและโครงสร้างการบริหารตามแนวทางการพัฒนาชนบทแห่งชาติ

นอกจากนั้นประเทศไทยได้ประกาศให้ปี 2525-2534 เป็นปีทศวรรษน้ำสะอาด และสุขภาพของประเทศ เพื่อให้มีการรณรงค์ให้ประชาชนในประเทศไทยจำนวนร้อยละ 95 มีน้ำกินน้ำใช้ที่สะอาด โดยให้น้ำสะอาดเพียงพอสำหรับดื่มอย่างน้อย 5 ลิตรต่อคนต่อวัน และสำหรับการใช้อย่างพอเพียง 45 ลิตรต่อคนต่อวันในปี 2534 เทียบเท่ามาตรฐานสากลของสหประชาชาติที่ประกาศให้ปี 2525-2534 เป็นปีทศวรรษน้ำสะอาดทั่วโลก

การดำเนินงานตอบสนองนโยบายดังกล่าวนี้ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้มอบหมายให้สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (เอไอที) ศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทน้ำกินน้ำใช้และสุขภาพในปี 2528 เพื่อกำหนดแผนงานและโครงการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จัดหาแหล่งน้ำกินน้ำใช้ให้พอเพียงกับความต้องการของประชาชน และให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลโลก และเพื่อให้รัฐบาลจัดสรรงบประมาณให้หน่วยงานเหล่านั้นอย่างพอเพียงซึ่งแผนแม่บทนั้นได้กำหนดให้ใช้งบประมาณจนถึงปี 2534 จำนวนทั้งสิ้น 8,589.70 ล้านบาท มีโครงการที่จะต้องสร้างใหม่ 4,443,163 แห่ง และปรับปรุงซ่อมแซมแหล่งน้ำเดิม 125,321 แห่ง

จากข้อมูล กชช.2 ค. และข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ปี 2533 พบว่าทั่วประเทศมีแหล่งน้ำประเภทต่างๆ ที่มีน้ำตลอดปี แยกได้ดังนี้

1. โองหรือภาชนะเก็บน้ำฝน จากข้อมูลสุขภาพสิ่งแวดล้อม กองสุขภาพกรมอนามัย พบว่าจนถึงเดือนมกราคม 2534 มีโองหรือภาชนะเก็บน้ำฝน ขนาด 2 ลูกบาศก์เมตรอยู่จำนวน 7,957,895 ใบ หรือเฉลี่ย 1.15 ใบต่อครัวเรือน โดยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุดคือ 4,850,360 ใบ หรือโดยเฉลี่ย 1.79 ใบต่อครัวเรือน รองลงมาคือภาคกลาง 1,821,418 ใบ หรือโดยเฉลี่ย 1.21 ใบต่อครัวเรือน ภาคเหนือ

996,564 ใบ หรือโดยเฉลี่ย 0.57 ใบต่อครัวเรือน สำหรับภาคใต้ มีน้อยที่สุดคือ 299,553 ใบ หรือโดยเฉลี่ย 3 ครัวเรือนต่อไร่ 1 ใบ ซึ่งจำนวนไร่และภาชนะเก็บน้ำฝนโดยเฉลี่ยของทุกภาคยังมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ยซึ่งควรมีอย่างน้อยครัวเรือนละ 2 ใบ เพื่อให้มีน้ำดื่มตลอดฤดูแล้ง

2. บ่อน้ำบาดาล จำนวนบ่อน้ำบาดาลในประเทศมีทั้งสิ้น 557,969 แห่ง แยกเป็นบ่อน้ำบาดาลสาธารณะ 97,833 แห่ง และบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว 460,086 แห่ง โดยเฉลี่ยมีบ่อน้ำบาดาลหมู่บ้านละ 9 แห่ง โดยเฉลี่ยภาคเหนือมีมากที่สุดคือ 13 แห่ง รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง เฉลี่ยหมู่บ้านละ 10 และ 7 แห่งตามลำดับ ภาคใต้เป็นภาคที่มีบ่อน้ำบาดาลน้อยที่สุดคือ เฉลี่ยหมู่บ้านละ 2 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนบ่อน้ำบาดาลทั่วประเทศ ปี 2533

หน่วย : แห่ง

จำนวนบ่อน้ำบาดาล	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวม
- สาธารณะ	15,990	55,288	19,585	6,970	97,833
- ส่วนตัว	149,895	213,205	85,988	10,998	460,086
เฉลี่ยต่อหมู่บ้าน	13	10	7	2	9

ที่มา : สถานภาพน้ำกินน้ำใช้ในชนบท

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนบ่อน้ำบาดาลเจาะโดยกรมโยธาธิการตั้งแต่ปี 2502-2533

ปี	จำนวน	ปี	จำนวน	ปี	จำนวน	ปี	จำนวน
2502	2	2510	58	2518	204	2526	651
2503	14	2511	98	2519	181	2527	820
2504	16	2512	107	2520	212	2528	1,196
2505	29	2513	112	2521	209	2529	1,243
2506	21	2514	110	2522	236	2530	1,366
2507	25	2515	147	2523	269	2531	1,668
2508	25	2516	143	2524	337	2532	1,623
2509	43	2517	163	2525	610	2533	2,101

ที่มา : รายงานผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลตั้งแต่เริ่มดำเนินการ จนถึงปี 2533
กองพัฒนาบ่อน้ำบาดาล กรมโยธาธิการ

จากข้อมูลรายงานการศึกษาสถานภาพน้ำกินน้ำใช้ในชนบท สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ระบุว่า มีหมู่บ้านประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ทั้งสิ้น 35,529 หมู่บ้านหรือคิดเป็นร้อยละ 61.20 ของหมู่บ้านในชนบททั่วประเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่ขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้มากที่สุดคือ 16,760 หมู่บ้าน หรือคิดเป็นร้อยละ 28.86 ของหมู่บ้านทั่วประเทศ รองลงมาคือ ภาคเหนือจำนวน 7,999 หมู่บ้าน หรือคิดเป็นร้อยละ 13.17 ภาคกลางจำนวน 5,410 หมู่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 9.32 ภาคใต้จำนวน 5,356 หมู่บ้าน หรือคิดเป็นร้อยละ 9.22 สำหรับหมู่บ้านที่มีการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ระดับรุนแรงมีจำนวน 28,435 หมู่บ้าน

หรือคิดเป็นร้อยละ 48.98 ของหมู่บ้านทั่วประเทศ ภาคที่มีปัญหามากที่สุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 13,753 หมู่บ้านหรือคิดเป็นร้อยละ 23.68 ของหมู่บ้านทั่วประเทศและภาคเหนือเป็นอันดับสองคือ 6,608 หมู่บ้านหรือคิดเป็นร้อยละ 11.38 ภาคใต้และกลางจำนวน 4,364 และ 3,710 หมู่บ้าน หรือคิดเป็นร้อยละ 7.51 และ 6.39 ของหมู่บ้านทั่วประเทศตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละของหมู่บ้านที่มีปัญหาน้ำกินน้ำใช้ทั่วประเทศ

ภาค	หมู่บ้านที่มีปัญหาน้ำกินน้ำใช้						ไม่มีปัญหา	
	รุนแรง		ปานกลาง		รวม		จำนวน	ร้อยละ
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
กลาง	3710	6.39	1704	2.93	5414	9.32	8197	14.11
เหนือ	6608	11.38	1391	2.39	7999	13.77	4077	7.02
ตะวันออกเฉียงเหนือ	13573	23.68	3007	5.17	16760	28.86	8347	14.37
ใต้	4364	7.51	992	1.70	5356	9.22	1907	3.28
รวม	28435	48.98	7094	12.22	35529	61.20	22528	38.80

ที่มา : สถานภาพน้ำกินน้ำใช้ในชนบท

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

จากข้อมูลการขาดแคลนน้ำ สภาพของปัญหามีความสอดคล้องกันคือภาคที่มีปัญหา รุนแรงที่สุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคใต้และภาคกลางตาม ลำดับ เหตุผลสำคัญเนื่องจากสภาพพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่สามารถกักน้ำได้ ทั้ง ที่ได้ขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลไปเป็นจำนวนมากแล้ว ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาน้ำกินน้ำใช้ของ ชาวชนบทให้หมดสิ้นได้ สิ่งเหล่านี้แสดงถึงปัญหาที่ซับซ้อนที่มีใช้แค่เพียงสร้างแหล่งน้ำให้กับ ชาวชนบท แต่ยังประกอบด้วยปัญหาที่เกี่ยวข้องในด้านอื่นๆ อีกหลายประการ ดังนั้น การ แก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ในช่วงต่อไปจึงต้องมีการปรับกลยุทธ์ในการพัฒนาแหล่ง น้ำใหม่ โดยเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์สภาพของพื้นที่ ศักยภาพในการพัฒนา การกำหนด โครงการพัฒนาที่เหมาะสมและต้องเริ่มต้นที่หมู่บ้านที่มีปัญหาเป็นอันดับแรก เช่น การวาง แผนสร้างบ่อน้ำบาดาลในหมู่บ้านที่มีแหล่งน้ำใต้ดินเพียงพอและที่มีการขาดแคลนน้ำ จุดอ่อนใน การวางแผนแก้ไขปัญหาน้ำกินน้ำใช้ทั้งแผนแม่บทและแผนประจำปีที่ผ่านมา คือการไม่มีระบบ ฐานข้อมูลที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพมาช่วยในการจัดทำแผน

รัฐบาลได้ให้ความสำคัญในด้านการพัฒนาแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก จากการที่ระดม หน่วยงานปฏิบัติการหลายส่วนราชการ ได้แก่ กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี สำนัก งานเร่งรัดพัฒนาชนบท กรมอนามัยและ กรป.กลาง ตลอดจนหน่วยงานภาคเอกชนภายใน และต่างประเทศซึ่งเป็นผู้รับเหมาดำเนินการจัดหาแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อการอุปโภคบริโภค ให้แก่ประชาชนในท้องถิ่นชนบทห่างไกลด้วยวิธีขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล จากการดำเนินงานที่ ผ่านมา ได้ก่อสร้างโครงการน้ำใต้ดินไปแล้วประมาณ 79,100 แห่ง แม้ว่ารัฐบาลจะให้ ความสำคัญในด้านการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก เพื่อการอุปโภคบริโภคและดำเนินการมา แล้วอย่างต่อเนื่อง ก็ยังไม่สามารถจัดปัญหาความต้องการของประชาชนในชนบทได้อย่าง เพียงพอและทั่วถึง ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาแหล่งน้ำที่ผ่านมาคือโครงการต่างๆ ที่รัฐได้ ก่อสร้างไว้นั้นมีเป็นจำนวนมาก และหน่วยงานของรัฐไม่สามารถให้การดูแลได้อย่างทั่วถึง และทันที่ ทั้งนี้เนื่องจากขีดจำกัดทางด้านบุคลากรและเครื่องมือ ของส่วนราชการที่มีหน้าที่ เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งน้ำ อีกทั้งปัญหาการกระจายงบประมาณเพื่อการพัฒนาพร้อมๆกัน หลายๆด้าน ทำให้ขาดแคลนงบประมาณในการเร่งรัดพัฒนาแหล่งน้ำอุปโภคและบริโภคอย่าง จริงจัง ข้อมูลสำคัญต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำบาดาลที่ดำเนินการไปแล้ว เช่น สถานที่ตั้ง

ของบ่อ สภาพชั้นดินคุณภาพน้ำ ปริมาณน้ำที่กักเก็บ เป็นต้น มีอยู่อย่างกระจัดกระจาย การใช้ข้อมูลเหล่านี้ต้องประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขา การขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่ออุปโภคและบริโภคในชนบท จึงยังมีอาจจัดให้หมดไปได้ จากข้อมูลการสำรวจในระดับหมู่บ้านของศูนย์ประสานการพัฒนาชนบทแห่งชาติ พบว่าหมู่บ้านจำนวน 12,678 หมู่บ้าน ยังตกอยู่ในภาวะขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้

การบริหารงานพัฒนาชนบทที่ได้ดำเนินการมา ได้ก่อให้เกิดรูปแบบของการพัฒนาอย่างเป็นกระบวนการและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตามลำดับ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความพยายามลดความซ้ำซ้อนของหน่วยงานรับผิดชอบการพัฒนาชนบท การปรับระบบการทำงานที่ยึดระบบแผนงานเป็นหลัก ตลอดจนการกำหนดบทบาทและความรับผิดชอบขององค์กรบริหารการพัฒนาระดับชาติ ระดับจังหวัด ระดับอำเภอ และระดับตำบลหมู่บ้าน ในทางปฏิบัติยังมีปัญหาอีกหลายประการที่จะต้องได้รับการแก้ไข นับตั้งแต่การจัดรูปแบบองค์กรให้มีเอกภาพและมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น การหารูปแบบของการประสานโครงการจากหน่วยงานต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบงานที่ชัดเจน การเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการพัฒนาบุคคลที่เกี่ยวข้องในระบบบริหารงานพัฒนาชนบทในทุกๆระดับ และที่สำคัญคือการเร่งรัดพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารงานพัฒนาชนบทให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในแง่ของความเร็วของการจัดหาข้อมูล การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการตัดสินใจของผู้บริหารในระดับต่างๆ และความจำเป็นที่จะต้องมีข้อมูลเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เพื่อช่วยให้การประสานงานระหว่างหน่วยงานต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังลดความสับสนและความสูญเปล่าในการปฏิบัติงานอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อออกแบบระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย โดยพัฒนา ระบบจัดเก็บ การบำรุงรักษาฐานข้อมูลและการค้นคืนข้อมูล เพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังนี้ คือ

1. เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลในประเทศไทยให้เกิดประโยชน์สูงสุด
2. เพื่อให้การประสานงานและการกำหนดแนวทางปฏิบัติของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อการเฝ้าระวัง (Monitoring) และการเตือนภัย เมื่อแนวโน้มของข้อมูลในระบบสารสนเทศจะก่อให้เกิดภัยแก่ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถป้องกันแก้ไขได้โดยถูกต้องและทันที่

ขอบเขตของการศึกษา

ดำเนินการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลบ่อน้ำบาดาลทั่วประเทศ ซึ่งมีตัวแปรแยกได้

4 ประเภท คือ

1. ลักษณะของบ่อ หมายเลขบ่อ สถานที่ตั้งบ่อ ความลึก หมายเลขแผนที่ที่บ่อตั้ง อยู่พร้อมทั้งทำเครื่องหมายบนแผนที่และใส่หมายเลข (Grid location) ระดับปากบ่อ วิธีการเจาะ วันที่เริ่มเจาะและวันที่เจาะเสร็จ ผู้เก็บตัวอย่างดินหรือหิน ผู้ตรวจสอบ ชนิดของท่อกรูบ่อและท่อกรอง
2. คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของบ่อบาดาล ประกอบด้วย ระดับน้ำคงที่ ปริมาณที่สามารถสูบขึ้นมาได้ ระยะน้ำลดลงเมื่อสูบทดสอบ วันที่สูบทดสอบ ชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งใช้ประจำ วิธีการวัดปริมาณน้ำ
3. คุณภาพน้ำ ประกอบด้วย รส สี กลิ่น อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณ-เหล็ก คลอไรด์และความกระด้าง เป็นต้น
4. ลักษณะของชั้นดินและหินประกอบด้วยลักษณะของดินและหินที่เจาะผ่านเพื่อให้ทราบถึงลักษณะ เม็ด สี ความลึกและความหนาของแต่ละชั้น

ข้อมูลเหล่านี้จะจัดเก็บเข้าไปในระบบฐานข้อมูล (Database) พร้อมทั้งพัฒนา
ระบบเพื่อการประมวลผลข้อมูลให้เป็นระบบสารสนเทศ

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

1. ได้ระบบสารสนเทศทางด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรน้ำบาดาลทั่วประเทศ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้บริหารในการวางแผนจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากร
น้ำบาดาล
3. เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำอุปโภคและบริโภคในชนบทที่ห่างไกล
4. ทำให้การประสานงานและแลกเปลี่ยนข้อมูลมีประสิทธิภาพ สามารถบริการ
ข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ เพิ่มประสิทธิภาพด้านนิมฟ์เอกสาร วิเคราะห์
ข้อมูล วิเคราะห์โครงการ ทำให้ข้อมูลด้านวิศวกรรม อุทกวิทยา คุณภาพน้ำและธรณี
วิทยาแหล่งน้ำได้มาตรฐาน

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรอย่างหนึ่ง ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค เป็นทรัพยากรที่สามารถเกิดเพิ่มเติมเองได้โดยธรรมชาติภายหลังที่นำบางส่วนขึ้นมาใช้ แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าให้นำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เท่าใดก็ได้โดยไม่มีขีดจำกัด ถ้าหากผู้ใช้น้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างขาดความระมัดระวัง ก็จะเกิดผลกระทบและเกิดผลเสียหายต่อแหล่งน้ำบาดาล ดังนั้น การนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ ดังนี้

แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำบาดาลหรือแอ่งน้ำบาดาล (Ground water basin) พิจารณาถึงลักษณะคุณสมบัติของชั้นให้น้ำ ถ้าเป็นแหล่งน้ำที่คุมบริเวณกว้างและชั้นให้น้ำมีคุณสมบัติความพรุน (Porosity) สูง พร้อมทั้งยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี (Transmissivity) ทั้งยังมีแหล่งน้ำไหลซึมจากน้ำผิวดินไปยังแหล่งน้ำใต้ดินได้มาก (Recharge) ก็จัดได้ว่าเป็นแหล่งที่มีศักยภาพทางน้ำบาดาลสูง สามารถจะนำน้ำบาดาลมาใช้ได้ในปริมาณมากๆ แต่ถ้าเป็นแหล่งน้ำที่ให้ให้น้ำน้อย การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จะได้น้อย ดังนั้น การที่จะนำเอาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จึงต้องมีการศึกษาและประเมินว่าจะสามารถนำน้ำบาดาลจากแหล่งน้ำนั้นๆ มาใช้ได้เท่าใด จึงจะมีน้ำให้ใช้ได้ตลอดปีและไม่เกิดผลกระทบเสียหายต่อแหล่งน้ำนั้น

ความประหยัด

ถ้าสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จนระดับน้ำใต้ดินลดต่ำลงมาก จะเป็นผลให้ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำขึ้นมาใช้สูงกว่าค่าใช้จ่ายในการนำน้ำจากแหล่งผิวดินมาใช้ เช่น ในกรณีของการนำน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการเกษตร เป็นต้น

คุณภาพของน้ำ

คุณภาพน้ำบาดาล อาจเป็นคุณภาพตามธรรมชาติ หรืออีกกรณีหนึ่งคือถูกทำให้เปลี่ยนไป เช่น ในกรณีที่سوبน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากเกินไปทำให้แรงดันของน้ำใต้ดินตกลง ทำให้น้ำบาดาลในชั้นน้ำใกล้เคียงที่เป็นน้ำเสีย เช่น น้ำเค็มซึ่งมีแรงดันสูงกว่าไหลเข้ามาผสม ทำให้แหล่งน้ำหรือน้ำในชั้นนั้นเสียไปจากจิตเป็นกร่อย ดังตัวอย่างที่เกิดในเขตของกรุงเทพมหานครบางส่วนหรือบริเวณริมทะเลในจังหวัดสมุทรสาคร เป็นต้น

สิทธิในการใช้น้ำบาดาล

ก่อนการประกาศใช้พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 มีการอภิปรายอย่างในคณะกรรมการร่างกฎหมายและในสภาผู้แทนราษฎรว่า น้ำบาดาลเป็นส่วนหนึ่งของผิวดิน ผู้ที่มีสิทธิในที่ดิน เช่น มิโจนด มิ น.ส.3 หรือ มิโบเหียบย่ำ หรือมีเอกสารแสดงสิทธิในการทำกินในผืนแผ่นดินนั้น (ในนิคมสร้างตนเอง) ควรจะมีสิทธิในการใช้น้ำใต้ผิวดินนั้นด้วยการออกกฎหมายน้ำบาดาลมาควบคุม จะเป็นการลิดรอนสิทธิของประชาชนซึ่งเป็นเจ้าของที่ดินที่มีน้ำบาดาล แต่ทางราชการถือว่าการมีกฎหมายน้ำบาดาล ก็เพื่อคุ้มครองสิทธิของประชาชนในการนำน้ำบาดาลมาใช้ได้เสมอภาคกัน น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรของแผ่นดินอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับสินแร่ทั้งหลายที่อยู่ในดิน ถึงน้ำบาดาลจะไม่หมดไปแต่ในแหล่งๆ หนึ่ง ถ้าสูบเอามาใช้กันมากๆ ปริมาณก็น้อยลงไปได้ ถ้ารัฐไม่เข้าควบคุมปล่อยให้ต่างคนต่างสูบตามความพอใจ คนที่ลงท่อสูบยาวกว่า สูบน้ำมาใช้ได้มากกว่าก็ได้เปรียบ และเมื่อน้ำบาดาลถูกสูบมากๆ ระดับน้ำก็ลดลงไปเรื่อยๆ คนที่ลงเครื่องสูบตื้นกว่าก็สูบไม่ได้ ต้องต่อท่อสูบให้ลึกมากขึ้นอีกหรือต้องเปลี่ยนเครื่องสูบใหม่ ถือว่าเป็นการเสียดสิทธิที่เคยมีเคยได้ด้วยเหตุผลดังกล่าว รัฐบาลจึงต้องมีกฎหมายน้ำบาดาลปี 2520 มาควบคุมผู้ประกอบการน้ำบาดาลเพื่อรักษาสีทธิของประชาชนทั้งหมดเอาไว้ กฎหมายก็ต้องประกาศใช้เป็นเขตๆไปไม่ได้ใช้บังคับทั้งประเทศ ปัจจุบันประกาศใช้กฎหมายนี้ใน 6 จังหวัด คือกรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรสาคร สมุทรปราการ พระนครศรีอยุธยา และปทุมธานี

ลักษณะการเกิดน้ำบาดาล

ในสมัยโบราณถือว่าน้ำเป็นธาตุหนึ่งในสี่ธาตุ คือ ดิน น้ำ ลม ไฟ มีความสำคัญต่อชีวิตทั้งมนุษย์ สัตว์และพืช อันที่จริงน้ำเป็นสารประกอบไม่ใช่ธาตุ ปัจจุบันเมื่อวิทยาการก้าวหน้าขึ้น ได้มีผู้ประเมินไว้ว่า บนโลกที่เราอาศัยอยู่ มีพื้นที่ที่เป็นน้ำอยู่ถึงสามในสี่ส่วน เป็นแม่น้ำ ทะเลสาบ ทะเล มหาสมุทร และก็ทราบกันว่าน้ำมีวัฏจักรตามธรรมชาติโดยการระเหยกลายเป็นไอน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ เกาะกันเป็นกลุ่มเมฆ และรวมตัวกลั่นเป็นหยดน้ำเป็นฝน เมื่อตกลงบนพื้นดิน ส่วนที่ไหลซึมลงดินก็เป็นน้ำใต้ดิน ที่ไหลลงในลำธาร แม่น้ำก็ไหลคืนสู่ทะเล มหาสมุทร และประเมินได้ว่า 97% ของน้ำทั้งหมดบนโลกเราเป็นน้ำที่อยู่ในทะเล มหาสมุทรในรูปของน้ำเค็มหรือน้ำทะเล ที่เหลืออีก 3% เป็นน้ำจืด และน้ำจืดทั้งหมดที่มีอยู่นี้ 77% เป็นน้ำแข็งที่ขั้วโลก 22% เป็นน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล 0.04 % เป็นน้ำในแม่น้ำลำคลองหรือน้ำท่า และ 0.043% เป็นไอน้ำและเมฆในอากาศ

จากวัฏจักรตามธรรมชาติดังกล่าวข้างต้น เมื่อน้ำฝนที่ตกลงมาและซึมลงไปในดินหรือรอยแตกแยกของหิน หรือน้ำในแม่น้ำลำคลองที่ซึมลงไปในดิน น้ำที่ซึมลงไปในนั้นจะถูกเก็บไว้ในชั้นดินหรือรอยแตกของหิน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลนั้นส่วนใหญ่จะมีการเกิดตามปรากฏการณ์ธรรมชาติดังกล่าวมาแล้ว

ชั้นดินและชั้นหิน ที่เป็นแหล่งเก็บสะสมน้ำบาดาลดังกล่าวพอจะแบ่งออกเป็นได้หลายชนิดตามธรณีวิทยา ซึ่งเรียกรวมว่าเป็นชั้นของหิน ดังนี้คือ

1. หินร่วน

หินร่วนในที่นี้หมายถึง หินที่ประกอบด้วยตะกอนต่างๆ ที่ยังไม่มีการสมานตัวเข้าด้วยกัน หรือถ้ามีก็เพียงเล็กน้อยยังไม่ทันจับกันเป็นก้อนแข็ง หินเหล่านี้จึงเป็นพวกกรวดทราย ดินเหนียว โคลนตม และเศษหินที่มาสะสมกันในแอ่ง ทุ่งราบ หุบเขา ริมแม่น้ำหรือริมทะเล ในที่ราบภาคกลางทั้งหมดของประเทศไทยคลุมทับอยู่ด้วยหินร่วนพวกนี้ นอกนั้นก็ยังมีอยู่ทั่วไปในหุบเขาและลุ่มน้ำหลากทุกแห่งทั่วประเทศ และบริเวณที่ราบริมฝั่งทะเลทางภาคใต้ ประมาณกันว่าประมาณ 90% ของหินอุ้มน้ำ ที่จะได้น้ำบาดาลมาใช้แล้วนั้นประกอบด้วยหินร่วน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรวดทรายทั้งชนิดเม็ดหยาบและเม็ดละเอียด รองลงมาก็เป็นเศษหิน ดินเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีน้ำและถือว่าเป็นหินกั้นน้ำของแหล่งน้ำบาดาลชั้นน้ำประเทหินร่วนพอจะแบ่งแยกตามลักษณะการปรากฏตัวในธรรมชาติได้เป็น 5 พวก คือ

1.1 กรวดทรายตามลำน้ำ ประกอบด้วย กรวดทรายรองรับท้องน้ำ กรวดทรายตามคั้งน้ำ กรวดทรายในลุ่มน้ำหลาก และกรวดทรายในร่องน้ำเก่าๆ กรวดทรายประเภทนี้มักจะถูกระแสน้ำพัดพาและคัดเลือกให้แยกประเภทหรือแยกขนาด ตลอดจนเรียงตัวกันอย่างดี จึงมักมีคุณสมบัติที่ดีทั้งในด้านความพรุนและความซึมได้ ประกอบกับอยู่ใกล้ลำน้ำ จึงได้รับน้ำเพิ่มเข้าสู่แหล่งน้ำบาดาลโดยตรง หินประเภทนี้จึงถือเป็นชั้นน้ำดีที่สุดและไว้ใจได้มากที่สุด บ่อน้ำบาดาลในที่ตั้งกล่าวนี้จึงอาจได้น้ำปริมาณมากพอที่จะทำการเกษตรกรรมขนาดใหญ่ได้ กรวดทรายริมแม่น้ำสายใหญ่ๆ ในประเทศไทยจัดอยู่ในประเภทนี้

1.2 กรวดทรายในทุ่งราบ กรวดทรายประเภทนี้มีคุณสมบัติไม่แน่นอน ถ้ามีอาณาเขตกว้างขวางและมีความหนาแน่นมาก อย่างในกรณีทุ่งราบภาคกลาง ก็จะเป็นแหล่งผลิตน้ำบาดาลมหึมา ส่วนในทุ่งราบที่มีชั้นกรวดทรายบางๆ เป็นหย่อมๆ อย่างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและบางแห่งในภาคเหนือก็จะเป็นแหล่งผลิตน้ำบาดาลขนาดย่อมๆ การเพิ่มปริมาณน้ำบาดาลในแหล่งประเภทนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกเป็นส่วนใหญ่

1.3 กรวดทรายในหุบเขา กรวดทรายประเภทนี้ส่วนใหญ่ได้จากการผุพังทับถมของเศษหินจากภูเขา ดังตัวอย่างหุบเขาทั้งขนาดเล็กและใหญ่ในภาคเหนือของประเทศไทย ปริมาณน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำประเภทนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการเรียงตัว ขนาดเม็ดกรวดทรายและเศษหิน หากกรวดทรายมีช่องว่างโตๆ และไม่มีดินหรือทรายละเอียดเข้าไปอุดช่องว่าง ก็มีโอกาสดูจะได้น้ำมาก อย่างเช่นในกรณีลุ่มน้ำป่าสักตอนบน นับตั้งแต่ตัวเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ไปจนถึงอำเภอหล่มสัก แต่ถ้ามีช่องว่างขนาดเล็ก มีหิน ดิน กรวดทรายขนาดต่างๆ คลุกเคล้าผสมกันก็มีโอกาสจ่ายน้ำได้น้อย ดังเช่นกรณีลุ่มน้ำป่าดในเขตจังหวัดอุตรดิตถ์ น้ำที่จะเพิ่มเข้าไปในชั้นกรวดทรายประเภทนี้ นอกเหนือจากน้ำฝนก็มีน้ำไหลโดยตรงจากภูเขาหรือจากลำธารกลางหุบเขา

1.4 กรวดทรายในที่ราบสูงเชิงเขา ที่ราบสูงเชิงเขาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลานชั้นบันไดแสดงขอบลุ่มน้ำหลากยุคเก่า ซึ่งส่วนใหญ่หรือตอนกลางๆ ถูกกัดกร่อนชะล้างออกไปหมดโดยแม่น้ำหรือลำน้ำในปัจจุบัน ที่ราบสูงประเภทนี้จึงมักรองรับด้วยกรวดเม็ดหยาบ ทรายหยาบและหินก้อนโต มีทรายละเอียดและดินเหนียวแทรกตัวอยู่ทั่วไป ความพรุนและความซึมได้จึงมีน้อย ประกอบกับอยู่ในที่สูงและมีความหนาไม่มาก ระดับน้ำบาดาล

อยู่ลึก เมื่อถึงฤดูแล้งระดับน้ำอาจจะลดลงไปมากจนชั้นกรวดทรายอยู่เหนือระดับน้ำ กรวดทรายประเภทนี้จึงมีน้ำไม่มาก ขอบแอ่งของภาคเหนือเกือบทุกแห่งมีกรวดทรายประเภทนี้

1.5 กรวดทรายริมทะเล ท่งราบริมทะเลมีขนาดตั้งแต่เป็นชายหาดเล็กๆ ติดเขาบนฝั่ง ไปจนถึงขนาดเป็นท่งราบกว้างขวางสุดสายตา ท่งราบประเภทนี้มักมีแม่น้ำลำคลองไหลผ่าน โดยตั้งต้นจากที่สูงหรือบริเวณภูเขาแล้วไหลผ่านท่งท่งไปลงสู่ทะเล กรวดทรายในท่งราบดังกล่าวจึงมี 2 ประเภท คือ กรวดทรายที่ถูกพัดพาและสะสมตัวโดยแม่น้ำ และกรวดทรายชายหาดที่ถูกพัดพามาสะสมโดยคลื่นจากทะเล ลักษณะน้ำบาดาลในท่งราบลักษณะนี้ เฉพาะส่วนที่อยู่ใกล้ฝั่งทะเลจะคล้ายคลึงกับสภาพในกรวดทรายแบบที่ 1 หรือ 2 อย่างใดอย่างหนึ่ง เฉพาะส่วนที่อยู่ใกล้หรือริมฝั่งทะเลกรวดทรายมักมีขนาดเม็ดเล็กและอมน้ำเค็ม การเจาะบ่อน้ำบาดาลจึงต้องมีความระมัดระวังเรื่องน้ำเค็มนี้ให้มาก สำหรับบริเวณที่เป็นหาดทรายหรือสันทรายริมฝั่งมักจะมีน้ำจืดอยู่ตอนบน น้ำเค็มอยู่ตอนล่าง ระดับลึกของน้ำจืดในที่เช่นนี้เฉลี่ยไม่เกิน 20 เมตรจากผิวดิน ยกเว้นในกรณีสภาพทางธรณีวิทยาจะเป็นอย่างอื่น

ตามคำอธิบายข้างต้น พอจะสรุปแหล่งน้ำในชั้นกรวดทรายได้ดังนี้คือ กรวดที่มีขนาดเดียวกันและไม่มีดินหรือทรายเข้าไปปน ถือว่าเป็นชั้นน้ำที่ให้น้ำบาดาลมากที่สุด แต่โดยทั่วไป กรวดลักษณะนี้ไม่ค่อยมี ส่วนใหญ่เป็นกรวดปนทรายหรือทรายปนกรวดซึ่งให้น้ำมากรองๆ ลงมา กรวดทรายที่มีขนาดเล็กจะให้น้ำมากกว่ากรวดทรายที่มีขนาดแตกต่างกัน ส่วนทรายละเอียดถือว่าให้น้ำน้อย

2. หินทราย

หินทรายเกิดจากเม็ดทรายถูกน้ำประสานมาเกาะ ทำให้เม็ดติดต่อกันเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะการประสานของเนื้อหินจะเป็นตัวบอกว่า หินทรายจะให้น้ำมากหรือน้อย เนื้อหินทรายที่ถูกประสานไว้แต่เพียงบางเบา มักจะมีความพรุนมากกว่าเนื้อหินที่ถูกประสานไว้อย่างหนาแน่น น้ำในหินประเภทแรกจะมีมากกว่าประเภทหลัง หินทรายส่วนใหญ่ในประเทศไทยโดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความพรุนและความซึมได้ต่ำกว่าปกติ ในเนื้อหินมักจะไม่มือน้ำบาดาลที่มีทราย ส่วนใหญ่จึงได้จากรอยแตกรอยร้าว และรอยต่อระหว่างชั้นต่อของชั้นหิน รอยแตกรอยร้าวต่างๆ ที่กล่าวถึงนี้ ถ้ามีขนาดเล็กและไม่มีเขต

กว้างขวางก็ให้น้ำน้อย แต่ที่มีขนาดใหญ่และยาวต่อเนื่องกันก็ให้น้ำมากพอ ๆ กับในชั้นกรวดทรายอย่างดี

3. หินกรวด

หินกรวดเกิดจากเม็ดกรวดและเม็ดทรายถูกประสานไว้ด้วยกัน โดยปกติทรายหรือเศษหินอื่นๆ มักจะเข้าไปแทรกหรือปนอยู่จนช่องว่างในหินเกือบจะไม่มีเลย ฉะนั้นในเนื้อหินแท้ๆ มักจะไม่มีน้ำ แต่ถ้ามีรอยแตกร้าวหรือมีช่องว่างชั้นต่อชั้นก็อาจจะเป็นแหล่งน้ำบาดาลได้เช่นกัน หินกรวดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่าที่เจาะแล้วยังไม่เคยพบที่มีน้ำมาก ๆ ส่วนใหญ่มักจะไม่มีน้ำเลย ในภาคเหนือ หินกรวดที่มีอายุน้อยกว่าทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่มีการสะสมเนื้อไม่ค่อยแน่นหนา จึงมีน้ำเล็กน้อยแทบทุกแห่ง

4. หินดาน

หินดานมีต้นกำเนิดมาจากดินเหนียว จึงมีความพรุนสูงมากเท่าๆ กับดินเหนียว แต่รูพรุนทั้งหมดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและไม่ยอมให้น้ำไหลผ่าน โดยทั่วไปมักจัดหินชนิดนี้ให้เป็นหินกั้นน้ำ แต่อย่างไรก็ตามจากผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 60 % ได้น้ำจากหินชนิดนี้ ที่เป็นเช่นนั้นเพราะหินดานส่วนใหญ่มีความแข็งและเปราะ จึงมีรอยแตกร้าวมากพอที่จะกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มาก

5. หินปูน

คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของหินปูนที่มีคุณค่าในทาง เป็นแหล่งน้ำบาดาลได้แก่การมีโพรงอยู่ในหิน โพรงหินเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดจากหินถูกปฏิกิริยาทางเคมี จนเนื้อหินบางส่วนเปื่อยและถูกชะล้างออกไป จึงมีลักษณะทั้งในแบบเป็นช่องว่างขนาดเล็กไปจนถึงเป็นถ้ำหรืออุโมงค์ขนาดใหญ่ซึ่งจะเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทย นอกจากนั้นเนื้อหินปูนแท้ๆ แข็งเปราะและแน่น เมื่อถูกบีบอัด จึงมักจะเกิดรอยแตกรอยแยกระหว่างเนื้อหินหรือระหว่างชั้นหิน ฉะนั้น ถ้าสามารถที่จะสำรวจหรือศึกษาให้รู้ถึงตำแหน่งช่องว่างต่างๆ ที่กล่าวแล้วได้ ก็จะสามารถจะพัฒนาน้ำบาดาลมาใช้ได้ในปริมาณมากๆ น้ำขนาดใหญ่ก็มีโอกาสจะพบได้ในหินปูนลักษณะเดียวกันนี้ แต่อย่างไรก็ตาม หินปูนบางประเภทหรือบางยุคอาจจะไม่มีโพรงหรือมีไม่มาก การเจาะบ่อน้ำบาดาลจึงมักจะไม่ได้น้ำ หินปูนส่วนใหญ่ในประเทศไทยมักจะมีโพรงน้ำหรือเป็นถ้ำ การพัฒนาน้ำบาดาลจากหินปูนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

คุณสมบัติและชนิดของชั้นให้น้ำ (Aquifers)

ชั้นดินทางธรณีวิทยาที่สามารถกักเก็บน้ำได้จนอิ่มตัว และสามารถนำขึ้นมาใช้ในปริมาณที่เพียงพอเรียกว่าชั้นให้น้ำ (Aquifers) ชั้นให้น้ำดังกล่าวนอกจากจะกักเก็บน้ำไว้ได้แล้ว ยังเป็นชั้นที่ยอมให้น้ำจากแหล่งซึมน้ำไหลเข้ามาทดแทนได้อีกด้วยกล่าวคือมีคุณสมบัติด้านความพรุน (Porosity) และคุณสมบัติที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้สูง (Permeability)

1. คุณสมบัติของชั้นให้น้ำ

จากคุณสมบัติทั้งสองชนิดของชั้นน้ำใต้ดินหรือแหล่งน้ำใต้ดินดังกล่าว และจากหินชนิดต่างๆ ลักษณะการเกิดน้ำบาดาลเราสามารถจะจัดเรียงลำดับคุณสมบัติดังตารางข้างล่างนี้

Bearing Properties of Common Rocks

Permeability	Porosity
<u>Highest permeability</u>	<u>Highest porosity</u>
Well sorted gravel	Soft clay
Porous basalt	Silt
Cavernous limestone	Tuff
Well - sorted sand	Well sorted sand
Poorly sorted sand & gravel	Poorly sorted sand & gravel
Sandstone	Gravel
Fracture crystalline rock	Sandstone
Silt & tuff	porous basalt
Dense crystalline rock	Carvernous limestone, Fractured Crystalline rock, Dense crystalline rock
<u>Lowest permeability</u>	<u>Lowest porosity</u>

2. ชนิดของชั้นให้น้ำ

ชั้นให้น้ำ (Aquifers) สามารถจำแนกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ ดังนี้

2.1 ชั้นน้ำเปิด (Water table or unconfined aquifers) คือชั้นน้ำที่เป็นกรวดทรายอยู่ตื้นๆ จากผิวดิน น้ำฝนหรือน้ำจากแม่น้ำลำธารจะไหลซึมลงไปถึงชั้นน้ำเปิดนี้โดยตรง คือระดับน้ำในชั้นน้ำเปิดจะอยู่ที่ความดันบรรยากาศโดยตรง เมื่อเจาะหรือขุดลงไปถึงชั้นน้ำเปิดนี้จะพบว่าแรงดันระดับน้ำจะเท่ากับน้ำในความลึกที่เจาะลงไป

2.2 ชั้นน้ำปิด (Artesian or confined aquifers) คือ ชั้นน้ำใต้ดินที่มีผิวบนของชั้นน้ำปิดไว้ด้วยชั้นดินที่ไม่ให้น้ำซึมผ่าน และเมื่อเจาะลงไปจะได้น้ำที่มีความดันสามารถดันน้ำให้ขึ้นมามีระดับใกล้เคียงกับปากบ่อ ในกรณีที่มีแรงดันมากอาจจะดันน้ำล้นปากบ่อได้ ซึ่งเรียกว่าน้ำพุ (Spring)

2.3 ชั้นน้ำปิดที่รั่วซึม (Leaky aquifers) เป็นชั้นน้ำเช่นเดียวกับชั้นน้ำปิดที่กล่าวข้างต้น แต่ชั้นดินที่ปิดอยู่ข้างบนหรือรองอยู่ข้างใต้ จะเป็นชั้นดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้บ้าง น้ำจากชั้นดินอื่นจึงสามารถไหลเข้ามาสมทบปะปนได้ ชั้นน้ำชนิดนี้มีแรงดันเช่นเดียวกับชั้นน้ำปิด

นอกจากชั้นน้ำทั้งสามชนิดดังกล่าวแล้ว ยังมีชั้นน้ำอื่นๆ อีก เช่น ชั้นน้ำที่ค้างระหว่างชั้นดิน คือน้ำใต้ดินที่ค้างหรืออู่มอยู่ในชั้นดินที่มีชั้นดินรองรับไว้เป็นแอ่งกั้นกระแทะซึ่งอาจจะเป็นน้ำทะเลที่ค้างอยู่ในสมัยเปลี่ยนแปลงของผิวโลกสมัยแรกๆ เรียกว่า Connate water

ขั้นตอนการดำเนินงานจัดหา น้ำบาดาล

ข้อจำกัดของการใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาล และเพื่อให้การใช้ น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ จึงกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การสำรวจและประเมินแหล่งน้ำบาดาล

การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยาและอุทกวิทยาของแหล่งน้ำบาดาล

1.1 การสำรวจทางด้านธรณีวิทยาเพื่อศึกษาแหล่งที่เกิด การเกิดและการ

ไหลของน้ำใต้ดิน คุณภาพทางเคมีของน้ำใต้ดิน ซึ่งสัมพันธ์กับสภาพทางธรณีวิทยาของแหล่งน้ำใต้ดิน

1.2 การสำรวจทางอุทกวิทยาเพื่อศึกษาแหล่งสะสมต้นน้ำของแหล่งน้ำใต้ดิน เขตของต้นกำเนิดน้ำใต้ดินที่ได้จากการซึมช่วยของแม่น้ำและน้ำฝนตลอดจนความสัมพันธ์ของต้นกำเนิดกับแหล่งน้ำและการนำน้ำไปใช้

1.3 การกำหนดปริมาณน้ำที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้จากแหล่งน้ำ (Safe yield) ภายหลังการประเมินจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น

การสร้างบ่อและการออกแบบบ่อน้ำบาดาล

การสร้างบ่อน้ำบาดาลมีด้วยกันหลายวิธี แยกตามลักษณะหรือวิธีการสร้างได้ดังนี้

1. บ่อขุด (Bored or dug well) ขุดโดยแรงคนเป็นบ่อขนาดกว้างหรือจะขุดโดยใช้สว่าน (Auger) เจาะก็ได้ เป็นบ่อที่สร้างขึ้นโดยมีความลึกไม่มากนัก ประมาณ 2 ถึง 5 เมตรสำหรับบ่อขุดที่ใช้แรงคน และอาจลึกถึง 30 เมตร โดยใช้เครื่องเจาะหัวสว่านเกลียว บ่อขุด สร้างหรือขุดใช้ในเขตที่มีชั้นดินให้น้ำอยู่ไม่ลึกจากผิวดินมากนักและมีคุณภาพของน้ำดีสามารถนำมาใช้ได้

2. บ่อตอก (Driven well) เป็นบ่อขนาดเล็ก ขนาด 1 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว โดยใช้ท่อเหล็กที่ส่วนปลายมีร่องเปิดหรือเจาะเป็นรูพรุนให้น้ำไหลซึมผ่านได้ และปิดปลายท่อด้านนี้ไว้ด้วยหัวปิดปลายแหลม เมื่อต้องการใช้จะตอกท่อนี้ให้ปลายแหลมเจาะแทรกลงในดิน บ่อตอกนี้จะตอกในบริเวณที่มีดินทรายเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ไม่แน่นนัก โดยปกติจะลึกได้ถึงประมาณ 15 เมตร จะได้น้ำจากชั้นน้ำตื้นๆ เช่นเดียวกับบ่อขุด

3. บ่อฉีด (Jetted well) เป็นบ่อขนาดเล็กขนาด 1 1/2 นิ้ว ถึง 3 นิ้ว โดยใช้ท่อเหล็กที่ปลายทำเป็นหัวฉีดน้ำติดกับหัวเจาะ ใช้ขุดเจาะในท้องที่ที่เป็นดินทรายร่วมเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ หัวเจาะจะทำหน้าที่แฉะให้ดินหลุดจากกันและน้ำที่ฉีดออกจากหัวเจาะจะช่วยทำให้ดินแยกออกอีกที แล้วพาเศษดินนั้นขึ้นมาตามช่องระหว่างผนังบ่อกับท่อชั้นมาบนปากบ่อ การเจาะจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำอัดน้ำลงไปในท่อ และขณะเจาะก็จะหมุนท่อให้หัวเจาะหมุนแฉะดิน

การสร้างบ่อ

ที่กล่าวข้างต้นเป็นบ่อที่รับน้ำจากชั้นน้ำตื้นๆ ลึกจากผิวดินไม่มากนัก บ่อขุดจะให้ปริมาณน้ำมากตามขนาดของบ่อ ส่วนบ่อตอกและบ่อฉีดจะให้ปริมาณน้ำน้อย เหมาะกับการใช้ในครัวเรือน ขุดของบ่อตอกหรือบ่อฉีดซึ่งต่อกับเครื่องสูบน้ำใช้ลดระดับน้ำใต้ดิน ช่วยในการขุดเปิดหน้าดินขนาดใหญ่ (Well - Points)

บ่อเจาะหรือบ่อบาดาล (Drilled well or Deep well)

บ่อเจาะ เป็นบ่อบาดาลขนาดใหญ่ที่ลึกและให้ปริมาณน้ำมาก เครื่องเจาะแบ่งตามวิธีเจาะที่ใช้อยู่ทั่วไปเป็น 4 ชนิดด้วยกัน คือ

1. วิธีเจาะแบบกระทุ้ง (Cable tool or Percussion method)

ประกอบด้วยหัวเจาะแท่งเหล็กกล้า ซึ่งมีรูปร่างลักษณะแบบลิ้วแต่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากโยงกับเครื่องกว้านด้วยลวดสลิง การเจาะจะใช้หัวเจาะกระทุ้งลงในบ่อและตักเศษดิน หิน, ทราย ในบ่อที่เกิดจากการกัดของหัวเจาะด้วยตัวตักที่เรียกว่าเบลเลอร์ (Bailer) เครื่องเจาะแบบกระทุ้งขนาดเล็ก จะเจาะบ่อขนาด 6 นิ้ว ถึง 10 นิ้ว ได้ลึกถึง 90 ถึง 120 เมตร โดยใช้หัวเจาะมีน้ำหนักประมาณ 250 ถึง 750 กิโลกรัม และขนาดกลางจะเจาะบ่อขนาด 8 นิ้ว ได้ลึกถึง 200 เมตร โดยใช้หัวเจาะมีน้ำหนักประมาณ 1000 ถึง 1500 กิโลกรัม ทั้งสองขนาดนี้ใช้ในพื้นที่ที่มีชั้นดินข้างใต้เป็นดินอ่อนถึงแข็งปานกลาง

2. วิธีเจาะแบบหมุน (Direct rotary method)

ประกอบด้วยหัวเจาะหรือดอกสว่านเจาะที่ต่อกับก้านเจาะเหล็กกลวง ก้านเจาะนี้จะขับให้หมุนระหว่างเจาะด้วยตัวหมุนที่เป็นโต๊ะหมุน (Rotary table) หรือหัวขับหมุน (Topdrive) อย่างใดอย่างหนึ่ง พร้อมทั้งเครื่องสูบน้ำความดันสูงที่จะสูบน้ำโคลนผ่านปลายบนของก้านเจาะลงไปยังหัวเจาะภายในบ่อ เมื่อทำการเจาะหัวเจาะจะหมุนกัดเศษดินทรายกันบ่อจากการขับของตัวหมุน การเจาะและน้ำหนักกดที่หัวเจาะเศษดินทรายที่กัดโดยหัวเจาะจะขึ้นมาสู่ปากบ่อด้วยแรงดันน้ำโคลนที่อัดลงไปทางก้านเจาะ และมาตกตะกอนในบ่อนักน้ำโคลนที่ขุดไว้ต่อกับปากบ่อที่เจาะ และวนกลับเข้าเครื่องสูบ เพื่ออัด

ลงไปทางก้านเจาะต่อไป วิธีเจาะแบบหมุนนี้ เหมาะสำหรับเจาะในพื้นที่ที่มีชั้นดินเป็นดินทราย แต่ไม่เหมาะกับพื้นที่ที่ชั้นดินเป็นกรวดและหินแข็ง สามารถเจาะบ่อขนาด 6 นิ้วด้วยก้านเจาะขนาด 3 1/2 นิ้ว ได้ลึกถึง 600 เมตร

3. วิธีเจาะแบบหมุนและดุนน้ำกลับทาง (Reverse circulation method)

มีลักษณะการเจาะและอุปกรณ์คล้ายกับวิธีเจาะแบบหมุน แต่การเจาะใช้หัวสว่านต่างกันออกไป และใช้น้ำหนักกดหัวสว่านน้อยกว่า เมื่อเจาะหัวสว่านจะหมุนกัดเศษดินก้นบ่อและเศษดินที่กัดได้จะนำขึ้นมาโดยการดูดผ่านท่อกลางของก้านเจาะ วิธีเจาะชนิดนี้ใช้เจาะในชั้นดินที่ประกอบด้วยดินทราย กรวด ที่เกาะกันอยู่อย่างหลวมๆ เครื่องขนาดเล็กสามารถเจาะบ่อขนาด 14 นิ้วในชั้นดินดังกล่าวได้ลึกถึง 90 เมตร และเครื่องเจาะขนาดกลางได้ลึกถึง 120 เมตร

4. วิธีเจาะแบบหัวกระแทกด้วยแรงลม (Down - the - hole method)

ประกอบด้วยหัวกระแทกด้วยแรงลม (Down - the - hole hammer)

และหัวเจาะ (Bit) ต่อกับก้านเจาะกลวงซึ่งจะขับให้หมุนระหว่างเจาะด้วยตัวหมุนที่เป็นโต๊ะหมุนหรือหัวขับหมุน เช่นเดียวกับวิธีเจาะแบบหมุน เครื่องเจาะแบบหัวกระแทกนี้เหมาะสำหรับเจาะชั้นหินแข็ง เมื่อเจาะจะกดหัวเจาะลงบนหินพร้อมทั้งผ่านลมอัดที่ความดันสูงไปตามก้านเจาะกลวงเข้าหัวกระแทกด้วยแรงลม 7 ถึง 18 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร หัวกระแทกจะทำงานกระแทกหัวเจาะด้วยความถี่ระหว่าง 10 ถึง 20 ครั้งต่อวินาที เศษหินจากการกระแทกจะขึ้นมากับลมที่ออกมาจากหัวกระแทก ขึ้นมาตามช่องว่างในบ่อด้วยความเร็วลม 15 ถึง 20 เมตร/วินาทีพร้อมกับก้านเจาะก็จะหมุนหัวเจาะด้วยความเร็วระหว่าง 15 ถึง 50 รอบ/นาที ในการเจาะจะใช้ไฟมที่เป็นฟองอัดไปตามก้านเจาะพร้อมกับลมเพื่อให้เป็นตัวช่วยพยุงเศษหินขึ้นมายังปากบ่อ (ช่วยลมพยุง) และยังช่วยลดความร้อนของหัวเจาะ วิธีเจาะชนิดนี้สามารถเจาะบ่อขนาด 6 นิ้ว ได้ลึกถึง 150 เมตร ในชั้นหิน

เมื่อจะเจาะบ่อบาดาลนั้น ในทางปฏิบัติ บ่อน้ำ (Pilot well) หรือที่เรียกว่าบ่อทดสอบ (Test hole) จะเจาะลงไปก่อนเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว เพื่อหาความลึกของชั้นน้ำบาดาลและคุณภาพของน้ำจากชั้นน้ำบาดาลนั้นๆ ตลอดจนความหนา

และคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำใต้ดิน ในการเจาะบ่อน้ำบาดาลนี้จะใช้เครื่องมือดังกล่าวข้างต้น ขณะที่เจาะเศษดิน หิน ที่ขึ้นมาจากก้นบ่อ จะต้องเก็บและล้างให้สะอาดพร้อมบอกระยะความลึกกำกับไว้เพื่อพิจารณาออกแบบบ่อน้ำบาดาล

เมื่อได้บ่อน้ำหรือบ่อกวดสอบนี้แล้วจะทดสอบหาข้อมูลใต้ผิวดินด้วยวิธีทางธรณีฟิสิกส์และอื่นๆ เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ ของชั้นดินข้างใต้ เพื่อประโยชน์ในการกำหนดชั้นน้ำที่ลึกและกำหนดวิธีการสร้างบ่อและวิธีพัฒนาบ่อที่เหมาะสมต่อไป

บ่อน้ำบาดาลที่สร้างกันในปัจจุบันมีอยู่ 3 แบบด้วยกัน คือ

- บ่อน้ำบาดาลติดตั้งท่อกรองน้ำ
- บ่อน้ำบาดาลติดตั้งท่อกรองและกรวดกรุบ่อ
- บ่อน้ำบาดาลไม่มีท่อกรองน้ำ

การพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

การพัฒนาบ่อน้ำบาดาลเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบ่อน้ำบาดาล ช่วยให้บ่อน้ำบาดาลนั้นให้น้ำได้มากขึ้น จะทำภายหลังที่สร้างบ่อใหม่ๆ และภายหลังเมื่อพบว่าประสิทธิภาพของบ่อลดต่ำลง ผลดีจากการพัฒนาบ่อคือ

- ช่วยให้การกวาดทรายรอบท่อกรองภายในบ่อเรียงตัวทำให้น้ำซึมผ่านได้สะดวก
- ช่วยดึงเอาเศษดินและทรายที่มีขนาดเล็กกรองรอบท่อกรอง อันเป็นสาเหตุให้น้ำซึมผ่านได้ไม่สะดวกออกไป

- ช่วยกำจัดเศษดินโคลนที่เคลือบผนังบ่อระหว่างทำการเจาะ และเป็นตัวอุดช่องไหลซึมของน้ำภายหลัง

วิธีการพัฒนาบ่อมีด้วยกันหลายวิธี อาจจะใช้วิธีเดียวหรือหลายวิธีต่อเนื่องกันแล้วแต่กรณี วิธีต่างๆ ดังกล่าวมีดังนี้ คือ

วิธีหัวฉีดน้ำความเร็วสูง (High velocity jetting) ประกอบด้วยหัวฉีดน้ำ เครื่องสูบน้ำแรงดันสูง และท่อ ในการใช้จะหย่อนหัวฉีดสีทางที่ต่อกับท่อลงไปใบบ่อให้ถึงท่อกรอง เมื่อฉีดน้ำไปยังท่อกรองจะหมุนหัวฉีดไปรอบๆ และยกขึ้นลงตลอดท่อกรองโดยเริ่มจากก้นบ่อ

วิธีอัดกระทุ้ง (Mechanical surging) ใช้ลูกสูบขนาดใกล้เคียงกับท่อ ต่อ
ก้านหย่อนลงไปใบบ่อ ในการใช้จะกระทุ้งขึ้นลงทำให้น้ำอัดเข้าและดึงออกผ่านร่องท่อกรอง

วิธีลมอัด (Compressed air) การใช้ลมอัดพัฒนาบ่อจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ
ของบ่อได้อย่างมาก และสะดวกในทางปฏิบัติ ในการทำงานจะหย่อนท่อลมลงไปใบบ่อโดย
ให้อัตราความยาวของท่อที่จมอยู่ใต้น้ำต่อความยาวทั้งหมดของท่อที่หย่อนลงไปใบบ่อ มีอัตรา
มากกว่า 60 % แล้วปล่อยลมที่มีความดันสูงผ่านลงไปใบบ่อที่หย่อน ลมที่อัดลงไปใบบ่อจะ
อัดทรายรอบๆ ท่อกรองให้เรียงตัวอีกทีหนึ่ง พร้อมกันนั้นลมก็จะดันน้ำขึ้นปากบ่อเป็นการสูบ
น้ำช่วยอีกทีหนึ่งจนน้ำที่ขึ้นมาไม่มีเศษดินทรายติดขึ้นมาอีกด้วยแล้วจึงปิดลม รอให้น้ำไหลเข้า
บ่ออีกครั้ง ทำซ้ำเช่นนี้หลายๆ ครั้ง

วิธีล้างย้อนกลับ (Back washing) หลักการคือการทำให้น้ำไหลผ่านท่อกรองและ
กรวดทรายรอบๆ บ่อเข้าออกสลับกันเพื่อให้กรวดทรายเรียงตัว และดูดเอาเศษดินที่อุดตัน
ออกไป ทำโดยสูบน้ำขึ้นมาในท่อส่งแล้วหยุดปล่อยให้น้ำไหลคืนลงไปใบบ่อ ทำเช่นนี้สลับกัน
หรืออัดลมลงไปใบบ่อแล้วปล่อยออก ทำสลับกันหลายๆ ครั้ง

วิธีสูบน้ำล้น (Overpumping) โดยสูบน้ำออกจากบ่อจำนวนมากๆ ต่อเนื่อง
กันจะช่วยล้างเศษดินที่อุดตันออกไป

วิธีใช้กรดกัด (Acid treatment) มักใช้กับการพัฒนาบ่อเก่าที่เสื่อมสภาพ
สารเคมีที่ใช้ เช่น กรดเกลือ คลอรีน

การกำหนดชั้นน้ำใต้ดิน

ปัจจุบันได้มีการนำน้ำใต้ดินมาใช้ประโยชน์กันมาก โดยเฉพาะน้ำจากแหล่งน้ำ
ใต้ดินที่เป็นกรวดทรายในชั้นลึกๆ ซึ่งแต่ก่อนเราสามารถใช้น้ำจากชั้นน้ำที่อยู่
เพียงตื้นๆ แต่เมื่อปริมาณการใช้น้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นก็จำเป็นต้องหาน้ำจากชั้นน้ำที่อยู่ลึกลง
ไป ดังนั้นการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลในปัจจุบันจึงพบว่ามีอุปสรรคมากขึ้น โอกาสที่จะเจาะ
ได้สำเร็จน้อยลง ในทางปฏิบัติคือต้องหาน้ำใต้ดินจากชั้นน้ำลึกๆ ที่ให้น้ำได้ปริมาณมากและมี
คุณภาพน้ำที่ดีสามารถใช้อุปโภคบริโภคได้ วิธีที่ดำเนินการก็คือจำเป็นต้องสำรวจหาแหล่งน้ำ

ใหม่และหาข้อมูลของแหล่งน้ำใต้ดินนั้นๆ ให้พร้อมมูลถูกต้อง จากการดำเนินการเจาะบ่อน้ำบาดาลของกรมโยธาธิการที่มีจุดประสงค์หาน้ำสะอาดเพื่ออุปโภคบริโภค โดยเจาะบ่อน้ำบาดาลขนาด 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว นั้น กรมโยธาธิการได้รับงบประมาณเพื่อเจาะบ่อน้ำบาดาลให้ได้น้ำไว้ใช้ ไม่สามารถจะทำการเจาะเพียงเพื่อสำรวจได้ จึงได้ถือเอาบ่อใช้งานที่เจาะเอาน้ำไว้เป็นบ่อเจาะสำรวจไปพร้อมกัน ฉะนั้น ขณะทำการเจาะบ่อข้างเจาะจึงจำเป็นต้องใช้ความสังเกตและเอาใจใส่กับผลของการเจาะเป็นพิเศษ เพื่อให้ได้ข้อมูลของชั้นดินชั้นน้ำที่พร้อมมูลถูกต้อง แหล่งน้ำใต้ดินที่เจาะบ่อน้ำบาดาล ส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งน้ำใต้ดินที่เป็นชั้นกรวดทรายซึ่งเกิดจากการทับถมเรียงตัวสลับกันกับชั้นดิน และการเจาะบ่อน้ำบาดาลโดยทั่วไปจะใช้วิธีเจาะแบบหมุน หรือที่เรียกกันว่า เครื่องอาร์ (R.) หรืออาจจะใช้วิธีเจาะหมุนและดูดน้ำกลับทางหรือที่เรียกกันว่า เครื่องอาร์ซี (RC.) ตามความเหมาะสมของชั้นดิน แต่ในการเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ลึก เครื่องอาร์. ถือว่าเป็นชนิดที่เหมาะสม และตามวิธีนี้ น้ำโคลนเป็นสิ่งจำเป็นต้องใช้เพื่อช่วยพยุงเศษดินทรายที่เจาะให้ขึ้นมาปากบ่อ ช่วยกันบ่อพัง ช่วยทำความสะอาด และหล่อเย็นหัวเจาะ จะสังเกตได้ว่าน้ำโคลนจะปนมากับตัวอย่างชั้นดินที่เก็บที่ปากบ่อ และตัวอย่างชั้นดินที่เก็บจะต้องล้างเอาน้ำโคลนออกเสียก่อน

ตัวอย่างชั้นดิน

ตัวอย่างชั้นดิน (Drill cutting หรือ Lithosamples) ที่เก็บในสนาม จะจัดเตรียมพร้อมทั้งกำกับความลึกไว้ เมื่อเอามาเรียงกันจะได้เป็นตัวอย่างการเรียงตัวของชั้นดิน (Lithology) ที่สามารถพิจารณาสภาพชั้นดินได้อย่างคร่าวๆ และใช้ผลที่พิจารณากำหนดตำแหน่งท่อกรองตามความลึกของชั้นน้ำที่เหมาะสม ในทางปฏิบัติพบว่าตัวอย่างการเรียงตัวของชั้นดินที่ได้ในส่วนลึกของบ่อที่เจาะจะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ทำให้การลงท่อกรองผิดตำแหน่ง และบ่อให้น้ำได้น้อยหรือได้น้ำจากชั้นดินที่ไม่ต้องการและมีคุณภาพน้ำไม่ดีพอ สาเหตุที่ทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของชั้นดินและความลึกที่เก็บได้คือ

1. เมื่อน้ำโคลนพาเอาดินทรายที่หัวส่วนกัดจากกันบ่อถึงปากบ่อ เศษดินทรายหรือตัวอย่าง (sample) นั้นไม่ได้เรียงแถวขึ้นมาที่ปากบ่อตามลำดับก่อนหลัง แต่เศษดินทรายจะขึ้นถึงปากบ่อช้าเร็วต่างกัน ตามสภาพของน้ำโคลน ขนาดรูปร่างของเศษดินทราย และค่าความถ่วงจำเพาะของเศษดินทราย เศษดินทรายขนาดเล็กๆ จะขึ้นถึงปากบ่อได้เร็วกว่าขนาดใหญ่ ความเข้มข้นของน้ำโคลนที่เปลี่ยนไปขณะที่เจาะ เช่น น้ำจากชั้นน้ำเข้ามาผสมจะทำให้เกิดการตกตะกอนแยกตัวของเศษดินทรายและการผสมกันของ เศษดินทรายต่างชั้นกันโดยเฉพาะในกรณีของบ่อลึกๆ ตัวอย่างที่เก็บที่ปากบ่อจะเป็นเศษดินทรายที่แยกตัวเป็นส่วนมาก
2. ขณะทำการเจาะบ่อ เมื่อเจาะไปได้ลึกพอประมาณแล้วจะหยุดหัวเจาะและเดินน้ำโคลนล้างบ่อให้เศษดินทรายขึ้นมา แต่ช่วงเจาะที่ล้างบ่อตามวิธีดังกล่าวบ่อยครั้ง ก็เป็นโอกาสให้เศษดินทรายจากชั้นดินต่างชั้นปนกันมากขึ้น
3. เศษดินทรายที่กัดโดยหัวส่วน จะใช้เวลาระยะหนึ่งที่จะตามน้ำโคลนจากกันบ่อถึงปากบ่อ ในการเก็บตัวอย่างโดยทั่วไปไม่ได้คำนึงถึงระยะเวลานี้ ทำให้ระยะลึกของชั้นดินคลาดเคลื่อนไป ความคลาดเคลื่อนนี้อาจประมาณได้ เช่น 6 เมตรใน 1,500 เมตร
4. บ่อบางบ่อที่เจาะผ่านชั้นดินที่เกาะกันอยู่หลวมๆ อาจเกิดการพังของดินรอบๆ บ่อ เศษดินทรายที่พังจากข้างบ่อจะปนไปกับเศษดินทรายกันบ่อ ทำให้รายละเอียดของตัวอย่างที่เก็บที่ปากบ่อผิดความจริงไป
5. ตัวอย่างที่เก็บนั้น โดยทั่วไปจะเก็บในทุกๆ ช่วงความลึกที่คงที่ เช่น ทุก 2 เมตรหรือทุก 3 เมตร ในช่วง 2 หรือ 3 เมตรนี้อาจจะมีรอยต่อของชั้นดินต่างชั้นอยู่ ถ้าช่างเจาะไม่เอาใจใส่สังเกตอาการเจาะว่าชั้นดินเปลี่ยนชั้นไปแล้ว และหยุดเจาะทำการล้างบ่อโดยเดินน้ำโคลน (เมื่อทราบที่ดินเปลี่ยนชั้น) เสียก่อนจึงเจาะต่อ รายละเอียดของชั้นดินที่ได้ก็อาจคลาดเคลื่อนได้ เช่น กรณีรอยต่อของชั้นดินกับทราย รายละเอียดจากตัวอย่างอาจจะได้ว่าเป็นชั้นดินปนทรายแทนที่จะเป็นชั้นดินล้วนๆ หรือทรายล้วนๆ เป็นต้น
6. แม้ว่าในการเจาะช่างเจาะจะได้ปฏิบัติอย่างระมัดระวังอยู่แล้วก็ตาม การเก็บตัวอย่างที่มีรายละเอียดถูกต้องก็ยังคงเป็นไปได้ยาก เพราะต้องล้างน้ำโคลนออกจากตัวอย่าง แต่ขณะที่ล้างเอาโคลนออกทรายละเอียดและเศษดินเนื้อละเอียดก็จะถูกล้างออกไป

ด้วยหรือในทางตรงกันข้ามจะมีเศษโคลนติดอยู่กับตัวอย่างได้

7. ในบางแห่งอาจจะมีชั้นดินที่ตีและให้น้ำได้มาก แต่มีความหนาไม่มากนัก ซ้ำยังมีส่วนประกอบเป็นทรายหรือกรวดทรายขนาดใกล้เคียงกับชั้นดินบนล่างที่ใกล้เคียง ตัวอย่างที่เก็บได้ที่ปากบ่ออาจจะไม่ต่างกันเลยสำหรับชั้นดินดังกล่าวกับชั้นใกล้เคียง หรือในกรณีที่มีชั้นดินเหนียวไม่หนานักก็น่าจะให้ผลเช่นเดียวกัน

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นเห็นได้ว่า เมื่อใช้เครื่องจักรเจาะบ่อน้ำบาดาลแบบหมุนเจาะบ่อในเขตที่มีชั้นดินข้างใต้เป็นดินกรวดทรายนั้น การกำหนดตำแหน่งชั้นดินที่ถูกต้องทำได้ยาก แต่จะสามารถทำได้ใกล้เคียงขึ้น ถ้าจะตรวจสอบตำแหน่งชั้นดินด้วยการบันทึกอัตราการเจาะ (หน่วยเป็นนาทิจำ/เมตร หรือ หน่วยเป็นเมตรที่เจาะ/นาทิจำ) เช่น จับเวลาที่เจาะลึกลงไปทุกๆ 1 เมตร 2 เมตร หรือ 3 เมตร เป็นต้น อัตราการเจาะนี้จะเปลี่ยนไปเมื่อชั้นดินเปลี่ยน คือเมื่อชั้นดินที่เจาะผ่านมีสภาพและองค์ประกอบแตกต่างออกไปอัตราการเจาะก็จะเปลี่ยนไป เช่นอาจเจาะได้เร็วขึ้นหรือช้าลง การบันทึกอัตราการเจาะจะได้ผลดีเท่าที่ควร ขึ้นอยู่กับการทำงานที่สม่ำเสมอของเครื่องเจาะและเครื่องสูบน้ำโคลนความดันที่คงที่ของน้ำโคลน สภาพและชนิดของหัวสว่านที่ใช้ หัวสว่านที่ใช้จนสึกแล้วกับหัวสว่านใหม่จะมีอัตราการเจาะแตกต่างกัน แม้จะเจาะในชั้นดินเดียวกัน

การตรวจสอบ

นอกจากบันทึกอัตราการเจาะแล้ว การตรวจสอบโดยวิธีทางธรณีฟิสิกส์ในบ่อที่เจาะจะช่วยให้การกำหนดตำแหน่งชั้นดินได้ถูกต้องแม่นยำขึ้น การตรวจสอบดังกล่าวคือการใช้เครื่องมือ อี-ล็อก (Electric log) และเครื่องวัดรังสีแกมมา (Gamma log) เครื่องมือ อี-ล็อก ประกอบด้วยส่วน S.P. log และ Resistivity log เป็นเครื่องบันทึกศักดาไฟฟ้าตามธรรมชาติและความต้านทานกระแสไฟฟ้าของชั้นดินที่เจาะผ่านในบ่อ

1. การบันทึกศักดาไฟฟ้าตามธรรมชาติที่เรียกว่า S.P. log (Spontaneous or Self Potential) เป็นการวัดศักดาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ และที่เกิดจากวัตถุต่างชนิดในสารละลายเดียวกัน (เช่น ในแบตเตอรี่) ในบ่อน้ำบาดาลนี้โดยทั่วไปจะบันทึกไว้ในแถบทางซ้ายมือของกระดาษบันทึกในเครื่อง อี-ล็อก ผลในการบันทึกนั้น เข็ม

จะลากมาทางซ้ายมีค่าเป็นลบ (-) เมื่อวัดผ่านชั้นดินที่มีน้ำกร่อยเค็ม และในทางตรงกันข้ามจะให้ค่าเป็น (+) และเข็มลากมาทางขวาเมื่อวัดผ่านชั้นน้ำจืด

ในชั้นดินเหนียวเข็มจะลากมาทางขวามีค่าเป็นบวก (+) ที่ค่าหนึ่ง เรียกค่านี้ เป็นแนวอ้างอิงหรือ Clay baseline

ถ้าปรากฏว่าเมื่อวัดผ่านชั้นต่างๆ แล้วเข็มไม่เบนไปจากเส้น Clay baseline แสดงให้เห็นว่าชั้นน้ำต่างๆ มีน้ำที่มีคุณภาพเช่นเดียวกับน้ำที่มีอยู่ในบ่อ การวัด S.P.log นี้จะไม่ชี้ผลอะไรเลยถ้าชั้นต่างๆ ไม่มีชั้นดินเหนียวแทรกอยู่ ผลจาก S.P.log จะเป็นประโยชน์ในการ

- กำหนดและแยกตำแหน่งของชั้นให้น้ำกับชั้นดินที่คั่นอยู่
- แสดงถึงสัดส่วนของดินที่ผสมอยู่ในชั้นกรวดทราย
- แสดงให้เห็นถึงความเค็มของน้ำในชั้นน้ำ

2. การบันทึกความต้านทานกระแสไฟฟ้าที่เรียกว่า Resistivity log เป็นการบันทึกค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้าของชั้นดินที่ต่างกัน ซึ่งจะมีค่าความต้านทานต่างกันออกไป โดยทั่วไป จะบันทึกในแถบทางขวามือของกระดาษบันทึกในเครื่อง อี-ล็อก ค่าแตกต่างของความต้านทานกระแสไฟฟ้านี้จะแปลความหมายออกมาแสดงถึงชั้นต่างๆ เช่น ดินเหนียวจะมีค่าความต้านทานต่ำกว่าทราย ค่าความต้านทานของทรายจะเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบที่ปนอยู่ในทราย รวมถึงคุณภาพของน้ำที่อยู่ในชั้นทรายนั้นๆ ทรายที่มีน้ำเค็มอยู่จะมีค่าความต้านทานต่ำกว่าทรายที่มีน้ำจืดอยู่ ชั้นทรายที่แห้งไม่มีน้ำจะมีค่าความต้านทานสูงกว่าที่มีน้ำอยู่ เป็นต้น (จะเห็นว่าทรายที่มีน้ำเค็มมีค่าความต้านทานต่ำเช่นเดียวกับดิน จึงเป็นการยากที่จะชี้ให้ชัดเจนไปโดยเพียงพิจารณาจากค่าความต้านทานอย่างเดียว จึงจำเป็นต้องดูประกอบกับบันทึกการวัดวิธีอื่นๆ ด้วย เช่น ดูเทียบกับศักดาไฟฟ้า เป็นต้น

เครื่องมือวัดรังสีแกมมา เป็นเครื่องมือวัดและบันทึกรังสีแกมมาที่แผ่จากชั้นดินโดยธรรมชาติ บันทึกเช่นเดียวกับการบันทึก อี-ล็อก ดังกล่าวข้างต้น หรือที่มีชื่อเรียกว่า Natural gamma log (Gamma ray log) โดยถือหลักตามปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ว่าในดินประกอบด้วยสารกัมมันตภาพรังสี k-40 ที่แผ่รังสีแกมมา ดังนั้น ในชั้นดินเหนียวจึงวัดการแผ่รังสีได้มาก ซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อบอกถึงชั้นดินนั้นๆ ว่ามีกรวดทรายล้วนๆ หรือ

มีดินปนอยู่เล็กน้อยเพียงใด

สาเหตุการหมดสภาพของบ่อน้ำบาดาลและการแก้ไข

อายุการใช้งานของบ่อน้ำบาดาลขึ้นอยู่กับ การออกแบบบ่อ การขุดเจาะ คุณภาพ น้ำบาดาล ปริมาณการสูบที่สัมพันธ์กับระดับน้ำลดลง (Draw-down) และการดูแลบำรุงรักษา บ่อน้ำบาดาลจะหมดสภาพในการใช้งานได้ โดยทั่วไปเกิดจากมีทรายเข้าไปอยู่ใน บ่อมากเกินไป ระดับน้ำใต้ดินลดลงต่ำมากจนเกินไป เป็นเหตุให้ไม่คุ้มกับการสูบขึ้นมาใช้ สาเหตุต่างๆ ดังกล่าวนี้อาจจะแก้ไขได้ ตัวอย่างเช่น กรณีของการพัฒนาการบ่อได้ไม่ สมบูรณ์หรือการอุดตันของท่อกรองน้ำ เนื่องจากหินปูน การแก้ไขด้วยการซ่อมบ่อสามารถ ช่วยให้บ่อน้ำบาดาลกลับคืนสู่สภาพการใช้งานได้อีก นอกเสียจากในบางกรณี เช่น ท่อกรอง น้ำขุ่นตัว สาเหตุจากการกัดกร่อนจนทะลุ เป็นเหตุให้กรวดและทรายโดยรอบข้างตัวบ่อไหล เข้ามาในบ่อ ทำให้จำเป็นต้องทิ้งบ่อนั้นให้หมดสภาพในการใช้งานไป

1. สาเหตุทั่ว ๆ ไป

สาเหตุที่ทำให้บ่อน้ำบาดาลหมดสภาพในการใช้งานโดยทั่ว ๆ ไป เกิดได้จาก สาเหตุ 2 ลักษณะ คือ

1.1 เกิดจากสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน (Water table) โดยทั่วไปในระแวกนั้นเกิดการแย่งน้ำบาดาลที่มีอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน ในลักษณะนี้ถือว่าเป็น เหตุสุดวิสัยที่จะดำเนินการซ่อมบ่อหรือพัฒนาการบ่อ แต่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสังเกตและ วิจัยจนเป็นที่แน่ใจ เพื่อป้องกันการเข้าใจผิดพลาดหลงไปทำการซ่อมหรือพัฒนาการบ่อ ให้สิ้นเปลืองไปโดยเปล่าประโยชน์

1.2 สาเหตุจากการซำรดของบ่อ มีหลายกรณีที่มีการซำรดและจุดบกพร่อง ต่างๆ ทำให้บ่อให้น้ำได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็นหรือให้น้ำน้อยลงจากเดิม สาเหตุบางอย่าง สามารถจะทำการแก้ไขได้ สาเหตุใหญ่ๆ ที่ทำให้บ่อน้ำบาดาลหมดสภาพการใช้งานเกิด จากการอุดตันจากการเกาะของหินปูน การผุกร่อนของท่อกรบ่อและท่อกรองน้ำ การสูบน้ำ ขึ้นมามากเกินกว่าที่บ่อน้ำบาดาลจะสามารถให้ได้ เช่นสูบน้ำมากๆจากบ่อขนาดเล็ก และ จากความผิดพลาดของการออกแบบและการก่อสร้างบ่อ

1.2.1 การอุดตันของท่อกรองและการผุกร่อน (Incrustation

and Corrosion) คุณภาพของน้ำบาดาลมีผลกระทบต่อสภาพของบ่อน้ำบาดาลและท่อกรองน้ำ เนื่องจากน้ำมีคุณภาพต่ำ ทำให้เกิดการอุดตันและเกิดการกัดกร่อน เป็นผลให้บ่อน้ำบาดาลหมดสภาพในการใช้งานเร็วกว่าที่ควร การกัดกร่อนเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างน้ำกับโลหะ เนื้อโลหะจะถูกกัดกร่อนได้ในหลายลักษณะ เช่นการกัดกร่อนจากสนิมที่บริเวณผิวทั่วๆ ไปแล้ว ผุกร่อนเป็นรูในตำแหน่งต่างๆ เป็นสาเหตุให้อายุการใช้งานของบ่อน้ำบาดาลสั้นลง ท่อกรองที่ผุกร่อนทำให้ร่องของท่อกรองใหญ่ขึ้น เป็นสาเหตุให้ทรายไหลเข้าบ่อ และความแข็งแรงของท่อกรองลดลงจนอาจทำให้เกิดการยุบตัวของท่อกรองได้ สนิมเหล็กที่เกาะร่องท่อกรองเป็นสาเหตุทำให้ร่องท่อกรองแคบลง น้ำไหลเข้าบ่อได้น้อยลง หรือสิ่งเจือปนอื่นๆ ในน้ำใต้ดินเกิดการรวมตัวกันในลักษณะเป็นวุ้น หรืออาจเกิดจากหินปูนจับเกาะร่องท่อกรอง อันเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ร่องท่อกรองอุดตันได้ ทำให้บ่อน้ำบาดาลนั้นให้น้ำได้น้อยลง

1.2.2 การสูบน้ำขึ้นมาใช้มากเกินไป (Overpumping) การสูบน้ำจากบ่อขึ้นมาใช้มากเกินไป เป็นผลให้เกิดการอุดตันของท่อกรองน้ำได้ สาเหตุจากทรายละเอียดในชั้นดินรอบๆ ท่อกรองถูกพัดพาเข้ามาทับถมกันอยู่บริเวณโดยรอบท่อกรอง ผลที่ตามมาคือระดับน้ำขณะสูบจะลดต่ำลงมากและเกิดการยุบตัวของท่อกรองน้ำในที่สุด ซึ่งเกิดจากความดันที่แตกต่างกันระหว่างภายในและภายนอกท่อ นอกจากนั้นการสูบน้ำมากเกินไปยังมีผลในทางกัดกร่อนได้อีกด้วย

1.2.3 การเลือกขนาดและลงกรวดกรบ่อที่ไม่ถูกต้อง (Improper design and Planning of gravel pack strainer) กรวดกรบ่อที่ลงไว้รอบๆ ท่อกรองในขณะที่ยังเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ โดยจะเกิดเป็นโพรงในชั้นที่กรวดลงไว้ จะทำให้ทรายไหลเข้าบ่อได้ เช่นเดียวกับกรวดที่ผิดขนาดจะทำให้กรวดที่ลงอยู่ไม่สามารถจะกักทรายละเอียดจากชั้นน้ำไว้ได้ เป็นเหตุให้ทรายไหลเข้ามาในบ่อจนกระทั่งในบ่อมีทรายอยู่เต็ม ทำให้บ่อได้น้ำน้อยและยังทำให้ท่อกรองอุดตัน น้ำจะไหลเข้าบ่อได้น้อย หรือมีฉะนั้นก็จะทำให้ทรายจากชั้นน้ำถูกสูบออกไปพร้อมกับน้ำติดต่อกันจนเกิดเป็นโพรงในชั้นให้น้ำ ทำให้เกิดการทรุดตัวของดินรอบๆ บ่อได้

1.2.4 การกัดเป็นรู (Pitting) ภายในท่อกรบ่อ บริเวณที่มีการ

เปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในบ่อเป็นประจำอาจเกิดการผุกร่อนเป็นรูได้ เนื่องจากปฏิกิริยาของน้ำและอากาศจากรูที่เกิดขึ้นนี้ ทรายและอากาศจากชั้นให้น้ำจะไหลเข้ามาในบ่อ ทำให้บ่อให้น้ำได้น้อยและคุณภาพน้ำอาจเปลี่ยนแปลงไป

1.2.5 ความผิดพลาดในการก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล (Faulty construction) โดยทั่วไปเกิดขึ้นได้น้อยมาก สาเหตุส่วนใหญ่มักเกิดจากข้อต่อของท่อกรบ่อและท่อกรอง การเลือกใช้ท่อกรองที่มีความแข็งแรงน้อยหรือขนาดร่องท่อกรองที่ไม่เหมาะสม จะเห็นได้จากน้ำที่สูบขึ้นมามีทรายปนออกมามาก ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการถล่มของบ่อได้ในที่สุด

2. ข้อมูลสำหรับใช้ศึกษาถึงสาเหตุของการหมดสภาพของบ่อน้ำบาดาล

ก่อนการปรับปรุงแก้ไขให้บ่อน้ำบาดาลมีคุณภาพ จำเป็นต้องทราบถึงสาเหตุข้อขัดข้องตามสภาพของบ่อเสียก่อน ซึ่งสามารถจะทราบได้จากข้อมูลที่ได้จากการซ่อมแต่ละครั้งที่ได้เก็บรวบรวมไว้ ข้อมูลขั้นต้นที่ควรทราบคือ ระดับน้ำในบ่อ ปริมาณน้ำที่สูบได้ และช่วงเวลาที่ใช้สูบ ข้อมูลนี้เมื่อนำไปใช้ประกอบกับข้อมูลส่วนประกอบของกรวดทรายในชั้นน้ำนั้นๆ ชนิดของท่อกรอง ขนาดร่องเปิดของท่อกรอง และขนาดของกรวดกรบ่อที่ใช้คุณภาพของน้ำ วิธีการพัฒนาการบ่อที่ทำไว้ รายละเอียดของสารเคมี วิธีที่ใช้ในการพัฒนาการบ่อ สภาพของท่อกรบ่อและท่อกรองน้ำ จะทำให้สามารถพิจารณาสาเหตุของการหมดสภาพของบ่อได้ สำหรับข้อมูลด้านสมรรถนะของบ่อนั้น ได้จากการสูบทดสอบ (Pumping test) เพื่อให้รู้ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียของบ่อน้ำบาดาล ซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาจัดการบำรุงรักษา ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ นอกจากใช้วิเคราะห์หาสาเหตุของการหมดสภาพของบ่อแล้ว ยังใช้ประกอบการพิจารณาในการกำหนดเกณฑ์การใช้น้ำจากบ่อได้อีกด้วย

การเปลี่ยนแปลงทางสมรรถนะของบ่อ คุณภาพของน้ำ และข้อมูลอื่นๆ เป็นส่วนประกอบในการหาสาเหตุของการหมดสภาพของบ่อน้ำบาดาล การตรวจให้แน่ชัดถึงสาเหตุอาจทำได้โดยใช้กล้องถ่ายภาพภายในบ่อ (Bore - hole camera) หย่อนลงไปถ่ายภาพภายในบ่อ

บ่อที่เสื่อมสภาพ นอกจากให้น้ำน้อยแล้วยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นเพื่อให้บ่อสามารถให้น้ำได้มากและคงสภาพการใช้งานได้ดี จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบ

อยู่เสมอ เช่น เก็บประวัติสถิติการทำงานของบ่อไว้ แล้วนำมาพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อให้การพิจารณาหาสาเหตุในการแก้ไขและการพัฒนาการบ่อใหม่ได้อย่างถูกต้อง ข้อมูล และสถิติต่างๆ ที่จำเป็นมีดังนี้

- ข้อมูลของขนาดกรวด ททราย ของชั้นให้น้ำที่ได้วิเคราะห์แล้ว
- ตำแหน่งของท่อกรองน้ำ ขนาดรูเปิดและเปอร์เซ็นต์ของรูเปิดต่อพื้นที่ทั้งหมด
- ขนาดของกรวดกรบ่อที่ลงไป
- คุณภาพของน้ำจากผลการวิเคราะห์น้ำ
- รายละเอียดและวิธีการพัฒนาการบ่อ
- ชนิด กำลังม้า และรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำและเครื่องย่นตื้นกำลัง
- ปริมาณน้ำที่สูบน้ำได้ ระดับน้ำปกติ ระดับน้ำลดลง อัตราการสิ้นเปลืองของพลังงานและปริมาณของทรายที่ติดมากับน้ำ อย่างน้อย 2 ครั้งต่อปี
- รายละเอียดของการซ่อมบ่อที่ได้ทำไว้แต่ละปี
- ประวัติของการพัฒนาการบ่อด้วยสารเคมีถ้ามี และผลภายหลังการพัฒนานั้น
- ตรวจสอบความแข็งแรงของท่อ
- การตรวจท่อกรองน้ำด้วยตาเปล่า หลังจากทั้งหมดสภาพแล้ว

3. การแก้ไข

เมื่อได้พิจารณาถึงสาเหตุข้อขัดข้องของบ่อจากข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาแล้ว ก็ทำการแก้ไขด้วยวิธีที่เหมาะสมต่อไป เช่น ถ้ามีสาเหตุมาจากเครื่องสูบน้ำก็แก้ไขเครื่องสูบน้ำ แต่มีข้อบ่งชี้ให้น้ำน้อยลงเนื่องจากเครื่องสูบน้ำเสีย หรือสาเหตุอาจเกิดขึ้นจากการลดลงของระดับน้ำใต้ดินซึ่งเกินความสามารถจะแก้ไขได้ ในกรณีดังกล่าวอาจจะต้องเจาะบ่อใหม่หรือใช้วิธีอัดน้ำเข้าไปใต้ดินเพื่อทดแทน การแก้ไขที่สามารถจะทำได้มีดังนี้

3.1 การป้องกันการอุดตัน ส่วนใหญ่ไม่สามารถจะป้องกันได้อย่างเด็ดขาด แต่สามารถหลีกเลี่ยงให้เกิดซ้ำได้ การลดอัตราการอุดตันลง ความแตกต่างของความดันของน้ำแต่ละชั้นดินที่กักภายนอกบ่อ และความดันของน้ำภายในบ่อควรมีน้อยที่สุด นั่นคือระดับน้ำ



ลดลง (Draw down) ควรมีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ มีข้อสังเกตที่ควรปฏิบัติ คือ

3.1.1 ควรใช้ท่อกรองที่ทำให้เกิดความต้านทานการไหลน้อยที่สุดและเป็นชนิดที่จะทำให้การพัฒนากการบ่อทำได้อย่างทั่วถึง ควรใช้ท่อกรองชนิดที่ป้องกันการอุดตันได้ รูเปิดท่อกรองควรจะกว้างมากพอที่จะจำกัดโดยขนาดของกรวดที่ลง และรูเปิดท่อกรองควรจะให้ใหญ่ เพื่อป้องกันการอุดตันอีกด้วย

3.1.2 ลดอัตราการสูบลง คือใช้เครื่องสูบน้ำให้เล็กลง แต่ยึดเวลาในการสูบน้ำให้นานขึ้น

3.1.3 การสูบน้ำจำนวนน้อยจากหลายๆ บ่อที่อยู่กระจัดกระจายใกล้เคียงกันดีกว่าการสูบน้ำจำนวนมากจากบ่อใหญ่ๆ บ่อเดียว วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการนำเอาน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านท่อกรองของบ่อเล็กๆ จะต่ำ การอุดตันก็จะน้อยกว่าและลดค่าใช้จ่ายในการสูบอีกด้วย

3.1.4 การบำรุงรักษาด้วยการเป่าล้างบ่อ ควรจะทำเมื่อสังเกตเห็นว่าบ่อเริ่มให้น้ำน้อยลงอันมีสาเหตุจากการอุดตัน การเป่าล้างบ่อควรทำเป็นประจำปีละครั้ง

3.2 วิธีแก้ไขการอุดตันของบ่อ แม้จะได้ทำการป้องกันแล้วก็ตาม แต่การอุดตันก็ยังสามารถเกิดขึ้นได้ ซึ่งจำเป็นจะต้องแก้ไข การอุดตันที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของน้ำ แก้ได้โดยใช้กรด กรดที่ใช้ก็มีกรดเกลือและกรดซัลฟามิคชนิดที่เป็นเกล็ด การใช้ไม่ยุ่งยาก ใช้เทลงไปในบ่อทางปากบ่อ น้ำแข็งแห้งใช้เทลงกับบ่อเลยก็เดี๋ยวก่อนที่จะละลาย กลาสซีฟอสเฟต (Glassy phosphates) ใช้แก้ไขการอุดตันของกรวดทราย คลอรีนใช้สำหรับแก้ไขกรณีมีแบคทีเรียและเมือกโคลนตมที่เกิดจากแบคทีเรียเกาะอยู่ ปกติใช้เสริมภายหลังการใช้กรดหรือกลาสซีฟอสเฟต

3.3 การใช้กรด ต้องใช้ด้วยความระมัดระวังเพราะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้ง่าย จำเป็นต้องมีเครื่องป้องกันต่างๆ และศึกษาการใช้จากคำแนะนำให้เข้าใจอย่างถูกต้องแล้วถึงปฏิบัติตามนั้น ท่อหรือข้อต่อเหล็กอาจสังกะสีไม่ควรใช้กับกรด ควรใช้กับท่อเหล็กดำหรือท่อพลาสติก ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมหน้ากากหรือแว่นครอบตา ใช้ถุงมือกันน้ำอย่าง

ดีและใส่เสื้อคลุมป้องกันให้มิดชิด ไม่อยู่ในบริเวณบ่อที่มีกรดหรือบริเวณพื้นที่ที่ต่ำซึ่งกรดจะหกกรดได้ ควรมีการถ่ายเทอากาศได้ดี ท่อกรองของบ่อที่จะทำการแก้ไขต้องเป็นชนิดที่ใช้โลหะที่ทนต่อกรด เนื่องจากกรดสามารถกัดเหล็กได้ อย่างไรก็ตามหากเติม inhibitor เข้าไปจะทำให้เกิดปฏิกิริยากัดเหล็กได้ช้าลง เกิดการเสียหายกับท่อได้น้อยที่สุด ตัว inhibitor นี้อาจจะใช้กาวที่เคี้ยวจากเอ็นหรือกระดูกสัตว์ (Knox gelatin) ในอัตราส่วน 2 - 2.7 กิโลกรัม ละลายในน้ำร้อนต่อกรด 450 ลิตร ท่อกรบ่อควรเป็นโลหะชนิดเดียวกันตลอด เพื่อไม่ให้เกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ควรใช้กรดชนิดเดียวกันกับบ่อที่เคยปฏิบัติได้ผลมาแล้วจากบ่อใกล้เคียงที่ใช้ชั้นน้ำเดียวกันเพื่อจะได้แก้ไขให้ตรงกับสาเหตุ ถ้าไม่รู้ถึงชนิดที่แน่นอนของสาเหตุบ่อภายในรัศมีใกล้เคียง 60 เมตร และใช้น้ำจากชั้นเดียวกันจะต้องงดสูบและต้องมีถังสำหรับใส่ผงหินปูนหรือ Baking soda (ผสมอย่างสมดุลย์ระหว่างผงหินปูนและน้ำ) จัดวางอยู่ใกล้ๆซึ่งจะทำให้เกิดความเป็นกลางระหว่างกรดที่หกกรดหรือกระเด็นถูร่างกาย หรือเครื่องมือเครื่องใช้

3.4 การใส่กรดลงในบ่อ จะต้องใส่เข้าไปในท่อกรอง ทางท่อเหล็กดำหรือพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 - 25 มิลลิเมตร มีความยาวเพียงพอที่จะถึงก้นบ่อ กรวยที่ใช้เติมต้องมีขนาดเหมาะสม อีกด้านหนึ่งของตัวท่อต่อท่อไว้สำหรับกันกรดล้นออกจากในท่อซึ่งอาจพุ่งออกมาอย่างกระทันหัน เมื่อมีก๊าซดันกลับเมื่อเทกรดลงไปแล้วกรดจะไหลลงไปยังก้นบ่อในระยะ 1.5 เมตรจากก้นบ่อ และควรดึงท่อขึ้นมาอีก 1.5 เมตร การเทกรดลงไปไม่ควรเทลงไปครั้งเดียวหรือทีละมากๆ โดยเฉพาะการเทกรดลงไปครั้งแรกจะเกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรงและเกิดก๊าซดันกลับขึ้นมา ควรเริ่มจากการเทลงไปทีละน้อยและเทน้ำตามปริมาณพอสมควร เพื่อดันให้กรดเข้าไปในท่อกรอง แล้วคอยดูปฏิกิริยาหรือผลที่ตามมาจึงเทกรดต่อไปเรื่อยๆ จนกรดเข้าไปอยู่ภายในท่อกรองจนเต็ม ทิ้งไว้ประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง จึงคนด้วยท่อประมาณ 1 นาที แล้วทิ้งไว้อีก 2 - 3 ชั่วโมง จนกว่าจะหมดฤทธิ์ โดยสังเกตจากเสียงก๊าซที่เกิดตลอดเวลาที่มีปฏิกิริยาอยู่ หลังจากนั้นกววนเบาๆ ด้วยการใส่ลูกสูบดันอากาศอัดหรือหัวฉีดความเร็วสูงประมาณ 10 นาที จึงเพิ่มการกววนให้มากขึ้น แล้วตักเอาเศษตะกอนภายในบ่อและที่หลงเหลือออกให้หมด สูบน้ำทิ้งอย่างน้อย 1 ชั่วโมง การกววนด้วยเครื่องอัดอากาศต้องระมัดระวังอย่าให้สารละลายถูกดันล้นออกจาก

ภายในข้อจนกว่าหมดความต้องการใช้งาน และเป็นการตื้ออย่างยิ่งถ้าจะทำการพัฒนาการ บ่อตามอีกครึ่งหนึ่งเพื่อขจัดเศษต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของการอุดตันให้หมดไป การแก้ไขจะต้องทำซ้ำอีก 2 - 3 ครั้งถ้าเห็นว่าจำเป็น หรือใช้สารเคมีอย่างอื่นทำสลับกันไป ข้อเสียของการใช้กรดก็คือ กรดจะกัดผิวท่อกรุดได้ แต่ข้อเสียนี้อลดลงได้ถ้าจะทำการใส่กรดลงใน ช่วงของท่อกรองเท่านั้น ถ้ามีมากกว่า 1 ช่วง ก็ใส่เฉพาะช่วงที่มีท่อกรองเท่านั้นทีละช่วง โดยใส่จากส่วนล่างของท่อกรองไล่ขึ้นมา

การใช้กรดซัลฟามิค (Sulphamic Acid Treatment: $\text{NH}_2\text{SO}_4\text{H}$) จะทำปฏิกิริยากับโลหะได้ไม่รุนแรงเท่ากรดเกลือหรือกรดกำมะถัน การกัดกร่อนท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกิดจากกรดจึงเกิดขึ้นน้อยมากและในทางปฏิบัติจะไม่เกิดการกัดกร่อนเลยกับเหล็ก สเตนเลส เกลือแคลเซียม และแมกนีเซียมซัลฟามิค ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาของกรดซัลฟามิคกับหินปูนพวกแคลเซียม และแมกนีเซียมคาร์บอเนต สามารถจะละลายได้ดีในน้ำ ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นช้าๆ ช้ากว่าปฏิกิริยาของกรดเกลือ ดังนั้น จึงสามารถควบคุมปฏิกิริยาได้ แม้ว่าจะใช้เวลานานกว่า กรดซัลฟามิคเป็นกรดที่ซื่อหากันในสภาพของเกล็ดแห้งและ ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง การขนย้ายจึงสะดวก แม้จะหกก็ไม่เกิดเป็นอันตราย ตัวกรดซัลฟามิคหรือสารละลายของกรดจะไม่เกิดไอของกรด นอกจากเมื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งที่อุดตันในท่อกรองจึงสะดวกในการใช้ สารละลายของกรดซัลฟามิคนี้เป็นอันตรายต่อผิวหนัง จำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังเช่นเดียวกับเมื่อใช้กรดเกลือ คือ ควรใช้ถุงมือยางและแว่นครอบตา เมื่อกรดทำปฏิกิริยากับสิ่งที่อุดตันในท่อกรองจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน เมื่อทำปฏิกิริยากับเหล็กซัลไฟด์จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ไฮโดรเจนซัลไฟด์) ซึ่งมีพิษ ดังนั้น จึงควรทำในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดีและไม่ควรอยู่ใกล้ๆ บริเวณรอบบ่อระหว่างที่ทิ้งให้ทำปฏิกิริยา ทั้งนี้ เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเป็นก๊าซหนักจะตกอยู่ในบริเวณรอบๆ บ่อ กรดซัลฟามิคจะใช้เช่นเดียวกับกรดเกลือ คือ ใช้กับพวกหินปูนเมื่อมีแคลเซียมคาร์บอเนตอุดตันในท่อกรอง

การใส่กรดซัลฟามิคลงในบ่อจะใส่ทั้งในสภาพเป็นเกล็ดหรือนำไปละลายน้ำก่อนก็

ได้ แต่ในสภาพของสารละลายจะให้ผลดีกว่าและควรใช้สารละลายกรดที่แก่ กรรมวิธีในการใช้ก็ปฏิบัติเช่นเดียวกับกรดเกลือ เมื่อใช้ในสภาพเป็นเกลือก็ให้ทดลองในบ่อให้ละลายกับน้ำในบ่อ โดยกำหนดปริมาณตามสัดส่วนกับปริมาณของน้ำในบ่อและเนื่องจากกรดนี้ในสภาพเป็นเกลือจะละลายได้ช้าในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ จึงต้องใช้กรดในสภาพเกลือใส่ลงในบ่อในปริมาณมากๆ เพื่อให้ละลายไปเรื่อยๆ และคงความเข้มข้นของสารละลายตลอดเวลาของปฏิกิริยา การเติมสารอื่นเพิ่มเติมลงไปจะช่วยให้การใช้กรดดีขึ้น เช่น พลูโรนิก F - 68 หรือพลูโรนิก L - 62 (Pluronic F - 68 or Pluronic L - 62) ซึ่งเป็นสารที่ใส่เติมกันอยู่ทุกๆ ไป

ปริมาณของกรดซัลฟามิคที่ใช้ มีดังนี้

ปริมาณส่วนผสมของกรดซัลฟามิคกับน้ำ

อุณหภูมิ	40 ° ฟ.	50 ° ฟ.	60 ° ฟ.	75 ° ฟ.	
น้ำหนักของกรดในสภาพแห้งต่อน้ำ	450 ลิตร	63 กก.	68 กก.	76 กก.	86 กก.
ปริมาณความเข้มข้นของสารละลาย	14%	15%	17%	19%	

การใช้กลาสซีฟอสเฟต (Glassy Phosphates Treatment) หรือโพลีฟอสเฟต (Polyphosphates) ตัวอย่างเช่น Sodium hexametaphosphate (NaPO_3)₆ ใช้ได้ดียิ่งกับบ่อที่อุดตันด้วยเหล็กออกไซด์ แมงกานีสออกไซด์ ดินและตะกอน สารโพลีฟอสเฟตใช้งานต่างจากกรด คือไม่ไปทำปฏิกิริยาละลายสิ่งอุดตันอย่างกรดจนเกิดเป็นไอ แต่ใช้เติมลงในบ่อพร้อมทั้งคนให้ทั่ว จะทำให้สิ่งอุดตันหลุดออกมาแล้วสูบเอาออกจากบ่อและไม่มีฟองเกิดขึ้น ควรจะทำการเช็ดด้วยจะเป็นผลดียิ่ง ข้อดีในการใช้สารเคมีนี้ก็คือ ไม่มีอันตรายในการใช้ ควรจะเติมแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ (Calcium hypochloride) ลงไปปริมาณเล็กน้อยจะช่วยให้ได้ผลดียิ่งขึ้น สารคลอรีนนี้จะช่วยฆ่าพวกแบคทีเรียหรือสารอื่นๆ ประเภทเดียวกัน การใช้กลาสซีฟอสเฟตควรใช้ประมาณ 7 - 14 กิโลกรัมต่อน้ำ 450 ลิตรของน้ำในบ่อ ควรทำเป็นสารละลายใส่ไว้ในถังและเติมแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ ประมาณ $\frac{1}{2}$ - 1 กิโลกรัม ในการทำละลายในถังควรใส่กลาสซีฟอสเฟตในกระชหรือตะกร้าลวดแล้วจุ่มลงในถัง ไม่ควรเทลงโดยตรง จากนั้นจึงเติมสารละลายลงในบ่อแล้วจึงใช้วิธีอัดกระทุ้ง (Surging) เพื่อให้สารละลายไหลเข้าออกที่กรองเพื่อไล่สิ่งอุดตันออก ถ้าใช้เครื่องสูบน้ำ การอัดกระทุ้งอาจกระทำได้โดยสูบน้ำขึ้นมาถึงปากบ่อแล้วหยุดปล่อยให้น้ำไหลกลับลงบ่อและสูบน้ำใหม่อีก ทำเช่นเดียวกันนี้หลายๆ ครั้งเป็นเวลา 4 ชั่วโมงแล้วทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง การอัดกระทุ้งควรทำซ้ำ 4 - 6 ครั้ง หลังจากทิ้งสารละลายไว้ในบ่อแล้ว 24 ชั่วโมงหรือนานกว่านั้น ควรทำการอัดกระทุ้งอีกหลายครั้งๆ แล้วจึงสูบน้ำทิ้งระหว่างสูบน้ำทิ้งควรทำการอัดกระทุ้งอีก 3 - 4 ครั้งทุกๆ 10 นาที การสูบน้ำทิ้งควรสูบน้ำจนกว่าจะเห็นว่าน้ำที่สูบออกมาใสดีพอควร ล้างด้วยกลาสซีฟอสเฟตควรทำซ้ำโดยเติมสารลงไปใหม่ และปฏิบัติดังกล่าวข้างต้น 2 ครั้งหรือมากกว่า โดยทิ้งสารละลายอยู่ในบ่อไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงในแต่ละครั้ง ในการล้างบ่อวิธีนี้ควรจะถอนเอาเครื่องสูบน้ำออกจะเป็นการดีและสะดวกที่จะใส่ลูกสูบสำหรับอัดกระทุ้งลงบ่อได้หรือจะใช้อากาศอัดก็ได้ ซึ่งจะช่วยกระทุ้งให้เศษอุดตันหลุดออกมาได้ดียิ่งขึ้น

การใช้คลอรีน (Chlorine Treatment) ในบ่อน้ำบาดาลอาจเกิดพวกแบคทีเรียเจริญเติบโตขึ้นอุดตันทางไหลของน้ำจากชั้นให้น้ำเข้าบ่อ กรณีนี้จำเป็นต้องใช้คลอรีน

ซึ่งจะไปล้างเอาสิ่งเหล่านี้ออกแก่การอุดตัน การล้างสิ่งอุดตันเกิดขึ้นเพราะกรดไฮโปคลอริคและไฮโปคลอริค (Hypochlorous acid : HOCl and Hypochloric acid : HClO_2) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเอาสารคลอรีนไปละลายในน้ำ สารละลายคลอรีนมีอำนาจกัดกร่อนสูง เวลาใช้จึงต้องระมัดระวังโดยใช้ภาชนะและท่อในการเก็บและเทลงบ่อ เมื่อใช้คลอรีนปริมาณมากๆ ในการแก้ไขบ่อจากการอุดตันแล้วควรเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงไปเพื่อล้างฤทธิ์ของคลอรีน ควรใช้คลอรีนชนิด 100 ถึง 200 ppm. คลอรีนที่ใช้จะใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) หรือโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ก็ได้ให้มีปริมาณเพียงพอเติมลงในบ่อโดยตรงหรือทำให้เป็นสารละลายก่อน โดยใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ 18 - 23 กิโลกรัมสำหรับบ่อใหญ่ หรืออีกวิธีหนึ่งคือใช้ก๊าซคลอรีนโดยทำให้เป็นสารละลายคลอรีนแล้วเทสารละลายลงในท่อพลาสติกที่หย่อนลงในบ่อ สำหรับบ่อใหญ่จะใช้คลอรีน 14 - 18 กิโลกรัม ให้ละลายในน้ำที่ละน้อยเป็นเวลา 12 ชั่วโมง บ่อเล็กใช้คลอรีนน้อยลงตามส่วน การล้างบ่อวิธีนี้ไม่จำเป็นต้องถอดเครื่องสูบน้ำออก แต่ก่อนนำคลอรีนจะต้องหย่อนให้ถึงตำแหน่งที่จะให้กัดสิ่งอุดตันและไม่เป็นอันตรายต่อเครื่องสูบ เมื่อเติมสารละลายคลอรีนลงไปแล้วควรเติมน้ำลงไปบ่อจำนวนมาก เพื่อไล่ให้สารละลายเข้าไปถึงชั้นน้ำรอบๆ บ่อ โดยเติมน้ำลงไป 50 - 100 เท่าของปริมาณน้ำที่ขังในบ่อ ถ้าถอดเอาเครื่องสูบน้ำออกจากบ่อเพื่อล้างบ่อด้วยวิธีนี้ สารละลายคลอรีนที่ใส่ลงในบ่อควรจะกวนให้เข้ากับน้ำในบ่อตามกรรมวิธีเดียวกับที่ใช้กับการใช้กรด แต่ถ้าเครื่องสูบน้ำไม่ได้ถอดออก ก็อาจจะสูบล้างได้หลังใส่คลอรีนลงไปแล้ว โดยสูบให้ขึ้นมาถึงปากบ่อแล้วหยุดและปล่อยให้ น้ำไหลกลับลงไปบ่ออีก การล้างบ่อด้วยคลอรีนควรจะทำ 3 หรือ 4 ครั้งตามความจำเป็น ยิ่งทำมากครั้งก็เป็นการกำจัดสิ่งอุดตันในท่อกรองและชั้นน้ำได้มากขึ้น

การใช้กรดเกลือและคลอรีนสลับกัน (Alternate Hydrochloric Acid and Chlorine Treatment) เป็นวิธีที่ให้ผลดีมาก กรดจะช่วยละลายพวกหินปูน และคลอรีนจะกำจัดแบคทีเรีย และดินเลน ควรทำสลับกันหลายครั้ง เพื่อให้ได้ผลดีที่สุดควรใช้กรดก่อนแล้วจึงตามด้วยคลอรีน หลังจากน้ำที่มีกรดได้สูบออกหมดแล้ว

การใช้น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice Treatment) อาศัยการขยายตัวของน้ำแข็งแห้งเมื่อกลายเป็นก๊าซ น้ำแข็งแห้งก็คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านกรรมวิธีและอยู่ในรูปของแข็ง น้ำแข็งแห้งเมื่อเปลี่ยนเป็นก๊าซอย่างรวดเร็วเมื่อถูกกักอยู่ภายในบ่อจะเกิดแรงดันในบ่อออกผ่านร่องท่อกรองทำให้สิ่งอุดตันหลุดออกและยังทำให้พวกหินปูน (Carbonates) เปลี่ยนไปเป็นพวกไบคาร์บอเนต (Bicarbonates) ที่คงตัวและหลุดไปจากร่องท่อกรองในการใช้นี้เนื่องจากเกิดแรงดันอัดภายในบ่อ จึงจำเป็นจะต้องมีการควบคุมที่ดี และจะต้องมีลิ้นลดความดันเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นด้วย การใช้น้ำแข็งแห้งยังใช้ปรับปรุงบ่อหลังจากใช้กรดล้างบ่อแล้วได้อีกด้วย โดยทำให้เกิดแรงดันกลับออกมาจากร่องท่อกรองในลักษณะอัดกระทั่ง เมื่อใช้น้ำแข็งแห้งจำเป็นต้องระมัดระวังโดยสวมถุงมือหรือใช้คีมจับภาชนะที่ถือ เพราะเมื่อถูกผิวหนังน้ำแข็งแห้งจะมีฤทธิ์กัดไหม้ได้

3.5 ข้อเสนอแนะการป้องกันการกัดกร่อน (Suggested preventions Against Corrosion) อาจทำได้หลายวิธี แต่เป็นการยากที่จะเลือกวิธีที่เหมาะสมมาใช้กับบ่อแต่ละบ่อ เพราะขาดข้อมูลของลักษณะการกัดกร่อนภายในบ่อที่อยู่ใต้ดินซึ่งเรามองไม่เห็น เท่าที่ทำได้ก็โดยพิจารณาลักษณะของงานและชั้นดินของบ่อที่จะลงท่อกรอง และเลือกท่อกรองที่สามารถทนสภาพการกัดกร่อนได้ดีและราคาถูกมาใช้ ท่อกรองเหล็กมีอายุการใช้งานสั้นไม่ว่าในน้ำคุณภาพดีหรือเลว ท่อเหล็กอาจสังกะสีมีอายุใช้งานยาวกว่า แต่ก็หมดอายุเมื่อผิวสังกะสีถูกกัดกร่อนออกไป การใช้วัสดุทนต่อการกัดกร่อน การใช้ท่อกรองหนา การให้น้ำไหลผ่านร่องท่อกรองด้วยความเร็วต่ำ โดยเพิ่มพื้นที่ร่องเปิดของท่อกรองหรือใช้ท่อกรองขนาดใหญ่ขึ้นหรือโดยลดอัตราการสูบน้ำ อีกอย่างก็คือ ลดค่าระยะน้ำลด (Draw down) ลง เป็นวิธีต่างๆ ไปที่จะช่วยยืดอายุของบ่อ โลหะหรืออัลลอยบางชนิดใช้ได้ดี ในการต้านทานการกัดกร่อนของบ่อในหลายสภาพของดินและลักษณะการใช้บ่อ

3.5.1 การสูบน้ำมากเกินไป (Over pumping) การหมดสภาพของบ่อเนื่องจากการสูบน้ำมากเกินไป สามารถแก้ไขโดยเลือกเครื่องสูบน้ำที่มีขนาดที่เหมาะสมกับความสามารถในการให้น้ำของชั้นน้ำ และความลึกของระดับน้ำ ลดอัตราการสูบน้ำให้น้อยลง หรือลดระดับน้ำลดลงของบ่อให้น้อยลงอีกวิธีก็ทำได้ โดยการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เปิดของท่อกรอง หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อกรอง

3.5.2 ความผิดพลาดในการออกแบบ (Improper planing and design of gravel pack strainer) บ่อน้ำบาดาลที่ออกแบบมาผิดพลาดจะมีอายุการใช้งานสั้นและหมดสภาพการใช้งานโดยเร็ว ดังนั้น ในการออกแบบเลือกใช้วัสดุ เช่น กรวดกรูบ่อ ท่อกรอง ควรให้มีขนาดที่เหมาะสมกับชั้นดินหรือกรวด ทราบ รายละเอียดของชั้นกรวดทราบ ควรวิเคราะห์อย่างถูกต้อง การเลือกชั้นน้ำที่เหมาะสมตลอดจนตำแหน่งของท่อกรองที่ตรงกับชั้นน้ำที่ดี จะต้องพิจารณากำหนดอย่างรอบคอบ เป็นการช่วยให้ได้บ่อที่มีคุณภาพดีและมีอายุใช้งานนาน

3.5.3 การเกิดการกัดกร่อนเป็นรู (Pitting) การหมดสภาพของบ่อจากสาเหตุนี้ แก้ได้โดยใช้ท่อที่ทำด้วยสารที่สามารถต้านทานการกัดกร่อน เช่น ทองเหลือง บรอนซ์ เหล็กสแตนเลส (Stainless Steel) พลาสติกทำจากสาร Polyethylene

3.5.4 การก่อสร้างบ่อที่ผิดพลาด (Faulty construction) การหมดสภาพจากสาเหตุนี้หลีกเลี่ยงได้โดยเลือกท่อกรองที่ถูกต้องขนาด ตรวจสอบการต่อท่อกรองและข้อต่ออื่นๆ อย่างระมัดระวังเป็นพิเศษ

3.5.5 การเคลือบผิวของโลหะโดยวิธี Galvanising พลาสติก Epoxy ฯลฯ แต่ก็ไม่อาจป้องกันได้ดีที่สุด เนื่องจากไม่สามารถใช้วัสดุเคลือบให้ซอกซอนเข้าไปในรูเล็กๆน้อยๆ ได้

3.5.6 การใช้วิธีการทางเคมีแก้คุณสมบัติของน้ำภายในบ่อ ปฏิกิริยาในการกัดกร่อนของน้ำสามารถสกัดกั้นหรือทำให้เป็นกลางได้ โดยใส่สารเคมี เช่น ผงปูนขาวลงในบ่อ สารเคมีจะต้องใส่ให้ลงไปอยู่ในก้นบ่อ แต่โดยทั่วไปแล้วมักไม่ค่อยได้ผลดีเท่าที่ควร

ธรณีฟิสิกส์กับการสำรวจน้ำบาดาล

วิธีการทางธรณีฟิสิกส์เมื่อนำมาใช้กับงานสำรวจน้ำบาดาลนั้นหมายถึงการนำการสำรวจทางธรณีวิทยาประกอบการหาน้ำบาดาลจากการเจาะบ่อโดยตรง ข้อดีของการสำรวจด้วยเครื่องมือธรณีฟิสิกส์ก็คือ สามารถรู้ถึงคุณสมบัติของหินที่อยู่ข้างใต้ดินลงไป ซึ่งโดยทั่วไปนับได้ว่าเป็นปัญหาของการเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ไม่รู้ล่วงหน้ามาก่อนว่าเป็นชั้นดินชั้นหินชนิดใด อยู่ลึกเท่าใด เป็นต้น โดยธรรมชาติชั้นดินชั้นหินมีคุณสมบัติหลายอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ความหนาแน่น คุณสมบัติความเป็นแม่เหล็ก ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า ความสามารถในการถ่ายทอดคลื่นจากแรงสั่นสะเทือนและอื่นๆ ซึ่งสามารถวัดหาค่าคุณสมบัติเหล่านั้นและนำมาศึกษาเพื่อหาชนิดของชั้นหินนั้นๆ รวมทั้งตำแหน่งความลึกของมันได้ ดังนั้น การใช้เครื่องมือทางธรณีฟิสิกส์หาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการทราบ และเป็นการประหยัดกว่าการสำรวจหาข้อมูลด้วยการเจาะบ่อโดยตรง แต่ทั้งนี้ การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์จะให้ผลที่ถูกต้องแม่นยำขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ปฏิบัติวิเคราะห์ข้อมูล

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์นี้จะให้ข้อมูลที่ เป็นประโยชน์ทำให้รู้สภาพทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องถึงแหล่งสะสมน้ำบาดาล ตลอดจนการซึมไหลเข้าและออกของน้ำในแหล่งนั้นๆ

1. เทคนิคทางธรณีฟิสิกส์

1.1 เทคนิคทางธรณีฟิสิกส์ที่นำมาใช้เป็นประโยชน์ในงานน้ำบาดาลมากที่สุดก็คือวิธีวัดหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานไฟฟ้า (Electrical resistivity method) ตามหลักการที่ว่า ความต้านทานกระแสไฟฟ้าของชั้นดินต่างๆ ขึ้นอยู่กับความพรุนและน้ำที่ขังอยู่ในรูพรุนของชั้นดินชนิดนั้นๆ และในหินบางชนิดที่มีแร่โลหะและเป็นสื่อไฟฟ้าผสมอยู่ จะทำให้หินชนิดนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำแม้จะอยู่ในสภาพแห้งก็ตาม ดังนั้น โดยทั่วไปไปแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าของชั้นดิน จะพิจารณาได้จากความพรุน ปริมาณน้ำที่ขังอยู่ในรูพรุน และคุณภาพจัดหรือร่อยของน้ำ เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า Resistivity meter ในดินตะกอนที่เกาะกันหลวมๆ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าในช่วงระหว่าง 10 ถึง 100 โอห์ม-เมตร ส่วนในดินตะกอนเนื้อแน่นจะอยู่ในช่วงระหว่าง 100 ถึง 1,000 โอห์ม-เมตร สำหรับหินอัคนีและหินแปรจะอยู่ในช่วงระหว่าง 1,000 ถึง 10,000 โอห์ม-เมตร หรือมากกว่า โดยทั่วไปชั้นดินชั้นหินที่มีน้ำอยู่มาก จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่ำ และถ้ามีน้ำอยู่น้อยหรือแห้งจะมีค่าสูง

วัตถุประสงค์ของการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ โดยวิธีวัดหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า ก็เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าและความลึกของชั้นดินข้างใต้ ข้อมูลที่ได้จะใช้วิเคราะห์ค่าสภาพทางธรณีวิทยาที่จำเป็นเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของน้ำบาดาล เมื่อวัดหาค่าความลึกของชั้นดินแต่ละตำแหน่งได้แล้วก็สามารถที่จะทำรายละเอียดภาคตัดขวางของชั้นดินข้างใต้ได้ รวมถึงการเอียงลาดของชั้นหิน แนวบิดโค้งของชั้นหินและรอยแตกแยกในชั้นหินที่เป็นแหล่งกำเนิดของน้ำใต้ดิน การวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าและความลึกของชั้นดิน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติ ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเลือกตำแหน่งขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล

ในบางกรณี เช่น ชั้นหินผุของหินแกรนิต ข้างใต้ชั้นดินทรายทับหน้าชั้นหินผุนี้ เมื่อมีน้ำขังอยู่จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า และสามารถรู้ได้ด้วยการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน ในเขตลุ่มแม่น้ำ น้ำบาดาลจะเกิดอยู่ในชั้นทรายและชั้นกรวดที่ปิดบนล่างด้วยชั้นดินเหนียว ชั้นดินในลักษณะนี้จะมีน้ำซึมอยู่จนอิ่มตัวและจากสาเหตุที่ดินเหนียวประกอบด้วยเม็ดดินเล็กๆ ไม่ยอมให้น้ำผ่านได้สะดวก น้ำที่ขังอยู่ระหว่างเม็ดดินจะสัมผัสกับเม็ดดินตลอดเวลา และละลายเกลือในดินเป็นสารละลายของเกลือทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานของชั้นดินเหนียวมีค่าต่ำ ในทางตรงกันข้ามชั้นกรวดและทรายยอมให้น้ำไหลผ่านได้สะดวกน้ำในชั้นกรวดทรายนี้ก็จะไหลซึมผ่านตลอดเวลา โอกาสละลายเอาเกลือแร่มาสะสมไว้จึงมีน้อย ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าสูง ดังนั้น จะเห็นได้ว่าชั้นกรวดทรายที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าสูงจะแสดงถึงชั้นน้ำที่ดี อย่างไรก็ตามชั้นกรวดทรายนี้มีชั้นดินแทรกอยู่ ถ้าเป็นชั้นกรวดที่มีดินปนค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานก็จะต่ำกว่าธรรมดา ในกรณีของชั้นหินเนื้อแน่น ถ้าจะพยายามหาน้ำจากชั้นหินประเภทนี้จะหาได้จากรอยเลื่อนของหินหรือรอยแตกของหิน ปัญหาสำหรับการปฏิบัติก็คือต้องรู้แนวเลื่อนหรือแนวแตกของหินที่แยกเป็นร่องเก็บน้ำว่าอยู่ในแนวไหนและระดับใด เพื่อจะกำหนดจุดเจาะให้ผ่านรอยเลื่อนนั้น จึงจำเป็นต้องสำรวจหาแนวเลื่อนดังกล่าว รอยเลื่อนนี้จะรู้ได้ชัดเจนจากค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานของหินในบริเวณนั้น ในเขตที่มีชั้นหินผุหรือกร่อนทับถมเป็นชั้นหนาข้างบนชั้นหินแข็ง โดยทั่วไปเมื่อชั้นหินผุนั้นอยู่ในสภาพแห้งคือไม่มีน้ำขังอยู่ จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าไม่ต่าง

จากหินแน่นนัก แต่ถ้ามีน้ำอยู่ด้วยจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานจะต่ำ โดยทั่วไปชั้นทราย กรวด หรือหินผุที่ให้น้ำจะมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำกว่าดินตะกอนที่อยู่ในสภาพแห้งและหิน แต่ดังกล่าวจะสูงถ้าเทียบกับชั้นดินตะกอนหรือดินเหนียวที่อุ้มน้ำ ผู้ทำหน้าที่ปฏิบัติหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าจะมีความชำนาญขึ้น ถ้าได้วัดหาค่าดังกล่าวซ้ำๆ กันในท้องที่ที่มีสภาพทางธรณีเหมือนกัน

1.2 วิธีทางธรณีฟิสิกส์อีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการสำรวจด้านน้ำบาดาล ก็คือการวัดการหักเหของคลื่นการสั่นสะเทือนโดยใช้วิธี Seismic Refraction Method ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Seismograph สามารถรู้ถึงความลึกและชนิดของชั้นดินชั้นหินข้างใต้จากความเร็วของคลื่นการสั่นสะเทือน วิธีดังกล่าวเหมาะจะใช้ในท้องที่ที่มีหินเป็นพื้นอยู่ไม่ลึกจากผิวดินนัก ชั้นหินต่างๆ ที่กล่าวถึงเช่น หินแกรนิต หินปูน ซึ่งมีความเร็วของคลื่นการสั่นสะเทือนอยู่ในช่วงระหว่าง 4 ถึง 6 กิโลเมตร/วินาที ในหินชั้น เช่น หินทราย หินดินดานและอื่นๆ ความเร็วของคลื่นสั่นสะเทือนจะอยู่ในช่วงระหว่าง 1.5 ถึง 3 กิโลเมตร/วินาที ในชั้นดินร่วนจะอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 1.5 กิโลเมตร/วินาที ในดินเหนียวจะอยู่ประมาณ 1 กิโลเมตร/วินาทีหรือต่ำกว่า

2. เทคนิคอื่นๆ

นอกจากทั้งสองวิธีดังกล่าว วิธีที่นิยมใช้กันอยู่ยังมีวิธีทางธรณีฟิสิกส์อื่นๆ อีก เช่น วิธีวัดหาแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) โดยเครื่องมือที่เรียกว่า Gravimeter ทั้งนี้ เนื่องจากดินหรือหินชนิดต่างๆ มีค่าความหนาต่างกัน ค่าความโน้มถ่วงของโลกในท้องที่ต่างๆ จึงไม่เท่ากัน อีกวิธีหนึ่งที่ใช้คือวิธีวัดค่าแม่เหล็ก (Magnetic Method) โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Magnetometer ทั้งนี้ก็เพราะในหินแต่ละชนิดจะมีแร่ที่เป็นแม่เหล็กปนอยู่ในปริมาณต่างๆ กัน ในทะเลทรายผิวดินข้างบนจะมีค่าความต้านทานสูง วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าจะใช้ไม่ได้ผล จำเป็นต้องใช้วิธี Electro-magnetic Method จึงจะหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน (ค่าต่ำ) จากชั้นน้ำลึกๆ ได้ ลำน้ำโบราณที่ตื้น เขินจนหมดสภาพแล้ว เป็นแหล่งน้ำบาดาลที่ดี สามารถตรวจพบได้ด้วยวิธีวัดหาค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า สามารถจะทำการศึกษาการแทรกหรือรูกล้ำของน้ำทะเลเข้ามาในชั้นน้ำจืดได้โดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า

1. การเจาะบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินแข็ง

น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งถูกกักเก็บไว้ในชั้นทรายหรือรอยแตกรอยแยกของหินใต้ผิวดินลงไป ปัจจุบันถือได้ว่าน้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำสะอาดที่มีอยู่ทั่วไปและนำมาใช้ประโยชน์ด้วยการลงทุนที่ต่ำโดยการเจาะบ่อน้ำบาดาล การดำเนินการเจาะบ่อน้ำบาดาลจะยากง่าย หรือเสียค่าใช้จ่ายมากน้อยต่างกันไปตามสภาพทางธรณีวิทยาของชั้นดินชั้นหินข้างใต้และชนิดของเครื่องจักรที่นำมาใช้ ซึ่งแต่เดิมเป็นที่ทราบทั่วไปว่าการเจาะบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินแข็งทำได้ยาก สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย และเครื่องจักรบางชนิดไม่สามารถเจาะผ่านลงในชั้นหินได้เลย แต่ในปัจจุบันวิธีการเจาะและเครื่องจักรอุปกรณ์ได้พัฒนามากจนสามารถเจาะบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินแข็งได้สะดวกรวดเร็วและประหยัด โดยวิธีการและเครื่องจักรในลักษณะเดิม การเจาะที่พัฒนามานั้นเป็นลักษณะกระแทกหินด้วยหัวเจาะที่อาศัยการทำงานด้วยแรงลม

2. การเจาะแบบกระแทกด้วยแรงลม

อุปกรณ์ที่เรียกว่าหัวกระแทกด้วยแรงลมประกอบด้วยกระบอกกระแทกรูปทรงกระบอก ภายในมีกลไกขับเคลื่อนด้วยลมอัดให้หัวเจาะซึ่งต่ออยู่ที่ปลายล่างกระแทกขึ้นลง ส่วนปลายบนของกระบอกต่อกับก้านเจาะที่ต่อจากปั้นจั่นเหนือหลุมเจาะ หัวเจาะที่ขับเคลื่อนลงจะกระแทกเนื้อหินให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆ และขึ้นมาปากหลุมเจาะด้วยลมจากหัวกระแทกที่มีความเร็วสูง ก้านเจาะที่กล่าวถึงข้างต้นเป็นท่อเหล็กกลวงต่อกันเรื่อยลงไปตามความลึกที่เจาะได้และใช้เป็นท่อนำลมจากเครื่องอัดลมไปยังหัวกระแทก ขณะเดียวกันระหว่างที่หัวกระแทกทำงาน ก้านเจาะจะหมุนไปพร้อมๆ กัน แรงลมที่ใช้กับหัวกระแทกจะมีแรงดันที่ 7 ถึง 18 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (100 ถึง 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ซึ่งจะทำให้หัวเจาะทำงานกระแทกที่ความถี่ 10 ถึง 20 ครั้งต่อวินาที ปัจจุบันความถี่สูงเป็นที่นิยมใช้เพราะเจาะได้รวดเร็ว เพื่อให้สามารถเจาะได้ลึกขึ้นการเจาะด้วยหัวกระแทกควรรใช้เครื่องอัดลมที่มีแรงดันสูง (มากกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ส่วนเศษหินแตกจากการกระแทกของหัวเจาะจะขึ้นมาถึงปากหลุมเจาะ ด้วยแรงพยุงของลมที่เป่าขึ้นปากบ่อด้วยความเร็วสูง ความเร็วของลมที่เป่าขึ้นปากหลุมนี้มีความเร็ว 15 ถึง 20 เมตรต่อวินาที (3,000 ฟุตต่อวินาที ถึง 4,000 ฟุตต่อวินาที) ขนาดของหัวเจาะที่ใช้ทั่วไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 หรือ 8 นิ้วซึ่งจะเจาะได้บ่อน้ำบาดาลในเนื้อหินมีเส้นผ่าศูนย์กลางตามขนาดของหัวเจาะ

3. การเลือกเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อใช้เจาะแบบหัวกระแทกด้วยแรงลม

อุปกรณ์หัวกระแทกด้วยแรงลมนี้ สามารถใช้กับเครื่องจักรเจาะบ่อน้ำบาดาลแบบหมุนตรง (Direct rotary) ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป โดยเพิ่มเครื่องอัดลมแรงดันสูงเป็นอุปกรณ์ช่วยซึ่งควรพิจารณาเลือกดังนี้ คือ

3.1 เครื่องจักรเจาะบ่อน้ำบาดาลที่จะเลือกใช้จะเป็นเครื่องเจาะแบบหมุนตรง นำมาใช้ได้ทั้งเครื่องจักรที่มีขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ แต่ควรจะเป็นเครื่องจักรขนาดกลางขึ้นไป เพราะสามารถใช้กับก้านเจาะขนาดใหญ่ได้สะดวก และมีเนื้อที่บนฐานแท่นเจาะกว้างพอที่จะติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมบางชิ้นได้โดยง่าย เช่น เครื่องอัดน้ำมันหล่อลื่นเข้าเส้นท่อลมสำหรับหล่อลื่นชุดหัวกระแทก และเครื่องอัดน้ำโม่ผ่านก้านเจาะลงก้นบ่อเพื่อช่วยพยุงเศษหินที่กัดโดยหัวเจาะขึ้นมายังปากบ่อ

3.2 เครื่องอัดลมที่จะเลือกใช้สามารถแยกพิจารณาส่วนสำคัญของเครื่องอัดลมได้ออกเป็นสองส่วน คือ

3.2.1 แรงดันของเครื่องอัดลม จากการใช้งานโดยทั่วๆ ไปพบว่า เครื่องอัดลมที่มีแรงดันลม 7 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เมื่อนำมาใช้กับชุดหัวกระแทก จะทำให้หัวเจาะกระแทกหินด้วยความถี่ประมาณ 10 ครั้งต่อวินาที และสามารถเจาะได้ลึกประมาณ 70 เมตร ด้วยอัตราการเจาะผ่านหินถึง 6 เมตรต่อชั่วโมง (อัตราการเจาะแตกต่างกันไปตามความแข็งของหิน) ในขณะที่เดียวกันเครื่องอัดลมที่มีแรงดันลม 18 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เมื่อนำมาใช้จะทำให้หัวเจาะกระแทกหินได้ด้วยความถี่ประมาณ 20 ครั้งต่อวินาที และสามารถเจาะผ่านเนื้อหินได้ลึกกว่า 180 เมตร (ตามทฤษฎีได้ลึกถึง 250 เมตร) ด้วยอัตราการเจาะ 12 เมตรต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบการใช้เครื่องอัดลมที่มีแรงดันลมต่างกันทั้งสองขนาดข้างต้นแล้ว จะเห็นได้ว่าเครื่องอัดลมที่มีแรงดันลมสูงให้ประสิทธิภาพและสมรรถนะในการทำงานสูงกว่าเครื่องอัดลมที่มีแรงดันลมต่ำ และจากข้อเปรียบเทียบที่ให้ข้อดีดังกล่าว หัวกระแทกที่ผลิตจำหน่ายและเป็นที่ยอมรับอยู่ในปัจจุบันจึงเป็นชนิดที่เหมาะสมที่จะใช้กับแรงดันลมสูง (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือสูงกว่า)

3.2.2 ปริมาณลมที่จ่ายได้ของเครื่องอัดลม จากที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 2

ข้างต้น เศษหินที่ถูกกัดโดยการกระแทกของหัวเจาะจะขึ้นจากกันหลุมถึงปากหลุม ด้วยแรง พยุงของลมที่เป่าขึ้นด้วยความเร็วสูง ความเร็วของลมจะอยู่ระหว่าง 15 ถึง 20 เมตร ต่อวินาที (3,000 ถึง 4,000 ฟุตต่อนาที) ดังนั้น ปริมาณลมที่จ่ายจากเครื่องอัดลมผ่านไป จนถึงกันหลุมเจาะ จะต้องมามีปริมาณมากพอที่จะให้ลมเป่าขึ้นจากหลุม ด้วยความเร็วตามที่ ต้องการ ปริมาณลมที่ต้องการสามารถคำนวณได้ ดังนี้

"ปริมาณลมที่ต้องการ เท่ากับ ผลคูณของความเร็วม กับ พื้นที่หน้าตัดของบ่อ"

ปริมาณลมที่ต้องการ คือ ปริมาณลมที่จ่ายได้ของเครื่องอัดลมหรือจะเรียกอีก อย่างหนึ่งก็คือขนาดของเครื่องอัดลม มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

ความเร็วม คือ ความเร็วลมที่เป่าขึ้นจากกันหลุม 3,000 ถึง 4,000 ฟุต ต่อนาที

พื้นที่หน้าตัดของบ่อ คือ พื้นที่หน้าตัดของบ่อเจาะที่ลมเป่าผ่านขึ้นปากบ่อ เป็น พื้นที่หน้าตัดหรือช่องว่างระหว่างผนังบ่อเจาะและผิวนอกของก้าน เจาะ จึงเป็นพื้นที่วงแหวนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวเจาะและมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่า กับขนาดของก้านเจาะ มีหน่วยเป็น ตารางฟุต

ดังนั้นเมื่อพิจารณาใช้ก้านเจาะที่แข็งแรงและเหมาะสมกับงานคือขนาดมาตรฐาน เส้นผ่าศูนย์กลาง $3 \frac{1}{2}$ นิ้ว จากผลการคำนวณพบว่า ถ้าเจาะบ่อน้ำบาดาลด้วยหัวเจาะ ขนาด 8 นิ้ว จะต้องใช้เครื่องอัดลมที่สามารถจ่ายลมได้ระหว่าง 850 ถึง 1,150 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และถ้าใช้หัวเจาะขนาด $6 \frac{1}{2}$ นิ้ว จะต้องใช้เครื่องอัดลมที่มีขนาด ระหว่าง 500 ถึง 660 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที เมื่อพิจารณาถึงขนาดของเครื่องอัดลม 700 กับ 1,200 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีแล้วพบว่าเครื่องอัดลมที่ขนาดใหญ่โตไม่เหมาะสมที่จะเคลื่อน

ย้ายและใช้งานในสนามได้ ส่วนขนาดที่เล็กกว่า (700 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) แม้จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ แต่สามารถเคลื่อนย้ายและใช้งานในสนามได้สะดวก

4. สรุปการพิจารณาขนาดของเครื่องอัดลม

จากการพิจารณาตามข้อ 3.2 เห็นได้ว่า เครื่องอัดลมที่จะเลือกมาใช้งาน ควรจะเป็นขนาดที่จ่ายลมได้ไม่น้อยกว่า 700 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีที่แรงดันลม 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ส่วนกรณีที่ต้องการเจาะบ่อน้ำบาดาลขนาดใหญ่ขึ้นสามารถทำได้โดยอัดน้ำโพนที่มีลักษณะคล้ายฟองสบู่ผสมไปกับลม เพื่อช่วยพยุงเศษหินให้ขึ้นมาถึงปากบ่อได้ เครื่องอัดลมขนาดดังกล่าวจึงมีขนาดพอเหมาะ ที่จะใช้เจาะบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินด้วยหัวพระแทกด้วยแรงลม และเครื่องอัดลมที่จะนำมาใช้ควรเป็นชนิดเคลื่อนย้ายได้ โดยเป็นแบบลากจูงสามารถใช้งานในสนามได้สะดวก พร้อมทั้งจะช่วยเสริมสมรรถนะของเครื่องจักรเจาะบ่อน้ำบาดาลแบบหมุนตรง ซึ่งปรากฏอยู่เสมอว่าเมื่อเจาะผ่านชั้นดินชั้นทรายแล้ว เจอชั้นหิน จะไม่สามารถเจาะต่อไปได้ จำเป็นต้องหยุดเจาะไว้เพียงเท่านั้นแล้วเคลื่อนย้ายเครื่องจักรออกไป ซึ่งส่วนที่เจาะไปแล้วต้องสูญเสียแรงงานเปล่าไปอย่างน่าเสียดาย

การคำนวณหาขนาดหอถังสูงและเครื่องสูบน้ำ

บ่อน้ำบาดาลที่ให้น้ำได้ปริมาณมาก และมีคุณภาพของน้ำดีสามารถจะจัดสร้างโครงการเสริมต่อด้วยการนำน้ำจากบ่อน้ำบาดาลมาใช้อย่างเป็นระบบ เช่น จัดทำระบบประปาให้กับชุมชนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับบ่อน้ำบาดาลนั้น และระบบประปาที่ให้น้ำจากบ่อน้ำบาดาลนับได้ว่าเป็นระบบประปาที่ลงทุนน้อย ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็น ค่าเครื่องสูบน้ำ หอถังสูง เส้นท่อ และตัวบ่อน้ำบาดาล ซึ่งต่างจากระบบประปาที่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินที่จำเป็นต้องมีระบบปรับคุณภาพน้ำราคาแพง

1. การพิจารณาหาปริมาณการใช้ น้ำ

เป็นการหาปริมาณความต้องการใช้น้ำของชุมชนนั้น ทั้งนี้ พิจารณาได้จากความเจริญหรือความจำเป็นในการใช้น้ำของชุมชนนั้นๆ ความต้องการใช้น้ำนี้จะแตกต่างกันไปตั้งแต่ 50 ถึง 250 ลิตร/คน/วัน ได้จากการประเมินผลจากข้อมูลที่สามารถสำรวจได้และจากข้อมูลความต้องการใช้น้ำนี้ สามารถนำมาคำนวณหาขนาดของระบบประปาที่จะจัดสร้าง

โดยใช้บ่อน้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำได้

บ่อน้ำบาดาลที่พิจารณานำมาเป็นแหล่งน้ำสำหรับระบบประปาโดยทั่วไปจะมีขนาดบ่อ 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว สำหรับบ่อขนาด 4 นิ้ว สามารถสูบน้ำมาใช้ได้สูงสุดประมาณ 15 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และสำหรับบ่อขนาด 6 นิ้ว จะได้ 30 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เมื่อทราบข้อมูลดังกล่าวแล้ว ก็สามารถคำนวณหาขนาดท่อถึงสูงและขนาดเครื่องสูบน้ำที่ต้องการได้ต่อไป

2. ความต้องการใช้น้ำของประชากรในช่วงเวลาต่างๆ

การคำนวณหาขนาดของท่อถึงสูงและขนาดของเครื่องสูบน้ำ ยังจำเป็นต้องทราบค่าความต้องการใช้น้ำของประชากรในช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาของวัน ความต้องการใช้น้ำจะไม่เท่ากัน ตอนกลางวันจะมีการใช้น้ำมาก ส่วนตอนกลางคืนจะใช้น้ำน้อยกว่า จากการศึกษาทราบได้ว่าถ้าจ่ายน้ำให้ที่อัตราคงที่อัตราหนึ่ง (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง) เปอร์เซนต์เฉลี่ยการใช้น้ำ (% of average hourly flow) สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ดังตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2 พร้อมทั้งตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System หรือ MIS.)

การบริหารจัดการ ไม่ว่าจะในส่วนของรัฐหรือเอกชนต่างนำเอาระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการดำเนินงานที่รับผิดชอบ ทั้งในด้านการชี้แนะ การวางแผนและการตัดสินใจ ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการหรือที่เรียกว่า Management Information System หรือ MIS. เป็นระบบที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องทันต่อเวลาและตรงต่อความต้องการของผู้บริหารในหน่วยงานในระดับต่างๆ เพื่อช่วยให้ผู้บริหารสามารถดำเนินการชี้แนะ วางแผน และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพอันจะก่อให้เกิดผลดีต่อกิจการ การพัฒนาระบบ MIS. จำเป็นต้องศึกษาข้อมูล ปัญหาของระบบที่ใช้อยู่ รวมทั้งต้องเน้นในด้านความต้องการของผู้บริหารเป็นหลัก ผู้พัฒนาระบบ MIS. นอกจากจะต้องรู้หลักการพัฒนา MIS. แล้ว ยังต้องเข้าใจงานบริหาร เพื่อให้สามารถสื่อสารให้ได้ลักษณะ MIS. ที่ผู้บริหารต้องการ MIS. เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในยุคคอมพิวเตอร์

การพัฒนา MIS. อาจไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ก็ได้ แต่ถ้าหากปริมาณของข้อมูลมีมาก และอยู่กระจัดกระจาย การเรียกใช้ต้องการความรวดเร็วฉบับแล้ว คอมพิวเตอร์ สามารถช่วยงานดังกล่าวได้ ในด้านเพิ่มพูนสมรรถภาพของการทำงาน ช่วยในการป้อน ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจและช่วยลดรายจ่ายขององค์กร

ผู้บริหารสามารถใช้ระบบ MIS. ช่วยในงานด้านวางแผน ซึ่งแนบ ควบคุม ดังนี้

1. ในด้านการวางแผน ใช้ข้อมูลในอดีตจาก MIS. เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตได้
2. คำนวณค่าที่เหมาะสมที่สุด (optimization)
3. ให้ข้อสรุปปัจจุบัน ช่วยในการควบคุมการปฏิบัติงานที่ดำเนินอยู่ และยังช่วย เป็นสัญญาณเตือนภัยให้ผู้บริหารได้เตรียมการแก้ไข ในกรณีที่ได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ

ลักษณะของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการหรือ MIS.

MIS. เป็นระบบข้อมูลที่จัดทำขึ้นเพื่อช่วยการดำเนินงานของผู้บริหารให้สามารถ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีลักษณะที่ประกอบด้วยข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับงาน ของผู้บริหารระดับต่างๆ ซึ่งลักษณะงานอันหมายถึงลักษณะข้อมูลที่ต้องการใช้ก็ย่อมแตกต่างกันออกไป ระบบสารสนเทศในหน่วยงาน จึงมักต้องสร้างขึ้นในลักษณะที่สามารถให้สารสนเทศกับทุกฝ่ายที่ต้องการ โดยทั่วไประบบสารสนเทศจะประกอบด้วย สารสนเทศใน ระดับต่างๆ อาจแสดงได้ด้วยรูปปรางมิตดังนี้



รูปปิรามิดจัดระดับผู้บริหารออกเป็น 3 กลุ่มคือ ผู้บริหารระดับปฏิบัติการ ผู้บริหารระดับกลาง และผู้บริหารระดับสูง และเห็นว่าผู้บริหารระดับต่างๆ มีความต้องการสารสนเทศเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจแตกต่างกัน แต่ไม่ว่าจะเป็นระดับผู้ปฏิบัติการหรือระดับบริหารก็ต้องมีการตัดสินใจทั้งนั้น

ระบบสารสนเทศโดยทั่วไป

1. ระบบสารสนเทศ (Information System) หมายถึงระบบการผลิตสารสนเทศ ซึ่งประกอบไปด้วย บุคคล เครื่องมือ ความคิดและกิจกรรมต่างๆ ที่รวมกันเพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดระบบให้เป็นสารสนเทศ ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงาน และประกอบการวินิจฉัยสั่งการตามความต้องการของผู้บริหารได้ทันที

ในระบบสารสนเทศจะมีฐานข้อมูล ซึ่งเป็นศูนย์กลางการเก็บสะสมข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมไว้อย่างมีระบบตามลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูล และจะต้องปราศจากความซ้ำซ้อนของข้อมูล สามารถเรียกใช้เพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้หลายฝ่ายพร้อมกันได้ตามความต้องการ ฐานข้อมูลเป็นแหล่งสะสมข้อมูลทั้งหมดขององค์กร ฐานข้อมูลที่ดีย่อมจะสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ขององค์กรหรือสามารถนำไปใช้งานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

ลักษณะการเก็บข้อมูลจำนวนมากไว้ในที่เดียวกัน สามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเก็บไว้ในสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดความจุมาก (Mass storage) เช่น เทปแม่เหล็ก จานแม่เหล็ก ฯลฯ การเรียกใช้ข้อมูลกระทำได้โดยใช้ระบบโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล (Data Base Management System: DBMS) ที่ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลที่ต้องการและส่งให้กับโปรแกรมใช้งาน (Application program) เพื่อจัดกระทำหรือประมวลผลให้เป็นสารสนเทศ สำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจในการบริหารและการวางแผน

2. ระบบสารสนเทศที่ดี จะต้องเป็นระบบที่ทำหน้าที่ครบถ้วนทั้ง 3 ระดับต่อไปนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูลและการเก็บรักษาข้อมูล ด้วยการบันทึกไว้เพื่อเป็นตัวแทนของเหตุการณ์และกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่งเวลาใดของหน่วยงาน

2.2 การเรียกข้อมูลมาใช้และการรายงานข้อมูลเป็นระยะๆ ในรูปของการสรุปรวม เพื่อแสดงสถานการณ์ปัจจุบันของเหตุการณ์หรือกิจกรรม

2.3 การวิเคราะห์และการประเมินข้อมูล หน้าที่ของระบบสารสนเทศอันนี้ถือว่าเป็นระดับสูงกว่าสองระดับขั้นต้น กล่าวคือ จากรายละเอียดข้อมูลที่รวบรวมได้ต้องนำมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ เพื่อวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งประเมินผลที่

ได้เพื่อประกอบการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายหรือเพื่อการวิจัยเฉพาะเรื่อง

3. ความสมบูรณ์และความทันสมัยของระบบสารสนเทศในองค์กร จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บสะสมข้อมูล การเรียกใช้และการวิเคราะห์ข้อมูล ช่วงของความแตกต่างมีตั้งแต่ระบบดั้งเดิมที่ค่อนข้างล้าสมัย (Primitive system) ไปจนถึงระบบที่ใช้เทคโนโลยีและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อน ซึ่งอาจจำแนกการดำเนินงานระบบสารสนเทศเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

3.1 ระบบสารสนเทศที่อาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระบบเอกสาร (Pencil and paper system) มีการใช้ตู้เก็บเอกสารเป็นจำนวนมาก - ข้อมูลจะบันทึกไว้ในบัตรหรือกระดาษ การประมวลผลต้องกระทำด้วยมือ ระบบดังกล่าวต้องใช้เวลาในการประมวลผลสารสนเทศ รวมทั้งต้องใช้บุคลากรจำนวนมาก

3.2 ระบบสารสนเทศที่เก็บสะสมข้อมูลในสื่อเพื่อการประมวลผลบางอย่าง (Batch computer system) เช่น บัตรเจาะรู เทปแม่เหล็ก ฯลฯ แล้วนำไปประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาในรูปแบบที่กำหนดไว้หรือในรูปรายงาน ระบบสารสนเทศประเภทนี้จะได้สารสนเทศเร็วกว่าประเภทแรก แต่ก็ยังเสียเวลาเตรียมข้อมูลและรอคอยผลลัพธ์ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำงานเรียงตามลำดับของงาน ซึ่งบางครั้งไม่ได้ผลลัพธ์รวดเร็วทันความต้องการ

3.3 ระบบสารสนเทศที่ใช้เครื่องรับ-ส่งข้อมูลระยะไกล (Interactive system) เป็นสื่อกลางการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง ข้อมูลทั้งหลายจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database) การเรียกใช้ข้อมูลอาศัยโปรแกรมบางอย่างเพื่อเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล ระบบนี้สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้รวดเร็วทันการ เพราะผู้ใช้สามารถติดต่อและโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันทีและโดยตรง

4. การจัดทำระบบสารสนเทศ จำเป็นจะต้องมีบุคคลหลายฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วม นับตั้งแต่ผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ ผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น รวมทั้งต้องดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ อย่างรอบคอบ ขั้นตอนในการจัดทำระบบสารสนเทศมีดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสารสนเทศที่จำเป็นต่อการวางแผนและการบริหารงาน ในขั้นนี้จะต้องร่วมมือกันระหว่างผู้บริหารและผู้ออกแบบสารสนเทศ

ขั้นที่ 2 ออกแบบหรือกำหนดองค์กรที่รับผิดชอบสารสนเทศ โดยผู้รับผิดชอบองค์กรจะกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบงานที่ต้องปฏิบัติ ระยะเวลา ค่าใช้จ่าย และบุคลากรที่จะปฏิบัติงานนั้น

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของระบบสารสนเทศ นับตั้งแต่แบบเก็บข้อมูลระบบ การดำเนินงาน โครงสร้างของระบบ วิธีการประมวลผล การเสนอรูปแบบรายงาน ซึ่งแต่ละส่วนของระบบจะต้องพิจารณาให้ละเอียดจนสามารถนำไปปฏิบัติได้

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติงานตามรูปแบบที่กำหนด พร้อมกับตรวจสอบผลการปฏิบัติงานของทุกส่วนที่ประกอบขึ้นเป็นระบบสารสนเทศ

ข้อมูลสำหรับผู้บริหารระดับต่างๆ มีลักษณะแตกต่างกันไปตามขอบเขตความรับผิดชอบของผู้บริหาร สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะของข้อมูลสำหรับผู้บริหารระดับต่างๆ

ระดับการบริหาร	ลักษณะข้อมูล			
	ปริมาณเนื้อหาข้อมูล	ประเภทข้อมูล	การควบคุม	การวางแผน
การบริหารระดับสูง	น้อย	ทั้งภายนอกและภายในหน่วยงาน	ปานกลาง	มาก
การบริหารระดับกลาง	ปานกลาง	ภายในหน่วยงาน	มาก	ปานกลาง
การบริหารระดับปฏิบัติการ	มาก	ภายในหน่วยงาน	มาก	น้อย

คุณสมบัติของสารสนเทศ

สารสนเทศที่ดีสำหรับใช้ประกอบการดำเนินการวางแผนและการบริหาร ควรจะมีคุณสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ทันต่อเวลา (Timely) สามารถจะบอกถึงสภาพการณ์หรือแนวโน้มการเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้ทันต่อการนำมาคิดหาแนวทางในการตัดสินใจได้
2. ตรงต่อความต้องการ (Relevant) มีคุณสมบัติในการสื่อความหมายความรู้และความเข้าใจให้เกิดการปฏิบัติที่ถูกต้อง สารสนเทศที่ไม่มีประโยชน์ในปัจจุบันก็ไม่ควรนำมาใช้อีก
3. ถูกต้อง (Accurate) แสดงถึงคุณค่าและคุณประโยชน์ของสารสนเทศ ที่มีความสำคัญมาก เพราะแม้สารสนเทศนั้นจะตรงต่อความต้องการและสามารถผลิตได้ทันต่อเวลา แต่ถ้าขาดความถูกต้องแล้วจะหาประโยชน์ไม่ได้เลย กลับจะนำไปสู่การตัดสินใจที่ผิดพลาดและเกิดผลเสียต่อองค์กรได้

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ

(Management Information System หรือ MIS.)

ทุกกิจการดูเหมือนจะมี MIS. อยู่แล้ว เพราะงานต่างๆ ที่ดำเนินการอยู่ มักจะมีการเก็บข้อมูล แต่การเก็บข้อมูลดังกล่าว เก็บได้ไม่ตรงตามความต้องการที่จะใช้หรือเก็บอยู่อย่างกระจัดกระจาย ไม่ได้จัดทำเป็นระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ จึงไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่ผู้บริหารจะนำไปใช้งานได้ ทำให้มักไม่ได้ข้อมูลที่ต้องการหรือกว่าจะได้ก็ไม่ทันการ

การพัฒนาระบบ MIS. ของกิจการใดๆ ควรจะพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1. พัฒนาระบบการทำงานปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงการทำงานในเชิงระบบและเป้าหมายของกิจการ โดยศึกษาจากประเด็นต่อไปนี้
 - ปัญหา
 - ลักษณะข้อมูล
 - ขั้นตอนการส่งข้อมูล

- รายงานต่างๆ ที่จัดทำ
- การติดต่อระหว่างส่วนงานต่างๆ
- ปริมาณข้อมูล
- การเพิ่มของข้อมูล
- การเรียกใช้ข้อมูล

2. พิจารณาข้อมูลที่ผู้บริหารต้องการ โดยให้ผู้บริหารเป็นผู้ชี้แนะความต้องการทั้งในปัจจุบันและในอนาคต กล่าวคือต้องมีลักษณะดังนี้คือ

- Management oriented
- Management directed

3. จัดระบบฐานข้อมูลพื้นฐาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ผู้บริหารต้องการ โดยคำนึงถึงความสะดวกในการค้นหาข้อมูลและการนำไปใช้ ดังนี้

- แหล่งที่มาของข้อมูล
- การปรับและแก้ไขข้อมูล
- การดึงข้อมูลไปใช้ของผู้บริหารระดับต่างๆ
- แสดงในลักษณะที่สามารถเข้าใจได้ง่ายๆ
- ง่ายและสะดวกต่อการเรียกใช้
- สามารถกำหนดขอบเขตของสารสนเทศที่ผู้บริหารสามารถเรียกใช้
- การนำเสนอข้อมูลที่ช่วยให้บริหารง่ายขึ้น เช่น รูปภาพนิค เป็นต้น

แนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศ

เพื่อที่จะทราบถึงโครงสร้างของหน่วยงานที่รับผิดชอบ ขั้นตอนการดำเนินการรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติ การประมวลผลและสารสนเทศที่ต้องการ จำเป็นต้องมีวิธีการดำเนินการดังนี้

- การศึกษาระบบ เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบการแบ่งหน่วยงานหน้าที่รับผิดชอบ เอกสารข้อมูลที่เป็นสารสนเทศที่มีความจำเป็น ปริมาณงานที่ดำเนินการ

- การวิเคราะห์ระบบ เป็นการศึกษาค้นคว้าปัญหาต่างๆ และความต้องการในการใช้ระบบข้อมูล การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ควรดำเนินการอย่างไรจึงจะเหมาะสมควรมีฐานข้อมูลอะไรที่จะใช้ร่วมกัน

- การออกแบบระบบ เป็นการกำหนดขั้นตอนการทำงานในการรับข้อมูล การสร้างฐานข้อมูล การกำหนดฐานข้อมูล การกำหนดผู้ดูแลฐานข้อมูล การเลือกโปรแกรมสำเร็จรูปมาใช้ งาน วิธีการสร้างระบบสารสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการกำหนดโปรแกรมที่ต้องการ

บทบาทของคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ

คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้งานประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ (Software)

ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU. (Central Processing Unit) หน่วยรับข้อมูล หน่วยแสดงผลและหน่วยความจำสำรอง

ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรมหรือชุดคำสั่งต่างๆ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามต้องการ

ซอฟต์แวร์ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้จัดการฐานข้อมูล

การจัดการข้อมูลในไมโครคอมพิวเตอร์มี 2 แนวทางคือ

1. พัฒนาระบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Package) เช่น

1.1 โปรแกรม dBase III plus

1.2 โปรแกรม FOXBase

2. การพัฒนาระบบด้วยภาษาระดับสูง การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลนอกจากจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป dBase หรือ FOXBase ระบบจัดการข้อมูลยังสามารถพัฒนาขึ้นได้โดยใช้ภาษาระดับสูง เช่น BASIC, COBOL, FORTRAN, PASCAL etc.

การเตรียมข้อมูล ประกอบด้วย

1. การจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล (Data collection)
2. การจัดการข้อมูล (Data preparation) เป็นการเตรียมข้อมูลให้อยู่ในสภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้งานได้ทันที ซึ่งแยกออกเป็น 5 ขั้นตอนด้วยกัน
 - 2.1 การบรรณาธิกรข้อมูล (Manual editing) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถามโดยใช้คน ในแง่ของจำนวนครบถ้วนและความถูกต้องภายในข้อมูล
 - 2.2 การลงรหัส เป็นการเปรียบเทียบลักษณะคำบรรยายของข้อมูลให้อยู่ในรูปของรหัส
 - 2.3 ถ่ายข้อมูลจากแบบสอบถามลงในวัสดุอุปกรณ์ที่คอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้ เช่น การ์ด เทปแม่เหล็ก แผ่นดิสเก็ต ฯลฯ โดยใช้ระบบ Data entry system ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน 2 ขั้นตอน ดังนี้
 - 2.3.1 บันทึกข้อมูลลงใน Disk
(To key data or to entry data)
 - 2.3.2 ตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลที่เพิ่งบันทึกลงไป
(Verify)
 - 2.4 ตรวจสอบความถูกต้องด้วยคอมพิวเตอร์ (Machine editing) แม้ว่าจะได้มีการตรวจสอบข้อมูลและทวนสอบข้อมูลที่บันทึกใน Disk แล้ว แต่ทั้ง 2 ขั้นตอนก็ดำเนินการโดยใช้คนซึ่งอาจผิดพลาดได้ เนื่องจากความเห็นผิดเพี้ยนหรือเหตุผลอื่นๆ จึงมักมีการตรวจสอบข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์อีกครั้งหนึ่ง
 - 2.5 การแก้ไขข้อมูลที่ผิด (Updating data) เป็นการแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดในข้อ 2.4 แบ่งออกได้ดังนี้
 - 2.5.1 กรณีที่ข้อมูลซ้ำกัน ใช้วิธีการลบ Record ที่ซ้ำกันออก เรียกว่า Delete record
 - 2.5.2 กรณีที่ Record หายไป จะทำการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าไปเรียกว่า Insert record

2.5.3 กรณีที่บาง Field มีค่าผิดไปหรือไม่สัมพันธ์กัน จะแก้ที่ Field นั้นๆ เรียกว่า Updating record

หลังจากแก้ไขข้อมูลใน File เสร็จแล้ว ต้องนำข้อมูลผ่านขั้นตอนที่ 2.4 (Machine editing) อีกที เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง หากพบความผิดพลาด จะต้องทำการแก้ไขโดยขั้นตอนที่ 2.5 สลับกันไปจนกระทั่งข้อมูลถูกต้องหมด เป็นอันเสร็จสิ้นการเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นนี้ จะเก็บเป็นฐานข้อมูลในแต่ละเรื่อง มีการทำสำเนา (Back up) เป็นครั้งคราว โดยหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการรักษาฐานข้อมูล

ระบบสารสนเทศและการจัดการฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การนำคอมพิวเตอร์มาจัดการฐานข้อมูลด้านน้ำบาดาล ได้มีผู้ศึกษาไว้หลายระบบ เช่น Baker, H.C. and Foulk, D.G. (1975) ได้สร้างโปรแกรม WATSTORE. ใช้ภาษาฟอร์แทรน ทำงานบนเครื่องเมนเฟรม IBM. 360 ประกอบด้วยฐานข้อมูล 3 ไฟล์ คือ ฐานข้อมูลด้านสถานที่ตั้ง ฐานข้อมูลด้านอุทกวิทยาและธรณีวิทยา ฐานข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำของประเทศสหรัฐอเมริกา เรียกใช้ข้อมูลได้โดยการกำหนดสถานที่ตั้งหรือกำหนดขนาดการใช้ น้ำของชุมชนอุตสาหกรรมเพื่อหาสถานที่ที่เหมาะสม

H.U.Khan, S.M.Khan and T.Husain (1988) สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัย คิงฟาฮัด (The Research Institute, King Fahd University of Petroleum and Minerals) พัฒนาโปรแกรม GWRD. (Groundwater Resources Database) เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำบาดาลของพื้นที่ประเทศซาอุดีอาระเบีย โดยใช้ภาษา Query ในระบบโปรแกรม dBase III plus ทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM. PC/AT หน่วยความจำ 250 K.RAM

ENSIC. (The Environmental Sanitation Information Center) จัดตั้งศูนย์ข้อมูลขึ้นในปี 1978 ที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (A.I.T.) ใช้โปรแกรม CDS/ISIS มีฐานข้อมูลเกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ 3 ไฟล์ คือ ข้อมูลการใช้ น้ำในเขตชนบททั่วประเทศ ข้อมูลแหล่งน้ำทั้งผิวดินและใต้ดินที่มีอยู่แล้วและกำลังก่อสร้าง ข้อมูลด้าน

เกษตรกรรมและผลิตผลทางด้านเกษตรทั่วประเทศ เรียกว่าใช้ข้อมูลได้โดยการกำหนด
 สถานที่ กำหนดประเภทของพืชที่เพาะปลูก หรือกำหนดขนาดชุมชนที่ไปตั้งถิ่นฐาน
 โครงการนี้ได้รับความช่วยเหลือจาก IDRC. (The Institute's Environmental
 Engineering and the Library and Regional Documentation Center.)
 และ CIDA. ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐบาลประเทศออสเตรเลีย

ศูนย์ประสานการพัฒนาชนบทแห่งชาติ และโครงการร่วมไทย-ออสเตรเลีย ได้
 จัดทำระบบข้อมูลแหล่งน้ำเพื่อการวางแผน โดยมีกรมการพัฒนารัฐบาลเข้าร่วมพัฒนาแบบสอบ
 ถามและดำเนินการจัดเก็บข้อมูลทุกจังหวัด ซึ่งดำเนินการเสร็จสิ้นในเดือนธันวาคม 2531
 ใช้โปรแกรม dBase IV จัดทำรายงานได้หลายรูปแบบโดยผู้ใช้สามารถตั้งเงื่อนไขต่าง ๆ
 ได้ มีคำสั่ง SQL (Structured Query Language)

กรมทรัพยากรธรณี ภายใต้โครงการร่วมไทย-ออสเตรเลีย ได้นำเสนอแผนที่น้ำ
 ใต้ดิน สามารถบอกศักยภาพน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่ เช่น ปริมาณน้ำ คุณภาพน้ำ โครงสร้าง
 ของดินและหิน กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาให้ผนวกข้อมูลแหล่งน้ำของศูนย์ประสานการ
 พัฒนาชนบทแห่งชาติ ใช้โปรแกรม ARC-Info บนเครื่องคอมพิวเตอร์ Mainframe ของ
 มหาวิทยาลัยขอนแก่นทำแผนที่ และให้มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์จัดทำโปรแกรม SQL ใน
 dBase IV เพื่อสะดวกในการนำข้อมูลที่เป็นตัวเลขแสดงผลทางแผนที่

โครงการสนับสนุนการพัฒนาแหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งอยู่ภายใต้ความ
 ร่วมมือไทย-ออสเตรเลีย ได้จัดทำฐานข้อมูลด้านการบำรุงรักษาและด้านวิศวกรรมของบ่อ
 และเครื่องสูบน้ำ (WAPMED) ขึ้นในเดือนมิถุนายน 2531 ประกอบด้วยแผนงานซ่อมบำรุง
 รักษาซึ่งจะบันทึกข้อมูลวันที่ และประเภทของการซ่อมบำรุงรักษาที่ได้ดำเนินการ แผนงาน
 วิศวกรรม เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับรายละเอียดของบ่อ การก่อสร้าง รายละเอียดทาง
 ชลศาสตร์และการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เพื่อช่วยในการจัดสรรงบประมาณสำหรับการบำรุง
 รักษาบ่อน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพ และเป็นการช่วยรักษาการใช้น้ำอุปโภคบริโภคของ
 หมู่บ้านให้คงสภาพใช้งานได้ไม่เสื่อมโทรมลงไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัยและการรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการ

ขั้นตอนการพัฒนาระบบสารสนเทศมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวมความต้องการ (Requirement) ของผู้ใช้ (User) นั่นคือ ก่อนอื่นต้องมีการสอบถามหรือสัมภาษณ์ผู้ใช้ว่า ต้องการระบบที่มีความสามารถอย่างไรบ้าง มีหน้าตาเป็นอย่างไร ข้อมูล (Input) ของระบบคืออะไร และต้องการผลลัพธ์ (Output) เป็นอย่างไรบ้าง ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะหากข้อมูลที่ได้ไม่ละเอียดพอจะทำให้การวางระบบออกมาไม่ตรงความต้องการของผู้ใช้และต้องเสียเวลาแก้ไข

2. วิเคราะห์ความต้องการและออกแบบระบบ นั่นคือ เมื่อได้รับความต้องการต่างๆ ของผู้ใช้ครบถ้วนแล้ว ก็ต้องวิเคราะห์และออกแบบระบบ เช่น ระบบนี้ควรมีส่วนย่อยในการทำงานกี่ส่วน (Module) แต่ละส่วนย่อยมีหน้าที่ทำอะไรบ้าง เพื่อให้ได้ระบบที่ตรงความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

3. เลือกใช้ภาษาโปรแกรมที่เหมาะสม

4. ลงมือเขียนโปรแกรม (Coding or Implementation)

5. ทดสอบ-แก้ไข-ปรับปรุงโปรแกรม (Verification) ขั้นตอนนี้สำคัญมาก คือเมื่อโปรแกรมเสร็จแล้วจะต้องมีการทดสอบว่าทำงานได้ตามที่ต้องการจริงหรือไม่ โดยอาจมีการเขียนโปรแกรมทดสอบ หรือใช้ข้อมูลจริงบางส่วนมาทดสอบก็ได้ อย่างไรก็ตาม การทดสอบต้องพยายามทำให้ได้ในทุกๆ กรณี เช่น กรณีข้อมูลถูกต้อง กรณีการจบของโปรแกรม กรณีที่เกิดความผิดพลาดทางฮาร์ดแวร์ (เช่น ไฟดับ) เป็นต้น ถ้าหากพบข้อบกพร่องหรือผิดพลาดในการทดสอบก็จัดการปรับปรุงและแก้ไขระบบให้สมบูรณ์

6. ทำเอกสารประกอบโปรแกรม (Documentation) รวบรวมรายละเอียดของระบบทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นที่มา วัตถุประสงค์ หน้าที่ วิธีการทำงานและวิธีการใช้งานโปรแกรมย่อยต่างๆ ในระบบ วิธีการพัฒนา-ขยาย-เปลี่ยนแปลงระบบ

7. การบำรุงรักษา (Maintenance) หมายถึงการตัดแปลงแก้ไขโปรแกรมตามความเหมาะสม ทั้งนี้เพราะระบบสารสนเทศที่เสร็จสมบูรณ์และเหมาะสมกับงานในครั้งแรก อาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่มีเพิ่มขึ้นในเวลาต่อมาได้ ดังนั้น จึงต้องมีขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบ (maintenance) ซึ่งต้องอาศัยเอกสารประกอบที่ดีด้วย มิฉะนั้นหากเกิดความต้องการเพิ่มเติม หรือเปลี่ยนแปลงระบบเพียงเล็กน้อยก็อาจจะต้องเริ่มวางระบบใหม่ทั้งหมด ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก

3.1 เครื่องมือที่ใช้และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา และระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำขนาด 1,024 KB.
2. จอภาพ (Monitor) จำนวน 1 เครื่อง
3. ฮาร์ดดิส (Harddisk) ขนาดความจุ 40 MB.
4. เครื่องอ่านแผ่นดิสเก็ต (Disk drive) ขนาด 1.2 MB.
จำนวน 1 เครื่อง
5. แป้นพิมพ์ไทย-อังกฤษ (Keyboard) จำนวน 1 ชุด
6. เครื่องพิมพ์ (Printer) รุ่น LQ-1170 จำนวน 1 เครื่อง
7. โปรแกรมสำเร็จรูป dBase III plus
8. แผนที่ขนาด 1 : 50,000
9. แบบรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบ่อน้ำบาดาล

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ระบบข้อมูลบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทยที่ได้จัดทำขึ้นนี้ ได้มีการรวบรวมข้อมูลข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับบ่อน้ำบาดาลทั่วประเทศจากกองพัฒนาบ่อน้ำบาดาล กรมโยธาธิการ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบฟอร์มสำหรับรวบรวมข้อมูลบันทึกเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ (ภาคผนวก 1) ซึ่งครอบคลุมตัวแปรดังนี้คือ

ก. ลักษณะของบ่อและคุณสมบัติทางชลศาสตร์

- หมายเลขบ่อ
- สถานที่ตั้งของบ่อ ชื่อหมู่บ้าน หมู่ที่ ตำบล อำเภอ จังหวัด
- หมายเลขแผนที่ที่บ่อตั้งอยู่
- Grid location
- ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล
- ความลึก
- วิธีการเจาะ
- วันที่เริ่มเจาะ
- วันที่เจาะเสร็จ
- ผู้เก็บตัวอย่างดินหรือหิน
- ผู้ตรวจสอบ
- ขนาดท่อกรบ่อ
- ความยาวท่อกรบ่อ
- ขนาดท่อกรองน้ำ
- ความยาวท่อกรองน้ำ
- ระดับน้ำคงที่
- ปริมาณน้ำที่สามารถสูบขึ้นมาได้
- ระยะเวลาลดเมื่อสูบทดสอบ
- ชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งประจำ
- วิธีการวัดปริมาณน้ำ

ข. คุณภาพน้ำ

- หมายเลขเอกสารวิเคราะห์น้ำ
- วันที่เก็บตัวอย่างน้ำ
- วิธีการเก็บตัวอย่าง
- กลิ่น

- อุณหภูมิ
- สี
- ความชื้น
- คุณสมบัติในการนำไฟฟ้า

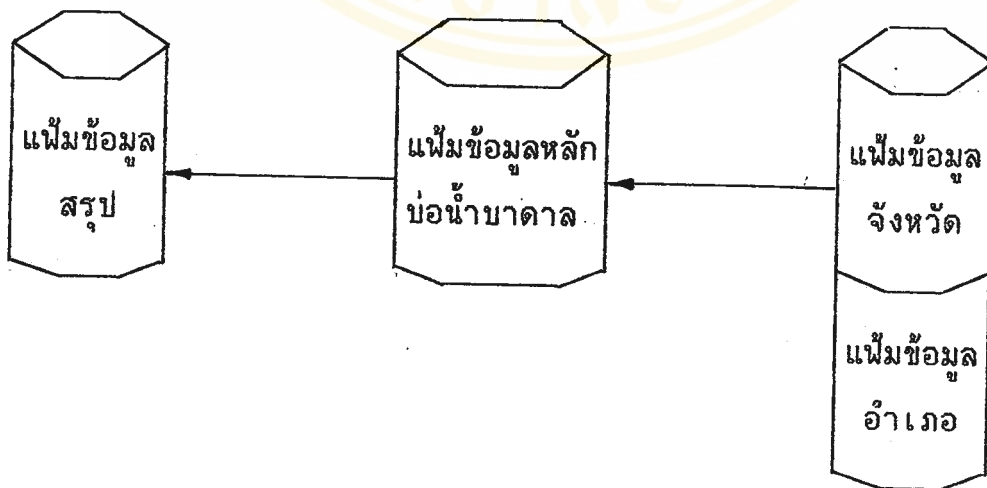
ค. ลักษณะของชั้นดินและหิน

3.3 การออกแบบแฟ้มข้อมูล (File design)

ระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทยประกอบด้วยแฟ้มข้อมูล 4 แฟ้มคือ

1. แฟ้มข้อมูลหลัก 1 แฟ้มคือ แฟ้มข้อมูลบ่อน้ำบาดาล
2. แฟ้มข้อมูลสนับสนุนการปฏิบัติการของระบบ 2 แฟ้ม คือ
 - 2.1 แฟ้มข้อมูลจังหวัด
 - 2.2 แฟ้มข้อมูลอำเภอ
3. แฟ้มข้อมูลสรุป 1 แฟ้ม

ความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูล



รูป 3.1 ความสัมพันธ์ของแฟ้มข้อมูลในระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล

3.4 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล

แฟ้มข้อมูลที่ใช้ในระบบนี้มีโครงสร้างดังต่อไปนี้

ตาราง 3.1 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลหลักบ่อน้ำบาดาล (WELL.DBF)

Description	Field name	Type	Length	Index file
หมายเลขบ่อ	WELL_NO	N	5	
สถานที่ตั้ง	LOCATION	C	50	
หมู่บ้าน	VILLAGE_NO	C	2	
รหัสตำบล	SUB_DISTIC	N	2	
รหัสอำเภอ	DIST_CODE	N	2	
รหัสจังหวัด	PV_CODE	N	2	
วันเจาะเสร็จ	COMP_DATE	D	8	
ความลึก	DRILL_DEPM	N	7(2)	
ขนาดเส้นผ่า ศก. ของบ่อ	WELL_DIAMM	N	7	
ความยาวท่อกรูบ่อ 6 นิ้ว	CASING6	N	6(2)	
ความยาวท่อกรูบ่อ 4 นิ้ว	CASING4	N	6(2)	
ความยาวท่อกรองน้ำ	SCREEN	N	6(2)	
ปริมาณน้ำ	YIELD_MMM	N	7(2)	
ระดับน้ำคงที่	SWL_M	N	5	
ระดับน้ำลดลง	DD_M	N	5	
ปริมาณเหล็กในน้ำ (ต่อล้านส่วน)	IRON_PPM	N	5	
ปริมาณเกลือในน้ำ (ต่อล้านส่วน)	CHLOR_PPM	N	5	
ความกระด้างของน้ำ	HARDNE	N	6	
สถานะของบ่อ	STATUS	C	1	
หมายเหตุเพิ่มเติม	REMARK	C	20	

ตาราง 3.2 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลจังหวัด (PROV.DBF)

Description	Field name	Type	Length	Index file
ภาค	REGN	C	2	
รหัสจังหวัด	PVCD	C	2	PV_DEX
ชื่อจังหวัด(ภาษาไทย)	TH_NAME	C	20	
ชื่อจังหวัด(ภาษาอังกฤษ)	ENG_NAME	C	20	
รหัสไปรษณีย์	POST_CD	C	5	
พื้นที่	AREA	N	9	
จำนวนประชากร	POP	N	9	
ความหนาแน่นของประชากร	DENS	N	7	

รวม

ตาราง 3.3 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลอำเภอ (DISTRIC.DBF)

Description	Field name	Type	Length	Index file
รหัสจังหวัด	PVCD	C	2	
รหัสอำเภอ	DTCD	C	2	PV_DEX
ชื่ออำเภอ(ภาษาไทย)	TH_NAME	C	20	
ชื่ออำเภอ(ภาษาอังกฤษ)	ENG_NAME	C	20	
รหัสไปรษณีย์	POST_CD	C	5	
พื้นที่	AREA	N	9	
จำนวนประชากร	POP	N	9	
ความหนาแน่นของประชากร	DENS	N	7	
		รวม	76	

ตาราง 3.4 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลสรุป (WSUMMARY.DBF)

Description	Field name	Type	Length	Index file
รหัสจังหวัด	SC_PVCD	C	2	
รหัสอำเภอ	SC_DTCD	C	2	
จำนวนบ่อที่มีระดับความลึก x1-x2	SN_X1	N	3	
จำนวนบ่อที่มีระดับความลึก x2-x3	SN_X2	N	3	
จำนวนบ่อที่มีระดับความลึก x3-x4	SN_X3	N	3	
จำนวนบ่อที่มีวิธีเจาะแบบ y1	SN_Y1	N	3	
จำนวนบ่อที่มีวิธีเจาะแบบ y2	SN_Y2	N	3	
จำนวนบ่อที่มีวิธีเจาะแบบ y3	SN_Y3	N	3	
จำนวนบ่อที่มีขนาด z1-z2	SN_Z1	N	3	
จำนวนบ่อที่มีขนาด z2-z3	SN_Z2	N	3	
จำนวนบ่อที่มีขนาด z3-z4	SN_Z3	N	3	
ปริมาณน้ำในบ่อ (ลบ. เมตร)	SN_WQ	N	10	
		รวม	42	

3.5 การวิเคราะห์

3.5.1 ร้อยละของจำนวนบ่อในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค) ในระดับความลึก x_1-x_2

$$= \frac{\text{จำนวนบ่อในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)ในระดับความลึก } x_1-x_2}{\text{จำนวนบ่อทั้งหมดในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)}} \times 100$$

3.5.2 ร้อยละของจำนวนบ่อในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค) ที่มีอายุ y ปี

$$= \frac{\text{จำนวนบ่อในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค) ที่อายุ } y \text{ ปี}}{\text{จำนวนบ่อทั้งหมดในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)}} \times 100$$

3.5.3 ร้อยละของจำนวนบ่อในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค) ที่มีขนาด z นิ้ว

$$= \frac{\text{จำนวนบ่อในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค) ที่มีขนาด } z \text{ นิ้ว}}{\text{จำนวนบ่อทั้งหมดในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)}} \times 100$$

3.5.4 ความลึกเฉลี่ยในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)

$$= \frac{\text{ผลรวมความลึกของแต่ละบ่อที่ให้น้ำในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)}}{\text{จำนวนบ่อที่ให้น้ำในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)}} \times 100$$

3.5.5 บ่อที่ให้น้ำได้คุณภาพตามมาตรฐานน้ำบาดาล

$$= \frac{\text{น้ำบาดาลที่มีค่าของคุณภาพน้ำต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล}}{\text{จำนวนบ่อทั้งหมดในแต่ละอำเภอ(หรือจังหวัดหรือภาค)}} \times 100$$

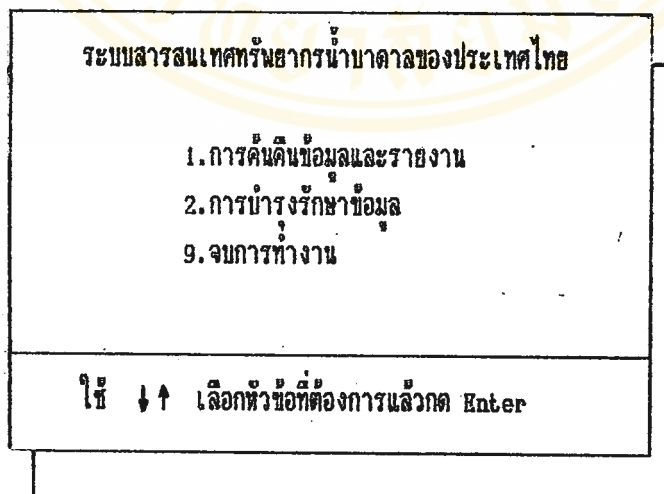
บทที่ 4

ผลการวิจัย

ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย ประกอบด้วย 2 หน้าที่ (Functions) คือการค้นคืนและการปรับปรุงข้อมูล ในส่วนของการปรับปรุงข้อมูลสามารถกระทำได้โดยผู้ที่ได้รับมอบอำนาจและมีรหัสผ่านเท่านั้น

ระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลประกอบด้วยผลสรุป (Output) 4 ระดับ คือ ระดับภาค ระดับจังหวัด ระดับอำเภอและแต่ละรายการเป็นรายบ่อ โดยสามารถแสดงผลสรุป (Output) ทั้งหมดได้ทั้งทางจอภาพและเครื่องพิมพ์

ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย จะถูกควบคุมโดยเมนูหลักซึ่งประกอบด้วยตัวเลือก 3 รายการคือ การค้นคืนข้อมูลและรายงาน การบำรุงรักษาข้อมูล และจบการทำงาน ซึ่งมีจอภาพให้เลือกรายการดังรูป 4.1



รูป 4.1 เมนูหลักระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล

4.1 การค้นหาข้อมูลและรายงาน

สำหรับการค้นหาข้อมูล สามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 1 จากเมนูหลัก ระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ได้ออกแบบแสดงผลสารสนเทศทรัพยากรและสรุปผล โดยจำแนกเป็น 5 รายการ คือ ข้อมูลรายบ่อ สรุปผลข้อมูลรายอำเภอและรายจังหวัด รายภาค และสรุปรวมทั้งประเทศ ซึ่งแต่ละรายการยังมีตัวเลือกซึ่งจะกล่าวต่อไป จอภาพแสดงรายการค้นหาข้อมูลและรายงานจะเป็นดังรูป 4.2 การค้นหาข้อมูลในระบบนี้ สามารถแสดงผลทางจอภาพและสามารถพิมพ์ผลออกทางเครื่องพิมพ์ผลได้ด้วย ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละรายการดังต่อไปนี้

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

การค้นหาข้อมูลและรายงาน	
1.	ข้อมูลรายบ่อ
2.	สรุปรายอำเภอ
3.	สรุปรายจังหวัด
4.	สรุปรายภาค
5.	สรุปรวมทั้งหมด
6.	EXIT
ให้ ↓↑ เลือกหัวข้อที่ต้องการแล้วกด Enter	

รูป 4.2 เมนูการค้นหาและรายงานของระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล

4.1.1 ข้อมูลรายการบ่อน้ำบาดาล

สำหรับข้อมูลรายการบ่อน้ำบาดาลสามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 1 จากเมนูการค้นคืนข้อมูลและรายงาน การแสดงข้อมูลรายบ่อสามารถค้นด้วยหมายเลขบ่อน้ำบาดาลและรายการบ่อในแต่ละจังหวัด ซึ่งรายงานข้อมูลส่วนนี้มีข้อมูล 19 รายการ โดยรายการแสดงดังในรูป 4.3 ซึ่งหากเลือกรายการบ่อด้วยหมายเลขบ่อ ผู้เลือกใช้จะต้องระบุหมายเลขบ่อตามที่ต้องการ และหากเลือกรายการบ่อในแต่ละจังหวัด ระบบได้กำหนดหมวดหมู่ของจังหวัดไว้เป็นภาคๆ ในอันดับแรกจะต้องเลือกว่า จังหวัดนั้นอยู่ในภาคใด ซึ่งกำหนดไว้ 5 ภาค ดังรูป 4.4 เมื่อเลือกภาคแล้ว ที่จอภาพจะแสดงรายชื่อจังหวัดในภาคนั้นๆ ดังรูป 4.5 ผู้เลือกใช้จะต้องระบุหมายเลขรหัสของจังหวัด ซึ่งข้อมูลรายจังหวัดจะปรากฏเป็นรายการแต่ละหมายเลขบ่อ ซึ่งสามารถเลือกดูต่อเนื่องกันไปตามลำดับที่หมายเลขบ่อในจังหวัดนั้น ซึ่งข้อมูลรายการบ่อแต่ละบ่อเป็นดังรูป 4.6 ที่บรรทัดสุดท้ายของจอภาพจะให้ผู้ใช้เลือกพิมพ์ผลทางเครื่องพิมพ์ จากนั้นให้เลือกรายการต่อไปหรือยกเลิกการค้นคืน

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

หมายเลขบ่อ	:	
สถานที่ตั้งบ่อ	:	
หมู่บ้าน	:	
ตำบล	:	
อำเภอ	:	
จังหวัด	:	
เจาะเสร็จ:	:	
ความลึก	:	เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางของ บ่อ	:	นิ้ว
ความยาวท่อกรบ่อ 6 นิ้ว	:	เมตร
ความยาวท่อกรบ่อ 4 นิ้ว	:	เมตร
ความยาวท่อกรองน้ำ	:	เมตร
ปริมาณน้ำ		
ระดับน้ำคงที่		
ระดับน้ำลดลง		
ปริมาณเหล็กในน้ำ		
ปริมาณเกลือในน้ำ		
ความกระด้างของน้ำ		
สถานะของบ่อ		

1. SELECT BY WELL NUMBER

2. SELECT BY MANUAL

รูป 4.3 เลือกโดยให้หมายเลขบ่อหรือ MANUAL

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

หมายเลขบ่อ	:	
สถานที่ตั้งบ่อ	:	
หมู่บ้าน	:	
ตำบล	:	
อำเภอ	:	
จังหวัด	:	
เจาะเสร็จ	:	
ความลึก	:	1. ภาคเหนือ
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ความยาวท่อ	:	3. ภาคกลาง
ความยาวท่อ	:	4. ภาคตะวันออก
ความยาวท่อ	:	5. ภาคใต้
ปริมาณน้ำ	:	
ระดับน้ำคงที่	:	
ระดับน้ำลดลง	:	เมตร
ปริมาณเหล็กในน้ำ (ต่อล้านส่วน)	:	PPM.
ปริมาณเกลือในน้ำ (ต่อล้านส่วน)	:	PPM.
ความกระด้างของน้ำ	:	
สถานะของบ่อ	:	
หมายเหตุ	:	
ใช้ +4 เลือกหัวข้อที่ต้องการแล้วกด Enter		

รูป 4.4 การเลือกโดยใช้ MANUAL

โปรแกรมระบบสารสนเทศนํ้าบาดาลของประเทศไทย

หมายเลขบ่อ	:																		
<table border="1"> <tr> <td>11 นนทบุรี</td> <td>12 ปทุมธานี</td> <td>14 อ่างทอง</td> </tr> <tr> <td>15 ลพบุรี</td> <td>16 สิงห์บุรี</td> <td>17 ชัยนาท</td> </tr> <tr> <td>18 สระบุรี</td> <td>26 นครนายก</td> <td>64 สมุทรสาคร</td> </tr> <tr> <td>70 ราชบุรี</td> <td>71 กาญจนบุรี</td> <td>72 สุพรรณบุรี</td> </tr> <tr> <td>73 นครปฐม</td> <td>75 สมุทรสงคราม</td> <td>76 เพชรบุรี</td> </tr> <tr> <td>77 ประจวบคีรีขันธ์</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		11 นนทบุรี	12 ปทุมธานี	14 อ่างทอง	15 ลพบุรี	16 สิงห์บุรี	17 ชัยนาท	18 สระบุรี	26 นครนายก	64 สมุทรสาคร	70 ราชบุรี	71 กาญจนบุรี	72 สุพรรณบุรี	73 นครปฐม	75 สมุทรสงคราม	76 เพชรบุรี	77 ประจวบคีรีขันธ์		
11 นนทบุรี	12 ปทุมธานี	14 อ่างทอง																	
15 ลพบุรี	16 สิงห์บุรี	17 ชัยนาท																	
18 สระบุรี	26 นครนายก	64 สมุทรสาคร																	
70 ราชบุรี	71 กาญจนบุรี	72 สุพรรณบุรี																	
73 นครปฐม	75 สมุทรสงคราม	76 เพชรบุรี																	
77 ประจวบคีรีขันธ์																			
ความยาวท่อกรองน้ำ	:																		
ปริมาณน้ำ	:																		
ระดับน้ำคง																			
ระดับน้ำลด	โปรดป้อนหมายเลขจังหวัดที่ต้องการ																		
ปริมาณเหล็ก																			
ปริมาณเกลือ	[1]																		
ความกระดี่																			
สถานะของ																			
หมายเหตุ																			

รูป 4.5 แสดงรายชื่อจังหวัดของจอภาพในภาคกลาง

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

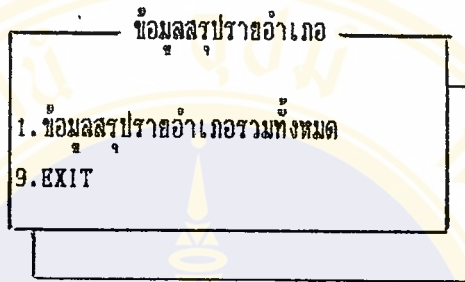
หมายเลขบ่อ	912
สถานที่ตั้งบ่อ	รร.ตลาดสำโรง
หมู่บ้าน	3
ตำบล	พังตรุ
อำเภอ	ท่าม่วง
จังหวัด	กาญจนบุรี
เจาะเสร็จ:	23/06/1975
ความลึก	28.00 เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางของ บ่อ	4 นิ้ว
ความยาวท่อกรบ่อ 6 นิ้ว	0.00 เมตร
ความยาวท่อกรบ่อ 4 นิ้ว	36.00 เมตร
ความยาวท่อกรองน้ำ	6.00 เมตร
ปริมาณน้ำ	50.00 ลบ.ม./ชม.
ระดับน้ำคงที่	8.10 เมตร
ระดับน้ำลดลง	8.30 เมตร
ปริมาณเหล็กในน้ำ (ต่อลิ้นส่วน)	0.05: PPM.
ปริมาณเกลือในน้ำ (ต่อลิ้นส่วน)	63.00: PPM.
ความกระด้างของน้ำ	306.00
สถานะของบ่อ	
ต้องการข้อมูลนี้หรือไม่ (Y/N) : [N]	

รูป 4.6 แสดงข้อมูลรายบ่อน้ำบาดาล

4.1.2 ข้อมูลสรุปรายอำเภอ

สำหรับข้อมูลสรุปรายอำเภอสามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 2 จากเมนูการค้นคืนข้อมูลและรายงาน การแสดงข้อมูลสรุปรายอำเภอระบบนี้ได้ออกแบบเมนูตัวเลือกข้อมูลสรุประดับอำเภอไว้ 2 รายการ ดังรูป 4.7

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย



รูป 4.7 เมนูแสดงตัวเลือกรายการสรุปข้อมูลรายอำเภอ

ข้อมูลสรุปรายอำเภอจะสรุปรายการข้อมูล 6 กลุ่ม คือ ตามความลึกของบ่อน้ำ ขนาดของบ่อ ชนิดเครื่องสูบน้ำ ปริมาณน้ำ อายุบ่อ และคุณภาพน้ำ ขั้นตอนการเรียกใช้ข้อมูลสรุปรายอำเภอของแต่ละจังหวัด ผู้ค้นคืนข้อมูลจะต้องเรียกผ่านหน้าจอแสดงเมนูรายภาค จังหวัด และอำเภอของแต่ละจังหวัด ซึ่งหน้าจอแสดงตัวเลือกภาค และตัวเลือกจังหวัดดังในรูป 4.4 และรูป 4.5 ส่วนรูปแบบสรุปรายอำเภอเป็นดังรูป 4.8 ตัวอย่างข้อมูลสรุปรายอำเภอดังในรูป 4.9

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

01 กิ่ง อ.เวียงแหง	09 สันกำแพง	16 เมืองเชียงใหม่
02 กิ่ง อ.ไชยปราการ	10 สันทราย	17 แม่ริม
03 จอมทอง		าย
04 ดอยสะเก็ด	โปรดป้อนหมายเลขอำเภอที่ต้องการ	จ่ม
05 ดอยเต่า		ตง
06 ฝาง	[1]	ด
07 สารภี		ยงดาว

รูป 4.8 แสดงตัวเลือกรายชื่ออำเภอของแต่ละจังหวัด

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

ข้อมูลสรุปรายอำเภอ			
จังหวัด	เชียงใหม่	อำเภอ	หางดง
			181 บ่อ
จำแนกตามความลึกของบ่อ			
1. ระดับความลึก	0-50	111	บ่อ
2. ระดับความลึก	50-100	55	บ่อ
3. ระดับความลึก	100-200	15	บ่อ
4. ระดับความลึก	200 ขึ้นไป	0	บ่อ
จำแนกตามอายุของบ่อ			
1. อายุน้อยกว่า	5 ปี	9	บ่อ
2. อายุมากกว่า	5 ปี	172	บ่อ
จำแนกตามขนาดของบ่อ			
1. ขนาดของท่อ(ศก.	4 นิ้ว)	62	บ่อ
2. ขนาดของท่อ(ศก.	6 นิ้ว)	119	บ่อ
จำแนกตามปริมาณน้ำ			
1. ปริมาณต่ำกว่า	5 ลบ.ม/ชม.	104	บ่อ
2. ปริมาณมากกว่า	5 ลบ.ม/ชม.	77	บ่อ
จำแนกตามคุณภาพน้ำ			
1. คุณภาพน้ำได้มาตรฐาน		181	บ่อ
2. คุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐาน		0	บ่อ
ให้ ↑ ↓ เลือกหัวข้อที่ต้องการแล้วกด Enter			

รูป 4.9 แสดงผลสรุปรายอำเภอ

4.1.3 ข้อมูลสรุปรายจังหวัด

สำหรับการสรุปข้อมูลรายจังหวัด สามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 3 จากเมนู การค้นคืนข้อมูลและรายงาน การสรุปข้อมูลระดับจังหวัดจะเป็นการระบุรายอำเภอของแต่ละจังหวัด โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนตำบล ขนาดบ่อ บ่อที่เจาะไม่ได้ผลและร้อยละของบ่อที่ไม่ได้ผล ขั้นตอนการเรียกใช้ข้อมูลสรุปรายจังหวัด ผู้ค้นคืนข้อมูลจะต้องเรียกผ่านหน้าจอแสดงเมนูรายภาคและจังหวัด หน้าจอแสดงตัวเลือกภาคและตัวเลือกจังหวัด ได้กำหนดภาคและจังหวัด ดังรูป 4.4 และรูป 4.5 รูปแบบสรุปรายจังหวัดเป็นดังรูป 4.10

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

แสดงข้อมูลสรุปรายจังหวัด					
เชียงใหม่					
อำเภอ	จำนวนตำบล	บ่อ 4 นิ้ว	บ่อ 6 นิ้ว	ไม่ได้ผล	ร้อยละ
กิ่ง อ.เวียงแหง	8	7	0	1	12.50
กิ่ง อ.ไชยปราการ	10	5	3	2	20.00
จอมทอง	79	29	16	34	43.04
ดอยสะเก็ด	21	3	12	6	28.57
ดอยเต่า	34	17	4	13	38.24
ฝาง	38	13	5	20	52.63
สารภี	8	1	6	1	12.50
สันกำแพง	19	6	6	7	36.84
สันทราย	16	4	9	3	18.75
สันป่าตอง	15	5	8	2	13.33
หางดง	5	0	5	0	0.00
อมก๋อย	21	12	0	9	42.86
ฮอด	18	8	4	6	33.33
เขียงดาว	30	10	1	19	63.33
เมืองเชียงใหม่	15	1	11	3	20.00
แม่ริม	12	0	11	1	8.33
แม่อาว	21	4	3	14	66.67
แม่แจ่ม	3	1	0	2	66.67
แม่แตง	12	3	1	8	66.67
รวม	385	129	105	151	64.52

รูป 4.10 ตัวอย่างแสดงผลสรุปข้อมูลรายจังหวัด

4.1.4 ข้อมูลสรุปรายภาค

สำหรับการสรุปข้อมูลรายภาค สามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 4 จากเมนูการค้นคืนข้อมูลและรายงาน การสรุปข้อมูลระดับภาคจะเป็นการระบุรายจังหวัดของแต่ละภาค โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนตำบล จำนวนอำเภอ ขนาดบ่อ บ่อที่เจาะไม่ได้ผลและร้อยละของบ่อที่ไม่ได้ผล ขั้นตอนการเรียกใช้ข้อมูลสรุปรายภาค ผู้ค้นคืนข้อมูลจะต้องเรียกผ่านหน้าจอแสดงเมนูรายภาค รูปแบบสรุปรายภาคเป็นดังรูป 4.11

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

แสดงข้อมูลรายภาค

ภาคเหนือ						
จังหวัด	จำนวนอำเภอ	จำนวนตำบล	บ่อ 4 นิ้ว	บ่อ 6 นิ้ว	ไม่ได้ผล	ร้อยละ
เชียงใหม่	20	386	129	105	152	39.38
ลำพูน	10	241	96	75	70	29.05
ลำปาง	15	291	121	28	142	48.80
อุตรดิตถ์	18	196	142	4	50	25.51
แพร่	10	290	104	35	151	52.07
น่าน	15	134	78	2	54	40.30
พะเยา	13	225	107	40	78	34.67
เชียงราย	19	290	125	67	98	33.79
แม่ฮ่องสอน	1	5	5	0	0	0.00
นครสวรรค์	15	555	249	93	213	38.38
กำแพงเพชร	15	418	97	191	130	31.10
ตาก	13	199	98	11	90	45.23
สุโขทัย	17	352	91	92	169	48.01
พิษณุโลก	15	454	82	96	276	60.79
พิจิตร	18	343	20	187	136	39.65
เพชรบูรณ์	15	302	191	27	84	27.81
รวม	229	4681	1735	1059	1893	67.89

รูป 4.11 ตัวอย่างแสดงผลสรุปข้อมูลรายภาค Mahidol University

4.1.5 สรุปรวมทั้งประเทศ

สำหรับการสรุปข้อมูลรวมทั้งประเทศ สามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 5 จากเมนูการค้นคืนข้อมูลและรายงาน การสรุปข้อมูลรวมทั้งประเทศจะเป็นการระบุนายภาคของประเทศ แต่ละภาคโดยมีข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนจังหวัด ขนาดบ่อ บ่อที่เจาะไม่ได้ผลและร้อยละของบ่อที่ไม่ได้ผล ขั้นตอนการเรียกใช้ข้อมูลสรุปรวมทั้งประเทศ ผู้ค้นคืนข้อมูลเพียงเรียกผ่านหน้าจอแสดงเมนูรวมทั้งประเทศ ดังรูป 4.12

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

ภาค	จำนวนจังหวัด	บ่อ 4 นิ้ว	บ่อ 6 นิ้ว	ไม่ได้ผล	ร้อยละ
ภาคเหนือ	16	1735	1053	1893	67.89
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	17	2112	531	212	8.02
ภาคกลาง	24	917	4161	452	8.90
ภาคตะวันออก	5	296	193	98	20.04
ภาคใต้	14	926	158	124	11.43
รวม	76	6036	6094	2779	22.91

รูป 4.12 แสดงรูปแบบข้อมูลสรุปรวมทั้งประเทศ

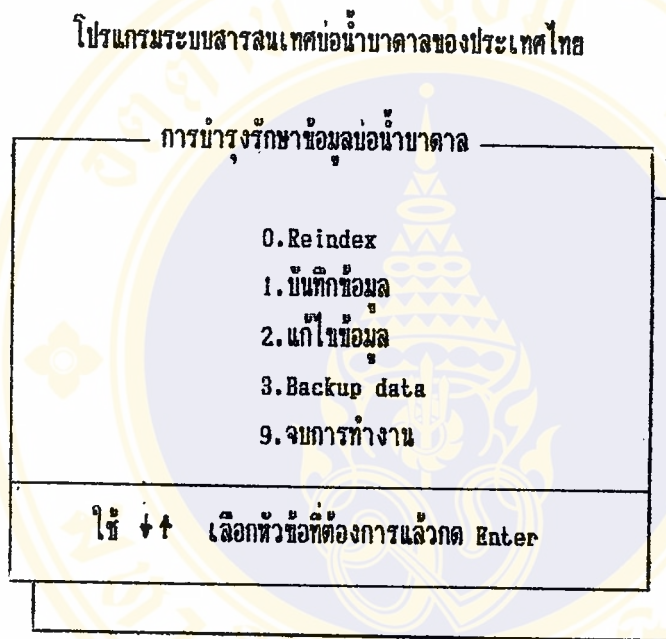
โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

ข้อมูลสรุปรวมทั้งหมด		จำนวนบ่อทั้งหมด	12130 บ่อ
จำแนกตามความลึกของบ่อ			
1. ระดับความลึก	0- 50	8848	
2. ระดับความลึก	50-100	2320	
3. ระดับความลึก	100-200	847	
4. ระดับความลึก	200 ขึ้นไป	115	
จำแนกตามอายุของบ่อ			
1. อายุน้อยกว่า	5 ปี	3255	
2. อายุมากกว่า	5 ปี	8875	
จำแนกตามขนาดของบ่อ			
1. ขนาดของท่อ(ศก.	4 นิ้ว)	6036	
2. ขนาดของท่อ(ศก.	6 นิ้ว)	6094	
จำแนกตามปริมาณน้ำ			
1. ปริมาณต่ำกว่า	5 ลบ.ม/ชม.	8598	
2. ปริมาณมากกว่า	5 ลบ.ม/ชม.	3532	
จำแนกตามคุณภาพน้ำ			
1. คุณภาพน้ำได้มาตรฐาน		12090	
2. คุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐาน		40	

รูป 4.13 แสดงรูปแบบข้อมูลสรุปรวมทั้งประเทศ

4.2 การบำรุงรักษาข้อมูล

การบำรุงรักษาข้อมูลในระบบ ได้ออกแบบกำหนดเป็น 5 ตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วย การ Reindex การบันทึกข้อมูล การแก้ไขข้อมูล การ Backup ข้อมูล และตัวเลือกจบการทำงาน ซึ่งมีเมนูการบำรุงรักษาข้อมูล ดังรูป 4.14



รูป 4.14 เมนูการบำรุงรักษาข้อมูล

4.2.1 การจัดทำดัชนีข้อมูล

เพื่อให้ข้อมูลเรียงตามลำดับหมายเลขบ่อ ตามลำดับหมู่บ้าน ตำบล อำเภอและจังหวัด เพื่อความสะดวกในการค้นคืนข้อมูล ระบบได้ออกแบบทำดัชนีข้อมูล ซึ่งหากมีการเพิ่มรายการใหม่หรือแก้ไขข้อมูล โดยเฉพาะกรณีที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เป็นดัชนี ควรมีการสร้างดัชนีข้อมูลใหม่

4.2.2 การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลสามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 1 จากเมนูการบำรุงรักษาข้อมูล จอภาพจะปรากฏดังรูป การบันทึกข้อมูลระบบจะเรียกแฟ้มข้อมูล WELL.DBF เพื่อบันทึกข้อมูล จอภาพและตัวแปรสำหรับบันทึกข้อมูล ดังในรูป 4.15

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

การบันทึกข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

หมายเลขบ่อ	สถานที่ตั้งบ่อ		
หมู่บ้าน	ตำบล		
อำเภอ	จังหวัด		
เจาะเสร็จ / /	ความลึก	0	เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อ			นิ้ว
ความยาวท่อกรบ่อ 6 นิ้ว	0		เมตร
ความยาวท่อกรบ่อ 4 นิ้ว	0		เมตร
ความยาวท่อกรองน้ำ	0		เมตร
ปริมาณน้ำ	0		ลบ.ม/ชม.
ระดับน้ำคงที่	0		เมตร
ระดับน้ำลดลง	0		เมตร
ปริมาณเหล็กในน้ำ (ต่อล้านส่วน)	0		PPM.
ปริมาณเกลือในน้ำ (ต่อล้านส่วน)	0		PPM.
ความกระด้างของน้ำ	0		
สถานะของบ่อ			

กด key Esc เพื่อบันทึกข้อมูล

รูป 4.15 จอภาพสำหรับบันทึกข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

4.3 การแก้ไขข้อมูล

สำหรับการแก้ไขข้อมูลสามารถทำได้โดยการเลือกข้อที่ 2 จากเมนูการบำรุงรักษาข้อมูล จอภาพสำหรับการแก้ไขข้อมูล มีรายการให้เลือก 3 รายการคือ การแก้ไขในตัวแปรใดๆ การลบรายการและกลับสู่เมนูการบำรุงรักษา จะปรากฏดังรูป 4.16 ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการเรียกข้อมูลที่มีอยู่มาทำการแก้ไข ในตัวแปรที่มีการบันทึกผิดพลาดหรือลบรายการที่ซ้ำ หรือรายการที่ไม่ต้องการออกโดยใช้หมายเลขบ่อ (WELL_NO) เป็น keyword

โปรแกรมระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลของประเทศไทย

การแก้ไขข้อมูลบ่อน้ำบาดาล	
หมายเลขบ่อ	สถานที่ตั้งบ่อ
หมู่บ้าน	ตำบล
อำเภอ	จังหวัด
เจาะเสร็จ / /	ความลึก 0 เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อ	นิ้ว
ความยาวท่อกรบ	เมตร
ความยาวท่อกรบ	ต้องการแก้ไขหรือไม่?
ความยาวท่อกรอ	ใช่ ไม่ใช่
ปริมาณน้ำ	บ.ม/ชม.
ระดับน้ำคงที่	เมตร
ระดับน้ำลดลง	เมตร
ปริมาณเหล็กในน้ำ (ต่อลิ้นส่วน)	0 PPM.
ปริมาณเกลือในน้ำ (ต่อลิ้นส่วน)	0 PPM.
ความกระด้างของน้ำ	0
สถานะของบ่อ	
หมายเหตุ	

รูป 4.16 จอภาพแสดงการแก้ไขข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

4.3 การประเมินผลระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล

เพื่อทำการประเมินผลระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล ผู้วิจัยได้จัดทำแบบฟอร์มซึ่งประกอบด้วยคำถาม 17 ข้อ และทำการประเมินผลระบบที่กองพัฒนาบ่อน้ำบาดาล กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย โดยมีผู้ทำการประเมินผลรวมทั้งหมด 15 คน แบ่งตามฝ่ายได้ดังนี้คือ

ฝ่าย	จำนวนคน
ฝ่ายวิชาการและแผนงาน	3
ฝ่ายอุทกธรณีวิทยา	3
ฝ่ายบำรุงรักษาและพัฒนา	3
ฝ่ายปฏิบัติการ 1	3
ฝ่ายปฏิบัติการ 2	3

ผลของการประเมินระบบสรุปได้ดังนี้คือ

ตาราง 4.1

รายการ	%
ความรวดเร็วในการค้นคืน	80
ความสะดวกในการทำงาน	70
ความถูกต้องของข้อมูล	99
ประโยชน์ต่อการทำงาน	85

4.4 ซอฟต์แวร์ของระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาล

ระบบสารสนเทศบ่อน้ำบาดาลประกอบด้วย

1. โปรแกรม 1 โปรแกรม คือ WELL.EXE ซึ่งเขียนด้วย dBASE III+ คอมไพล์โดย Clipper
2. แฟ้มข้อมูล 4 แฟ้ม คือ
 - แฟ้มข้อมูลหลัก 1 แฟ้มคือ แฟ้มข้อมูลบ่อน้ำบาดาล (WELL.DBF)
 - แฟ้มข้อมูลสนับสนุนการปฏิบัติการของระบบ 2 แฟ้ม คือ
 - 2.1 แฟ้มข้อมูลจังหวัด (PROV.DBF)
 - 2.2 แฟ้มข้อมูลอำเภอ (DISTRIC.DBF)
 - แฟ้มข้อมูลสรุป 1 แฟ้ม (WSUMMARY.DBF)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปัญหาการกระจายของข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่ทั่วประเทศ ความซ้ำซ้อนของส่วนราชการและหน่วยงานปฏิบัติการซึ่งรับผิดชอบทางด้านจัดหาแหล่งน้ำให้แก่ประชาชนในท้องถิ่นชนบทที่ขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ การจัดสรรงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาเดือดร้อนให้แก่ราษฎรไม่ได้ตรงตามความเป็นจริง ปัญหาเหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคในการบริหารจัดการการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลไม่ได้ประโยชน์สูงสุด ระบบสารสนเทศน้ำบาดาลทำการพัฒนาและทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยขนาดความจุของฮาร์ดดิสก์ 20 เมกกะไบต์ขึ้นไป ได้รับการออกแบบระบบให้สามารถค้นคืนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบ่อน้ำบาดาลทั่วประเทศ เพื่อการวางแผนและการบริหารงานด้านทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาค่าความเดือดร้อนจากการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ของประชาชนโดยส่วนรวมทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจและสั่งการให้ได้อย่างถูกต้อง ผู้ปฏิบัติงานและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดหาแหล่งน้ำ ได้รับทราบสภาพของแหล่งน้ำบาดาล ทำให้ประหยัดงบประมาณ เวลา แรงงาน ของภาครัฐและเอกชนได้อย่างมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ระบบสารสนเทศน้ำบาดาลยังทำงานเองโดยลำพัง (stand alone) หากในอนาคตได้รับการเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบเครือข่ายร่วม (Local area network) จะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาได้กว้างไกลขึ้นและใช้ประโยชน์ร่วมกันได้มากขึ้น
2. สภาพของบ่อน้ำบาดาลที่ถูกรบกวนจากมลพิษของสิ่งแวดล้อม เช่น การหุบน้ำเค็มของน้ำเค็มตามพื้นที่เขตชายทะเล การลดต่ำของระดับน้ำในบ่อ ทำให้ข้อมูลของบ่อ

แปรเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว ในอนาคตควรมีการประสานงานของข้อมูลร่วมกับข้อมูลอื่นๆ อย่างเป็นมหภาค

3. ระบบสารสนเทศจะยังประโยชน์สูงสุดขึ้นอีกมาก หากสามารถนำเสนอในแง่ของรูปภาพหรือแผนภูมิ โดยข้อมูลอาจใช้วิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศด้านภูมิศาสตร์ (Geography Information System หรือ GIS.) หรือระบบแสดงรูปภาพทางด้าน CAD/CAM (Computer Aid Design) ซึ่งทำให้การนำเสนอรายงานสามารถเข้าใจและเห็นภาพพจน์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากผู้วิจัยมิได้ศึกษามาทางด้านสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ และการเขียนโปรแกรมโดยตรง จึงเป็นขีดจำกัดในการออกแบบผลสรุปของรายงานต่างๆ โดยที่ยังไม่ได้ใช้ความสามารถของระบบคอมพิวเตอร์อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. การประสานงานของหน่วยราชการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ยังมีอาจทำได้บางส่วน ข้อมูลจึงยังถูกจำกัดไว้เพียงจำนวนหนึ่ง คือในส่วนของข้อมูลบ่อน้ำบาดาลในความรับผิดชอบที่ผู้วิจัยปฏิบัติงานอยู่เท่านั้น หากในอนาคตมีการยุบหน่วยงานที่ซ้ำซ้อนไว้เป็นหนึ่งเดียวกัน ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลนี้จะยิ่งให้ประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้นอีกอย่างแน่นอน

เอกสารอ้างอิง

- Bruce Huny, Mathematical Analysis of Ground Water Resources.
Butterworth & Co.: 1983
- David Keith Todd, Ground Water Hydrology. New York: 1980
- Khan H.U., Khan S.M. and Husain T., Ground Water Resources
Database Management System using Microcomputers,
Hydrosoft 1988;4: 204-208
- H.L.Capron, Tools for an Information Age. The Benjamin/Comings:
1990
- G.Murdick Robert, C.Munson John, MIS. Concepts & Design.
Prentice Hall International Edition. New Jersey: 1986
- Nippitawasin,P., Artificial Ground Water Recharge in Thailand:
1989
- Pascal Fabian, Database Trends. Byte 1989; No.486: 244-293
- Richard P. Runyon Audrey Haber, Fundamentals of Behavioral
Statistics. New York: 1984
- Rob Krumm, dBase III plus Power Tools. McGRAW-HILL: 1987
- วัชรารณณ์ สุริยาภิวัฒน์. สถิติเบื้องต้นและการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 2529
- สฤทธิเดช พัฒนเศรษฐพงษ์. การสร้างฐานข้อมูลเพื่อการวิจัยและพัฒนาการศึกษาวิศวกรรม
ปิโตรเลียม. วิศวกรรมศาสตร์ ปีที่ 7, ฉบับที่ 2: 19-24
- ดวงแก้ว สวามิภักดิ์, ดร. ระบบฐานข้อมูล. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2533
- สิทธิชัย ประสานวงศ์, การเขียนโปรแกรมขั้นสูง. กรุงเทพฯ: Business Computer
Center, 2531
- สิทธิชัย ประสานวงศ์, รวมคำสั่งและฟังก์ชัน dBase III plus. กรุงเทพฯ:
Business Computer Center, 2530

- เจริญ เพียรเจริญ, วจิ รามณรงค์, สมคิด บัวเพ็ง. น้ำบาดาลในกรุงเทพฯ.
กรมทรัพยากรธรณี งานกฐินพระราชทานปี 2528. กรุงเทพมหานคร, 2528
- ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, ชาญ ตันติสุกฤต. ธรณีวิทยาสำหรับวิศวกร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
การสัมมนาโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก. เชียงใหม่, 2526
- ศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติ. โครงการแก้ปัญหาน้ำอุปโภคบริโภคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. 2532 หน้า 1 - 5.
- ศูนย์ประสานการพัฒนาชนบทแห่งชาติ. แผนงานและโครงการพัฒนาชนบทตามกรอบแนวทาง
การพัฒนาชนบทของกระทรวงทั้ง 5. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการ
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2532-2534. กรุงเทพฯ,
2530
- ศูนย์ประสานการพัฒนาชนบทแห่งชาติ. คู่มือบริหารการพัฒนาชนบทระบบ กชช.
สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2533
- สำนักงานคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. ร่างนโยบายการพัฒนาระบบน้ำ.
สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี พย. 2532
- กองพัฒนาบ่อน้ำบาดาล. เอกสารประกอบคำบรรยายการประชุมสัมมนา เรื่อง เทคนิคการ
ก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล. กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย มีค. 2532
หน้า 64 - 74
- ลินดา วงศานุพันธ์, ผศ. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการ. วารสาร
นิเวศวิทยา ฉบับประจำปี 2532 หน้า 53 - 59
- อำรุง จันทวานิช, ดร. แนวความคิดเกี่ยวกับการดำเนินงานระบบสารสนเทศ.
รวมบทความเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา ศูนย์พัฒนาการศึกษาแห่งชาติ
ทบวงมหาวิทยาลัย 2529 หน้า 15
- ตัน ตันต์สุทิวรงค์. การจัดการข้อมูลในไมโครคอมพิวเตอร์. วารสารแมกกาซีน
คอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 3 พค. 2532 หน้า 106



ภาคผนวก ก แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

แบบฟอร์มรวบรวมข้อมูลบ่อน้ำบาดาลสำหรับจัดทำระบบสารสนเทศ

WELL DATA Deep Well Drilling & Development Division
Public Works Department, Interior Ministry

WELL NO.

LOCATION

Map sheet 1: 50,000 No.

Surface elev.

(M.) Depth Drilled

(M.)

Drilling Method

Date Drilled From

To

Logged By

Date

Checked By

Date

Casing Use (M.)	Screen/Slotted Per.(M.)

SWL.

(M.)

YIELD

(CU.M/HR)

D.D.

(M.)

Installed Pump

Method of Measurance

WATER QUAL.No.

Date Collected

Sampling Method

Appearance

Odor

Temp

pH

Color(PI Unit)

Turbidity (in NTU)

E.Conductance (micromhos/cm)

Residual Alkaline

(PPM.)

Total Dissolved Solid

(PPM.)

Total Hardness(as CaCO_3)

(PPM.)

Carbonate Hardness

(PPM.)

Non-Carbonate Hardness

(PPM.)

Nitrate (express as N)

(PPM.)

Nitrite (express as N)

(PPM.)

Ca	Mn	
As	Pb	
Al	Zn	
Cu	Cl	
Fe	F	
K	SO_4	
Mg	UNIT	PPM.

ภาคผนวก ข มาตรฐานน้ำบาดาล

มาตรฐานน้ำบาดาล
ตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

คุณลักษณะทางกายภาพ

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
สี (Colour)	5 (หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์)	50 (หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์)
ความขุ่น (Turbidity)	5 (หน่วยความขุ่น)	20 (หน่วยความขุ่น)
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.0 - 8.5	6.5 - 9.2

คุณลักษณะทางเคมี

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
เหล็ก (Fe)	ไม่เกิน 0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 0.3	0.5
ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0	15.0
ซัลเฟต (SO ₄)	ไม่เกิน 200	250
คลอไรด์ (Cl)	ไม่เกิน 200	600
ฟลูออไรด์ (F)	ไม่เกิน 1.0	1.5
ไนเตรต (NO ₃)	ไม่เกิน 45	45
ความกระด้างทั้งหมด	ไม่เกิน 300	500
(Total hard ness as Caco)		
ความกระด้างถาวร (Non- carbonate-hardness as CaCO ₃)	ไม่เกิน 200	250
ปริมาณมวลสารทั้งหมด	ไม่เกิน 750	1,500
(Total solids)		

หมายเหตุ 1 ส่วนในล้าน (part per million หรือ ppm.) = 1 มิลลิกรัม ต่อลิตร

คุณลักษณะที่เป็นพิษ

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (หน่วยส่วนในล้าน)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (หน่วยส่วนในล้าน)
สารหนู (As)	ต้องไม่มีเลย	0.05
ไซยาไนด์ (CN)	ต้องไม่มีเลย	0.2
ตะกั่ว (Pb)	ต้องไม่มีเลย	0.05
ปรอท (Hg)	ต้องไม่มีเลย	0.001
แคดเมียม (Cd)	ต้องไม่มีเลย	0.01
เซเลเนียม (Se)	ต้องไม่มีเลย	0.01

คุณลักษณะทางแบคทีเรีย

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม
Standard plate count	ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
Most probable number or coliform organism (MPN)	น้อยกว่า 2.2 ต่อร้อยลูกบาศก์เซนติเมตร
E. Coli	ต้องไม่มีเลย

ภาคผนวก ค รหัสภาค รหัสจังหวัด

รหัสภาค

- | | | |
|---------------|-------------------------|-----------|
| 1 ภาคเหนือ | 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 3 ภาคกลาง |
| 4 ภาคตะวันออก | 5 ภาคใต้ | |

รหัสจังหวัด

ภาคเหนือ

- | | | |
|---------------|--------------|--------------|
| 50 เชียงใหม่ | 55 น่าน | 65 พิษณุโลก |
| 57 เชียงราย | 60 นครสวรรค์ | 64 สุโขทัย |
| 62 กำแพงเพชร | 54 แพร่ | 63 ตาก |
| 52 ลำปาง | 56 พะเยา | 61 อุทัยธานี |
| 51 ลำพูน | 67 เพชรบูรณ์ | 53 อุดรดิตถ์ |
| 58 แม่ฮ่องสอน | 66 พิจิตร | |

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

- | | | |
|--------------|---------------|----------------|
| 31 บุรีรัมย์ | 49 มุกดาหาร | 33 ศรีสะเกษ |
| 36 ชัยภูมิ | 48 นครพนม | 32 สุรินทร์ |
| 46 กาฬสินธุ์ | 30 นครราชสีมา | 34 อุบลราชธานี |
| 40 ขอนแก่น | 43 หนองคาย | 41 อุดรธานี |
| 42 เลย | 45 ร้อยเอ็ด | 35 ยโสธร |
| 44 มหาสารคาม | 47 สกลนคร | |

ภาคกลาง

11 นนทบุรี	12 ปทุมธานี	14 อ่างทอง
15 ลพบุรี	16 สิงห์บุรี	17 ชัยนาท
18 สระบุรี	26 นครนายก	64 สมุทรสาคร
70 ราชบุรี	71 กาญจนบุรี	72 สุพรรณบุรี
73 นครปฐม	75 สมุทรสงคราม	76 เพชรบุรี
77 ประจวบคีรีขันธ์		

ภาคตะวันออก

20 ชลบุรี	21 ระยอง	22 จันทบุรี
23 ตราด	24 ฉะเชิงเทรา	25 ปราจีนบุรี

ภาคใต้

80 นครศรีธรรมราช	81 กระบี่	82 พังงา
83 ภูเก็ต	84 สุราษฎร์ธานี	85 ระนอง
86 ชุมพร	90 สงขลา	91 สตูล
92 ตรัง	93 พัทลุง	94 ปัตตานี
95 ยะลา	96 นราธิวาส	

ภาคผนวก ง ตัวอย่างการคำนวณการใช้น้ำ

หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีประชากร 1,200 คน ความต้องการใช้น้ำประมาณ 120 ลิตร ต่อคนต่อวัน ต้องการหาขนาดของหอถังสูงและขนาดของเครื่องสูบน้ำ โดยกำหนดให้สูบน้ำวันละ 2 ช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 5.00 น. ถึง 11.00 น. และ 14.00 น. ถึง 20.00 น.

การคำนวณ

คิดเพื่อความต้องการของประชากรใน 7 ปีข้างหน้า สมมติให้อัตราการเพิ่มของประชากรเท่ากับ 2 % ต่อปี หาจำนวนประชากรใน 7 ปีข้างหน้า

$$P_t = P_0 (1+r)^t$$

เมื่อ P_t คือ จำนวนประชากรใน 7 ปีข้างหน้า

P_0 คือ จำนวนประชากรในปัจจุบัน

r คือ อัตราการเพิ่มของประชากร

t คือ เวลาที่คิดเพื่อ (ปี)

$$P_t = 1,200 \times (1+0.02)^7$$

$$= 1,378.4 \quad \text{คน}$$

$$\sim 1,400 \quad \text{คน}$$

$$\text{ความต้องการใช้น้ำของประชากร} = 120 \quad \text{ลิตร/คน/วัน}$$

$$= \frac{120}{24} = 5 \quad \text{ลิตร/คน/ชั่วโมง}$$

24

$$\text{ความต้องการใช้น้ำของประชากรทั้งหมด} = 120 \times 1,400$$

$$= 168,000 \quad \text{ลิตร/วัน}$$

$$\text{ส่วนที่จ่ายขาดสูงสุด} = 2 \text{ หน่วย (สตมภ์ Excess of demand)}$$

$$\text{ส่วนที่จ่ายเกินสูงสุด} = 2.2 \text{ หน่วย (สตมภ์ Excess of supply)}$$

(จากตาราง)

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดห้อง} &= (\text{ส่วนที่จ่ายสูงสุด} + \text{ส่วนที่จ่ายเกินสูงสุด}) \times \text{อัตราการใช้น้ำต่อชั่วโมง} \\
 &= (2 + 2.2) \times 5 \times 1,400 \\
 &= 29,400 \quad \text{ลิตร}
 \end{aligned}$$

ฉะนั้น ขนาดห้องสูงจุประมาณ 30 ลูกบาศก์เมตร

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราสูบน้ำ} &= \frac{168,000}{12} \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\
 &= 14,000 \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

ฉะนั้น ควรใช้เครื่องที่สูบน้ำได้ในอัตรา 14 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง



Period	% of av. hourly flow	In fract-	Cumulative demand	Cumulative pumping	Excess demand	Excess supply
0- 1	20	0.2	0.2		0.2	
1- 2	20	0.2	0.4		0.4	
2- 3	20	0.2	0.6		0.6	
3- 4	20	0.2	0.8		0.8	
4- 5	30	0.3	1.1		1.1	
5- 6	40	0.4	1.5	2		0.5
6- 7	80	0.8	2.3	4		1.7
7- 8	150	1.5	3.8	6		<u>2.2</u>
8- 9	200	2.0	5.8	8		2.2
9-10	250	2.5	8.3	10		1.7
10-11	200	2.0	10.3	12		1.7
11-12	150	1.5	11.8			0.2
12-13	120	1.2	13.0		1	
13-14	100	1.0	13.0		<u>2</u>	
14-15	100	1.0	15.0	14	1	
15-16	120	1.2	16.2	16	0.2	
16-17	150	1.5	17.7	18		0.3
17-18	180	1.8	19.5	20		0.5
18-19	150	1.5	21.0	22		1
19-20	120	1.2	22.2	24		1.8
20-21	80	0.8	23.0			1
21-22	40	0.4	23.4			0.6
22-23	40	0.4	23.8			0.2
23-24	20	0.2	24.0			