การนำเสนอผลการวิจัย
โครงการ “การพัฒนาระบบการจัดการน้ำบาดาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบการบริหารจัดการน้ำร่วมกับน้ำผิวดิน”

วันพุธที่ 7 ตุลาคม 2563 เวลา 12.40 – 16.45 น.

ณ ห้องประชุมสำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ ชั้น 20 อาคาร SM Tower

รศ.ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล (หัวหน้าโครงการ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะนักวิจัย

1.	ผศ.ดร.ปิยธิดา เรืองรัศมี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2.	ดร.โชคชัย สุทธิธรรมจิต	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3.	รศ.ดร. พัชรศักดิ์ อาลัย	ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
4.	คุณวาสนา สาทถาพร	สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
5.	คุณพรอุษา อุดมศิลป์	สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
6.	Dr.Tran Thanh Long	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7.	คุณชัญญานุช นันทิพัฒน์วงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8.	คุณสาวิตรี หล้าเรือง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์

1. การพัฒนาระบบบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำร่วมกับน้ำผิวดินเพื่อให้รู้สภาพปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้ได้ในสถานการณ์น้ำแบบต่าง ๆ และรูปแบบการบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อสนับสนุนการพัฒนาในพื้นที่

2. พัฒนารูปแบบและแนวทางการจัดการเพื่อให้น้ำบาดาลกลับมาสู่ระดับที่ต้องการเมื่อปลายฝน

3. กำหนดรูปแบบการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดินที่เหมาะสมตามสภาพระดับน้ำบาดาลและน้ำในเขื่อน

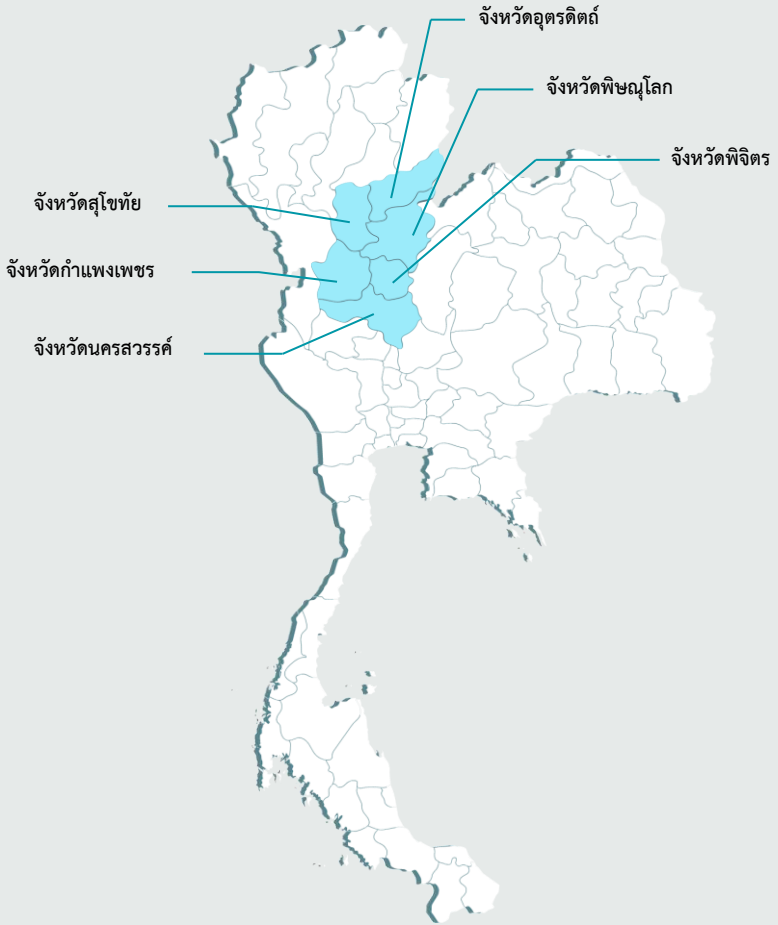
พื้นที่ศึกษา

ประกอบด้วยพื้นที่ 6 จังหวัด

ในบริเวณภาคกลางตอนบน ได้แก่

1. จังหวัดอุตรดิตถ์
2. จังหวัดสุโขทัย
3. จังหวัดพิษณุโลก
4. จังหวัดพิจิตร
5. จังหวัดกำแพงเพชร และ
6. จังหวัดนครสวรรค์

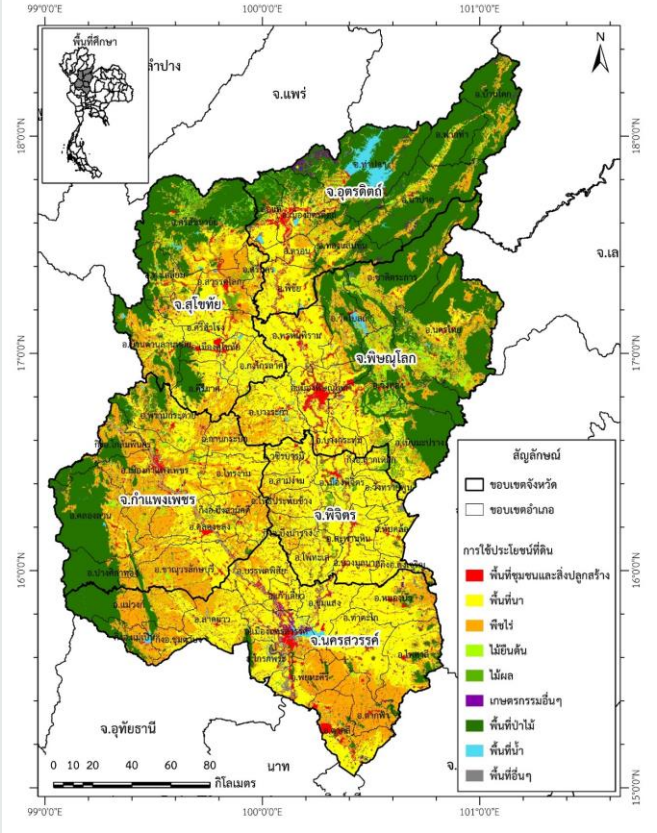
ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 47,986 ตารางกิโลเมตร

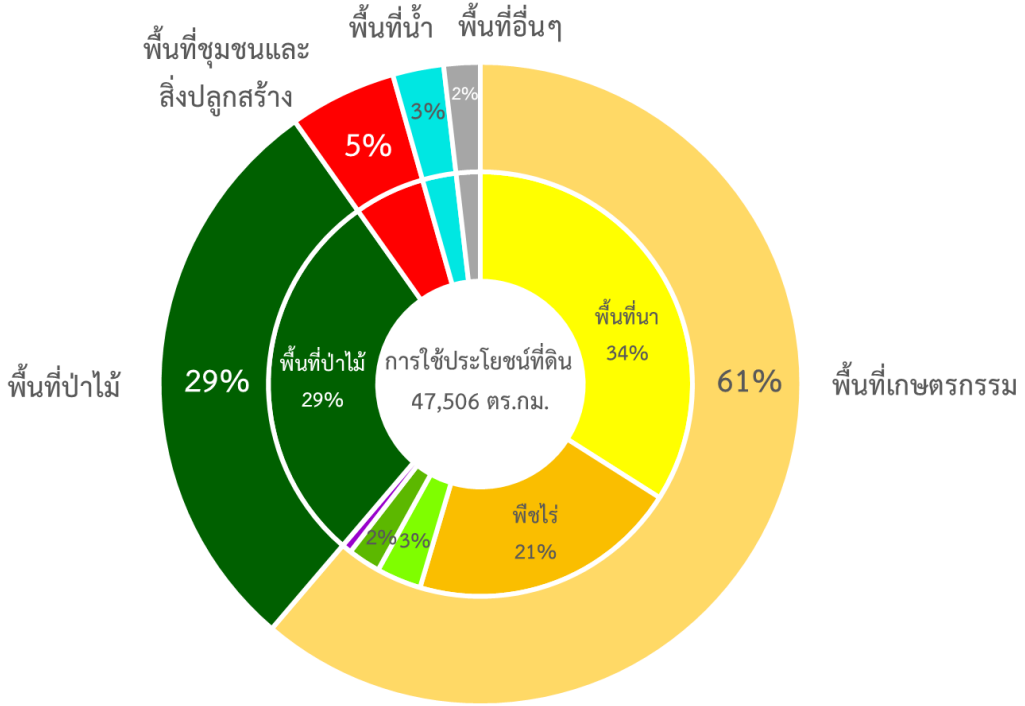


การศึกษา
ด้านน้ำผิวดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาแบ่งตามรายจังหวัดปี พ.ศ. 2559



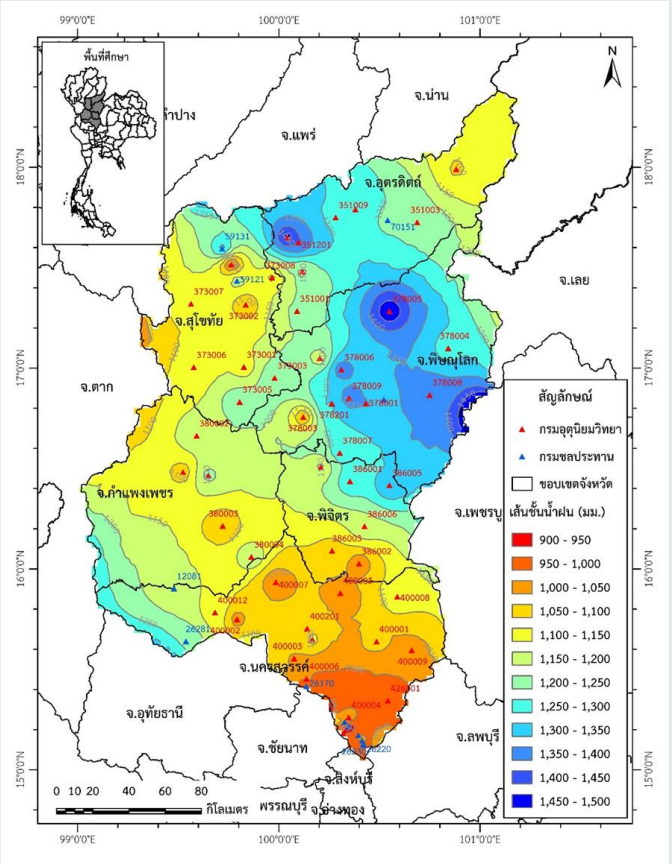


ข้อมูล กรมพัฒนาที่ดิน (2559)

ปริมาณฝน

แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนเท่าของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2524-2553

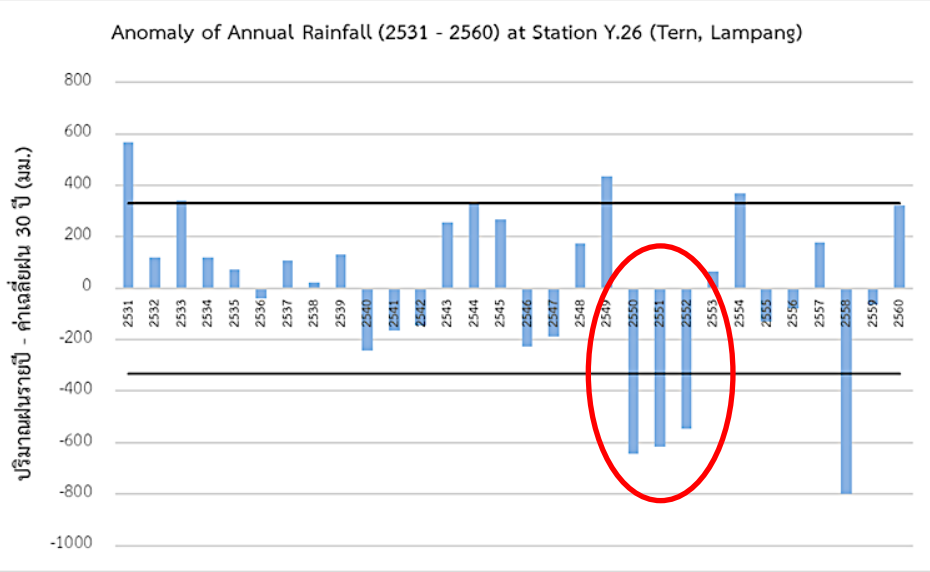
คณะผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทานที่มีข้อมูลอย่างน้อย 30 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2524-2553 จำนวน 64 สถานี แบ่งเป็นสถานีวัดน้ำฝน 50 สถานี และสถานีวัดสภาพภูมิอากาศ 14 สถานี

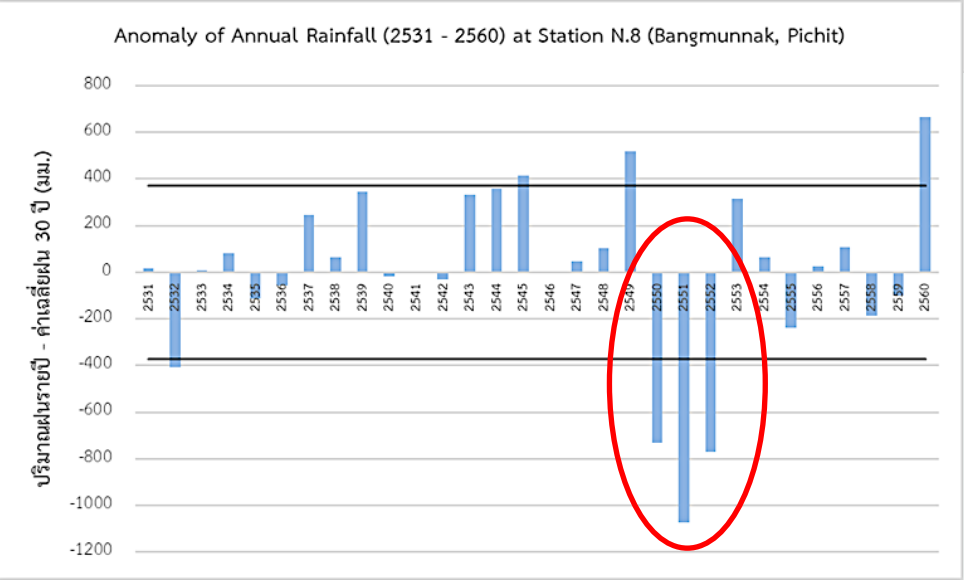


ปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษาจากข้อมูลอยู่ระหว่าง 900 – 1500 มม.ต่อปี โดยลุ่มน้ำน่านมีปริมาณฝนสูงสุด และลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณฝนต่ำสุด

ปริมาณฝน

ผลต่างของปริมาณฝนรายปี กับปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2531-2560 ที่สถานี Y.26 จ.ลำปาง และสถานี N.8 จ.พิจิตร

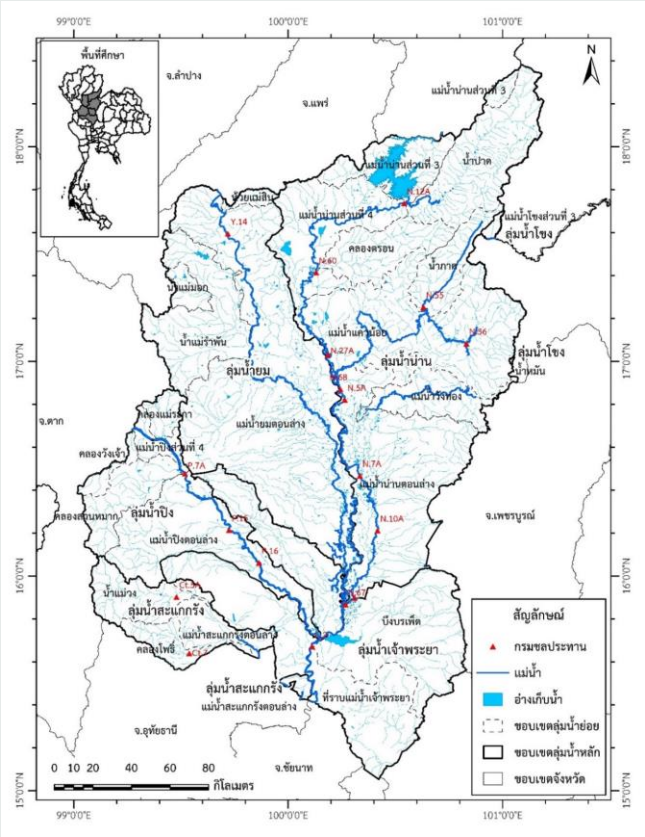




ในช่วงปี พ.ศ. 2550–2552 ปริมาณฝนรายปีของสถานี Y.26 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 600 มม. และปริมาณฝนรายปีของสถานี N.8 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 800-1000 มม. เป็นเวลา 3 ปีติดต่อกัน

ปริมาณน้ำท่า

สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษาที่มีข้อมูลอย่างน้อย 20 ปี

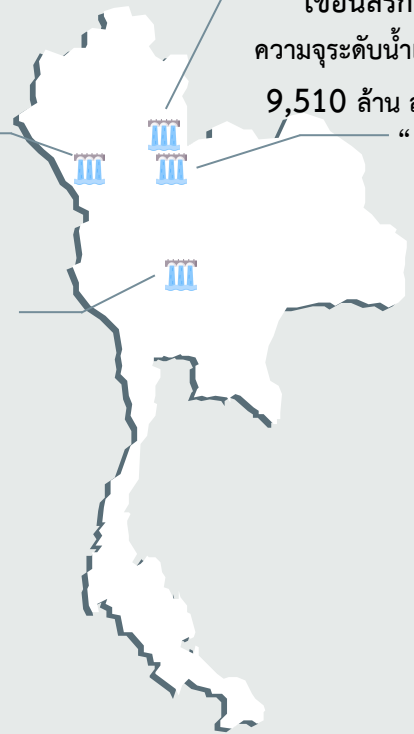


จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีสถานีวัดน้ำท่าอยู่ทั้งหมด 50 สถานี แบ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน 47 สถานี และกรมทรัพยากรน้ำ 3 สถานี โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกสถานีที่มีข้อมูลอย่างน้อย 20 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2542-2561 จำนวน 18 สถานี

สถานี	แม่น้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณน้ำท่า				
				ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ทั้งปี
				ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ	ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ	ล้าน ลบ.ม.
P.15	แม่น้ำปิง	คลองขลุง	กำแพงเพชร	5,794	56	4,554	44	10,349
Y.14	แม่น้ำยม	ศรีสัชนาลัย	สุโขทัย	2,825	90	331	10	3,156
N.67	แม่น้ำน่าน	ชุมแสง	นครสวรรค์	9,355	68	4,384	32	13,740
C.2	แม่น้ำเจ้าพระยา	เมือง	นครสวรรค์	15,301	65	8,166	35	23,467

แหล่งน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำ

แหล่งน้ำต้นทุนหลักสำหรับช่วงฤดูแล้งในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำ 4 เขื่อนหลัก ดังนี้



“เขื่อนสิริกิติ์”
ความจุระดับน้ำเก็บกัก
9,510 ล้าน ลบ.ม.

“เขื่อนภูมิพล”
ความจุระดับน้ำเก็บกัก
13,462 ล้าน ลบ.ม.

“เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน”
ความจุระดับน้ำเก็บกัก
939 ล้าน ลบ.ม.

“เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์”
ความจุระดับน้ำเก็บกัก
960 ล้าน ลบ.ม.

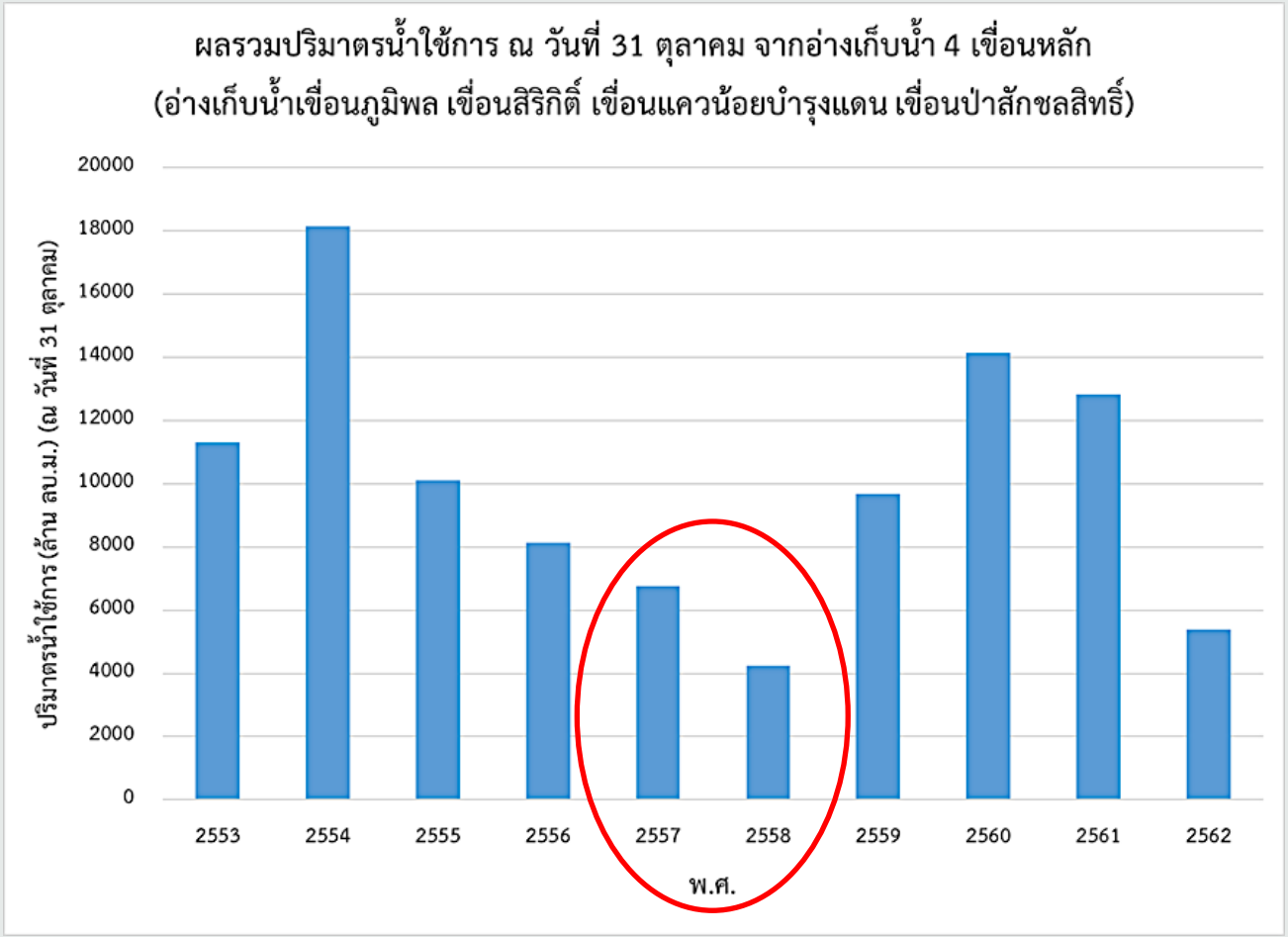
เกณฑ์การแบ่งปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของกรมชลประทาน

น้อยกว่า 30% คือ น้ำน้อยวิกฤติ

หากเกิน 30% แต่น้อยกว่า 50% คือ น้ำน้อย

หากเกิน 50% แต่น้อยกว่า 80% คือ น้ำปานกลาง

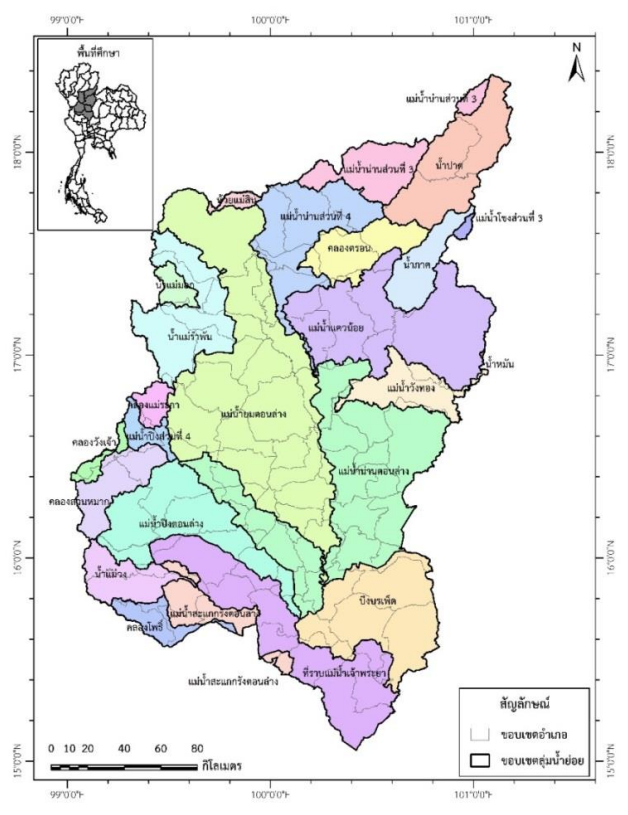
เกินกว่า 80% คือ น้ำมาก



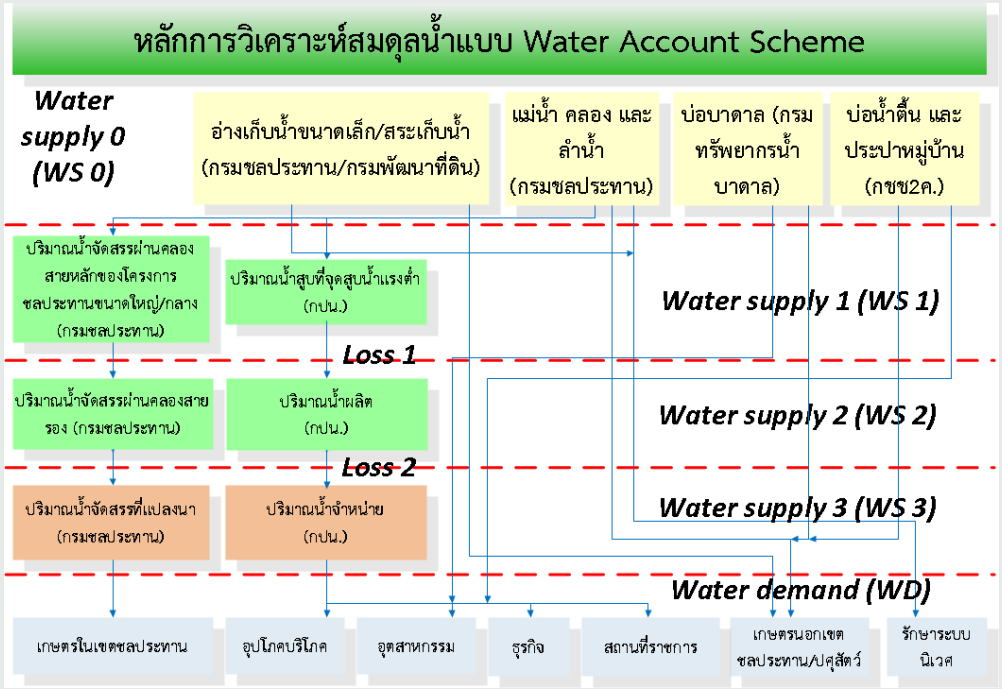
ข้อมูลจากกรมชลประทาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

การวิเคราะห์สมดุลน้ำ

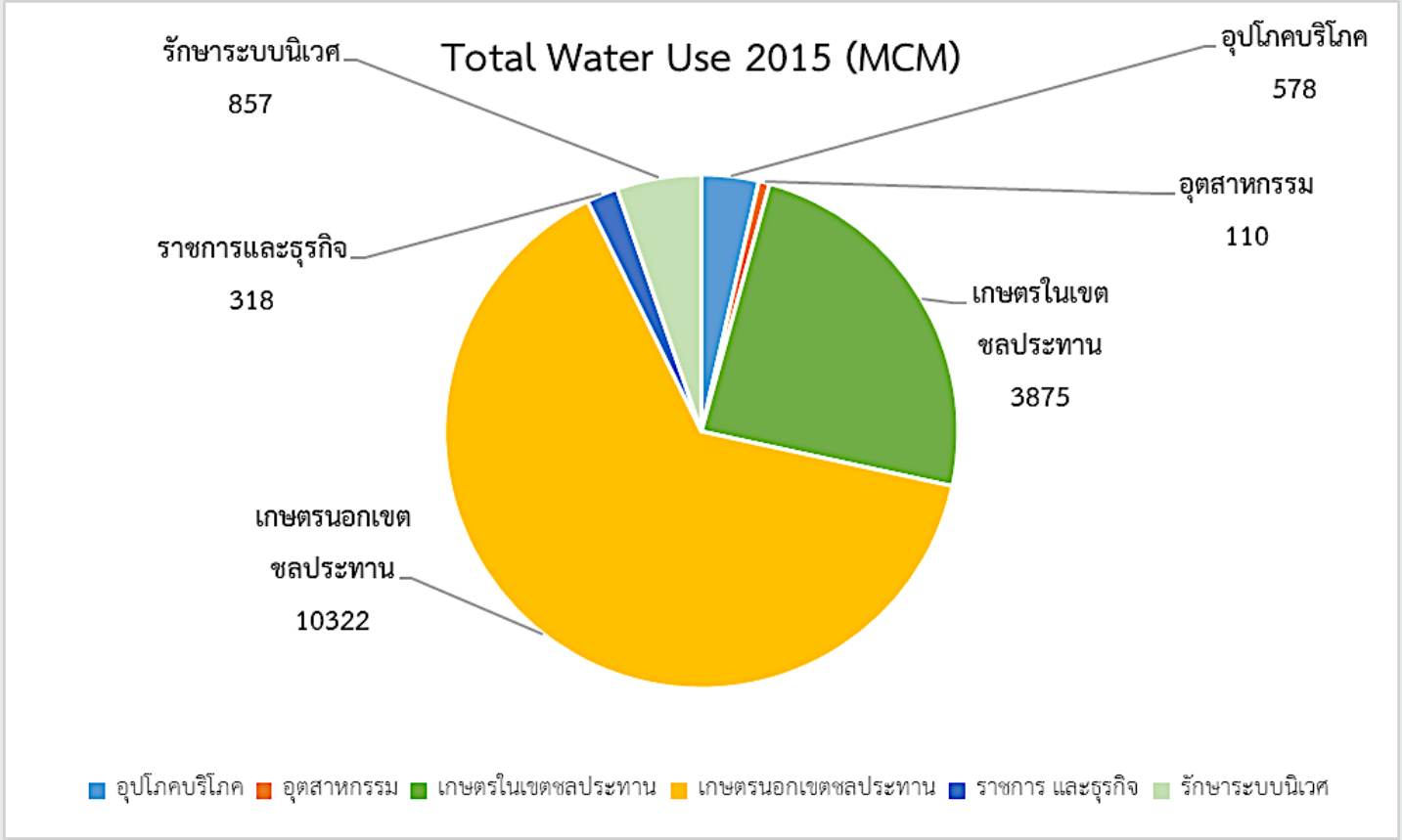
แผนที่แสดงหน่วยย่อยในการวิเคราะห์สมดุลน้ำ



การวิเคราะห์สมดุลน้ำในการศึกษานี้ ได้ใช้พื้นที่ลุ่มน้ำสาขา และพื้นที่อำเภอ ในการกำหนดขอบเขตหน่วยย่อยในการวิเคราะห์สมดุลน้ำ



ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำรวม 6 จังหวัดในพื้นที่ศึกษา พ.ศ. 2558



สัดส่วนของการใช้น้ำร่วมระหว่างน้ำผิวดินและน้ำบาดาล จากการศึกษาของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2549)

สัดส่วนการใช้น้ำร่วมเพื่อการเกษตรในเขตชลประทานปี พ.ศ. 2546

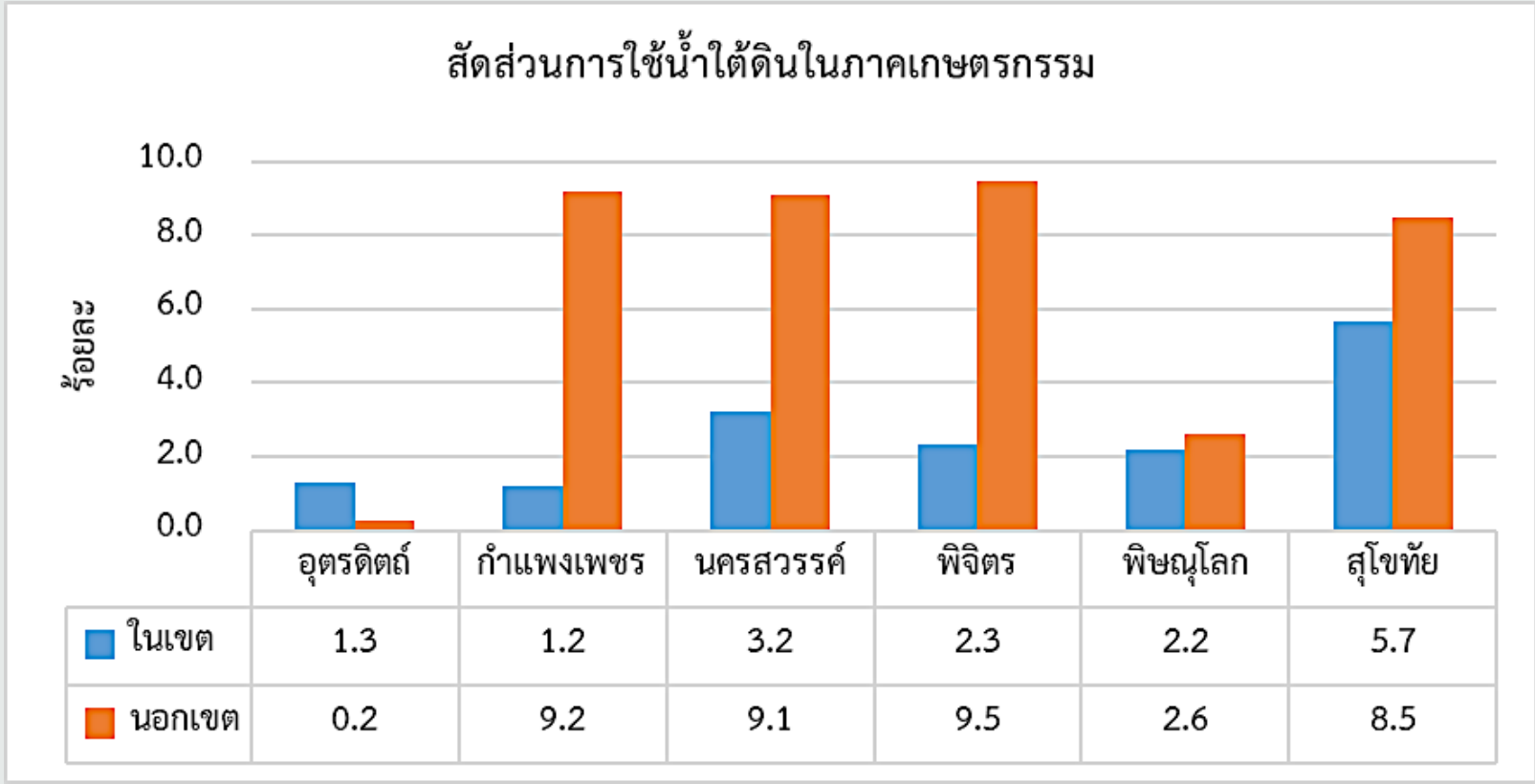
ลุ่มน้ำ	น้ำผิวดิน (ร้อยละ)			น้ำบาดาล (ร้อยละ)		
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม
1. ลุ่มน้ำปิง	43.71	35.95	41.79	0.96	12.64	3.84
2. ลุ่มน้ำยม	94.13	92.22	94.07	0.11	4.37	0.25
3. ลุ่มน้ำน่าน	70.33	30.30	50.27	9.48	28.50	19.01
4. ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	100.00	100.00	100.00	0.15	11.33	1.15
5. ลุ่มน้ำสะแกกรัง	100.00	100.00	100.00	0.13	9.10	0.76
รวมทุกลุ่มน้ำ	71.02	34.38	59.52	3.51	24.06	9.96

สัดส่วนการใช้น้ำร่วมเพื่อการเกษตรนอกเขตชลประทานปี พ.ศ. 2546

ลุ่มน้ำ	น้ำผิวดิน (ร้อยละ)			น้ำบาดาล (ร้อยละ)		
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม
1. ลุ่มน้ำปิง	95.70	66.07	85.82	4.30	33.93	14.18
2. ลุ่มน้ำยม	94.93	47.32	89.43	5.07	52.68	10.57
3. ลุ่มน้ำน่าน	99.37	71.79	97.18	0.63	28.21	2.82
4. ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	99.26	66.64	98.60	0.74	33.36	1.40
5. ลุ่มน้ำสะแกกรัง	99.67	49.37	99.44	0.33	50.63	0.56
รวมทุกลุ่มน้ำ	97.60	60.01	93.83	2.40	39.99	6.17

ที่มา กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2549

สัดส่วนของการใช้น้ำบาดาลในภาคเกษตรกรรมจากการศึกษานี้



	อุตรดิตถ์	กำแพงเพชร	นครสวรรค์	พิจิตร	พิษณุโลก	สุโขทัย
ในเขต	1.3	1.2	3.2	2.3	2.2	5.7
นอกเขต	0.2	9.2	9.1	9.5	2.6	8.5

สัดส่วนของการใช้น้ำร่วมระหว่างน้ำผิวดินและน้ำบาดาล ในเขตชลประทานจากการศึกษานี้

	สัดส่วนการใช้น้ำผิวดินในเขตชลประทาน (ร้อยละ)							สัดส่วนการใช้น้ำใต้ดินในเขตชลประทาน (ร้อยละ)					
ปี พ.ศ.	อุตรดิตถ์	กำแพงเพชร	นครสวรรค์	พิจิตร	พิษณุโลก	สุโขทัย		อุตรดิตถ์	กำแพงเพชร	นครสวรรค์	พิจิตร	พิษณุโลก	สุโขทัย
2550	99.5	98.8	96.8	98.7	98.7	93.8		0.5	1.2	3.2	1.3	1.3	6.2
2551	99.4	98.7	96.8	98.6	98.5	94.3		0.6	1.3	3.2	1.4	1.5	5.7
2552	99.2	98.7	96.8	98.5	98.6	94.7		0.8	1.3	3.2	1.5	1.4	5.3
2553	98.8	98.1	96.6	96.7	95.8	92.7		1.2	1.9	3.4	3.3	4.2	7.3
2554	99.2	99.2	97.8	98.3	98.6	94.2		0.8	0.8	2.2	1.7	1.4	5.8
2555	99.1	98.9	97.3	98.2	98.5	94.5		0.9	1.1	2.7	1.8	1.5	5.5
2556	98.9	98.7	97.1	98.2	98.2	95.3		1.1	1.3	2.9	1.8	1.8	4.7
2557	98.6	98.7	95.9	97.5	97.9	94.7		1.4	1.3	4.1	2.5	2.1	5.3
2558	95.5	99.1	95.9	94.5	95.4	94.7		4.5	0.9	4.1	5.5	4.6	5.3
ค่าเฉลี่ย	98.7	98.8	96.8	97.7	97.8	94.3		1.3	1.2	3.2	2.3	2.2	5.7

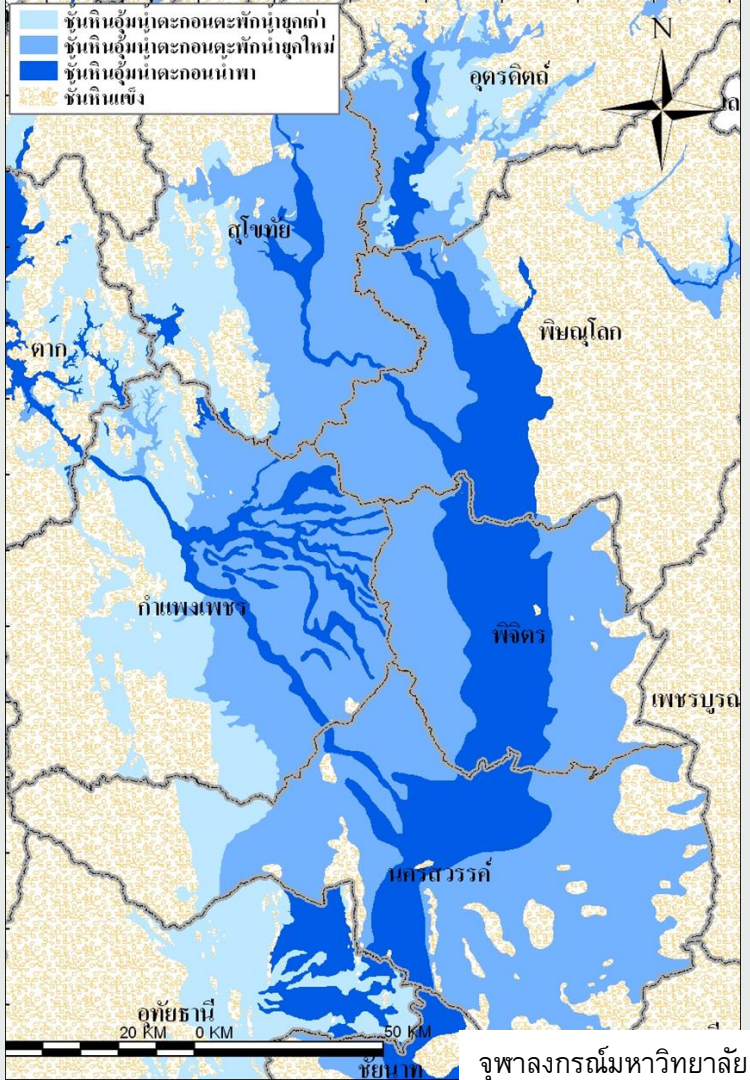
สัดส่วนของการใช้น้ำร่วมระหว่างน้ำผิวดินและน้ำบาดาลนอกเขตชลประทานจากการศึกษานี้

	สัดส่วนการใช้น้ำผิวดินนอกเขตชลประทาน (ร้อยละ)							สัดส่วนการใช้น้ำใต้ดินนอกเขตชลประทาน (ร้อยละ)					
ปีพ.ศ.	อุตรดิตถ์	กำแพงเพชร	นครสวรรค์	พิจิตร	พิษณุโลก	สุโขทัย		อุตรดิตถ์	กำแพงเพชร	นครสวรรค์	พิจิตร	พิษณุโลก	สุโขทัย
2550	99.8	86.6	91.4	87.2	97.0	92.1		0.2	13.4	8.6	12.8	3.0	7.9
2551	99.8	85.0	90.3	87.8	97.0	91.7		0.2	15.0	9.7	12.2	3.0	8.3
2552	99.8	90.0	91.6	91.7	97.5	92.8		0.2	10.0	8.4	8.3	2.5	7.2
2553	99.7	89.5	87.9	91.1	96.8	90.1		0.3	10.5	12.1	8.9	3.2	9.9
2554	99.8	94.1	92.8	94.9	98.3	93.7		0.2	5.9	7.2	5.1	1.7	6.3
2555	99.7	94.0	92.3	94.0	98.0	92.5		0.3	6.0	7.7	6.0	2.0	7.5
2556	99.7	93.1	91.3	93.0	97.9	91.7		0.3	6.9	8.7	7.0	2.1	8.3
2557	99.7	92.4	90.5	93.6	98.0	92.3		0.3	7.6	9.5	6.4	2.0	7.7
2558	99.8	92.9	90.1	81.7	95.9	86.8		0.2	7.1	9.9	18.3	4.1	13.2
ค่าเฉลี่ย	99.8	90.8	90.9	90.5	97.4	91.5		0.2	9.2	9.1	9.5	2.6	8.5

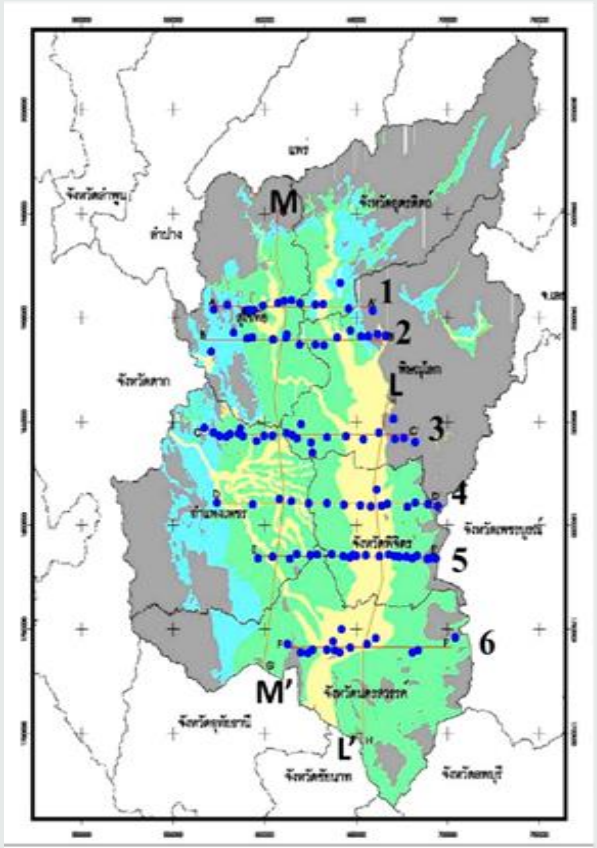
การศึกษา
ด้านน้ำบาดาล

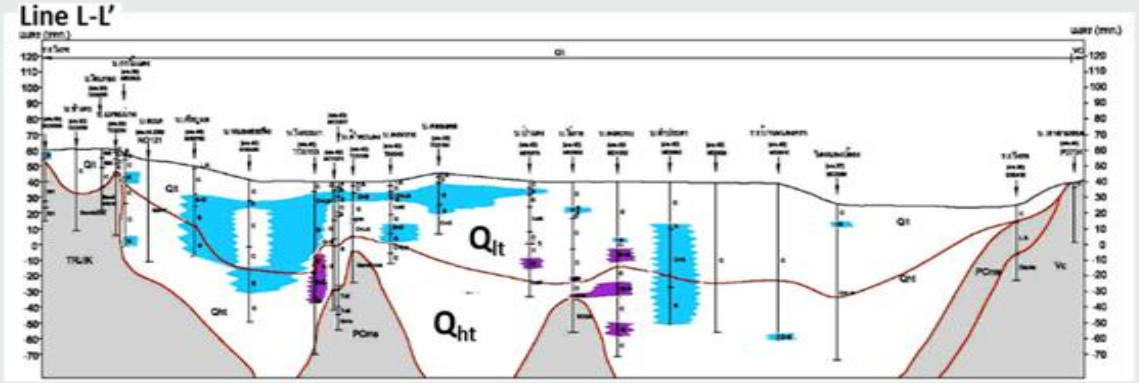
สภาพอุทกธรณีวิทยา

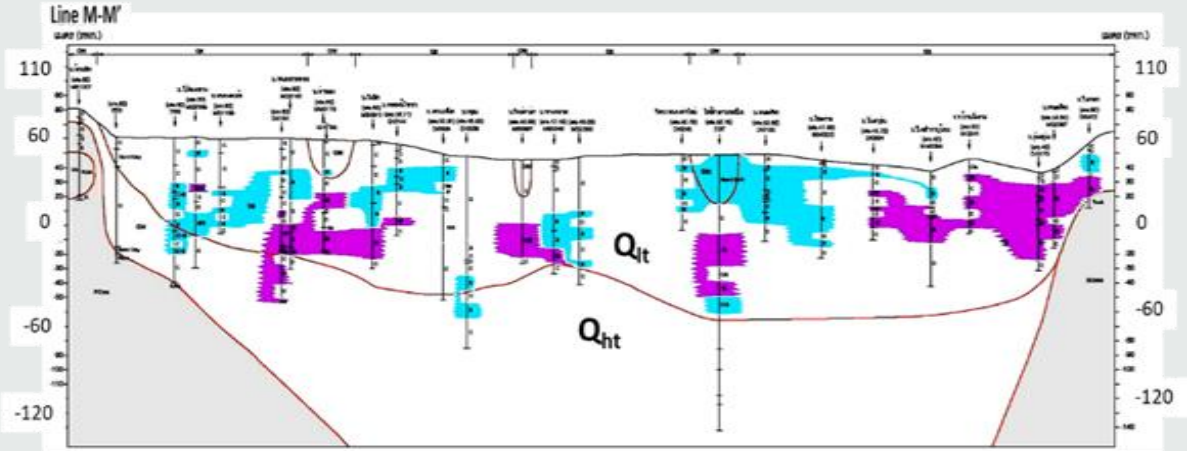
- ชั้นหินตะกอนตะพักน้ำยุคเก่าความลึกประมาณ >100 ม.ให้น้ำประมาณ 25-30 ลบ.ม./ชม.
- ชั้นหินตะกอนตะพักน้ำยุกใหม่ความลึกประมาณ 40-100 ม.ให้น้ำประมาณ 5-12 ลบ.ม./ชม.
- ชั้นหินตะกอนน้ำพา ความลึกประมาณ 40 ม. ให้น้ำประมาณ 10-20 ลบ.ม./ชม.
- ชั้นหินแข็งให้น้ำประมาณ 1-10 ลบ.ม./ชม.

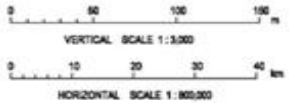


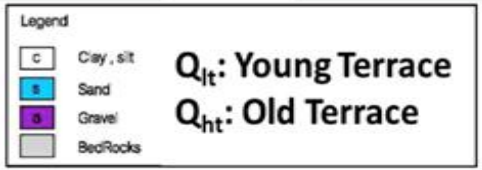
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2549



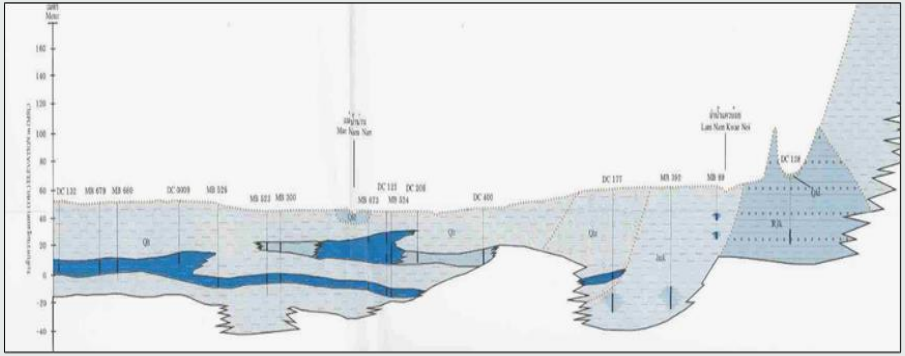




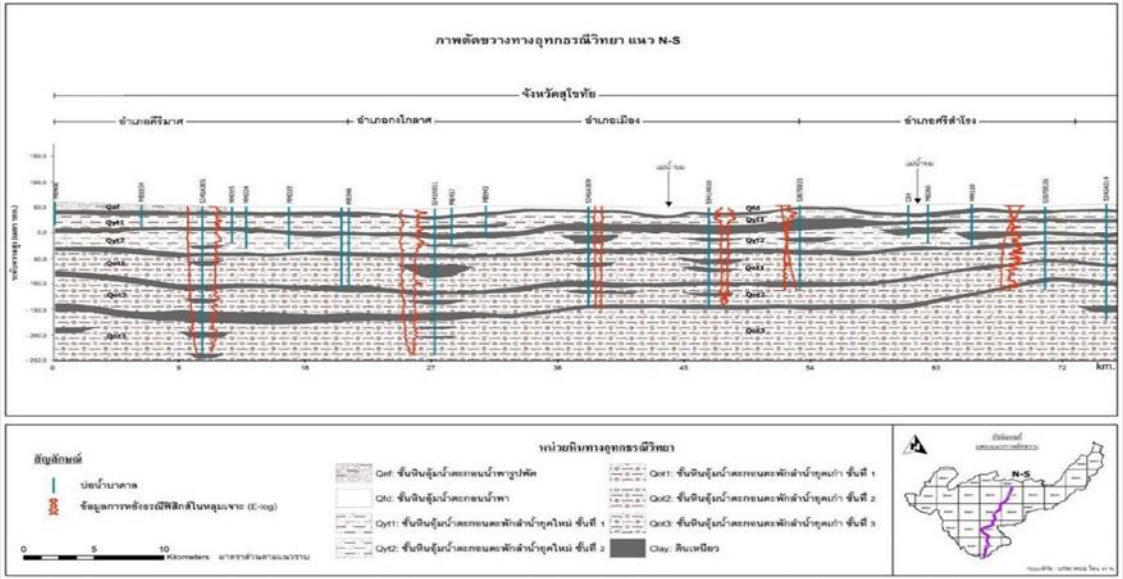




จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2549



ภาพตัดขวางแสดงการวางตัวของชั้นน้ำใต้ดินบริเวณจังหวัดพิษณุโลก



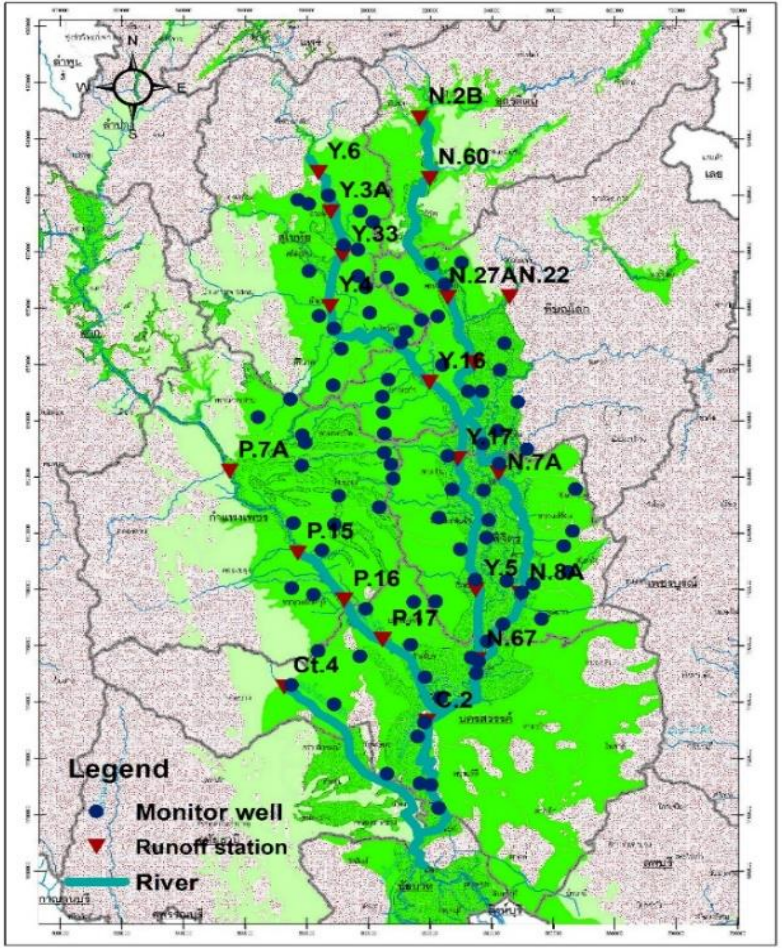
ภาพตัดขวางแสดงการวางตัวของชั้นน้ำใต้ดินบริเวณจังหวัดสุโขทัย

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2555 (แหล่งข้อมูล: รายงานสำรวจและจัดทำแผนที่ขั้นรายละเอียด มาตราส่วน 1:50,000 พื้นที่ 1)

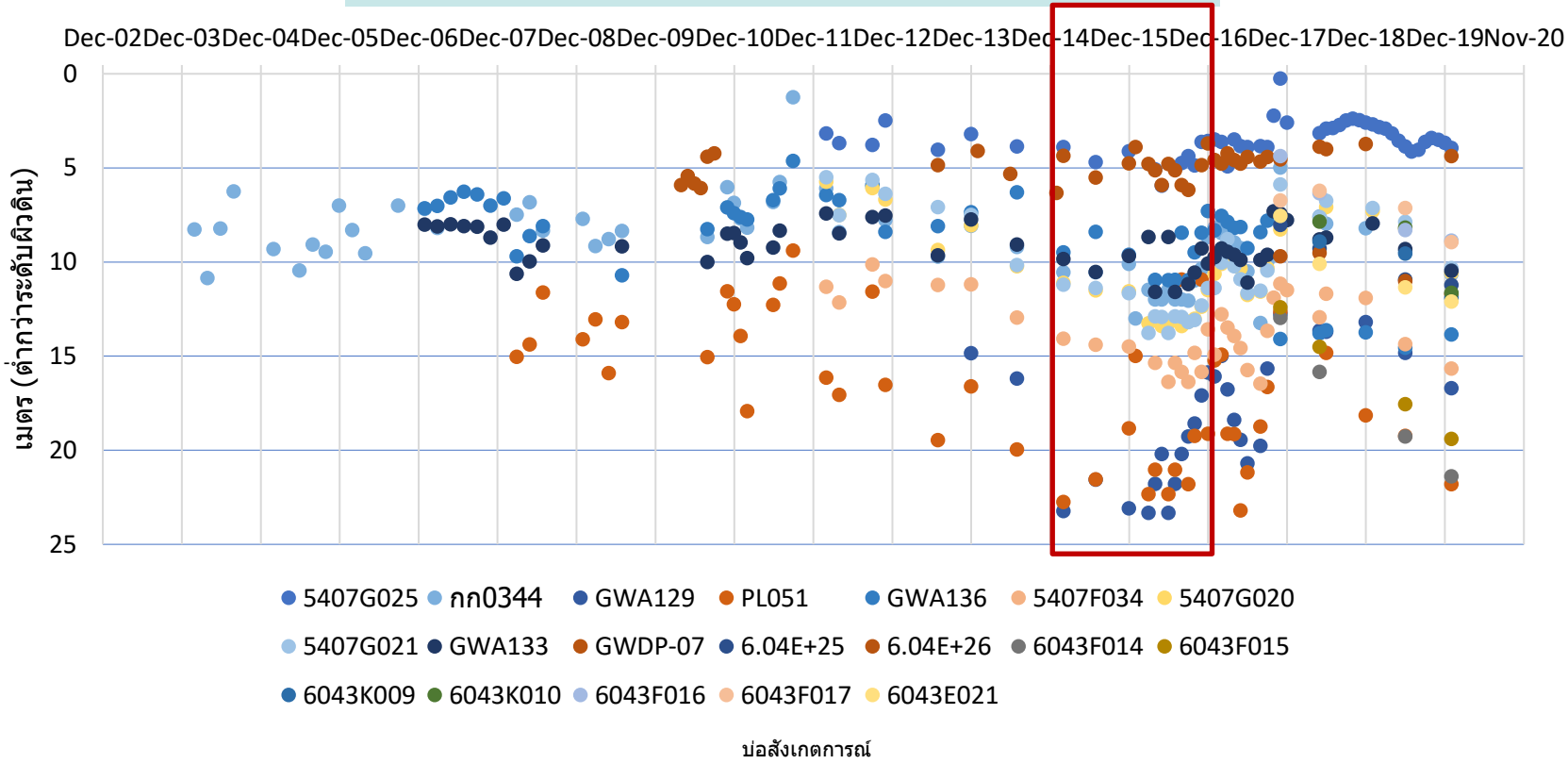
ระดับน้ำบาดาลสังเกตการณ์

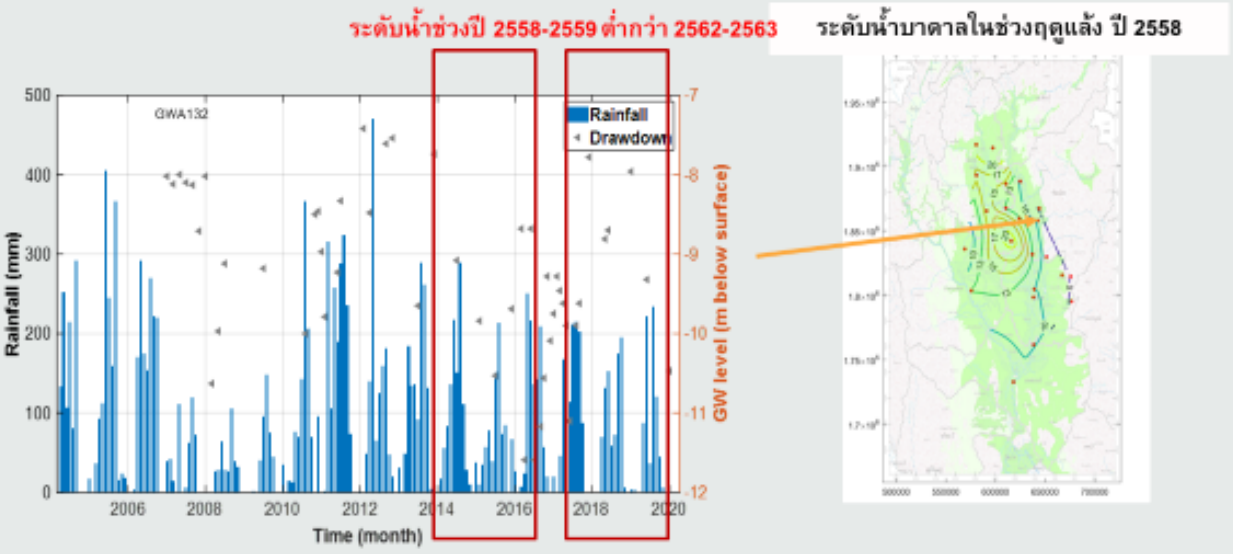
ข้อมูลระดับน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลภายในพื้นที่ศึกษา จำนวน 121 บ่อ โดยแบ่งเป็น

- จังหวัดสุโขทัย จำนวน 19 บ่อ
- จังหวัดพิษณุโลก 32 บ่อ
- จังหวัดพิจิตร จำนวน 19 บ่อ
- จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 15 บ่อ
- จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 26 บ่อ



ระดับน้ำบาดาลของบ่อสังเกตการณ์ จังหวัดพิษณุโลก



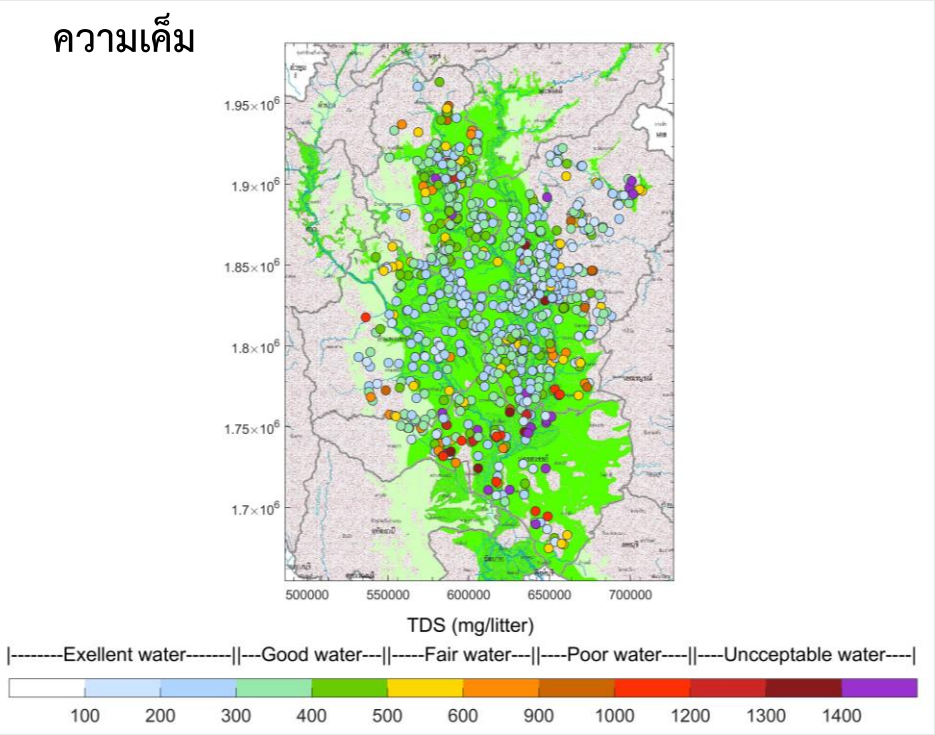


ข้อมูลระดับน้ำบาดาลเทียบกับข้อมูลฝน ช่วงปี พ.ศ. 2547-2563 ของจังหวัดพิษณุโลก

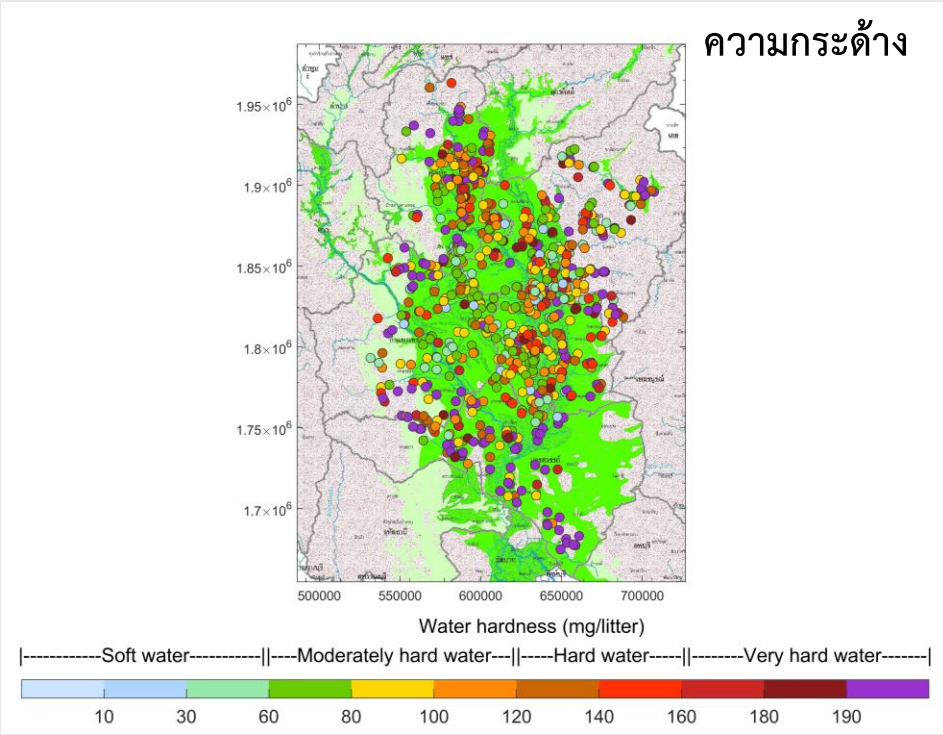
โดยส่วนใหญ่พบว่า ปริมาณฝนในพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระดับน้ำบาดาลฟื้นตัวขึ้นมาจากที่ลดลงอย่างมากในฤดูแล้งที่มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2558-2559 ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนตกน้อยระดับน้ำบาดาลแทบทุกพื้นที่จะลดลงต่ำสุด แต่หลังจากที่มีฝนตกลงมามากต่อเนื่อง 2 ปี (2560-2561) ระดับน้ำจึงคืนตัวอย่างเห็นได้ชัด จนถึงแม้ในปี พ.ศ. 2562 ที่มีปริมาณฝนตกน้อยที่สุดแต่ระดับน้ำก็ไม่ลดลงต่ำกว่าปี พ.ศ. 2558-2559

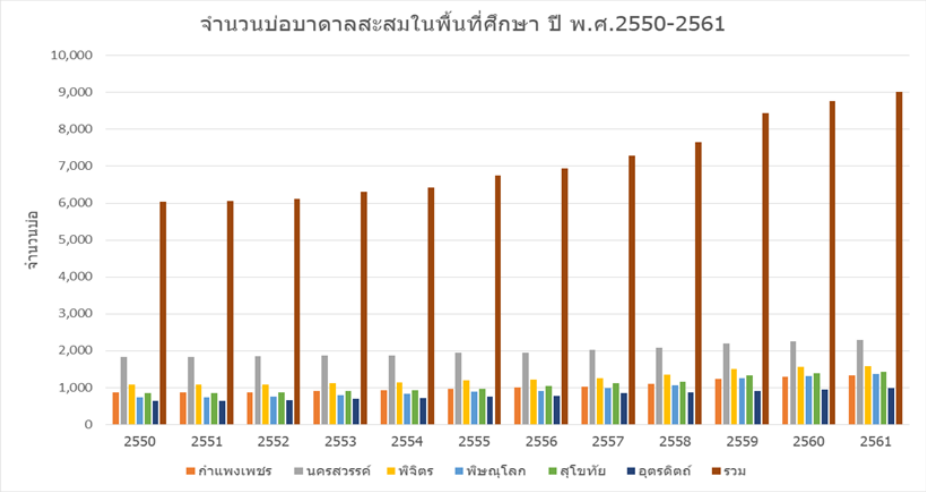
ข้อมูลคุณภาพน้ำ

ความเค็ม

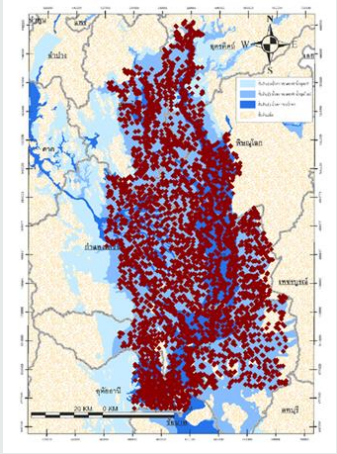


ความกระด้าง



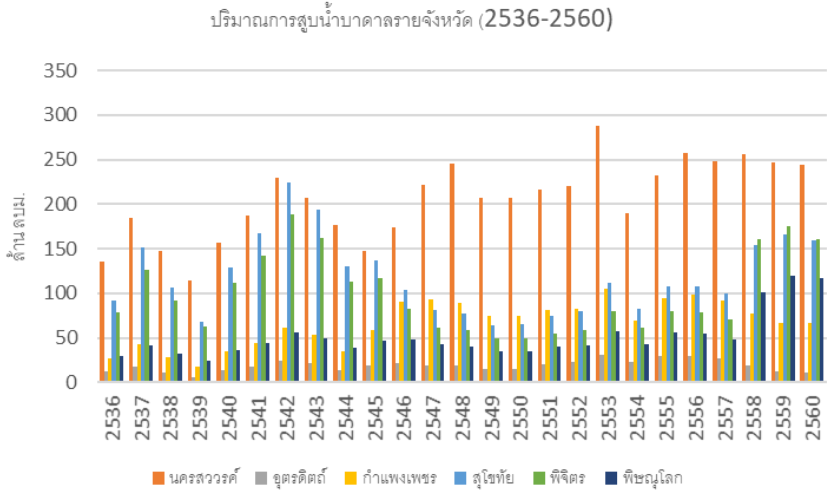


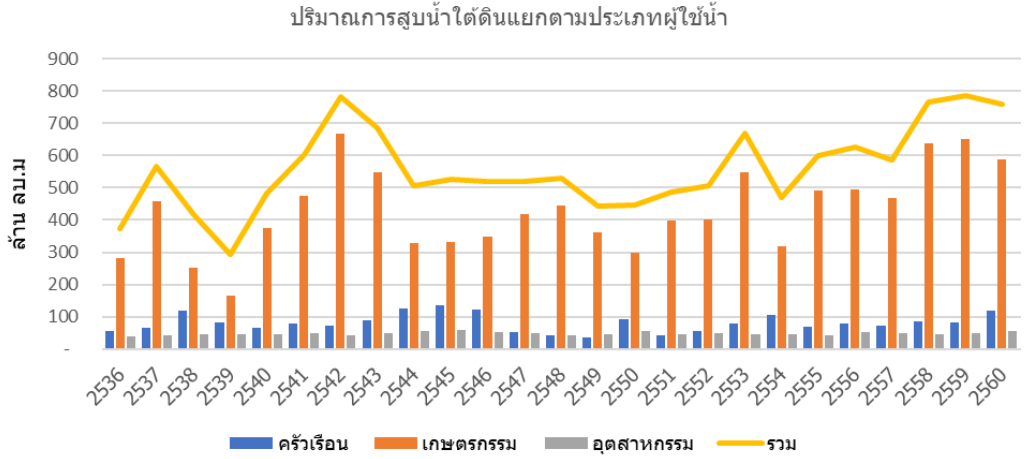
จำนวนบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา



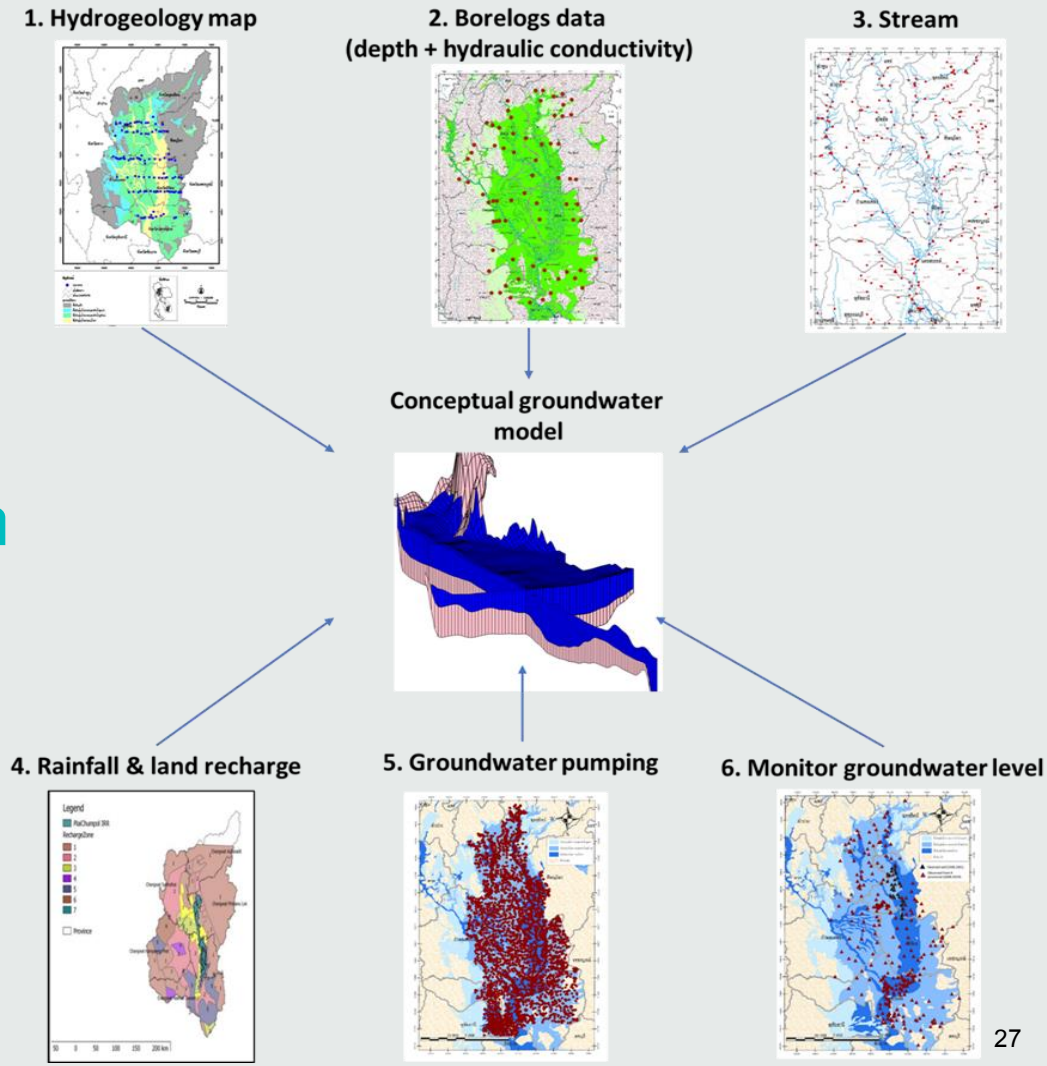
จังหวัด	บ่อน้ำตื้น			บ่อบาดาล		
	ส่วนตัว	สาธารณะ	รวม	ส่วนตัว	สาธารณะ	รวม
กำแพงเพชร	15,809	1,132	16,941	17,337	1,749	19,086
นครสวรรค์	14,065	1,684	15,749	16,179	2,241	18,420
พิจิตร	9,336	775	10,111	15,706	1,370	17,076
พิษณุโลก	10,269	1,257	11,526	14,504	1,452	15,956
สุโขทัย	10,251	2,218	12,469	7,759	1,505	9,264
อุตรดิตถ์	6,526	1,231	7,757	3,028	897	3,925
รวม	**66,256**	**8,297**	**74,553**	**74,513**	**9,214**	**83,727**

จำนวนบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 จังหวัด ซึ่งเป็นฐานข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ที่มีการการเก็บรวบรวมข้อมูลปี พ.ศ. 2533-2561 พบว่ามีจำนวนบ่อน้ำบาดาลสะสมจำนวน 9,013 บ่อ (ตามรูป) และ จากฐานข้อมูลของกชช. 2ค ของกรมพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย ใช้ข้อมูลปี 2558 พบว่ามีบ่อน้ำตื้น (ใส่ปลอกซีเมนต์, ไม้, คอนกรีต และบ่อดิน) ในพื้นที่ศึกษา จำนวน 74,553 บ่อ จำแนกเป็น บ่อขุดส่วนตัวจำนวน 66,256 บ่อ และบ่อขุดสาธารณะ จำนวน 8,297 บ่อ และบ่อน้ำบาดาล (บ่อตอก บ่อเจาะ) จำนวน 83,727 บ่อ จำแนกเป็น บ่อบาดาลส่วนตัว จำนวน 74,513 บ่อ และบ่อบาดาลสาธารณะ จำนวน 9,214 บ่อ


ปริมาณการสูบน้ำบาดาลรายจังหวัด (2536-2560)
ล้าน ลบ.ม.
350
300
250
200
150
100
50
0
2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560
นครสวรรค์
อุตรดิตถ์
กำแพงเพชร
สุโขทัย
พิจิตร
พิษณุโลก

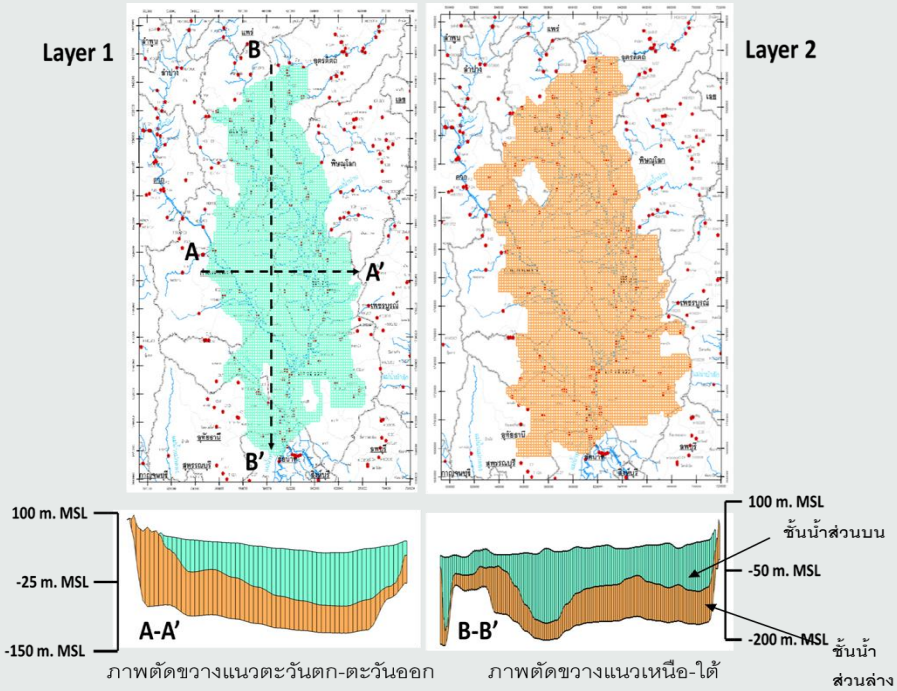

ปริมาณการสูบน้ำใต้ดินแยกตามประเภทผู้ใช้น้ำ
ล้าน ลบ.ม
900
800
700
600
500
400
300
200
100
-
2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560
ครัวเรือน
เกษตรกรรม
อุตสาหกรรม
รวม

การพัฒนาแบบจำลองน้ำบาดาล

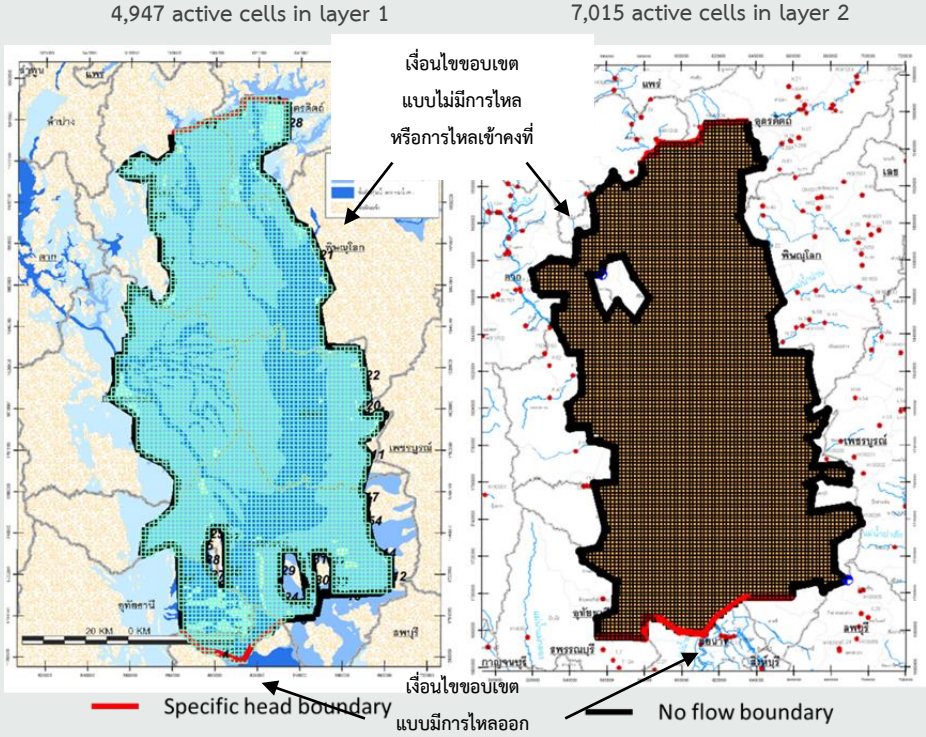


การพัฒนาแบบจำลองน้ำบาดาล

ระบบกริดและขอบเขตเงื่อนไขแบบจำลองน้ำบาดาล



ภาพตัดขวางแบบจำลองน้ำบาดาลและแสดงระดับของชั้นน้ำส่วนบนและล่าง

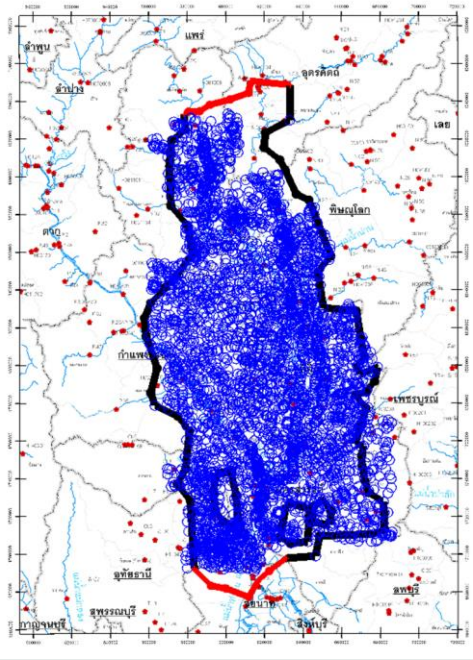


แบบจำลองของชั้นน้ำบาดาลส่วนบนและส่วนล่าง

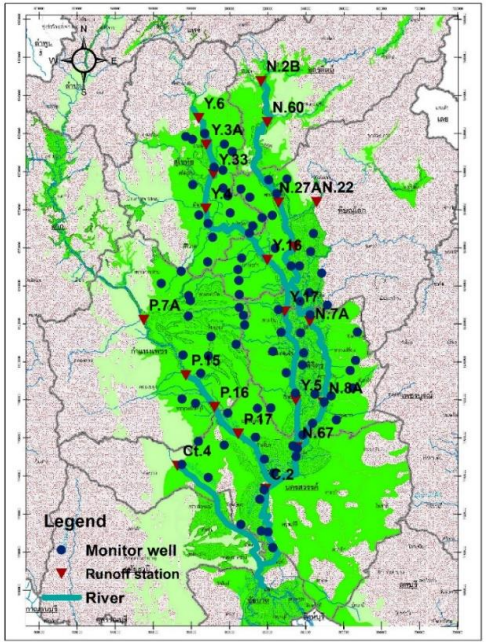
การพัฒนาแบบจำลองน้ำบาดาล

ระบบกริดและขอบเขตเงื่อนไขแบบจำลองน้ำบาดาล

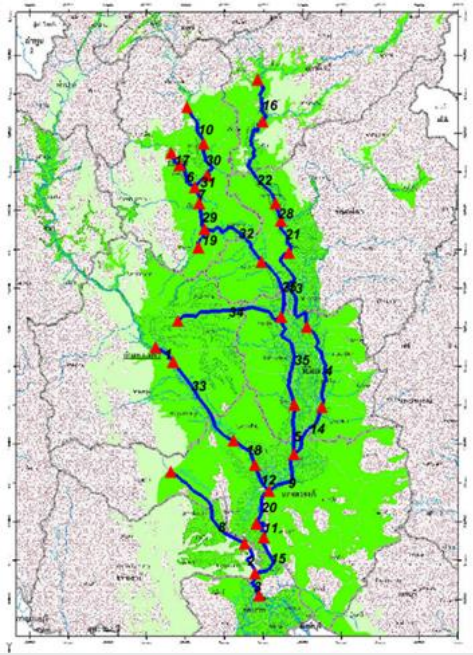
Location pumping well in study area



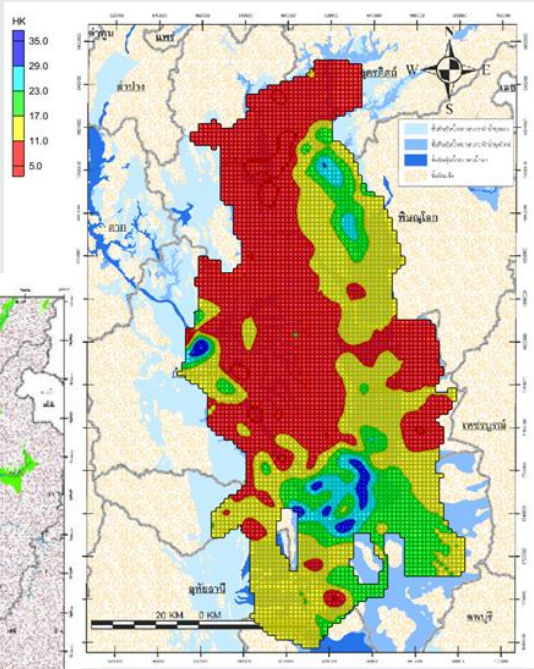
Monitor well and runoff station in study area



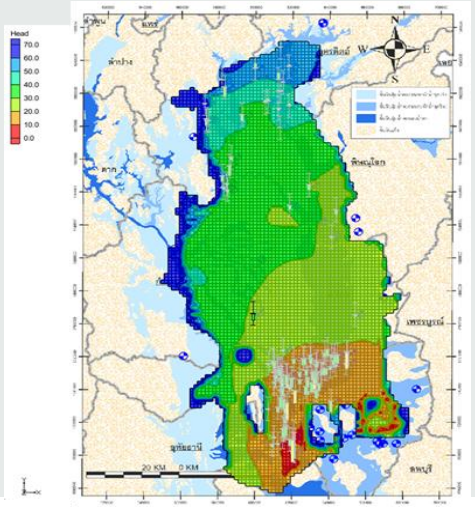
River conductance



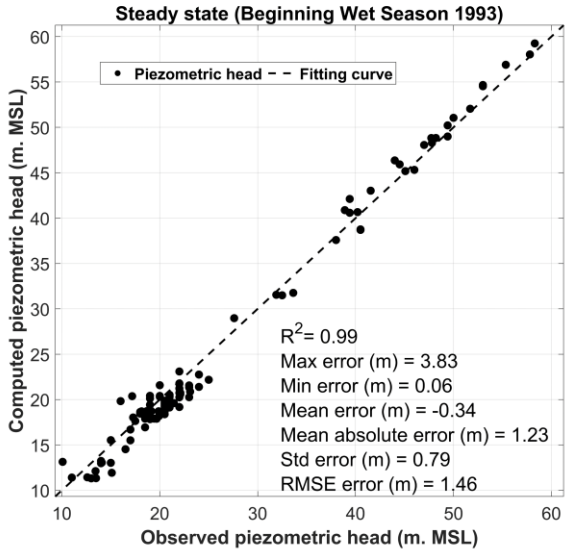
Distribution of hydraulic conductivity in study area (unit: m/day)

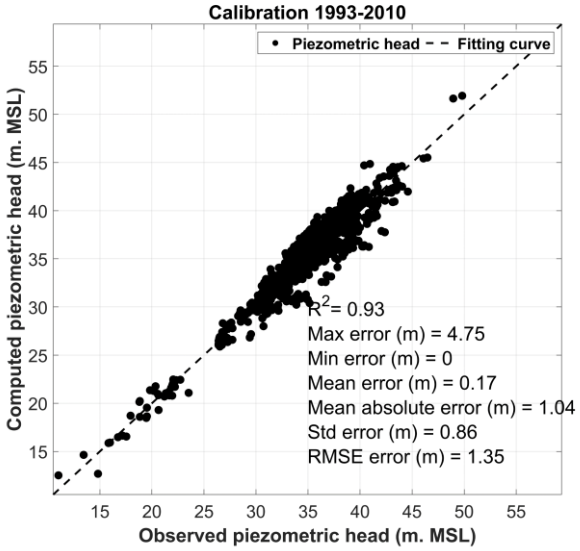


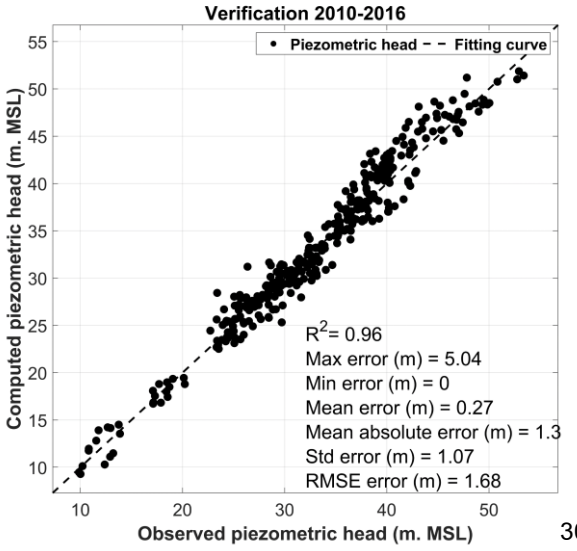
ID	Conductance value (m^2/day/m)	ID	Conductance value (m^2/day/m)
1	0.5	17	0.57
2	0.47	18	0.5
3	6.5	19	0.54
4	0.67	20	0.51
5	0.19	21	0.21
6	0.66	22	0.44
7	4.29	25	2.22
8	0.52	28	1.07
9	0.51	29	0.18
10	0.49	30	0.5
11	0.49	31	0.71
12	0.5	32	2.12
13	0.66	33	0.33
14	0.46	34	6.5
15	0.52	35	1
16	1.97		



ผลการปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลองน้ำบาดาลที่พัฒนาขึ้น

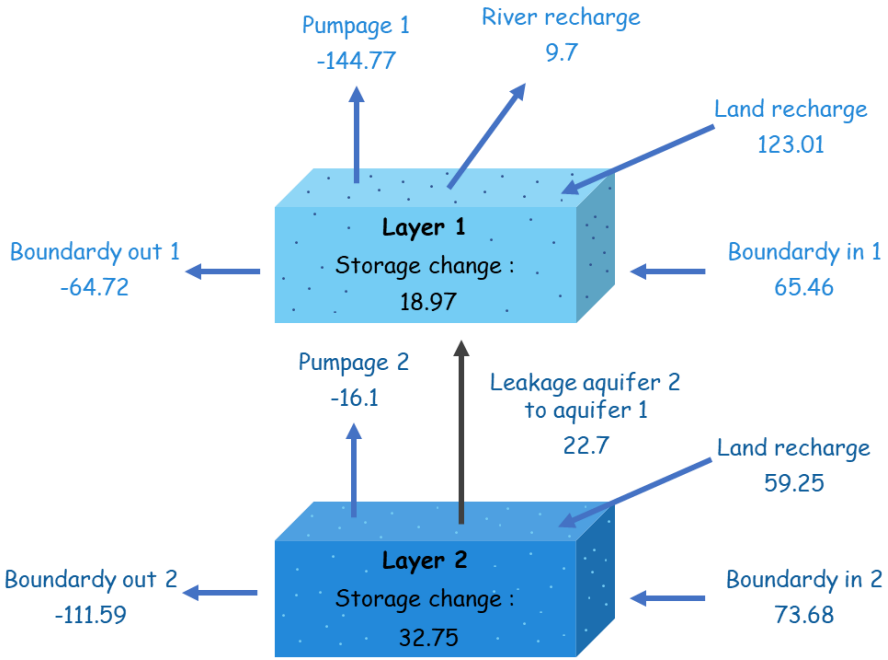






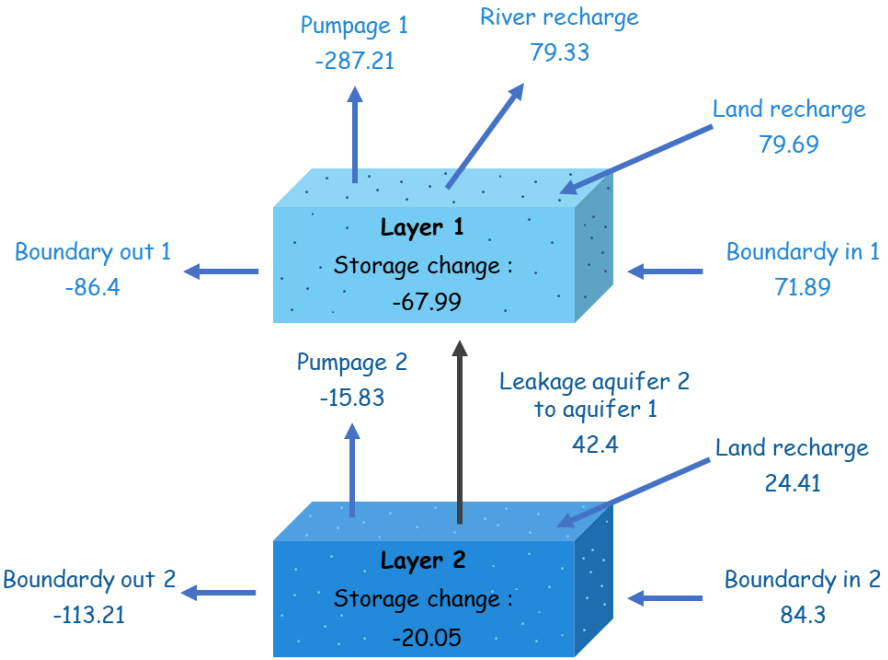
สมดุลแอ่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

Water budget regional wet season year 1993



Unit : MCM/season

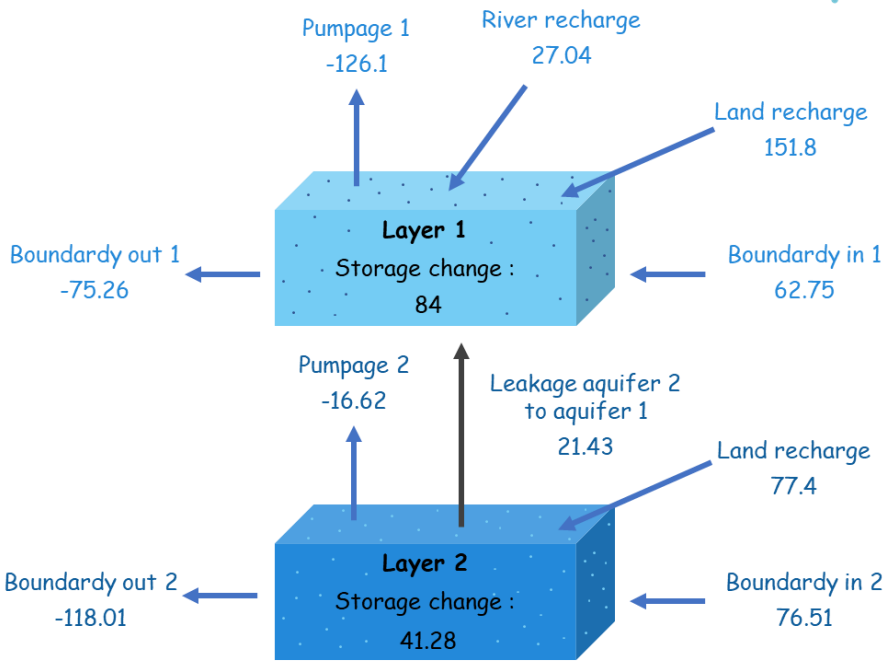
Water budget regional dry season year 1993



Unit : MCM/season

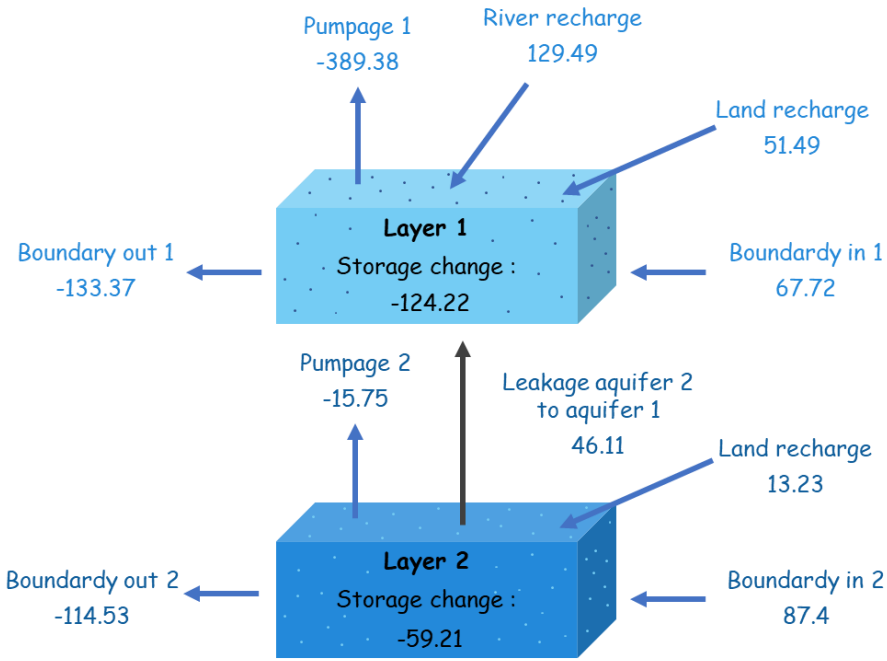
สมดุลแอ่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

Water budget regional wet season year 2003



Unit : MCM/season

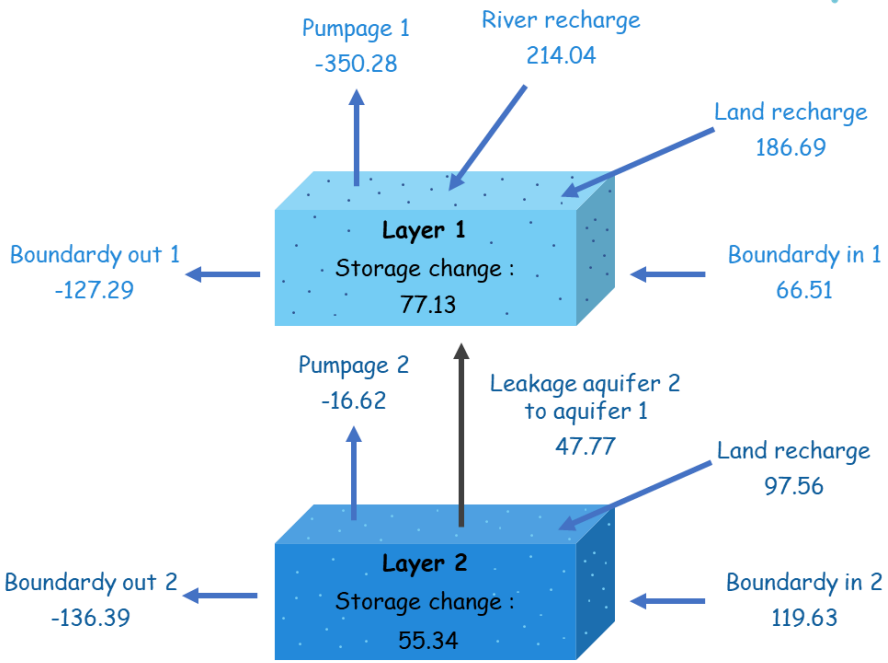
Water budget regional dry season year 2003



Unit : MCM/season

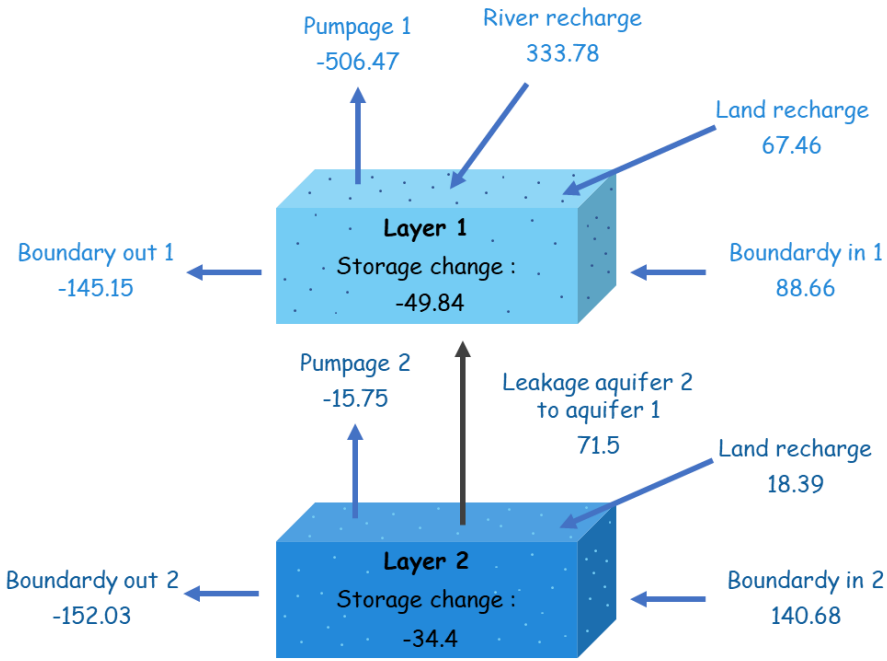
สมดุลแอ่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

Water budget regional wet season year 2016

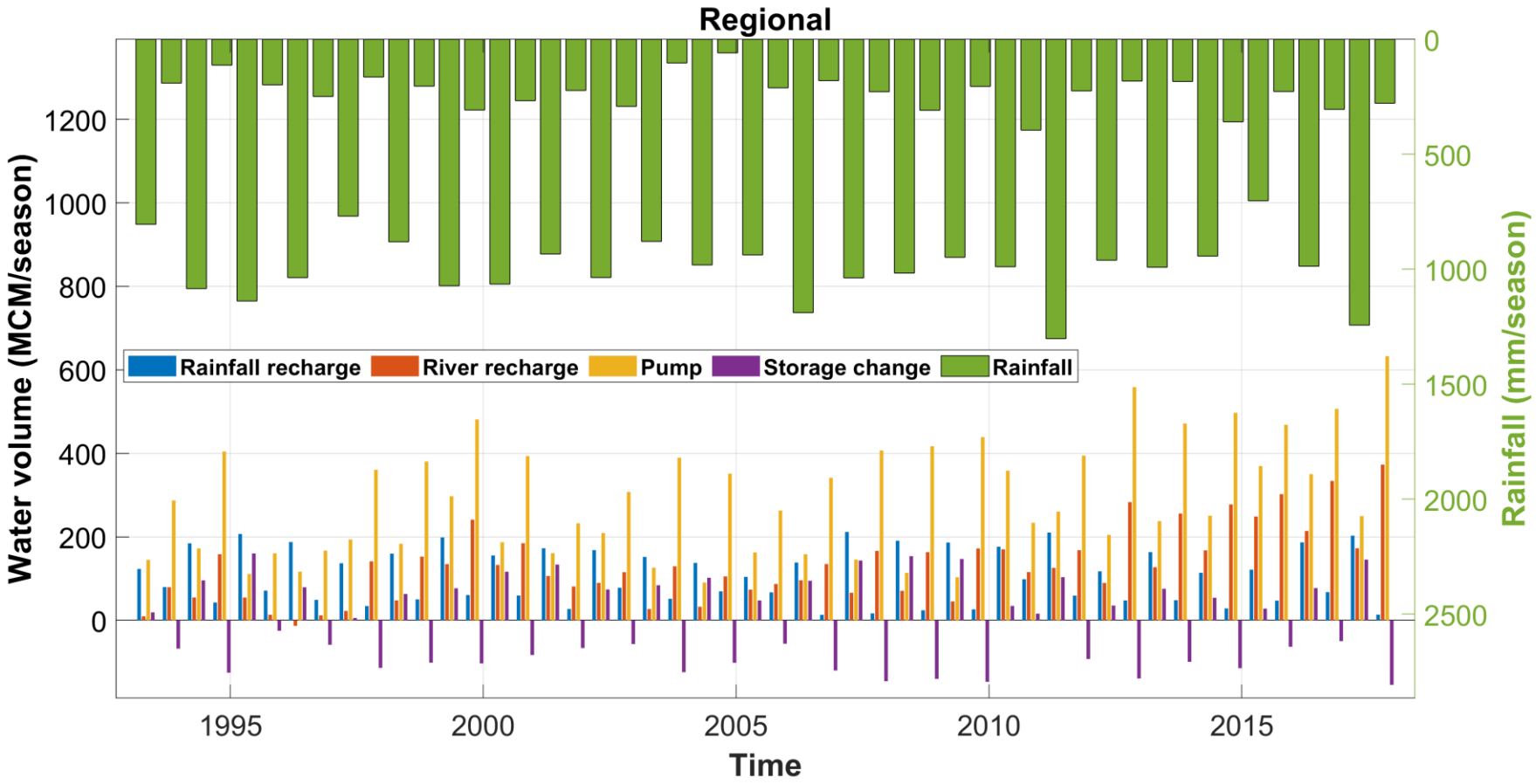


Unit : MCM/season

Water budget regional dry season year 2016

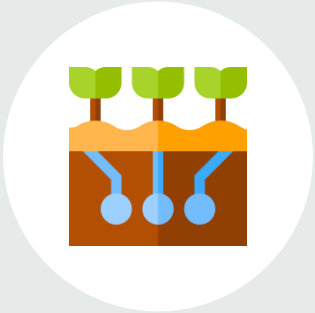


Unit : MCM/season


Regional
Water volume (MCM/season)
Rainfall (mm/season)
Time
Rainfall recharge
River recharge
Pump
Storage change
Rainfall
1200
1000
800
600
400
200
0
0
500
1000
1500
2000
2500
1995
2000
2005
2010
2015

การประยุกต์แบบจำลองน้ำบาดาล

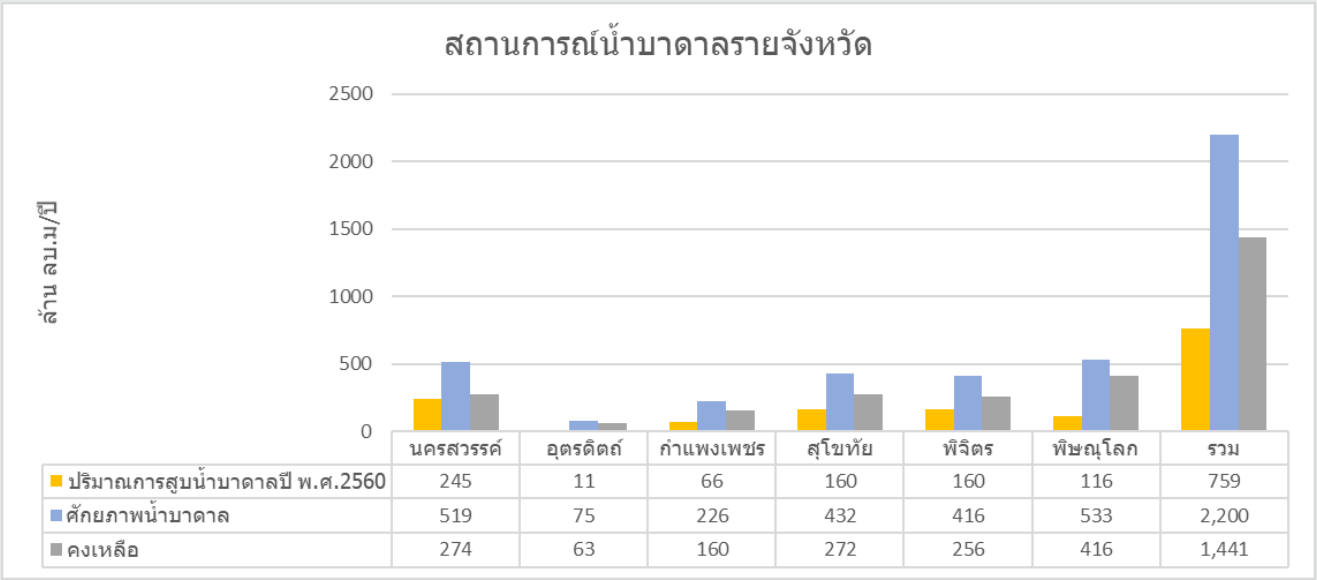
ศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ (ปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างปลอดภัย)



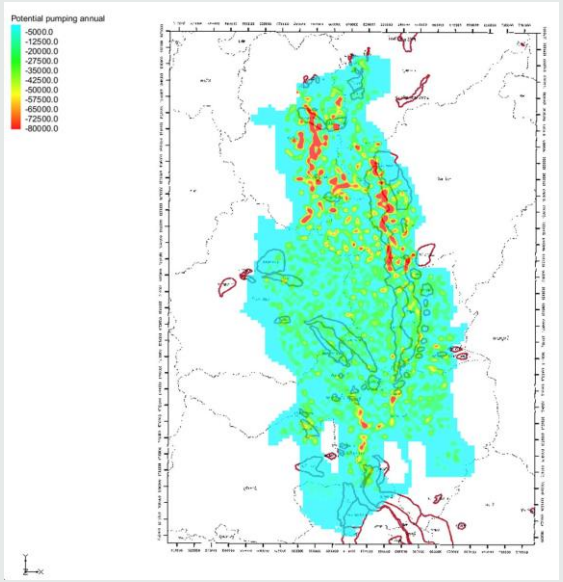
การฟื้นคืนระดับน้ำบาดาลโดยการเติมน้ำบาดาล

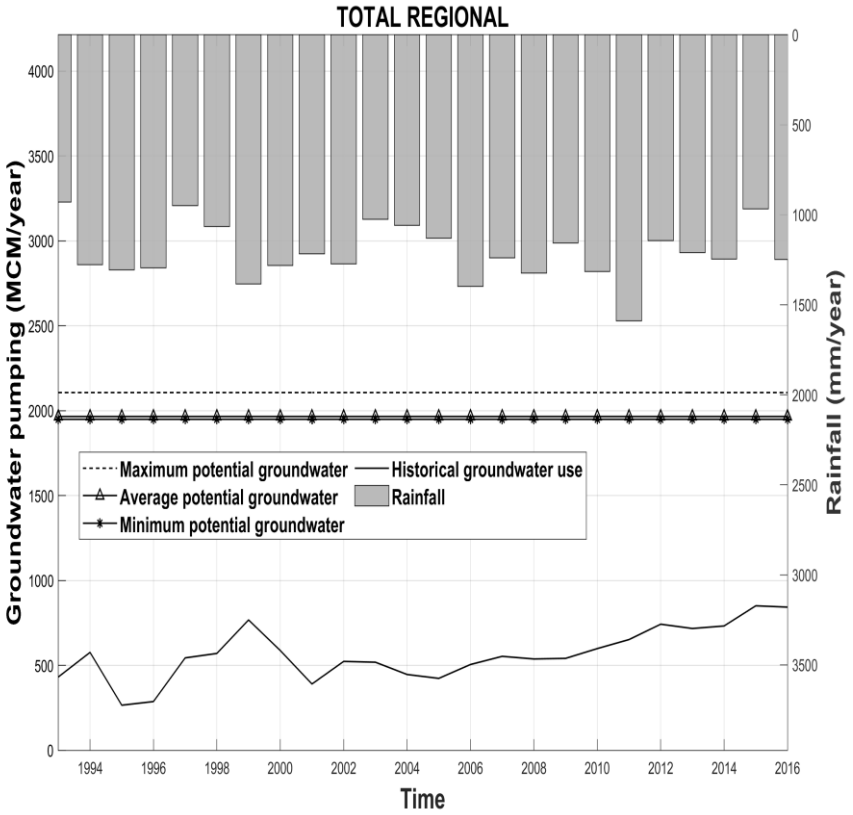
การประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาลตามสภาพระดับน้ำบาดาลและสภาพน้ำผิวดิน

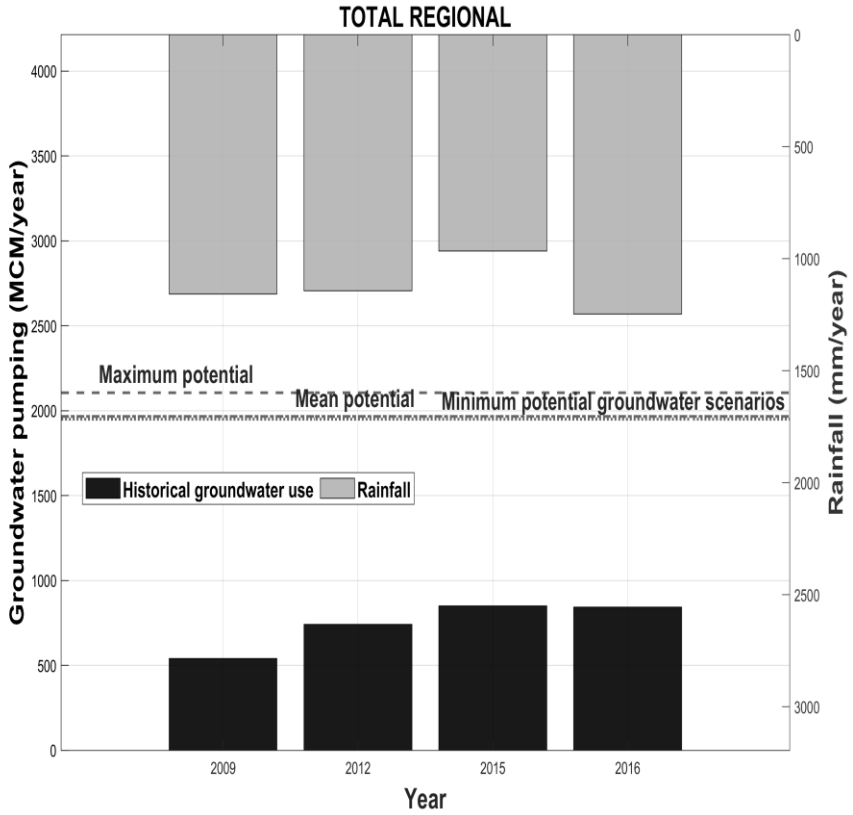
ศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่
(ปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างปลอดภัย)



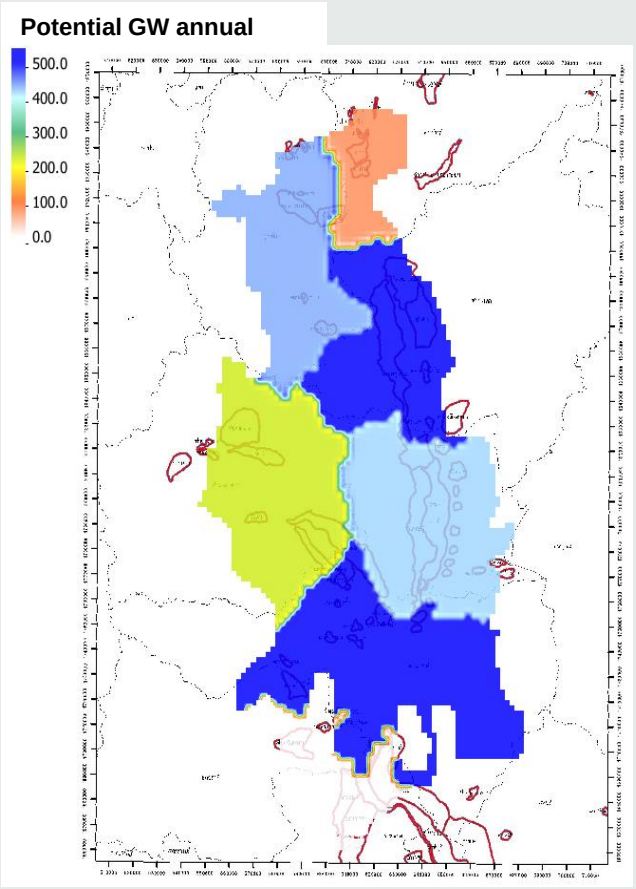
	นครสวรรค์	อุตรดิตถ์	กำแพงเพชร	สุโขทัย	พิจิตร	พิษณุโลก	รวม
ปริมาณการสูบน้ำบาดาลปี พ.ศ.2560	245	11	66	160	160	116	759
ศักยภาพน้ำบาดาล	519	75	226	432	416	533	2,200
คงเหลือ	274	63	160	272	256	416	1,441




TOTAL REGIONAL
Groundwater pumping (MCM/year)
Rainfall (mm/year)
Time
Maximum potential groundwater
Average potential groundwater
Minimum potential groundwater
Historical groundwater use
Rainfall
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
1994
1996
1998
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016


TOTAL REGIONAL
Groundwater pumping (MCM/year)
Rainfall (mm/year)
Year
Maximum potential
Mean potential
Minimum potential groundwater scenarios
Historical groundwater use
Rainfall
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
2009
2012
2015
2016

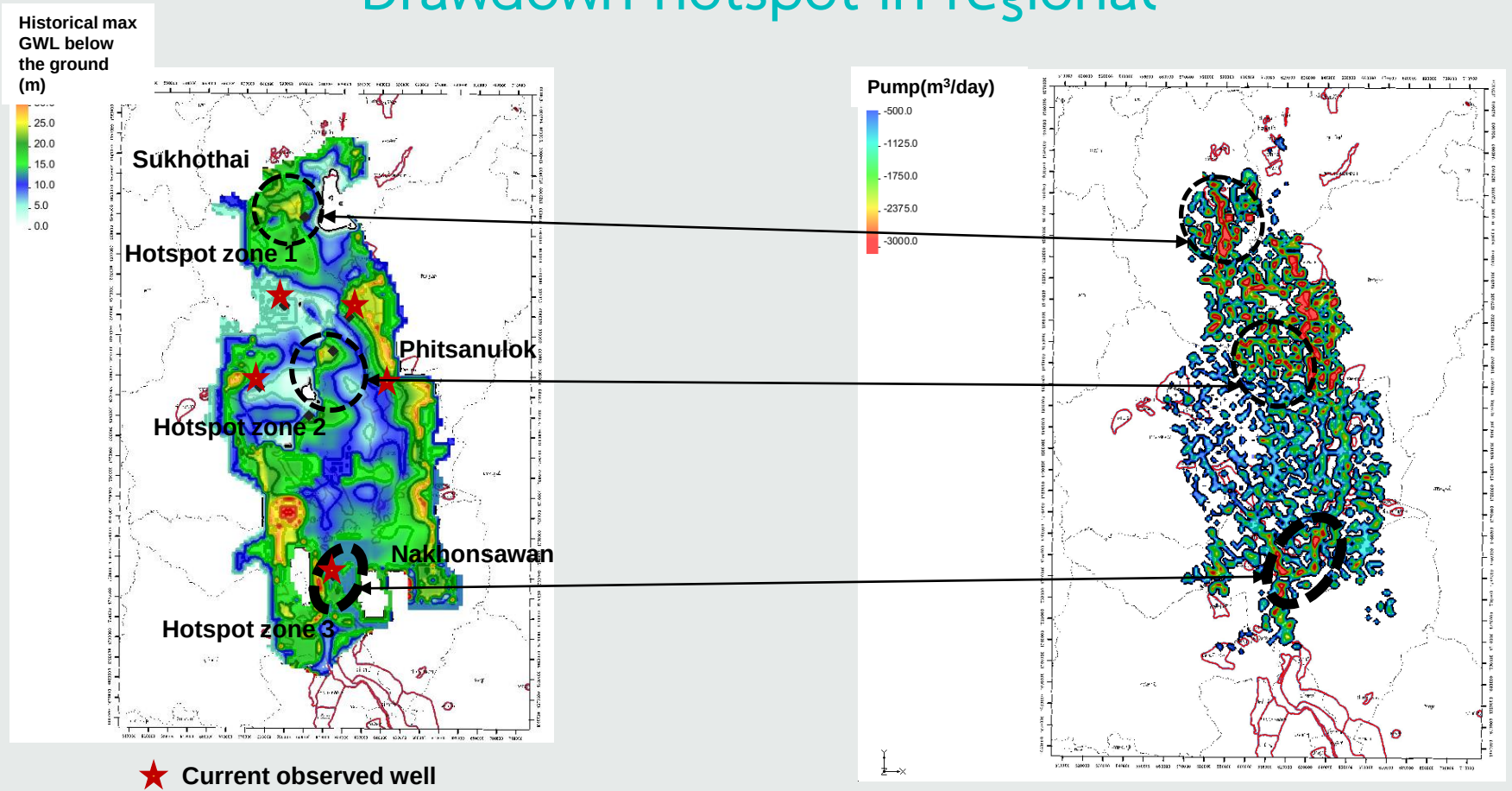
GW potential by average weather 20 years

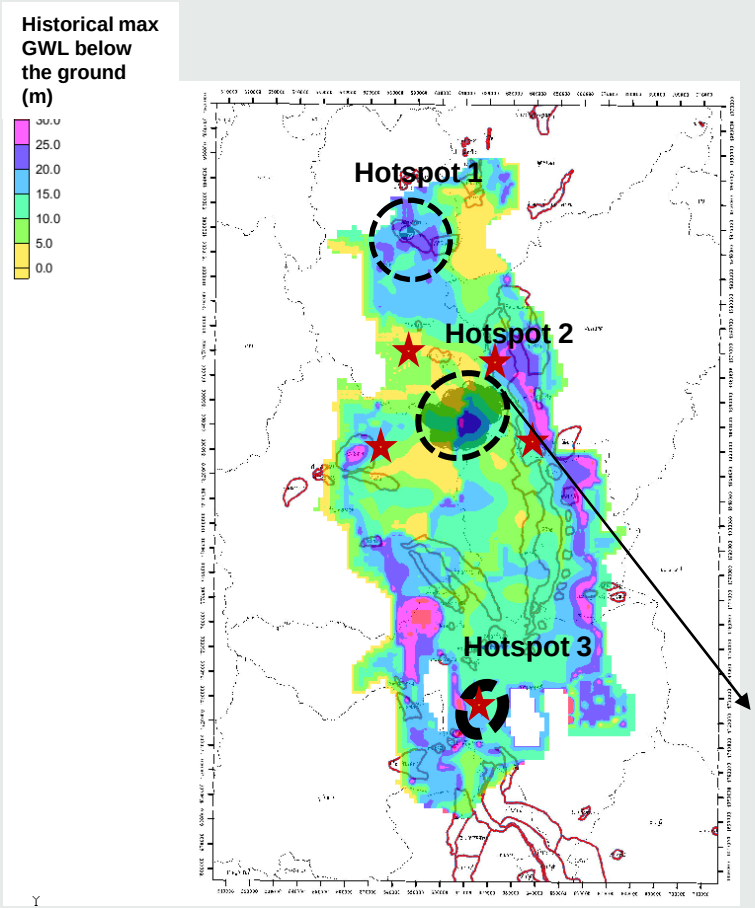


Potential GW PUMP (MCM/ YEAR)	Min rainfall scenarios	Average rainfall scenarios	Max rainfall scenarios
SUKHOTHAI	325	396	432
PHITSANULOK	348	475	533
KAM PHAENG PHET	160	199	226
PHICHIT	294	376	416
NAKHON SAWAN	305	469	519
UTTARADIT	40	46	75
TOTAL	1472	1961	2200

การฟื้นคืนระดับน้ำบาดาลโดยการเติมน้ำบาดาล

Drawdown hotspot in regional





กรณีเติมน้ำ 2 แบบ

- ระบบเติมน้ำผ่านบ่อวงคอนกรีต
- ระบบเติมน้ำผ่านสระ

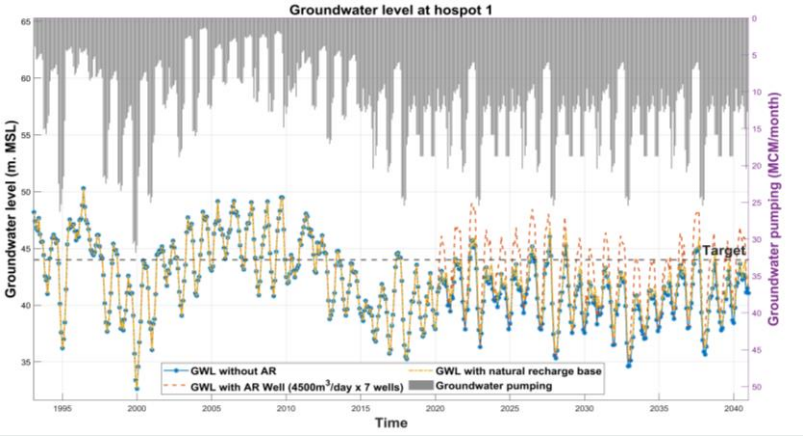
Area:

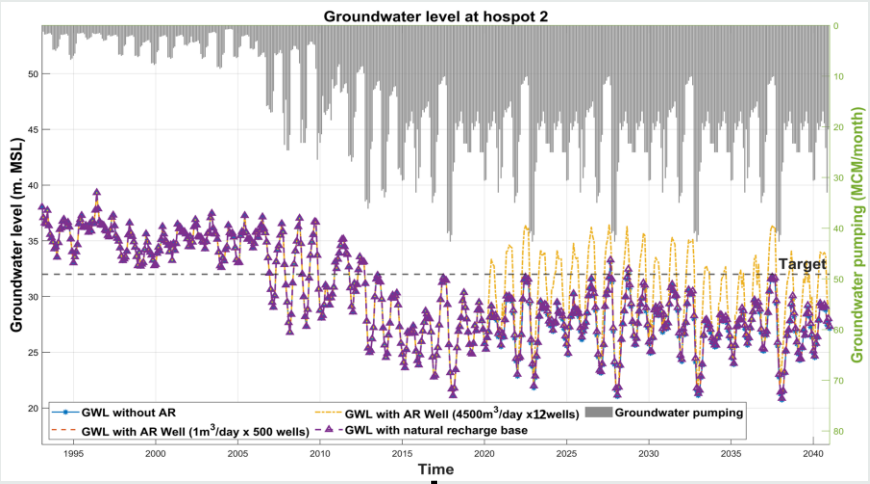
- Hotspot 1: 160 km^2
- Hotspot 2: 230 km^2
- Hotspot 3: 30 km^2

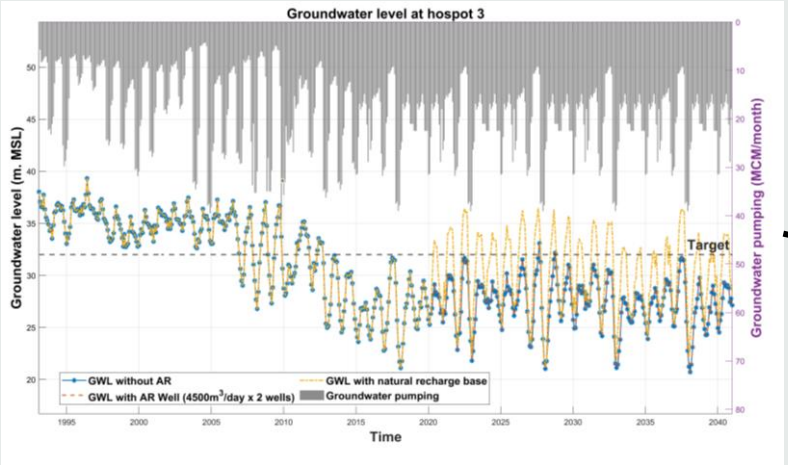
Target recover groundwater level:

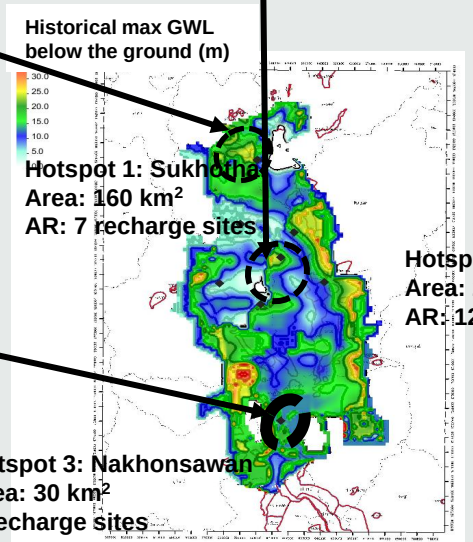
- Hotspot 1: 46 m. MSL
- Hotspot 2: 35 m. MSL
- Hotspot 3: 15 m. MSL

กรณีเติมน้ำผ่านระบบสระ









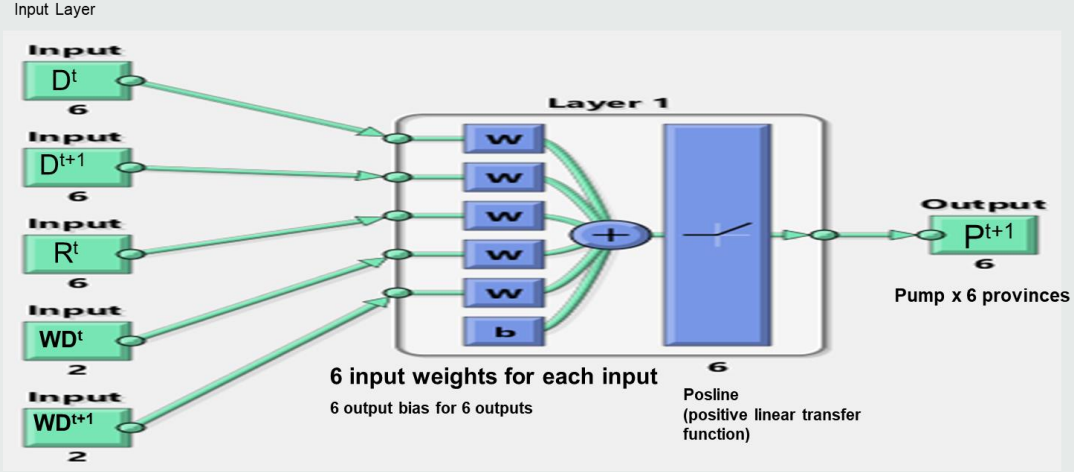
Hotspot 1: Sukhothai
Area: 160 km²
AR: 7 recharge sites

Hotspot 2: Phitsanulok
Area: 230 km²
AR: 12 recharge sites

Hotspot 3: Nakhonsawan
Area: 30 km²
2 recharge sites

การประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาล ตามสภาพระดับน้ำบาดาลและสภาพน้ำผิวดิน

โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมของการศึกษา



D คือ ระดับน้ำบาดาล (ม.รทก)

R คือ ปริมาณฝนตก(มม/วัน)

WD คือ ค่าความจุเก็บกักของเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ (ล้าน ลบ.ม)

P คือ ค่าปริมาณการสูบน้ำบาดาล(ล้าน ลบ.ม)

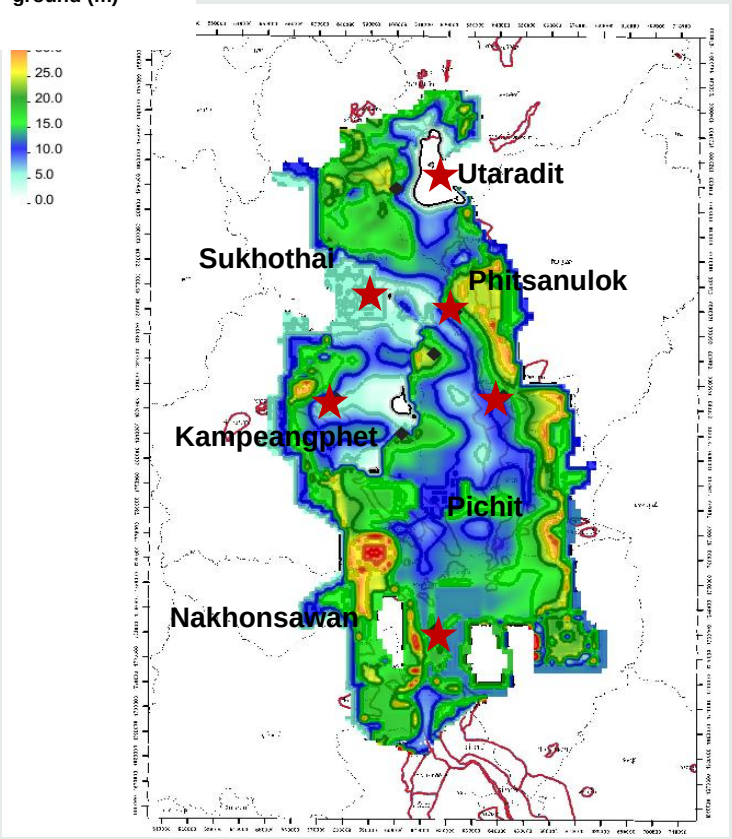
t, t+1 คือ ค่าเวลาที่จุดสนใจ

w คือ ANN weight

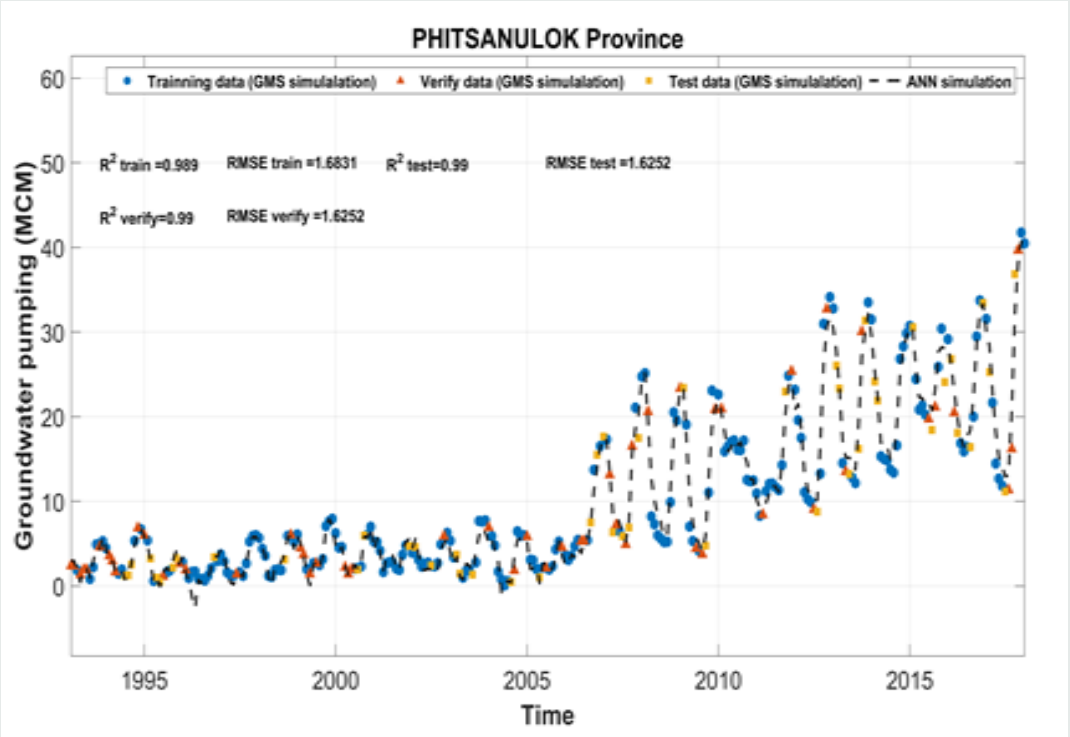
b คือค่า bias

และประเภทของทรานสเฟอร์ฟังก์ชันใช้ฟังก์ชันการแปลงแบบเส้นตรงบวก(positive linear)

$$P_i^{t+1} = \sum_1^6 \omega_i^{D^t} D_i^t + \sum_1^6 \omega_i^{D^{t+1}} D_i^{t+1} + \sum_1^6 \omega_i^{R^t} R_i^t + \sum_1^6 \omega_i^{WD^t} WD_i^t + \sum_1^6 \omega_i^{WD^{t+1}} WD_i^{t+1} + b_i$$



★ Observed well to input to ANN



เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ด้วยวิธี ANN ของข้อมูลการสูบน้ำบาดาลรายเดือนรายจังหวัดพบว่าข้อมูลที่มีการกระจายค่อนข้างต่ำ ค่า R^2 ทั้งช่วง train และ verify ของ6 จังหวัด มีค่ามากกว่า 0.9

ค่า weight และ bias ของ ตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้

Weights of input 1 (D^t)						
	Input GWL Utaradit	Input GWL Sukhothai	Input GWL Phitsanulok	Input GWL Kamphengphet	Input GWL Pichit	Input GWL Nakhonsawan
Weights of output Pump Utaradit	0.1336	0.1357	-2.2991	-1.3065	0.3373	1.0761
Weights of output Pump Sukhothai	-10.237	20.154	-7.2162	-7.1506	10.3408	-3.8562
Weights of output Pump Phitsanulok	-2.7964	-3.7912	5.4622	-0.8758	5.8915	0.2027
Weights of output Pump Kamphengphet	-0.1375	-12.4329	-10.5625	2.6089	7.9225	7.2638
Weights of output Pump Pichit	-2.3611	5.3621	-13.5812	-6.0981	-0.8256	6.6214
Weights of output Pump Nakhonsawan	-6.3974	32.9147	-5.499	-9.2103	11.2298	2.6476

Weights of input 2 (D^{t+1})						
	Input GWL Utaradit	Input GWL Sukhothai	Input GWL Phitsanulok	Input GWL Kamphengphet	Input GWL Pichit	Input GWL Nakhonsawan
Weights of output Pump Utaradit	-0.389	-0.0832	0.1729	-0.0013	-0.1226	-0.0997
Weights of output Pump Sukhothai	-1.0757	-5.9888	0.5906	4.9273	-0.4835	-0.4823
Weights of output Pump Phitsanulok	1.1334	0.5801	-3.5057	1.911	-0.4512	-0.3914
Weights of output Pump Kamphengphet	-0.8986	1.4081	0.015	-1.6112	0.4035	-1.6188
Weights of output Pump Pichit	-1.2213	-4.7342	1.3421	3.3718	-1.5425	-0.2551
Weights of output Pump Nakhonsawan	-0.8497	-5.816	-0.2508	3.3925	-0.3968	-1.6613

Weights of input 3 (R^t)						
	Input Rainfall Utaradit	Input Rainfall Sukhothai	Input Rainfall Phitsanulok	Input Rainfall Kamphengphet	Input Rainfall Pichit	Input Rainfall Nakhonsawan
Weights of output Pump Utaradit	0.0093	-0.0019	-0.0056	-0.0005	0.0014	0.0007
Weights of output Pump Sukhothai	0.0271	-0.0037	-0.0319	-0.0084	0.0047	0.0212
Weights of output Pump Phitsanulok	-0.0003	-0.0026	0	0.0027	-0.0008	0.0009
Weights of output Pump Kamphengphet	0.0074	0.0191	-0.0202	-0.0171	0.0105	0.0156
Weights of output Pump Pichit	0.0436	-0.0158	-0.0299	0.0133	-0.0006	0.0027
Weights of output Pump Nakhonsawan	0.0357	-0.0065	-0.0224	-0.0114	-0.0018	0.0187

Weights of input 4 (WD^t)		
	Input dam storage bhumibol	Input dam storage Sirikit
Weights of output Pump Utaradit	-0.0002	0.0002
Weights of output Pump Sukhothai	0.0004	0.0007
Weights of output Pump Phitsanulok	-0.0004	0.0007
Weights of output Pump Kamphengphet	0.0006	0.0006
Weights of output Pump Pichit	-0.0007	0.001
Weights of output Pump Nakhonsawan	0.001	0.0001

Weights of input 5 (WD^{t+1})		
	Input dam storage bhumibol	Input dam storage Sirikit
Weights of output Pump Utaradit	0.0001	0.0001
Weights of output Pump Sukhothai	-0.0008	0.0003
Weights of output Pump Phitsanulok	0.0003	-0.0004
Weights of output Pump Kamphengphet	-0.0006	0.0002
Weights of output Pump Pichit	0.0002	0.0002
Weights of output Pump Nakhonsawan	-0.0006	0.0002

Bias value	
Weights of output Pump Utaradit	72.16
Weights of output Pump Sukhothai	15.08
Weights of output Pump Phitsanulok	45.57
Weights of output Pump Kamphengphet	361.26
Weights of output Pump Pichit	400.56
Weights of output Pump Nakhonsawan	-831.71

การศึกษา
ด้านการพัฒนารูปแบบและ
แนวทางการจัดการน้ำบาดาล
กลับมาสู่ระดับที่ต้องการเมื่อปลายฝน

การวางระบบติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำบาดาล

ได้ทำการติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาไว้ 4 จุด ดังนี้

วัดหนองหัวยาง

หมู่ 7 ต.ท่าทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

วัดหนองต้นไทร

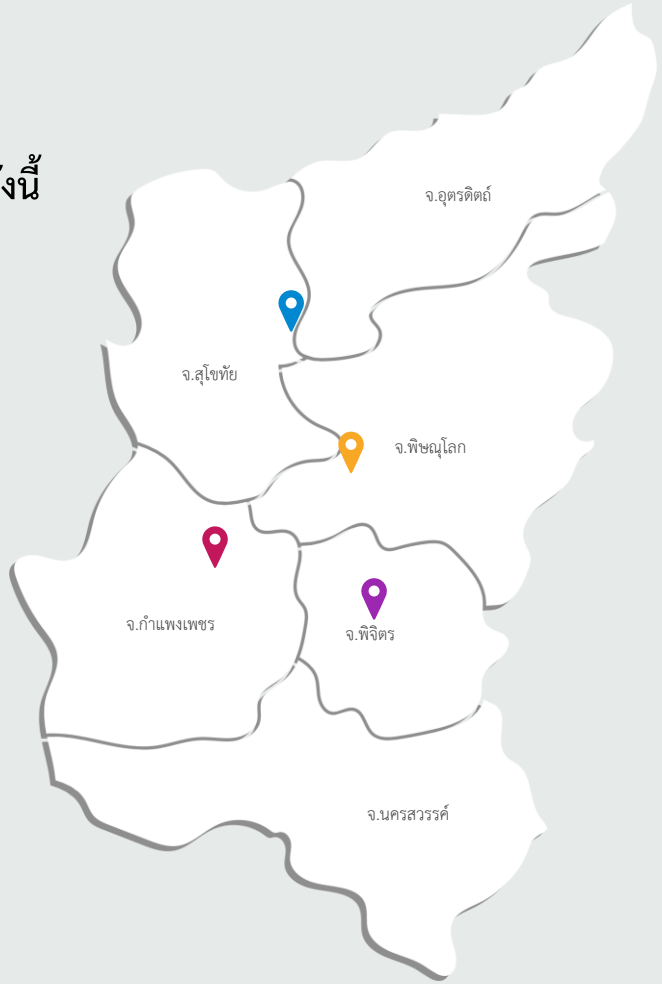
หมู่ 7 ต.โพธิ์ประทับช้าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร

วัดแปดอ้อม

ต.นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร

วัดหนองบัว

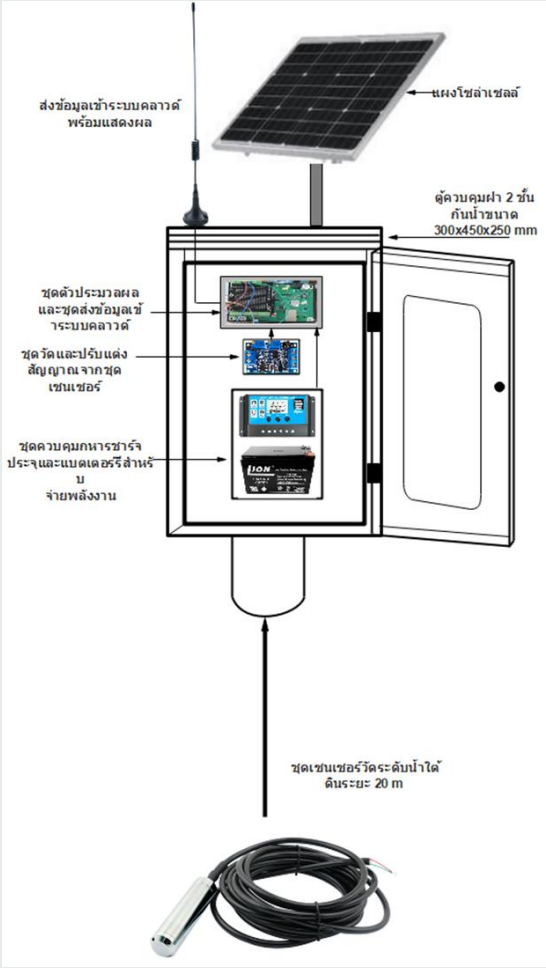
หมู่ 4 ต.หนองบัว อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย



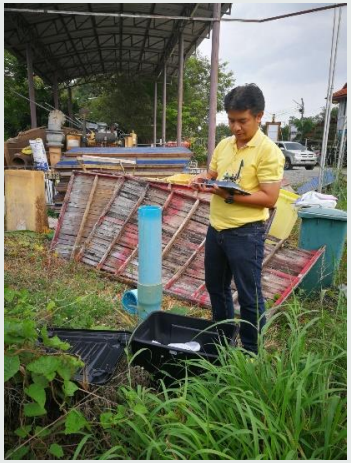
การพัฒนาระบบวัด และรวบรวมข้อมูลระดับน้ำบาดาลแบบ Real-Time Recorded Groundwater Monitoring System

ได้ทำการออกแบบระบบรวบรวมข้อมูลแบบ Real Time Recorded Groundwater Monitoring System มีคุณลักษณะดังนี้

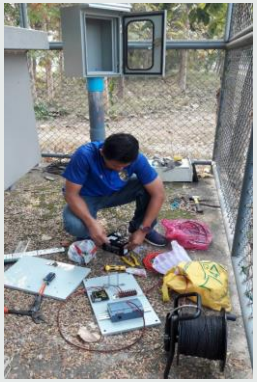
1) เซนเซอร์วัดระดับน้ำใต้ดินที่ความลึกระยะ 20 เมตร ส่งสัญญาณระดับน้ำมายังชุดควบคุม (controller unit)
   - สามารถวัดระดับน้ำใต้ดินมีความลึก 20 เมตร
   - แหล่งจ่ายไฟฟ้า 24Vdc
   - สัญญาณเอาต์พุต 4-20mA
   - Accuracy 0.1%F.S, 0.25%F.S
   - Sensitivity temperature drift ±0.03%F.S/ °C
   - Material 316L core & Rubber breathable cable
   - Long-term stability ≤0.2%F.S/year
   - Protection grade IP67
2) ชุดควบคุม (controller unit) รับข้อมูลจากเซนเซอร์ประมวลผลและแสดงผล ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไร้สายสำหรับเก็บข้อมูล
   - ตัวประมวลผลมีขนาด 32 บิต พร้อมโมดูลสำหรับส่งข้อมูลจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งผ่านเครือข่ายโทรศัพท์
   - มีจอแสดงผลแบบแอลซีดี พร้อมชุดเก็บข้อมูล (Data Logger) เก็บข้อมูลระดับน้ำบาดาลใต้ดินลงบนการ์ดหน่วยความจำมีขนาด 32GB
3) ตู้ควบคุมและแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับจ่ายพลังงานให้กับชุดเซนเซอร์
   - ขนาดของตู้ควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 35 x สูง 52 x ลึก 25 เซนติเมตร
   - มีระบบโซลาเซลล์สำหรับจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุดวัดระดับน้ำใต้ดิน

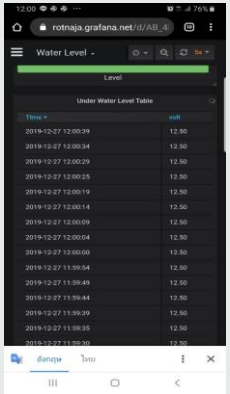


Field Survey



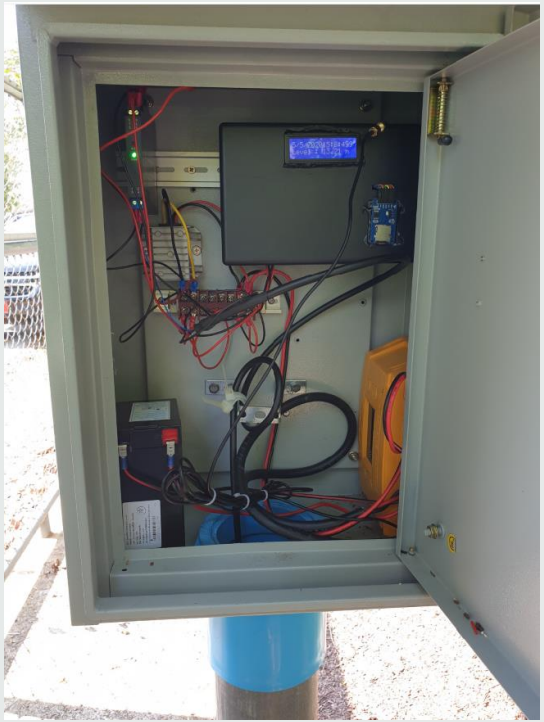
การลงสำรวจพื้นที่เพื่อติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำบาดาลในสนามในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร และนครสวรรค์





การลงพื้นที่เพื่อทดลองติดตั้งระบบและอุปกรณ์วัดระดับน้ำบาดาลแบบ Real Time

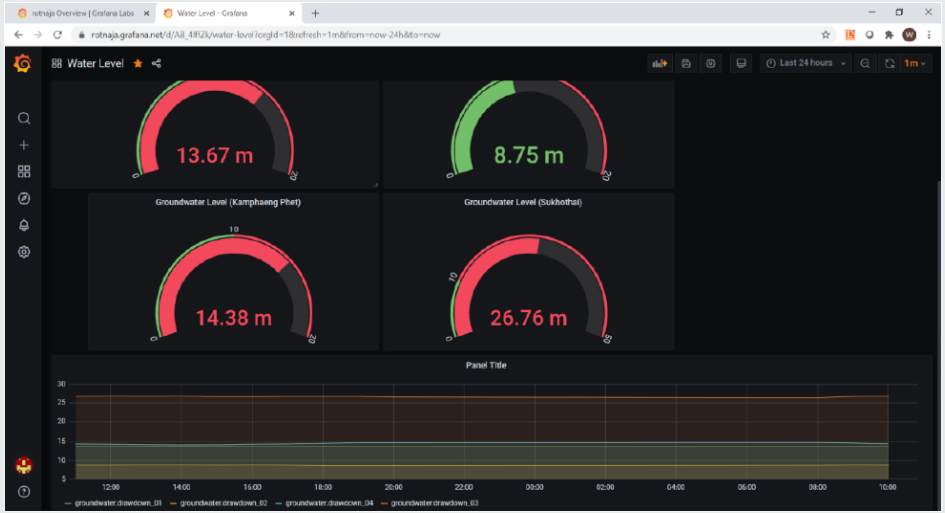
เครื่องวัดระดับน้ำบาดาลและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ



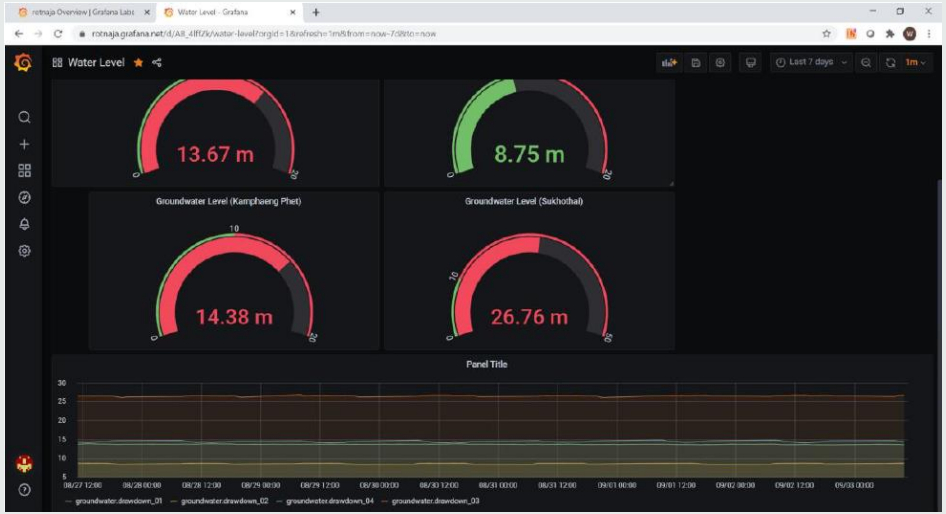
เครื่องวัดระดับน้ำบาดาลและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

ตัวอย่าง การจัดเก็บและการส่งข้อมูลระดับน้ำบาดาลไปยังระบบคราวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server)

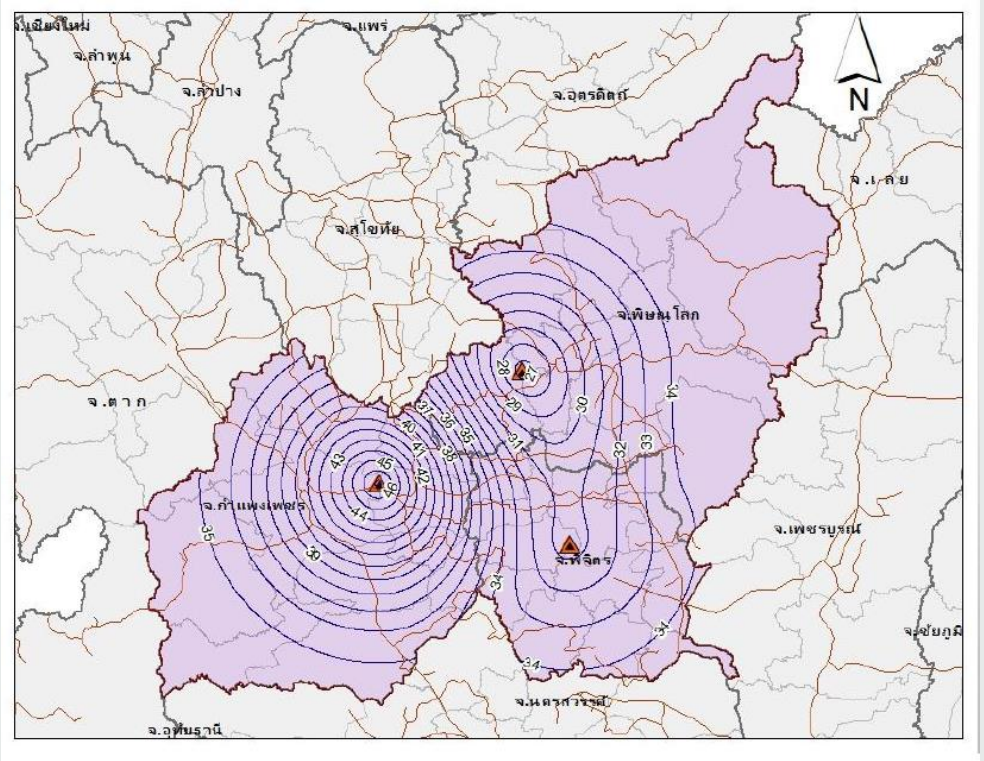
การแสดงผลการรับข้อมูลและแสดงผลในช่วงเวลา 1 วัน



การแสดงผลการรับข้อมูลและแสดงผลในช่วงเวลา 7 วัน



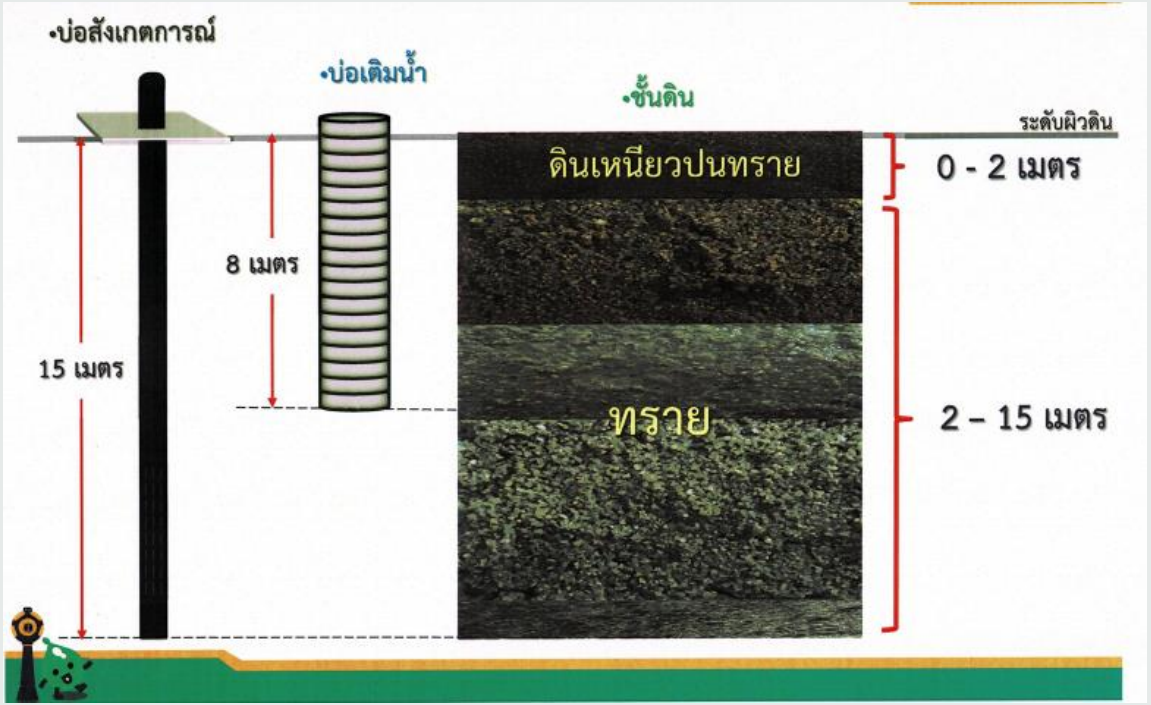
MONITORED GROUNDWATER LEVEL



ARTIFICIAL RECHARGE IN THE STUDY AREA

DEPARTMENT OF GROUNDWATER RESOURCES

โครงการการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น พื้นที่แอ่งพื้นที่เจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี - ตราด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 อำเภอบางระกำจะมีการพัฒนาบ่อเติมน้ำระดับตื้น 500 บ่อ ในอำเภอบาง ระกำ จังหวัดพิษณุโลก



ARTIFICIAL RECHARGE IN THE STUDY AREA

Field Visit

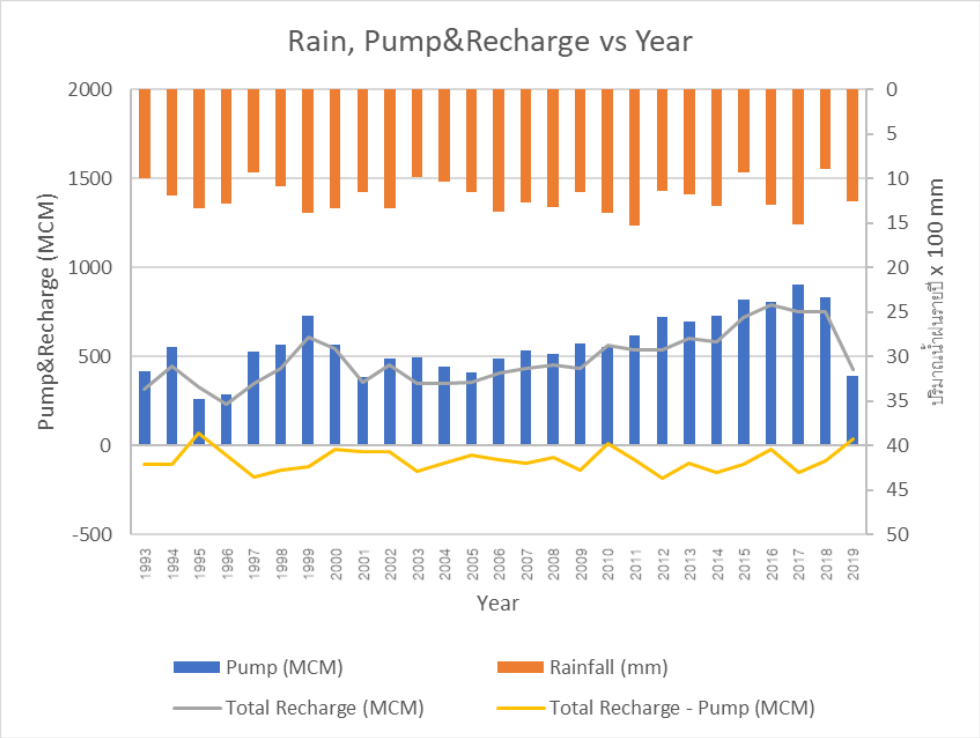
6-7 Aug 2020

ARTIFICIAL RECHARGE IN THE STUDY AREA

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

โครงการบางระกำโมเดล บูรณาการ
บริหารจัดการพื้นที่ลุ่มต่ำ รองรับน้ำหลาก

MODELED INTERACTION RESULTS BETWEEN SURFACE AND GROUNDWATER



MODEL Results

1. Rainfall: 900 – 1500 mm/yr.
2. Land Recharge: Ave = 192 MCM/yr
3. River Recharge: Ave = 295 MCM/yr
4. Total Recharge = 487 MCM/yr
5. Total Pump = 259 - 902 MCM/yr

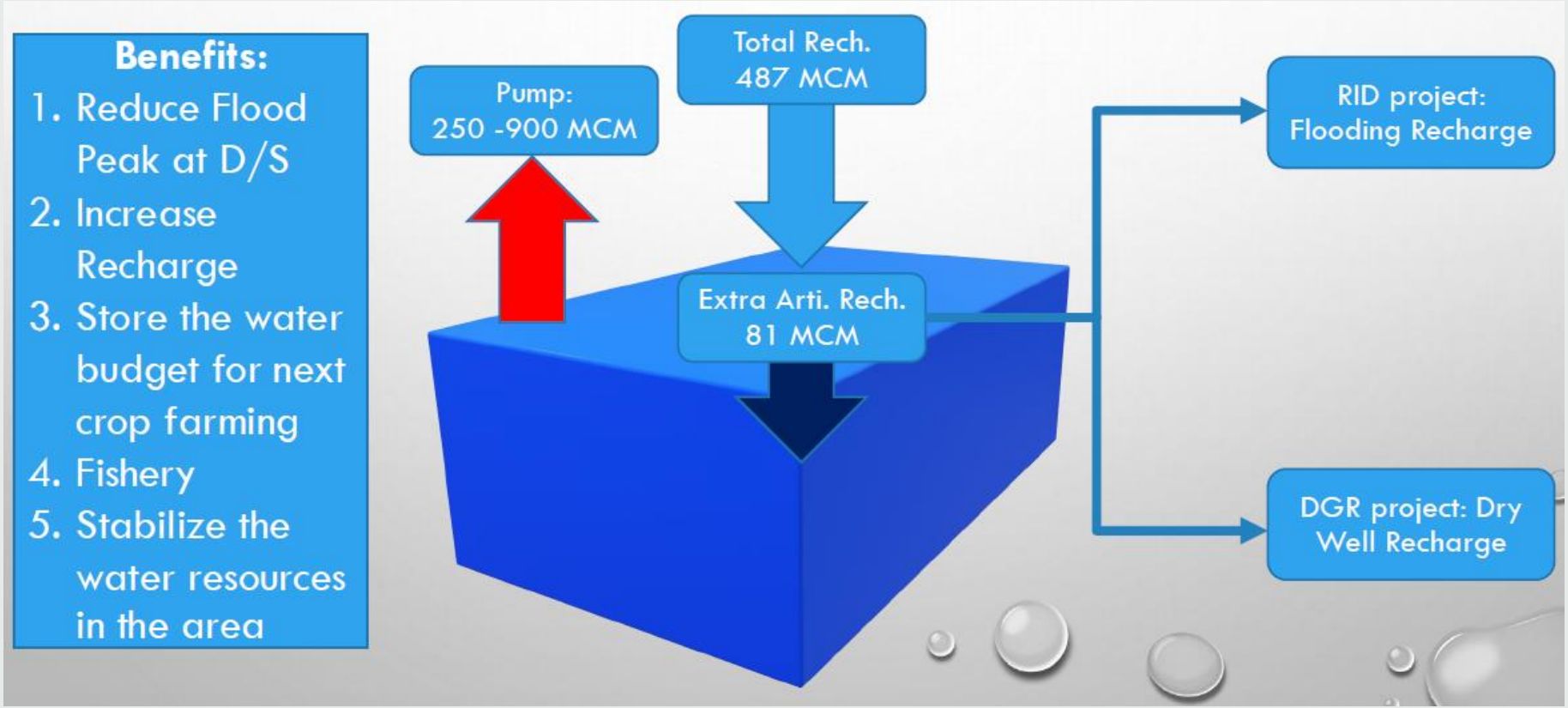
CONJUNCTIVE USES MANAGEMENT

- MODELED RESULT: OVERDRAFT = - 50 TO -200 MCM, AVE. = -81 MCM.
- DGR: AUG – NOV = 4 MONTHS: 500 บ่อ X 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน X 122 วัน = 61,000 ลูกบาศก์เมตร
- RID: AREA สุโขทัย + พิษณุโลก = 382,000 ไร่ = 611 ล้านตารางเมตร
  - EARLY RICE FARM: APR-JUNE = 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน X 91 วัน X 611 ล้านตารางเมตร = 83 ล้านลูกบาศก์เมตร
  - FLOODING RECHARGE: AUG – NOV = 3 มิลลิเมตรต่อวัน X 122 วัน X 611 ล้านตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 223 ล้านลูกบาศก์เมตร

CONJUNCTIVE USES MANAGEMENT

Benefits:

1. Reduce Flood Peak at D/S
2. Increase Recharge
3. Store the water budget for next crop farming
4. Fishery
5. Stabilize the water resources in the area



CONJUNCTIVE USES MANAGEMENT

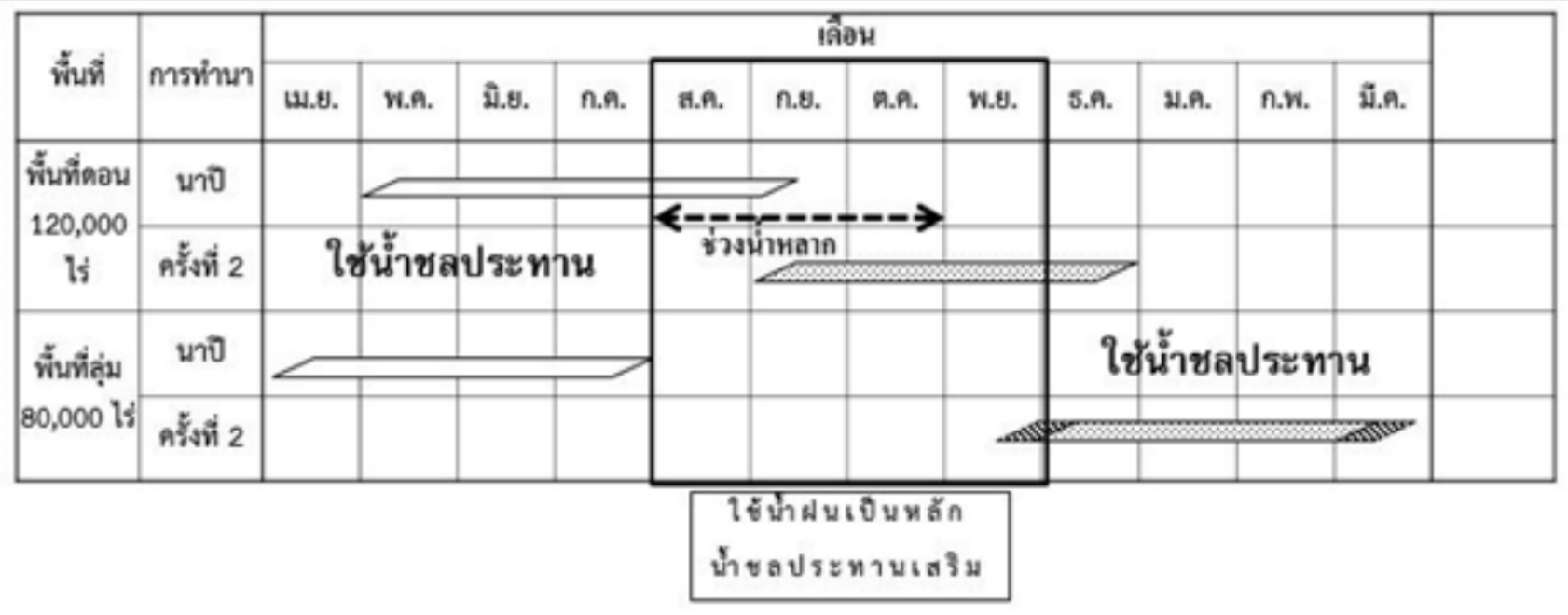
Scenario	โครงการบางระกำโมเดล กรมชลประทาน			โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล น้ำหลากเติมเข้า Dry Well 500 บ่อ (ส.ค.-พ.ย.) (ล้าน ลบ.ม)	ปริมาณน้ำรวม (ล้าน ลบ.ม)
	เพาะปลูกนอกฤดู (เม.ย.-ก.ค.) (ล้าน ลบ.ม)	ผันน้ำหลากเข้าพื้นที่ (ส.ค.-พ.ย.) (ล้าน ลบ.ม)	รวมปริมาณการเติมน้ำต่อ 1 โครงการฯ (ล้าน ลบ.ม)		
1. มีการเติมน้ำเต็มช่วงเวลาดำเนินการ	83	223	306	0.061	306.061
2. ไม่คิดการเพาะปลูกนอกฤดูและมีน้ำท่วม 4 เดือน	0	224	224	1.061	225.061
3. ไม่คิดการเพาะปลูกนอกฤดูและมีน้ำท่วม 2 เดือน	0	112	112	0.5305	112.5305
4. ไม่คิดการเพาะปลูกนอกฤดูและมีน้ำท่วม 1 เดือน	0	56	56	0.01525	56.01525
5. มีการเติมน้ำเต็มช่วงเวลาดำเนินการแต่พื้นที่น้ำท่วม 50%	83	111.5	194.5	0.061	194.561
6. คิดการเพาะปลูกและมีการเติมน้ำเต็มช่วงเวลา 2 เดือน แต่พื้นที่น้ำท่วม 50%	83	55.75	138.75	0.0305	138.7805
7. คิดการเพาะปลูกและมีการเติมน้ำเต็มช่วงเวลา 2 เดือน แต่พื้นที่น้ำท่วม 25%	83	27.875	110.875	0.0305	110.9055

ไม่คิดการเพาะปลูกนอกฤดู
และมีน้ำท่วม 1 เดือน
Recharge = 56 MCM

เพาะปลูกนอกฤดูกาล และ
มีน้ำท่วม 2 เดือน
และพื้น ที่น้ำท่วม 25%
Recharge = 111 MCM

CONJUNCTIVE USES MANAGEMENT

- CROP PATTERN CALENDAR



จิรโรจน์ สมบัติใหม่ และคณะ 2562

CONJUNCTIVE USES MANAGEMENT

1. วางแผนการส่งน้ำชลประทานโดยปลูกพืชนอกฤดูกาล (APR TO JUNE) ⟶ GET KNOWING THE EXPECTED RECHARGE FOR THE NEXT YEAR (CALCULATION AND MEASUREMENT BY SPACE AND TIME)

2. FLOODING TO TARGETED FARM LANDS ⟶ GET KNOWING THE ADDITIONAL RECHARGE FROM FLOOD (CALCULATION AND MEASUREMENT BY SPACE AND TIME)

3. THE TOTAL AMOUNT OF RECHARGE = 1+2

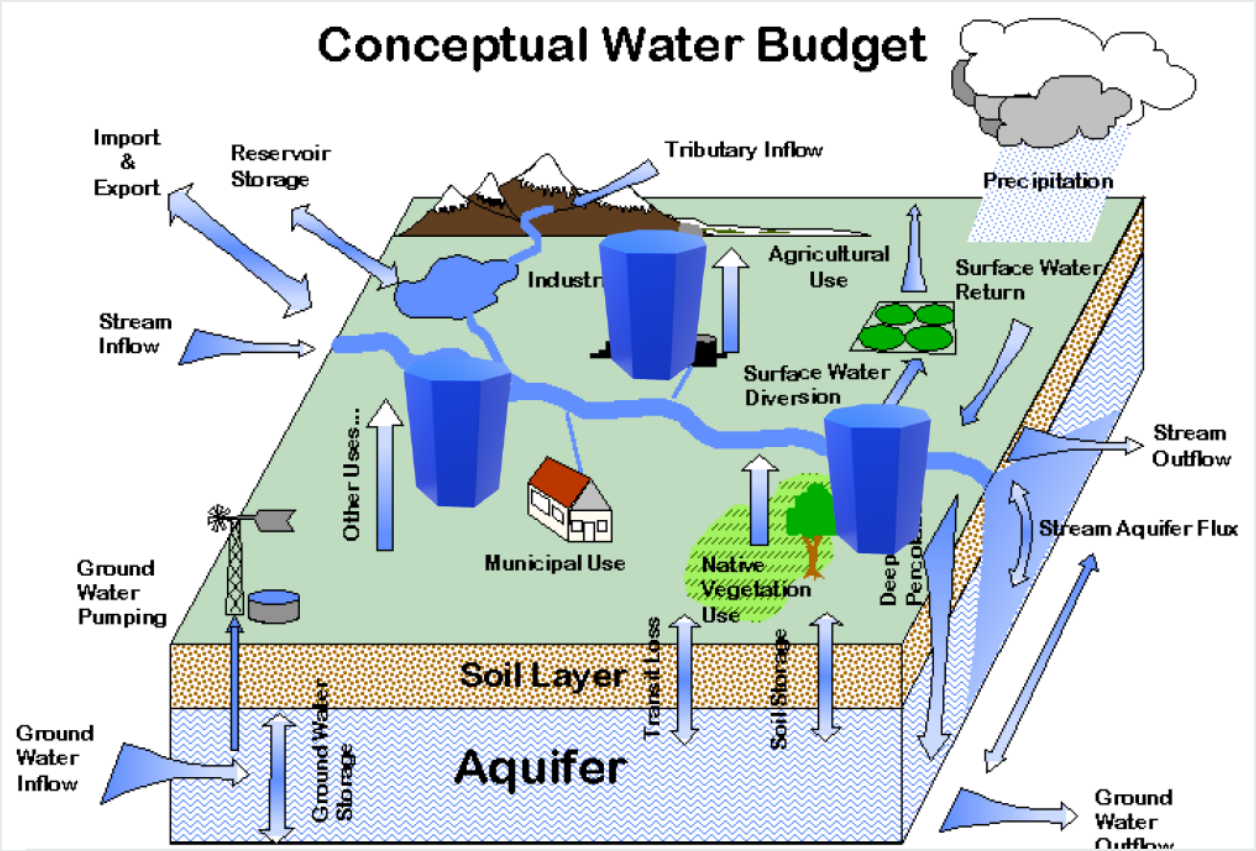
4. PLANNING THE CONJUNCTIVE USE FOR THE NEXT YEAR HOW MANY WATER WE CAN PUMP FOR DRY SEASON BY USING NO.3? (CALCULATION AND MEASUREMENT BY SPACE AND TIME) IT WILL CONSEQUENCE TO REDUCE THE IRRIGATED WATER IN DRY SEASON.

FUTURE GROUNDWATER PROJECT IN THE STUDY AREA

DGR CONJUNCTIVE USE FOR SUSTAINABALE AGRICULTURE IN UPPER CHAO PHRAYA RIVER BASIN (3 YEARS)

1. INSTALL THE COMPREHENSIVE AND REAL-TIME MONITORING STATION OF GROUNDWATER, RECHARGE, RAIN, EVAPORATION AND FLOW
2. DEVELOP THE DYNAMIC GROUNDWATER MODEL
3. LARGE SCALE GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR THE AGRICULTURE
4. DGR DATA MANAGEMENT CENTER FOR THE PROJECT

FUTURE GROUNDWATER PROJECT IN THE STUDY AREA



สรุปและข้อเสนอแนะ

นำเสนอผลการศึกษาและถ่ายทอด ณ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2563

สรุป

จากกการวิจัยตลอดโครงการทำให้ได้ผลดังต่อไปนี้

- ผลการวิเคราะห์อุตุ-อุทกวิทยา น้ำจัดสรรและการใช้น้ำในพื้นที่
- ผลการวิเคราะห์สภาพน้ำบาดาลจากข้อมูลที่รวบรวม
- ระบบติดตามระดับน้ำบาดาลแบบ real time
- ข้อมูลการติดตามระดับน้ำ
- เครื่องมือระบบบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อให้รู้สภาพปริมาณน้ำบาดาล
- รูปแบบและแนวทางการจัดการเพื่อให้น้ำบาดาลกลับมาสู่ระดับที่ต้องการเมื่อปลายฝน
- รูปแบบการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดินที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

- เพื่อให้สามารถประเมินการใช้น้ำบาดาล ณ ขณะนั้นเป็นอย่างไร มีความแม่นยำมากขึ้น จึงควรมี monitoring well เพิ่มขึ้น กระจายทั่วทั้งพื้นที่ (โดยเฉพาะบ่อที่ติดตั้งเครื่องวัดและส่งข้อมูลน้ำบาดาลอัตโนมัติ)
- ควรมีการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของบ่อเติมน้ำ จากข้อมูลภาคสนาม ของกรมน้ำบาดาล (500 บ่อ)

เอกสารอ้างอิง

- บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด. (2548). โครงการประเมินศักยภาพแอ่งน้ำบาดาล (แอ่งเชียงใหม่ แอ่งเจ้าพระยาตอนบน และแอ่งแม่กลอง). รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- บริษัท วอเตอร์ ดีเว็ลลัฟเม็นท์ คอนซัลแท็นส์ กรุ๊ป จำกัด, และบริษัท องศา คอนซัลแตนท์ จำกัด. (2554). โครงการศึกษา สำรวจ และจัดทำแผนที่น้ำบาดาลขั้นรายละเอียด มาตรส่วน 1:50,000 (พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน) พื้นที่ 2 : จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดพิจิตร. รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- บริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด, และบริษัท วิศวชาญ 2002 จำกัด. (2554). โครงการศึกษา สำรวจ และจัดทำแผนที่น้ำบาดาลขั้นรายละเอียด มาตรส่วน 1:50,000 (พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน) พื้นที่ 3 : จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดตาก จังหวัดกำแพงเพชร. รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- บริษัท ธารา คอนซัลแตนท์ จำกัด, และบริษัท ทรานส์ เอเชีย คอนซัลแตนท์ จำกัด. (2555). โครงการศึกษา สำรวจ และจัดทำแผนที่น้ำบาดาลขั้นรายละเอียด มาตรส่วน 1:50,000 (พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน) พื้นที่ 1 : จังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดลำปาง. รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- Yumi Iwasaki & Kimihito Nakamura &Haruhiko Horino & Shigeto Kawashima, Hydrogeology Journal (2014), Assessment of factors influencing groundwater-level change using groundwater flow simulation, considering vertical infiltration from rice-planted and crop-rotated paddy fields in Japan
- Takehide Hama , Toshio Fujimi, Takeo Shima, Kei Ishida,Yasunori Kawagoshi and Hiroaki Ito(2019), Evaluation of groundwater recharge by rice and crop
- rotation fields in Kumamoto, Japan
- J. Shimada , K.Ichiyanagi , M. Kagabu , S.Saita , K.Mori (2012), Effect of artificial recharge using abandoned rice paddies for the sustainable groundwater management in Kumamoto, Japan

ขอขอบคุณ