

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(9)
รายการตาราง	(13)
รายการรูป	(14)
รายการกรอบ	(17)
บทที่	
1 บทนำและตรวจเอกสาร	1
1.1 บทนำ	1
1.2 การไหลของน้ำบาดาล	2
1.2.1 กฎของดาร์ซี	3
1.2.2 กฎทรงมวล	4
1.2.3 สมการการไหลของน้ำบาดาล	5
1.2.4 ระบบการไหลของน้ำบาดาล	6
1.3 สมดุลของน้ำบาดาล	8
1.4 แบบจำลองน้ำบาดาล	8
1.4.1 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองน้ำบาดาลทางคณิตศาสตร์	11
1.4.2 ข้อมูลที่ต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	16
1.5 แอ่งหาดีใหญ่	17
1.5.1 ลักษณะภูมิประเทศ	17
1.5.2 โครงสร้างทางธรณีวิทยา	17
1.5.3 ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา	17
1.5.4 ระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล	19
1.5.5 ศักยภาพน้ำบาดาลในแอ่งหาดีใหญ่	20
1.5.6 ขอบเขตแอ่งหาดีใหญ่	20
1.5.7 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแอ่งหาดีใหญ่ที่เคยมีการศึกษาไว้	25
2 วิธีการวิจัย	29
2.1 ขอบเขตการวิจัย	29
2.2 วัสดุและอุปกรณ์	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำ	29
2.2.2 ระบบคอมพิวเตอร์	29
2.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	30
3 พื้นที่ศึกษา	38
3.1 ลักษณะภูมิประเทศ	38
3.2 ลักษณะภูมิอากาศ	39
3.2.1 ปริมาณน้ำฝน	39
3.2.2 การคายระเหย	39
3.3 ลักษณะอุทกวิทยา	41
3.3.1 แหล่งน้ำผิวดิน	41
3.3.2 ปริมาณน้ำท่า	41
3.3.3 ระดับน้ำท่าและระดับท้องน้ำ	41
3.4 ลักษณะธรณีวิทยา	42
3.5 ลักษณะอุทกธรณีวิทยา	44
3.5.1 แหล่งน้ำบาดาลในตะกอนหินร่วน	47
3.5.2 แหล่งน้ำบาดาลในตะกอนหินแข็ง	47
3.6 ลักษณะการใช้ที่ดิน	49
3.7 การใช้น้ำบาดาล	51
3.8 การติดตามตรวจวัดระดับน้ำบาดาล	51
3.9 การสุบทดสอบ	52
3.10 การประเมินการเพิ่มเติมน้ำในระบบ	54
3.10.1 การเตรียมข้อมูลน้ำฝน	54
3.10.2 การเตรียมข้อมูลการคายระเหย	54
3.10.3 การเตรียมข้อมูลน้ำท่า	56
3.10.4 ปริมาณการเติมน้ำสู่พื้นที่ศึกษาและพื้นที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	56
4 แบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาล	58
4.1 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การออกแบบแบบจำลอง	60
4.2.1 การออกแบบกริด	64
4.2.2 สภาพขอบเขตของแบบจำลอง	65
4.3 กรณีจำลองการไหลของน้ำบาดาล	68
4.3.1 การจำลองสภาวะคงที่	68
4.3.2 การจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา	75
4.4 ผลการจำลองและการอภิปรายผล	80
4.4.1 การจำลองสภาวะคงที่	80
4.4.2 การจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา	87
4.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง	97
4.5.1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลองกรณี การจำลองในสภาวะคงที่	98
4.5.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลองกรณี สภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา	98
4.6 การตรวจสอบแบบจำลอง	99
5 การใช้แบบจำลองน้ำบาดาลเพื่อประเมินศักยภาพน้ำบาดาล	102
5.1 การจำลองในกรณีที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำคงที่	102
5.2 การจำลองในกรณีที่ 2 การใช้น้ำเพิ่มขึ้น 2 เท่า ในช่วง 5 ปีข้างหน้า	104
5.3 การจำลองในกรณีที่ 3 การใช้น้ำเพิ่มขึ้น 3 เท่า ในช่วง 5 ปีข้างหน้า	104
5.4 การจำลองในกรณีที่ 4 การใช้น้ำเพิ่มขึ้น 5 เท่า ในช่วง 5 ปีข้างหน้า	107
5.5 การจำลองในกรณีที่ 5 การใช้น้ำเพิ่มขึ้น 5 เท่าในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ และอำเภอสะเดา ในช่วง 5 ปี ข้างหน้า	107
5.6 สมดุลน้ำบาดาลจากการจำลอง 5 กรณี	107
5.7 ข้อจำกัดของแบบจำลอง	110
6 สรุปและข้อเสนอแนะ	112
6.1 สรุป	112
6.1.1 สภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาของแอ่งหาดใหญ่	112

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.1.2 แบบจำลองน้ำบาดาล	113
6.1.3 การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล	114
6.2 ข้อเสนอแนะ	114
6.2.1 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบจำลอง	114
6.2.2 ข้อเสนอแนะในการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล	116
บรรณานุกรม	117
ภาคผนวก	121
ภาคผนวก ก	122
ภาคผนวก ข	126
ภาคผนวก ค	134
ภาคผนวก ง	168
ภาคผนวก จ	171
ประวัติผู้เขียน	176

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1-1	ลักษณะทั่วไปของชั้นน้ำบาดาลแอ่งหาคใหญ่	22
1-2	การแบ่งชั้นน้ำบาดาลของแอ่งหาคใหญ่ ในการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	23
1-3	รายละเอียดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แอ่งหาคใหญ่	27
1-4	การกำหนดขอบเขตชั้นน้ำบาดาลแอ่งหาคใหญ่	28
2-1	ชนิดของข้อมูลและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการศึกษา	32
2-2	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำใต้ดินในแต่ละหมู่บ้าน	35
3-1	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา	51
3-2	ผลการสุบทดสอบบ่อบาดาลแบบมีบ่อสังเกตการณ์	52
3-3	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่คิดอัตราส่วนของพื้นที่รับน้ำต่อพื้นที่ทั้งหมดโดยวิธีไทเซน ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2545	54
3-4	ปริมาณการคายระเหยเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2538-2543	56
3-5	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2515-2545	56
3-6	ผลการคำนวณการเติมน้ำในพื้นที่ศึกษา	57
4-1	วัตถุประสงค์และเงื่อนไขของกรณีการจำลองน้ำบาดาลทางคณิตศาสตร์	70
4-2	ปริมาณการเพิ่มเติมน้ำในการจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจำลองสภาวะคงที่	71
4-3	ข้อมูลแม่น้ำที่ใช้ในการจำลองทางคณิตศาสตร์	73
4-4	ปริมาณการเติมน้ำในการจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา	78
4-5	ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการจำลองการไหลของน้ำบาดาลหลังจากมีการปรับเทียบค่า	79
4-6	ค่าระดับน้ำบ่อสังเกตการณ์ 37 บ่อ หลังปรับเทียบแบบจำลองในสภาวะคงที่	86
4-7	สมดุลของน้ำบาดาลจากการจำลองในสภาวะคงที่	87
4-8	สมดุลของน้ำบาดาลจากการจำลองในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา	96
4-9	ปริมาณน้ำจากคลองรัตภูมิและคลองอุตะเกาที่ไหลเข้าสู่แบบจำลอง และปริมาณน้ำที่ไหลออกจากแบบจำลองสู่คลองรัตภูมิและคลองอุตะเกา ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2546	97
4-10	การตรวจสอบแบบจำลองกับข้อมูลการตรวจวัดระดับน้ำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2547	100
5-1	สมดุลน้ำบาดาลจากกรณีจำลอง 5 กรณี	110

รายการรูป

รูป		หน้า
1-1	แผนภาพแสดงการทดลองการไหลของน้ำตามกฎของดาร์ซี	3
1-2	แผนภาพแสดงแสดงลักษณะการไหลและเสดของน้ำบาดาลในพื้นที่รับน้ำ พื้นที่ป็นน้ำ และพื้นที่สูญเสียน้ำ	7
1-3	แผนภาพแสดงระบบการไหลของน้ำบาดาล	7
1-4	แผนภาพแสดงจุดที่ใช้ในการคำนวณในแบบจำลองเชิงตัวเลข 3 มิติ โดยวิธี finite difference	10
1-5	แผนภาพแสดงลักษณะการแบ่งพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมในการจำลองการไหล ของน้ำบาดาลแบบ 3 มิติ	11
1-6	แผนภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองน้ำบาดาลทางคณิตศาสตร์	13
1-7	แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา	18
1-8	แผนภาพแสดงลักษณะรอยเลื่อนแบบ Horst and garben	19
1-9	แผนภาพแสดงบริเวณที่ระดับน้ำบาดาลลดลงต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง มากกว่า 8 เมตร	24
1-10	กราฟแสดงสมมูลของน้ำบาดาลที่ประเมินได้จากแบบจำลอง ปี พ.ศ. 2545	26
2-1	เครื่องวัดระดับน้ำ Maßbandlänge Meter รุ่น Kabellichtlot Type 010 (ซ้าย) และวิธีการตรวจวัดระดับน้ำ (ขวา)	30
2-2	แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อสังเกตการณ์ที่ทำการตรวจวัดระดับน้ำ	33
2-3	แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีอุทกวิทยาในพื้นที่ศึกษา	34
3-1	กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของ 9 สถานีตรวจวัดน้ำฝน ในพื้นที่ศึกษา ในช่วงปี พ.ศ.2516-2545	40
3-2	กราฟแสดงปริมาณการคายระเหยรายเดือนเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา ในช่วงปี พ.ศ.2538-2543	40
3-3	กราฟแสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาและคลองรัตภูมิ ในช่วงปี พ.ศ.2515-2545	42
3-4	แผนที่แสดงลักษณะธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา	43
3-5	แผนที่แสดงชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ศึกษา	45
3-6	แผนภาพแสดงภาคตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาแอ่งหาดใหญ่	46

รายการรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
3-7	แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา	50
3-8	แผนที่แสดงเส้นระดับแรงดันน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล สร้างจากการตรวจวัดระดับน้ำบาดาล จากบ่อสังเกตการณ์ 102 บ่อ ในพื้นที่ศึกษา	53
3-9	แผนที่แสดงพื้นที่รับน้ำฝนที่ได้จากการคำนวณ โดยวิธีไทเซน	55
4-1	แผนภาพแสดงภาพตัดขวางของการแบ่งชั้นหินให้น้ำ บริเวณอำเภอหาดใหญ่	59
4-2	แผนภาพแสดงแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แอ่งหาดใหญ่	59
4-3	แผนที่แสดงพื้นที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แอ่งหาดใหญ่	61
4-4	แผนภาพแสดงขั้นตอนการจำลองการไหลของน้ำบาดาล โดยโปรแกรม MODFLOW	62
4-5	แผนภาพแสดงการนำเข้าข้อมูลสู่โปรแกรม MODFLOW และผลที่ได้จากการจำลอง	63
4-6	แผนภาพแสดง (ก) การแบ่งกริด และ (ข) สภาพขอบเขตของแบบจำลอง	66
4-7	แผนภาพแสดงรูป 3 มิติ ของการออกแบบกริดและสภาพขอบเขตของแบบจำลอง	67
4-8	แผนภาพแสดงขั้นตอนการจำลองการไหลของน้ำบาดาลแอ่งหาดใหญ่	69
4-9	แผนภาพแสดงอัตราการเพิ่มเติมน้ำสุทธิสู่แหล่งน้ำบาดาล ในการจำลองสภาวะคงที่	71
4-10	แผนภาพแสดงการกระจายตัวของชั้นหินให้น้ำแอ่งหาดใหญ่	76
4-11	แผนภาพแสดงตำแหน่ง (ก) บ่อสังเกตการณ์ และ (ข) บ่อบาดาลที่มีการสูบน้ำ ในพื้นที่แบบจำลอง	77
4-12	แผนภาพแสดงผลการจำลองการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะคงที่	82
4-13	แผนภาพแสดงผลการจำลองเส้นระดับแรงดันและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล ในแนวระนาบในสภาวะคงที่	83
4-14	แผนภาพแสดงภาพตัดขวางในแนวเหนือ-ใต้ ของเส้นระดับแรงดัน และทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะคงที่	84
4-15	แผนภาพแสดงภาพตัดขวางในแนวตะวันออก-ตะวันตกของเส้นระดับแรงดัน และทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะคงที่	85
4-16	แผนภาพแสดงผลการจำลองการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลง ตามเวลา ที่ระยะเวลา 8 เดือน (พฤศจิกายน พ.ศ. 2545)	89
4-17	แผนภาพแสดงผลการจำลองการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลง ตามเวลา ที่ระยะเวลา 5 เดือน (สิงหาคม พ.ศ. 2545)	90

รายการรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
4-18	กราฟแสดงค่าระดับน้ำบาดาลที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่วัดได้ในสนามของบ่อสังเกตการณ์	91
4-19	กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวกรณีการจำลองในสถานะคงที่	98
4-20	กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวกรณีการจำลองในสถานะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา	99
5-1	ระยะน้ำลดในกรณีที่ 1 อัตราการใช้น้ำคงที่ คาดคะเนที่เวลา 5 ปี	103
5-2	ระยะน้ำลดในกรณีที่ 2 อัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 2 เท่า คาดคะเนที่เวลา 5 ปี	105
5-3	ระยะน้ำลดในกรณีที่ 3 อัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 3 เท่า คาดคะเนที่เวลา 5 ปี	106
5-4	ระยะน้ำลดในกรณีที่ 4 อัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 4 เท่า คาดคะเนที่เวลา 5 ปี	108
5-5	ระยะน้ำลดในกรณีที่ 5 อัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 5 เท่า ในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่และอำเภอสะเดา คาดคะเนที่เวลา 5 ปี	109

รายการกรอบ

กรอบ	หน้า	
4-1	การคำนวณค่าความนำของน้ำผ่านชั้นหินให้น้ำ	94
4-2	การคำนวณค่าความนำของน้ำผ่านตะกอนท้องน้ำ	94