

การจำลองสภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร



นายสนธ์ จินดาสงวน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-983-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓๐ ธ.ค. 254๘

๙๗๙๔๕๕๔

**SIMULATION OF GROUNDWATER CONDITION IN KAMPHAENG PHET PROVINCE**



**Mr. Sont Chindasanguan**

**สถาบันวิทยบริการ**  
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Water Resources Engineering  
Department of Water Resources Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-983-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การจำลองสภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร  
(Simulation of Groundwater Condition in Kamphaeng Phet Province)

โดย                              นาย สนั่น จินดาสงวน

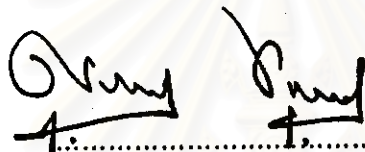
ภาควิชา                         วิศวกรรมแหล่งน้ำ

อาจารย์ที่ปรึกษา            ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณธนกุลวงศ์


อาจารย์ที่ปรึกษา(ร่วม)    ศาสตราจารย์ จักรี จัตตะศรี




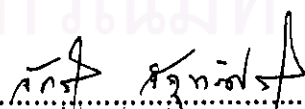
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

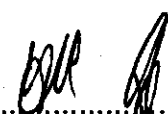
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
( อาจารย์ ชัยยุทธ สุขศรี )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณธนกุลวงศ์ )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
( ศาสตราจารย์ จักรี จัตตะศรี )

  
..... กรรมการ  
( อาจารย์ ดร. เสรี จันทโรยธา )

สนธิ์ จินดาสงวน : การจำลองสภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร (SIMULATION OF GROUNDWATER CONDITION IN KAMPHAENG PHET PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. สุจริต คุณธนกุลวงศ์, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ศ.จักรี จิตตะศรี. 290 หน้า. ISBN 974-637-983-6.

ปัจจุบันในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรมีการขุดเจาะน้ำใต้ดินมาใช้เป็นจำนวนมาก จึงส่งผลกระทบต่อระดับน้ำใต้ดิน ทำให้เกิดการลดระดับของน้ำใต้ดิน ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงได้นำเอาแบบจำลอง MODFLOW และแบบจำลอง GMS มาใช้ในการจำลองสภาพน้ำใต้ดิน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลในภาคสนามมาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

ในการศึกษาสภาพทั่วไปของจังหวัดกำแพงเพชรพบว่า สภาพอุทกธรณีของจังหวัดกำแพงเพชร สามารถแบ่งชั้นดินอุ้มน้ำออกเป็น 3 ชั้น ในชั้นที่หนึ่งเป็นชนิดไม่มีแรงดัน ชั้นที่สองและสามเป็นชนิดมีแรงดัน ลักษณะวางตัวของชั้นดินอุ้มน้ำทั้ง 3 ชั้น และมีการไหลลาดเทจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก ส่วนค่าระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝน และฤดูแล้งมีค่าระดับน้ำไม่แตกต่างกันมากนัก

ในการจำลองสภาพน้ำใต้ดินในครั้งนี้ได้จำลองสภาพน้ำใต้ดินของชั้นที่ 1 และ 2 โดยใช้ข้อมูลภาคสนามช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2540 ในการเปรียบเทียบ พบว่า ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการเปรียบเทียบมีค่าการซึมได้เท่ากับ 70 ม.ต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านเท่ากับ 560 ม.<sup>2</sup> ต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การเก็บกักในชั้นที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.0034 และ 0.0015 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์อัตราการสูบน้ำใต้ดินเท่ากับ 50 % และ 20 % ของความต้องการปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน ดิน ในช่วงปี 2538 ถึงปี 2540 ระดับน้ำลดลงในช่วง 1-5 เมตรต่อปี

ผลจากการจำลองสภาพ น้ำใต้ดินในจังหวัดกำแพงเพชรในช่วงปี 2540 - 2545 สรุปได้ว่าในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรมีการสูบน้ำใต้ดิน ขึ้นมาใช้สำหรับการเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้ค่าระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างต่อเนื่อง ในอัตรา 1-2 เมตรต่อปี โดยบริเวณที่มีปัญหาของระดับน้ำใต้ดินลดลงมากที่สุด คือ บริเวณอำเภอเมือง อำเภอลานกระบือ อำเภอไทรงาม และกิ่งอำเภอทุ่งทราย ดังนั้นในการฟื้นตัวของระดับน้ำใต้ดินเพื่อให้อยู่ในระดับเดียวกับปี 2540 จึงต้องมีการควบคุมปริมาณการสูบน้ำใต้ดินให้ลดลงปีละ 5 % เป็นเวลา 3-4 ปี

ภาควิชา ..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ  
ปีการศึกษา ..... 2540

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C715327

MAJOR

WATER RESOURCES ENGINEERING

KEY WORD: SIMULATION/GROUNDWATER/KAMPHAENG PHET

SONT CHINDASANGUAN : SIMULATION OF GROUNDWATER CONDITION IN  
KAMPHAENG PHET PROVINCE. THESIS ADVISER :ASST.PROF. DR. SUCHARIT  
KOONTHANAKULVONG, THESIS CO- ADVISER : PROF.JAKRI JATUTASRI ,290 pp. ISBN  
974-637-983-6

At present, an excessive pumping in Kamphaeng Phet aquifer created many undesirable effects on groundwater level. In this study, MODFLOW and GMS were used to simulate ground water flow condition. Data from the experimental wells were collected and used to calibrate parameters in order to obtain an suitable set of model parameters.

The Hydrogeological condition of Kamphaeng Phet aquifer can be divided into 3 layers according to geological, hydrological and geophysical review. First layer is taken as unconfined aquifer, the second and third layers are confined aquifer which were formed with the slope from West to East. The difference of ground water level in summer and in the rainy season is minor.

This study simulated groundwater condition for first 2 layers and used the field data of the year 1995 to 1997 for calibration .The parameters resulting from the callbration hydraulic were found to be as, the hydraulic conductivity is 70 m/day, the transmissivity of these aquifers is 560 m<sup>2</sup>/day, the storage coefficient in first and second layer is 0.0034 and 0.0015 ,respectively, and the percent of pumping rate is 50% and 20% of the overall ground water demand. During the year 1995 to 1997, groundwater level decreased for 1-5 meters annually.

The results of ground water simulations in the province during the year 1997 - 2002 concluded that in Kampheang Phet areas, most pumping came from the demand of water use in agriculture that caused a continuing decrease in ground water level with the rate of 1-2 meters annually. Ampour Muang, Ampour Lankrabue, Ampour Srngam and King Ampour Thungsry are the area facing with these decreasing troubles. So, in this study, the way to preserve and maintain groundwater level at the same as in the year 1997 is to control and reduce pumping rate for 5% per year for 3-4 years.

ภาควิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิสิต.....*สุคนธ์ ชินดาสางวน*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Sucharit K.*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*ดร.สุชาติ จตุตษศรี*.....

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์จักรี จัตตะศรี อาจารย์ชัยยุทธ สุขศรี อาจารย์ ดร. เสรี จันทโรยธาและโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิต คุณธนกุลวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะ ตลอดจนความคิดเห็นต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา อีกทั้งบรรดาคณาจารย์วิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ และอบรมสั่งสอนข้าพเจ้าตลอดมา ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจ และตระหนักถึงความสำคัญของศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำ ทำให้การวิจัยของข้าพเจ้าสำเร็จลุล่วงได้

อนึ่งข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล และกองพัฒนาบ่อบาดาล กรมโยธาธิการ ที่ได้ให้คำปรึกษา และข้อมูลด้านอุทกธรณีวิทยา ตลอดจนท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ สุวิระ ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการสำรวจความต้องการใช้น้ำใต้ดินเป็นอย่างดี ขอขอบคุณโครงการฟื้นฟูและอนุรักษ์น้ำใต้ดินจังหวัดกำแพงเพชร และคุณโชคชัย สุทธิธรรมจิต นักวิจัยประจำโครงการ อีกทั้งหน่วยงานราชการต่าง ๆ ที่ได้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ครั้งนี้ และขอขอบคุณบรรดาเพื่อนรวมทั้งรุ่นพี่ และรุ่นน้องในภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านการเรียนตลอดมา นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณสุทิดา สุวรรณมีระ ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ และจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ท้ายที่สุดนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง ที่มีส่วนสนับสนุนในด้านการเงิน ที่อยู่อาศัย และให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
สนธิ์ จินดาสงวน



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบข่ายการศึกษา.....	3
1.4 การศึกษาที่ผ่านมา .....	5
1.5 แนวทางการศึกษา .....	12
บทที่ 2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	14
2.1 สภาพภูมิประเทศ .....	14
2.2 สภาพภูมิอากาศ .....	16
2.3 สภาพทางธรณีวิทยา.....	19
2.4 สภาพทางอุทกธรณีวิทยา.....	24
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการศึกษา.....	27
3.1 สมการการไหลของน้ำใต้ดิน (Groundwater Flow Equation).....	27
3.2 สมการการไหลต่อเนื่อง (Continuity Equation) .....	28
3.3 สมการใช้ในการคำนวณค่า T และค่า S ในการ Pumping Test.....	38

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4	แบบจำลองที่นำมาใช้ในการศึกษา.....	41
4.1	รายละเอียดของแต่ละชุดการคำนวณในแบบจำลอง MODFLOW.....	41
4.2	โปรแกรมหลักและขั้นตอนการทำงาน.....	41
4.3	รูปแบบของการป้อนข้อมูล ในแบบจำลอง MODFLOW .....	46
4.4	แบบจำลอง GMS.....	47
บทที่ 5	การจัดการข้อมูลและขั้นตอนการประยุกต์ใช้แบบจำลอง.....	50
5.1	สภาพทางธรณี และอุทกธรณี.....	50
5.2	การจัดแบ่งชั้นในแบบจำลอง.....	50
5.3	ระดับน้ำใต้ดิน .....	60
5.4	ข้อมูลทางอุทกวิทยา.....	67
5.5	ปริมาณความต้องการใช้น้ำใต้ดิน.....	70
5.6	การสุบทดสอบ .....	85
5.7	ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินทางคณิตศาสตร์ .....	91
5.8	แบบจำลองเบื้องต้นและเงื่อนไขขอบเขต.....	92
5.9	การสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินทางคณิตศาสตร์ของจังหวัด กำแพงเพชร.....	94
5.10	ข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	94
บทที่ 6	ผลการศึกษา.....	100
6.1	การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration).....	100
6.2	การตรวจสอบข้อมูลการปรับเทียบ (Verification).....	110
6.3	สรุปค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบ.....	113
6.4	การจำลองสภาพน้ำใต้ดินในสถานะไม่คงที่(Transient State).....	116



สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
6.5 ผลของการจำลองสภาพ.....	117
6.6 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำได้ดินกับค่าระยะน้ำลดตัว .....	152
บทที่ 7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	153
7.1 ข้อสรุป.....	153
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	155
รายการอ้างอิง.....	157
ภาคผนวก ก ข้อมูลรายละเอียดป๋อบาดาลและข้อมูลชั้นดิน.....	162
ภาคผนวก ข ข้อมูลของบ่อสังเกตการณ์และรูปตัดลำน้ำ.....	173
ภาคผนวก ค ตัวอย่างของแบบสอบถามและผลสรุปที่ใช้ในการสำรวจข้อมูลการใช้น้ำ.....	211
ภาคผนวก ง สรุปรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้น้ำได้ดินในภาคเกษตรและผลที่ได้จากการคำนวณเป็นรายอำเภอ.....	225
ภาคผนวก จ ขั้นตอนการทำงานและรายละเอียดในแต่ละ Package รวมทั้งผลของการเปรียบเทียบที่ได้จากแบบจำลอง.....	262
ประวัติผู้ศึกษา.....	290

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1	ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งข้อมูล.....3
2-1	สถิติภูมิอากาศในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2510-2539).....17
2-2	รายละเอียดสภาพอุทกธรณีชนิดต่าง ๆ .....26
4-1	รายละเอียดของแพดแกจต่าง ๆ ของแบบจำลอง MODFLOW .....42
4-2	องค์ประกอบของโมดูลต่าง ๆ ตามขั้นตอนการจัดการในแต่ละแพดแกจ.....43
5-1	การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินของบ่อสังเกตการณ์ (ส.ค.39-ก.พ.41).....62
5-2	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีตรวจอากาศจังหวัดกำแพงเพชร.....67
5-3	ข้อมูลอัตราการระเหยของสถานีตรวจอากาศจังหวัดกำแพงเพชร.....68
5-4	ค่าระดับน้ำแม่น้ำปิงในสถานีต่าง ๆ จังหวัดกำแพงเพชร .....68
5-5	การแบ่งจำนวนแบบสอบถามเป็นรายอำเภอ.....72
5-6	จำนวนชุดของแบบสอบถามในแต่ละอำเภอ.....73
5-7	สรุปเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำด้านการเกษตร-อุปโภคจากแบบสอบถาม.....77
5-8	จำนวนประชากรรายอำเภอในปี 2538-2540.....80
5-9	ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตและจ่ายลูกค้า.....80
5-10	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมตามอำเภอถึงสิ้นสุดปี 2539 .....81
5-11	สรุปปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดลารายอำเภอในชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ปี 2538.....82
5-12	สรุปปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดลารายอำเภอในชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ปี 2539.....83
5-13	สรุปปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดลารายอำเภอในชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ปี 2540.....84
5-14	ผลการสุบทดสอบ.....89
5-15	ข้อมูลของบ่อสังเกตการณ์ของการสุบทดสอบ.....90
6-1	สรุปค่าความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบ (ส.ค.2539-ต.ค.2539) ..... 104
6-2	สรุปค่าความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบ (พ.ย.2539-เม.ย.2540) ..... 104

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6-3	สรุปค่าความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบในปี 2538..... 107
6-4	สรุปค่าความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบในสภาวะไม่คงที่ (ส.ค.2539-เม.ย.2540)..... 110
6-5	สรุปค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบในช่วงต่าง ๆ ..... 116
6-6	ผลที่ได้จากการจำลองสภาพในสภาวะไม่คงที่เมื่อเทียบกับข้อมูลจากบ่อ สังเกตการณ์ ..... 119
6-7	ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระดับน้ำใต้ดินที่คำนวณได้กับข้อมูลของบ่อสังเกตการณ์ ต่าง ๆ ในช่วงเดือน ม.ค.2538 - เม.ย.2540..... 130
6-8	ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินรายปีของบ่อสังเกตการณ์ต่าง ๆ ในช่วงเดือน ม.ค.2538 - เม.ย.2540..... 131
6-9	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า-ออกในชั้นน้ำใต้ดิน (ม.ค.2538-เม.ย.2540)..... 134
6-10	ค่าระดับน้ำใต้ดินที่คำนวณได้ในอนาคต 5 ปี ภายใต้สภาวะการสูบน้ำคงที่..... 136
6-11	ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินรายปีของบ่อสังเกตการณ์ต่าง ๆ ในช่วง เดือน พ.ค.2540 - เม.ย.2545..... 146
6-12	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า-ออกในชั้นน้ำใต้ดิน(พ.ค.2540-เม.ย.2545) (ภายใต้สภาวะการใช้น้ำคงที่)..... 148
6-13	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า-ออกในชั้นน้ำใต้ดิน(พ.ค.2540-เม.ย.2545) (ภายใต้สภาวะการควบคุมการสูบน้ำใต้ดินให้ลดลงปีละ 5%)..... 151

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1-1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา.....	4
1-2 แนวทางการวิเคราะห์.....	13
2-1 สภาพภูมิประเทศจังหวัดกำแพงเพชร.....	15
2-2 สภาพภูมิอากาศในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2510-2539) ที่สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดกำแพงเพชร.....	18
2-3 แผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดกำแพงเพชร.....	25
3-1 การกำหนดขอบเขตของ Aquifer อยู่ในรูปของ Row , Column , Layers .....	29
3-2 การกำหนดรูปแบบของเซลล์ Block-Centered Grid System และ Point-Centered Grid System.....	30
3-3 ลักษณะของเซลล์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบด้านทั้ง 6.....	32
3-4 การไหลจากเซลล์ i,j,k ไปเซลล์ i,j-1,k.....	32
3-5 การกำหนดรูปแบบของการรั่วซึมจากท้องลำน้ำไปสู่เซลล์แต่ละเซลล์.....	34
3-6 ไฮโดรกราฟของเซลล์ i,j,k .....	37
3-7 ตัวอย่างการหาค่า $\Delta S$ และค่า $t_0$ โดยวิธีของ Cooper-Jacob.....	39
4-1 โครงสร้างของโปรแกรมหลัก.....	44
4-2 แบบการป้อนข้อมูลของ Well Package.....	48
4-3 รูปแบบการป้อนข้อมูลของ River Package.....	49
4-4 รูปแบบการป้อนข้อมูลโดยผ่านแบบจำลอง GMS.....	50
4-5 ผังการทำงานร่วมกันของแบบจำลอง MODFLOW และแบบจำลอง GMS.....	51
5-1 ขั้นตอนในการจัดการข้อมูลต่างๆ และประยุกต์ใช้แบบจำลอง.....	53
5-2 ตัวอย่างลักษณะชั้นดินของบ่อบาดาล.....	54
5-3 Fence Diagram .....	55
5-4 รูปตัดตามขวางของแนวต่างๆ สำหรับ Fence Diagram .....	56
5-5 Fence Diagram ที่ได้จากแบบจำลอง GMS.....	57

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5-6	ลักษณะการวางตัวของผิวด้านบนและด้านล่างของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ที่ได้จากแบบจำลอง.....58
5-7	ความหนาของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 .....59
5-8	ตำแหน่งบ่อสังเกตการณ์.....61
5-9	ค่าระดับน้ำใต้ดินของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ปี 2538 .....64
5-10	ค่าระดับน้ำใต้ดินของชั้นน้ำชั้นที่ 1 ปี และ 2 ปี 2539 .....65
5-11	ค่าระดับน้ำใต้ดินของชั้นน้ำชั้นที่ 1 ปี และ 2 ปี 2540 .....66
5-12	สถานีวัดระดับน้ำในแม่น้ำปิง และสถานีตรวจอากาศ จ.กำแพงเพชร.....69
5-13	ขั้นตอนการศึกษาความต้องการใช้น้ำใต้ดิน.....70
5-14	สถานที่แสดงตำแหน่งของบ่อสุบทดสอบ.....86
5-15	ตัวอย่างผลการสุบทดสอบของบ่อสังเกตการณ์ L 39.....88
5-16	การกำหนดรูปแบบของขอบเขตเงื่อนไขของแบบจำลอง.....93
5-17	จำนวนกริดที่กำหนดชั้นในชั้น Aquifer ทั้ง 2 ชั้น.....95
5-18	ค่าระดับของผิวดินของชั้นน้ำชั้นที่ 1.....98
5-19	ค่าระดับของผิวดินของชั้นน้ำชั้นที่ 2 .....99
6-1	ค่าระดับน้ำและทิศทางการไหลที่คำนวณได้ของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ในฤดูฝน.....102
6-2	ค่าเปรียบเทียบระหว่างค่าระดับน้ำที่คำนวณได้กับค่าของบ่อสังเกตการณ์ในฤดูฝน.....103
6-3	ค่าระดับน้ำและทิศทางการไหลที่คำนวณได้ของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ในฤดูแล้ง.....105
6-4	ค่าเปรียบเทียบระหว่างค่าระดับน้ำที่คำนวณได้กับค่าของบ่อสังเกตการณ์ในฤดูแล้ง.....106
6-5	ค่าระดับน้ำและทิศทางการไหลที่คำนวณได้ของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ในปี 2538.....108
6-6	ค่าเปรียบเทียบระหว่างค่าระดับน้ำที่คำนวณได้กับค่าของบ่อสังเกตการณ์ในปี 2538.....109
6-7	ค่าระดับน้ำและทิศทางการไหลที่คำนวณได้ของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ในช่วงการเปรียบเทียบ.....111
6-8	ค่าเปรียบเทียบระหว่างค่าระดับน้ำที่คำนวณได้กับค่าของบ่อสังเกตการณ์ ในช่วง สิงหาคม 2539 - เมษายน 2540.....112

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6-9	ค่าระดับน้ำและทิศทางการไหลที่คำนวณได้ของชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ในช่วงการตรวจสอบ..... 114
6-10	ค่าความแตกต่างของระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณและจากข้อมูลภาคสนาม ในช่วงที่ใช้ตรวจสอบ..... 115
6-11	เปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณ กับข้อสังเกตการณ์ ในเขตอำเภอเมือง..... 122
6-12	เปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณ กับข้อสังเกตการณ์ ในเขตอำเภอพรานกระต่าย..... 123
6-13	เปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณ กับข้อสังเกตการณ์ ในเขตอำเภอลานกระบือ..... 124
6-14	เปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณ กับข้อสังเกตการณ์ ในเขตอำเภอไทรงาม..... 125
6-15	เปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณ กับข้อสังเกตการณ์ ในเขตกิ่งอำเภอทุ่งทราย..... 126
6-16	เปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณ กับข้อสังเกตการณ์ ในเขตกิ่งอำเภอบึงสามัคคี..... 127
6-17	เปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณ กับข้อสังเกตการณ์ ในเขตอำเภอคลองขลุง..... 128
6-18	ค่าระดับน้ำและทิศทางของน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณในชั้นน้ำชั้นที่ 1 และ 2 (เม.ย.2540)..... 129
6-19	บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินตามพื้นที่ต่างๆ (ม.ค.38 - เม.ย.40)..... 133
6-20	ค่าระดับน้ำที่คำนวณได้ในอนาคต 5 ปี ภายใต้สภาวะการสูบน้ำคงที่ของ ข้อสังเกตการณ์ L72, L71, L64, L61, L50..... 142
6-21	ค่าระดับน้ำที่คำนวณได้ในอนาคต 5 ปี ภายใต้สภาวะการสูบน้ำคงที่ของ ข้อสังเกตการณ์ S4, K94, L62, L54, K4, K2..... 143



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6-22	ค่าระดับน้ำที่คำนวณได้ในอนาคต 5 ปี ภายใต้สภาวะการสูบน้ำคงที่ของ บ่อสังเกตการณ์ L16, LX5, K16..... 144
6-23	ค่าระดับน้ำที่คำนวณได้ในอนาคต 5 ปี ภายใต้สภาวะการสูบน้ำคงที่ของ บ่อสังเกตการณ์ LX3, L97, L81, L85..... 145
6-24	บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินตามพื้นที่ต่างๆ (พ.ศ.40 - เม.ย.45)..... 147
6-25	ค่าเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณการสูบน้ำใต้ดินที่ทำให้ระดับน้ำคืนตัวเท่ากับ ปี 2540..... 150
6-26	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำใต้ดินกับค่าระยะน้ำลดตัว (พ.ศ.40-เม.ย.45)..... 152

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย