



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

ปริญญา

การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

Ground Water Potential Assessment using Geographic Information System
in Mueang District Saraburi Province

نامผู้วิจัย นางสาวสุรางค์ พรประสิทธิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ดำรง ศรีพระราม, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ลลิต์ กาวิตะ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์วิพัทธ์ จินตนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

Ground Water Potential Assessment using Geographic Information System
in Mueang District Saraburi Province

โดย

นางสาวสุรางค์ พรประสิทธิ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

พ.ศ. 2554

สุรางค์ พรประสิทธิ์ 2554: การประเมินศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์ อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดิน
และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน) สาขาการใช้ที่ดินและการจัดการ
ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ดำรง ศรีพระราม, D.Agr. 85 หน้า

การศึกษามีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อศักยภาพน้ำ
บาดาล และประเมินศักยภาพน้ำบาดาล ด้วยการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับศักยภาพ
น้ำบาดาลโดยใช้สมการสหสัมพันธ์แบบพหุคูณ และศึกษาสถานะเศรษฐกิจและสังคมกับการ
จัดการน้ำบาดาลของพื้นที่ย่อย 3 หมู่บ้าน ในอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี โดยใช้โปรแกรม
สารสนเทศภูมิศาสตร์ (Arc GIS) การสัมภาษณ์ครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

ผลจากการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับศักยภาพน้ำบาดาล ได้แก่ การใช้
ประโยชน์ที่ดิน เพอร์เซ็นต์ความลาดชัน ความหนาแน่นของทางน้ำ ปริมาณน้ำฝน ความหนาแน่นของชั้น
หินอุ้มน้ำ และคุณภาพน้ำบาดาล และนำเสนอแผนที่ได้มาสร้างแผนที่แสดงศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้
โปรแกรม Arc GIS พบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพสูง มีขนาดพื้นที่ 48.3 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีศักยภาพ
ปานกลาง มีขนาดพื้นที่ 103.9 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำ มีขนาดพื้นที่ 28.5 ตาราง
กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 26.7, 57.5 และ 15.8 ตามลำดับ และลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมบาง
ประการของครัวเรือนในแต่ละระดับศักยภาพน้ำบาดาลมีการกระจายของข้อมูลความแตกต่างกัน
ในแต่ละระดับศักยภาพ โดยพบว่า ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีการกระจายของข้อมูลที่
แตกต่างกัน ประกอบด้วย การประกอบอาชีพหลัก อาชีพรอง รายได้รวมของครัวเรือน รายจ่าย
รวมของครัวเรือน ปริมาณผลผลิตจากการปลูกข้าว ราคาผลผลิตจากการปลูกข้าว และปริมาณ
การใช้น้ำของครัวเรือน โดยครัวเรือนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า แนวทางการจัดการน้ำบาดาลที่มีความ
จำเป็นและเหมาะสมในการดำเนินการในพื้นที่ศึกษา คือ การส่งเสริมการใช้น้ำจากแหล่งอื่นร่วมกับการ
ใช้น้ำบาดาล รองลงมาคือ โครงการการรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัด และการเผยแพร่
ประชาสัมพันธ์ที่มีความเหมาะสม คือ โทรทัศน์ รองลงมาคือ วิทยุกระจายเสียงท้องถิ่น ครัวจะ
สามารถรับรู้รับทราบข่าวสารและแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่เหมาะสม

Surang Phornprasit 2011: Ground Water Potential Assessment using Geographic Information System in Mueang District Saraburi Province. Master of Science (Sustainable Land Use and Natural Resource Management), Major Field: Sustainable Land Use and Natural Resource Management, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Mr. Damrong Sripam, D.Agr. 85 pages.

The purpose of this research was to study and collect information in the area factors which affected the potential ground water and assessment by using the multiple correlation equation analyzed. Secondly, study in economic and social conditions which was related to ground water administration of three villages' sub area in Muang district, Saraburi by using Arc GIS along with households' interview.

The research result is showed that land use, percent of slope, drainage density, rainfall, aquifer thickness and groundwater quality are the factors which related to ground water potential. While the equation is brought to create the potential ground water map by using Arc GIS program, are found that high potential area is 48.3 square kilometers (26.7%), moderate potential area is 103.9 square kilometers (57.5%) and low potential area is 28.5 square kilometers (15.8%). In difference level of groundwater potential areas have different dispersion of some economy and social characteristics in each household, which comprise with the principle occupation, paragon, household income, household expenditure, yield of growing rice, rice yields' price and household water consumption level. Mostly households have opinion that the suitable ways for managing ground water are; promote to using the other water sources along with ground water and operate water saving campaigns. Television and local radio are the best channel distribution in public relation which the household can approach on ground water resource information and management way by appropriately.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

___ / ___ / ___

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ดำรง ศรีพระราม ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ลิลลี่ กาวิฑีระ กรรมการสาขาวิชาเอก และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาและตรวจแก้วิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆและพี่ๆ และที่ให้ความช่วยเหลือข้อมูลต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

และสุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จตามเป้าหมาย

สุรางค์ พรประสิทธิ์

เมษายน 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	32
อุปกรณ์และวิธีการ	32
อุปกรณ์	32
วิธีการศึกษา	33
ผลและวิจารณ์	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	70
สรุป	70
ข้อเสนอแนะ	71
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	72
ภาคผนวก	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ประเภทลักษณะธรณีวิทยาในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี	26
2	ค่าปัจจัยของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลศักยภาพน้ำบาดาล บริเวณอำเภอเมืองสระบุรี	38
3	กำหนดค่าความพรุนของลำดับชั้นของหน่วยดิน บริเวณอำเภอเมืองสระบุรี	39
4	กำหนดค่าความพรุนของลำดับชั้นของหน่วยหิน บริเวณอำเภอเมืองสระบุรี	41
5	ความหนาของชั้นอุ้มน้ำในอำเภอเมืองสระบุรี	42
6	ความหนาแน่นของทางน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของอำเภอสระบุรี	45
7	ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของอำเภอสระบุรี	47
8	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่พบน้ำบาดาลบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี	49
9	ขนาดพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลที่ได้จากการศึกษา	52
10	จำนวนสมาชิกในครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	54
11	ระดับการศึกษาสูงสุดในครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	55
12	การประกอบอาชีพหลักและอาชีพรองของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา	57
13	รายได้ของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	59
14	รายจ่ายของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	60
15	หนี้สินของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	61
16	ขนาดการถือครองที่ดินของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	62
17	ปริมาณผลผลิตจากการทำนาข้าวของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	64
18	ราคาผลผลิตจากการทำนาข้าวของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย	65
19	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา	66
20	แนวทางการจัดการน้ำบาดาลที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในการดำเนินการ ในพื้นที่ศึกษา	67
21	การดำเนินการตามแนวทางการจัดการน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ	78
2	ผลการศึกษาสหสัมพันธ์แบบพหุคูณของปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล	78
3	ตารางเปรียบเทียบผลการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลจากแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาลที่สร้างขึ้น	79

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงตำแหน่งที่ตั้งพื้นที่ศึกษา	24
2	ลักษณะภูมิประเทศแบบเขาลูกโดดในเขตอำเภอเมืองสระบุรี	25
3	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	27
4	ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2551 ของอำเภอเมืองสระบุรี	28
5	แหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี	29
6	ประเภทชั้นหินอุ้มน้ำในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี	37
7	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	37
8	ลักษณะทางปฐพีวิทยาบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี	39
9	ลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี	40
10	ชั้นหินอุ้มน้ำบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี	43
11	ลักษณะความลาดชันของพื้นที่ศึกษา	44
12	ลุ่มน้ำย่อยในอำเภอเมืองสระบุรี (จากการกำหนดโดยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์)	46
13	โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาในอำเภอเมืองสระบุรี	47
14	การกระจายของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา	48
15	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของอำเภอเมืองสระบุรี	50
16	ศักยภาพน้ำบาดาลของอำเภอเมืองสระบุรี	52
17	ตำแหน่งบ่อบาดาลที่ตรวจสอบศักยภาพน้ำบาดาลที่ได้จากการศึกษา	53

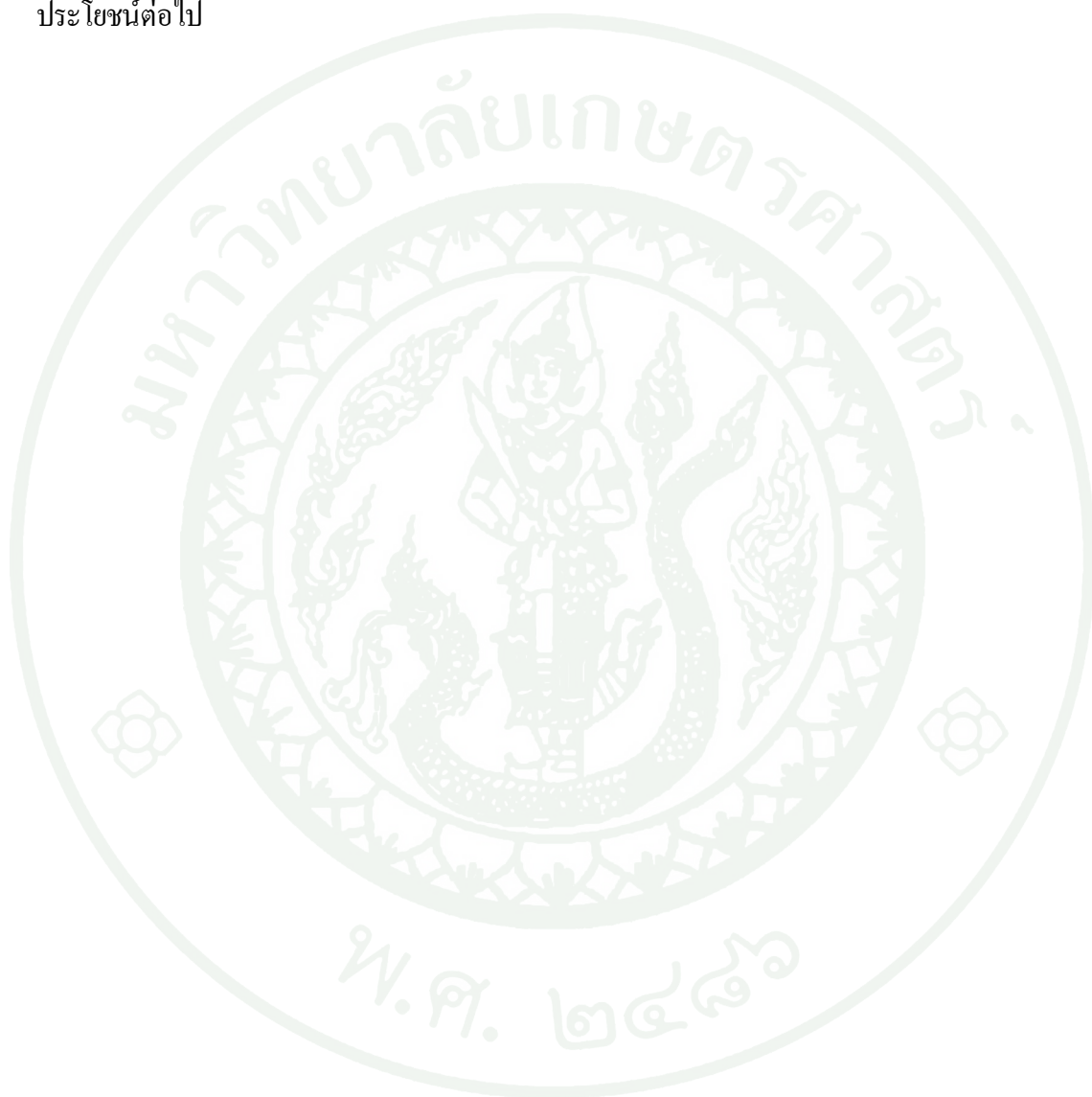
การประเมินศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

Ground Water Potential Assessment using Geographic Information System in Mueang District Saraburi Province

คำนำ

น้ำ เป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในการนำมาใช้เป็นปัจจัยการผลิตทั้งในภาคเกษตรและอุตสาหกรรม (สถาบันพัฒนาการชลประทาน, 2549) ซึ่งปัจจุบันความต้องการใช้ประโยชน์มีอยู่ 67,232 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่ในขณะที่ปริมาณน้ำที่ใช้ได้มีเพียง 49,500 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในการใช้ประโยชน์ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำในหลายพื้นที่ นอกจากนี้แหล่งน้ำตามธรรมชาติที่ได้จากน้ำฝนตามฤดูกาลปกติแล้ว ในการแก้ปัญหาขาดแคลนน้ำ ผู้ใช้น้ำจึงหันมาพึ่งแหล่งน้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำต้นทุนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อตอบสนองความต้องการใช้น้ำเพื่อการผลิตในทุกภาคส่วน แต่การนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ต้องมีการลงทุนทั้งระบบ ตั้งแต่สำรวจจนกระทั่งนำน้ำมาใช้ ต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจะอย่างไรให้สามารถกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมสำหรับกำหนดตำแหน่งเจาะบ่อบาดาลได้อย่างถูกต้องเพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งในอดีตการสำรวจเพื่อกำหนดเจาะบ่อบาดาลนั้น ต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานประกอบกับประสบการณ์ในการตัดสินใจเพื่อเสนอแนะความเป็นไปได้ของพื้นที่สำหรับเจาะบ่อบาดาล ซึ่งกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (2531) ได้มีการสำรวจและจัดทำแผนที่น้ำบาดาลไว้ในลักษณะของแผนที่น้ำบาดาลรายจังหวัด มาตราส่วน 1: 100,000 เพื่อใช้เป็นแผนที่พื้นฐานในการกำหนดตำแหน่งเจาะบ่อบาดาลซึ่งเป็นการศึกษาในภาพรวม โดยพิจารณาจากปัจจัยหลัก 4 ชนิด ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี อัตราการซึมสู่ชั้นน้ำบาดาล ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลและค่าการกักเก็บน้ำจำเพาะ และปัจจัยเชิงคุณภาพ คือ ปริมาณของแข็งละลาย ซึ่งยังไม่มี การประเมินศักยภาพน้ำบาดาลจากความสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละตัวที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำบาดาลและ โอกาสที่จะพบเจอน้ำบาดาลที่แตกต่าง

ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในความแม่นยำของการสำรวจ หนควการขุดเจาะแหล่งน้ำบาดาลจึงจำเป็นต้องใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องหลายๆด้านเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการสำรวจการขุดเจาะแหล่งน้ำบาดาลเพื่อให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ได้แหล่งน้ำที่มีปริมาณและคุณภาพคุ้มค่ากับการลงทุนในการเลือกแหล่งน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ต่อไป



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี
2. เพื่อประเมินศักยภาพน้ำบาดาล บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี
3. เพื่อศึกษาสถานะเศรษฐกิจและสังคมกับการจัดการน้ำบาดาลของพื้นที่ย่อย 3 หมู่บ้านใน อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล เช่น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา เส้นชั้นความสูง แหล่งน้ำผิวดิน ชั้นหินอุ้มน้ำ โครงสร้างเชิงเส้น และปริมาณน้ำฝน เพื่อประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

การตรวจเอกสาร

น้ำบาดาลและการเกิดน้ำบาดาล

พระราชบัญญัติน้ำบาดาล (2520) ได้ให้ความหมายของน้ำบาดาลว่า น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดินกรวด ทรายหรือหิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนดโดยมีประกาศในราชกิจจานุเบกษาแต่จะกำหนดความลึกน้อยกว่าสิบเมตรมิได้ ส่วนกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (2531) ได้ให้ความหมายไว้ว่า น้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในดินและในหินใต้ดิน โดยแทรกอยู่ในช่องว่างของชั้นดินและรอยแตกหรือโพรงของชั้นหินต่างๆ หรือความหมายของน้ำบาดาลได้ถูกกำหนดเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับงานด้านวิชาการทางด้านอุทกธรณีวิทยาและกฎหมาย นัยของความหมายน้ำบาดาลทางด้านวิชาการหมายถึง น้ำใต้ดินส่วนที่อยู่ในเขตอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated zone) ซึ่งสามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการขุดหรือเจาะบ่อน้ำบาดาล โดยปริมาณคุณภาพความลึกตลอดจนคุณสมบัติอื่นๆ ของน้ำบาดาลในแต่ละแหล่งที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอุทกธรณีวิทยาของแต่ละท้องที่

เจริญ (2540) กล่าวไว้ว่าแหล่งน้ำธรรมชาติ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ น้ำฟ้า (atmospheric water) น้ำผิวดิน (surface water) และน้ำใต้ดิน (subsurface water) น้ำฟ้า หมายถึง น้ำที่อยู่ในบรรยากาศหรืออยู่สูงกว่าระดับผิวดินขึ้นไปประกอบด้วยน้ำที่มีสถานะเป็นไอ เช่น หมอกเมฆ น้ำที่อยู่ในสถานะเป็นของเหลว เช่น ฝน น้ำค้าง และน้ำที่อยู่ในสถานะเป็นของแข็ง เช่น ลูกเห็บ หิมะ น้ำฟ้าเหล่านี้เมื่อตกลงบนพื้นโลก ก็ไหลไปตาม แม่น้ำ ลำคลอง หรือเก็บอยู่ในหนอง บึงทะเลสาบถือเป็นน้ำผิวดินบางส่วนไหลลงทะเลมหาสมุทร และบางส่วนซึมลงไปได้ดินถูกกักเก็บไว้ในดินและหินเป็นน้ำผิวดิน น้ำที่ซึมลงในดินนั้นส่วนหนึ่งแทรกอยู่ในช่องว่างของตะกอนดินและทราย ในระดับลึกที่รากไม้หยั่งถึงได้ น้ำชนิดนี้มีประโยชน์โดยตรงสำหรับเกษตรกรรม และการยังชีพของพืชเรียกว่าน้ำใต้ดิน (soil water) ซึ่งอาจแห้งหายไปเมื่อไม่มีฝนตก หรืออาจถูกแดดเผาให้ระเหยเป็นไอ ซึ่งพบได้จากบ่อขุดในบ้านเรือนชนบทที่มีน้ำในฤดูฝนและแห้งในฤดูแล้ง น้ำส่วนที่เหลือจากการซึมซับเป็นน้ำใต้ดินไหลซึมลึกลงตามแรงดึงดูดของโลกไปเก็บอยู่ในช่องว่าง (void space) ของตะกอนดินร่วน ชั้นหินหรือเนื้อหิน จนกระทั่งอิ่มตัวด้วยน้ำ น้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในลักษณะดังกล่าวเรียกว่า น้ำบาดาล (ground water) น้ำทั้ง 3 ประเภทนี้มีส่วนสัมพันธ์กันเป็นวงจร โดยเปลี่ยนสถานภาพจากประเภทหนึ่งไปยังอีกประเภทหนึ่งตลอดเวลา เช่น น้ำบาดาลส่วนหนึ่งพืชดูดซึมไปใช้ในการสร้างความเจริญเติบโตของลำต้น แล้วคายน้ำทางใบเป็นไอน้ำในอากาศ น้ำบาดาลอีก

ส่วนหนึ่งหลังจากถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์จากบ่อบาดระเหยกลายเป็นไอ อีกส่วนหนึ่งไหลอยู่ใต้ดินตามความลาดชันของหินเนื้อแน่นน้ำซึมไม่ได้ไปสู่ทะเล มหาสมุทร แล้วระเหยกลายเป็นไอเช่นกัน ทำให้บรรยากาศมีการอิ่มตัว ด้วยไอน้ำ จึงเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำฟ้ากลั่นตัวตกลงมาเป็นฝน ทำให้เกิดน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินเข้าสู่วงจรตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีการเกิดน้ำบาดาลตลอดเวลาหากมีฝนตก ทำให้มีการไหลซึมทดแทนในแหล่งน้ำบาดาล น้ำบาดาลกำเนิดมาจาก 3 แหล่งคือ น้ำจากชั้นบรรยากาศ น้ำที่กักเก็บในช่องว่างของหินพร้อมการกำเนิดของหินและน้ำที่เกิดจากการเย็นตัวของหินหลอมเหลว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. น้ำจากบรรยากาศ (meteoric water) ได้แก่ น้ำฝน หิมะ และลูกเห็บ เป็นต้น อุทกวัฏจักรซึ่งเป็นผลของขบวนการระเหย ฝนตกและการซึมของน้ำ น้ำเหล่านี้จะเพิ่มเติมเข้าไปสู่หินที่มีรูพรุนและรอยแตกโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

2. น้ำที่เกิดพร้อมกับการกำเนิดของหิน (connate water) เกิดขึ้นและกักเก็บในขณะที่แร่ต่างๆเกิดการตกตะกอนและแข็งตัวกลายเป็นหิน น้ำจะกักเก็บและแทรกตัวอยู่ตามรูพรุนและช่องว่างในเนื้อของหิน ในรูปแบบต่างๆกัน

3. น้ำที่เกิดจากการเย็นตัวของหินหลอมเหลว (juvenile water) ในขณะที่หินอัคนีเกิดการเย็นตัวลง ไอน้ำต่างๆ จะกลายเป็นน้ำในขณะที่แร่ต่างๆ เกิดการตกผลึกน้ำเหล่านี้จะแทรกตัวในช่องว่างในหินหรือในบางแห่งไอน้ำร้อนจากภายในโลกจะพุ่งหรือดันขึ้นมาบนผิวดินในลักษณะของน้ำพุร้อนหรือไอน้ำ

หน่วยหินทางอุทกธรณี (Hydrogeologic units)

วจี และ สมชัย (2541) ได้จัดแบ่งหน่วยหินต่าง ๆ ที่พบในประเทศตามคุณสมบัติทางอุทกธรณีออกเป็น 13 หน่วย ดังนี้

1. ตะกอนน้ำพา (Alluvial deposits) ประกอบด้วยดินเหนียว ทราย กรวดและเศษหินที่พัดพามาสะสมโดยน้ำจากแม่น้ำลำธาร ตะกอนน้ำพาเป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลที่ดีที่สุด โดยในแต่ละแห่งหรือพื้นที่ที่จะมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำบาดาลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการตกตะกอนและช่วงอายุหรือยุคของการตกตะกอน

2. ตะกอนชายหาด (Beach-sand deposits) ในบริเวณพื้นที่ราบริมฝั่งทะเล (Coastal plain) ของภาคตะวันออกและภาคใต้ด้านอ่าวไทย มีแหล่งหินร่วนที่เกิดจากการสะสมตัวของกระแสน้ำและกระแสน้ำทะเล น้ำบาดาลในบริเวณที่ราบริมฝั่งทะเลดังกล่าว นับว่าเป็นแหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคใต้ ความหนาของชั้นทรายชายหาดดังกล่าวแตกต่างกันไป บางแห่งอาจพบหินร่วนหนามากกว่า 10 เมตร ชั้นทรายในบริเวณพื้นที่ราบริมฝั่งทะเลนี้ คุณภาพน้ำบาดาลมีตั้งแต่จัด กร่อย และเค็ม

3. ตะกอนเชิงเขา (Colluvial deposits) เป็นชั้นตะกอนที่สะสมตัวบริเวณเชิงเขาหรือหุบเขาแคบๆ เกิดจากการพังทลายของหินแข็งในพื้นที่และหินร่วน ซึ่งสะสมตัวตามหุบเขาบริเวณแคบๆ หรือตามบริเวณพื้นที่ลาดเอียงเชิงเขา โดยส่วนใหญ่จะก่อตัวเป็นเนินเขาเตี้ยๆ ที่มีลักษณะภูมิประเทศสูงๆ ต่ำๆ ในลักษณะ รอยคลื่น (Rolling hill) จากการพังทลายจากภูเขาสูงลงสู่หุบเขาหรือพื้นที่ลาดเอียงเชิงเขาอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่มีการกัดเซาะของตะกอน จึงมีสภาพการตกตะกอนแบบคลุกเคล้ากันระหว่างดินเหนียวและเศษหินเหลี่ยม ทำให้มีความพรุนน้อยและกักเก็บน้ำบาดาลได้น้อย ซึ่งจะเป็นชั้นหินอุ้มน้ำประเภทให้น้ำน้อยหรือศักยภาพต่ำ

4. ตะกอนตะพักลำน้ำใหม่ (Younger terrace deposits) ประกอบด้วยตะกอนกรวดทรายและดินเหนียว ตะกอนส่วนใหญ่จะประกอบด้วยดินเหนียวและทรายละเอียด โดยมีชั้นกรวดทรายแทรกเป็นชั้นบาง ๆ พบมากในพื้นที่แอ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นชั้นหินอุ้มน้ำเฉพาะแห่งที่มีศักยภาพต่ำ

5. ตะกอนตะพักลำน้ำเก่า (Older terrace deposits) ประกอบด้วยตะกอนในยุคเก่า คือ โพลสโตซีนถึงเทอร์เชียรีตอนบน ซึ่งมักจะโผล่ให้เห็นเป็นเนินเขาเตี้ย ๆ สลับอยู่กับหุบเขาในลักษณะรอยคลื่นหรืออาจจะตัวตามบริเวณพื้นที่ลาดเอียงเชิงเขา ตะกอนประกอบด้วยชั้นของกรวดทรายและดินเหนียวเกิดสลับกันเป็นชั้นหนา และในบริเวณใจกลางแอ่งจะมีความหนามาก ชั้นหินอุ้มน้ำกลุ่มดังกล่าวนี้ถือว่าเป็นชั้นหินอุ้มน้ำในหินร่วนที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะมีคุณสมบัติในการให้น้ำสูง ถือได้ว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลที่มีศักยภาพสูง

6. หน่วยหินแม่สอด (Mae Sot unit) ประกอบด้วยตะกอนในยุคเทอร์เชียรี(1.8-65 ล้านปี) ซึ่งจะมีคุณสมบัติทั้งหินร่วนถึงหินแข็ง เช่น ดินมาร์ล หินน้ำมัน ลิกไนต์ หินทราย ชั้นหินอุ้มน้ำในหินกลุ่มนี้ส่วนใหญ่อยู่ในแอ่งเทอร์เชียรี เช่น แอ่งแม่เมาะและแอ่งลิ้ เป็นต้น ซึ่งหินชุดนี้มีศักยภาพน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ

7. หน่วยหินโคราช (Khorat unit) ประกอบด้วยกลุ่มหินโคราชทั้งหมด (Khorat group) มีอายุระหว่างครีเทเชียส-ไทรแอสซิก หินเป็นพวกหินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง และหินกรวดมน น้ำบาดาลจะอยู่ในรอยแตก รอยเลื่อน และช่องว่างระหว่างชั้นหิน คุณสมบัติในการกักเก็บน้ำบาดาลขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของหิน ซึ่งในหลายพื้นที่อาจไม่มีน้ำเลย ขึ้นอยู่กับขนาดและความต่อเนื่องของช่องว่างในหิน ชั้นน้ำบาดาลในหินหน่วยนี้จัดว่าเป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่มีศักยภาพต่ำ

8. หน่วยหินลำปาง (Lampang unit) เป็นกลุ่มหินยุคไทรแอสซิกที่เกิดในสภาพแวดล้อมทะเล (Marine origin) ประกอบด้วย ดินเหนียว ดินทราย หินปูน หินเถ้าภูเขาไฟและหินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ น้ำบาดาลจะกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยเลื่อน และรอยต่อของชั้นหินต่างชนิดกันในภาพรวมจัดเป็นหน่วยหินที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ

9. หน่วยหินปูน (Limestone/Carbonate unit) ประกอบด้วยหินปูน ชุตราบุรี (Ratburi group) ในยุคเพอร์เมียน หินปูนชุดทุ่งสง (Thung Song group) ในยุค ออร์โดวิเซียน และหินปูนชุดลำปาง (Lampang group) หินปูนที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลได้มากที่สุด ซึ่งจะประกอบด้วย โพรงและถ้ำที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นบางแห่งมีรอยแตก รอยเลื่อนตัดผ่านทำให้มีลักษณะโครงสร้างที่เหมาะสมในการเป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลได้ดียิ่งขึ้น บางแห่งระดับน้ำบาดาลตัดกับระดับผิวดินเกิดเป็นน้ำพุมากมายที่มีขนาดใหญ่ แต่เป็นถ้ำที่อยู่ตื้นหรืออยู่เหนือระดับน้ำบาดาล ลักษณะเป็นชั้น ๆ วางตัวสลับกับชั้นหินดินดาน หรือหินทราย และเชิร์ต มีโพรงน้อย จึงไม่เป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่ดี

10. หน่วยหินชั้นกึ่งหินแปร (Metasediment unit) ประกอบด้วยกลุ่มหินชั้นกึ่งหินแปรอายุเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส ซึ่งมีหินทรายควอร์ต หินทรายเฟลสปาร์ หินดินดานกึ่งหินฟิลไลต์และกึ่งหินชนวน และหินเกรย์เวก น้ำบาดาลจะอยู่ในรอยแตก รอยเลื่อน และรอยต่อระหว่างชั้นหิน ปริมาณน้ำบาดาลจัดอยู่ในกลุ่มชั้นหินที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ

11. หน่วยหินแปร (Metamorphic unit) ประกอบด้วยกลุ่มหินแปรยุคออร์โดวิเซียน แคมเบรียนถึงก่อนแคมเบรียน หินแปรส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินชนวน ฟิลไลต์ ควอร์ตไซต์ ซีสต์ และไนส์ ลักษณะของหินส่วนใหญ่จะมีการโค้งงอ มีรอยแตกเกิดขึ้นมากมายแต่รอยแตกต่าง ๆ มักจะไม่ค่อยต่อเนื่องเป็นแนวยาว เป็นสาเหตุให้การกักเก็บน้ำบาดาลไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ในหลาย ๆ พื้นที่ ไม่พบแหล่งน้ำบาดาล

12. หน่วยหินภูเขาไฟ (Volcanic unit) ประกอบด้วยหินภูเขาไฟประเภทแอนดีไซต์ ไรโอไลต์ แก้วภูเขาไฟ กรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ และบะซอลต์ น้ำบาดาลจะพบเฉพาะในหินที่มีรอยแตก รอยแยก ที่มีขนาดใหญ่และต่อเนื่องเป็นแนวยาวเท่านั้น ในบริเวณที่ไม่มีรอยแตกจะไม่พบน้ำบาดาลเลย

13. หน่วยหินแกรนิต (Granitic unit) ประกอบด้วย หินแกรนิตแกรโนไดออไรต์ ไดออไรต์ และแกรนิต ในสื่อน้ำบาดาลจะอยู่ในชั้นหินและรอยแตกรอยแยกส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้ำน้อย เพราะรอยแตกไม่ค่อยต่อเนื่อง หน่วยหินแปร หน่วยหินภูเขาไฟ และหน่วยหินแกรนิต จัดอยู่ในกลุ่มชั้นหินที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ

ชนิดของหินอุ้มน้ำ

เกรียงศักดิ์ (2542) กำหนดว่าหินอุ้มน้ำโดยทั่วไปมี 2 ชนิดใหญ่ๆคือ หินร่วนและหินแข็ง หินร่วนซึ่งได้แก่ กรวดทรายตามลำน้ำ กรวดทรายในทุ่งราบ กรวดทรายในหุบเขา กรวดทรายในที่ราบสูงเชิงเขา และกรวดทรายริมทะเล ส่วนหินแข็ง ได้แก่ หินทราย หินกรวดมน หินดินดาน หินปูน หินควอร์ตไซต์ หินแกรนิต และหินบะซอลต์

1. หินร่วน หมายถึง หินหลายประเภทที่ประกอบด้วยตะกอนต่างๆที่รวมตัวกันแต่ยังไม่แข็งตัว เช่น กรวด ทราย ดินเหนียว โคลนตม และเศษหินที่สะสมตัวตามแอ่งทุ่งราบ หุบเขา ริมแม่น้ำและริมทะเล หินร่วนดังกล่าวนี้เป็นที่กักเก็บน้ำบาดาลได้ดี พอจะแยกตามลักษณะที่ปรากฏตามธรรมชาติได้ 5 แบบ คือ

1.1 กรวดทรายตามแม่น้ำประกอบด้วยกรวดทรายรองรับท้องน้ำ กรวดทรายประเภทนี้ถูกกระแสน้ำพัดพาและคัดแยกขนาดและเรียงตัวกันอย่างดี ซึ่งมีคุณสมบัติกักเก็บได้ มีความพรุนและความซึบซาบสูง หินอุ้มน้ำชนิดนี้นับได้ว่าเป็นหินอุ้มน้ำที่ดีที่สุดที่ให้ปริมาณน้ำมาก

1.2 กรวดทรายในทุ่งราบ มีคุณสมบัติไม่แน่นอนปกคลุมบริเวณกว้างมีความหนามาก จะพบเป็นหย่อมๆในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่ดี

1.3 กรวดทรายในหุบเขา เกิดจากการผุพังทับถมของเศษหินจากภูเขา ปริมาณน้ำที่กักเก็บขึ้นอยู่กับขนาดและการจัดเรียงตัวของเม็ดกรวดทราย

1.4 กรวดทรายในที่ราบสูงเชิงเขา ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ราบชันบันไดที่แสดงขอบเขตของกลุ่มน้ำหลายยุคเก่าๆ และถูกกัดกร่อนโดยแม่น้ำ ปัจจุบันที่ราบเหล่านี้รองรับด้วยกรวดทรายหยาบและมีดินเหนียวแทรกอยู่ทั่วไปทำให้ความพรุนน้อยและมีความหนาไม่มากนัก ระดับน้ำบาดาลอยู่ลึก

1.5 กรวดทรายริมทะเล แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กรวดทรายที่พัดพาและสะสมตัวโดยแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล และกรวดทรายที่พัดพาและสะสมตัวโดยคลื่นจากทะเล ซึ่งมีคุณสมบัติกักเก็บได้ มีความพรุนและความซึมซาบสูง หินอุ้มน้ำชนิดนี้นับได้ว่าเป็นหินอุ้มน้ำที่ดีให้ปริมาณน้ำมาก

2. หินแข็ง หมายถึง หินที่ประกอบไปด้วยแร่ธาตุต่างๆรวมตัวกันแน่นลักษณะการกักเก็บของน้ำจะอยู่ในช่องว่างหรือรูพรุนระหว่างเม็ดแร่และในรอยแตกของหิน มีหินหลายชนิดสามารถกักเก็บน้ำได้ดี ดังนี้

2.1 หินทราย เกิดจากเม็ดทรายถูกน้ำประสานมาเกาะให้เม็ดติดต่อกันเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะการประสานของเนื้อหินจะเป็นตัวบ่งบอกว่าหินทรายจะกักเก็บให้น้ำมากน้อยเพียงใด หินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมักมีความพรุนและความซึมซาบค่อนข้างต่ำ น้ำบาดาลมักจะกักเก็บในรอยแตกและรอยร้าวของหิน

2.2 หินกรวดมน เกิดจากเม็ดทรายและเม็ดตะกอนประสานเข้าไว้ด้วยกัน โดยปกติจะมีเม็ดทรายหรือเศษหินแทรกตามช่องว่าง ฉะนั้นในเนื้อหินแท้ๆมักจะไม่มีน้ำแต่ถ้ารอยแตกร้าวหรือช่องว่างอาจจะมีน้ำบาดาลกักเก็บได้

2.3 หินดินดาน เป็นหินที่มีความพรุนสูง แต่มีรูพรุนขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ไม่ยอมให้น้ำไหลผ่าน ปกติมักจะเป็นหินก้นน้ำ แต่น้ำบาดาลในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะพบในชั้นหินอุ้มน้ำที่เป็นหินดินดานเป็นส่วนใหญ่ที่เป็นเช่นนี้เพราะหินดินดานส่วนใหญ่มีความแข็งและเปราะจึงมีรอยแตกมากพอที่จะกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มาก

2.4 หินปูน สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มาก โพร่งเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดจากหินถูกปฏิกิริยาทางเคมีจนเนื้อหินบางส่วนเปื่อยและถูกน้ำชะล้างออกไปจนมีลักษณะเป็นช่องว่างขนาดเล็กๆ ไปจนถึงถ้ำหรืออุโมงค์ขนาดใหญ่ หินปูนจัดได้ว่าเป็นชั้นหินอุ้มน้ำได้ดี แต่มักพบว่าคุณภาพน้ำไม่ดี เพราะน้ำที่ได้เป็นน้ำกระด้าง

2.5 หินชนวนและหินแปรอื่นๆ เช่น หินฟิลไลต์และหินชีสต์มีลักษณะการกักเก็บคล้ายกัน มีลักษณะเป็นแผ่นบางและถูกอัดให้ไ้แข็งอเนนหนา ช่องว่างระหว่างแผ่นมีน้อยรอยแตกผ่านเนื้อหินไม่ยาวนักมักจะไม่ค่อยกักเก็บน้ำประกอบกับการไ้คงอย่างรุนแรงเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของน้ำ

คุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer properties)

Fetter (2001) กล่าวว่า คุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำ หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณของน้ำที่กักเก็บ หรือปล่อยออกมาจากชั้นหินอุ้มน้ำใด ๆ ที่สำคัญ น้ำบาดาลเป็นน้ำใต้ดินที่กักเก็บอยู่ในช่องว่าง (Interstices) ในหิน มีความแตกต่างกันตามขนาด รูปร่าง ปริมาณ การวางตัว และการติดต่อถึงกันและกันของช่องว่างเหล่านี้ เป็นผลมาจากการบวนการทางธรณีวิทยาต่าง ๆ ในขณะที่เกิดหินนั้นๆ โดยปริมาณของช่องว่างในหิน เรียกว่า ความพรุน คิดได้จากเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมดของหิน ซึ่งความพรุนของหินต่างๆถูกควบคุมโดยปัจจัยและกระบวนการทางธรณีวิทยาหลายอย่างที่สำคัญได้แก่ รูปร่างและการเรียงตัวของเม็ดตะกอน ความดีเลวของการคัดขนาด การเชื่อมประสานช่องว่างในหิน จากการละลายของเนื้อหิน รอยแตกต่าง ๆ เมื่อมีน้ำบาดาลไหลผ่านตามรอยแตก หรือตามแนวระนาบชั้นหิน เนื้อของหินตะกอนเหล่านี้จะค่อยๆ ถูกชะล้างออกไป ทำให้ช่องว่างมีขนาดใหญ่มากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไปจะมีขนาดใหญ่โตมาก ซึ่งน้ำบาดาลสามารถไหลผ่านไปตามช่องว่างเหล่านี้ หินอุ้มน้ำที่เป็นหินประเภทนี้ ในบางกรณีจึงสามารถให้น้ำได้เป็นปริมาณมาก ๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1. ความพรุนของหินตะกอน กระบวนการเกิดของหินตะกอน เริ่มจากการตกสะสมตัวของเม็ดตะกอน น้ำหนักของเม็ดตะกอนที่ทับถมกันมากขึ้น จะทำให้เกิดการอัดแน่น (Compaction) ของเม็ดตะกอน ส่งผลให้ปริมาตรของช่องว่างที่มีอยู่ลดน้อยลง ประกอบกับรูปร่างของเม็ดตะกอนและรูปแบบการเรียงตัวของเม็ดตะกอน ก็อาจจะเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนั้น เมื่อมีสารละลายเข้ามาเชื่อมประสาน ซึ่งอาจเป็นสารละลายแคลไซต์ โดโลไมต์ หรือซิลิกา ก็จะทำให้ความพรุนใน

ตะกอนลดน้อยลงและเมื่อตะกอนเหล่านี้แข็งตัวกลายเป็นหินตะกอน ช่องว่างที่มีอยู่ในเม็ดตะกอนก็จะถูกเก็บรักษาไว้ ต่อมาภายหลัง ถ้าหินทรายนี้เกิดการแตกหัก มีรอยแตกเกิดขึ้น เนื่องมาจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก ก็จะส่งผลให้มีช่องว่างหรือความพรุนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งน้ำบาดาลสามารถเข้าไปกักเก็บอยู่ในหินนั้นได้

2. ความพรุนของหินอัคนีระดับลึกและหินแปร โดยกระบวนการเกิดหินอัคนีระดับลึกและหินแปรเนื้อหินจะประกอบด้วยผลึกของแร่ต่างๆ ที่สอดคล้องกันเป็นเนื้อเดียวกันทำให้เนื้อหินมีลักษณะแน่นสง ผลให้ความพรุนของหินสองประเภทนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมากแต่ อย่างไรก็ตาม กระบวนการทางธรณีที่สำคัญ คือ กระบวนการผุพังและการแตกจะทำความพรุนเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม จำนวนน้ำหนักของหินที่วางทับอยู่ข้างบนกระบวนการทำลาย ซึ่งหมายรวมทั้งกระบวนการทางกายภาพและกระบวนการทางเคมีจะส่งผลให้ความพรุนของหินอัคนีและหินแปรเพิ่มมากขึ้น

3. ความพรุนของหินภูเขาไฟ ถึงแม้ว่าส่วนประกอบทางเคมีของหินภูเขาไฟและหินอัคนีระดับลึกอาจจะเหมือนและคล้ายคลึงกัน เนื่องจากมีต้นกำเนิดมาจากหินหนืดเหมือนกัน แต่เนื่องด้วยกระบวนการเกิดที่หินภูเขาไฟเกิดจากการเย็นตัวของลาวาอย่างรวดเร็ว ให้ความพรุนของหินอัคนี 2 ประเภทนี้แตกต่างกัน ประกอบกับลาวาที่ขึ้นมาและเย็นตัวอย่างรวดเร็วที่ผิวดินทำให้เกิดโครงสร้างหลาย ๆ ลักษณะ ซึ่งส่งผลให้ความพรุนของหินภูเขาไฟมีค่าสูง อาทิ ช่องว่างที่เกิดจากการที่ฟองอากาศหนีออกไป แนวแตกที่เกิดจากการหดตัวของลาวาขณะที่มันเย็นตัว รอยต่อระหว่างชั้นของลาวา หรือแม้กระทั่งกรวดทรายแม่น้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในลาวา ให้ความพรุนของหินภูเขาไฟมีมาก

ธรณีวิทยาน้ำบาดาล (Groundwater geology)

Freeze and Cherry (1979) กล่าวว่าไว้ว่าการกระจายตัวของชั้นหินอุ้มน้ำและขอบเขตของชั้นหินอุ้มน้ำทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ จะมีความสัมพันธ์โดยตรงและถูกควบคุมด้วยลักษณะทางธรณีวิทยาที่สำคัญ 3 ตัว ที่ทำให้ชั้นหินอุ้มน้ำมีสภาพธรณีวิทยาได้ผิวดินการกระจายตัวและขอบเขตแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยลักษณะทางธรณีวิทยาที่สำคัญที่ควบคุมประกอบด้วย ลักษณะชั้นดิน-หิน (lithology), การลำดับชั้นของหน่วยดิน-หิน(strigraphy) และโครงสร้างทางธรณีวิทยา (structure) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นหินอุ้มน้ำประเภทหินแข็งเพราะโครงสร้างทางธรณีวิทยาจะเป็น

ตัวช่วยทางอ้อมที่ทำให้ชั้นหินอุ้มน้ำประเภทหินแข็ง เกิดช่องว่างหรือรอยแตกแยกมากพอที่จะกักเก็บน้ำไว้ได้พอที่จะมีศักยภาพเป็นชั้นหินอุ้มน้ำนอกจากนั้นยังทำให้เกิดความต่อเนื่องของชั้นน้ำทำให้น้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยกสามารถเคลื่อนที่ได้ และยังเป็นตัวนำพาน้ำจากผิวดินไหลซึมหรือเพิ่มเติมลงสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ โดยที่โครงสร้างทางธรณีวิทยาที่สำคัญต่อการทำให้บริเวณนั้นมีศักยภาพที่จะเป็นชั้นหินอุ้มน้ำได้แก่ รอยเลื่อน(fault) รอยแตก (fractures) ชั้นหินโค้งรูปประทุน (anticline) ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย (syncline) ตลอดจนลักษณะของการเอียงเทของชั้นหิน(dip of bedding) และลักษณะของชั้นหิน(bedding) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญและอิทธิพลของโครงสร้างทางธรณีวิทยาในการเป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล ส่วนลักษณะชั้นดิน-หิน และการลำดับชั้นของหน่วยดิน-หิน จะเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินอุ้มน้ำ ขนาดตะกอน ขนาดของรูพรุน ตลอดจนค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านที่มีผลต่อการเกิดและกักเก็บ น้ำบาดาลปริมาณน้ำไว้ได้ทั้งสิ้น

ทวิศศักดิ์ (2546) กล่าวว่า ปริมาณของน้ำบาดาลที่ถูกกักเก็บอยู่ในหิน จะขึ้นอยู่กับช่องว่างที่มีอยู่ในเนื้อหินนั้นๆ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ความพรุนนั่นเอง แต่ปริมาณของน้ำบาดาลที่ถูกกักเก็บไม่ได้เป็นสิ่งที่แสดงถึงปริมาณของน้ำที่เราสามารถสูบน้ำออกมาใช้ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือในสภาวะใดสภาวะหนึ่ง ปัจจัยหรือตัวบ่งชี้ปริมาณของน้ำที่สามารถนำออกมาใช้ที่สำคัญ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ของการซึมได้, สัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ และสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บถือว่าเป็นคุณสมบัติทางชลศาสตร์ (Hydraulic properties) ที่สำคัญ ดังนี้

1. สัมประสิทธิ์ของการซึมได้ หมายถึง อัตราการไหลของน้ำผ่านวัตถุตัวกลางที่มีพื้นที่หน้าตัด หนึ่งหน่วย ซึ่งมีทิศทางการตั้งฉากกับการไหลของน้ำภายใต้ลาดชลศาสตร์(Hydraulic gradient) หนึ่งหน่วย ซึ่งสามัคคี(2545) กล่าวว่า ปัจจัยที่จะมีผลต่ออัตราการซึมผ่านผิวดินประกอบด้วย

- 1.1 คุณสมบัติของดิน ดินต่างชนิดกัน มีผลให้การซึมผ่านผิวดินแตกต่างกัน กล่าวคือดินหยาบ (มีทรายมาก) จะมีอัตราการซึมผ่านได้ดีกว่าดินเนื้อละเอียด (มีดินเนื้อเหนียวมาก)

- 1.2 ปริมาณความชื้นในดิน ซึมได้มากกว่าดินที่เปียก โดยดินที่แห้งน้ำซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นในดิน ได้แก่ 1) คุณสมบัติของดิน สมบัติทางกายภาพของดิน ประกอบด้วย ความพรุนของดิน เนื้อดิน และโครงสร้างของดิน 2) ลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่

โดยพื้นที่สูงจะมีความชื้นต่ำกว่าพื้นที่ต่ำ เนื่องจากน้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ และทิศทางด้านลาด ด้านลาดทิศเหนือ-ใต้ จะมีความชื้นมากกว่า ทิศทางด้านลาด ตะวันออก-ตะวันตก เนื่องจากน้ำและความชื้นที่อยู่ในทิศทางด้านลาด ตะวันออก-ตะวันตก จะมีโอกาสสูญเสียไปจากการระเหยมากกว่า ทิศทางด้านลาดทิศเหนือ-ใต้ 3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพื้นที่ป่าไม้ชนิดที่ต่างกัน จะส่งผลต่อความชื้นในดินต่างกัน เนื่องจากดินมีสิ่งปกคลุมจะสามารถลดการสูญเสียความชื้นจากผิวดิน ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมจะมีการไถพรวน ทำให้หน้าดินถูกเปิดดินที่อยู่ด้านบนจะสูญเสียความชื้นไปจากการระเหย 4) ลักษณะภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ

1.3 ภูมิอากาศ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความเข้มแสง จะมีผลต่อการระเหยน้ำจากผิวดิน การคายน้ำ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งจะส่งผลถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะอุ้มน้ำได้มากในดินโดยพื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุมาก

1.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีผลต่อความหนาแน่นของดินเป็นผลมาจากกิจกรรมต่างๆ เช่น พื้นที่ที่มีการทำการเกษตรปริมาณการซึมน้ำจะมากกว่าพื้นที่ที่มีการเหยียบย่ำโดยคนและพื้นที่เลี้ยงสัตว์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งจะในดินส่งผลกระทบต่อความชื้น

2. สัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ หมายถึง อัตราการไหลของน้ำผ่านชั้นหินอุ้มน้ำที่มีพื้นที่หน้าตัดหนึ่งหน่วยและยาวตลอดความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำภายใต้ความลาดชลศาสตร์หนึ่งหน่วย

3. สัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ หมายถึง ปริมาณของน้ำซึ่งชั้นหินอุ้มน้ำสามารถปล่อยออกมาหรือกักเก็บไว้ในตัวของมันต่อพื้นที่ตัดหนึ่งหน่วย เมื่อระดับน้ำลดหรือเพิ่มหนึ่งหน่วย

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาล (Water table fluctuation)

ทวิศักดิ์ (2546) กล่าวว่า ระดับของน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำเป็นตัวบ่งบอกให้ทราบถึงระดับความดันที่เกิดขึ้นในตัวชั้นหินอุ้มน้ำ ถ้ามีสาเหตุทำให้ความดันของชั้นหินอุ้มน้ำนั้นเปลี่ยนแปลงไปก็จะเป็นผลทำให้ระดับน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำนั้น ๆ เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงความดันของชั้นหินอุ้มน้ำนั้นอาจจะมีสาเหตุหลายอย่าง เช่น การเปลี่ยนแปลงของ

ปริมาณน้ำที่กักเก็บ กล่าวคือ อัตราการสูบน้ำออกมาใช้มากกว่าอัตราที่น้ำเข้าไปเพิ่มเติมชั้นหินอุ้มน้ำ ดังนั้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในชั้นหินอุ้มน้ำกระทำได้โดยสังเกตจากระดับน้ำในบ่อที่เจาะผ่านชั้นหินอุ้มน้ำนั้น ๆ ข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในชั้นหินอุ้มน้ำใด ๆ จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้การวางแผนพัฒนาการนำน้ำบาดาลจากชั้นหินอุ้มน้ำนั้น ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล อาจมีสาเหตุจากหลาย ๆ กรณี ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาและฤดูกาล หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในระดับน้ำที่เกิดขึ้นตามฤดูกาล และส่วนใหญ่จะใช้เวลานานในการเกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ ตัวอย่างเช่น ในแต่ละปีปริมาณฝนตกอาจจะไม่เท่ากัน เช่นปีนี้ฝนตกมากกว่าปกติ ระดับน้ำก็สูงมากกว่าปกติ ปีหน้าอาจจะตกน้อย ระดับน้ำก็ลด ปีถัดไปอาจจะตกน้อยลงอีก ระดับน้ำก็ยิ่งลดลงอีก แต่ปีถัดไปอาจจะตกมากขึ้นตามปกติ ระดับน้ำก็จะค่อยๆ กลับตัวสู่ระดับปกติ ทั้งนี้โดยมีปริมาณหรืออัตราการสูบน้ำออกจากชั้นหินอุ้มน้ำในแต่ละปีเท่าๆ กัน การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในกรณีนี้ เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาและฤดูกาล ในแต่ละปีก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล เช่น ฤดูร้อนระดับน้ำจะต่ำ และฤดูฝนระดับน้ำจะสูงขึ้น เป็นต้น ในกรณีที่เกิดน้ำท่วม ระดับน้ำในทางน้ำจะสูงขึ้นมาก ทำให้น้ำบางส่วนไหลซึมเข้าไปกักเก็บอยู่บริเวณฝั่งของทางน้ำและยาวตลอดทางน้ำ เรียกว่าน้ำที่ซึมไหลเข้าไปกักเก็บที่ฝั่งของทางน้ำนี้ว่า Bank storage ซึ่งจะมีส่วนไหลซึมลงไปเพิ่มเติมให้กับน้ำบาดาล(Recharge)

2. การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำผิวดิน โดยทั่ว ๆ ไป อาจแบ่งทางน้ำออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างระดับของน้ำในทางน้ำนั้น ๆ กับระดับของน้ำบาดาลในบริเวณนั้น ดังนี้ คือ Losing stream หมายถึง ทางน้ำที่มีระดับน้ำสูงกว่าระดับน้ำบาดาล จึงสูญเสียน้ำบางส่วนให้กับน้ำบาดาล ในหน้าน้ำระดับของแม่น้ำสูงขึ้น ก็จะทำให้ระดับของน้ำบาดาลสูงขึ้นด้วย ในช่วงที่ระดับน้ำในทางน้ำต่ำ ระดับของน้ำบาดาลก็จะต่ำไปด้วย และ Gaining stream หมายถึง ทางน้ำที่มีระดับน้ำต่ำกว่าระดับของน้ำบาดาล จึงได้รับน้ำบาดาลบางส่วนเข้ามา ระดับน้ำบาดาลจะไม่ขึ้นอยู่ กับระดับน้ำโดยตรง แต่จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบ้าง กล่าวคือ ถ้าระดับน้ำในทางน้ำต่ำ ปริมาณของน้ำบาดาลที่ไหลลงสู่ทางน้ำอาจจะสูงขึ้นกว่าปกติ ทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงไปได้บ้าง

3. การเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากการระเหยและการคายน้ำ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลซึ่งเป็นผลมาจากการระเหยและการคายน้ำนั้นปกติจะมีน้อยมาก มักจะมีผลเฉพาะในชั้นหินอุ้มน้ำไม่มีแรงดันที่มีระดับน้ำอยู่ใกล้ๆ กับผิวดิน กล่าวคือ โดยทั่วไปไม่เกิน 1.5 เมตร ถ้าลึกกว่านั้น

การเปลี่ยนแปลงของน้ำบาดาลเนื่องจากการระเหยและการคายน้ำมักจะไม่มีเกิดขึ้น สำหรับในชั้นหินอุ้มน้ำมีแรงดัน การเกิดการระเหยและการคายน้ำจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาล

4. การเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากสาเหตุทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่

4.1 ความดันบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในชั้นหินอุ้มน้ำอิสระ แต่จะมีผลต่อชั้นหินอุ้มน้ำกักขัง กล่าวคือ ความดันบรรยากาศลดลงจะเป็นผลให้ระดับน้ำสูงขึ้น และถ้าความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้น จะเป็นผลทำให้ระดับน้ำลดลง

4.2 ความเร็วของลม การเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากลมนี้ จะมีน้อยมาก การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นเมื่อมีลมแรง ๆ พัดผ่านบ่อน้ำบาดาล ซึ่งจะทำให้ความดันของอากาศในบ่อลดลงทันทีและเป็นผลให้ระดับน้ำในบ่อสูงขึ้นบ้างเล็กน้อยและเมื่อความเร็วลมอยู่ในสภาพปกติระดับน้ำในบ่อจะคือสู่ระดับเดิม

4.3 ปริมาณของน้ำฝน โดยปกติเมื่อฝนตกมากระดับน้ำก็จะสูง ฝนตกน้อยระดับน้ำก็ลดลง แต่การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอาจจะไม่เกิดขึ้นทันทีทันใด อาจจะใช้เวลาหนึ่งก่อนที่การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้น โดยหลักการแล้วปริมาณน้ำฝนจะไม่ใช้ตัวชี้ที่ส่งผลกระทบต่อที่ชัดเจนหรือโดยตรงต่อระดับน้ำ แต่จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนส่วนที่ซึมผ่านลงไปเติมน้ำเพิ่มเติม (Recharge) มากกว่า

5. การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง น้ำหนักภายนอก และแผ่นดินไหว

5.1 น้ำขึ้นน้ำลง สามารถแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ Earth tide และ Ocean tide สำหรับ Earth tide ซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ มีผลทำให้ชั้นหินอุ้มน้ำเกิดการหดตัวหรือขยาย แต่ก็มีผลต่อระดับน้ำแต่ไม่มาก

5.2 น้ำหนักภายนอก ส่วนใหญ่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในชั้นหินอุ้มน้ำมีแรงดัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักจากข้างนอก จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความดันใน

ตัวชั้นหินอุ้มน้ำเอง จะเห็นว่าเมื่อน้ำหนักที่กดทับอยู่ ความดันที่กระทำต่อชั้นหินอุ้มน้ำจะเพิ่มขึ้น น้ำที่กักเก็บอยู่ก็จะเคลื่อนที่ออกไปจากตำแหน่งที่น้ำหนักกดทับอยู่ทำให้ความดันที่กดทับ

5.3 แผ่นดินไหว ซึ่งอาจมีผลทำให้ระดับน้ำในบ่อเกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างทันทีทันใด ทั้งนี้ เป็นผลเนื่องมาจากการหดตัวและการคืนตัวของชั้นหินอุ้มน้ำ อันเป็นผลมาจากคลื่นแผ่นดินไหวนั่นเอง

6. การเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากการขยายตัวของชุมชน การขยายตัวของชุมชน ซึ่งหมายถึง การขยายตัวของอาคาร สิ่งก่อสร้าง ถนน และอื่นๆ ทำให้ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่จะไหลซึมลงไปเพิ่มเติมให้กับน้ำบาดาลลดลง ในขณะที่มีการเพิ่มปริมาณการใช้น้ำมากขึ้นตามการขยายตัว โดยทั่วไปแล้ว การขยายตัวของชุมชน จะส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดลง เนื่องจาก

6.1 ลดปริมาณน้ำที่จะลงไปเพิ่มเติม (Recharge) เนื่องจากสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ

6.2 เพิ่มปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้

6.3 ระบบน้ำเสียทำให้ปริมาณน้ำเสียซึ่งเดิมเคยไหลซึมลงไปเพิ่มเติมให้กับแหล่งน้ำบาดาลมีปริมาณลดลง

การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล

กรมทรัพยากรธรณี (2531) กำหนดความหมายของศักยภาพน้ำบาดาลไว้ว่าศักยภาพการให้น้ำบาดาล หมายถึง ปริมาณการให้น้ำบาดาล (yield) ที่ถูกกักเก็บอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำและสามารถที่จะสูบขึ้นมาใช้ได้ จากบ่อเจาะบาดาลในพื้นที่ต่าง ๆ นั้นเอง และได้กำหนดเกณฑ์ของปริมาณน้ำบาดาลที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาได้จำแนกออกได้เป็น 4 กลุ่มด้วยกัน คือ (1) ปริมาณน้ำน้อยมาก (น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม.) (2) ปริมาณน้ำน้อย (2-10 ลบ.ม./ชม.) (3) ปริมาณน้ำปานกลาง (10-20 ลบ.ม./ชม.) และ (4) ปริมาณน้ำมาก (มากกว่า 20 ลบ.ม./ชม.)

กรมทรัพยากรธรณี (2531) ได้กำหนดคุณภาพน้ำบาดาล (groundwater quality) โดยกล่าวไว้ว่า ถ้าพิจารณาคุณภาพน้ำบาดาลจะหมายถึง คุณลักษณะทางเคมีของน้ำบาดาล โดยปกติมักพิจารณา

ค่าปริมาณมวลสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolve Solid, TDS) ซึ่งเป็นค่ารวมของปริมาณเกลือแร่ทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำและเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร(มก./ล.) ประกอบด้วยธาตุไอออนพื้นฐานหลัก ๆ ทั้งสิ้น 6 ตัวได้แก่ Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- และ SO_4^{2-} ซึ่งพบอยู่ในน้ำมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของสารละลายทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำทั้งหมด และ Freeze and Cherry (1979) ได้กำหนดระดับช่วงของคุณภาพน้ำออกเป็น 3 ระดับคือ (1) คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี(TDS น้อยกว่า 750 มก./ล.) (2) คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (TDS อยู่ระหว่าง 750-1,500 มก./ล.) และ (3) คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ไม่ดีคือกร่อยหรือเค็ม(TDS มากกว่า 1,500 มก./ล.)

Krishnamurthy (1999) ซึ่งได้จัดตั้งโครงการเพื่อจะพัฒนาโปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลและจัดการแหล่งน้ำบาดาลอย่างเป็นระบบขึ้น โดยมีชื่อโครงการว่า GARDSS(Ground Water Resource Decision Support System) ขึ้นมา ในระยะเริ่มแรกได้พัฒนานำโปรแกรม Arc/Info แล้วเลือกภาษา AML มาทำการศึกษา พื้นที่ศึกษาที่ถูกเลือกในการทดสอบคือบริเวณลุ่มน้ำยูมา-คาลฮาร์ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 321.9 ตารางกิโลเมตร อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเมืองจันตราพู ประเทศอินเดียปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย ลักษณะชั้นดิน-หิน ลักษณะภูมิประเทศ ประโยชน์การใช้ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน พื้นที่รับน้ำ ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน ระดับความลึกของชั้นหินแข็ง ปริมาณการให้น้ำชั้นน้ำบาดาล และรวมถึงการพิจารณาข้อมูลด้านสังคมและเศรษฐศาสตร์ มาร่วมในการพิจารณาหาพื้นที่ที่มีศักยภาพด้วย และเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Hierarchical weightage method ต่อมา Musa (n.d) ได้ศึกษาการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลโดยบูรณาการการรับรู้ระยะไกลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำการศึกษาระบบลุ่มน้ำทางใต้ของซีแลนเจอร์ และทางเหนือของเนจีฟี แซมบีแรน ขนาดพื้นที่ 2394.38 ตารางกิโลเมตรเพื่อศึกษาศักยภาพน้ำบาดาล พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนรายปี การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของทางน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และเส้นชั้นความสูง โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่โดยการซ้อนทับข้อมูลแบบถ่วงน้ำหนักของปัจจัยแตกต่างกัน และ Sikdar (2004) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและศักยภาพน้ำบาดาลโดยบูรณาการการรับรู้ระยะไกลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำการศึกษาระบบลุ่มน้ำเมืองแร่นีกานจ ตำบลบารพมาน ทางตะวันตกของเบงกอล เพื่อการพัฒนาโครงการขุดบ่อบาดาลหลังการทำเหมืองแร่ขนาดพื้นที่ 285.2 ตารางกิโลเมตร พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล ประกอบด้วย ความหนาแน่นของทางน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยา

และปฐพีวิทยา ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน

จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว พอสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณน้ำฝนรายปี (annual rainfall) ประเทศไทยมีจำนวนวันที่ฝนตกทั้งปีและเฉลี่ยทั้งประเทศ ประมาณ 134 วันคิดเป็นปริมาณน้ำฝนทั้งปี ประมาณ 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ในจำนวนนี้ประมาณร้อยละ 25 จะกลายเป็นน้ำไหลผ่านหรือน้ำท่า(runoff) ซึ่งไหลอยู่ตามแม่น้ำลำธารและลำห้วยต่าง ๆ แล้วไหลลงสู่ทะเล ปริมาณน้ำฝนที่เหลืออีกร้อยละ 75 ส่วนหนึ่งจะระเหยกลับไปสู่บรรยากาศ กักเก็บอยู่ตามแอ่งน้ำ บึงหนองน้ำธรรมชาติที่ไม่ไหลลงไปยังแม่น้ำลำธาร และอีกส่วนหนึ่งจะไหลซึมผ่านผิวดินลงไปกักเก็บเป็นความชื้นในดินที่พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และไหลซึมผ่านลงไปเพิ่มเติมและกักเก็บเป็นน้ำบาดาลต่อไป (วชิ และสมชัย, 2541) อัตราการไหลซึมของน้ำฝนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำบาดาลในหินประเภทต่างๆ เมื่อทราบพื้นที่ของชั้นหินแต่ละชนิดที่รองรับสามารถคำนวณปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำบาดาลโดยเปรียบเทียบกับน้ำไหลผ่านในภาพรวมแล้ว ปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่ได้ดิน ไปเป็นน้ำบาดาลในภาคเหนือและภาคกลาง อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 12% ของปริมาณฝนตกเฉลี่ยต่อปี สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 5% และสำหรับทั่วประเทศ อยู่ในเกณฑ์ 7-15% ของปริมาณฝนตกเฉลี่ยต่อปี (สมชัย, 2544)

2. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use) จะส่งผลถึงอัตราการซึมสู่ชั้นน้ำบาดาลของน้ำผิวดินหรือน้ำฝนและการเป็นพื้นที่เพิ่มเติมน้ำโดยทางอ้อม เช่น บริเวณที่เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำไม้พุ่ม และพื้นที่ที่กิจกรรมทางการเกษตร ที่แสดงว่ามีการใช้น้ำในการทำเกษตรกรรม จะมีโอกาสสูงกว่าบริเวณที่เป็นหินแข็ง พื้นที่โล่ง รกร้าง และที่สูง ที่น้ำจะสามารถไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ตลอดเวลา และบ่งชี้ถึงความสูงต่ำของพื้นที่โดยทางอ้อมด้วย นอกจากนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินยังใช้บอกถึงกิจกรรมหรือมีสิ่งกีดขวางการไหลซึมของน้ำลงสู่ได้ดินอีกทางหนึ่งด้วย เช่นบริเวณที่อยู่อาศัย ถึงจะมีความลาดชันต่ำแต่เนื่องจากมีสิ่งปลูกสร้างที่กีดขวางทางน้ำ พรอุษา(2547) ได้กำหนดค่าระดับอิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล ดังนี้ พื้นที่ชุ่มน้ำหรือแหล่งน้ำ เป็นพื้นที่ที่มีระดับอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลอยู่ในระดับสูง พื้นที่เกษตรหรือไม้พุ่ม เป็นพื้นที่ที่มีระดับอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลอยู่ในระดับปานกลาง ป่าไม้ หรือที่อยู่อาศัย เป็นพื้นที่ที่มีระดับอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลอยู่ในระดับต่ำ และพื้นที่รกร้าง เป็น พื้นที่ที่มีระดับอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลอยู่ในระดับต่ำมาก แต่จากการศึกษาสมรรถนะการซึมผ่านผิวดินที่ใช้

ประโยชน์ต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำแม่ทลาย อำเภอเชียงดาว พบว่าสมรรถนะการซึมผ่านของน้ำในป่าดิบ ป่าเบญจพรรณ สวนชา และไร่เก่า มีสมรรถนะการซึมผ่านของน้ำ 47.95, 32.05, 26.37 และ 19.74 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ เนื่องจากพื้นที่ป่ามีไม้ชั้นล่างและกิ่งไม้ใบไม้แห้งทับถมกัน ทำให้สมรรถนะการซึมผ่านของน้ำมีแนวโน้มของอัตราซึมน้ำมากขึ้น ส่วนพื้นที่เกษตรสมรรถนะการซึมผ่านของน้ำมีแนวโน้มของอัตราซึมน้ำลดลงเนื่องจากสภาพดินในพื้นที่เกษตรแน่นกว่าในป่าธรรมชาติ (เกษม, 2519)

ดังนั้น จากผลการศึกษาที่ผ่านมาระดับของอิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่ออัตราการซึมน้ำ คือ พื้นที่ชุ่มน้ำหรือแหล่งน้ำ เป็นพื้นที่ที่มีอัตราการซึมน้ำอยู่ในระดับสูงมาก ส่วนพื้นที่ป่าไม่มีอัตราการซึมน้ำมากกว่าพื้นที่เกษตรหรือไม้พุ่ม และรองลงมาคือที่อยู่อาศัยและพื้นที่รกร้างเป็นพื้นที่ที่มีอัตราการซึมน้ำอยู่ในระดับ

3. ความหนาแน่นของทางน้ำ (drainage density:Dd) คือ สัดส่วนระหว่างความยาวของทางน้ำทั้งหมดของพื้นที่และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบ่งสัดส่วนเป็น 3 ช่วง คือ $Dd < 1$, $1 < Dd < 3$ และ $Dd > 3$ โดยพื้นที่ที่มีค่าความหนาแน่นของทางน้ำ มากกว่า 3 จะมีการระบายน้ำได้ดีมากกว่าพื้นที่ที่มีค่าความหนาแน่นของทางน้ำอยู่ระหว่าง 1 และ 3 และพื้นที่ที่มีค่าความหนาแน่นของทางน้ำ น้อยกว่า 1 จะมีการระบายน้ำได้ไม่ดี (สามัคคี, 2545) ซึ่งความสามารถในการระบายน้ำเป็นตัวบ่งชี้ถึงอัตราการไหลบ่าของน้ำฝนและส่งผลถึงโอกาสในการไหลซึมของน้ำเนื่องจากพบว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นของทางน้ำต่ำ น้ำมีโอกาสที่จะไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้มากกว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นมาก (พรอุษา, 2547)

4. ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา(lithology) เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของชั้นหินอุ้มน้ำ ขนาดตะกอน ขนาดของรูพรุน ตลอดจนค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านที่มีผลต่อการเกิดและกักเก็บน้ำบาดาลปริมาณน้ำไว้ได้ทั้งชั้นบาดาล ส่วนลักษณะชั้นดิน-หิน และการลำดับชั้นของหน่วยดิน-หิน ปริมาณน้ำใต้ดินจะผันแปรไปตามเนื้อดินที่มีความพรุนมาก ย่อมมีโอกาสให้น้ำเข้าไปอยู่ได้มาก ซึ่งปริมาณน้ำใต้ดินที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินจะขึ้นอยู่กับช่องว่างในดิน (soil porosity) (วิชา, 2535)

5. ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น (lineament density) จากนิยามของน้ำบาดาลและการเกิดน้ำบาดาล พบว่าปริมาณและการไหลของน้ำบาดาล จะถูกควบคุมโดยโครงสร้างทาง

ธรณีวิทยาเป็นส่วนใหญ่ และน้ำบาดาลมักจะถูกพบในบริเวณรอยแตกหรือรอยแยกในชั้นหิน ซึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบต่างๆ ดังนั้นบริเวณที่มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการกักเก็บน้ำไว้ได้จึงมีโอกาที่จะพบน้ำบาดาลหรือน้ำที่ไหลซึมจากผิวดินสามารถมากักเก็บไว้ได้ มากกว่าบริเวณที่ไม่ปรากฏลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา (พรอุษา, 2547)

6. เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (slope) แสดงถึงพื้นที่เพิ่มเติม น้ำ และอัตราการซึมสู่ชั้นน้ำบาดาลของน้ำผิวดิน หรือน้ำฝน โดยบริเวณที่มีความลาดชันต่ำหรือเป็นพื้นราบย่อมมีโอกาสน้ำจะสามารถไหลซึมลงสู่ชั้นดินด้านล่างได้มากกว่าบริเวณที่เป็นภูเขาและที่สูง รวมถึงบริเวณที่มีความสูงหรือเมื่อมีความลาดชันมากขึ้นจะเปลี่ยนจากพื้นที่เพิ่มเติมน้ำกลายเป็นทำหน้าที่รับน้ำฝนเพื่อกระจายตัวและไหลไปตามต้นน้ำลำธารลงสู่ทางน้ำสายใหญ่ในรูปของน้ำผิวดิน ตลอดจนยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลที่จะต้องไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำกว่า (พรอุษา, 2547)

7. คุณภาพน้ำบาดาล เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาควบคู่กับปริมาณการให้น้ำของหินอุ้มน้ำ โดยใช้ปริมาณสารละลายมวลรวมทั้งหมด (กรมทรัพยากรธรณี, 2531) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความกระด้าง ความเข้มข้นของเหล็ก ความเข้มข้นของแมงกานีส และปริมาณคลอรีนเป็นตัวแทนแสดงการแบ่งคุณภาพน้ำบาดาล และพัชรพร(2548) พบว่าจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของแมงกานีสอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนค่าความกระด้าง ความเข้มข้นของเหล็กปริมาณคลอรีน ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการบริโภคและการใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรม

การจัดการน้ำบาดาล

วจิ และ สมคิด (2535) กล่าวว่าวัตถุประสงค์ของการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล ก็เพื่อให้สามารถใช้น้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์สูงสุด และสามารถใช้น้ำบาดาลต่อไปได้ในระยะเวลายาวนาน โดยไม่เกิดผลเสียต่อแหล่งน้ำบาดาลตามธรรมชาติ และไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้ได้ผลดีทั้งด้านปริมาณและคุณภาพนั้นเป็นเรื่องยุ่งยาก ในปัจจุบันได้มีความพยายามใช้วิธีการและเทคโนโลยีสมัยใหม่หลายรูปแบบเข้ามาช่วยในการจัดการน้ำบาดาล เพื่อให้ได้ผลดีขึ้น เช่น รูปแบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาล (ground water modeling) หรือเทคนิคการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นต้น แต่ขั้นตอนทั่วไปในการจัดการ

ทรัพยากรน้ำบาดาลประกอบด้วย ปริมาณน้ำสูงสุดที่น้ำออกมาใช้ได้ (save yield) การใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน (conjunctive use) การควบคุมและการประกาศใช้กฎหมาย

ฉลอง (2535) กล่าวว่าจัดการแอ่งน้ำบาดาลจะต้องสอดคล้องกับแผนพัฒนาน้ำใต้ดิน เพื่อจุดประสงค์ด้านสังคม และเศรษฐกิจโดยทั่วไป จุดประสงค์หลักของการจัดการน้ำบาดาล เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำสูงสุด คุณภาพ ความต้องการ และราคา ในการพัฒนาแอ่งน้ำบาดาล ยังต้องคำนึงถึงด้วยว่า แอ่งน้ำบาดาลเหมือนอ่างน้ำใต้ดินขนาดใหญ่ การใช้น้ำบาดาลหรือการสูบน้ำบาดาลไปใช้ ณ จุดใดจุดหนึ่งในแอ่งน้ำบาดาลนั้น จะมีผลการทบทวนปริมาณน้ำบาดาล ณ จุดอื่นๆ ในแอ่งน้ำบาดาลนั้นด้วย

วินัย (2540) ศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล แบบชุมชนมีส่วนร่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ พบว่า รูปแบบการจัดการทรัพยากรแบบชุมชนมีส่วนร่วม ด้วยการชักนำจากหน่วยงานของรัฐ มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในระดับมาก การนำรูปแบบดังกล่าวมาใช้จะส่งผลให้ชุมชนเข้าร่วมกิจกรรมอันประกอบด้วย การมีความคิดริเริ่มในการจัดการและรักษาผลประโยชน์ของชุมชนในระดับมาก ซึ่งแนวทางในการชักนำชุมชนให้มีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล ด้วยการประชาสัมพันธ์มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในระดับมาก เรื่องที่ควรจัดทำสื่อในลำดับแรก คือ ผลกระทบจากวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ประเภทของสื่อที่ควรใช้ในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ คือ การจัดประชุมชี้แจงโดยตรง วิทยุกระจายเสียงท้องถิ่น โทรทัศน์ และหนังสือพิมพ์ ตามลำดับ

สุจริต และ คณะ (2546) ศึกษาศักยภาพและความต้องการใช้น้ำบาดาลเพื่อการจัดการน้ำบาดาลในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง พบว่าสามารถกำหนดแนวทางการจัดการน้ำบาดาล โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการจัดหาน้ำ ด้านการใช้น้ำ และด้านการบริหารจัดการน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวทางการจัดหาน้ำบาดาล คือ การพัฒนาน้ำสะอาดให้เพียงพอสำหรับการอุปโภคบริโภค การใช้น้ำร่วมกันระหว่างน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน และการควบคุมการปนเปื้อนของสารพิษ
2. แนวทางการจัดการการใช้น้ำบาดาล คือ การรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัด โดยให้มีกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความเข้าใจกับผู้ใช้ น้ำบาดาล ประชาชนทั่วไปเยาวชน ได้เข้าใจถึงแนวทางใน

การปฏิบัติตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 และแนวทางการป้องกันและแก้ไข เช่น การสัมมนาวิชาการ การจัดให้มีการประชาสัมพันธ์ การจัดทำสารคดีสื่อโทรทัศน์เผยแพร่ให้ความรู้ และการจัดกิจกรรมร่วมกับโรงเรียนเพื่อให้ความรู้แก่เยาวชน

3. แนวทางการจัดการด้านการบริหารและจัดการ คือ แนวทางที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการ ดูแลรักษาแหล่งน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการกระจายอำนาจสู่ท้องถิ่นในบทบัญญัติของรัฐธรรมนูญแห่งประเทศไทย ปี 2541 และมีการรับรู้ข่าวสาร วิชาการ กฎหมาย และแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้แก่องค์กรส่วนท้องถิ่นเพื่อเป็นเครื่องมือในการดูแลจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สุเพชร (2544) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) โดยข้อมูลลักษณะต่างๆในพื้นที่ที่ทำการศึกษาก็จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ สุระ (2546) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำมาช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆและทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในเชิงพื้นที่ และใช้ในการวางแผนและจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ชิดชัย (2541) ทำการประเมินพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคชิลิโคซิสโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยกล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้จัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีปริมาณมากๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการนำปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆมาวิเคราะห์

อิลยาส (2547) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำบาดาลจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อกำหนดแฟกเตอร์ของการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยสร้างแผนที่การใช้น้ำบาดาลซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามปริมาณการใช้น้ำบาดาลของหน่วยงานราชการ หน่วยงานเอกชน บ่อน้ำบาดาลเอกชน และบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว นำแผนที่ดังกล่าวมาวิเคราะห์แฟกเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาลโดยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลที่ได้คือแฟกเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ แฟกเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำบาดาล ประกอบด้วย จำนวนประชากร ราคาค่าน้ำบาดาล พื้นที่เพาะปลูก

ผลผลิตข้าวนา และราคาผลผลิตข้าว จากนั้นนำแฟกเตอร์ดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาล โดยวิธีวิเคราะห์การถดถอย ผลลัพธ์คือ สมการความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นกับลักษณะการใช้น้ำบาดาลในรายพื้นที่ และจากสมการสหสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการน้ำบาดาลได้ต่อไป

ศักดิ์สิทธิ์ (2546) ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการแบ่งเขตการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาสระเม-เขาวง จังหวัดระยองและจังหวัดจันทบุรีโดยการกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆของแต่ละเขตการจัดการซึ่งมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดการนั้น จากนั้นเลือกพื้นที่ตัวแทนของแต่ละเขตการจัดการแล้วนำมาวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (regression) ผลลัพธ์ คือ แบบจำลองการแบ่งเขตการจัดการอุทยานแห่งชาติแต่ละเขตการจัดการในรูปแบบของสมการ

สถานที่ศึกษา

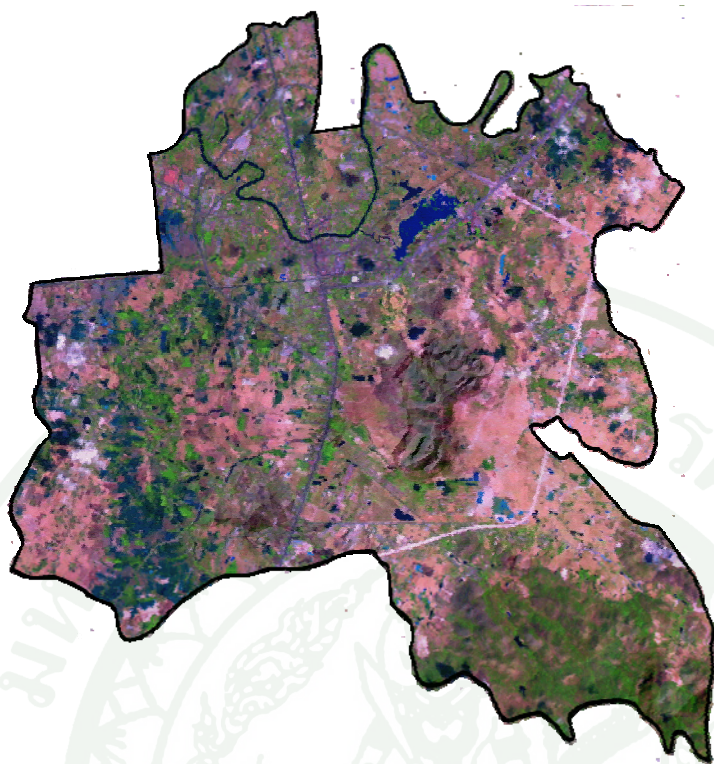
อำเภอเมืองสระบุรี มีจำนวนประชากรประมาณ 115,117 คน มีขนาดพื้นที่ 180.70 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนหมู่บ้านที่ใช้น้ำบาดาลเป็นปะปาของหมู่บ้าน 26 หมู่บ้าน จากจำนวนหมู่บ้านทั้งหมดจำนวน 72 หมู่บ้าน มีจำนวนบ่อน้ำบาดาลที่พัฒนาโดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล จำนวน 133 บ่อ จากจำนวน 311 ของทั้งจังหวัดสระบุรี อำเภอเมืองสระบุรีตั้งอยู่ภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงเทพมหานครประมาณเส้นรุ้งที่ 14 องศา 15 ลิปดา 38 ฟลิปดาเหนือ กับเส้นแวงที่ 100 องศา 54 ลิปดา 35 ฟลิปดาตะวันออก ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7018 ระวาง 5138II, 5237IV และ 5137I แบ่งเขตการปกครองในระดับตำบล 11 ตำบลประกอบด้วย ตำบลตะกุด, ตำบลตลิ่งชัน, ตำบลปากเปรียว, ตำบลนาโง้ง, ตำบลกุดนกกเปล้า, ตำบลปากข้าวสาร, ตำบลโคกสว่าง, ตำบลหนองโน, ตำบลหนองยาว และตำบลหนองปลาไหล(ภาพที่ 1) ซึ่งมีอาณาเขตพื้นที่ติดต่อกับพื้นที่ข้างเคียงดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอแก่งคอย

ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอวิหารแดงและอำเภอหนองแค

ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอหนองแซงและอำเภอเสาไห้



ภาพที่ 2 ลักษณะภูมิประเทศแบบเขาลูกโดด ในเขตอำเภอเมืองสระบุรี

ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2551)

2. สภาพธรณีวิทยาและวัตถุดินกำเนิดดินของอำเภอเมืองสระบุรี

จากแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย (2542) พบว่าในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี ลักษณะทางธรณีวิทยาทั่วไปที่พบบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี ประกอบด้วย 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ หินตะกอน หรือ หินแปร และหินอัคนี ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 ยุค คือ หินในยุคควอเทอร์นารี (Quaternary, Qa) มีอายุทางธรณีวิทยาประมาณ 0.01 ล้านปี - ปัจจุบัน พบในบริเวณที่ราบและเนินเตี้ยๆระหว่างภูเขาหรือหุบเขา เป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของตะกอนที่ไม่แข็งตัว ที่สะสมตัวอยู่ในที่ราบ – ที่ราบลุ่ม เกิดจากอิทธิพลของแม่น้ำป่าสักและลำน้ำสาขาต่างๆ พัดพาตะกอนลำน้ำหรือวัตถุน้ำพามา (alluvial) หรือ ถูกชะล้างมา (eluvium) ตะกอนหุบเขา (valley fill) และกรวดทรายลำน้ำ (river gravel) ซึ่งถูกพัดพามาทับถม ระดับชั้นตะกอนประกอบไปด้วยชั้นตะกอนของ กรวด ทราย ทรายแป้ง และ ดินเหนียว มีขนาดพื้นที่ประมาณร้อยละ 69.68 ของพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรีนอกจากนี้ บางส่วนเป็นหินในยุคเปอร์เมียน – ไทรแอสสิก (Permian - Triassic) มีอายุทางธรณีวิทยาประมาณ

240 - 265 ล้านปี พบในบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาสูงสลับกับพื้นที่แบบเขาลูกโคด และที่เป็นภูเขาและที่ลาดเชิงเขาซึ่งประกอบไปด้วย หินไรโอไรต์ แอนดีไซต์ทัฟฟ์ หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ หินไรโอลิติกทัฟฟ์ และหินแอนดิซิดิกทัฟฟ์ มีขนาดพื้นที่ประมาณร้อยละ 30.32 ของพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี(ตารางที่ 1)

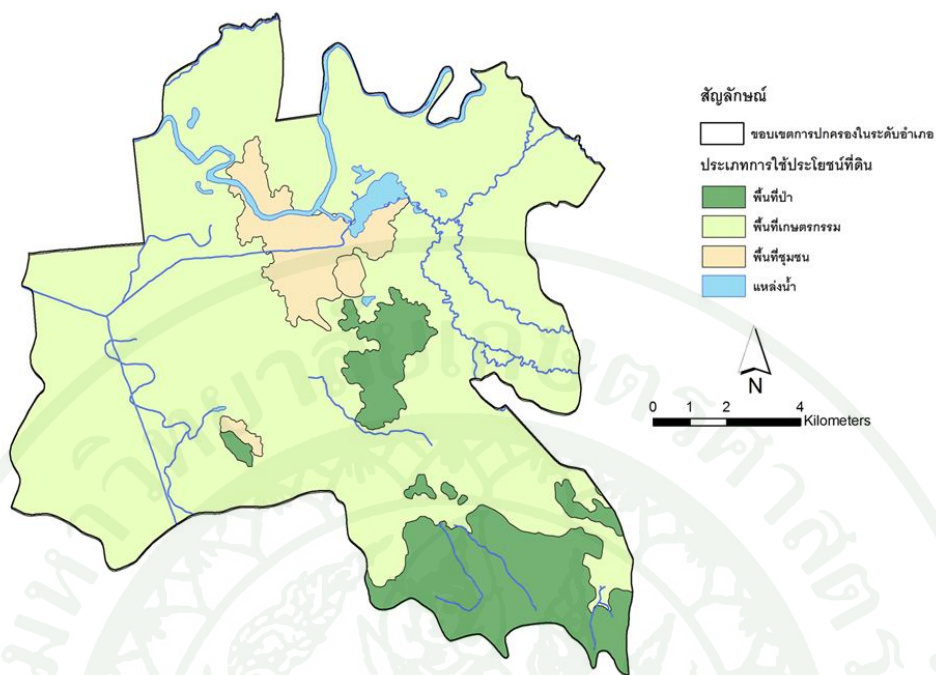
ตารางที่ 1 ประเภทลักษณะธรณีวิทยาในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี

ยุค	สัญลักษณ์	ขนาดพื้นที่		
		ตร.กม.	ไร่	ร้อยละ
เพอร์เมียน - ไทรแอสสิก	PRv	54.78	34,238.41	30.32
ควอเทอร์นารี	Qa	125.92	78,699.84	69.68

วัตถุดินกำเนิดดินในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี สามารถจำแนกได้เป็น 5 ประเภท ประกอบด้วย ดินตะกอนน้ำกร่อย (brackish water deposit) ดินบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นดินเปรี้ยว ดินตะกอนลำน้ำใหม่ (recent alluvium) ส่วนใหญ่พบบริเวณตามฝั่งลำน้ำป่าสักและลำน้ำสาขาต่างๆ ดินตะกอนลำน้ำค่อนข้างใหม่ (semi - recent alluvium) พบในสภาพพื้นที่ค่อนข้างสูง ดินที่เกิดบนตะพักลำน้ำขั้นต่ำบริเวณพื้นที่ผิวที่เหลื่อค้างจากการกัดกร่อนและที่ลาดเชิงเขา (erosion surface and foot slope) บริเวณที่เป็นภูเขาสูง (mountainous area)

3. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากลักษณะภูมิประเทศของอำเภอเมืองสระบุรี เป็นที่ราบลุ่มและเป็นเขาลูกโคด จึงมีความหลากหลายของการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันไปตามลักษณะพื้นที่ จากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2543) สามารถจำแนกลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชน และแหล่งน้ำ(ภาพที่ 3) โดยพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำมีการระบายน้ำต่ำ การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรกรรม ประกอบด้วยพื้นที่นาข้าว และนาบัว ส่วนพื้นที่ป่าไม้ที่พบในเขตอำเภอเมืองสระบุรี อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำตกสามหลั่นประกอบด้วยชนิดป่า 2 ประเภท คือ เบญจพรรณและป่าดิบแล้ง



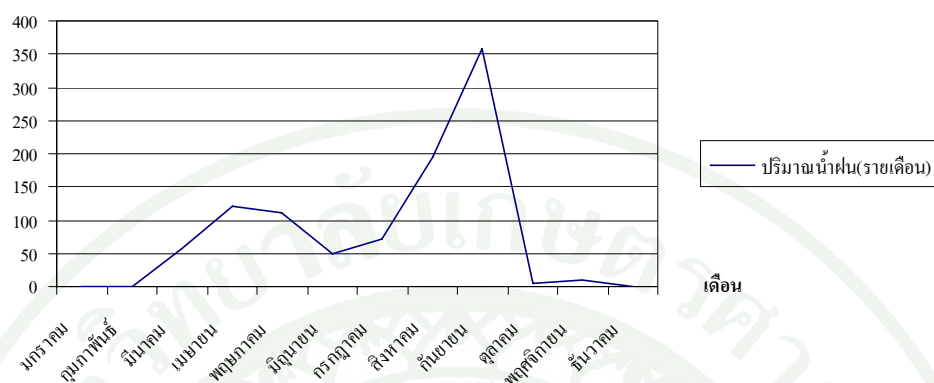
ภาพที่ 3 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี

ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2543)

4. ลักษณะภูมิอากาศ

อำเภอเมืองสระบุรี ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่ เดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่ เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่ เดือนตุลาคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ กรมชลประทาน (2551) รายงานว่า มีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปี 862.7 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนมากที่สุด 359.1 มิลลิเมตร ในเดือนกันยายน ปริมาณฝนตกน้อยที่สุด 5.0 มิลลิเมตร ในเดือนตุลาคม อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 24.4-29.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย 33.2 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 18.7 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุด คือ เดือนเมษายน ส่วนเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดเดือนมกราคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551)

ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

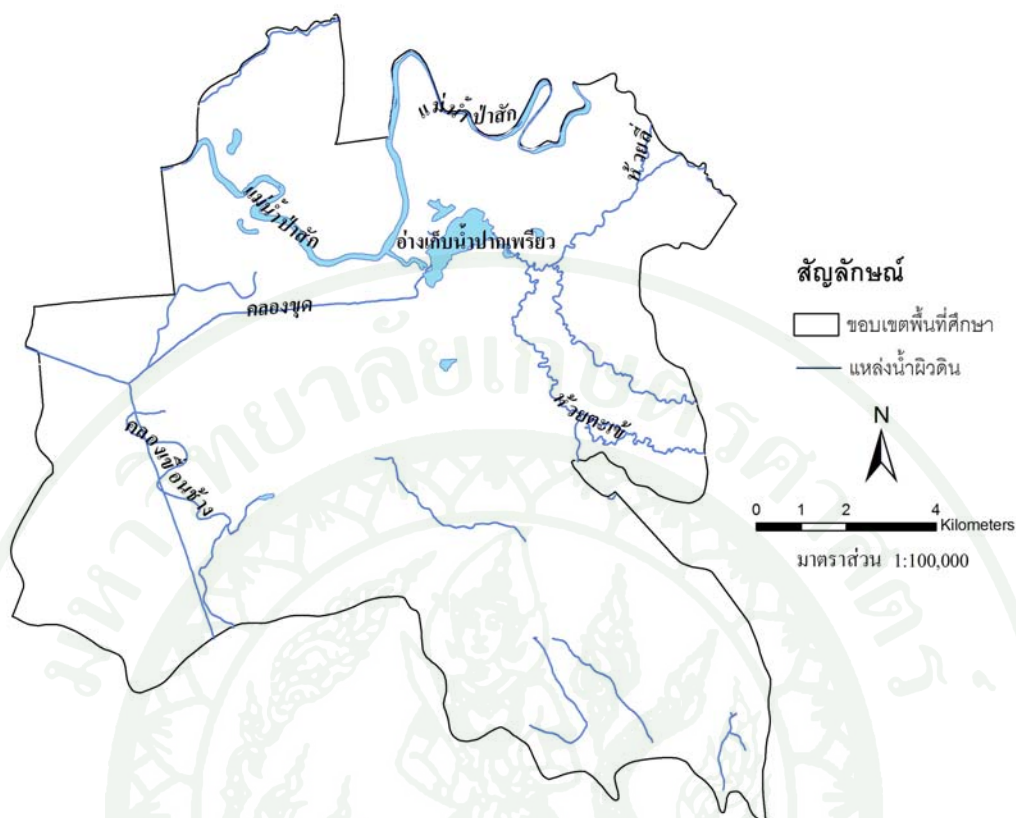


ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2551 ของอำเภอเมืองสระบุรี

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2551)

5. แหล่งน้ำผิวดิน

อำเภอเมืองสระบุรีมีแม่น้ำป่าสักไหลผ่านทางตอนเหนือของอำเภอเมืองสระบุรี และอ่างเก็บน้ำปากเพรียว ซึ่งรองรับน้ำจากลำห้วย 2 สาย ไหลมารวมกัน ประกอบด้วย ห้วยลี่ ห้วยตะเฒ่า และคลองขุดที่สร้างตัดกับคลองเขื่อนช้างไหล และมีลำห้วยที่น้ำไหลเฉพาะในฤดูฝน ในบางพื้นที่ทางตอนใต้ของอำเภอโดยมีต้นกำเนิดมาจากบริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกสามหลั่น(ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 แหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี

ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2543)

6. ชั้นหินอุ้มน้ำ

จากแผนที่แสดงแหล่งน้ำบาดาลบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล พบชั้นหินที่เป็นแหล่งน้ำบาดาล 3 ชนิด คือ 1) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา (alluvial deposits) ประกอบด้วยดินเหนียว ทราย กรวดและเศษหินที่พัฒนามาสะสมโดยน้ำจากแม่น้ำลำธาร มักพบศิลาแลง และ คราบหินปูนที่มีลักษณะเป็นรูพรุน (tufa travertine) รวมทั้งดินมาร์ล (marl) ที่เกิดจากการละลายและสะสมของหินปูนมาสะสมตัวรวมอยู่ ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพาเป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลที่ดีที่สุด โดยในแต่ละแห่งหรือพื้นที่ก็จะมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำบาดาลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการตกตะกอนและช่วงอายุหรือยุคของการตกตะกอน ลักษณะของเม็ดกรวดทรายส่วนใหญ่จะมีลักษณะกึ่งกลมถึงกลม (sub rounded-rounded) การคัดขนาดดี ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (hydraulic conductivity) ของกรวดทรายชุดนี้ มีค่าอยู่ประมาณ 5-15

เมตร/วัน สำหรับกรวดทรายตามลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็กหรือแคบ ๆ หรือสายสั้น ๆ ส่วนใหญ่จะมีการ คัดขนาดไม่ดี ลักษณะของเม็ดกรวดทรายเป็นแบบ กึ่งเหลี่ยมกึ่งกลม (subangular-subrounded) และ มักจะมีความหนาไม่มาก กรวดทรายชุดนี้จะมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำบาดาลปานกลาง ค่า สัมประสิทธิ์ของการซึมได้ค่อนข้างต่ำ อยู่ในเกณฑ์ 0.1-5 เมตร/วัน 2) ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพัก น้ำ (terrace deposits) ประกอบไปด้วยชั้นของ กรวด ทราย ทรายแป้ง เกิดจากการผุพังของหิน แข็งและหินร่วนในพื้นที่ และเกิดการพัดพาโดยน้ำมาสะสมตัวตามที่ราบเชิงเขาหรือหุบเขาแคบ ๆ หรือตามบริเวณพื้นที่ลาดเอียงเชิงเขา ส่วนใหญ่เป็นเศษหินเหลี่ยมปะปนกับดินเหนียวที่ผุพังจากหิน ดั้งเดิม(country rocks) และตกทับ จากการผุพังจากภูเขาสูงลงสู่หุบเขาหรือพื้นที่ลาดเอียงเชิงเขา อย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่มีการคัดขนาดของตะกอน จึงมีสภาพการตกตะกอนแบบคลุกเคล้ากัน ระหว่างดินเหนียวและเศษหินเหลี่ยม ที่ให้ความพรุนน้อยโดยส่วนใหญ่จะก่อตัวเป็นเนินเขาเตี้ย ๆ ที่ มีลักษณะภูมิประเทศสูง ๆ ต่ำ ๆ ในลักษณะ รอยคลื่น (rolling hill) และ 3) ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขา ไฟ หน่วยหินภูเขาไฟ (volcanic unit) ประกอบด้วยหินภูเขาไฟประเภท แอนดีไซต์ ไรโอไลต์ แก้ว ภูเขาไฟ กรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ และบะซอลต์ น้ำบาดาลจะพบเฉพาะในหินที่มีรอยแตก รอยแยก ที่มี ขนาดใหญ่และต่อเนื่องเป็นแนวยาวเท่านั้น ในบริเวณที่ไม่มีรอยแตกจะไม่พบน้ำบาดาล (ภาพที่6)



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาตรฐาน 1: 50,000 (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช)
2. แผนที่กลุ่มชุดดิน มาตรฐาน 1: 50,000 (กรมพัฒนาที่ดิน)
3. แผนที่ธรณีวิทยา มาตรฐาน 1: 250,000 (กรมทรัพยากรธรณี)
4. แผนที่เส้นชั้นความสูง มาตรฐาน 1: 50,000 (กรมแผนที่ทหาร)
5. แผนที่แหล่งน้ำผิวดิน มาตรฐาน 1: 50,000 (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช)
6. แผนที่ชั้นหินอุ้มน้ำ มาตรฐาน 1: 50,000 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)
7. แผนที่โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา มาตรฐาน 1: 50,000 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)
8. แผนที่ขอบเขตการปกครอง (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช)
9. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (กรมอุตุนิยมวิทยา/กรมชลประทาน)
10. เครื่องมือวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS meter)
11. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ
12. โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
13. แบบสอบถามแบบโครงสร้าง สำหรับศึกษาสถานะเศรษฐกิจและสังคม ของพื้นที่ย่อย 3 หมู่บ้าน ในอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี
14. เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์เอกสาร

วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและสร้างฐานข้อมูล

1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ประกอบด้วย ข้อมูลแผนที่ดิจิทัลและข้อมูลรายงาน ค่าสถิติ จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และกรมชลประทาน เป็นต้น

1.2 สร้างฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial database) ได้แก่ แผนที่กลุ่มชุดดิน แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่เส้นชั้นความสูง แผนที่แหล่งน้ำ แผนที่เส้นน้ำฝน แผนที่โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา และ แผนที่ชั้นหินอุ้มน้ำ ฐานข้อมูลเชิงลักษณะ (attribute database) ได้แก่ ค่าความพรุนของดินและหิน เพอร์เซ็นต์ความลาดชันจากแผนที่เส้นชั้นความสูง ค่าความหนาแน่นของทางน้ำ ค่าประเมินปริมาณน้ำฝนจากเส้นฝนเท่า (isohyets) โดยวิธี Interpolation ค่าความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา และปริมาณการด้วยโปรแกรม Arc GIS เพื่อใช้ในการศึกษา

2. การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

2.1 สำรวจความถูกต้องของข้อมูลทุติยภูมิ และฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่สร้างขึ้น บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยการเปรียบเทียบกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำ คุณภาพน้ำบาดาล โดยใช้วิธีการสังเกต และเครื่องมือวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS meter)

2.2 เลือกบ่อดตัวอย่างเพื่อตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดจากบ่อบาดาล โดยใช้เกณฑ์ขั้นต่ำให้ร้อยละ 25 จากวิธีการของ ศิวะ (2548) จากจำนวนบ่อบาดาลบริเวณอำเภอเมือง สระบุรีจำนวน 133 บ่อ

3. การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำบาดาล

3.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำบาดาลประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนรายปี การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของทางน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาและ ภูมิวิทยา ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และคุณภาพน้ำบาดาล โดยใช้สมการสหสัมพันธ์แบบพหุคูณ โดยใช้สูตร (บุญเรียง, 2533)

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$$

โดย Y คือตัวแปรตามที่ได้จากการพยากรณ์เมื่อทราบค่าของตัวแปรอิสระ
a, b₁, b₂, b₃...b_n คือ ค่าทางสถิติที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์
n คือ จำนวนประชากร

3.2 ประเมินศักยภาพน้ำบาดาลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากปัจจัยที่มีผลต่อ ศักยภาพน้ำบาดาล (วิชิต, 2543) จากการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลที่ได้ ออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาการแบ่งกลุ่มโดยใช้หลักการอิงกลุ่ม โดยใช้ ค่าเฉลี่ย (X) ของชุดข้อมูลเป็นหลัก แล้วนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล (S.D.) มากำหนดความ กว้างของแต่ละช่วงสามารถแบ่งได้ ดังนี้ พื้นที่ที่มีศักยภาพสูง มีค่ามากกว่า $X + S.D.$,พื้นที่ที่มี ศักยภาพปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง $X - S.D. < S.D. < X + S.D.$,พื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำ มีค่าน้อยกว่า $X - S.D.$

3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองจากแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาลที่ได้จากการคำนวณ โดยการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาลได้กับปริมาณการให้น้ำในบ่อบาดาล โดยใช้ วิธีการสำรวจอย่างง่าย ปริมาณจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

4. ศึกษาสภาพเศรษฐกิจและสังคมโดยการสัมภาษณ์ประชากรในพื้นที่

4.1 เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์ขั้นต่ำให้ร้อยละ 25 จากวิธีการของ ศิวชัย (2548) จากจำนวนครัวเรือน 3 หมู่บ้านที่มี ศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ ที่ได้จากแผนที่ศักยภาพน้ำ บาดาล โดยคัดเลือกตามโควตา (quota sampling) เพื่อศึกษาการจัดการน้ำบาดาล สภาพเศรษฐกิจ

และสังคม โดยใช้แบบสอบถามที่ประกอบด้วย 3 หัวข้อ 1.ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ 2. ข้อมูลการใช้ที่ดินและการจัดการน้ำบาดาล 3. ข้อมูลรายรับและรายจ่าย



ผลและวิจารณ์

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สร้างฐานข้อมูลคุณลักษณะของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาล และจัดทำแผนที่เพื่อแสดงศักยภาพน้ำบาดาล ในบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 180.70 ตารางกิโลเมตร จากแนวความคิดของ Krishnamurthy (1999), Musa (n.d) และ Sikdar (2004) สามารถจำแนกปัจจัยที่มีอิทธิพล ต่อศักยภาพน้ำบาดาลและเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ จำนวน 7 ปัจจัย ประกอบด้วย ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา ความลาดชันของพื้นที่ ความหนาแน่นของทางน้ำผิวดิน โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา ปริมาณน้ำฝน และคุณภาพน้ำบาดาล และจากการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งผลจากการศึกษาออกได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

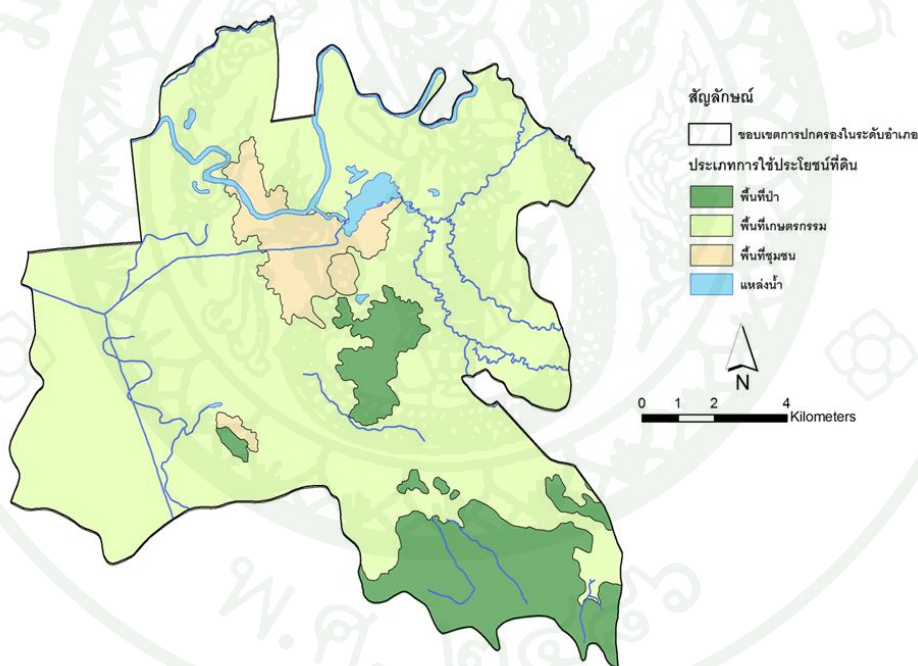
ส่วนที่ 1 ผลจากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลจากการสำรวจ และการสร้างฐานข้อมูลของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี จากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลทั้งสิ้น 7 ปัจจัย นำมาสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่จำนวนทั้งสิ้น 9 ชั้นข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์กำหนดค่าคุณลักษณะของปัจจัย ประกอบด้วย ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา และปฐพีวิทยา ความลาดชันของพื้นที่ ความหนาแน่นของทางน้ำผิวดิน โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา ปริมาณน้ำฝน ชั้นหินอุ้มน้ำ และคุณภาพน้ำบาดาล ดังนี้

1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการกำหนดให้ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลต่ออัตราการซึมผ่านผิวดินเพื่อลงไปเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาล กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชได้จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากภาพถ่ายดาวเทียม landsat 5 TM (2543) มาตรฐาน 1:50,000 และจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าวพบว่าในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรีสามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ 4 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม ที่อยู่อาศัย และแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมีความสัมพันธ์กับค่าน้ำหนักรากของปัจจัยโดย แหล่งน้ำผิวดิน มีขนาดพื้นที่ประมาณ 5.66 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เพิ่มเติมน้ำโดยทางอ้อมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โดยแหล่ง

น้ำผิวดินมีค่าความสามารถในการซึมน้ำมีค่าน้ำหนักของปัจจัยเท่ากับ 5 (ดัดแปลงจาก พรอุษา, 2547) ส่วนพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการไหลซึมเนื่องจากระบบรากของพืชจะช่วยซับน้ำฝนที่ตกลงถึงพื้น และมีการสะสมตัวของอินทรีย์วัตถุทำให้ดินมีการดูดซับและการซึมน้ำลงสู่ดินชั้นล่างได้มาก พื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 23.92 ตารางกิโลเมตร มีค่าน้ำหนักของปัจจัยเท่ากับ 4 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมขนาดพื้นที่ประมาณ 141.27 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอเมืองสระบุรี จากการทำการเกษตรในการปลูกพืชและความหนาแน่นของการปกคลุมส่งผลให้ดินมีการดูดซับและการซึมน้ำลงสู่ดินชั้นล่างได้น้อยกว่าพื้นที่ป่า และทำให้มีค่าน้ำหนักของปัจจัยเท่ากับ 3 และที่อยู่อาศัยหรือแหล่งชุมชน มีขนาดพื้นที่ประมาณ 9.85 ตารางกิโลเมตร ทำให้มีค่าน้ำหนักของปัจจัยเท่ากับ 2 โดยพื้นที่ที่เป็นที่อยู่อาศัยสิ่งปลูกสร้างจะขัดขวางการซึมน้ำผ่านผิวดิน (ภาพที่ 7 และ ตารางที่ 2)



ภาพที่ 7 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี

ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2543)

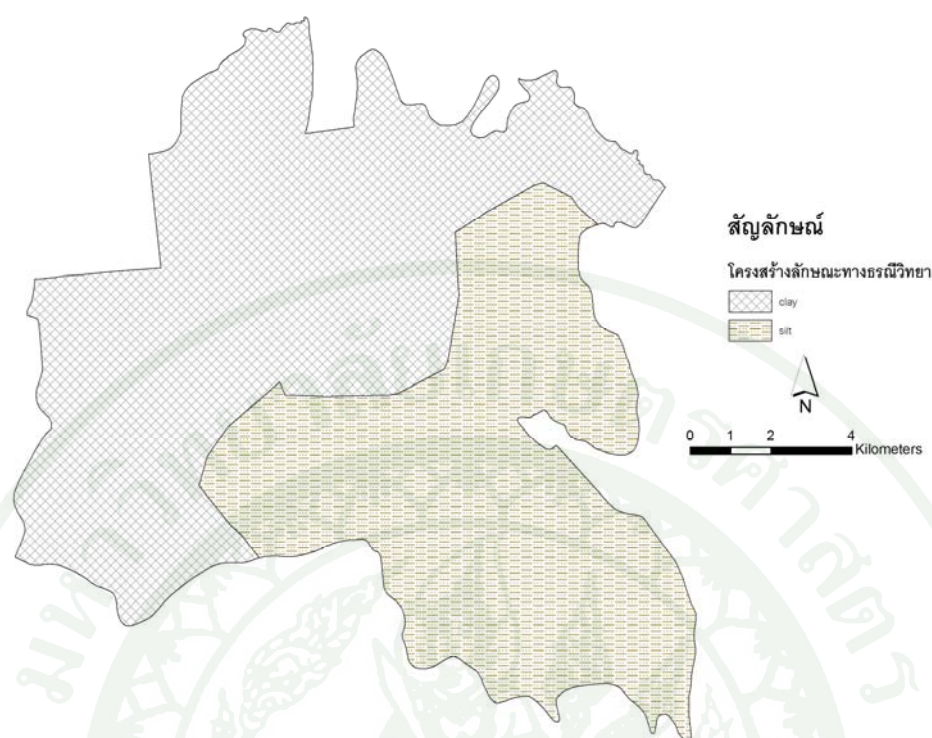
ตารางที่ 2 ค่าปัจจัยของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลศึกษาหน้าบาดาลบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่าของปัจจัย	ขนาดพื้นที่	
		ตร.กม.	ร้อยละ
แหล่งน้ำผิวดิน	5	5.66	3.1
พื้นที่ป่าไม้	4	23.92	13.3
พื้นที่เกษตรกรรม	3	141.27	78.2
ที่อยู่อาศัยหรือแหล่งชุมชน	2	9.85	5.4

หมายเหตุ ค่าของปัจจัยคัดแปลงจากพรอุษา (2547)

2. ลักษณะทางปฐพีวิทยา

จากการกำหนดให้ความพรุนของดินมีผลต่อปริมาณการกักเก็บและการยอมให้น้ำซึมผ่านช่องว่างในดินเพื่อลงไปกักเก็บภายในช่องว่างของอนุภาคดิน กรมพัฒนาที่ดินได้จัดทำแผนที่กลุ่มชุดดิน (2534) มาตรฐาน 1:50,000 ซึ่งแต่ละกลุ่มชุดดินจะแสดงถึงอนุภาคของดินแต่ละประเภท และจากแผนที่ดังกล่าวพบว่ากลุ่มชุดดินในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี สามารถจำแนกได้จำนวน 5 กลุ่มชุดดิน คือ กลุ่มชุดดินที่ 12, 14, 18, 32 และ 50 ซึ่งจำแนกอนุภาคดินที่พบในพื้นที่ได้จำนวน 2 ประเภท คือ อนุภาค clay และ อนุภาค silt โดยพื้นที่ที่มีอนุภาค clay ซึ่งขนาดของอนุภาคมีความสัมพันธ์กับปริมาณความพรุน ร้อยละ 42 มีขนาดพื้นที่ประมาณ 100.61 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 55.68 และพื้นที่ที่มีอนุภาค silt ซึ่งขนาดของอนุภาคมีความสัมพันธ์กับปริมาณความพรุน ร้อยละ 46 มีขนาดพื้นที่ประมาณ 80.09 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 44.32 (ภาพที่ 8 และ ตารางที่ 3)



ภาพที่ 8 ลักษณะทางปฐพีวิทยาบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2534)

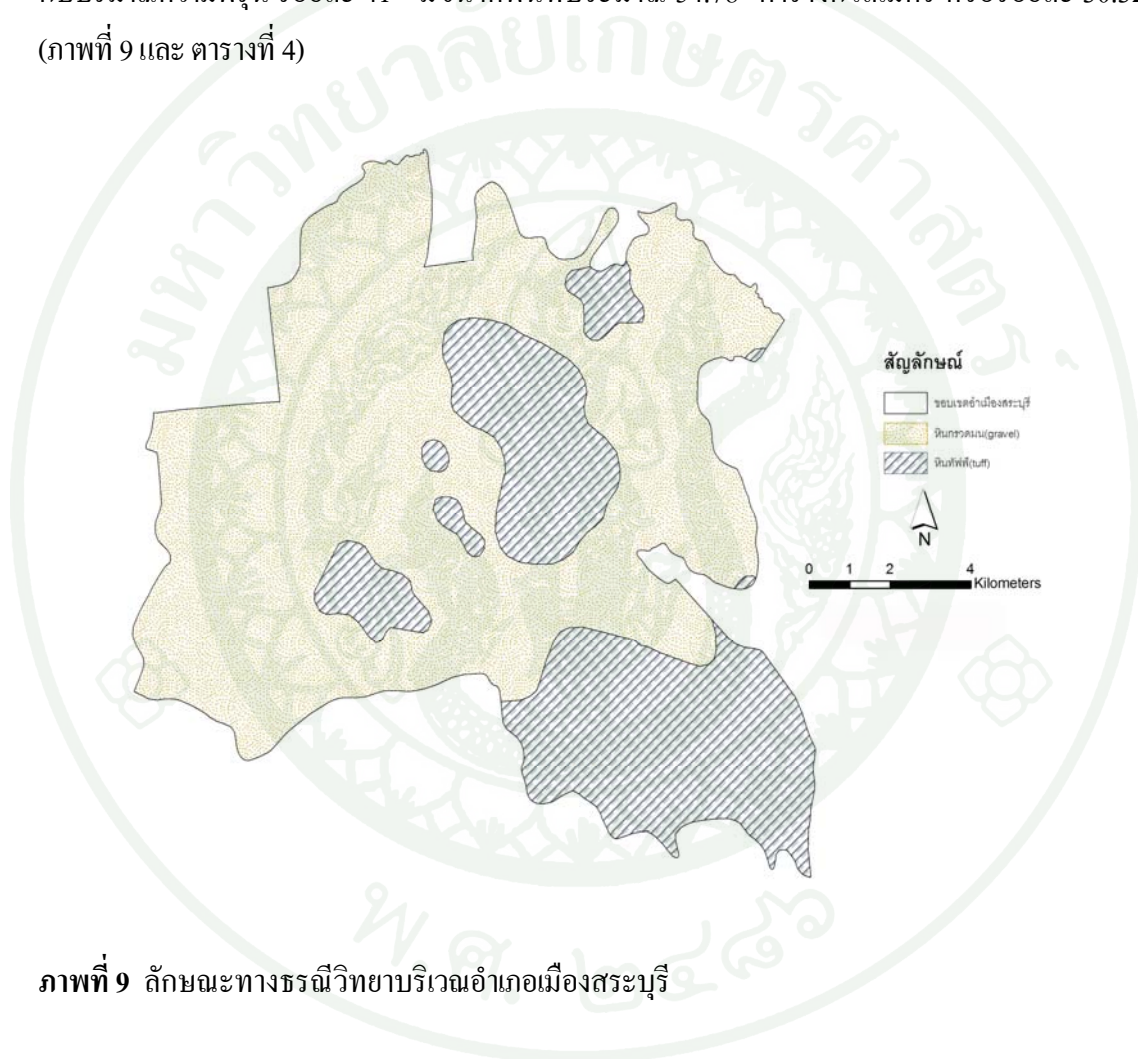
ตารางที่ 3 กำหนดค่าความพรุนของลำดับชั้นของหน่วยดิน บริเวณอำเภอเมืองสระบุรี

ลำดับชั้น	ประเภท	ค่าความพรุน (เปอร์เซ็นต์)	ขนาดพื้นที่	
			ตร.กม.	ร้อยละ
ชั้นดิน	อนุภาค clay	42	100.61	55.68
	อนุภาค silt	46	80.09	44.32
รวม			180.70	100

3. ลักษณะทางธรณีวิทยา

กำหนดให้ค่าความพรุนของดินมีผลต่อปริมาณการกักเก็บและการยอมให้น้ำซึมผ่านช่องว่างในดินเพื่อลงไปกักเก็บภายในช่องว่างของชั้นหิน จากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา (2542)

มาตราส่วน 1:250,000 ของกรมทรัพยากรธรณี แสดงข้อมูลประเภทหินในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี ซึ่งสามารถจำแนกได้จำนวน 2 ชุด คือ หินแกรนิต และกลุ่มหินสระบุรี โดยหินแกรนิตเป็นหินประเภทหินกรวดมน (Gravel) ซึ่งพบบริเวณที่ราบ - ที่ราบลุ่ม มีความสัมพันธ์กับปริมาณความพรุน ร้อยละ 28 มีขนาดพื้นที่ประมาณ 125.92 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 69.68 ส่วนกลุ่มหินสระบุรี เป็นหินประเภทหินทัฟฟ์ (Tuff) ซึ่งพบในบริเวณที่เป็นภูเขา - ที่ลาดเชิงเขา มีความสัมพันธ์กับปริมาณความพรุน ร้อยละ 41 มีขนาดพื้นที่ประมาณ 54.78 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 30.32 (ภาพที่ 9 และ ตารางที่ 4)



ภาพที่ 9 ลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี

ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2542)

ตารางที่ 4 กำหนดค่าความพรุนของลำดับชั้นของหน่วยหิน บริเวณอำเภอเมืองสระบุรี

ลำดับชั้น	ประเภท	ค่าความพรุน (เปอร์เซ็นต์)	ขนาดพื้นที่	
			ตร.กม.	ร้อยละ
ชั้นหิน	หินทัฟฟ์ (tuff)	41	54.78	30.32
	หินกรวดมน (gravel)	28	125.92	69.68
รวม			180.70	100

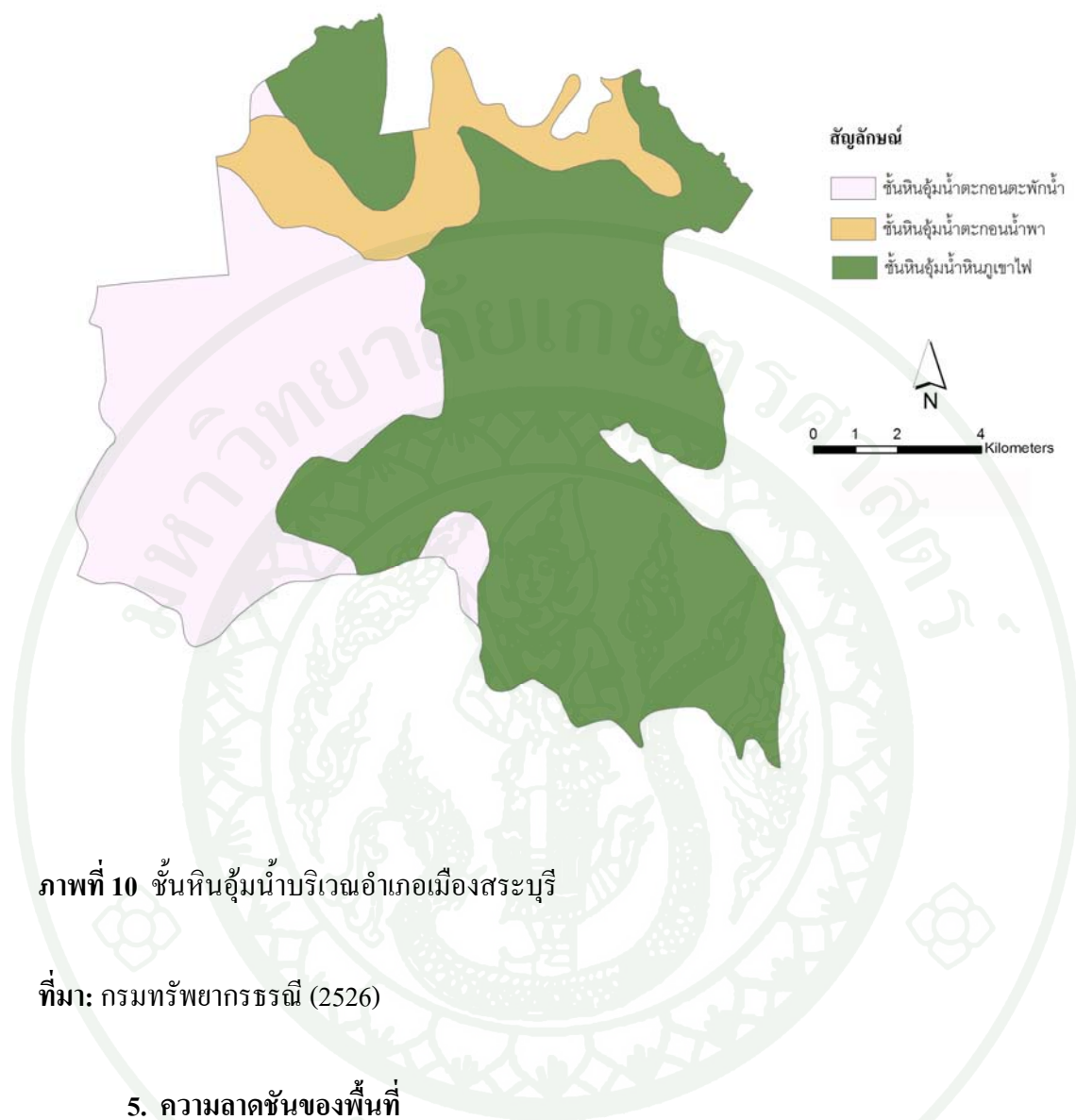
4. ชั้นหินอุ้มน้ำ

จากการกำหนดให้ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำมีต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการปล่อยน้ำออกมาจากชั้นหินอุ้มน้ำได้ โดยจะแตกต่างกันตามขนาด รูปร่าง ปริมาณ การวางตัว จากแผนที่ชั้นหินอุ้มน้ำ (2526) มาตราส่วน 1:1,000,000 ของกรมทรัพยากรธรณี พบว่าในพื้นที่ อำเภอเมืองสระบุรี มีการจำแนกแบ่งชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ชั้นหินอุ้มน้ำที่เป็นหินร่วน (unconsolidated aquifers) และชั้นหินอุ้มน้ำที่เป็นหินแข็ง (consolidated aquifers) และสามารถจัดแบ่งหน่วยหินที่พบในประเทศไทยตามคุณสมบัติทางอุทกธรณี ได้ 3 หน่วย คือ ตะกอนน้ำพาหรือตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก ความหนาของชั้นหินประมาณ 100 เมตร โดยชั้นหินประกอบด้วยชั้นตะกอนของ กรวด ทราย และดินเหนียว ซึ่งเกิดจากการพัดพาของแม่น้ำป่าสัก รวมทั้งตะกอนทางน้ำต่างๆที่เกิดขึ้นบริเวณช่วงแคบๆตามลำน้ำ และพบอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มริมแม่น้ำป่าสักที่ไหลผ่านอำเภอเมืองสระบุรี บริเวณนี้จะได้รับน้ำโดยตรงจากแม่น้ำป่าสัก มีขนาดพื้นที่ ประมาณ 58.87 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 32.58 และ ตะกอนตะพักลุ่มน้ำ เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนประเภท กรวด ทราย ทรายแป้ง และ ดินเหนียว พบอยู่ทางด้านทิศตะวันตก พื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี ความหนาของชั้นนี้ประมาณ 50 เมตร มีขนาดพื้นที่ ประมาณ 17.79 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 9.85 ซึ่งอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำประเภทหินร่วน (unconsolidated aquifers) ส่วนชั้นหินอุ้มน้ำที่เป็นหินแข็ง คือ ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ เป็นชั้นน้ำบาดาลในหินอัคนี ประกอบไปด้วย หินไรโอไรต์ (rhyorite) หินแอนดีไซต์ (andesite) หินทัฟฟ์ (tuff) ที่มี ส่วนประกอบเป็นพวกไรโอไรต์ และแอนดีไซต์ทัฟฟ์ (rhyoritic and andesitic tuff) หินกรวดมน ภูเขาไฟ (agglomerate) และหินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ (volcanic breccia) ลักษณะของหินที่พบ โดยทั่วไปเป็นหินเนื้อแน่นและแข็ง มีศักยภาพในการให้น้ำบาดาลต่ำ น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ภายในรอยแตกที่เกิดภายหลัง (secondary porosity) ซึ่งได้แก่ รอยแตก รอยแยก หรือ รอยเลื่อน

ภายในชั้นหิน ส่วนใหญ่มีไม่มากนัก และบางส่วนจะถูกกักเก็บอยู่ภายในเนื้อหินผุ มักพบอยู่ในระดับตื้นๆ คุณสมบัติของหินเหล่านี้เมื่อผุพังมักจะสลายตัวเป็นดินเหนียวปนทราย ไม่เหมาะสมในการกักเก็บน้ำบาดาล ประสิทธิภาพ ชั้นน้ำในหินภูเขาไฟ พบทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอเมืองสระบุรี ความหนาของชั้นนี้ประมาณ 20 เมตร มีขนาดพื้นที่ ประมาณ 104.04 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 57.57 ซึ่งปริมาณการกักเก็บน้ำบาดาลขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ ยิ่งมีความหนามากเท่าไรโอกาสที่จะกักเก็บน้ำไว้ได้สูง และขอย่อมหมายถึงให้ปริมาณน้ำสูงตามไปด้วย(ภาพที่ 10 และ ตารางที่ 5)

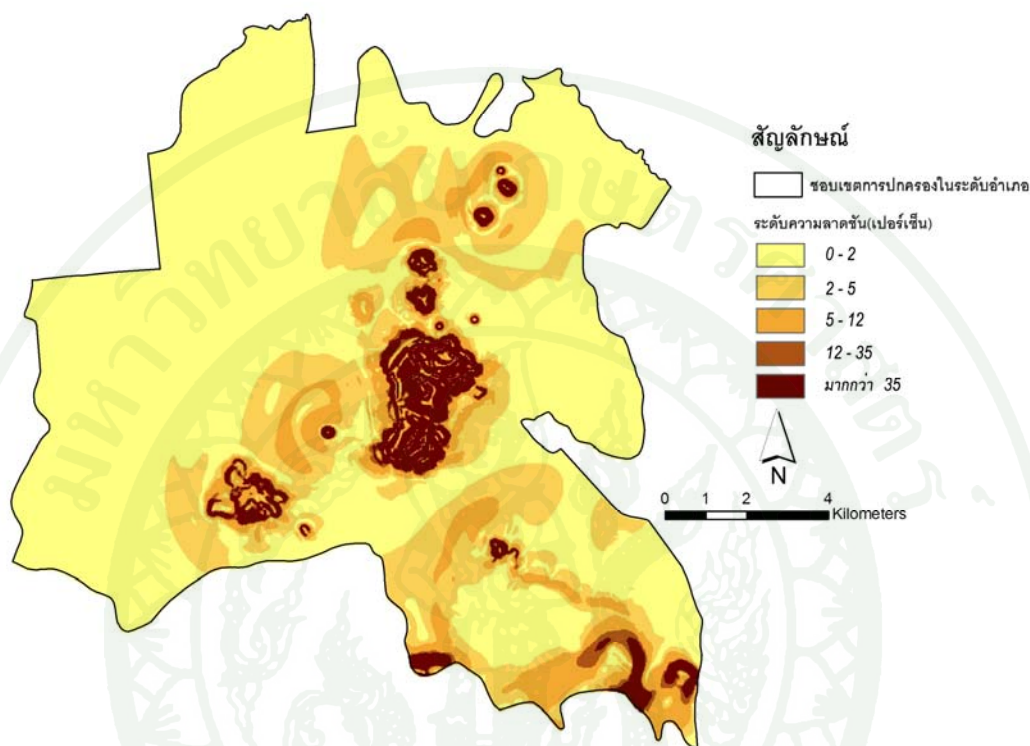
ตารางที่ 5 ความหนาของชั้นอุ้มน้ำในอำเภอเมืองสระบุรี

ชั้นหินอุ้มน้ำ	ขนาดพื้นที่		ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ(ม.)
	(ตร.กม.)	ร้อยละ	
ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะกั่ว	58.87	32.58	100
ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนน้ำพา	17.79	9.85	50
ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ	104.04	57.57	20
รวม	180.70	100	-



จากการกำหนดให้ค่าร้อยละความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลต่อปริมาณน้ำที่จะสูญเสียไปจากการไหลบ่าหน้าดิน จากข้อมูลเส้นชั้นความสูง (2543) มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารนำมาคำนวณหาค่าร้อยละความลาดชันของพื้นที่ โดยพื้นที่ที่มีค่าร้อยละความลาดชันสูงพื้นที่ดังกล่าวจะมีอัตราเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินสูงและไหลลงสู่พื้นที่ต่ำอย่างรวดเร็วทำให้น้ำไม่สามารถไหลซึมผ่านชั้นดินเพื่อลงไปเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาล รวมถึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลที่จะต้องไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำกว่า จากแผนที่ร้อยละความลาดชันพบว่าความลาดชันอยู่ระหว่าง 0.0017 – 47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอเมืองสระบุรีมีความลาดชัน

ร้อยละ 0 - 2 หมายถึง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ ทำให้อัตราเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินต่ำจึงเพิ่มโอกาสให้น้ำสามารถไหลซึมผ่านชั้นดินเพื่อลงไปเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาล (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ลักษณะความลาดชันของพื้นที่ศึกษา

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2543)

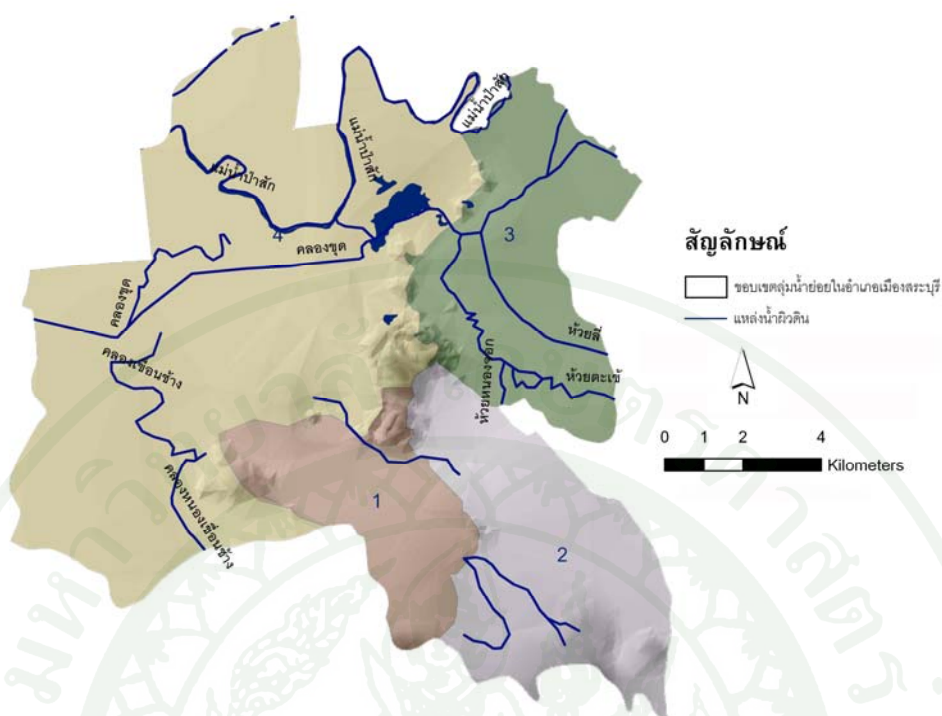
6. ความหนาแน่นของทางน้ำผิวดิน

จากการกำหนดให้ความหนาแน่นของแหล่งน้ำผิวดินมีผลต่ออัตราการระบายน้ำของพื้นที่จากแผนที่แหล่งน้ำผิวดิน (2543) มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ซึ่งนำเข้าข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L 7017 มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งในแผนที่ดังกล่าวสามารถจำแนกข้อมูลแหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรีได้ดังนี้ แม่น้ำป่าสัก อ่างเก็บน้ำปากเพรียว ห้วยลี ห้วยตะเข้ คลองขุดที่สร้างตัดกับคลองเขื่อนช้างไหล และมีลำห้วยที่น้ำไหลเฉพาะในฤดูฝน ซึ่งความหนาแน่นของทางน้ำเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างความยาว

รวมของแหล่งน้ำผิวดินที่ปรากฏในพื้นที่กับขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งกำหนดขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยจากข้อมูลเส้นชั้นความสูง (2543) นำมาจำลองสร้างข้อมูลระดับความสูงของแต่ละจุดทั่วทั้งพื้นที่ในระบบตัวเลข (digital elevation model: DEM) สามารถกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยได้จำนวน 4 ลุ่มน้ำย่อย (ภาพที่ 12) จากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยดังกล่าวพบว่าความยาวของทางน้ำภายในลุ่มน้ำย่อยที่ 1-4 เท่ากับ 2.603, 9.16, 24.365 และ 50.855 กิโลเมตร จากการศึกษาความหนาแน่นของทางน้ำ พบว่าความหนาแน่นของทางน้ำในอำเภอเมืองสระบุรี มีค่าสูงที่สุด คือ 0.79 และค่าต่ำที่สุดคือ 0.13 ค่าดังกล่าวมีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่า พื้นที่ดังกล่าว มีอัตราการไหลบ่าของน้ำฝนต่ำ มีการระบายน้ำไม่ดี ซึ่งน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่มีโอกาสที่จะไหลซึมผ่านผิวดินลงไปเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาล (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความหนาแน่นของทางน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของอำเภอสระบุรี

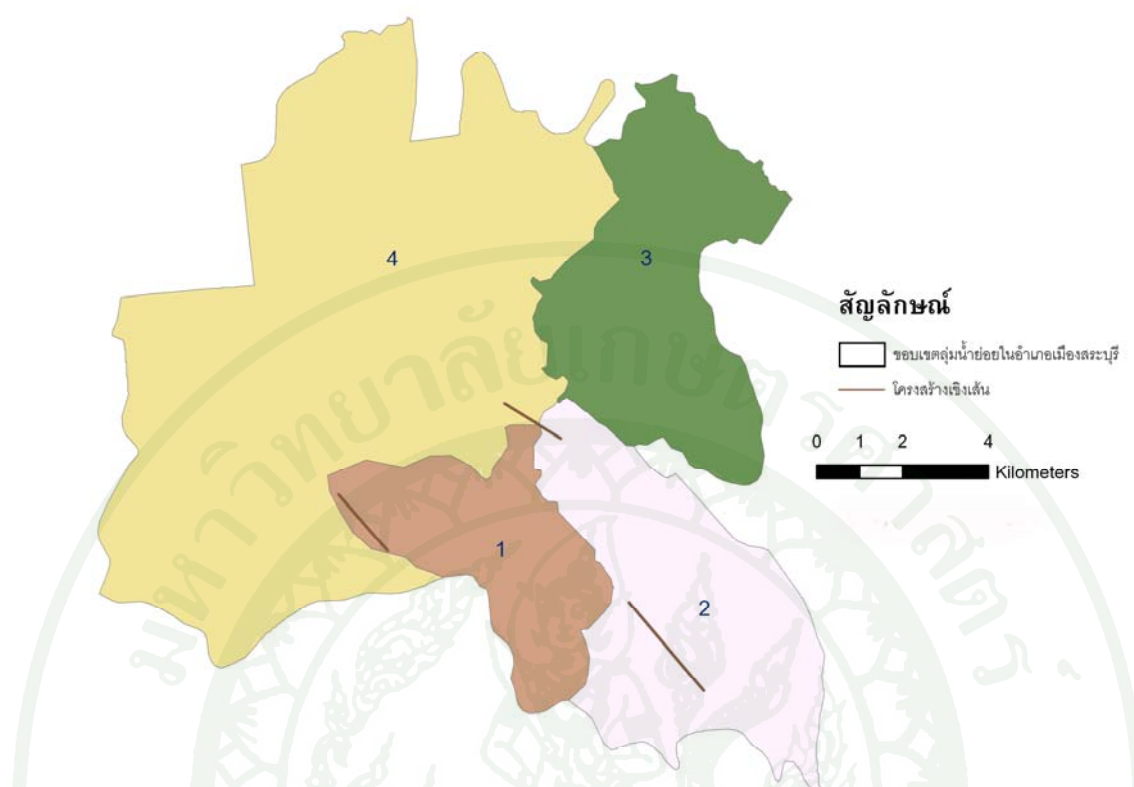
ลุ่มน้ำย่อย	ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อย		ความหนาแน่นของทางน้ำ
	ตร.กม.	ร้อยละ	
1	20	11	0.13
2	32	18	0.28
3	31	17	0.79
4	97	54	0.52
รวม	180	100	-



ภาพที่ 12 กลุ่มน้ำย่อยในอำเภอเมืองสระบุรี (จากการกำหนดโดยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์)

7. โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา

จากการกำหนดให้ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยามีผลต่อการซึมผ่านและการกักเก็บของน้ำบาดาล จากแผนที่โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา (2542) มาตรฐาน 1:2,500,000 ของกรมทรัพยากรธรณี พบว่าอำเภอเมืองสระบุรีมีปรากฏโครงสร้างดังกล่าวเป็นประเทรรอยแยกหรือรอยแตกของชั้นหิน (ภาพที่ 13) จำนวน 3 แห่ง มีความยาวรวมประมาณ 5.97 กิโลเมตร จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา จากอัตราส่วนระหว่างความยาวของโครงสร้างเชิงเส้นทางที่ปรากฏในพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยกับขนาดของพื้นที่กลุ่มน้ำย่อย พบว่า พื้นที่กลุ่มน้ำย่อยหมายเลข 2 มีความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นทางมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.0001 และรองลงมา คือ พื้นที่กลุ่มน้ำย่อย หมายเลข 4 และ 1 มีค่าเท่ากับ 0.00009 และ 0.000087 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยหมายเลข 3 ซึ่งไม่ปรากฏโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา เท่ากับ 0 (ตารางที่ 7)



ภาพที่ 13 โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาในอำเภอเมืองสระบุรี

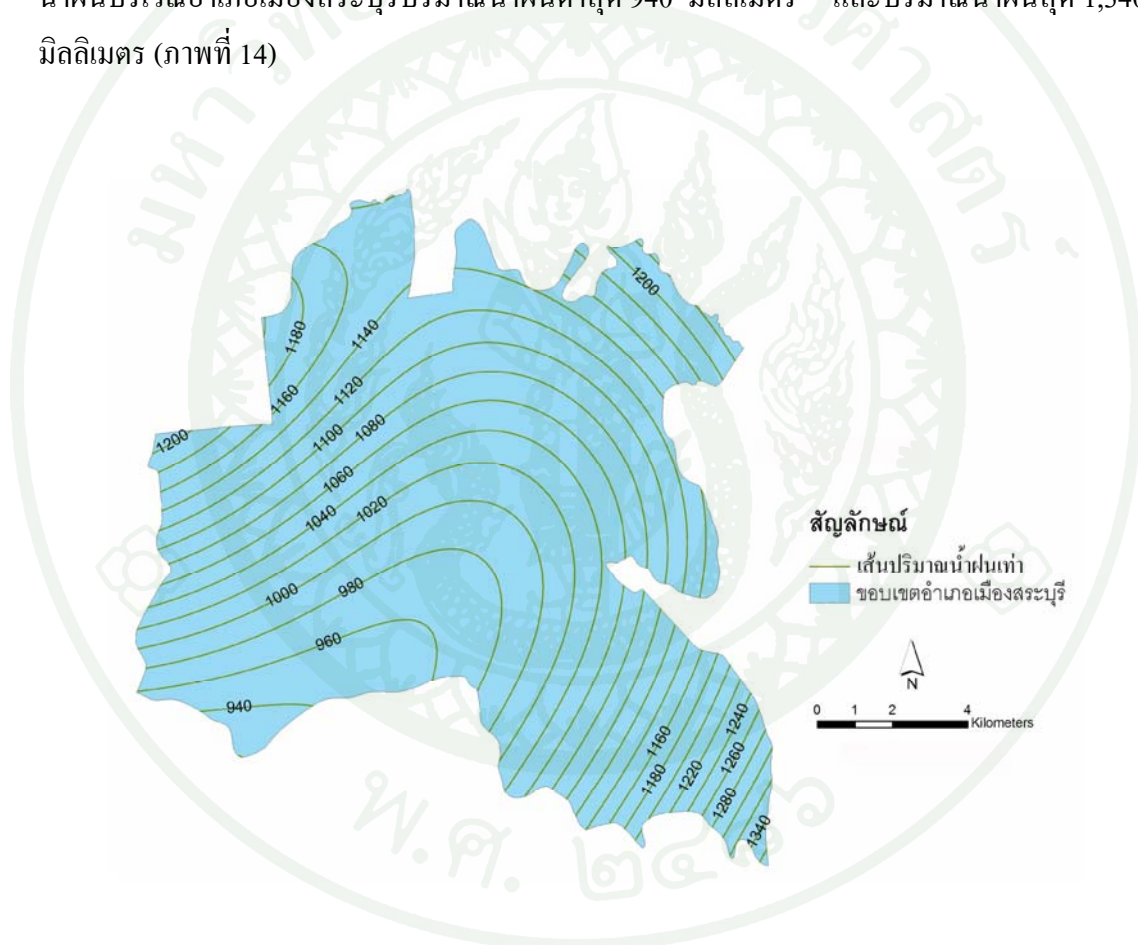
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2542)

ตารางที่ 7 ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของอำเภอสระบุรี

ลุ่มน้ำย่อย	ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อย		ความหนาแน่น ของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา
	ตร.กม.	ร้อยละ	
1	20	11	0.000087
2	32	18	0.0001
3	31	17	0
4	97	54	0.00009
รวม	180	100	-

8. ปริมาณน้ำฝน

จากการกำหนดให้ปริมาณน้ำฝนมีผลต่อปริมาณน้ำที่จะซึมผ่านผิวดินลงเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาล จากข้อมูลน้ำฝนในพื้นที่ 30 สถานีตรวจวัดอากาศของกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่ เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2551 นำมาวิเคราะห์การกระจายของปริมาณน้ำฝน (Spatial Rainfall Distribution) โดยใช้วิธีการ interpolation ในการสร้างข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากเส้นฝนเท่า (isohyets) ในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี จากการศึกษาดังกล่าว พบว่า ปริมาณน้ำฝนบริเวณอำเภอเมืองสระบุรีปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 940 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนสุด 1,340 มิลลิเมตร (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 เส้นปริมาณน้ำฝนเท่าของพื้นที่ศึกษา

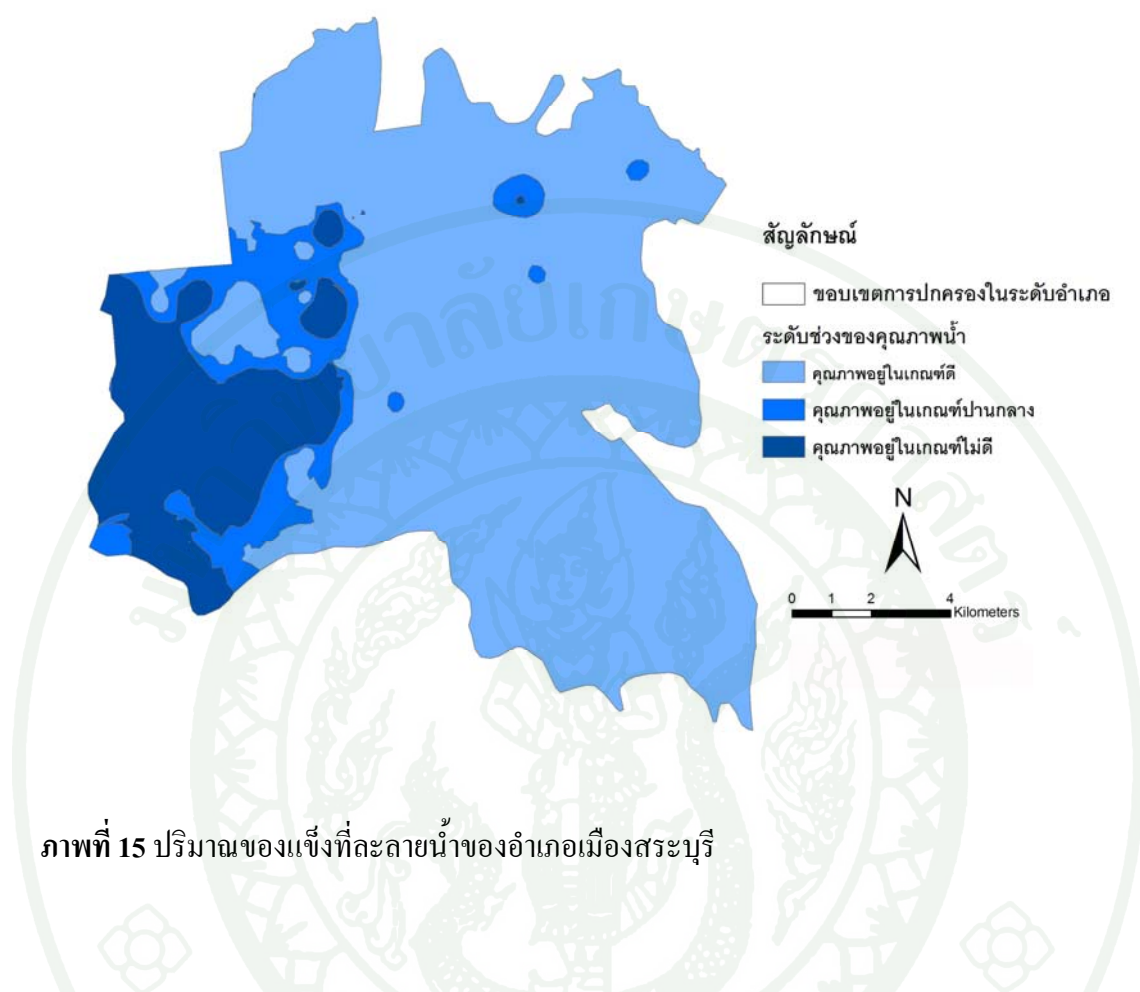
9. คุณภาพน้ำบาดาล

จากการกำหนดให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total dissolve solid: TDS) มีผลต่อความเหมาะสมของคุณภาพน้ำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ซึ่งจากการสำรวจปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด จากบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่อำเภอเมืองจำนวน 34 บ่อ โดยใช้เครื่อง TDS meter และนำมาสร้างแผนที่แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ และกำหนดเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาลไว้ 3 ระดับ คือ พื้นที่ศึกษามีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดี พื้นที่ศึกษามีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปานกลาง และพื้นที่ศึกษามีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับน้ำไม่ดี โดยพื้นที่ที่มีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้น้อยกว่า 750 มิลลิกรัมต่อลิตร มีขนาดพื้นที่ ประมาณ 136.5 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 75.6 พื้นที่ที่มีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ระหว่าง 750 – 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีขนาดพื้นที่ประมาณ 16.3392 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 9.0 และพื้นที่ที่มีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้มากกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีขนาดพื้นที่ ประมาณ 27.8657 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 15.4 (ตารางที่ 8) โดยพบว่าบริเวณที่มีค่าค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้สูงอยู่บริเวณ ตำบลหนองยาว ตำบลหนองโน และบางพื้นที่ตำบลโคกสว่างและปากเพรียว และบริเวณที่มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ต่ำ อยู่บริเวณตำบลหนองปลาไหล (ภาพที่ 15)

ตารางที่ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่พบน้ำบาดาลบริเวณอำเภอเมืองสระบุรี

ค่ามาตรฐานของปริมาณ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทั้งหมดในน้ำบาดาล (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ขนาดพื้นที่		ค่าของปัจจัย
	ตร.กม.	ร้อยละ	
น้อยกว่า 750	136.5	75.6	30
750 – 1,500	16.3	9.0	20
มากกว่า 1,500	27.9	15.4	10
รวม	180.7	100	-

หมายเหตุ ค่าของปัจจัยดัดแปลงจาก พรอฐา (2547)



ภาพที่ 15 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของอำเภอเมืองสระบุรี

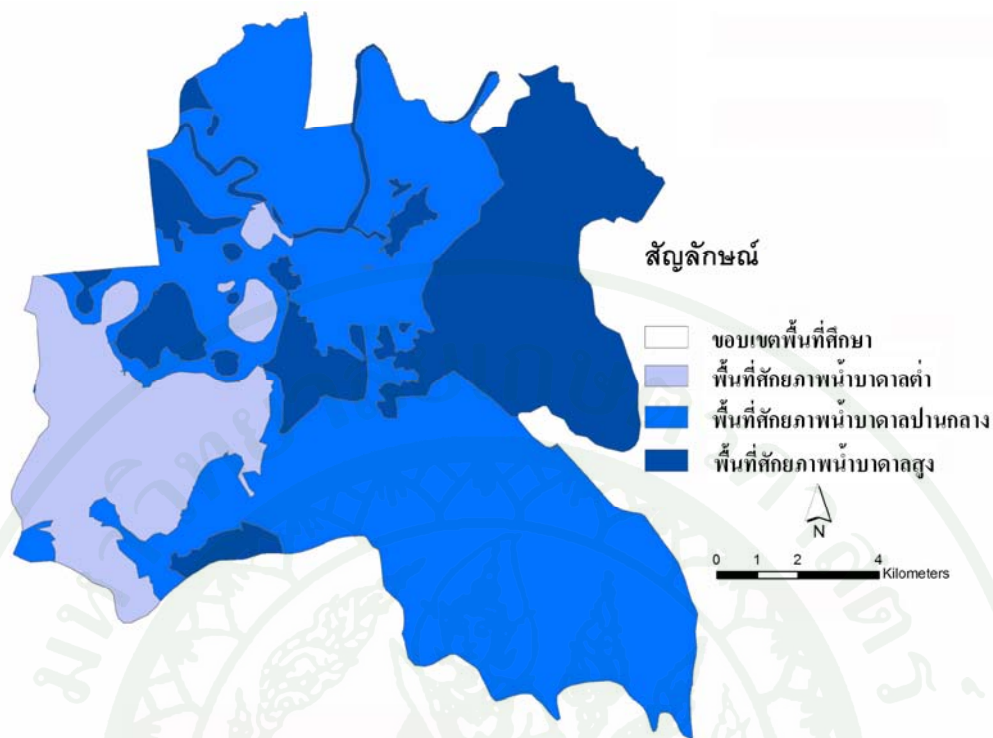
ส่วนที่ 2 การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาล

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา โดยกำหนดค่าคุณลักษณะของแต่ละปัจจัย และนำไปศึกษาสหสัมพันธ์แบบพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำบาดาล ได้แก่ โครงสร้างเชิงเส้น ลักษณะทางธรณีวิทยา และปฐพีวิทยา ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อศักยภาพน้ำบาดาล ได้แก่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของทางน้ำ ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ และคุณภาพน้ำบาดาล (ค่า TDS) จากความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถสร้างสมการเส้นตรงได้สหสัมพันธ์แบบพหุคูณ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ศักยภาพน้ำบาดาล} = & (\text{ความหนาแน่นของทางน้ำ} * 1.201) + (\text{ความหนาชั้นหินอุ้มน้ำ} * \\ & 0.0316) + (\text{ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน} * 1.036) - (\text{คุณภาพน้ำบาดาล} * 1.558) + (\text{ปริมาณน้ำฝน} \\ & * 0.00208) - (\text{เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน} * 0.0126) + 23.483 \quad (R^2 = 0.618) \end{aligned}$$

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากสมการสหสัมพันธ์แบบพหุคูณ สามารถสร้างแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาลได้จากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลและ สามารถจำแนกศักยภาพน้ำบาดาลได้ จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.6 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.1 และอีกทั้งสามารถกำหนดช่วงศักยภาพได้เป็น 3 ช่วง คือ ศักยภาพต่ำ (น้อยกว่า 25.5), ศักยภาพปานกลาง (ระหว่าง 25.5 – 40.7) และ ศักยภาพสูง (มากกว่า 40.7) จากแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาลในเขตอำเภอเมืองสระบุรีที่สร้างขึ้นพบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ ประมาณ 28.5 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 15.8) พื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลปานกลาง ประมาณ 103.9 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 57.5) และพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง ประมาณ 48.3 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 26.7) (ภาพที่ 16 และตารางที่ 9)

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี กำหนดตัวแปรหรือปัจจัยเพื่อนำไปสู่แผนที่ศักยภาพน้ำบาดาล ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อศักยภาพน้ำบาดาลจากการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย 6 ปัจจัย คือ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ ความหนาแน่นของทางน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำฝน ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ และคุณภาพน้ำบาดาล(ค่า TDS) ซึ่งจากผลการศึกษาของพรอุษา(2547) ที่พบว่า การสร้างแบบจำลองศักยภาพน้ำบาดาล ปัจจัยที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองจำนวน 5 ปัจจัย ประกอบด้วย ความลาดชัน โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นของทางน้ำ ชนิดของชั้นดิน-หิน และความหนาของชั้นหิน และคำจำกัดความของคำว่า น้ำบาดาลนั้น หมายถึง น้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในดินและในหินใต้ดิน โดยแทรกอยู่ในช่องว่างของชั้นดินและรอยแตกหรือโพรงของชั้นหินต่างๆ แต่ในการศึกษาครั้งนี้จากสมการความสัมพันธ์พบว่าลักษณะของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาและชนิดของชั้นดิน-หิน ไม่มีความสัมพันธ์กับศักยภาพน้ำบาดาลของพื้นที่ศึกษา เนื่องจากในพื้นที่ศึกษาปรากฏลักษณะของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาเพียง 3 แห่ง ซึ่งในอำเภอเมืองสระบุรีมีบ่อบาดาลกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ ดังนั้นเมื่อนำค่าความหนาแน่นของโครงสร้างทางธรณีวิทยามาศึกษาความสัมพันธ์จึงไม่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล ส่วนชนิดของชั้นดิน-หิน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สมการความสัมพันธ์แบบพหุคูณ ปัจจัยดังกล่าวไม่มีความสัมพันธ์ต่อศักยภาพน้ำบาดาล เนื่องจากปัจจัยด้านปฐพีวิทยาในพื้นที่ดังกล่าวมีผลการจำแนกกลุ่มชุดดินไว้เพียง 2 กลุ่ม ชุดดิน ส่วนข้อมูลด้านธรณีวิทยาผลการจำแนกกลุ่มของหินมีจำนวน 2 กลุ่ม และสมการความสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นสมการเส้นตรง จึงทำให้เมื่อนำค่าของแต่ละปัจจัยเข้าไปวิเคราะห์ในสมการเส้นตรง แล้วไม่เกิดความสัมพันธ์แบบเส้นตรง



ภาพที่ 16 ศักยภาพน้ำบาดาลของอำเภอเมืองสระบุรี

ตารางที่ 9 ขนาดพื้นที่ศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลที่ได้จากการศึกษา

ศักยภาพน้ำบาดาล	ขนาดพื้นที่	
	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ ของพื้นที่อำเภอเมืองสระบุรี
สูง	48.30	26.7
กลาง	103.90	57.5
ต่ำ	28.50	15.8
รวม	180.70	100

ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้จะตรวจสอบความถูกต้องเฉพาะการวิเคราะห์ศักยภาพน้ำบาดาลที่ได้จากแบบจำลอง โดยนำค่าปริมาณการให้น้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาลบ่อบาดาลที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา

เรือน, บ้านหนองปลาไหล มี 255 หลังคาเรือน และ บ้านโนนค้อ มี 66 หลังคาเรือน และให้มีกลุ่มตัวอย่างของแต่ละหมู่บ้านเป็น 1 ใน 3 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด คิดเป็น 32 ครัวเรือนต่อหมู่บ้านสรุปผลได้ดังนี้

จำนวนสมาชิกในครัวเรือน

จำนวนสมาชิกในครัวเรือนบ้านหัวถนนส่วนใหญ่มีจำนวน 3 - 4 คน จำนวน 18 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 56.2 บ้านหนองปลาไหลมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ 3 - 4 คน จำนวน 17 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 53.1 และ บ้านโนนค้อ ส่วนใหญ่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 3 - 4 คน จำนวน 17 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 15.6 ลักษณะครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นลักษณะครอบครัวเดี่ยวซึ่งเมื่อมีครอบครัวแล้วจะแยกออกมาจากครัวเรือนเดิม จึงทำให้สมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ มีจำนวน 3 - 4 คน (ตารางที่ 10)

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด เท่ากับ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.766 แสดงว่า ข้อมูลจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยของทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 จำนวนสมาชิกในครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

สมาชิก (คน)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
1 - 2	8	25.1	8	25.0	5	15.6
3 - 4	18	56.2	17	53.1	17	53.1
5 - 6	4	15.6	3	9.4	10	31.3
มากกว่า 6	1	3.1	4	12.5	-	-
รวม	32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และบ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

ระดับการศึกษาสูงสุดของครัวเรือน

ระดับการศึกษาสูงสุดในครัวเรือนบ้านหัวถนนส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 14 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 43.8 บ้านหนองปลาไหลสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุด อยู่ที่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 34.4 และ บ้านโนนค้อ สมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุด อยู่ที่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 (ตารางที่ 11) จากผลการศึกษาดังกล่าว ระดับการศึกษาสูงสุดของสมาชิกในครัวเรือนเป็นไปตามระดับการศึกษาภาคบังคับเนื่องจากลักษณะวิถีชีวิตครัวเรือนเกษตรกรรมของพื้นที่ศึกษาทำให้มีการส่งเสริมด้านการศึกษาให้กับสมาชิกในครัวเรือน

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลระดับการศึกษาสูงสุดของครัวเรือน ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด คือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.413 สรุปได้ว่า ข้อมูลระดับการศึกษาสูงสุดของครัวเรือนของทั้ง 3 หมู่บ้านมีการกระจายของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 11 ระดับการศึกษาสูงสุดในครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

ระดับการศึกษา	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
ต่ำกว่าชั้นประถมศึกษา	0	0	0	0	0	0
ประถมศึกษา	4	12.5	2	6.3	6	18.7
มัธยมศึกษาตอนต้น	14	43.8	9	28.1	8	25.0
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	7	21.8	11	34.4	7	21.9
อนุปริญญา/ปวส.	3	9.4	3	9.4	7	21.9
ปริญญาตรี	4	12.5	6	18.7	4	12.5
สูงกว่าปริญญาตรี	0	0	1	3.1	0	0
รวม	32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง) และบ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

การประกอบอาชีพ

การประกอบอาชีพหลักของบ้านหัวถนนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักของครัวเรือน จำนวน 11 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 34.3 บ้านหนองปลาไหลส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักของครัวเรือน จำนวน 12 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 37.5 และ บ้านโนนค้อ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักของครัวเรือน จำนวน 7 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 21.9 (ตารางที่ 13) ส่วนการประกอบอาชีพรองของบ้านหัวถนนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพรองของครัวเรือน จำนวน 9 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 28.1 บ้านหนองปลาไหลส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและปศุสัตว์เป็นอาชีพรองของครัวเรือน จำนวน 7 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 21.9 และ บ้านโนนค้อ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพรองของครัวเรือน จำนวน 16 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 49.9 (ตารางที่ 12) จากผลการศึกษาดังกล่าว ครัวเรือนของบ้านโนนค้อมีอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพรองมากกว่าครัวเรือนที่มีอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก เนื่องจากครัวเรือนบางส่วนในพื้นที่ดังกล่าวมีประชากรในวัยแรงงานที่สามารถประกอบอาชีพอื่น เช่น พนักงานบริษัท และปศุสัตว์ แต่จากวิถีชีวิตที่เป็นครัวเรือนเกษตรกรรมทำให้ยังคงมีประชากรในวัยสูงอายุที่สามารถทำการเกษตรเป็นอาชีพรองเพื่อเพิ่มรายได้

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลครัวเรือนที่ประกอบอาชีพหลักและอาชีพรองของครัวเรือนทั้ง 3 หมู่บ้าน (Chi-square) ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง ปานกลาง และต่ำ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด คือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) ของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพหลักเท่ากับ 0.039 และของครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรองเท่ากับ 0.012 สรุปได้ว่า ข้อมูลครัวเรือนที่ประกอบอาชีพหลักและอาชีพรองของทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากข้อมูลการประกอบอาชีพหลักและอาชีพรอง พื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงมีครัวเรือนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและมีการจ้างแรงงานในภาคเกษตรมากกว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลปานกลางและพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ ซึ่งต่างกับพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลปานกลางและพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำจะมีการประกอบอาชีพนอกภาคเกษตรเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีน้ำซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญทำให้ครัวเรือนในพื้นที่ยังคงอาชีพเกษตรกรรม ส่วนพื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำครัวเรือนในบริเวณดังกล่าวจึงต้องประกอบอาชีพนอกภาคเกษตรกรรมจึงทำให้การกระจายของข้อมูลดังกล่าวแตกต่างกัน

ตารางที่ 12 การประกอบอาชีพหลักและอาชีพรองของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา

อาชีพ		บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
		ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
อาชีพหลัก	เกษตรกรรวม	11	34.3	12	37.5	7	21.9
	ค้าขาย	2	6.3	8	25.0	3	9.4
	ปศุสัตว์	2	6.3	0	0	5	15.6
	ราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	8	25.0	7	21.9	4	12.5
	พนักงานบริษัท	4	12.5	1	3.1	6	18.7
	รับจ้างในภาคเกษตร	0	0	1	3.1	4	12.5
	รับจ้างนอกภาคเกษตร	5	15.6	3	9.4	3	9.4
	ไม่มี	0	0	0	0	0	0
รวม		32	100	32	100	32	100
อาชีพรอง	เกษตรกรรวม	9	28.1	7	21.9	16	49.9
	ค้าขาย	6	18.8	5	15.6	2	6.3
	ปศุสัตว์	1	3.1	7	21.9	6	18.8
	ราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	0	0	0	0	0	0
	พนักงานบริษัท	0	0	0	0	0	0
	รับจ้างในภาคเกษตร	0	0	1	3.1	3	9.4
	รับจ้างนอกภาคเกษตร	3	9.4	0	0	1	3.1
	ไม่มี	13	40.6	12	37.5	4	12.5
รวม		32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง), บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลปานกลาง) และบ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

รายได้รวมของครัวเรือน

รายได้รวมของครัวเรือนบ้านหัวถนนส่วนใหญ่ประมาณ 10,000.1 – 15,000.0 บาทต่อครัวเรือน ต่อเดือน มีจำนวน 13 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.6 บ้านหนองปลาไหล มีรายได้รวมของครัวเรือนส่วนใหญ่ประมาณ 10,000.1 – 15,000.0 บาทต่อเดือน มีจำนวน 14 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 43.7 และ บ้านโนนค้อ มีรายได้รวมของครัวเรือนส่วนใหญ่ประมาณ 15,000.1 – 20,000.0 บาทต่อเดือน มีจำนวน 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 46.8 (ตารางที่ 13) จากผลการศึกษาบ้านโนนค้อ มีรายได้รวมของครัวเรือนสูงกว่าหมู่บ้านอื่น เนื่องจากหมู่บ้านดังกล่าวมีการประกอบอาชีพหลักที่หลากหลายและเมื่อเปรียบเทียบการประกอบอาชีพรองของทั้ง 3 หมู่บ้านพบว่า บ้านโนนค้อ มีครัวเรือนที่ไม่มีอาชีพรองน้อยที่สุด จำนวน 4 ครัวเรือน ส่วนบ้านหัวถนน และบ้านหนองปลาไหลมีจำนวน 13 และ 12 ครัวเรือนที่ไม่มีอาชีพรอง ทำให้บ้านโนนค้อมีรายได้ของครัวเรือนมากกว่าหมู่บ้านอื่น

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลรายได้รวมของครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด คือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.038 สรุปได้ว่า ข้อมูลรายได้รวมของครัวเรือนทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากลักษณะการประกอบอาชีพหลักและอาชีพรองของครัวเรือนในพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงครัวเรือนส่วนใหญ่ยังประกอบอาชีพในภาคการเกษตร ส่วนพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพนอกภาคการเกษตร จึงทำให้การกระจายของการประกอบอาชีพหลักและอาชีพรองซึ่งเป็นแหล่งที่มาของรายได้ของครัวเรือนของครัวเรือนแตกต่างกัน จึงทำให้ข้อมูลรายได้ของครัวเรือนมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 13 รายได้ของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

รายได้ของครัวเรือน (บาทต่อเดือน)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 5,000	2	6.3	0	0	0	0
5,000.1 – 10,000.0	12	37.5	8	25.0	6	18.8
10,000.1 – 15,000.0	13	40.6	14	43.7	9	28.1
15,000.1 – 20,000.0	5	15.6	10	31.3	15	46.8
20,000.1 – 25,000.0	0	0	0	0	2	6.3
มากกว่า 25,000	0	0	0	0	0	0
รวม	32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และ บ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

รายจ่ายรวมของครัวเรือน

รายจ่ายรวมของครัวเรือนบ้านหัวถนนมี ประมาณ. 5,000.1 – 10,000.0 บาทต่อเดือน จำนวน 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 46.8 บ้านหนองปลาไหล มีรายจ่ายรวมของครัวเรือน ประมาณ. 10,000.1 – 15,000.0 บาทต่อเดือน จำนวน 20 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.5 และ บ้านหนองโน มีรายจ่ายรวมของครัวเรือน ประมาณ. 5,000.1 – 10,000.0 บาทต่อเดือน จำนวน 14 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 43.7 (ตารางที่ 14) จากผลการศึกษาน้ำบาดาลบ้านหนองปลาไหลมีรายจ่ายสูงกว่าหมู่บ้านอื่น เนื่องจากหมู่บ้านดังกล่าวประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักและมีขนาดพื้นที่ทำการเกษตรของครัวเรือนมากกว่าหมู่บ้านอื่น

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลรายจ่ายรวมของครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด คือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.041 สรุปได้ว่าข้อมูลรายจ่ายรวมของครัวเรือนของทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายของข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งรายจ่ายของครัวเรือนนั้นเกิดขึ้นจากการลงทุนเพื่อการประกอบอาชีพ โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำ

บาตาดสูงมีครัวเรือนที่มีรายจ่ายสูงกว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีการทำการเกษตรและต้องใช้ปัจจัยการผลิตเป็นจำนวนมากซึ่งจะต่างกับพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำมีการลงทุนกับปัจจัยการผลิตน้อยกว่าบางส่วนเป็นการใช้จ่ายในครัวเรือนจึงทำให้รายจ่ายของครัวเรือนในพื้นที่ดังกล่าวต่างกัน

ตารางที่ 14 รายจ่ายของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

รายจ่ายของครัวเรือน (บาทต่อเดือน)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 5,000	2	6.3	0	0	0	0
5,000.1 – 10,000.0	15	46.8	8	25.0	14	43.7
10,000.1 – 15,000.0	12	37.5	20	62.5	10	31.3
15,000.1 – 20,000.0	3	9.4	4	12.5	8	25.0
20,000.1 – 25,000.0	0	0	0	0	0	0
มากกว่า 25,000	0	0	0	0	0	0
รวม	32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และ บ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

หนี้สินของครัวเรือน

หนี้สินรวมของครัวเรือนบ้านหัวถนนหนี้สินส่วนใหญ่เป็นการกู้จากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ โดยนำเงินไปซื้อวัตถุดิบและอุปกรณ์ทางการเกษตร ซึ่งหนี้สินรวมของครัวเรือนส่วนใหญ่ ประมาณ 25,000.1 – 50,000.0 บาท จำนวน 8 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 25.0 และมีครัวเรือนที่ไม่มีหนี้สิน จำนวน 13 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.7 บ้านหนองปลาไหลส่วนใหญ่เป็นการกู้จากโครงการของรัฐบาลและกลุ่มออมทรัพย์ของตำบล โดยนำเงินไปเงินไปซื้อวัตถุดิบและอุปกรณ์ทางการเกษตรและเป็นทุนในการค้าขายเนื่องจากบริเวณบ้านหนองปลาไหลมีแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจ คือ วัดพระพุทธราย และอุทยานแห่งชาติน้ำตกเขาสามหลั่น ซึ่งหนี้สินรวมของครัวเรือนส่วนใหญ่ ประมาณ 10,000.1 – 25,000.0 บาท จำนวน 6 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 18.8 และมีครัวเรือนที่ไม่มีหนี้สิน จำนวน 7 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 21.8 บ้านโนนค้อส่วนใหญ่เป็นหนี้จาก

บัตรเครดิตในการใช้จ่ายซื้อของใช้ในครัวเรือนและจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ เพื่อลงทุนในภาคเกษตรกรรม ซึ่งมีหนี้สินรวมของครัวเรือนส่วนใหญ่ ประมาณ. 10,000.1 – 25,000.0 บาท จำนวน 9 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 28.1 และมีครัวเรือนที่ไม่มีหนี้สิน จำนวน 8 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 25.0 (ตารางที่ 15)

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลหนี้สินของครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด คือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.086 สรุปได้ว่าข้อมูลหนี้สินของครัวเรือนของทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 15 หนี้สินของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

หนี้สินของครัวเรือน (บาท)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 10,000.0	1	3.1	3	9.4	4	12.5
10,000.1 – 25,000.0	5	15.6	6	18.8	9	28.1
25,000.1 – 50,000.0	8	25.0	4	12.5	6	18.8
50,000.1 – 75,000.0	3	9.4	2	6.2	4	12.5
75,000.1 – 100,000.0	1	3.1	4	12.5	1	3.1
มากกว่า 100,000	1	3.1	6	18.8	0	0
ไม่มี	13	40.6	7	21.8	8	25.0
รวม	32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และ บ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

ขนาดพื้นที่เกษตรกรรม

ขนาดของพื้นที่เกษตรกรรมของครัวเรือนบ้านหัวถนนมีขนาดพื้นที่เกษตรกรรมของครัวเรือนส่วนใหญ่ประมาณ 10 – 25 ไร่ จำนวน 10 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 31.2 บ้านหนองปลาไหลมีขนาดพื้นที่เกษตรกรรม ของครัวเรือนส่วนใหญ่ประมาณ 25 - 50 ไร่ จำนวน 9 ครัวเรือน

คิดเป็นร้อยละ 18.8 และ บ้านโนนค้อมีขนาดพื้นที่เกษตรกรรมของครัวเรือนส่วนใหญ่ประมาณ 10 – 25 ไร่ จำนวน 11 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 34.3 (ตารางที่ 16) จากลักษณะครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาเป็นแบบครอบครัวเดี่ยวซึ่งแยกออกมาจากครอบครัวดั้งเดิมทำให้แต่ละครัวเรือนมีพื้นที่ถือครองเพื่อประกอบอาชีพเกษตรกรรมน้อย แต่บ้านหนองปลาไหลมีขนาดของพื้นที่เกษตรกรรมมากกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากมีบางครอบครัวในพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะครอบครัวแบบขยายซึ่งมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมอยู่บนพื้นที่ของครอบครัวดั้งเดิม

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลขนาดของพื้นที่เกษตรกรรมของครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาดคือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.312 สรุปได้ว่าการกระจายของข้อมูลขนาดของพื้นที่เกษตรกรรมของครัวเรือนของทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 16 ขนาดการถือครองที่ดินของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

ขนาดการถือครองพื้นที่ (ไร่ต่อครัวเรือน)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 1	4	12.5	7	21.9	2	6.3
1.0 – 5.0	4	12.5	4	12.5	7	21.9
5.1-10.0	1	3.1	1	3.1	4	12.5
10.1 – 25.0	10	31.2	6	18.8	11	34.3
25.1 – 50.0	7	21.9	9	28.1	5	15.6
มากกว่า 50	2	6.3	4	12.5	2	6.3
ไม่มี	4	12.5	1	3.1	1	3.1
รวม	32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และ บ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

ปริมาณผลผลิตในการเกษตร

บ้านหัวถนนมีครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักและอาชีพรองจำนวน 20 ครัวเรือน ปริมาณผลผลิตส่วนใหญ่ประมาณ 0.51 – 1.00 ตัน/ไร่/ปี จำนวน 10 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 62.5 บ้านหนองปลาไหลมีครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักและอาชีพรองจำนวน 19 ครัวเรือน ปริมาณผลผลิตส่วนใหญ่ประมาณ 0.51 – 1.00 และ 1.01 – 1.50 ตัน/ไร่/ปี จำนวน 9 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 45 และบ้านโนนค้อมีครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักและอาชีพรองจำนวน 23 ครัวเรือน ปริมาณผลผลิตส่วนใหญ่ประมาณ 0.51 – 1.00 ตัน/ไร่/ปี จำนวน 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 78.9 (ตารางที่ 17) จากผลการศึกษาบ้านหนองปลาไหลมีปริมาณผลผลิตข้าวมากกว่าพื้นที่ เนื่องจากบ้านหนองปลาไหลมีการทำการเกษตรเป็นอาชีพหลักมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้สามารถบำรุงและดูแลได้ดีกว่าครัวเรือนที่ทำการเกษตรเป็นอาชีพรอง

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลปริมาณผลผลิตในการเกษตรของครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาดคือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.021 สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณผลผลิตในการเกษตรของครัวเรือนที่ปลูกข้าวเป็นอาชีพหลักและอาชีพรองของทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายของข้อมูลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำมีครัวเรือนที่ได้ปริมาณผลผลิตจากนาข้าวต่ำกว่าพื้นที่อื่น แต่บริเวณพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลสูงมีครัวเรือนที่ได้ปริมาณผลผลิตจากนาข้าวสูงกว่าพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลปานกลางซึ่งเกิดจากลักษณะการทำการเกษตรของพื้นที่ดังกล่าวเป็นการทำในรูปแบบของอาชีพรองทำให้ความสามารถในการบำรุงและดูแลต่างกันจึงทำให้ข้อมูลปริมาณผลผลิตแตกต่างกัน

ตารางที่ 17 ปริมาณผลผลิตจากการทำนาข้าวของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

ปริมาณผลผลิต (ตัน/ไร่/ปี)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 0.50	5	31.3	2	10.0	0	0
0.51 – 1.00	10	62.5	9	45.0	15	78.9
1.01 – 1.50	1	6.2	9	45.0	4	21.1
1.51 – 2.00	0	0	0	0	0	0
มากกว่า 1.5	0	0	0	0	0	0
รวม	16	100	20	100	19	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล (ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และ บ้านหัวถนน (ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

ราคาผลผลิต (ข้าว)

ราคาผลผลิตจากการทำนาข้าวของครัวเรือนบ้านหัวถนนส่วนใหญ่ขายได้ในราคาเกวียนละประมาณ 7,501 – 10,000 บาท จำนวน 10 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 31.3 บ้านหนองปลาไหล ครัวเรือนส่วนใหญ่สามารถขายได้ในราคาเกวียนละ ประมาณ 7,501 – 10,000 บาท จำนวน 13 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 65.0 และ บ้านโนนค้อครัวเรือนส่วนใหญ่สามารถขายได้ในราคาเกวียนละ ประมาณ 5,001 – 7,500 บาท จำนวน 16 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 84.2 (ตารางที่ 18) จากราคาผลผลิต (ข้าว) ของบ้านโนนค้อต่ำกว่าพื้นที่อื่นและสมาชิกในครัวเรือนอยู่ในวัยแรงงาน ครัวเรือนในบ้านโนนค้อจึงมีการประกอบอาชีพอื่นที่นอกภาคเกษตรกรรม แต่จากวิถีชีวิตครัวเรือนเกษตรกรรมจึงมีการทำการเกษตรเป็นอาชีพรอง

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลราคาผลผลิต(ข้าว)ของครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด คือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.011 สรุปได้ว่าการกระจายของข้อมูลราคาผลผลิต (ข้าว) ของครัวเรือนของทั้ง 3 หมู่บ้าน มีการกระจายของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 18 ราคาผลผลิตจากการทำนาข้าวของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาย่อย

ราคาผลผลิต(ข้าว) (บาท/เกวียน)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนคล้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 5,000	0	0	0	0	0	0
5,001 – 7,500	6	37.5	7	35.0	16	84.2
7,501 – 10,000	10	62.5	13	65.0	3	15.8
รวม	16	100	20	100	19	100

หมายเหตุ บ้านโนนคล้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และ บ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

การใช้น้ำบาดาลของครัวเรือน

ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของครัวเรือนบ้านหัวถนน ส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่า 21 – 30 หน่วย จำนวน 13 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.7 บ้านหนองปลาไหลครัวเรือนของทั้งหมู่บ้านส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้น้ำอยู่ระหว่าง 11 – 20 หน่วย จำนวน 13 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.7 และบ้านโนนคล้อครัวเรือนของหมู่บ้านส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้น้ำอยู่ระหว่าง 21 - 30 หน่วย จำนวน 17 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 53.1 (ตารางที่ 19)

จากการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลการใช้น้ำบาดาลของครัวเรือนที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง กลาง และต่ำ (Chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่มีโอกาสผิดพลาด คือ 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น (probability of significance, Prob.) เท่ากับ 0.046 สรุปได้ว่าการกระจายของข้อมูลการใช้น้ำบาดาลของครัวเรือนของทั้ง 3 หมู่บ้าน ข้อมูลมีการกระจายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงมีปริมาณการใช้น้ำของครัวเรือนส่วนใหญ่มากกว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ แต่ในพื้นที่ดังกล่าวมีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดน้อยกว่าพื้นที่อื่นและในพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำมีปริมาณการใช้น้ำของครัวเรือนต่ำสุดมากกว่าพื้นที่อื่นจึงทำให้การกระจายของข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาลของครัวเรือนในพื้นที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 19 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา

ปริมาณการใช้น้ำบาดาล (หน่วย)	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 10	3	9.4	2	6.3	0	0
11 – 20	11	34.3	13	40.6	8	25.0
21 - 30	13	40.6	10	31.2	17	53.1
31 - 40	4	12.6	2	6.3	7	21.9
มากกว่า 40	1	3.1	5	15.6	0	0
รวม	32	100	32	100	32	100

หมายเหตุ บ้านโนนค้อ(ศักยภาพน้ำบาดาลสูง) บ้านหนองปลาไหล(ศักยภาพน้ำบาดาลกลาง)
และ บ้านหัวถนน(ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ)

การจัดการน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาย่อย

จากผลการศึกษาแนวทางการจัดการน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นและเหมาะสมในการดำเนินการในพื้นที่ศึกษา พบว่า แนวทางที่น่าจะมีความเป็นไปได้มาก – มากที่สุด ที่สามารถสร้างจิตสำนึกให้กับชุมชนได้ คือ แนวทางการรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัดความเหมาะสมและเป็นไปได้ในการดำเนินการภายในหมู่บ้านหัวถนนมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.3 ส่วนรองลงมายังอยู่ในระดับที่เป็นไปได้มาก คือ การส่งเสริมการใช้น้ำจากแหล่งอื่นร่วมกับการใช้น้ำบาดาล มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.2 ส่วนหมู่บ้านหนองปลาไหล แนวทางการรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัดความเหมาะสมและเป็นไปได้ในการดำเนินการมากที่สุด คือ การควบคุมการปนเปื้อนของสารพิษ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.5 ส่วนรองลงมายังอยู่ในระดับที่เป็นไปได้มาก คือ การรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.4 และ บ้านโนนค้อแนวทางการรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัดความเหมาะสมและเป็นไปได้ในการดำเนินการมากที่สุด คือ การส่งเสริมการใช้น้ำจากแหล่งอื่นร่วมกับการใช้น้ำบาดาล มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.8 ส่วนรองลงมายังอยู่ในระดับที่เป็นไปได้มาก คือ การรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.5 (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 แนวทางการจัดการน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นและเหมาะสมในการดำเนินการ
ในพื้นที่ศึกษา

แนวทาง	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ค่า		ค่า		ค่า	
	ค่าเฉลี่ย	เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	เบี่ยงเบน มาตรฐาน
- การส่งเสริมการใช้น้ำจาก แหล่งอื่นร่วมกับการใช้น้ำ บาดาล	4.2	0.69	4.3	0.63	4.8	0.51
- การควบคุมการปนเปื้อน ของสารพิษ	3.4	0.89	4.5	0.56	3.1	0.71
- การรณรงค์การใช้น้ำแบบ ประหยัด	4.3	0.67	4.4	0.67	4.5	0.49
- การให้ความรู้เกี่ยวกับ ผลกระทบจากวิกฤตการณ์น้ำ บาดาล	2.9	0.89	4.3	0.83	4.3	0.59
รวมเฉลี่ย	3.7	0.8	4.4	0.7	4.2	0.6

หมายเหตุ เหมาะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 1 เหมาะสมน้อย เท่ากับ 2
เหมาะสมปานกลาง เท่ากับ 3 เหมาะสมมาก เท่ากับ 4
เหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 5

จากแนวทางการจัดการน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นและเหมาะสมในการดำเนินการในพื้นที่ศึกษา การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ที่ครัวเรือนสามารถรับรู้รับทราบข่าวสารและแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่ความเหมาะสมมาก - มากที่สุดของหมู่บ้านหัวถนนมากที่สุด คือ วิทยุกระจายเสียงท้องถิ่น มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.3 ส่วนรองลงมา คือ โทรทัศน์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.1 ส่วนหมู่บ้านหนองปลาไหล การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ที่ครัวเรือนสามารถรับรู้รับทราบข่าวสารมากที่สุด คือ โทรทัศน์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.3 รองลงมา คือ วิทยุกระจายเสียงท้องถิ่น มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.9 และบ้านโนนค้อ การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ที่ครัวเรือน

สามารถรับรู้รับทราบข่าวสารมากที่สุด คือ วิทยุกระจายเสียงท้องถิ่น มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.6 ส่วนรองลงมา คือ โทรทัศน์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.5 (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 การดำเนินการตามแนวทางการจัดการน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

แนวทาง	บ้านหัวถนน		บ้านหนองปลาไหล		บ้านโนนค้อ	
	ค่าเฉลี่ย	ค่า	ค่าเฉลี่ย	ค่า	ค่าเฉลี่ย	ค่า
		เบี่ยงเบน		เบี่ยงเบน		เบี่ยงเบน
		มาตรฐาน		มาตรฐาน		มาตรฐาน
การจัดประชุมชี้แจง	3.7	0.99	3.7	0.99	3.1	0.96
วิทยุกระจายเสียงท้องถิ่น	4.3	0.83	3.9	0.93	4.6	0.55
โทรทัศน์	4.1	0.89	4.5	0.67	4.5	0.50
หนังสือพิมพ์	2.8	1.32	2	1.12	3.2	0.93
แผ่นพับ	3.1	0.71	2.6	0.97	4.3	0.60
อื่นๆ	-	-	-	-	-	-
รวมเฉลี่ย	3.6	0.9	3.3	0.9	3.9	0.7

หมายเหตุ เหมาะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 1
เหมาะสมปานกลาง เท่ากับ 3
เหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 5

เหมาะสมน้อย เท่ากับ 2
เหมาะสมมาก เท่ากับ 4

จากผลการศึกษาการกระจายของข้อมูลลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจของครัวเรือนในพื้นที่ที่มีระดับศักยภาพน้ำบาดาลสูง ศักยภาพน้ำบาดาลปานกลาง และศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ พบว่าการกระจายของข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และแนวทางการจัดการน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นและเหมาะสมในการดำเนินการในพื้นที่ศึกษา ทั้ง 3 หมู่บ้าน มีช่องทางการรับรู้ข่าวสารและแนวทางที่เหมาะสมในการดำเนินการแตกต่างกัน เนื่องจากระดับศักยภาพน้ำบาดาลของแต่ละพื้นที่ทำให้ศักยภาพของพื้นที่เหมาะสมสำหรับการทำเกษตรกรรมแตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลให้ลักษณะทางเศรษฐกิจของครัวเรือนแตกต่างกัน เช่น บ้านโนนค้อเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงซึ่งเหมาะสมสำหรับการทำเกษตรกรรม ทำครัวเรือนบริเวณนี้มีการทำการเกษตรมากกว่าพื้นที่

อื่น และยังสามารถประกอบอาชีพอื่นควบคู่กันการทำเกษตรกรรมทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะทางเศรษฐกิจของครัวเรือนดีกว่าพื้นที่อื่น



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการรวบรวมปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาลและนำมาศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อศักยภาพน้ำบาดาลจากสมการสหสัมพันธ์แบบพหุคูณแต่ละปัจจัย ดังกล่าว พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับศักยภาพน้ำบาดาล ได้แก่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความลาดชันของพื้นที่ ความหนาแน่นของทางน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำฝน ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ และคุณภาพน้ำบาดาล (ค่า TDS) และจากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำมาสร้างสมการเส้นตรงได้สหสัมพันธ์แบบพหุคูณ โดยมีโอกาสความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.05 และสามารถสร้างแผนที่แสดงศักยภาพน้ำบาดาล สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม พื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ ประมาณ 28.5 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น ร้อยละ 15.8 พื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลปานกลาง ประมาณ 103.9 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น ร้อยละ 57.5 และพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง ประมาณ 48.3 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น ร้อยละ 26.7 จากการนำค่าปริมาณน้ำบาดาลและค่าคุณภาพน้ำบาดาล จากบ่อน้ำบาดาลนำมาตรวจสอบกับแผนที่แสดงศักยภาพน้ำบาดาลที่ได้จากการศึกษาพบว่า แผนที่ที่ได้จากการศึกษามีความใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่ โดยมีความถูกต้องร้อยละ 76.5

และจากการศึกษาสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของครัวเรือนในพื้นที่ที่มีระดับศักยภาพน้ำบาดาลสูง ศักยภาพน้ำบาดาลปานกลาง และศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ พื้นที่ละ 1 หมู่บ้าน พบว่าในแต่ละหมู่บ้าน มีสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของครัวเรือนแตกต่างกัน ได้แก่ การประกอบอาชีพหลัก อาชีพรอง รายได้รวมของครัวเรือน รายจ่ายรวมของครัวเรือน ปริมาณผลผลิตจากการปลูกข้าว และปริมาณการใช้น้ำของครัวเรือน และจากลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้แต่ละครัวเรือนมีการมีช่องทางการรับรู้ข่าวสารและการมีจิตสำนึกในการจัดการน้ำบาดาลเพื่อการอนุรักษ์ที่แตกต่างกัน โดยพบว่าแนวทางการจัดการน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นและเหมาะสมในการดำเนินการในพื้นที่ศึกษา คือ การส่งเสริมการใช้น้ำจากแหล่งอื่นร่วมกับการใช้น้ำบาดาล รองลงมา คือ โครงการการรณรงค์การใช้น้ำแบบประหยัด และการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ที่มีความเหมาะสม คือ โทรทัศน์ รองลงมาคือ วิทยุกระจายเสียงท้องถิ่น ครัวจะสามารถรับรู้รับทราบข่าวสารและแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีข้อจำกัดในการนำเข้าข้อมูลในแนวตั้งที่สลับซับซ้อน ดังนั้นในการวิเคราะห์ควรแบ่งช่วงตามความลึกเพื่อความต้องการของแบบจำลอง
2. ควรมีการศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลโดยละเอียดเนื่องจากในบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้กับพื้นที่ทิ้งขยะ
3. ในพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำควรมีการส่งเสริมการสร้างแหล่งน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ไร่นาหรือประสานกับสถานีพัฒนาที่ดินเพื่อขอคำแนะนำในการจัดสร้าง
4. หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดูแลการใช้น้ำบาดาลควรนำศักยภาพของชุมชนเข้ามามีส่วนร่วม และควรมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ด้วยสื่อต่างๆอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างความตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้น้ำบาดาลเกินระดับศักยภาพ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2551. ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จังหวัดสระบุรี. สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2520. พระราชบัญญัติน้ำบาดาล. แหล่งที่มา : <http://www.dgr.go.th/water/newrule.htm>

กรมทรัพยากรน้ำ. 2526. แผนที่ชั้นหินอุ้มน้ำของประเทศไทย.

กรมทรัพยากรน้ำ. 2528. แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย.

กรมทรัพยากรน้ำ. 2531. แผนที่น้ำบาดาล จังหวัดสระบุรี มาตรฐาน 1:100,000.

กรมทรัพยากรน้ำ. 2531. หนังสือคู่มือการสำรวจจัดทำแผนที่น้ำบาดาลรายจังหวัด.
กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงอุตสาหกรรม.

กรมทรัพยากรน้ำ. 2542. แผนที่โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาประเทศไทย.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2534. แผนที่กลุ่มชุดดิน.

กรมแผนที่ทหาร. 2543. แผนที่เส้นชั้นความสูง.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2547. ฐานข้อมูลของพื้นที่ด้านทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อมจังหวัดสระบุรี. โรงพิมพ์ บริษัท โอเชียน บลูพรินท์ จำกัด, กรุงเทพฯ

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. ข้อมูลอุณหภูมิตามพื้นที่จังหวัดสระบุรี. งานบริการข้อมูล กลุ่มภูมิอากาศ
สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จังหวัดสระบุรี. งานบริการข้อมูล
กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2543. แผนที่ขอบเขตการปกครอง.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2543. แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2543. แผนที่แหล่งน้ำผิวดิน.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2551. ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5TM.

เกรียงศักดิ์ ศรีสุข. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชาอุทกธรณีวิทยาII. ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี
คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เกษม จันทรแก้ว. 2519. การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เรื่อง สมรรถนะการซึมผ่านผิวดินของป่า
ดินเขาสรรพชาติดอยปู่ เชียงใหม่. เล่มที่ 25. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจริญ เพียรเจริญ. 2540. น้ำบาดาล-ป่อบาดาล. กองควบคุมกิจการน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี.
กรุงเทพฯ: พิมพ์ครั้งที่ 3. หน้า 150

ฉลอง บัวผัน. 2535. น้ำบาดาล. ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
ขอนแก่น.

ชิดชัย บุญพิทักษ์. 2513. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิด
โรคซึลโลซิส . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์. 2546. น้ำบาดาล. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาธรณีวิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญเรียง ขจรศิลป์. 2533. สถิติวิจัย II. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์. กรุงเทพฯ.

พัชรพร อธิสุขนันท์ .2548. การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล .วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรอุษา อุดมศิลป์ . 2547. การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ : กรณีศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วจิ งามณรงค์ และสมคิด บัวเพ็ง. 2535. 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ

วจิ งามณรงค์ และสมชัย วงศ์สวัสดิ์. 2541. ทรัพยากรน้ำ ใต้ดินในประเทศไทย, วารสารชมรมนักอุทกวิทยาไทย. กรมชลประทาน ปีที่ 2 (ฉบับที่ 2):หน้า 72-147

วิชา นิยม. 2535. อุทกวิทยาป่าไม้. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ .

วิจิต พุ่มจันทร์. 2543. ศักยภาพของพื้นที่ในการตั้งศูนย์ฝังกลบมูลฝอย ของเทศบาลตำบล ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

วินัย สามารถ. 2540. การศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลแบบชุมชนมีส่วนร่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศิวัช แก้วเจริญ. 2548. ผลจากการแจกกระจายของดินเค็มที่มีต่อการจัดการทรัพยากรดินและน้ำในเขตโครงการชลประทานลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีทับทิม. 2546. การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการแบ่งเขตการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง จังหวัดระยองและจังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันพัฒนาการชลประทาน. 2549. การใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำบาดาล และสถานการณ์ปัจจุบัน.

แหล่งที่มา : <http://www.khlong-u-taphao.com>

สมชัย วงศ์สวัสดิ์. 2544. อุทกธรณีวิทยาและสภาพน้ำบาดาลประเทศไทย. กองน้ำบาดาล.

กรมทรัพยากรธรณี. แหล่งที่มา: http://plan-div.dgr.go.th/gw_article/gwuse_situation.doc,

17 พฤศจิกายน 2551.

สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ. 2546. การจัดการน้ำใต้ดินในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง. สร้างสรรค์ปัญญา: ชุมนโยบายสาธารณะ ลำดับที่ 3, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.

สุเพชร จิระจรกุล. 2544. เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วย PC ARCVIEW .

ศิริธรรมออฟ เซ็ต. อุบลราชธานี.

สุระ พัฒนเกียรติ. 2546. ระบบภูมิสารสนเทศในทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม .

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สามัคคี บุญยะวัฒน์. 2545. เอกสารประกอบการสอนหลักการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อิลยาส มานะ. 2547. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการกำหนดแฟคเตอร์ของการใช้น้ำบาดาล

ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

David Keith. 1967. **Ground water hydrology**. Wiley, New York.

Fetter, C. W. 2001. **Applied hydrogeology**. 4th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey.

Freeze, R.A. and J.A. Cherry 1979. **Groundwater**. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. New Jersey.

Krishnamurthy, J, MK. Mohabey and S. Adiga.1999. **Groundwater potential and assessment using geographic information system**. Available Source:

<http://www.gisdevelopment.net/application/nrm/water/ground/watg0014pf.htm>, 12 July, 2008.

Musa, A.M.n.d. **Groundwater prediction potential zone in Langat basin using the Integration of remote sensing and GIS**. Available from:

<http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ps318b.html> , 12 July, 2008.

Sikdar, P.K. 2004. **Land use/Land cover changes and groundwater potential zoning in and around Raniganj coal mining area , Barhaman district, west Bengal**. Journal of Spatial Hydrology. Available Source: <http://www.SpatialHydrology.com> , 8 July, 2008.



ตารางผนวกที่ 1 ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.786(a)	.618	.109	2.140

a Predictors: (Constant),คุณภาพน้ำบาดาล,ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ,สมบัติของดิน,สมบัติของหิน,การใช้ประโยชน์ที่ดิน,ความหนาแน่นของทางน้ำ,ปริมาณน้ำฝน,เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

ตารางผนวกที่ 2 ผลการศึกษาสัมพันธ์แบบพหุคูณของปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	23.483	3.967		6.204	.000
	สมบัติของดิน	3.298E-02	.023	-.155	-3.258	.012
	สมบัติของหิน	-6.759E-02	.037	.095	2.261	.682
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	1.036	.107	.050	1.481	.537
	ความหนาแน่นของทางน้ำ	1.201	.200	.533	6.036	.009
	ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ	3.165E-02	.004	.092	2.305	.012
	ปริมาณน้ำฝน	2.080E-03	.002	-.290	-5.423	.003
	คุณภาพน้ำบาดาล	-1.558	.003	-.133	-1.800	.007
	เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน	-1.260E-02	.234	-.249	-3.514	.024

a Dependent Variable: ปริมาณน้ำบาดาล

ตารางผนวกที่ 3 ตารางเปรียบเทียบผลการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลจากแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาล
ที่สร้างขึ้น

ลำดับที่	หมายเลข บ่อ	X	Y	สถานที่	ระดับ น้ำบาดาล	ศักยภาพ ของพื้นที่	ศักยภาพ ตาม แผนที่
1	MR0012	708040	1609650	บ้านกล้วย	3.41	2	2
2	TE0279	711969	1604428	บ้านกุดนกเปล้า	10.00	3	3
3	C0964	700950	1601000	บ้านแกว	7.20	3	1
4	TE0468	709074	1606138	บ้านเขาตะกร้า	3.00	2	2
5	TW0262	713145	1598416	บ้านเขาไม้โค่น	1.50	1	2
6	C0325	708290	1600090	บ้านโลกน้ำ	14.41	2	2
7	C0960	708290	1600090	บ้านโลกน้ำแห้ง	7.20	2	2
8	TW0208	704510	1605714	บ้านโลกสว่าง	6.80	2	2
9	ME0210	707700	1599690	บ้านโลกหวนา	2.27	1	2
10	DE0517	714494	1603234	บ้านโง้ง	4.50	3	3
11	C0888	708590	1598500	บ้านดอนเค็ง	9.09	2	2
12	TW0149	704262	1608604	บ้านดาวเรือง	5.60	2	2
13	TE0025	712700	1610590	บ้านตลาดหนองบัว	2.40	3	3
14	C0897	709290	1609440	บ้านตะกุด	3.41	2	2
15	TW0148	709100	1609992	บ้านท่าจี้ว	9.00	2	2
16	C0950	707840	1611300	บ้านท่าวัว	1.14	3	3
17	C1119	701237	1606045	บ้านทุ่งกว้าง	11.36	2	2
18	C0895	711150	1603090	บ้านทุ่งสาริกา	3.41	3	3
19	DMR0199	706200	1600500	บ้านนาทุ่ง	4.80	2	2
20	C0963	704790	1607400	บ้านบึง	9.09	2	2
21	MP0329	703900	1609590	บ้านโบราณ	4.55	2	2
22	C0961	707700	1602400	บ้านปากข้าวสาร	1.14	2	2
23	DE0296	706254	1611581	บ้านแพะโลก	4.50	2	2

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลข ป่อ	X	Y	สถานที่	ระดับ น้ำบาดาล	ศักยภาพ ของพื้นที่	ศักยภาพ ตาม แผนที่
24	C0894	711290	1604690	บ้านวังยาง	7.20	3	3
25	TW0021	706618	1604707	บ้านสวนดอก	5.68	3	2
26	P0568	710650	1610190	บ้านสูงยาง	3.60	2	2
27	MD0622	713540	1601940	บ้านหนองจอก	1.59	3	3
28	Q0306	709090	1600090	บ้านหนองตากล้า	2.57	1	2
29	C1012	700590	1602840	บ้านหนองไต้น	7.20	1	1
30	MD0004	704400	1601190	บ้านหนองยาว	1.86	2	2
31	MW0073	701450	1600190	บ้านห้วย	20.17	3	1
32	DE0299	704341	1609938	บ้านห้วยน้อย	5.60	2	2
33	DE0298	704691	1611479	บ้านห้วยแร่	4.60	2	2
34	TE0278	713531	1608175	บ้านห้วยลี	10.00	3	3

แบบสัมภาษณ์

การประเมินศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

ข้อชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสถานะเศรษฐกิจและสังคมกับการจัดการน้ำบาดาลของพื้นที่ย่อย 3 หมู่บ้าน ในอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี
2. ขอให้ท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องคะแนนที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด และเสนอข้อคิดเห็นเพิ่มเติมได้ในช่องที่จัดไว้ให้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและโครงสร้างครัวเรือนของผู้ให้สัมภาษณ์

1. ข้อมูลผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อ..... นามสกุล.....ระยะเวลาอาศัย.....ปี
 บ้านเลขที่.....หมู่.....บ้าน.....
 ตำบล..... อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี
 วันที่ให้สัมภาษณ์.....

2. สถานะภาพในครัวเรือน

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| () 1. หัวหน้าครอบครัว | () 2. ภรรยาหัวหน้าครัวเรือน |
| () 3. สมาชิกในครัวเรือน | () 4. อื่นๆ(โปรดระบุ)..... |

3. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน รวม.....คน มีรายละเอียดของแต่ละท่านดังนี้

4. ระดับการศึกษาสูงสุดของครัวเรือน

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| () 1. ต่ำกว่าชั้นประถมศึกษา | () 2. ประถมศึกษา |
| () 3. มัธยมศึกษาตอนต้น | () 4. มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. |
| () 5. อนุปริญญา/ปวส. | () 6. ปริญญาตรี |
| () 7. สูงกว่าปริญญาตรี | () 8. อื่นๆ(โปรดระบุ)..... |

5. อาชีพหลักของท่าน

- () 1. เกษตรกรรม(ระบุชนิด).....
- () 2. ปศุสัตว์(ระบุชนิด).....
- () 3. ค้าขาย
- () 4. รับราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ
- () 5. พนักงานบริษัท
- () 6. รับจ้างในภาคเกษตร
- () 7. รับจ้างนอกภาคเกษตร
- () 8. ไม่ประกอบอาชีพ
- () 9. อื่นๆ(โปรดระบุ).....

6. อาชีพรองของท่าน

- () 1. เกษตรกรรม(ระบุชนิด).....
- () 2. ปศุสัตว์(ระบุชนิด).....
- () 3. ค้าขาย
- () 4. รับราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ
- () 5. พนักงานบริษัท
- () 6. รับจ้างในภาคเกษตร
- () 7. รับจ้างนอกภาคเกษตร
- () 8. ไม่ประกอบอาชีพ
- () 9. อื่นๆ(โปรดระบุ).....

ส่วนที่ 2 สภาวะเศรษฐกิจและสังคม

7. รายได้ของครัวเรือนประมาณ (บาท ต่อ เดือน)

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. () น้อยกว่า 5,000 | 2. () 5,000 – 10,000 |
| 3. () 10,000 – 15,000 | 4. () 15,000 – 20,000 |
| 5. () 20,000 – 25,000 | 6. () มากกว่า 30,000 |

8. รายจ่ายของครัวเรือนประมาณ (บาท ต่อ เดือน)

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. () น้อยกว่า 5,000 | 2. () 5,000 – 10,000 |
|-----------------------|-----------------------|

3. () 10,000 – 15,000

4. () 15,000 – 20,000

5. () 20,000 – 25,000

6. () มากกว่า 30,000

9. ครอบครัวของท่านมีการออมเงินหรือไม่

1. () มี

2. () ไม่มี

10. ครอบครัวของท่านมีหนี้สินหรือไม่

1. () มี

2. () ไม่มี

11. สถานะการเป็นหนี้ของท่านเป็นอย่างไร

แหล่งที่มาของ เงินทุน	จำนวนที่เงินกู้ยืม (บาท)	เงินกู้คงเหลือ (บาท)	อัตราดอกเบี้ย (ร้อยละ/ปี)	สาเหตุของ การเป็นหนี้
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

หมายเหตุ

แหล่งที่มาของเงินทุน 1. นายทุน/พ่อค้า 2. กองทุนหมู่บ้าน 3. ญาติพี่น้อง

4. ธนาคารพาณิชย์ 5. ธกส. 6. อื่นๆ (ระบุ)

สาเหตุของการเป็นหนี้ 1. เพื่อการประกอบอาชีพ 2. เพื่อเป็นการใช้จ่ายในครัวเรือน

3. เพื่อการรักษาพยาบาล 4. เพื่อการศึกษาของสมาชิกในครัวเรือน

5. เพื่อซื้อวัสดุการเกษตร 6. อื่นๆ (ระบุ)

12. ข้อมูลการถือครองและการใช้ประโยชน์ที่ดินของครัวเรือน

ที่ดิน	พื้นที่บ้านและบริเวณบ้าน		พื้นที่เกษตรกรรม		พื้นที่อื่นๆ (ระบุ)	
	ของ ตนเอง	เช่า	ของ ตนเอง	เช่า	ของ ตนเอง	เช่า
1. ขนาดพื้นที่ (ไร่)						
2. เอกสารสิทธิ์						
3. พื้นที่ของท่าน ดินสมบูรณ์ดีหรือไม่						
4. พื้นที่เพาะปลูกของ ท่านขาดน้ำหรือไม่						

หมายเหตุ ประเภทเอกสารสิทธิ์ 1 = โฉนด 2 = นส.3ก/นส.3 3 = ภทบ.5 4 = สค.1
5 = ใบจอง 6 = สปก. 4-01 7 = ไม่มีเอกสารสิทธิ์ 8 = อื่นๆ (ระบุ)

13. ปริมาณผลผลิตจากการทำการเกษตร(ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

ประเภทการปลูกพืช	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ขนาดเนื้อที่ (ไร่)	ราคาผลผลิต (บาท/หน่วย)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการใช้น้ำและการจัดการน้ำบาดาล

14. แหล่งที่มาของน้ำใช้ในครัวเรือนของท่านมาจากแหล่งใดบ้าง

แหล่งน้ำ	ประเภทการใช้ประโยชน์	ปริมาณการใช้ (ม ³ /เดือน)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)
() 1. น้ำประปา	1.บริโภค		
	2.อุปโภค		
	3.การเกษตร		
	4.อื่นๆ		
() 2. น้ำบาดาล	1.บริโภค		
	2.อุปโภค		
	3.การเกษตร		
	4.อื่นๆ		
ตำแหน่งของบ่อบาดาลที่ ใช้			
() 3. น้ำฝน	1.บริโภค		
	2.อุปโภค		
	3.การเกษตร		
	4.อื่นๆ		