24 พ.ค. 2545

ระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสม สำหรับการทำประปาหมู่บ้าน

รุ่งนภา เมตตาริกานนท์

อภินันทนาการ
จาก
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
สาขาวิชาเอกการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2543

ISBN 974-664-375-4

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

วส
ร 62 3ร
2543
ฉ.1

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน

.....

นางสาวรุ่งนภา เมตตาริกานนท์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิพงษ์ ดิลกวณิช Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรัณยา สุจริตกุล พบ.ม.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ) สาขาวิชาเอกการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

แขนงการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

วันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2543

.....รุ่นกา เมตตาริกานนท์.....

นางสาวรุ่งนภา เมตตาริกานนท์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์ยรรยงค์ อินทร์ม่วง Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิพงษ์ ดิลกวณิช Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาและคำแนะนำอันมีคุณค่ายิ่งจากอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.เกษม กุลประดิษฐ์ ผศ.ดร.สิทธิพงษ์ ดิลกวณิช และอาจารย์กรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อนุชาติ พวงสำลี ที่มีความอดทนอย่างยิ่งในการให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตรวจแก้งานด้วยความอดทน และเป็นแรงผลักดันให้ก้าวเดินมาตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมาด้วยความเคารพรัก

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายสามารถ วงษ์วันทนีย์ เจ้าของบริษัท เอิร์ท อินเทลลิเจนซ์ เทคโนโลยีส์ จำกัด ผู้ที่ให้โอกาสได้เรียนรู้การใช้โปรแกรม SPANS และมีน้ำใจต่อผู้วิจัยเสมอ ดร.สุพรรณ กาญจนสุธรรม ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้โปรแกรม SPANS อย่างดียิ่ง และ ดร.ยรรยงค์ อินทร์ม่วง ที่ให้เกียรติร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และมีน้ำใจต่อผู้วิจัยเสมอ

ขอขอบคุณ นายชัยพร ศิริพรไพบูลย์ นายเชษฐพันธุ์ กาฬแก้ว นายเทิดศักดิ์ ทรัพย์ทวีวัง ดร.วรวุฒิ ตันติวณิช นายส่องแสง จิตเอื้ออารีกุล ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญพิจารณาค่าคะแนนของปัจจัย ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นายพิเชษฐ์ ทองล้วน นายสุรัตน์ เจียรนัยวิวัฒน์ ผู้ที่ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรม SPANS อย่างเอาใจใส่ และมีน้ำใจต่อผู้วิจัยเสมอ

ขอขอบคุณ นางสาวจันทรัตน์ สถาพรนานนท์ ผู้ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และมีน้ำใจต่อผู้วิจัยเสมอ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6 ขอนแก่น ทุกท่าน พนักงานบริษัท เอิร์ท อินเทลลิเจนซ์ เทคโนโลยีส์ จำกัด ทุกท่าน เพื่อนนักศึกษา IM 3 ทุกท่าน และเพื่อนของผู้วิจัยทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอ

ขอขอบพระคุณ พี่ๆ และขอบคุณ หลานๆ ที่ให้ความเอื้ออาทรมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอน้อมรำลึกพระคุณของบุพการี ผู้มี "คุณูปการ" ต่อลูก ขอกุศลผลบุญอันอาจจะมีในประการหนึ่งประการใดก็ตามจากการศึกษาวิจัยของลูก ได้เป็นผลานิสงส์น้อมนำให้แม่และเตี่ยได้รับรู้และนำจิตวิญญาณสู่สัมปรายภพ

รุ่งนภา เมตตาริกานนท์

Copyright by Mahidol University

3836282 ENIM/M : สาขาวิชาเอก : การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร : วท.ม.
(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
คำสำคัญ : ระบบช่วยการตัดสินใจ / แหล่งน้ำ / ประปาหมู่บ้าน

รุ่งนภา เมตตาริกานนท์ : ระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน (DECISION SUPPORT SYSTEM IN IDENTIFYING SUITABLE WATER SOURCE FOR VILLAGE PIPE WATER) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : เกษม กุลประดิษฐ์ , วท.ม. , สิทธิพงษ์ ดิลกวณิช , Ph.D. 200 หน้า . ISBN 974-664-375-4

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศด้านกายภาพของพื้นที่เพื่อประกอบการตัดสินใจ ในการสนับสนุนการจัดหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน โดยใช้โปรแกรม SPANS เป็นเครื่องมือในการจัดการระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

จากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่เอื้อต่อการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน สามารถสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านทั้งหมด 10 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ คุณภาพน้ำใต้ดิน คุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำฝน ชั้นหินอุ้มน้ำ ความลึกของน้ำใต้ดิน ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน หรือจุดที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ และปัจจัยทางด้านดินเค็ม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ในการตอบคำถามเพื่อที่จะใช้คัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

ผลการพัฒนาระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย ระบบข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งแสดงถึงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ และส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย จะเป็นข้อมูลที่แสดงถึงคุณสมบัติและลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ได้แก่ ข้อมูลบ่อบาดาล ข้อมูลประปาหมู่บ้าน ข้อมูลประชากร และข้อมูลการมีไฟฟ้าใช้ของชุมชน ในการสอบถามผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุดแก่ปัจจัยทางด้านปริมาณและคุณภาพน้ำที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพื้นที่ด้านการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน และจากการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นในพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น พบว่า ระบบฐานข้อมูลนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูลนำเข้าด้านดินเค็ม รวมทั้งข้อมูลด้านปริมาณและคุณภาพน้ำผิวดิน ซึ่งทำให้การคัดเลือกพื้นที่ในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านได้อย่างไม่ชัดเจนมากนัก หากจะให้ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีการแก้ไขสิ่งที่สำคัญคือ ข้อมูลนำเข้า โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดควรดำเนินการรวบรวมจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าปัจจัยด้านคุณภาพน้ำ ควรเป็นปัจจัยที่ชี้ขาดในการเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน

Copyright by Mahidol University

3836282 ENIM/M : MAJOR : INFORMATION MANAGEMENT ON ENVIRONMENTS AND NATURAL RESOURCES ; M.Sc. (TECHNOLOGY OF INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT)
KEY WORDS : DECISION SUPPORT SYSTEM / WATER SOURCE / VILLAGE PIPE WATER

ROONGNAPA METTARIGANON : DECISION SUPPORT SYSTEM IN IDENTIFYING SUITABLE WATER SOURCE FOR VILLAGE PIPE WATER. THESIS ADVISORS : KASEM KULPRADIT,M.Sc., SITTIPONG DILOKWANICH,Ph.D. 200 p. ISBN 974-664-375-4

The study was aimed at developing a decision support system to help determine whether to construct a piped-water system in Thai rural areas. The physical setting data was retrieved and further processed as a database using the SPANS, one of the geographical information systems.

Environmental factors, conditioning village piped-water plant, were surveyed and analyzed. Essential criteria related to water resources were thus established comprising a ten-point list . The list included topography, water quantity and quality of groundwater and surface waters, rainwater quantity, aquifer substrata, groundwater depth, distance from water-source to community, and salt solis. All these limited factors were analyzed to identify suitable areas to village piped-water supply plants.

The developed database system includes two major parts: spatial data indicating physical properties of the area and non - spatial data designating characteristics related to the spatial data such as groundwater deep wells , pipe water system , demographic data and information on electricity distribution in the community. According to the specialists , water quantity and quality are the most important factors influencing an establishment of the village pipe water system as well as the development of groundwater deep wells and surface water resources. A trial of the developed system at Manchakeeree district , Khon Kaen province shows that an input data on salt soils as well as data on quantity and quality of surface water are limited. This limitation leads to a lack of adequate information concerning selection of appropriate sites for water resources development , and the provision of piped- water system. The new database system would be more effective in selecting water sources for village water supply if all the necessary input data were available. Therefore, the organizations concerned should process the data in the computer database system. According to this study , the researcher suggests that water quality should be considered as the most important indicator in selecting water sources for the village water pipe system.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบัญ		ฉ
สารบัญตาราง		ซ
สารบัญภาพ		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	6
	1.3 แนวความคิดในการวิจัย	6
	1.4 ขอบเขตของการศึกษา	8
	1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2	ทบทวนวรรณกรรม	
	2.1 ระบบประปาหมู่บ้าน	9
	2.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่	19
	2.3 สรุป	33
บทที่ 3	ระเบียบวิธีการวิจัย	
	3.1 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา	37
	3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
	3.3 การนำเข้าและการจัดเก็บข้อมูล	49
	3.4 การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์	50
	3.5 การวิเคราะห์ผลข้อมูล	51
	3.6 การแสดงผล	54
	3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	55

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย	
	4.1 โครงสร้างระบบฐานข้อมูล	57
	4.2 ผลการทดลองระบบ	73
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
	5.1 สรุปผลการวิจัย	92
	5.2 การวิจารณ์	98
	5.3 ปัญหาและอุปสรรค	100
	5.4 ข้อเสนอแนะ	100
เอกสารอ้างอิง		102
ภาคผนวก		
	ภาคผนวก ก ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	104
	ภาคผนวก ข เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ	115
	ภาคผนวก ค แบบสอบถามประกอบวิทยานิพนธ์	123
	ภาคผนวก ง แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)	157
	ภาคผนวก จ แสดงค่า Weighting – Rating ของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน	166
	ภาคผนวก ฉ แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูล	173
	ภาคผนวก ช ข้อมูลเชิงพื้นที่	182
ประวัติผู้วิจัย		200

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงเงื่อนไขระบบประปาหมู่บ้านของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 17

ตารางที่ 4.1 ผลสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย 60

ตารางที่ 4.2 ผลสรุปค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล 61

ตารางที่ 4.3 ผลสรุปค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน 61

ตารางที่ 4.4 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยปริมาณน้ำที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน 62

ตารางที่ 4.5 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยลักษณะภูมิประเทศที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล 63

ตารางที่ 4.6 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยคุณภาพน้ำที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน 64

ตารางที่ 4.7 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยปริมาณน้ำฝนที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน 66

ตารางที่ 4.8 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยดินเค็มที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน 66

ตารางที่ 4.9 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชนที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน 67

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.10 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยความลึกน้ำใต้ดินที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล 67
ตารางที่ 4.11 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยชนิดหินอุ้มน้ำที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล 68
ตารางที่ 4.12 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของพารามิเตอร์ด้านคุณภาพน้ำโดยพิจารณาจากระดับย่อยของพารามิเตอร์ (rating) ที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ทางด้านคุณภาพน้ำในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน 69
ตารางที่ 4.13 แสดงลักษณะภูมิประเทศ บริเวณพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 73
ตารางที่ 4.14 แสดงลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา บริเวณพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 74
ตารางที่ 4.15 แสดงลักษณะทางปฐพีวิทยา บริเวณพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 74
ตารางที่ 4.16 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี บริเวณพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 75
ตารางที่ 4.17 แสดงลักษณะทางอุทกวิทยาแหล่งน้ำผิวดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 76
ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 77
ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 78
ตารางที่ 4.20 แสดงปริมาณเหล็กในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 79
ตารางที่ 4.21 แสดงปริมาณคลอไรด์ในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 79
ตารางที่ 4.22 แสดงปริมาณความกระด้างในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 79
ตารางที่ 4.23 แสดงศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 80

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.24 แสดงความลึกของน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 80
ตารางที่ 4.25 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้าง ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 81
ตารางที่ 4.26 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้าง ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 83
ตารางที่ 4.27 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้าง ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 85
ตารางที่ 4.28 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้าง ระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (กรณีแหล่งน้ำที่มีน้ำตลอดปี) อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 87
ตารางที่ 4.29 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้าง ระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (กรณีแหล่งน้ำที่ไม่มีน้ำตลอดปี) อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 89

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย 7

ภาพที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ (HYDROLOGIC CYCLE) 20

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการศึกษา 36

ภาพที่ 3.2 แสดงผลการศึกษา 55

ภาพที่ 4.1 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก 82

ภาพที่ 4.2 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง 84

ภาพที่ 4.3 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ 86

ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (กรณีแหล่งน้ำผิวดินมีน้ำตลอดปี) 88

ภาพที่ 4.5 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (กรณีแหล่งน้ำผิวดินไม่มีน้ำตลอดปี) 90

ภาพที่ 5.1 แสดงการทำงานของระบบใหม่ 97

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำดื่มน้ำใช้เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของประชาชนทั้งในชนบทและเขตเมือง ดังนั้นรัฐบาลไทยทุกยุคทุกสมัยจึงได้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมากในเรื่องการจัดหาแหล่งน้ำกินน้ำใช้ให้พอเพียงสำหรับประชาชน ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติทุกฉบับได้ให้ความสำคัญในการจัดหาแหล่งน้ำกินน้ำใช้ในระดับสูงมาโดยตลอด ทั้งในรูปของงบประมาณ บุคลากร การศึกษาวิจัย และการขอความช่วยเหลือจากต่างประเทศ อย่างไรก็ตามรัฐก็ยังไม่สามารถให้บริการแก่ประชาชนได้พอเพียงและทั่วถึง จึงทำให้ความรุนแรงของการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการที่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ทุกปีในฤดูแล้ง ทั้งนี้สาเหตุของปัญหาขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ในหลายจังหวัดครอบคลุมทั่วทุกภาคของประเทศ พบว่าสาเหตุประการหนึ่งก็คือ การขาดข้อมูลนำน้ำมาใช้ประโยชน์ ดังปรากฏในรายงานของคณะทำงานประเมินผลการแก้ไขปัญหาน้ำขาดแคลน (1) ซึ่งส่งผลทำให้ขาดการสนับสนุนด้านงบประมาณที่เหมาะสม

ในปี พ.ศ. 2534 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้ใช้แผนงานเร่งรัดจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในชนบท แผนงานดังกล่าวนี้ได้กำหนดว่าจะดำเนินการจัดหาน้ำสะอาดด้วยระบบประปาหมู่บ้าน โดยมีหน่วยงานหลักที่ทำการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ได้แก่ กรมอนามัยภายใต้แผนงานอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมโยธาธิการ และกรมทรัพยากรธรณี ภายใต้แผนงานพัฒนาชนบท โดยมีสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นหน่วยงานกำกับการดำเนินงานดังกล่าว

การก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านเป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ของการพัฒนาระบบการให้บริการน้ำสะอาดแก่ประชาชนในชุมชนหรือหมู่บ้าน ที่อยู่นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาลเพื่อใช้อุปโภคและบริโภคตลอด 24 ชั่วโมง ระบบประปาน่าจะเป็นงานจัดหาแหล่งน้ำที่ดีที่สุดในรูปของความสะอาดบวกกับความสะดวกสบายเพื่อให้ได้ใกล้เคียงกับมาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ว่า

Copyright by Mahidol University

"ประชาชนในชนบทควรได้รับน้ำดื่มที่สะอาดคนละ 5 ลิตรต่อคนต่อวัน โดยแหล่งน้ำอยู่ไม่ห่างเกิน 1 กิโลเมตร และอีก 45 ลิตรต่อคนต่อวัน สำหรับใช้ในครัวเรือน" (2) จากการประเมินถึงโครงการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาโครงการน้ำอุปโภคบริโภค ซึ่งได้ข้อมูลจากผู้บริหารระดับจังหวัดและอำเภอ ผู้รับผิดชอบโครงการ ประชาชน และจากการประเมินของทีมงาน **พบว่า ทุกกลุ่มเห็นว่าโครงการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาทั้งน้ำอุปโภคและบริโภค คือ โครงการระบบประปาหมู่บ้าน** รองลงมาคือบ่อบาดาล นอกจากนั้น ได้แก่ ภาชนะที่กักเก็บน้ำ เป็นต้น (3)

ในส่วนของกระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัยได้รับมอบหมายให้มีหน้าที่ในการจัดหาน้ำสะอาดให้ประชาชนบริโภค โดยรูปแบบของการสนับสนุนนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การจัดหาภาชนะรองรับน้ำฝนขนาดต่างๆ การจัดสร้างบ่อน้ำตื้น การขุดเจาะบ่อบาดาลติดสูบมือโยก ตลอดจนการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยมีกองประปาชนบท กรมอนามัย เป็นกองวิชาการที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในเรื่องของการสร้างกิจกรรมขุดบ่อน้ำตื้น เจาะบ่อบาดาลติดสูบมือโยก และการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยจัดสรรเป้าหมาย และมอบหมายให้ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตต่างๆ ในส่วนภูมิภาคเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการ

จากสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันของการดำเนินงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้านนั้น พบว่า กลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด จะต้องส่งรายชื่อหมู่บ้านเพื่อจะของบประมาณการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยจำนวนที่จัดส่งให้ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตอยู่ประมาณ 1.5 - 2 เท่า ของจำนวนเป้าหมายที่ได้รับในปีงบประมาณที่ผ่านมา โดยส่งมาที่ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตรายชื่อหมู่บ้านที่จะของบประมาณการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านจากจังหวัดต่างๆ ในเขตพื้นที่ของศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตที่รับผิดชอบ จะถูกส่งมาที่กลุ่มงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท เมื่อทางกลุ่มงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทได้รับรายชื่อหมู่บ้านที่จะของบประมาณการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านจากจังหวัด จะจัดส่งเจ้าหน้าที่ไปดำเนินการสำรวจข้อมูลทางด้านแหล่งน้ำ ตามรายชื่อหมู่บ้านที่ทางสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดส่งมาให้ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต ไปตรวจสอบความเหมาะสมของพื้นที่ จากนั้นศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตจะสรุปผลการสำรวจเพื่อการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านให้กับทางสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดทราบว่า หมู่บ้านใดมีความพร้อมทางด้านแหล่งน้ำ เมื่อทางสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดได้รับการแจ้งผล การตรวจสอบความเหมาะสมของหมู่บ้านที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน จะดำเนินการคัดเลือกพื้นที่และจัดลำดับความสำคัญของหมู่บ้านที่จะขอดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยจะพิจารณาตามหลักเกณฑ์ดังนี้

Copyright by Mahidol University

1. ชุมชนนั้นมีความต้องการที่จะขอสนับสนุนระบบประปาหมู่บ้าน ซึ่งทราบจาก
   - การส่งแบบเสนอขอความช่วยเหลือเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน (แบบเสนอขอความช่วยเหลือเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ผู้ใหญ่บ้านนั้นๆ จะเป็นผู้เสนอให้องค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้พิจารณา โดยจะมีกำนันของตำบลนั้นเป็นผู้ลงนามผ่าน จากนั้นก็จะผ่านความเห็นชอบของสาธารณสุขอำเภอ และความคิดเห็นของนายอำเภอ จากนั้นก็จะส่งเรื่องไปยังผู้ว่าราชการจังหวัด)
   - การเข้ามาติดต่อโดยตรงของชาวบ้านกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ
2. ขนาดของชุมชน ถ้ามีขนาดใหญ่ก็จะให้ความสำคัญมากกว่า
3. ปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ของชุมชน
4. คำขอของสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร

เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท ของกลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนั้น จะเป็นผู้ที่พิจารณาให้น้ำหนักของหลักเกณฑ์ดังกล่าว ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามแต่ละจังหวัด โดยจัดเข้าแผนงานในปีนั้น จะส่งเป็นคำขอพื้นที่ก่อสร้างประปาหมู่บ้านมายังศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต ซึ่งไม่สามารถวางแผนงานปีต่อไปได้ ในการคัดเลือกพื้นที่หมู่บ้านที่มีความพร้อมในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น กรมอนามัยได้มีหลักเกณฑ์ในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านให้กับทางสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดไว้เพื่อประกอบการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ในเบื้องต้น แต่ด้วยข้อจำกัดของทางกลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ไม่สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขของหลักเกณฑ์ในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านตามที่กรมอนามัยวางไว้อย่างครบถ้วน สาเหตุเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านงบประมาณไม่ได้ตั้งเบิกจ่ายที่จังหวัด จึงไม่มีงบประมาณในส่วนนี้ที่จะออกไปดำเนินการ จึงส่งผลทำให้ภาระในการตรวจสอบความเหมาะสมพื้นที่ที่มีความพร้อมในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ตกอยู่ที่กลุ่มงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต และเมื่อพิจารณาจะเห็นว่าแต่ละจังหวัดจะต้องส่งรายชื่อหมู่บ้านที่จะขอก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านมากกว่าเป้าหมายเดิมที่ได้รับในปีที่แล้ว ประมาณ 1.5 - 2 เท่า และโดยปกติเป้าหมายที่แต่ละจังหวัดได้รับมีแต่จะเพิ่มขึ้น ประกอบกับศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต จะมีพื้นที่รับผิดชอบเฉลี่ย 6 - 7 จังหวัดต่อศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต ทำให้ภาระในการตรวจสอบพื้นที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็นสองเท่า และเมื่อได้ทำการตรวจสอบพื้นที่ทางสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดส่งมาให้แล้วยังจะต้องดำเนินการตรวจสอบรายชื่อพื้นที่ที่ต้องการขอจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านตามคำขอของสมาชิกสภาผู้แทนราษฎรจังหวัดนั้น จะเห็นว่ากลุ่มงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทจะต้องรับภาระ

Copyright by Mahidol University

ในการตรวจสอบพื้นที่ที่ต้องการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านตามคำขอของสมาชิกสภาผู้แทนราษฎรเพิ่มขึ้น นอกจากจะต้องตรวจสอบพื้นที่ตามรายชื่อของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดที่ต้องการขอก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านซึ่งขอมาตามระบบสายงาน จากรายชื่อหมู่บ้านที่มี จากคำขอของสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร ส่วนใหญ่ไม่ได้มีการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ในระดับหนึ่ง ก่อนที่จะส่งมาตรวจสอบความเหมาะสม การเลือกพื้นที่หมู่บ้านบางแห่งจึงเป็นความต้องการทางการเมือง ซึ่งส่งผลทำให้เมื่อดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านแล้วเสร็จ ปรากฏว่าปริมาณน้ำในบ่อบาดาลมีไม่พอที่จะใช้ผลิตน้ำประปาได้ (4) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นการลงทุนที่สูญเปล่าของรัฐ โดยไม่สามารถแก้ไขได้เมื่อลงทุนไปแล้ว

หากพิจารณาหลักเกณฑ์ทั้ง 4 ข้อ ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดที่ใช้สำหรับคัดเลือกพื้นที่และจัดลำดับความสำคัญของหมู่บ้านที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น ข้อสังเกตที่ได้มีดังนี้ หากชุมชนใดไม่ได้ส่งแบบเสนอคำขอความช่วยเหลือเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน หรือไม่ได้ติดต่อกับหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ชุมชนนั้นจะขาดโอกาสที่จะได้รับระบบประปาหมู่บ้าน หากชุมชนนั้นได้ส่งแบบเสนอคำขอความช่วยเหลือเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน หรือได้ติดต่อกับหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน แต่ถ้าขนาดของชุมชนนั้นมีขนาดเล็ก จะทำให้โอกาสที่ชุมชนนั้นได้รับระบบประปาหมู่บ้านน้อยกว่าชุมชนที่มีขนาดใหญ่กว่า หรือหากชุมชนใดไม่ได้ส่งแบบเสนอคำขอความช่วยเหลือเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน หรือไม่ได้ติดต่อกับหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน หากแต่ชุมชนนั้นอยู่ในคำขอของสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร โอกาสของชุมชนนั้นที่จะได้รับระบบประปาหมู่บ้านอยู่ในระดับสูงมาก ถึงแม้ว่าจะไม่เข้าหลักเกณฑ์ใน 3 ข้อแรก หรือชุมชนนั้นเข้าหลักเกณฑ์ทั้ง 4 ข้อ แต่พื้นที่ขาดศักยภาพทางด้านกายภาพ การจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านก็ไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างได้ ดังนั้นหากพื้นที่ใดที่มีความพร้อมทางด้านศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพ หากแต่ไม่อยู่ในหลักเกณฑ์ทั้ง 4 ข้อ ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด พื้นที่นั้นจะขาดโอกาสที่จะได้รับระบบประปาหมู่บ้านไว้เพื่อบริการน้ำสะอาดให้กับชุมชนของตนเอง ซึ่งจะเห็นได้ว่า “ข้อพิจารณา” ที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น ยังขาดมิติมุมมองทางด้าน “ศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพ” ที่จะสามารถดำเนินการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน จึงส่งผลทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับแหล่งน้ำดิบและคุณภาพน้ำ ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการศึกษาปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานก่อสร้างระบบประหมู่บ้านของสำนักงบประมาณ (4) แต่ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อพิจารณาหลักเกณฑ์ทางด้านกายภาพของพื้นที่นั้น จำเป็นจะต้องใช้หลักวิชาการหลายด้านมาประกอบ จึงจะสามารถชี้ได้ว่าพื้นที่ใดมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพ

Copyright by Mahidol University

ในบางครั้งเมื่อศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตได้ดำเนินการส่งแบบแปลนสถานที่ก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านให้กับทางสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดแล้ว สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดยังมีหนังสือราชการแจ้งกลับมาที่ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตเพื่อที่จะขอเปลี่ยนแปลงพื้นที่ก่อสร้างใหม่ ซึ่งทางศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต ก็จะต้องส่งเจ้าหน้าที่ออกไปดำเนินการตรวจสอบความเหมาะสมของพื้นที่ที่ขอเปลี่ยนแปลงมานั้นว่ามีความเหมาะสมทางด้านแหล่งน้ำ ในการที่จะสามารถก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านได้หรือไม่ และจากรายงานการประเมินผลการปฏิบัติงานโครงการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน จากการสำรวจตัวอย่างจำนวน 444 แห่ง พบว่า ในปีงบประมาณ 2535 - 2536 หน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ได้ดำเนินการขอเปลี่ยนแปลงพื้นที่หมู่บ้านดำเนินการจำนวน 39 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9 ของจำนวนโครงการตัวอย่างทั้งหมด (4) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเวลาในการสำรวจและออกแบบพื้นที่หมู่บ้านใหม่

จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นพบว่าจังหวัดไม่สามารถวางแผนพัฒนาจังหวัดในเรื่องของพื้นที่ที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านในแผนงานปีต่อไปได้ จะวางแผนงานได้เฉพาะในเรื่องเป้าหมายที่จะปฏิบัติให้ครอบคลุมตามนโยบายของรัฐเท่านั้น หรือแม้แต่พื้นที่ที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านในปีงบประมาณนั้น ก็ยังไม่ทราบว่าจะดำเนินการที่พื้นที่ใด ส่งผลทำให้การดำเนินการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ไม่สามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จ ในปีงบประมาณนั้น ซึ่งจะต้องทำให้มีการกันเงินงบประมาณเหลื่อมปี ทุกครั้งของปีงบประมาณ ประกอบกับในการจัดทำคำขอตั้งงบประมาณประจำปี ตามระเบียบของสำนักงบประมาณ กรมอนามัยจะต้องบรรจุรายชื่อพื้นที่ที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ลงในคำขอตั้งงบประมาณปีนั้นด้วย รวมทั้งเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2538 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้จัดตั้ง คณะทำงานเพื่อพิจารณาจัดทำแผนงานโครงการเร่งรัดจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาชนบท **ซึ่งมีนโยบายที่จะขยายผลการดำเนินงานประปาหมู่บ้านให้ครอบคลุมหมู่บ้าน ในเขตชนบทร้อยละ 70 ภายในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (2540 - 2544)** ซึ่งจะทำให้มีระบบประปาชนบทเพิ่มขึ้นอีกจำนวน 17,637 หมู่บ้าน ทำให้ผู้ดำเนินงาน ที่เกี่ยวข้องมีภาระหน้าที่ที่จะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้อย่างหนักหน่วง

หากพิจารณาการดำเนินงานที่ผ่านมาจะพบว่า ปัญหาอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่ง อยู่ที่การขาดประสิทธิภาพการจัดการข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพของพื้นที่สำหรับการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทอย่างแท้จริง ดังนั้น หากจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จตามเป้าหมายโครงการ

Copyright by Mahidol University

จัดหาน้ำสะอาดด้วยระบบประปาหมู่บ้านตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายไว้สูงมากให้สามารถดำเนินการได้สอดคล้อง และเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงของพื้นที่หมู่บ้านในชนบทให้คุ้มค่ากับการลงทุน และเกิดประโยชน์กับท้องถิ่นอย่างแท้จริง แนวทางหนึ่งที่สำคัญที่จะสามารถแก้ไขได้ คือ การนำเอาระบบสารสนเทศ (Information System) ที่สามารถจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีปริมาณมาก ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาใช้ในการดำเนินงาน ซึ่งระบบดังกล่าวนี้ จำเป็นจะต้องเป็นระบบที่สามารถค้นหาข้อมูลเชิงพื้นที่ วิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรร่วมกันได้อย่างผสมผสาน และสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่และไม่ใช่ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว ตลอดจนที่จะสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นที่มาในการศึกษาครั้งนี้

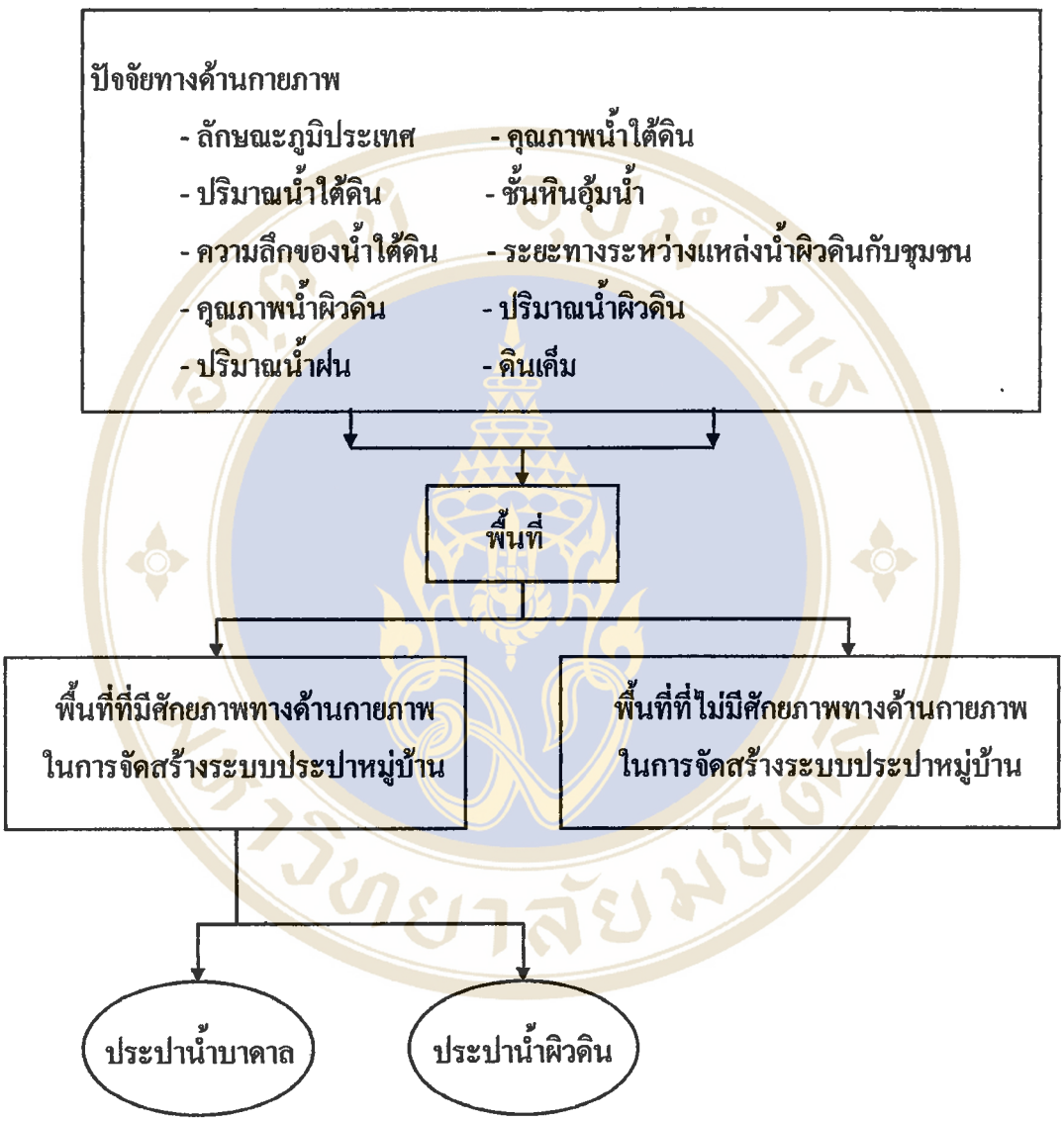
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศด้านกายภาพของพื้นที่ในการสนับสนุนการจัดหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน

1.3 แนวความคิดในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ศาสตร์ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกี่ยวข้องเพื่อจะจัดทำระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งระบบฐานข้อมูลนี้จะจัดเก็บข้อมูลทางด้านกายภาพของพื้นที่ จากการทบทวนเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการปฏิบัติงานจริงของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้านได้สะท้อนปัจจัยหลักที่แสดงศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพของชุมชนที่จะสามารถจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ คุณภาพน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำใต้ดิน ชนิดหินอุ้มน้ำ ความลึกของน้ำใต้ดิน ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน คุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำฝน และดินเค็ม เมื่อผู้วิจัยทำการคัดเลือกพื้นที่ในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลและระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินได้แล้ว (ดูภาพที่ 1.1) ผลการวิจัยที่ได้จะเป็นพื้นฐานของการวางแผนสนับสนุนการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้านเป็นไปอย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพต่อไป

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

Copyright by Mahidol University

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

- ขอบเขตของระบบข้อมูลที่ศึกษา การศึกษาครั้งนี้ ได้มุ่งเน้นศึกษาเฉพาะระบบข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพื้นที่ด้านการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน

- ขอบเขตของหน่วยงานที่ศึกษา หน่วยงานที่ศึกษา หมายถึง หน่วยงานที่ดำเนินการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้าน ได้แก่ กรมอนามัย กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท

- ขอบเขตของพื้นที่ทดลองใช้ระบบ การศึกษาครั้งนี้ ได้ทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นในเขตพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้ระบบข้อมูลด้านกายภาพของพื้นที่ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดหาน้ำสะอาดด้วยระบบประปาหมู่บ้าน

- หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดหาน้ำสะอาดด้วยระบบประปาหมู่บ้านสามารถ :

นำระบบข้อมูลด้านกายภาพของพื้นที่ไปใช้ในการวางแผนงาน และการจัดสรรงบประมาณโครงการจัดหาน้ำสะอาดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

นำระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านที่ได้ไปเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

เนื้อหาสาระในบทนี้จะกล่าวถึงระบบประปาหมู่บ้าน และผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการนำหลักวิชาการ วิทยาการมาประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อเป็นการวางรากฐานทำความเข้าใจถึงแนวทางการศึกษาครั้งนี้ เพื่อจะนำไปสู่องค์ความรู้ทางด้านศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพของชุมชนที่จะสามารถจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านให้สามารถบริการน้ำสะอาดให้กับชุมชนในชนบทได้อย่างต่อเนื่องตลอดไป ทั้งนี้เพื่อที่จะใช้เป็นดัชนีคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

2.1 ระบบประปาหมู่บ้าน

การก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านเป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ของการพัฒนาระบบการให้บริการน้ำสะอาดแก่ประชาชนในชนบท โดยการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติประเภทน้ำใต้ดิน หรือน้ำผิวดินมาผ่านขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ให้เป็นน้ำสะอาดตามหลักวิชาการและวิธีการอันเหมาะสมแล้วจ่ายโดยระบบท่อผ่านมาตรวัดน้ำให้แก่ประชาชนในชุมชนหรือหมู่บ้าน ที่อยู่นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาลเพื่อใช้อุปโภคและบริโภค ซึ่งมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามหน่วยงานที่เข้ามาดำเนินการก่อสร้าง ดังนี้คือ กองประปาชนบท กรมอนามัย เรียก ระบบประปาที่สร้างขึ้นว่า ประปาหมู่บ้าน กองพัฒนาน้ำสะอาด กรมโยธาธิการ เรียกว่า ระบบน้ำสะอาดสำหรับหมู่บ้าน

เมื่อวันที่ 6 สิงหาคม 2534 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้ใช้แผนงานเร่งรัดจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในชนบท โดยมีหน่วยงานหลักที่ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาชนบท ตามแผนงานดังกล่าวนี้ คือ กรมอนามัย กรมโยธาธิการ และกรมทรัพยากรธรณี ดังนั้น เพื่อให้เป็นไปตามมติคณะรัฐมนตรี กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี ได้จัดทำแผนงานในการดำเนินการจัดหาน้ำสะอาดในรูปแบบของการประปาชนบท เป็นครั้งแรกเมื่อปีงบประมาณ 2536 เรียกว่า ระบบประปาชนบท และคณะรัฐมนตรีได้มีมติเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาชนบท เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2536 โดยเห็นชอบที่จะให้สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบทดำเนินการจัดหาน้ำสะอาดในรูปแบบของการประปาชนบท ดังนั้น สำนักงาน

Copyright by Mahidol University

เร่งรัดพัฒนาชนบทจึงได้จัดทำแผนงานในการดำเนินการจัดหาน้ำสะอาดในรูปแบบของการประปาชนบท เป็นครั้งแรกเมื่อปีงบประมาณ 2537 เรียกว่า ระบบประปาชนบท

การสร้างระบบประปาของหน่วยงานทั้ง 4 หน่วยนี้ มีวัตถุประสงค์ของการจัดสร้างคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เป็นการสร้างระบบประปาเพื่อช่วยให้ราษฎรในชนบทนอกเขตเทศบาล หรือสุขาภิบาลมีน้ำอุปโภคบริโภคที่สะอาด และปลอดภัย โดยให้ราษฎรในท้องถิ่นนั้นมีส่วนร่วมในการก่อสร้างในรูปของการร่วมสมทบทุนในการก่อสร้าง ชุมชนอาจจะเป็นผู้ดำเนินการบริหารเอง หรือบริหารอยู่ภายใต้โครงสร้างขององค์การบริหารส่วนจังหวัด และในการออกแบบระบบประปาหมู่บ้านขนาดต่างๆ จะต้องมีข้อมูลเพียงพอ โดยมีการสำรวจพื้นที่ในหมู่บ้าน (5) ดังนี้คือ

1. การสำรวจข้อมูลแหล่งน้ำ ที่มีอยู่ตามหมู่บ้าน โดยจะต้องได้ข้อมูลปริมาณน้ำ และข้อมูลคุณภาพน้ำ เพื่อตัดสินใจ ที่จะก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านหรือไม่อย่างไร

2. ภายหลังจากการสำรวจข้อมูลแหล่งน้ำและตัดสินใจว่าสามารถทำประปาได้ จะดำเนินการสำรวจข้อมูลทำแผนที่หมู่บ้านและการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของดิน โดยจะดำเนินการสำรวจหาข้อมูลหมู่บ้านเพื่อทำการออกแบบขนาดและที่ตั้งระบบประปา ขนาดและแนววางท่อจ่ายน้ำประปาในหมู่บ้าน ไฟฟ้าที่นำมาสูบน้ำ ตำแหน่งของแหล่งน้ำระบบประปา รวมทั้งความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน ที่ตั้งสิ่งก่อสร้างในที่ตั้งระบบประปา เพื่อตัดสินใจในการออกแบบฐานรากสิ่งก่อสร้างต่างๆ

จากหัวข้อที่ 1 และ 2 หน่วยงานในภาคราชการจะนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาออกแบบระบบประปาหมู่บ้าน จัดทำรายการรายละเอียดเฉพาะแห่ง จัดทำแบบแปลนก่อสร้าง ประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบประปา และจัดจ้างเหมาก่อสร้างระบบประปาต่อไป

2.1.1 ขั้นตอนการขอก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

สำหรับขั้นตอนการขอก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น จะเริ่มที่ชาวบ้านหากมีความต้องการระบบประปาหมู่บ้าน จะต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน โดยผ่านคณะกรรมการพัฒนาหมู่บ้าน สภาตำบล อำเภอ และถูกจัดเข้าอยู่ในแผนพัฒนาจังหวัด เพื่อขอรับการสนับสนุนทางด้านเงินงบประมาณจากกรมอนามัย เมื่อกรมอนามัยได้รับโครงการเพื่อขอความสนับสนุนจากจังหวัดแล้วก็จะมอบให้ฝ่ายประปาชนบท ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการทั้งทางด้านวิชาการ (การทดสอบคุณภาพน้ำและปริมาณน้ำ) และความพร้อมของหมู่บ้านที่จะปฏิบัติตามเงื่อนไขของกรมอนามัย หากศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขตพิจารณาแล้ว เห็นว่า

Copyright by Mahidol University

หมู่บ้านใดมีความเหมาะสมก็จะดำเนินการสำรวจออกแบบ และประมาณราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด พร้อมทั้งแจ้งจำนวนเงิน และเงื่อนไขอื่นๆ ที่หมู่บ้านจะต้องร่วมมือกับกรมอนามัยให้จังหวัดและคณะกรรมการหมู่บ้านทราบ

จากนั้นคณะกรรมการพัฒนาหมู่บ้านจะต้องประสานงานกับจังหวัด และฝ่ายประปาชนบท ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต เพื่อดำเนินการดังต่อไปนี้ คือ

- จัดหาเงินทุนหมุนเวียนสำหรับบริหารงานระบบประปาขั้นต้น ในรูปแบบของกองทุนประปาหมู่บ้าน
- รวบรวมเงินค่ามาตรวัดน้ำ และอุปกรณ์ต่อท่อเข้าบ้านจากผู้ที่มีความประสงค์จะใช้น้ำ
- จัดหาที่ดินเพื่อใช้เป็นสถานที่ก่อสร้างระบบประปา
- ส่งแบบเสนอขอความสนับสนุนเงินงบประมาณ เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านไปยังศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต โดยผ่านสภาตำบล อำเภอ และจังหวัด ตามลำดับ

ฝ่ายประปาชนบท ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต จัดทำรายละเอียดของโครงการเสนอกรมอนามัย โดยผ่านกองประปาชนบท เพื่อพิจารณาให้การสนับสนุน เมื่อกรมอนามัยพิจารณาเห็นชอบแล้ว ฝ่ายประปาชนบท ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต จะดำเนินการก่อสร้างในกรณีดำเนินการเอง แต่ถ้าเป็นกรณีจ้างเหมากองประปาชนบท กรมอนามัย จะส่งแบบแปลนให้จังหวัดดำเนินการประกวดราคาเพื่อหาผู้รับจ้างต่อไป เมื่อได้ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านเสร็จเรียบร้อยแล้ว กรมอนามัยจะมอบระบบประปาหมู่บ้านให้ชาวบ้านเป็นผู้ดูแลเอง ซึ่งการดูแลระบบประปานั้น จำเป็นจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ชาวบ้านจะต้องรวมเป็นกลุ่มสมาชิกผู้ใช้น้ำ จะต้องตั้งคณะกรรมการบริหารระบบประปาหมู่บ้านและผู้ดูแลระบบประปา และจะต้องมีเงินกองทุนเพื่อพัฒนาระบบประปาหมู่บ้าน (6)

สำหรับขั้นตอนการขอก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านของกรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบทนั้น ได้ใช้ระเบียบการบริหารราชการแผ่นดินตามระบบคณะกรรมการพัฒนาชนบทแห่งชาติ (กชช.) เช่นเดียวกับกรมอนามัย

Copyright by Mahidol University

2.1.2 หลักเกณฑ์การพิจารณาจัดสรรเป้าหมายงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท

การกำหนดหลักเกณฑ์การจัดสรรเป้าหมายงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทลงสู่จังหวัดนั้น ได้มีมติจากที่ประชุมครั้งที่ 1/2539 เมื่อวันอังคารที่ 27 กุมภาพันธ์ 2539 ของคณะอนุกรรมการประสานแผนงานงานโครงการด้านการพัฒนาระบบน้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภค ซึ่งกรมอนามัยได้ใช้หลักเกณฑ์ดังกล่าวเป็นแนวทางการพิจารณากระจายเป้าหมายของงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทลงสู่จังหวัด (5) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- หลักเกณฑ์การพิจารณาจัดสรรเป้าหมายการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

กรมอนามัยได้กำหนดหลักเกณฑ์การจัดสรรระบบประปาหมู่บ้าน เพื่อใช้พิจารณากระจายเป้าหมายของระบบประปาหมู่บ้านลงสู่จังหวัด โดยการพิจารณาประเด็นดังต่อไปนี้

1. พิจารณาจัดสรรเป้าหมายให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ และมีสัดส่วนสอดคล้องกับจำนวนประชากรของจังหวัด โดยคิดสัดส่วนระหว่างร้อยละ 30 - 60
2. พิจารณาจากปัญหาการขาดแคลนน้ำของจังหวัด โดยคิดสัดส่วนระหว่างร้อยละ 30 - 50
3. พิจารณารายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในจังหวัด โดยคิดสัดส่วนร้อยละ 10
4. พิจารณาความเป็นไปได้ทางวิชาการ โดย :

- พิจารณาความเป็นไปได้ทางวิชาการว่าพื้นที่นั้น มีชั้นน้ำใต้ดินที่มีศักยภาพที่จะให้ปริมาณมากเพียงพอ หรือมีแหล่งน้ำผิวดินที่มีปริมาณเพียงพอสำหรับใช้เป็นน้ำของระบบประปาหมู่บ้าน และมีคุณภาพดีไม่กร่อยหรือเค็ม
- พิจารณาความพร้อมขององค์ประกอบอื่นๆ อาทิ เช่น การมีไฟฟ้าในหมู่บ้าน การมีสถานที่ตั้งระบบผลิตน้ำประปา ความพร้อมของชุมชนในการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การบริหารและบำรุงรักษาระบบประปาภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ

5. พิจารณาจากศักยภาพของจังหวัดต่างๆ ในการดำเนินการบริหารจัดการงบประมาณการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านในปีงบประมาณที่ผ่านมาว่า มีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการให้บรรลุวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด

- หลักเกณฑ์การพิจารณาจัดสรรเป้าหมายการเจาะบ่อบาดาล

กรมอนามัยได้กำหนดหลักเกณฑ์การจัดสรรการเจาะบ่อบาดาล เพื่อใช้พิจารณากระจายเป้าหมายของการเจาะบ่อบาดาลลงสู่จังหวัด โดยการพิจารณาประเด็นดังต่อไปนี้

Copyright by Mahidol University

1. พิจารณาจัดสรรเป้าหมายให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ และมีสัดส่วนสอดคล้องกับจำนวนประชากรของจังหวัด โดยคิดสัดส่วนระหว่างร้อยละ 30 - 60

2. พิจารณาจากปัญหาการขาดแคลนน้ำของจังหวัด โดยคิดสัดส่วนระหว่างร้อยละ 30 - 50

3. พิจารณาจากรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในจังหวัด โดยคิดสัดส่วนร้อยละ 10

4. พิจารณาจากความเป็นไปได้ทางวิชาการว่า พื้นที่นั้นมีชั้นน้ำใต้ดินที่มีศักยภาพที่จะให้ปริมาณมากเพียงพอสำหรับใช้เป็นแหล่งน้ำของระบบประปาหมู่บ้าน และมีคุณภาพดีไม่กร่อยหรือเค็ม

5. พิจารณาจัดสรรให้สอดคล้องกับแผนการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน และเตรียมการสำหรับแผนงานในปีงบประมาณต่อไป

ข้อสังเกตที่ได้จากมติที่ประชุมของคณะอนุกรรมการประสานแผนงานงานโครงการด้านการพัฒนาระบบน้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภค ในการกำหนดหลักเกณฑ์การจัดสรรเป้าหมายงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทลงสู่จังหวัดนั้น "รัฐ" ได้ใช้ปัจจัยทางด้านจำนวนประชากรของจังหวัด เกณฑ์การขาดแคลนน้ำของจังหวัด และผกผันรายได้เฉลี่ยประชากรในจังหวัด (รายได้น้อยจะได้รับการจัดสรรมาก) เป็นปัจจัยสำคัญในการจัดสรรงบประมาณลงสู่จังหวัด โดยให้น้ำหนักมากที่สุดที่ปัจจัยทางด้านจำนวนประชากรของจังหวัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะด้วยเงื่อนไขที่ประชาชนในชนบทคนๆ หนึ่งควรที่จะได้รับน้ำดื่มที่สะอาดคนละ 5 ลิตรต่อคนต่อวัน และน้ำใช้ 45 ลิตรต่อคนต่อวัน ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ดังนั้นจึงได้ให้ความสำคัญต่อจำนวนประชากรของจังหวัดเป็นอันดับแรก เพื่อที่จะได้ครอบคลุมจำนวนประชากรในพื้นที่ของจังหวัดนั้น ส่วนปัจจัยทางด้านปัญหาการขาดแคลนน้ำของจังหวัดนั้น รัฐได้ให้น้ำหนักความสำคัญมากพอกับน้ำหนักของปัจจัยทางด้านจำนวนประชากรของจังหวัด ซึ่งได้ชี้ให้เห็นว่า "รัฐ" มิได้เพิกเฉยต่อปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ของประชาชน แต่กลับพยายามที่จะแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ในพื้นที่ของจังหวัดนั้น และรัฐยังได้พยายามที่จะกระจายเป้าหมายงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทไปยังกลุ่มประชากรที่มีรายได้น้อยให้ได้มีโอกาสได้รับบริการน้ำสะอาดจากรัฐ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประชากรกลุ่มนี้มิอาจช่วยเหลือตนเองได้ดีเท่ากับกลุ่มประชากรที่มีรายได้สูง

Copyright by Mahidol University

2.1.3 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

ปัจจุบันกองประปาชนบท กรมอนามัย ได้ให้การสนับสนุนในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยพิจารณาจากสภาวะเศรษฐกิจและสังคมของหมู่บ้าน ตลอดจนความเหมาะสมทางด้านวิชาการ ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบของระบบประปาหมู่บ้านได้เป็น 4 รูปแบบ (5) ดังนี้คือ

1. ระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลขนาดกลาง ซึ่งสามารถให้บริการประชากร ครอบคลุมระหว่าง 50 – 120 หลังคาเรือน แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตระบบประปา ใช้บ่อน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำ 5 – 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ชนิดของไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ 220 โวลท์ 2 สาย

2. ระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถให้บริการประชากร ครอบคลุมตั้งแต่ 120 – 300 หลังคาเรือน แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตระบบประปา ใช้บ่อน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ชนิดของไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ 220 โวลท์ 2 สาย หรือ 380 โวลท์ 4 สาย

3. ระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินธรรมดา ซึ่งสามารถให้บริการประชากร ครอบคลุมตั้งแต่ 120 – 300 หลังคาเรือน แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตระบบประปา ใช้แหล่งน้ำผิวดินจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ซึ่งจะต้องสำรวจปริมาณ และคุณภาพ ชนิดของไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ 220 โวลท์ 2 สาย หรือ 380 โวลท์ 4 สาย

4. ระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถให้บริการประชากร ครอบคลุมตั้งแต่ 300 หลังคาเรือน ขึ้นไป แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตระบบประปา ใช้แหล่งน้ำผิวดินจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ซึ่งจะต้องสำรวจปริมาณ และคุณภาพ ชนิดของไฟฟ้าที่ใช้ในระบบ 220 โวลท์ 2 สาย หรือ 380 โวลท์ 4 สาย

นอกจากนี้ยังมีเงื่อนไขย่อยในการสนับสนุนการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ดังนี้คือ หมู่บ้านจะต้องมีแหล่งน้ำที่เหมาะสมที่จะสามารถนำมาผลิตเป็นประปาได้ทั้งในเชิงของปริมาณและคุณภาพของน้ำ งบประมาณสนับสนุนในการก่อสร้างจะครอบคลุมเฉพาะระบบผลิตน้ำประปาและท่อเมนส่งน้ำตามถนนหลักภายในหมู่บ้าน ในส่วนของการต่อท่อน้ำเข้าสู่บ้านพักอาศัยราษฎรจะต้องเป็นผู้จัดหามาตรวัดน้ำ และท่อพร้อมทั้งอุปกรณ์และดำเนินการต่อท่อเองภายใต้การควบคุมของเจ้าหน้าที่ และเมื่อดำเนินการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว กรมอนามัยจะมอบระบบประปาดังกล่าวให้กับหมู่บ้านเพื่อรับผิดชอบในการบริหาร ดังนั้นจะต้องมีการรวมกลุ่มจัดตั้งคณะกรรมการบริหารระบบประปา และจะต้องหาเงินกองทุนสำรองเพื่อใช้ดำเนินการภายหลังการก่อสร้างตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารกิจการ และบำรุงรักษาระบบประปา

Copyright by Mahidol University

หากพิจารณาจะเห็นได้ว่ามติที่ประชุมของคณะอนุกรรมการประสานแผนงานงานโครงการด้านการพัฒนาระบบน้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภค ได้ใช้ปัจจัยทางด้านผกผันรายได้เฉลี่ยประชากรจังหวัด (รายได้น้อยจะได้รับการจัดสรรมาก) ซึ่งเป็นข้อกำหนดหนึ่งในหลักเกณฑ์การจัดสรรเป้าหมายงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบทลงสู่จังหวัด หากแต่กองประปาชนบท กรมอนามัย ได้มีเงื่อนไขว่า การต่อท่อน้ำเข้าสู่บ้านพักอาศัยของราษฎรจะต้องเป็นผู้จัดหามาตรวัดน้ำ และท่อพร้อมทั้งอุปกรณ์และดำเนินการต่อท่อเองภายใต้การควบคุมของเจ้าหน้าที่ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการดำเนินงานก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น หมู่บ้านที่จะสามารถดำเนินการก่อสร้างได้ตามเงื่อนไขของกองประปาชนบท กรมอนามัย จะต้องเป็นหมู่บ้านที่มีฐานะเศรษฐกิจค่อนข้างดี และจากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อท่อประปาพร้อมทั้งติดตั้งมาตรวัดน้ำ จากการสำรวจตัวอย่างจำนวน 374 แห่ง พบว่า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อครัวเรือนจำแนกตามภาค ได้ดังนี้ ภาคกลาง 1,159 บาทต่อครัวเรือน ภาคเหนือ 1,086 บาทต่อครัวเรือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 938 บาทต่อครัวเรือน และภาคใต้ 1,376 บาทต่อครัวเรือน (4) จะเห็นได้ว่าครัวเรือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง เสียค่าใช้จ่ายในการต่อท่อประปาพร้อมติดตั้งมาตรวัดน้ำโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่างครัวเรือน 938 - 1,159 บาท ส่วนครัวเรือนในภาคใต้ต้องเสียค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยแพงที่สุดคือ ครัวเรือนละ 1,376 บาท ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครัวเรือนในพื้นที่ภาคใต้ตั้งกระจายและอยู่ห่างกันมากกว่าครัวเรือนในภาคอื่น

กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี ให้การสนับสนุนในการจัดสร้างระบบประปาชนบทเพียงหนึ่งรูปแบบ คือ ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก ซึ่งจะมีหลักเกณฑ์เบื้องต้นเพื่อพิจารณาโครงการระบบประปาชนบทเข้าแผนงานจ้างเหมาก่อสร้าง ดังนี้ แหล่งน้ำดิบ ใช้บ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่ได้ดำเนินการเจาะไว้แล้ว ซึ่งคุณภาพน้ำเหมาะสมที่จะใช้อุปโภคได้ และมีปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (22 แกลลอนต่อนาที) จำนวนและความพร้อมของกลุ่มผู้ใช้น้ำตั้งแต่ 30 – 100 หลังคาเรือน มีสถานที่สำหรับติดตั้งหอถัง และถังกรองสนิมเหล็ก มีระบบไฟฟ้าที่สามารถใช้กับเครื่องสูบน้ำ และเส้นทางเข้าที่ก่อสร้างได้โดยสะดวก

กองพัฒนาน้ำสะอาด กรมโยธาธิการ ซึ่งจะมีหลักเกณฑ์เบื้องต้นเพื่อพิจารณาโครงการระบบน้ำสะอาดสำหรับหมู่บ้านเข้าไปในแผนงานการก่อสร้างของสำนักงานโยธาธิการจังหวัด ดังนี้ เป็นหมู่บ้านที่มีไฟฟ้าเพื่อใช้กับเครื่องสูบน้ำ มีที่ดินเพื่อการก่อสร้างหอถังสูง เป็นหมู่บ้านที่อยู่นอกเขตเทศบาล สุขาภิบาล และยังไม่มีประปา ท้องถิ่นต้องมีความพร้อมในด้านการบริหารกิจการและการบำรุงรักษา และโครงการจะต้องได้รับการพิจารณาเห็นชอบจากจังหวัดโดยผ่าน

Copyright by Mahidol University

ระบบคณะกรรมการพัฒนาชนบทแห่งชาติ หรือ กชช. โดยให้การสนับสนุนในการจัดสร้างระบบประปา 3 รูปแบบ ดังนี้ คือ แบบมาตรฐานขนาดใหญ่ บ่อน้ำบาดาลจะต้องมีปริมาณน้ำมากกว่า 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และหมู่บ้านจะต้องมีผู้อยู่อาศัยตั้งแต่ 120 หลังคาเรือนขึ้นไป แบบมาตรฐาน ก บ่อน้ำบาดาลจะต้องมีปริมาณน้ำมากกว่า 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และหมู่บ้านจะต้องมีผู้อยู่อาศัยตั้งแต่ 50 - 120 หลังคาเรือน และแบบมาตรฐาน ข บ่อน้ำบาดาลจะต้องมีปริมาณน้ำมากกว่า 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และหมู่บ้านจะต้องมีผู้อยู่อาศัยตั้งแต่ 30 - 50 หลังคาเรือน

กองพัฒนาแหล่งน้ำ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ซึ่งจะมีหลักเกณฑ์เบื้องต้นเพื่อพิจารณาโครงการระบบประปาชนบทเข้าไปในแผนงานการก่อสร้างของสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบทจังหวัด ดังนี้ เป็นหมู่บ้านที่มีไฟฟ้า มีที่ดินเพื่อการก่อสร้างระบบประปา ท้องถิ่นต้องมีความพร้อมในด้านการบริหารกิจการและการบำรุงรักษา โดยให้การสนับสนุนในการจัดสร้างระบบประปาชนบท 3 ขนาด คือ ขนาด 30 ครัวเรือน ใช้ก่อสร้างสำหรับบริการน้ำประปาให้แก่กลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีจำนวน 30 - 45 ครัวเรือน แหล่งน้ำดิบที่พิจารณา คือ บ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้น ซึ่งควรมีปริมาณการให้น้ำไม่น้อยกว่า 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ขนาด 50 ครัวเรือน ใช้ก่อสร้างสำหรับบริการน้ำประปาให้แก่กลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีจำนวน 50 - 70 ครัวเรือน แหล่งน้ำดิบที่พิจารณา คือ บ่อน้ำบาดาล บ่อน้ำตื้น และแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งควรมีปริมาณการให้น้ำไม่น้อยกว่า 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และขนาด 100 ครัวเรือน ใช้ก่อสร้างสำหรับบริการน้ำประปาให้แก่กลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีจำนวน 100 - 120 ครัวเรือน แหล่งน้ำดิบที่พิจารณา คือ บ่อน้ำบาดาลและแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งควรมีปริมาณการให้น้ำไม่น้อยกว่า 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

สรุปได้ว่า การดำเนินงานจัดหาน้ำสะอาดด้วยระบบประปาในเขตชนบทของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้ใช้หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น จะต้องเป็นหมู่บ้านที่มีแหล่งน้ำผิวดิน และ/หรือแหล่งน้ำบาดาล ที่มีปริมาณและคุณภาพน้ำตามที่กำหนดไว้ของแต่ละหน่วยงาน มีไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน มีที่ดินเพื่อก่อสร้างระบบประปา และมีกลุ่มผู้ใช้น้ำตามที่กำหนดไว้ของแต่ละหน่วยงาน และเมื่อหน่วยงานของรัฐได้ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านเสร็จเรียบร้อย จะต้องดำเนินการส่งมอบระบบประปาดังกล่าวให้กับหมู่บ้านเพื่อรับผิดชอบในการบริหารตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารกิจการและบำรุงรักษาระบบประปา (ดูตารางที่ 2.1)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2.1 แสดงเงื่อนไขระบบประปาหมู่บ้านของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

หน่วยงาน	ประเภทประปา	เงื่อนไข		
		แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตระบบประปา	ครัวเรือนที่รับบริการ	อื่นๆ
กรมอนามัย	น้ำบาดาลขนาดกลาง	บ่อน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำ 5 – 10 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 50 – 120 หลังคาเรือน	มีเงินกองทุนประปาหมู่บ้าน
	น้ำบาดาลขนาดใหญ่	บ่อน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำ 10 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 120 – 300 หลังคาเรือน	มีเงินกองทุนประปาหมู่บ้าน
	น้ำผิวดินธรรมดา	น้ำผิวดินจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง	ตั้งแต่ 120 – 300 หลังคาเรือน	มีเงินกองทุนประปาหมู่บ้าน
	น้ำผิวดินขนาดใหญ่	น้ำผิวดินจากแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง	ตั้งแต่ 300 หลังคาเรือนขึ้นไป	มีเงินกองทุนประปาหมู่บ้าน
กรมทรัพยากรธรณี	น้ำบาดาลขนาดเล็ก	บ่อน้ำบาดาลต้องมีปริมาณน้ำบาดาลไม่น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 30 - 100 หลังคาเรือน	เส้นทางเข้าที่ก่อสร้างได้โดยสะดวก
กรมโยธาธิการ	แบบมาตรฐานขนาดใหญ่	บ่อน้ำบาดาลต้องมีปริมาณน้ำบาดาลมากกว่า 20 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 120 หลังคาเรือนขึ้นไป	
	แบบมาตรฐาน ก	บ่อน้ำบาดาลต้องมีปริมาณน้ำบาดาลมากกว่า 10 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 50 - 120 หลังคาเรือน	
	แบบมาตรฐาน ข	บ่อน้ำบาดาลต้องมีปริมาณน้ำบาดาลมากกว่า 5 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 30 - 50 หลังคาเรือน	
สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท	ขนาด 30 ครัวเรือน	บ่อน้ำบาดาล และบ่อน้ำตื้น ต้องมีปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 2.5 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 30 – 45 ครัวเรือน	
	ขนาด 50 ครัวเรือน	บ่อน้ำบาดาล บ่อน้ำตื้นและแหล่งน้ำผิวดินต้องมีปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 3.5 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 50 - 70 ครัวเรือน	

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยงาน	ประเภทประปา	เงื่อนไข		
		แหล่งน้ำที่ใช้ผลิตระบบประปา	ครัวเรือนที่รับบริการ	อื่นๆ
สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท	ขนาด 100 ครัวเรือน	บ่อน้ำบาดาล และแหล่งน้ำผิวดิน ต้องมีปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชม.	ตั้งแต่ 100 – 120 ครัวเรือน	

หมายเหตุ ทุกหน่วยงานได้กำหนดเงื่อนไขที่สำคัญอื่นๆ อีก คือ ทุกหมู่บ้านต้องมีไฟฟ้าใช้ มีที่ดินสำหรับการก่อสร้างระบบประปา และชุมชนต้องมีความพร้อมในการบริหารจัดการระบบประปาหมู่บ้าน

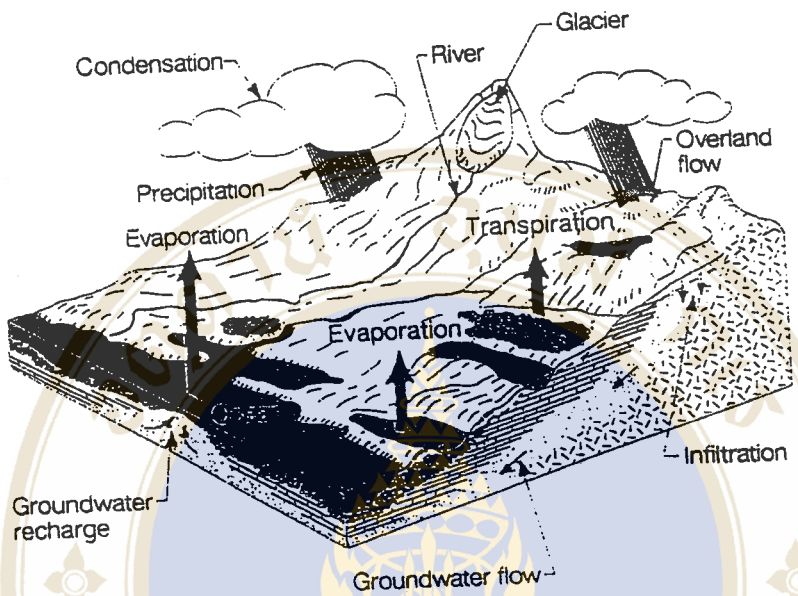
Copyright by Mahidol University

2.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

จากการศึกษาระบบประปาหมู่บ้านได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของแหล่งน้ำดิบที่จะใช้เพื่อผลิตน้ำประปานั้น จะต้องคำนึงถึงศักยภาพของแหล่งน้ำนั้นทั้งในด้านปริมาณ คุณภาพ และความเป็นไปได้ในการนำน้ำนั้นมาใช้ในการอุปโภค บริโภคในเขตชุมชน ทั้งแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำบาดาล ดังนั้นการที่จะนำน้ำมาใช้ประโยชน์ จำเป็นจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรแหล่งน้ำว่าที่ใดจะสามารถพัฒนาน้ำขึ้นมาใช้ได้ การศึกษาเกี่ยวกับการเกิด การเคลื่อนที่ หมุนเวียน และการแผ่กระจายของน้ำบนแผ่นดิน คุณสมบัติของน้ำ และปฏิกิริยาของน้ำกับสิ่งแวดล้อม จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า หากจะต้องมีการพัฒนา "ระบบข้อมูล" ขึ้นนั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ในแง่มุมประเด็นใดบ้าง

วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle) (7) คือ การเกิดและการหมุนเวียนของน้ำที่อยู่ในโลก อาจเริ่มจากน้ำใน ทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ ทะเลสาบ ห้วย หนอง คลอง บึง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของพื้นที่ผิวโลก เมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ก็จะระเหยเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอน้ำไปอยู่ในบรรยากาศ และเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ไอน้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศจะเกิดการควบแน่น กลั่นตัวเป็นละอองน้ำ รวมตัวเป็นหยดน้ำ แล้วตกลงมาเป็นหยาดน้ำจากฟ้า (precipitation) ลงสู่ผิวโลก ตกลงในทะเล และบนพื้นดิน หยาดน้ำจากฟ้าได้แก่ น้ำฝน ลูกเห็บ หิมะ และน้ำค้าง ส่วนที่ตกลงมาบนพื้นดินจะกระทบกับพืชพันธุ์ต่างๆ ที่ปกคลุมดิน หรือสิ่งปลูกสร้างก่อน เมื่อพืชพันธุ์หรือสิ่งปลูกสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นรับน้ำไม่ไหว น้ำจึงไหลลงสู่พื้นดิน ถ้าน้ำขังอยู่ตามสระ ห้วย หนอง คลอง บึง แม่น้ำ และลำธาร เรียกว่า น้ำผิวดิน (surface water) น้ำฝนส่วนที่ไหลลงสู่พื้นดิน แล้วไหลซึมลึกลงไปในดินไปรวมกันอยู่ในชั้นดินหรือชั้นหินเรียกว่า น้ำใต้ดิน (ground water) โดยปกตินำ้ใต้ดินจะค่อยไหลลงสู่ที่ต่ำผ่านเนื้อดินไปช้าๆ สุดท้ายไหลออกสู่แม่น้ำ ลำธาร ลำห้วย ซึ่งทำให้มีน้ำไหลในฤดูแล้งได้บางแห่ง หรือบางแห่งอาจไหลออกสู่ทะเลโดยตรง น้ำใต้ดินบางแห่งอาจไหลลงไปอัดแน่นอยู่ในซอกหินหรือชั้นดินแน่นทึบ เมื่อมีแรงอัดมากเข้าจะเกิดเป็นน้ำพุหรือน้ำซับได้ อย่างไรก็ตามโดยธรรมชาติของน้ำไม่ว่าจะเป็น น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน จะไหลลงสู่ที่ต่ำเสมอในที่สุดจะไหลออกสู่ทะเล มหาสมุทร เมื่อน้ำได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ก็จะระเหยกลายเป็นไอลอยขึ้นสู่บรรยากาศ วัฏจักรของน้ำก็จะเคลื่อนที่หมุนเวียนอยู่เช่นนี้ อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ตามภาพที่ 2.1

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ (HYDROLOGIC CYCLE)

ที่มา : Fletcher G.Driscoll , 1986 (8)

แม้ว่าน้ำจะมีการถ่ายเทหมุนเวียนไปมาตลอดเวลา แต่น้ำที่มนุษย์จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องเป็นน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ ด้วยเหตุนี้ทำให้มีเพียงแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่เป็นน้ำจืดที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญสำหรับผลิตน้ำประปาจึงได้จากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาล ส่วนน้ำฝนโดยตรงไม่อาจนับเป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาได้ เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องการเก็บกักน้ำ

2.2.1 ปริมาณน้ำ

ปริมาณน้ำของแหล่งน้ำดิบจะต้องพอเพียงต่อจำนวนประชากรที่จะรับบริการ ทั้งปัจจุบันและอนาคตอีก 10 ปี ข้างหน้า ปริมาณการใช้น้ำต่อคนจะใช้เกณฑ์ 50 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งเป็นน้ำดื่ม 5 ลิตร และน้ำใช้ 45 ลิตร หากพิจารณาการเกิด การไหลเวียน และการกักเก็บตามวัฏจักร

Copyright by Mahidol University

ของน้ำแล้ว สามารถแบ่งแหล่งน้ำดิบได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. น้ำฝน

น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความบริสุทธิ์สูง และเป็นแหล่งน้ำที่มีผลต่อการกำเนิดน้ำบาดาล ดังนั้นการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนจึงมีความสำคัญ เพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ และจากการสำรวจเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาศักยภาพน้ำฝน ได้ใช้วิธีการศึกษาจากแหล่งข้อมูลน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเก็บข้อมูลย้อนหลัง 20 - 31 ปี เพื่อนำมาศึกษาปริมาณน้ำฝน การกระจายตัวของฝน และความถี่ของการเกิดฝน (9,10,11,12) การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงวิธีการที่จะประเมินศักยภาพของน้ำฝน

2. น้ำผิวดิน

ปริมาณน้ำผิวดินที่เกิดจากฝนตกนั้นจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการดังนี้ ประการที่หนึ่งคือ ความเข้ม ความถี่ และระยะเวลาที่ฝนตก และประการที่สองคือ ลักษณะและขอบเขตของพื้นที่รองรับน้ำฝน (13) และจากการสำรวจเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำผิวดิน ได้ใช้วิธีการศึกษาจากแหล่งข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 250,000 และ 1 : 50,000 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา ศึกษาระบบร่องน้ำแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติและที่เกิดจากการพัฒนา ข้อมูลระดับน้ำและคุณภาพน้ำในคลองของกรมชลประทาน ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนของกรมชลประทาน ซึ่งเก็บข้อมูลย้อนหลัง 28 ปี ศึกษาตำแหน่งและลักษณะโครงการที่หน่วยงานต่างๆ ได้เคยศึกษามาประกอบการศึกษา และข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม (9,10,11,12) การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงวิธีการที่จะประเมินศักยภาพของแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งจะอาศัยข้อมูลทุติยภูมิที่หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้มีการจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานไว้แล้ว ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามของบริเวณพื้นที่ศึกษา

3. น้ำใต้ดิน

จากการสำรวจเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำใต้ดิน ได้ใช้วิธีการศึกษาจากแหล่งข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี แผนที่การจำแนกดินของกรมพัฒนาที่ดิน รายงานเจาะบ่อบาดาลของกรมโยธาธิการ กรมอนามัย กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ซึ่งเป็นข้อมูลทางด้านปริมาณและคุณภาพน้ำของบ่อบาดาล และจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม (9,10,11,12) การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงวิธี

Copyright by Mahidol University

การที่จะประเมินศักยภาพของแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งจะอาศัยข้อมูลทุติยภูมิที่หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้มีการจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานไว้แล้ว ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามของบริเวณพื้นที่ศึกษา

สรุปได้ว่าปริมาณน้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน เพราะจะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความพอเพียงต่ออัตราการใช้น้ำของประชากรทั้งในปัจจุบันและอนาคต

2.2.2 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำมีความสำคัญมากเท่ากับปริมาณน้ำ ซึ่งน้ำที่จะนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน ย่อมต้องการคุณภาพเฉพาะที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะคุณภาพน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค จะมีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายโดยตรง ดังนั้นการที่จะนำน้ำไปใช้ ควรจะต้องตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (14) ดังนี้

- คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ สามารถมองเห็นได้ด้วยตา ชิมรส และดมกลิ่นได้ น้ำที่ดีควรเป็นน้ำที่ปราศจากกลิ่น สี รส และความขุ่น คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพไม่ค่อยเป็นอันตรายต่อร่างกาย น้ำบาดาลเป็นน้ำที่เกิดจากน้ำผิวดินไหลซึมลงไปกักเก็บไว้ในชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินลงไปมาก ขณะที่น้ำไหลซึมลงไปใต้ดินจะผ่านชั้นดิน ทราย กรวด หิน ซึ่งจะเป็นตัวกรองสารและความขุ่น ดังนั้นน้ำบาดาลจึงควรเป็นน้ำที่ใสสะอาดปราศจากความขุ่น และเชื้อโรค แต่พบอยู่เสมอว่าน้ำบาดาลเมื่อเก็บขึ้นมาใหม่ มีลักษณะใส พอตั้งทิ้งไว้สักครู่จะเริ่มขุ่นและมีสีเกิดขึ้น ทั้งนี้เกิดจากธาตุเหล็กที่ละลายอยู่ในน้ำบาดาล เมื่อถูกกับอากาศจะเกิดเป็นตะกอนของเหล็กออกไซด์ ซึ่งทำให้น้ำขุ่นและมีสีแดงของสนิมเหล็ก รวมทั้งมีกลิ่นของสนิมเหล็ก ถ้าน้ำมีปริมาณเหล็กสูง นอกจากนี้กลิ่นในน้ำบาดาลอาจเกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น แต่ก๊าซชนิดนี้ส่วนใหญ่เกิดในน้ำพุร้อน ส่วนรสในน้ำบาดาลเกิดจากการมีเกลือแร่ละลายอยู่ในน้ำสูง ซึ่งทำให้น้ำมีรสต่างกัน เช่น ฝาด เฝื่อน ขม กร่อย และเค็ม เป็นต้น และถ้ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะทำให้น้ำมีรสเปรี้ยวและเฝื่อน แต่รสที่เกิดในน้ำบาดาลส่วนใหญ่เกิดจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแกง ซึ่งทำให้น้ำมีรสกร่อยถึงเค็ม ส่วนรสที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นพบเป็นส่วนน้อยเฉพาะในบางพื้นที่เท่านั้น

Copyright by Mahidol University

- คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

คุณภาพน้ำทางด้านเคมี ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา จะทราบได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งเป็นการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำว่ามีธาตุอะไรบ้าง และมีปริมาณเท่าไร ธาตุหรือสารที่สำคัญที่ใช้เป็นองค์ประกอบในการพิจารณาคุณสมบัติของน้ำว่าเหมาะกับการอุปโภคบริโภคได้หรือไม่นั้น คือ ความกระด้าง คลอไรด์ ซัลเฟต ไนเตรท ฟลูออไรด์ เหล็ก แมงกานีส และปริมาณมวลสารที่ละลายได้ทั้งหมด

แร่ธาตุที่อยู่ในน้ำบาดาลนั้นเกิดจากชั้นดิน ชั้นหินที่น้ำไหลผ่าน ก่อนที่จะเข้าไปกักเก็บไว้ในชั้นน้ำบาดาล นอกจากนี้ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุที่มีอยู่ในน้ำบาดาล ยังขึ้นกับชนิดของหินที่ให้น้ำ เช่น ในชั้นหินปูนจะให้น้ำที่มีความกระด้างสูง และถ้าเป็นชั้นเกลือหินก็จะให้คลอไรด์สูง เป็นต้น ถ้าพิจารณาคุณลักษณะทางเคมีของน้ำในภาพรวมแล้ว มักจะพิจารณาค่าปริมาณมวลสารละลายได้ทั้งหมด ซึ่งจะเป็นค่ารวมของปริมาณเกลือแร่ทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้คุณภาพน้ำโดยทั่วไป เพื่อใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ น้ำที่มีค่าปริมาณมวลสารละลายได้ทั้งหมดต่ำกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นน้ำที่ใช้ในครัวเรือนและอุตสาหกรรมได้ แต่ถ้ามากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มักทำให้เกิดปัญหา และในน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะตรวจไม่พบสารพิษ ได้แก่ สารหนู ปรอท ตะกั่ว ซีลีเนียม แคดเมียม และไซยาไนด์ เนื่องจากสารพิษเหล่านี้เกิดในธรรมชาติเป็นองค์ประกอบของหินที่มีปริมาณน้อยมาก ดังนั้นโอกาสที่ละลายออกมาในน้ำบาดาลจึงน้อยตามไปด้วย ยกเว้นในบางพื้นที่ที่มีสารพิษเหล่านี้เกิดอยู่เฉพาะแห่งอาจทำให้น้ำในบริเวณนั้นมีสารพิษสูง นอกจากนี้อาจเกิดจากการรั่วไหลของสารพิษเนื่องจากอุบัติเหตุ ทำให้ไหลซึมลงไปใต้ดิน และเข้าไปยังชั้นน้ำได้ หรือเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารพิษเหล่านี้ไหลแทรกซึมเข้าไปปนเปื้อนในน้ำบาดาล ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์สารพิษจึงกระทำในบางกรณีเท่านั้น

- คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย

น้ำบาดาลได้ผ่านการกรองโดยธรรมชาติหลายขั้นตอน จึงเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค เชื้อโรคในน้ำบาดาลมักเกิดโดยการปนเปื้อนจากภายนอกเข้าไป ดังนั้นจะตรวจวิเคราะห์เฉพาะในกรณีสงสัยเท่านั้น

กล่าวได้ว่า ความยากง่ายของการผลิตน้ำประปาขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำดิบเป็นสำคัญ การกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของน้ำดิบจึงมีประโยชน์ในการคัดเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการ

Copyright by Mahidol University

ผลิตน้ำประปา องค์การอนามัยโลกได้กำหนดมาตรฐานน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) ตามทัศนะขององค์การอนามัยโลก น้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับผลิตน้ำประปาต้องมีสารเจือปนอยู่ในน้ำไม่เกินระดับความเข้มข้นที่กำหนดไว้

กรมทรัพยากรธรณี และกรมโยธาธิการ ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านจากแหล่งน้ำบาดาลนั้น จะดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตัวชี้วัดที่สำคัญที่ทำการตรวจวิเคราะห์คือ

- ความกระด้าง

โดยทั่วไปแล้วน้ำบาดาลจะมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิวดิน ความกระด้างในน้ำแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามไอออนลบที่จับรวมอยู่กับแคลเซียมและแมกนีเซียม ดังนี้ ความกระด้างชั่วคราวหรือความกระด้างคาร์บอเนต ความกระด้างชนิดนี้เกิดจากสารไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม และความกระด้างถาวรหรือความกระด้างที่ไม่ได้เกิดจากคาร์บอเนต ความกระด้างชนิดนี้ เกิดจากสารซัลเฟต และคลอไรด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม (13)

- คลอไรด์

มีมากในน้ำทะเลหรือในบริเวณที่เคยมีน้ำทะเลเข้าถึงมาก่อน หรือในน้ำตกค้างของน้ำทะเล ได้แก่ บริเวณที่เคยเป็นทะเลแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาทำให้มีตะกอนใหม่มาตกทับถมปิดกั้นน้ำทะเลไว้ นอกจากนี้เกิดจากน้ำทะเลเมื่อระเหยจะให้ Salt nuclei เป็นจำนวนมาก ส่วนไอน้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศมักจะกลั่นตัวหรือเกาะอยู่รอบๆ Salt nuclei ซึ่งเมื่อฝนถูกพัดพาเข้ามาในแผ่นดินก็จะนำเอาคลอไรด์เข้ามาด้วย คลอไรด์ละลายน้ำได้ง่าย เมื่อเข้าไปอยู่ในน้ำบาดาลจะอยู่อย่างนั้นโดยไม่สูญหายไป น้ำที่มีคลอไรด์เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจจะมีรสกร่อยได้ถ้าเป็นโซเดียมคลอไรด์ แต่ถ้าน้ำมีคลอไรด์มากถึง 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเป็นคลอไรด์ของแคลเซียม และแมกนีเซียมน้ำจะไม่เค็ม คลอไรด์ถ้ามีปริมาณมากนอกจากจะทำให้น้ำมีรสเค็มแล้วยังเป็นอันตรายต่อคนที่เป็นโรคหัวใจ ตับ ไตอักเสบ มือเท้าบวม ทำให้ท่อเหล็กผุกร่อน และเป็นอันตรายต่อพืช (15)

- เหล็ก

ที่ปรากฏในธรรมชาติอยู่ในลักษณะของแร่เหล็ก เช่น แร่ฮีมาไทต์ แมกนิไทต์ ไพไรท์ ซิทเดอไรท์ เป็นต้น และมิใช่แร่เหล็ก แต่มีเหล็กผสมอยู่มาก เช่น ดินลูกรัง เหล็กที่อยู่ในน้ำจะมีเหล็กเจือปนอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่มีประจุบวกสองตัว เรียกว่า เหล็กเฟอรัส

Copyright by Mahidol University

โดยเฉพาะน้ำใต้ดินจะมีเหล็กแบบนี้มาก และเหล็กที่มีประจุบวกสามตัว เรียกว่า เหล็กเฟอริค คือเหล็กที่ตกตะกอนเหล็กเฟอรัสจะเปลี่ยนสภาพเป็นเหล็กเฟอริคได้ง่าย โดยเหล็กเฟอรัสเมื่อสัมผัสหรือได้รับออกซิเจนในอากาศผสมเข้าไปเปลี่ยนเป็นเหล็กเฟอริค ซึ่งจะตกตะกอนมีลักษณะเป็นสีเหลืองค่อนข้างแดง น้ำที่มีปริมาณเหล็กมากจะมีกลิ่นสนิมเหล็ก ก่อปัญหาให้กับผู้ใช้น้ำประปา เช่น เกิดคราบสนิมกับเครื่องสุขภัณฑ์ ทำให้ผ้าเปื้อน ทำให้มีสนิมเหล็กสะสมในท่อน้ำมาก เป็นสาเหตุให้ท่อน้ำตันและผุได้เร็ว ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากมีแบคทีเรียกินเหล็กเป็นอาหารเจริญเติบโตขึ้น (15)

คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน เพราะจะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความปลอดภัยของผู้ใช้น้ำและความสัมพันธ์กันกับค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปา การใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำในการเลือกแหล่งน้ำมีหลักเกณฑ์ที่สำคัญ คือ น้ำนั้นควรมีสิ่งเจือปนน้อย ไม่มีสารพิษ ไม่มีเชื้อโรค ไม่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม และลักษณะทางด้านกายภาพไม่เป็นที่น่ารังเกียจ ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจึงมุ่งเน้นข้อมูลที่จะบอกถึงความเหมาะสม และความปลอดภัยในการบริโภคด้วยดัชนีที่ใช้ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) มีข้อมูลที่ทำการตรวจวิเคราะห์มาก หากทำการตรวจวิเคราะห์ทุกดัชนีในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มจะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์ในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินจะมีข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าน้ำประเภทนั้น มีอะไรเป็นปัญหาที่สำคัญ ก็จะมุ่งตรวจวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเป็นสำคัญ

2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดหินอุ้มน้ำกับปริมาณน้ำใต้ดิน

น้ำบาดาลจะเกิดอยู่ในชั้นหินอิ่มตัวด้วยน้ำ คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของหินที่จะเก็บน้ำไว้จนอิ่มตัวได้ คือ ความพรุน (Porosity) และความซึมได้ (Permeability) กล่าวคือ หินอุ้มน้ำที่มีความพรุนมาก และความซึมได้มาก สามารถจะพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้มาก ในทางอุทกวิทยาเรียกหินอุ้มน้ำที่สามารถจะจ่ายน้ำได้ปริมาณมากว่า "ชั้นน้ำ (Aquifer)" ส่วนหินอุ้มน้ำที่แม้จะมีน้ำกักเก็บ แต่ไม่สามารถพัฒนาน้ำมาใช้ได้ จะไม่เรียกว่าชั้นน้ำ ดังนั้นการศึกษาหินแต่ละชนิดที่จะเป็นชั้นน้ำ เป็นเรื่องสำคัญเพราะหินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำแตกต่างกัน (16,17) ดังนี้

Copyright by Mahidol University

- หินร่วน (Unconsolidated rocks)

หินร่วน หมายถึง หินทุกชนิดที่ประกอบด้วยตะกอน (Sediments) ที่ยังไม่มีการสมานตัวเข้าด้วยกัน หรือยังไม่ทันจับกันเป็นก้อนแข็ง หินเหล่านี้เป็นพวกกรวด ทราย ดินเหนียว โคลนตม และเศษหิน ที่สะสมกันในแอ่ง ทุ่งราบ หุบเขา ริมแม่น้ำ หรือริมทะเล ประมาณการว่ากว่าร้อยละ 90 ของหินอุ้มน้ำทั่วโลก ที่พัฒนาน้ำบาดาลมาใช้เป็นชั้นน้ำประเภทหินร่วน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรวดทราย ทั้งชนิดเม็ดหยาบและเม็ดละเอียด รองลงมาเป็นเศษหิน สำหรับดินเหนียวส่วนใหญ่มีน้ำแต่ไม่ให้น้ำแก่บ่อบาดาล และถือว่าเป็นหินกันน้ำของแหล่งน้ำบาดาล ชั้นน้ำประเภทหินร่วนสามารถแบ่งตามลักษณะการปรากฏตัวในธรรมชาติได้ดังนี้

กรวดทรายตามลำน้ำ ประกอบด้วยกรวดทรายรองรับท้องน้ำ กรวดทรายตามคุ้งน้ำ กรวดทรายในลุ่มน้ำหลาก และกรวดทรายในร่องน้ำเก่า กรวดทรายประเภทนี้จะถูกกระแสน้ำพัดพา และคัดเลือกให้แยกประเภทหรือแยกขนาด ตลอดจนเรียงตัวกันอย่างดี จึงมีคุณสมบัติดีที่สุด ทั้งในด้านความพรุนและความซึมได้ ประกอบกับอยู่ใกล้ลำน้ำ จึงได้รับน้ำเพิ่มเข้าสู่แหล่งน้ำบาดาลโดยตรงหินประเภทนี้จึงเป็นชั้นน้ำดีที่สุด

กรวดทรายในทุ่งราบ ถ้ามีอาณาเขตกว้างขวางและมีความหนามาก จะเป็นแหล่งผลิตน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ส่วนในทุ่งราบที่มีชั้นกรวดทรายบางๆ เป็นหย่อมๆ จะเป็นแหล่งผลิตน้ำบาดาลขนาดย่อม การเพิ่มเติมปริมาณน้ำบาดาลในแหล่งประเภทนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณฝนตกเป็นส่วนใหญ่

กรวดทรายในหุบเขา ส่วนใหญ่ได้จากการผุพังทับถมของเศษหินจากภูเขา ปริมาณน้ำที่ได้จากแหล่งประเภทนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการเรียงตัว และขนาดเม็ดกรวดทรายและเศษหิน หากกรวดทรายมีช่องว่างมาก ไม่มีดิน หรือทรายละเอียดเข้าไปอุดในช่องว่าง มีโอกาสจะให้น้ำได้มาก แต่ถ้ามีช่องว่างขนาดเล็ก มีดิน หิน กรวดทรายขนาดต่างๆ คลุกเคล้าผสมกัน มีโอกาสให้น้ำได้น้อย น้ำที่จะเพิ่มเข้าไปในชั้นกรวดทรายประเภทนี้ นอกจากน้ำฝน จะมีน้ำไหลโดยตรงจากภูเขา หรือจากลำธารกลางหุบเขา

กรวดทรายในที่ราบสูงเชิงเขา ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลานเทชั้นบันได แสดงขอบลุ่มน้ำหลากยุค ตะกอนส่วนใหญ่หรือเฉพาะตอนส่วนกลาง ถูกกัดกร่อนชะล้างออกไปหมดโดยแม่น้ำหรือลำน้ำในปัจจุบัน ที่ราบสูงประเภทนี้ มักรองรับด้วยกรวดเม็ดหยาบ ทรายหยาบ และกรวดกลมก้อนโต มีทรายละเอียดและดินเหนียวแทรกอยู่ทั่วไป ความพรุนและความซึมได้จึงมีน้อย ประกอบกับอยู่ในที่สูงและมีความหนาไม่มาก ระดับน้ำบาดาลอยู่ลึก เมื่อถึงฤดูแล้งระดับน้ำอาจจะลดลงไปมาก จนชั้นกรวดทรายอยู่เหนือระดับน้ำ กรวดทรายประเภทนี้จึงมีน้ำไม่มาก

Copyright by Mahidol University

- หินปูน (Limestone)

คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของหินปูน ที่มีค่าในทางที่จะเป็นแหล่งน้ำบาดาล ได้แก่ การมีโพรงอยู่ในหิน โพรงเหล่านี้เกิดจากหินปูนถูกปฏิกิริยาทางเคมี จนเนื้อหินบางส่วนเปื่อย และถูกน้ำชะล้างออกไป จึงมีลักษณะทั้งในแบบช่องว่างขนาดเล็กไปจนถึงเป็นถ้ำ หรืออุโมงค์ขนาดใหญ่ เนื้อหินปูนแข็งเปราะและแน่น เมื่อถูกบีบอัดจึงมักจะเกิดรอยแตกรอยแยกระหว่างเนื้อหิน หรือระหว่างชั้นหิน ถ้าสามารถสำรวจให้ทราบตำแหน่งช่องว่างต่างๆ ได้ จะสามารถพัฒนาน้ำบาดาลปริมาณมากขึ้นมาใช้ได้

- หินชนวน (Slate)

หินชนวนและหินแปรอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียง เช่น หินฟิลไลต์ และหินชีสต์ มีลักษณะเป็นแผ่นๆ และถูกบีบอัดให้โค้งงอต่อเนื่องกัน ช่องว่างระหว่างแผ่นต่อแผ่นมักจะมีน้อย รอยแตกผ่านเนื้อหิน มักไม่ติดต่อถึงกัน จึงไม่ค่อยจะมีน้ำไปกักเก็บ ประกอบกับการโค้งงออย่างรุนแรง เป็นอุปสรรคต่อการไหลถ่ายเทของน้ำ หินประเภทนี้จึงมีน้อยแห่งที่จะเป็นชั้นน้ำที่ดีได้ ยกเว้นกรณีที่เนื้อหินมีความแข็งมาก และโค้งงอหรือเอียงเทไม่มาก จึงมีรอยแตกหรือช่องว่างมากพอที่จะเก็บน้ำไว้ได้พอประมาณ

- หินควอร์ตไซต์ (Quartzite)

โดยปกติไม่มีน้ำในเนื้อหินชนิดนี้ ถ้าจะมีก็เฉพาะในรอยแตก และมีน้อยแห่งที่จะให้น้ำมาก การพัฒนาน้ำบาดาลในหินควอร์ตไซต์ ไม่ได้มีอุปสรรคเฉพาะปริมาณน้ำอย่างเดียว ความแข็งของหินยังเป็นปัญหาสำหรับการเจาะด้วย

- หินแกรนิตและหินลักษณะคล้ายคลึง (Granite and its equivalents)

หินอัคนีที่พบมากในประเทศไทย ได้แก่ หินแกรนิต หินไดโอไรต์ หินแอนดีไซต์ และหินอื่นๆ ในตระกูลเดียวกัน รวมทั้งที่กลายเป็นหินแปร เช่น หินไนส์ ทั้งหมดนี้เป็นหินเนื้อแข็ง แน่น เกือบจะไม่มีความพรุนอยู่เลย จึงไม่ถือเป็นชั้นน้ำ อย่างไรก็ตาม ถ้าหินประเภทนี้เกิดอยู่ใกล้ผิวดิน มีรอยแตกร้าวมาก มีส่วนผุพังเนื่องจากการกัดกร่อนทำลายมาก ก็มีโอกาสจะเก็บน้ำไว้ได้พอประมาณ

Copyright by Mahidol University

กรวดทรายริมทะเล ทุ่งราบริมทะเลมีขนาดตั้งแต่เป็นชายหาดเล็กติดเขาบนฝั่ง ไปจนถึงขนาดเป็นทุ่งราบกว้าง ทุ่งราบประเภทนี้มักมีแม่น้ำลำคลองไหลผ่าน โดยตั้งต้นจากที่สูงหรือบริเวณภูเขา แล้วไหลผ่านท้องทุ่งไปลงสู่ทะเล กรวดทรายในที่ราบเช่นนี้มี 2 ประเภท คือ กรวดทรายที่ถูกพัดพาและสะสมตัวโดยแม่น้ำ และกรวดทรายชายหาดที่ถูกพัดพามาสะสมโดยคลื่นจากทะเล ลักษณะน้ำบาดาลในทุ่งราบแบบนี้ เฉพาะส่วนที่อยู่ใกล้หรือริมฝั่งทะเล กรวดทรายมักมีขนาดเล็กและอมน้ำเค็ม การเจาะน้ำบาดาล ต้องมีความระมัดระวังน้ำเค็ม สำหรับบริเวณที่เป็นหาดทรายหรือสันทรายริมฝั่ง มักจะมีน้ำจืดอยู่ตอนบน น้ำเค็มอยู่ตอนล่าง ระดับความลึกของน้ำจืดในที่เช่นนี้เฉลี่ยไม่เกิน 10 เมตรจากผิวดิน

สรุปลักษณะแหล่งน้ำในกรวดทรายได้ดังนี้ คือ กรวดที่มีขนาดเดียวกันและไม่มีดินหรือทรายเข้าไปปน ถือว่าเป็นชั้นน้ำที่ให้น้ำมากที่สุด แต่โดยทั่วไปกรวดลักษณะนี้ไม่ค่อยมี มีแต่กรวดปนทรายหรือทรายปนกรวด ซึ่งให้น้ำมากรองลงมา และกรวดทรายที่มีขนาดไล่เลี่ยกันจะให้น้ำมากกว่ากรวดทรายที่มีขนาดแตกต่างกัน ส่วนทรายละเอียดให้น้ำน้อย

- หินทราย (Sandstone)

เกิดจากเม็ดทรายถูกน้ำประสานมาเกาะกัน ทำให้เม็ดติดต่อเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะการประสานของเนื้อหินจะบอกว่า หินทรายจะให้น้ำมากหรือน้อย เนื้อหินทรายที่ถูกประสานไว้แต่เพียงบางเบา มักจะมีความพรุนมากกว่าเนื้อหินที่ถูกประสานไว้อย่างแน่นหนา น้ำในหินอย่างแรกจะมีปริมาณมากกว่าอย่างหลัง

- หินกรวด (Conglomerate)

เกิดจากเม็ดกรวดและเม็ดทรายถูกประสานไว้ด้วยกัน โดยปกติทรายหรือเศษหินอื่นมักจะเข้าไปแทรกหรือปนอยู่จนช่องว่างในหินเกือบจะไม่มีเลย ในเนื้อหินแท้ๆ มักจะไม่มีน้ำ แต่ถ้ามีรอยแตกร้าวหรือมีช่องว่างชั้นต่อชั้น อาจจะเป็นแหล่งน้ำบาดาลได้

- หินดาน (Shale)

มีต้นกำเนิดมาจากดินเหนียว จึงมีความพรุนสูงมากเท่ากับดินเหนียว แต่รูพรุนทั้งหมดเล็กมาก และไม่ยอมให้น้ำไหลผ่าน หินชนิดนี้จัดให้เป็นหินกันน้ำ หินดินดานส่วนใหญ่มีความแข็งและเปราะ จึงมีรอยแตกร้าวมากพอที่กักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มาก

Copyright by Mahidol University

- หินบะซอลต์ (Basalt)

หินภูเขาไฟชนิดนี้โดยทั่วไปไม่มีน้ำ เพราะมีเนื้อแน่น แต่ในบางกรณี ในเนื้อหินมีช่องว่างอันเป็นฟองอากาศที่เกิดขึ้นในขณะที่หินเย็นตัว หรือมีช่องว่างระหว่างชั้นต่อชั้นเนื่องจาก Lava ถูกพ่นออกมาในระยะเวลาแตกต่างกัน จึงเกิดเป็นที่กักเก็บน้ำได้ หินบะซอลต์บางแห่งจึงเป็นชั้นน้ำ และบางแห่งก็มีปริมาณมาก

สรุปได้ว่า แหล่งน้ำบาดาลโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน หินร่วน หมายถึง กรวด ทราย ดินเหนียว ซึ่งในช่องว่างที่เป็นรูพรุนในหินมีการกักเก็บน้ำบาดาลไว้ ดังนั้นหากพัฒนาน้ำบาดาลในหินชนิดนี้ก็จะสามารถสูบน้ำได้มาก และจัดเป็นแหล่งน้ำบาดาลที่ดีที่สุด ได้แก่ หินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา (Alluvial Aquifers : Qcp) หินอุ้มน้ำชนิดตะกอนตะพักยุคใหม่ (Younger Terrace Aquifers : Qcr) หินอุ้มน้ำชนิดตะกอนตะพักยุคเก่า (Older Terrace Aquifers : Qcm) หินอุ้มน้ำชนิดเศษหินเชิงเขา (Colluvial Aquifers : Qcl) และหินอุ้มน้ำกึ่งหินร่วน (Semi-porous Aquifers : Tms) และแหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง หินแข็ง หมายถึง หินแข็งทุกประเภท หินแข็งปกติจะมีรอยแตกหักทำให้มีช่องว่าง หรืออาจจะได้จากชั้นหินผุ หรือรอยต่อระหว่างชั้นหินหรือในโพรง ได้แก่ หินอุ้มน้ำโคราชตอนบน (Upper Khorat Aquifers : Kuk) หินอุ้มน้ำโคราชตอนกลาง (Middle Khorat Aquifers : Jmk) หินอุ้มน้ำโคราชตอนล่าง (Lower Khorat Aquifers : Jlk) หินอุ้มน้ำลำปาง (Lampang Aquifers : Trm) หินอุ้มน้ำชนิดหินคาร์บอเนต (Carbonate Aquifers : Pc,Qc) หินอุ้มน้ำชนิดหินชั้นกึ่งหินแปร (Metasediment Aquifers : PCms) หินอุ้มน้ำชนิดหินแปร (Metamorphic Aquifers : D-Emm) หินอุ้มน้ำชนิดหินภูเขาไฟ (Volcanic Aquifer : Vc,Bs) และหินอุ้มน้ำชนิดหินแกรนิต (Granite Aquifers : Gr,Gn) คุณสมบัติของหินอุ้มน้ำต่างชนิดกันจะสามารถให้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากจะต้องพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ จำเป็นจะต้องทราบถึงชนิดของหินอุ้มน้ำนั้นว่าเป็นหินอุ้มน้ำชนิดใด เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณน้ำที่จะสามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้

2.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดหินกับคุณภาพน้ำใต้ดิน

การที่น้ำบาดาลไหลผ่านชั้นดินชั้นหิน ก็จะละลายเอาองค์ประกอบของดินและหินเหล่านั้นไปด้วย จะมากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของดินและหิน (18) ดังนี้

Copyright by Mahidol University

- น้ำบาดาลที่ได้จากหินพวกคาร์บอเนต เช่น Dolomite หรือ Limestone จะให้สารพวกแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นส่วนใหญ่ มีพวกโซเดียม แมกนีเซียม คลอไรด์ และซัลเฟต อยู่บ้าง ถ้าหินปูนนั้นมีเนื้อแน่น มีรูพรุนน้อย จะให้น้ำที่มีซัลเฟต และคลอไรด์สูงกว่าหินปูนที่มีเนื้อไม่แน่นมีรูพรุนมาก คือ จะมีพวกแคลเซียม และไบคาร์บอเนตสูง

- น้ำบาดาลที่ได้จากหินอัคนี เนื่องจากหินอัคนีมีเนื้อแข็ง ผุกร่อนได้ยาก จึงมีเกลือแร่ละลายออกมาได้น้อย น้ำบาดาลที่ได้ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยโซเดียม แคลเซียม ไบคาร์บอเนต และซิลิกา อย่างไรก็ตาม น้ำที่ได้จากหินอัคนี ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย น้ำที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่มากจะมีฤทธิ์เป็นกรด มีคุณสมบัติในการละลายแร่ธาตุได้ดี นอกจากนี้แล้วปริมาณซิลิกา ยังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของหินอัคนีนั้นว่าเป็นชนิดใด ถ้าเป็น Biotite Augite จะให้โซเดียม แคลเซียม และซิลิกาสูงกว่าพวกโปแตสเซียมเฟลสปาร์ ส่วนพวกควอร์ซ จะไม่ให้ซิลิกาเลย พวก Hornblende จะให้โปแตสเซียม พวก Anhydrite จะให้ซัลเฟต

- น้ำบาดาลที่ได้จากหินแปร เนื่องจากหินแปรมีการละลายตัวได้ดีกว่าหินอัคนี และมีอยู่เป็นปริมาณมากในเปลือกโลก หินแปรจึงเป็นหินที่ให้เกลือแร่ในน้ำบาดาลได้มาก เช่น โซเดียม แคลเซียม ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และซัลเฟต ในสภาพปกติน้ำบาดาลจากหินแปรจะมีปริมาณคลอไรด์น้อย นอกจากเป็นน้ำที่ได้จากการหนุนของทะเล

- น้ำบาดาลที่ได้จากหินโคลน ทรายละเอียด ดินมาร์ล น้ำบาดาลจะมีปริมาณคลอไรด์ และซัลเฟตสูง เนื่องจากมีรูพรุนน้อย น้ำซึมผ่านได้ช้า ทำให้น้ำมีโอกาสสัมผัสอยู่นาน มีการดูดซับและการแลกที่กันระหว่างอิออน น้ำบาดาลชนิดนี้จะมีปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้สูง การที่น้ำมีปริมาณคลอไรด์ ซัลเฟตสูงจึงทำให้มีปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมสูง นอกจากนี้ ยังมีปริมาณซิลิกาสูง และน้ำมีฤทธิ์ค่อนข้างเป็นกรด

- น้ำบาดาลที่ได้จากหิน Gypsum Anhydrite และเกลือหิน น้ำบาดาลนี้จะมีปริมาณซัลเฟตสูง ซึ่งซัลเฟตนี้จะจับอยู่กับแคลเซียมและแมกนีเซียม ในบางครั้งจะมีปริมาณคลอไรด์และปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้สูง

กล่าวได้ว่า น้ำบาดาลที่ไหลผ่านชั้นหินต่างชนิดกัน จะมีคุณภาพน้ำแตกต่างกันไป ดังนั้นหากทราบถึงประเภทหรือชนิดหินนั้นว่าเป็นประเภทหินชนิดใด ซึ่งจะสามารถพออนุมานคุณภาพน้ำบาดาลในทางด้านเคมีได้

Copyright by Mahidol University

2.2.5 ความสัมพันธ์ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน

ระบบขนส่งและแจกจ่ายน้ำ เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งที่สำคัญของระบบประปาชุมชน ระบบขนส่งน้ำมีหน้าที่นำน้ำดิบจากแหล่งน้ำดิบมายังระบบทำความสะอาดน้ำประปา และนำน้ำประปาจากระบบทำความสะอาดไปยังชุมชน (13) ดังนั้นระบบท่อขนส่งน้ำจะยาวหรือสั้นเพียงใดจึงขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างชุมชนจากแหล่งน้ำดิบ ซึ่งมีผลต่อราคาค่าดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

2.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศกับความลึกของระดับน้ำใต้ดิน

ลักษณะภูมิประเทศมีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของระดับน้ำใต้ดินจากผิวดิน กล่าวคือ ในที่สูงระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึก ส่วนในที่ต่ำระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ตื้น ในพื้นที่ราบเรียบซึ่งไม่มีร่องน้ำระดับน้ำใต้ดินอาจจะขึ้นมาอยู่ใกล้ผิวดิน และเนื่องจากระดับน้ำใต้ดินไม่ได้วางตัวอยู่ในแนวระดับ ความลาดเอียงดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความชัน อันเป็นเหตุให้น้ำบาดาลไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเนื่องจากแรงดึงดูดโลก เหมือนที่ปรากฏให้เห็นจากการไหลของแม่น้ำและลำธาร (13,16) และจากการสำรวจแหล่งน้ำบาดาลในประเทศไทยของกรมทรัพยากรธรณีพบว่า แหล่งน้ำบาดาลที่ดีจะพบในลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง (14)

2.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ดินเค็มกับการพัฒนาแหล่งน้ำ

การขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ที่มีเกลือละลายอยู่ในน้ำหรือมีแหล่งเกลืออยู่ใต้ดินจะเป็นการแพร่กระจายเกลือได้อย่างดี ทำให้เกิดการขยายพื้นที่ดินเค็ม ดังนั้นหากมิได้คำนึงถึงคุณสมบัติของดินบริเวณที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำนั้นอาจให้ผลเสียมากกว่าให้ผลดีได้ในระยะยาว ในประเทศไทยพบดินเค็มแพร่กระจายทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และบริเวณชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพบว่ามีดินเค็มแพร่กระจายอยู่เกือบทุกจังหวัด คุณสมบัติของดินเค็มแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิดของดินเค็ม แหล่งเกลือที่เป็นแหล่งกำเนิดของดินเค็มมี 2 แหล่งใหญ่ๆ (19) คือ

Copyright by Mahidol University

- แหล่งเกลือทะเลหรือเกลือมหาสมุทร

เป็นเกลือที่มาจากน้ำทะเลหรือมหาสมุทรทำให้เกิดดินเค็มชายทะเล แหล่งเกลือของดินเค็มชายทะเลได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลมีหลายรูปแบบคือ เป็นพื้นที่ที่น้ำทะเลท่วมขัง หรือเคยท่วมถึง น้ำกร่อยจากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเล น้ำทะเลที่แทรกซึมเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เกลือที่ถูกพามาโดยลมและฝนจากไอระเหยของน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยและน้ำเค็มที่ถูกพัดพามาสะสมจากน้ำทะเล ชุดดินเค็มชายทะเล ได้แก่ ชุดดินท่าจีน ชุดดินบางปะกง ชุดดินสมุทรปราการ ชุดดินสมุทรสงคราม ชุดดินหนองแก ชุดดินตะกั่วทุ่ง และชุดดินปัตตานี

- แหล่งเกลือทางธรณี

คือ เกลือที่มาจากการสลายตัวของหินและแร่ทางธรณีซึ่งมักก่อให้เกิดดินเค็มบก ตัวอย่างเช่น ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย แหล่งเกลือจะมาจากหมวดหินมหาสารคาม เป็นแหล่งเกลือที่พบอยู่ในบริเวณแอ่งโคราช และสกลนคร ดังนั้นแหล่งน้ำบาดาลที่อยู่ในหมวดหินมหาสารคามซึ่งพบกระจายทั่วไปในที่ลุ่มของแอ่งโคราช และแอ่งสกลนครมักเป็นน้ำกร่อย หรือน้ำเค็ม (20) โดยน้ำฝนจะไหลซึมผ่านละลายเกลือในชั้นดิน และอาจจะมีการละลายเกลือของชั้นหินในหมวดหินมหาสารคาม ซึ่งเกิดการวางตัวทั้งในแนวระนาบในระดับตื้นหรือเกิดจากแรงดันหรือเคลื่อนตัวของเปลือกโลกทำให้ชั้นหินเกลือวางตัวในแนวดิ่งหรือเอียงเทเป็นผลให้ชั้นเกลือดังกล่าวอยู่ใกล้ผิวดิน เกลือเหล่านั้นจะถูกชะล้างและพัดพาโดยน้ำฝนเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล น้ำใต้ดินเค็มจะมีทั้งระดับตื้นและระดับลึก หรืออยู่ภายใต้แรงดันเมื่อไหลผ่านบริเวณใด จะทำให้บริเวณนั้นเป็นดินเค็มได้ เกลือที่มีอยู่ในดินเค็มทั่วไป ได้แก่ เกลือคลอไรด์และซัลเฟต ของธาตุแมกนีเซียมและโซเดียม สำหรับชนิดเกลือของดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ พบในดินชุดอุดรและดินชุดกุลาร้องไห้ กรมพัฒนาที่ดินได้แบ่งระดับความเค็มของดินออกเป็น 5 ระดับ โดยใช้ระดับความตื้นลึกและคุณภาพของน้ำใต้ดินมาเป็นกฎเกณฑ์ร่วมด้วยในการแบ่งระดับ (21) ดังนี้

- พื้นที่ดินเค็มจัด ความลึกของน้ำใต้ดินน้อยกว่า 1.0 - 2.0 เมตรในฤดูแล้ง และประมาณ 0.5 เมตรในฤดูฝน
- พื้นที่ดินเค็มปานกลาง ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 2.0 เมตรในฤดูแล้ง และประมาณ 0.8 - 1.0 เมตรในฤดูฝน
- พื้นที่ดินเค็มน้อย ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 2.0 เมตร
- พื้นที่ดินที่มีศักยภาพเป็นดินเค็ม ความลึกของน้ำใต้ดินในฤดูแล้งมากกว่า 2.1 เมตร

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

- พื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นแหล่งแพร่กระจายความเค็ม ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 6.0 เมตร

2.3 สรุป

จากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สามารถสรุปภาพเกี่ยวกับกระบวนการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านได้ว่า การพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น จะต้องเป็นหมู่บ้านที่มีแหล่งน้ำผิวดิน และ/หรือแหล่งน้ำบาดาล ที่มีปริมาณและคุณภาพน้ำเพียงพอตามที่กำหนดไว้ของแต่ละหน่วยงาน มีไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน มีที่ดินสำหรับก่อสร้างระบบประปา และมีกลุ่มผู้ใช้น้ำตามที่กำหนดไว้ของแต่ละหน่วยงาน และเมื่อหน่วยงานของรัฐได้ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านเสร็จเรียบร้อย จะต้องดำเนินการส่งมอบระบบประปาดังกล่าวให้กับหมู่บ้านเพื่อรับผิดชอบในการบริหารกิจการและบำรุงรักษาระบบประปาหมู่บ้าน หากพิจารณาหลักเกณฑ์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าศักยภาพของแหล่งน้ำผิวดิน และ/หรือแหล่งน้ำบาดาลทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพน้ำในเขตพื้นที่หมู่บ้านนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญ กล่าวคือ หากปราศจากความพร้อมทางด้านแหล่งน้ำดิบเพื่อการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน หน่วยงานของรัฐที่ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านก็มิสามารถดำเนินการก่อสร้างได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านนั้น จะต้องเป็นพื้นที่ที่จะสามารถหาแหล่งน้ำดิบได้

จากการสำรวจองค์ความรู้ทางด้านศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพของชุมชนที่จะสามารถจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านได้นั้น ผู้ศึกษาพบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 10 ส่วนด้วยกันได้ดังนี้ 1) ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ 2) ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน 3) ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน 4) ปัจจัยทางด้านชนิดหินอุ้มน้ำ 5) ปัจจัยทางด้านความลึกของน้ำใต้ดิน 6) ปัจจัยทางด้านระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน 7) ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำผิวดิน 8) ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน 9) ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน 10) ปัจจัยทางด้านดินเค็ม ดังนั้น หากจะต้องมีการพัฒนาระบบข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผนการจัดหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้านนั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ โดยอาศัยข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา เป็นข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของหิน จะได้จากแผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลทางด้านลักษณะภูมิสันฐานวิทยา เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางน้ำ และภูเขา ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลทางด้านภูมิอากาศ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน ได้จากสถานีตรวจวัดน้ำฝน ข้อมูลทางด้าน

Copyright by Mahidol University

I19969878

ทรัพยากรน้ำผิวดิน เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำ และอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ ได้จากสถานีตรวจวัดน้ำท่า ข้อมูลทางด้านทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นข้อมูลเกี่ยวกับชนิดหินอุ้มน้ำ ลักษณะหินอุ้มน้ำ ความลึก ความหนาของชั้นน้ำ ระดับน้ำบาดาล ปริมาณน้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาล ได้จากแผนที่อุทกธรณีวิทยา รายงานการเจาะบ่อบาดาล จากการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดนี้ เพื่อจะหาคำตอบว่าบริเวณใด จะสามารถพบแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาลทั้งในแง่ปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ ว่ามีปริมาณเพียงพอและคุณภาพน้ำดิบเหมาะสมสำหรับใช้ผลิตน้ำประปาหรือไม่

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3
ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาการจัดสร้างระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านโดยการนำเอาปัจจัยทางด้านกายภาพ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน ปัจจัยทางด้านชนิดหินอุ้มน้ำ ปัจจัยทางด้านความลึกของน้ำใต้ดิน ปัจจัยทางด้านระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำผิวดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน และปัจจัยทางด้านดินเค็ม ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ จะใช้เป็นดัชนีทางด้านกายภาพที่จะคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้มีการจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ไว้แล้วร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามของบริเวณพื้นที่ศึกษา

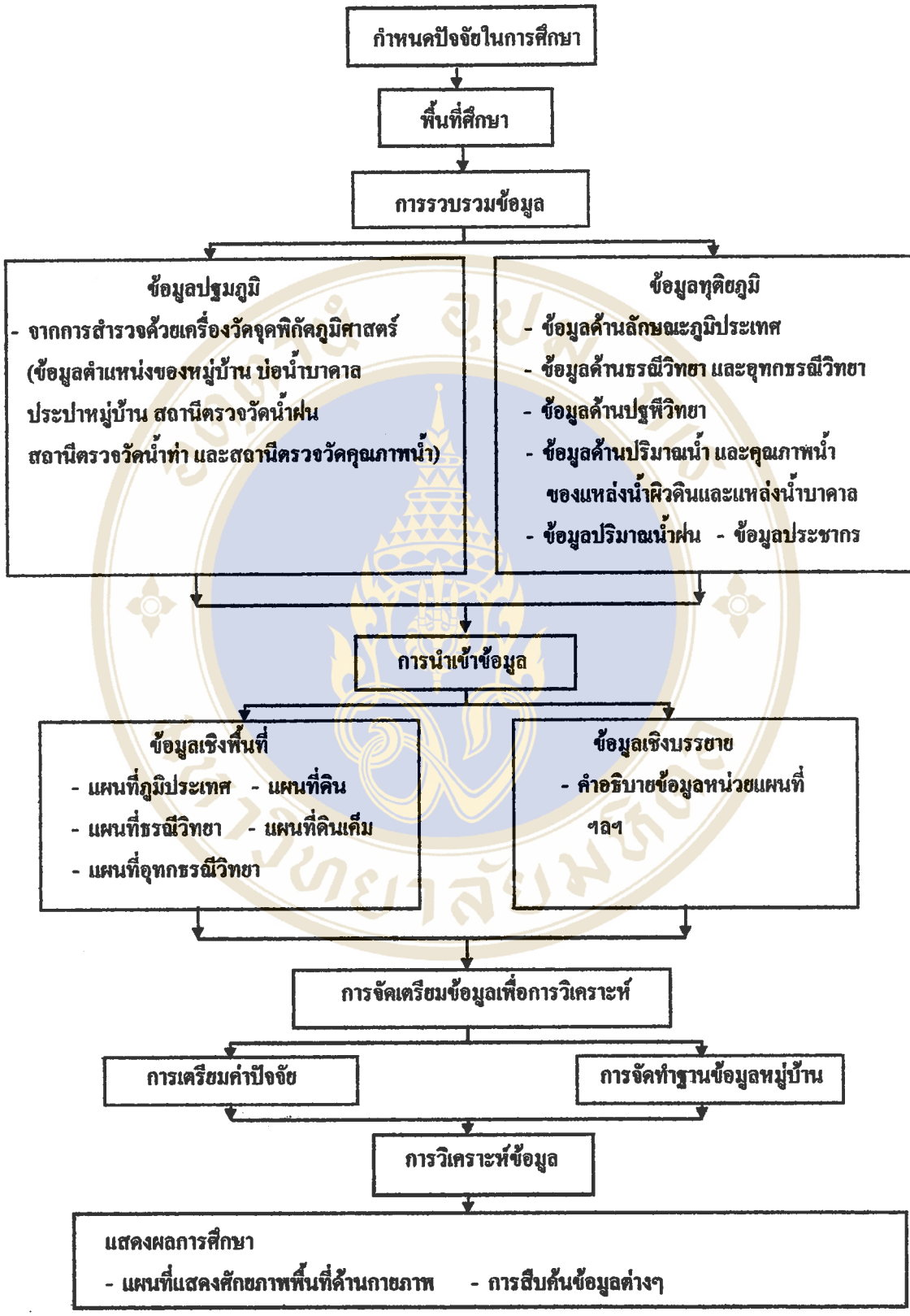
จากนั้นจะเป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศ ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่จะถูกนำเข้าโดยเครื่องมือ digitizer ลักษณะข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในระบบสารสนเทศ จะอยู่ในรูปของ point arc/line หรือ polygon ส่วนข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกนำเข้าโดย keyboard ลักษณะข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในระบบสารสนเทศ จะอยู่ในรูปของตาราง (spreadsheet) หรือ กราฟสถิติ (chart) และต่อจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การเตรียมค่าปัจจัย ซึ่งค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยได้จากการพิจารณาโดยสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

2. การจัดทำฐานข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูลทางด้านทรัพยากรน้ำของชุมชน และข้อมูลทางด้านประชากรของชุมชน

ต่อจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ตั้งไว้ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะอยู่ในรูปของแผนที่ และฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับแผนที่ รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานแสดงไว้ในภาพที่ 3.1

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการศึกษา

Copyright by Mahidol University

3.1 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

จากการทบทวนเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการปฏิบัติงานจริงของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้านทั้งหมดนั้น ผู้ศึกษาได้ใช้เป็นฐานสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาองค์ความรู้ทางด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่เอื้อต่อการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ผู้ศึกษาได้ใช้ "ความสำคัญและเหตุผล" เป็นกรอบในการหยิบยกปัจจัยนั้น สำหรับกำหนดปัจจัยการศึกษาของความเป็นไปได้ในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

3.1.1 ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศมีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของน้ำใต้ดินจากผิวดิน กล่าวคือ ในที่สูงระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึก ส่วนในที่ต่ำระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ตื้น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง พื้นที่เชิงเขา และพื้นที่ดอนหรือภูเขา

3.1.2 ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน และคุณภาพน้ำผิวดิน

คุณภาพน้ำใต้ดิน และคุณภาพน้ำผิวดิน จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความปลอดภัยของผู้ใช้น้ำ และมีความสัมพันธ์กันกับค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปา ด้วยดัชนีที่ใช้ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มมีข้อมูลที่ทำการตรวจวิเคราะห์มาก หากทำการตรวจวิเคราะห์ทุกดัชนีในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มจะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจึงมุ่งเน้นข้อมูลที่จะบอกถึงความเหมาะสมและความปลอดภัยในการบริโภค และข้อมูลคุณภาพน้ำชนิดใดที่ใช้เป็นเกณฑ์ขั้นพื้นฐานประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบเพื่อใช้ผลิตน้ำประปา ทั้งนี้เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า การพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบควรพิจารณาข้อมูลคุณภาพน้ำข้อมูลใดบ้าง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- โลหะหนัก

ตะกั่ว ทำให้เกิดโรคแพ้พิษตะกั่ว ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ตะกั่ว ออกเป็น 3 ระดับ คือ

Copyright by Mahidol University

น้ำที่ไม่มีตะกั่วเลย
น้ำที่มีตะกั่วไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีตะกั่วมากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบองค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีตะกั่วในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีตะกั่วในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องไม่มีตะกั่วเลยเป็นหลักในการแบ่ง

สารหนู ทำให้เกิดมะเร็งที่ผิวหนังหรือปอด ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น สารหนู ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่ไม่มีสารหนูเลย
น้ำที่มีสารหนูไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีสารหนูมากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบองค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีสารหนูในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีสารหนูในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องไม่มีสารหนูเลยเป็นหลักในการแบ่ง

- **สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์**

สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ได้แก่ ดีดีที ดิลดริน และอัลดริน ซึ่งเป็นสารเคมีประเภทคลอรีนเนตเตดไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน เนื่องจากสลายตัวได้ยาก จึงเกิดปัญหาสาธารณสุขขึ้น

ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ดีดีที ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่ไม่มี ดีดีที เลย
น้ำที่มี ดีดีที ไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร
น้ำที่มี ดีดีที มากกว่า 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ยอมให้มี ดีดีที ในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง

Copyright by Mahidol University

ดิลดริน ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่ไม่มี ดิลดริน เลย

น้ำที่มี ดิลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

น้ำที่มี ดิลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ยอมให้มี ดิลดริน ในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง

อัลดริน ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่ไม่มี อัลดริน เลย

น้ำที่มี อัลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

น้ำที่มี อัลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ยอมให้มี อัลดริน ในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง

- กายภาพและเคมีทั่วไป

ความขุ่น มีความสำคัญต่อการผลิตน้ำประปาในด้านความน่าดื่มน่าใช้ อายุของเครื่องกรองน้ำ และเป็นอุปสรรคต่อการฆ่าเชื้อโรค ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ความขุ่น ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีความขุ่นไม่เกิน 5 หน่วยเอ็นทียู

น้ำที่มีความขุ่น 5 - 20 หน่วยเอ็นทียู

น้ำที่มีความขุ่นมากกว่า 20 หน่วยเอ็นทียู

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีความขุ่นในน้ำได้ไม่เกิน 20 หน่วยเอ็นทียู และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมจะต้องมีความขุ่นในน้ำไม่เกิน 5 หน่วยเอ็นทียู เป็นหลักในการแบ่ง

คลอไรด์ เป็นดัชนีบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีรสกร่อย หรือเค็ม ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น คลอไรด์ ออกเป็น 3 ระดับ คือ

Copyright by Mahidol University

น้ำที่มีคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีคลอไรด์ 200 - 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีคลอไรด์ในน้ำได้ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมจะต้องมีความขุ่นในน้ำไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

ความกระด้าง ทำให้เปลืองสบู่หรือผงซักฟอกในการซักล้าง และเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคนิ่ว ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ความกระด้าง ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีความกระด้างไม่เกิน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีความกระด้าง 75 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยข้อมูลทางวิชาการที่ได้จัดแบ่งคุณภาพน้ำตามความกระด้างไว้ดังนี้ น้ำอ่อน มีความกระด้าง 0 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำกระด้างปานกลางมีความกระด้าง 75 - 200 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำกระด้าง มีความกระด้าง 200 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำกระด้างมาก มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

ไนเตรท มีความสำคัญที่จะบอกว่าน้ำที่มีค่าไนเตรทสูงเกินค่ามาตรฐานทำให้เกิดโรค methemoglobinemia ในเด็ก ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ไนเตรท ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีไนเตรทไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีไนเตรท 45 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีไนเตรทมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีไนเตรทในน้ำได้ไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่กำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม และอนุโลมสูงสุดให้มีไนเตรทในน้ำได้ไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

ฟลูออไรด์ มีความสำคัญที่จะบอกว่าน้ำที่มีค่าฟลูออไรด์สูงเกินค่ามาตรฐานทำให้ฟันเป็นจุด ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ฟลูออไรด์ ออกเป็น 3 ระดับ คือ

Copyright by Mahidol University

น้ำที่มีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีฟลูออไรด์ 1.0 - 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบองค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีฟลูออไรด์ในน้ำได้ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีฟลูออไรด์ในน้ำได้ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องมีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

เหล็กและแมงกานีส ทำให้น้ำมีรสและกลิ่นไม่น่าดื่มน่าใช้ เกิดคราบสีน้ำตาลและแดงต่อเครื่องสุขภัณฑ์และเครื่องใช้ในบ้าน

ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น เหล็ก ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีเหล็ก 50 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีเหล็กมากกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบองค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีเหล็กในน้ำได้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำใต้ดิน

ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น แมงกานีส ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีแมงกานีสไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีแมงกานีส 1 - 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีแมงกานีสมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบองค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีแมงกานีสในน้ำได้ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ยอมให้มีแมงกานีสในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำใต้ดิน

ซัลเฟต มีความสำคัญที่จะบอกว่าน้ำที่มีค่าซัลเฟตเกินค่ามาตรฐานจะก่อให้เกิดการระบายท้องและน้ำมีรสขม ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ซัลเฟต ออกเป็น 3 ระดับ คือ

Copyright by Mahidol University

น้ำที่มีซัลเฟตไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีซัลเฟต 200 - 250 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีซัลเฟตมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีซัลเฟตในน้ำได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องมีซัลเฟตไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids) เป็นดัชนีที่บอกให้ทราบค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 1,000 - 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้มากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยข้อมูลทางวิชาการที่ได้จัดแบ่งคุณภาพน้ำตามค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำไว้ดังนี้ น้ำจืดมีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ 0 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำกร่อยมีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ 1,000 - 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเค็มมีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำมากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen) เป็นดัชนีที่บอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
น้ำที่มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำผิวดิน

Copyright by Mahidol University

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand) เป็นดัชนีที่บอกให้ทราบถึงความสกปรกของน้ำ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.5 - 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมากกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 และน้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำผิวดิน

- แบคทีเรีย

โคลิฟอร์ม เป็นดัชนีของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญของประเทศไทย ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โคลิฟอร์มทั้งหมดออกเป็น 3 ระดับ คือ

น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด ไม่เกิน 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร

น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด 5,000 - 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร

น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด มากกว่า 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร

โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดให้น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 เป็นหลักในการแบ่ง

ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์ในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินจะมีข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าน้ำประเภทนั้น มีอะไรเป็นปัญหาที่สำคัญ ก็จะมุ่งตรวจวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเป็นสำคัญ

Copyright by Mahidol University

การศึกษาครั้งนี้ปัจจัยคุณภาพน้ำใต้ดินใช้ตัวชี้วัดที่สำคัญคือ ตะกั่ว สารหนู ดีดีที ดิลดริน อัลดริน ความขุ่น คลอไรด์ ความกระด้าง ไนเตรท ฟลูออไรด์ เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ และโคลิฟอร์มทั้งหมด และปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำผิวดินใช้ตัวชี้วัดที่สำคัญ คือ ตะกั่ว สารหนู ดีดีที ดิลดริน อัลดริน ความขุ่น คลอไรด์ ความกระด้าง ไนเตรท ฟลูออไรด์ ซัลเฟต ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และโคลิฟอร์มทั้งหมด

3.1.3 ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำผิวดิน และปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำผิวดิน และปริมาณน้ำฝน จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความพอเพียงต่ออัตราการใช้น้ำของประชากรทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ผู้ศึกษาจะทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ และจะทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ เหตุผลเนื่องจากหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านได้ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลในปัจจุบัน 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ และดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินในปัจจุบันเพียงหนึ่งขนาดคือ ประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ ผู้ศึกษาได้จำแนกตามโดยอาศัยหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง ดังนี้

กรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก สำหรับผู้ใช้น้ำ 50 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

ปริมาณน้ำไม่เกิน 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
ปริมาณน้ำ 2.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

กรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 50 - 120 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

ปริมาณน้ำไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
ปริมาณน้ำ 5.0 - 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
ปริมาณน้ำมากกว่า 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

Copyright by Mahidol University

กรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 - 300 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

ปริมาณน้ำไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ปริมาณน้ำ 10.0 - 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ปริมาณน้ำมากกว่า 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

กรณีการสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 - 300 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

ปริมาณน้ำไม่เกิน 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ปริมาณน้ำ 3.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

กรณีปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน ใช้ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝนรายปี ซึ่งการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร

ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร

ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร

โดยอาศัยแผนที่ปริมาณน้ำฝนรายปีของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นหลักในการแบ่ง

3.1.4 ปัจจัยทางด้านชนิดหินอุ้มน้ำ

คุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำต่างชนิดกัน จะสามารถให้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากจะต้องพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ จำเป็นจะต้องทราบถึงชนิดของหินอุ้มน้ำนั้นว่า เป็นหินอุ้มน้ำชนิดใด เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณน้ำที่จะสามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้นของชั้นหินอุ้มน้ำ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน

แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง

แหล่งน้ำบาดาลในหินปูน

โดยอาศัยคุณสมบัติของหินอุ้มน้ำเป็นหลักในการแบ่ง

Copyright by Mahidol University

3.1.5 ปัจจัยทางด้านความลึกของน้ำใต้ดิน

ความลึกของน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์กันกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ความลึกของน้ำใต้ดิน ออกเป็น 3 ระดับ คือ

ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร

ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร

ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร

โดยอาศัยการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง

3.1.6 ปัจจัยทางด้านระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน หรือจุดที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ

ระบบท่อขนส่งน้ำจะยาวหรือสั้นเพียงใด จึงขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างชุมชนจากแหล่งน้ำดิบซึ่งจะมีผลต่อราคาค่าดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้นของระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน ออกเป็น 3 ระดับ คือ

พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ ตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร

พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร

พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร

โดยอาศัยการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่ดำเนินการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านประกอบกับมาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ว่า "ประชาชนในชนบทควรได้รับน้ำดื่มที่สะอาด.....โดยแหล่งน้ำอยู่ห่างไม่เกิน 1 กิโลเมตร....." เป็นหลักในการแบ่ง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้ กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปี และแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปี

3.1.7 ปัจจัยทางด้านดินเค็ม

การขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ที่เกลือละลายอยู่ในน้ำ หรือมีแหล่งเกลืออยู่ใต้ดินจะเป็นการแพร่กระจายเกลือได้อย่างดี ทำให้เกิดการขยายพื้นที่ดินเค็ม ดังนั้นหากมิได้คำนึงถึงคุณสมบัติของดินบริเวณที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำนั้นอาจให้ผลเสียมากกว่าให้ผลดีได้ในระยะยาว ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้นของ ดินเค็ม ออกเป็น 5 ระดับ คือ

Copyright by Mahidol University

บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมากและบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง
บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย
บริเวณที่ต่ำและมีศักยภาพเป็นดินเค็ม
บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ
บริเวณที่ไม่เค็มและบริเวณที่เป็นภูเขา

โดยอาศัยแผนที่ดินเค็มของกรมพัฒนาที่ดินเป็นหลักในการแบ่ง

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้มีการจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ไว้แล้ว ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามของบริเวณพื้นที่ศึกษา มีรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละประเภทดังนี้

- ข้อมูลด้านลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ ระวางที่ 5440 I , 5441 I , 5441 II , 5541 III และ 5541 IV มาตราส่วน 1: 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร แผนที่นี้จะแสดงถึงภูเขาที่ราบ ซึ่งจะใช้เส้นชั้นความสูง (Contour line) เป็นตัวบ่งบอกลักษณะและความสูงต่ำของพื้นที่

- ข้อมูลด้านอุทกธรณีวิทยา

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านชนิดหินอุ้มน้ำ ได้จากแผนที่อุทกธรณีวิทยา จังหวัดขอนแก่น แผ่นที่ 3 , 4 , 5 และ 6 มาตราส่วน 1 : 100,000 ของกรมทรัพยากรธรณี

- ข้อมูลด้านปฐพีวิทยา

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านดินเค็ม ได้จากแผนที่ดินเค็ม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แผ่นที่ 1 , 3 มาตราส่วน 1 : 500,000 ปี พ.ศ. 2537 ของกรมพัฒนาที่ดิน แผนที่นี้แสดงถึงพื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นดินเค็ม และแผนที่ดิน จังหวัดขอนแก่น แผ่นที่ 7 , 8 , 10 ,11 และ 12 มาตราส่วน 1 : 100,000 ปี พ.ศ. 2515 ของกรมพัฒนาที่ดิน แผนที่นี้แสดงถึงชุดดิน

Copyright by Mahidol University

- ข้อมูลด้านแหล่งน้ำบาดาล

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) เป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน คุณภาพน้ำใต้ดิน และความลึกของน้ำใต้ดิน ได้จากรายงานผลการดำเนินงานเจาะบ่อบาดาลของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

- ข้อมูลด้านแหล่งน้ำผิวดิน

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ ระวางที่ 5440 I , 5441 I , 5441 II , 5541 III และ 5541 IV มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร แผนที่นี้จะแสดงถึงแม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน คุณภาพน้ำผิวดิน ได้จากรายงานของสถานีตรวจวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน และจากรายงานผลการเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ของกลุ่มงานเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6 ขอนแก่น กรมอนามัย

- ข้อมูลน้ำฝน

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน ได้จากรายงานของสถานีตรวจวัดน้ำฝนจำนวน 19 สถานี ในจังหวัดขอนแก่น ของกรมอุตุนิยมวิทยา เก็บข้อมูลย้อนหลัง 37 ปี (ข้อมูล พ.ศ. 2504 ถึง พ.ศ. 2540) ซึ่งใช้เป็นข้อมูลที่จะจัดสร้างเส้น Isoheight ของปริมาณน้ำฝน ทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่นั้นๆ

- ข้อมูลประชากร

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย ได้จาก กชช.2ค (ข้อมูลพื้นฐานในระดับหมู่บ้าน) และ จปฐ. (ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน) ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลที่จะทำให้ทราบถึงจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น

- ข้อมูลด้านธรณีวิทยา

ลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้จากแผนที่ธรณีวิทยา ระวางที่ ND 48-1 และ NE 48-13 มาตราส่วน 1 : 250,000 ของกรมทรัพยากรธรณี แผนที่นี้จะแสดงพื้นที่ของหิน

Copyright by Mahidol University

ชนิดต่างๆ

- ข้อมูลทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน

ข้อมูลเส้นทางคมนาคม ซึ่งลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้จากแผนที่ภูมิประเทศ

ข้อมูลหมู่บ้านที่มีระบบประปาหมู่บ้านใช้แล้ว ซึ่งลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย ได้จากรายงานผลการดำเนินงานการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลหมู่บ้านที่มีไฟฟ้าใช้แล้ว ซึ่งลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย ได้จากการไฟฟ้าจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2540

สำหรับข้อมูลที่ผู้ศึกษาได้จากการเก็บรวบรวมในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยเครื่องวัดจุดพิกัดภูมิศาสตร์ (Global positioning system : GPS) ซึ่งผู้ศึกษาใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บตำแหน่งของหมู่บ้าน บ่อน้ำบาดาล ประปาหมู่บ้าน สถานีตรวจวัดน้ำฝน สถานีตรวจวัดน้ำท่า และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ

3.3 การนำเข้าและการจัดเก็บข้อมูล

- ข้อมูลเชิงพื้นที่

ลักษณะข้อมูลที่จัดเก็บในการใช้ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะอยู่ในรูปของ point arc/line หรือ polygon โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. ข้อมูลที่เป็นแผนที่ ได้แก่ ข้อมูลแสดงสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลแสดงลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา และข้อมูลแสดงลักษณะทางปฐพีวิทยา ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้ base map มีมาตราส่วน 1 : 50,000 ซึ่งจะถูกนำเข้าโดยเครื่องมือที่เรียกว่า digitizer โดยจะทำการถ่ายทอดข้อมูล ซึ่งเป็นการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นข้อมูล Digital ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่าน Tydig Module ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยของโปรแกรม SPANS และทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ OS/2 ซึ่งจะได้ข้อมูลเป็น Vector File จากนั้นจะต้องแปลงสกุลของ Vector File ทั้งข้อมูลที่เป็น point arc/line หรือ polygon มาที่ SPANS Explorer Module

2. ข้อมูลที่เป็นรายงาน เป็นข้อมูลที่สามารถทำให้อยู่ในรูปของแผนที่ได้ จะต้องนำมาจัดการให้อยู่ในรูปของแผนที่ มาตราส่วน 1 : 50,000 เช่นเดียวกัน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลปริมาณน้ำ คุณภาพน้ำ และความลึกของน้ำบาดาล ข้อมูลปริมาณน้ำและ

Copyright by Mahidol University

คุณภาพน้ำผิวดิน ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลไว้ที่โปรแกรม Microsoft Excel 97 ซึ่งจะเก็บเป็น dBASE IV File จากนั้นนำเข้ากับฐานข้อมูลเชิงภาพในโปรแกรม SPANS

- ข้อมูลเชิงบรรยาย

ลักษณะข้อมูลที่จัดเก็บในการใช้ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะอยู่ในรูปของตาราง (spreadsheet) หรือ กราฟสถิติ (chart) จะเป็นข้อมูลที่แสดงถึงคุณสมบัติและลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ได้แก่ ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล ข้อมูลประปาหมู่บ้าน ข้อมูลประชากร และข้อมูลการมีไฟฟ้าใช้ของชุมชน ซึ่งจะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูลเชิงบรรยาย โดยโปรแกรม SPANS จะมีระบบจัดการฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ (Relational database)

3.4 การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การคำนวณค่าปัจจัยต่างๆ ซึ่งค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยได้จากการพิจารณาโดยสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากผู้ดำเนินงานทางด้านการจัดหาน้ำสะอาดในชนบททั้ง 4 หน่วยงาน ดังนี้ กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ กรมอนามัย และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดดัชนีในการวัดค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยไว้ 11 ระดับ คือ

- ให้ค่าคะแนนเป็น 0 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นไม่มีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน
- ให้ค่าคะแนนเป็น 1 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านต่ำสุด
- ให้ค่าคะแนนเป็น 2 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านต่ำมาก
- ให้ค่าคะแนนเป็น 3 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านต่ำ
- ให้ค่าคะแนนเป็น 4 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านค่อนข้างต่ำ
- ให้ค่าคะแนนเป็น 5 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านปานกลาง

Copyright by Mahidol University

- ให้ค่าคะแนนเป็น 6 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านสูงกว่าปานกลาง

- ให้ค่าคะแนนเป็น 7 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านค่อนข้างสูง

- ให้ค่าคะแนนเป็น 8 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านสูง

- ให้ค่าคะแนนเป็น 9 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านสูงมาก

- ให้ค่าคะแนนเป็น 10 เมื่อช่วงชั้นปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านสูงสุด

2. การจัดทำฐานข้อมูล ซึ่งเป็นฐานข้อมูลของหมู่บ้าน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้ดังนี้

- ข้อมูลทางด้านทรัพยากรน้ำของชุมชน
- ข้อมูลทางด้านประชากรของชุมชน

3.5 การวิเคราะห์ผลข้อมูล

การวิเคราะห์พื้นที่เป็นกระบวนการวิเคราะห์โดยอาศัยความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล

โดยอาศัยข้อมูลคุณภาพน้ำจากการรายงานผลการดำเนินงานเจาะบ่อบาดาลของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาล มาจัดเก็บให้อยู่ในรูปของแผนที่ และใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (overlay technique) ซึ่งจะได้แผนที่แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล การศึกษาครั้งนี้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมในระดับสูง พื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมในระดับปานกลาง และพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมในระดับต่ำ

Copyright by Mahidol University

- การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ด้านปริมาณน้ำของแหล่งน้ำบาดาล

โดยอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำจากการรายงานผลการดำเนินงานเจาะบ่อบาดาลของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาล มาจัดเก็บให้อยู่ในรูปของแผนที่ ซึ่งจะได้แผนที่แสดงปริมาณน้ำของแหล่งน้ำบาดาล การศึกษาครั้งนี้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำเหมาะสมในระดับสูง พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำเหมาะสมในระดับปานกลาง และพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำเหมาะสมในระดับต่ำ

- การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน

โดยอาศัยข้อมูลคุณภาพน้ำจากการรายงานผลการเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินของศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6 ขอนแก่น และข้อมูลตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำมาจัดเก็บให้อยู่ในรูปของแผนที่ ซึ่งจะได้แผนที่แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน การศึกษาครั้งนี้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมในระดับสูง พื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมในระดับปานกลาง และพื้นที่ที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมในระดับต่ำ

- การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ด้านปริมาณน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน

โดยอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีตรวจวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน และข้อมูลตำแหน่งของสถานีตรวจวัดน้ำท่า มาจัดเก็บให้อยู่ในรูปของแผนที่ ซึ่งจะได้แผนที่แสดงปริมาณน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน การศึกษาครั้งนี้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำเหมาะสมในระดับสูง พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำเหมาะสมในระดับปานกลาง และพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำเหมาะสมในระดับต่ำ

- การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ด้านระยะห่างระหว่างชุมชนกับแหล่งน้ำดิบ

โดยอาศัยข้อมูลลักษณะทางน้ำ จากแผนที่ภูมิประเทศ มาจัดเก็บให้อยู่ในรูปแผนที่ และใช้เทคนิคการทำบัฟเฟอร์ (buffering) ซึ่งจะได้แผนที่แสดงระยะห่างระหว่างชุมชนกับแหล่งน้ำดิบ การศึกษาครั้งนี้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีความเหมะสมในระดับสูง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ

- การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

Copyright by Mahidol University

1. การวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ ปัจจัยที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 5 ปัจจัย ดังนี้ 1) ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำผิวดิน 2) ปัจจัยด้านปริมาณน้ำผิวดิน 3) ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน 4) ปัจจัยด้านดินเค็ม 5) ปัจจัยด้านระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน โดยนำค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านมาคูณกับค่าความเหมาะสมของปัจจัย โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล ด้วยหลักการของสมการถดถอยพหุคูณ (multiple regression) คือ

$$S_{r,c} = W_1R_{1j} + W_2R_{2j} + \ldots\ldots + W_nR_{nj}$$

เมื่อ $S_{r,c}$ = ค่าระดับคะแนนรวมสำหรับความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านในกริดที่ Row = r , Column = c

W_1 ถึง W_n = ค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน (Weighting values)

R_{1j} ถึง R_{nj} = ค่าความเหมาะสมของปัจจัยในคุณลักษณะ j ตั้งแต่ ปัจจัยที่ 1 จนถึงปัจจัยที่ n ที่มีความสำคัญต่อการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน (Rating values)

กล่าวคือ ค่าระดับคะแนนรวมสำหรับความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านในพื้นที่หนึ่งๆ จะบ่งบอกถึงศักยภาพที่เหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ โดยหากพื้นที่นั้นมีค่าระดับคะแนนรวมสูงก็แสดงให้เห็นว่าพื้นที่นั้นมีความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านอยู่ในระดับสูง ควรจะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านก่อนพื้นที่ที่มีค่าระดับคะแนนรวมรองๆ ลงไปตามลำดับ

จากนั้นนำคะแนนรวมมาจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีอัตรภาคชั้น การคิดคำนวณจะคิดจากสูตร

อัตรภาคชั้น = (คะแนนสูงสุด - คะแนนต่ำสุด) / จำนวนช่วง

Copyright by Mahidol University

ซึ่งจะได้แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ การศึกษาครั้งนี้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่เหมาะสมในระดับสูง พื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่เหมาะสมในระดับปานกลาง และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่เหมาะสมในระดับต่ำ

2. การวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล โดยจะทำการวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านกายภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ปัจจัยที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 7 ปัจจัย ดังนี้ 1) ปัจจัยด้านลักษณะภูมิประเทศ 2) ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน 3) ปัจจัยด้านปริมาณน้ำใต้ดิน 4) ปัจจัยด้านชนิดหินอุ้มน้ำ 5) ปัจจัยด้านความลึกของน้ำใต้ดิน 6) ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน 7) ปัจจัยด้านดินเค็ม โดยใช้หลักการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่

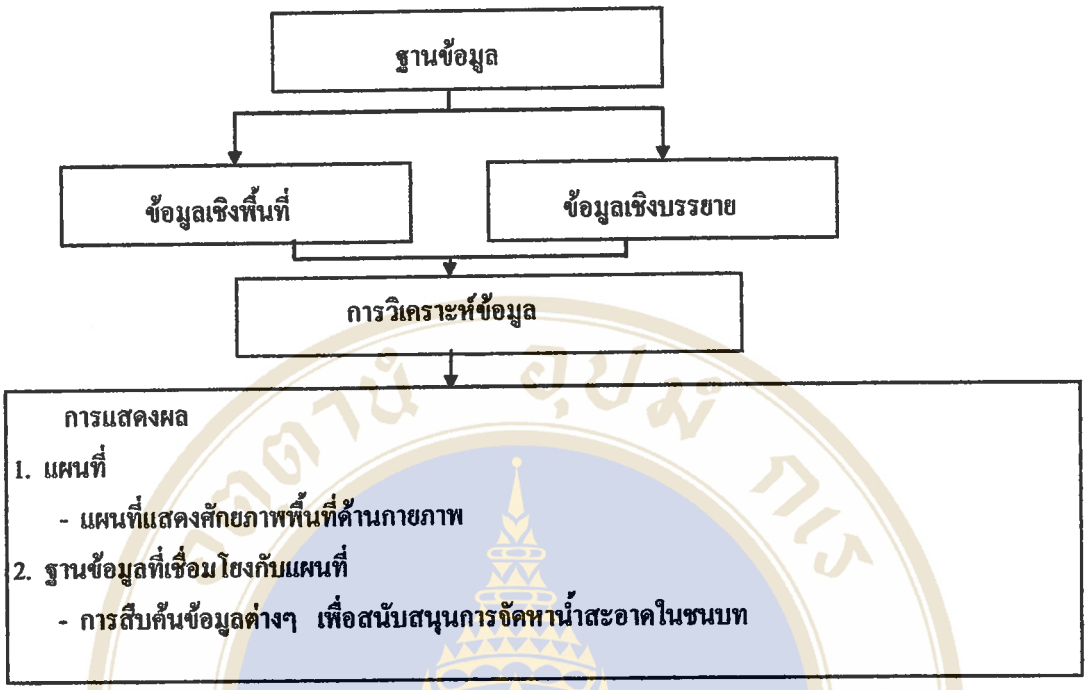
3.6 การแสดงผล

การแสดงผลข้อมูลเป็นกระบวนการที่จะนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำเสนอ หรือแสดงผลของข้อมูลใน 2 ลักษณะ คือ

1. แผนที่
   - แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพ
2. ฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับแผนที่
   - การสืบค้นข้อมูลต่างๆ ที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูล

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ จะสามารถนำไปวางแผนงานให้การสนับสนุนการจัดหาน้ำสะอาดได้เหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพพื้นที่หมู่บ้านในชนบทต่อไป ได้ทั้งทางจอภาพและผลิตออกมาเป็นเอกสารโดยใช้ plotter หรือ inkjet printer (ดูภาพที่ 3.2 ประกอบ)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 3.2 แสดงผลการศึกษา

3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วย

3.7.1 แผนที่

- แผนที่ภูมิประเทศ ระวางที่ 5440 I , 5441 I , 5441 II , 5541 III และ 5541 IV มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- แผนที่ธรณีวิทยา ระวางที่ ND 48-1 และ NE 48-13 มาตราส่วน 1 : 250,000 ของกรมทรัพยากรธรณี
- แผนที่อุทกธรณีวิทยา จังหวัดขอนแก่น แผ่นที่ 3 , 4 , 5 และ 6 มาตราส่วน 1 : 100,000 ของกรมทรัพยากรธรณี
- แผนที่ดินเค็ม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แผ่นที่ 1 , 3 มาตราส่วน 1 : 500,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน
- แผนที่ดิน จังหวัดขอนแก่น แผ่นที่ 7 , 8 , 10 , 11 และ 12 มาตราส่วน 1 : 100,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

Copyright by Mahidol University

3.7.2 ข้อมูลอื่นๆ

- ข้อมูลแสดงปริมาณน้ำ และคุณภาพน้ำ ของแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำบาดาล
- ข้อมูลแสดงปริมาณน้ำของน้ำฝน
- ข้อมูลแสดงผลการดำเนินงานเจาะบ่อน้ำบาดาล และสร้างระบบประปาหมู่บ้าน
- ข้อมูลประชากร
- ข้อมูลหมู่บ้านที่มีไฟฟ้าใช้แล้ว

3.7.3 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งประกอบด้วย

- Computer hardware

ชุดประมวลผลกลาง (central processing unit)

จอภาพ (video graphics array colour)

เครื่องวาดภาพ (digitizer)

เมาส์ (mouse)

เครื่องพิมพ์ (printer)

- Computer software

โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ โปรแกรม SPANS (Spatial analysis system) version 6 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ง่าย และอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ โดยมีเมนูต่างๆ ให้เลือก และมีแบบฟอร์มต่างๆ ให้เติม เมื่อต้องการทำงานในแต่ละฟังก์ชัน ทั้งยังมีการผสมผสานข้อมูลลักษณะต่างๆ กัน รวมทั้งข้อมูลจาก Database Management Systems (DBMS) (ดูในภาคผนวก ก)

โปรแกรม Microsoft Excel 97

โปรแกรมระบบปฏิบัติการ OS/2

โปรแกรมระบบปฏิบัติการ Windows 95

3.7.4 เครื่องวัดจุดพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS)

3.7.5 แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการจัดทำระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน โดยการประยุกต์ใช้ศาสตร์ทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพื้นที่ด้านการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้าน สามารถสรุปผลการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 โครงสร้างระบบฐานข้อมูล

การพัฒนาระบบข้อมูล เริ่มด้วยการวิเคราะห์ระบบโดยพิจารณาการไหลของข้อมูล (Data Flow) (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ฉ) เพื่อให้เข้าใจถึงโครงสร้างระบบโดยรวมทั้งหมด เริ่มตั้งแต่การนำเข้าข้อมูลสู่ระบบ การจัดการข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขของปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดศักยภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน การแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ประกอบด้วย แผนที่ที่ใช้เป็นปัจจัยในการวิเคราะห์ และแผนที่แสดงผลการวิเคราะห์ โครงสร้างระบบโดยรวมประกอบด้วย ระบบข้อมูลการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านประเภทน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน ที่มีการจัดเก็บเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลรายละเอียดที่สนับสนุนเชิงพื้นที่ที่จัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลที่จัดเก็บเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย

1. แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร

2. แสดงตำแหน่งหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร

3. แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลในพื้นที่ศึกษา จากรายงานผลการเจาะบ่อบาดาลของกรมทรัพยากรธรณี

Copyright by Mahidol University

4. แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา จากรายงานของสถานีตรวจวัดน้ำฝน ของกรมอุตุนิยมวิทยา

5. แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา จากรายงานของสถานีตรวจวัดน้ำท่า ของกรมชลประทาน

6. แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษา จากรายงานของสถานีตรวจวัดน้ำท่า ของกรมชลประทาน

7. แสดงปริมาณเหล็กในแหล่งน้ำใต้ดิน จากรายงานผลการเจาะบ่อบาดาล ของกรมทรัพยากรธรณี

8. แสดงปริมาณคลอไรด์ในแหล่งน้ำใต้ดิน จากรายงานผลการเจาะบ่อบาดาล ของกรมทรัพยากรธรณี

9. แสดงปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ในแหล่งน้ำใต้ดิน จากรายงานผลการเจาะบ่อบาดาล ของกรมทรัพยากรธรณี

10. แสดงปริมาณความกระด้างในแหล่งน้ำใต้ดิน จากรายงานผลการเจาะบ่อบาดาล ของกรมทรัพยากรธรณี

11. แสดงความลึกของน้ำใต้ดิน จากรายงานผลการเจาะบ่อบาดาล ของกรมทรัพยากรธรณี

12. แสดงปริมาณน้ำใต้ดิน จากรายงานผลการเจาะบ่อบาดาล ของกรมทรัพยากรธรณี

13. แสดงอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา จากแผนที่อุทกธรณีวิทยา มาตราส่วน 1 : 100,000 ของกรมทรัพยากรธรณี

14. แสดงธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1 : 250,000 ของกรมทรัพยากรธรณี

15. แสดงระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร

16. แสดงเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร

17. แสดงปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ศึกษา จากรายงานของสถานีตรวจวัดน้ำฝน ข้อมูล พ.ศ. 2504 ถึง พ.ศ. 2540 ของกรมอุตุนิยมวิทยา

18. แสดงดินเค็มในพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ดินเค็ม มาตราส่วน 1 : 500,000 ปี พ.ศ. 2537 ของกรมพัฒนาที่ดิน

19. แสดงชุดดินในพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ดิน มาตราส่วน 1 : 100,000 ปี พ.ศ. 2515 ของกรมพัฒนาที่ดิน

Copyright by Mahidol University

20. แสดงแหล่งน้ำผิวดินของพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร

21. แสดงเส้นทางคมนาคมของพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2535 ของกรมแผนที่ทหาร

22. แสดงศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล

23. แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาล

24. แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดิน

ข้อมูลเชิงบรรยาย (Non – spatial data) ที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลทางด้านทรัพยากรน้ำและข้อมูลทางด้านประชากรของชุมชน

จากการทำแบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ค โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์เกี่ยวกับการทำงานด้านการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้าน ผลการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในการศึกษาครั้งนี้แบ่งผลการสอบถามเป็น 2 หัวข้อหลัก คือ การสอบถามเกี่ยวกับการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย และอีกส่วนหนึ่งคือ การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย (weighting) และค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย (rating) ดังนี้

4.1.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย

ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะเห็นว่าการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย มีความเหมาะสม จากจำนวนคำถามที่ใช้ถามทั้งหมด 27 คำถามต่อคน และคำถามเกี่ยวกับการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัยคุณภาพน้ำผิวดินและคุณภาพน้ำใต้ดิน ได้แก่ ดิลดริน อัลดริน ความกระด้าง และเหล็ก ที่ผู้เชี่ยวชาญไม่ตอบคำถาม (ดูตารางที่ 4.1 และรายละเอียดในภาคผนวก ง)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.1 ผลสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย (ร้อยละ)

เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่ตอบคำถาม
91.85	5.19	2.96

4.1.2 การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย

จากการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน และค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้กำหนดคะแนนเต็มไว้ 10 คะแนน ซึ่งเป็นระดับค่าความสำคัญสูงสุด และลดลงตามลำดับความสำคัญ จนถึงคะแนนต่ำสุดคือ 0 คะแนน แทนค่าไม่มีความสำคัญ โดยแต่ละปัจจัยมีค่าความสำคัญเท่ากันได้ และค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยมีค่าเท่ากันได้ จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของค่าความสำคัญของพื้นที่ที่เป็นปัจจัย และค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าความเหมาะสมของพื้นที่ คือ

ค่าความเหมาะสมของพื้นที่ = ค่าความสำคัญของปัจจัย * ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย

ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ด้านกายภาพสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพื้นที่ด้านการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล ได้แก่ ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน ปัจจัยทางด้านชั้นหินอุ้มน้ำ ปัจจัยทางด้านความลึกของน้ำใต้ดิน และปัจจัยทางด้านดินเค็ม พบว่า ปัจจัยที่มีค่าความสำคัญสูงสุดของการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล ได้แก่ ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน และพบว่าปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝนมีค่าคะแนนความสำคัญของการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลต่ำที่สุด (ดูตารางที่ 4.2)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.2 ผลสรุปค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

ปัจจัย	ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย
1. ปริมาณน้ำใต้ดิน	9.60
2. คุณภาพน้ำใต้ดิน	8.60
3. ชนิดหินอุ้มน้ำ	7.60
4. ดินเค็ม	7.00
5. ความลึกของน้ำใต้ดิน	6.20
6. ลักษณะภูมิประเทศ	6.20
7. ปริมาณน้ำฝน	5.60

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพื้นที่ด้านการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำผิวดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน ปัจจัยทางด้านระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชนหรือจุดที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ และปัจจัยทางด้านดินเค็ม พบว่า ปัจจัยที่มีค่าความสำคัญสูงสุดของการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน และพบว่า ปัจจัยทางด้านดินเค็มมีค่าคะแนนความสำคัญของการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินต่ำที่สุด (ดูตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลสรุปค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน

ปัจจัย	ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย
1. ปริมาณน้ำผิวดิน	9.60
2. คุณภาพน้ำผิวดิน	8.80
3. ปริมาณน้ำฝน	7.80
4. ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน	6.60
5. ดินเค็ม	6.40

Copyright by Mahidol University

ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดินและปริมาณน้ำผิวดินที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน พบว่า ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ มีค่าความสำคัญสูงกว่าปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (ดูตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยปริมาณน้ำที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน

ปัจจัยปริมาณน้ำ	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย
1. กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลขนาดเล็ก	
- ปริมาณน้ำบาดาลไม่เกิน 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	3.40
- ปริมาณน้ำบาดาล 2.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	6.00
- ปริมาณน้ำบาดาลมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	9.40
2. กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลขนาดกลาง	
- ปริมาณน้ำบาดาลไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	4.00
- ปริมาณน้ำบาดาล 5.0 - 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	6.40
- ปริมาณน้ำบาดาลมากกว่า 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	9.80
3. กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลขนาดใหญ่	
- ปริมาณน้ำบาดาลไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	4.20
- ปริมาณน้ำบาดาล 10.0 - 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	6.40
- ปริมาณน้ำบาดาลมากกว่า 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	9.80
4. กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่	
- ปริมาณน้ำผิวดินไม่เกิน 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	4.40
- ปริมาณน้ำผิวดิน 3.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	5.60
- ปริมาณน้ำผิวดินมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	8.60

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน พบว่า พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่งมีค่าความสำคัญสูงสุด (ดูตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยลักษณะภูมิประเทศที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

ปัจจัยลักษณะภูมิประเทศ	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย
- พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง	8.20
- พื้นที่เชิงเขา	5.20
- พื้นที่ดอนหรือภูเขา	3.20

ตัวชี้วัดด้านคุณภาพน้ำที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับการสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลมีทั้งหมด 15 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตะกั่ว สารหนู ดีดีที ดิลดริน อัลดริน ความขุ่น คลอไรด์ ความกระด้าง ไนเตรท ฟลูออไรด์ ซัลเฟต ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ โคลิฟอร์มทั้งหมด เหล็ก และแมงกานีส พบว่าตัวชี้วัดที่มีค่าความสำคัญสูงสุดของการใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับการสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล ได้แก่ ดิลดริน และอัลดริน และพบว่าความขุ่นมีค่าคะแนนความสำคัญของการใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับการสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลต่ำที่สุด (ดูตารางที่ 4.6)

ตัวชี้วัดด้านคุณภาพน้ำที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับการสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินมีทั้งหมด 15 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตะกั่ว สารหนู ดีดีที ดิลดริน อัลดริน ความขุ่น คลอไรด์ ความกระด้าง ไนเตรท ฟลูออไรด์ ซัลเฟต ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ โคลิฟอร์มทั้งหมด ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี พบว่า ตัวชี้วัดที่มีค่าความสำคัญสูงสุดของการใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับการสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน ได้แก่ ดีดีที ดิลดริน และอัลดริน และพบว่าซัลเฟตมีค่าคะแนนความสำคัญของการใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบที่เหมาะสมสำหรับการสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

Copyright by Mahidol University

น้ำผิวดินต่ำที่สุด (ดูตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยคุณภาพน้ำที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำบาดาลและน้ำผิวดินที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย
1. ตะกั่ว	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	8.25
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	8.00
2. สารหนู	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	8.50
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	8.50
3. ดีดีที	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	7.25
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	9.00
4. ดิลดริน	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	9.00
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	9.00
5. อัลดริน	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	9.00
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	9.00
6. ความขุ่น	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	4.25
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	7.50
7. คลอไรด์	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	7.25
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	6.50

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำ	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย
8. ความกระด้าง	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	6.25
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	6.25
9. ไนเตรท	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	5.75
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	8.50
10. ฟลูออไรด์	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	5.75
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	4.75
11. ซัลเฟต	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	4.75
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	4.50
12. ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	5.25
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	6.50
13. โคลิฟอร์มทั้งหมด	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	6.50
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	8.25
14. เหล็ก	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	6.00
15. แมงกานีส	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล	5.75
16. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	4.75
17. ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี	
กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน	6.25

Copyright by Mahidol University

ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝนที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน พบว่า ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร ทั้งกรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน มีค่าความสำคัญสูงสุด (ดูตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยปริมาณน้ำฝนที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน

ปัจจัยปริมาณน้ำฝน	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย กรณีการสร้างประปาหมู่บ้าน	
	น้ำบาดาล	น้ำผิวดิน
- ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร	5.20	5.60
- ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร	6.60	7.20
- ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร	8.40	9.00

ปัจจัยทางด้านดินเค็มที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน พบว่า บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา มีค่าความสำคัญสูงสุด และบริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมาก และบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง มีค่าความสำคัญต่ำสุด ทั้งกรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน (ดูตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยดินเค็มที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน

ปัจจัยดินเค็ม	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย	
	น้ำบาดาล	น้ำผิวดิน
- บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา	6.60	7.60
- บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย	5.20	5.60
- บริเวณที่ต่ำ และมีศักยภาพเป็นดินเค็ม	3.60	2.80
- บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ	1.80	3.80
- บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมาก และบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง	1.40	1.60

Copyright by Mahidol University

ปัจจัยทางด้านระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชนที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน พบว่า พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร มีค่าความสำคัญสูงสุด ทั้งกรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปีและไม่มีน้ำตลอดปี (ดูตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชนที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน

ปัจจัยระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย กรณีแหล่งน้ำผิวดิน	
	มีน้ำตลอดปี	ไม่มีน้ำตลอดปี
- พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร	9.60	7.60
- พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร	7.20	5.00
- พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร	5.20	3.20

ปัจจัยทางด้านความลึกน้ำใต้ดินที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล พบว่า ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร มีค่าความสำคัญสูงสุด (ดูตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยความลึกน้ำใต้ดินที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

ปัจจัยความลึกน้ำใต้ดิน	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย
- ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร	8.40
- ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร	6.80
- ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร	5.60

Copyright by Mahidol University

ปัจจัยทางด้านชนิดหินอุ้มน้ำที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล พบว่า แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน มีค่าความสำคัญสูงสุด และแหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง มีค่าความสำคัญต่ำสุด (ดูตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยของปัจจัยชนิดหินอุ้มน้ำที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

ปัจจัยชนิดหินอุ้มน้ำ	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย
- แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน	9.00
- แหล่งน้ำบาดาลในหินปูน	5.60
- แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง	4.00

ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำเมื่อพิจารณาจากระดับย่อยของตัวชี้วัดที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ทางด้านคุณภาพน้ำ พบว่า แหล่งน้ำที่ไม่มีตะกั่ว สารหนู ดีดีที ดิลดริน และอัลดรินมีค่าความสำคัญสูงสุด และหากแหล่งน้ำใดพบปริมาณสารเหล่านี้มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำนั้นไม่มีความเหมาะสมในการทำประปาหมู่บ้าน (ดูตารางที่ 4.12 และรายละเอียดเกณฑ์มาตรฐานที่ภาคผนวก ข)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.12 ผลสรุปค่าความเหมาะสมของตัวชี้วัดด้านคุณภาพน้ำโดยพิจารณาจากระดับย่อยของตัวชี้วัด ที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ทางด้านคุณภาพน้ำในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน

พารามิเตอร์	ค่าความเหมาะสมของพารามิเตอร์ย่อย
1. ตะกั่ว	
1.1 น้ำที่ไม่มีตะกั่วเลย	10.00
1.2 น้ำที่มีตะกั่วไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร	5.00
1.3 น้ำที่มีตะกั่วมากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร	0.80
2. สารหนู	
2.1 น้ำที่ไม่มีสารหนูเลย	10.00
2.2 น้ำที่มีสารหนูไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร	3.80
2.3 น้ำที่มีสารหนูมากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร	0.40
3. ดีดีที	
3.1 น้ำที่ไม่มี ดีดีที เลย	10.00
3.2 น้ำที่มี ดีดีที ไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร	5.00
3.3 น้ำที่มี ดีดีที มากกว่า 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร	0.80
4. ดิลดริน	
4.1 น้ำที่ไม่มี ดิลดริน เลย	10.00
4.2 น้ำที่มี ดิลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร	4.40
4.3 น้ำที่มี ดิลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร	1.00
5. อัลดริน	
5.1 น้ำที่ไม่มี อัลดริน เลย	10.00
5.2 น้ำที่มี อัลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร	4.40
5.3 น้ำที่มี อัลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร	1.00
6. ความขุ่น	
6.1 น้ำที่มีความขุ่นไม่เกิน 5 หน่วย เอ็นทียู	9.80
6.2 น้ำที่มีความขุ่น 5 - 20 หน่วย เอ็นทียู	6.80
6.3 น้ำที่มีความขุ่นมากกว่า 20 หน่วย เอ็นทียู	3.40

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่าความเหมาะสมของพารามิเตอร์ย่อย
7. คลอไรด์	
7.1 น้ำที่มีคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	9.20
7.2 น้ำที่มีคลอไรด์ 200 - 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	3.80
7.3 น้ำที่มีคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	1.20
8. ความกระด้าง	
8.1 น้ำที่มีความกระด้างไม่เกิน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	9.00
8.2 น้ำที่มีความกระด้าง 75 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	6.40
8.3 น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	2.00
9. ไนเตรท	
9.1 น้ำที่มีไนเตรทไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร	8.60
9.2 น้ำที่มีไนเตรท 45 มิลลิกรัมต่อลิตร	5.00
9.3 น้ำที่มีไนเตรทมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร	1.00
10. ฟลูออไรด์	
10.1 น้ำที่มีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	9.00
10.2 น้ำที่มีฟลูออไรด์ 1.0 - 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	5.60
10.3 น้ำที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	1.40
11. เหล็ก	
11.1 น้ำที่มีเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร	7.00
11.2 น้ำที่มีเหล็ก 50 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	4.80
11.3 น้ำที่มีเหล็กมากกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	2.00
12. แมงกานีส	
12.1 น้ำที่มีแมงกานีสไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร	8.00
12.2 น้ำที่มีแมงกานีส 1 - 5 มิลลิกรัมต่อลิตร	4.80
12.3 น้ำที่มีแมงกานีสมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร	2.00

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่าความเหมาะสมของพารามิเตอร์ย่อย
13. ซัลเฟต	
13.1 น้ำที่มีซัลเฟตไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	9.00
13.2 น้ำที่มีซัลเฟต 200 - 250 มิลลิกรัมต่อลิตร	4.60
13.3 น้ำที่มีซัลเฟตมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร	1.60
14. ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้	
14.1 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	8.40
14.2 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 1,000 - 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	4.60
14.3 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้มากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	2.00
15. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	
15.1 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	8.80
15.2 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	5.80
15.3 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	2.40
16. ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี	
16.1 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	9.00
16.2 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.5 - 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	5.60
16.3 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมากกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	2.20

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่าความเหมาะสมของพารามิเตอร์ย่อย
17. โคลิฟอร์มทั้งหมด	
17.1 น้ำที่มีโคลิฟอร์มทั้งหมด ไม่เกิน 5,000 เอ็มพีเอ็น ต่อ 100 มิลลิลิตร	8.60
17.2 น้ำที่มีโคลิฟอร์มทั้งหมด 5,000 - 20,000 เอ็มพีเอ็น ต่อ 100 มิลลิลิตร	5.00
17.3 น้ำที่มีโคลิฟอร์มทั้งหมด มากกว่า 20,000 เอ็มพีเอ็น ต่อ 100 มิลลิลิตร	1.20

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.14 แสดงลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา บริเวณพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. ชั้นน้ำบาดาลในหินแข็ง	827.47	88.19
2. ชั้นน้ำบาดาลในหินร่วน	110.84	11.81
3. ชั้นน้ำบาดาลในหินปูน	0.00	0.00
รวม	938.31	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

ลักษณะทางปฐพีวิทยา ใช้แผนที่ดินเค็ม มาตราส่วน 1 : 500,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอมัญจาคีรีเป็นพื้นที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ 322.47 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 34.62 ของพื้นที่ทั้งหมด บริเวณพื้นที่ต่ำและมีศักยภาพเป็นดินเค็ม 268.68 ตารางกิโลเมตรหรือ (ร้อยละ 28.84) บริเวณที่ไม่เค็ม 235.17 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 25.25) บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย 97.48 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 10.46) และบริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมากและบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง 7.75 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.83) (ดูตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 แสดงลักษณะทางปฐพีวิทยา บริเวณพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ลักษณะทางปฐพีวิทยา	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. พื้นที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ	322.47	34.62
2. บริเวณพื้นที่ต่ำและมีศักยภาพเป็นดินเค็ม	268.68	28.84
3. บริเวณที่ไม่เค็ม	235.17	25.25
4. บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย	97.48	10.46
5. บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมาก และบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง	7.75	0.83
รวม	931.55	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมจากสถิติปริมาณน้ำฝนของจังหวัดขอนแก่น เป็นข้อมูลระหว่าง ปี พ.ศ. 2504 ถึง พ.ศ. 2540 ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลัง 37 ปี ของสถานีตรวจวัดน้ำฝนจำนวน 19 สถานี ในจังหวัดขอนแก่น ของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า อำเภอมัญจาคีรี มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 1,200 - 1,400 มิลลิเมตร ถึงร้อยละ 62.83 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือ ประมาณ 589.76 ตารางกิโลเมตร และพบว่ามีพื้นที่ประมาณ 8.66 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.92) ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 800 - 1,000 มิลลิเมตร (ดูตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี บริเวณพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. ปริมาณน้ำฝนที่ตก 800 - 1,000 มิลลิเมตร	8.66	0.92
2. ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร	340.19	36.24
3. ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,200 - 1,400 มิลลิเมตร	589.76	62.83
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

การศึกษาครั้งนี้ ได้พิจารณาถึงลักษณะทางอุทกวิทยาแหล่งน้ำผิวดิน เป็น 2 กรณี คือ 1. แหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปี 2. แหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปี โดยใช้ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1. พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร 2. พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร 3. พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร โดยข้อมูลแหล่งน้ำผิวดินและที่ตั้งชุมชนใช้ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร พบว่า

กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปี พบพื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 – 1 กิโลเมตร ประมาณ 373.56 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 40.42 ของพื้นที่ทั้งหมด และกรณีแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปี พบพื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 – 1 กิโลเมตร ประมาณ 697.08 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 74.27 ของพื้นที่ทั้งหมด (ดูตารางที่ 4.17)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.17 แสดงลักษณะทางอุทกวิทยาแหล่งน้ำผิวดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปี		
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร	373.56	40.42
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร	344.62	37.29
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร	206.09	22.30
รวม	924.27	100.00
กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปี		
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร	697.08	74.27
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร	191.32	20.38
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร	50.21	5.35
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

การศึกษาปริมาณน้ำใต้ดิน ใช้ข้อมูลจากรายงานผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณี และได้จำแนกการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาลตามหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน พบว่า

พื้นที่อำเภอมัญจาคีรีประมาณ 549.68 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 58.56 ของพื้นที่ทั้งหมดพบปริมาณน้ำใต้ดิน 2.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง สำหรับกรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก กรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง พบปริมาณน้ำใต้ดินไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ประมาณ 751.71 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 80.09 ของ

Copyright by Mahidol University

พื้นที่ทั้งหมด และกรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ พบปริมาณน้ำใต้ดินไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ประมาณ 909.76 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 96.93 ของพื้นที่ทั้งหมด (ดูตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ปริมาณน้ำใต้ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. กรณีการสร้างระบบประปาขนาดเล็ก		
1.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	202.03	21.52
1.2 ปริมาณน้ำ 2.5 – 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	549.68	58.56
1.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	186.90	19.91
รวม	938.61	100.00
2. กรณีการสร้างระบบประปาขนาดกลาง		
2.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	751.71	80.09
2.2 ปริมาณน้ำ 5.0 - 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	158.06	16.84
2.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	28.84	3.07
รวม	938.61	100.00
3. กรณีการสร้างระบบประปาขนาดใหญ่		
3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	909.77	96.93
3.2 ปริมาณน้ำ 10.0 - 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	28.84	3.07
3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	0.00	0.00
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University

การศึกษาคุณภาพแหล่งน้ำใต้ดิน ใช้ข้อมูลจากรายงานผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณี ตัวชี้วัดที่ทำการตรวจวิเคราะห์ คือ ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ เหล็ก คลอไรด์ และความกระด้าง ผลการศึกษาพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี พบว่า

ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ในแหล่งน้ำใต้ดินไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบ ร้อยละ 54.09 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือ ประมาณ 507.73 ตารางกิโลเมตร (ดูตารางที่ 4.19)

น้ำที่มีปริมาณเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบ ร้อยละ 94.19 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือ ประมาณ 884.03 ตารางกิโลเมตร (ดูตารางที่ 4.20)

น้ำที่มีปริมาณคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร พบ ร้อยละ 50.48 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือ ประมาณ 473.85 ตารางกิโลเมตร (ดูตารางที่ 4.21)

น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร พบ ร้อยละ 52.70 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือ ประมาณ 494.66 ตารางกิโลเมตร (ดูตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	507.73	54.09
2. น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 1,000 – 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	403.50	42.99
3. น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้มากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	27.38	2.92
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.20 แสดงปริมาณเหล็กในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ปริมาณเหล็ก	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. น้ำที่มีเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร	884.03	94.19
2. น้ำที่มีเหล็ก 50 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	47.08	45.02
3. น้ำที่มีเหล็กมากกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	7.50	0.80
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.21 แสดงปริมาณคลอไรด์ในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ปริมาณคลอไรด์	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. น้ำที่มีคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร	473.85	50.48
2. น้ำที่มีคลอไรด์ 200 - 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	213.63	22.76
3. น้ำที่มีคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	251.13	26.76
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.22 แสดงปริมาณความกระด้างในแหล่งน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ปริมาณความกระด้าง	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. น้ำที่มีความกระด้างไม่เกิน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	1.99	0.21
2. น้ำที่มีความกระด้าง 75 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	441.96	47.09
3. น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	494.66	52.70
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University

การประเมินศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล ผลการศึกษาพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี พบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพด้านคุณภาพน้ำเหมาะสมในระดับสูงประมาณ 427.27 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 45.52 ของพื้นที่ทั้งหมด (ดูตารางที่ 4.23)

ตารางที่ 4.23 แสดงศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ศักยภาพพื้นที่	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับสูง	427.27	45.52
2. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง	456.71	48.66
3. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ	54.63	5.82
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

การศึกษาความลึกของน้ำใต้ดิน ใช้ข้อมูลจากรายงานผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณี ผลการศึกษาพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี พบว่า ประมาณ 862.02 ตารางกิโลเมตรหรือ ร้อยละ 91.84 ของพื้นที่ทั้งหมดพบแหล่งน้ำใต้ดินลึกไม่เกิน 60 เมตร (ดูตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.24 แสดงความลึกของน้ำใต้ดิน อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ความลึกของน้ำใต้ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร	862.02	91.84
2. ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร	76.59	8.16
3. ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร	0.00	0.00
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

การวิเคราะห์หาศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพนั้น ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดการระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพื้นที่ด้านการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

การวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล ภายใต้เงื่อนไขปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกายภาพ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน ปัจจัยทางด้านชั้นหินอุ้มน้ำ ปัจจัยทางด้านความลึกของน้ำใต้ดิน และปัจจัยทางด้านดินเค็ม ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก สำหรับผู้ใช้น้ำ 50 หลังคาเรือน พบว่า พื้นที่อำเภอมัญจาคีรีประมาณ 350.82 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 37.38 ของพื้นที่ทั้งหมดมีความเหมาะสมในระดับสูง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก พบในพื้นที่ตำบลดำแคนมากที่สุด ดังตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.1

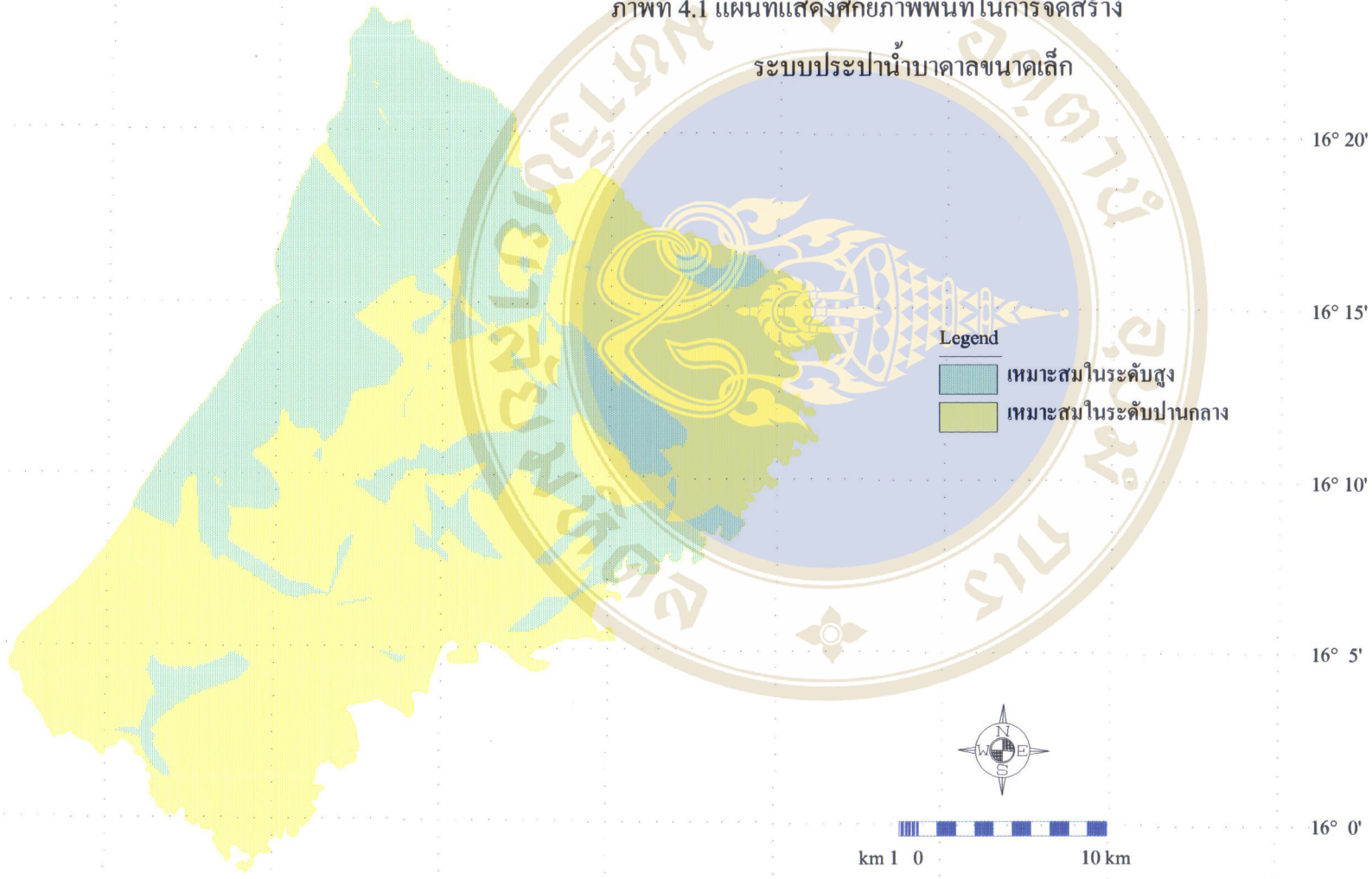
ตารางที่ 4.25 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ศักยภาพพื้นที่	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับสูง	350.82	37.38
2. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง	587.79	62.62
3. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ	0.00	0.00
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 4.1 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้าง
ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก



Copyright by Mahidol University

ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 50 – 120 หลังคาเรือน พบว่า พื้นที่อำเภอมัญจาคีรีประมาณ 11.53 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 1.23 ของพื้นที่ทั้งหมดมีความเหมาะสมในระดับสูง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง พบในพื้นที่ตำบลคำแคนมากที่สุด ดังตารางที่ 4.26 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.26 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ศักยภาพพื้นที่	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับสูง	11.53	1.23
2. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง	926.89	98.75
3. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ	0.19	0.02
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University

Copyright by Mahidol University

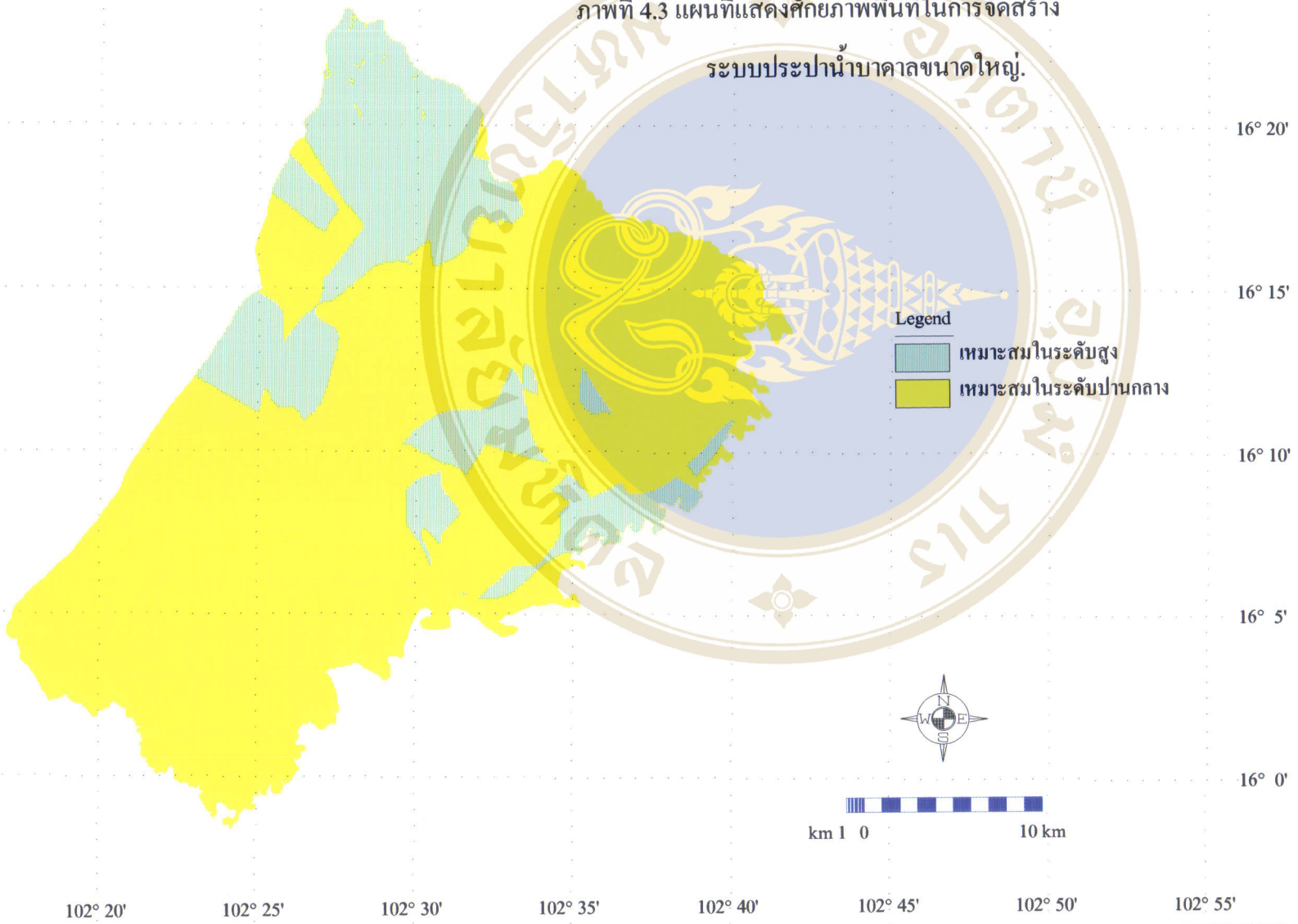
ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 – 300 ครัวเรือน พบว่า พื้นที่อำเภอมัญจาคีรีประมาณ 203.11 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 21.64 ของพื้นที่ทั้งหมดมีความเหมาะสมในระดับสูงสำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ พบในพื้นที่ตำบลคำแคนมากที่สุด ดังตารางที่ 4.27 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.27 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ศักยภาพพื้นที่	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับสูง	203.11	21.64
2. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง	735.50	78.36
3. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ	0.00	0.00
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.3 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้าง
ระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่.

Copyright by Mahidol University

ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่

การวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน ภายใต้เงื่อนไขปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกายภาพ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำผิวดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน ปัจจัยทางด้านระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน หรือจุดที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ และปัจจัยทางด้านดินเค็ม การศึกษาในครั้งนี้ได้พิจารณาถึงลักษณะทางอุทกวิทยาแหล่งน้ำผิวดินเป็น 2 กรณี คือ แหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปี และแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปี ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

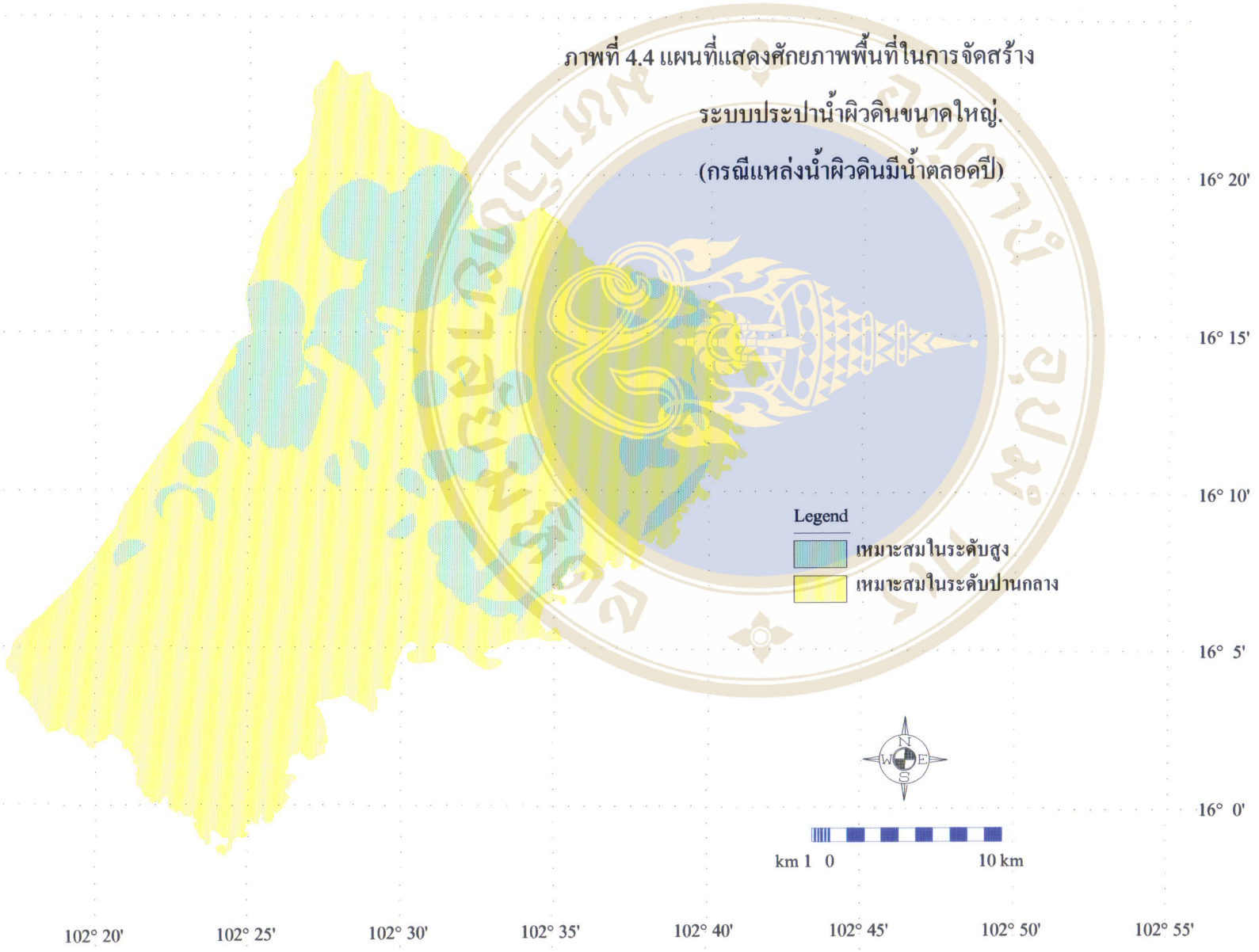
ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ กรณีแหล่งน้ำที่มีน้ำตลอดปี สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 – 300 หลังคาเรือน พบว่าพื้นที่อำเภอมัญจาคีรีประมาณ 206.57 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 22.01 ของพื้นที่ทั้งหมดมีความเหมาะสมในระดับสูง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ พบในพื้นที่ตำบลคำแคนมากที่สุด ดังตารางที่ 4.28 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.28 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (กรณีแหล่งน้ำที่มีน้ำตลอดปี) อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ศักยภาพพื้นที่	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับสูง	206.57	22.01
2. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง	732.04	77.99
3. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ	0.00	0.00
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้าง
ระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่.
(กรณีแหล่งน้ำผิวดินมีน้ำตลอดปี)

Copyright by Mahidol University

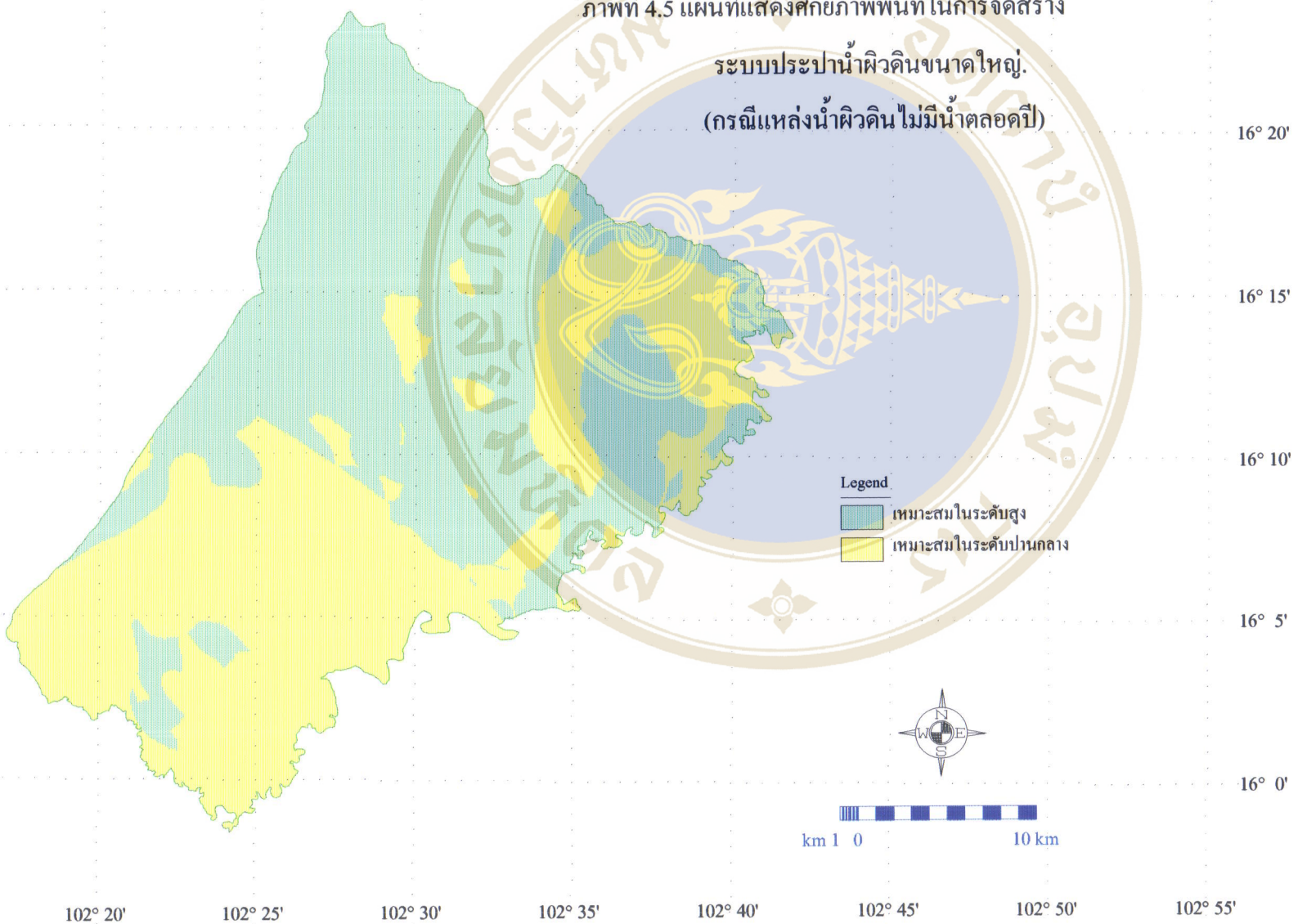
ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ กรณีแหล่งน้ำที่ไม่มีน้ำตลอดปี สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 – 300 ครัวเรือน พบว่าพื้นที่อำเภอมัญจาคีรีประมาณ 505.57 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 53.86 ของพื้นที่ทั้งหมดมีความเหมาะสมในระดับสูง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่พบในพื้นที่ตำบลคำแคนมากที่สุด ดังตารางที่ 4.29 และภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.29 แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาผิวดินขนาดใหญ่(กรณีแหล่งน้ำที่ไม่มีน้ำตลอดปี) อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ศักยภาพพื้นที่	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับสูง	505.57	53.86
2. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง	433.04	46.14
3. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ	0.00	0.00
รวม	938.61	100.00

ที่มา : จากการคำนวณ

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.5 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ในการจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่. (กรณีแหล่งน้ำผิวดินไม่มีน้ำตลอดปี)

Copyright by Mahidol University

จากการศึกษาและออกแบบระบบฐานข้อมูลเพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ซึ่งได้ทำการทดสอบระบบแล้ว จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งถ้านำไปใช้ร่วมกับระบบการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งยังขาดข้อมูลที่จะช่วยการตัดสินใจถึงศักยภาพทางด้านกายภาพของพื้นที่ว่า พื้นที่ใดมีระดับความเหมาะสมในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านมากน้อยเพียงใดบ้างของหน่วยงานที่ดำเนินการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้าน ตลอดจนชุมชนควรเตรียมพร้อมในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านให้สอดคล้องกับศักยภาพพื้นที่อย่างไร ดังนั้นระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาใหม่นี้จะช่วยให้ผู้บริหารหรือผู้ใช้ข้อมูลสามารถตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการที่รัฐบาลมีนโยบายที่จะขยายผลการดำเนินงานประปาหมู่บ้านให้ครอบคลุมหมู่บ้านในเขตชนบทร้อยละ 70 ภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (2540 - 2544) ดังนั้นความคาดหวังในเรื่องการจัดหาน้ำให้กับประชาชนในชนบทของรัฐบาลกับหน่วยงานที่ได้รับงบประมาณในการจัดหาน้ำสะอาดมีสูงมาก ซึ่งจะต้องทำงานให้รวดเร็ว และมีคุณภาพกว่าในอดีตที่ผ่านมา จังหวัดไม่สามารถวางแผนพัฒนาจังหวัดได้ในเรื่องของการกำหนดพื้นที่ที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งเนื่องมาจากการขาดประสิทธิภาพการจัดการข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพของพื้นที่สำหรับการจัดหาน้ำสะอาดในชนบท ซึ่งส่งผลทำให้ขาดพลังในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ได้อย่างแท้จริง จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการพัฒนาระบบ "ข้อมูลสารสนเทศ" ด้านกายภาพของพื้นที่เพื่อประกอบการตัดสินใจในการสนับสนุนการจัดหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดการระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อใช้ในการพัฒนา "ระบบช่วยการตัดสินใจ" ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นในพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น สามารถสรุปผลการวิจัย วิจารณ์ ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านได้ใช้ปัจจัยทางด้านกายภาพทั้งหมด 10 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ คุณภาพน้ำใต้ดิน คุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำฝน ชั้นหินอุ้มน้ำ ความลึกของน้ำใต้ดิน ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน หรือจุดที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ และปัจจัยทางด้านดินเค็ม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะถูกนำไปสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับการทำงานด้านการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้าน เป็นผู้พิจารณาให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย และความเหมาะสมในการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย เพื่อใช้ประกอบ

Copyright by Mahidol University

การตอบคำถามในการคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพทางด้านกายภาพเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยใช้โปรแกรม SPANS version 6.0 เป็นเครื่องมือในการจัดการระบบฐานข้อมูล ซึ่งทำงานบนโปรแกรมระบบปฏิบัติการ 2 ระบบ คือ 1) บนโปรแกรมระบบปฏิบัติการ OS /2 ซึ่งเป็นส่วนที่จะนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ 2) บนโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Windows 95 เป็นส่วนที่นำเข้าข้อมูลเชิงบรรยาย ทำการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลการสืบค้นข้อมูลต่างๆ ที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูล สามารถสรุปได้ดังนี้

หลักเกณฑ์ที่ใช้ คัดเลือกพื้นที่ และจัดลำดับความสำคัญของหมู่บ้าน ได้แก่

1. ลักษณะภูมิประเทศ
   - พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง
   - พื้นที่เชิงเขา
   - พื้นที่ดอนหรือภูเขา
2. คุณภาพน้ำผิวดิน และคุณภาพน้ำใต้ดิน
   2.1 โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว และสารหนู
   2.2 สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ได้แก่ ดีดีที ดิลดริน และอัลดริน
   2.3 กายภาพและเคมีทั่วไป ได้แก่ ความขุ่น คลอไรด์ ความกระด้าง ไนเตรท ฟลูออไรด์ เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี
   2.4 แบคทีเรีย ได้แก่ โคลิฟอร์มทั้งหมด
3. ปริมาณน้ำใต้ดิน และปริมาณน้ำผิวดิน
   3.1 กรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก สำหรับผู้ใช้น้ำ 50 หลังคาเรือน
   3.2 กรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง สำหรับผู้ใช้น้ำ 50 – 120 หลังคาเรือน
   3.3 กรณีการสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ สำหรับผู้ใช้น้ำ 120 – 300 หลังคาเรือน
   3.4 กรณีการสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ สำหรับผู้ใช้น้ำ 120 – 300 หลังคาเรือน

Copyright by Mahidol University

4. ปริมาณน้ำฝน ใช้ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝนรายปี
   ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร
   ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร
   ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร
5. ชนิดหินอุ้มน้ำ
   แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน
   แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง
   แหล่งน้ำบาดาลในหินปูน
6. ความลึกของน้ำใต้ดิน
   ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร
   ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร
   ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร
7. ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน หรือจุดที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ
   พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ ตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร
   พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร
   พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร
8. ดินเค็ม
   บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมากและบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง
   บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย
   บริเวณที่ต่ำและมีศักยภาพเป็นดินเค็ม
   บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ
   บริเวณที่ไม่เค็มและบริเวณที่เป็นภูเขา

โครงสร้างระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย ระบบข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย

1. แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา
2. แสดงตำแหน่งหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษา
3. แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลในพื้นที่ศึกษา
4. แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา
5. แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

Copyright by Mahidol University

6. แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษา
7. แสดงปริมาณเหล็กในแหล่งน้ำใต้ดิน
8. แสดงปริมาณคลอไรด์ในแหล่งน้ำใต้ดิน
9. แสดงปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ในแหล่งน้ำใต้ดิน
10. แสดงปริมาณความกระด้างในแหล่งน้ำใต้ดิน
11. แสดงความลึกของน้ำใต้ดิน
12. แสดงปริมาณน้ำใต้ดิน
13. แสดงอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา
14. แสดงธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา
15. แสดงระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน
16. แสดงเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา
17. แสดงปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ศึกษา
18. แสดงดินเค็มในพื้นที่ศึกษา
19. แสดงชุดดินในพื้นที่ศึกษา
20. แสดงแหล่งน้ำผิวดินของพื้นที่ศึกษา
21. แสดงเส้นทางคมนาคมของพื้นที่ศึกษา
22. แสดงศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล
23. แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาล
24. แสดงศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดิน

และส่วนที่เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งเป็นข้อมูลที่แสดงถึงคุณสมบัติและลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ประกอบด้วย ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล ข้อมูลประปาหมู่บ้าน ข้อมูลประชากร และข้อมูลการมีไฟฟ้าใช้ของชุมชน

จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความคิดเห็นในการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย พบว่า การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัยมีความเหมาะสมร้อยละ 91.85 และการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาพื้นที่ด้านการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน พบว่า ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำ และปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำ มีค่าความสำคัญสูงสุด ทั้งจากแหล่งน้ำบาดาลและแหล่งน้ำใต้ดิน

Copyright by Mahidol University

จากการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นในพื้นที่อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น พบว่า

1. พื้นที่ประมาณ 587.79 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 62.62 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ตำบลทรัพย์สมบูรณ์ มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดเล็ก และไม่พบพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ

2. พื้นที่ประมาณ 926.89 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 98.75 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ตำบลนางาม มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดกลาง

3. พื้นที่ประมาณ 735.50 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 78.36 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ตำบลนางาม มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำบาดาลขนาดใหญ่ และไม่พบพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ

4. พื้นที่ประมาณ 732.04 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 77.99 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ตำบลนางาม มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (กรณีแหล่งน้ำที่มีน้ำตลอดปี) และไม่พบพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ

5. พื้นที่ประมาณ 505.57 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 53.86 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ตำบลคำแคน มีความเหมาะสมในระดับสูง สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินขนาดใหญ่ (กรณีแหล่งน้ำที่ไม่มีน้ำตลอดปี) และไม่พบพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับต่ำ

ระบบการคัดเลือกพื้นที่และการจัดลำดับความสำคัญของหมู่บ้าน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ข้อดี

1. ได้นำข้อพิจารณาทางด้านกายภาพของพื้นที่ มาประกอบการคัดเลือกพื้นที่และการจัดลำดับความสำคัญของหมู่บ้าน

ข้อเสีย

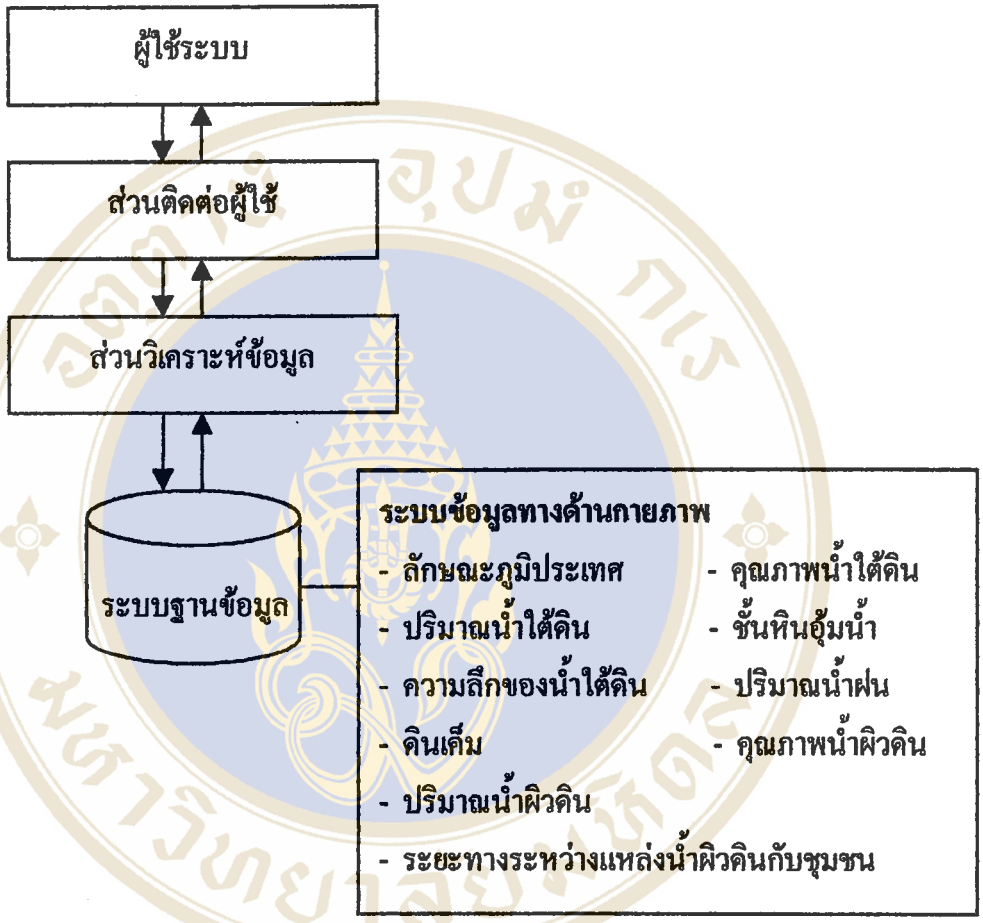
1. มีค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรม

2. มีความล่าช้าในการทำงานตอนแรก เนื่องจากการอบรมและสอนผู้ใช้ระบบใหม่

3. ความถูกต้องในการคัดเลือกพื้นที่และการจัดลำดับความสำคัญของหมู่บ้าน ขึ้นกับความละเอียดและความถูกต้องของข้อมูลที่นำเข้าระบบ

Copyright by Mahidol University

การเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ระบบใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อเป็นแนวทางตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบ ว่าแบบใดมีความเหมาะสมในการทำงาน และเลือกระบบที่มีประสิทธิภาพดี สามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ได้



ภาพที่ 5.1 แสดงการทำงานของระบบใหม่

จากภาพที่ 5.1 ผู้ใช้ระบบ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท กลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด หรือ เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท กลุ่มงานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต จะต้องเป็นผู้ทำหน้าที่คอยปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ ระบบจะทำการจัดเก็บข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล เมื่อผู้เรียกใช้ข้อมูลทำการวิเคราะห์ข้อมูล ระบบจะนำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ถูกจัดเก็บขึ้นมาจากแฟ้มข้อมูลพื้นที่ที่มีคะแนนตามปัจจัยสำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบ

Copyright by Mahidol University

ประปาหมู่บ้าน แล้วแสดงผลลัพธ์เป็นผลการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ได้ทั้งในรูปแผนที่ และรายงาน

ดังนั้นระบบช่วยการตัดสินใจเพื่อจัดหาน้ำประปาสำหรับหมู่บ้าน ซึ่งประกอบด้วยระบบข้อมูลด้านลักษณะภูมิประเทศ คุณภาพน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำใต้ดิน ชั้นหินอุ้มน้ำ ความลึกของน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำฝน ดินเค็ม คุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำผิวดิน และระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชนนั้น สามารถนำเสนอผลลัพธ์ของการคัดเลือกพื้นที่เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านได้อย่างเหมาะสม

5.2 การวิจารณ์

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำ ควรเป็นปัจจัยที่ชี้ขาดในการเลือกแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน ซึ่งมีประเด็นที่สำคัญคือ การศึกษาควรแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มของคุณภาพน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นสารพิษหรือมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ได้แก่ ตะกั่ว สารหนู ดีดีที ดิลดริน อัลดริน ไนเตรท ฟลูออไรด์ ซัลเฟต และโคลิฟอร์มทั้งหมด

กลุ่มที่ 2 กลุ่มของคุณภาพน้ำที่มีคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีทั่วไป ได้แก่ ความขุ่น คลอไรด์ ความกระด้าง เหล็ก แมงกานีส ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

การคิดค่าระดับคะแนนรวมสำหรับความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน ควรจะใช้สูตร ดังนี้

$$S_{r,c} = (W_{q1}R_{q1} * W_{q2}R_{q2} * \ldots\ldots * W_{q9}R_{q9})(W_1R_{1j} + W_2R_{2j} + \ldots\ldots + W_nR_{nj})$$

โดยที่ R_{q1} หมายถึง ตะกั่ว , R_{q2} หมายถึง สารหนู , R_{q3} หมายถึง ดีดีที , R_{q4} หมายถึง ดิลดริน , R_{q5} หมายถึง อัลดริน , R_{q6} หมายถึง ไนเตรท , R_{q7} หมายถึง ฟลูออไรด์ , R_{q8} หมายถึง ซัลเฟต , R_{q9} หมายถึง โคลิฟอร์มทั้งหมด และปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีทั่วไปนั้น จะแทนค่าในส่วนของสูตรเดิม ซึ่งจะทำให้

Copyright by Mahidol University

เกิดผลลัพธ์ที่ได้ คือ ถ้าคุณสมบัติของคุณภาพน้ำไม่เหมาะสม เมื่อนำค่าความเหมาะสมของปัจจัยซึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์ คูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญ จะมีค่าเป็นศูนย์ไปด้วย และเมื่อคูณกับผลรวมของคะแนนรวมสำหรับความเหมาะสมจากปัจจัยอื่นๆ ผลลัพธ์จะมีค่าเป็นศูนย์อีก อนึ่ง เหตุที่ผู้วิจัยคิดว่าปัจจัยเรื่องคุณภาพน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นสารพิษหรือมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นประเด็นหลักที่สำคัญ เนื่องจากกระบวนการกรองน้ำและปรับปรุงคุณภาพน้ำในระบบประปาหมู่บ้านที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่สามารถที่จะแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำในส่วนนี้ได้

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน เหตุผลคือ ที่ราบลุ่มหรือแอ่งบางแห่ง พบว่า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ในระดับลึก นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจากแผนที่ดินเค็ม มาตราส่วน 1 : 500,000 ปี พ.ศ. 2537 ของกรมพัฒนาที่ดินซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าของปัจจัยทางด้านดินเค็ม พบว่า ให้ความละเอียดของข้อมูลค่อนข้างต่ำ ดังนั้นควรใช้ข้อมูลระดับความตื้นลึกและคุณภาพของน้ำใต้ดินมาเป็นกฎเกณฑ์ โดยใช้หลักการแบ่งระดับความเค็มของดินของกรมพัฒนาที่ดิน (21) ดังนี้

- พื้นที่ดินเค็มจัด ความลึกของน้ำใต้ดินน้อยกว่า 1.0 - 2.0 เมตรในฤดูแล้ง และประมาณ 0.5 เมตร ในฤดูฝน
- พื้นที่ดินเค็มปานกลาง ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 2.0 เมตรในฤดูแล้ง และประมาณ 0.8 - 1.0 เมตร ในฤดูฝน
- พื้นที่ดินเค็มน้อย ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 2.0 เมตร
- พื้นที่ดินที่มีศักยภาพเป็นดินเค็ม ความลึกของน้ำใต้ดินในฤดูแล้งมากกว่า 2.1 เมตร
- พื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นแหล่งแพร่กระจายความเค็ม ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 6.0 เมตร

ดังนั้นหากมีการกำหนดเกณฑ์ระดับความเค็มของดินใหม่ จะทำให้ความละเอียดของข้อมูลดีกว่าเดิม

Copyright by Mahidol University

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลในครั้งนี้ พบว่า การจัดทำระบบฐานข้อมูลด้านแหล่งน้ำผิวดินขาดความสมบูรณ์ของข้อมูลทางด้านปริมาณน้ำ และคุณภาพน้ำ ซึ่งทำให้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาน้ำผิวดินได้อย่างชัดเจนมากนัก และการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากแผนที่ต้นแบบที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน อาจไม่เหมาะสมเท่าที่ควร เนื่องจากข้อมูลในเชิงพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ข้อมูลที่พบอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น รูปแผนที่ที่มีมาตราส่วนแตกต่างกัน รวมทั้งรูปแบบของรายงาน และหน่วยของตัวเลข ทั้งนี้เพราะไม่มีหน่วยงานหลักที่เป็นศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลไว้ที่เดียวกัน

หากจะให้ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีการแก้ไขสิ่งที่สำคัญ คือ ข้อมูลนำเข้า การจัดเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำจากรายงานผลการดำเนินงานเจาะบ่อบาดาลของกรมอนามัย กรมโยธาธิการ และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ข้อมูลคุณภาพน้ำจากรายงานสถานีตรวจวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน ข้อมูลคุณภาพน้ำจากรายงานผลการเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินของกรมอนามัย โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดนี้ควรดำเนินการรวบรวม จัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลนำเข้ามีความครบถ้วน และส่งผลทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือมากขึ้น แต่ระบบนี้ก็ยังมีข้อจำกัดของข้อมูลนำเข้าด้านปริมาณน้ำ และคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินประเภท ห้วย หนอง คลอง บึง สระ ฝาย อ่างเก็บน้ำ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานใดที่ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลในเรื่องนี้อย่างเป็นระบบ

5.4 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์มาตรฐานต่างๆ เป็นหลักในการจำแนกช่วงชั้นดัชนีคุณภาพน้ำ ดังนั้นหากได้มีการรวบรวมข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทั้งแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาลของประเทศไทยอย่างเป็นระบบ จะทำให้สามารถเห็นภาพดัชนีแต่ละตัวมีค่าอยู่ในช่วงค่าใด ซึ่งสามารถนำมาประกอบเป็นหลักในการจำแนกช่วงชั้นได้อย่างละเอียดมากขึ้น

Copyright by Mahidol University

ระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พัฒนาขึ้นมาภายใต้ข้อจำกัดของข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2540 เกณฑ์หรือค่ามาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ จึงได้มาจากการสำรวจเอกสารและกำหนดขึ้นมาในช่วง ณ เวลาขณะนั้น ประกอบกับข้อมูลในเชิงพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แผนที่ที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานจึงไม่เหมาะสมเท่าที่ควร ซึ่งทำให้ความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดหาน้ำสะอาดด้วยระบบประปาหมู่บ้านไม่ใช่คำตอบที่ดี หรือเหมาะสมที่สุด ดังนั้นการนำฐานข้อมูลมาใช้งานจะต้องทำความเข้าใจกับโครงสร้างและแนวคิดการออกแบบฐานข้อมูลก่อน จึงจะช่วยให้การนำฐานข้อมูลมาใช้หรือพัฒนาต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่จากแผนที่ต้นแบบต่างๆ ต้องใช้ระยะเวลาในการนำเข้าข้อมูลค่อนข้างมาก หากได้มีการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านขึ้น จะเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยประหยัดเวลาการนำเข้าข้อมูลให้กับผู้ที่มีความประสงค์จะใช้งานด้านนี้ และหากต้องการพัฒนาระบบสารสนเทศในการสนับสนุนการจัดหาน้ำสะอาดด้วยระบบประปาหมู่บ้านได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่หมู่บ้านในชนบทมากยิ่งขึ้นแล้ว ควรจะมีประเด็นการศึกษาและวิเคราะห์ถึงศักยภาพและความพร้อมของชุมชนที่จะสามารถจัดสร้างและบริหารจัดการระบบประปาหมู่บ้านได้อย่างต่อเนื่องตลอดไปร่วมด้วย

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง

1. คณะทำงานประเมินผลการแก้ไขปัญหาน้ำขาดแคลน . คู่มือการก่อสร้าง และปรับปรุงระบบประปาหมู่บ้าน . กรุงเทพฯ : สไตล์ครีเอทีฟเฮ้าส์ , 2536 .
2. ชุมพร ยุวรี . ปัจจัยที่มีผลเอื้ออำนวยต่อโครงการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านในเขตชนบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือ [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร]. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล , 2536 .
3. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ . รายงานการประเมินผลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค : เสนอต่อสำนักงบประมาณ . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เลี่ยงเชียง , 2537 .
4. สำนักประเมินผล . รายงานการประเมินผลการปฏิบัติงาน แผนงานเร่งรัดจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบท . สำนักงบประมาณ , 2538
5. กองประปาชนบท . แนวทางการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน . กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข , 2535 .
6. กองประเมินแผนงานและโครงการ 2 . รายงานการติดตามผลการปฏิบัติงาน งานจัดหาน้ำสะอาดในชนบท (เฉพาะการก่อสร้างและปรับปรุงระบบประปาหมู่บ้าน) ในความรับผิดชอบของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข . กรุงเทพฯ : สำนักงบประมาณ , 2536 .
7. วีระพล แต้สมบัติ . หลักอุทกวิทยา . กรุงเทพฯ : หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 2538 .
8. Fletcher G. Driscoll . Groundwater and Wells . Minnesota : Johnson division , 1986 .
9. บุญเลิศ สัจจะผลกุล . การศึกษาศักยภาพของน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในเขตชุมชน โครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา] . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2525 .
10. ประกอบ ยิ่งชล . การพัฒนาแหล่งน้ำในเขตพื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดิน แปลงที่ 4 อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา]. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2534 .
11. ปานเทพ วิริยานนท์ . การศึกษาศักยภาพเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบนเกาะสมุย [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา] . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2532 .

Copyright by Mahidol University

12. เอกพงษ์ กีรติวศิน . การศึกษาศักยภาพของการพัฒนาแหล่งน้ำในบริเวณนิคมสร้างตนเองในลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา]. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2530 .

13. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ . วิศวกรรมการประปา เล่ม 1 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526 .

14. สุวิทย์ วัฒนะจันทร์ . น้ำบาดาล กับ การพัฒนาชนบท . กรุงเทพฯ : สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ , 2536 .

15. วนิดา พันธุ์โอภาส . " คุณภาพน้ำบาดาล " . ความรู้พื้นฐานการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลและเทคนิคการเจาะบ่อบาดาล . กรุงเทพฯ : กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย , 2539 .

16. เจริญ เพียรเจริญ . น้ำบาดาล - บ่อบาดาล . กรุงเทพฯ : กรมทัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม , 2540 .

17. อรอวล ธเนศวาณิชย์ . " แผนที่อุทกธรณีวิทยาและการใช้แผนที่ " การฝึกอบรมอุทกธรณีวิทยาและเทคนิคการเจาะบ่อบาดาล . กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม , 2531 .

18. ศิวาลัย ตัณฑเกษม และฉกรรจ์ ประยูรชาติ . " อุทกเคมีน้ำบาดาล " . การฝึกอบรมอุทกธรณีวิทยาและเทคนิคการเจาะบ่อบาดาล . กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม , 2531 .

19. สมศรี อรุณินท์ . ดินเค็มในประเทศไทย . กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , 2539 .

20. สมชัย วงค์สวัสดิ์ และเจตต์ จุลวงษ์ . " อุทกธรณีวิทยาภาคอีสาน " . ดินเค็ม . กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , 2539 .

21. เพิ่มพูน กีรติกสิกร . ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ . กรุงเทพฯ : หจก.ฟันนี่พับบลิชชิ่ง , 2527 .

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ก

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

(GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM)

Copyright by Mahidol University

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
(GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM)

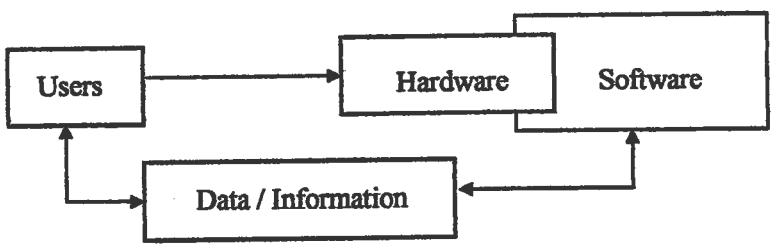
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปอย่างมีแบบแผน มีประสิทธิภาพ และเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์ด้วยเงื่อนไขต่างๆ และยังเป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการจัดการด้านฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีจุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลที่แสดงคุณสมบัติของพื้นที่นั้น หรือสามารถทำการนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บ และค้นคืนข้อมูล การจัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลการวิเคราะห์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. Spatial information systems ได้แก่ ระบบสารสนเทศด้านทรัพยากร (Resource information systems) อันประกอบไปด้วย ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic information systems , GIS) ระบบสารสนเทศที่ดิน (Land information systems , LIS)
2. Non - spatial information systems ได้แก่ ระบบสารสนเทศในลักษณะของการจัดการในด้านต่างๆ

องค์ประกอบและโครงสร้างของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เป็นระบบที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ มาจำลองแผนที่ต่างๆ และสภาพแวดล้อมของโลกโดยบรรจุไว้รวมกันในระบบฐานข้อมูล แล้วจึงนำไปใช้โดยอาศัยอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ต่างๆ รวมทั้งผู้ใช้ก็จัดเป็นส่วนหนึ่งของระบบเช่นกัน



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Copyright by Mahidol University

สรุปแล้วประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูล / สารสนเทศ (Data / Information)

ข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ (spatial data) คือ ข้อมูลที่แสดงตำแหน่งจุดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (geo - referenced points) ขององค์ประกอบต่างๆ ของพื้นที่จริง ซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

1. Vector data structure คือ ข้อมูลที่มีทิศทาง หรือลักษณะของข้อมูลที่มีจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ แบ่งออกเป็น

- จุด (point) เช่น ตำแหน่งหมู่บ้าน โรงเรียน ฯลฯ
- เส้น (arc หรือ line) เช่น ถนน แม่น้ำ ฯลฯ
- พื้นที่ หรือ เส้นรอบรูป (polygon) เช่น ชุดดิน นาข้าว บ่อกุ้ง ฯลฯ

2. Raster data structure คือ ข้อมูลที่มีลักษณะเป็น grid cell หรือเป็นตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆ ต่อเนื่องกัน ดังนั้น ขนาดของ pixel จะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับการจัดแบ่งแถว และคอลัมน์ ในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นค่าพื้นที่ของ pixel นั้น และสามารถอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้เช่นกัน เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลเฉพาะที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ (Non - spatial data หรือ Attribute data) เป็นข้อมูลที่มีลักษณะเฉพาะตัว แปรผันไปตามสถานที่ เวลา และเหตุการณ์ เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงคุณสมบัติหรือลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลแบบ Spatial data หรือ Non - spatial data นี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปได้ทั้งแบบต่อเนื่อง (continuous) และแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete) เช่น แผนที่ภูมิประเทศจะแสดงให้เห็นเส้นระดับความสูงที่มีความสัมพันธ์แบบต่อเนื่อง ในขณะที่ประชากร หรือปริมาณพืชที่อยู่ในแต่ละระดับความสูงนั้น จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะไม่ต่อเนื่องกัน ซึ่งจะผันแปรไปตามสภาวะแวดล้อมและสิ่งต่างๆ

ฐานข้อมูล เป็นโครงสร้างสารสนเทศ ที่ประกอบด้วยประเภทต่างๆ ของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งข้อมูลนั้นมีทั้ง Spatial data และ Non - spatial data ส่วนระบบการจัดการฐานข้อมูลนั้น ทำหน้าที่ในการควบคุมดูแลการสร้างและการเรียกใช้ฐานข้อมูล ซึ่งก็คือ softwares ที่เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้ข้อมูลกับโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูล

Copyright by Mahidol University

2. เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ

คือ องค์ประกอบทางด้านกายภาพของระบบ GIS ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จอแสดงภาพ keyboard plotter และ printer ฯลฯ ส่วนของ hardware นี้เป็นเครื่องมืออิเลคโทรนิค รับข้อมูลต่างๆ ไว้ในเครื่องด้วยวิธีการต่างๆ เช่น digitizer scanner และ keyboard

3. โปรแกรม

คือ โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบและเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานต่างๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ในระบบฐานข้อมูล โปรแกรมการจัดการระบบฐานข้อมูลที่ใช้กัน เช่น dBASE ORACLE ฯลฯ โปรแกรมทาง GIS ที่แพร่หลายในปัจจุบัน คือ ARC/INFO SPANS ILWIS และ PAMAP ฯลฯ ที่สามารถนำมาจัดการกับข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่และเชิงพรรณา โดยการตอบคำถามสร้างเงื่อนไข การควบคุม การวิเคราะห์ สามารถทำงานได้รวดเร็วและสะดวก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- โปรแกรม Arc/INFO , Arc View , Arc CAD

สามารถที่จะทำงานบนระบบจัดการที่เป็น UNIX , SUN , SUN/OS , AIX , ULTRIX สามารถที่จะเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือ เช่น Manual Digitizing , Scanner , GPS , COGO , Photogrammetric , Mouse และโปรแกรมสามารถที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านพื้นที่ ได้แก่ Generate buffer , Map analysis function , Located neighborhood operation , Surface analysis , Network analysis , Polygon operation , Miscellaneous และ Digital image analysis

- โปรแกรม MGE , Microstaion , Framme

MGE : เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบจัดการที่เป็น UNIX , DOS , Windows NT สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือ เช่น Manual Digitizing , Scanner , GPS , Photogrammetric , Mouse , COGO และโปรแกรมสามารถที่จะทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ได้แก่ Digital image analysis , Network analysis , Surface analysis , Map analysis function , Generate buffer และ Polygon operation

Microstation : เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบจัดการที่เป็น UNIX , DOS , Window NT สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือ เช่น Manual Digitizing , Scanner , Mouse ,

Copyright by Mahidol University

GPS และโปรแกรมสามารถที่จะทำงานด้าน Automated Mapping , ทางด้าน CAD , วัดระยะทาง , Generate buffer และ Surface analysis

Framme : เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบจัดการที่เป็น UNIX , DOS , Windows NT สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือ เช่น Manual Digitizing , Scanner , Mouse , GPS , Photogrammetric และโปรแกรมสามารถที่จะทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ได้แก่ Digital image analysis , Surface analysis , Map analysis function , Generate buffer และ Polygon operation

- โปรแกรม IDRISI

เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบจัดการที่เป็น DOS สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือ Manual Digitizing , Mouse , Scanner และโปรแกรมสามารถที่จะทำงานวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ได้แก่ Map analysis function , Surface analysis , Generate buffer , Digital image analysis และ Polygon operation เป็นต้น

- โปรแกรม ILWIS

เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบจัดการที่เป็น DOS , Windows สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือ เช่น Manual Digitizing , Mouse , Scanner และโปรแกรมสามารถที่จะทำงานด้านวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านพื้นที่ Remote Sensing และ Format conversion

- โปรแกรม PAMAP

เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบจัดการที่เป็น DOS สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องมือ Manual Digitizing , Mouse และโปรแกรมสามารถที่จะทำงานด้านวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

4. ผู้ใช้ระบบและผู้ใช้สารสนเทศ

สำคัญที่สุดเหนือองค์ประกอบส่วนอื่นๆ ของระบบ

Copyright by Mahidol University

หลักการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (Data entry หรือ Data input)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากแผนที่ จากการสำรวจภาคสนาม ข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลจากเครื่องบันทึก ข้อมูลการรับรู้ระยะไกล ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยผ่านทางอุปกรณ์แปลงข้อมูลเป็นตัวเลข ข้อมูลเชิงพื้นที่ จะเก็บเป็นรหัสตัวเลข ไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้

2. การจัดเก็บและเรียกค้นข้อมูล (Data storage and retrieval)

เป็นการจัดเก็บข้อมูลในรูปที่สะดวก และง่ายต่อการปรับแก้ หรือเรียกใช้ ลักษณะการเก็บข้อมูล จะมีลักษณะโครงสร้างของการเก็บข้อมูล Non - spatial data ในตารางอ้างอิงกับตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ เชื่อมกับคุณสมบัติ หรือคุณลักษณะต่างๆ ในแผนที่ แยกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลต่างหากจากภาพแผนที่

3. การจัดการและการวิเคราะห์ผลข้อมูล (Data manipulation and analysis)

ความสามารถที่สำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สำคัญได้แก่

- การวิเคราะห์การซ้อนทับกัน (overlay analysis)

โดยการนำเอาแผนที่ ที่ได้จากการนำเอาลักษณะข้อมูลเฉพาะเรื่อง (layer) ตั้งแต่ 2 layer ขึ้นไป มาทำการรวบรวมเป็น layer ใหม่ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ เช่น แผนที่ชนิดดิน แผนที่การใช้ประโยชน์พื้นที่ แผนที่ถนน แม่น้ำ ฯลฯ ทำให้ผู้ใช้สามารถหาศักยภาพที่เหมาะสมของการใช้ประโยชน์พื้นที่ตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งขึ้น นอกจากนี้สามารถหาค่าเชิงพื้นที่ได้ เช่น เนื้อที่และความยาว การวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่างๆ

Copyright by Mahidol University

- แบบจำลอง (modelling)

แบบจำลองแผนที่ (cartographic modelling)

จะช่วยแนะนำรายละเอียดของผังการทำงาน และแผนงานที่รอบคอบในการตัดสินใจ ประเภทข้อมูลที่มีความสำคัญ และการนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์

การค้นหารูปแบบ (simulation model)

โดยการพยายามที่จะค้นหา เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนบางอย่าง โดยการผสมผสานข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงบรรยายเข้าด้วยกัน โดยมีการกำหนดค่าความสำคัญมากน้อยแตกต่างกัน

แบบจำลองเพื่อคาดการณ์ (predictive modelling)

เทคนิคทางสถิติ เช่น การวิเคราะห์รีเกรสชั่น โดยการพิจารณาแต่ละชั้นของข้อมูลเชิงพื้นที่ และ แต่ละองค์ประกอบของข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อดูว่าข้อมูลใดมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่จะทำการคาดการณ์

- การทำบัฟเฟอร์ (buffering)

เป็นเทคนิคการสร้างขอบเขตพื้นที่ตามระยะที่กำหนด เพื่อปิดล้อมข้อมูลจุด หรือ เส้นตรง

- การวิเคราะห์โครงข่าย (network analysis)

การวิเคราะห์โครงข่าย หรือทางเดิน เป็นการวิเคราะห์หาแนวทางเดินของเส้นที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุบางชนิดผ่านพื้นที่

4. การแสดงผล (Data display)

เป็นการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น แผนที่ แผนภูมิ และข้อมูลเชิงบรรยาย เช่น ตาราง รายงาน เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

โปรแกรม Spatial analysis system

โปรแกรม SPANS (Spatial analysis system) version 6 เป็นโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จากประเทศแคนนาดา ซึ่งประกอบด้วย 4 module ได้แก่

1. SPANS Explorer
2. SPANS Topographer
3. SPANS Prospector
4. SPANS Pioneer

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS Windows 95 โดยสามารถแสดงผลภาพข้อมูลภูมิศาสตร์บนจอภาพสีพร้อมกันหลายๆ ภาพในลักษณะของ Multi-Windows บนจอภาพสี และสามารถเลือกขนาดการแสดงผลของแต่ละกรอบภาพ (window) โดยมี Tool Bar สำหรับเลือกใช้คำสั่งในการแสดงผลต่างๆ เช่น การเลื่อนภาพ (pan) การขยายภาพ (zoom in) และการย่อภาพ (zoom out) กับภาพข้อมูลในแต่ละกรอบภาพ และมีชุดคำสั่งให้เลือกใช้ในลักษณะเมนู pop-up ซึ่งสามารถเรียกดูคำสั่งบนจอภาพได้ตลอดเวลาในลักษณะโต้ตอบ ทำให้ง่ายแก่การจดจำและเรียกคำสั่งใช้งาน

สามารถกำหนดการแสดงผลภาพข้อมูลบนจอภาพให้มีจำนวนชั้น (layer) ของข้อมูลได้ตามความต้องการ (scale visibility) เพื่อหลีกเลี่ยงการซ้อนทับของข้อมูลบนจอภาพ เช่น การแสดงผลข้อมูลในพื้นที่บริเวณกว้างนั้น โปรแกรมจะทำการแสดงผลภาพข้อมูลเพียงบางชั้น (layer) เท่านั้น และจะแสดงข้อมูลหลายๆ ชั้น เมื่อมีการ zoom ขยายพื้นที่ที่ต้องการบนจอภาพ

สามารถดัดแปลงข้อมูลเชิงภาพเพื่อลดปริมาณข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงจตุรัส (quadtree data) ซึ่งสามารถนำไปประมวลผลได้ทันที และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดของจุดภาพ (pixel size) ได้

สามารถสร้างพื้นที่กันชน (buffering) รอบจุด เส้น อาณาบริเวณ (polygon) ได้หลายๆ ชั้นพร้อมกัน และสามารถกำหนดความกว้าง (interval) ของพื้นที่กันชนแต่ละชั้นได้

สามารถสอบถามคุณสมบัติทางพื้นที่ (spatial query) ณ ตำแหน่งต่างๆ ของแผนที่บนจอภาพสี โดยใช้ cursor ชี้ไปยังตำแหน่งที่สนใจ ซึ่งจะแสดงค่าพิกัด และข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่ (attribute data) ณ ตำแหน่งดังกล่าวของข้อมูลภูมิศาสตร์ได้พร้อมกันไม่ต่ำกว่า 10 ชุด

Copyright by Mahidol University

สามารถคำนวณขนาดพื้นที่ของอาณาบริเวณ (polygon) ต่างๆ บนแผนที่ ซึ่งแสดงบนจอภาพสีได้ และมี log file สำหรับตรวจดูข้อมูลหลังจากสั่งประมวลผลแล้ว

สามารถวิเคราะห์เชิงซ้อนทับแบบ matrix overlay กับข้อมูลเชิงภาพ (raster data) จำนวน 2 ชุด เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสอง เช่น การเปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่ชุมชนเมือง หรือพื้นที่ประเภทอื่นๆ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งผลลัพธ์ของการวิเคราะห์จะแสดงภาพแผนที่อาณาบริเวณที่ชุมชนนั้นยังดำรงอยู่ และแสดงอาณาบริเวณที่ชุมชนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่อื่นๆ โดยสามารถคำนวณหาขนาดพื้นที่ของแต่ละอาณาบริเวณได้

สามารถวิเคราะห์การซ้อนทับกลุ่ม (multiple layer overlay analysis) กับข้อมูลเชิงภาพพร้อมกันได้สูงสุด 18 ชุด (layer) เพื่อตรวจสอบหาอาณาบริเวณที่มีศักยภาพที่เหมาะสม (suitable area) ตั้งแต่ดีที่สุดจนถึงต่ำสุด ทั้งนี้ สามารถกำหนดเงื่อนไขศักยภาพของพื้นที่ (spatial criteria) ให้แก่แต่ละอาณาบริเวณ หรือแต่ละชนิดของข้อมูล (class) ที่ต้องการด้วยค่าดัชนีน้ำหนัก (weight) ตามลำดับความสำคัญได้สูงสุด 10 ค่า ก่อนที่จะสั่งวิเคราะห์ข้อมูล

สามารถวิเคราะห์สร้างแผนที่แสดงการกระจายของข้อมูล จากกลุ่มข้อมูลจุดในพื้นที่ซึ่งค่าข้อมูล (attribute value) ของแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงสูง (high variance) เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งไป เช่น ข้อมูลจำนวนประชากร ข้อมูลรายได้ประชากร ณ ตำแหน่งต่างๆ ทั้งนี้ สามารถกำหนดรัศมีห่างจากจุดสนใจ และสามารถกำหนดน้ำหนักของการกระจายตามระยะห่าง (distance weighting function) ได้หลายแบบตามความเหมาะสมได้ เช่น linear weighting , equal weighting และ exponential weighting เป็นต้น

สามารถวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลจุดที่มีความหนาแน่นสูง (high density point data set) ด้วยเทคนิค point aggregation เพื่อสร้างแผนที่แสดงความหนาแน่นของข้อมูลต่อพื้นที่ (density mapping) ซึ่งสามารถกำหนดขนาดพื้นที่จุดภาพ (grid cell size) ให้ครอบคลุมจำนวนตำแหน่งต่อพื้นที่จุดภาพได้ตามต้องการ เช่น แผนที่แสดงความหนาแน่นของบ้านพักอาศัยในเขตธุรกิจ และเขตอื่นๆ แผนที่แสดงราคาที่ดิน ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูลด้านราคาจากตำแหน่งต่างๆ เป็นจำนวนมาก

Copyright by Mahidol University

สามารถวิเคราะห์หาบริเวณที่ยากแก่การตรวจสอบด้วยสายตาได้ (visibility analysis) จากการกำหนดมุมมองตามตำแหน่งที่ต้องการ

มีคำสั่งภายในแบบ Macro Commands เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสั่งงานตามความต้องการ มีระบบจัดการฐานข้อมูลแบบตาราง (spreadsheet) ซึ่งสามารถจัดเก็บข้อมูลรายละเอียด (attribute data) ทั้งที่เป็นตัวอักษร และตัวเลขร่วมกันกับข้อมูลภาพกราฟฟิค และสามารถนำเข้าฐานข้อมูลทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งมีการจัดเก็บจากฐานข้อมูลอื่นๆ เช่น dBASE , Lotus และ Microsoft Access มาจัดเก็บในตาราง และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในแต่ละแถว (row) ไปยังตำแหน่งต่างๆ บนแผนที่ในจอภาพสี หรือทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้

สามารถประมวลผลข้อมูลเชิงปริมาณในแนวสดมภ์ (column) แล้วนำผลลัพท์ไปสร้างกราฟสถิติ (chart) บนจอภาพสีได้ทันที เช่น กราฟแท่ง กราฟวงกลม กราฟเส้น และสามารถย่อขนาดรูปกราฟสถิตินี้ เพื่อนำไปทาบทับ (stamp) ยังตำแหน่งที่ต้องการในภาพแผนที่ได้

สามารถสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลในตาราง (spreadsheet) โดยการตั้งเงื่อนไข หรือเขียนสมการทางตรรกศาสตร์ (query by boolean equation) ได้ตามต้องการ

สามารถบอกระยะทางของเส้นตรง (arc) เส้นขอบเขต และขนาดพื้นที่ของแต่ละอาณาบริเวณในแผนที่โครงการที่แสดงผลบนจอภาพสีได้

สามารถนำภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการกวาด (scanning) ในรูปแบบ TIFF , PCX Raster เช่น ภาพถ่ายภูมิประเทศ เข้ามาในระบบ และเชื่อมต่อกับข้อมูลในแต่ละแถว (row) ของตาราง (spreadsheet) และสามารถแสดงภูมิประเทศจริงซึ่งได้จากถ่ายภาพดังกล่าว บนจอภาพสีร่วมกับข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆ ได้

สามารถนำแฟ้มข้อมูลเอกสาร (document file) เข้ามาในตาราง (spreadsheet) โดยสามารถเชื่อมต่อแฟ้มข้อมูลเอกสารในแต่ละแถวของตารางไปยังตำแหน่งต่างๆ ในภาพแผนที่ซึ่งแสดงผลอยู่บนจอภาพสี และสามารถเปิดแฟ้มข้อมูลเอกสารเพื่อแสดงรายละเอียดข้อมูลบนจอสีร่วมกับภาพแผนที่นั้นได้

Copyright by Mahidol University

สามารถสร้างเครื่องหมายและสัญลักษณ์ (symbol editor) สำหรับการตกแต่งแผนที่ผลลัพท์ (map annotation) เพื่อแทนตำแหน่งจุด เส้น และพื้นที่สนใจ ให้มีลวดลาย (pattern) ตามต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดหัวเรื่อง (title) คำอธิบายประกอบภาพ (legend) สัญลักษณ์ทางแผนที่ (symbols) มาตราส่วน (scale) ลูกศร (arrow) ฯลฯ โดยสามารถพิมพ์ภาพแผนที่ผลลัพท์ได้ตามต้องการ

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ข

เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

Copyright by Mahidol University

เกณฑ์มาตรฐานน้ำดิบองค์การอนามัยโลก

Constituent or Characteristic	Maximum allowable limit
- Physical	
Color	300 unit
Turbidity	Narrative
- Chemical	
TDS	1,500 mg/l
Iron	50 mg/l
Manganese	5 mg/l
Copper	1.5 mg/l
Zinc	1.5 mg/l
$MgSO_4 + Na_2SO_4$	1,000 mg/l
Alkyl Benzyl Sulfonates	0.5 mg/l
Nitrate as NO^-_3	45 mg/l
Fluoride	1.5 mg/l
Phenolic Substances	0.002 mg/l
Arsenic	0.05 mg/l
Cadmium	0.01 mg/l
Chromium	0.05 mg/l
Cyanide	0.2 mg/l
Lead	0.05 mg/l
Selenium	0.01 mg/l
Radionuclides (gross beta activity)	1,000 mg/l
COD	10 mg/l
BOD	6 mg/l
Total Nitrogen (exclusive of NO^-_3)	1 mg/l
Ammonia	0.5 mg/l
CCE (Carbon Chloroform Extract)	0.5 mg/l
Grease	1 mg/l
Coliform Bacteria	Narrative

Copyright by Mahidol University

เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มองค์การอนามัยโลก

ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์		เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มของWHO
ความเป็นกรด ด่าง		6.5 - 8.5
สี	(หน่วยแพลตตินัมโคบอลท์)	15
ความขุ่น	(หน่วยเอ็นทียู)	5
ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย	(มก./ล.)	1,000
ความกระด้าง	(มก./ล.)	500
เหล็ก	(มก./ล.)	0.3
แมงกานีส	(มก./ล.)	0.1
ทองแดง	(มก./ล.)	1.0
สังกะสี	(มก./ล.)	5.0
ตะกั่ว	(มก./ล.)	0.05
โครเมียม	(มก./ล.)	0.05
แคดเมียม	(มก./ล.)	0.005
สารหนู	(มก./ล.)	0.05
ปรอท	(มก./ล.)	1.0
ซัลเฟต	(มก./ล.)	400
คลอไรด์	(มก./ล.)	250
ไนเตรท	(มก./ล.)	10
ฟลูออไรด์	(มก./ล.)	1.5
แบคทีเรีย ประเภทโคลิฟอร์ม	(เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)	0
แบคทีเรีย ประเภทฟีคัล โคลิฟอร์ม	(เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)	0

Copyright by Mahidol University

เกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท

ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์		เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มของWHO
ความเป็นกรด ด่าง		6.5 - 8.5* ยกเว้นน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 5.6
สี	(หน่วยแพลตตินัมโคบอลท์)	15
ความขุ่น	(หน่วยเอ็นทียู)	10
ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย	(มก./ล.)	1,000
ความกระด้าง	(มก./ล.)	300
เหล็ก	(มก./ล.)	0.5
แมงกานีส	(มก./ล.)	0.3
ทองแดง	(มก./ล.)	1.0
สังกะสี	(มก./ล.)	5.0
ตะกั่ว	(มก./ล.)	0.05
โครเมียม	(มก./ล.)	0.05
แคดเมียม	(มก./ล.)	0.005
สารหนู	(มก./ล.)	0.05
ปรอท	(มก./ล.)	1.0
ซัลเฟต	(มก./ล.)	400
คลอไรด์	(มก./ล.)	250
ไนเตรท	(มก./ล.)	10
ฟลูออไรด์	(มก./ล.)	1.0
แบคทีเรีย ประเภทโคลิฟอร์ม	(เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)	10
แบคทีเรีย ประเภทฟีคัลโคลิฟอร์ม	(เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)	0

Copyright by Mahidol University

มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนดเหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
- ด้านกายภาพ		
สี (หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์)	5	50
ความขุ่น (หน่วยความขุ่น)	5	20
ความเป็นกรด ด่าง	7.0 - 8.5	6.5 - 9.2
- ด้านเคมี		
เหล็ก (มก./ล.)	ไม่เกิน 0.5	1.0
มังกานีส (มก./ล.)	ไม่เกิน 0.3	0.5
ทองแดง (มก./ล.)	ไม่เกิน 1.0	1.5
สังกะสี (มก./ล.)	ไม่เกิน 5.0	15.0
ซัลเฟต (มก./ล.)	ไม่เกิน 200	250
คลอไรด์ (มก./ล.)	ไม่เกิน 200	600
ฟลูออไรด์ (มก./ล.)	ไม่เกิน 1.0	1.5
ไนเตรท (มก./ล.)	ไม่เกิน 45	45
ความกระด้างทั้งหมด (มก./ล.)	ไม่เกิน 300	500
ความกระด้างถาวร (มก./ล.)	ไม่เกิน 200	250
ปริมาณมวลสารทั้งหมด (มก./ล.)	ไม่เกิน 750	1,500
- ด้านที่เป็นพิษ		
สารหนู (มก./ล.)	ต้องไม่มีเลย	0.05
ไซยาไนด์ (มก./ล.)	ต้องไม่มีเลย	0.2
ตะกั่ว (มก./ล.)	ต้องไม่มีเลย	0.05
ปรอท (มก./ล.)	ต้องไม่มีเลย	0.001
แคดเมียม (มก./ล.)	ต้องไม่มีเลย	0.01
เซเลเนียม (มก./ล.)	ต้องไม่มีเลย	0.01
- ด้านบัคเตรี		
Standard plate count	ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร	
Most probable number of coliform organism (MPN)	น้อยกว่า 2.2 ต่อร้อยลูกบาศก์เมตร	
E.coli	ต้องไม่มีเลย	

Copyright by Mahidol University

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
อุณหภูมิ		องศาเซลเซียส	ธ	ธ	ธ	ธ	-
ความเป็นกรดและด่าง		-	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
ออกซิเจนละลาย	*	มก./ลิตร	ธ	6.0	4.0	2.0	-
บีโอดี	*	มก./ลิตร	ธ	1.5	2.0	4.0	-
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	*	MPN/100 มล.	ธ				
- Total Coliform				5,000	20,000	-	-
- Fecal Coliform				1,000	4,000	-	-
ไนเตรทในรูปไนโตรเจน		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 5.0			
แอมโมเนียในรูปไนโตรเจน		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.5			
ฟีนอล		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.005			-
ทองแดง		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.1			-
นิคเกิล		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.1			-
แมงกานีส		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 1.0			-
สังกะสี		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 1.0			-
ปรอททั้งหมด		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.002			-
แคดเมี่ยม		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.005*,0.05**			
โคเมี่ยม		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.05			
ตะกั่ว		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.05			-
สารหนู		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.01			-
ไซยาไนด์		มก./ลิตร	ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.005			-
กัมมันตภาพรังสี		เบคเคอเรล/ลิตร					
- ความแรงรังสีรวม α			ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.1			-
- ความแรงรังสีรวม β			ธ	สูงสุดไม่เกิน 1.0			-

Copyright by Mahidol University

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์รวม		ไมโครกรัม/ลิตร					
- DDT			ธ	สูงสุดไม่เกิน 1.0			-
- α BHC			ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.02			-
- Dieldrin			ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.1			-
- Aldrin			ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.1			-
- Heptachlor , Heptachlor epoxide			ธ	สูงสุดไม่เกิน 0.2			-
- Endrin			ธ	ต้องตรวจไม่พบโดยวิธีที่กำหนด			-

* ใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดของแต่ละค่าที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

หมายเหตุ

ธ เป็นตามธรรมชาติ

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส

* ในน้ำที่มีความกระด้างไม่เกินกว่า 100 มก./ลิตร ในรูป $CaCO_3$

** ในน้ำที่มีความกระด้างเกินกว่า 100 มก./ลิตร ในรูป $CaCO_3$

- ไม่ได้กำหนด

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์วิทยาของแหล่งน้ำ

Copyright by Mahidol University

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภค โดยผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- การอนุรักษ์สัตว์น้ำประเภทต่างๆ
- การประมง
- การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- เกษตรกรรม

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
- อุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทเจือปน และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การคมนาคม

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามประกอบการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง ระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำ
ที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน

Copyright by Mahidol University

แบบสอบถามประกอบการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง ระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำ
ที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน

1. แนะนำภาพรวมของวิทยานิพนธ์

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง ระบบช่วยการตัดสินใจในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศด้านกายภาพของพื้นที่เพื่อประกอบการตัดสินใจ ในการสนับสนุนการจัดหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ศาสตร์ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะจัดทำระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งระบบฐานข้อมูลนี้จะจัดเก็บข้อมูลทางด้านกายภาพของพื้นที่ จากการทบทวนเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการปฏิบัติงานจริงของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้าน ผู้วิจัยได้ใช้เป็นดัชนีทางด้านกายภาพที่จะคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ซึ่งได้แก่ ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ คุณภาพน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำใต้ดิน ชั้นหินอุ้มน้ำ ความลึกของน้ำใต้ดิน ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน คุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำฝน และดินเค็ม เพื่อเป็นพื้นฐานของการวางแผนสนับสนุนการจัดหาน้ำสะอาดในชนบทด้วยระบบประปาหมู่บ้านเป็นไปอย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพ

ความสำคัญและเหตุผลในการเลือกปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

- ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศมีความสัมพันธ์กับระดับความลึกของน้ำใต้ดินจากผิวดิน กล่าวคือ ในที่สูงระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึก ส่วนในที่ต่ำระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ตื้น

- ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำใต้ดิน และคุณภาพน้ำผิวดิน

คุณภาพน้ำใต้ดิน และคุณภาพน้ำผิวดิน จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความปลอดภัยของผู้ใช้น้ำ และมีความสัมพันธ์กันกับค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปา การใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำในการเลือกแหล่งน้ำ มีหลักเกณฑ์ที่สำคัญคือ น้ำนั้นควรมีสิ่งเจือปนน้อย ไม่มีสารพิษ ไม่มีเชื้อโรค ไม่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม และลักษณะทางกายภาพไม่เป็นที่น่ารังเกียจ ดังนั้นการ

Copyright by Mahidol University

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจึงมุ่งเน้นข้อมูลที่จะบอกถึงความเหมาะสมและความปลอดภัยในการบริโภค ด้วยดัชนีที่ใช้ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มมีข้อมูลที่ทำการตรวจวิเคราะห์มาก หากทำการตรวจวิเคราะห์ทุกดัชนีในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มจะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นผู้ศึกษาได้ทำการทบทวนวรรณกรรมเพื่อหาข้อมูลคุณภาพน้ำที่เป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย และข้อมูลคุณภาพน้ำชนิดใดที่ใช้เป็นเกณฑ์ขั้นพื้นฐานประกอบการพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบเพื่อใช้ผลิตน้ำประปา ทั้งนี้เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า การพิจารณาเลือกแหล่งคุณภาพน้ำดิบควรพิจารณาข้อมูลคุณภาพน้ำข้อมูลใดบ้าง ซึ่งสามารถสรุป ได้ดังนี้

1. โลหะหนัก
   - 1.1 ตะกั่ว ทำให้เกิดโรคแพ้พิษตะกั่ว
   - 1.2 สารหนู ทำให้เกิดมะเร็งที่ผิวหนังหรือปอด

2. สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ได้แก่
   - 2.1 ดีดีที
   - 2.2 ดิลดริน
   - 2.3 อัลดริน

   ซึ่งเป็นสารเคมีประเภทคลอรีนเนตเตดไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีความคงทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน เนื่องจากสลายตัวได้ยาก จึงเกิดปัญหาสาธารณสุขขึ้น

3. กายภาพและเคมีทั่วไป
   - 3.1 ความขุ่น มีความสำคัญต่อการผลิตน้ำประปาในด้านความน่าดื่มน่าใช้ อายุของเครื่องกรองน้ำ และเป็นอุปสรรคต่อการฆ่าเชื้อโรค
   - 3.2 คลอไรด์ เป็นดัชนีบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีรสกร่อย หรือเค็ม
   - 3.3 ความกระด้าง ทำให้เปลืองสบู่หรือผงซักฟอกในการซักล้าง และเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคนิ่ว
   - 3.4 ไนเตรท มีความสำคัญที่จะบอกว่าน้ำที่มีค่าไนเตรทสูงเกินค่ามาตรฐานทำให้เกิดโรค methemoglobinemia ในเด็ก
   - 3.5 ฟลูออไรด์ มีความสำคัญที่จะบอกว่าน้ำที่มีค่าฟลูออไรด์สูงเกินค่ามาตรฐานทำให้ฟันเป็นจุด

Copyright by Mahidol University

3.6 เหล็กและแมงกานีส ทำให้น้ำมีรสและกลิ่นไม่น่าดื่มน่าใช้ เกิดคราบสีน้ำตาล และแดงต่อเครื่องสุขภัณฑ์และเครื่องใช้ในบ้าน

3.7 ซัลเฟต มีความสำคัญที่จะบอกว่าน้ำที่มีค่าซัลเฟตเกินค่ามาตรฐานจะก่อให้เกิดการระบายท้องและน้ำมีรสขม

3.8 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids) เป็นดัชนีที่บอกให้ทราบค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ

3.9 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen) เป็นดัชนีที่บอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

3.10 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand) เป็นดัชนีที่บอกให้ทราบถึงความสกปรกของน้ำ

4. แบคทีเรีย

4.1 โคลิฟอร์ม เป็นดัชนีของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญของประเทศไทย

ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์ในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินจะมีข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าน้ำประเภทนั้น มีอะไรเป็นปัญหาที่สำคัญ ก็จะมุ่งตรวจวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเป็นสำคัญ

- ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำผิวดิน และปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำผิวดิน และปริมาณน้ำฝน จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความพอเพียงต่ออัตราการใช้น้ำของประชากรทั้งในปัจจุบันและอนาคต

- ปัจจัยทางด้านชั้นหินอุ้มน้ำ

คุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำต่างชนิดกัน จะสามารถให้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากจะต้องพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ จำเป็นจะต้องทราบถึงชนิดของหินอุ้มน้ำนั้นว่าเป็นหินอุ้มน้ำชนิดใด เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณน้ำที่จะสามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้

Copyright by Mahidol University

- ปัจจัยทางด้านความลึกของน้ำใต้ดิน

ความลึกของน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์กันกับค่าใช้จ่าย ในการดำเนินงานก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

- ปัจจัยทางด้านระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน หรือจุดที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ

ระบบท่อขนส่งน้ำจะยาวหรือสั้นเพียงใด จึงขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างชุมชนจากแหล่งน้ำดิบซึ่งจะมีผลต่อราคาค่าดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

- ปัจจัยทางด้านดินเค็ม

การขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ที่มีเกลือละลายอยู่ในน้ำ หรือมีแหล่งเกลืออยู่ใต้ดิน จะเป็นการแพร่กระจายเกลือได้อย่างดี ทำให้เกิดการขยายพื้นที่ดินเค็ม ดังนั้นหากมิได้คำนึงถึงคุณสมบัติของดินบริเวณที่จะพัฒนาแหล่งน้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำนั้นอาจให้ผลเสียมากกว่าให้ผลดีได้ในระยะยาว

ความสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Weighting - Rating

ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Weighting - Rating นั้น การให้ค่าคะแนนปัจจัยนั้น ได้จากการทำแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่งานวิจัยเกี่ยวข้อง เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ออกมานั้นถูกต้องตามหลักวิชาการ จากนั้นนำค่าที่ได้จากแบบสอบถามไปประมวลเข้ากับแผนที่ คิดค่าระดับคะแนนรวมสำหรับความเหมาะสมของพื้นที่ในทุกปัจจัย จากสูตร

$$S_{r,c} = W_1R_{1j} + W_2R_{2j} + \ldots\ldots + W_nR_{nj}$$

เมื่อ $S_{r,c}$ = ค่าระดับคะแนนรวมสำหรับความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านในกริดที่ Row = r , Column = c

W_1 ถึง W_n = ค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน (Weighting values)

R_{1j} ถึง R_{nj} = ค่าความเหมาะสมของปัจจัยในคุณลักษณะ j ตั้งแต่ ปัจจัยที่ 1 จนถึงปัจจัยที่ n ที่มีความสำคัญต่อการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้าน (Rating values)

Copyright by Mahidol University

กล่าวคือ ค่าระดับคะแนนรวมสำหรับความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านในพื้นที่หนึ่งๆ จะบ่งบอกถึงศักยภาพที่เหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ โดยหากพื้นที่นั้นมีค่าระดับคะแนนรวมสูงก็แสดงให้เห็นว่าพื้นที่นั้นมีความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำประปาหมู่บ้านอยู่ในระดับสูง ควรจะดำเนินการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านก่อนพื้นที่ที่มีค่าระดับคะแนนรวมรองๆ ลงไปตามลำดับ

จากนั้นนำคะแนนรวมมาจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีอัตรภาคชั้น การคิดคำนวณจะคิดจากสูตร

อัตรภาคชั้น = (คะแนนสูงสุด - คะแนนต่ำสุด) / จำนวนช่วง

Copyright by Mahidol University

2. คำชี้แจงแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การเตรียมค่าคะแนนปัจจัยเพื่อนำไปวิเคราะห์ศักยภาพทางด้านกายภาพของพื้นที่ขนาดต่างๆ ในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน โดยแบ่งออกเป็น 2 ข้อ คือ

ข้อ 1 การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญกับปัจจัย (weighting)

1.2 การให้ค่าความเหมาะสมกับปัจจัย โดยพิจารณาจากระดับย่อยของปัจจัย (rating)

ข้อ 2 การให้ค่าความเหมาะสมกับปัจจัย ด้านคุณภาพน้ำโดยพิจารณาจากระดับย่อยของปัจจัย (rating)

ส่วนที่ 2 เพื่อพิจารณาความเหมาะสมการจัดระดับย่อยของปัจจัย (rating)

Copyright by Mahidol University

แบบสอบถามส่วนที่ 1

การเตรียมค่าคะแนนปัจจัยเพื่อนำไปวิเคราะห์ศักยภาพทางด้านกายภาพของพื้นที่ขนาดต่างๆ ในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน

ข้อ 1 การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

1.1 การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญกับปัจจัย (weighting)

ท่านคิดว่าปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้ ปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อการกำหนดศักยภาพของพื้นที่ด้านกายภาพเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล โดยแต่ละปัจจัยมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด 10 คะแนน ต่ำสุด 1 คะแนน และไม่มีความสำคัญ 0

ปัจจัย	น้ำหนัก
1. ลักษณะภูมิประเทศ	
2. คุณภาพน้ำใต้ดิน	
3. ปริมาณน้ำใต้ดิน	
4. ชนิดหินอุ้มน้ำ	
5. ความลึกของน้ำใต้ดิน	
6. ปริมาณน้ำฝน	
7. ดินเค็ม	

Copyright by Mahidol University

1.2 การให้ค่าความเหมาะสมของปัจจัย โดยพิจารณาจากระดับย่อยของปัจจัย (rating)

จากปัจจัยที่ใช้เป็นดัชนีคัดเลือกศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล ได้แบ่งคุณลักษณะของปัจจัยออกเป็นระดับย่อยต่างๆ ดังตาราง ท่านคิดว่าในแต่ละระดับย่อยของปัจจัยมีคะแนนเป็นเท่าไร โดยมีหลักในการให้คะแนนดังนี้

10 ——→ มีความเหมาะสมสูงสุด
9 ——→ มีความเหมาะสมสูงมาก
8 ——→ มีความเหมาะสมสูง
7 ——→ มีความเหมาะสมค่อนข้างสูง
6 ——→ มีความเหมาะสมสูงกว่าปานกลาง
5 ——→ มีความเหมาะสมปานกลาง
4 ——→ มีความเหมาะสมค่อนข้างต่ำ
3 ——→ มีความเหมาะสมต่ำ
2 ——→ มีความเหมาะสมต่ำมาก
1 ——→ มีความเหมาะสมต่ำสุด
0 ——→ ไม่มีความเหมาะสม

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
1. ลักษณะภูมิประเทศ	1.1 พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง 1.2 พื้นที่เชิงเขา 1.3 พื้นที่ดอนหรือภูเขา	
2. คุณภาพน้ำใต้ดิน (สารเคมีชนิดใดมีอันตรายต่อร่างกายมากกว่ากัน)	2.1 ตะกั่ว 2.2 สารหนู 2.3 ดีดีที 2.4 ดิลดริน 2.5 อัลดริน 2.6 ความขุ่น 2.7 คลอไรด์ 2.8 ความกระด้าง 2.9 ไนเตรท 2.10 ฟลูออไรด์ 2.11 เหล็ก 2.12 แมงกานีส 2.13 ซัลเฟต 2.14 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 2.15 โคลิฟอร์มทั้งหมด	
3. ปริมาณน้ำใต้ดิน	กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านขนาดเล็ก 3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3.2 ปริมาณน้ำ 2.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
	กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านขนาดกลาง 3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3.2 ปริมาณน้ำ 5.0 - 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านขนาดใหญ่ 3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3.2 ปริมาณน้ำ 10.0 – 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	
4. ชนิดหินอุ้มน้ำ	4.1 แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน 4.2 แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง 4.3 แหล่งน้ำบาดาลในหินปูน	
5. ความลึกของน้ำใต้ดิน	5.1 ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร 5.2 ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร 5.3 ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร	

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
6. ปริมาณน้ำฝน (ปริมาณน้ำฝนรายปี)	6.1 ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร 6.2 ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร 6.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร	
7. ดินเค็ม	7.1 บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมาก และบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง 7.2 บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย 7.3 บริเวณที่ต่ำ และมีศักยภาพเป็นดินเค็ม 7.4 บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ 7.5 บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา	

Copyright by Mahidol University

ข้อ 2 การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน

2.1 การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญกับปัจจัย (weighting)

ท่านคิดว่าปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้ ปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อการกำหนดศักยภาพของพื้นที่ด้านกายภาพเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำในการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน โดยแต่ละปัจจัยมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด 10 คะแนน ต่ำสุด 1 คะแนน และไม่มีความสำคัญ 0

ปัจจัย	น้ำหนัก
1. คุณภาพน้ำผิวดิน	
2. ปริมาณน้ำผิวดิน	
3. ปริมาณน้ำฝน	
4. ดินเค็ม	
5. ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน	

Copyright by Mahidol University

2.2 การให้ค่าความเหมาะสมกับปัจจัย โดยพิจารณาจากระดับย่อยของปัจจัย (rating)

จากปัจจัยที่ใช้เป็นดัชนีคัดเลือกศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ ได้แบ่งคุณลักษณะของปัจจัยออกเป็นระดับย่อยต่างๆ ดังตาราง ท่านคิดว่าในแต่ละระดับย่อยของปัจจัยมีคะแนนเป็นเท่าไร โดยมีหลักในการให้คะแนนดังนี้

10 ⟶ มีความเหมาะสมสูงสุด
9 ⟶ มีความเหมาะสมสูงมาก
8 ⟶ มีความเหมาะสมสูง
7 ⟶ มีความเหมาะสมค่อนข้างสูง
6 ⟶ มีความเหมาะสมสูงกว่าปานกลาง
5 ⟶ มีความเหมาะสมปานกลาง
4 ⟶ มีความเหมาะสมค่อนข้างต่ำ
3 ⟶ มีความเหมาะสมต่ำ
2 ⟶ มีความเหมาะสมต่ำมาก
1 ⟶ มีความเหมาะสมต่ำสุด
0 ⟶ ไม่มีความเหมาะสม

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
1. คุณภาพน้ำผิวดิน (สารเคมีชนิดใดมีอันตรายต่อร่างกายมากกว่ากัน)	1.1 ตะกั่ว 1.2 สารหนู 1.3 ดีดีที 1.4 ดิลดริน 1.5 อัลดริน 1.6 ความขุ่น 1.7 คลอไรด์ 1.8 ความกระด้าง 1.9 ไนเตรท 1.10 ฟลูออไรด์ 1.11 ซัลเฟต 1.12 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 1.13 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 1.14 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.15 โคลิฟอร์มทั้งหมด	
2. ปริมาณน้ำผิวดิน	2.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 2.2 ปริมาณน้ำ 3.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง 2.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	
3. ปริมาณน้ำฝน (ปริมาณน้ำฝนรายปี)	3.1 ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร 3.2 ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร 3.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร	

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
4. ดินเค็ม	4.1 บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมาก และบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง 4.2 บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย 4.3 บริเวณที่ต่ำ และมีศักยภาพเป็นดินเค็ม 4.4 บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ 4.5 บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา	
5. ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน	กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปี 5.1 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ ตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร 5.2 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร 5.3 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปี 5.1 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ ตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร 5.2 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร 5.3 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร	

Copyright by Mahidol University

ข้อ 2 การให้ค่าความเหมาะสมกับปัจจัยด้านคุณภาพน้ำโดยพิจารณาจากระดับย่อยของปัจจัย (rating)

จากปัจจัยด้านคุณภาพน้ำที่ใช้เป็นดัชนีคัดเลือกศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ได้แบ่งคุณลักษณะของปัจจัยออกเป็นระดับย่อยต่างๆ ดังตาราง ท่านคิดว่าในแต่ละระดับย่อยของปัจจัยมีคะแนนเป็นเท่าไร โดยมีหลักในการให้คะแนนดังนี้

10 ⟶ มีความเหมาะสมสูงสุด
9 ⟶ มีความเหมาะสมสูงมาก
8 ⟶ มีความเหมาะสมสูง
7 ⟶ มีความเหมาะสมค่อนข้างสูง
6 ⟶ มีความเหมาะสมสูงกว่าปานกลาง
5 ⟶ มีความเหมาะสมปานกลาง
4 ⟶ มีความเหมาะสมค่อนข้างต่ำ
3 ⟶ มีความเหมาะสมต่ำ
2 ⟶ มีความเหมาะสมต่ำมาก
1 ⟶ มีความเหมาะสมต่ำสุด
0 ⟶ ไม่มีความเหมาะสม

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
1. ตะกั่ว	1.1 น้ำที่ไม่มีตะกั่วเลย 1.2 น้ำที่มีตะกั่วไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร 1.3 น้ำที่มีตะกั่วมากกว่า 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร	
2. สารหนู	2.1 น้ำที่ไม่มีสารหนูเลย 2.2 น้ำที่มีสารหนูไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร 2.3 น้ำที่มีสารหนูมากกว่า 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร	
3. ดีดีที	3.1 น้ำที่ไม่มี ดีดีที เลย 3.2 น้ำที่มี ดีดีที ไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัม ต่อลิตร 3.3 น้ำที่มี ดีดีที มากกว่า 1.0 ไมโครกรัม ต่อลิตร	
4. ดิลดริน	4.1 น้ำที่ไม่มี ดิลดริน เลย 4.2 น้ำที่มี ดิลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร 4.3 น้ำที่มี ดิลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร	
5. อัลดริน	5.1 น้ำที่ไม่มี อัลดริน เลย 5.2 น้ำที่มี อัลดรินไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร 5.3 น้ำที่มี อัลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร	
6. ความขุ่น	6.1 น้ำที่มีความขุ่นไม่เกิน 5 หน่วย เอ็นทียู 6.2 น้ำที่มีความขุ่น 5 - 20 หน่วย เอ็นทียู 6.3 น้ำที่มีความขุ่นมากกว่า 20 หน่วย เอ็นทียู	

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
7. คลอไรด์	7.1 น้ำที่มีคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 7.2 น้ำที่มีคลอไรด์ 200 - 600 มิลลิกรัมต่อลิตร 7.3 น้ำที่มีคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร	
8. ความกระด้าง	8.1 น้ำที่มีความกระด้างไม่เกิน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร 8.2 น้ำที่มีความกระด้าง 75 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 8.3 น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	
9. ไนเตรท	9.1 น้ำที่มีไนเตรทไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร 9.2 น้ำที่มีไนเตรท 45 มิลลิกรัมต่อลิตร 9.3 น้ำที่มีไนเตรทมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร	
10. ฟลูออไรด์	10.1 น้ำที่มีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 10.2 น้ำที่มีฟลูออไรด์ 1.0 - 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร 10.3 น้ำที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	
11. เหล็ก	11.1 น้ำที่มีเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร 11.2 น้ำที่มีเหล็ก 50 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร 11.3 น้ำที่มีเหล็กมากกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
12. แมงกานีส	12.1 น้ำที่มีแมงกานีสไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร 12.2 น้ำที่มีแมงกานีส 1 - 5 มิลลิกรัมต่อลิตร 12.3 น้ำที่มีแมงกานีสมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร	
13. ซัลเฟต	13.1 น้ำที่มีซัลเฟตไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร 13.2 น้ำที่มีซัลเฟต 200 – 250 มิลลิกรัมต่อลิตร 13.3 น้ำที่มีซัลเฟตมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร	
14. ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้	14.1 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 14.2 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 1,000 – 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 14.3 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้มากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	
15. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	15.1 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 15.2 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 15.3 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	

Copyright by Mahidol University

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	คะแนน
16. ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี	16.1 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร 16.2 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.5 - 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 16.3 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมากกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	
17. โคลิฟอร์มทั้งหมด	17.1 น้ำที่มีโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่เกิน 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร 17.2 น้ำที่มีโคลิฟอร์มทั้งหมด 5,000 - 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร 17.3 น้ำที่มีโคลิฟอร์มทั้งหมดมากกว่า 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร	

Copyright by Mahidol University

แบบสอบถามส่วนที่ 2

แบบสอบถามส่วนที่ 2 เพื่อพิจารณาความเหมาะสมการจัดระดับย่อยของปัจจัย (rating)

ท่านคิดว่าการจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating) ต่อไปนี้มีความเหมาะสมกับการศึกษาครั้งนี้เพียงใด

1. ปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิประเทศ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
   1.1 พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง
   1.2 พื้นที่เชิงเขา
   1.3 พื้นที่ดอนหรือภูเขา

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยสภาพภูมิประเทศเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2. ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำใต้ดินและคุณภาพน้ำผิวดิน
   2.1 ตะกั่ว แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
      2.1.1 น้ำที่ไม่มีตะกั่วเลย
      2.1.2 น้ำที่มีตะกั่วไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร
      2.1.3 น้ำที่มีตะกั่วมากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีตะกั่วในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีตะกั่วในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องไม่มีตะกั่วเลยเป็นหลักในการแบ่ง

Copyright by Mahidol University

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

2.2 สารหนู แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.2.1 น้ำที่ไม่มีสารหนูเลย

2.2.2 น้ำที่มีสารหนูไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.3 น้ำที่มีสารหนูมากกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีสารหนูในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีสารหนูในน้ำได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องไม่มีสารหนูเลยเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

2.3 ดีดีที แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.3.1 น้ำที่ไม่มี ดีดีที เลย

2.3.2 น้ำที่มี ดีดีที ไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.3.3 น้ำที่มี ดีดีที มากกว่า 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ที่ยอมให้มี ดีดีที ในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

Copyright by Mahidol University

2.4 ดิลดริน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.4.1 น้ำที่ไม่มี ดิลดริน เลย

2.4.2 น้ำที่มี ดิลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.4.3 น้ำที่มี ดิลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ที่ยอมให้มี ดิลดริน ในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 0.1ไมโครกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

2.5 อัลดริน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.5.1 น้ำที่ไม่มี อัลดริน เลย

2.5.2 น้ำที่มี อัลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.5.3 น้ำที่มี อัลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ที่ยอมให้มี อัลดริน ในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

Copyright by Mahidol University

2.6 ความขุ่น แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.6.1 น้ำที่มีความขุ่นไม่เกิน 5 หน่วย เอ็นทียู

2.6.2 น้ำที่มีความขุ่น 5 - 20 หน่วย เอ็นทียู

2.6.3 น้ำที่มีความขุ่นมากกว่า 20 หน่วย เอ็นทียู

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณี ที่อนุโลมสูงสุดให้มีความขุ่นในน้ำได้ไม่เกิน 20 หน่วย เอ็นทียู และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม จะต้องมีความขุ่นในน้ำไม่เกิน 5 หน่วย เอ็นทียู เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

2.7 คลอไรด์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.7.1 น้ำที่มีคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.2 น้ำที่มีคลอไรด์ 200 - 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.7.3 น้ำที่มีคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณี ที่อนุโลมสูงสุดให้มีคลอไรด์ในน้ำได้ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม จะต้องมีความขุ่นในน้ำไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

2.8 ความกระด้าง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

2.8.1 น้ำที่มีความกระด้างไม่เกิน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.8.2 น้ำที่มีความกระด้าง 75 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.8.3 น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

Copyright by Mahidol University

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยข้อมูลทางวิชาการที่ได้จัดแบ่งคุณภาพน้ำตามความกระด้างไว้ดังนี้ น้ำอ่อน มีความกระด้าง 0 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำกระด้าง ปานกลาง มีความกระด้าง 75 - 200 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำกระด้าง มีความกระด้าง 200 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำกระด้างมาก มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.9 ไนเตรท แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.9.1 น้ำที่มีไนเตรทไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.9.2 น้ำที่มีไนเตรท 45 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.9.3 น้ำที่มีไนเตรทมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีไนเตรทในน้ำได้ไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่กำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม และอนุโลมสูงสุดให้มีไนเตรทในน้ำได้ไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.10 ฟลูออไรด์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.10.1 น้ำที่มีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.10.2 น้ำที่มีฟลูออไรด์ 1.0 - 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.10.3 น้ำที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

Copyright by Mahidol University

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีฟลูออไรด์ในน้ำได้ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีฟลูออไรด์ในน้ำได้ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องมีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.11 เหล็ก แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.11.1 น้ำที่มีเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.11.2 น้ำที่มีเหล็ก 50 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.11.3 น้ำที่มีเหล็กมากกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีเหล็กในน้ำได้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำใต้ดิน

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.12 แมงกานีส แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.12.1 น้ำที่มีแมงกานีสไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.12.2 น้ำที่มีแมงกานีส 1 - 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.12.3 น้ำที่มีแมงกานีสมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำดิบขององค์การอนามัยโลกที่ยอมให้มีแมงกานีสในน้ำได้ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ที่ยอมให้มีแมงกานีสในน้ำสูงสุดได้ไม่เกิน 1.0

Copyright by Mahidol University

มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 3 และ 4 เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำใต้ดิน

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.13 ซัลเฟต แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.13.1 น้ำที่มีซัลเฟตไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.13.2 น้ำที่มีซัลเฟต 200 - 250 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.13.3 น้ำที่มีซัลเฟตมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรธรณีที่อนุโลมสูงสุดให้มีซัลเฟตในน้ำได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมน้ำจะต้องมีซัลเฟตไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.14 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.14.1 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.14.2 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 1,000 - 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.14.3 น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายมากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยข้อมูลทางวิชาการที่ได้จัดแบ่งคุณภาพน้ำตามค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ไว้ดังนี้ Fresh Water มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ 0 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร Brackish Water มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ 1,000 - 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร Saline Water มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ 10,000 -

Copyright by Mahidol University

100,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Brine มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำมากกว่า 100,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.15 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.15.1 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.15.2 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.15.3 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ที่กำหนดให้มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำผิวดิน

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.16 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.16.1 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.16.2 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.5 - 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
2.16.3 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมากกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ที่กำหนดให้น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรใน

Copyright by Mahidol University

แหล่งน้ำประเภทที่ 3 และน้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เป็นหลักในการแบ่ง และในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นดัชนีเฉพาะแหล่งน้ำผิวดิน

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

2.17 โคลิฟอร์มทั้งหมด แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
2.17.1 น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด ไม่เกิน 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร
2.17.2 น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด 5,000 - 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร
2.17.3 น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด มากกว่า 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ที่กำหนดให้น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

3. ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำใต้ดิน

(ผู้ศึกษาจะทำการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำ เพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เหตุผลเนื่องจากหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านได้ดำเนินการก่อสร้างในปัจจุบัน 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ผู้ศึกษาได้จำแนกตาม โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง)

Copyright by Mahidol University

3.1 กรณีการสร้างระบบประปาขนาดเล็ก สำหรับผู้ใช้น้ำ 50 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

3.1.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3.1.2 ปริมาณน้ำ 2.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3.1.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

3.2 กรณีการสร้างระบบประปาขนาดกลาง สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 50 - 120 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

3.2.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3.2.2 ปริมาณน้ำ 5.0 - 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3.2.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

3.3 กรณีการสร้างระบบประปาขนาดใหญ่ สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 - 300 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

3.3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3.3.2 ปริมาณน้ำ 10.0 - 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3.3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

Copyright by Mahidol University

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

4. ปัจจัยทางด้านชนิดหินอุ้มน้ำ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
4.1 แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน
4.2 แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง
4.3 แหล่งน้ำบาดาลในหินปูน

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยคุณสมบัติของหินอุ้มน้ำเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

5. ปัจจัยทางด้านความลึกของน้ำใต้ดิน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ
5.1 ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร
5.2 ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร
5.3 ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานการจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้าน เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

Copyright by Mahidol University

6. ปัจจัยทางด้านระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

6.1 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ ตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร

6.2 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร

6.3 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร

<u>หมายเหตุ</u> ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่ดำเนินการจัดสร้างประปาหมู่บ้านประกอบกับมาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ว่า "ประชาชนในชนบทควรได้รับน้ำดื่มที่สะอาด ..... โดยแหล่งน้ำอยู่ห่างไม่เกิน 1 กิโลเมตร ....." เป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....

.....

.....

7. ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำผิวดิน

(ผู้ศึกษาจะทำการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ทางด้านกายภาพในการหาแหล่งน้ำเพื่อจัดสร้างระบบประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ เหตุผลเนื่องจากหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านได้ดำเนินการก่อสร้างในปัจจุบันเพียงหนึ่งขนาด คือ ประปาหมู่บ้านน้ำผิวดินขนาดใหญ่ ผู้ศึกษาได้จำแนกตามโดยอาศัยหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง)

กรณีการสร้างระบบประปาขนาดใหญ่ สำหรับผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 - 300 หลังคาเรือน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

7.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

7.2 ปริมาณน้ำ 3.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

7.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

<u>หมายเหตุ</u> ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของหน่วยงานที่ดำเนินการก่อสร้างประปาหมู่บ้านเป็นหลักในการแบ่ง

Copyright by Mahidol University

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

8. ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝน ใช้ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝนรายปี แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ
8.1 ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร
8.2 ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร
8.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ตามแผนที่ปริมาณน้ำฝนรายปีของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

9. ปัจจัยทางด้านดินเค็ม แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ
9.1 บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมาก และบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง
9.2 บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย
9.3 บริเวณที่ต่ำและมีศักยภาพเป็นดินเค็ม
9.4 บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ
9.5 บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา

หมายเหตุ ผู้ศึกษาได้จำแนกช่วงชั้น ตามแผนที่ดินเค็มของกรมพัฒนาที่ดินเป็นหลักในการแบ่ง

☐ เหมาะสม
☐ ไม่เหมาะสม ควรจัดดังนี้ .....
.....
.....

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ง

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

Copyright by Mahidol University

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
1. ลักษณะภูมิประเทศ แบ่งเป็น 3 ระดับ 1.1 พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง 1.2 พื้นที่เชิงเขา 1.3 พื้นที่ดอนหรือภูเขา	5	0	-
2. คุณภาพน้ำใต้ดินและคุณภาพน้ำผิวดิน 2.1 ตะกั่ว แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่ไม่มีตะกั่วเลย - น้ำที่มีตะกั่วไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร - น้ำที่มีตะกั่วมากกว่า 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร	5	0	-
2.2 สารหนู แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่ไม่มีสารหนูเลย - น้ำที่มีสารหนูไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร - น้ำที่มีสารหนูมากกว่า 0.05 มิลลิกรัม ต่อลิตร	5	0	-
2.3 ดีดีที แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่ไม่มี ดีดีที เลย - น้ำที่มี ดีดีที ไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัม ต่อลิตร - น้ำที่มี ดีดีที มากกว่า 1.0 ไมโครกรัม ต่อลิตร	5	0	-

Copyright by Mahidol University

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
2.4 ดิลดริน แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่ไม่มี ดิลดริน เลย - น้ำที่มี ดิลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร - น้ำที่มี ดิลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร	4	0	ไม่ตอบ 1
2.5 อัลดริน แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่ไม่มี อัลดริน เลย - น้ำที่มี อัลดริน ไม่เกิน 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร - น้ำที่มี อัลดริน มากกว่า 0.1 ไมโครกรัม ต่อลิตร	4	0	ไม่ตอบ 1
2.6 ความขุ่น แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีความขุ่นไม่เกิน 5 หน่วย เอ็นทียู - น้ำที่มีความขุ่น 5 - 20 หน่วย เอ็นทียู - น้ำที่มีความขุ่นมากกว่า 20 หน่วย เอ็นทียู	5	0	-
2.7 คลอไรด์ แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีคลอไรด์ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อลิตร - น้ำที่มีคลอไรด์ 200 - 600 มิลลิกรัม ต่อลิตร - น้ำที่มีคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัม ต่อลิตร	5	0	-

Copyright by Mahidol University

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
2.8 ความกระด้าง แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีความกระด้างไม่เกิน 75 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีความกระด้าง 75 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	4	0	ไม่ตอบ 1
2.9 ไนเตรท แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีไนเตรทไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีไนเตรท 45 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีไนเตรทมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร	5	0	-
2.10 ฟลูออไรด์ แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีฟลูออไรด์ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีฟลูออไรด์ 1.0 - 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีฟลูออไรด์มากกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	5	0	-
2.11 เหล็ก แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีเหล็ก 50 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีเหล็กมากกว่า 75 มิลลิกรัมต่อลิตร	2	2	ไม่ตอบ 1

Copyright by Mahidol University

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
2.12 แมงกานีส แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีแมงกานีสไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีแมงกานีส 1 - 5 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีแมงกานีสมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร	3	2	0
2.13 ซัลเฟต แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีซัลเฟตไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีซัลเฟต 200 - 250 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีซัลเฟตมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร	5	0	-
2.14 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ 1,000 - 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้มากกว่า 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	4	1	-

Copyright by Mahidol University

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
2.15 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แบ่งเป็น 3 ระดับ - ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร - ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 2.0 - 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร - ออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	5	0	-
2.16 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 1.5 – 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร - น้ำที่มีความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมากกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	5	0	-
2.17 โคลิฟอร์มทั้งหมด แบ่งเป็น 3 ระดับ - น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด ไม่เกิน 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร - น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด 5,000 - 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร - น้ำที่มี โคลิฟอร์มทั้งหมด มากกว่า 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	5	0	-

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
3. ปริมาณน้ำใต้ดิน 3.1 กรณีการสร้างระบบประปาขนาดเล็ก ผู้ใช้น้ำ 50 หลังคาเรือน แบ่งเป็น 3 ระดับ - ปริมาณน้ำไม่เกิน 2.5 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง - ปริมาณน้ำ 2.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง - ปริมาณน้ำมากกว่า 2.5 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง	5	0	-
3.2 กรณีการสร้างระบบประปาขนาดกลาง ผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 50 - 120 หลังคาเรือน - ปริมาณน้ำไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง - ปริมาณน้ำ 5.0 - 10.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง - ปริมาณน้ำมากกว่า 10.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง	5	0	-
3.3 กรณีการสร้างระบบประปาขนาดใหญ่ ผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 - 300 หลังคาเรือน - ปริมาณน้ำไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง - ปริมาณน้ำ 10.0 - 20.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง - ปริมาณน้ำมากกว่า 20.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง	5	0	-

Copyright by Mahidol University

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
4. ชนิดหินอุ้มน้ำ แบ่งเป็น 3 ประเภท 4.1 แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน 4.2 แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง 4.3 แหล่งน้ำบาดาลในหินปูน	4	1	-
5. ความลึกของน้ำใต้ดิน แบ่งเป็น 3 ระดับ 5.1 ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร 5.2 ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร 5.3 ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร	5	0	-
6. ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน แบ่งเป็น 3 ระดับ 6.1 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ ตั้งแต่ 0 – 1 กิโลเมตร 6.2 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร 6.3 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร	4	1	-
7. ปริมาณน้ำผิวดิน กรณีการสร้างระบบประปาขนาดใหญ่ ผู้ใช้น้ำ ตั้งแต่ 120 - 300 หลังคาเรือน 7.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 3.5 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง 7.2 ปริมาณน้ำ 3.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง 7.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง	5	0	-

Copyright by Mahidol University

แสดงผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดระดับย่อย ตามคุณสมบัติของปัจจัย (rating)

ปัจจัย	การจัดระดับย่อยตามคุณสมบัติของปัจจัย		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	หมายเหตุ
8. ปริมาณน้ำฝน ใช้ปัจจัยทางด้านปริมาณน้ำฝนรายปี แบ่งเป็น 3 ระดับ 8.1 ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร 8.2 ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร 8.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร	5	0	-
9. ดินเค็ม แบ่งเป็น 5 ระดับ 9.1 บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมากและบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง 9.2 บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย 9.3 บริเวณที่ต่ำและมีศักยภาพเป็นดินเค็ม 9.4 บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ 9.5 บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา	5	0	-

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก จ

แสดงค่า Weighting - Rating ของปัจจัย ที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสม สำหรับการสร้างประปาหมู่บ้าน

Copyright by Mahidol University

แสดงค่า Weighting - Rating ของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (W)	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย (R)	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่ (W * R)
1. ลักษณะภูมิประเทศ	1.1 พื้นที่ราบลุ่มหรือแอ่ง	6.20	8.20	50.84
	1.2 พื้นที่เชิงเขา		5.20	32.24
	1.3 พื้นที่ดอนหรือภูเขา		3.20	19.84
2. คุณภาพน้ำใต้ดิน	2.1 ตะกั่ว	8.60	8.25	70.95
	2.2 สารหนู		8.50	73.10
	2.3 ดีดีที		7.25	62.35
	2.4 ดิลดริน		9.00	77.40
	2.5 อัลดริน		9.00	77.40
	2.6 ความขุ่น		4.25	36.55
	2.7 คลอไรด์		7.25	62.35
	2.8 ความกระด้าง		6.25	53.75
	2.9 ไนเตรท		5.75	49.45
	2.10 ฟลูออไรด์		5.75	49.45
	2.11 เหล็ก		6.00	51.60
	2.12 แมงกานีส		5.75	49.45
	2.13 ซัลเฟต		4.75	40.85
	2.14 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้		5.25	45.15
	2.15 โคลิฟอร์มทั้งหมด		6.50	55.90
3. ปริมาณน้ำใต้ดิน	กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านขนาดเล็ก			
	3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	9.60	3.40	32.64
	3.2 ปริมาณน้ำ 2.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		6.00	57.6
	3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		9.40	90.24

Copyright by Mahidol University

แสดงค่า Weighting - Rating ของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (W)	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย (R)	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่ (W * R)
3. ปริมาณน้ำใต้ดิน	กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านขนาดกลาง			
	3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	9.60	4.00	38.40
	3.2 ปริมาณน้ำ 5.0 - 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		6.40	61.44
	3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		9.80	94.08
	กรณีการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้านขนาดใหญ่			
	3.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	9.60	4.20	40.32
	3.2 ปริมาณน้ำ 10.0 – 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		6.40	61.44
	3.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 20.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		9.80	94.08
4. ชนิดหินอุ้มน้ำ	4.1 แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วน	7.60	9.00	68.40
	4.2 แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง		4.00	30.40
	4.3 แหล่งน้ำบาดาลในหินปูน		5.60	42.56
5. ความลึกของน้ำใต้ดิน	5.1 ความลึกของน้ำใต้ดินไม่เกิน 60 เมตร	6.20	8.40	52.08
	5.2 ความลึกของน้ำใต้ดิน 60 - 200 เมตร		6.80	42.16
	5.3 ความลึกของน้ำใต้ดินมากกว่า 200 เมตร		5.60	34.72

Copyright by Mahidol University

แสดงค่า Weighting - Rating ของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำบาดาล

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (W)	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย (R)	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่ (W * R)
6. ปริมาณน้ำฝน	6.1 ปริมาณน้ำฝนที่ตก ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร	5.60	5.20	29.12
	6.2 ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร		6.60	36.96
	6.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตก มากกว่า 1,200 มิลลิเมตร		8.40	47.04
7. ดินเค็ม	7.1 บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมาก และบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง	7.00	1.40	9.80
	7.2 บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย		5.20	36.40
	7.3 บริเวณที่ต่ำ และมีศักยภาพเป็นดินเค็ม		3.60	25.20
	7.4 บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ		1.80	12.60
	7.5 บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา		6.60	46.20

Copyright by Mahidol University

แสดงค่า Weighting - Rating ของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (W)	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย (R)	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่ (W * R)
1. คุณภาพน้ำผิวดิน	1.1 ตะกั่ว	8.80	8.00	70.40
	1.2 สารหนู		8.50	74.80
	1.3 ดีดีที		9.00	79.20
	1.4 ดิลดริน		9.00	79.20
	1.5 อัลดริน		9.00	79.20
	1.6 ความขุ่น		7.50	66.00
	1.7 คลอไรด์		6.50	57.20
	1.8 ความกระด้าง		6.25	55.00
	1.9 ไนเตรท		8.50	74.80
	1.10 ฟลูออไรด์		4.75	41.80
	1.11 ซัลเฟต		4.50	39.60
	1.12 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้		6.50	57.20
	1.13 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ		4.75	41.80
	1.14 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี		6.25	55.00
	1.15 โคลิฟอร์มทั้งหมด		8.25	72.60
2. ปริมาณน้ำผิวดิน	2.1 ปริมาณน้ำไม่เกิน 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	9.60	4.40	42.24
	2.2 ปริมาณน้ำ 3.5 - 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		5.60	53.76
	2.3 ปริมาณน้ำมากกว่า 5.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง		8.60	82.56

Copyright by Mahidol University

แสดงค่า Weighting - Rating ของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน

ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (W)	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย (R)	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่ (W * R)
3. ปริมาณน้ำฝน	3.1 ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร	7.80	5.60	43.68
	3.2 ปริมาณน้ำฝนที่ตก 1,000 - 1,200 มิลลิเมตร		7.20	56.16
	3.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร		9.00	70.20
4. ดินเค็ม	4.1 บริเวณดินเค็มจัดที่มีปัญหาดินเค็มมากและบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มปานกลาง	6.40	1.60	10.24
	4.2 บริเวณที่มีปัญหาดินเค็มน้อย		5.60	35.84
	4.3 บริเวณที่ต่ำ และมีศักยภาพเป็นดินเค็ม		2.80	17.92
	4.4 บริเวณที่สูงประกอบด้วยหินที่มีเกลือ		3.80	24.32
	4.5 บริเวณที่ไม่เค็ม และบริเวณที่เป็นภูเขา		7.60	48.64
5. ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน	กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปี			
	5.1 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร	6.60	9.60	63.36
	5.2 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร		7.20	47.52
	5.3 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร		5.20	34.32

Copyright by Mahidol University

แสดงค่า Weighting - Rating ของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสร้างประปาหมู่บ้านน้ำผิวดิน

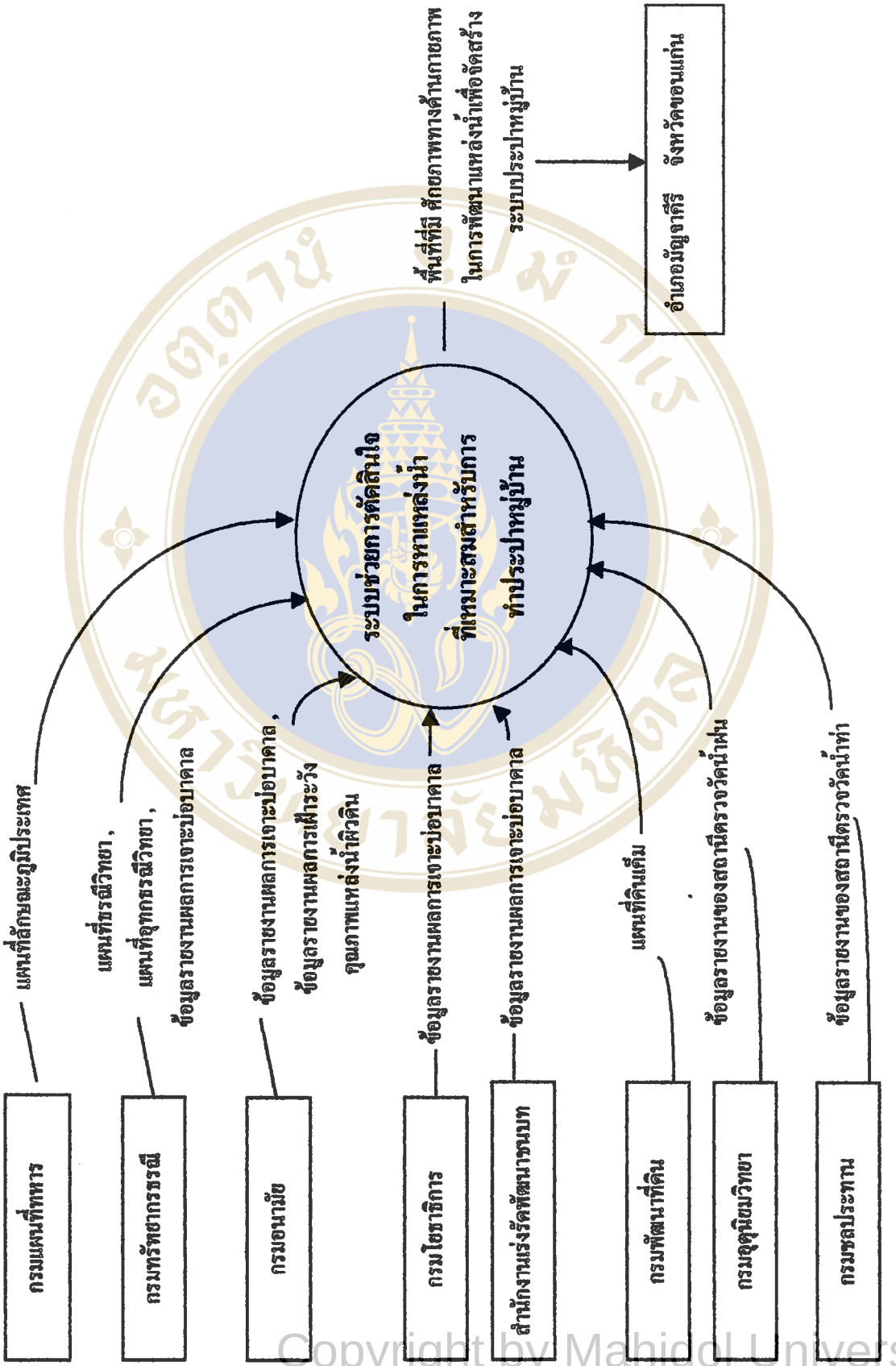
ปัจจัย	ระดับย่อยของปัจจัย	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (W)	ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย (R)	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่ (W * R)
5. ระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินกับชุมชน	กรณีแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปี			
	5.1 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 0 - 1 กิโลเมตร	6.60	7.60	50.16
	5.2 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 1 กิโลเมตร ถึง 2 กิโลเมตร		5.00	33.00
	5.3 พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 2 กิโลเมตร ถึง 5 กิโลเมตร		3.20	21.12

Copyright by Mahidol University

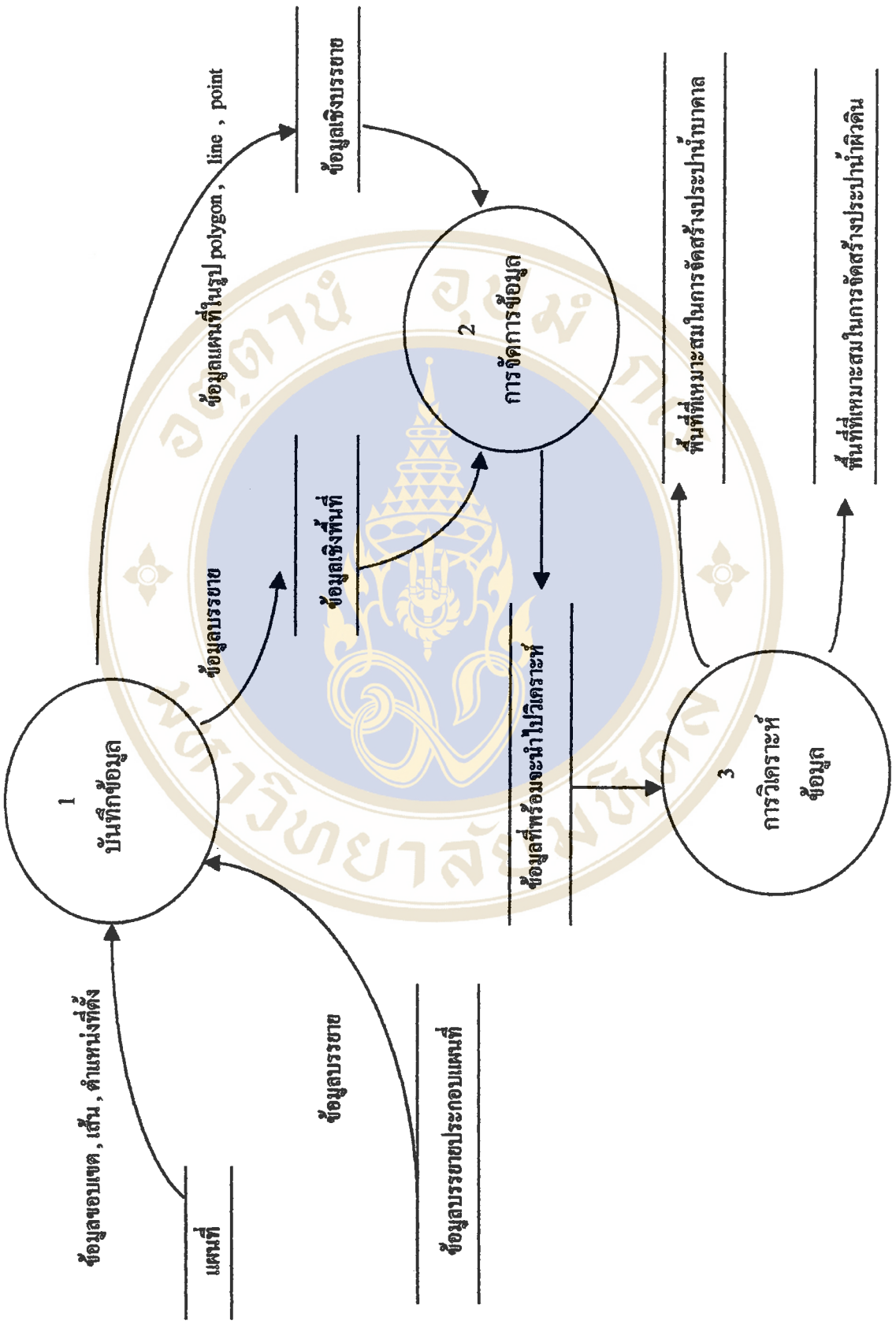
ภาคผนวก ฉ

แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูล
(DATA FLOW DIAGRAM)

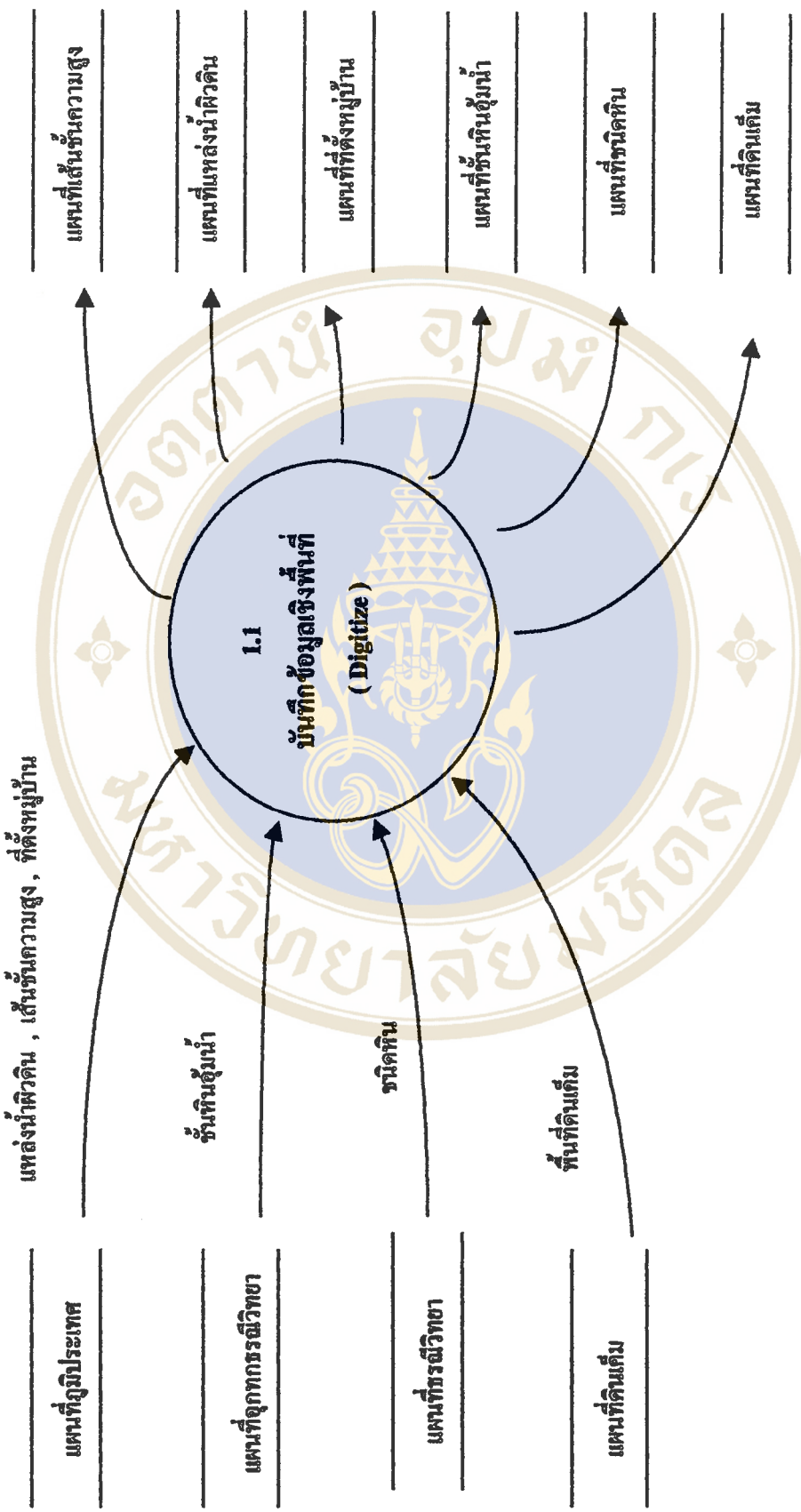
Copyright by Mahidol University



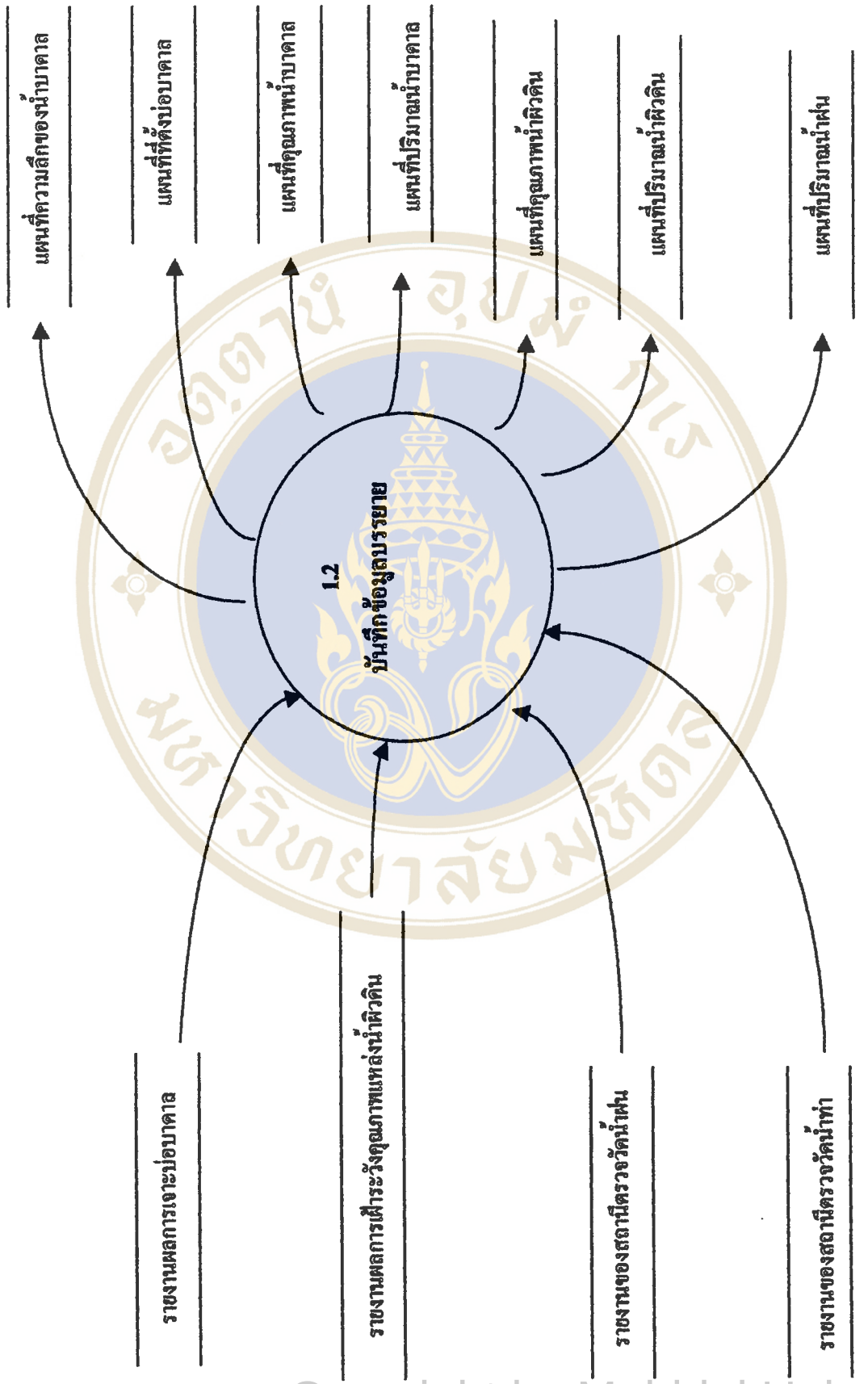
Copyright by Mahidol University



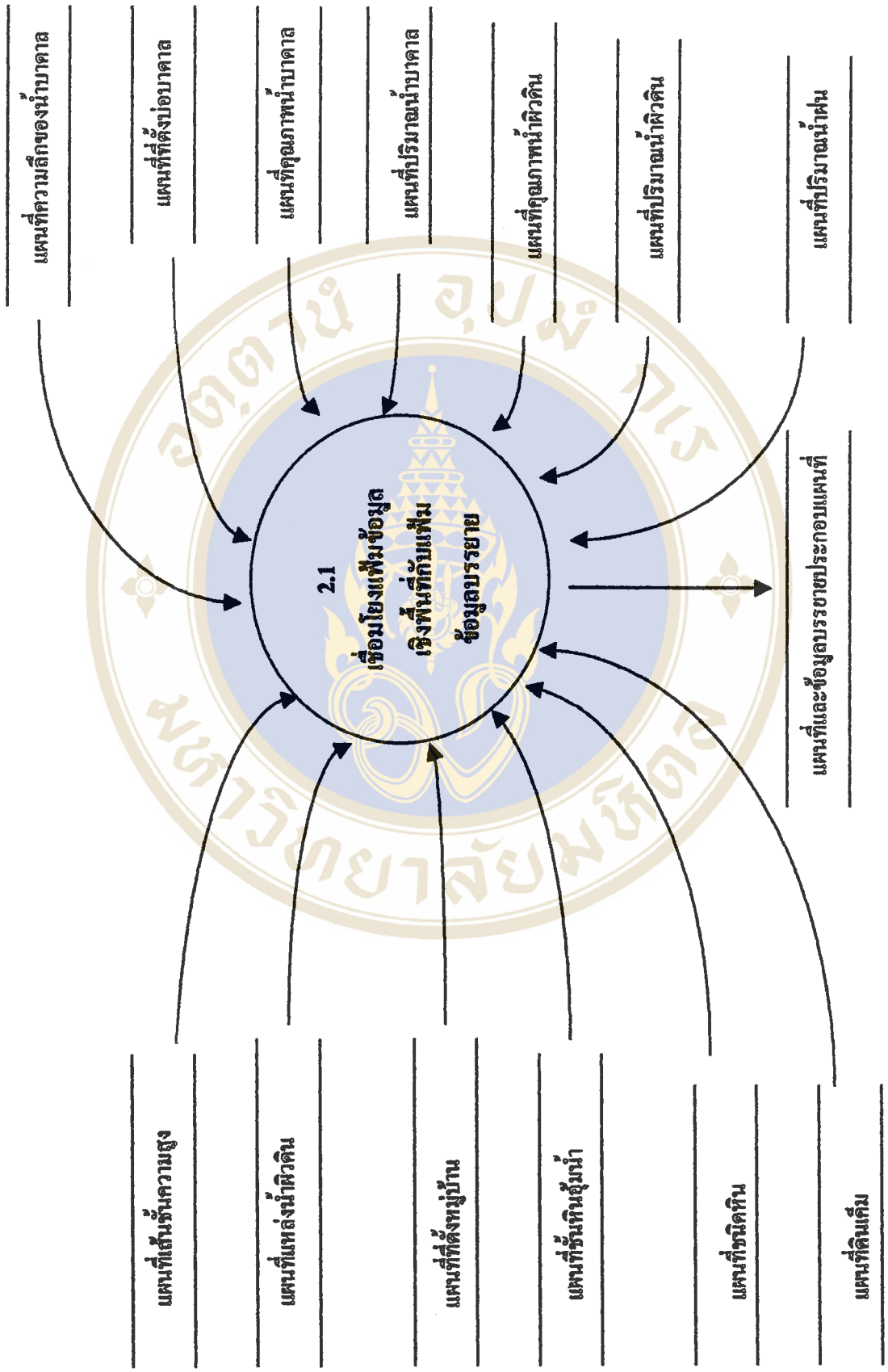
Copyright by Mahidol University



Copyright by Mahidol University

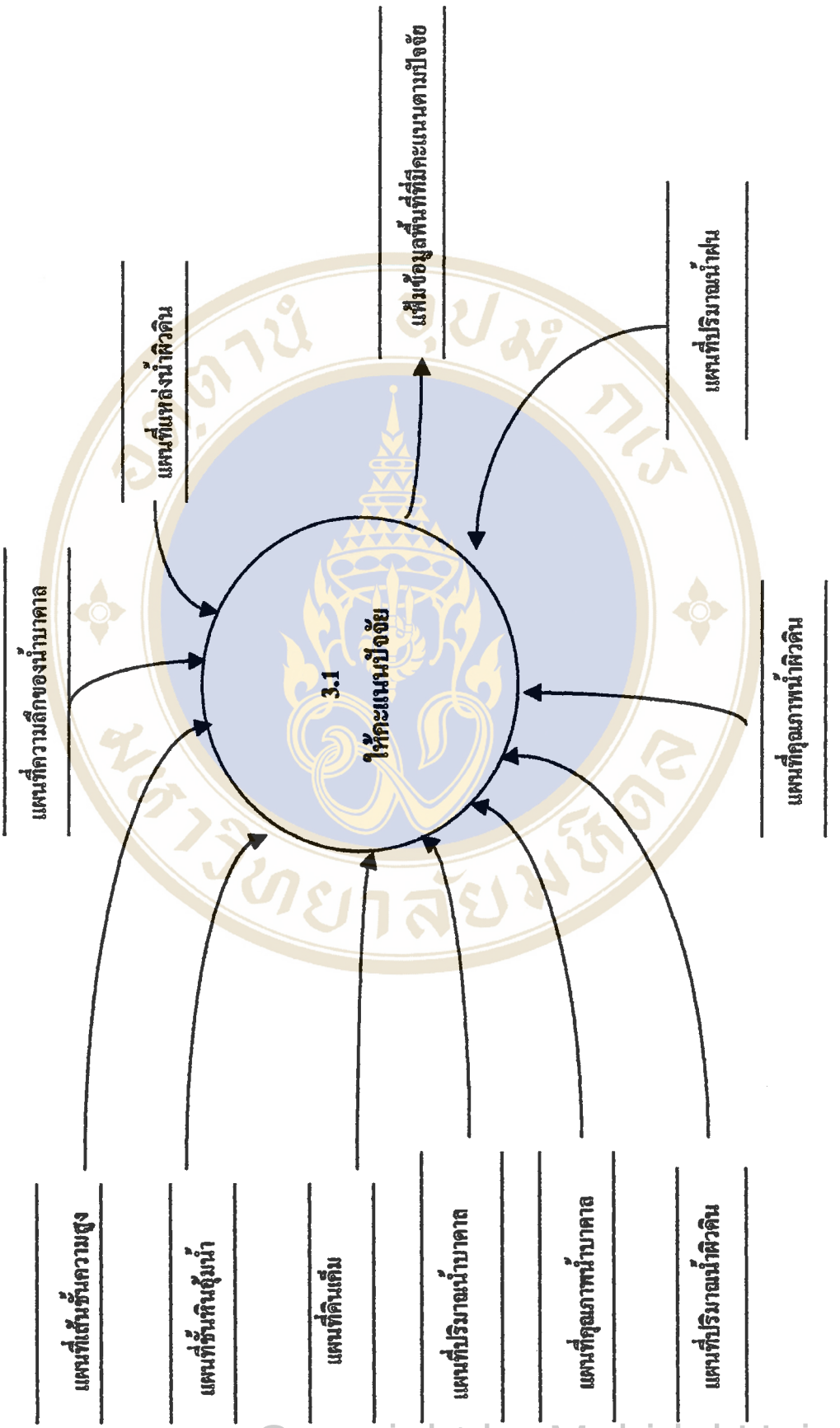


Copyright by Mahidol University



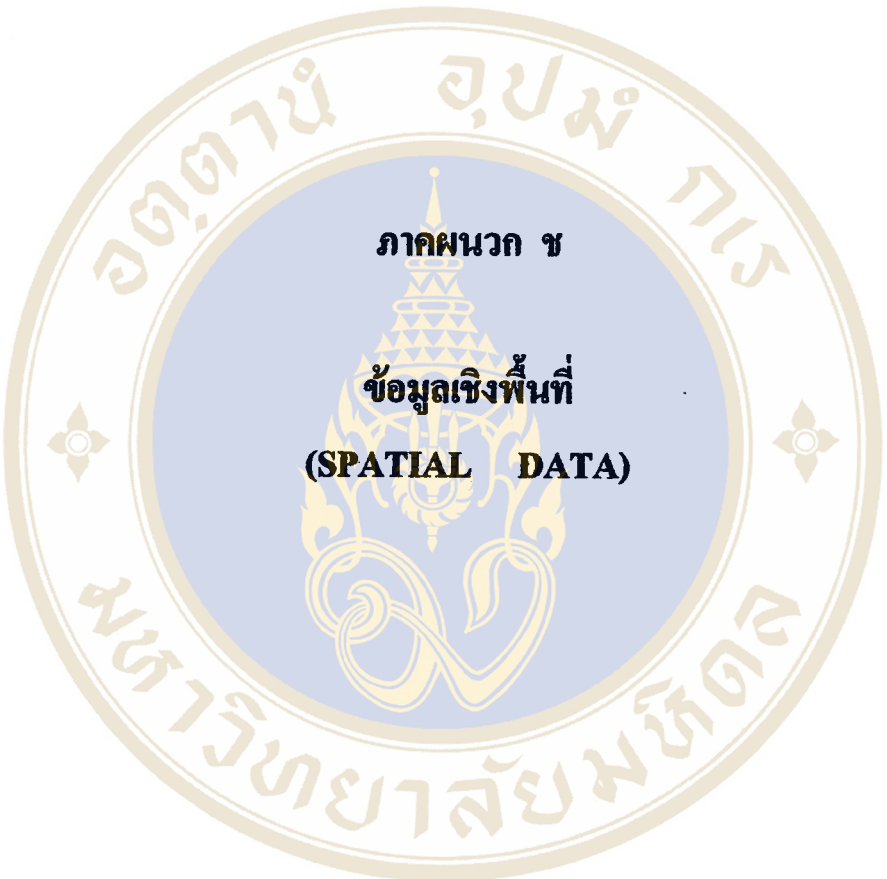
Copyright by Mahidol University

Copyright by Mahidol University



Copyright by Mahidol University

Copyright by Mahidol University



ภาคผนวก ช

ข้อมูลเชิงพื้นที่

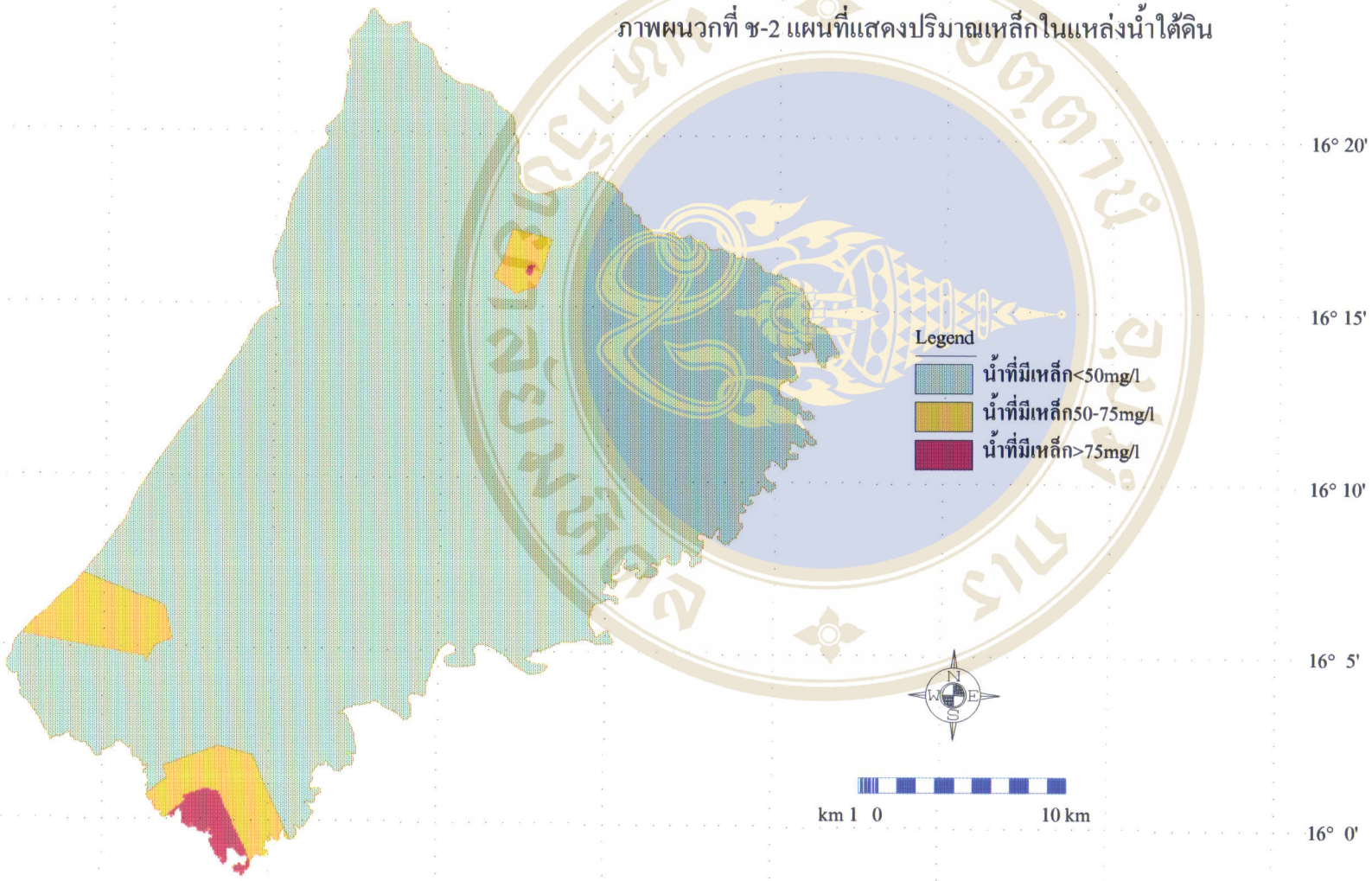
(SPATIAL DATA)

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-1 แผนที่แสดงปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ในแหล่งน้ำใต้ดิน

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-2 แผนที่แสดงปริมาณเหล็กในแหล่งน้ำใต้ดิน

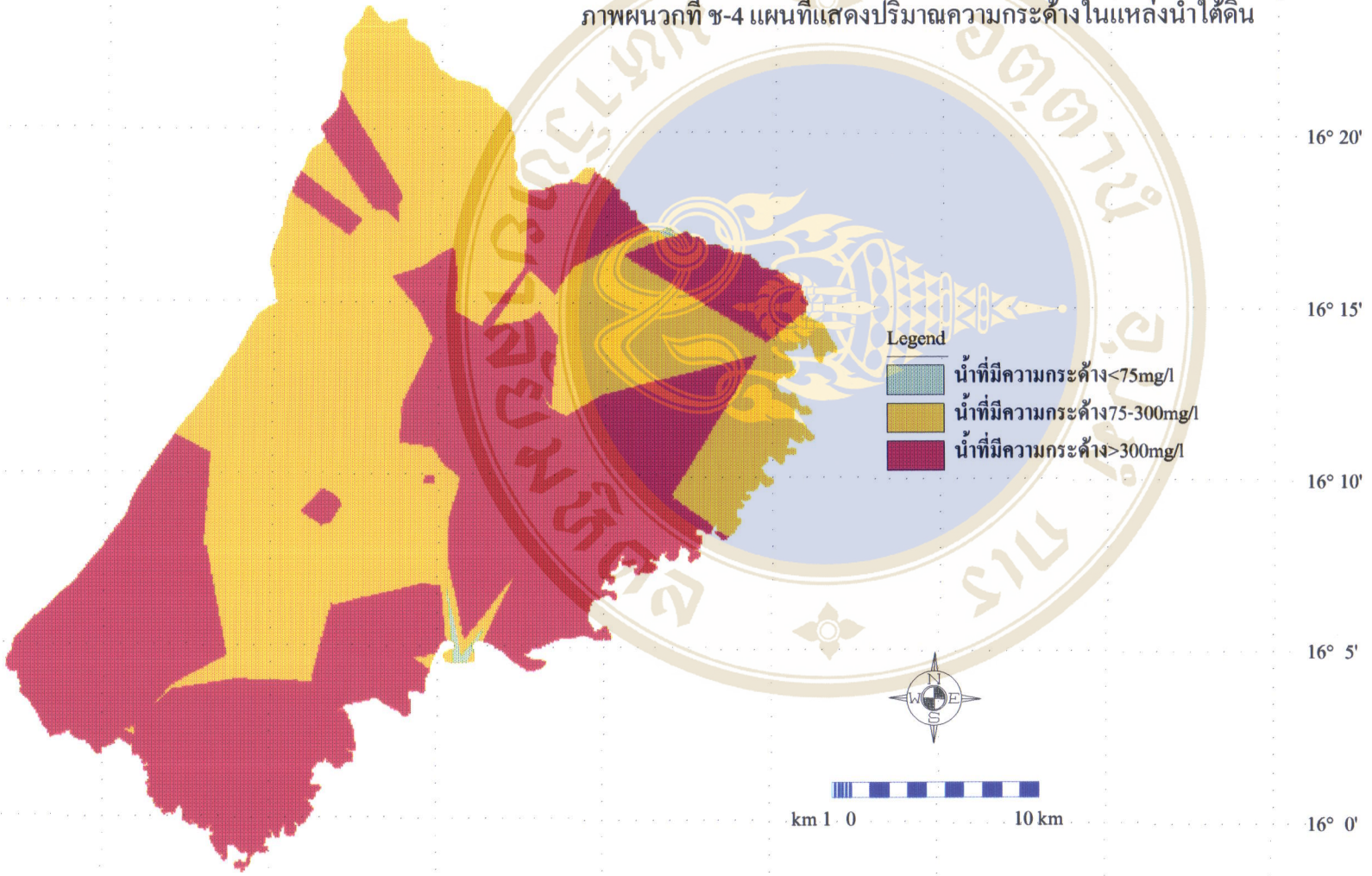


Copyright by Mahidol University

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-4 แผนที่แสดงปริมาณความกระด้างในแหล่งน้ำใต้ดิน

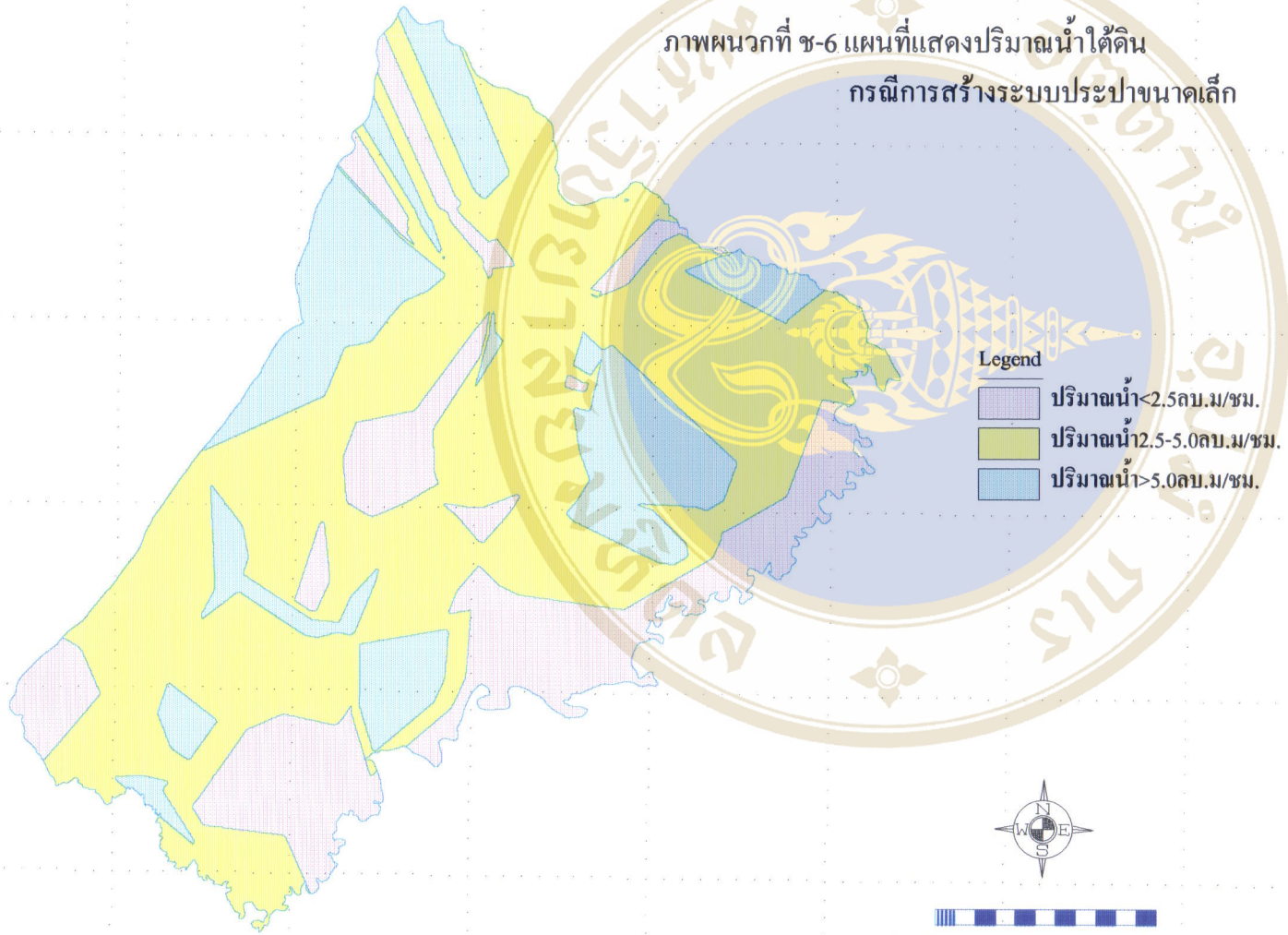


Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ข-5 แผนที่แสดงศักยภาพพื้นที่ด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบาดาล

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-6 แผนที่แสดงปริมาณน้ำใต้ดิน
กรณีการสร้างระบบประปาขนาดเล็ก



16° 20'
16° 15'
16° 10'
16° 5'
16° 0'

102° 15' 102° 20' 102° 25' 102° 30' 102° 35' 102° 40' 102° 45' 102° 50' 102° 55'

Copyright by Mahidol University

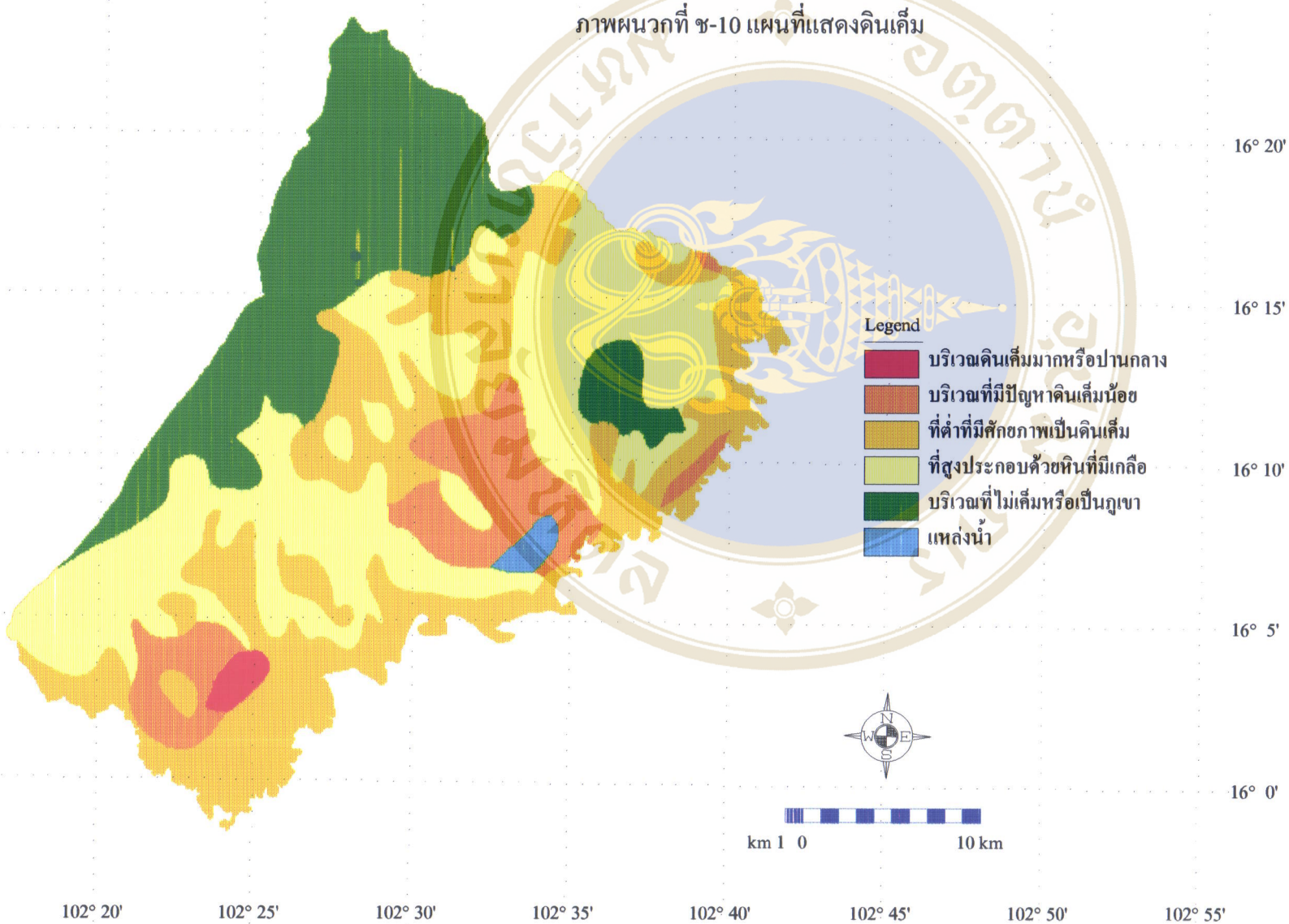
Copyright by Mahidol University

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ข-9 แผนที่อุทกธรณีวิทยา

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-10 แผนที่แสดงดินเค็ม

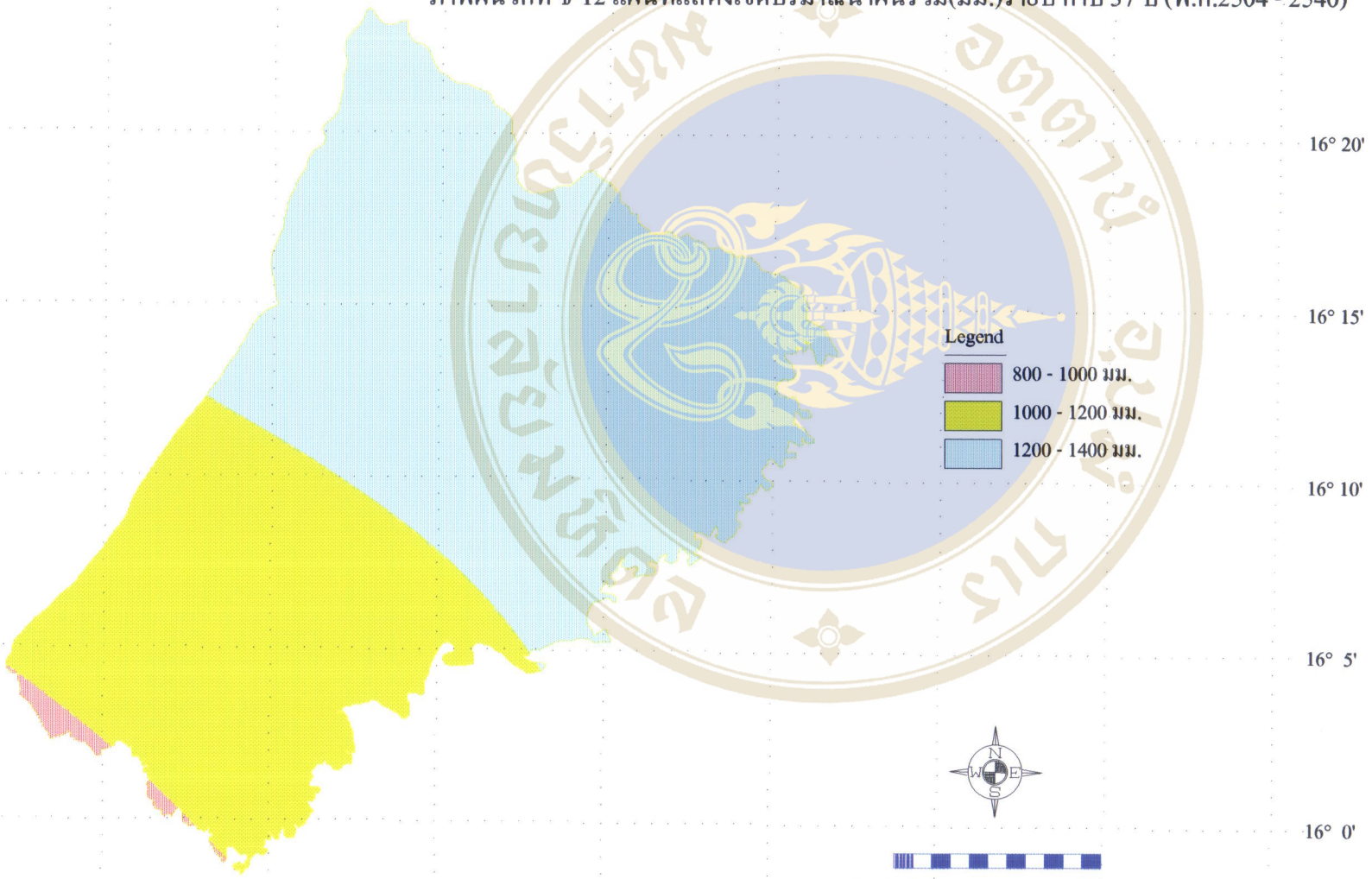


Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ข-11 แผนที่แสดงความลึกของน้ำใต้ดิน

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-12 แผนที่แสดงเขตปริมาณน้ำฝนรวม(มม.)รายปี คาบ 37 ปี (พ.ศ.2504 - 2540)

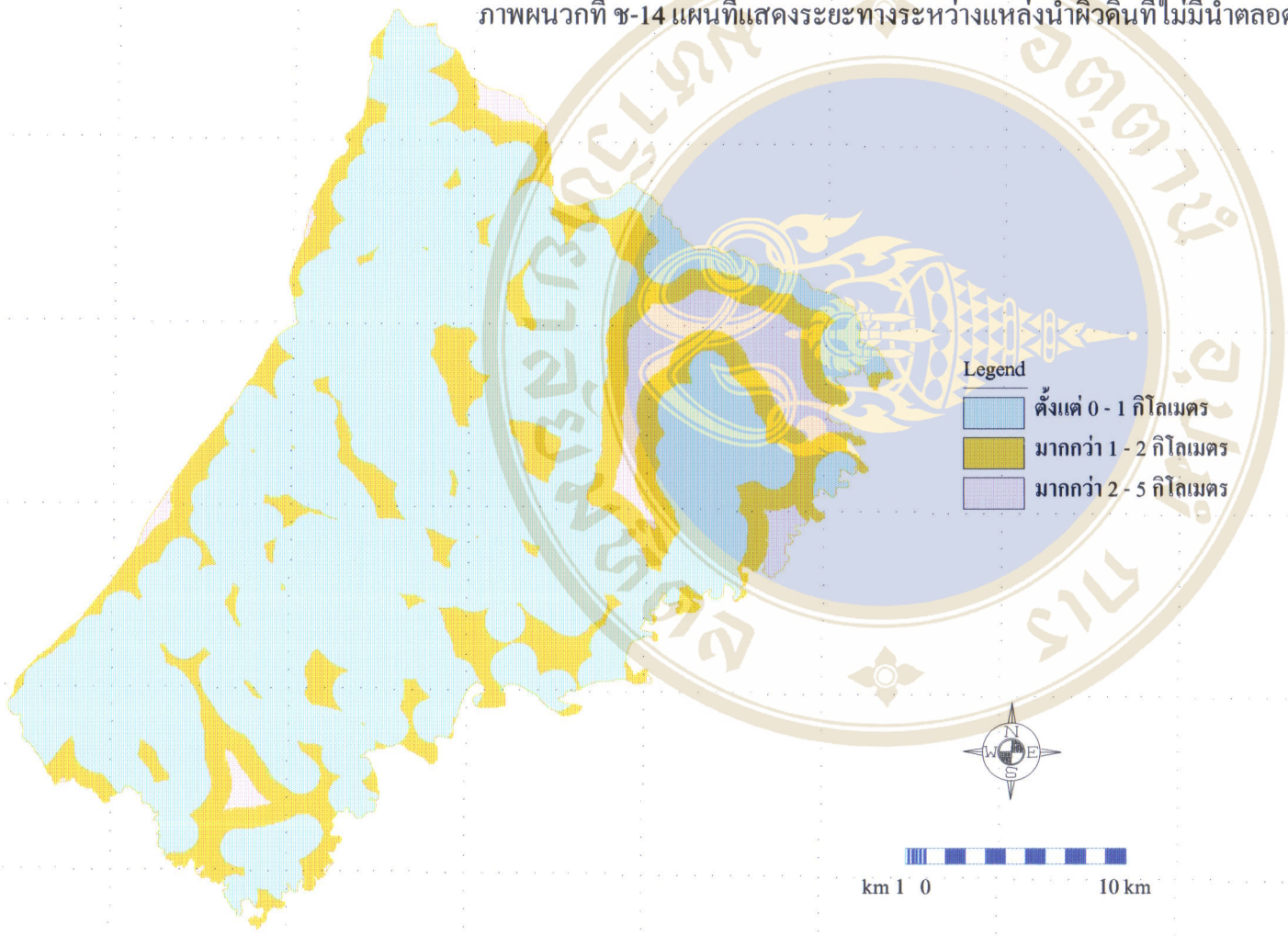


Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ข-13 แผนที่แสดงระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินที่มีน้ำตลอดปีกับชุมชน

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-14 แผนที่แสดงระยะทางระหว่างแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีน้ำตลอดปีกับชุมชน



Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ข-15 แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ช-16 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล

Copyright by Mahidol University

ภาพผนวกที่ ข-17 แผนที่แสดงขอบเขตตำบล

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวรุ่งนภา เมตตาริกานนท์
วัน เดือน ปีเกิด	1 มีนาคม 2510
สถานที่เกิด	จังหวัดยโสธร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2529 - 2532 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สุขภาพ) สาขาวิชาเอกอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2538 - 2542 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ) สาขาวิชาเอกการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อม และทรัพยากร
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6 ขอนแก่น กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ตำแหน่ง : นักวิชาการสิ่งแวดล้อม

Copyright by Mahidol University