ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อแหล่งน้ำใต้ดินในประเทศไทยเบื้องต้น
แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ 2555 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 72,000.00 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง 30 กันยายน 2555
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปรากฏการณ์โลกร้อน หรือ ปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบไปทั่วโลก ทำให้ประเทศต่างๆพบกับปรากฏการณ์ความแห้งแล้ง น้ำท่วม คลื่นพายุหมุนยกซัดฝั่ง คลื่นความร้อน และไฟป่าอย่างรุนแรงและถี่ยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทศวรรษที่ผ่านมา จากการศึกษาของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ IPCC ในปี 2001 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1.4 ถึง 5.8 องศาเซลเซียส และระดับน้ำทะเลจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างน้อย 0.09 เมตร น้ำใต้ดินเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการดำรงชีวิตและต่อความมั่นคงทางด้านอาหารของประชากรนับพันล้านคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนาในแถบทวีปเอเชีย ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะเพิ่มแรงกดดันต่อทรัพยากรน้ำใต้ดินที่มีอยู่แล้วให้มากขึ้น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้ความสามารถในการเติมน้ำลงชั้นหินอุ้มน้ำในบางพื้นที่ลดลง และน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้มากขึ้นเนื่องจากปริมาณฝนตกมีความแปรปรวนและความไม่แน่นอนเพิ่มมากขึ้น จากสถิติของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ถึงปี พ.ศ. 2540 การใช้น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด ในปี พ.ศ. 2540 มีปริมาณการใช้น้ำสูงถึง 1,538,000 ลบ.ม./วัน ซึ่งศักยภาพน้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครมีเพียง 1.25 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน จากการดำเนินมาตรการแก้ไขปัญหาการใช้น้ำบาดาลอย่างจริงจังของในช่วงที่ผ่านมาทำให้การใช้น้ำบาดาลช่วงปี พ.ศ. 2541 ถึงปัจจุบัน มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ในปี พ.ศ. 2545 มีปริมาณการใช้น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลลดลงเหลือประมาณ 584,000 ลบ.ม./วัน จากการศึกษาในงานวิจัยนี้ เพื่อหาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำใต้ดิน โดยการแยกปัจจัยต่างๆ ออกมาด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแยกเส้นแนวโน้ม และอนุกรมฟูเรียร์ พบว่า ส่วนระดับน้ำบาดาลมีการเปลี่ยนแปลงตามคาบการเกิดประมาณ 19.5 และ 6 ปี โดยที่การคาบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลที่ระยะเวลา 6 ปีหรือที่เรียกว่า Interannual variability คาดว่าน่าจะเกิดจากความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ ENSO และ IOD ดังผลการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ส่วนคาบการเกิดระยะเวลา 19.5 ปีหรือที่เรียกว่า Interdecadal variability คาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในระดับ Global scale

คำสำคัญ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การผันผวนภูมิอากาศ น้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล

Research Title: The Initial Investigation on the Impacts of Climate Change on Groundwater Resource in Thailand
Researcher: Assistant Professor Dr. Uma Seeboonruang
Faculty: Engineering **Department:** Civil Engineering

Abstract

Climate change, global warming or greenhouse gas phenomenon is an important environmental issue affecting worldwide. Many countries are facing with more extreme and higher frequencies of droughts, flooding, cyclones, heat waves, and forest fires since the last decade. From the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2001, the average temperature on the earth surface increases approximately 1.4 to 5.8 degree Celsius. Groundwater is a vital resource in daily life sustainability and food stability to millions of people around the world especially to the developing countries in Asia. Impact of climate change increases existed stresses on groundwater resource. Climate change can decrease groundwater recharge in some areas and increase groundwater pumping due to higher uncertainty and fluctuation in rainfall and surface water flow. From the statistics of the Thailand Groundwater Resource Department, the groundwater withdraw in the Bangkok metropolitan area has continuously increased from 1995 to 1997 and in 1997 the pumping rate reached the plateau of 1,538,000 m3/day while the safe yield in the area is only 1.25 million m3/day. The government has imposed mitigation rules and regulations ever since 1998 and the resultant pumping rate was 584,000 m3/day. From this research study to establish the impact of climate variability to groundwater resource, the study decomposed factors that influence groundwater change using mathematics process, e.g. detrending and Fourier series. The result shows that groundwater fluctuates with the cycles of 19.5 and 6 years. The 6-year period is expected to be the result from ENSO and IOD, while the period of 19.5 years is influenced from some other climate variability in the global scale.

Keywords Climate change, climate variability, groundwater, groundwater use

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อแหล่งน้ำใต้ดินในประเทศไทยเบื้องต้น เป็นงานวิจัยเบื้องต้นที่เป็นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยที่กำลังดำเนินการต่อไปของคณะทำงานฯ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลายๆฝ่าย ขอขอบคุณ Assistant Professor Dr.Jason Gurdak จาก San Francisco State University ในการแนะนำ ให้ข้อเสนอแนะ และติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ท่านนี้เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ในการวิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยและนักศึกษาช่วยงานวิจัย สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องและเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2555 คณะวิศวกรรมศาสตร์

ผศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ก**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ข**
กิตติกรรมประกาศ ..... **ค**
สารบัญ ..... **ง**
สารบัญตาราง ..... **ฉ**
สารบัญภาพ ..... **ช**
บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.2 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review) 4
บทที่ 2 พื้นที่ศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **9**
2.1 พื้นที่ศึกษา 9
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
บทที่ 3 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา **29**
3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับน้ำบาดาล 29
3.2 ทฤษฎีการ Interpolation ข้อมูล 34
3.3 ทฤษฎีการหาความสัมพันธ์ด้วย Autocorrelation และ Pearson correlation 35
3.4 ทฤษฎี Fourier series expansion 38
บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการ **41**
4.1 การเก็บรวบรวมและคัดกรองข้อมูล 41
4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ 43
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำโดยใช้ Fourier Theory Expansio 46
บทที่ 5 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล **52**
5.1 กล่าวนำ 52
5.2 วิเคราะห์ค่าระดับความลึกของน้ำบาดาลเฉลี่ยจากปากบ่อและค่าต่ำสุด ในรอบช่วงปีที่ศึกษา 52
5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลระดับความลึกน้ำบาดาลจากปากบ่อของชั้นน้ำและแบ่งตามช่วงเวลา 55
5.4 วิเคราะห์ค่าระดับความลึกน้ำบาดาลในชั้นน้ำและพื้นที่เดียวกัน เทียบตามช่วงเวลา 61

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.5 ผลการคัดเลือกข้อมูลระดับน้ำบาดาลสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 65
5.6 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระดับน้ำบาดาลแต่ละบ่อโดยใช้ Autocorrelation 67
5.7 ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระดับน้ำบาดาลแต่ละบ่อโดยใช้ Pearson correlation 70
5.8 ผลการวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำของระดับน้ำบาดาลโดยใช้ Fourier series Expansion 71

บทที่ 6 สรุป 75

บรรณานุกรม 77
ประวัตินักวิจัย 78

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 ความพรุนของดินและหินชนิดต่างๆ 30
4.1 ตารางแสดงช่วงเวลาที่มีการเก็บข้อมูล 42
4.2 การหา Interpolated groundwater และค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้จริง
และ Interpolated groundwater 47
4.3 ค่าที่คำนวณได้ในขั้นตอนการหาคาบโดย Fourier series Expansion 49
5.1 ค่าระดับความลึกเฉลี่ยจากปากบ่อของบ่อน้ำบาดาล (2521-2528) 52
5.2 ค่าระดับความลึกเฉลี่ยจากปากบ่อของบ่อน้ำบาดาล (2529-2537) 53
5.3 ค่าระดับความลึกเฉลี่ยจากปากบ่อของบ่อน้ำบาดาล (2529-2537) 53
5.4 ค่าระดับความลึกเฉลี่ยจากปากบ่อของบ่อน้ำบาดาล (2544 – 2547) 54
5.5 ค่าระดับความลึกเฉลี่ยจากปากบ่อของบ่อน้ำบาดาล (2548 – 2553) 54
5.6 ค่าทางสถิติของระยะเวลาและความถี่ในการตรวจวัดระดับน้ำบาดาลในเขตพื้นที่ศึกษา 66
5.7 สถานี หมายเลขบ่อ ตำแหน่งของบ่อสังเกตการณ์ และความลึกในการพัฒนาของ
บ่อสังเกตการณ์ที่ทำการศึกษาในเขตกทม. 67
5.8 สหสัมพันธ์เพียรสันระหว่างระดับน้ำบาดาลตรวจวัดที่บ่อสังเกตการณ์ตัวแทนในพื้นที่ 71
5.9 คาบการเกิดซ้ำ (Period) ของระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำบาดาลต่างๆ 71

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูบน้ำและค่า GDP 2
1.2 เส้นแนวโน้มฝนตกในประเทศไทย 5
1.3 จำนวนบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นในจังหวัด Hebei ประเทศจีน 7
2.1 พื้นที่แอ่งน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง 10
2.2 รูปพื้นที่ศึกษาทั้ง 7 จังหวัด 10
2.3 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำตามวัตถุประสงค์ ปี2542 14
2.4 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลจำแนกตามวัตถุประสงค์ ปี 2543 14
2.5 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลจำแนกตามวัตถุประสงค์ ปี 2544 15
2.6 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลจำแนกตามวัตถุประสงค์ ปี 2545 15
2.7 พื้นที่การศึกษา 16
2.8 แผนภาพแสดงแนวทางการศึกษา 18
2.9 รูปชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง 19
2.10 แผนที่บ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล 19
2.11 กราฟแสดงการทรุดตัวของแผ่นดิน และระดับน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตวัดบางพลีใหญ่กลาง จังหวัดสมุทรปราการ 20
2.12 กราฟแสดงการทรุดตัวของแผ่นดินในบริเวณคณะพาณิชยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และระดับน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์บริเวณกรมรัพยากรณ์ธรณี กทม 21
2.13 กราฟแสดงการทรุดตัวของแผ่นดิน และระดับน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตโดยรวม 22
3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางระหว่างจุดที่ทราบค่าข้อมูลกับค่ายกกำลังของค่าถ่วงน้ำหนัก 34
3.2 แสดงรูปคลื่นของสัญญาณที่มีลักษณะเหมือนกัน 35
3.3 แสดงรูปคลื่นของสัญญาณที่มีลักษณะแตกต่างกัน 35
3.4 แสดงรูปคลื่นที่เหมือนกันแต่ต่างเวลากัน (time shift) 36
3.5 แสดงรูปคลื่นที่มีลักษณะไม่มีคาบเวลาแน่นอน (random noise) 37
3.6 แสดง auto correlation ของสัญญาณแบบ pseudo random noise 37
3.7 แสดง auto-correlation ของสัญญาณรูปคลื่นซายน์ที่ถูกสัญญาณรบกวนกลบทับ 38
4.1 ความก้าวหน้าของขั้นตอนการศึกษา 41
4.2 กราฟแสดงระดับน้ำบาดาลวัดจากปากบ่อ 42
4.3 ตารางแสดงพิกัด ระดับ และพื้นที่ของบ่อ 43
4.4 บ่อสังเกตที่ปรากฏในพื้นที่ทำการศึกษา จากโปรแกรม Arcview 44
4.5 การ Interpolate ข้อมูลจากโปรแกรม Surfer 44

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.6 ข้อมูล Interpolate 45
4.7 การรวมข้อมูล Interpolate และ พื้นที่ศึกษา 45
4.8 เส้นระดับแสดงความลึกของชั้นน้ำบาดาลจากปากบ่อ 46
4.9 การเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลน้ำบาดาลและค่า Interpolated groundwater 48
4.10 คาบที่ใช้ในการคำนวณ Fourier series expansion และ R^2 ครั้งที่ 1 50
4.11 เปรียบเทียบข้อมูลน้ำบาดาลที่ส่งจากขั้นตอนแรกและ Interpolated groundwater จาก Fourier series expansion ครั้งที่ 1 50
4.12 คาบที่ใช้ในการคำนวณ Fourier series expansion และ R^2 ครั้งที่ 2 50
4.13 เปรียบเทียบข้อมูลน้ำบาดาลที่ส่งจากขั้นตอนแรกและ Interpolated groundwater จาก Fourier series expansion ครั้งที่ 2 51
4.14 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลน้ำบาดาล ค่าแนวโน้ม ค่าความแตกต่างระหว่างเส้นแนวโน้มและข้อมูลน้ำบาดาล และค่าที่ได้จาก Fourier series expansion 51
5.1 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนนทบุรี ในช่วงปี 2538 – 2543 55
5.2 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนนทบุรี ในช่วงปี 2544 – 2547 55
5.3 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนนทบุรี ในช่วงปี 2548 – 2553 56
5.4 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนครหลวง ในช่วงปี 2521 – 2528 56
5.5 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนครหลวง ในช่วงปี 2529 – 2537 57
5.6 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนครหลวง ในช่วงปี 2538 – 2543 57
5.7 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนครหลวง ในช่วงปี 2544 – 2547 58
5.8 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำนครหลวง ในช่วงปี 2548 – 2553 58
5.9 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำพระประแดง ในช่วงปี 2521 – 2528 59
5.10 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำพระประแดง ในช่วงปี 2529 – 2537 59
5.11 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำพระประแดง ในช่วงปี 2538 – 2543 60
5.12 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำพระประแดง ในช่วงปี 2544 – 2547 60
5.13 เส้นระดับความลึกจากปากบ่อของชั้นน้ำพระประแดง ในช่วงปี 2547 – 2553 61
5.14 ระดับความลึกจากปากบ่อของน้ำบาดาลแยกตามชั้นน้ำของพื้นที่กรุงเทพมหานคร 62
5.15 ระดับความลึกจากปากบ่อของน้ำบาดาลแยกตามชั้นน้ำของพื้นที่จังหวัดนครปฐม 62
5.16 ระดับความลึกจากปากบ่อของน้ำบาดาลแยกตามชั้นน้ำของพื้นที่จังหวัดนนทบุรี 63
5.17 ระดับความลึกจากปากบ่อของน้ำบาดาลแยกตามชั้นน้ำของพื้นที่จังหวัดปทุมธานี 63
5.18 ระดับความลึกจากปากบ่อของน้ำบาดาลแยกตามชั้นน้ำของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ 64

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.19 ระดับความลึกจากปากบ่อของน้ำบาดาลแยกตามชั้นน้ำของพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร 64
5.20 ระดับความลึกจากปากบ่อของน้ำบาดาลแยกตามชั้นน้ำของพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 65
5.21 ตำแหน่งบ่อสังเกตุการณ์ในแอ่งบาดาลเจ้าพระยาตอนล่าง 65
5.22 การกระจายตัวของระดับน้ำใต้ดินในเขตกรุงเทพฯ 66
5.23 Autocorrelation บ่อ CT 30/1 68
5.24 Autocorrelation บ่อ CT 4 68
5.25 Autocorrelation บ่อ CT 7/1 68
5.26 Autocorrelation บ่อ CT 24/2 69
5.27 Autocorrelation บ่อ CT 33/2 69
5.28 Autocorrelation บ่อ CT 22/3 69
5.29 Autocorrelation บ่อ CT 17/2 70
5.30 หมายเลขบ่อ CT30/1 ชั้นอุ้มน้ำพระประแดง0015 อ. มีนบุรี กทม 72
5.31 หมายเลขบ่อ CT4ชั้นอุมน้ำพระประแดง PD0007 อ. ห้วยขวาง กทม 72
5.32 หมายเลขบ่อ CT7/1 ชั้นอุ้มน้ำพระประแดง PD0006 อ. ภาษีเจริญ กทม 72
5.33 หมายเลขบ่อ CT24/2 ชั้นอุ้มน้ำนนทบุรี NB0066 อ. บางขุนเทียน กทม 73
5.34 หมายเลขบ่อ CT33/2 ชั้นอุ้มน้ำนครหลวง NL0016 อ.มีนบุรี กทม ความลึกเจาะ 73
5.35 หมายเลขบ่อ CT22/3 ชั้นอุ้มน้ำนนทบุรี NB0036 อ. บางเขน กทม 74
5.36 หมายเลขบ่อ CT7/2 ชั้นอุ้มน้ำนนทบุรี NB0001 อ. ภาษีเจริญ กทม. 74