

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดแฟคเตอร์ของการใช้น้ำบาดาล
ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล



นายอิลยาส มามะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1534-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF GIS IN DETERMINING FACTORS OF GROUNDWATER USE
IN THE BANGKOK AREA AND ITS VICINITY

Mr. Ilyas Mamah

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

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-53-1534-6

อิลยาส มามะ : การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดแฟคเตอร์ของการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (APPLICATION OF GIS IN DETERMINING FACTORS OF GROUNDWATER USE IN THE BANGKOK AREA AND ITS VICINITY) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์, 250 หน้า. ISBN 974-53-1534-6

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดแฟคเตอร์ของการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำบาดาลจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งที่เป็นหน่วยงานราชการและหน่วยงานเอกชน ได้แก่การประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค ประปาสัมปทาน ประปาหมู่บ้าน บ่อน้ำบาดาลเอกชน และบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาลระดับตำบลรวม 663 ตำบล ให้มีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ในการศึกษาแบ่งลักษณะการใช้น้ำบาดาลเป็น 3 ประเภทได้แก่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม และการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรม จากการศึกษาพบว่ามีปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมในพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2546 ประมาณ 1.82 ล้าน ลบ.ม./วัน คิดเป็น 662.85 ล้าน ลบ.ม./ปี มีการตรวจสอบข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาลโดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับค่าระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำพระประแดง ชั้นน้ำนครหลวง และชั้นน้ำนนทบุรี เพื่อยืนยันข้อมูลดังกล่าว โดยข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาลดังกล่าว สามารถนำมาสร้างแผนที่การใช้น้ำบาดาลในรายประเภทการใช้น้ำ ซึ่งมีความละเอียดถึงระดับตำบล

ปริมาณการใช้น้ำบาดาลที่ตรวจสอบกับค่าระดับน้ำบาดาลแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์แฟคเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาลโดยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้คือแฟคเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรายพื้นที่รวมและรายจังหวัด จากนั้นนำแฟคเตอร์ดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาล โดยวิธีวิเคราะห์การถดถอย ผลลัพธ์คือสมการความสัมพันธ์ที่ขึ้นกับลักษณะการใช้น้ำบาดาลในรายพื้นที่รวมและรายจังหวัด

การศึกษพบว่า แฟคเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค ประกอบด้วยแฟคเตอร์จำนวนประชากร และราคาค่าน้ำบาดาล ในรายพื้นที่และรายจังหวัด การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม ประกอบด้วยแฟคเตอร์ จำนวนโรงงานที่ใช้น้ำบาดาล จำนวนแรงงานที่ใช้น้ำบาดาล ผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัดที่ใช้น้ำบาดาล และราคาค่าน้ำบาดาล ในรายพื้นที่และรายจังหวัด สำหรับการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมประกอบด้วยแฟคเตอร์ พื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำบาดาล ผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาล และราคาผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาล ในรายพื้นที่รวม แฟคเตอร์ พื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำบาดาล ผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาล ในรายจังหวัด ซึ่งสมการที่ได้นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนการจัดการน้ำบาดาลให้ยั่งยืนในพื้นที่ต่อไป

ภาควิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ.....ลายมือชื่อนิสิต..... อิลยาส มามะ
สาขาวิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ. สุจิตต์
ปีการศึกษา..... 2547.....

4470665321 : MAJOR WATER RESOURCE ENGINEERING

KEY WORD : GROUNDWATER / MODEL / GROUNDWATER USE / GIS / BANGKOK

ILYAS MAMAH : APPLICATION OF GIS IN DETERMINING FACTORS OF
GROUNDWATER USE IN THE BANGKOK AREA AND ITS VICINITY. THESIS
ADVISOR : ASSOC. PROF. SUCHARIT KOONTHANAKULVONG, Ph.D., 250 pp.
ISBN 974-53-1534-6

This study aimed to apply GIS in determining factors of groundwater use in the Bangkok area and its vicinity by collecting and analyzing groundwater data from government and public agencies such as Metropolitan Waterworks Authority, Provincial Waterworks Authority, concession waterworks, village waterworks, private wells and self owned wells. The application of GIS in this study made analysis be more accurate and faster. The groundwater use was classified into 3 types; 1) domestic use 2) industrial use and 3) agricultural use. The application of GIS in calculating water use was at tambon level (663 tambon). Total water use in this area is estimated to be 1.82 million cubic meters per day or 662.85 million cubic meters per day in the year 2003. The groundwater levels were used to verify the pumpage estimate. Finally, the output of this study is groundwater use map that is able to reveal in detail of each water use type at tambon level.

The correlation method is selected to conduct factors analysis that effected groundwater use. The outputs are the relevant factors in groundwater use in the study area. Furthermore, the GIS is applied to do spatial analysis in total area and provincial level. The relationship between water use and its factors is established by the regression method. The result is the regression equations of water use characteristics in total area and provincial level.

As the results, the relevant factors in each water use types are as follows, i.e., 1) population and groundwater price factor for domestic consumption in total area and provincial level 2) factory number using groundwater, horse power using groundwater, Gross Provincial Product using groundwater and groundwater price factor for industrial water use in total area and provincial level 3) planted area using groundwater, dry season rice products using groundwater and dry season rice price using groundwater factor for agriculture water use in total area level and 4) planted area using groundwater and dry season rice products using groundwater factor for agriculture water use in provincial level. The derived groundwater use equations can be further applied to set the sustainable groundwater management planning in the area.

Department .. Water Resources Engineering .. Student's signature .. *Ilyas Mamah*
Field of study .. Water Resources Engineering .. Advisor's signature .. *Sucharit K*
Academic year .. 2004 ..

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ เนื่องด้วยบุคคลหลายท่านที่ได้ให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิต คุณธนกุลวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อแนะนำ ตลอดจนความคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รัทวิชัย อาจารย์ชัยยุทธ สุขศรี และอาจารย์ ดร.ครรชิต ลิขิตเดชาโรจน์ ประธานกรรมการ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาของท่านในการให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่านที่ได้ ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ และสาธารณูปโภคต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุน ด้านงบประมาณในการทำวิจัยบางส่วน ขอขอบคุณ คุณนริศ สุดใจดี ที่ให้แง่คิดในการทำวิทยานิพนธ์แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนกับโครงการประเมินผลโครงการเชื่อมปาสักชลสิทธิ์ ด้านประสิทธิผลการจัดการน้ำผิวดิน และผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน ทำให้ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมโครงการในตำแหน่งผู้ช่วยวิจัยและสนับสนุนข้อมูลต่างๆ กับการทำวิจัยครั้งนี้ด้วย ขอขอบคุณนักวิจัยในโครงการทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ขอขอบคุณ คุณโชคชัย สุทธิธรรมจิต ผู้จัดการโครงการ ที่ให้แนวคิดในการทำงาน ให้อำนาจกำลังทำอะไร จะแก้ไขปัญหอย่างไร และคอยเตือนสติแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ขอขอบคุณกรมทรัพยากรน้ำบาดาล การประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร คณะศึกษาศาสตร์ Demand-Supply และกำหนดเขตการใช้น้ำบาดาล ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ชาวแหล่งน้ำทุกคน โดยเฉพาะคุณสุธรรม วิสุทธิเมธีกร คุณดนัย จำปานิล คุณพงษ์ศักดิ์ สุทธิรินทร์ คุณไพศาล ช่วยแทน คุณขวัญชัย แพโคกสูง คุณวิษณุ คุณจักร คุณวีระพล เพชรานนท์ ที่ช่วยแก้ปัญหาดังๆ ที่ข้าพเจ้าประสบในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอขอบคุณ คุณเดือนเพ็ญ ปุณยางกูร คุณวรรณวลี วงศ์เกษมสันต์ คุณวิชุดา เหมเสถียร คุณนภาพร นพคุณ คุณมณีนีลักษณ์ ยูโตะ คุณจิตรโสภิต สมะมะแอ ที่คอยช่วยเหลือในการเตรียมจัดทำข้อมูล พิมพ์รูปเล่มวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด ให้ทุกสิ่งทุกอย่างเท่าที่มนุษย์จะพึงมี ให้โอกาสในการศึกษาชั้นสูง ขอขอบคุณ คุณสิทธิศักดิ์ มามะ คุณโรสนี มามะ ญาติมิตรทุกท่าน คุณมะรุดี อุเชิง คุณเอกวิทย์ อุเชิง ที่เปรียบเสมือนพี่ชายของข้าพเจ้าและคุณสุจิตรา ชูเลิศ ที่คอยให้กำลังใจ ในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบข่ายการศึกษา	2
1.4 การศึกษาที่ผ่านมา	4
1.4.1 การศึกษาในประเทศ	4
1.4.2 การศึกษาในต่างประเทศ	6
1.5 แนวทางการศึกษา	8
บทที่ 2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	11
2.1 สภาพภูมิประเทศ	11
2.2 สภาพภูมิอากาศ	11
2.3 สภาพธรณีวิทยา	12
2.4 สภาพอุทกธรณีวิทยา	15
2.4.1 ชั้นน้ำบาดาล	17
2.4.2 อายุน้ำบาดาลของชั้นน้ำบาดาล	19
2.5 ระดับน้ำบาดาล	21
บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา	25
3.1 ลักษณะการใช้น้ำบาดาล	25
3.1.1 ลักษณะการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค	26
3.1.2 ลักษณะการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม	27
3.1.3 ลักษณะการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม	27

	หน้า	
3.2	วิธีการประเมินปริมาณการใช้น้ำบาดาล.....	27
3.3	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS).....	32
3.3.1	องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	32
3.3.2	เทคนิคของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา.....	33
3.3.3	โปรแกรม ArcView.....	36
3.4	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และสมการความสัมพันธ์.....	37
บทที่ 4	ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	41
4.1	ข้อมูลด้านสังคมและเศรษฐกิจ.....	41
4.1.1	ข้อมูลขอบเขตการปกครอง.....	41
4.1.2	ข้อมูลประชากร.....	41
4.1.3	ข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม.....	41
4.1.4	ข้อมูลจำนวนแรงม้าของโรงงานอุตสาหกรรม.....	43
4.1.5	ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัด.....	43
4.1.6	ราคาค่าน้ำบาดาล.....	50
4.2	ข้อมูลด้านเกษตรกรรม.....	50
4.2.1	พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีและนาปรัง.....	50
4.2.2	ข้อมูลผลผลิตข้าวนาปีและนาปรัง.....	50
4.2.3	ข้อมูลราคาผลผลิตข้าวนาปีและนาปรัง.....	51
4.2.4	ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำบาดาล.....	51
4.2.5	ข้อมูลผลผลิตข้าวนาปีและนาปรังที่ใช้น้ำบาดาลในการเพาะปลูก.....	51
4.3	การจัดทำข้อมูลไว้หน่วยเพื่อการวิเคราะห์.....	56
บทที่ 5	ผลการศึกษา.....	58
5.1	ผลการประเมินการใช้น้ำบาดาล.....	58
5.1.1	การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค.....	58
5.1.2	การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม.....	69
5.1.3	การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม.....	74
5.1.4	การใช้น้ำบาดาลรวม.....	77
5.2	การตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำบาดาลกับระดับน้ำบาดาล.....	85
5.3	แฟคเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาล.....	87

	หน้า
5.3.1 แพคเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาลกรณีพื้นที่รวม	88
5.3.2 แพคเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาลกรณีพื้นที่รายจังหวัด	91
5.4 สมการความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาล	97
5.4.1 สมการความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาลกรณีพื้นที่รวม	97
5.4.2 สมการความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาลกรณีพื้นที่รายจังหวัด	97
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	103
6.1 บทสรุป	103
6.1.1 การประเมินการใช้น้ำบาดาล	103
6.1.2 แพคเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาล	104
6.1.3 สมการความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาล	108
6.2 ข้อเสนอแนะ	110
รายการอ้างอิง	111
บรรณานุกรม	113
ภาคผนวก	114
ก ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการประเมินการใช้น้ำบาดาลและแบบสำรวจการใช้น้ำ	115
ข การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำบาดาล	145
ค ผลการประเมินการใช้น้ำบาดาลรายตำบล	150
ง ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำกับระดับน้ำบาดาล	211
จ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	213
ฉ ผลการหาความสัมพันธ์กรณีพื้นที่รวม	227
ช ผลการหาความสัมพันธ์กรณีพื้นที่รายจังหวัด	232
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	250

สารบัญญัตราาง

ตารางที่		หน้า
4-1	ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	42
4-2	จำนวนประชากรแยกตามจังหวัด ในพื้นที่ศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2537-2546.....	45
4-3	จำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการในพื้นที่ศึกษาปี พ.ศ. 2534-2546	45
4-4	สัดส่วนจำนวนโรงงานที่ใช้น้ำบาดาล (ร้อยละ).....	46
4-5	จำนวนโรงงานที่ใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ.2537-2546.....	46
4-6	จำนวนแรงงานในพื้นที่ศึกษาจำแนกตามจังหวัด ปี พ.ศ.2537-2546.....	47
4-7	สัดส่วนจำนวนแรงงานของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำบาดาลในการผลิต.....	48
4-8	จำนวนแรงงานในพื้นที่ศึกษาที่ใช้น้ำบาดาลในการผลิต ปี พ.ศ. 2537-2546.....	48
4-9	ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัด ณ ราคาคงที่ในพื้นที่ศึกษา.....	49
4-10	ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัดที่ใช้น้ำบาดาล.....	49
4-11	ราคาค่าน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2537-2546 ในพื้นที่ศึกษา.....	50
4-12	พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2537-2546.....	52
4-13	พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2537-2546.....	52
4-14	ผลผลิตข้าวนาปีรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2537-2546.....	53
4-15	ผลผลิตข้าวนาปรังรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2537-2546.....	53
4-16	ราคาผลผลิตตามราคาที่เป็นตรกรขายได้ของข้าวนาปีและข้าวนาปรัง ปี พ.ศ. 2537-2546.....	54
4-17	พื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำบาดาลรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2537-2546.....	54
4-18	ผลผลิตข้าวนาปีที่ใช้น้ำบาดาลรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2537-2546.....	55
4-19	ผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาลรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2537-2546.....	55
4-20	ชนิด ความหมายของตัวแปร และค่าที่ใช้ทำให้ไร้นหน่วย.....	57
5-1	ข้อมูลผู้ใช้น้ำแยกประเภทของการประปานครหลวงเดือนตุลาคม 2545-กันยายน 2546.....	61
5-2	โครงสร้างผู้ใช้น้ำของการประปาสวนภูมิภาคเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2546.....	63
5-3	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลแยกตามประเภทการใช้น้ำปี 2537-2546 (หน่วย : ลบ.ม./วัน).....	79
5-4	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำบาดาล กับระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2537-2546.....	86

ตารางที่		หน้า
5-5	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำบาดาล กับระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2537-2540.....	86
5-6	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำบาดาล กับระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2541-2546.....	87
5-7	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณีพื้นที่รวมของปริมาณการใช้น้ำ บาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคกับตัวแปรต่างๆ ปี พ.ศ. 2541-2546.....	88
5-8	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณีพื้นที่รวมของปริมาณการใช้น้ำ บาดาลเพื่ออุตสาหกรรมกับตัวแปรต่างๆ ปี พ.ศ. 2537-2546.....	88
5-9	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณีพื้นที่รวมของปริมาณการใช้น้ำ บาดาลเพื่ออุตสาหกรรมกับตัวแปรต่างๆ ปี พ.ศ. 2541-2543.....	89
5-10	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณีพื้นที่รวมของปริมาณการใช้น้ำ บาดาลเพื่ออุตสาหกรรมกับตัวแปรต่างๆ ปี พ.ศ. 2544-2546.....	89
5-11	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณีพื้นที่รวมของปริมาณการใช้น้ำ บาดาลเพื่อเกษตรกรรมกับตัวแปรต่างๆ ปี พ.ศ. 2537-2546.....	89
5-12	แฟคเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาลตามประเภทการใช้น้ำกรณีพื้นที่รวม.....	90
5-13	แฟคเตอร์ที่มีผลต่อการใช้น้ำบาดาลตามประเภทการใช้น้ำกรณีพื้นที่รายจังหวัด.....	96
5-14	สมการความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาลตามประเภทการใช้น้ำของพื้นที่รวม.....	99
5-15	สมการความสัมพันธ์ของการใช้น้ำบาดาลตามประเภทการใช้น้ำของพื้นที่ รายจังหวัด.....	100

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	พื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	3
1-2	แนวทางในการศึกษา	10
2-1	เส้นชั้นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	13
2-2	แผนที่โครงสร้างธรณีวิทยาของประเทศไทย	14
2-3	แผนที่อุทกธรณีวิทยาภาคกลางตอนใต้	16
2-4	แผนที่รูปตัดแนวเหนือ-ใต้ แสดงชั้นน้ำใต้ดินบริเวณกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล	18
2-5	ตำแหน่งของบ่อสังเกตการณ์ของชั้นน้ำพระประแดง	21
2-6	ตำแหน่งของบ่อสังเกตการณ์ของชั้นน้ำนครหลวง	22
2-7	ตำแหน่งของบ่อสังเกตการณ์ของชั้นน้ำนนทบุรี	22
2-8	เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำพระประแดง ปี พ.ศ. 2546	23
2-9	เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำนครหลวง ปี พ.ศ. 2546	23
2-10	เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาลชั้นน้ำนนทบุรี ปี พ.ศ. 2546	24
3-1	ขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค	28
3-2	ขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม	29
3-3	ขั้นตอนการศึกษาการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม	29
3-5	กระบวนการจำแนกใหม่โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ	34
3-6	การรวมแผนที่	34
3-7	การวัดระยะทางในข้อมูลแบบแรสเตอร์	35
3-8	เทคนิคการวางซ้อนของชั้นข้อมูล	35
3-9	เทคนิคการวางซ้อนโดยอาศัยการดำเนินการคำนวณ	36
3-10	หน้าจอหลักของโปรแกรม ArcView	37
3-11	ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และสมการความสัมพันธ์	40
4-1	ขอบเขตการปกครอง	44
4-2	แผนที่การกระจายตัวของประชากรรายตำบล ปี พ.ศ. 2546	44
4-3	แผนที่การกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมปี พ.ศ. 2546	47
5-1	พื้นที่ให้บริการประปาของการประปานครหลวง	59
5-2	พื้นที่ให้บริการประปาของการประปานครหลวงที่ดิจิทัลฯขึ้นมาเอง	59

รูปที่	หน้า	
5-3	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปานครหลวง ในปี พ.ศ. 2546.....	60
5-4	พื้นที่ให้บริการประปาของการประปาสวนภูมิภาค.....	62
5-5	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปาสวนภูมิภาค ในปี พ.ศ. 2546.....	62
5-6	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของประปาสัมปทาน ในปี พ.ศ. 2546	64
5-7	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของประปาหมู่บ้าน ในปี พ.ศ. 2546...	65
5-8	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลเอกชน ในปี พ.ศ. 2546.....	66
5-9	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว ในปี พ.ศ. 2546.....	67
5-10	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค ในปี พ.ศ. 2546.....	67
5-11	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ การใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	68
5-12	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ การใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	68
5-13	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปานครหลวง ในปี พ.ศ. 2546.....	71
5-14	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปาสวนภูมิภาค ในปี พ.ศ. 2546.....	71
5-15	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน ในปี พ.ศ. 2546.....	72
5-16	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2546.....	72
5-17	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ การใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	73
5-18	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ การใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	73

รูปที่		หน้า
5-19	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน ในปี พ.ศ. 2546.....	75
5-20	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว ในปี พ.ศ. 2546.....	75
5-21	แผนที่การใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม ในปี พ.ศ. 2546.....	76
5-22	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ การใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	76
5-23	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ การใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	77
5-24	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลแยกตามประเภทการใช้น้ำปี พ.ศ. 2537-2546.....	78
5-25	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2537.....	79
5-26	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2538.....	80
5-27	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2539.....	80
5-28	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2540.....	81
5-29	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2541.....	81
5-30	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2542.....	82
5-31	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2543.....	82
5-32	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2544.....	83
5-33	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2545.....	83
5-34	แผนที่การใช้น้ำบาดาลรวม ในปี พ.ศ. 2546.....	84
5-35	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	84
5-36	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2546 กับ ปี พ.ศ. 2537.....	85

คำอธิบายสัญลักษณ์

Qtotal	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวม (ลบ.ม./วัน)
Qdom	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค (ลบ.ม./วัน)
Qind	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม (ลบ.ม./วัน)
Qagr	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรม (ลบ.ม./วัน)
Qmwad	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปานครหลวง (ลบ.ม./วัน)
Qpwad	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของการประปาส่วนภูมิภาค (ลบ.ม./วัน)
Qpst	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของประปาสัมปทาน (ลบ.ม./วัน)
Qpmb	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของประปามุมบ้าน (ลบ.ม./วัน)
Qprivd	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลเอกชน (ลบ.ม./วัน)
Qnrdd	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภคของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว (ลบ.ม./วัน)
Qmwai	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปานครหลวง (ลบ.ม./วัน)
Qpwai	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของการประปาส่วนภูมิภาค (ลบ.ม./วัน)
Qprivi	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน (ลบ.ม./วัน)
Qpriva	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลเอกชน (ลบ.ม./วัน)
Qnrda	=	ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพื่อเกษตรกรรมของบ่อน้ำบาดาลส่วนตัว (ลบ.ม./วัน)
PD	=	ชั้นน้ำพระประแดง
NL	=	ชั้นน้ำนครหลวง
NB	=	ชั้นน้ำนันทบุรี
pop	=	จำนวนประชากร (คน)
price_gw	=	ราคาค่าน้ำบาดาล (บาท)
GPP_gw	=	ผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัดที่ใช้น้ำบาดาล (ล้านบาท)
hp_gw	=	จำนวนแรงม้าที่ใช้น้ำบาดาล (แรงม้า)
factory_gw	=	จำนวนโรงงานที่ใช้น้ำบาดาล (โรงงาน)
area_gw	=	พื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำบาดาล (ไร่)
product1_gw	=	ผลผลิตข้าวนาปีที่ใช้น้ำบาดาล (ตัน)
product2_gw	=	ผลผลิตข้าวนาปรังที่ใช้น้ำบาดาล (ตัน)
price1	=	ราคาผลผลิตข้าวนาปี (บาท/เกวียน)
price2	=	ราคาผลผลิตข้าวนาปรัง (บาท/เกวียน)