

การจำลองระบบน้ำใต้ดินในพื้นที่คลองพระยาบันลือ จ.พระนครศรีอยุธยา

นายวาสิฏฐ์ วิไลโป

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4350-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GROUNDWATER MODELING AT KLONG PRAYA BUNLUE
PHRA NAKHON SI AYUTHAYA PROVINCE



Mr. Wahyu Wilopo

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Mining Engineering
Department of Mining and Petroleum Engineering

Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4360-5

I21555369 2 3A. 2549

นายวาฮูญ วิไลโป: การจำลองระบบน้ำใต้ดินในพื้นที่คลองพระยาบันลือ จ. พระนครศรีอยุธยา (GROUNDWATER MODELING AT KHLONG PHRAYA BUNLUE PHRA NAKHON SI AYUTHAYA PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.ดร.สุนทร พุ่มจันทร์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์, 154 หน้า ISBN 974-17-4350-5.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการไหลของน้ำใต้ดินบริเวณคลองพระยาบันลือ จังหวัด พระนครศรีอยุธยา การสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวเป็นการศึกษาใน สภาพที่มีการไหลคงที่ (SteadyState) และสภาพที่มีการไหลไม่คงที่ (Transient Simulation) แบบ จำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์ (Hydrogeologic Conceptual Model) ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูล หลุมเจาะ คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล (Aquifer) และชั้นที่บ้น้ำ (Aquitard) ได้มาจากการ วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบภาคสนาม (Pumping Test) และข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว ขอบเขตแบบ จำลอง (BoundaryCondition) กำหนดโดยอาศัยข้อมูลอุทกธรณีวิทยาและอุทกวิทยาของพื้นที่ (Hydrogeological and Hydrological Data) การปรับแก้พารามิเตอร์ของแบบจำลองได้มาจากข้อมูล ของบ่อสังเกตการณ์ซึ่งอยู่ภายในบริเวณที่ทำการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้รวมถึงการวิเคราะห์ความสมดุลของระบบน้ำใต้ดินในชั้นน้ำประแดง ชั้น น้ำนครหลวง และชั้นน้ำนันทบุรี การจำลองสถานการณ์การสูบน้ำ (Pumping Scenario) เพื่อศึกษา และประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบน้ำใต้ดินเช่น การลดลงของระดับน้ำบาดาล ซึ่งผลจากการ วิเคราะห์การจำลองการไหลของน้ำใต้ดินนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการกับ ระบบน้ำใต้ดินและเพื่อเป็นข้อมูลในขั้นการพัฒนาแบบจำลองการแพร่กระจายของมวลสาร (Transport Model) ในอนาคต

ภาควิชา วิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม
สาขาวิชา วิศวกรรมเหมืองแร่
ปีการศึกษา 2546

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

##4570704221 : MAJOR MINING ENGINEERING

KEY WORD : GROUNDWATER FLOW MODELING/ GROUNDWATER BALANCE

WAHYU WILOPO : GROUNDWATER MODELING AT KHLONG PHRAYA
BUNLUE, PHRA NAKHON SI AYUTHAYA PROVINCE. THESIS ADVISOR :
SUNTHORN PUMJAN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : Associate Professor
QUANCHAI LEEPOWPANTH, Ph.D., 154pp. ISBN 974-17-4350-5.

This research presents the application of groundwater flow modeling at Khlong Phraya Bunlue Area, Phra Nakhon Si Ayuthaya province. Modeling of groundwater flow performs on both steady state and transient simulations using Visual Modflow software version 3.1. Aquifers target for modeling are Phra Padaeng, Nakhon Luang and Nonthaburi aquifers. Geological model of research area is developed based on the available wells log data. Properties of aquifers and aquitards are determined from pumping test analysis in the field and referred from previous study. Boundary conditions of the model are fixed based on the hydrogeological and hydrological data. Calibration of model uses data from monitoring wells that located inside the modeling area from 1993 until 2003.

The result from final model showed that absolute mean of error can be achieved with value less than 1 meter and 1.5 meters at each aquifer, for steady state and transient simulation respectively.

Groundwater balance analysis is also applied to Phra Padaeng, Nakhon Luang and Nonthaburi aquifers. Some scenarios of simulation are conducted based on the final model to understand the effects of groundwater abstraction. The results of groundwater flow modeling are used as a tool for groundwater management and can be used for developing the transport model in the future.

Department Mining and Petroleum Engineering

Field of study Mining Engineering

Academic year 2003

Student's signature

Advisor's signature

Co-Advisor's signature

The image shows three handwritten signatures in black ink. The top signature is the student's, the middle is the advisor's, and the bottom is the co-advisor's. The signatures are written over the dotted lines of the signature fields.

ACKNOWLEDGMENT

The author is greatly indebted to his advisor, Dr. Sunthorn Pumjan and Assoc. Prof. Dr. Quanchai Leepowpanth for their guidance, valuable suggestion and especially the patient moral support given to him throughout this research. He is also very grateful to Assist. Prof. Dr. Suraphol Phuvichit, the chairman of the thesis committee, for his continuous encouragement and useful suggestion and criticisms during writing of the final report. The author is thankful to Khun Withit Siripokagit and Khun Shophit Piromleart from Groundwater Department, Thailand for helping him to collect valuable data and information and for serving as a committee member. The author is also thankful to Dr. Uma Sriboonruang for her valuable criticisms and suggestion during simulation of the model.

A word of thanks goes to his close friends who helped in many ways to Khun Athaphon, Khun Chesada, Khun Wicha and Khun Passwan which for their patience to accompany during collecting data in the field.

The author is very grateful to the AUN/Seed-Net Program for donating a scholarship during the study period and to Chulalongkorn University, which is the host institute.

CONTENTS

	page
Thai Abstract	iv
English Abstract	v
Acknowledgment	vi
Contents	vii
List of Figures	ix
List of Tables	xi
CHAPTER	
1. INTRODUCTION	1
I.1. General	1
I.2. Statement of The Problems	1
I.3. Objectives of The Research	2
I.4. Usefulness	2
I.5. Scope of Research	3
2. REVIEW OF LITERATURE	5
II.1. Groundwater Flow	5
II.2. Groundwater Modeling	5
II.3. Groundwater Balance	6
II.4. Groundwater Research in Thailand	7
3. METHODOLOGY	11
III.1. Material and Equipment of Research	11
III.2. Stratigraphic Analysis	11
III.3. Groundwater Flow	12
III.4. Type of Aquifer and Aquifer Properties	18
III.5. Groundwater Potential	23
III.6. Groundwater Modeling	23
III.7. Groundwater Balance	31
III.8. Schedule of Research	32

CONTENTS (continued)	page
4. DESCRIPTION OF THE RESEARCH AREA	34
IV.1. Geography and Geological Setting	34
IV.2. Hydrogeology and Aquifer system	37
IV.3. Hydrology	46
IV.4. Climate	52
IV.5. Land Use and Soils	58
IV.6. Groundwater Use	62
5. Groundwater Flow Modeling	75
V.1. Groundwater Modeling	75
V.2. Groundwater Potential	99
V.3. Groundwater Balance	103
V.4. Groundwater Management	108
6. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	113
VI.1. Conclusions	113
VI.2. Recommendations	114
REFERENCES	115
APPENDICES	
APPENDIX 1	119
APPENDIX 2	128
APPENDIX 3	143
APPENDIX 4	150
Curriculum Vitae	154

LIST OF FIGURES

	page
Figure 1.1. Location of the research area	3
Figure 3.1. Darcy's experimental setup	13
Figure 3.2. The net influx of fluid mass into the control volume	15
Figure 3.3. Type of aquifer in groundwater system	19
Figure 3.4. Summary of possible combination of isotropy, anisotropy, homogeneity and heterogeneity	22
Figure 3.5. Flow chart of research methodology	24
Figure 3.6. Translation of geologic information into a conceptual model suitable for numerical modeling	25
Figure 4.1. Research area map	35
Figure 4.2. Surface elevation map	36
Figure 4.3. Well log of G1229	38
Figure 4.4. Wells correlation for fence diagram map.	39
Figure 4.5. Fence diagram	40
Figure 4.6. Stratigraphic modeling	41
Figure 4.7. Groundwater level in the research area	45
Figure 4.8. Mean Monthly Distribution of Runoff of The Chao Phraya, Pasak and Mae Klong rivers	46
Figure 4.9. Comparison graph of rainfall, evaporation and evapotranspiration from 1993 to 2003	57
Figure 4.10. Land use map	59
Figure 4.11. Soil type map	60
Figure 4.12. Wells location map	68
Figure 5.1. Conceptual model	76
Figure 5.2. Grid orientation	78
Figure 5.3. A 3-D model of the research area	79
Figure 5.4. Absolute Residual Mean at Phra Padaeng aquifer in the steady state condition	87

LIST OF FIGURES (continued)	page
Figure 5.5. Normalized Root Mean Squared at Phra Padaeng aquifer in the steady state condition	87
Figure 5.6. Absolute Residual Mean at Nakhon Luang aquifer in the steady state condition	88
Figure 5.7. Normalized Root Mean Squared at Phra Padaeng aquifer in the Steady State Condition	88
Figure 5.8. Absolute Residual Mean at Nonthaburi aquifer in the steady state condition	89
Figure 5.9. Normalized Root Mean Squared at Nonthaburi aquifer in the steady state condition	89
Figure 5.10. Absolute Residual Mean at Phra Padaeng aquifer in the transient condition	94
Figure 5.11. Normalized Root Mean Squared at Phra Padaeng aquifer in the transient simulation	94
Figure 5.12. Absolute Residual Mean at Phra Padaeng aquifer in the transient condition	95
Figure 5.13. Normalized Root Mean Squared at Nakhon Luang aquifer in the transient simulation	95
Figure 5.14. Absolute Residual Mean at Nonthaburi aquifer in the transient condition	96
Figure 5.15. Normalized Root Mean Squared at Nonthaburi aquifer in the transient simulation	96
Figure 5.16. Comparison between the measured and observed values at the Phra Padaeng aquifer	98
Figure 5.17. Comparison between the measured and observed values at Nonthaburi aquifer	98
Figure 5.18. Comparison between the measured and observed values at the Nonthaburi aquifer	98
Figure 5.19. The drawdown map of pumping scenario simulations	100
Figure 5.20. Groundwater quality map at Phra Padaeng aquifer	104

LIST OF FIGURES (continued)	page
Figure 5.21. Groundwater quality map at Nakhon Luang aquifer	105
Figure 5.22. Groundwater quality map at Nonthaburi aquifer	106
Figure 5.23. The draw down map from 1993 until 2003	110
Figure 5.24. Developing areas map each aquifer	111

LIST OF TABLES

	page
Table 3.1. Classification and representative hydrologic properties In unconsolidated formation	19
Table 3.2. Schedule of research	33
Table 4.1. Stratigraphic section of Bangkok and adjacent areas and their water-bearing properties (after Chiamthaisong, 1980).....	42
Table 4.2. Pumping test analysis	44
Table 4.3. Summary of the aquifers and clays properties	44
Table 4.4. Groundwater head of Chao Phraya river in Bang Sai station	47
Table 4.5. Groundwater head of Chao Phraya river in Muang station	48
Table 4.6. Average parameters of water qualities from 14 sites in the Chao Phraya river from January to December, 1997	50
Table 4.7. Water quality index (WQI) from 14 sites in the Chao Phraya river from January to December, 1997	51
Table 4.8. Rainfall data in the research area	54
Table 4.9. Monthly evaporation data	55
Table 4.10. Monthly evapotranspiration in the research area	56
Table 4.11. Soil classification in the research area	61
Table 4.12. List of wells in the research area and its vicinity	63
Table 4.12. Quality of groundwater in the research area and its vicinity	69
Table 5.1. Grid orientation	79
Table 5.2. A summarized of boundary conditions	80
Table 5.3. Constant head values in the model	81
Table 5.4. Input parameters for the initial model	82
Table 5.5. Monitoring wells in the modeling area	84
Table 5.6. Groundwater flow models and its hydraulic conductivity parameter	85
Table 5.7. Calibration model and its parameters at Phra Padaeng aquifer	90

LIST OF TABLES (continued)		page
Table 5.8.	Calibration model and its parameters at Nakhon Luang aquifer	91
Table 5.9.	Calibration model and its parameters at Nonthaburi aquifer	92
Table 5.10.	The static reserves of groundwater	101
Table 5.11.	The dynamic reserve of groundwater	102
Table 5.12.	Groundwater balance in the Phra Padaeng aquifer	107
Table 5.13.	Groundwater balance in the Nakhon Luang aquifer	107
Table 5.14.	Groundwater balance in the Nonthaburi aquifer	107
Table 5.15.	The groundwater volume released from each aquifer accumulated since 1993 to 2003	108
Table 5.16.	Development of aquifer based on its characteristic	112