ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)
ปริญญา

วิศวกรรมชลประทาน — **สาขา**

วิศวกรรมชลประทาน — **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาอุทกภัยและการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

The Study of Flood Characteristic and Flood Mitigation in Bangpakong-Prachinburi River Basin

นามผู้วิจัย นายดอน เครือหอม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ....

(รองศาสตราจารย์บัญชา ขวัญยืน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์, วศ.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

....

(รองศาสตราจารย์สมหวัง ขันตยานุวงศ์, Ph.D.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่........... **เดือน** .... **พ.ศ.** ....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาอุทกภัยและการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง - ปราจีนบุรี

The Study of Flood Characteristic and Flood Mitigation in Bangpakong-Prachinburi River Basin

โดย

นายดอน เครือหอม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)
พ.ศ. 2560

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดอน เครือหอม 2560: การศึกษาอุทกภัยและการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) สาขาวิศวกรรมชลประทาน
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์บัญชา ขวัญยืน, Ph.D. 226 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี โดยการทบทวนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และศึกษาการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี ด้วยโครงการของกรมชลประทานคือ โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และโครงการอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง โดยการพัฒนาแบบจำลอง InfoWorks ICM มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการบรรเทาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง โดยคัดเลือกปี พ.ศ. 2548, พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นปีที่พื้นที่ส่วนใหญ่ในพื้นที่การศึกษาประสบปัญหาอุทกภัย มาประมวลผลตามกรณีศึกษาย่อย (Scenario) คือ 1) กรณีไม่มีอ่างเก็บน้ำทั้ง 2 แห่ง 2) กรณีมีการ Operate อ่างเก็บน้ำห้วยโสมง และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง และนำผลมาเปรียบเทียบกันเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำบริเวณจุดพิจารณาทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า KGT.3, KGT.6 และ KGT.1

ผลการวิเคราะห์สภาพการเกิดอุทกภัยพบว่า ลักษณะภูมิประเทศของแม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำสาขาที่เกี่ยวข้องทางด้านต้นน้ำ ได้แก่ แควหนุมานและคลองพระปรงจะมีลักษณะเป็นที่สูงชันตอนบนของลุ่มน้ำ และมีจุดเปลี่ยนความชันมาเป็นที่ราบเริ่มตั้งแต่บริเวณด้านแม่น้ำปราจีนบุรีที่ อ.กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จนบรรจบกับแม่นครนายกเป็นแม่น้ำบางปะกง ซึ่งที่ได้รับอิทธิพลการขึ้นลงจากน้ำทะเล จึงเกิดอุทกภัยในพื้นที่เป็นประจำในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน โดยพื้นที่หลักที่เกิดปัญหาอุทกภัยเป็นประจำ ได้แก่ อ.กบินทร์บุรี อ.ศรีมหาโพธิ อ.เมืองปราจีนบุรี และ อ.บ้านสร้าง ปีที่เกิดอุทกภัยใหญ่ในพื้นที่ได้แก่ ปี พ.ศ.2556

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยของกรณีศึกษา เมื่อพิจารณาที่ 1) สถานี KGT.3 พบว่าสามารถลดอัตราการไหลลงได้ 26.97 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2548, 54.31ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2549 และ 37.36 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2556 หรือคิดเป็นร้อยละ 4.88, 9.59 และ 5.12 ตามลำดับ 2) สถานี KGT.6 พบว่าสามารถลดอัตราการไหลลงได้ 24.62 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2548, 30.80 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2549 และ 60.89 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2556 หรือคิดเป็นร้อยละ 4.30, 4.94 และ 6.79 ตามลำดับ และ 3) สถานี KGT.1 พบว่าสามารถลดอัตราการไหลลงได้ 25.27 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2548, 38.21 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2549 และ 19.60 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2556 หรือคิดเป็นร้อยละ 3.62, 5.42 และ 2.06 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึงมีประสิทธิภาพในการบรรเทาอุทกภัยได้ โดยสามารถแก้ปัญหาอุทกภัยได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุการเกิดน้ำท่วมขึ้นกับลักษณะการเกิดฝนและตำแหน่งการเกิดฝนตก ดังนั้นในการแก้ปัญหาด้านอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาก็ยังจำเป็นต้องพิจารณาแนวทางอื่นๆ เพิ่มเติมควบคู่ไปเพื่อให้สามารถบรรเทาอุทกภัยได้เพิ่มขึ้นต่อไป เช่น การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) เพื่อการบรรเทาอุทกภัย และการสร้างพื้นที่ปิดล้อม (Polder) เป็นต้น

______________________ ______________________ ____ / ____ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Don Krue-hom 2017: The Study of Flood Characteristic and Flood Mitigation in Bangpakong-Prachinburi River Basin. Master of Engineering (Irrigation Engineering), Major Field: Irrigation Engineering, Department of Irrigation Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Bancha Kwanyuen, Ph.D. 226 pages.

The main purpose of this research is to study the conditions of floods occurrences in Bang Pakong-Prachinburi River Basin. To illustrate, the research has reviewed all relevant information as well as studies on the mitigation of floods, particularly in Bang Pakong-Prachinburi river basin that operated under the Royal Irrigation Department's projects (which are Huay Sa-Mong reservoir project initiated by His Majesty King along with Klong Pra Sathueng Reservoir Project). Looking into the details, the research has also developed InfoWorks ICM Model using in the analyses for calculating the efficiency in the mitigation of floods, especially for Huay Sa-Mong and Klong Pra Sathueng Reservoirs. When considering the adopted data, this research has selected the data from these following years: 2005, 2006 and 2013 in which there were countless study areas damaged by the floods. In term of the analyses process, there will be two main scenarios in this study, which include 1. Without reservoirs in both areas (Huay Sa-Mong and Klong Pra Sathueng), 2. Consist of operation process in Huay Sa-Mong and Klong Pra Sathueng, and hence conduct the comparison to consider the efficiency in the mitigation of floods that caused by the changes in water quantity in three locations, including run-off measuring station KGT.3, KGT.6 and KGT.1 .

According to the analytical results in floods occurrences, it can be concluded that the geographical conditions of Prachinburi river and other upstream-influenced tributaries, which for instance Hanuman River and Phraprong River, are the steep areas that located in the upper region of the basin and also possess slope-changing point starting from the front side of Prachinburi River (located in Kabinburi District, Prachinburi Province) before converging at Nakornnayok River and subsequently turn into Bangpakong River. The Bangpakong River is generally influenced by tidal effect leading to the frequent floods in many areas from September to November, especially in Kabin Buri, Si Maha Phot, Mueang Prachinburi, and Ban Sang Districts in 2013.

As far as the analytical results of the efficiency in the mitigation of floods are concerned, it can be summarized as being followed: 1) There is a decrease in flow-rate at Station KGT.3 by 26.97 cms in 2005, 54.31cms in 2006 and 37.36 cms in 2013 which accounted for 4.88%, 9.59% and 5.12% respectively. 2) There is a reduction in flow-rate at Station KGT.6 by 24.62 cms in 2005, 30.80 cms in 2006 and 60.89 cms in 2013 which accounted for 4.30%, 4.94% and 6.79% respectively. 3) There is a fall in flow-rate at Station KGT.1 by 25.27 cms in 2005, 38.21 cms in 2006 and 19.60 cms in 2013 which accounted for 3.62%, 5.42% and 2.06% respectively. Regarding the analytical results above, it can apparently be noticed that the construction of Huay Sa-Mong and Klong Pra Sathueng Reservoirs is effective in term of the mitigation floods. However, the construction of the two reservoirs could merely solve the on-going floods in some areas due to the fact that main causes of floods are depended on other factors, take for instance: rainfall conditions and locations. For this reason, in order to solve floods in the studied areas, the alternative solutions should be considered and adopted for the improvement of floods mitigation, such as adjustment of Rule Curve for flood mitigation purpose and construction of Polder.

________________________ ________________________ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.บัญชา ขวัญยืน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานและสร้างแนวทางในการศึกษาวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้การอบรมสั่งสอนทั้งทางด้านวิชาการและการดำเนินชีวิตตั้งแต่เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีมาจนถึงทุกวันนี้ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ รศ.ดร.สุรพล สายพานิช และ ดร.ศรายุทธ ราชู ที่ช่วยให้การสนับสนุนและให้โอกาสในการเข้ามาศึกษา ขอขอบคุณ คุณปิยะ กุณาศล คุณวงษ์วัฒนา สมบุญยิ่ง คุณจิรพันธุ์ พิมพ์พืช และคุณวิษณุ คุณาจักร ที่ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำในการศึกษาวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณคุณกฤษณา ลำใยผล ที่ช่วยพิมพ์วิทยานิพพนธ์ อนึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ไม่ได้ถ้าขาดข้อมูลที่ดี ขอขอบคุณบริษัทโปรเกรสเทคโนลียี คอนซัลแทนส์ จำกัด กรมชลประทาน และกรมทรัพยากรน้ำ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ คุณลุงเฉลย เกสะวัฒนะ คุณป้าบุญเรือน เครือหอม ผู้เลี้ยงดูข้าพเจ้า คุณพ่อปลิว และคุณแม่บุญเลื่อน รวมไปถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า ตลอดจนญาติพี่น้องเพื่อนฝูงที่ให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดมาในทุกเรื่อง จนสามารถสำเร็จการศึกษาเป็นมหาบัณฑิตได้ด้วยดี

ดอน เครือหอม

พฤศจิกายน 2560

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	88
อุปกรณ์	88
วิธีการ	89
ผลและวิจารณ์	130
ผล	130
วิจารณ์	180
สรุปและข้อเสนอแนะ	182
สรุป	182
ข้อเสนอแนะ	186
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	189
ภาคผนวก	192
ภาคผนวก ก ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves)	193
ภาคผนวก ข ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	205
ภาคผนวก ค ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve) สถานี KGT.3 ระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2556	210
ภาคผนวก ง การแบ่งโซนบริหารจัดการทุ่งรับน้ำและโค้งความจุเก็บกักและพื้นที่ผิว (Area-Volume Curve) สำหรับบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษา	220
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	226

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี จำแนกตามรายจังหวัด	7
2	รายละเอียดของลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำสาขา และลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ศึกษา	11
3	สรุปค่าเฉลี่ยช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน ค่าสูงสุดรายเดือน และค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ.2527-2556)	17
4	สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณลำน้ำสายหลัก	24
5	โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในปัจจุบันและที่มีศักยภาพในการพัฒนา	32
6	พื้นที่จำแนกตามขอบเขตการปกครองในลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง	37
7	ความหนาแน่นของประชากรศึกษาในลุ่มน้ำบางปะกงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2557	39
8	ความหนาแน่นของประชากรศึกษาในลุ่มน้ำปราจีนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2557	39
9	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	41
10	การปลูกพืชในปัจจุบันของพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	43
11	สถิติจำนวนโรงงานแยกตามหมวดอุตสาหกรรม ของจังหวัดปราจีนบุรี ปี 2553	48
12	สถิติโรงงานอุตสาหกรรมของจังหวัดนครนายก เดือนกันยายน ปี 2557	49
13	ข้อมูลและสถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสระแก้ว ปี 2552-2557	51
14	แบบจำลองย่อยของการจำลองการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า	75
15	รายละเอียดของโครงข่ายลำน้ำในแบบจำลอง	91
16	แสดงสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี	93
17	สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณลำน้ำสายหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี	104
18	สรุปผลการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (InfoWorks PDM)	112
19	ค่าพารามิเตอร์ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง	114
20	รายละเอียดการกำหนดตัวแทนพารามิเตอร์ในแต่ละลุ่มน้ำย่อย	115
21	รายละเอียดของขอบเขตเงื่อนไขด้านชลศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา	118
22	รายละเอียดตัวแปรทางสถิติในการปรับเทียบแบบจำลอง InfoWorks ICM	126

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่		หน้า
23	สรุปแนวทางการศึกษาประสิทธิภาพในการบรรเทาปัญหาด้านน้ำด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	128
24	ความรุนแรงของอุทกภัยเรียงตามระดับน้ำสูงสุดที่ KGT.3 อ.กบินทร์บุรี	135
25	สรุปข้อมูลปริมาณฝนสะสมราย 1 วัน 2 วัน 3 วัน	147
26	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่การศึกษา	151
27	การวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด ปริมาณน้ำและระดับน้ำสูงสุด	157
28	ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำที่สำคัญในพื้นที่การศึกษา	162
29	ปริมาณน้ำระบายจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก	168
30	สรุปข้อมูลระดับน้ำสูงสุดรายปีบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง	172
31	สรุปข้อมูลระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง	172
32	ผลการบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	178
33	ผลการบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึงบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำ	179

ตารางผนวกที่

ตารางผนวกที่		หน้า
ก1	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ.2556	194
ก2	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.9 ปี พ.ศ.2556	194
ก3	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.12 ปี พ.ศ.2556	196

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า

ตารางผนวกที่		หน้า
ก4	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.13 A ปี พ.ศ.2556	197
ก5	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.14 ปี พ.ศ.2556	198
ก6	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.15 A ปี พ.ศ.2556	199
ก7	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.33 ปี พ.ศ.2556	200
ก8	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.34 ปี พ.ศ.2556	201
ก9	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.40 ปี พ.ศ.2556	202
ก10	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.41 ปี พ.ศ.2556	203
ก11	ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.42 ปี พ.ศ.2556	204
ค1	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2547	211
ค2	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2548	212
ค3	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2549	214
ค4	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2550	215
ค5	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2551	215

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค6 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2552 216

ค7 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2553 216

ค8 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2554 217

ค9 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2555 217

ค10 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2556 218

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา	5
2	แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	6
3	สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	9
4	ภาพจำลอง 3 มิติ แสดงภูมิประเทศในพื้นที่ศึกษา	10
5	การกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำสาขา และลุ่มน้ำย่อย	13
6	แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา	14
7	แผนที่แสดงกลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	15
8	การแพร่กระจายรายเดือนของค่าเฉลี่ยตัวแปรภูมิอากาศ	19
9	เส้นชั้นน้ำฝนบริเวณพื้นที่ศึกษา	20
10	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกง	21
11	ปริมาณการให้น้ำท่าเฉลี่ยรายปี (Yield)	23
12	ผลการวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำสูงสุดด้วยวิธีแจกแจงความถี่ แบบกัมเบล ที่สถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา	28
13	ตัวอย่างระดับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ปี พ.ศ.2556	29
14	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์การขึ้นลงของระดับน้ำทะเลด้วยวิธี Harmonic	31
15	โครงการชลประทานในพื้นที่ศึกษา	33
16	ศักยภาพน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ศึกษ	36
17	ขอบเขตการปกครองที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา	38
18	แผนที่แสดงการกระจายความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	40
19	การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำปราจีนบุรี รายอำเภอ ปี พ.ศ. 2556	42
20	สถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายก	49
21	สถิติเงินลงทุนของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายก	50
22	สถิติการจ้างงานของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายก	50
23	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม จำนวนเงินลงทุน และจำนวนคนงาน ปี 2552-2557	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	ผังแสดงกระบวนการเกิดน้ำท่า	54
25	เส้นทางการไหลของน้ำท่า	55
26	ความเร็วการไหลแบบปั่นป่วน	62
27	โครงสร้างและการทำงานของโปรแกรม InfoWorks ICM	70
28	ตัวอย่างตัวอย่างของการสร้าง Mesh แบบ 3 มิติ	71
29	โครงสร้างและขั้นตอนการวิเคราะห์ของโปรแกรม InfoWorks PDM	74
30	หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม InfoWorks PDM	78
31	แสดงขั้นตอนการศึกษา	89
32	รายละเอียดตำแหน่งรูปตัดขวางลำน้ำทั้งหมดและของโครงข่ายลำน้ำในแบบจำลองทางชลศาสตร์	92
33	สถานีวัดน้ำฝนที่นำมาใช้ในการศึกษา	103
34	สถานีวัดน้ำท่าที่นำมาใช้ในการศึกษา	106
35	ตำแหน่งสถานีน้ำท่า สถานีน้ำฝนและรูปเหลี่ยม Thiessen Polygon	110
36	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนที่ทำการหาค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า	116
37	ผลการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	117
38	ขอบเขตเงื่อนไขที่ใช้ในการจำลองสภาพชลศาสตร์ในพื้นที่ศึกษา	119
39	แสดงรายละเอียดของขอบเขตเงื่อนไขด้านอุทกวิทยา (Hydrological Boundary)ที่ใช้ในแบบจำลอง และการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในแต่ละประเภท	120
40	ผลการปรับเทียบระดับน้ำ	122
41	แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมโดยใช้แบบจำลองเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม GISTDA ปี 2556	125
42	แสดงการปรับลดตามทฤษฎี	129
43	พื้นที่น้ำท่วมในปีต่างๆ	131
44	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่การศึกษาและข้อมูลเส้นชั้นน้ำฝน	140

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝนที่สำคัญในพื้นที่การศึกษา	141
46	ปริมาณฝนสะสมด้านต้นน้ำของ อ.กบินทร์บุรี ปริมาณสะสม บริเวณลุ่มน้ำปราจีนบุรีสายหลัก และผลรวมของปริมาณน้ำฝน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี	146
47	สรุปข้อมูลปริมาณฝนสะสมราย 1 วัน 2 วัน 3 วัน	148
48	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและข้อมูลเส้นชั้นน้ำท่า	150
49	สถิติข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปีที่สถานีวัดน้ำท่าที่สำคัญ ในพื้นที่การศึกษา	155
50	ระดับน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำต่างๆ ที่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ	160
51	ตัวอย่างลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปตัดลำน้ำ	161
52	ปริมาณการระบายน้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนขุนด่านปราการชล	163
53	ปริมาณการระบายน้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด	165
54	สรุปปริมาณน้ำที่ระบายลงแม่น้ำบางปะกงของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา พระองค์ไชยานุชิต	170
55	ตำแหน่งอาคารชลศาสตร์/สถานีสูบน้ำที่สำคัญ ที่มีผลต่อการระบายน้ำ จากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออกมายังพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง	171
56	ระดับน้ำสูงสุดรายวันบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปีที่เกิดอุทกภัย	172
57	ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำ ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าก่อนและ หลังมีการ Operate อ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	175

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข1	แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี	206
ค1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve) สถานี KGT.3 ระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2556	219
ง1	การแบ่งโซนการบริหารจัดการทุ่งรับน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง	221
ง2	โค้งความจุโซนที่ 1 ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง	221
ง3	โค้งความจุโซนที่ 2 ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง	222
ง4	โค้งความจุโซนที่ 3 ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง	222
ง5	การแบ่งโซนการบริหารจัดการทุ่งรับน้ำในพื้นที่ชลประทานท่าแห	223
ง6	โค้งความจุโซนที่ 1 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห	223
ง7	โค้งความจุโซนที่ 2 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห	224
ง8	โค้งความจุโซนที่ 3 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห	224
ง9	โค้งความจุโซนที่ 4 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห	225
ง10	โค้งความจุโซนที่ 5 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห	225

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาอุทกภัยและการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี

The Study of Flood Characteristic and Flood Mitigation in Bangpakong-Prachinburi River Basin

คำนำ

ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี เป็นลุ่มน้ำทางภาคตะวันออกที่มีความสำคัญของประเทศ เนื่องจากเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจทั้งในด้านพาณิชยกรรม การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยเป็นที่ตั้งของนิคม อุตสาหกรรมหลายแห่ง เช่น ที่อำเภอกบินทร์บุรี เป็นต้น ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี มีพื้นที่รวมกันทั้งสิ้น 17,824.65 ตร.กม. มีพื้นที่ส่วนใหญ่ ครอบคลุม 4 จังหวัด คือ นครนายก ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และสระแก้ว และมีบางส่วนในจังหวัดสระบุรีและชลบุรี โดยประกอบด้วย ลุ่มน้ำสาขา จำนวน 8 ลุ่ม ได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำบางปะกง ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง ลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทึง ลุ่มน้ำสาขาคลองพระปรง ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำหนุมาน และลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีซึ่งลุ่มน้ำสาขาทั้งหมดจะไหลลงสู่แม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งจะไหลไปรวมกับแม่น้ำนครนายก ที่บริเวณเหนืออำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกง ไหลลงทางใต้ ผ่านที่ราบต่ำในเขตอำเภอบางคล้า และอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อนที่จะไหลลงอ่าวไทยที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังนั้น หากมีภัยธรรมชาติโดยเฉพาะอุทกภัยเกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีมักจะส่งผลกระทบต่อลุ่มน้ำบางปะกงทันทีเนื่องจากมีพื้นที่ต่อเนื่องกัน

สำหรับปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี เกิดขึ้นบ่อยครั้งและทวีความรุนแรงขึ้นทุกปีอย่างเช่นในช่วงฤดูฝนปี พ.ศ. 2556 พื้นที่ลุ่มโดยเฉพาะในเขตเศรษฐกิจได้รับความเสียหายจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ปัญหา ดังกล่าวกำลังจะบรรเทาลง เมื่อกรมชลประทานได้ดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ซึ่งมีโครงการที่สำคัญๆ กำลังดำเนินการก่อสร้างอยู่ก็คือ โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และโครงการอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง โดยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแก่งดินสอ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่สร้างกั้นห้วยโสมง ลำน้ำย่อยของแม่น้ำหนุมานซึ่งเป็น 1 ใน 4 ลำน้ำที่สำคัญของลุ่มน้ำปราจีนบุรี เมื่อแล้วเสร็จจะสามารถกักเก็บน้ำได้ 295 ล้านลูกบาศก์เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึงอำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้วเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง สามารถกักเก็บน้ำได้ 65 ล้านลูกบาศก์เมตร

ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี โดยการทบทวนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการวิเคราะห์ ปัจจัย ข้อมูลที่เป็นพื้นฐาน การศึกษาสภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดและการคาดการณ์ จากการทบทวนข้อมูลต่างๆ และการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี ด้วยโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างอยู่ของกรมชลประทานคือ โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และโครงการอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง โดยพัฒนาแบบจำลอง InfoWorks ICM และประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการบรรเทาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและการเกิดอุทกภัยในในลุ่มน้ำบางปะกง - ปราจีนบุรี

2. เพื่อศึกษาศักยภาพของระบบและความสามารถในการป้องกันน้ำท่วมในปัจจุบัน และประเมินปริมาณน้ำที่เป็นสาเหตุให้เกิดอุทกภัย

3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี ด้วยโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างอยู่ก็คือ โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และโครงการอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง

ขอบเขตการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา คือ ลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี

2. รวบรวมและทบทวนผลการศึกษา สภาพทั่วไป และรายละเอียดในด้านแหล่งน้ำและส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี

3. การจัดทำแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (InfoWorks ICM) โดยข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2540-2556 ในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

4. การจัดทำแบบจำลองด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในการปรับเทียบขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2549 – 2556

5. วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรีด้วยโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และโครงการอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี

1.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

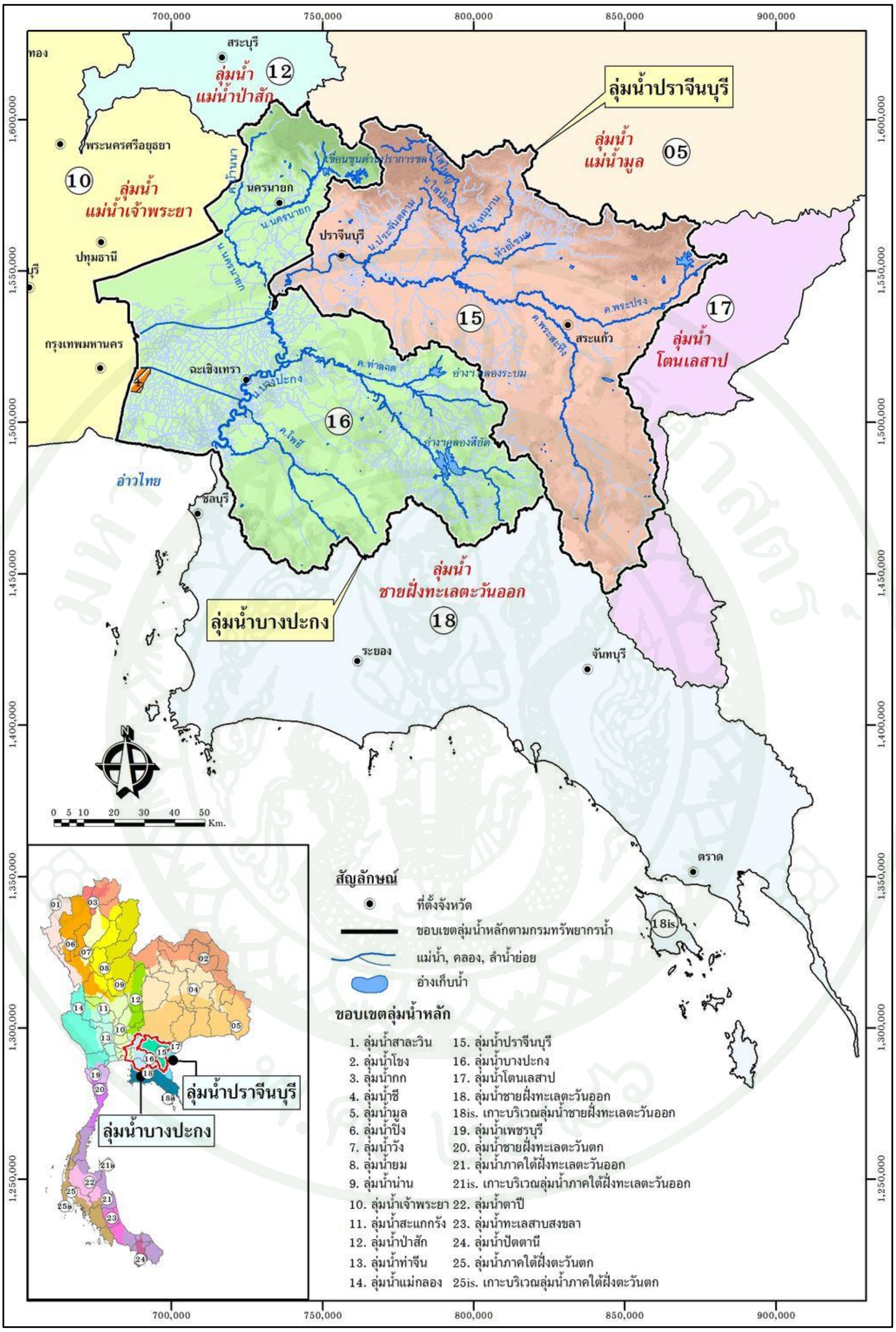
1.1.1 ที่ตั้งพื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกของประเทศไทย ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยมีขอบเขตของพื้นที่โครงการทางทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำมูล ทางทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ทางทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโตนเลสาป และทางทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา

พื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาจำนวน 8 ลุ่มน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยลุ่มน้ำบางปะกงมีลุ่มน้ำสาขาจำนวน 4 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายกลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด ลุ่มน้ำสาขาคลองหลวง และลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำบางปะกง สำหรับลุ่มน้ำปราจีนบุรีมี 4 ลุ่มน้ำสาขา ประกอบด้วย ลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทึง ลุ่มน้ำสาขาคลองพระปรง ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำหนุมาน และลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรี

สำหรับการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำในการศึกษานี้ ได้อ้างอิงตามผลการทบทวนและนำเสนอขอบเขตลุ่มน้ำใหม่โดยกรมทรัพยากรน้ำ ในปี 2548 ที่ดำเนินการภายใต้โครงการการศึกษาสำรวจ ออกแบบสถานีอุทกวิทยา 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.2 สภาพภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีพื้นที่รวมกันทั้งสิ้น 17,824.65 ตร.กม. มีพื้นที่ส่วนใหญ่ ครอบคลุม 4 จังหวัด คือ นครนายก ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี และสระแก้ว และมีบางส่วนในจังหวัดสระบุรีและชลบุรี ตามรายละเอียดในตารางที่ 1 สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของลุ่มน้ำทั้งสองมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 3 โดยสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี จำแนกตามรายจังหวัด

จังหวัด	พื้นที่รวม ทั้งจังหวัด	พื้นที่ในลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)		
		ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	ลุ่มน้ำบางปะกง	รวม
ฉะเชิงเทรา	5,169.82	166.81	4,348.68	4,515.49
ชลบุรี	4,507.78	-	2,104.95	2,104.95
นครนายก	2,141.29	78.63	1,787.11	1,865.74
ปราจีนบุรี	5,032.23	4,746.24	285.13	5,031.37
สระแก้ว	6,864.56	4,054.67	0.121456	4,054.79
สระบุรี	3,488.18	-	184.37	184.37
นครราชสีมา	20,642.62	67.82	0.126752	67.95
รวม	47,846.47	9,114.17	8,710.48	17,824.65

1) ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 9,114.17 ตร.กม. ตำแหน่งของลุ่มน้ำในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13° 02′ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 14° 28′ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 101°10′ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 102° 33′ ตะวันออก สภาพพื้นที่ทางทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของลุ่มน้ำเป็นแนวทิวเขาสันกำแพง ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำสำคัญ และมีพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ราบระหว่างแม่น้ำและ พื้นที่ราบด้านตะวันตกของลุ่มน้ำ (ติดกับลุ่มน้ำบางปะกง) แม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ ได้แก่ แม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของ แม่น้ำบางปะกง เกิดจากการไหลมาบรรจบกันของแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำหนุมาน และแม่น้ำพระปรง แม่น้ำปราจีนบุรีจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายกที่ อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกง ก่อนจะไหลผ่านพื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำบางปะกงลงสู่อ่าวไทย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

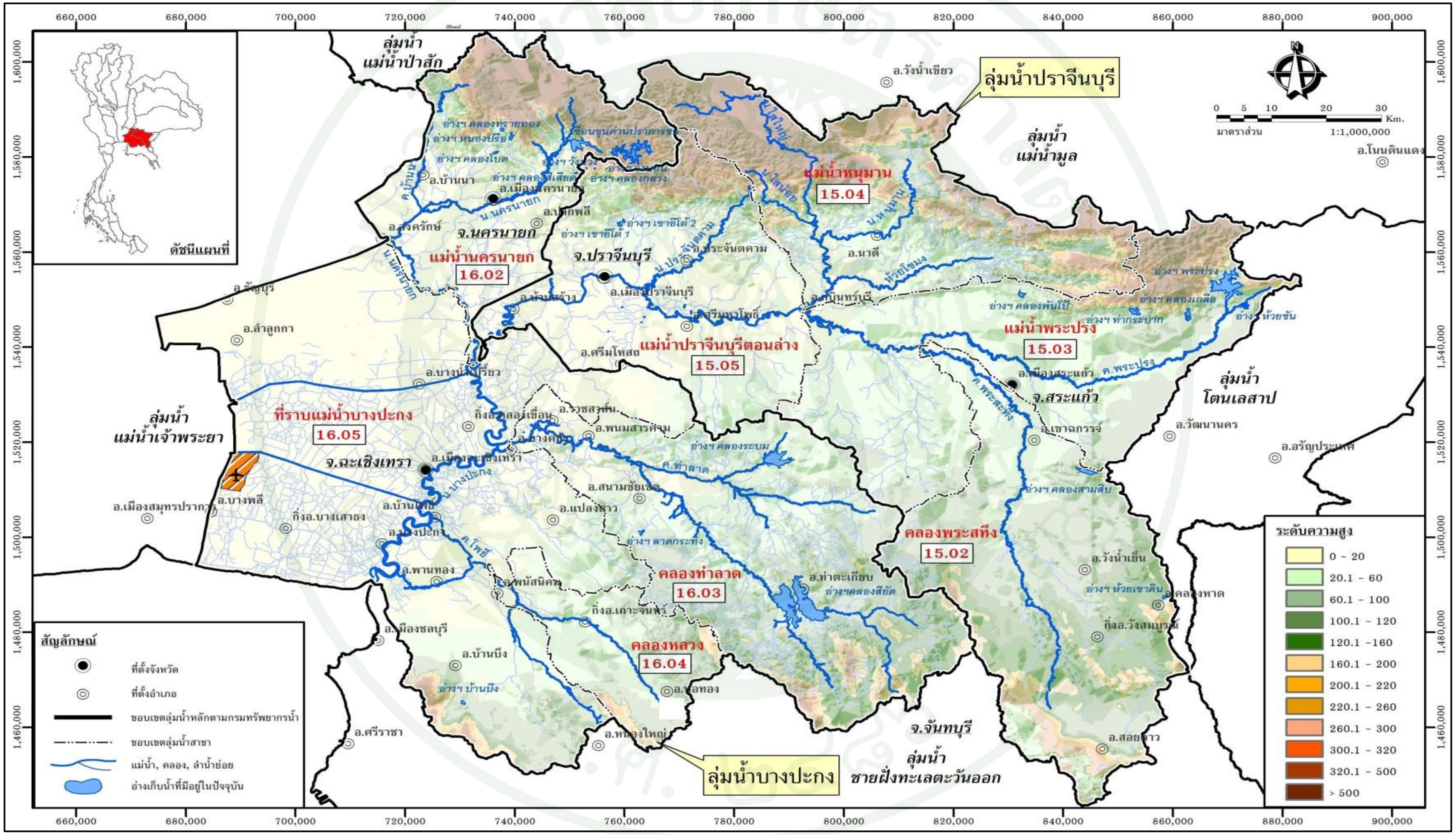
2) ลุ่มน้ำบางปะกง

ลุ่มน้ำบางปะกง มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 8,710.48 ตร.กม. ตำแหน่งของลุ่มน้ำในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13° 09′ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 14° 32′ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 100° 52′ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 102° 00′ ตะวันออก สภาพพื้นที่ทั่วไปของลุ่มน้ำบางปะกงส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ต่อเนื่องกับที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ทางเหนือเป็นเทือกเขาสูงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำนครนายก ส่วนทางตอนใต้และตะวันออกเฉียงใต้ของลุ่มน้ำมีเทือกเขาซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา และจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาสายต่างๆ ได้แก่ คลองใหญ่ คลองหลวง คลองท่าลาด

แม่น้ำนครนายกมีทิศทางการไหลจากเหนือลงใต้ และมาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรี บริเวณเหนือ อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา รวมเป็นแม่น้ำบางปะกง ก่อนจะไหลลงทางใต้ผ่านที่ราบต่ำในเขต อ.บางคล้า อ.เมืองฉะเชิงเทรา อ.บ้านโพธิ์ และไหลลงอ่าวไทยที่ อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา

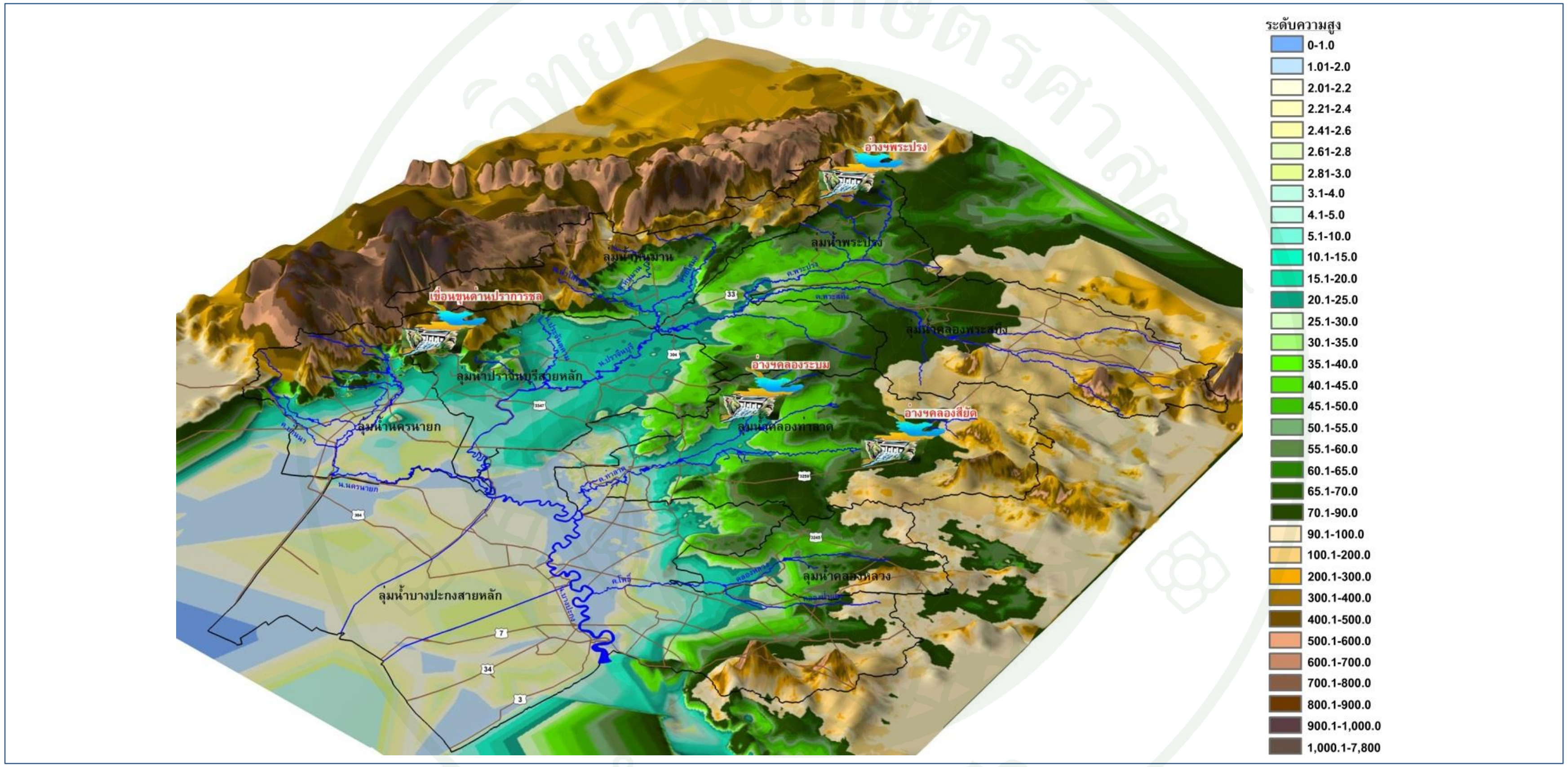
สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาในลักษณะของภาพจำลอง Terrain Model 3 มิติ แสดงไว้ในภาพที่ 4 โดยข้อมูลส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ประกอบการพิจารณาแบ่งลุ่มน้ำย่อย และพิจารณาพื้นที่น้ำท่วม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 ภาพจำลอง 3 มิติ แสดงภูมิประเทศในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.3 ระบบลุ่มน้ำ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลระบบลุ่มน้ำ ได้รวบรวมข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขา ตามผลการศึกษาของกรมกรมทรัพยากรน้ำ และได้ทำการแบ่งขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำเพิ่มเติมในระดับลุ่มน้ำย่อย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพแหล่งน้ำโดยเกณฑ์เบื้องต้นที่ใช้ในการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำย่อย จะพิจารณาจากจุดบรรจบของลำน้ำสาขา ตำแหน่งที่ตั้งฝายหรืออาคารชลศาสตร์ที่สำคัญในพื้นที่ ซึ่งผลการแบ่งลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำสาขา และลุ่มน้ำย่อย แสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 5

ตารางที่ 2 รายละเอียดของลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำสาขา และลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำหลัก	ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)
ลุ่มน้ำบางปะกง	แม่น้ำนครนายก	1,773.40
	คลองท่าลาด	2,930.22
	คลองหลวง	825.20
	ที่ราบแม่น้ำบางปะกง	5,171.90
ลุ่มน้ำบางปะกง ผลรวม		10,700.72
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	แม่น้ำปราจีนบุรีตอนล่าง	2,639.99
	แม่น้ำพระปรง	2,145.81
	แม่น้ำหนุมาน	2,145.81
	คลองพระสทึง	2,186.35
ลุ่มน้ำปราจีนบุรีผลรวม		9,117.96
ผลรวมทั้งหมด		19,818.68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 สภาพทางธรณีวิทยาและทรัพยากรดิน

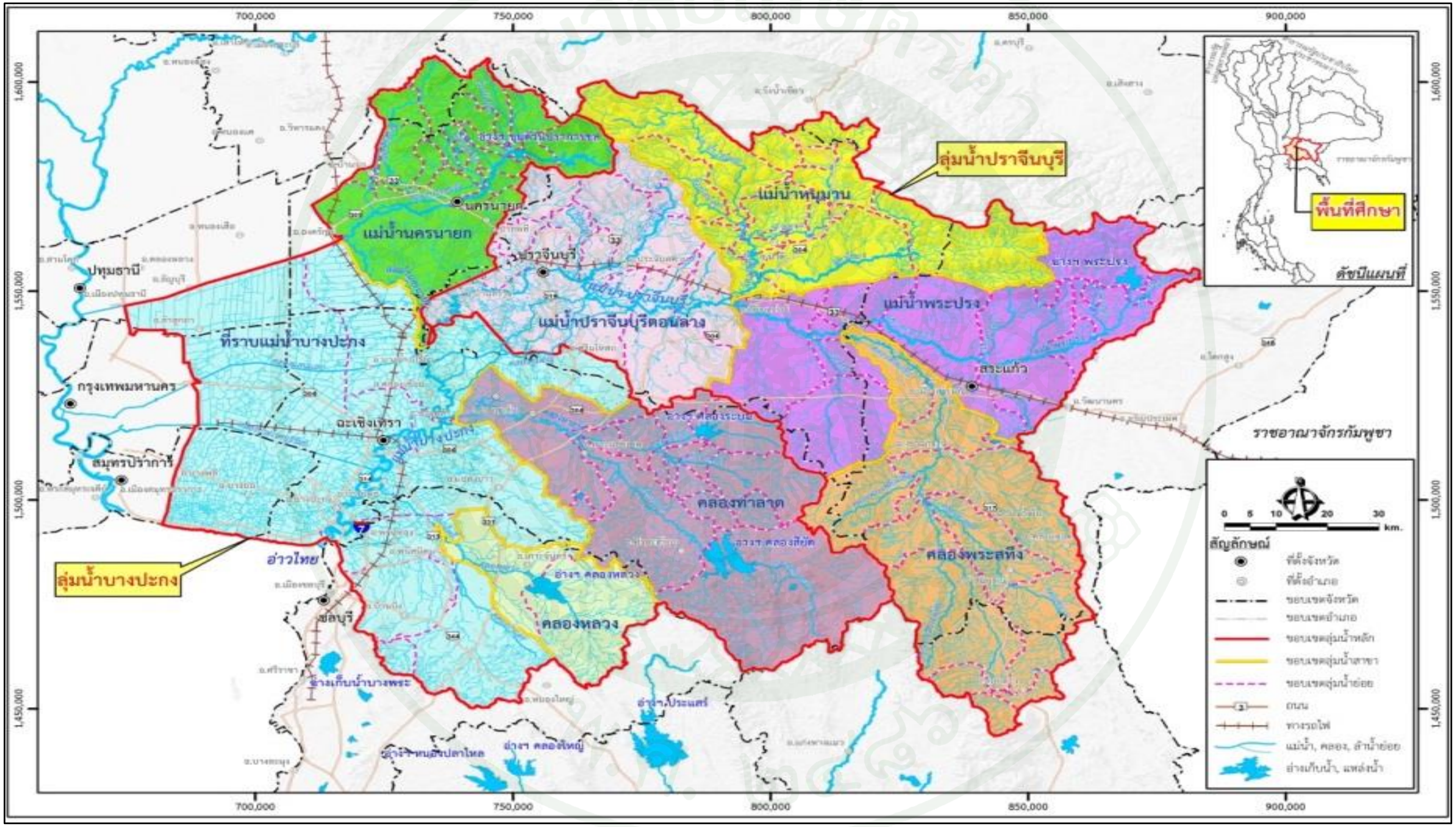
1) สภาพทางธรณีวิทยา

จากการรวบรวมข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณีปี 2556 พบว่า สภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ตะกอนหินร่วน (Unconsolidated Rocks) และหินแข็ง (Consolidated Rocks) โดยมีลักษณะการกระจายตัวของชั้นหินต่างๆ มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 6

2) ทรัพยากรดิน

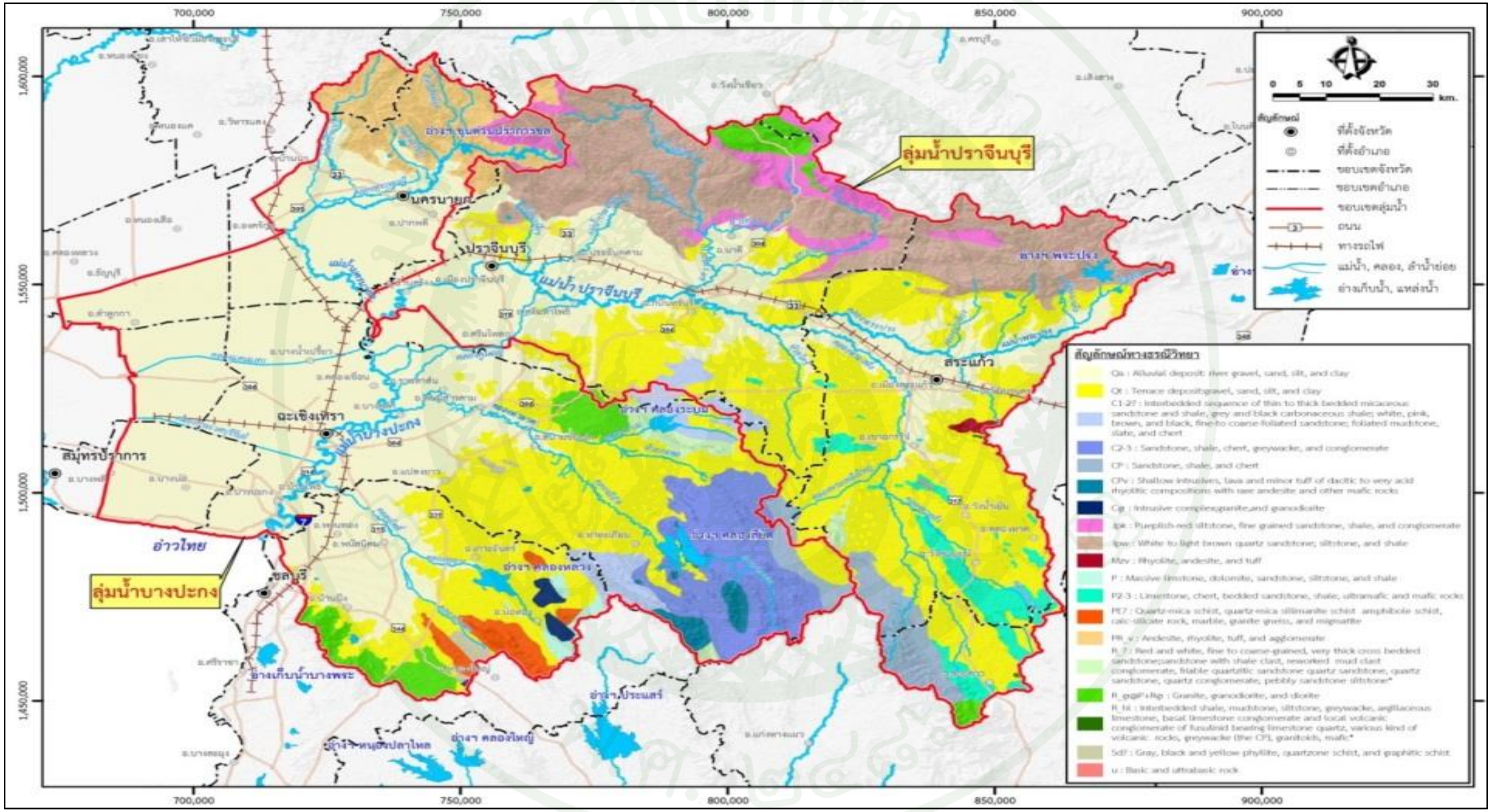
จากการตรวจสอบแผนที่ดินของลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี ซึ่งจัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดินปี 2555 พบว่าทรัพยากรดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี แพร่กระจายอยู่ทั่วไปทั้งหมด 42 กลุ่มชุดดิน รายละเอียดของกลุ่มชุดดินแสดงดังภาพที่ 7 โดยรายละเอียดทรัพยากรดินแสดงในหัวข้อ 2.12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



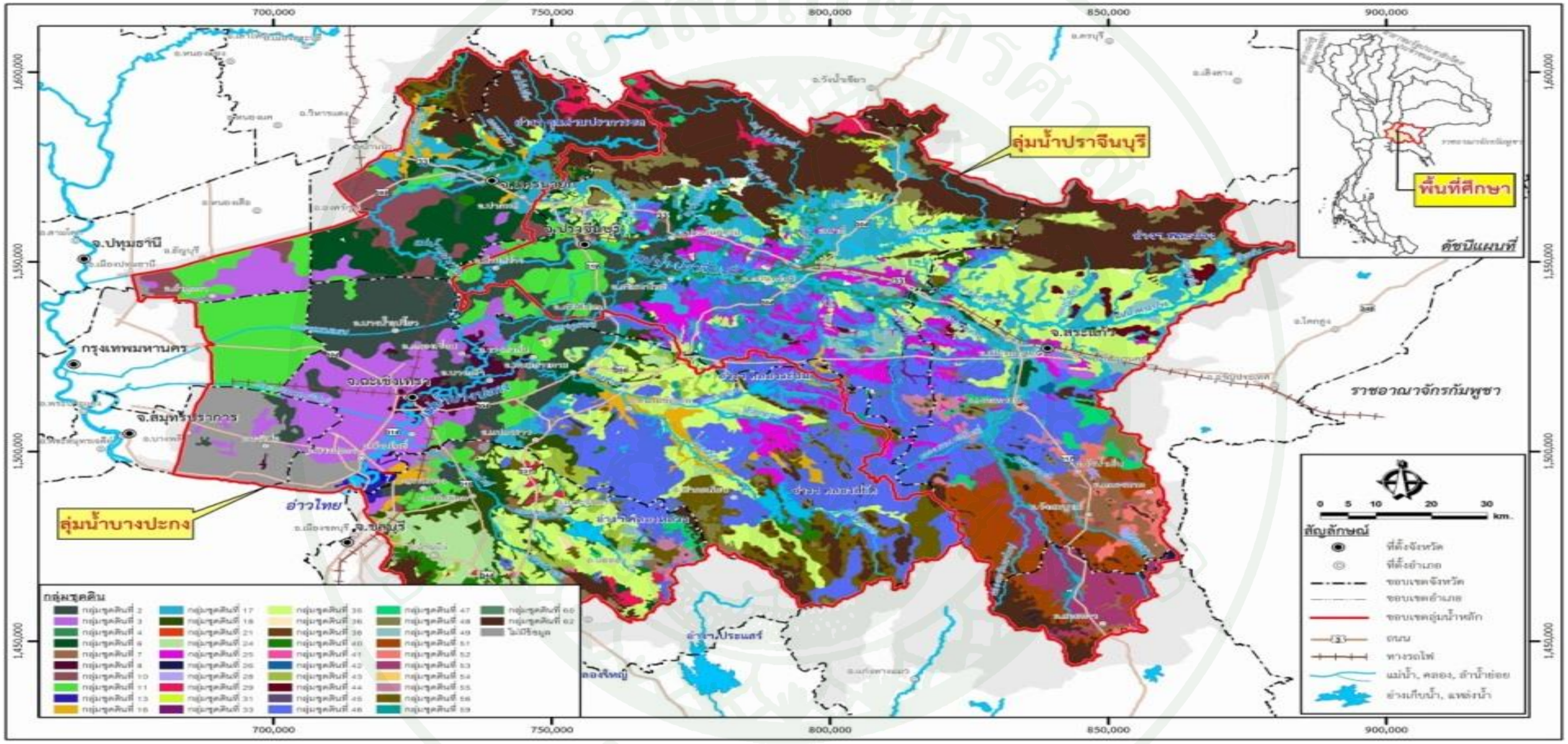
ภาพที่ 5 การกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำสาขา และลุ่มน้ำย่อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ที่มา: แผนที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 สภาพทางอุตุนิยมวิทยา

1.3.1 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี มีสภาพอากาศที่แห้งแล้งและชุ่มชื้นสลับกันอย่างชัดเจน ลักษณะแบบมรสุมเมืองร้อน (Am) ตามการจำแนกเขตภูมิอากาศของคอปเปน (Koppen's classification) คือ มีลักษณะภูมิอากาศร้อนชื้นที่มีฤดูร้อนในระยะสั้นๆ มีช่วงฤดูหนาวสั้นๆ จากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน - เดือนกุมภาพันธ์ และจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม จะมีฝนตกตลอดฤดู ทำให้สามารถแบ่งฤดูกาลอย่างชัดเจนได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูฝนกับฤดูแล้ง (Wet and Dry Seasons) สลับกัน และสำหรับฤดูแล้งนั้น ถ้าพิจารณาให้ละเอียดลงไปสามารถแยกออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนกับฤดูหนาว

จากสถิติภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัดอากาศ จำนวน 4 สถานี บริเวณ อ.เมือง และ อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี บริเวณ อ.เมือง จ.สระแก้ว และบริเวณ อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา ของกรมอุตุนิยมวิทยาในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2527-2556) สามารถสรุปตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญได้ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 8

1.3.2 สภาพอุตุนิยมวิทยา

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลพบว่าลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกง มีสถานีตรวจวัดปริมาณฝน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและบริเวณใกล้เคียง รวมทั้งสิ้น 117 สถานี ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมชลประทาน พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกง มีปริมาณฝนเฉลี่ยผันแปรอยู่ระหว่าง 360.06-2,883.73 มม./ปี และมีปริมาณเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ 1,384.28 มม./ปี โดยเป็นปริมาณฝนเฉลี่ยฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) 1223.15 มม./ปี และฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.) 161.13 มม./ปี ซึ่งสามารถนำมาทำแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนดังแสดงในภาพที่ 9 และภาพที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 สรุปค่าเฉลี่ยช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน ค่าสูงสุดรายเดือน และค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ.2527-2556)

สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ	ตัวแปรภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ยรายปี	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ยสูงสุดรายเดือน	ค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือน
อำเภอเมือง จ.ปราจีนบุรี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.30	26.2 (ธ.ค.) - 30.1 (เม.ย.)	34.0 (เม.ย.)	20.7 (ธ.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	74.1	63.0 (ธ.ค.) - 83 (ก.ย.)	94.0 (ก.ย.)	43.0 (ม.ค.)
	ปริมาณการระเหยจากถาด (มม.)	1,670.10	127.7 (ก.ย.) - 165.3 (มี.ค.)	-	-
	ความครึ้มของเมฆ (0-10 อ๊อกต้า)	5.7	3.0 (ธ.ค.) - 8.3 (ส.ค.)	-	-
	ความเร็วลม (น๊อต)	1.40	0.9 (ก.ค.) - 7.8 (ธ.ค.)	40.0 (เม.ย.)	-
	ปริมาณฝน (มม.)	1,847.40	7.8 (ธ.ค.) - 378.0 (ก.ย.)	-	-
อำเภอกบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.80	25.5 (ธ.ค.) - 29.7 (เม.ย.)	36.9 (เม.ย.)	20.0 (ม.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	76.80	68.0 (ธ.ค.) - 85.0 (ส.ค.)	96.0 (ส.ค.)	41.0 (ก.พ.)
	ปริมาณการระเหยจากถาด (มม.)	1,660.50	113.4 (ก.ย.) - 175.9 (มี.ค.)	-	-
	ความครึ้มของเมฆ (0-10 อ๊อกต้า)	5.80	7.9 (ธ.ค.) – 8.5 (ส.ค.)	-	-
	ความเร็วลม (น๊อต)	1.30	0.7 (ก.ย.) – 7.4 (ธ.ค.)	40.0 (ก.พ.)	-
	ปริมาณฝน (มม.)	1,564.20	4.7 (ธ.ค.) – 306.6 (ส.ค.)	-	-
อำเภอเมือง จ.สระแก้ว	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.50	25.1 (ธ.ค.) – 29.5 (เม.ย.)	36.2 (เม.ย.)	19.8 (ธ.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	78.5	69.0 (ก.พ.) - 87.0 (ก.ย.)	98.0 (ก.ย.)	44.0 (ก.พ.)
	ปริมาณการระเหยจากถาด (มม.)	1,544.60	99.1 (ก.ย.) – 163.9 (มี.ค.)		
	ความครึ้มของเมฆ (0-10 อ๊อกต้า)	5.10	7.2 (ธ.ค.) – 7.8 (ก.ย.)		
	ความเร็วลม (น๊อต)	1.40	0.9 (ก.ย.) – 1.8 (ม.ค.)	40.0 (ก.ค.)	
	ปริมาณฝน (มม.)	1,493.20	4.7 (ธ.ค.) – 301.0 (ก.ย.)		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

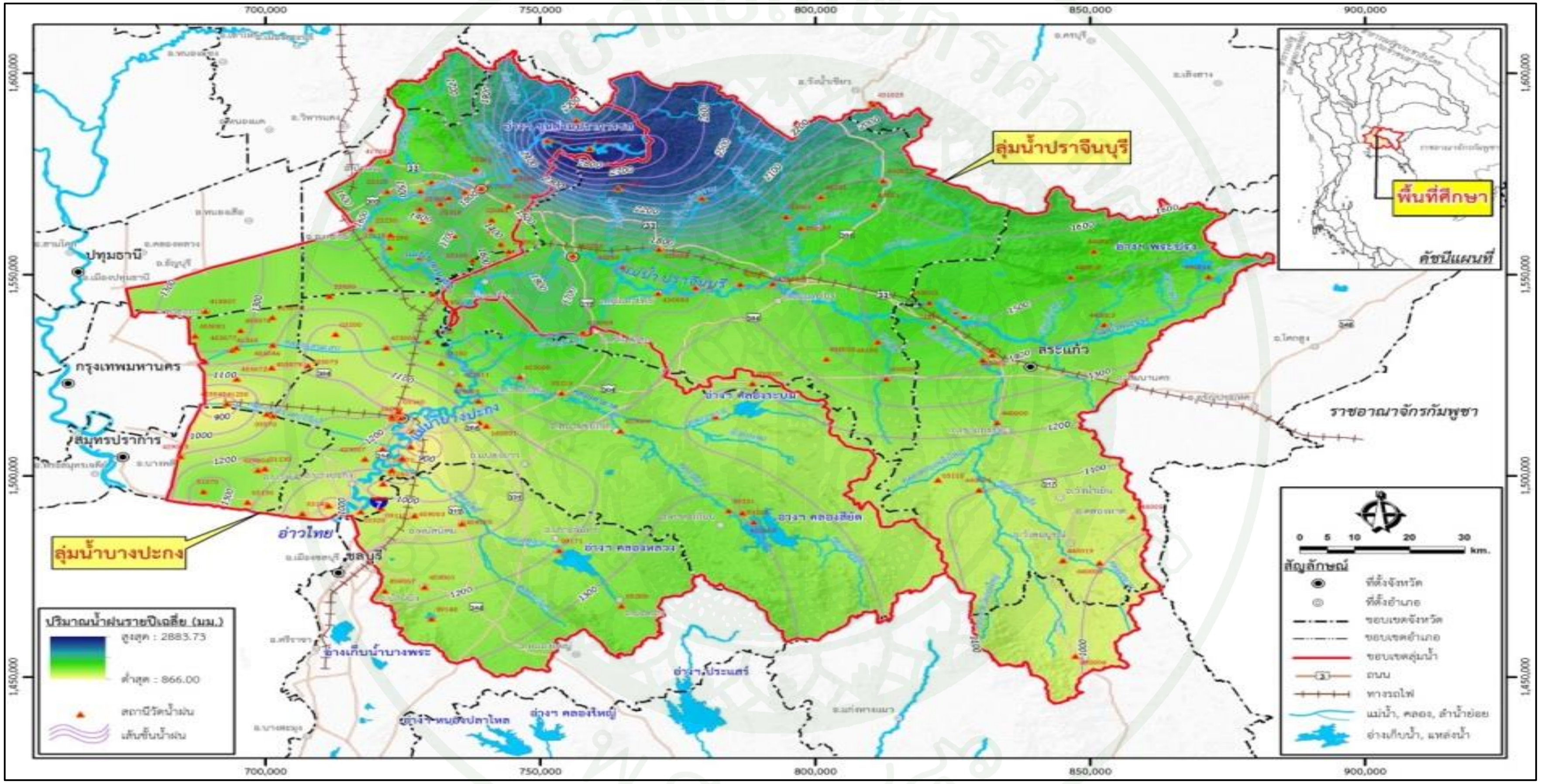
สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ	**ตัวแปรภูมิอากาศ**	**ค่าเฉลี่ยรายปี**	**ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน**	**ค่าเฉลี่ยสูงสุดรายเดือน**	**ค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือน**
อำเภอเมือง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.00	24.8 (ธ.ค.) – 28.2 (เม.ย.)	35.2 (เม.ย.)	19.4 (ธ.ค.)
จ.ฉะเชิงเทรา	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	79.1	68.0 (ม.ค.) - 87.0 (ก.ย.)	98.0 (ก.ย.)	43.0 (ม.ค.)
	ปริมาณการระเหยจากถาด (มม.)	1,736.90	125.6 (ก.ย.) – 165 (ก.ค.)		
	ความครึ้มของเมฆ (0-10 อ๊อกต้า)	6.60	4.1 (ธ.ค.) – 8.5 (ก.ย.)		
	ความเร็วลม (น๊อต)	1.10	0.8 (ก.ย.) – 1.5 (ธ.ค.)	20.0 (พ.ย.)	
	ปริมาณฝน (มม.)	1,610.80	3.0 (ธ.ค.) – 358.3 (ก.ย.)		

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

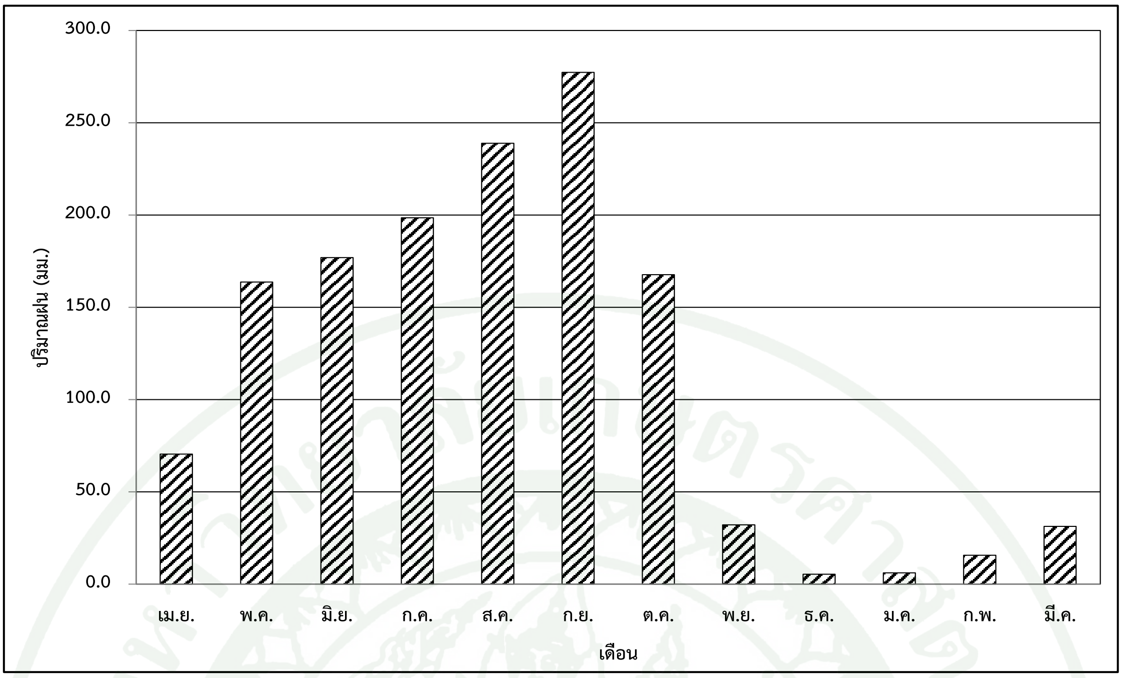
ภาพที่ 8 การแพร่กระจายรายเดือนของค่าเฉลี่ยตัวแปรภูมิอากาศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 เส้นชั้นน้ำฝนบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกง

1.4 สภาพทางอุทกวิทยาและแหล่งน้ำผิวดิน

1.4.1 สภาพทางอุทกวิทยา

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกงมีสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณลำน้ำสายหลัก แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4 และมีอัตราการให้น้ำเฉลี่ยรายปี (Annual Yield) ดังแสดงในภาพที่ 11

ปริมาณน้ำหลากสูงสุด จากการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี วิเคราะห์โดยการรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าของกรมชลประทาน จำนวน 15 สถานี เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำนองสูงสุด กับขนาดพื้นที่รับน้ำฝนจะได้สมการ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

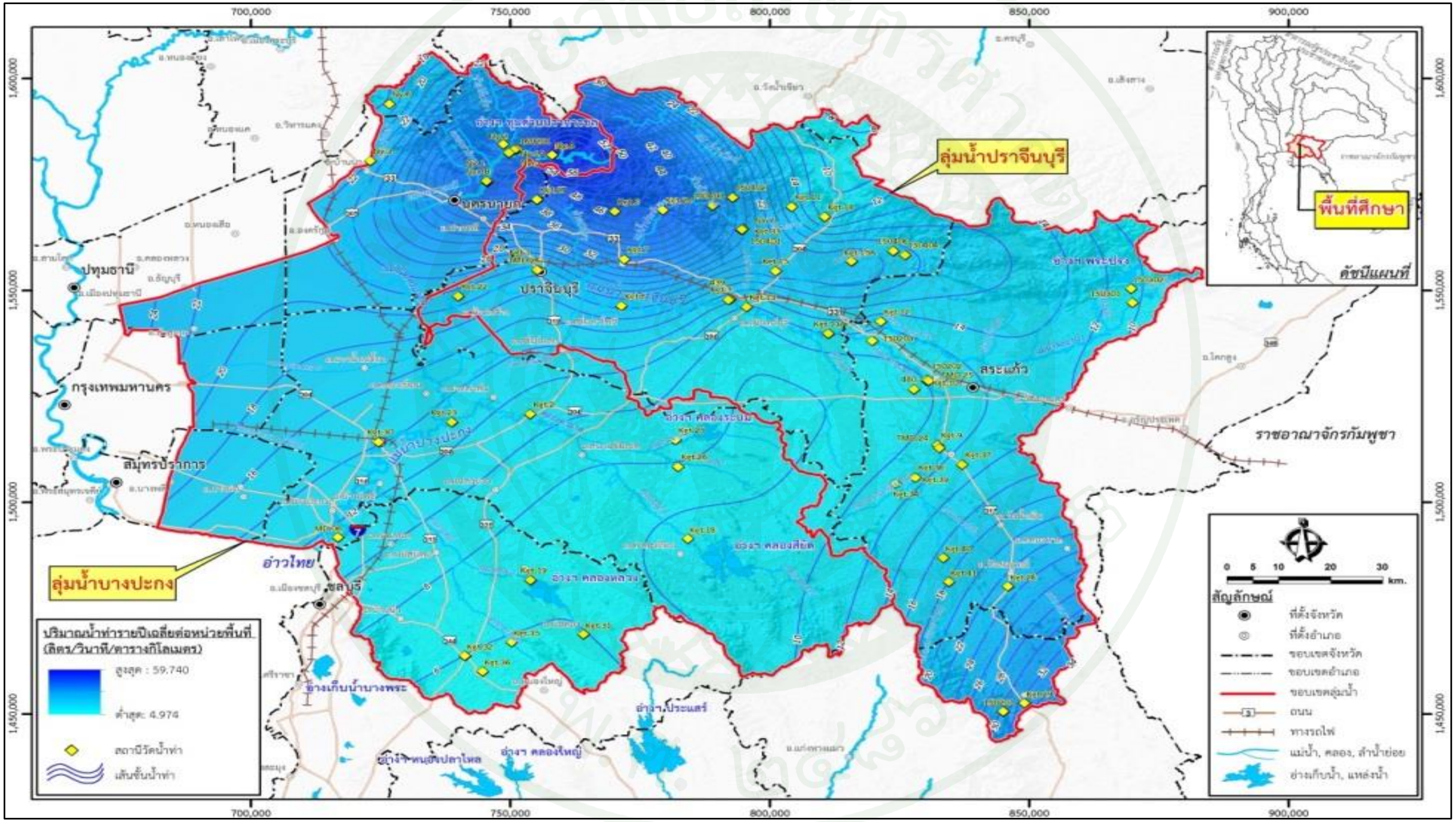
$$Q_p = 6.5713\ A^{0.4977} \qquad R^2 = 0.834 \qquad (1)$$

เมื่อ Q_p = ปริมาณน้ำนองสูงสุดเฉลี่ย (ลบ.ม./วินาที)

A = ขนาดพื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)

ระดับน้ำสูงสุด จากการวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำสูงสุดด้วยวิธีแจกแจงความถี่แบบกัมเบล ที่สถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา สามารถสรุปผลได้ภาพที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 ปริมาณการให้น้ำท่าเฉลี่ยรายปี (Yield)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณลำน้ำสายหลัก

สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
			(ตร.กม.)	ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1. ปราจีนบุรี ที่อำเภอเมือง ปราจีนบุรี	KGT.1	ปราจีนบุรี	9,209	14°-03'-01"	101°-22'-03"	1966-1969, 1992-1994	241.92	253.41	259.06	553.84	1,019.15	1,244.75	1,052.31	391.50	291.50	264.82	244.00	263.80	6,080.06	20.94
2. ปราจีนบุรีที่ อำเภอกบินทร์บุรี	KGT.3	ปราจีนบุรี	7,502	13°-59'-05"	101°-42'-32"	1965-2013	17.27	91.32	213.47	456.54	729.36	1,004.14	920.49	211.57	58.29	24.12	14.56	13.02	3,754.15	15.87
3. ปราจีนบุรีที่ อำเภอศรีมหาโพธิ	KGT.6	ปราจีนบุรี	7,978	13°-58'-21"	101°-30'-57"	1967-1967, 1969-1980	77.05	90.83	168.78	544.96	640.22	787.67	773.90	148.98	91.21	77.72	73.07	82.39	3,556.78	14.14
4. คลองพระสทึง ที่บ้านเขาฉกรรจ์	KGT.9	สระแก้ว	2,279	13°-40'-10"	102°-04'-35"	1969-2013	13.78	42.10	45.07	73.85	127.58	247.02	199.80	45.12	13.15	7.41	5.14	6.16	826.18	11.50
5. คลองพระสทึง ที่บ้านวังเขียน	KGT.10	สระแก้ว	2,523	13°-48'-29"	102°-03'-35"	1966-2013	8.88	28.35	51.25	72.82	136.28	230.88	210.54	42.69	11.50	6.45	3.86	4.74	808.24	10.16
6. คลองพระปรง ที่บ้านแก้ง	KGT 12	สระแก้ว	1,540	13°-56'-02"	101°-58'-41"	1966-2013	3.94	12.80	25.32	51.17	104.64	171.99	163.38	34.27	10.19	3.90	3.21	2.86	587.67	12.10
7. คลองพระปรง ที่บ้านนาเลง	KGT. 13	ปราจีนบุรี	5,347	13°-58'-04"	101°-44'-20"	1967-1999	6.26	31.36	90.87	202.35	379.55	531.70	580.08	101.18	25.72	7.41	3.65	4.11	1,964.24	11.65
8. คลองพระปรง ที่บ้านสุขภูมิ	KGT.13A	ปราจีนบุรี	4,906	13°-54'-33"	101°-53'-01"	1999-2013	19.26	114.40	110.19	145.78	224.56	452.32	421.42	99.79	12.81	6.11	6.66	7.96	1,621.26	10.48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
			(ตร.กม.)	ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
9. ห้วยยาง ที่บ้านทุ่งแฝก	KGT. 14	ปราจีนบุรี	366	14°-09'-30"	101°-52'-52"	1990-2013	0.51	3.63	8.00	19.44	28.03	38.95	28.90	4.59	1.49	0.76	0.50	0.40	135.20	11.71
10. ห้วยโสมง ที่บ้านโรงเลื่อย โคกอุดม	KGT.15	ปราจีนบุรี	789	14°-02'-37"	101°-47'-30"	1966-1974	0.34	3.25	23.48	98.86	157.48	244.62	109.61	12.66	2.87	1.01	0.46	0.54	655.18	26.33
11. ห้วยโสมง ที่บ้านแก่ง ดินสอ	KGT.15A	ปราจีนบุรี	530	14°-03'-46"	101°-55'-39"	1968-2013	1.54	6.42	19.75	47.33	79.81	109.14	75.00	15.00	4.21	1.40	1.03	1.07	361.70	21.64
12. คลองสียัด ที่บ้านท่าคอย	KGT.18	ฉะเชิงเทรา	951	13°-28'-29"	101°-37'-44"	1969-1999	3.37	7.79	13.43	20.19	38.99	82.66	78.09	13.34	2.07	2.32	2.69	1.94	266.88	8.90
13. คลองหลวง ที่บ้านท่าบุญมี	KGT.19	ชลบุรี	535	13°-23'-17"	101°-20'-40"	1965-2005	2.22	6.69	8.34	9.49	15.80	28.89	35.39	6.07	1.80	0.83	0.60	0.64	116.76	6.92
14. บางปะกง ที่บ้านสร้าง	KGT22	ปราจีนบุรี	Flood Plain	13°-59'-45"	101°-13'-30"	1967-1982, 1984-1987	329.69	325.17	362.51	572.39	820.69	1,019.54	963.51	498.21	381.70	338.15	322.02	355.37	6,288.95	-
15. ประจันตคาม ที่บ้านตะคร้อ	KGT24	ปราจีนบุรี	121	14°-10'-34"	101°-35'-30"	1975-1985	0.47	2.53	17.42	37.07	50.03	32.94	22.49	3.74	1.01	0.44	0.30	1.70	170.14	44.59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

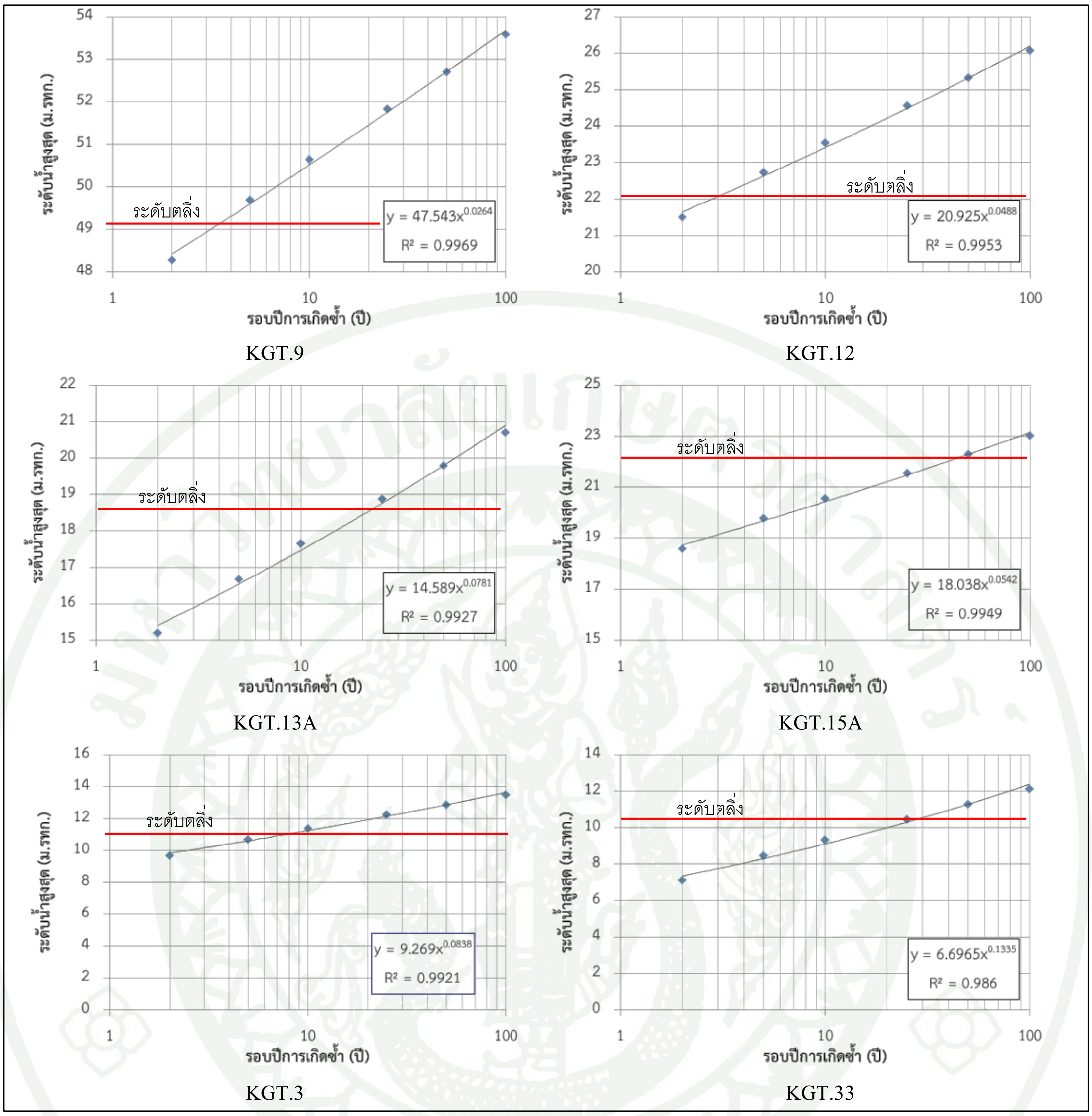
สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
				ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
16. คลองระบม ที่บ้านจำปางาม	KGT25	ฉะเชิงเทรา	243	13°-41'-09"	101°-36-32"	1978-1989	0.71	2.83	6.35	7.35	14.27	17.76	16.08	2.05	0.34	0.26	0.22	0.13	68.35	8.92
17. คลองยาง ที่บ้านคลองยาง	KGT27	นครนายก	45	14°-12'-02"	101°-22'-05"	1983-1998	0.09	0.87	3.51	7.98	12.84	13.08	7.51	1.63	0.49	0.27	0.15	0.09	48.51	34.18
18. คลองพระทอง ที่บ้านพระทอง	KGT29	จันทบุรี	52	13°-07'-04"	102°-13'-22"	1986-2005	6.41	7.44	10.79	6.58	7.71	9.85	10.81	8.03	1.90	1.11	0.56	0.67	71.86	43.82
19. แควน้ำใสที่ บ้านสะพานหิน	KGT33	ปราจีนบุรี	617	14°-07'-56"	101°-43'-52"	2000-2013	5.83	16.15	35.17	76.38	99.80	155.88	105.89	21.29	6.39	3.64	2.44	2.42	531.28	27.30
20. นครนายก ที่เขากระเหรี่ยง	NY.1	นครนายก	520	14°-14'-22"	101°-16'-45"	1955-1972	2.62	16.32	86.79	175.92	203.52	175.02	108.35	43.78	31.54	12.33	3.02	2.49	861.70	52.55
21. คลองท่าด่าน ที่บ้านท่าด่าน	NY.1A	นครนายก	187	14°-18'-27"	101°-19'-40"	1958-1968	0.07	11.48	68.35	107.01	149.69	87.41	30.88	2.64	0.73	0.13	0.01	0.16	458.56	77.76
22. นครนายก ที่เขานางบวช	NY.1B	นครนายก	519	14°-14'-45"	101°-12'-38"	1973-1980, 1991-2013	7.47	20.05	69.13	119.68	168.48	158.38	80.36	36.78	20.01	12.34	8.17	10.13	710.98	43.44
23. คลองบ้านนา ที่บ้านป่าขะ	NY.3	นครนายก	203	14°-17'-10"	101°-04'-16"	1977-2013	0.43	2.49	5.68	12.77	25.55	39.24	29.73	6.86	2.25	1.46	0.76	0.51	127.73	19.95

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
			(ตร.กม.)	ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
24. คลองสมอพัน ที่เหวนรก	NY.4	ปราจีนบุรี	128	14°-17'-45"	101°-23'-47"	1986-2013	0.80	7.50	27.55	53.67	66.87	61.29	27.83	6.71	1.79	0.78	0.45	0.53	255.77	63.36
25. คลองท่าด่าน ที่บ้านสีสุก	NY.5	นครนายก	186	14°-18'-30"	101°-20'-00"	1986-1990	0.18	4.79	26.44	37.33	56.44	52.92	35.88	2.99	0.47	0.32	0.07	0.05	217.88	37.14
26. คลองบ้านนา ที่บ้านชะอม	NY.6	สระบุรี	116	14°-24'-34"	101°-07'-30"	1988-2013	1.99	3.47	5.60	7.08	13.12	19.63	11.37	3.95	1.37	0.65	0.32	0.16	68.71	18.78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 ผลการวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำสูงสุดด้วยวิธีแจกแจงความถี่แบบกัมเบล ที่สถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณตะกอน จากการศึกษาข้อมูลปริมาณตะกอนที่สำรวจโดยกรมชลประทาน มีปริมาณตะกอนเฉลี่ย 0.11 ล้านตันต่อปี และได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนรายปีเฉลี่ยกับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ดังนี้

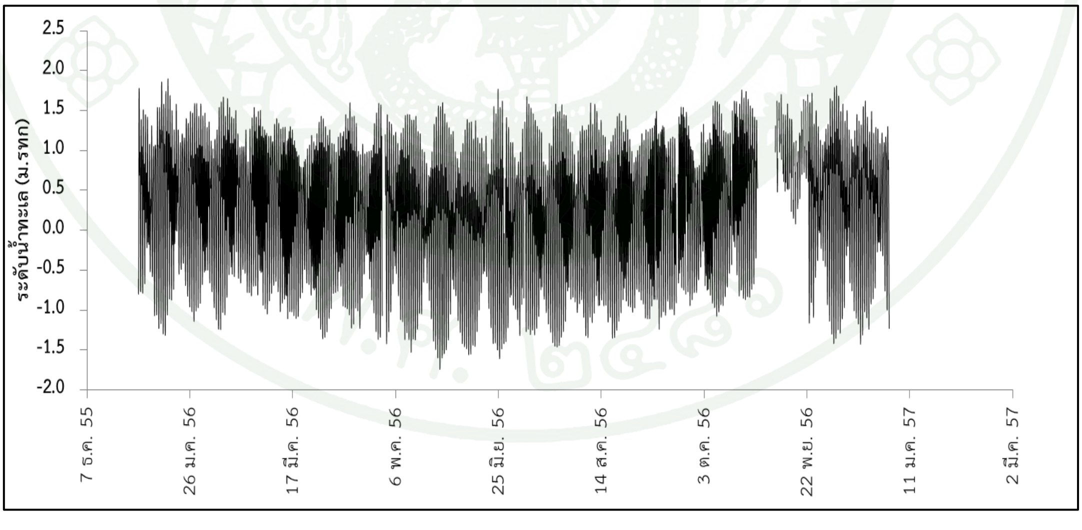
$$S = 28.43\,A^{1.069} \qquad R^2 = 0.872 \qquad (2)$$

เมื่อ S = ปริมาณตะกอนรายปีเฉลี่ย (ตัน)

A = พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)

1.4.2 การขึ้นลงของระดับน้ำทะเล

จากการศึกษาถึงลักษณะการขึ้นลงของน้ำในแม่น้ำบางปะกง พบว่า แม่น้ำบางปะกงมีการขึ้นลงของน้ำตามอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล จากการวิเคราะห์ข้อมูลการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลที่สถานีวัดระดับน้ำของกรมเจ้าท่าในช่วงปี 2548 ถึง 2556 พบว่าระดับน้ำทะเลสูงสุดและต่ำสุด ที่ปากแม่น้ำจะอยู่ที่ +4.51 ม.รทก. และ –1.86 ม.รทก. ตามลำดับ โดยตัวอย่างลักษณะการขึ้นลงของระดับน้ำที่ปากแม่น้ำบางปะกงจะเป็นไปตามภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ตัวอย่างระดับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ปี พ.ศ. 2556

ที่มา: กรมเจ้าท่า (ม.ป.ป.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากข้อมูลที่รวบรวมได้จะนำมาวิเคราะห์การขึ้นลงของน้ำทะเลเพื่อหาคุณสมบัติของคลื่นในช่วงเวลาที่ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และช่วงเวลาที่น้ำทะเลลดลง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของคลื่นที่เรียกว่า วิธีการวิเคราะห์ฮาร์โมนิค (Harmonic Analysis) ซึ่งมีลักษณะสมการดังนี้

$$h = Ao + \sum Ai \sin\left(\frac{2\pi t}{Ti} + Di\right) \qquad (3)$$

โดย h หมายถึง ระดับน้ำขึ้นลง

Ao หมายถึง ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำเฉลี่ยกับระดับน้ำทะเลปานกลาง

Ai,Di หมายถึง แอมปลิจูด (Amplitude) และมุมเฟส (Phase Angle) ขององค์ประกอบฮาร์โมนิคที่ i

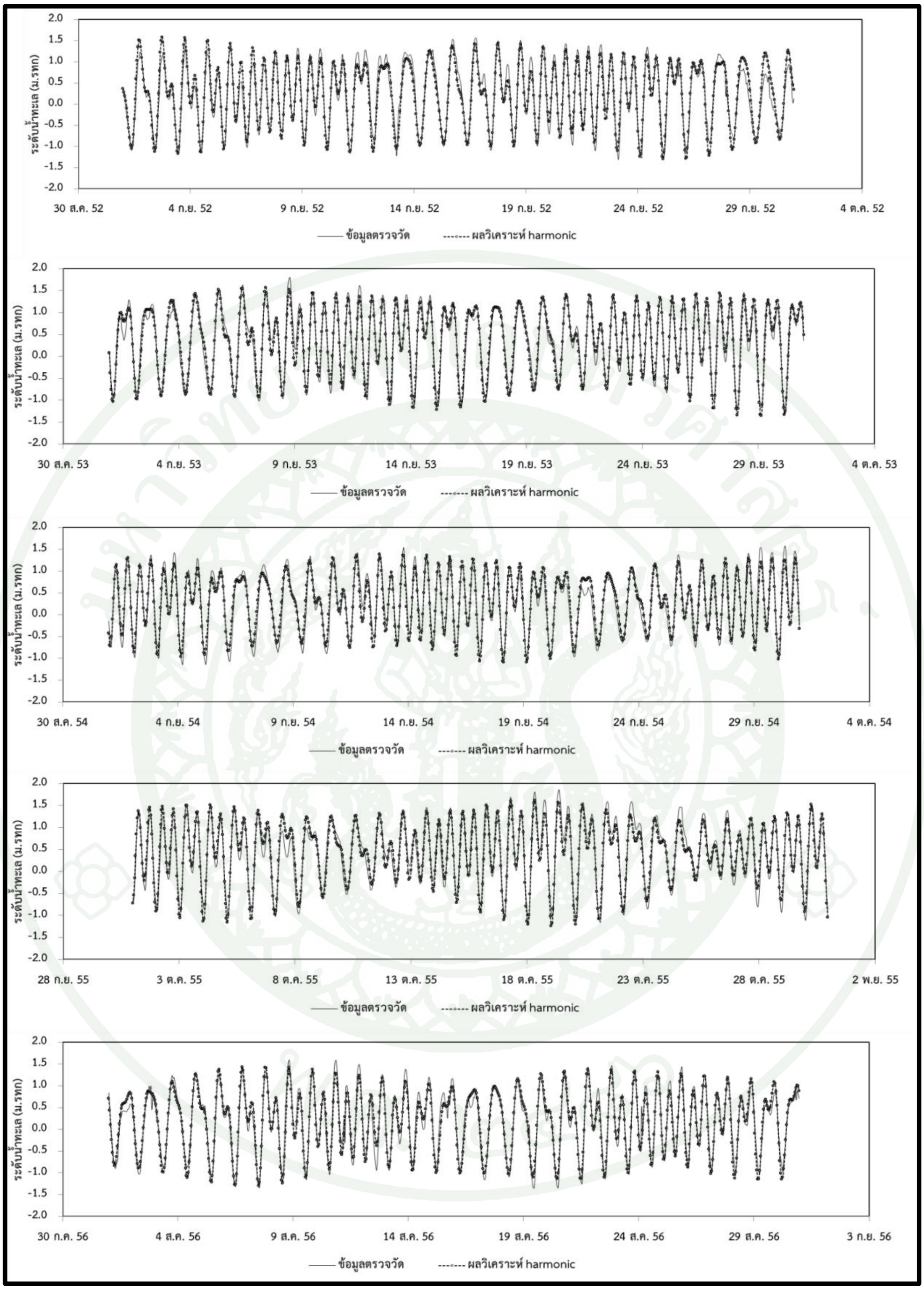
Ti หมายถึง คาบ (Period) องค์ประกอบที่ i

ผลการวิเคราะห์ฮาร์โมนิคเปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดการขึ้นลงน้ำทะเลแสดงตัวอย่างในภาพที่ 14

1.4.3 แหล่งน้ำผิวดิน

จากการรวบรวมข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่า มีโครงการแหล่งน้ำผิวดินทั้งขนาดใหญ่และกลางจำนวน 33 แห่ง และมีปริมาณเก็บกัก 803.7 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รับประโยชน์ประมาณ 1.70 ล้านไร่ มีโครงการขนาดเล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 307 โครงการ มีพื้นที่รับประโยชน์ประมาณ 0.37 ล้านไร่ และแผนการพัฒนาศักยภาพแหล่งน้ำผิวดินของกรมชลประทานรวมทั้งสิ้น 100 โครงการ มีปริมาณน้ำเก็บกัก 165 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รับประโยชน์เพิ่มขึ้นรวม 0.205 ล้านไร่ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์การขึ้นลงของระดับน้ำทะเลด้วยวิธี Harmonic

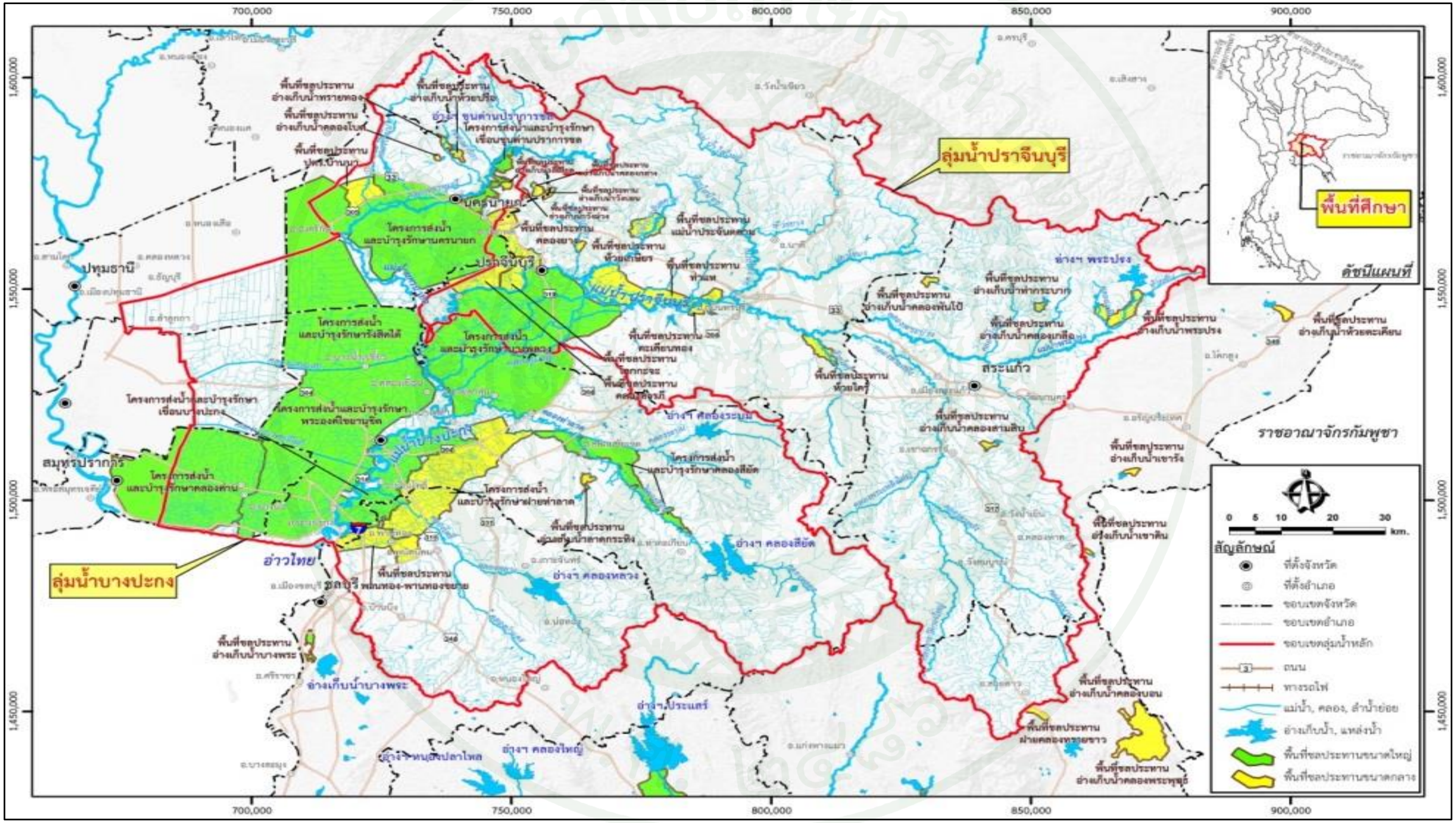
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในปัจจุบันและที่มีศักยภาพในการพัฒนา

ลุ่มน้ำหลัก/ ลุ่มน้ำสาขา	โครงการ	จำนวน โครงการ	ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ ชลประทาน/ พื้นที่รับ ประโยชน์ (ไร่)
สภาพปัจจุบัน				
ลุ่มน้ำบางปะกง	โครงการขนาดใหญ่และขนาดกลาง	17	607.6	1,253,495
	โครงการขนาดเล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	161	-	195,663
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	โครงการขนาดใหญ่และขนาดกลาง	16	196.1	450,877
	โครงการขนาดเล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	146	-	175,600
รวมสภาพปัจจุบัน	โครงการขนาดใหญ่และขนาดกลาง	33	803.7	1,704,372
	โครงการขนาดเล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	307		371,263
สภาพอนาคต				
ลุ่มน้ำบางปะกง	โครงการขนาดใหญ่และขนาดกลาง	3	92	70,300
	โครงการขนาดเล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	22	1	22,320
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	โครงการขนาดใหญ่และขนาดกลาง	3	62	56,000
	โครงการขนาดเล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	72	9	56,130
รวมสภาพอนาคต	โครงการขนาดใหญ่และขนาดกลาง	6	154	126,300
	โครงการขนาดเล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	94	11	78,450

ที่มา: กองแผนงาน กรมชลประทาน (ม.ป.ป.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 โครงการชลประทานในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) โครงการชลประทานขนาดใหญ่ หมายถึง งานชลประทานอเนกประสงค์ที่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านการเกษตร การอุปโภคบริโภค การบรรเทาอุทกภัย การอุตสาหกรรม การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ การคมนาคม แหล่งเพาะพันธ์ประมงน้ำจืด แหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ และอื่นๆ ในแต่ละโครงการมีงานก่อสร้างหลายประเภท เช่น เขื่อนเก็บกักน้ำเขื่อนหรือฝายทดน้ำ การสูบน้ำ ระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำ ระบบชลประทานในแหล่งน้ำ ถ้าเป็นการก่อสร้างประเภทเขื่อนเก็บกักน้ำ สามารถเก็บกักน้ำได้มากกว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือมีพื้นที่อ่างเก็บน้ำตั้งแต่ 15 ตารางกิโลเมตร หรือมีพื้นที่ชลประทานมากกว่า 80,000 ไร่

2) โครงการชลประทานขนาดกลาง หมายถึง โครงการชลประทานที่มีขนาดเล็กกว่าโครงการชลประทานขนาดใหญ่ โดยต้องเป็นโครงการที่มีการจัดทำรายงายงานความเหมาะสมแล้ว มีปริมาตรเก็บกักน้ำน้อยกว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่เก็บกักน้ำน้อยกว่า 15 ตารางกิโลเมตร หรือมีพื้นที่ชลประทานน้อยกว่า 80,000 ไร่ ซึ่งจะเป็นงานก่อสร้างอาคารชลประทานประเภทต่างๆ อาทิ เขื่อนเก็บกักเขื่อนทดน้ำ ฝาย โรงสูบน้ำ ระบบส่งน้ำและระบายน้ำ ฯลฯ รวมทั้งงานก่อสร้างทางลำเลียงผลผลิตและงานแปรสภาพลำน้ำ

3) โครงการชลประทานขนาดเล็ก หมายถึง งานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กที่กรมชลประทานได้เริ่มก่อสร้างมาตั้งแต่ พ.ศ.2520 เพื่อแก้ปัญหาหรือบรรเทาความเดือดร้อนเกี่ยวกับเรื่องน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภคและการเกษตร ซึ่งความจำเป็นขั้นพื้นฐานของราษฎรในชนบทหรือพื้นที่ที่ห่างไกล รวมทั้งการแก้ไขบรรเทาความเดือดร้อนจากอุทกภัยและน้ำเค็มที่ขึ้นถึงพื้นที่เพาะปลูก โดยการก่อสร้างอาคารชลประทานขนาดเล็กประเภทต่างๆ ให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศและปัญหาที่เกิดขึ้นตามความความต้องการของราษฎร

1.5 สภาพทางอุทกธรณีวิทยา

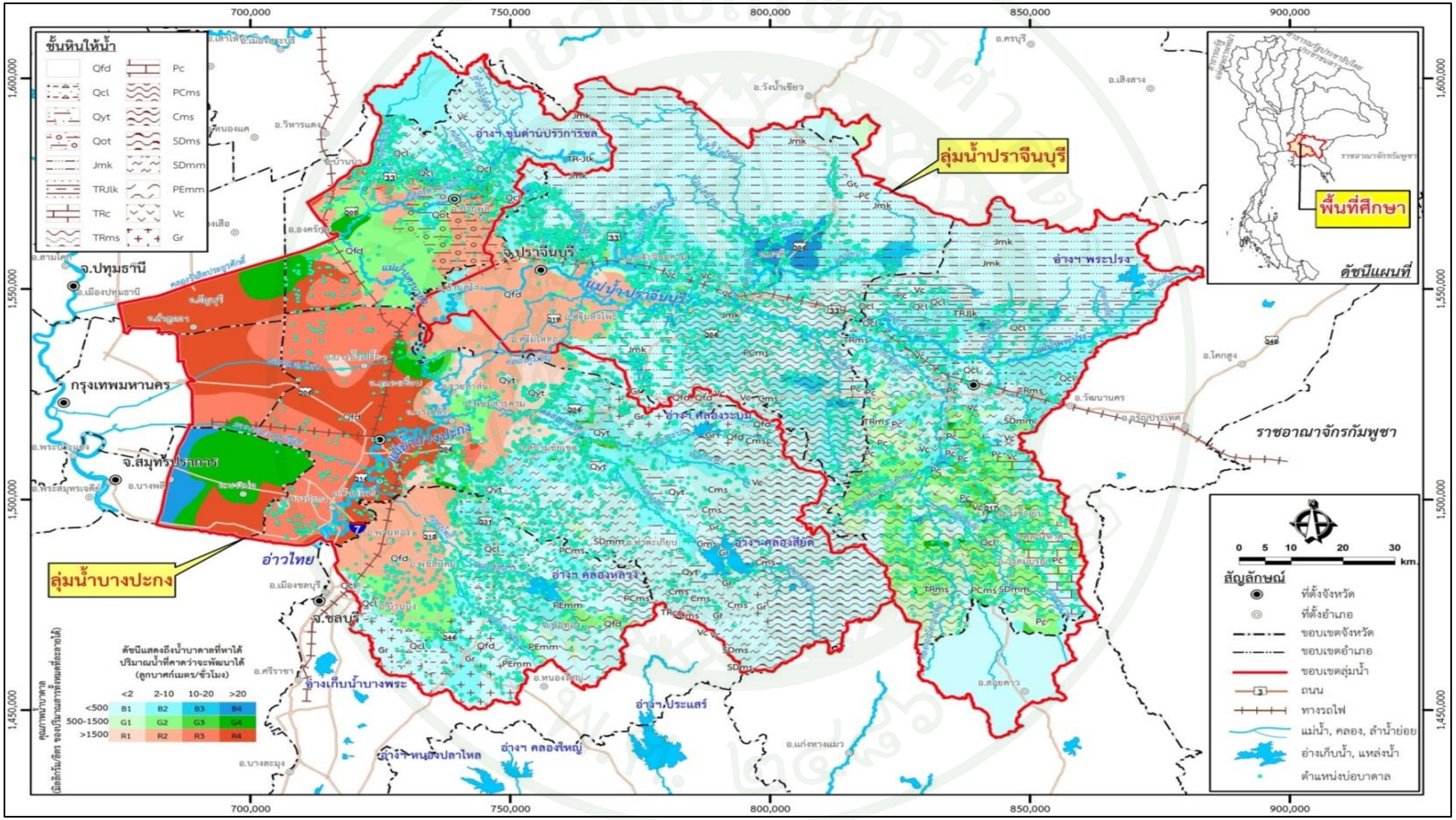
จากการรวบรวมข้อมูลแผนที่อุทกวิทยาระดับภาค มาตราส่วน 1:500,000 ของกรมทรัพยากรธรณี แสดงศักยภาพน้ำบาดาลดังภาพที่ 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.6 การปกครองและประชากร

พื้นที่ศึกษาศึกษามีพื้นที่เกี่ยวเนื่องในหลายจังหวัด มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 6 และมีขอบเขตการปกครองดังแสดงในภาพที่ 17 โดยประชากรและความหนาแน่นของประชากรศึกษาในลุ่มน้ำบางปะกงตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547-2557 พบว่า ประชากรและความหนาแน่นของประชากรศึกษาในลุ่มน้ำปราจีนบุรีตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547-2557 พบว่า ในปี 2557 จังหวัดที่มีความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่สูง ได้แก่ จังหวัดปราจีนบุรี รองลงได้แก่ จังหวัดสระแก้ว และจันทบุรี เป็นต้น รายละเอียดประชากรและความหนาแน่นของประชากรแสดงดังตารางที่ 7 และ 8 และความหนาแน่นของประชากรแสดงดังภาพที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



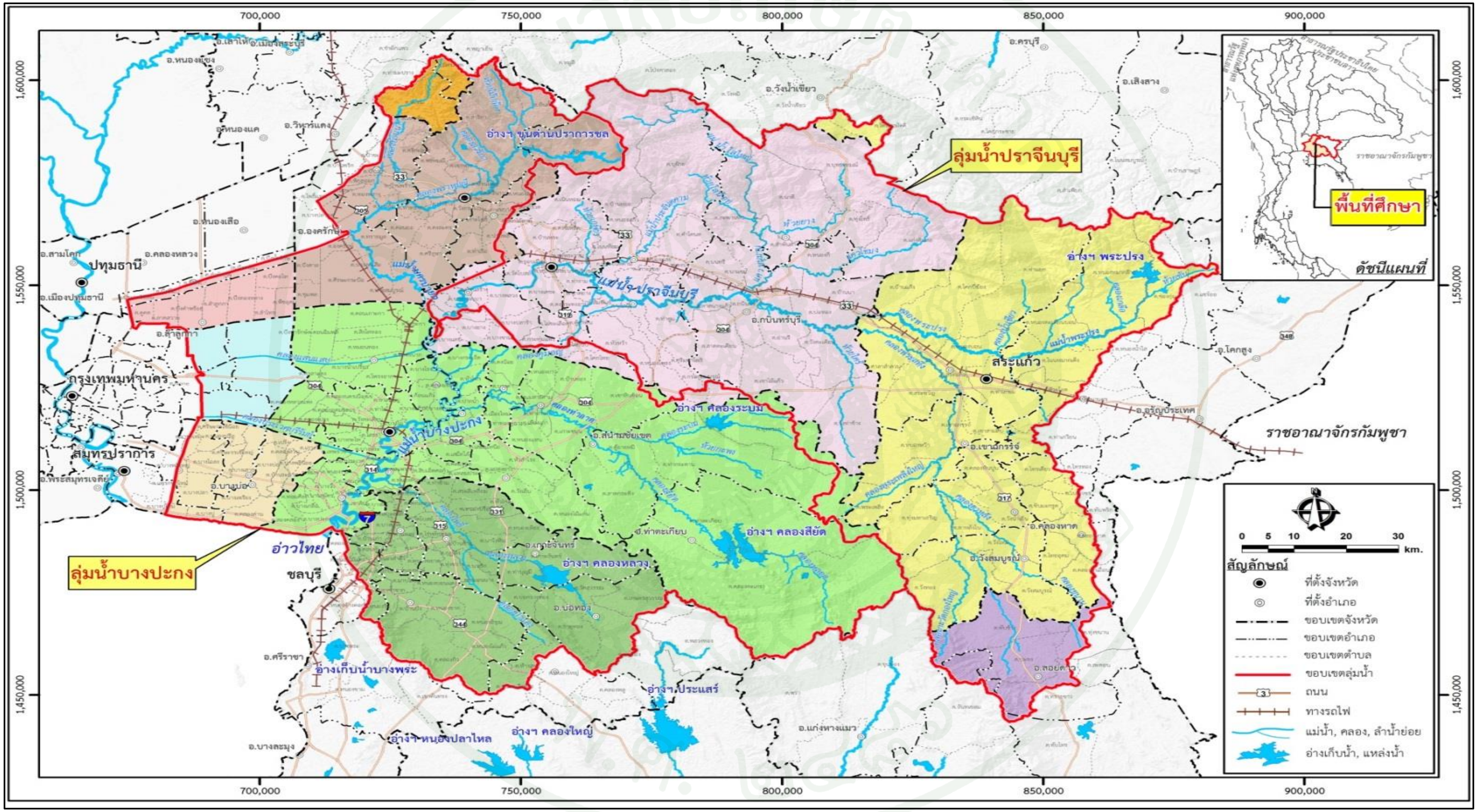
ภาพที่ 16 ศักยภาพน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 พื้นที่จำแนกตามขอบเขตการปกครองในลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง

ลุ่มน้ำ/จังหวัด	จำนวน					ขนาดพื้นที่	
	จังหวัด	อำเภอ/เขต	เทศบาลเมือง	เทศบาลตำบล	ตำบล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของพื้นที่
ลุ่มน้ำบางปะกง	11	45	6	20	252	15,577.026	100.00
1.1 ฉะเชิงเทรา		11	1	7	88	5,238.309	33.63
1.2 ชลบุรี		8		9	53	3,187.819	20.46
1.3 นครนายก		4	1	-	40	2,143.230	13.76
1.4 ปราจีนบุรี		6	-	-	18	1,329.984	8.54
1.5 สระแก้ว		2	-	-	2	347.116	2.23
1.6 กรุงเทพฯ		6	-	-	22	578.273	3.71
1.7 ปทุมธานี		1	4	1	8	419.064	2.69
1.8 สมุทรปราการ		3	-	2	15	599.703	3.85
1.9 นครราชสีมา		1	-	1	1	478.900	3.07
1.10 จันทบุรี		1	-	-	2	856.799	5.50
1.11 สระบุรี		2	-	-	3	397.829	2.55
ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	7	27	1	3	126	17,794.836	100.00
2.1 ฉะเชิงเทรา		3	-	-	5	2,392.759	13.45
2.2 นครนายก		2	-	-	6	572.359	3.22
2.3 ปราจีนบุรี		7	1	-	64	4,983.174	28.00
2.4 สระแก้ว		7	-	1	36	5,054.814	28.41
2.5 นครราชสีมา		4	-	1	9	2,804.187	15.76
2.6 จันทบุรี		3	-	1	5	1,606.043	9.03
2.7 บุรีรัมย์		1	-	-	1	381.500	2.14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ขอบเขตการปกครองที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

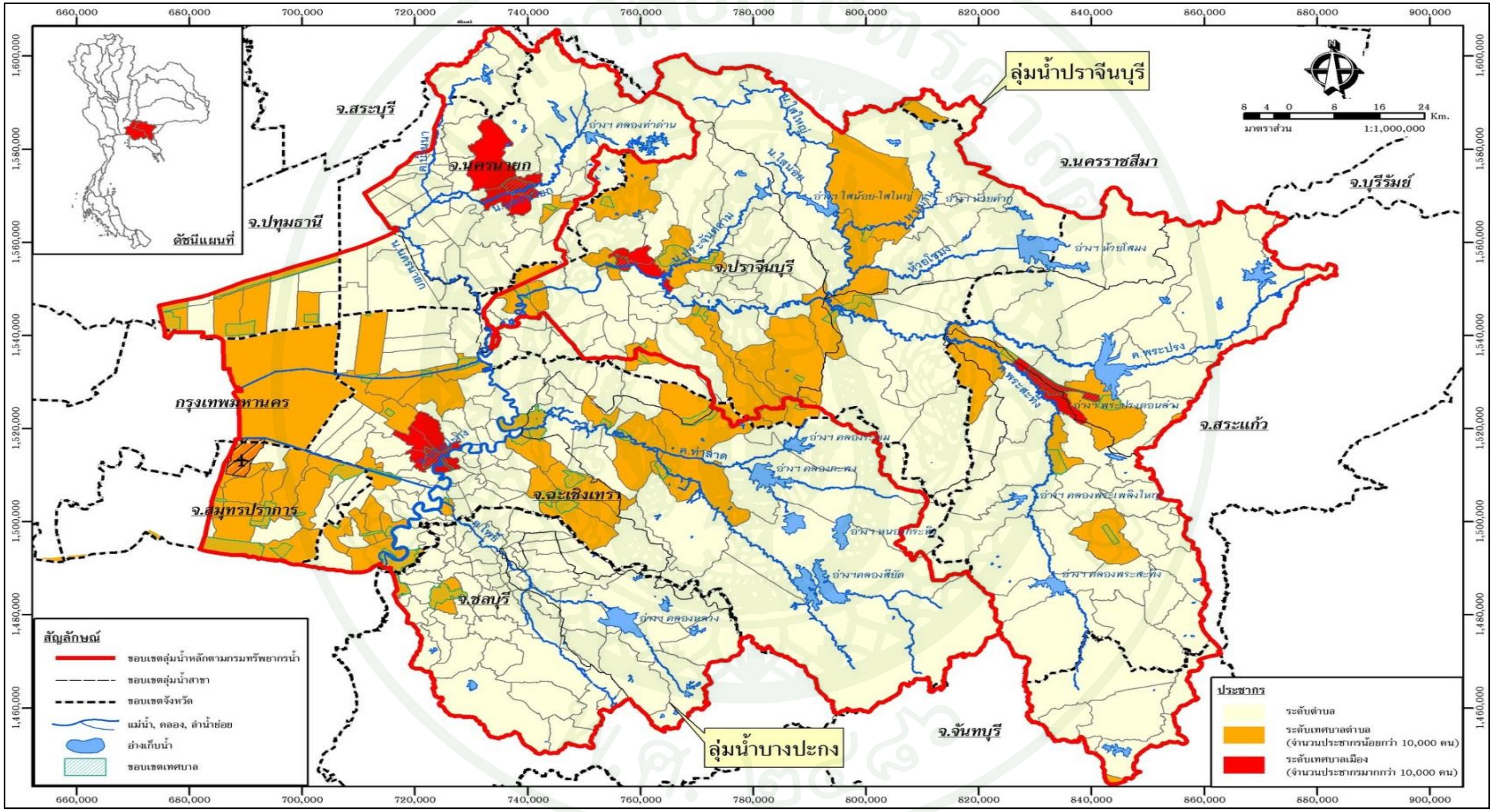
ตารางที่ 7 ความหนาแน่นของประชากรศึกษาในลุ่มน้ำบางปะกงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2557

จังหวัด	พื้นที่	2547		2552		2557	
	(ตร.กม.)	ประชากร	คน/ตร.กม.	ประชากร	คน/ตร.กม.	ประชากร	คน/ตร.กม.
รวม	15,577.025	2,635,117	169.17	2,801,664	179.86	3,018,618	193.79
ฉะเชิงเทรา	5,238.309	584,799	111.64	600,013	114.54	625,227	119.36
ชลบุรี	3,187.819	451,433	141.61	479,082	150.29	513,262	161.01
ปราจีนบุรี	1,329.984	92,541	69.58	96,244	72.36	99,256	74.63
สระแก้ว	347.116	30,080	86.66	29,696	85.55	30,211	87.03
กรุงเทพฯ	578.273	657,267	1,136.60	660,724	1,142.58	721,818	1,248.23
ปทุมธานี	419.064	271,457	647.77	339,388	809.87	375,255	895.46
สมุทรปราการ	599.703	263,913	440.07	306,969	511.87	354,976	591.92
นครราชสีมา	478.900	18,458	38.54	18,880	39.42	19,876	41.50
จันทบุรี	856.799	19,301	22.53	20,833	24.31	22,470	26.23
สระบุรี	397.829	16,511	41.50	17,387	43.70	17,911	45.02

ตารางที่ 8 ความหนาแน่นของประชากรศึกษาในลุ่มน้ำปราจีนตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547-2557

จังหวัด	พื้นที่	2547		2552		2557	
	(ตร.กม.)	จำนวน	คน/ตร.กม.	จำนวน	คน/ตร.กม.	จำนวน	คน/ตร.กม.
รวมทั้งหมด	17,794.835	993,905	55.85	1,020,226	57.33	1,048,147	58.90
ฉะเชิงเทรา	2392.759	96,599	40.37	100,513	42.01	104,008	43.47
นครนายก	572.359	23,515	41.08	23,505	41.07	23,426	40.93
ปราจีนบุรี	4983.174	402,577	80.79	417,727	83.83	433,459	86.98
สระแก้ว	5054.814	335,295	66.33	337,612	66.79	333,524	65.98
นครราชสีมา	2804.187	60,394	21.54	62,001	22.11	65,014	23.18
จันทบุรี	1606.043	66,011	41.10	68,435	42.61	77,718	48.39
บุรีรัมย์	381.500	9,514	24.94	10,433	27.35	10,998	28.83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 แผนที่แสดงการกระจายความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

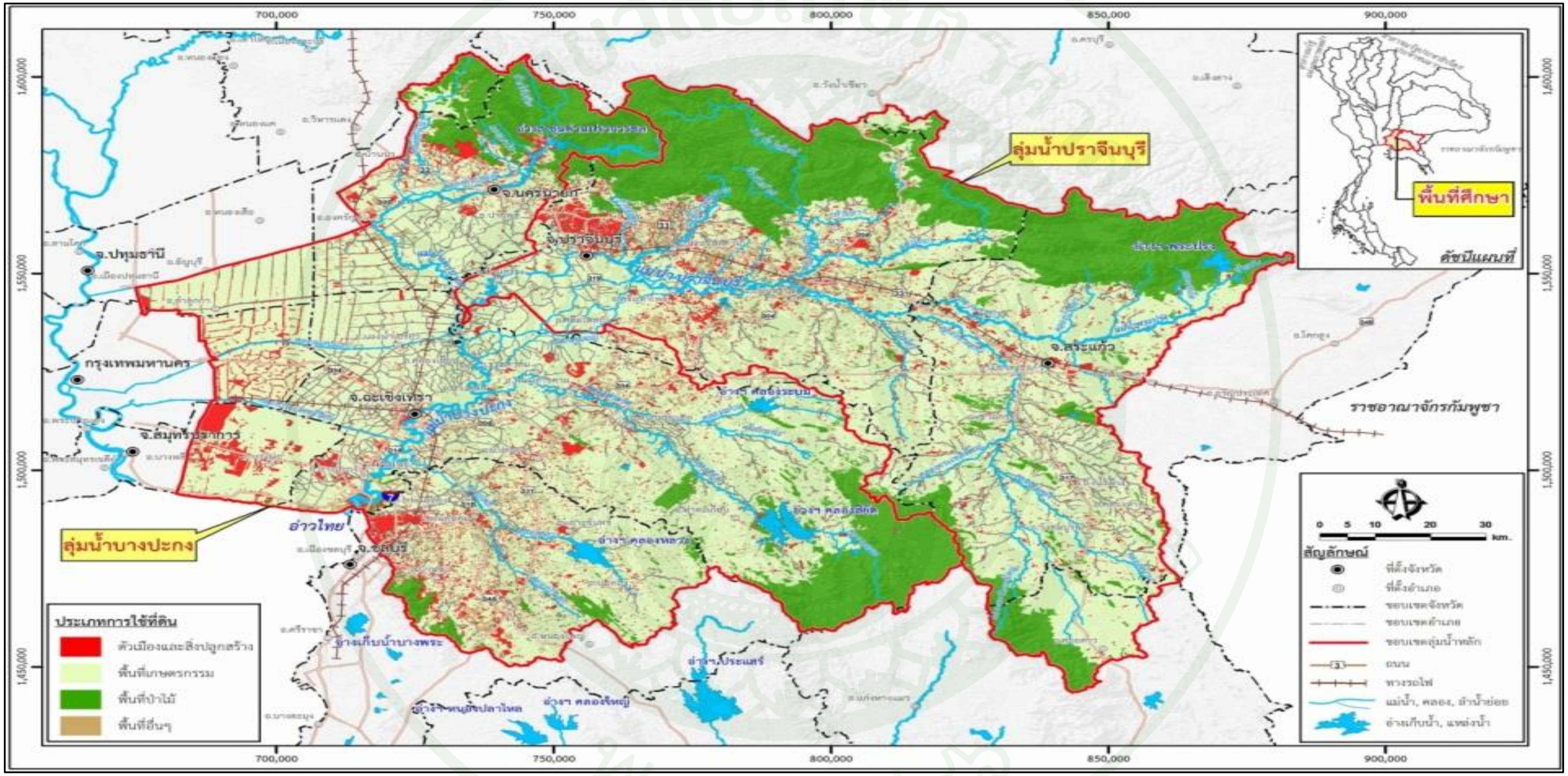
การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2556 ซึ่งจัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และนำมาจัดกลุ่มการ ใช้ที่ดินของพื้นที่ศึกษาออกเป็น 6 ประเภทหลัก ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เมือง-ชุมชน พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 9 และภาพที่ 19

ตารางที่ 9 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ประเภท	ลุ่มน้ำปราจีนบุรี		ลุ่มน้ำบางปะกง	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม	5,586.46	57.88	7,304.26	68.22
พื้นที่ป่าไม้	2,855.84	29.59	1,655.99	15.47
พื้นที่เมือง-ชุมชน	571.58	5.92	953.18	8.90
พื้นที่อุตสาหกรรม	57.05	0.59	153.79	1.44
แหล่งน้ำ	173	1.79	231.23	2.16
พื้นที่อื่นๆ (พื้นที่บ่อปลา นากุ้ง บ่อลูกรัง)	407.51	4.22	408.87	3.82
รวม	9,651.44	100.00	10,707.52	100.00

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำปราจีนบุรี รายอำเภอ ปี พ.ศ. 2556

ที่มา: แผนที่การใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.8 การเกษตร อุตสาหกรรม

1) การเกษตร

การเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี มีการปลูกข้าวมากที่สุด รองลงมาคือ พืชไร่ (มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และอ้อยโรงงาน) ไม้ยืนต้น (ยูคาลิปตัส และยางพารา) และไม้ผลยืนต้น (มะม่วง มะพร้าว และไม้ผลผสม) รายละเอียดการปลูกพืชแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การปลูกพืชในปัจจุบันของพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ลุ่มน้ำ	พื้นที่การเกษตร (ไร่)			
	นาข้าว	พืชไร่	ไม้ยืนต้น	ไม้ผลยืนต้น
บางปะกง	2,035,131	745,381	938,256	206,838
ปราจีนบุรี	988,069	1,374,131	890,819	124,325

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัด (2556)

ด้านการเลี้ยงสัตว์ มีการเลี้ยงสัตว์ เช่น โคเนื้อ โคนม กระบือ สุกร ไก่เนื้อ ไก่ไข่ ไก่พื้นเมือง และเป็ด และด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการประมง เป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นการเลี้ยงกุ้งและการเลี้ยงปลาน้ำจืด โดยพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอบางปะกง บ้านโพธิ์ บางน้ำเปรี้ยว บางคล้า และอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา อำเภอบางเสาธง บางพลี อำเภอพานทอง และอำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี อำเภอองค์รักษ์ และอำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก อำเภอบางเสาธง บางพลี และอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และพื้นที่ใกล้ปากแม่น้ำบางปะกง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) อุตสาหกรรม

จากการรวบรวมข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ จังหวัดฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี ชลบุรี และสระแก้ว ซึ่งสามารถสรุปโรงงานอุตสาหกรรมแยกเป็นรายจังหวัดโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1) จังหวัดฉะเชิงเทรา

จากข้อมูลสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดฉะเชิงเทรา (2557) พบว่าจังหวัดฉะเชิงเทรา มีโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น จำนวน 1,700 แห่ง มีการจ้างงาน 127,631 คน เงินลงทุน 284,698.13 ล้านบาท

จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ จำนวน 219 แห่ง รองลงมาคืออุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 188 แห่ง และอุตสาหกรรมขนส่ง จำนวน 150 แห่ง ตามลำดับ

จำนวนเงินลงทุนอุตสาหกรรม

ปัจจุบันพบว่าจำนวนเงินลงทุนภาคอุตสาหกรรมจังหวัดฉะเชิงเทรามีเพิ่มขึ้นทุกปีเมื่อพิจารณาลำดับความสำคัญตามสาขาอุตสาหกรรมในด้านเงินลงทุน สาขาอุตสาหกรรมที่มีเงินลงทุนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ อุตสาหกรรมขนส่ง จำนวน 74,361.18 ล้านบาท อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล จำนวน 31,371.80 ล้านบาท และอุตสาหกรรมโลหะ จำนวน 25,363.61 ล้านบาท

สำหรับในช่วง ปี 2557 สาขาอุตสาหกรรมที่มีการลงทุนเพิ่มขึ้นและมีเงินลงทุนมาก คือ สาขาอุตสาหกรรมผลิตขนส่ง มีจำนวนเงินลงทุนเพิ่มขึ้นรวม 27,731.21 ล้านบาท รองลงมา คือ สาขาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะมีจำนวนเงินลงทุนเพิ่มขึ้นรวม 354.62 ล้านบาท ได้แก่ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลมีจำนวนเงินลงทุนเพิ่มขึ้น 286.00 ล้านบาท และสาขาอุตสาหกรรมไฟฟ้า มีจำนวนเงินลงทุนเพิ่มขึ้นรวม 178.15 ล้านบาท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุตสาหกรรมที่มีศักยภาพของจังหวัด

ประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ พิจารณาจากเงินลงทุน คือ เป็นอุตสาหกรรมที่มีจำนวนเงินลงทุนสูง และมีการจ้างแรงงานที่ช่วยสร้างงานสร้างรายได้ให้กับประชาชนในท้องถิ่นได้จำนวนมาก ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ผลิตชิ้นส่วนและประกอบรถยนต์ ผลิตภัณฑ์พลาสติก เฟอร์นิเจอร์และผลิตภัณฑ์จากไม้ อุตสาหกรรมเหล็กและโครงสร้าง ผลิตภัณฑ์คอนกรีต อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมอาหารและการแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมเครื่องแต่งกาย

2.2) จังหวัดปราจีนบุรี

จากรายงานบรรยายสรุปจังหวัดปราจีนบุรี 2556 พบว่า สถานภาพของอุตสาหกรรมในจังหวัดปราจีนบุรี ณ วันที่ 30 กันยายน 2553 มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม 715 โรง มีเงินลงทุนจำนวน 153,997 ล้านบาท มีการจ้างงาน 91,087 คน

โดยมีเขตประกอบการอุตสาหกรรมจำนวน 2 แห่ง ได้แก่

เขตประกอบการอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี มีพื้นที่ 2,563 ไร่ จำนวนโรงงาน 59 โรง

เขตประกอบการอุตสาหกรรมปราจีนบุรี อินดัสเตรียล ปาร์ค มีพื้นที่ 1,436 ไร่ จำนวนโรงงาน 1 โรงสวนอุตสาหกรรมจำนวน 3 แห่ง ได้แก่

อุตสาหกรรมที่สำคัญของจังหวัดปราจีนบุรี

(1) อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์

มีจำนวนโรงงาน 41 โรง มีเงินลงทุนจำนวน 16,539 ล้านบาท มีการจ้างงาน 6,299 คน เป็นกิจการเกี่ยวกับรถยนต์ หรือรถพ่วง รถจักรยานยนต์ เครื่องยนต์รถพ่วง หรือส่วนประกอบ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) อุตสาหกรรมกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ

มีจำนวนโรงงาน 21 โรง มีเงินลงทุนจำนวน 32,111 ล้านบาท มีการจ้างงาน 3,042 คน เป็นอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงในการผลิตเยื่อกระดาษ กระดาษแข็ง ภาชนะจากกระดาษ และกระดาษกราฟ เป็นต้น จังหวัดปราจีนบุรีมีวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะไม้ยูคา-ลิปตัส มีการส่งเสริมการปลูกในแถบจังหวัดสระแก้ว ฉะเชิงเทรา และในบางพื้นที่ของจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น สุรินทร์ บุรีรัมย์ อุบลราชธานี โรงงานผลิตกระดาษที่สำคัญในจังหวัดปราจีนบุรี ได้แก่ บริษัทในเครือแอ๊ดวานซ์ อะโกร จำกัด (มหาชน)

(3) อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

มีจำนวนโรงงาน 38 โรง มีเงินลงทุนจำนวน 30,977 ล้านบาท มีการจ้างงาน 17,171 คน เป็นกิจการเกี่ยวกับการผลิต ประกอบ ดัดแปลงเครื่องมือ หรือเครื่องไฟฟ้า เครื่องรับวิทยุ โทรทัศน์ เครื่องกระจายเสียง เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฮาร์ดดิสก์ไดร์ เป็นต้น การประกอบกิจการส่วนใหญ่เป็นลักษณะรับจ้างผลิตให้กับผู้ผลิตรายใหญ่ เช่น บริษัท ฮิตาชิ โกบอลสตอเรจ เทคโนโลยี (ปทท.) จำกัด บริษัท ยาโน่ อิเล็กทรอนิกส์ (ปทท.)

(4) อุตสาหกรรมอาหาร

มีจำนวนโรงงาน 54 โรง มีเงินลงทุนจำนวน 3,280 ล้านบาท มีการจ้างงาน 5,654 คน เป็นอุตสาหกรรมที่นำผลผลิตจากภาคเกษตร ซึ่งได้แก่ ปศุสัตว์ และประมง มาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตโดยอาศัยเทคโนโยลีต่างๆ ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภค หรือการนำไปใช้ในขั้นต่อไป และเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตจากพืช ปศุสัตว์ และประมง โดยผ่านกระบวนการแปรรูปขั้นต้น หรือขั้นกลางเป็นสินค้ากึ่งสำเร็จรูป หรือขั้นปลายที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

(5) อุตสาหกรรมสิ่งท่อและเครื่องนุ่งห่ม

มีจำนวนโรงงาน 31 โรง มีเงินลงทุนจำนวน 14,346 ล้านบาท มีการจ้างงาน 7,477 คน เป็นกิจการเกี่ยวกับสิ่งท่อและเสื้อผ้าสำเร็จรูป เครื่องแต่งกาย (ไม่ใช่รองเท้า)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(6) อุตสาหกรรมพลาสติก

มีจำนวนโรงงาน 46 โรง มีเงินลงทุนจำนวน 5,930 ล้านบาท มีการจ้างงาน 4,266 คน เป็นกิจการเกี่ยวกับการบด ย่อยพลาสติก ฉีดพลาสติก ผลิตภาชนะ บรรจุภัณฑ์ ทำผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า กระสอบ ผ้าผืนพลาสติก ถุงพลาสติก แผ่นพลาสติก ท่อพี.วี.ซี.ทำเม็ดพลาสติก ทำแม่พิมพ์พลาสติก ผลิตพลาสติกใช้เป็นฉนวนกันความร้อน ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าป้อนเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ โรงงานผลิตปุ๋ย โรงงานน้ำตาล เป็นต้น

สถิติจำนวนโรงงานแยกตามหมวดอุตสาหกรรม ของจังหวัดปราจีนบุรี ปี 2553 แสดงในตารางที่ 11

2.3) จังหวัดนครนายก

โรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายก ณ เดือนกันยายน 2557 มีจำนวนโรงงานทั้งสิ้น 317 โรงงาน เงินลงทุน 9,317,171,322 บาท มีจ้างงาน 12,755 คน จำแนกเป็นชาย 7,701 คน หญิง 5,054 คน กำลังเครื่องจักรรวมทั้งสิ้น 140,048.92 แรงม้า ตารางที่ 12 แสดงสถิติโรงงานอุตสาหกรรมของจังหวัดนครนายกแสดงดังตารางที่ 12 และภาพที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 สถิติจำนวนโรงงานแยกตามหมวดอุตสาหกรรม ของจังหวัดปราจีนบุรี ปี 2553

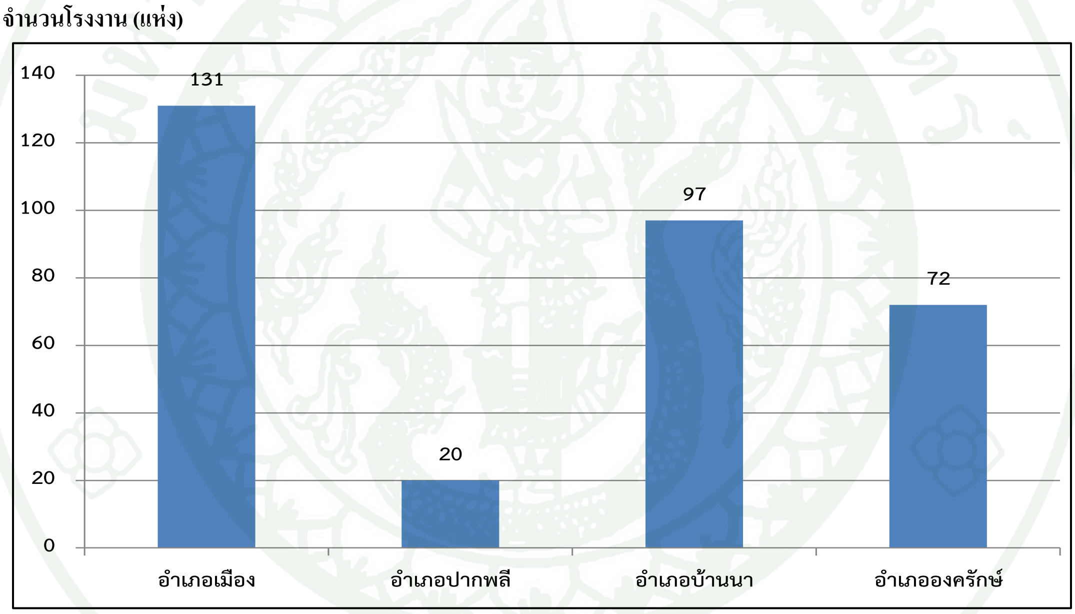
ที่	รายการ	จำนวน	เงินลงทุน (ล้านบาท)	ชาย	หญิง	รวม	แรงม้า
1	อุตสาหกรรมการเกษตร	72	1,342.14	642	366	1,008	47194.01
2	อุตสาหกรรมอาหาร	54	3,280.84	1,691	3,963	5,654	109343.93
3	อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม	6	1,027.40	557	933	1,490	76320.28
4	อุตสาหกรรมสิ่งทอ	31	14,346.39	2,498	4,979	7,477	122371.13
5	อุตสาหกรรมเครื่องแต่งกาย	19	2,887.52	1,715	8,404	10,119	14017.51
6	อุตสาหกรรมเครื่องหนัง	17	2,324.81	1,911	3,330	5,241	27104.49
7	อุตสาหกรรมไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	25	2,549.51	463	284	747	40972.96
8	อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน	21	415.33	930	654	1,584	13022.03
9	อุตสาหกรรมกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ	21	32,111.79	2,475	567	3,042	554266.40
10	อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์	4	574.00	585	84	669	3083.09
11	อุตสาหกรรมเคมี	19	1,681.70	491	277	768	17599.58
12	อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและผลิตภัณฑ์	6	107.59	64	7	71	7230.96
13	อุตสาหกรรมยาง	9	2,219.02	1,127	961	2,088	79861.69
14	อุตสาหกรรมพลาสติก	46	5,930.73	2,166	2,060	4,226	80430.01
15	อุตสาหกรรมอโลหะ	41	1,323.84	595	131	726	20129.30
16	อุตสาหกรรมโลหะ	17	2,941.28	1,061	299	1,360	133577.25
17	อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ	45	2,957.78	4,216	1,184	5,400	54541.52
18	อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล	28	9,888.37	6,423	4,944	1,1367	110973.15
19	อุตสาหกรรมไฟฟ้า	38	30,977.14	4,128	13,043	1,7171	111139.16
20	อุตสาหกรรมขนส่ง	41	16,602.63	2,374	1,925	4,299	87429.98
21	อุตสาหกรรมอื่นๆ	155	16,539.97	3,253	1,412	4,665	851105.64
	รวม	715	152,029.78	39,365	49,807	89,172	2561714.07

ที่มา: สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดปราจีนบุรี ข้อมูล ณ วันที่ 30 กันยายน 2553 (2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 สถิติโรงงานอุตสาหกรรมของจังหวัดนครนายก เดือนกันยายน ปี 2557

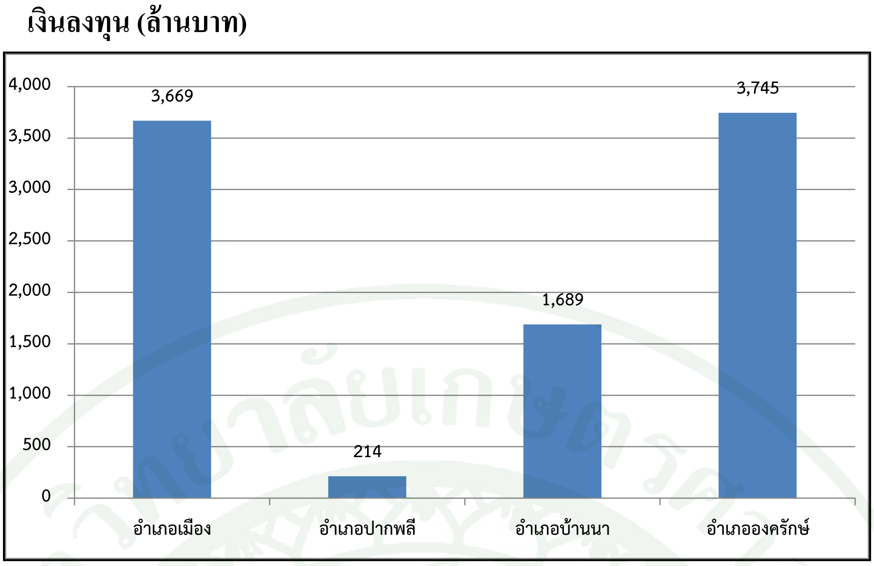
อำเภอ	จำนวนโรงงาน (แห่ง)	เงินลงทุน (บาท)	การจ้างงาน (คน)
เมือง	131	3,668,628,780	2,881
ปากพลี	20	213,947,800	898
บ้านนา	97	1,689,180,337	2,751
องครักษ์	72	3,745,414,405	6,225
รวม	317	9,317,171,322	12,755



ภาพที่ 20 สถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายก

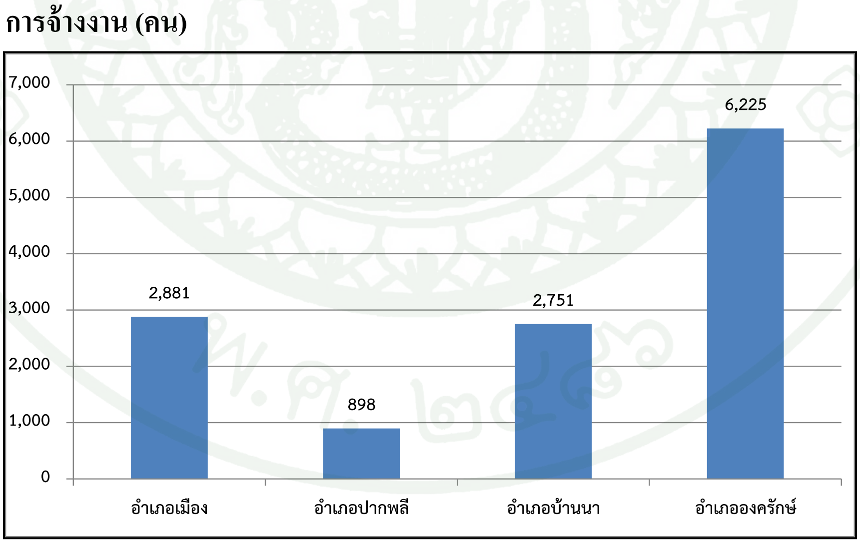
จากภาพที่ 20 พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายกส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดย่อมซึ่งอำเภอเมืองนครนายกมีโรงงานมากที่สุด มีจำนวน 131 โรงงาน และยังมีโรงงานขนาดเล็ก และอุตสาหกรรมเพื่อการบริการ เช่น โรงทำน้ำแข็ง อู่ซ่อมรถยนต์ เนื่องจากเป็นแหล่งชุมชน ระบบสาธารณูปโภค และการคมนาคมสะดวก จึงมีสถานประกอบการเพื่อรองรับความต้องการด้านการอุปโภคและบริโภค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 สถิติเงินลงทุนของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายก

จากภาพที่ 21 แสดงเห็นว่า โรงงานที่เงินลงทุนสูงสุดของโรงงานในจังหวัดนครนายก เงินลงทุนรวม 3,807,254,405 บาท โดยมีโรงงานที่มีเงินลงทุนมากกว่า 100 ล้านบาท



ภาพที่ 22 สถิติการจ้างงานของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 22 แสดงสถิติการจ้างงานของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายก แสดงให้เห็นว่า จำนวนการจ้างงานในภาคอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายก ในปี 2557 มีจำนวน 12,755 คน จำแนกเป็นแรงงานหญิง 5,054 คน และแรงงานชาย 7,701 คน อำเภอองครักษ์มีจำนวนแรงงานสูดสุด รวม 6,225 คน รองลงมาเป็นอำเภอเมือง มีแรงงานรวม 2,881 คน อำเภอบ้านนา แรงงานรวม 2,751 คน อำเภอปากพลี ตามลำดับ

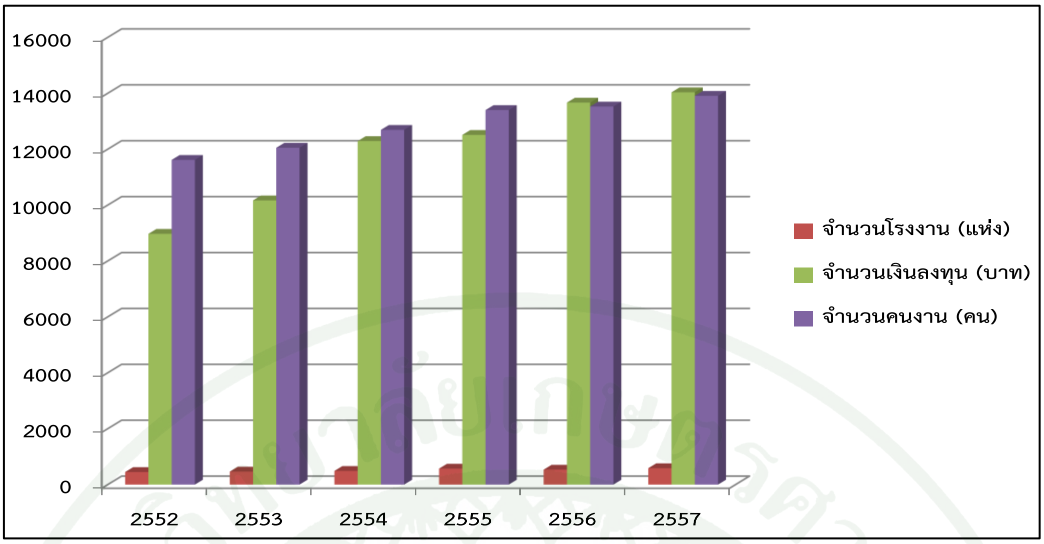
2.4) จังหวัดสระแก้ว

ในปี พ.ศ.2557 จังหวัดสระแก้ว มีโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งสิ้น 587 แห่ง มีเงินลงทุน 14,034,507,837 บาท จำนวนคนงาน 13,908 คน โดยสาขาอุตสาหกรรมที่มีการลงทุนมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ อุตสาหกรรมการเกษตร เช่น การสีข้าว การผลิตมันเส้น อบพืชและไซโล อุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น การทำห้องเย็นเก็บพืชผลทางการเกษตร การบรรจุก๊าซ การแบ่งบรรจุสินค้าการผลิตพลังไฟฟ้า อุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำแข็ง ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ ผลิตภัณฑ์นมพลาสเจอไรซ์ เป็นต้น ข้อมูลและสถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสระแก้ว ปี 2552-2557 แสดงในตารางที่ 13 และจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม จำนวนเงินลงทุน และจำนวนคนงาน ปี 2552-2557 แสดงในภาพที่ 23

ตารางที่ 13 ข้อมูลและสถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสระแก้ว ปี 2552-2557

ปี พ.ศ.	จำนวนโรงงาน (แห่ง)	จำนวนเงินลงทุน (บาท)	จำนวนคนงาน (คน)
2552	449	8,971,653,564	11,616
2553	464	10,168,053,882	12,051
2554	489	12,289,149,894	12,691
2555	571	12,509,183,136	13,399
2556	534	13,666,078,148	13,525
2557	587	14,034,507,837	13,908

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม จำนวนเงินลงทุน และจำนวนคนงาน ปี 2552-2557

2. ลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่ทั้งหมดซึ่งน้ำท่าผิวดิน (Surface runoff) ที่เกิดจากฝนที่ตกลงบนพื้นที่นั้น จะไหลออกสู่จุดออก ได้แก่ ปากแม่น้ำ หรือจุดที่สนใจ (Point of concentration) ดังนั้น เมื่อใดก็ตามที่กล่าวถึงพื้นที่ลุ่มน้ำ ต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือจุดใด เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำปิงเหนือเขื่อนภูมิพลมีพื้นที่เท่ากับ 26,386 ตร.กม. เป็นต้น ดังนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับลำน้ำหรือแม่น้ำใดๆ จะมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อจุดออกหรือตำแหน่งที่พิจารณาในลำน้ำเคลื่อนไปทางด้านท้ายน้ำเส้นแบ่งเขตลุ่มน้ำ เรียกว่าสันปันน้ำ เป็นเส้นที่วิ่งไปตามแนวสูงสุดของพื้นที่ ฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ที่อยู่นอกสันปันน้ำจะไหลลงไปสู่ลุ่มน้ำอื่น

3. ขบวนการเกิดน้ำท่า

นอกจากน้ำฝนแล้ว น้ำท่าหรือน้ำในแม่น้ำก็นับว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญตัวหนึ่งทางด้านอุทกวิทยา หรือวิศวกรจะต้องทราบ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำใช้ศึกษาปริมาณน้ำในโครงการป้องกันน้ำท่วม ตลอดจนนำไปใช้คำนวณขนาดของเขื่อน อ่างเก็บน้ำ และอาคารชลศาสตร์ต่างๆ (วิษุวัฒก์, 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่มาของน้ำในแม่น้ำลำธารนั้น มีความซับซ้อน ซึ่งน้ำที่ไหลมารวมกันในแม่น้ำ (Total runoff) ดังภาพที่ 24 นั้นประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่ 1) ฝนที่ตกลงในลำน้ำโดยตรง (Channel precipitation, Q_p) 2) น้ำผิวดิน (Overland flow, Q_o หรือ Surface runoff) 3) น้ำใต้ผิวดิน (Interflow, Q_t หรือ Subsurface flow) และ 4) น้ำใต้ดิน (Groundwater flow, Q_g) แต่เนื่องจากเส้นทางการไหลของน้ำฝนที่ตกลงมาในลุ่มน้ำมีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงไปมา การตรวจวัดปริมาณน้ำในแต่ละส่วนนั้นทำได้ยากในการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าจึงนิยมพิจารณาน้ำในแม่น้ำเป็น 2 ส่วน คือ น้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำเร็ว เรียกว่า Direct runoff (หรือ Quickflow) และน้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำช้า เรียกว่า Baseflow

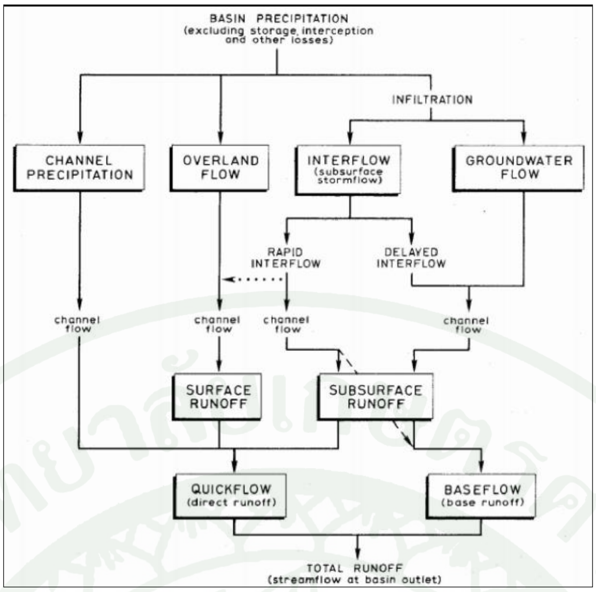
Direct runoff

เป็นน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลไปตามผิวดิน (Surface runoff) นอกจากนี้ ยังรวมถึงน้ำฝนที่ตกลงในลำน้ำโดยตรง และน้ำไหลใต้ผิวดินบางส่วนที่ไหลพ้นผิวดินขึ้นมา โดยการเกิดของ Direct runoff นี้อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อฝนเริ่มตกหรือหลังจากฝนตกไม่นาน และเพิ่มปริมาณจนถึงจุดสูงสุด จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง โดยปริมาณน้ำสูงสุดนั้นอาจเกิดขณะฝนกำลังตกก็ได้หากฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานแต่โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นหลังจากฝนหยุดตกไประยะหนึ่ง เนื่องจากน้ำจากจุดต่างๆ ในพื้นที่จะต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการไหลมารวมตัวกันที่ทางออก ซึ่งระยะเวลาขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะทางกายภาพอื่นๆของลุ่มน้ำ

Baseflow

เป็นน้ำที่ไหลมาทางใต้ดินซึ่งไหลได้ช้ากว่า เวลาในการเดินทางจากจุดที่ฝนตกลงมาจนกระทั่งถึงทางออกของลุ่มน้ำอาจเป็นระยะเวลาหลายวัน จนกระทั่งเป็นปี ปริมาณของน้ำส่วนนี้ในลำน้ำค่อนข้างจะคงที่โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 ผังแสดงกระบวนการเกิดน้ำท่า

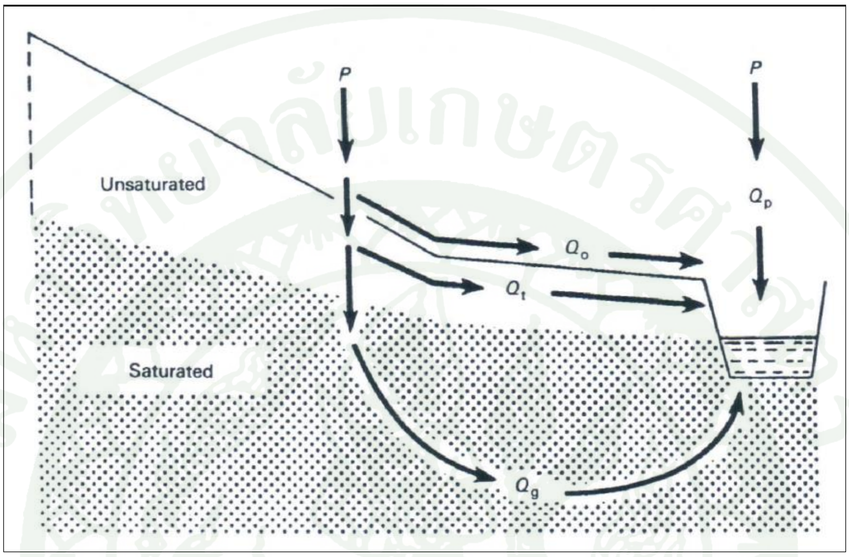
ที่มา: เอกสิทธิ์ (2547)

3.1 น้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน (Overland flow, QO)

ปริมาณน้ำฝน (P) ที่ตกลงสู่ผิวโลกบางส่วนจะสูญเสียไปเนื่องจากการระเหย, ตกค้างอยู่ตามใบไม้ใบหญ้าของพืชที่ขึ้นปกคลุมดิน (Interception), ตกค้างอยู่ในบ่อ แอ่ง หลุม ตามผิวดินซึ่งไม่ได้ติดต่อกับระบบลำน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Depression storage), การซึมผ่านผิวดินและอาจจะซึมลึกลงไปถึงแหล่งน้ำใต้ดิน ถ้าปริมาณน้ำฝนมากกว่ากาสูญเสียดังกล่าว จะทำให้ปริมาณน้ำฝนสุทธิไหลผ่านตามผิวดิน ซึ่งเราเรียกว่า Overland flow หรือ Surface runoff แต่ก่อนจะเกิด Surface runoff จะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งเกาะยึดตามผิวดินเป็นแผ่นบางๆ น้ำส่วนนี้เรียกว่า Surface detention ปริมาณน้ำส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับแรงตึงผิวและแรงเสียดทานระหว่างน้ำกับผิวดิน ขณะที่ฝนตกความลึกของ Surface detention จะเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็น Surface runoff ไหลไปบนผิวดินดังแสดงเส้นทางการไหลในภาพที่ 9 หลังจากที่ฝนหยุดตก Surface detention จะค่อยๆ ลดปริมาณลงโดยหายไปในรูปของ Surface runoff, การระเหยและการซึมผ่านผิวดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถ้าดินมีคุณสมบัติที่ย่อมให้น้ำซึมผ่านผิวดินได้น้อยหรือซึมผ่านไม่ได้ยกตัวอย่างเช่น ดินเหนียว ในพื้นที่ลุ่มน้ำดังกล่าวจะมี Surface runoff มาก ปริมาณของ Surface runoff เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกราฟน้ำท่า เพราะเป็นปริมาณน้ำส่วนแรกที่เคลื่อนตัวสู่ลำน้ำในระหว่างฝนตก ในขณะที่องค์ประกอบตัวอื่นเคลื่อนตัวสู่ลำน้ำช้ากว่าดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 เส้นทางการไหลของน้ำท่า

ที่มา: Ward and Robinson (1990)

3.2 น้ำที่ไหลใต้ผิวดิน (Interflow, Qt)

Interflow (หรือ Subsurface flow หรือ น้ำซับ) เป็นปริมาณน้ำส่วนที่ซึมผ่านผิวดินแล้วเคลื่อนตัวออกไปทางด้านข้างตามความลาดชันของชั้นดินที่อยู่ใกล้ผิวดิน จนกระทั่งไหลออกสู่ลำน้ำในที่สุด หรือ Interflow จะไหลออกสู่ผิวดิน ตรงบริเวณที่ชั้นดินที่น้ำซึมผ่านได้ยากมาตัดกับผิวดิน กลายเป็น Surface runoff และไหลออกสู่ลำน้ำในที่สุดเช่นกัน

ปริมาณของ Interflow ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติโครงสร้างของดินในลุ่มน้ำ ถ้ามีชั้นดินที่น้ำซึมผ่านได้ยากหรือซึมผ่านไม่ได้อยู่ใกล้ผิวดินเป็นแนวยาว ลักษณะชั้นดินเช่นนี้จะทำให้เกิดปริมาณของ Interflow มากในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพราะช่วยลดการซึมของน้ำลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน เมื่อน้ำซึมลงมาถึงชั้นดินดังกล่าว ก็จะไหลอกทางด้านข้างไปตามความลาดชันของชั้นดิน ออกสู่ผิวดินหรือลำน้ำในที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณของ Interflow เป็นส่วนที่เหลือจากการหักปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน Interflow เคลื่อนตัวออกสู่ลำน้ำได้ช้ากว่า Surface runoff จึงเป็นผลทำให้ฐานเวลาของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

3.3 น้ำใต้ดิน (Groundwater flow, Qg)

Groundwater flow เป็นองค์ประกอบของน้ำท่าที่เคลื่อนตัวสู่ลำน้ำช้าที่สุด ในบางพื้นที่ลุ่มน้ำ การเคลื่อนตัวของน้ำใต้ดินกินเวลาเป็นปี ฉะนั้นจึงไม่ใช่ส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำท่วมสูงสุด น้ำใต้ดินที่กล่าวถึงนี้ ส่วนใหญ่เป็นปริมาณน้ำที่อยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดิน (Ground water table)

น้ำใต้ดินที่เป็นองค์ประกอบของน้ำท่าเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า Base flow ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ดินส่วนใหญ่มีคุณสมบัติย่อมให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น ดินทราย น้ำฝนส่วนใหญ่จะซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินทำให้ระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้น ดังนั้นลุ่มน้ำดังกล่าวจะมี Surface runoff เกิดขึ้นน้อย น้ำท่าที่ปรากฏในลำน้ำส่วนใหญ่จะเป็นน้ำใต้ดิน

3.4 ฝนที่ตกลงในลำน้ำโดยตรง (Channel precipitation, Qp)

Channel precipitation เป็นน้ำฝนที่ตกลงบนผิวน้ำของทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และลำน้ำ ปริมาณน้ำส่วนนี้มีค่าเท่ากับความลึกของน้ำฝนเฉลี่ย คูณด้วยพื้นที่ของผิวน้ำและปริมาณน้ำส่วนนี้จะไหลลงสู่ระบบลำน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำได้ทันที เปอร์เซ็นต์ของ Channel precipitation จะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของลุ่มน้ำ และเวลา เพราะระดับน้ำในทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และลำน้ำมีการขึ้นๆ ลงๆ อยู่เสมอ ทำให้พื้นที่ของผิวน้ำเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยส่วนใหญ่พื้นที่ผิวน้ำจะไม่เกิน 5% ของพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำ เมื่อระดับน้ำอยู่สูงปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ชลศาสตร์ของแม่น้ำ (Hydraulics of river)

ชลศาสตร์ของแม่น้ำเป็นเรื่องทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวกับกลศาสตร์ของน้ำในแม่น้ำ ในการศึกษาถึงการเคลื่อนที่ของน้ำในแม่น้ำ โดยทั่วไปจะสมมติให้ท้องน้ำและรูปตัดตามขวางมีสภาพคงเดิม ไม่มีการเคลื่อนที่ของตะกอนหรือการกัดเซาะของตลิ่ง จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพท้องน้ำหรือหน้าตัดขวางอันเนื่องมาจากแรงเฉือนของน้ำที่ไหลผ่านจากการไหลในแม่น้ำ คุณสมบัติการไหล เช่น ความลึกและความเร็วการไหลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงเป็นการไหลแบบคงที่ (Steady flow) หรือกึ่งคงที่ (Quasi-steady flow) ในแต่ละช่วงเวลาได้ นอกจากนั้นยังสามารถพิจารณาการไหลแบบสม่ำเสมอ (Uniform flow) เมื่อรูปตัดขวางหรือความลึกการไหลคงที่ตลอดเส้นทางการไหล ซึ่งเป็นจริงได้ในกรณีการไหลในคลองชลประทานที่ลำเลียงน้ำในอัตราการไหลที่คงที่ แต่สำหรับการไหลในแม่น้ำซึ่งหน้าตัดขวางการไหล คือความกว้างและความลึกการไหลเปลี่ยนแปลงตลอดเส้นทาง การไหลจะเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ (non-uniform flow หรือ varied flow) (ชัยยุทธ, 2550)

ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำ ความซับซ้อนของการคำนวณขึ้นอยู่กับจำนวนมิติที่เกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงการไหลจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งในการไหลซึ่งเป็นการไหลแบบสามมิติ พบว่ามีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ความรู้ความเข้าใจในรายละเอียดของรูปแบบการไหลในสามมิตินี้มีจำกัด นอกจากนี้แล้ว การเก็บข้อมูลในสนามเพื่อการวิเคราะห์ให้ครบทั้งสามมิติเป็นไปไม่ได้ อย่างไรก็ตามในทางวิศวกรรมแม่น้ำ พบว่าข้อมูลของค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติการไหลต่างๆ มีความเพียงพอต่อความต้องการในการแก้ปัญหาแล้ว (Chinnarasri *et al*., 2007) ดังนั้นมิติที่นำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำที่นิยมใช้กันจึงแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1) แบบจำลองสองมิติตามแนวราบ (2-D horizontal model) ได้จากการเฉลี่ยการไหลตลอดความลึกของแม่น้ำที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ตัวแปรการไหล เช่นความเร็วการไหล ที่วิเคราะห์ได้จะผันแปรไปตามทิศทางตามยาวและด้านข้างของการไหล จึงเหมาะสำหรับการคำนวณการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการไหล และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแม่น้ำในแนวตามยาว และบริเวณตลิ่งแม่น้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) แบบจำลองสองมิติตามแนวดิ่ง (2-D vertical model) ได้จากการเฉลี่ยการไหลทางด้านข้างของการไหล ตัวแปรการไหล เช่นความเร็วการไหล ที่วิเคราะห์ได้จะผันแปรไปตามตำแหน่งตามทิศทางตามยาวและทิศทางในแนวดิ่ง จึงเหมาะสำหรับการคำนวณการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการไหลและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแม่น้ำในแนวตามยาวและบริเวณท้องน้ำ

3) แบบจำลองหนึ่งมิติ (1-D model) ทำได้โดยการเฉลี่ยการไหลตลอดทั้งพื้นที่หน้าตัดขวาง ผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่อยู่ตำแหน่งตามทิศทางตามยาวเท่านั้น ซึ่งแบบจำลองชนิดนี้สามารถให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจสำหรับการศึกษาในช่วงลำน้ำยาว โดยที่ความลึกและความกว้างของแม่น้ำจะมีค่าน้อยเปรียบเทียบกับความยาวของแม่น้ำในช่วงที่กำลังพิจารณา และการเปลี่ยนแปลงรูปหน้า-ตัดขวางการไหลเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป

ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำในแม่น้ำที่มีท้องน้ำ และรูปตัดตามขวางคงเดิมตลอดเส้นทางการไหล ไม่ว่าจะเป็นการไหลในหนึ่ง สอง หรือสามมิติ จำเป็นต้องอาศัยสมการควบคุมการไหล ทั้งนี้สมการควบคุมการไหลนี้สามารถเปลี่ยนรูปแบบไปตามเงื่อนไขของการไหลประเภทต่างๆ ได้ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

1) สมการพื้นฐาน (Basic equations)

สมการการเคลื่อนที่ (Equations of motion) ของน้ำในแม่น้ำ ใช้ในการคำนวณหาคุณสมบัติการไหลที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในช่วงของแม่น้ำที่กำลังพิจารณาที่เวลาต่างๆ สมการควบคุม (Governing equations) ประกอบไปด้วยการอนุรักษ์มวล (Conservation of mass) และการอนุรักษ์โมเมนตัม (Conservation of momentum) เมื่อพิจารณาการไหลครบทั้ง 3มิติ สามารถเขียนได้ดังนี้

การอนุรักษ์มวล (Conservation of mass)

กฎของการอนุรักษ์มวล กล่าวไว้ว่ามวลสารภายในระบบปิดหนึ่งๆ มีค่าคงที่กับเวลา เขียนเป็นสมการได้ว่า $\frac{DM}{Dt}=0$ หรือ $\frac{D}{Dt}\int\int\int_{xyz}\rho dxdydz=0$ เมื่อ $\frac{D}{Dt}$ คืออนุพันธ์สัมบูรณ์ (absolute derivative) ρ คือความหนาแน่นของของไหล และ (x,y,z) คือองค์ประกอบของระบบแกนพิกัดฉากซึ่งเป็นระบบแกนที่เข้าใจง่าย สำหรับปริมาตรจำกัดขนาดเล็กมากๆ แล้วสมการความต่อเนื่องสามารถเขียนได้เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}+\frac{\partial(\rho U)}{\partial x}+\frac{\partial(\rho V)}{\partial y}+\frac{\partial(\rho W)}{\partial z}=0 \qquad (4)$$

เมื่อ U,V และ W คือองค์ประกอบของความเร็วในแกน x, y และ z ตามลำดับ และสำหรับน้ำซึ่งเป็นของการไหลที่ความหนาแน่นคงที่ (ของไหลที่ถูกอัดตัวไม่ได้) สมการความต่อเนื่องจึงเขียนได้เป็น

$$\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{\partial V}{\partial y}+\frac{\partial W}{\partial z}=0 \qquad (5)$$

การอนุรักษ์โมเมนตัม (Conservation of momentum)

อาศัยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน คือ $\sum\vec{F}=\frac{D}{Dt}\left(M\vec{V}\right)$ เมื่อ $\sum\vec{F}$ คือผลรวมภายนอก ที่กระทำต่อระบบซึ่งรวมถึงน้ำหนักสสารเองด้วย M คือมวลรวม และ $\vec{V}$ คือความเร็วของศูนย์กลางมวลของระบบ แรงที่กระทำต่อปริมาตรควบคุม (Control volume, CV) ได้แก่ แรงกระทำบนผิวควบคุม (Control surface, CS) เช่นความดันและแรงเฉือน แรงที่กระทำต่อปริมาตรผ่านศูนย์กลางของมวล เช่นแรงจากแรงโน้มถ่วงของโลก กฎข้อที่สองของนิวตันจึงเขียนได้เป็น

$$\sum\vec{F}=\frac{\partial}{\partial t}\left(\int_{CV}\rho\vec{V}d\forall\right)+\int_{CS}\rho\vec{V}\vec{V}dA \qquad (6)$$

สำหรับปริมาตรจำกัดที่มีขนาดเล็กมากๆ สมการโมเมนตัมในองค์ประกอบ i ของเวกเตอร์ จึงเขียนได้เป็น

$$\frac{D(\rho V_i)}{Dt}=\left(\frac{\partial(\rho V_i)}{\partial t}+\sum_j V_j\frac{\partial(\rho V_i)}{\partial x_j}\right)=\rho F_{vol-i}+\sum_j\frac{\partial\sigma_{ij}}{\partial x_j} \qquad (7)$$

เมื่อ V_i คือองค์ประกอบความเร็วในทิศทาง i, F_{vol} คือผลรวมของแรงที่กระทำต่อปริมาตร (ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร), σ_{ij} คือ Stress tensor คือตัวห้อย i และ j เป็นองค์ประกอบของระบบพิกัดฉาก เมื่อพิจารณาถึงแรงที่กระทำต่อการไหล คือ แรงเนื่องจากความดันและแรงเนื่องจากความหนืด สมการโมเมนตัมสำหรับการไหลที่มีความหนาแน่นคงที่ อาจเขียนได้เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\rho\left(\frac{\partial V_x}{\partial t}+\sum_j V_j\frac{\partial V_x}{\partial x_j}\right)=\rho F_{vol-x}-\frac{\partial P}{\partial x}+F_{visc-x} \quad (8)$$

$$\rho\left(\frac{\partial V_y}{\partial t}+\sum_j V_j\frac{\partial V_y}{\partial x_j}\right)=\rho F_{vol-y}-\frac{\partial P}{\partial y}+F_{visc-y} \quad (9)$$

$$\rho\left(\frac{\partial V_z}{\partial t}+\sum_j V_j\frac{\partial V_z}{\partial x_j}\right)=\rho F_{vol-z}-\frac{\partial P}{\partial z}-F_{visc-z} \quad (10)$$

เมื่อตัวห้อย j หมายถึงองค์ประกอบในระบบแกนพิกัดฉาก คือใช้แทนทิศทาง x, y และ z จากสมการข้างต้น เทอมทางซ้ายมือของสมการคือผลรวมของโมเมนตัมสะสม กับฟลักซ์ของโมเมนตัม (Momentum flux) ในขณะที่เทอมทางขวามือของสมการคือ ผลรวมของแรงที่กระทำต่อปริมาตรควบคุม สมการข้างต้นนี้เรียกว่า Navier-Stokes และเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด สมการข้างต้นเมื่อไม่พิจารณาแรงเนื่องจากความหนืด อาจเขียดได้ว่า

$$\frac{\partial U}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(U^2\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(UV\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(UW\right)+g\frac{\partial z_w}{\partial x}=0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(UV\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(V^2\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(VW\right)+g\frac{\partial z_w}{\partial y}=0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial W}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(UW\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(VW\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(W^2\right)+\frac{1}{\rho}\frac{\partial z_w}{\partial z}=-g \quad (13)$$

องค์ประกอบของความเร็วในทิศทาง x, y และ z กำหนดโดย U,V และ W ตามลำดับ เมื่อ g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, ρ คือความหนาแน่นของน้ำ และ z_w คือ ระดับน้ำเหนือเส้นระดับอ้างอิง

สมการควบคุมการไหลนี้อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า 1) ความหนาแน่นของน้ำคงที่แม้ว่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ไหลมากับน้ำจะผันแปรตามความลึก (ความเข้มข้นของตะกอนมากที่บริเวณท้องน้ำ แต่เจือจางที่บริเวณผิวน้ำ) 2) ไม่คำนึงถึงอิทธิพลของความเร่งเนื่องจากการหมุนของโลก (Geostrophic acceleration) ซึ่งทำให้น้ำไหลในแนวนอน อิทธิพลนี้มีผลในกรณีที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แม่น้ำมีความกว้างหลายกิโลเมตร 3) ไม่คำนึงถึงอิทธิพลของความหนืดของน้ำเนื่องจากความเค้นจากความปั่นป่วน (Turbulent stress) ของการไหลมีอิทธิพลมากกว่า และ 4) ท้องน้ำมีความลาดเอียงน้อย ทำให้ความเร่งและความเค้นเฉือนในแนวดิ่งมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

ดังนั้น สมการโมเมนตัมในแนวดิ่ง (13) จึงลดรูปเหลือเพียงความสัมพันธ์ของความดันสถิต เขียนได้ดังนี้

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g \qquad (14)$$

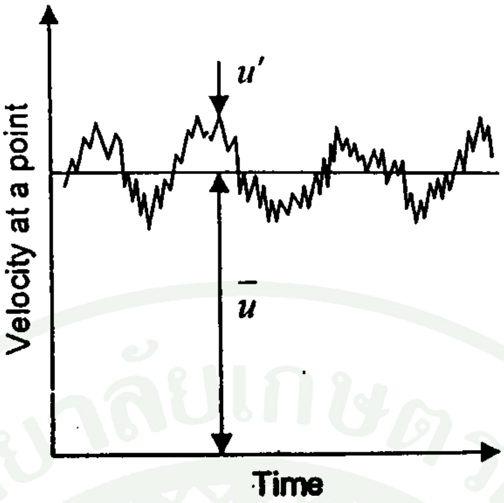
จากการที่ความดันเนื่องจากแรงกระทำของน้ำหมดไปที่ผิวน้ำ (z_w) ดังนั้นเมื่อทำการหาปริพันธ์ (Integration) สมการที่ (14) จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกของน้ำคือ $P = \rho g(z_w - z)$

โดยทั่วไป การไหลในแม่น้ำเป็นแบบปั่นป่วน ซึ่งหมายถึงองค์ประกอบของความเร็วและความดันมีการกระเพื่อม (Fluctuation) คือเปลี่ยนแปลงขึ้นๆลงๆ รอบๆค่าเฉลี่ยของมัน ตัวอย่างเช่น $U = \bar{u} + u'$

เมื่อ $\bar{u}$ คือความเร็วเฉลี่ย และ u' คือความเร็วที่เฉไปจากค่าเฉลี่ยแสดงภาพที่ 26 เมื่อลองแทนค่าองค์ประกอบของความเร็วลงในสมการโมเมนตัม (11) ถึง (13) เทอมความเร่งจากการพา (Convective acceleration) จะเขียนได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้คือ

$$\frac{\partial (UW)}{\partial z} = \overline{\frac{\partial}{\partial z}\left[(\bar{u} + u')(\bar{w} + w')\right]} = \frac{\partial}{\partial z}\left[\overline{\bar{u}\bar{w}} + \overline{\bar{u}w'} + \overline{u'\bar{w}} + \overline{u'w'}\right] = \frac{\partial}{\partial z}\left(\overline{\bar{u}\bar{w}} + \overline{u'w'}\right) \qquad (15)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 ความเร็วการไหลแบบปั่นป่วน

ที่มา: ชัยยุทธ (2550)

เทอมประเภท $\overline{\overline{u}w'}$ หายไปเพราะว่าค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ ต้องเป็นศูนย์ และเทอม $\overline{u'w'}$ เมื่อคูณด้วย $-\rho$ ทำให้มีลักษณะทางกายภาพเป็นความเค้นเฉือน เรียกว่าความเค้นของ Reynolds ซึ่งเป็นความเค้นเฉือนในแนวราบระหว่างชั้นของน้ำ เกิดการเคลื่อนที่ข้ามไปมาระหว่างชั้นของเหลวด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน จากการที่ระยะทางของการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งสั้นกว่า ทำให้องค์ประกอบของแนวดิ่งมีอิทธิพลต่อความปั่นป่วนมากกว่าในทิศทางตามยาวและตามขวาง ทำให้สมการการเคลื่อนที่ของน้ำเขียนใหม่ได้เป็น

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} = 0 \tag{16}$$

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(u^{-2}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\overline{u}\,\overline{v}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\overline{u}\,\overline{w}\right) + g\frac{\partial z_w}{\partial x} - \frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0 \tag{17}$$

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\overline{u}\,\overline{v}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(v^{-2}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\overline{v}\,\overline{w}\right) + g\frac{\partial z_w}{\partial y} - \frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} = 0 \tag{18}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ $\tau_{xz} = -\rho\overline{u'}\overline{w'}$ และ $\tau_{yz} = -\rho\overline{v'}\overline{w'}$ ในการแก้สมการมีความจำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขขอบเขต เขียนได้ดังนี้

ที่ท้องน้ำ ($z = z_b$) ไม่มีองค์ประกอบในทิศทางตั้งฉาก ดังนั้น

$$u\frac{\partial z_b}{\partial x} + v\frac{\partial z_b}{\partial y} - w = 0 \tag{19}$$

ที่ผิวน้ำ ($z = z_w$) ไม่มีองค์ประกอบของความเร็วสัมผัส คือน้ำไม่ไหลข้ามออกไปจากผิวได้ ดังนั้น

$$\frac{\partial z_w}{\partial t} + u\frac{\partial z_w}{\partial x} + v\frac{\partial z_w}{\partial y} - w = 0 \tag{20}$$

นอกจากนั้นแล้ว ที่ผิวน้ำความดันคงที่และไม่มีความเค้นเฉือน คือ

$$\tau_{xz} = \tau_{yz} = 0 \tag{21}$$

เมื่อทำการหาปริพันธ์ของสมการ (16) ถึง (18) ตลอดทั้งความลึกของการไหล ภายใต้เงื่อนไขขอบเขตตามสมการ (19) ถึง (21) ทำให้ได้สมการควบคุมการไหล 2 มิติตามแนวราบเขียนได้ดังนี้

$$\frac{\partial z_w}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0 \tag{22}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(hU) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha_1 hU^2\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\alpha_2 hUV\right) + gh\frac{\partial z_w}{\partial x} + \frac{\tau_{xz}}{\rho} = 0 \tag{23}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(hV) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha_2 hUV\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\alpha_3 hV^2\right) + gh\frac{\partial z_w}{\partial y} + \frac{\tau_{yz}}{\rho} = 0 \tag{24}$$

ในสมการ (22) ถึง (24) ได้ตัดเครื่องหมาย “-” ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยทิ้งไป เนื่องจากองค์ประกอบของความเร็วที่เฉไปจากค่าเฉลี่ยจะไม่นำมาพิจารณาอีกต่อไป ดังนั้น u และ v ในสมการ (22) ถึง (24) จึงเป็นความเร็วเฉลี่ยตลอดความลึก เขียนได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$u = \frac{1}{h}\int_{z_b}^{z_w} u dz \,, \; v = \frac{1}{h}\int_{z_b}^{z_w} v dz \tag{25}$$

เมื่อ $h = z_w - z_b$ คือความลึกของการไหล τ_{xz} , τ_{yz} คือองค์ประกอบของความเค้นเฉือนที่ท้องน้ำ และสัมประสิทธิ์ α_1, α_2 , α_3 ใช้ในการปรับแก้จากการที่ค่าเฉลี่ยของผลคูณของตัวแปรสองตัวย่อมไม่เท่าผลคูณของค่าเฉลี่ยของตัวแปรสองตัวนั้น ค่าสัมประสิทธิ์นี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการกระจายความเร็ว โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.0-1.1 ซึ่งในทางปฏิบัติทั่วไปสามารถตัดทิ้งได้

สำหรับกรณีหน้าตัดทางน้ำอย่างง่าย การหาปริพันธ์ของสมการ (22) ถึง (24) ตลอดความกว้างของทางน้ำจะได้สมการควบคุมการไหลในหนึ่งมิติ ดังนี้

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \text{ หรือ } B\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \tag{26}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha' \frac{Q^2}{A}\right) + gA\frac{\partial z_w}{\partial x} + \frac{\tau_b P}{\rho} = 0 \tag{27}$$

เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดขวางการไหล Q คือ อัตราการไหล B คือความกว้างของทางน้ำที่ผิวน้ำ τ_b คือความเค้นเฉือนเฉลี่ยที่ท้องน้ำ P คือเส้นขอบเปียก และสัมประสิทธิ์ α' มีค่าเป็นหนึ่งสำหรับการไหลแบบสม่ำเสมอ สำหรับกรณีทางน้ำกว้างที่มีความกว้างคงที่และจากการสมมติให้ความต้านทางการไหลเนื่องจากแรงเสียดทานแสดงได้สูตรของ Chezy จะได้สมการควบคุมการไหลดังนี้

$$\frac{\partial h}{\partial t} + u\frac{\partial h}{\partial x} + h\frac{\partial u}{\partial x} = 0 \tag{28}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + g\frac{\partial h}{\partial x} + g\frac{\partial z_b}{\partial x} + g\frac{|u|u}{C^2 h} = 0 \tag{29}$$

เมื่อ C สัมประสิทธิ์ของ Chezy และ $h = z_w - z_b$ คือความลึกของการไหล

สำหรับกรณีของแม่น้ำที่มีหน้าตัดประกอบ (Composite cross-section) คือมีหน้าตัดบางส่วนที่ไม่สามารถลำเลียงน้ำได้อาจเนื่องมาจากการมีสิ่งปลูกสร้างรุกล้ำทางน้ำ ความสัมพันธ์ของพื้นที่หน้าตัด เมื่อความลึกการไหลคงที่ เป็นดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\frac{\partial A_s}{\partial x} = B_s \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\partial A_s}{\partial x}\bigg|_{h=constant} \quad (30)$$

เมื่อ A_s คือพื้นที่หน้าตัดผสมส่วนที่ยอมให้น้ำไหลผ่านได้ B_s คือความกว้างของทางน้ำเฉพาะในส่วนที่ยอมให้น้ำไหลผ่านได้ และเมื่ออาศัยความสัมพันธ์

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{A_s}\right) = 2\frac{Q}{A_s}\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{A_s^2}\frac{\partial A_s}{\partial x} = -\frac{2Q}{A_s}\frac{\partial A}{\partial t} - \frac{Q^2}{A_s^2}\left(B_s\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial A_s}{\partial x}\right) \quad (31)$$

ทำให้สมการควบคุมการไหลของแม่น้ำที่มีหน้าตัดประกอบ เขียนได้ดังนี้

$$\frac{\partial A_s}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (32)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - \alpha'\frac{2Q}{A_s}\frac{\partial A_s}{\partial t} + gA_s\left(1 - \alpha'\frac{Q^2 B_s}{gA_s^3}\right)\frac{\partial h}{\partial x} - \alpha'\frac{Q^2}{A_s^2}\frac{\partial A_s}{\partial x} + gA_s\frac{\partial z_b}{\partial x} + \frac{\tau_b P}{\rho} = 0 \quad (33)$$

จากการที่กล่าวมาในหัวข้อนี้ จะเห็นได้ว่าสมการควบคุมหรือสมการการเคลื่อนที่ไม่ว่าจะเป็นเป็นการจำลองการไหลแบบหนึ่ง สองหรือสามมิติ จะประกอบไปด้วยสมการความต่อเนื่อง และสมการ โมเมนตัม ที่ความสัมพันธ์อันซับซ้อน ไม่สามารถแก้สมการเพื่อหาคำตอบของตัวไม่รู้ค่า อันได้แก่ อัตราการไหล และพื้นที่ตัดขวางการไหล หรืออีกนัยหนึ่งคือ ความเร็วและความลึกการไหลนั่นเอง ในการหาคำตอบนี้ จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคเชิงตัวเลข (Numerical technique) เพื่อหาคำตอบทางอ้อม โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ปัจจุบันมีความเร็วในการประมวลผลสูง

5. แบบจำลองคณิตศาสตร์

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในแม่น้ำธรรมชาติคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพของทางน้ำที่มีสาเหตุมาจากกระบวนการกัดเซาะและการทับถมในแม่น้ำ กระบวนการนี้มีความซับซ้อนเนื่องจากขอบเขตของแม่น้ำมีความร่วนไม่ยึดติดแน่น เมื่อกระแสน้ำไหลผ่านชั้นขอบเขตจึงเกิดการเคลื่อนตัวของตะกอน ทำให้รูปร่างของแม่น้ำเปลี่ยนแปลงไปตามเส้นทางการไหลของน้ำซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบต่างๆ ในแม่น้ำ ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสามารถคาดการณ์ หรือประเมินให้ได้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัญหาต่างๆ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการจำลองการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำที่มีประสิทธิภาพสูงในปัจจุบันได้แก่แบบจำลองคณิตศาสตร์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาประสิทธิให้สูงขึ้นเป็นอย่างมาก และยังมีหน่วยความจำมากช่วยให้การคำนวณเป็นไปอย่างรวดเร็ว รวมถึงความสามารถแสดงผลการคำนวณในรูปแบบของคอมพิวเตอร์กราฟิก ที่ช่วยให้มองเห็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งและเวลาต่างๆอย่างชัดเจน (ชัยยุทธ, 2550)

5.1 แนวความคิด (Concepts)

5.1.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ที่ดีต้องสามารถบรรยายถึงกระบวนการทางกายภาพที่เป็นจริง และให้คำตอบเชิงตัวเลขจากระบบสมการเชิงอนุพันธ์ ซึ่งได้จากการแก้สมการทั้งหมดไปพร้อมๆ กับเงื่อนไขขอบเขตที่เหมาะสม และจากความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการไหลแบบปั่นป่วน สมการเชิงอนุพันธ์ในปัญหาด้านกลศาสตร์ของแม่น้ำโดยทั่วไปอยู่ในรูปของสมการอนุรักษ์มวลสารและโมเมนตัม ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระ 2 ตัว คือ ระยะห่างและเวลา (Space and time) ข้อมูลภาคสนามที่เก็บอย่างต่อเนื่องด้วยความละเอียดถูกต้องจะใช้เพื่อกำหนดเงื่อนไขขอบเขต (Initial and boundary conditions) ของการคำนวณในแบบจำลอง ดังนั้นเมื่อมีการผันแปรเงื่อนไขขอบเขตอย่างหลากหลาย จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองแตกต่างกันเป็นจำนวนมาก กล่าวได้ว่า แบบจำลองช่วยให้ผู้ที่กำลังศึกษาได้เห็นภาพหรือผลที่จะเกิดขึ้นในภายหลังจากการพัฒนาโครงการที่จะมีขึ้นนั่นเอง

5.1.2 ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ ข้อมูลภาคสนามหรือจากในห้องปฏิบัติการ ในช่วงเวลาหนึ่งจะถูกนำมาใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง (Model calibration) ในขณะที่ข้อมูลส่วนที่เหลือนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Model verification) ในขั้นตอนของการปรับแก้แบบจำลองจะเกี่ยวข้องกับการปรับพารามิเตอร์ที่บรรยายถึงแรงเสียดทานการไหล เพื่อให้ผลการคำนวณสอดคล้องกับค่าที่เก็บวัดได้ในสนาม ซึ่งช่วงของค่าพารามิเตอร์ที่ทำการปรับนี้ต้องมีความเหมาะสมกับคุณสมบัติทางกายภาพของพฤติกรรมการไหลนั้นด้วย จากนั้นค่าตัวเลขพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนการปรับแก้แบบจำลองเหล่านี้จะนำมาใช้ในการพิสูจน์แบบจำลองกับช่วงเวลาของข้อมูลที่เหลือ แบบจำลองจะได้รับความเชื่อมันก็ต่อเมื่อให้ผลการคำนวณในขั้นตอนนี้ สอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามที่นำมาใช้ แบบจำลองที่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีเหตุมีผล (Validation) จะต้องให้ผลการคำนวณที่มีความละเอียดแม่นยำเมื่อเทียบกับข้อมูลที่วัดได้จากภาคสนาม หลังจากที่แบบจำลองผ่านขั้นตอนการทดสอบแล้วก็จะสามารถนำไปใช้เพื่อทำนายภายใต้เงื่อนไขอื่นได้อีกด้วย เช่น สามารถนำไปทำนายเหตุการณ์ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์สามารถแบ่งตามมิติของทิศทางออกเป็น แบบหนึ่งมิติ แบบสองมิติ และแบบสามมิติ การนำแบบจำลองชนิดใดไปใช้จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และข้อจำกัดที่มีอยู่ สำหรับแบบจำลองหนึ่งมิติ (One-dimension model) เป็นการใช้ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ของการไหลและของตะกอนที่แต่ละหน้าตัดตามขวางการไหลให้เป็นฟังก์ชั่นของเวลาและสถานที่ต่างๆ แบบจำลองชนิดนี้ใช้พิกัดตามยาวในทิศทางการไหลของน้ำเป็นมิติของสถานที่ นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองประเภทกึ่งสองมิติที่ช่วยในการทำนายการเปลี่ยนแปลงทางด้านข้างได้ โดยอาศัยหลักการแบ่งช่องการไหลออกเป็นท่อย่อยๆ โดยใช้เวลาในการประมวลผลพอๆ กับแบบจำลองแบบหนึ่งมิติ (Yang *et al*., 2000)

5.1.4 แบบจำลองสองมิติ (Two-dimension model) ใช้ในการทำนายการไหล อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนและการกัดเซาะในแม่น้ำที่มีพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงอยู่ติดกับแม่น้ำ ซึ่งมีการไหลด้านข้างเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การไหลของน้ำจึงมีทั้งไปในแนวยาวและแนวขวางนอกจากนี้ยังใช้พื้นที่บริเวณส่วนปลายแม่น้ำที่ต่อเนื่องกับทะเลหรือมหาสมุทร รวมถึงพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอีกด้วย แบบจำลองแบบสองมิติในแนวนอน (2D horizontal model) อยู่บนพื้นฐานของสมการเฉลี่ยความลึกการไหลของน้ำ จึงสามารถใช้ทำนายกระบวนการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์หลักที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ตัวอย่างความสามารถเฉพาะด้านของแบบจำลองสองมิติได้แก่

1) การทำนายการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำในแม่น้ำ ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงที่

2) การทำนายการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำในแม่น้ำ ภายใต้สภาวะการไหลแบบไม่คงที่

3) การเลียนแบบกระบวนการพัฒนาความโค้งของแม่น้ำ ภายใต้การไหลแบบคงที่

4) รูปแบบทางราบของแม่น้ำ ภายใต้การไหลแบบคงที่

5) กระบวนการแบ่งแยกตะกอนที่ตกทับถมที่ท้องน้ำและที่บริเวณส่วนโค้งของแม่น้ำภายใต้สภาวะการไหลแบบคงที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.5 สำหรับแบบจำลองสามมิติ (Three-dimension model) มีจุดเด่นที่ช่วยให้เห็นถึงรายละเอียดของการไหล แสดงถึงการไหลแบบหมุนวน และการไหลแบบปั่นป่วนได้อย่างดีอย่างไรก็ตาม แบบจำลองประเภทนี้ไม่ได้ให้รายละเอียดของการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ และต้องการเวลาในการประมวลผลที่นานมาก ดังนั้น แบบจำลองชนิดนี้ จึงมักนำไปใช้ในการทำนายอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอน และการกัดเซาะท้องน้ำเฉพาะบริเวณที่สนใจ ที่สภาพการไหลเป็นแบบปั่นป่วนสูง มีกระแสไหลวน มีการกัดเซาะและการทับถมของตะกอน เฉพาะแห่งอย่างรุนแรง เช่น การไหลบริเวณบริเวณโค้งของแม่น้ำ การไหลแบบเจ็ท การไหลบริเวณท่าเรือที่ยื่นเข้าไปในแม่น้ำ เป็นต้น ความเหมาะสมของการนำแบบจำลองสามมิติไปใช้งานจึงอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ของช่วงเริ่มต้นของโครงการพัฒนาเท่านั้น ซึ่งในช่วงกลางและช่วงท้ายมีการเปลี่ยนแปลงช้า ต้องการเวลาในการพัฒนารูปแบบลักษณะท้องน้ำ รวมถึงความไม่แน่นอนและความซับซ้อนจากอิทธิพลของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

6. แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks ICM ในการศึกษาเพื่อจำลองการไหลของแม่น้ำและพื้นที่น้ำท่วม โดยทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และวิเคราะห์สภาพความรุนแรงของน้ำท่วมในพื้นที่ส่วนต่างๆ ซึ่งการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลากในกรณีน้ำท่วมทั่วไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Flood Routing แบบ 2 มิติ คือ แผนที่น้ำท่วมที่แสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ระดับความลึกสูงสุด ความเร็วของอัตราการไหลสูงสุด แผนที่แสดงระดับความรุนแรงของน้ำท่วมที่พิจารณาเป็นฟังก์ชันของความเร็วการไหลสูงสุดและความลึกน้ำท่วม ระยะเวลาน้ำท่วมขัง และ Hydrograph ของน้ำหลากในบริเวณพื้นที่สำคัญต่างๆ ในพื้นที่ท้ายน้ำเพื่อใช้พยากรณ์สภาพทางชลศาสตร์ ได้แก่ ระดับน้ำ และอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำรวมทั้งบริเวณทุ่งน้ำท่วม (Flood Plain) ที่อาจเกิดขึ้นในฤดูน้ำหลาก โดยสามารถจำลององค์ประกอบที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำ เช่น ฝาย ประตูระบายน้ำ ลงไปในแบบจำลอง เพื่อใช้ศึกษาผลจากการดำเนินการหรือหาแนวทางการดำเนินการที่เหมาะสมกับสถานการณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.1 ลักษณะทั่วไปของแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks ICM

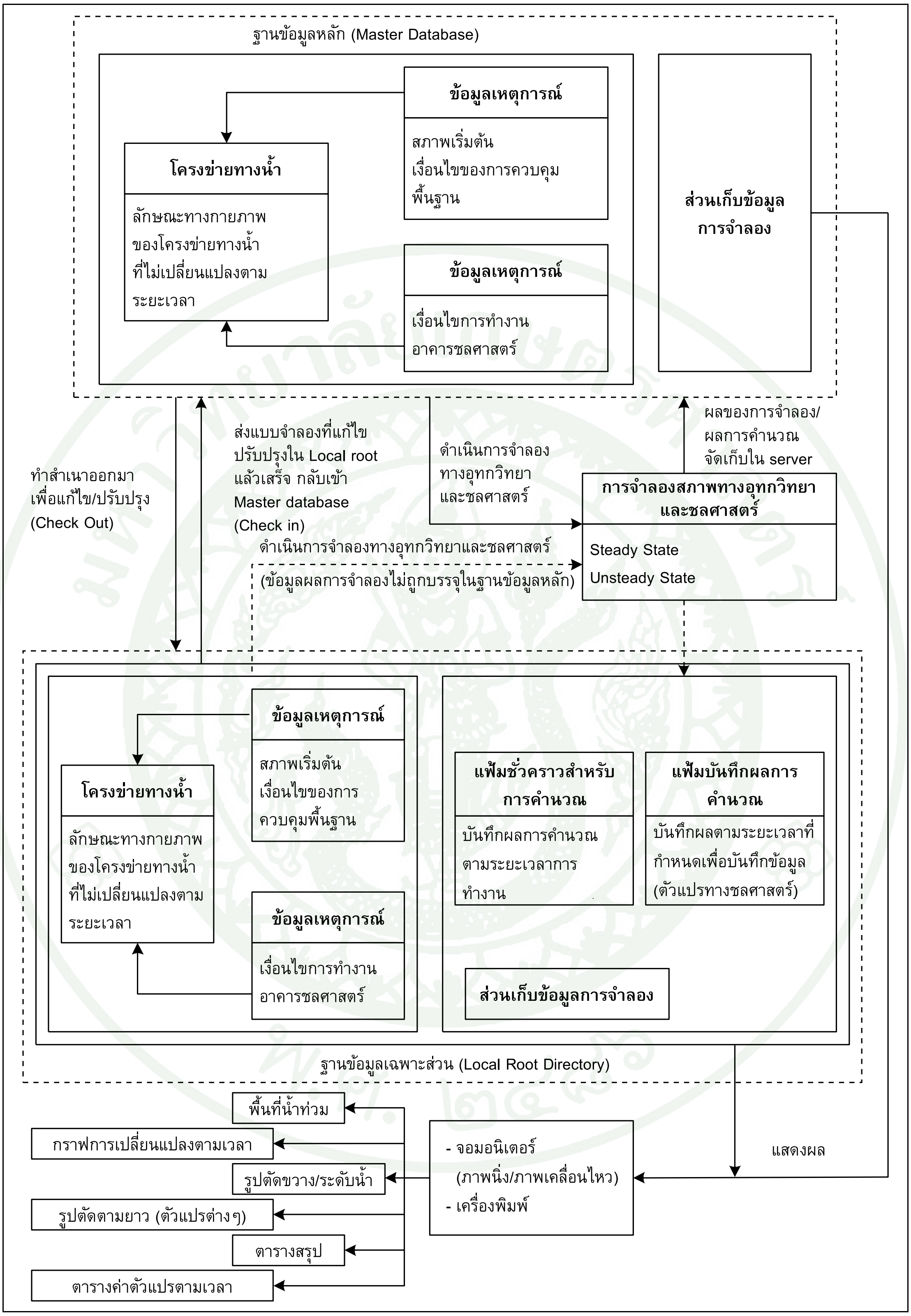
แบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks ICM พัฒนาโดย HR Wallingford, UK (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น Innovyze) เป็นแบบจำลอง อุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic) ใช้สำหรับจำลองสภาพการไหลแบบทรงตัว (Steady flow) และแบบไม่ทรงตัว (Unsteady flow) ในระบบของทางน้ำเปิด โดยอยู่บนพื้นฐานของสมการ Saint Venant แบบเต็มรูปแบบ มีการประยุกต์ใช้สำหรับศึกษาปัญหาทางด้านวิศวกรรมชลศาสตร์อย่างกว้างขวาง เช่น การจำลองสภาพการไหลบนที่ราบน้ำท่วมที่ซับซ้อน การเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำท่วมที่ผ่านในแม่น้ำ ทุ่งน้ำท่วม และอ่างเก็บน้ำ ผลกระทบเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณปากแม่น้ำ การศึกษาผลกระทบของอาคารหรือโครงสร้างที่มีต่อระบบของทางน้ำเปิด การปรับปรุงระบบป้องกันน้ำท่วม การศึกษาด้านตะกอนและคุณภาพน้ำ เป็นต้น ตลอดจนนำมาใช้ในการวิเคราะห์ Dam Break และการพัฒนาระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม

ทั้งนี้ในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks ICM วิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลากทั้งหมด เพื่อจำลองการแผ่ขยายของพื้นที่น้ำท่วมได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งผลการจำลองในแง่ของระยะเวลาน้ำท่วมขังในแต่ละพื้นที่

โดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks ICM ใช้เทคนิคการคำนวณแบบ finite volume และกริดการคำนวณแบบไร้รูปแบบรูปสามเหลี่ยม ซึ่งถูกรวมอยู่ใน GUI ของโปรแกรม ทำให้ใช้งานสะดวก โดยโครงสร้างและการทำงานของโปรแกรม InfoWorks ICM แสดงในภาพที่ 27 รูปแบบของกริดการคำนวณที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและมีความสะดวกในการใช้งาน คือ กริดการคำนวณแบบไร้รูปแบบรูปสามเหลี่ยม ซึ่งโปรแกรมสามารถกำหนดกริดการคำนวณได้อย่างอัตโนมัติ โดยให้ผู้ใช้ระบุพื้นที่ที่มากที่สุด (maximum triage area) และมุมที่น้อยที่สุด (minimum triangle angles) ของกริดการคำนวณ อีกทั้งยังสามารถแบ่งโซนของความละเอียดของกริดการคำนวณได้ เช่น ในพื้นที่ลาดชัน กำหนดให้มีความละเอียดสูง และในพื้นที่ราบ กำหนดให้มีความละเอียดต่ำ ตัวอย่างตัวอย่างของการสร้าง Mesh แบบ 3 มิติแสดงตัวอย่างในภาพที่ 28

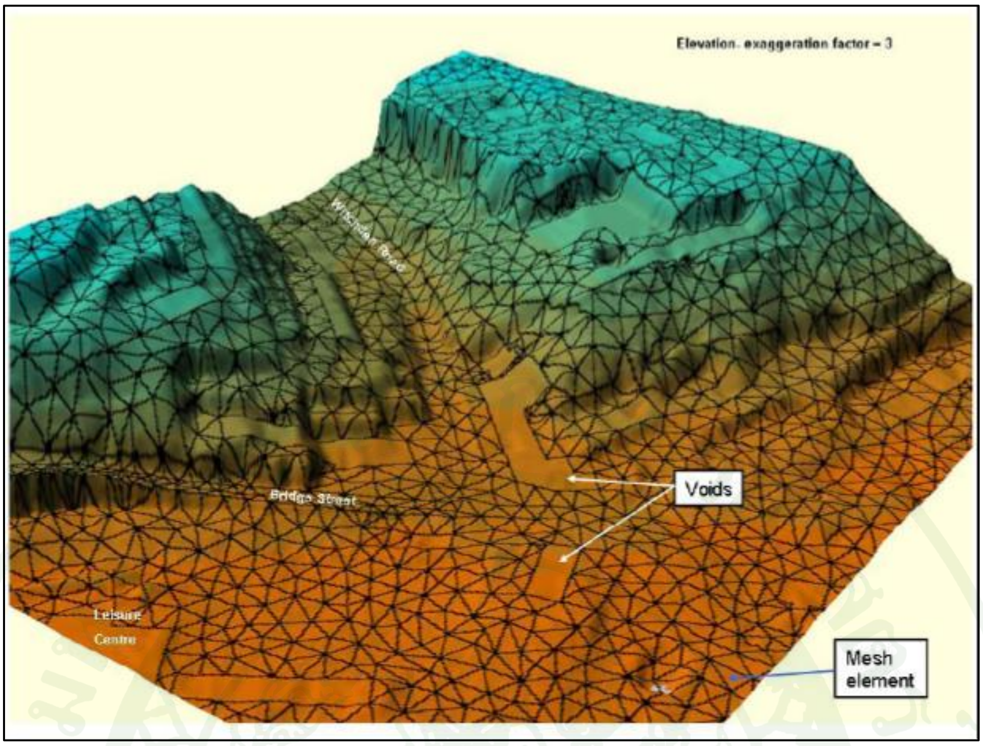
การกำหนดกริดการคำนวณของโปรแกรม สามารถเว้นช่องว่าง (Voids) สำหรับสิ่งก่อสร้าง เช่น อาคารขนาดใหญ่ที่ขวางทางน้ำ หรือไม่ต้องการแสดงการไหลของน้ำ เพื่อประหยัดเวลาในการคำนวณด้านการแสดงผลสามารถแสดงทิศทางและอัตราการไหลด้วยความยาวของลูกศร และแสดงระดับเส้นชั้นความสูงด้วยระดับสีต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 โครงสร้างและการทำงานของโปรแกรม InfoWorks ICM

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 ตัวอย่างตัวอย่างของการสร้าง Mesh แบบ 3 มิติ

ที่มา: Innovyze (Wallingford Software)

6.2 คุณสมบัติของแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks ICM

6.2.1 ด้านการคำนวณ

1) ด้านขอบเขตของแบบจำลอง (Boundary) โปรแกรม InfoWorks ICM สามารถกำหนดรูปแบบของขอบเขตด้านอุทกวิทยา และด้านชลศาสตร์ ตามความเหมาะสม ดังนี้

1.1) ขอบเขตด้านอุทกวิทยา ได้แก่ แบบจำลองสำหรับเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า (Rainfall -Runoff) โดยในแบบจำลอง InfoWorks ICM จะมีกระบวนการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าหลายวิธี เช่น FSSR16, SCS, FEH และ PDM ทำให้สามารถหา (Runoff) จากปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ในรูปความสัมพันธ์ของ Rainfall-Runoff Relationship ได้ทั้งแบบ Conceptual และ Event based โดยสามารถเลือกใช้ได้ตามความแหมาะสมของสภาพทางอุทกวิทยาและข้อมูลที่มีของพื้นที่รับน้ำนั้นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2) ขอบเขตด้านชลศาสตร์ ได้แก่ หน่วยของการจำลองเงื่อนไขทางชลศาสตร์หลายแบบ เช่น การคำนวณการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลซึ่งใช้วิธี Harmonic Function, ข้อมูลอนุกรมเวลาของระดับน้ำและปริมาณการไหล (Stage-time หรือ Flow-time), ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve)

ในส่วนของทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนเป็นน้ำท่าที่ใช้ในแบบจำลอง InfoWorks ICM นั้นมีแบบจำลองย่อยภายในสำหรับสังเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากฝนที่ตกในพื้นที่หลายโมดูล แต่ที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่มีการเก็บบันทึกในปัจจุบัน ได้แก่ แบบจำลอง PDM (Probability Distributed Model) และแบบจำลอง US SCS สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ในแบบจำลอง แบบจำลอง PDM ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แบบจำลอง PDM เป็นแบบจำลองตามแนวความคิดทางอุทกวิทยา (Conceptual Model) ที่เปลี่ยนข้อมูลปริมาณฝนและอัตราการระเหยให้เป็นปริมาณน้ำท่า ณ จุดออก (outlet) ของพื้นที่ลุ่มน้ำดังแสดงในภาพที่ 29 ประกอบด้วยขั้นตอนการพิจารณาดังนี้

(1) ปริมาณฝน (P) ตกลงสู่พื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อถูกลดทอนด้วยปริมาณการระเหย (E) แล้ว จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน อันได้แก่ น้ำท่าและน้ำไหลซึมลงดิน โดยมีความสามารถในการซึมซับน้ำของดิน (S_1) ทำหน้าที่ในการแบ่งสัดส่วนระหว่างน้ำท่าและน้ำไหลซึมลงดิน

(2) ปริมาณน้ำท่าจะถูกแปลงไปเป็นปริมาณน้ำท่าผิวดิน (q_b) โดยการเคลื่อนตัวผ่านกระบวนการเก็บกักบนผิว (S_2) ในลักษณะของ Double linear reservoirs

(3) ปริมาณน้ำไหลซึมลงดินจะถูกแปลงไปเป็นปริมาณน้ำใต้ดิน (q_b) โดยการเคลื่อนตัวผ่านกระบวนการเก็บกักใต้ดิน (S_3) ในลักษณะของ Cubic non-linear storage routing function

(4) ปริมาณน้ำท่า (q) จะเกิดจากการรวมกันของน้ำท่าผิวดิน (q_s) และน้ำใต้ดิน (q_b) ที่เวลาเดียวกัน

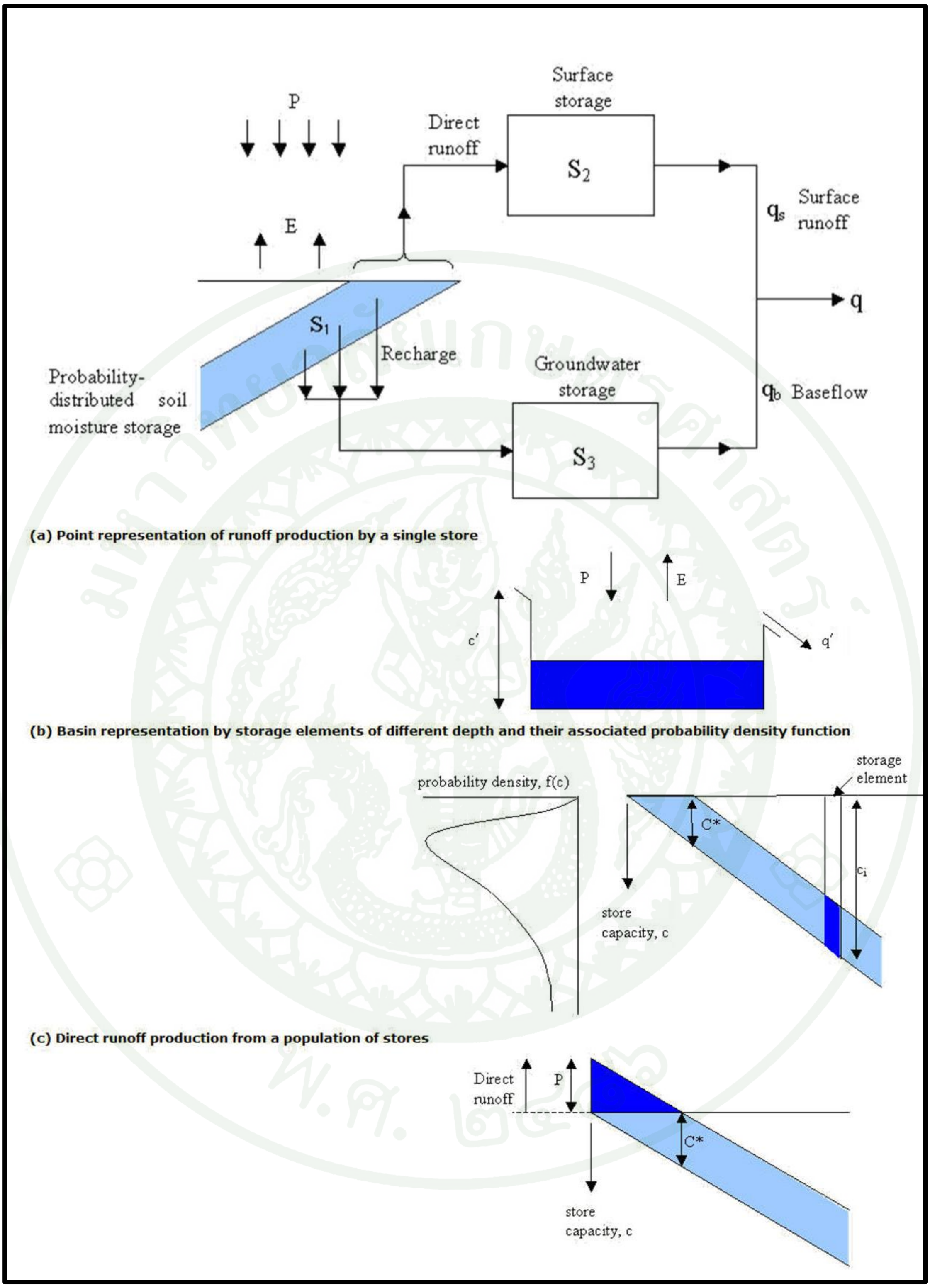
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับแบบจำลองย่อยที่ใช้ในการกำหนดแบบจำลองการเปลี่ยนเป็นปริมาณน้ำท่าของแบบจำลอง PDM มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 14

ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในการจัดทำแบบจำลอง PDM ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำ อัตราการระเหยและปริมาณการไหล ณ จุดออกของพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อนำมาใช้ประกอบการปรับเทียบค่าของตัวแปรทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการจัดทำแบบจำลองมีความแม่นยำ โดยลักษณะของข้อมูลที่นำมาใช้จะประกอบด้วย ข้อมูลฝนรายวัน (มม.) ข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยรายวัน (ลบ.ม./วินาที) และปริมาณการระเหยรายวัน (มม.)

หลังจากที่ได้ค่าตัวแปรทางอุทกวิทยาแล้วในการนำไปใช้สำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าเพื่อการพยากรณ์นั้น แบบจำลอง PDM จะอาศัยค่าตัวแปรทางอุทกวิทยาและข้อมูลกายภาพของแบบจำลองลุ่มน้ำดังกล่าวในการเปลี่ยนปริมาณฝนและอัตราการระเหย (Input data) เป็นปริมาณน้ำท่า หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม InfoWorks PDM แสดงดังภาพที่ 30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 29 โครงสร้างและขั้นตอนการวิเคราะห์ของโปรแกรม InfoWorks PDM

ที่มา: Innovyze (Wallingford Software)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 แบบจำลองย่อยของการจำลองการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า

ลำดับ	แบบจำลองย่อย			รายละเอียด	หมายเหตุ
	ตัวแปร	ชื่อตัวแปร	หน่วย		
1	ปริมาณฝนและอัตราการระเหย (Rainfall & Evaporation)				
	f_c	rainfac	-	ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับปรับปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่	ควบคุมปริมาตรน้ำท่า
	b_e	b_e	-	เลขยกกำลังของฟังก์ชั่นการระเหย	มีผลกระทบในช่วงการเปลี่ยนฤดู
2	การกระจายตัวของการเก็บกักความชื้นในดิน (Moisture Storage Distribution)				
	C_{min}	Cmin	มม.	ความจุความชื้นเก็บกักบนผิวดินสูงสุด	ส่งผลกระทบต่อเวลาการเกิดน้ำท่าและการชุ่มชื่นของดิน
	C_{man}	Cman	มม.	ความจุความชื้นเก็บกักบนผิวดินต่ำสุด	
	b	b	-	ค่าสัมประสิทธิ์ที่กำหนดรูปแบบของการกระจายตัวของค่าความชื้นเก็บกัก	
3	การไหลซึงลงดินและปริมาณน้ำท่า (Recharge & Runoff)				
	3.1 Standard				
	K_g	Kg	ชม.-มม.$^{bg-1}$	ค่าคงที่ของเวลาการไหลซึมของน้ำลงใต้ดิน	ควบคุมอัตราการไหลซึมของน้ำลงดิน
	S_t	st	มม.	ความยืดหยุ่นของความจุการเก็บกัก	เพิ่มขึ้นเพื่อป้องกันการระบายน้ำอย่างสมบูรณ์ของการเก็บกักความชื้นในดิน
	b_g	bg	-	เลขยกกำลังของการไหลซึมของน้ำลงใต้ดิน	เพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความไวของอัตราการไหลกลับของดินแห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

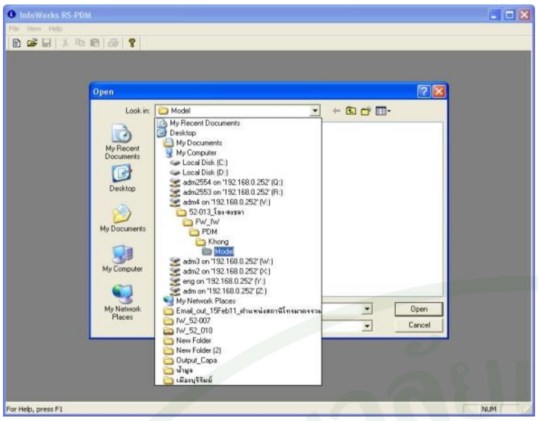
ลำดับ	แบบจำลองย่อย			รายละเอียด	หมายเหตุ
	ตัวแปร	ชื่อตัวแปร	หน่วย		
	3.2 Splitting				
	α	alpha	-	ตัวคูณน้ำท่า ควบคุมการแบ่งของน้ำฝนเป็นน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน	
	β	beta	-	ควบคุมการแบ่งการไหลไปเป็นน้ำใต้ดินในบางเงื่อนไขเฉพาะ	
	τ	theta	-	สัดส่วนเริ่มต้นของการแบ่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน	ส่งผลกระทบตอนต้นของการจำลองเท่านั้น
	3.3 Demand-based				
	α	alpha_d	-	ขีดจำกัดอัตราส่วนของน้ำใต้ดิน	
	β	beta_d	-	ตัวคูณยกกำลังของฟังก์ชันความต้องการน้ำใต้ดิน	
	q_{sat}	qsat_d	มม./ชม.	อัตราการไหลลงดินสูงสุด	
4	การไหลบนผิวดิน (Surface Flow)				
	K_1, k_2	K1, k2	ชม.	ค่าคงที่ในเทอมของเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนตัวของน้ำในพื้นที่เก็บกัก	มีผลโดยตรงต่อความสูงของกราฟ น้ำท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

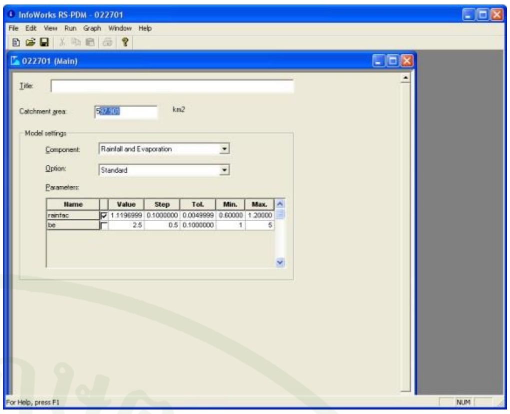
ตารางที่ 14 (ต่อ)

ลำดับ	แบบจำลองย่อย			รายละเอียด	หมายเหตุ
	ตัวแปร	ชื่อตัวแปร	หน่วย		
5	การไหลของ Base Flow				
	k_b	kb	ชม. มม.$^{m-1}$	ค่าคงที่ของปริมาณ Base Flow	ควบคุมระยะของการลู่เข้า
	m	-	-	ตัวยกกำลังของปริมาณน้ำฐาน	
6	เวลาและปริมาณน้ำ (Time & Flow)				
	T_d	tdly	ชม.	เวลาที่เลื่อนออก	เลื่อนไฮโดรกราฟตามแกนเวลา
	q_c	qcont	ลบ.ม./วิ	ปริมาณน้ำคงที่	เลื่อนไฮโดรกราฟตามแกนปริมาณน้ำ

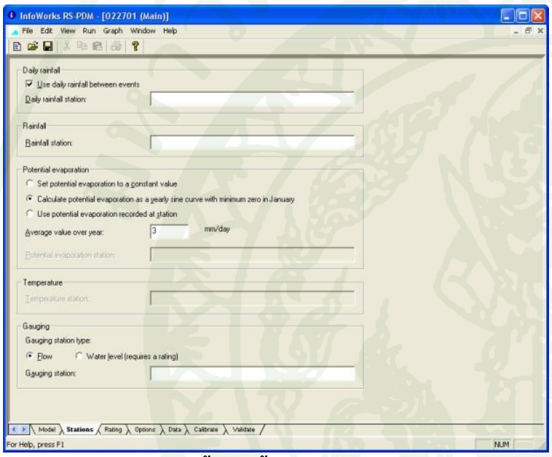
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



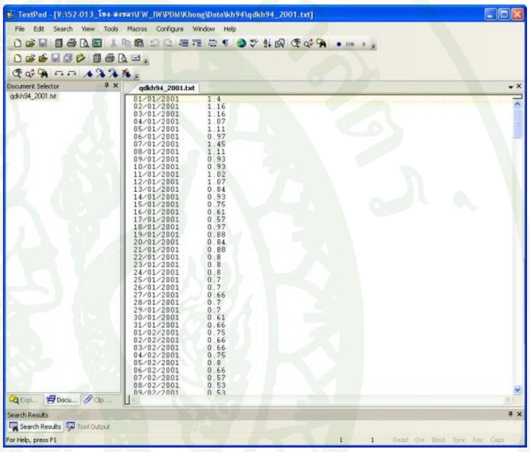
หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม InfoWorks PDM



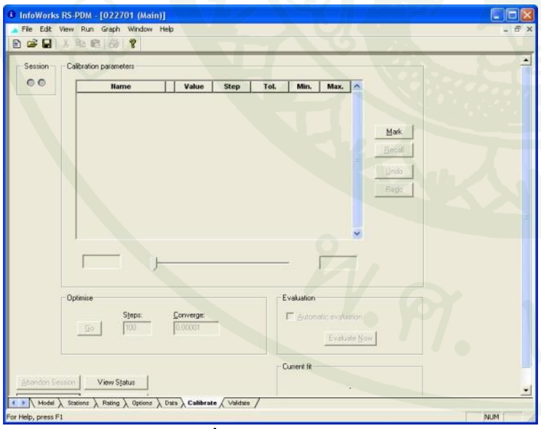
การนำเข้าข้อมูลพื้นฐานต่างๆ และการกำหนดประเภทของพารามิเตอร์สำหรับทำการปรับเทียบ



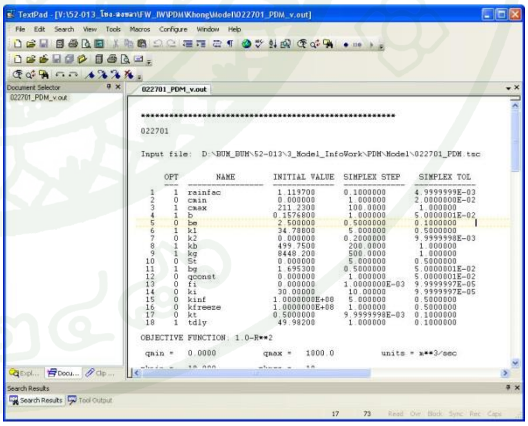
การนำเข้าข้อมูลน้ำฝน น้ำท่า และปริมาณการระเหย



ลักษณะโครงสร้างของชุดข้อมูลนำเข้า



ฟังก์ชั่น Auto Calibrate



ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล

ภาพที่ 30 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม InfoWorks PDM

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ด้านชลศาสตร์ โปรแกรม InfoWorks ICM ใช้สมการ St. Venant (สมการโมเมนตัมและสมการความต่อเนื่อง) คำนวณการไหลของน้ำในลำน้ำและพื้นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำ (Flood Plain) และใช้สมการเฉพาะตามชนิดของอาคารชลศาสตร์สำหรับการคำนวณการไหลผ่านอาคารชลศาสตร์ชนิดนั้นสำหรับพื้นฐานการคำนวณทางชลศาสตร์นั้น โปรแกรม InfoWorks ICM สามารถคำนวณการไหลได้ทั้งการไหลแบบทรงตัวมั่น (Steady State flow) และการไหลแบบไม่ทรงตัวมั่น (Unsteady State flow) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1) การคำนวณการไหลแบบทรงตัวมั่น (Steady state flow) การคำนวณการไหลแบบทรงตัวมั่นมีจุดประสงค์เพื่อกำหนดค่าสภาวะทางชลศาสตร์เริ่มต้น (Initial Condition) ในทุกๆ จุด (node) และทุกๆ การต่อเชื่อม (link) ของแบบจำลองโครงข่ายทางน้ำก่อนที่จะนำไปสู่การจำลองสภาพชลศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Unsteady State flow) ในการจำลองการไหลแบบทรงตัวมั่นจะสามารถคำนวณได้ 2 วิธี คือ

(1) Direct Method วิธี Direct Method ถือเป็นวิธีการหลักในการหาผลลัพธ์ทาง Steady State Flow ซึ่งมีกระบวนการที่รวดเร็วและแน่นอนกว่า Pseudo-Timestepping และยังต้องการข้อมูลเริ่มต้นที่น้อยกว่า ในการคำนวณสภาพการไหลแบบ Steady State อาศัยสมการ Saint-Venant ที่ลดรูปให้อยู่ในรูปของสมการอนุพันธ์ ซึ่งจะถูกใช้ในการควบคุมขนาดของช่วงห่างของหน้าตัดในการหาผลลัพธ์อย่างอัตโนมัติและแสดงส่วนของหน้าตัดเสริมที่จำเป็นต้องจัดแทรกลงในแบบจำลองในรูปแบบที่เหมาะสม ประเด็นหลักที่นำมาพิจารณาในการคำนวณหาผลลัพธ์ของโครงข่ายนั้นก็คือ การพิจารณาตามกฎของ Kirchoff (กฎทรงมวล) และกำหนดให้ระดับน้ำที่หน้าตัดทางน้ำที่จุดบรรจบ/จุดต่อเชื่อม (Junction) มีระดับเท่ากัน ซึ่งกระบวนการคำนวณนี้จะทำซ้ำเพื่อปรับแก้ค่าอัตราการไหลและระดับน้ำที่จุดบรรจบของแม่น้ำจนกว่าอัตราการไหลต่างในระบบจะมีการปรับแก้น้อยกว่า 0.1% และผลต่างของระดับน้ำน้อยกว่า 1 มม. ที่จุดบรรจบ ความถูกต้องของการคำนวณจะขึ้นอยู่ความถูกต้องและความสอดคล้องของช่องว่างหรือระยะห่างระหว่าง 2 หน้าตัด ซึ่งในขณะที่โปรแกรมได้ทำการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์โดยใช้หน้าตัดเสริม (Interpolated Section) แทรกระหว่าง 2 หน้าตัดจริง โปรแกรมจะทำการตรวจสอบและทำการแจ้งหากต้องมีการเพิ่มหน้าตัดจากการสำรวจ หรือมีจำนวนของหน้าตัดเสริมถูกบรรจุอยู่ระหว่างหน้าตัดจริงมากเกินไป ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของหน้าตัดจริงทั้งสองหน้าตัดที่ติดกันที่มีมากเกินไป หรือความโค้งของทางน้ำที่มากจนเกินไป ซึ่งวิธีนี้จะเร็วกว่า Pseudo-Timestepping เพราะสามารถเจาะจงตัวข้อมูลที่มีปัญหาหรือพื้นที่ส่วนที่มีผลกระทบในแบบจำลอง ซึ่งการชี้ถึงพื้นที่ปัญหาภายในโดยอัตโนมัติจะเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) Pseudo-Timestepping Method การคำนวณหาผลลัพธ์ด้วยวิธี Pseudo-timestepping จะกระทำโดยการประมาณค่าอัตราการไหลและระดับน้ำในแต่ละ node เป็นเงื่อนไขกำหนดเริ่มต้นซึ่งเงื่อนไขกำหนดเริ่มต้นเหล่านี้จะถูกใช้สำหรับการจำลองการไหลแบบ Steady State โดยก้าวเวลา (time step) ที่ถูกกำหนดอยู่ในเงื่อนไขขอบอย่างคงที่เป็นสิ่งจำเป็นในการหาผลลัพธ์ด้วยวิธีการนี้ Timestep เริ่มต้นคือสิ่งที่สำคัญสำหรับเริ่มต้นการทำงาน (run) โดยที่ค่า Timestep จะต้องทำการเปลี่ยนแปลงหากสภาวะเริ่มต้นมีการผันผวนมาก ซึ่งจะทำให้อัตราการไหลมีความไม่เสถียรมากขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนด Timestep ใหม่ (อาจใช้ได้จนต่ำกว่า 10 วินาที) โดยที่ค่า Timestep สามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้จนกระทั่งอัตราการไหลมีความไม่เสถียรน้อยที่สุด แบบจำลองจะทำงานจนกระทั่งความผิดปกติและความไม่แน่นอนทั้งหมดในเงื่อนไขเริ่มต้นที่ประมาณไว้ถูกกระจายไปจนระบบของแบบจำลองมีความเสถียร ซึ่งขบวนการนี้จะต้องใช้เวลานาน โดยเฉพาะแบบจำลองที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งหน้าแสดงผลจะแสดง การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เมื่อค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ปกติจะน้อยกว่า 0.5x103) และ Timestep มากกว่า 200-500 วินาที แล้วการคำนวณ Steady ก็จะสำเร็จแต่บางครั้งเป็นการยากที่จะ Run แบบจำลองบางแบบจำลองที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลง Timestep ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า Timestep นั้น จะทำให้แบบจำลองเกิดการ diverge (การลู่ออกของตัวแปร) ได้

2.2) การคำนวณการไหลแบบไม่ทรงตัวมั่น (Unsteady state flow) สำหรับพื้นฐานการคำนวณการไหลแบบไม่ทรงตัวมั่นจะอาศัยสมการ Saint-Venant แบบเต็มรูปแบบ ส่วนการแก้ไขสมการทางคณิตศาสตร์จะอาศัยวิธี Preissman four-point implicit finite difference และวิธีทางเมตริกต์ ในการแก้สมการเพื่อหาผลลัพธ์ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละระยะทางตามที่ผู้ใช้กำหนดการจัดทำโครงข่ายทางน้ำโดยทั่วไปเพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลของทางน้ำในธรรมชาติจะพิจารณาผลกระทบซึ่งกันและกันระหว่างทางน้ำ กับการควบคุมภายในและภายนอกของทางน้ำ การพิจารณาสภาพชลศาสตร์ ดังกล่าวต้องพิจารณาถึงมวลและโมเมนตัมของรูปร่างของทางน้ำ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ หน้าตัดลำน้ำ (River Section), Junction และ ทุ่งน้ำท่วม (Floodplain Storage Area)

หน้าตัดทางน้ำใช้สำหรับการจำลองการไหลของน้ำในทางน้ำธรรมชาติและทางน้ำที่สร้างขึ้นโดยอาศัยสมการ Saint-Venant ที่เป็นการไหลใน 1 ทิศทางในการคำนวณ ส่วนการจำลองการไหลของน้ำท่วมที่เป็นการไหล 2 ทิศทาง กระทำได้โดยการคำนวณการไหลที่แตกต่างกันของการนำพา (Conveyance) ในหน้าตัดทางน้ำแต่ละส่วน รวมถึงการใช้องค์ประกอบทุ่งน้ำท่วม (Floodplain Storage Area) และการจำลองการคดเคี้ยวของทางน้ำในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำลองการเคลื่อนตัวของน้ำหลาก นอกจากนั้นใช้ในการจำลองการไหลเหนือวิกฤต (super-critical flow) ที่เกิดขึ้นในบางแห่งของทางน้ำ สมการที่ใช้ในการคำนวณ ประกอบด้วย 2 สมการ คือ สมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) โดยมีรายละเอียดดังนี้

สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \qquad (34)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลในทางน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

A = หน้าตัดการไหล (ตร.ม.)

q = การไหลเข้า-ออกทางข้างของทางน้ำ (ลบ.ม./วินาที/ม.)

x = ระยะห่างระหว่างหน้าตัดทางน้ำที่ติดกัน (เมตร)

t = ระยะเวลา (วินาที)

สมการโมเมนตัม

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\beta Q^2}{A}\right) + gA\frac{\partial H}{\partial x} - g\frac{AQ/Q/}{K^2} + q\frac{Q}{A}\cos\alpha = 0 \qquad (35)$$

เมื่อ H = ระดับน้ำของผิวเหนือระดับอ้างอิง (เมตร)

= สัมประสิทธิ์การกระจายโมเมนตัม

q = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/วินาที^{2})

α = มุมของทางน้ำ

K = ความนำพาของทางน้ำ

$$K^2 = A^2 R^{4/3} / n^2$$

เมื่อ n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง

R = รัศมีชลศาสตร์ = (A/P) (เมตร)

P = ระยะเส้นขอบเปียก (เมตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้สมการความต่อเนื่องและสมการโมเมนตัมได้กำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้

(1) เป็นการไหลใน 1 ทิศทาง (มีค่าความเร็วการไหลเพียงค่าเดียวและระดับผิวน้ำสามารถบ่งบอกรูปร่างของหน้าตัดการไหลได้)

(2) โค้งการไหลมีความโค้งเพียงเล็กน้อยและไม่มีความเร่งในแนวดิ่งซึ่งจะทำให้การกระจายความดันในทางน้ำเป็นแบบสถิต

(3) ผลกระทบจากแรงเสียดทานและความปั่นป่วนสามารถแทนได้ด้วยความนำพาของทางน้ำ (Conveyance) ที่คำนวณจากการไหลแบบ Steady State

(4) ค่าเฉลี่ยของความลาดชันทางน้ำมีค่าน้อยเพียงพอต่อการประมาณค่ามุมทางน้ำ

(5) ฟังก์ชั่นและตัวแปรทั้งหมดมีความต่อเนื่องและสามารถแยกออกจากกันได้ (ไม่รวมถึงกรณีของการเกิด Hydraulic Jump)

การแก้ปัญหาของสมการ Saint-Venant โปรแกรม InfoWorks ICM ใช้วิธีทางตัวเลข (Numerical Solution) มาใช้ในการแก้สมการ ซึ่งจะมีความเหมาะสมและให้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือสำหรับการทำงานในด้านวิศวกรรม ทั้งนี้โปรแกรม InfoWorks ICM ได้นำวิธีของ Preissmann Implicit หรือ Preissmenn 4 Point มาใช้ในการคำนวณ

3) โปรแกรม InfoWorks ICM สามารถกำหนดรูปแบบของการควบคุมการทำงานของอาคารชลศาสตร์ต่างๆ เช่น ประตูระบายน้ำ สถานีสูบน้ำ ได้ทั้งการควบคุมตามเวลาที่กำหนดหรือควบคุมตามสภาพระดับน้ำหรือปริมาณน้ำ ณ จุดที่กำหนดได้ตามต้องการโดยใช้การกำหนดเงื่อนไขทางตรรกวิทยา

สำหรับรูปแบบของโครงสร้างต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำในทางน้ำเปิดจะมีการกำหนดความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและระดับน้ำที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งโดยปกติจะมี รูปแบบของสมการคำนวณเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$Q = ah^{b}$$

โดยที่ h คือ ระดับความลึกน้ำ (เมตร)

a คือ ค่าสัมประสิทธิ์บางค่าที่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างนั้นๆ

b คือ จะมีค่าตามปกติมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 ในกรณีของฝายและมากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ในกรณีของการไหลอย่างอิสระภายใต้บานระบาย

ซึ่งความสัมพันธ์นี้จะได้จากการสังเกตตามธรรมชาติและการปรับเทียบค่า ซึ่งโดยปกติจะอ้างอิงกับสมการที่ได้จากการทดลองในเอกสารรายงานหรือการวิจัยต่างๆ ที่มีอยู่ โดยลักษณะของรูปแบบของอาคารควบคุมจะประกอบด้วยรูปแบบต่างๆ อาทิเช่น Round Nosed Weir Broad Crested Weir Sharp Crested Weir Gated Weir Notional Weir Crump Weir Arch Bridge US BPR Bridge Orifice Pump Spill Radial Sluice Gate Vertical Sluice Gate Siphon Spillway Pond Box Culvert Bend Bernoulli Loss Culvert Inlet/Outlet Unit และ General Headloss เป็นต้น

6.2.2 ด้านการจัดการฐานข้อมูล

โปรแกรม InfoWorks ICM จะจัดการฐานข้อมูลโดยอาศัยโปรแกรม Microsoft JET, SQL และ MSDE มีระบบการจัดการข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล รวมทั้งการส่งผลการพยากรณ์ไปสู่ระบบฐาน ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เพื่อแสดงขอบเขตน้ำท่วมตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยแบ่งฐานข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน (ดังแสดงในภาพที่ 27) ดังนี้

ฐานข้อมูลหลัก (Master Database) ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลการจัดการโปรแกรมและแบบ จำลองที่เกี่ยวข้อง

ฐานข้อมูลเฉพาะที่ (Local Root Directory) เป็นส่วนเก็บข้อมูลสำเนาการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแบบ จำลอง ผลของการจำลองและแฟ้มข้อมูลชั่วคราวต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2.3 ด้านการแสดงผล

การแสดงผลสามารถแสดงได้ทั้งในรูปของกราฟ หรือตารางสรุปผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ จอ Projector หรือเครื่องพิมพ์ และสามารถแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม (Flood Map) หน้าตัดขวางของ ทางน้ำ พื้นที่น้ำท่วม ณ สถานที่และเวลาต่างๆ ได้ พร้อมทั้งจัดทำรายงานสรุปเหตุการณ์น้ำท่วม ณ จุดที่กำหนด

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมชลประทาน (2537) โครงการห้วยโสมงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ตั้งหัวงานอยู่ในเขตบ้านแก่งยาว ตำบลแก่งดินสอ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี

ระบบชลประทานฝั่งซ้าย ยาวประมาณ 186 กิโลเมตร ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 94,800 ไร่ ในเขตตำบลแก่งดินสอ อำเภอนาดี ตำบลบ้านนา ตำบลบ่อทอง ตำบลเมืองเก่า และเทศบาลตำบลกบินทร์บุรี อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี

ระบบชลประทานฝั่งขวา ยาวประมาณ 34 กิโลเมตร ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 16,500 ไร่ ในเขตตำบลแก่งดินสอ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี

เป็นการพัฒนาแหล่งน้ำเอนกประสงค์ เพื่อใช้สำหรับการเกษตร กิจการประปา และอุตสาหกรรม เพื่อผสมผสานแผนการพัฒนาแหล่งน้ำต่างๆในบริเวณลุ่มน้ำบางปะกงทั้งหมดให้สมบูรณ์

กรมทรัพยากรน้ำ (2547) ได้ศึกษาสภาพปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) สภาวะน้ำท่วมฉับพลัน (Flash Flood) เกิดจากสภาวะฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องจากการพัดผ่านของพายุฝนเป็นเวลาหลายวันทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลาก มักจะเกิดในพื้นที่ราบระหว่างเนินขนาดใหญ่ที่ทอดยาวต่อเนื่องมาจากภูเขาสูง ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารบริเวณสันปันน้ำ หรือพื้นที่ราบระหว่างเนินที่เกิดจากสภาพคดโค้งของชั้นหิน โก่งงอเป็นเนินขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยเนินลอนลาดขนาดเล็กมากมายลดหลั่นต่อเนื่องกันมาจนถึงพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) น้ำท่วมล้นตลิ่งสองฝั่งลำน้ำ (River Flood) มักเกิดบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ๆ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศ เป็นที่ราบลุ่มมีความลาดชันของพื้นที่และความลาดชันของลำน้ำค่อนข้างต่ำ จึงระบายน้ำได้ช้า มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งเกิดจากฝนตกหนัก ณ จุดนั้นๆ ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน หรือเกิดจากสภาวะน้ำล้นตลิ่ง น้ำท่วมขังส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำ และมีลักษณะแผ่เป็นบริเวณกว้าง ในบริเวณลุ่มน้ำปราจีนบุรีจะเกิด น้ำท่วมขังจากริมฝั่งลำน้ำกว้าง 5-20 กิโลเมตร และบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง เกิดน้ำท่วมขังเป็นบริเวณกว้าง 5-10 กิโลเมตรจากริมฝั่งลำน้ำ เกิดจากสภาวะน้ำทะเลหนุนในช่วงปลายฤดูฝนระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ทำให้น้ำที่ไหลบ่าลงมาไม่สามารถออกสู่ทะเลได้สะดวก ก่อให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่เป็นเวลานาน

กรมโยธาธิการและผังเมือง (2556) ได้ศึกษาโดยได้คัดเลือกพื้นที่ชุมชนจำนวน 4 พื้นที่ มาศึกษาความเหมาะสมระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ทั้งนี้การเปรียบเทียบความเหมาะสมจะดำเนินการใน 3 ด้าน คือ ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ และความเหมาะสมด้านเศรษฐกิจ-สังคม สิ่งแวดล้อม พื้นที่ชุมชุนที่ได้รับคัดเลือก ได้แก่ เทศบาลเมืองปราจีนบุรีและชุมชนต่อเนื่อง, เทศบาลตำบลบ้านสร้างและชุมชนต่อเนื่อง, เทศบาลตำบลศรีมหาโพธิและชุมชนต่อเนื่อง และเทศบาลตำบลกบินทร์และชุมชนต่อเนื่อง

ยุพิน (2541) ได้ทำการศึกษาสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 มาจำลองสภาพการไหลน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและนำแบบจำลองสภาพการไหลน้ำท่วมไปใช้ในการพยากรณ์สภาพน้ำท่วม โดยจำทำนายปริมาณน้ำและระดับน้ำที่คาบอุบัติต่างๆในแม่น้ำสายหลักรวมถึงพื้นที่น้ำท่วมริมฝั่งแม่น้ำสายหลัก ได้แก่ แม่น้ำนครนายก แม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำบางปะกง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางหรือมาตรการการบรรเทา/การป้องกันและจัดการน้ำท่วมเนื่องจากอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำดังกล่าว

อรรถพล (2543) ได้ทำการศึกษาสภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS ขอบเขตพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างตั้งแต่เขื่อนเจ้าพระยาถึง ปากแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำสาขา อันได้แก่ แม่น้ำลพบุรี ป่าสัก และน้อย รวมถึงคลองสาขาต่างๆ มาจำลองด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อทำการปรับเทียบมาตรฐานแบบจำลองด้วยเงื่อนไขเหตุการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ.2538 พร้อมทั้งศึกษาสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้น และแนวทางการบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิปัทม์ (2544) ได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS มาใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วมของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง เพื่อทำการปรับเทียบมาตรฐานแบบจำลอง ด้วยเงื่อนไขเหตุการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ.2538 พร้อมทั้งศึกษาสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้น และแนวทางการบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน โดยการผันน้ำเข้าเก็บกักในพื้นที่ทุ่งน้ำท่วมธรรมชาติ ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

บุญลือ (2544) ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นเพื่อวิเคราะห์การไหลในสภาวะคงตัว (Steady State) สองมิติและความเร็วของการไหลต่ำกว่าความเร็วเสียง ซอฟต์แวร์พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของ ระเบียบวิธีปริมาตรจำกัด (Finite Volume Method) โดยค่าของตัวแปรทั้งหมดถูกเก็บไว้ที่ตำแหน่งเดียวกัน (Collocated Grids) และใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงของ Rhie and Chow (Rhie and Chow Interpolation) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการไม่เกาะเกี่ยวกันระหว่างความเร็วกับความดัน แบบจำลองการปั่นป่วนประเภทสองสมการ (Two-Equation Turbulence Model) ถูกนำมาใช้ในกรณีที่การไหลเป็นแบบปั่นป่วน ซอฟต์แวร์สามารถวิเคราะห์การไหลได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ การไหลแบบไม่อัดตัว (Incompressible Flow) การไหลแบบอัดตัวได้ (Compressible Flow) การไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) ซอฟต์แวร์ได้รับการทดสอบโดยการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลเฉลยเชิงวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และผลจากการคำนวณเชิงตัวเลขที่เป็นที่ยอมรับ

Tawatchai (2517) ทำการศึกษาถึงแบบจำลองของทุ่งน้ำท่วม ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตรเก็บกักของทุ่งน้ำท่วมและปริมาณการไหลที่แปรเปลี่ยนระหว่างแม่น้ำสายหลักกับทุ่งน้ำท่วม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อธิบายถึงเงื่อนไขของทุ่งน้ำท่วมและการไหลใน แม่น้ำสายหลัก ความสัมพันธ์ที่ได้ใช้ทำนายระดับน้ำท่วมในแม่น้ำที่ศึกษาและผลที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้งานได้

AIT, Danish Hydraulic Institute and Acres (2539) ได้ศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัยและทบทวนโครงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยการศึกษาภาพรวมของการเกิดอุทกภัย สถานที่ ขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วม สาเหตุ และความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยครั้งร้ายแรงในลุ่มน้ำเจ้าพระยา แจกแจงโครงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในปัจจุบันและที่วางแผนไว้ เสนอนโยบายการจัดการการป้องกันอุทกภัย ประเมินทางเลือกการจัดการป้องกันอุทกภัยและเสนอแผนการจัดการการป้องกันอุทกภัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Walsh (2002) เสนอผลการพัฒนาระบบเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning System) ในประเทศอังกฤษ เวลส์ และออสเตรเลีย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงการวางแนวทางและการจัดการระบบเตือนภัยน้ำท่วมโดยพิจารณาจากผลกระทบของเหตุการณ์น้ำท่วมในปี ค.ศ. 1998 ซึ่งการศึกษาดังกล่าวจะต้องอาศัยแนวความคิดของวิธีการแบบบูรณาการ (Total Systems Approach) โดยกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อใช้ในการป้องกันปัญหาอุทกภัยที่อาจจะเกิดขึ้นซึ่งได้แก่ (1) การให้บริการระบบเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning Service) เป็นการวางแนวทางในอีก 5 ปีข้างหน้า โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะลดความเสี่ยงที่เกิดจากอุทกภัยและอยู่บนพื้นฐานของความถูกต้องเชื่อมั่น และเหมาะที่จะนำไปใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วม (2) การตั้งศูนย์เตือนภัยน้ำท่วมแห่งชาติ (NationalFlood Warning Centre) ศูนย์ดังกล่าวจะทำงานเชื่อมโยงกับศูนย์อื่นๆ ในการให้คำแนะนำและแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมโดยจะมีการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการเตือนภัยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ประชาชน (3) การเตือนภัยน้ำท่วมแก่สาธารณชน (Flood Awareness Publicity) เป็นการประกาศเตือนภัยน้ำท่วมเพื่อให้สาธารณชนได้รับทราบและเข้าใจถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากอุทกภัย (Flood Risks) ซึ่งจะเป็นเครื่องเตือนให้ทราบถึงขนาดความรุนแรงของอุทกภัยที่จะเกิดขึ้น และ (4) การตั้งรหัสที่ใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning Codes) เป็นรหัสสี (Colour Codes) ซึ่งจะใช้ในการวางแผน ให้คำแนะนำ ตลอดจนการเตรียมตัวเมื่อได้รับสัญญาณที่แสดงสีต่างๆ ซึ่งสัญลักษณ์สีดังกล่าวจะบอกให้ทราบถึงข่าวคราวที่เกี่ยวข้องกับอุทกภัยก่อนที่จะมีการแจ้งเตือนให้ประชาชนได้รับทราบ โดยจะสามารถแสดงสัญลักษณ์สีได้ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำทั้งหมดและกำหนดให้เป็นพื้นที่เตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning Areas)

อุรินทร์ และ บัญชา (2551) ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวโน้มและการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันที่ฝนตกในลุ่มน้ำปราจีนบุรี พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีอิทธิพลต่อการลดลงของปริมาณรายปีในลุ่มน้ำปราจีนบุรีระหว่าง ปี ค.ศ.1976-2006

Kim *et al.* (2008) ได้ศึกษาเกณฑ์การบริหารจัดการรายเดือนสำหรับการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเพื่อหาระบบการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดในกรณีต่างๆ โดยใช้การวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลในอดีตและความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำไหลเข้า เพื่อใช้ในการจำลองและหา Operating rule รูปแบบต่างๆที่สามารถรองรับปริมาณน้ำไหลเข้าในรูปแบบต่างๆ ที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสมกับในแต่ละกรณีเพื่อผู้ทำหน้าที่ควบคุมระบบการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยจะสามารถคาดการณ์ความเป็นไปได้ของปริมาณความจุอ่างเก็บน้ำในกรณีต่างเพื่อที่จะได้ดำเนินการควบคุมระบบการบริหารจัดการน้ำในอ่างและประเมินผลสถานะปัจจุบันของอ่างเก็บน้ำได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ 1 ชุด

2. โปรแกรมแบบจำลอง InfoWorks ICM

3. โปรแกรมจัดการเอกสาร MS-Word, MS-Excel และ MS-PowerPoint

4. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcGIS)

5. แผนที่ภูมิประเทศบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

6. แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี มาตราส่วน 1 : 4,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

7. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาที่มีการบันทึกไว้ของลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี ซึ่งได้แก่ ข้อมูลน้ำฝนรายวัน ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันและรายเดือน ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงและรายวัน ข้อมูลปริมาณการระเหยจากถาดรายวัน ปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปี และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณน้ำ (Rating Curves)

8. รูปตัดขวางของลำน้ำ รวบรวมจากผลสำรวจของกรมทรัพยากรน้ำและกรมชลประทาน ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

ขั้นตอนในการศึกษาสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 31

ขั้นตอน

↓

ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

↓

1. รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง/ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
   - ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี
   - ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี
   - ข้อมูลกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณน้ำ (Rating Curves)
   - ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ
   - ดำเนินการตรวจสอบความน่าเชื่อถือได้ของข้อมูล

↓

2. ศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัย ความสามารถในการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมในปัจจุบัน และประเมินปริมาณน้ำที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมในปี 2556

↓

3. จัดทำแบบจำลองการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นปริมาณน้ำท่าของแบบจำลอง InfoWorks PDM พร้อมทั้งปรับเทียบ และตรวจสอบแบบจำลอง

↓

4. จัดทำแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ในแม่น้ำด้วยแบบจำลอง InfoWorks ICM พร้อมทั้งปรับเทียบ และตรวจสอบแบบจำลอง

↓

5. เปลี่ยนแปลงขอบเขตเงื่อนไขตามกรณีศึกษาตามแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยต่างๆ และคำนวณโดยแบบจำลอง
   - กรณีมีการบริหารจัดการ โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และโครงการอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง ในพื้นที่การศึกษา

↓

6. วิเคราะห์ผล สรุปผล และเขียนรายงาน

ภาพที่ 31 แสดงขั้นตอนการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรวบรวมสถิติข้อมูลต่างๆในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี เพื่อใช้การศึกษาอุทกภัยและการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำบางปะกง - ปราจีนบุรี มีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง/ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ประกอบไปด้วย

1.1 ข้อมูลรูปตัดขวางและโครงข่ายลำน้ำ

ในการศึกษาถึงสภาพอุทกพลศาสตร์ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลผลการสำรวจตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 จำนวน 805 รูปตัด หรือระยะห่างระหว่างรูปตัดประมาณทุกๆ 5.00 กิโลเมตร เพื่อใช้ในการจัดทำแบบจำลองด้านอุทกพลศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องคัดเลือกลำน้ำสายสำคัญเพื่อกำหนดเป็นตัวแทนระบบลำน้ำ ในการศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีทั้งหมด ดังนั้นโครงข่ายลำน้ำในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย แม่น้ำปราจีนบุรี แม่น้ำนครนายก แม่น้ำบางปะกง คลองพระปรง คลองพระสทึง ห้วยโสมง ห้วยน้ำใส ตลอดจนคลองส่งน้ำสายสำคัญในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง และพื้นที่ชลประทานท่าแห โดยในการจำลองโครงข่ายลำน้ำ ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ประกอบด้วย ตำแหน่งพิกัดและข้อมูลสำรวจรูปตัดตามขวาง (Cross Section) ค่าระดับตลิ่งฝั่งซ้ายและฝั่งขวา โดยระดับของรูปตัดทางน้ำทั้งหมดอยู่บนพื้นฐานของค่าระดับน้ำทะเลปานกลางสำหรับรายละเอียดในการจำลองโครงข่ายลำน้ำแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 32

1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ปริมาณน้ำฝน รายชั่วโมง/รายวัน ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรีที่ได้มีการบันทึกไว้โดยกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา รายละเอียดสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่นำมาใช้ในการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 16 และภาพที่ 33 โดยเลือกใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 จนถึงปี พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

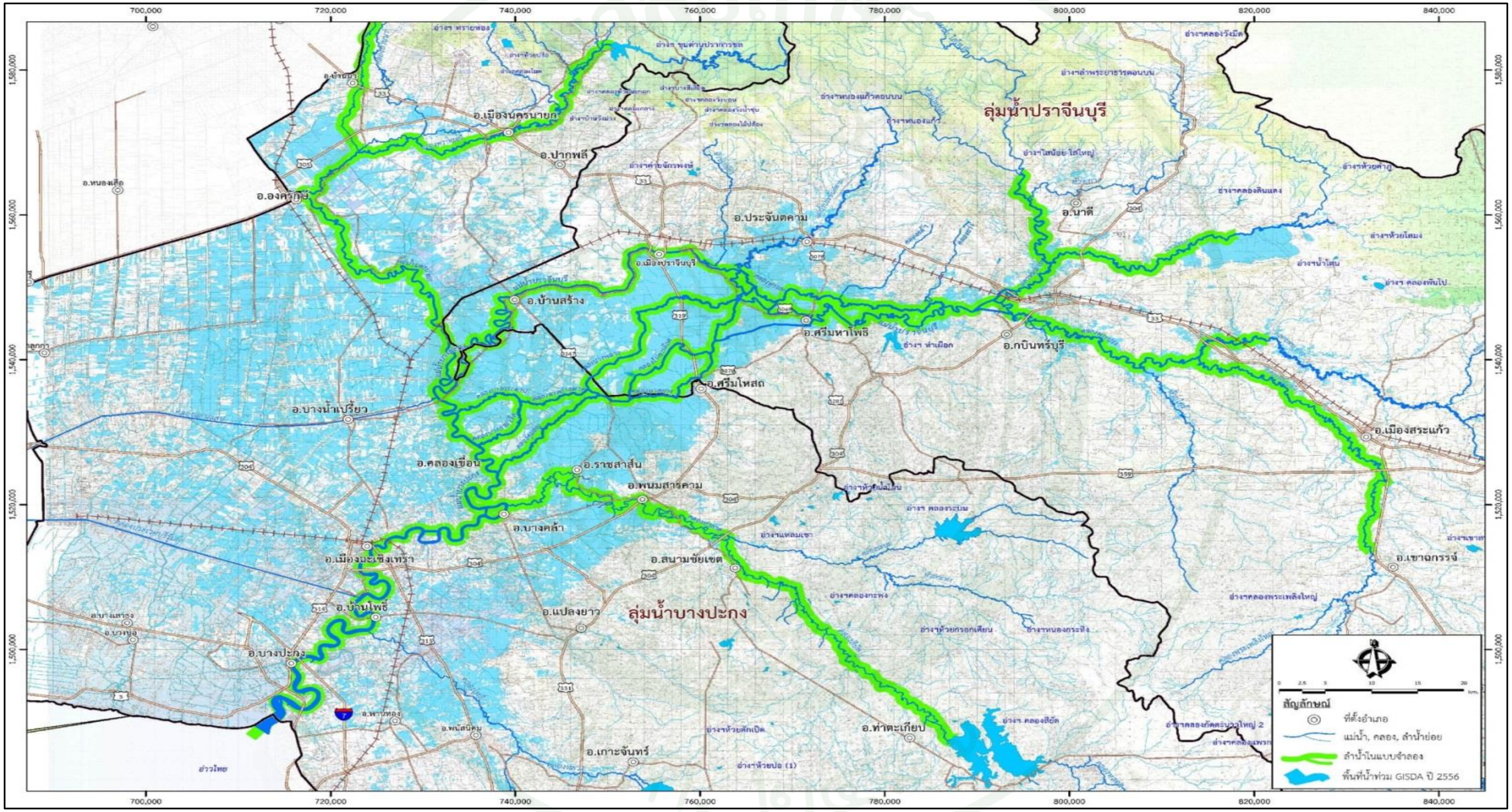
1.3 ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำท่า

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำ และปริมาณน้ำ รายชั่วโมง/รายวัน ของสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรีที่ได้มีการบันทึกไว้โดยกรมชลประทาน รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าที่นำมาใช้ในการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 17 และภาพที่ 34 โดยเลือกใช้ข้อมูลตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2545 จนถึงปี พ.ศ. 2556

ตารางที่ 15 รายละเอียดของโครงข่ายลำน้ำในแบบจำลอง

ลำดับ	แม่น้ำ/ลำน้ำ	จุดเริ่มต้น	จุดสิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
1	แม่น้ำบางปะกง	จุดบรรจบแม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำนครนายก	ปากแม่น้ำบางปะกง ก่อนไหลลงอ่าวไทย	117.67
2	แม่น้ำปราจีนบุรี	จุดบรรจบแควหนุมานและคลองพระปรง	จุดบรรจบแม่น้ำนครนายกและแม่น้ำบางปะกง	119.80
3	แม่น้ำนครนายก	สถานีวัดน้ำท่า NY.1B บริเวณ ต.ศรีนาวา อ.เมืองนครนายก จ.นครนายก	จุดบรรจบแม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำบางปะกง	102.54
4	คลองพระปรง	จุดบรรจบคลองน้ำเขียวกับแม่น้ำพระปรง	จุดบรรจบคลองพระปรงและแควหนุมาน ที่ อ.กบินทร์บุรี	53.25
5	คลองพระสทึง	สถานีวัดน้ำท่า KGT.9 บริเวณ ต.หนองบอน อ.เมืองสระแก้ว จ.สระแก้ว	จุดบรรจบคลองพระปรง	61.69
6	แควหนุมาน	สถานีวัดน้ำท่า KGT.33 บริเวณ ต. สะพานหิน อ.นาดี จ.ปราจีนบุรี	จุดบรรจบแม่น้ำปราจีนบุรีและคลองพระปรง	32.82
7	แควโขมง	สถานีวัดน้ำท่า KGT.15A บริเวณ ต.แก่งดินสอ อ.นาดี จ.ปราจีนบุรี	จุดบรรจบแควหนุมาน	8.96
8	คลองท่าลาด จุดบรรจบคลอระบมกับกับคลองสียัด	บริเวณอ่างเก็บน้ำคลองสียัด	จุดบรรจบแม่น้ำบางปะกง	117.83
9	คลองท่าแห	จุดบรรจบแม่น้ำปราจีนบุรีบริเวณ ต.หาดนางแก้ว อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี	จุดบรรจบแม่น้ำประจันตคาม	33.09
10	คลองส่งน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง	-	-	117.55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 32 รายละเอียดตำแหน่งรูปตัดขวางลำน้ำทั้งหมดและของโครงข่ายลำน้ำในแบบจำลองทางชลศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 แสดงสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี

สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล					
			ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม		ถึง	จำนวนปี ทั้งหมด	จำนวนปี ไม่ได้บันทึก	จำนวนปี ที่มีข้อมูล
1. A. Muang Cha Choeng Sao	03012	ฉะเชิงเทรา	13-41-16	101-04-47	1952	-	2012	61	-	61
2. A. Phanom Sarakham	03022	ฉะเชิงเทรา	13-44-51	101-21-00	1952	-	2006	55	-	55
3. A. Bang Nam Prieo	03032	ฉะเชิงเทรา	13-50-45	101-03-24	1952	-	2002	51	2	49
4. A. Ban Pho	03042	ฉะเชิงเทรา	13-35-50	101-04-55	1952	-	2013	62	-	62
5. A. Bang Khla	03052	ฉะเชิงเทรา	13-43-30	101-12-40	1952	-	2013	62	1	61
6. Bang Pakong Agriculture Settlement	03062	ฉะเชิงเทรา	13-30-00	100-50-00	1960	-	1980	21	3	18
7. Chaiyanuchit Regulator (CKD.1)	03070	ฉะเชิงเทรา	13-41-42	100-51-54	1960	-	1979	20	2	18
8. Bang Kha Nak Regulator (CKD.2)	03080	ฉะเชิงเทรา	13-51-34	101-07-37	1952	-	2007	56	-	56
9. Tha Khai Regulator (CKD.3)	03090	ฉะเชิงเทรา	13-41-14	101-03-57	1952	-	2007	56	1	55
10. Tha Thua Regulator (CKD.4)	03100	ฉะเชิงเทรา	13-37-07	101-02-57	1953	-	2007	55	1	54
11. Paktakong Regulator (CKD.5)	03110	ฉะเชิงเทรา	13-32-23	100-58-52	1952	-	2007	56	-	56
12. Thep Rang San Regulator (CKD.6)	03120	ฉะเชิงเทรา	13-29-32	100-57-24	1960	-	2007	48	-	48
13. Nang Hong Regulator (CKD.7)	03130	ฉะเชิงเทรา	13-30-03	100-49-16	1960	-	2007	48	-	48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล			จำนวนปี		
			ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม		ถึง	ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล
14. Phraya Wisut Regulator (CKD.10)	03140	ฉะเชิงเทรา	13-28-28	100-54-46	1963	-	2007	45	-	45
15. Bang Rong Regulator (CKD.11)	03150	ฉะเชิงเทรา	13-48-39	101-08-58	1963	-	2006	44	-	44
16. Ban Mai Regulator (CKD.12)	03160	ฉะเชิงเทรา	13-42-09	101-04-36	1963	-	2007	45	-	45
17. K.A. Ratchasan	03172	ฉะเชิงเทรา	13-46-42	101-16-51	1977	-	2013	37	-	37
18. Military Livestock Breeding	03184	ฉะเชิงเทรา	13-42-53	101-22-25	1976	-	2002	27	7	20
19. Sombum Regulator (NNK.9)	03190	ฉะเชิงเทรา	13-57-54	101-08-11	1952	-	2000	49	-	49
20. 17 Canal Regulator (SRS.3)	03200	ฉะเชิงเทรา	13-52-37	100-58-18	1953	-	2002	50	-	50
21. Tha Lat Headwork (KGT.2)	03210	ฉะเชิงเทรา	13-44-30	101-21-03	1955	-	1995	41	1	40
22. Tha Lat Outlet (LAT.2)	03220	ฉะเชิงเทรา	13-28-11	101-39-06	1967	-	1995	29	-	29
23. Khlong Siyat (KGT.18)	03231	ฉะเชิงเทรา	13-28-29	101-37-44	1967	-	2002	36	2	34
24. A. Sanamchaikhet	03242	ฉะเชิงเทรา	13-39-21	101-26-56	1970	-	2010	41	1	40
25. Khlong Tha Thong Lang Regulator (PTG.1)	03250	ฉะเชิงเทรา	13-40-37	101-12-43	1972	-	1988	17	1	16
26. Khlong Bang Phai Regulator (PTG.2)	03260	ฉะเชิงเทรา	13-39-28	101-06-01	1972	-	1988	17	-	17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล					
			ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม		ถึง	จำนวนปี ทั้งหมด	จำนวนปี ไม่ได้บันทึก	จำนวนปี ที่มีข้อมูล
27. Khlong Ban Pho Regulator (PTG.4)	03270	ฉะเชิงเทรา	13-34-17	101-03-52	1972	-	1988	17	-	17
28. Khlong Lod Yai Kham Regulator (PTG.5)	03280	ฉะเชิงเทรา	13-32-26	101-02-57	1973	-	1988	16	-	16
29. Khlong Na Bon Regulator (PTG.3)	03290	ฉะเชิงเทรา	13-37-24	101-05-44	1975	-	1988	14	-	14
30. Ban Sum Pa Ngam (KGT.25)	03301	ฉะเชิงเทรา	13-41-09	101-36-32	1978	-	1993	16	-	16
31. A. Bang Pakong	03312	ฉะเชิงเทรา	13-35-47	101-01-07	1982	-	2013	32	1	31
32. Phan Thong Khayai Project	03320	ฉะเชิงเทรา	13-28-41	101-00-40	1973	-	1991	19	-	19
33. A. Pong Nam Pon	06062	จันทบุรี	12-54-24	102-16-02	1952	-	2002	51	-	51
34. Ban Khunsong (Z.28)	06131	จันทบุรี	13-04-25	101-56-55	1986	-	2002	17	-	17
35. A. Muang Chon Buri	09013	ชลบุรี	13-21-36	100-59-21	1952	-	2002	51	1	50
36. A. Phanat Nikhom	09022	ชลบุรี	13-27-00	101-10-50	1954	-	2002	49	3	46
37. A. Phan Thong	09032	ชลบุรี	13-28-07	101-06-02	1952	-	2001	50	2	48
38. A. Si Racha	09042	ชลบุรี	13-10-37	100-56-01	1952	-	2002	51	1	50
39. A. Ban Bung	09062	ชลบุรี	13-18-30	101-07-00	1952	-	2001	50	-	50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

	สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด ละติจูด (น.)	พิกัด ลองติจูด (อ.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล เริ่ม		ถึง	จำนวนปี ทั้งหมด	จำนวนปี ไม่ได้บันทึก	จำนวนปี ที่มีข้อมูล
40.	Bang Sa - Mae Regulator (PTG.6)	09110	ชลบุรี	13-29-07	101-02-42	1973	-	1991	19	-	19
41.	Ban Bung Tank (TNK.147)	09140	ชลบุรี	13-14-12	101-07-42	1975	-	1990	16	-	16
42.	Bang Phra Tank (TNK.1)	09160	ชลบุรี	13-12-04	100-57-59	1954	-	2002	49	-	49
43.	Khlong Luang (KGT.19)	09171	ชลบุรี	13-23-17	101-20-40	1965	-	2002	38	-	38
44.	A. Muang Nakhon Nayok	22012	นครนายก	14-12-06	101-13-11	1952	-	2002	51	1	50
45.	A. Ongkharak	22022	นครนายก	14-07-24	101-00-20	1953	-	2000	48	-	48
46.	A. Pak Phli	22032	นครนายก	14-09-44	101-15-56	1952	-	2001	50	-	50
47.	A. Ban Na	22042	นครนายก	14-15-54	101-03-51	1952	-	2002	51	-	51
48.	Khlong 16 Regulator (SRS.2)	22050	นครนายก	13-57-45	100-57-48	1952	-	2000	49	3	46
49.	Nakhon Nayok Regulator (NNK.1)	22060	นครนายก	14-10-54	101-09-56	1952	-	1990	39	-	39
50.	Tha Chang Regulator (NNK.2)	22070	นครนายก	14-11-42	101-11-35	1952	-	1990	39	-	39
51.	Km. 9.000 (NNK.3)	22080	นครนายก	14-07-52	101-14-12	1960	-	1990	31	-	31
52.	Lam Bua Loi Regulator (NNK.4)	22090	นครนายก	14-04-37	101-15-07	1962	-	1990	29	-	29

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

	สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล					
									จำนวนปี		
				ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม		ถึง	ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล
53.	Bang Hoi Regulator (NNK.5)	22100	นครนายก	14-02-29	101-12-14	1952	-	1990	39	-	39
54.	Si Chula Regulator (NNK.6)	22110	นครนายก	14-05-47	101-10-27	1952	-	1990	39	-	39
55.	Ban Na Regulator (NNK.7)	22120	นครนายก	14-11-48	101-03-43	1960	-	1990	31	-	31
56.	Bang Mao Regulator (NNK.8)	22130	นครนายก	14-02-52	101-06-54	1952	-	1990	39	-	39
57.	Saowapha Phongsi Regulator (NNK.10)	22140	นครนายก	14-07-26	101-00-13	1952	-	2000	49	2	47
58.	Bang Plakot Regulator (NNK.11)	22150	นครนายก	14-08-35	100-59-07	1952	-	1990	39	-	39
59.	Ban Saimun Regulator (NNK.12)	22160	นครนายก	14-09-27	101-07-02	1960	-	1990	31	-	31
60.	Bang E - Lek Regulator (NNK.13)	22170	นครนายก	14-05-58	101-03-59	1960	-	1990	31	-	31
61.	Khao Lon Regulator (NNK.14)	22180	นครนายก	14-14-34	101-16-37	1960	-	1990	31	-	31
62.	Bang Phlai Regulator (NNK.15)	22190	นครนายก	14-13-20	101-08-12	1963	-	1990	28	-	28
63.	Chamuk Kluang Outlet (NNK.16)	22200	นครนายก	14-11-49	101-07-04	1963	-	1990	28	-	28
64.	Sam Tambon (NNK.17)	22210	นครนายก	14-10-07	101-09-02	1963	-	1990	28	-	28
65.	Upper 2 L - 2 L Canal Outlet (NNK.18)	22220	นครนายก	14-07-43	101-07-17	1963	-	1990	28	-	28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

	สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล				
				ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม	ถึง	จำนวนปี ทั้งหมด	จำนวนปี ไม่ได้บันทึก	จำนวนปี ที่มีข้อมูล
66.	Lower 1 L Canal (NNK.19)	22230	นครนายก	14-06-42	101-02-02	1963	1990	28	-	28
67.	Canal 14 Regulator (NNK.20)	22240	นครนายก	14-07-52	100-55-04	1963	1990	28	-	28
68.	Toei Yai Regulator (NNK.21)	22250	นครนายก	14-01-50	101-08-24	1963	1990	28	-	28
69.	Khlong Muang Regulator (NNK.22)	22260	นครนายก	14-11-18	101-12-01	1963	1990	28	-	28
70.	Ko Ka Outlet (NNK.23)	22270	นครนายก	14-06-28	101-14-06	1963	1990	28	-	28
71.	Lam Ai - Ngon Regulator (NNK.24)	22280	นครนายก	14-03-37	101-15-53	1963	1990	28	-	28
72.	Thepphalok Outlet (NNK.25)	22290	นครนายก	14-04-15	101-03-53	1963	1990	28	-	28
73.	Ban Khlong Yang (KGT.27)	22301	นครนายก	14-12-02	101-22-05	1983	2000	18	-	18
74.	Khlong Thadan (NY.5)	22331	นครนายก	14-18-30	101-20-00	1986	2002	17	-	17
75.	Khao Nang Buat (NY.1B)	22341	นครนายก	14-14-45	101-16-38	1989	2002	14	-	14
76.	Ban Mai Samrong Agriculture Experimental Station	25142	นครราชสีมา	14-23-00	101-41-00	1953	2002	50	-	50
77.	Ban San Chao Pho School	25152	นครราชสีมา	14-23-00	101-53-00	1955	2002	48	9	39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

	สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด ละติจูด (น.)	พิกัด ลองติจูด (อ.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล เริ่ม		ถึง	จำนวนปี ทั้งหมด	จำนวนปี ไม่ได้บันทึก	จำนวนปี ที่มีข้อมูล
78.	Forest Protected Station Unit 3	25284	นครราชสีมา	14-25-00	101-58-00	1966	-	2000	35	3	32
79.	Upper Lam Sae (M.81)	25530	นครราชสีมา	14-23-51	102-15-20	1967	-	1990	24	-	24
80.	Lam Plai Mat (M.121)	25631	นครราชสีมา	14-18-27	102-26-22	1983	-	1986	4	-	4
81.	Lam Sae (M.81A)	25660	นครราชสีมา	14-22-22	102-15-40	1984	-	1990	7	-	7
82.	Huai Hin Tank (TNK.159)	25670	นครราชสีมา	14-18-48	102-26-22	1986	-	1996	11	-	11
83.	Lam Plai Mat Project	25680	นครราชสีมา	14-19-04	102-28-42	1987	-	1994	8	1	7
84.	Sala Khru Regulator (NRS.7)	32150	ปทุมธานี	14-16-27	100-53-52	1960	-	2000	41	2	39
85.	Phra Thammaracha Regulator (NRS.10)	32180	ปทุมธานี	14-04-37	100-53-57	1952	-	2000	49	2	47
86.	Km. 22,100 Regulator (NRS.14)	32220	ปทุมธานี	14-08-16	100-54-07	1963	-	2000	38	2	36
87.	Km. 11.700 Regulator (NRS.15)	32230	ปทุมธานี	14-11-43	100-54-05	1963	-	2000	38	2	36
88.	A. Nong Chok	41042	กรุงเทพ	13-51-14	100-51-56	1952	-	2002	51	2	49
89.	A. Muang Prachin Buri	44013	ปราจีนบุรี	14-03-00	101-22-23	1952	-	2013	62	-	62
90.	A. Ban Sang	44022	ปราจีนบุรี	13-59-50	101-13-30	1952	-	2002	51	-	51

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

	สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล					
				ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม		ถึง	จำนวนปี		
									ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล
91.	A. Si Maha Phot	44032	ปราจีนบุรี	13-57-50	101-30-58	1952	-	2012	61	-	61
92.	A. Kabin Buri	44043	ปราจีนบุรี	13-59-01	101-42-33	1952	-	2013	62	-	62
93.	A. Prachan Takham	44062	ปราจีนบุรี	14-03-45	101-31-05	1952	-	2012	61	-	61
94.	Huai Khrai Project	44100	ปราจีนบุรี	13-51-02	101-53-02	1974	-	1990	17	-	17
95.	A. Nadi	44132	ปราจีนบุรี	14-06-30	101-45-25	1965	-	2013	49	1	48
96.	Lam Phaya Than (KGT.14)	44181	ปราจีนบุรี	14-09-30	101-52-52	1967	-	2009	43	-	43
97.	Huai Sanong (KGT.15A)	44191	ปราจีนบุรี	14-10-37	101-47-30	1968	-	2009	42	-	42
98.	Ban Tha Kho (KGT.24)	44201	ปราจีนบุรี	14-10-34	101-35-30	1972	-	1988	17	3	14
99.	Kapho Yai Regulator	44220	ปราจีนบุรี	13-58-33	101-34-45	1975	-	1993	19	-	19
100.	Bang Phluang Project	44230	ปราจีนบุรี	14-00-00	101-18-53	1977	-	1990	14	-	14
101.	Lower Tha Hae Canal Regulator	44250	ปราจีนบุรี	14-01-23	101-27-24	1979	-	1993	15	-	15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

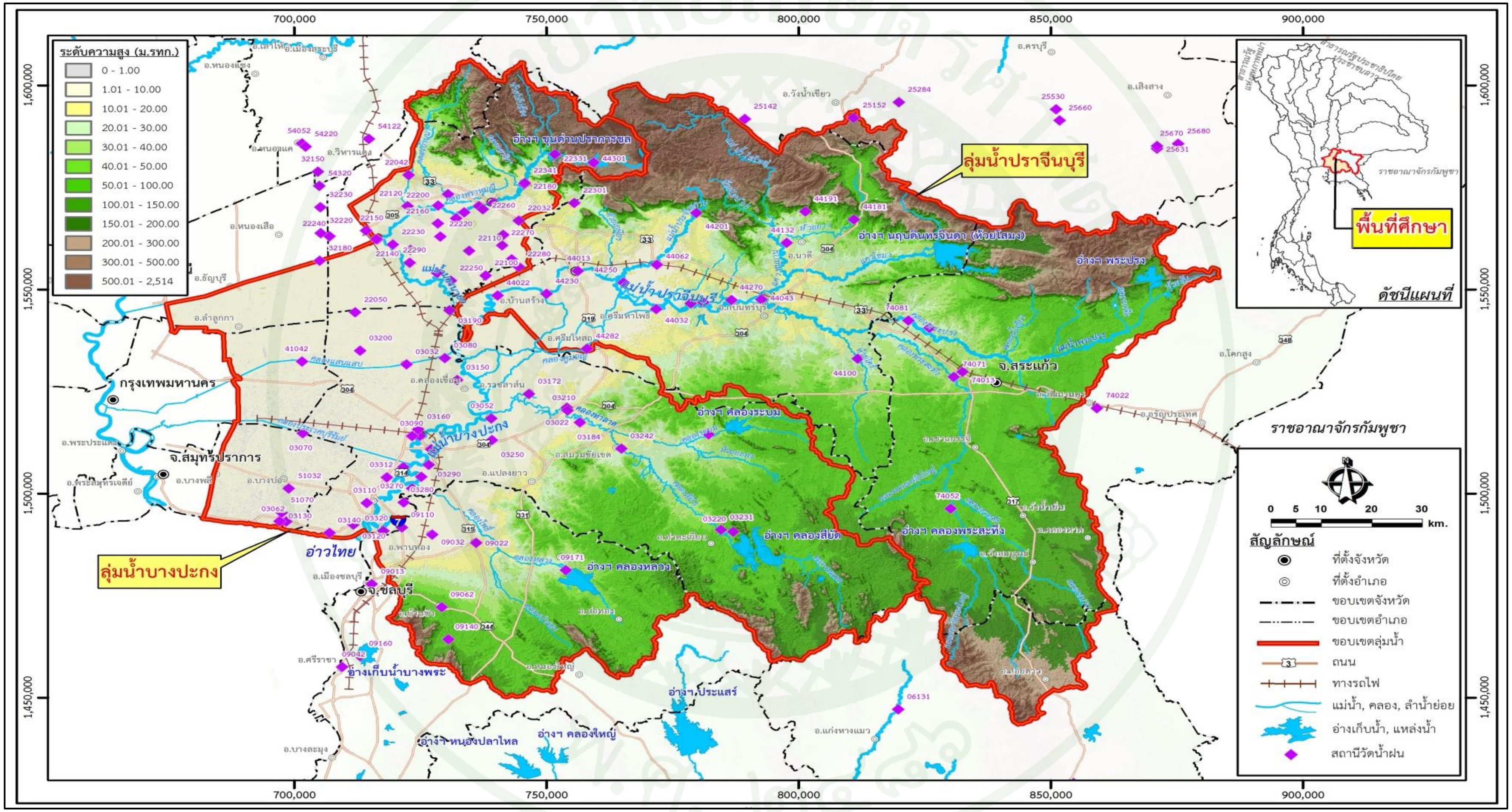
	สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด ละติจูด (น.)	พิกัด ลองติจูด (อ.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล เริ่ม		ถึง	จำนวนปี ทั้งหมด	จำนวนปี ไม่ได้บันทึก	จำนวนปี ที่มีข้อมูล
102.	Wang Sai Canal Outlet	44260	ปราจีนบุรี	13-58-42	101-36-10	1978	-	1993	16	-	16
103.	Phet Cha - Oem Regulator	44270	ปราจีนบุรี	13-58-57	101-39-16	1978	-	1993	16	-	16
104.	A. Khok Pip	44282	ปราจีนบุรี	13-52-39	101-23-16	1983	-	2013	31	-	31
105.	Heo Narok (NY.4)	44301	ปราจีนบุรี	14-17-23	101-24-16	1986	-	2002	17	-	17
106.	A. Bang Bo	51032	สมุทรปราการ	13-34-22	100-50-20	1952	-	2001	50	-	50
107.	Khlong Dan Regulator (CKD.8)	51070	สมุทรปราการ	13-31-10	100-49-31	1952	-	2001	50	4	46
108.	A. Nong Khae	54052	สระบุรี	14-20-12	100-52-10	1957	-	2002	46	-	46
109.	A. Wihan Daeng	54122	สระบุรี	14-20-44	100-59-32	1963	-	2002	40	4	36
110.	Phra Si Sin Regulator (RPP.4)	54220	สระบุรี	14-19-47	100-52-33	1952	-	1998	47	3	44
111.	Km. 10.000 Regulator (NRS.16)	54320	สระบุรี	14-14-34	100-54-01	1953	-	1998	46	-	46
112.	A. Muang	74013	สระแก้ว	13-49-09	102-04-33	1922	-	2013	92	-	92
113.	A. Watthana Nakhon	74022	สระแก้ว	13-44-07	102-19-15	1952	-	2002	51	-	51
114.	K.A. Wang Nam Yen	74052	สระแก้ว	13-31-00	102-03-00	1978	-	2012	35	1	34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

	สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล					
				ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม		ถึง	จำนวนปี		
									ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล
115.	Lam Phra Sathung (KGT.10)	74071	สระแก้ว	13-48-29	102-03-35	1967	-	2009	43	-	43
116.	Ban Kaeng (KGT.12)	74081	สระแก้ว	13-56-02	101-58-41	1970	-	2009	40	-	40
117.	Tha Yaek Forest Plantation	74092	สระแก้ว	13-55-00	102-01-00	1964	-	2013	50	2	48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 สถานีวัดน้ำฝนที่นำมาใช้ในการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณลำน้ำสายหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี

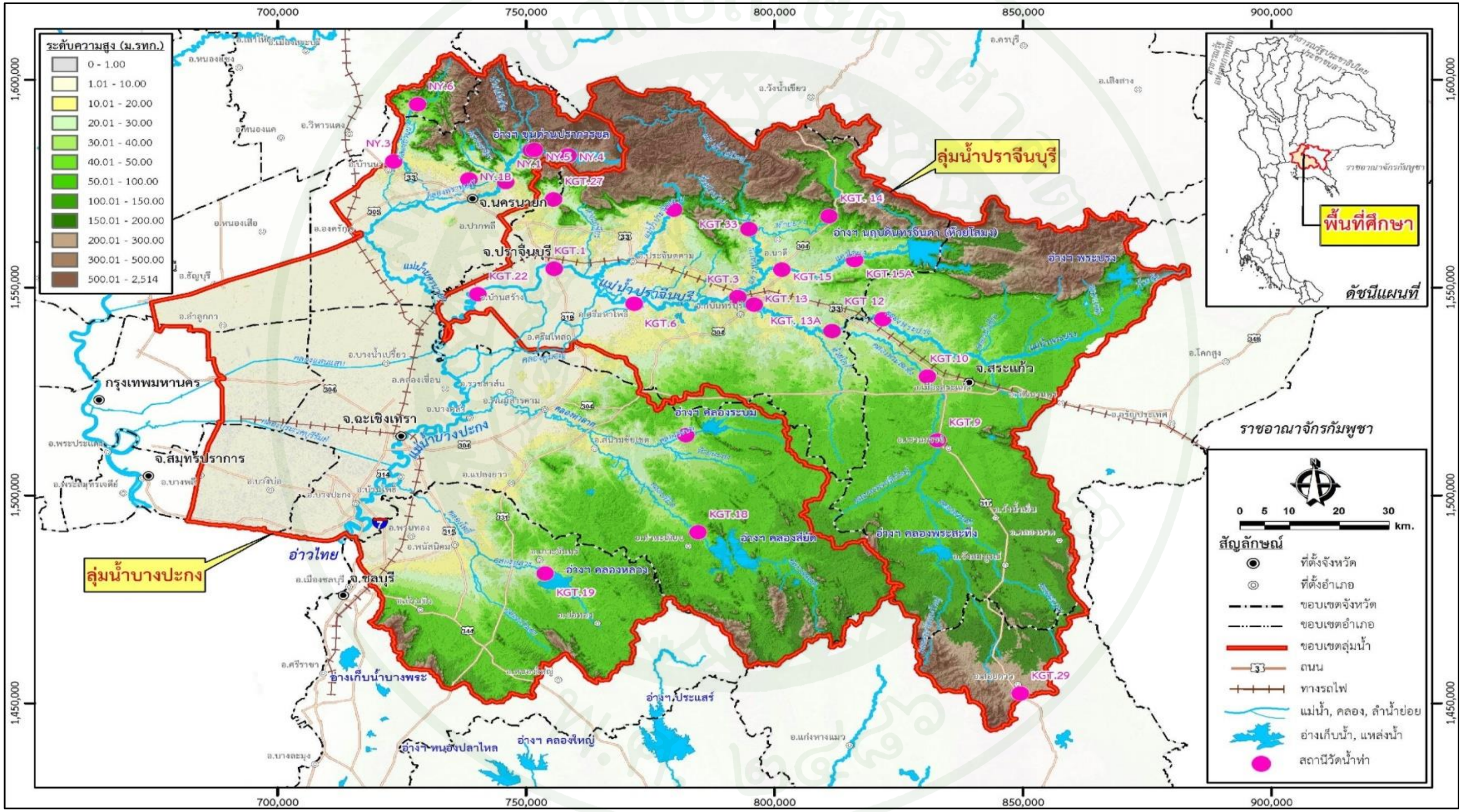
สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับฝน (ตร.กม.)	พิกัด ละติจูด	พิกัด ลองติจูด	ช่วงเวลาข้อมูล ปริมาณน้ำ
1. ปราจีนบุรีที่อำเภอเมืองปราจีนบุรี	KGT.1	ปราจีนบุรี	9,209	14°-03'-01"	101°-22'-03"	1966-1969,1992-1994
2. ปราจีนบุรีที่อำเภอกบินทร์บุรี	KGT.3	ปราจีนบุรี	7,502	13°-59'-05"	101°-42'-32"	1965-2013
3. ปราจีนบุรีที่อำเภอศรีมหาโพธิ	KGT.6	ปราจีนบุรี	7,978	13°-58'-21"	101°-30'-57"	1967-1967,1969-1980
4. คลองพระสทึงที่บ้านเขาฉกรรจ์	KGT.9	สระแก้ว	2,279	13°-40'-10"	102°-04'-35"	1969-2013
5. คลองพระสทึงที่บ้านวังเขียน	KGT.10	สระแก้ว	2,523	13°-48'-29"	102°-03'-35"	1966-2013
6. คลองพระปรงที่บ้านแก้ง	KGT 12	สระแก้ว	1,540	13°-56'-02"	101°-58'-41"	1966-2013
7. คลองพระปรงที่บ้านนางเลง	KGT. 13	ปราจีนบุรี	5,347	13°-58'-04"	101°-44'-20"	1967-1999
8. คลองพระปรงที่บ้านสุขภูมิ	KGT. 13A	ปราจีนบุรี	4,906	13°- 54' - 33"	101°- 53' - 01"	1999-2013
9. ห้วยยางที่บ้านทุ่งแฝก	KGT. 14	ปราจีนบุรี	366	14°-09'-30"	101°-52'-52"	1990-2013
10. ห้วยโสมงที่บ้านโรงเลื่อยโคกอุดม	KGT.15	ปราจีนบุรี	789	14°-02'-37"	101°-47'-30"	1966-1974
11. ห้วยโสมงที่บ้านแก่งดินสอ	KGT.15A	ปราจีนบุรี	530	14°-03'-46"	101°-55'-39"	1968-2013
12. คลองสียัดที่บ้านท่าคอย	KGT.18	ฉะเชิงเทรา	951	13°-28'-29"	101°-37'-44"	1969-1999
13. คลองหลวงที่บ้านท่าบุญมี	KGT.19	ชลบุรี	535	13°- 23' - 17"	101°- 20' - 40"	1965-2005
14. บางปะกงที่บ้านสร้าง	KGT.22	ปราจีนบุรี	Flood Plain	13°-59'-45"	101°-13'-30"	1967-1982, 1984-1987

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับฝน	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล
			(ตร.กม.)	ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ
15. ประจันตคามที่บ้านตะคร้อ	KGT.24	ปราจีนบุรี	121	14°-10'-34"	101°-35'-30"	1975-1985
16. คลองระบมที่บ้านจำปางาม	KGT.25	ฉะเชิงเทรา	243	13°-41'-09"	101°-36'-32"	1978-1989
17. คลองยางที่บ้านคลองยาง	KGT.27	นครนายก	45	14°-12'-02"	101°-22'-05"	1983-1998
18. คลองพระทองที่บ้านพระทอง	KGT.29	จันทบุรี	52	13°- 07' - 04"	102°- 13' - 22"	1986-2005
19. แควน้ำใสที่บ้านสะพานหิน	KGT.33	ปราจีนบุรี	617	14°- 07' - 56"	101°- 43' - 52"	2000-2013
20. นครนายกที่เขากระเหรี่ยง	NY.1	นครนายก	520	14°-14'-22"	101°-16'-45"	1955-1972
21. คลองท่าด่านที่บ้านท่าด่าน	NY.1A	นครนายก	187	14°-18'-27"	101°-19'-40"	1958-1968
22. นครนายกที่เขานางบวช	NY.1B	นครนายก	519	14°-14'-45"	101°-12'-38"	1973-1980, 1991-2013
23. คลองบ้านนาที่บ้านป่าขะ	NY.3	นครนายก	203	14°-17'-10"	101°-04'-16"	1977-2013
24. คลองสมอพันที่เหวนรก	NY.4	ปราจีนบุรี	128	14°-17'-45"	101°-23'-47"	1986-2013
25. คลองท่าด่านที่บ้านสีสุก	NY.5	นครนายก	186	14°-18'-30"	101°-20'-00"	1986-1990
26. คลองบ้านนาที่บ้านชะอม	NY.6	สระบุรี	116	14°- 24' - 34"	101°- 07' - 30"	1988-2013

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 34 สถานีวัดน้ำท่าที่นำมาใช้ในการศึกษา

1.4 ข้อมูลกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณน้ำ (Rating Curves)

ข้อมูล Rating Curves ใช้ข้อมูลที่ตรวจวัดจริง (Actual Rating Curves) จากสถานีของกรมชลประทาน ในปี พ.ศ. 2556 จำนวน 11 สถานี ได้แก่ สถานี KGT.3 สถานี KGT.9 สถานี KGT.12 สถานี KGT.13A สถานี KGT.14A สถานี KGT.15A สถานี KGT.33 สถานี KGT.34 สถานี KGT.40 สถานี KGT.41 และสถานี KGT.42 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ก1 จนถึงตารางผนวกที่ ก11

1.5 ข้อมูลการระเหย

รวบรวมจากจากสถานีตรวจอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีของกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ สถานีสระแก้ว สถานีกบินทร์บุรี สถานีเมืองปราจีนบุรี สถานีนางรอง และสถานีชลบุรี

1.6 ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ

ข้อมูลภูมิประเทศครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ดังนี้ แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ข้อมูล DEM (Digital Elevation Model) มาตราส่วน 1:4,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

2. ศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัย ความสามารถในการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมในปัจจุบัน และประเมินปริมาณน้ำที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมในปี 2556 และปีอื่นๆที่เกิดน้ำท่วมเป็นปริมาณมากในพื้นที่ลุ่มน้ำ-บางปะกง-ปราจีนบุรี

การศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัย ความสามารถในการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมในปัจจุบัน และประเมินปริมาณน้ำที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมในปี 2556 และปีอื่นๆที่เกิดน้ำท่วมเป็นปริมาณมากในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี ดำเนินการโดยทบทวนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการวิเคราะห์ ปัจจัย/ข้อมูลที่เป็นพื้นฐานการศึกษา สภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดและการคาดการณ์ในแนวโน้มในอนาคต ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) สภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีต

2) สถิติข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับวิเคราะห์/ประเมินสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย

2.1) ข้อมูลปริมาณฝน
2.2) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า
2.3) ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ และขนาดกลางที่สำคัญ
2.4) ปริมาณน้ำที่ผันมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก
2.5) ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ช่วงเวลาที่น้ำทะเลหนุนสูง
2.6) ปัจจัยทางด้านการบริหารจัดการน้ำ

นำข้อมูลต่างๆที่รวบรวมมาสังเคราะห์และวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดและการคาดการณ์ในแนวโน้มในอนาคต ต่อไป โดยปัจจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่คาดว่าจะมีผลต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วม ประกอบด้วย สถิติข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา รูปแบบการบริหารจัดการน้ำในช่วงเวลาดังกล่าว เช่น การระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และอ่างเก็บน้ำขนาดกลางที่สำคัญในพื้นที่การศึกษา การผันน้ำหลากบางส่วนในแม่น้ำปราจีนบุรีไปยังพื้นที่ชะลอน้ำหลาก การผันน้ำหลากจากลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกมายังพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง

หลังจากรวมรวมข้อมูลต่างๆดังกล่าวข้างต้น จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจถึงสาเหตุและพฤติกรรมของการเกิดอุทกภัยในแต่ละพื้นที่ของแต่ละปี ว่ามีสาเหตุหลักมาจากปัจจัยด้านใดบ้าง

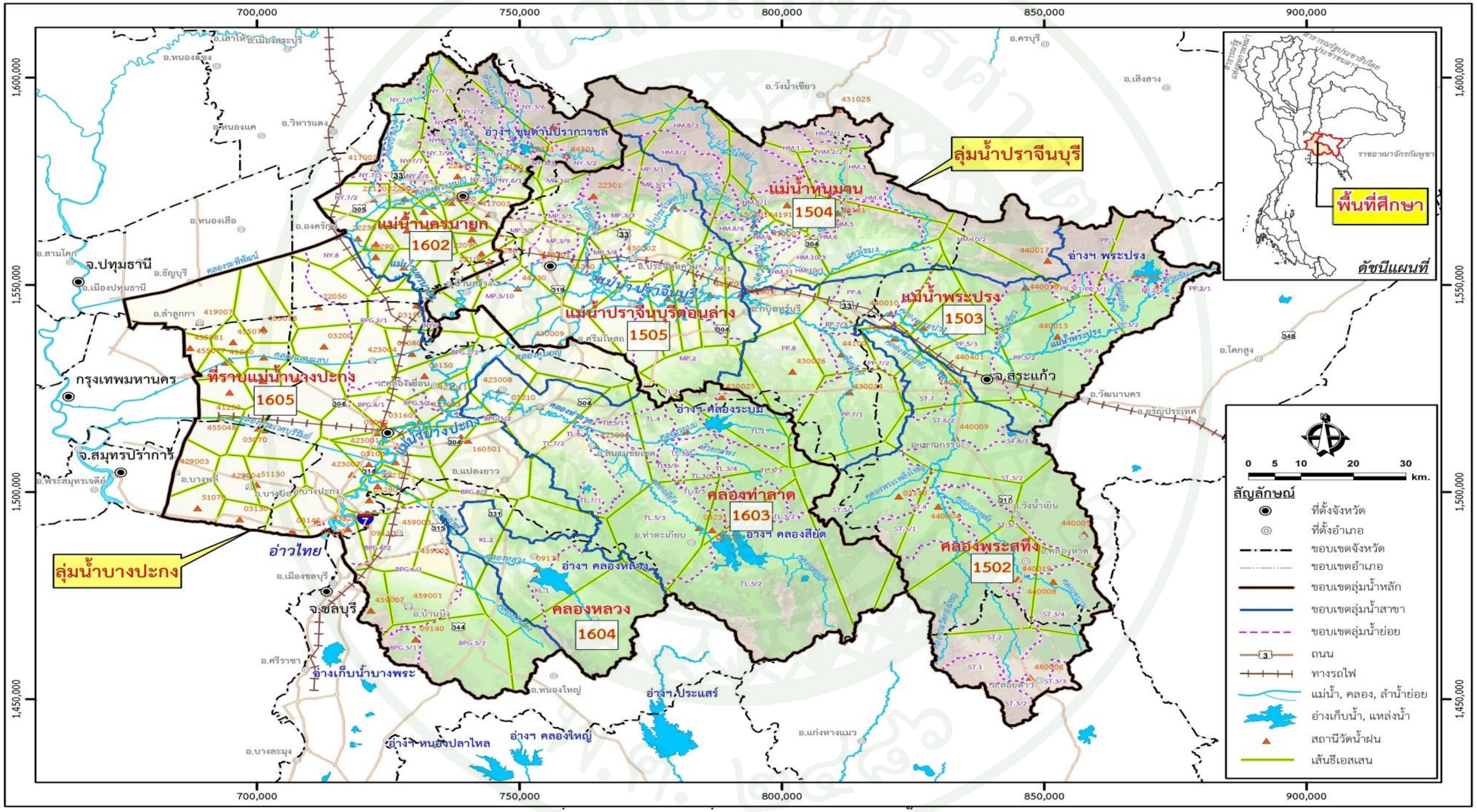
3. จัดทำแบบจำลองการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นปริมาณน้ำท่าของแบบจำลอง InfoWorks PDM **พร้อมทั้งปรับเทียบ และตรวจสอบแบบจำลอง**

แบบจำลอง InfoWorks PDM เป็นแบบจำลองตามแนวความคิดทางอุทกวิทยา (Conceptual Model) ที่เปลี่ยนข้อมูลปริมาณฝนและอัตราการระเหยให้เป็นปริมาณน้ำท่า ณ จุดออก (outlet) ของพื้นที่ลุ่มน้ำดังแสดงในภาพที่ 29 ประกอบด้วยขั้นตอนการพิจารณาดังที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อคุณสมบัติของแบบจำลองคณิตศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากฝนที่ตกในพื้นที่ ลำดับแรกจะเป็นการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายวัน (Daily Rainfall) หรือข้อมูลฝนรายช่วงเวลาที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝน ในพื้นที่ศึกษา จากนั้นทำการวิเคราะห์สัดส่วนการกระจายน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่งโดยวิธีรูปเหลี่ยมธีเอสเสน (Thiessen Polygon) และทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสำหรับใช้คำนวณในแบบจำลอง แสดงไว้ในภาพที่ 35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 ตำแหน่งสถานีน้ำท่า สถานีน้ำฝนและรูปเหลี่ยม Thiessen Polygon

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง Info Works PDM มีขั้นตอนประกอบด้วย

3.1 วิธีการปรับเทียบ

ในขั้นตอนการปรับเทียบและสอบทานเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า จำเป็นต้องรวบรวมสถิติข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าในทุกๆ พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่มีการเก็บบันทึก กับปริมาณน้ำท่าที่สังเคราะห์ได้จากแบบจำลอง แต่เนื่องจากจำนวนสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษามีจำนวนจำกัดและในกรณีท้ายน้ำที่มีอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล จึงไม่สามารถวิเคราะห์ชุดพารามิเตอร์ได้ครบทุกลุ่มน้ำย่อย ดังนั้นจำเป็นต้องคัดเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่มีสถานีวัดน้ำท่า เพื่อวิเคราะห์เป็นตัวแทนชุดพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ ที่ไม่มีตัวแทนสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่หรือกรณีท้ายน้ำที่มีอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานทั้งหมด 10 สถานีกระจายทั่วพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานี NY.3 NY.5 KGT.9 KGT.12 KGT.13 KGT.14 KGT.15 KGT.18 KGT.19 และ KGT.25

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลฝน เพื่อกำหนดเป็นฝนตัวแทนของพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับปรับเทียบแบบจำลองสังเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนตัวแทน พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จากข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนที่มีอยู่ โดยในการสังเคราะห์น้ำฝนตัวแทนใช้วิธีรูปเหลี่ยมธีเอสเสนของสถานีเพื่อหาฝนตัวแทนในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ได้รวบรวมข้อมูลการระเหยเฉลี่ยรายเดือนจากกรมอุตุนิยม-วิทยา โดยพิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดการระเหยเทียบกับขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการปรับเทียบ

การปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ข้อมูลพื้นฐานทั้งปริมาณน้ำท่า ปริมาณฝนตัวแทน ค่าการระเหยรายเดือน จะใช้โดยการคัดเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปรับเทียบ ซึ่งจะพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1) คัดเลือกช่วงปีที่มีปริมาณฝนและน้ำท่าค่อนข้างสูง เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นพิจารณาผลการศึกษาโดยเฉพาะช่วงเวลาที่เกิดน้ำหลาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) คัดเลือกช่วงปีที่มีการกระจายตัวของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่มีปริมาณน้ำท่าสูงสุด (Momentary Peak) ที่สูงเกินไป

3) พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่มีอ่างเก็บน้ำจะเลือกช่วงเวลาในการปรับเทียบ ก่อนที่จะมีการสร้างอ่าง

จากการพิจารณาตามข้อกำหนดต่างๆ ในการปรับเทียบจะคัดเลือกเหตุการณ์อุทกภัยครั้งสำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น เหตุการณ์ในปี 2556 หรือปี 2549 โดยในการศึกษานี้เลือกใช้ข้อมูลปี 2556 ในการปรับเทียบ สำหรับปรับเทียบแบบจำลอง สำหรับการสอบทานแบบจำลองจะนำพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบ ไปทดลองใช้งานกับเหตุการณ์ในปีอื่นๆ เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองที่ปรับเทียบมาแล้วนั้น ให้ผลการคำนวณที่มีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

3.3 ทำผลการปรับเทียบ

ในการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า โปรแกรม InfoWorks PDM มีฟังก์ชั่นในการปรับเทียบแบบอัตโนมัติ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ให้สะดวก รวดเร็ว แต่จำเป็นต้องปรับแก้ค่าพารามิเตอร์บางประเภทเพิ่มเติมตามความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย เพื่อเพิ่มความถูกต้องให้มากยิ่งขึ้น ผลการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าทั้ง 10 ลุ่มน้ำย่อยแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 สรุปผลการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (InfoWorks PDM)

รหัสพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration)				สอบทานแบบจำลอง (Verification)			
	r	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	r	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
		แบบจำลอง	ตรวจวัด			แบบจำลอง	ตรวจวัด	
NY.3	0.89	56.15	62.56	-10.25	0.70	59.18	52.15	13.48
NY.5	0.85	112.15	130.01	-13.85	0.88	112.45	127.96	-12.21
KGT.9	0.77	255.18	314.10	-18.75	0.73	435.41	504.10	-13.62
KGT.12	0.86	129.86	116.20	11.75	0.85	215.50	206.24	4.48
KGT.13	0.84	96.62	110.99	-12.95	0.67	155.35	142.80	8.78
KGT.14	0.84	55.24	68.31	-19.13	0.75	49.40	53.30	-7.32
KGT.15	0.89	207.04	207.90	-0.41	0.80	147.11	171.19	-14.07

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 (ต่อ)

รหัสพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration)				สอบทานแบบจำลอง (Verification)			
	r	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	r	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)		เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
		แบบจำลอง	ตรวจวัด			แบบจำลอง	ตรวจวัด	
KGT.18	0.85	87.82	98.20	-10.58	0.78	212.70	235.60	-9.71
KGT.19	0.76	41.52	36.46	13.88	0.85	64.71	60.40	7.13
KGT.25	0.84	21.07	27.72	-23.98	0.77	31.37	32.00	-1.97
เฉลี่ย	0.84	-	-	-8.43	0.78	-	-	-2.50

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง $= \dfrac{\text{ผลการคำนวณจากแบบจำลอง - ค่าตรวจวัด}}{\text{ค่าตรวจวัด}} \times 100$

3.4 การเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

หลังจากได้ชุดพารามิเตอร์ตัวแทนทั้ง 10 ชุดสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนทั้ง 10 แห่ง ขั้นตอนต่อมา คือ การเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนนี้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่มีข้อมูลไม่เพียงพอในการปรับเทียบ โดยพิจารณาจากปัจจัยประกอบหลายๆ ประการ ได้แก่

1) ลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
2) รูปแบบ และประเภทการใช้ที่ดิน
3) ลักษณะของชุดดิน สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
4) การกระจายตัวของปริมาณฝน

จากหัวข้อ 3.3 สามารถแสดงตัวอย่างพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนจำนวน 10 พื้นที่ที่ใช้หาค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ได้ตามภาพที่ 36 และค่าพารามิเตอร์ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนที่ทำการปรับเทียบในแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าแสดงไว้ในตารางที่ 19 เมื่อพิจารณาตามข้อกำหนดต่างๆ จึงได้ผลการเลือกค่าพารามิเตอร์ในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จากลุ่มน้ำย่อยที่เป็นตัวแทนทั้ง 10 ลุ่มน้ำที่กล่าวมาข้างต้นดังแสดงใน ภาพที่ 37 และตารางที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ค่าพารามิเตอร์ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง

รหัสพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	rainfac	cmax	b	k1	kb	kg	bg	tdly
NY.3	0.621	46.152	0.100	20.00	166.51	5116.90	2.036	18.47
NY.5	0.704	113.15	1.605	18.69	402.07	10151.00	2.254	17.99
KGT.9	0.933	195.66	0.701	31.61	24.94	49540.00	1.634	19.46
KGT.12	0.607	110.44	0.100	49.95	112.72	5103.30	1.282	18.26
KGT.13	0.600	134.72	0.835	50.00	499.96	2142.50	0.994	19.71
KGT.14	0.600	30.751	0.527	25.72	499.99	4568.20	2.085	19.38
KGT.15	0.823	499.98	0.907	28.05	187.87	49555.00	1.447	18.32
KGT.18	0.707	80.526	0.508	18.83	52.60	49999.00	2.085	18.21
KGT.19	1.012	485.52	0.216	48.91	499.99	1995.10	0.598	18.61
KGT.25	0.918	487.61	4.992	49.99	499.69	49399.00	1.683	19.77

หมายเหตุ rainfac หมายถึง ค่า สปส.สำหรับปรับปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ โดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.2

cmax หมายถึง ค่าความจุความชื้นเก็บกักสูงสุดบนผิวดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 10-500 มม.

b หมายถึง ค่า สปส.ที่กำหนดรูปแบบของฟังก์ชั่นการกระจายตัวของค่าความชื้น เก็บกัก (Pareto, Power Distribution) ทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-5

k1 หมายถึง ค่าคงที่ในเทอมของเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนตัวของน้ำในพื้นที่เก็บกัก ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสูงของกราฟน้ำท่า (HydroGraph) มีค่าระหว่าง 1-50 ชั่วโมง

kb หมายถึง ค่าคงที่ในเทอมของเวลาที่เกี่ยวกับ Base Flow มีผลต่อความยาวของจุดสูงสุดของกราฟน้ำท่า (Peak Hydrograph) เทียบกับจุดเปลี่ยนโค้ง (End of Episode) มีค่าระหว่าง 1-500 ชั่วโมง*มม.m-1

kg หมายถึง ค่าคงที่ในเทอมของเวลาที่เกี่ยวกับ Groundwater Recharge

bg หมายถึง ค่า สปส.ที่กำหนดรูปแบบของฟังก์ชั่น Groundwater Recharge

tdly หมายถึง ค่าคงที่ในเทอมของเวลาที่ใช้ในการปรับแก้ลักษณะของกราฟน้ำท่าให้เคลื่อนที่ขึ้นหน้าหรือถอยหลังตามแนวแกนเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

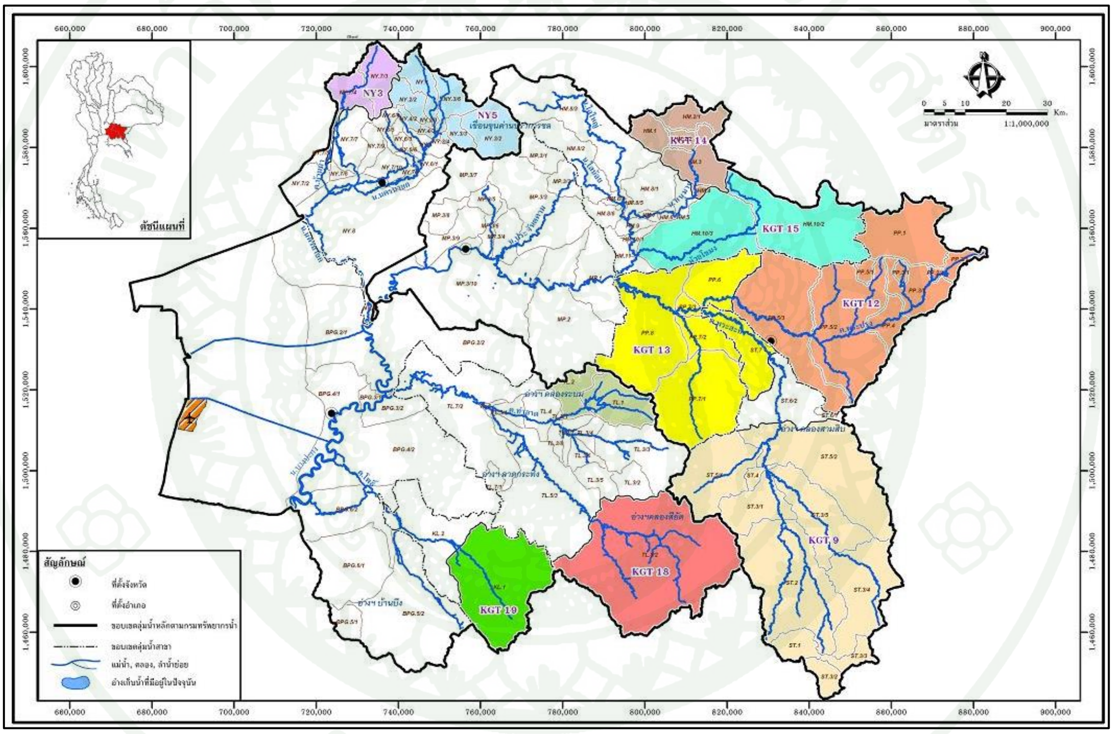
ตารางที่ 20 รายละเอียดการกำหนดตัวแทนพารามิเตอร์ในแต่ละลุ่มน้ำย่อย

ลำดับ	รหัสพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ประเภท	พารามิเตอร์ PDM	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ข้อมูลฝน	ข้อมูลการระเหย
1	PP.5/3	LATERAL FLOW	KGT.12	466.01	R_PP53	EP_SAKAEO
2	ST.6/2	LATERAL FLOW	KGT.9	215.21	R_ST62	EP_SAKAEO
3	ST.7	LATERAL FLOW	KGT.9	164.10	R_ST7	EP_SAKAEO
4	PP.6	LATERAL FLOW	KGT.15	167.17	R_PP6	EP_SAKAEO
5	PP.7/3	LATERAL FLOW	KGT.13	27.28	R_PP73	EP_SAKAEO
6	PP.8	LATERAL FLOW	KGT.13	458.88	R_PP8	EP_KABIN
7	HM.10/3	LATERAL FLOW	KGT.13	31.46	R_HM103	EP_KABIN
8	HM.10/1	LATERAL FLOW	KGT.13	22.48	R_HM101	EP_KABIN
9	HM.9	LATERAL FLOW	KGT.13	28.11	R_HM9	EP_KABIN
10	HM.11	LATERAL FLOW	KGT.13	61.52	R_HM11	EP_KABIN
11	HM.8/6	LATERAL FLOW	KGT.13	46.46	R_HM86	EP_KABIN
12	MP.1	LATERAL FLOW	KGT.13	194.96	R_MP1	EP_KABIN
13	MP.2	LATERAL FLOW	KGT.13	458.99	R_MP2	EP_KABIN
14	MP.3/10	LATERAL FLOW	KGT.13	616.51	R_MP310	EP_PRACHIN
15	BPG.2/2	LATERAL FLOW	KGT.25	471.12	R_BPG22	EP_PRACHIN
16	NY.8/1	LATERAL FLOW	NY.5	804.51	R_NY81	EP_PRACHIN
17	NY.7/1	LATERAL FLOW	NY.5	24.54	R_NY71	EP_NANGRONG
18	NY.7/8	LATERAL FLOW	NY.5	15.59	R_NY78	EP_NANGRONG
19	NY.7/7	LATERAL FLOW	NY.5	17.03	R_NY77	EP_NANGRONG
20	BPG.2/1	LATERAL FLOW	NY.5	349.25	R_BPG21	EP_PRACHIN
21	BPG.4/1	LATERAL FLOW	KGT.18	205.42	R_BPG41	EP_CHONBURI
22	BPG.3/1	LATERAL FLOW	KGT.18	24.66	R_BPG31	EP_PRACHIN
23	BPG.3/2	LATERAL FLOW	KGT.18	76.50	R_BPG32	EP_CHONBURI
24	TL.7	LATERAL FLOW	KGT.18	513.57	R_TL7	EP_CHONBURI
25	BPG.4/2	LATERAL FLOW	KGT.19	703.44	R_BPG42	EP_CHONBURI
26	TL.5/3	LATERAL FLOW	KGT.18	550.14	R_TL53	EP_CHONBURI
27	NY_R1	POINT FLOW	NY.3	74.30	R_NYR1	EP_NANGRONG
28	NY_R2	POINT FLOW	NY.3	216.69	R_NYR2	EP_NANGRONG
29	MP_R1	POINT FLOW	KGT.13	81.60	R_MPR1	EP_NANGRONG
30	MP_R2	POINT FLOW	KGT.13	532.93	R_MPR2	EP_KABIN
31	MP_R3	POINT FLOW	KGT.13	295.76	R_MPR3	EP_PRACHIN

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

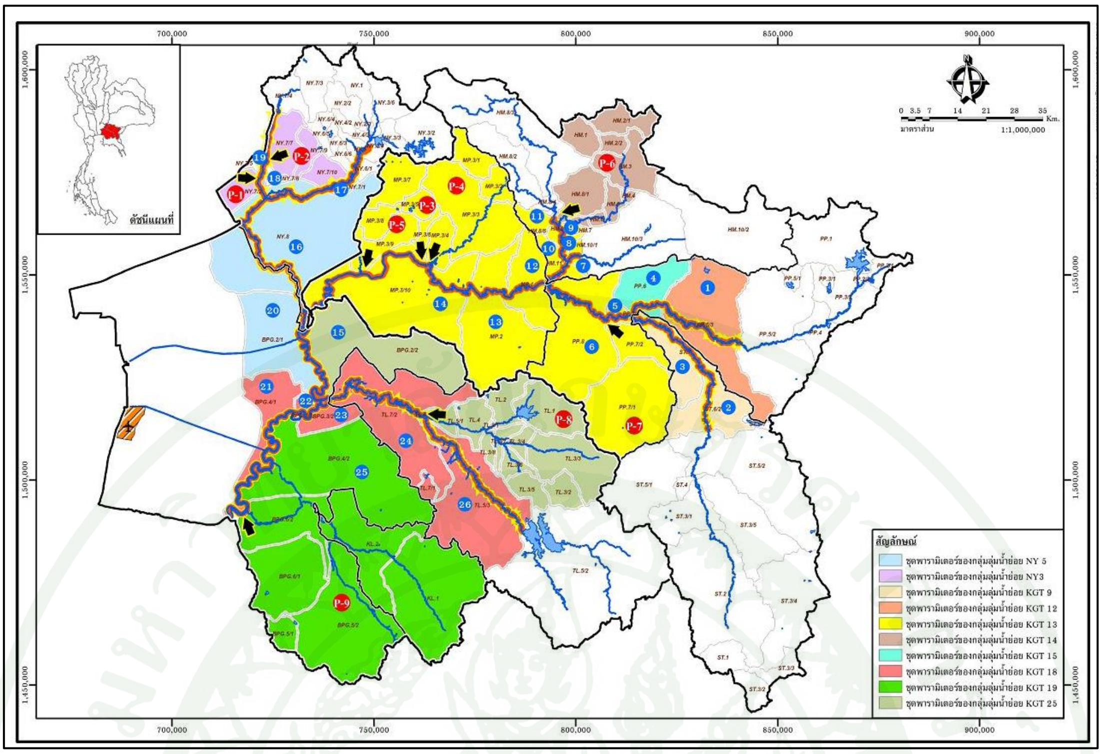
ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลำดับ	รหัสพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ประเภท	พารามิเตอร์ PDM	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ข้อมูลฝน	ข้อมูลการระเหย
32	HM_R	POINT FLOW	KGT.14	543.84	R_HMR	EP_KABIN
33	PP_R	POINT FLOW	KGT.13	500.42	R_PPR	EP_SAKAEO
34	TL_R	POINT FLOW	KGT.25	874.34	R_TLR	EP_KABIN
35	KL_R	POINT FLOW	KGT.19	1935.55	R_KLR	EP_CHONBURI



ภาพที่ 36 พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนที่ทำการหาค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 ผลการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

4. จัดทำแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ในแม่น้ำด้วยแบบจำลอง InfoWorks ICM พร้อมทั้งปรับเทียบ และตรวจสอบแบบจำลอง

4.1 กำหนดขอบเขตเงื่อนไขของแบบจำลอง

ขอบเขตเงื่อนไขของแบบจำลองเป็นปัจจัยสำหรับกำหนดรายละเอียดของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ ณ ช่วงเวลาใดๆ ที่ต้องการศึกษาและพิจารณาผลลัพธ์จากการจำลองสภาพชลศาสตร์ ในการจำลองขอบเขตเงื่อนไขสามารถแบ่งได้เป็นขอบเขตเงื่อนไขด้านชลศาสตร์ (Upstream/Downstream Boundary) และขอบเขตเงื่อนไขด้านอุทกวิทยา (Hydrological Boundary)

4.1.1 ขอบเขตเงื่อนไขด้านชลศาสตร์

ในการกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำในแบบจำลองจะกำหนดให้อยู่ในเทอมของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเทียบกับเวลา (Flow Time Boundary) โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดและผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำและอัตรา

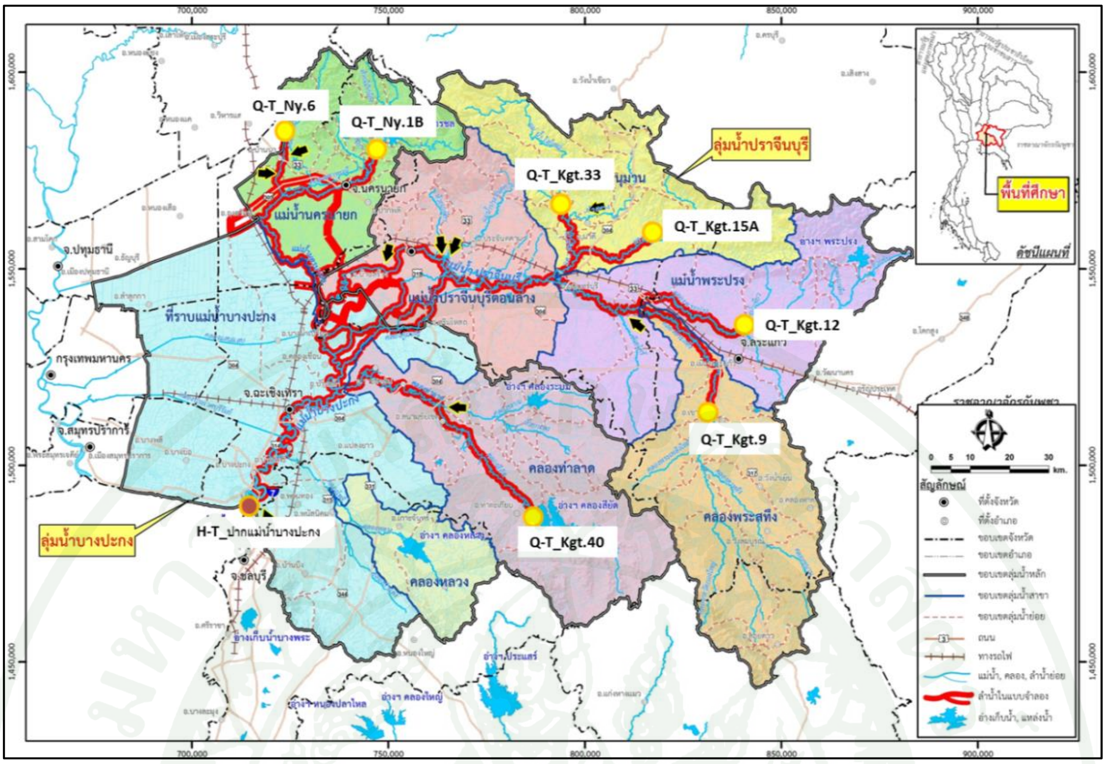
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การไหล (Rating Curve) ณ ตำแหน่งสถานีตรวจวัดนั้นๆ เพื่อนำมาใช้ประกอบการคำนวณค่าอัตราการไหลส่วนขอบเขตเงื่อนไขด้านท้ายน้ำจะกำหนดในลักษณะของระดับน้ำเทียบกับเวลา (Stage Time Boundary) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 21 และภาพที่ 38 แสดงรายละเอียดของขอบเขตเงื่อนไขที่ใช้ในการจำลองสภาพชลศาสตร์ในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 21 รายละเอียดของขอบเขตเงื่อนไขด้านชลศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับ	ลำน้ำ	สถานี	ประเภท	หมายเหตุ
1	คลองพระปรง	KGT.9	Q-T Boundary	ข้อมูลรายวัน
2	คลองพระสทึง	KGT.12	Q-T Boundary	ข้อมูลรายวัน
3	ห้วยโสมง	KGT.15A	Q-T Boundary	ข้อมูลรายวัน
4	ห้วยน้ำใส	KGT.33	Q-T Boundary	ข้อมูลรายวัน
5	แม่น้ำนครนายก	NY.1B	Q-T Boundary	ข้อมูลรายวัน
6	คลองบ้านนา	NY.6	Q-T Boundary	ข้อมูลรายวัน
7	คลองสียัด	ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำสียัด	Q-T Boundary	ข้อมูลรายวัน
8	ปากแม่น้ำบางปะกง	ข้อมูลตรวจวัดที่สถานีปากแม่น้ำบางปะกงของกรมเจ้าท่า	H-T Boundary	ข้อมูลรายชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 38 ขอบเขตเงื่อนไขที่ใช้ในการจำลองสภาพชลศาสตร์ในพื้นที่ศึกษา

4.1.2 ขอบเขตเงื่อนไขด้านอุทกวิทยา (Hydrological Boundary)

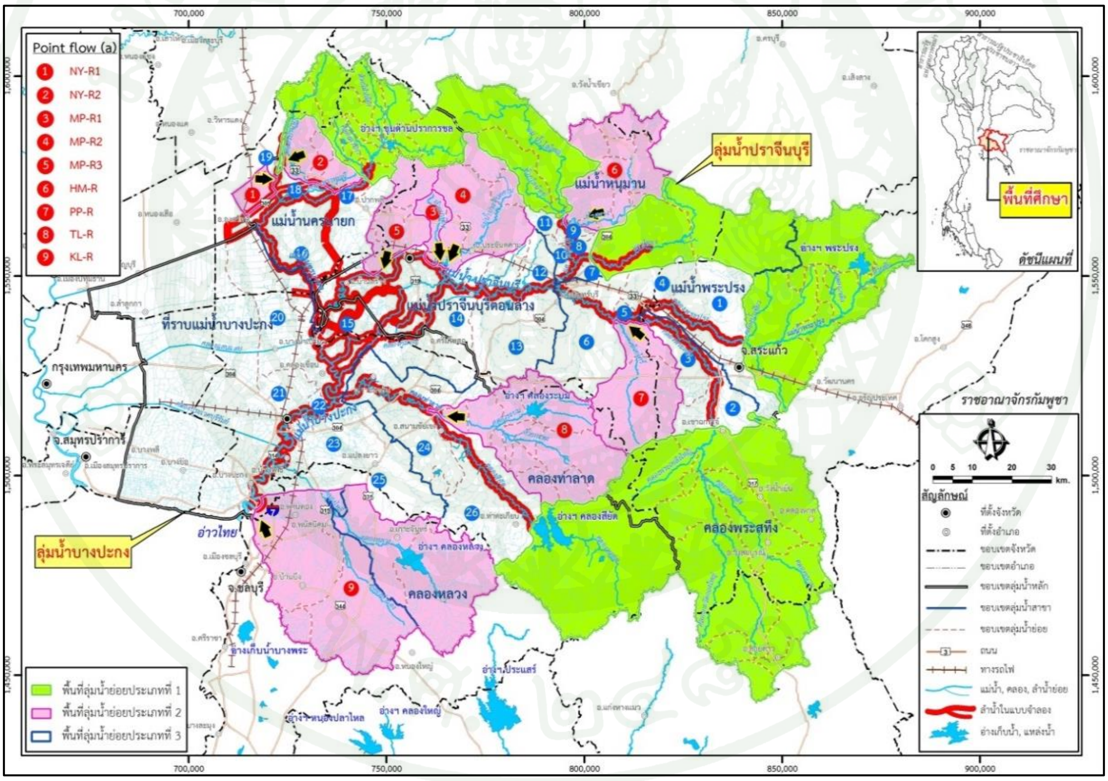
ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากฝนที่ตกในพื้นที่ ลำดับแรกจะเป็นการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายวัน (Daily Rainfall) หรือข้อมูลฝนรายช่วงเวลาที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา จากนั้นทำการวิเคราะห์สัดส่วนการกระจายน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่งโดยวิธีรูปเหลี่ยม- ธีเอสเสน (Thiessen Polygon) และทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสำหรับใช้คำนวณในแบบจำลอง โดยพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสำหรับจำลองในแบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่

ประเภทที่ 1 หมายถึง พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ตั้งอยู่เหนือสถานีวัดน้ำท่า ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยเหล่านี้จะไม่นำมาใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า เนื่องจากค่าอัตราการไหลที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve) ของสถานีวัดน้ำท่าเป็นตัวแทนอัตราการไหลในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยนั้นๆ โดยในศึกษานี้ลุ่มน้ำย่อยประเภทที่ 1 จะได้แก่จุดที่เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำของแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเภทที่ 2 หมายถึง พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่เป็นตัวแทนของลำน้ำสาขาแต่ไม่ได้จำลองเส้นลำน้ำไว้ในระบบโครงข่ายลำน้ำ และเป็นลำน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าด้านท้ายน้ำ ลุ่มน้ำย่อยเหล่านี้จำเป็นต้องวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่เกิดจากฝนที่ตกในพื้นที่ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์กำหนดให้เป็นตัวแทน น้ำท่าของลุ่มน้ำย่อยนั้นๆ ที่ไหลเข้ามาในลำน้ำสายหลักในลักษณะ Point Flow

ประเภทที่ 3 หมายถึง ลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ข้างลำน้ำสายหลัก ซึ่งน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่จะกลายเป็นน้ำผิวดินที่ไหลลงสู่ลำน้ำสายหลักโดยตรง เรียกว่า Side Flow/Lateral Flow ภาพที่ 39 แสดงรายละเอียดของขอบเขตเงื่อนไขด้านอุทกวิทยา (Hydrological Boundary) ที่ใช้ในแบบจำลอง และการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในแต่ละประเภท



ภาพที่ 39 รายละเอียดของขอบเขตเงื่อนไขด้านอุทกวิทยา (Hydrological Boundary) ที่ใช้ในแบบจำลอง และการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในแต่ละประเภท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 การปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง Info Works ICM มีขั้นตอนประกอบด้วย

4.2.1 วิธีการปรับเทียบ

การปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ จะใช้ข้อมูลสภาพทางชลศาสตร์ที่วัดได้จริงในอดีต มาใช้วิเคราะห์เพื่อปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญในกรณีนี้ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางน้ำ (Manning's n) ในการปรับเทียบจะมีการใส่ข้อมูลทางชลศาสตร์วัดได้จริงที่ขอบเขต (Boundary) ของแบบจำลอง ได้แก่ ค่าอัตราการไหลและปริมาณน้ำฝน และทำการปรับแก้ค่า n จนกว่าสภาพทางชลศาสตร์ในลำน้ำ ณ.จุดอื่นๆ ที่คำนวณได้จะใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดจริง

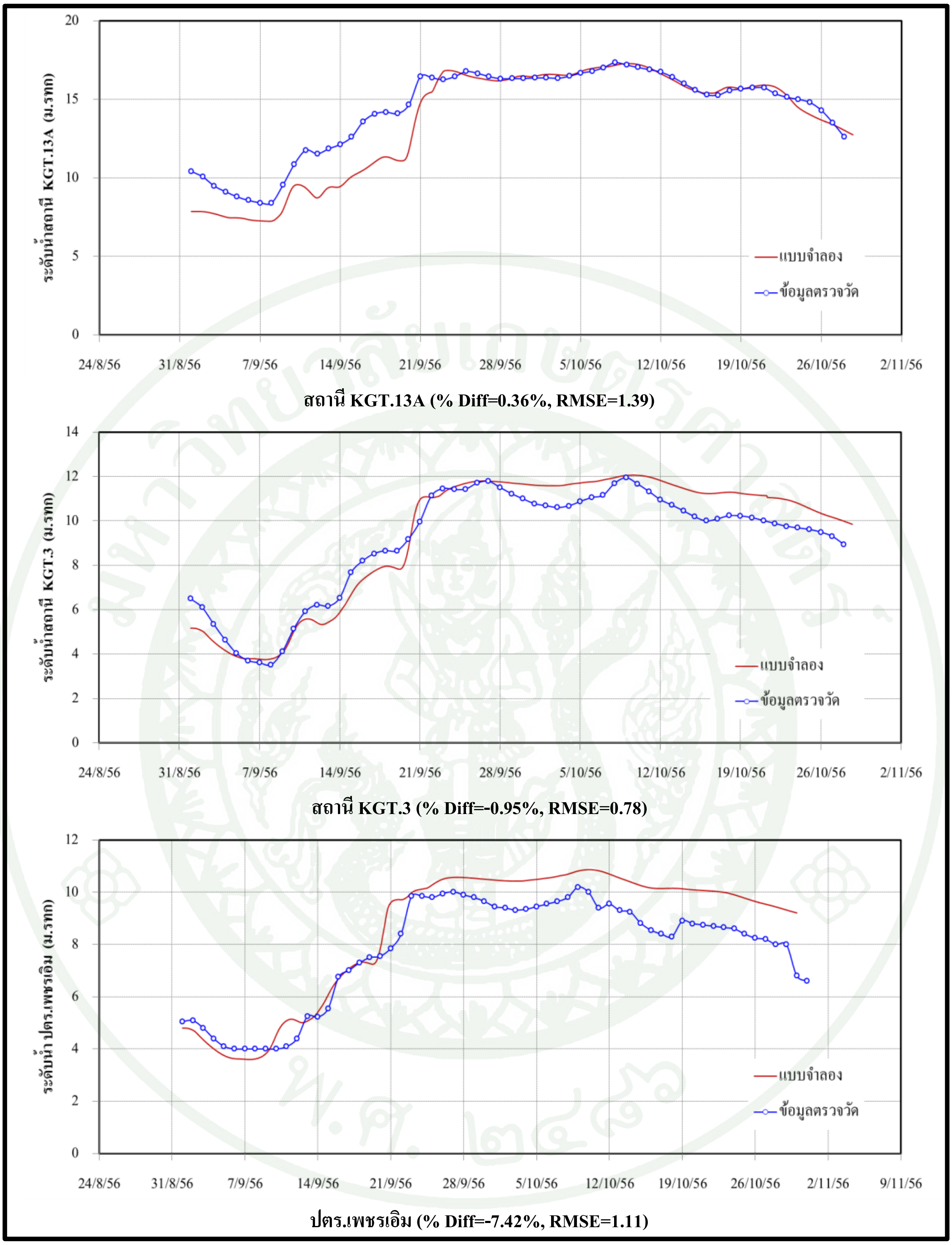
4.2.2 ข้อมูลที่ใช้ปรับเทียบ

ข้อมูลที่ใช้ปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์จะได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำในช่วงต่างๆ ของลำน้ำ ซึ่งเป็นค่าตรวจวัดจริงจากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน โดยคัดเลือกตำแหน่งที่ใช้ปรับเทียบให้กระจายครอบคลุมทั่วทุกลำน้ำในพื้นที่ศึกษา และเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาด้านอุทกภัยจึงใช้ข้อมูลช่วงช่วงฤดูฝน ในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 31 ตุลาคม 2556 ซึ่งเป็นช่วงที่หลายพื้นที่ในลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีประสบปัญหาน้ำท่วมขังและน้ำล้นตลิ่ง

4.2.3 ผลการปรับเทียบ

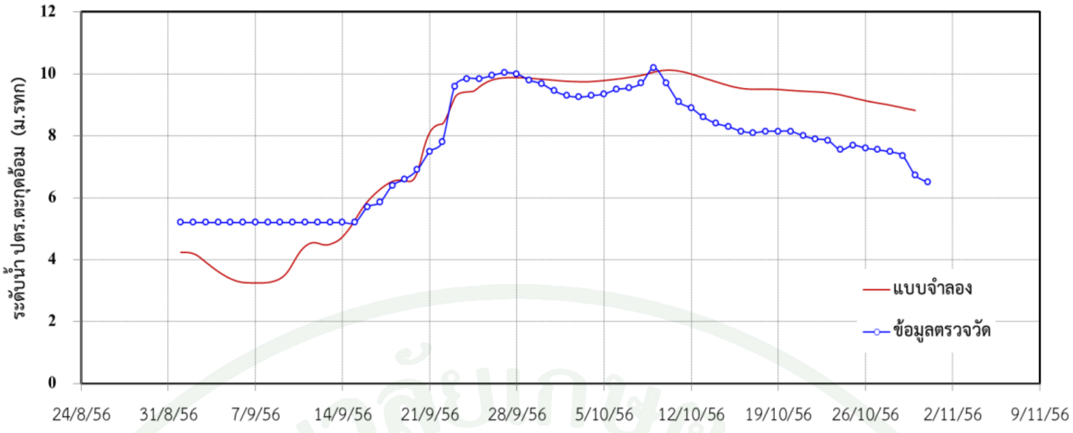
ผลการปรับเทียบระดับน้ำกับเหตุการณ์น้ำท่วมปี 2556 แสดงในภาพที่ 40 ภาพที่ 41 และสรุปตัวแปรทางสถิติในการปรับเทียบแบบจำลองดังตารางที่ 22 จากการพิจารณาผลการปรับเทียบพบว่าแบบจำลองที่ได้มีความถูกต้องน่าเชื่อถือโดยมีค่า r (Correlation) ของการปรับเทียบแบบจำลองอยู่ในช่วง 0.74-0.98 ความคลาดเคลื่อนในด้านการพยากรณ์ปริมาณน้ำอยู่ในช่วง -7.42% ถึง 3.13% ถือว่า แบบจำลองมีความถูกต้องเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษา ตามคำแนะนำของ HR Wallingford ว่าในการศึกษาลุ่มน้ำขนาดใหญ่ความความคลาดเคลื่อนในด้านการพยากรณ์ปริมาณน้ำอยู่ในระดับไม่เกิน 15% ถือว่า แบบจำลองมีความถูกต้องเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

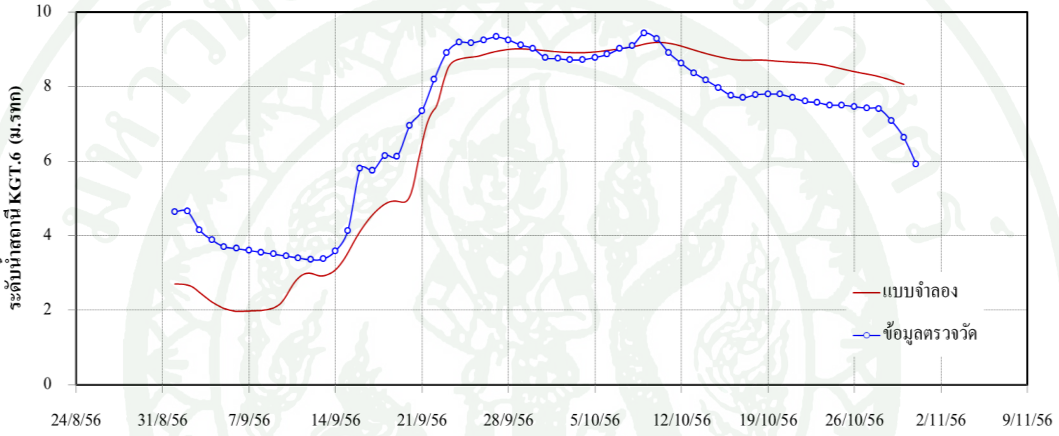


ภาพที่ 40 ผลการปรับเทียบระดับน้ำ

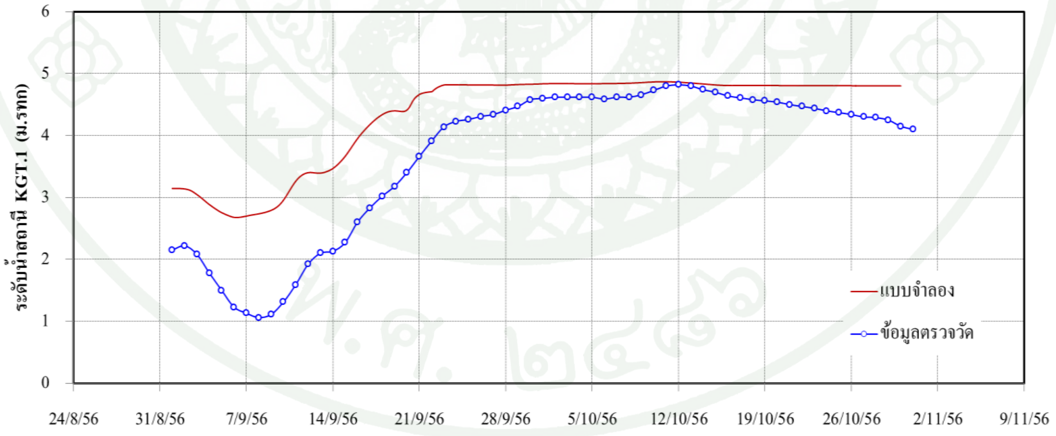
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ปตร.ตะกุดอ้อม (% Diff=-0.27%, RMSE=1.32)



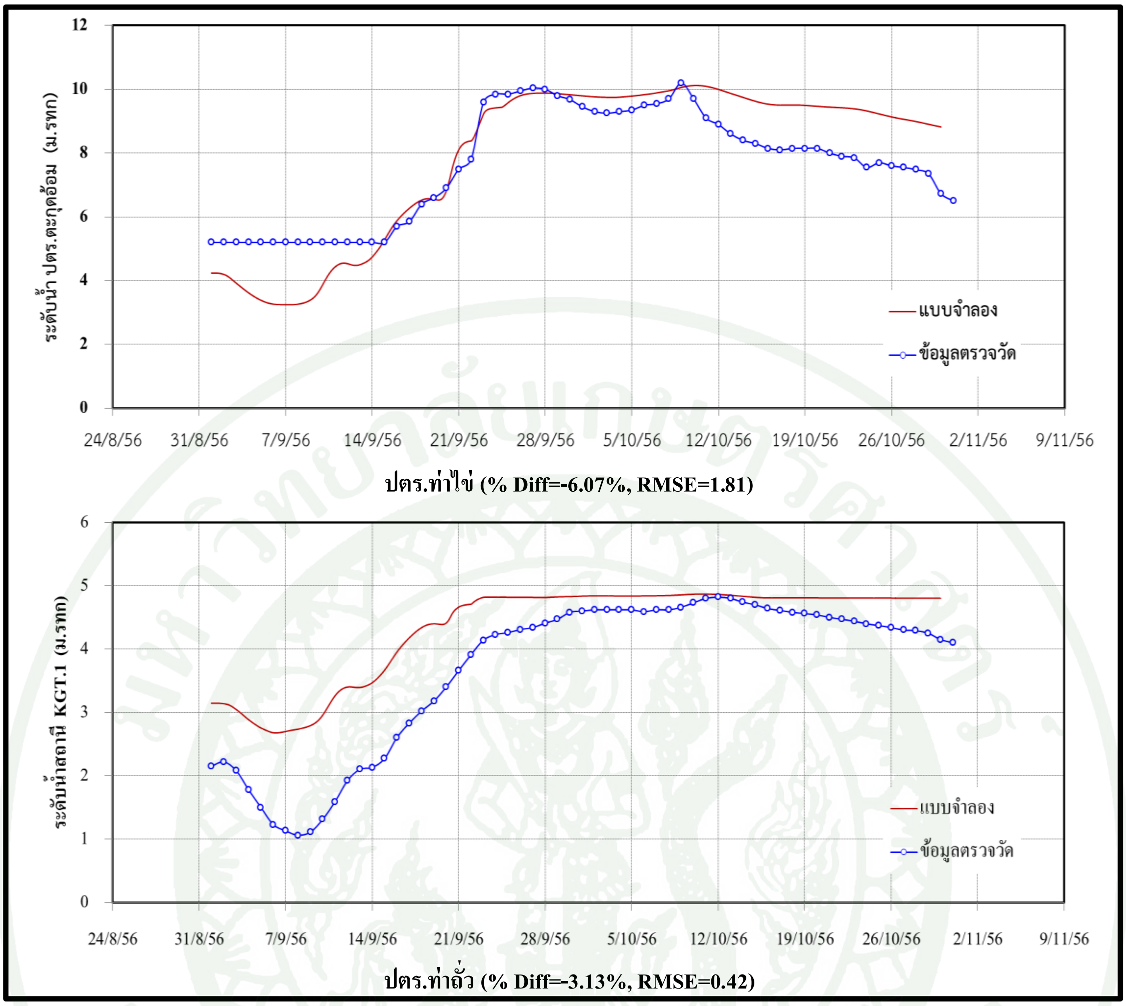
สถานี KGT.6 (% Diff=--1.29%, RMSE=0.91)



สถานี KGT.1 (% Diff=-0.81%, RMSE=0.40)

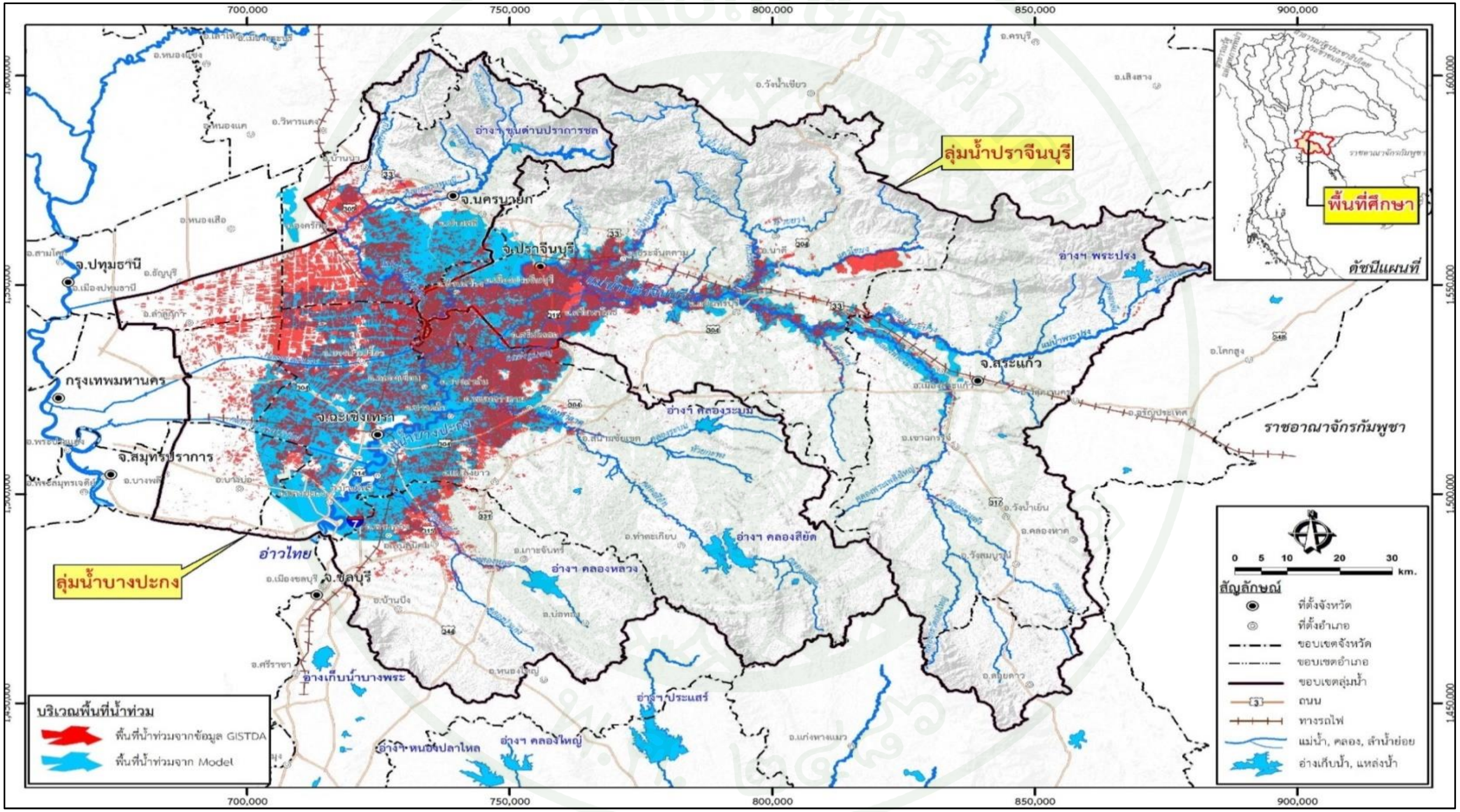
ภาพที่ 40 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 40 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 41 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมโดยใช้แบบจำลองเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม GISTDA ปี 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 รายละเอียดตัวแปรทางสถิติในการปรับเทียบแบบจำลอง InfoWorks ICM

ลำดับ	ตำแหน่ง	ที่ตั้ง	ผลการปรับเทียบแบบจำลอง				
			ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)		%Diff*	RMSE*	r*
			สำรวจ	แบบจำลอง			
1	KGT.13A	ต.วังตะเคียน อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี	17.34	17.28	0.36	1.39	0.97
2	KGT.3	ต.นาแขม อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี	11.95	12.06	-0.95	0.78	0.98
3	ปตร.เพชรเอิม	ต.วังดาล อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี	10.20	10.96	-7.42	1.11	0.97
4	ปตร.ตะกุดอ้อม	ต.บ้านทาม อ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี	10.20	10.23	-0.27	1.32	0.91
5	KGT.6	ต.สัมพันธ์ อ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี	9.43	9.55	-1.29	0.91	0.96
6	KGT.1	ต.รอบเมือง อ.เมืองปราจีนบุรี จ.ปราจีนบุรี	4.82	4.86	-0.81	0.40	0.98
7	ปตร.ท่าไข่	ต.หน้าเมือง อ.เมืองฉะเชิงเทรา จ.ฉะเชิงเทรา	1.91	2.04	-6.70	1.81	0.74
8	ปตร.ท่าถั่ว	ต.สนามจันทร์ อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา	1.98	1.92	3.13	0.42	0.83

หมายเหตุ 1) %Diff $= \frac{(X-Y)}{X} * 100$

2) Root mean squared error (RMSE)= $\sqrt{\frac{\Sigma(x-y)^2}{n}}$

3) Correlation Coefficient (r) = $\frac{n(\sum xy)-(\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\left[n\sum x^2-(\sum x)^2\right]\left[n\sum y^2-(\sum y)^2\right]}}$

4) X = ความลึกน้ำจากการสำรวจ (ม.) Y = ความลึกน้ำจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (ม.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. เปลี่ยนแปลงขอบเขตเงื่อนไขตามกรณีศึกษาตามแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยต่างๆ และคำนวณโดยแบบจำลอง

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง จะใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ InfoWork ICM ที่พัฒนาและปรับเทียบมาแล้วดังหัวข้อก่อนหน้านี้ ซึ่งมีขอบเขตตั้งแต่ต้นน้ำของแม่น้ำสายหลักทุกสายในลุ่มน้ำบางปะกง – ปราจีนบุรี ไปจนถึงปากแม่น้ำบางปะกง โดยได้ทำการคัดเลือกเหตุการณ์ในปี พ.ศ. 2548,พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นปีที่พื้นที่ส่วนใหญ่ในการศึกษาประสบปัญหาอุทกภัย แต่มีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน โดย ปี พ.ศ. 2556 เป็นปีที่ภาพรวมพื้นที่โครงการประสบปัญหาอุทกภัยรุนแรงสูงสุด ส่วนปี พ.ศ. 2548 เป็นปีที่ประสบปัญหาอุทกภัยเช่นเดียวกัน แต่มีความรุนแรงต่ำสุดในกรณี 3 ปีที่คัดเลือกมาพิจารณา ตำแหน่งจุดเฝ้าระวังที่สำคัญในภาพรวมของพื้นที่จากนั้นจะนำมาประมวลผลตามกรณีศึกษาย่อย (Scenario) ที่กำหนดรายละเอียดแสดงดัง ตารางที่ 23 เพื่อเปรียบเทียบสภาพทางชลศาสตร์ก่อนและหลังมีโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง โดยจะพิจารณาประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้านน้ำจากระดับน้ำสูงสุดและปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไปก่อนและหลังมีโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ตลอดจนระยะเวลาในการท่วมขัง โดยจะทำการพิจารณาผลของแต่ละกรณีศึกษา ที่ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าที่สำคัญของพื้นที่

สมมุติฐานที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง ประกอบด้วย

1) ใช้สถานการณ์ฝนจริงในปี พ.ศ. 2548,พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นปีที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา แต่มีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน โดยปี พ.ศ. 2556 เป็นปีที่ประสบปัญหาอุทกภัยรุนแรงสูงสุด ส่วนปี พ.ศ. 2548 เป็นปีที่ประสบปัญหาอุทกภัยเช่นเดียวกันแต่มีความรุนแรงต่ำสุดในกรณี 3 ปีที่คัดเลือกมาพิจารณา

2) ใช้แนวทางการปรับลดอัตราการไหลสูงสุดตามทฤษฎีในการพิจารณาอัตราการไหลสูงสุดที่ลดลงได้ที่ท้ายอ่างและนำมาคูณกับประสิทธิภาพอัตราการปรับลดเฉลี่ย เพื่อเพิ่มลดค่าการลดอัตราการไหลสูงสุดทางทฤษฎีลง เพื่อชดเชยความไม่แน่นอนในด้านต่างๆ เช่น การพยากรณ์อากาศ การเกิดสภาวะน้ำท่วมด้านท้ายน้ำที่มีผลต่อการระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

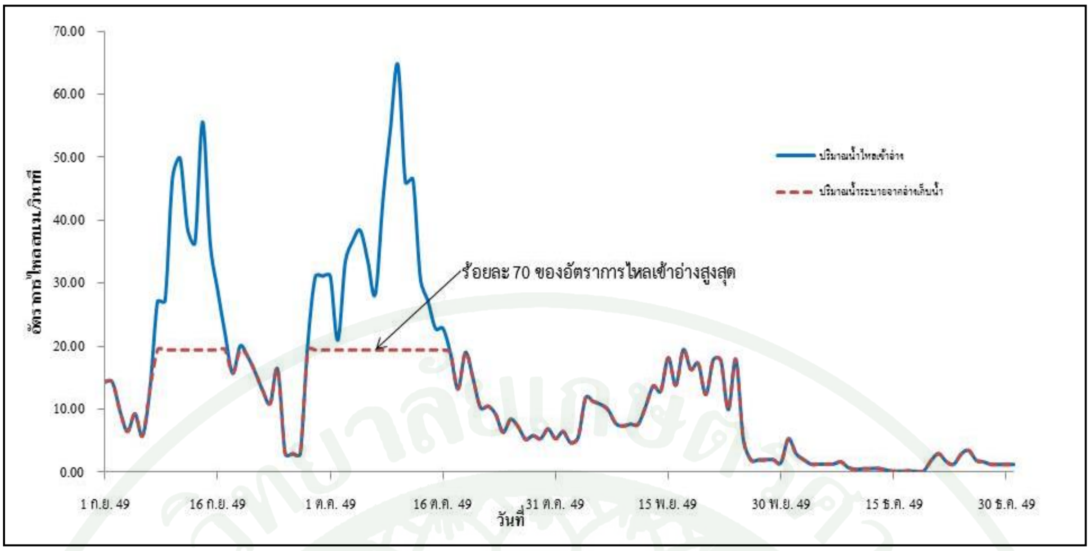
3) อัตราการปรับลดได้เฉลี่ย พิจารณาจากข้อมูลการดำเนินการเขื่อนจริง ของเขื่อนขุนด่านปราการชลซึ่งมีค่าประมาณ 16.95-77.98 โดยในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ค่า 70 % ในการศึกษาตามภาพที่ 42

4) พิจารณาประสิทธิภาพในการช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัย โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า KGT.3, KGT.6 และ KGT.1

ตารางที่ 23 สรุปแนวทางการศึกษาประสิทธิภาพในการบรรเทาปัญหาด้านน้ำด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง

ลำดับ	แนวทางการศึกษา	รายละเอียด	หมายเหตุ
1. กรณีสภาพปัจจุบัน*			
-	กรณีสภาพปัจจุบันไม่มีอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	-	- ใช้สำหรับปรับเทียบและสอบทานแบบจำลอง - ใช้เป็น *Base Case* สำหรับพิจารณาประสิทธิภาพในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยเปรียบเทียบกับผลการศึกษากรณี 2
2. กรณี มีการ Operate อ่างเก็บน้ำห้วยโสมง และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง			
-	กรณีมีอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	- มีการ *Operate* อ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	- ใช้เปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยของอ่างทั้ง 2 แห่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 42 แสดงการปรับลดตามทฤษฎี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

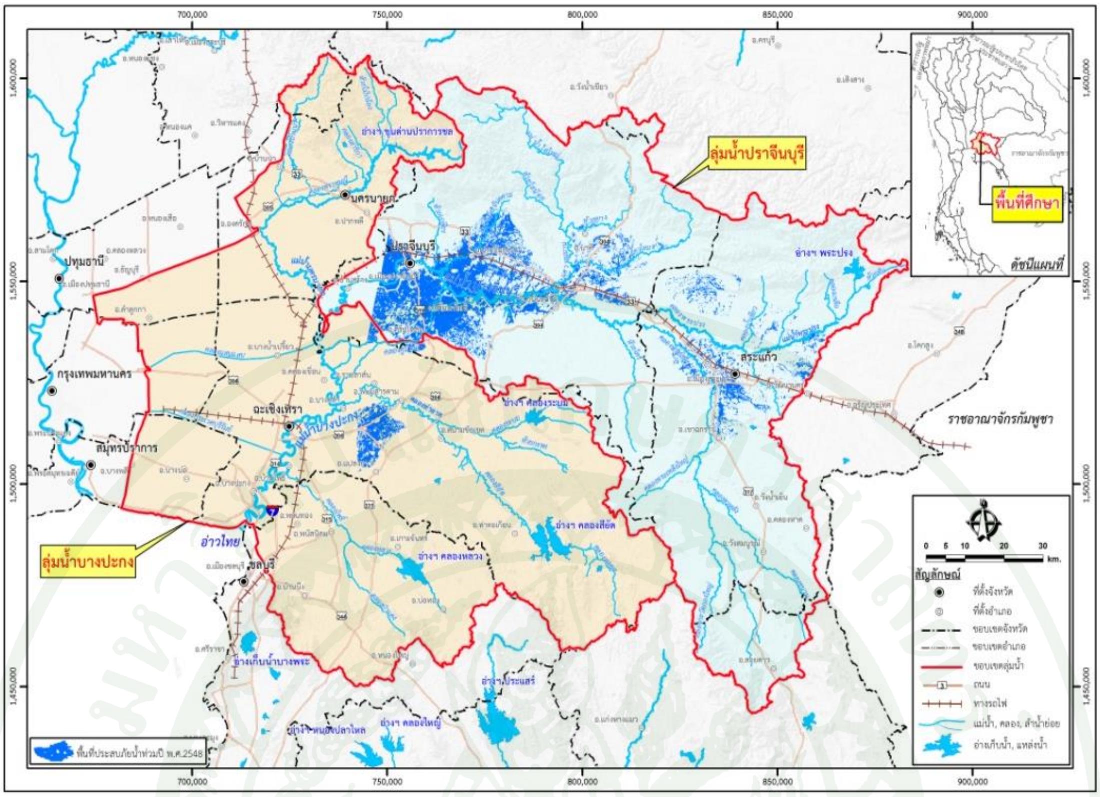
ผล

1. การศึกษาสาเหตุ และ บรรเทาปัญหาด้านอุทกภัยในพื้นที่การศึกษา

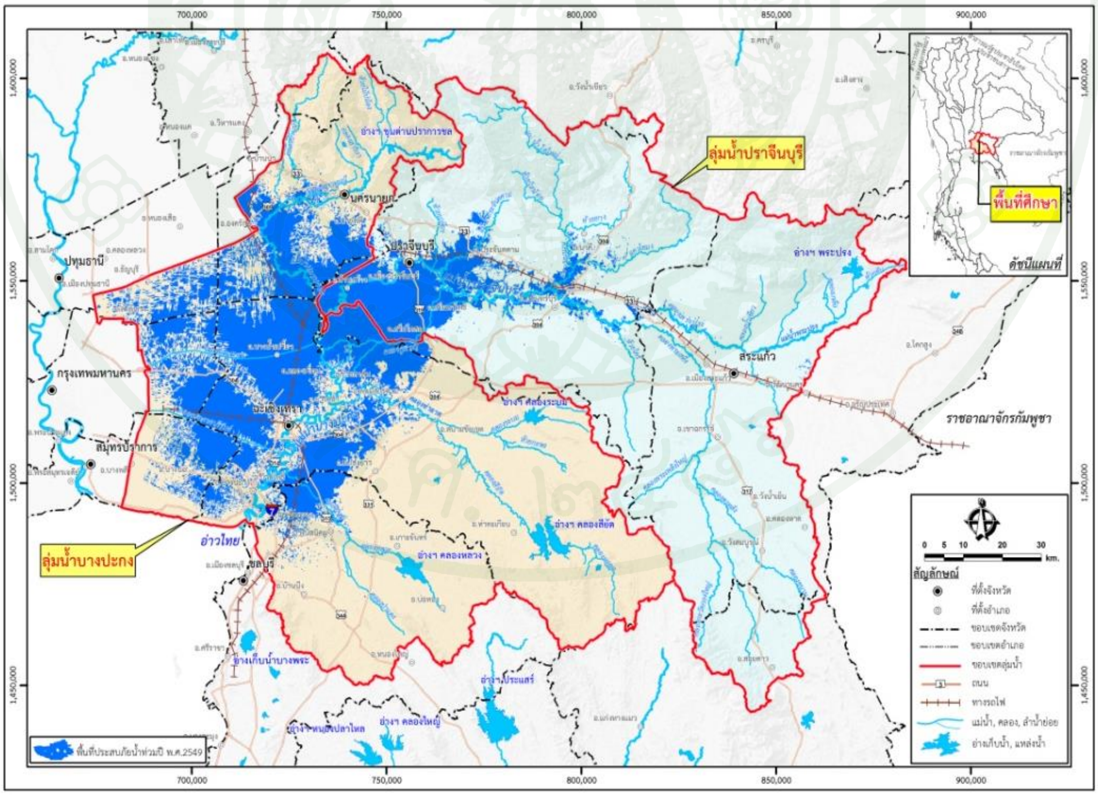
1.1 สภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้น

จากการรวบรวมสถิติข้อมูล และผลการศึกษาของหน่วยงานต่างๆ พบว่าในรอบเหตุการณ์อุทกภัย 10 ปีย้อนหลังที่ผ่านมา พื้นที่การศึกษาประสบปัญหาด้านอุทกภัยหลายครั้งเกือบทุกปีต่างกันไป โดยปีที่ประสบปัญหาในระดับรุนแรง ได้แก่ ปี พ.ศ.2549 พ.ศ.2551 พ.ศ.2553 พ.ศ.2554 พ.ศ.2555 และปี พ.ศ.2556 ตามภาพที่ 43 จากข้อมูลที่ผ่านมา ถ้าใช้ความสูงของระดับน้ำที่สถานี KGT.3 อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี ซึ่งถือเป็นข้อมูลตรวจวัดแบบปฐมภูมิที่อ่านได้ตรงจากไม้วัดระดับ โดยไม่ได้ผ่านการคำนวณมาเป็นเกณฑ์ในการกำหนดความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยจะสามารถเรียงลำดับอุทกภัยตามความรุนแรงจากสูงสุดไปต่ำสุดได้ตามตารางที่ 24 โดยจากข้อมูลพบว่าปี พ.ศ. 2556 เป็นปีที่เกิดระดับน้ำสูงสุดในลุ่มน้ำปราจีนบุรีสายหลักซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายของการศึกษา วัดระดับน้ำสูงสุดที่ สถานี KGT.3 อ.กบินทร์บุรี ได้ 11.99 ม.รทก. มีปริมาณน้ำ 758.10 ลบ.ม./วินาที จากการตรวจวัดน้ำท่าในสถานีตอนต้นน้ำ มีน้ำล้นตลิ่งในทุกสถานีทำให้น้ำท่วมในบริเวณตลาดเก่ากบินทร์บุรี อ.ศรีมหาโพธิ และในตัวเมืองปราจีนบุรี บางบริเวณที่เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำประสิทธิภาพในการระบายน้ำมีจำกัด ประสบปัญหาน้ำท่วมขังนานกว่า 2 เดือน จากการตรวจวัดน้ำฝนที่ อ.กบินทร์บุรี มีปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนพบว่าเดือนสิงหาคม 235.80 มม. เดือนกันยายน 439.60 มม. และเดือนตุลาคม 268.60 มม. เมื่อพิจารณาฝนสะสมรายปีพบว่ามีปริมาณน้ำฝนสะสม 1,810.10 มม. ซึ่งสูงกว่าค่าฝนสะสมรายปีเฉลี่ยที่มีค่าอยู่ที่ 1,511.81 มม. แต่ปี พ.ศ.2556 นับเป็นเหตุการณ์ที่มีมูลค่าความเสียหายที่มากที่สุดและมีพื้นที่ถูกน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง และท่วมขังนานมากกว่าเหตุการณ์น้ำท่วมปีอื่นๆ ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวันในแต่ละเหตุการณ์น้ำหลากเพิ่มเติมโดยรวบรวมข้อมูล เพื่อพิจารณา Pattern ฝนสะสมโดยจะพิจารณาเป็นรายเหตุการณ์ โดยจะนำเสนอการวิเคราะห์ไว้ในหัวข้อ “ข้อมูลปริมาณฝน”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



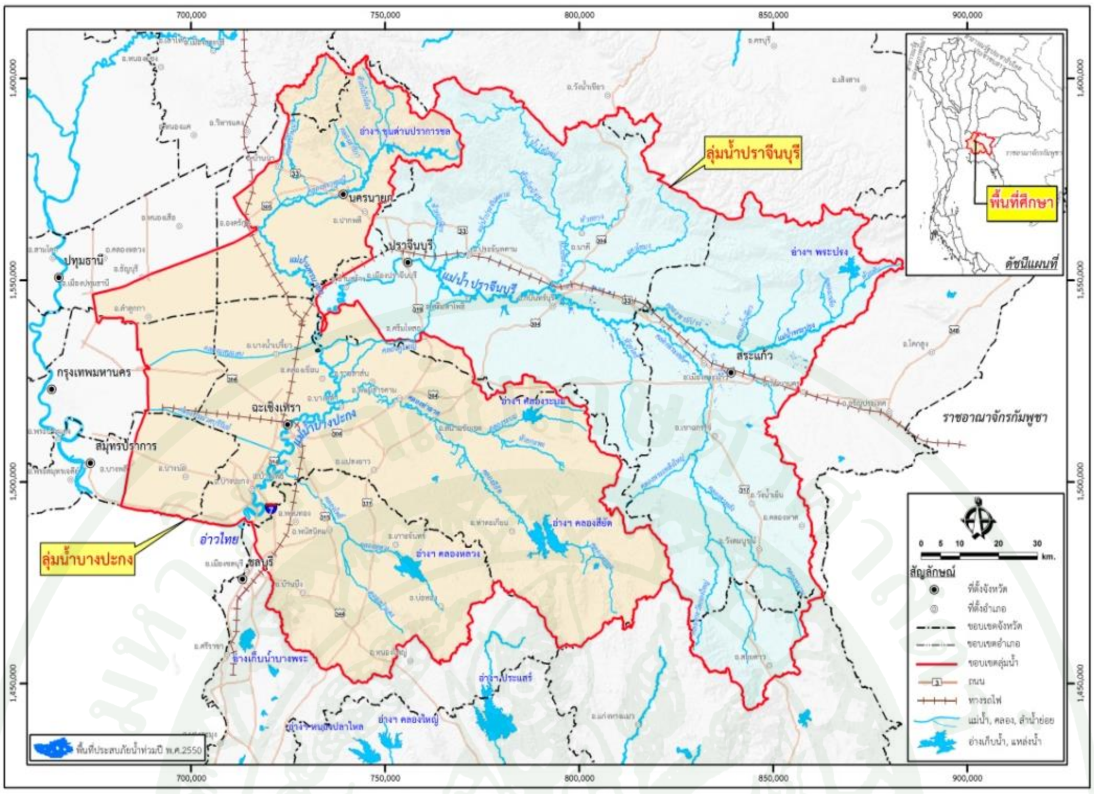
พ.ศ.2548



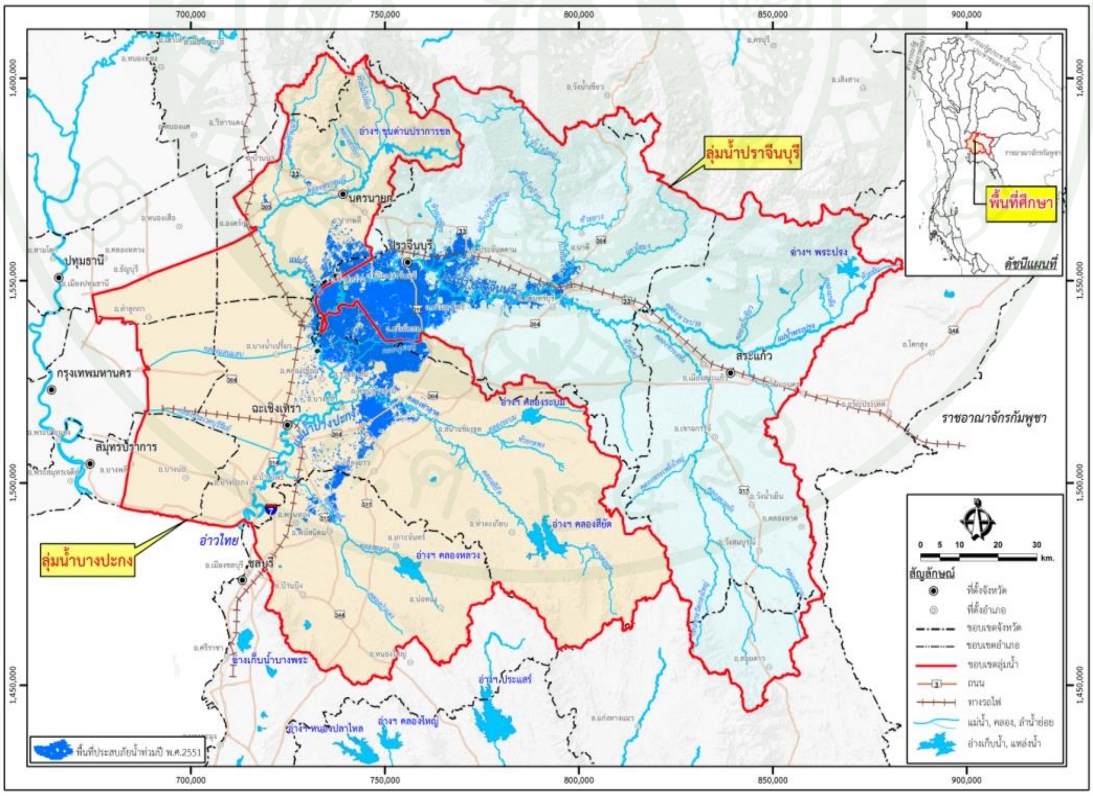
พ.ศ.2549

ภาพที่ 43 พื้นที่น้ำท่วมในปีต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



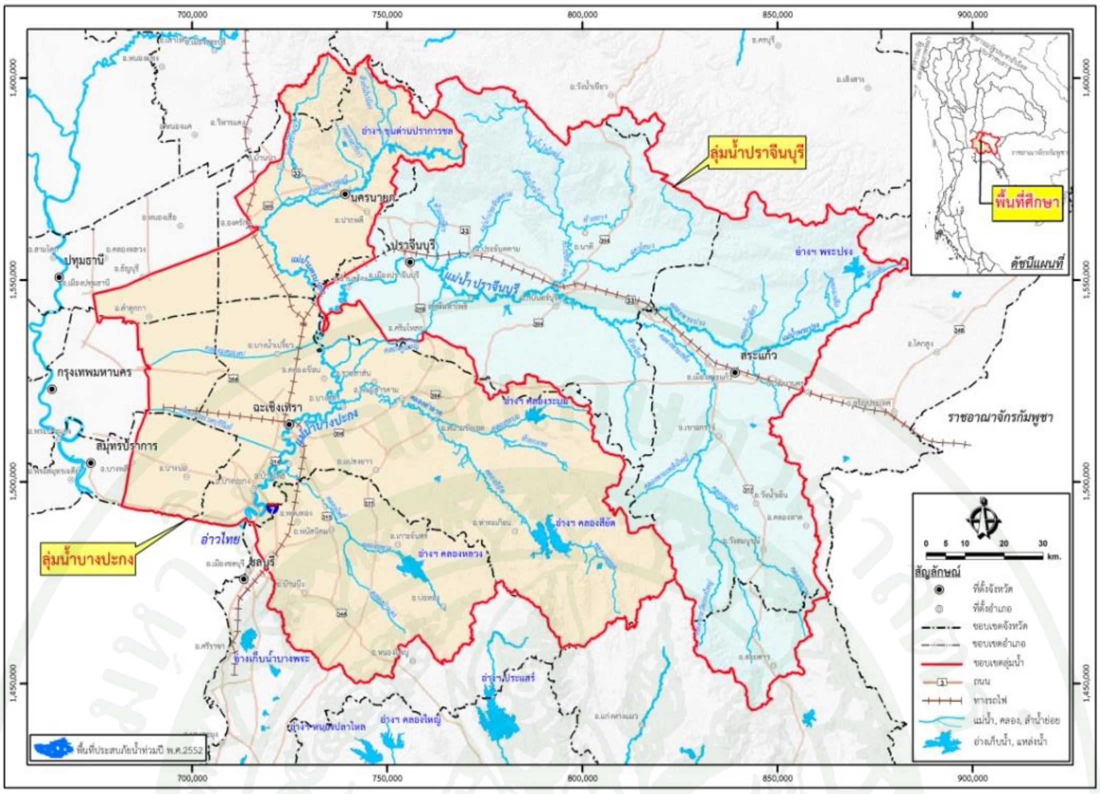
พ.ศ.2550



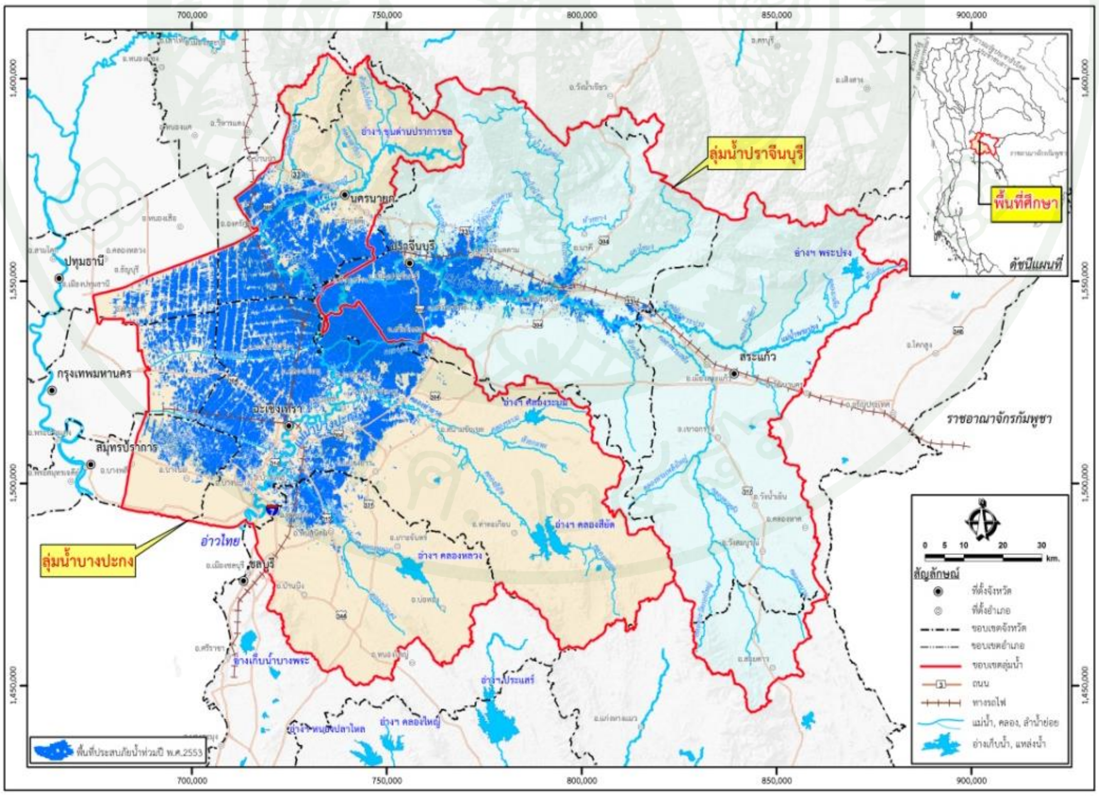
พ.ศ.2551

ภาพที่ 43 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



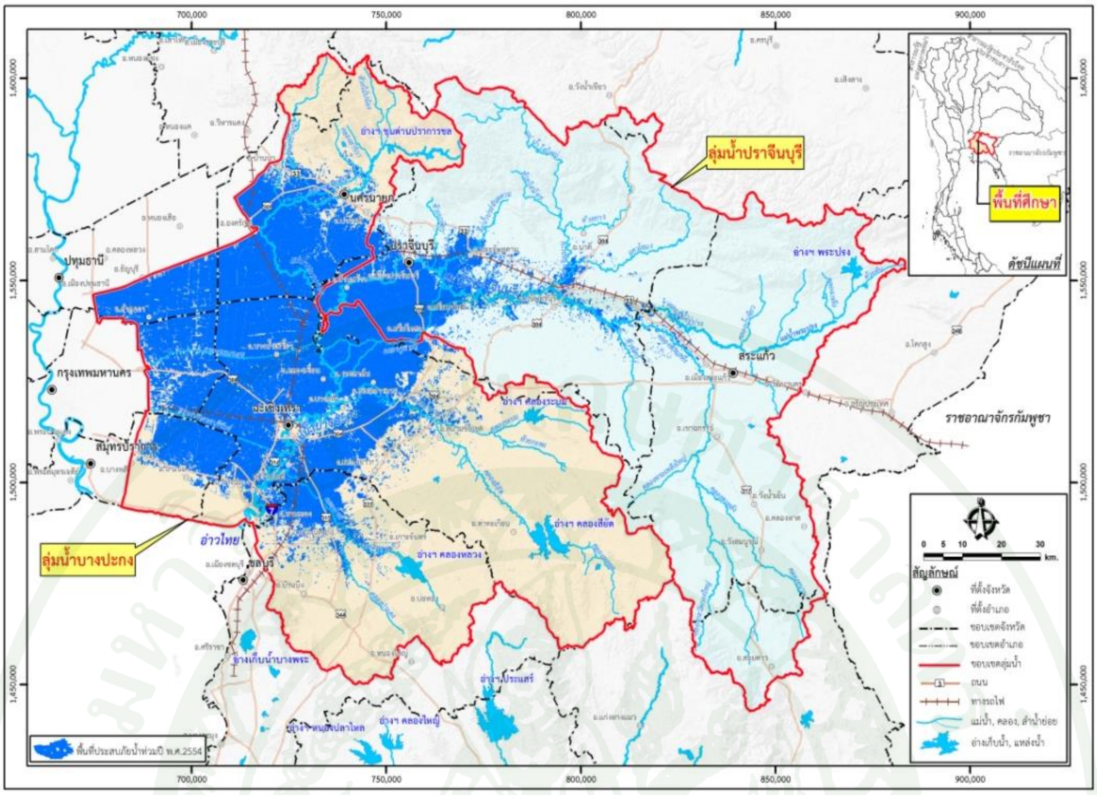
พ.ศ.2552



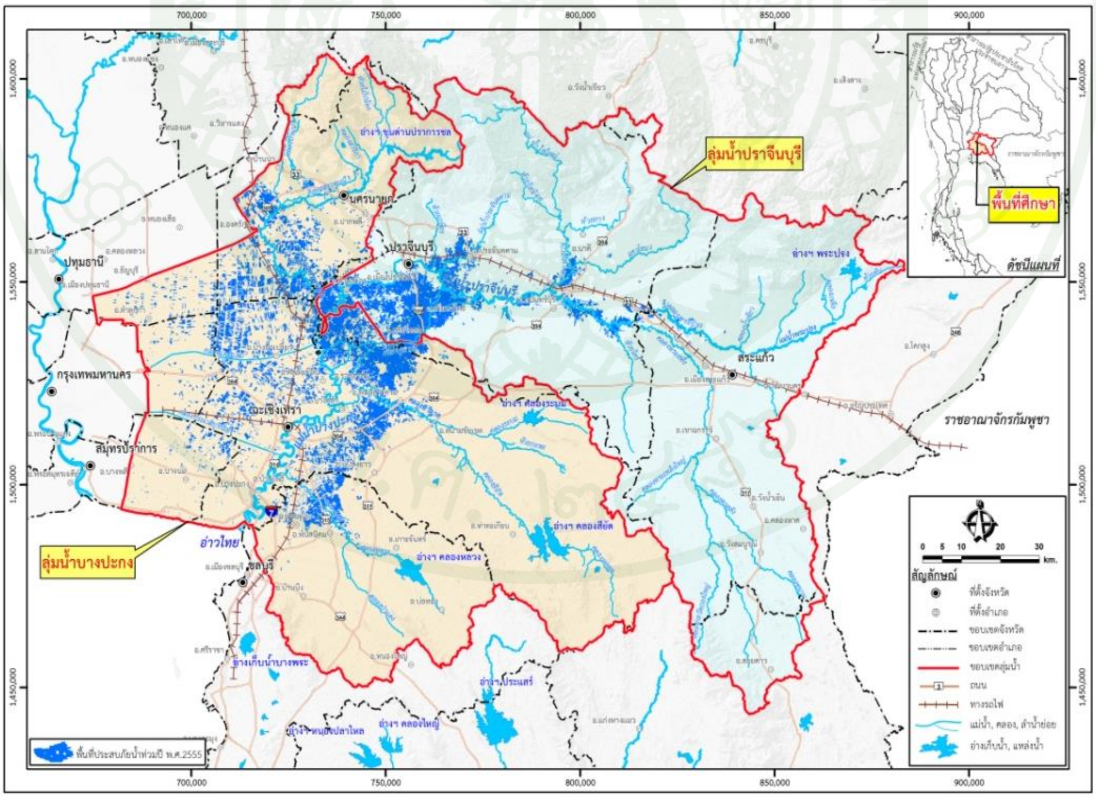
พ.ศ.2553

ภาพที่ 43 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



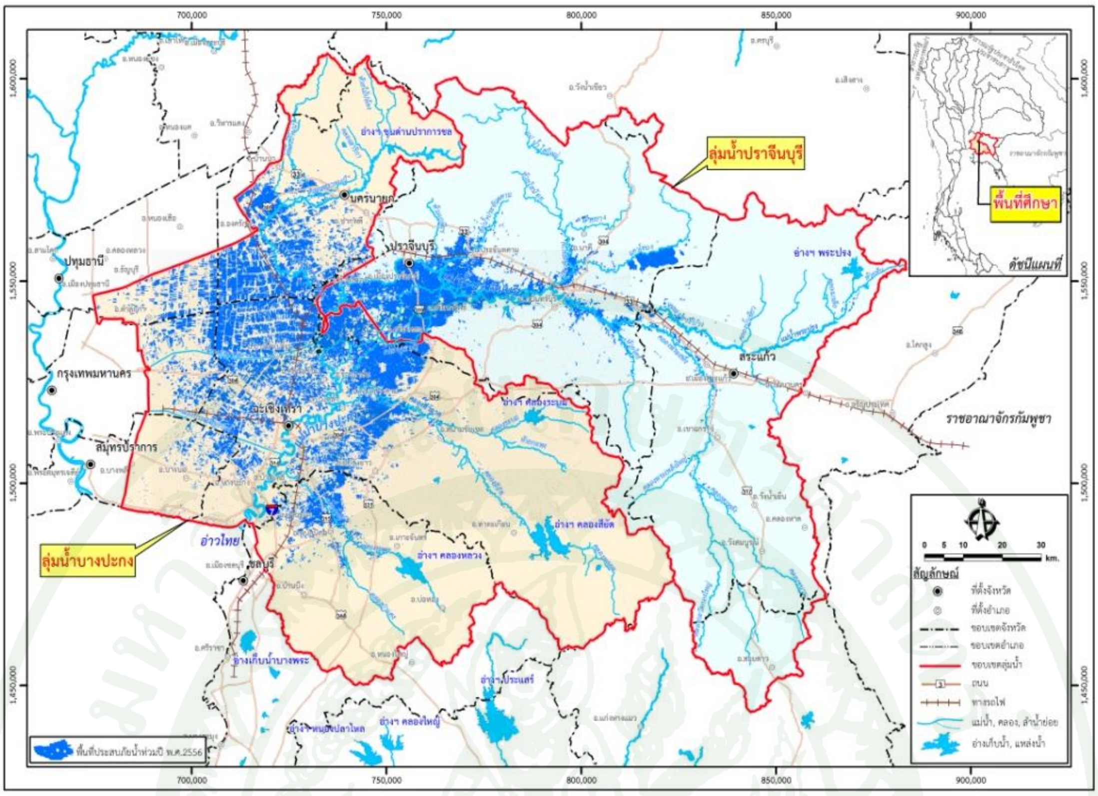
พ.ศ.2554



พ.ศ.2555

ภาพที่ 43 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



พ.ศ.2556

ภาพที่ 43 (ต่อ)

ตารางที่ 24 ความรุนแรงของอุทกภัยเรียงตามระดับน้ำสูงสุดที่ KGT.3 อ.กบินทร์บุรี

ลำดับที่	ปี	ระดับน้ำสูงสุดที่ KGT.3 (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	วันที่เกิดเหตุการณ์
1	2556	11.99	758.10	9-ต.ค.
2	2533	11.70	1,000.00	6-ต.ค.
3	2555	11.34	688.40	22-ก.ย.
4	2507	11.01	855.52	5-ต.ค.
5	2551	10.99	658.50	21-ก.ย.
6	2553	10.94	711.80	19-ต.ค.
7	2539	10.90	856.00	6-ต.ค.
8	2526	10.89	1,064.40	20-ต.ค.
9	2503	10.83	885.00	7-ต.ค.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	ระดับน้ำสูงสุดที่ KGT.3 (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	วันที่เกิดเหตุการณ์
10	2540	10.83	835.20	2-ต.ค.
11	2549	10.83	882.30	8-ต.ค.
12	2538	10.75	1,067.50	24-ก.ย.
13	2554	10.72	663.20	1-ต.ค.
14	2512	10.66	1,111.00	23-ก.ย.
15	2545	10.64	664.88	26-ก.ย.
16	2515	10.56	993.00	21-ก.ย.
17	2521	10.55	1,056.50	3-ต.ค.
18	2546	10.53	687.00	23-ก.ย.
19	2517	10.51	952.00	16-ต.ค.
20	2506	10.45	824.00	8-ต.ค.
21	2548	10.37	629.70	23-ก.ย.
22	2547	10.32	724.40	12-ส.ค.
23	2529	10.31	794.80	11-ต.ค.
24	2509	10.23	720.50	20-ก.ย.
25	2510	10.16	725.00	4-ต.ค.
26	2504	10.10	768.00	22-ส.ค.
27	2516	9.98	855.00	30-ก.ย.
28	2537	9.97	660.50	2-ก.ย.
29	2531	9.69	612.99	25-ต.ค.
30	2524	9.65	694.50	30-ก.ย.
31	2543	9.65	621.50	5-ก.ย.
32	2534	9.64	576.00	21-ส.ค.
33	2525	9.61	606.10	26-ส.ค.
34	2542	9.41	593.30	5-ส.ค.
35	2532	9.40	604.20	15-ส.ค.
36	2519	9.38	658.90	20-ก.ย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	ระดับน้ำสูงสุดที่ KGT.3 (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	วันที่เกิดเหตุการณ์
37	2522	9.11	537.90	1-ต.ค.
38	2518	9.08	578.60	12-ต.ค.
39	2520	9.06	670.00	13-ก.ย.
40	2508	8.97	592.00	24-ก.ย.
41	2513	8.94	578.20	29-ส.ค.
42	2527	8.94	504.00	16-ส.ค.
43	2530	8.89	538.04	13-ก.ย.
44	2505	8.87	586.00	20-ก.ย.
45	2514	8.87	552.40	5-ก.ย.
46	2550	8.80	534.00	12-ต.ค.
47	2523	8.73	513.70	2-ก.ย.
48	2536	8.68	487.90	11-ก.ย.
49	2528	8.62	515.90	22-ก.ย.
50	2541	8.09	456.45	24-ก.ย.
51	2535	8.03	555.06	2-ก.ย.
52	2544	7.91	396.70	10-ก.ค.
53	2552	7.87	397.90	2-ต.ค.
54	2511	7.33	400.20	17-ส.ค.

1.2 สถิติข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับวิเคราะห์/ประเมินสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่

ข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์/ประเมินสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่ ประกอบด้วย ข้อมูลอุตุวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในช่วงเวลาการเกิดน้ำหลาก ข้อมูลระดับน้ำที่ปากแม่น้ำบางปะกง ช่วงเวลาที่น้ำทะเลหนุนสูง โดยเฉพาะในช่วงปีที่ประสบปัญหาด้านอุทกภัย ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อสภาพการเกิดปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ สำหรับรายละเอียดของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) ข้อมูลปริมาณฝน
2) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า
3) ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ และขนาดกลางที่สำคัญ
4) ปริมาณน้ำที่ผันมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก
5) ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ช่วงเวลาที่น้ำทะเลหนุนสูง
6) ปัจจัยทางด้านการบริหารจัดการน้ำ

รายละเอียดของข้อมูลแต่ละประเภทสรุปได้ดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณฝน

รวบรวมข้อมูลฝนรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน จากนั้นนำมาคัดเลือกสถานีดัชนีที่สำคัญในพื้นที่ เพื่อพิจารณารูปแบบ (Pattern) และปริมาณฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ ว่ามีลักษณะเป็นเช่น ไร มีการกระจายตัวของปริมาณฝนแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไร รวมถึงนำมาเปรียบเทียบกับระดับความรุนแรงของปัญหาน้ำท่วมโดยเฉพาะในส่วนของปัญหาน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลาก โดยรายละเอียดของข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่สรุปได้ ดังภาพที่ 44 สำหรับภาพที่ 45 แสดงข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณฝนรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝนในบริเวณพื้นที่สำคัญ ได้แก่ บริเวณต้นน้ำคลองพระปรง คลองพระสะทึง แควหนุมาน บริเวณ อ.กบินทร์บุรี อ.เมืองปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง อ.บางน้ำเปรี้ยว และบริเวณ อ.เมืองฉะเชิงเทรา รวมทั้งผลรวมของน้ำฝนด้านต้นน้ำของพื้นที่น้ำท่วมหลักของการศึกษา ได้แก่ ฝนรวมในพื้นที่เหนือน้ำของ อ.กบินทร์บุรี ซึ่งรวมกับลุ่มน้ำพระปรง พระสะทึง และหนุมาน และผลรวมของน้ำฝนในพื้นที่น้ำท่วมหลัก ได้แก่ ลุ่มน้ำปราจีนบุรีสายหลัก บริเวณ อ.กบินทร์บุรี อ.เมืองปราจีนบุรีอ.บ้านสร้าง ซึ่งแสดงในภาพที่ 46 ซึ่งจากภาพที่ 45 และ 46 จะพบว่าในช่วงพื้นที่ตอนบนและตอนกลางของลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกงมีปริมาณฝนสะสมรายปีอยู่ในช่วง 1,800-2,000 มม. และฝนตกอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม โดยเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนตกสูงสุด ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่การศึกษาแสดงดังตารางในภาคผนวก ข

แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนสะสมรายเดือน หรือข้อมูลฝนสะสมรายปี ในแต่ละพื้นที่ เทียบกับข้อมูลระดับน้ำ ณ ตำแหน่งเฝ้าระวังที่สำคัญ เช่นสถานีวัดน้ำท่า KGT.3 (รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 24) พบว่าข้อมูลดังกล่าวไม่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ปริมาณฝน

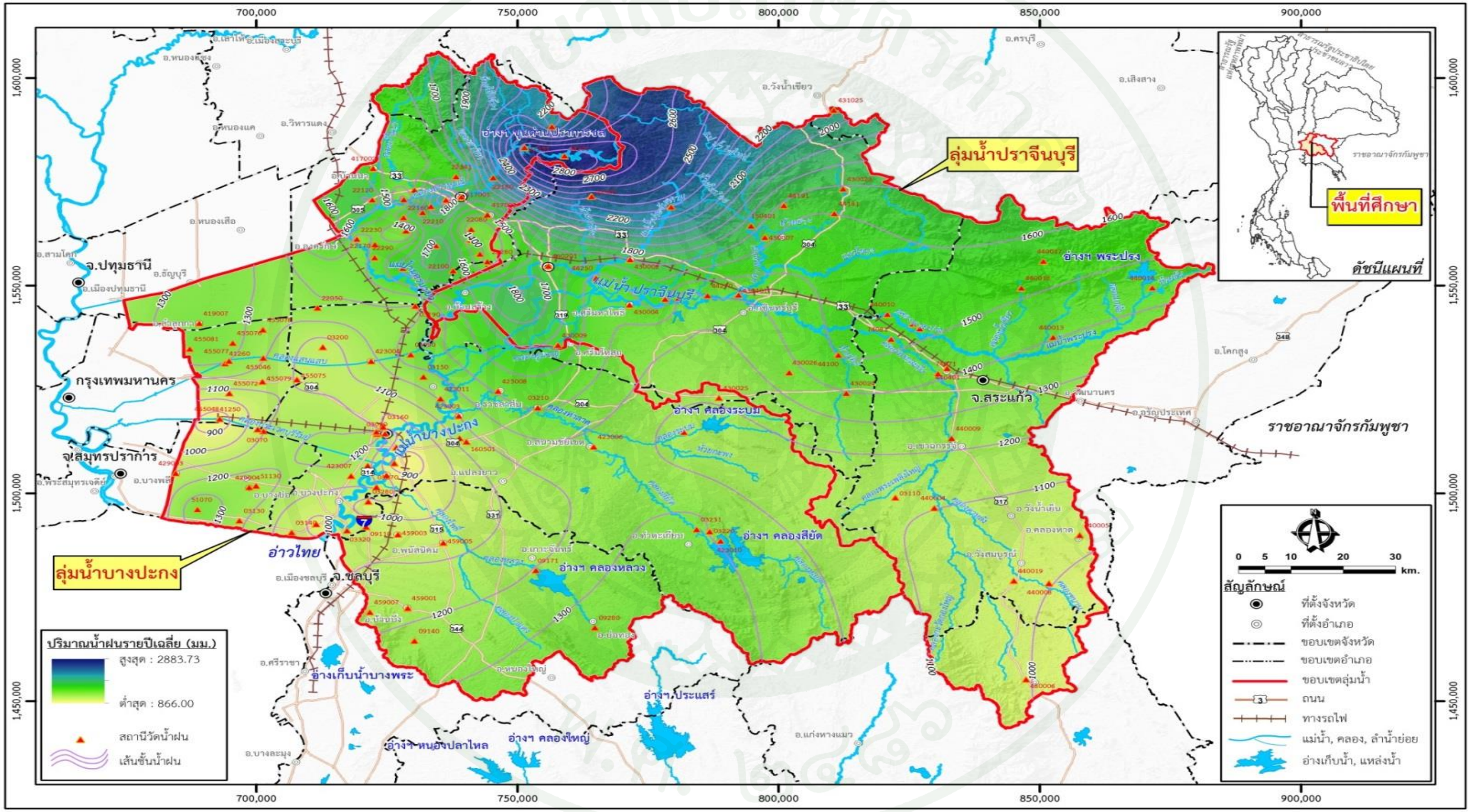
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สะสมทั้งปีของปี 2556 น้อยกว่าปริมาณฝนสะสมทั้งปีของปี 2549 ในหลายๆ พื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ด้านต้นน้ำ และพื้นที่กลางน้ำ (บางพื้นที่ฝนสะสมของปี 2556 น้อยกว่าปี 2554 หรือเหตุการณ์น้ำท่วมปีอื่นๆ ด้วยเช่นกัน)แต่ค่าระดับน้ำในแม่น้ำสายหลักรวมถึงระดับความรุนแรงของสถานการณ์น้ำท่วมปี 2556 มีค่ามากกว่า

ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวันในแต่ละเหตุการณ์น้ำหลากเพิ่มเติม โดยรวบรวมข้อมูลฝนสะสมสูงสุดราย 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน เพื่อพิจารณา Pattern ฝนสะสมโดยจะพิจารณาเป็นรายเหตุการณ์ แทนที่การพิจารณาภาพรวมของฝนสะสมตลอดทั้งปี โดยรายละเอียดสรุปได้ดังตารางที่ 25 และภาพที่ 47

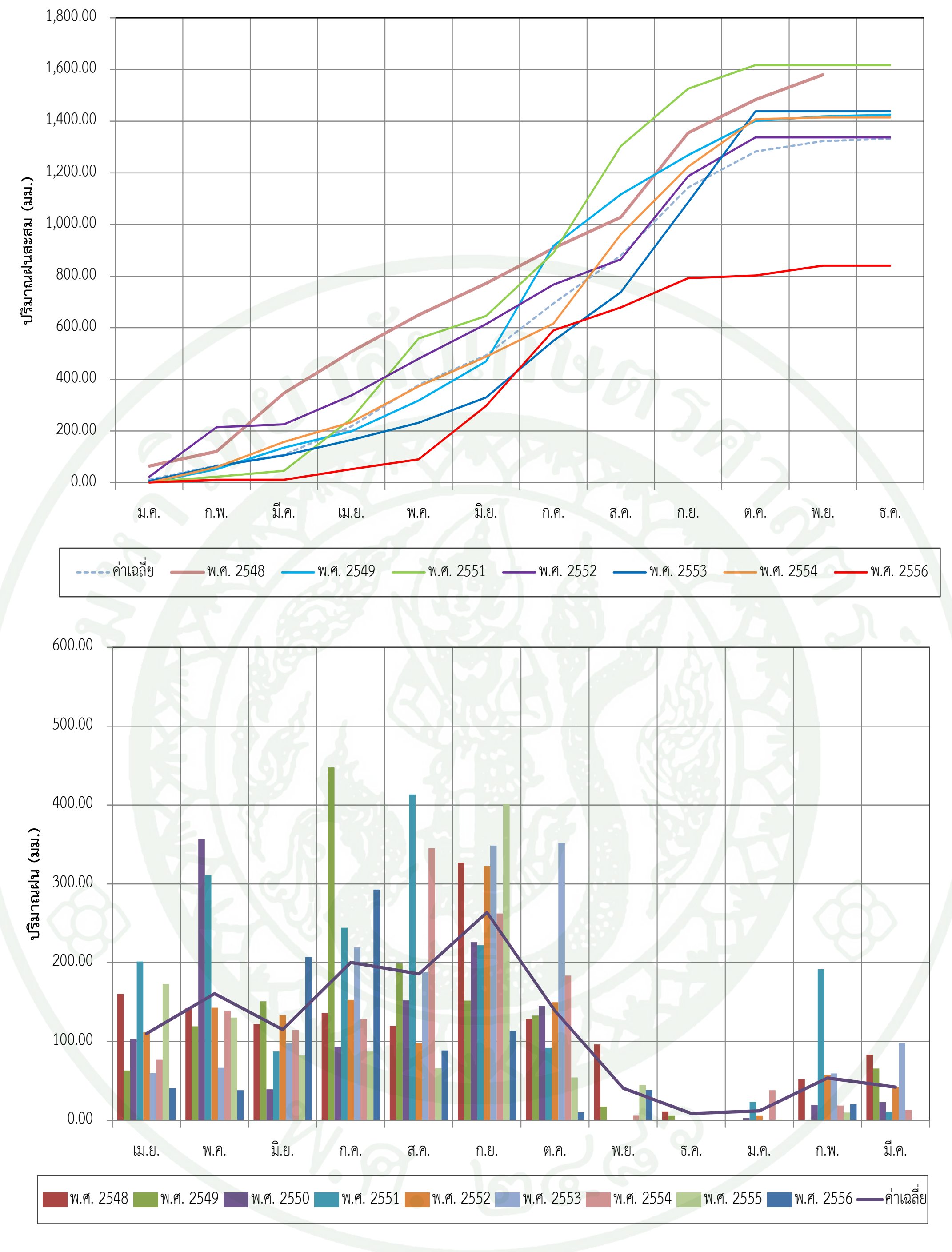
จากข้อมูลในตารางและกราฟข้างต้นสรุปได้ว่า ปริมาณฝนสะสมทั้งฝนราย 1 วัน 2 วัน 3 วัน ของปี 2556 ส่วนมากมีค่ามากที่สุดในช่วงปีที่พิจารณาข้อมูล (2549-2556) ซึ่งเมื่อพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งจะพบสถานีในพื้นที่ด้านต้นน้ำ เช่น สถานีบริเวณต้นน้ำคลองพระปรง (อ.เมืองสระแก้ว) สถานีบริเวณต้นน้ำคลองพระสะทึง (อ.เขาฉกรรจ์) และสถานีบริเวณต้นน้ำแควหนุมาน (อ. นาดี) มีปริมาณฝนสะสมสูงที่สุด มากกว่าปี 2549 และเหตุการณ์น้ำท่วมปีอื่นๆ ซึ่งฝนในพื้นที่เหล่านี้ เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดน้ำท่วม โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นที่เป้าหมายของการศึกษา เช่น บริเวณอ.กบินทร์บุรี อ.ศรีมหาโพธิ อ.เมืองปราจีนบุรี เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 44 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่การศึกษาและข้อมูลเส้นชั้นน้ำฝน

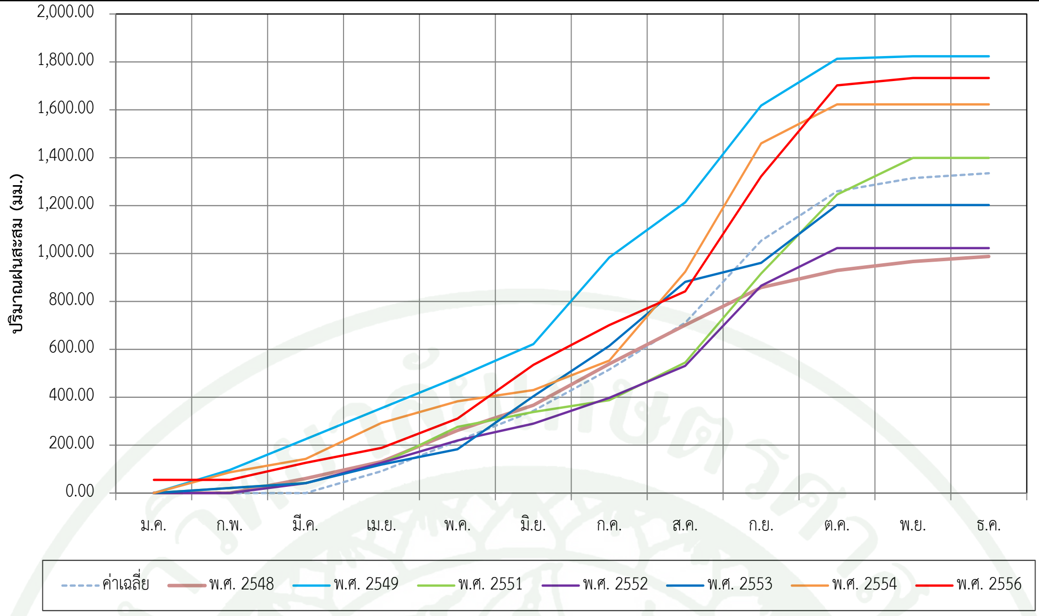
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

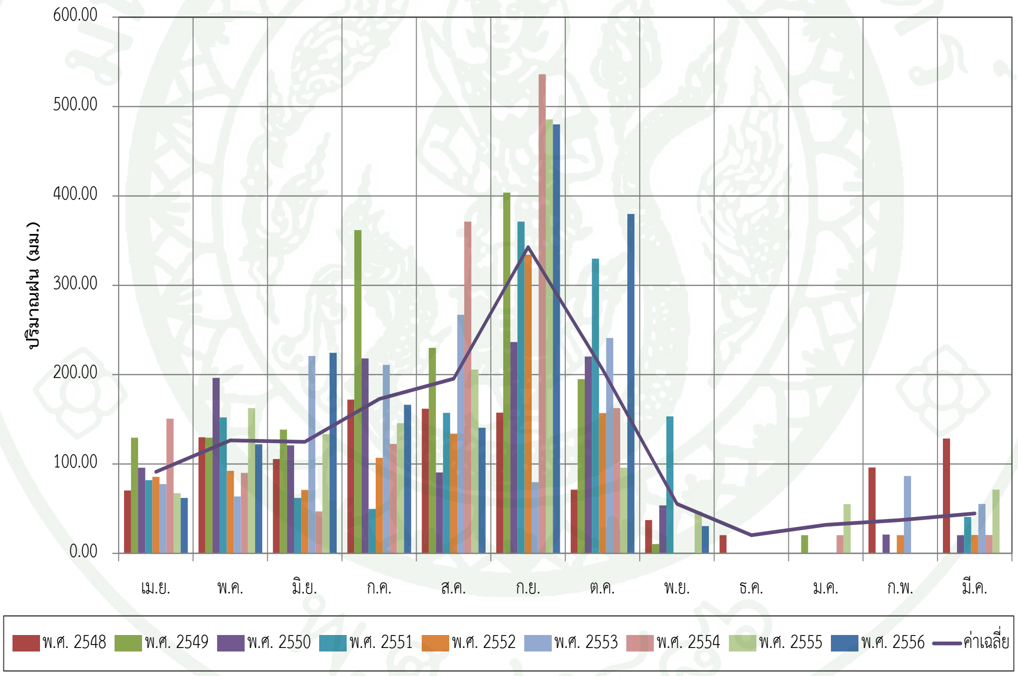


สถานี 440014 ลุ่มน้ำคลองพระปรง

ภาพที่ 45 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝนที่สำคัญในพื้นที่การศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

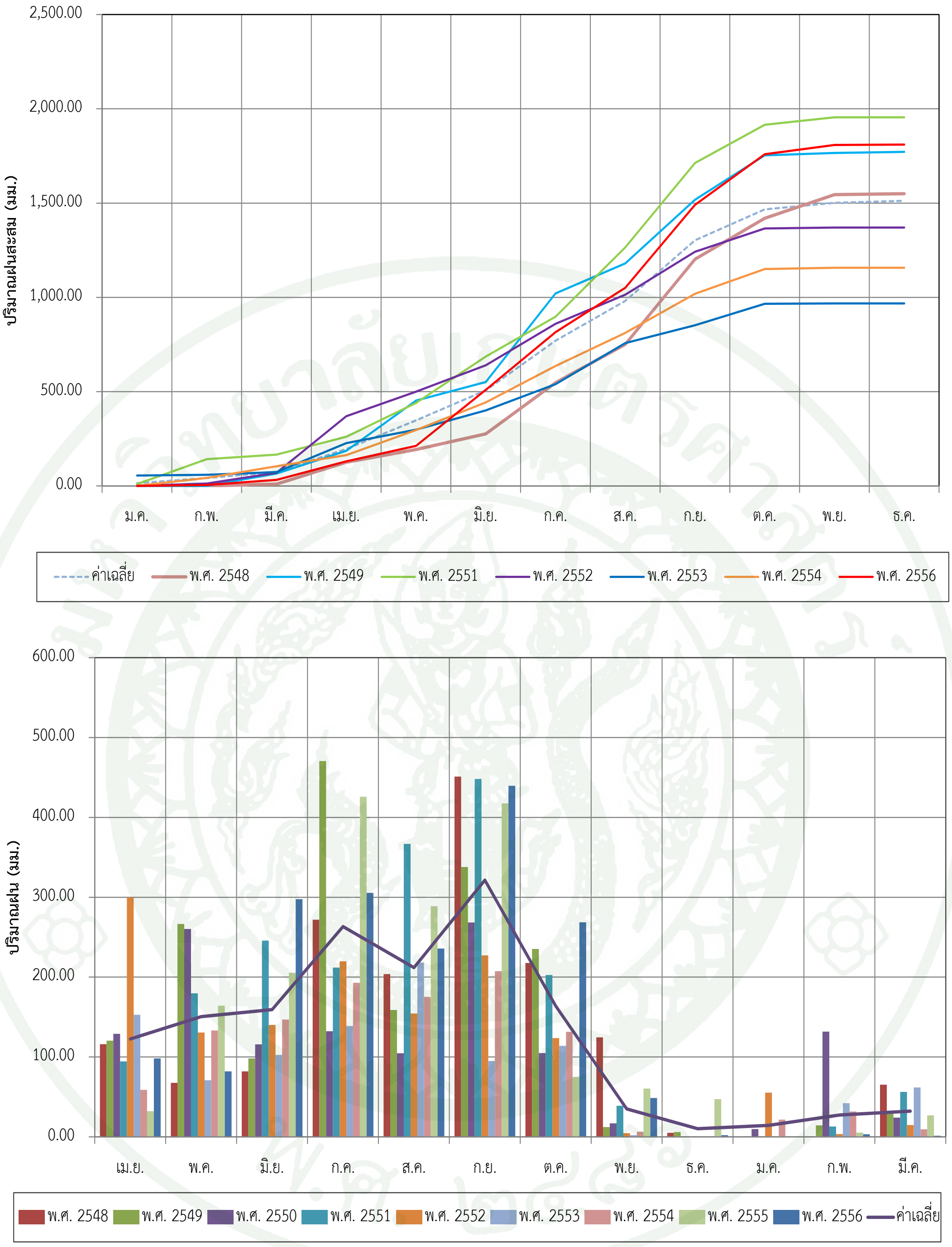




สถานี 440019 ลุ่มน้ำคลองพระสะทึง

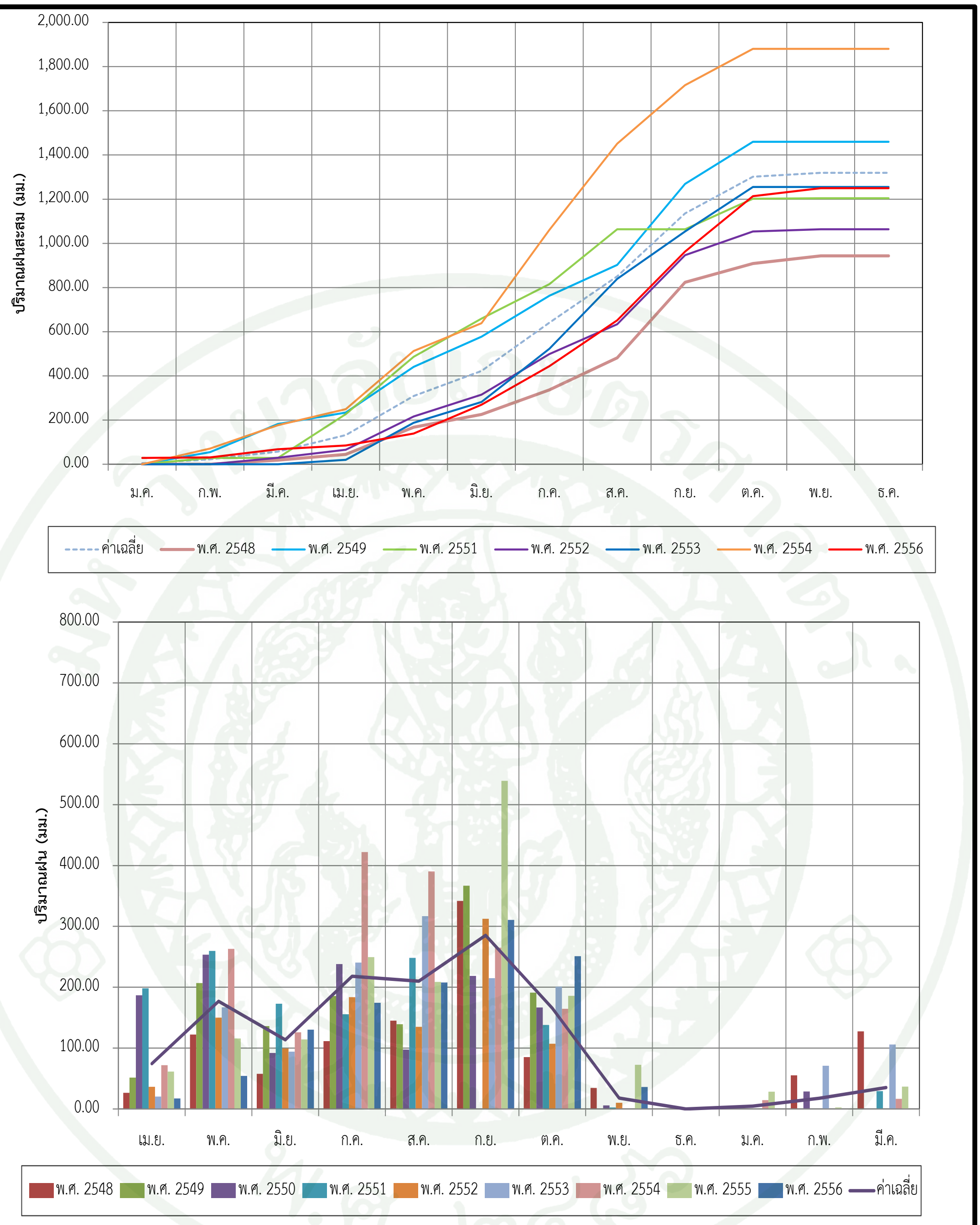
ภาพที่ 45 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



สถานี 430401 อ.กบินทร์บุรี

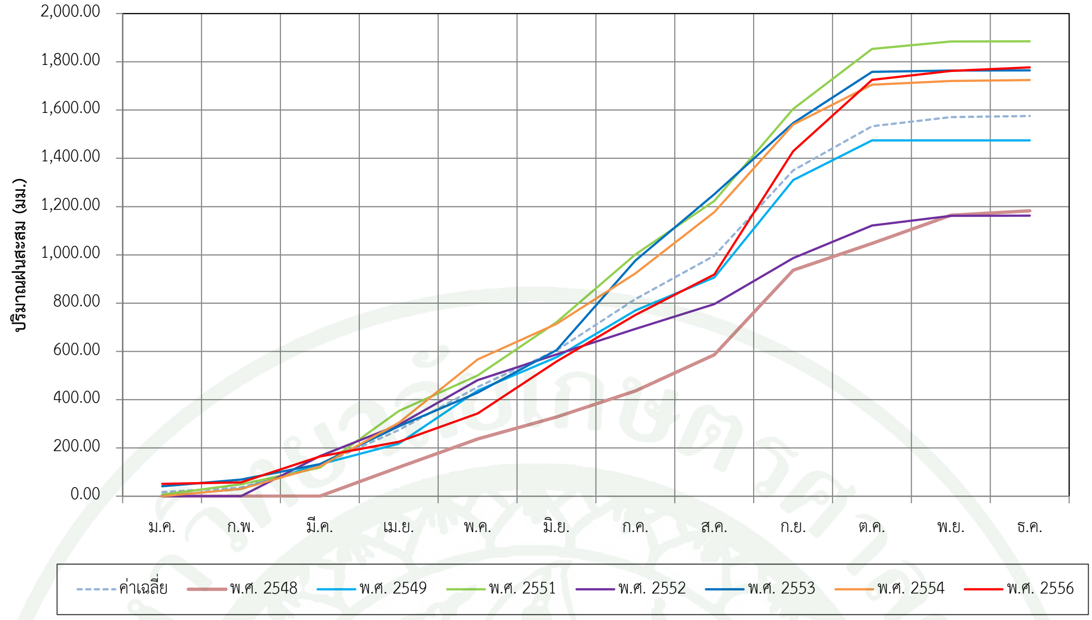
ภาพที่ 45 (ต่อ)

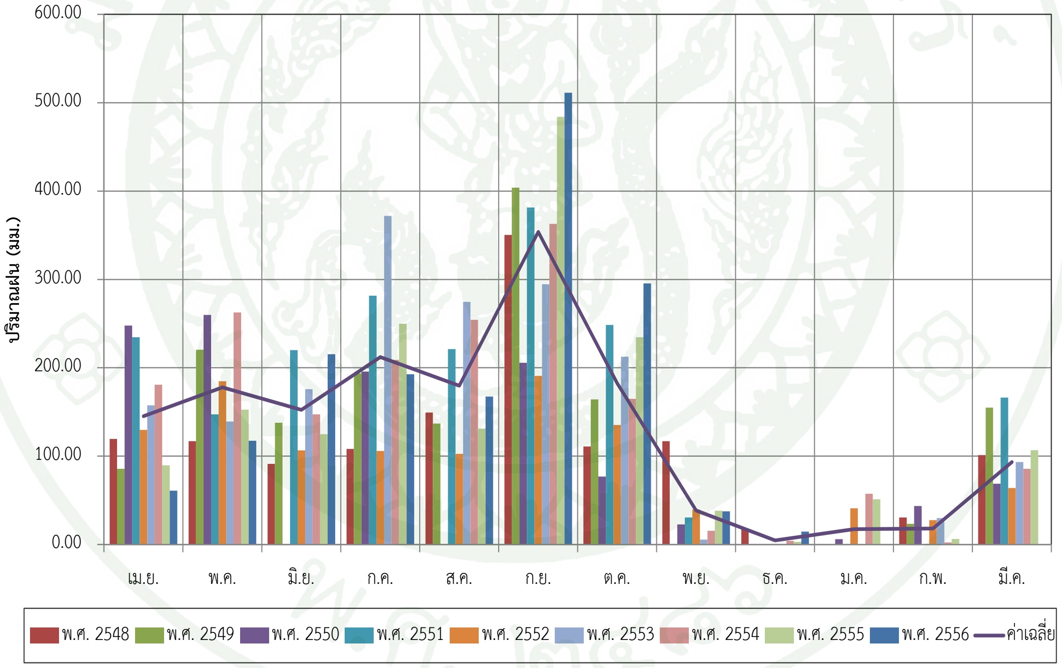


สถานี 03032 อ.บางน้ำเปรี้ยว

ภาพที่ 45 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

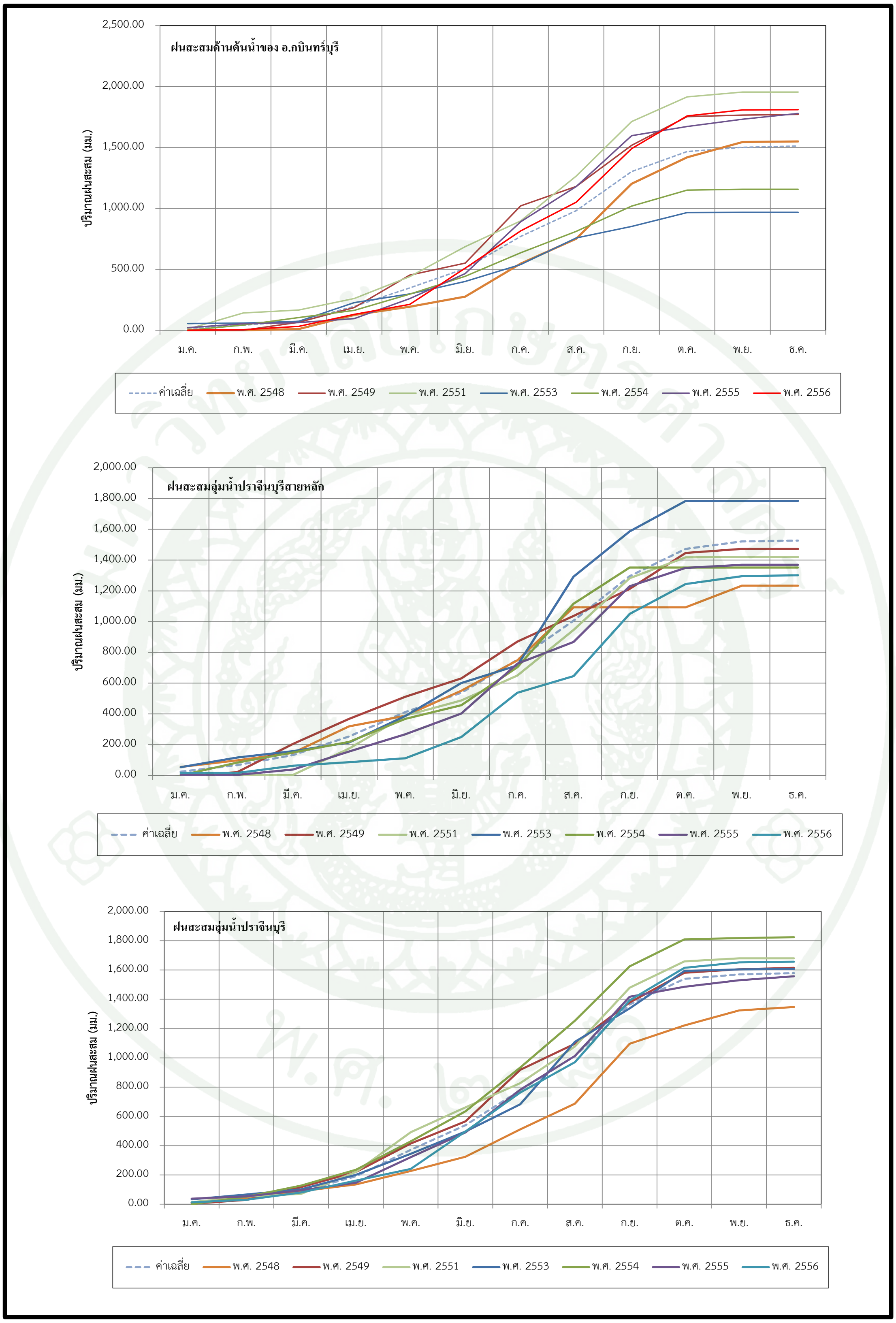




สถานี 03333 สำนักงานเกษตรจังหวัดฉะเชิงเทรา อ.เมืองฉะเชิงเทรา

ภาพที่ 45 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 46 ปริมาณฝนสะสมด้านต้นน้ำของ อ.กบินทร์บุรี ปริมาณสะสมบริเวณลุ่มน้ำปราจีนบุรีสายหลัก และผลรวมของปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 สรุปข้อมูลปริมาณฝนสะสมราย 1 วัน 2 วัน 3 วัน

พื้นที่	ฝนสูงสุดสะสม	ปริมาณฝนสูงสุด (มม.)							
		2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
อ.นาดี	1 วัน	115.60	85.70	85.40	78.80	119.70	106.30	76.90	171.60
	2 วัน	129.40	111.50	102.90	109.20	156.10	138.5	125.70	217.80
	3 วัน	170.40	129.00	127.60	110.70	166.10	194.70	132.40	224.60
อ.เขาฉกรรจ์	1 วัน	59.00	49.00	76.70	70.00	65.00	61.10	70.00	95.00
	2 วัน	68.00	61.90	149.00	72.00	70.30	73.10	77.00	111.00
	3 วัน	83.50	95.40	171.60	103.50	100.10	78.20	94.00	140.00
อ.วังสมบูรณ์	1 วัน	60.30	40.20	66.20	65.20	60.40	60.50	168.20	76.70
	2 วัน	110.50	50.70	96.50	80.80	101.20	110.80	168.20	141.60
	3 วัน	151.00	77.70	127.00	83.10	101.20	141.40	178.50	179.80
อ.เมืองสระแก้ว	1 วัน	95.60	72.30	56.60	51.90	79.40	98.60	110.10	181.50
	2 วัน	100.40	98.50	79.20	76.60	131.00	112.90	143.20	184.70
	3 วัน	103.40	98.80	107.90	101.20	163.30	115.30	167.30	187.60
อ.วัฒนานคร	1 วัน	40.90	30.50	40.50	90.50	30.40	40.30	30.80	70.50
	2 วัน	40.90	30.50	40.50	90.50	50.40	50.50	51.10	70.50
	3 วัน	60.30	30.70	61.40	111.10	50.40	60.70	51.10	70.50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 47 สรุปข้อมูลปริมาณฝนสะสมราย 1 วัน 2 วัน 3 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

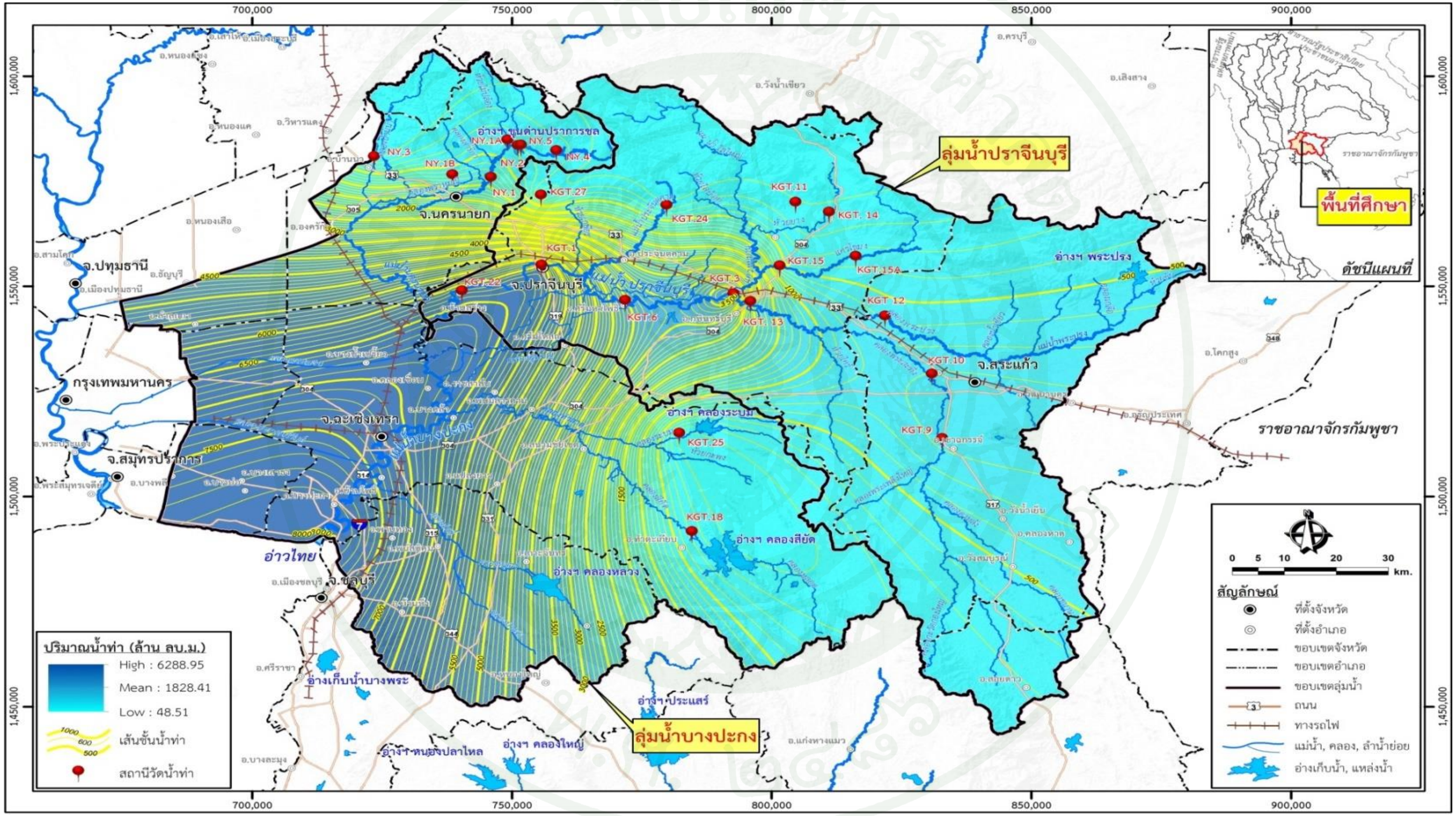
2) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

ข้อมูลสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่การศึกษา รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 48 และตารางที่ 26 สำหรับภาพที่ 49 แสดงสถิติข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปี สำหรับตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด ปริมาณน้ำ และระดับน้ำสูงสุด ของสถานีวัดน้ำท่าที่สำคัญในพื้นที่

ภาพที่ 50ก แสดงระดับน้ำที่สถานี KGT.3 แม่น้ำปราจีนบุรี อ.กบินทร์บุรี ซึ่งถือเป็นจุดต้นน้ำของพื้นที่น้ำท่วมหลักของการศึกษา ภาพที่ 50ข แสดงระดับน้ำที่สถานี KGT.1 แม่น้ำปราจีนบุรี อ.เมืองปราจีนบุรี ซึ่งถือเป็นตัวแทนพื้นที่น้ำท่วมหลักของการศึกษา ส่วนภาพที่ 50ค แสดงระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า ปตร.บางขนาก แม่น้ำบางปะกง อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา ซึ่งถือเป็นตัวแทนด้านท้ายน้ำของพื้นที่น้ำท่วมหลักของการศึกษา

จากภาพที่ 49 จะพบว่า ปี 2556 เป็นปีที่มีค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดในพื้นที่ช่วงต้นน้ำของลุ่มน้ำพระปรง ห้วยโสมง พระสะทึง มีปริมาณสูงที่สุด นอกจากนี้จากภาพที่ 50 จะพบว่า ในบางสถานี ในปีที่เกิดระดับน้ำสูงสุด อัตราการไหลในปีดังกล่าวจะไม่ใช่ค่าสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นที่สถานีนั้น เช่น ที่สถานี KGT.3 อ.กบินทร์บุรี จะพบว่า ระดับน้ำสูงสุดเกิดขึ้นในปี 2556 แต่อัตราการไหลในปี 2556 กลับต่ำกว่าปีอื่นๆ เช่น ปี 2549 ที่ระดับน้ำสูงสุดต่ำกว่า เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบรูปตัดลำน้ำในปัจจุบัน และในปี 2548 ซึ่งสรุปได้ตามภาพที่ 51 จะพบว่า แม่น้ำปราจีนบุรีด้านท้ายสถานีวัดน้ำท่า KGT.3 อ.กบินทร์บุรี (บริเวณ ต.หาดนางแก้ว) และบริเวณก่อนถึง อ.ศรีมหาโพธิ ปัจจุบันมีปัญหาตะกอนทรายทับถมเป็นสันดอนกีดขวางการไหล ทำให้ศักยภาพในการระบายน้ำในพื้นที่ดังกล่าวมีจำกัด นอกจากนี้ เนื่องจากอัตราการไหลที่ระบุ ในข้อมูลสถิติของหน่วยงานต่างๆ จะใช้วิธีคำนวณโดยใช้ Rating Curve ซึ่งปกติจะมีข้อผิดพลาดในการประมาณค่าอัตราการไหลเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่น้ำอยู่สูงกว่าตลิ่งเนื่องจากเป็ข้อจำกัดในการจัดทำ Rating Curve ดังนั้น ในการศึกษาการศึกษานี้จะพยายามใช้ค่าระดับน้ำ ซึ่งถือเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดโดยตรงเป็นหลัก ข้อมูลการเปรียบเทียบ Rating Curve ในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2556) สถานี KGT.3 แสดงดังตารางในภาคผนวก ค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 48 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและข้อมูลเส้นชั้นน้ำท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่การศึกษา

สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
			(ตร.กม.)	ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1. ปราจีนบุรี ที่อำเภอเมือง ปราจีนบุรี	KGT.1	ปราจีนบุรี	9,209	14°-03'-01"	101°-22'-03"	1966-1969, 1992-1994	241.92	253.41	259.06	553.84	1,019.15	1,244.75	1,052.31	391.50	291.50	264.82	244.00	263.80	6,080.06	20.94
2. ปราจีนบุรีที่ อำเภอกบินทร์บุรี	KGT.3	ปราจีนบุรี	7,502	13°-59'-05"	101°-42'-32"	1965-2013	17.27	91.32	213.47	456.54	729.36	1,004.14	920.49	211.57	58.29	24.12	14.56	13.02	3,754.15	15.87
3. ปราจีนบุรีที่ อำเภอศรีมหาโพธิ	KGT.6	ปราจีนบุรี	7,978	13°-58'-21"	101°-30'-57"	1967-1967, 1969-1980	77.05	90.83	168.78	544.96	640.22	787.67	773.90	148.98	91.21	77.72	73.07	82.39	3,556.78	14.14
4. คลองพระสทึง ที่บ้านเขาฉกรรจ์	KGT.9	สระแก้ว	2,279	13°-40'-10"	102°-04'-35"	1969-2013	13.78	42.10	45.07	73.85	127.58	247.02	199.80	45.12	13.15	7.41	5.14	6.16	826.18	11.50
5. คลองพระสทึง ที่บ้านวังเขียน	KGT.10	สระแก้ว	2,523	13°-48'-29"	102°-03'-35"	1966-2013	8.88	28.35	51.25	72.82	136.28	230.88	210.54	42.69	11.50	6.45	3.86	4.74	808.24	10.16
6. คลองพระปรง ที่บ้านแก้ง	KGT 12	สระแก้ว	1,540	13°-56'-02"	101°-58'-41"	1966-2013	3.94	12.80	25.32	51.17	104.64	171.99	163.38	34.27	10.19	3.90	3.21	2.86	587.67	12.10
7. คลองพระปรง ที่บ้านนางเลง	KGT. 13	ปราจีนบุรี	5,347	13°-58'-04"	101°-44'-20"	1967-1999	6.26	31.36	90.87	202.35	379.55	531.70	580.08	101.18	25.72	7.41	3.65	4.11	1,964.24	11.65
8. คลองพระปรง ที่บ้านสุขภูมิ	KGT. 13A	ปราจีนบุรี	4,906	13°-54'-33"	101°-53'-01"	1999-2013	19.26	114.40	110.19	145.78	224.56	452.32	421.42	99.79	12.81	6.11	6.66	7.96	1,621.26	10.48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
				ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
9. ห้วยยาง ที่บ้านทุ่งแฝก	KGT. 14	ปราจีนบุรี	366	14°-09-30'	101°-52-52'	1990-2013	0.51	3.63	8.00	19.44	28.03	38.95	28.90	4.59	1.49	0.76	0.50	0.40	135.20	11.71
10. ห้วยโสมง ที่บ้านโรงเลื่อย โคกอุดม	KGT.15	ปราจีนบุรี	789	14°-02-37'	101°-47-30'	1966-1974	0.34	3.25	23.48	98.86	157.48	244.62	109.61	12.66	2.87	1.01	0.46	0.54	655.18	26.33
11. ห้วยโสมง ที่บ้านแก่ง ดินสอ	KGT.15A	ปราจีนบุรี	530	14°-03-46'	101°-55-39'	1968-2013	1.54	6.42	19.75	47.33	79.81	109.14	75.00	15.00	4.21	1.40	1.03	1.07	361.70	21.64
12. คลองสียัด ที่บ้านท่าคอย	KGT.18	ฉะเชิงเทรา	951	13°-28-29'	101°-37-44'	1969-1999	3.37	7.79	13.43	20.19	38.99	82.66	78.09	13.34	2.07	2.32	2.69	1.94	266.88	8.90
13. คลองหลวง ที่บ้านท่าบุญมี	KGT.19	ชลบุรี	535	13°-23'-17"	101°-20'-40"	1965-2005	2.22	6.69	8.34	9.49	15.80	28.89	35.39	6.07	1.80	0.83	0.60	0.64	116.76	6.92
14. บางปะกง ที่บ้านสร้าง	KGT22	ปราจีนบุรี	Flood Plain	13°-59-45'	101°-13-30'	1967-1982, 1984-1987	329.69	325.17	362.51	572.39	820.69	1,019.54	963.51	498.21	381.70	338.15	322.02	355.37	6,288.95	-
15. ประจันตคาม ที่บ้านตะคร้อ	KGT24	ปราจีนบุรี	121	14°-10-34'	101°-35-30'	1975-1985	0.47	2.53	17.42	37.07	50.03	32.94	22.49	3.74	1.01	0.44	0.30	1.70	170.14	44.59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 (ต่อ)

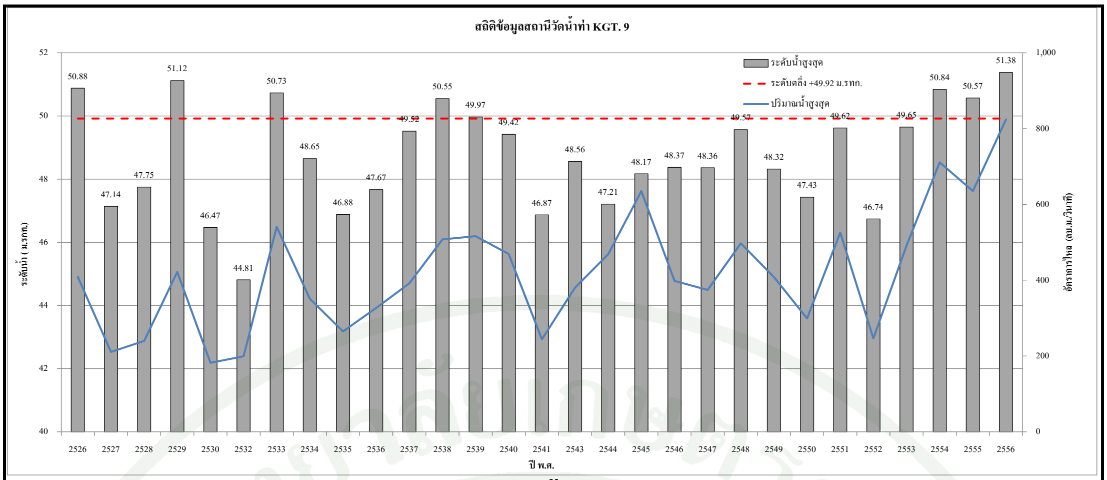
สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
			(ตร.กม.)	ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
16. คลองระบม ที่บ้านจำปางาม	KGT25	ฉะเชิงเทรา	243	13°-41'-09"	101°-36'-32"	1978-1989	0.71	2.83	6.35	7.35	14.27	17.76	16.08	2.05	0.34	0.26	0.22	0.13	68.35	8.92
17. คลองยาง ที่บ้านคลองยาง	KGT27	นครนายก	45	14°-12'-02"	101°-22'-05"	1983-1998	0.09	0.87	3.51	7.98	12.84	13.08	7.51	1.63	0.49	0.27	0.15	0.09	48.51	34.18
18. คลองพระทอง ที่บ้านพระทอง	KGT29	จันทบุรี	52	13°-07'-04"	102°-13'-22"	1986-2005	6.41	7.44	10.79	6.58	7.71	9.85	10.81	8.03	1.90	1.11	0.56	0.67	71.86	43.82
19. แควน้ำใสที่ บ้านสะพานหิน	KGT33	ปราจีนบุรี	617	14°-07'-56"	101°-43'-52"	2000-2013	5.83	16.15	35.17	76.38	99.80	155.88	105.89	21.29	6.39	3.64	2.44	2.42	531.28	27.30
20. นครนายก ที่เขากระเหรี่ยง	NY.1	นครนายก	520	14°-14'-22"	101°-16'-45"	1955-1972	2.62	16.32	86.79	175.92	203.52	175.02	108.35	43.78	31.54	12.33	3.02	2.49	861.70	52.55
21. คลองท่าด่าน ที่บ้านท่าด่าน	NY.1A	นครนายก	187	14°-18'-27"	101°-19'-40"	1958-1968	0.07	11.48	68.35	107.01	149.69	87.41	30.88	2.64	0.73	0.13	0.01	0.16	458.56	77.76
22. นครนายก ที่เขานางบวช	NY.1B	นครนายก	519	14°-14'-45"	101°-12'-38"	1973-1980, 1991-2013	7.47	20.05	69.13	119.68	168.48	158.38	80.36	36.78	20.01	12.34	8.17	10.13	710.98	43.44
23. คลองบ้านนา ที่บ้านป่าขะ	NY.3	นครนายก	203	14°-17'-10"	101°-04'-16"	1977-2013	0.43	2.49	5.68	12.77	25.55	39.24	29.73	6.86	2.25	1.46	0.76	0.51	127.73	19.95

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

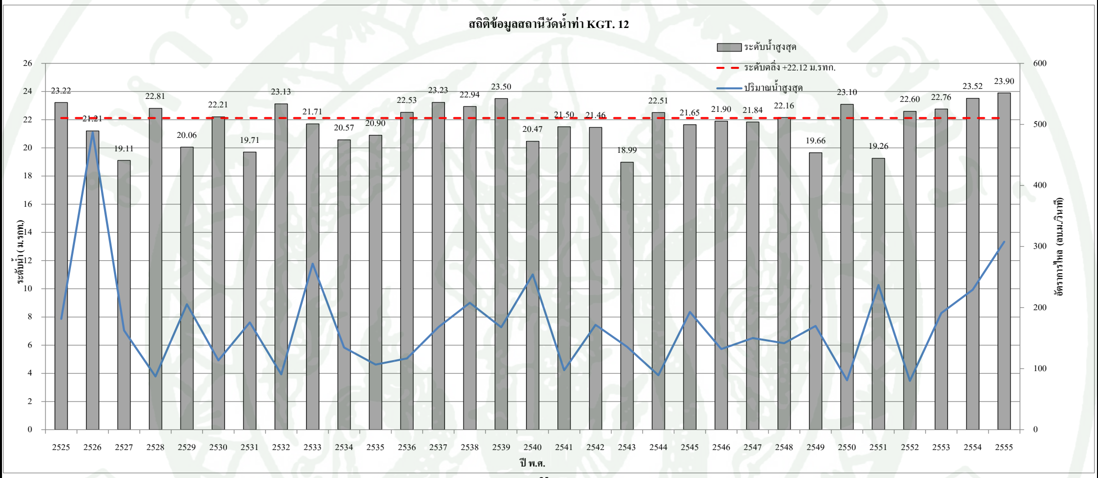
ตารางที่ 26 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน	พิกัด		ช่วงเวลาข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี	Yield l/s/m2
			(ตร.กม.)	ละติจูด	ลองติจูด	ปริมาณน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
24. คลองสมอพัน ที่เหวนรก	NY.4	ปราจีนบุรี	128	14°-17'-45"	101°-23'-47"	1986-2013	0.80	7.50	27.55	53.67	66.87	61.29	27.83	6.71	1.79	0.78	0.45	0.53	255.77	63.36
25. คลองท่าด่าน ที่บ้านสีสุก	NY.5	นครนายก	186	14°-18'-30"	101°-20'-00"	1986-1990	0.18	4.79	26.44	37.33	56.44	52.92	35.88	2.99	0.47	0.32	0.07	0.05	217.88	37.14
26. คลองบ้านนา ที่บ้านชะอม	NY.6	สระบุรี	116	14°-24'-34"	101°-07'-30"	1988-2013	1.99	3.47	5.60	7.08	13.12	19.63	11.37	3.95	1.37	0.65	0.32	0.16	68.71	18.78

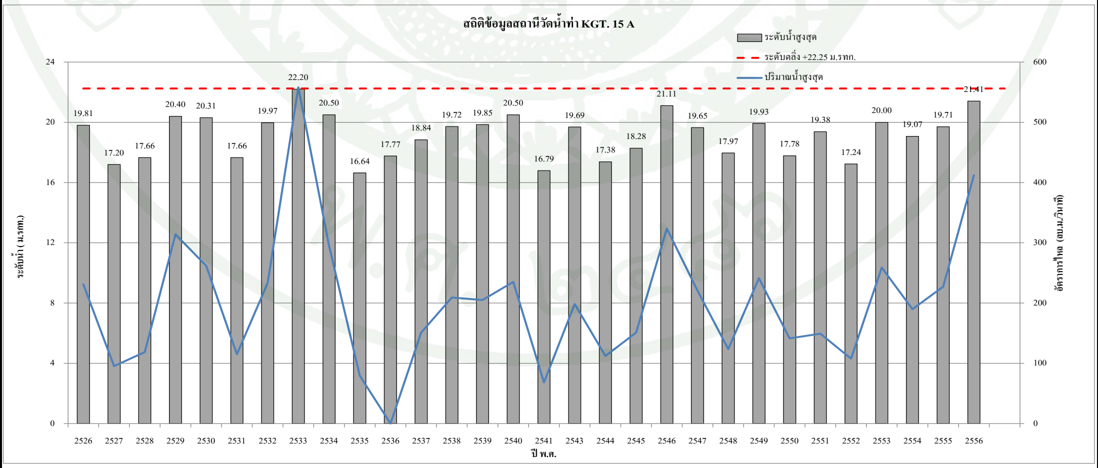
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



สถานีวัดน้ำท่า KGT.9



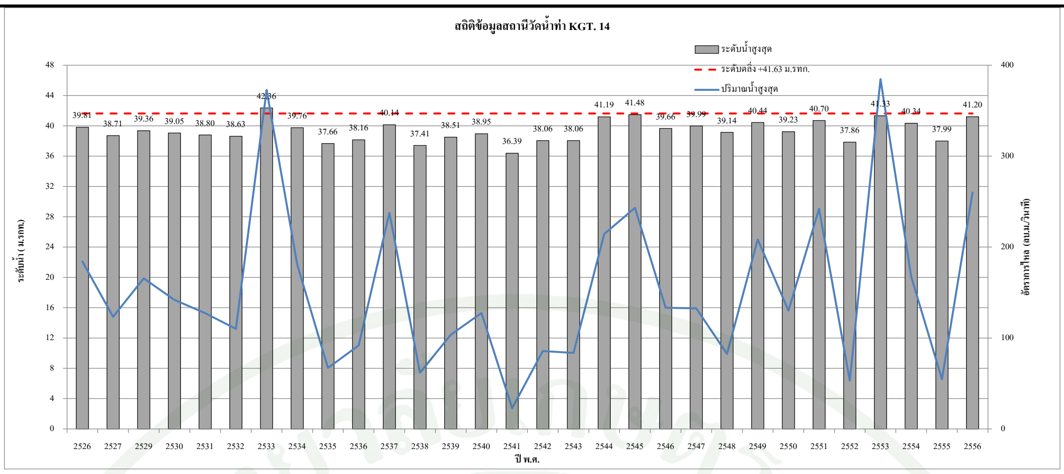
สถานีวัดน้ำท่า KGT.12



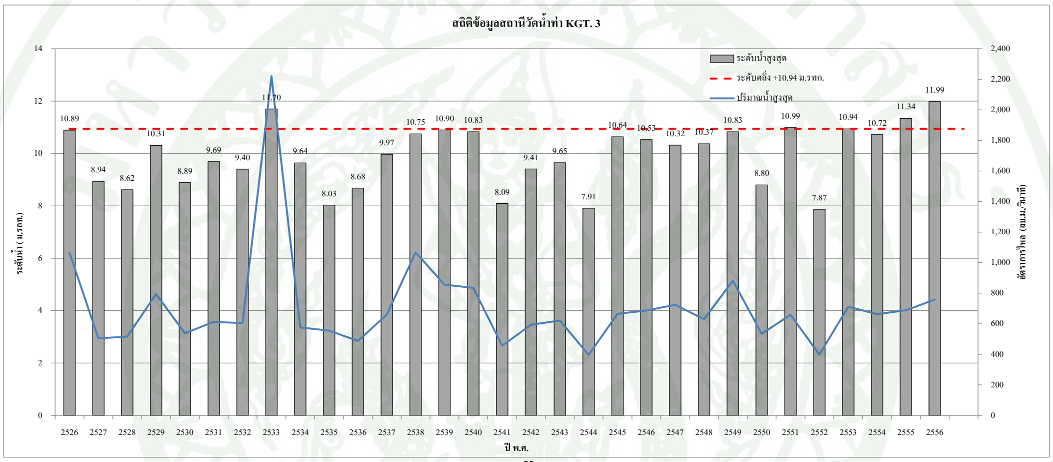
สถานีวัดน้ำท่า KGT.15A

ภาพที่ 49 สถิติข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปีที่สถานีวัดน้ำท่าที่สำคัญในพื้นที่การศึกษา

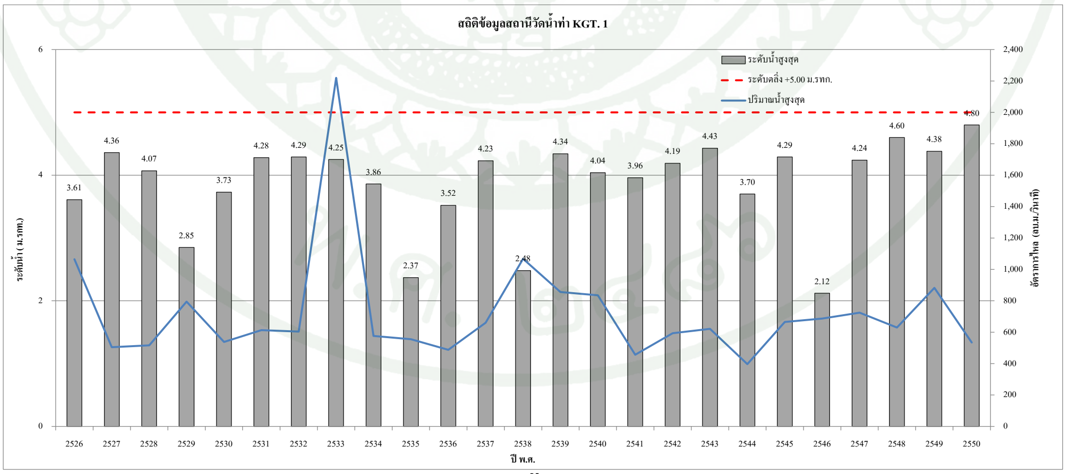
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



สถานีวัดน้ำท่า KGT.14



สถานีวัดน้ำท่า KGT.3



สถานีวัดน้ำท่า KGT.1

ภาพที่ 49 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด ปริมาณน้ำ และระดับน้ำสูงสุด

แม่น้ำ/คลอง	สถานี	ค่าตรวจวัด	หน่วย	ปี								
				2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
คลองพระสะทึง	KGT.9	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	497.30	408.20	299.10	525.80	246.51	491.50	711.00	635.20	824.00
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	5.37	2.77	1.46	6.73	1.19	5.13	31.68	16.62	83.91
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	406.83	1,101.67	939.97	1,255.41	669.77	1,099.76	1,582.22	1,099.30	1,344.17
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.01	5.11	2.82	9.41	1.33	5.07	36.94	5.06	13.56
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	49.57	48.32	47.43	49.62	46.74	49.65	50.84	50.57	51.38
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	20.48	18.96	17.75	20.88	16.86	20.93	22.87	22.41	23.81
คลองพระปรง	KGT.12	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	141.60	169.88	80.80	237.00	79.95	191.00	229.20	307.80	321.00
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.54	2.13	1.05	5.73	1.05	2.84	5.06	18.84	23.69
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	221.34	706.96	206.03	529.21	267.31	450.07	913.68	725.90	887.16
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.00	4.47	1.00	1.79	1.01	1.34	15.90	4.99	13.44
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	24.84	22.16	19.66	23.10	19.26	22.60	22.76	23.52	23.90
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	2.02	2.43	1.02	4.48	1.01	3.20	3.56	6.04	7.97
ห้วยโสมง	KGT.15A	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	123.52	241.25	141.40	149.20	107.69	259.00	189.90	227.25	412.10
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.27	3.36	1.41	1.49	1.18	1.06	2.04	2.91	24.57
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	222.58	496.11	277.44	423.86	290.47	273.40	616.93	291.80	588.95
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.08	6.92	1.30	3.58	1.38	1.28	22.58	1.39	17.08
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	17.97	19.93	17.78	19.38	17.24	20.00	19.07	19.71	21.41
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	6.24	8.83	6.03	8.00	5.50	8.95	7.57	8.49	11.55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 (ต่อ)

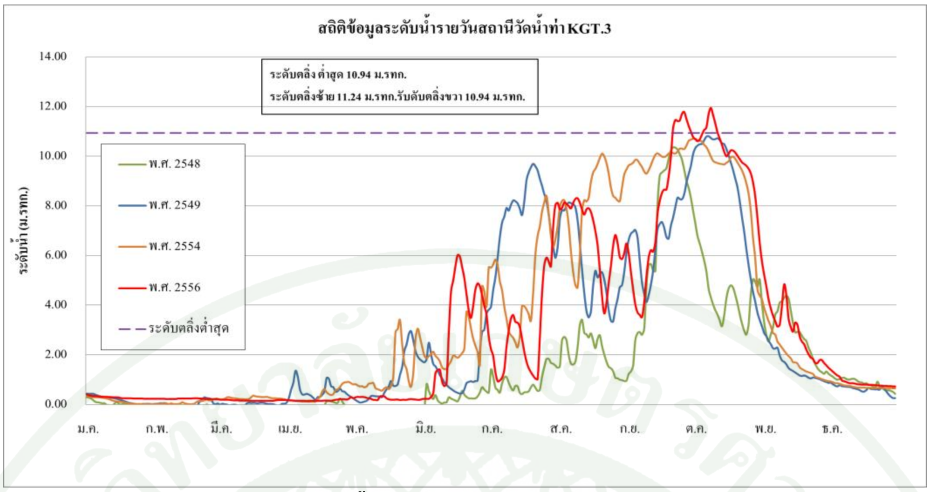
แม่น้ำ/คลอง	สถานี	ค่าตรวจวัด	หน่วย	ปี								
				2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ห้วยน้ำใส	KGT.14	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	82.48	208.40	130.08	242.00	53.20	384.80	167.40	54.70	260.00
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.28	4.55	1.87	7.03	1.11	51.24	2.77	1.12	8.96
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	78.11	174.11	94.35	137.79	50.70	106.20	200.57	100.15	295.43
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.20	4.05	1.37	2.30	1.05	1.54	6.38	1.45	36.78
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	39.14	40.44	39.23	40.70	37.86	41.33	40.34	37.99	41.20
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	2.41	6.84	2.57	8.59	1.20	15.12	6.27	1.26	13.44
แม่น้ำปราจีนบุรี ที่ อ.กบินทร์บุรี	KGT.3	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	629.70	882.30	534.00	658.50	397.90	711.80	663.20	688.40	758.10
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.75	4.41	1.36	1.92	1.09	2.29	1.95	2.12	2.71
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	1,842.89	4,703.84	2,734.87	4,218.65	2,468.06	3,269.19	4,999.74	3,039.03	4,412.31
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.01	11.48	1.35	6.16	1.17	2.09	16.95	1.70	7.87
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	10.37	10.83	8.80	10.99	7.87	10.94	10.72	11.34	11.99
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	4.00	6.61	1.17	7.92	1.00	7.48	5.85	11.85	25.55
แม่น้ำปราจีนบุรี ที่ อ.เมืองปราจีนบุรี	KGT.1	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	3.96	4.20	4.44	4.29	4.25	4.24	4.60	4.38	4.80
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	2.24	3.42	5.35	4.03	3.75	3.68	7.31	4.77	10.92

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

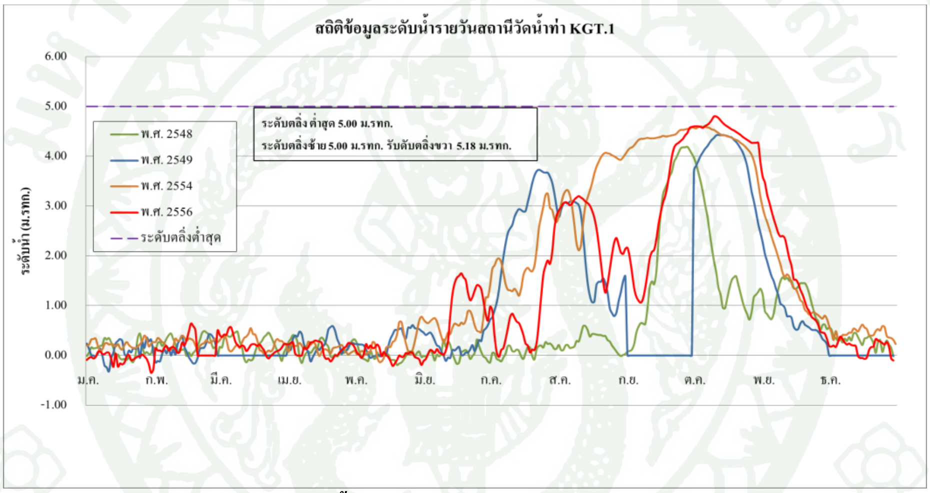
ตารางที่ 27 (ต่อ)

แม่น้ำ/คลอง	สถานี	ค่าตรวจวัด	หน่วย	ปี								
				2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
แม่น้ำนครนายก ที่ อ.เมืองนครนายก	NY.1B	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	452.47	272	212.30	140.00	203.5	172.40	226.00	26.84	166.00
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	14.10	2.10	1.40	1.06	1.33	1.16	1.52	1.00	1.14
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	770.27	476.323	824.48	501.04	774.62	498.19	532.39	117.73	539.59
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	3.45	1.16	4.61	1.22	3.06	1.21	1.32	1.00	1.34
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	10.41	10.1	8.39	7.52	8.60	8.02	8.27	9.32	8.20
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	10.54	6.93	1.25	1.00	1.42	1.07	1.17	2.74	1.14
คลองบ้านนา ที่ อ.บ้านนา	NY.3	น้ำหลากสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	93.47	52.5	32.69	133.00	72.90	72.25	143.45	79.90	99.14
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	4.90	1.34	1.04	25.2	2.33	2.28	39.51	2.96	6.13
		ปริมาณน้ำ	ล้าน ลบ.ม./ปี	65.25	102.17	66.22	146.43	126.36	87.53	222.01	120.50	108.29
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	1.05	1.46	1.05	3.37	2.21	1.22	21.96	1.98	1.60
		ระดับน้ำสูงสุด	ม.รทก.	12.67	11.60	10.37	12.63	12.03	12.23	12.71	12.23	12.78
		รอบปีการเกิดซ้ำ	ปี	19.92	12.84	7.83	19.59	15.31	16.62	20.25	16.62	20.85

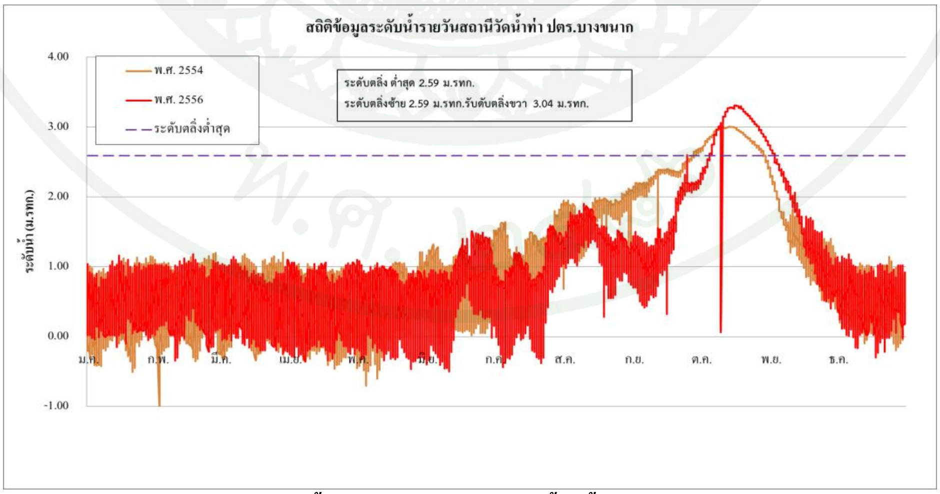
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ก. สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี



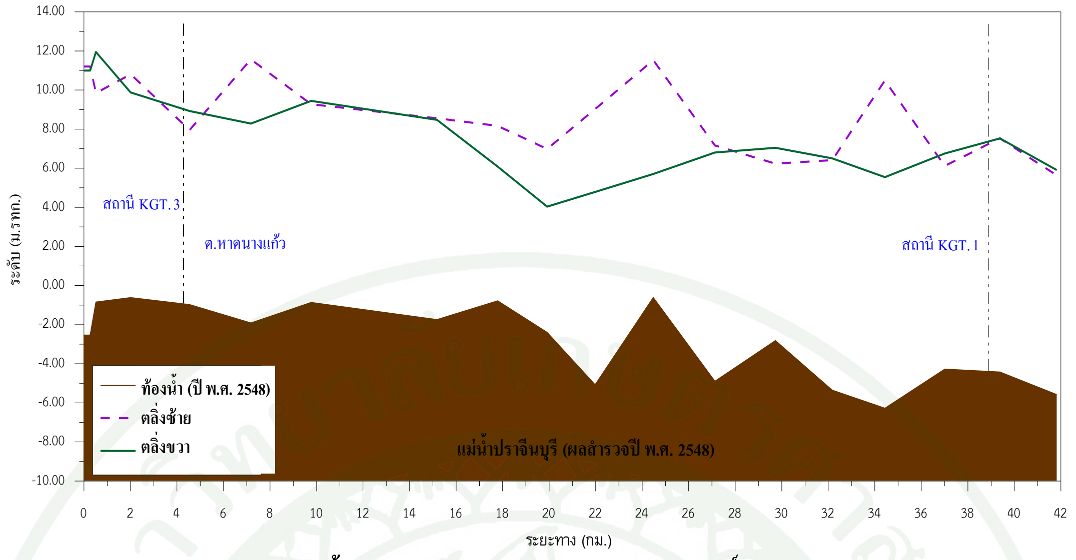
ข. สถานีวัดน้ำท่า KGT.1 อ.เมืองปราจีนบุรี จ.ปราจีนบุรี



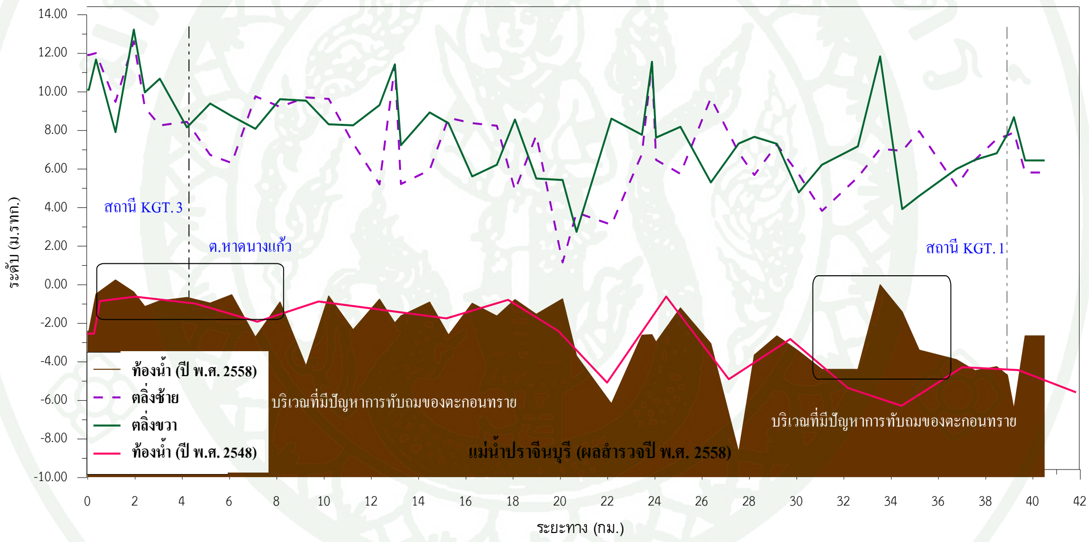
ค. สถานีวัดน้ำท่า ปตร.บางขนาก อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา

ภาพที่ 50 ระดับน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำต่างๆ ที่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



รูปตัดตามยาวแม่น้ำปราจีนบุรี (อ.กบินทร์บุรี-อ.ศรีมหาโพธิ์) ผลสำรวจปี 2548



รูปตัดตามยาวแม่น้ำปราจีนบุรี (อ.กบินทร์บุรี-อ.ศรีมหาโพธิ์) ผลสำรวจปี 2558 เปรียบเทียบกับปี 2548

ภาพที่ 51 ตัวอย่างลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปตัดลำน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

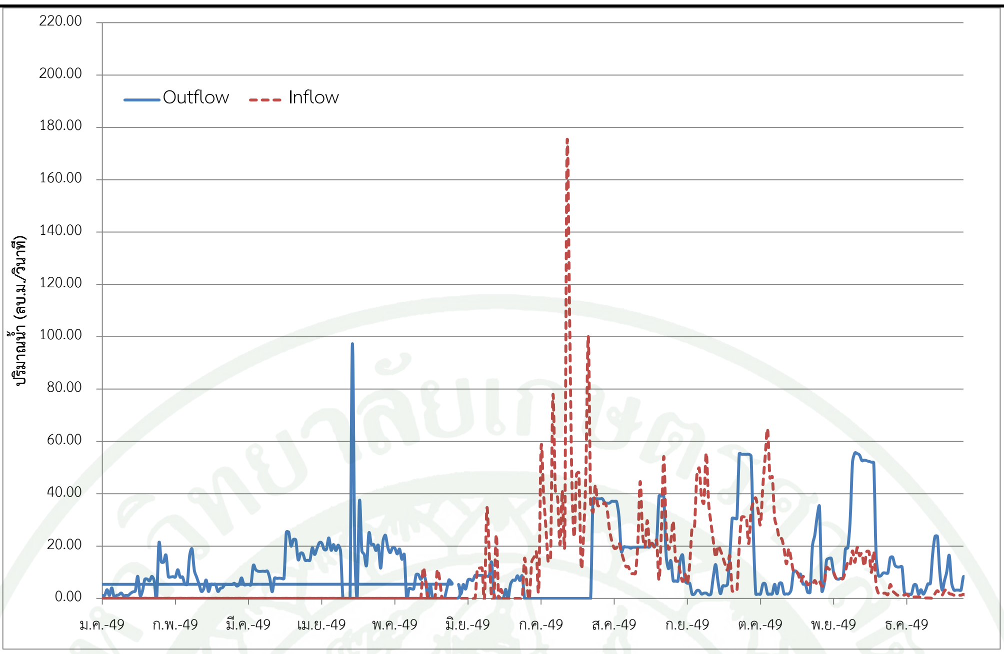
3) ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่

ข้อมูลปริมาณน้ำที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่การศึกษา 2 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำเขื่อนขุนด่านปราการชล และอ่างเก็บน้ำคลองสียัด รายละเอียดสรุปได้ดังตารางที่ 28 สำหรับภาพที่ 52 และภาพที่ 53 แสดงปริมาณการระบายน้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าของอ่างเก็บน้ำเขื่อนขุนด่านปราการชล และอ่างเก็บน้ำคลองสียัด

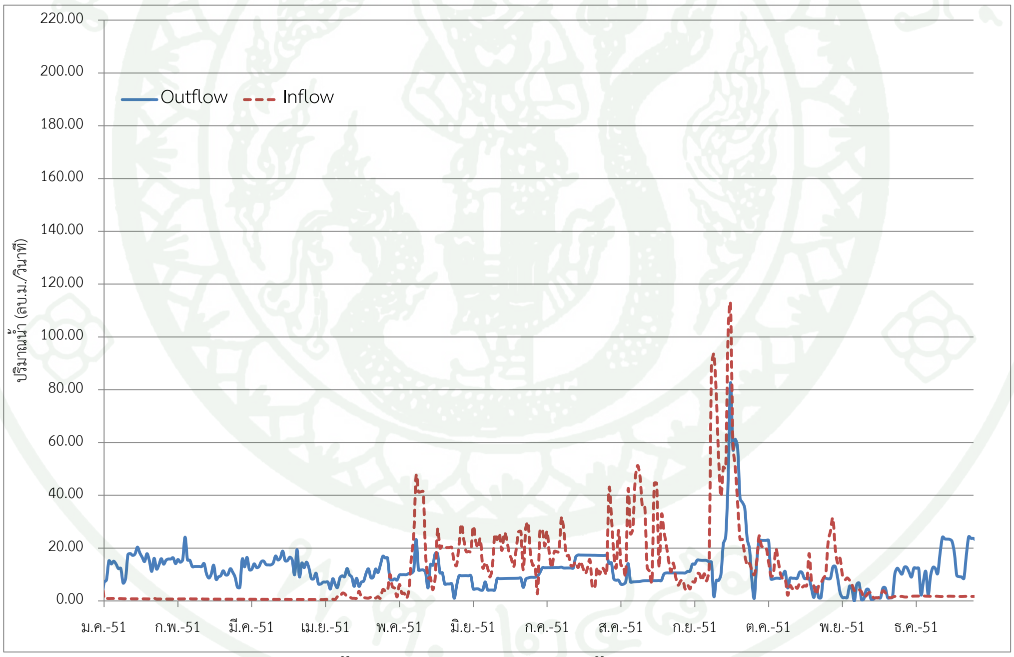
ตารางที่ 28 ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำที่สำคัญในพื้นที่การศึกษา

อ่างเก็บน้ำ	ค่าตรวจวัด	หน่วย	ปี							
			2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
เขื่อนขุนด่านปราการชล	ปริมาณน้ำระบายสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	97.22	21.52	82.60	33.15	18.82	115.74	33.10	120.00
	ปริมาณน้ำระบายรายปี	ล้านลบ.ม./ปี	8.40	1.86	7.14	2.86	1.63	10.00	2.86	10.37
	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	173.15	27.51	112.46	83.70	80.32	207.75	122.69	156.28
	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายปี	ล้านลบ.ม./ปี	14.96	2.38	9.72	7.23	6.94	17.95	10.60	13.50
อ่างเก็บน้ำคลองสียัด	ปริมาณน้ำระบายสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	48.73	26.50	21.41	21.99	30.67	34.72	31.25	38.19
	ปริมาณน้ำระบายรายปี	ล้านลบ.ม./ปี	231.29	226.73	160.01	239.30	267.29	307.92	321.72	326.82
	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสูงสุด	ลบ.ม./วินาที	191.67	96.76	211.81	84.72	202.55	293.06	259.49	515.05
	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายปี	ล้านลบ.ม./ปี	333.23	173.12	354.73	187.26	398.54	380.69	373.62	397.61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



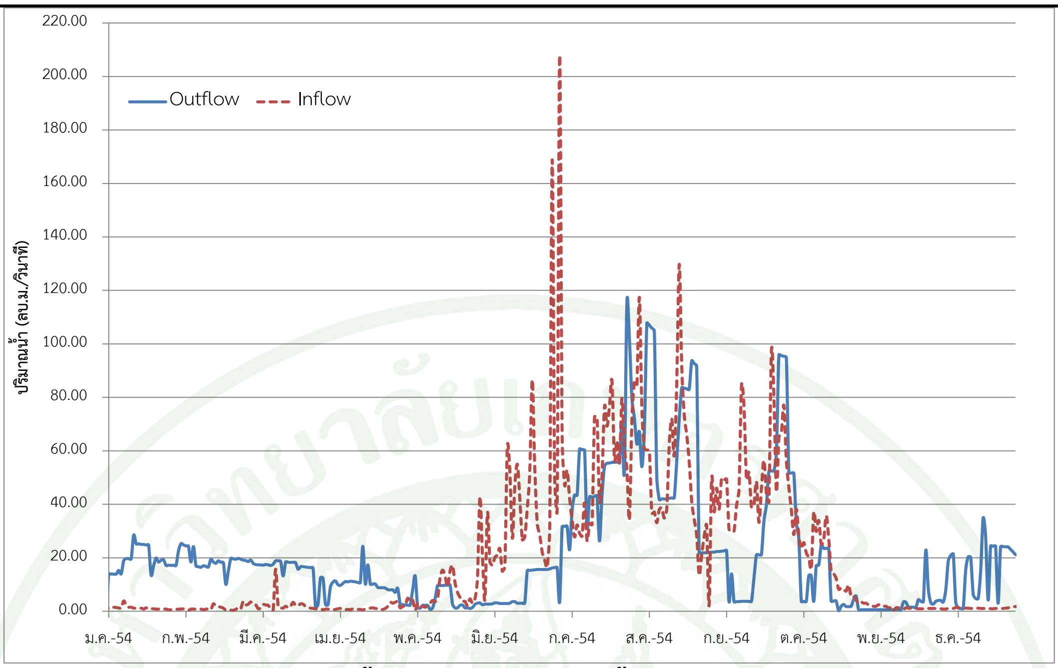
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2549



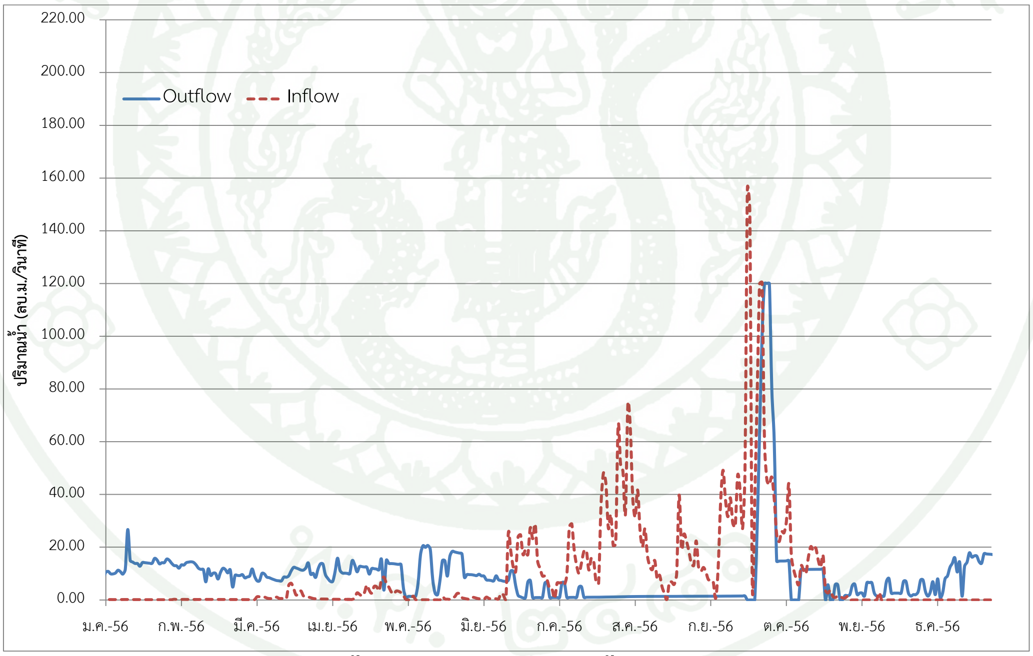
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2551

ภาพที่ 52 ปริมาณการระบายน้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าของอ่างเก็บน้ำเขื่อนขุนด่านปราการชล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



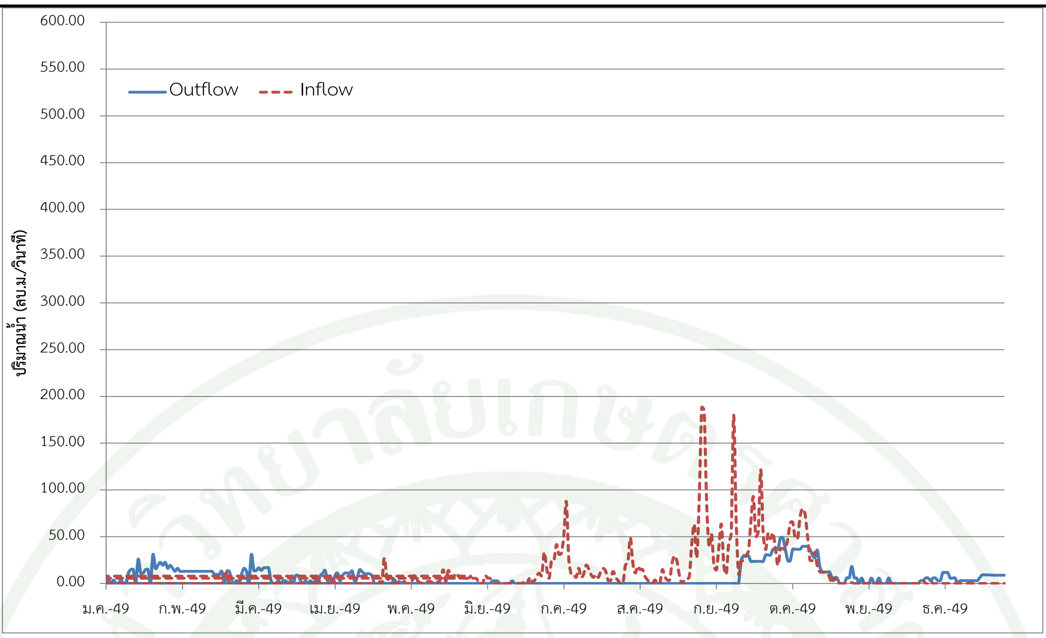
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2554



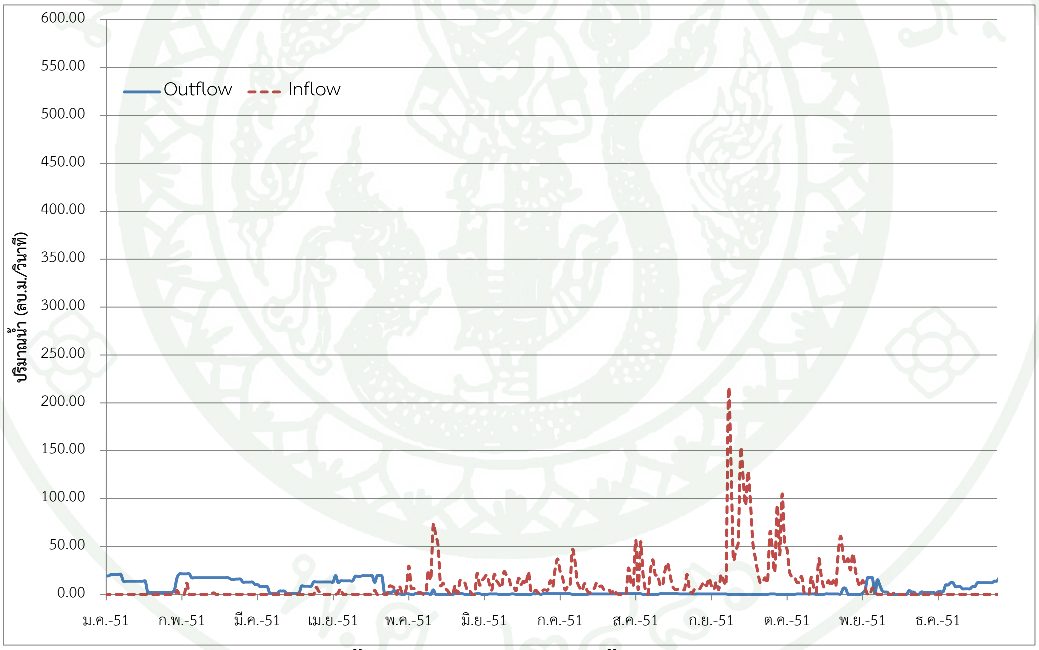
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2556

ภาพที่ 52 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



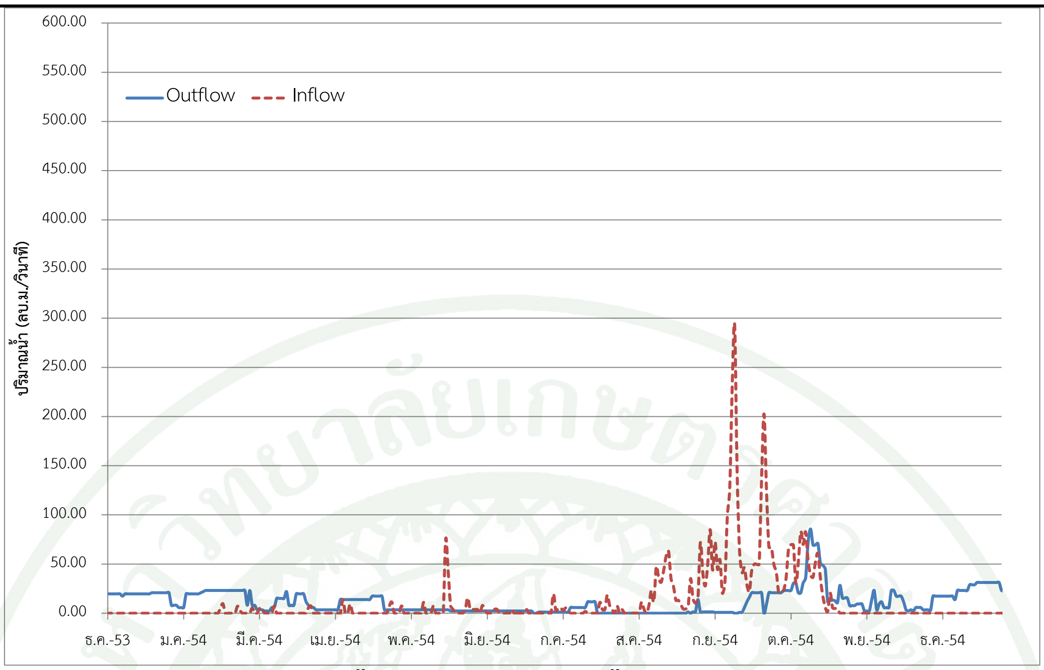
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2549



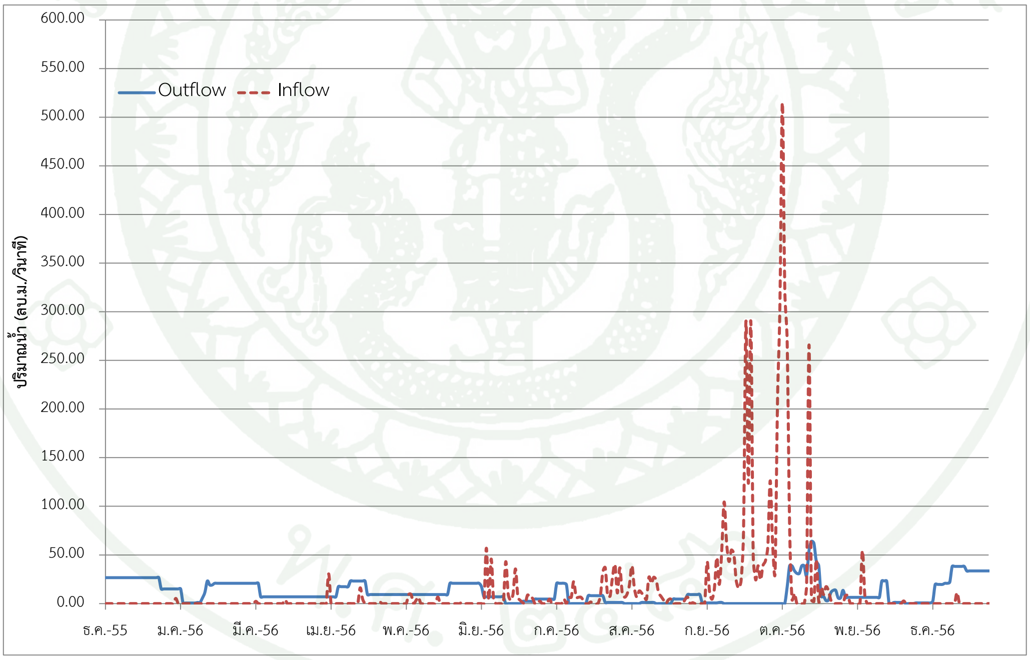
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2551

ภาพที่ 53 ปริมาณการระบายน้ำเทียบกับปริมาณน้ำไหลเข้าของอ่างเก็บน้ำคลองสียัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2554



ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำระบาย ปี 2556

ภาพที่ 53 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) ปริมาณน้ำหลากที่ผันมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก

ปริมาณน้ำหลากที่ผันมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก ถือเป็นปัจจัยสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดปัญหาอุทกภัยในพื้นที่การศึกษา ยกตัวอย่างปี 2554 ซึ่งเป็นปีที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาประสบปัญหาอุทกภัยครั้งสำคัญ ในเหตุการณ์ครั้งนั้นได้มีการระบายปริมาณน้ำหลากส่วนหนึ่งจากลุ่มน้ำเจ้าพระยามายังพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงผ่านคลองในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งเป็นคลองเชื่อมระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่น้ำนครนายก และแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่น้ำบางปะกง เช่น คลองรังสิต คลองหกวาสายล่าง คลองแสนแสบ คลองประเวศบุรีรมย์ คลองสำโรง และคลองชายทะเล เป็นต้น ซึ่งปีดังกล่าวสถานการณ์น้ำในพื้นที่อยู่ในเกณฑ์รุนแรง ดังนั้นเมื่อมีปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาผันมาเพิ่มเติม ทำให้ปี 2554 หลายพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลุ่ม และพื้นที่ที่อยู่ริมแม่น้ำบางปะกงประสบปัญหาน้ำท่วมสูงและมีระยะเวลาในการท่วมขังนานกว่าปกติ

ในการผันน้ำมายังพื้นที่การศึกษา จะอาศัยการผันโดยแรงโน้มถ่วงผ่านประตูระบายน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระองค์ไชยานุชิต ที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำบางปะกง แต่ถ้าระดับน้ำในแม่น้ำบางปะกงสูง ไม่สามารถระบายผ่านประตูระบายน้ำ จำเป็นต้องทำการสูบออก โดยอาศัยสถานีสูบน้ำที่ตั้งอยู่บริเวณ ปตร.ที่สำคัญ สำหรับภาพที่ 54 และตารางที่ 29 แสดงปริมาณน้ำที่ระบายลงแม่น้ำบางปะกงผ่านทางปตร. และสถานีสูบน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระองค์ไชยานุชิต ภาพที่ 55 แสดงตำแหน่งอาคารชลศาสตร์/สถานีสูบน้ำที่สำคัญที่มีผลต่อการระบายน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออกมายังพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง

จากข้อมูลจะสังเกตได้ว่าปี 2554 มีปริมาณน้ำที่ระบายผ่านทางประตูระบายน้ำ และสถานีสูบน้ำ ริมแม่น้ำบางปะกง สูงมากกว่าค่าเฉลี่ยทั่วไปค่อนข้างมาก (มากกว่า 1,200 ล้าน ลบ.ม.) และถือเป็นสัดส่วนที่สำคัญกับปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี ที่มีปริมาณเฉลี่ย 8,497.40ล้าน ลบ.ม./ปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ช่วงเวลาที่น้ำทะเลหนุนสูง

เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี ตั้งอยู่ติดกับอ่าวไทยจึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ดังนั้นการระบายน้ำในพื้นที่นอกจากจะขึ้นกับปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าในพื้นที่ รวมถึงปริมาณน้ำที่ไหลมาจากพื้นที่ต้นน้ำแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระดับน้ำทะเลซึ่งเป็นแหล่งรับน้ำของแม่น้ำบางปะกงด้วย เช่น กรณีที่น้ำทะเลขึ้นสูง การระบายน้ำออกจากแม่น้ำลงสู่ทะเลก็จะช้าและมีประสิทธิภาพการระบายลดลง ข้อมูลระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงสรุปได้ดังภาพที่ 56 ตารางที่ 30 และตารางที่ 31

ตารางที่ 29 ปริมาณน้ำระบายจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก

เดือน	ปริมาณน้ำระบายผ่านประตูระบายน้ำลงแม่น้ำบางปะกง (ล้าน ลบ.ม.)						
	2552	2553	2554	2555	2556	2557	เฉลี่ย
ม.ค.	-	3.55	21.89	-	-	-	12.72
ก.พ.	-	-	-	-	-	-	-
มี.ค.	-	-	0.69	-	-		0.69
เม.ย.	-	-	-	-	-	-	-
พ.ค.	43.00	-	16.39	-	-	-	29.70
มิ.ย.	24.01	-	66.88	34.43	7.89	-	33.30
ก.ค.	66.42	37.55	70.34	135.13	12.42		64.37
ส.ค.	6.190	7.18	114.76	68.84	24.63	8.06	38.28
ก.ย.	111.28	-	85.63	88.44	44.17	37.56	73.42
ต.ค.	135.14	-	69.10	48.38	30.02	5.16	57.56
พ.ย.	-	53.75	89.26	-	6.40	-	49.80
ธ.ค.	-	112.69	61.78	-	-	-	87.23
รวม	386.038	214.72	596.71	375.22	125.53	50.78	447.07

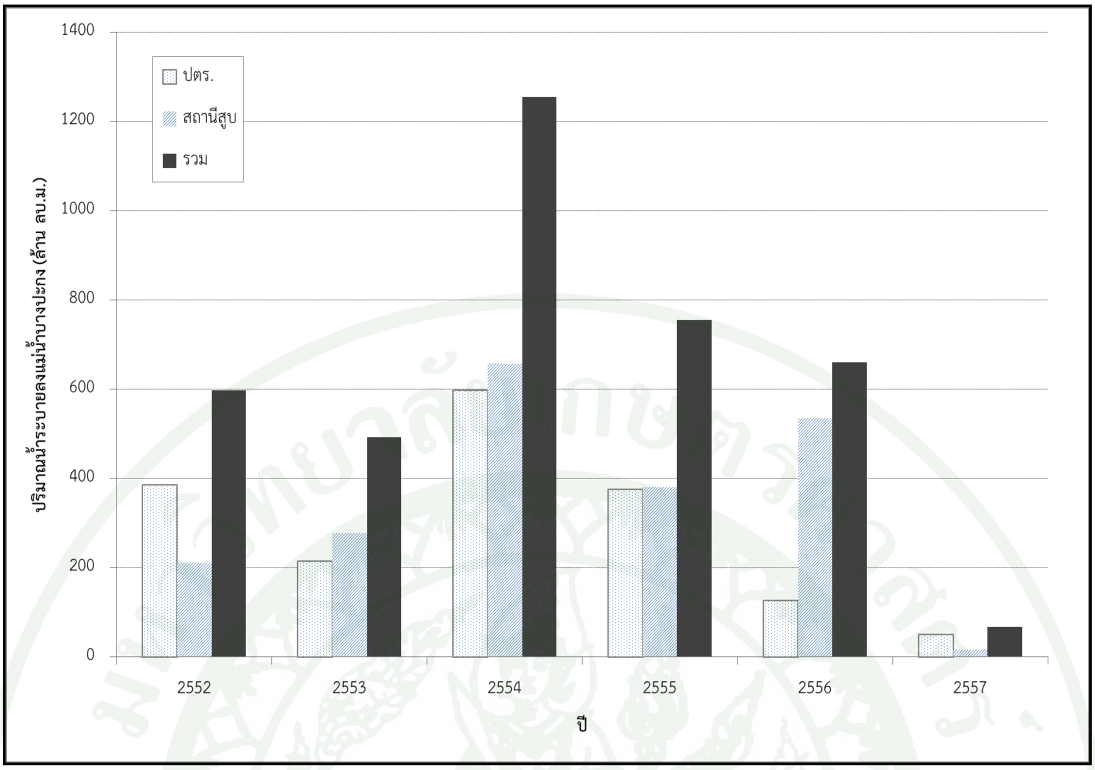
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 (ต่อ)

เดือน	ปริมาณน้ำระบายผ่านสถานีสูบน้ำลงแม่น้ำบางปะกง (ล้าน ลบ.ม.)						
	2552	2553	2554	2555	2556	2557	เฉลี่ย
ม.ค.	-	-	-	-	-	0.40	0.40
ก.พ.	-	-	-	-	-	-	-
มี.ค.	-	-	4.93	-	-	-	4.93
เม.ย.	-	1.07	1.30	-	-	-	1.18
พ.ค.	26.80	-	1.49	-	-	-	14.14
มิ.ย.	11.35	-	11.90	1.21	5.49	1.43	6.28
ก.ค.	8.92	1.10	23.40	13.38	15.98	0.78	10.60
ส.ค.	2.97	55.65	108.68	5.28	47.35	-	43.99
ก.ย.	48.84	101.47	116.23	143.92	148.01	14.22	95.45
ต.ค.	111.69	106.92	173.61	216.10	285.49	-	178.76
พ.ย.	-	10.83	170.44	-	32.73	-	71.33
ธ.ค.	-	-	45.03	-		-	45.03
รวม	210.56	277.04	656.99	379.90	535.04	16.83	472.07

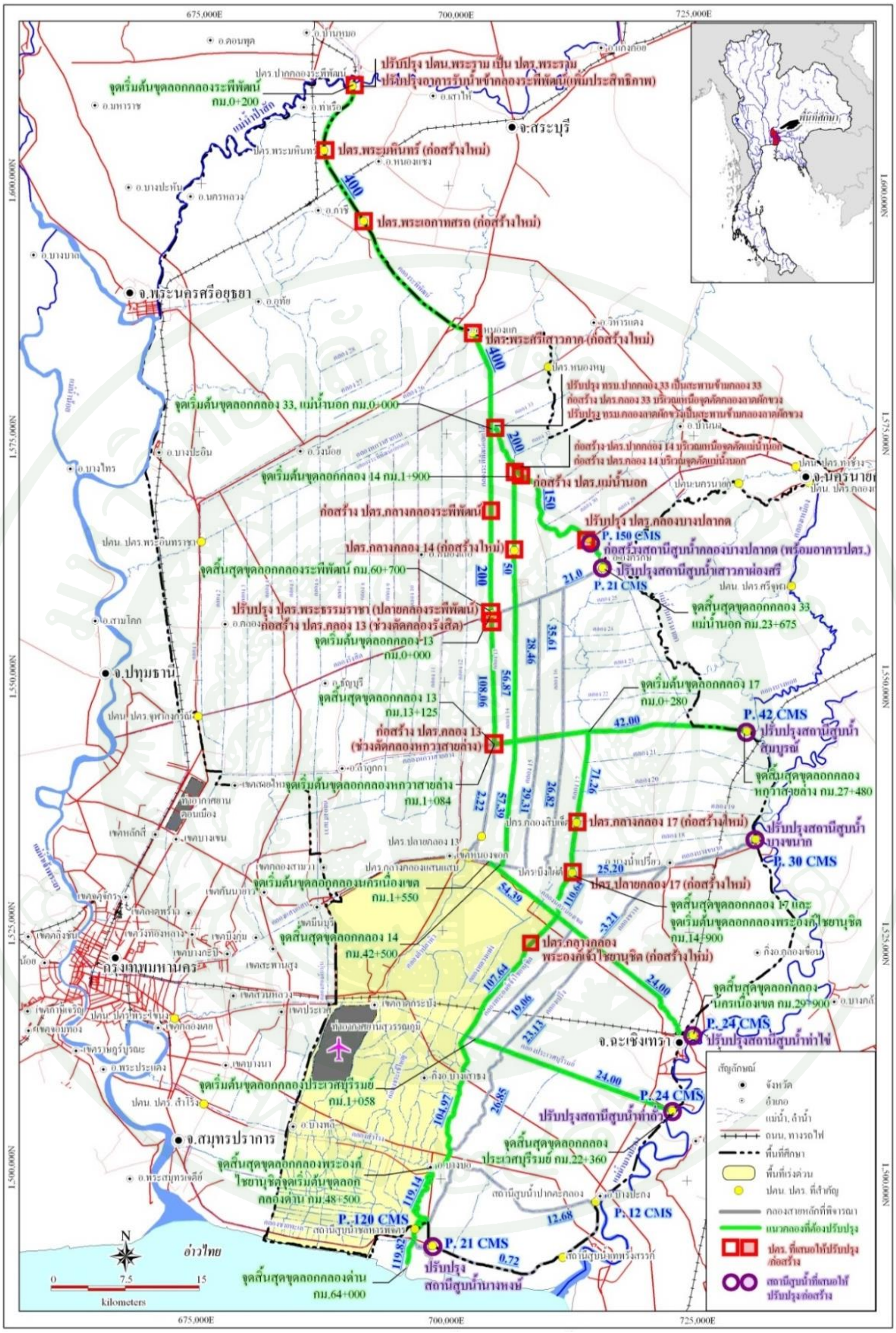
เดือน	ปริมาณน้ำระบายผ่านประตูระบายน้ำลงแม่น้ำบางปะกง (ล้าน ลบ.ม.)						
	2552	2553	2554	2555	2556	2557	เฉลี่ย
ม.ค.	-	3.55	21.89	-	-	0.40	8.61
ก.พ.	-	-	-	-	-	-	-
มี.ค.	-	-	5.62	-	-	-	5.62
เม.ย.	-	1.07	1.30	-	-	-	1.18
พ.ค.	69.79	-	17.88	-	-	-	43.84
มิ.ย.	35.36	-	78.78	35.64	13.38	1.43	32.92
ก.ค.	75.34	38.65	93.75	148.51	28.40	0.78	64.24
ส.ค.	9.16	62.83	223.44	74.12	71.98	8.06	74.93
ก.ย.	160.12	101.47	201.86	232.36	192.18	51.79	156.63
ต.ค.	246.83	106.92	242.71	264.48	315.50	5.16	196.93
พ.ย.	-	64.59	259.69	-	39.13	-	121.14
ธ.ค.	-	112.69	106.80	-	-	-	109.75
รวม	596.60	491.76	1,253.71	755.12	660.57	67.61	815.78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



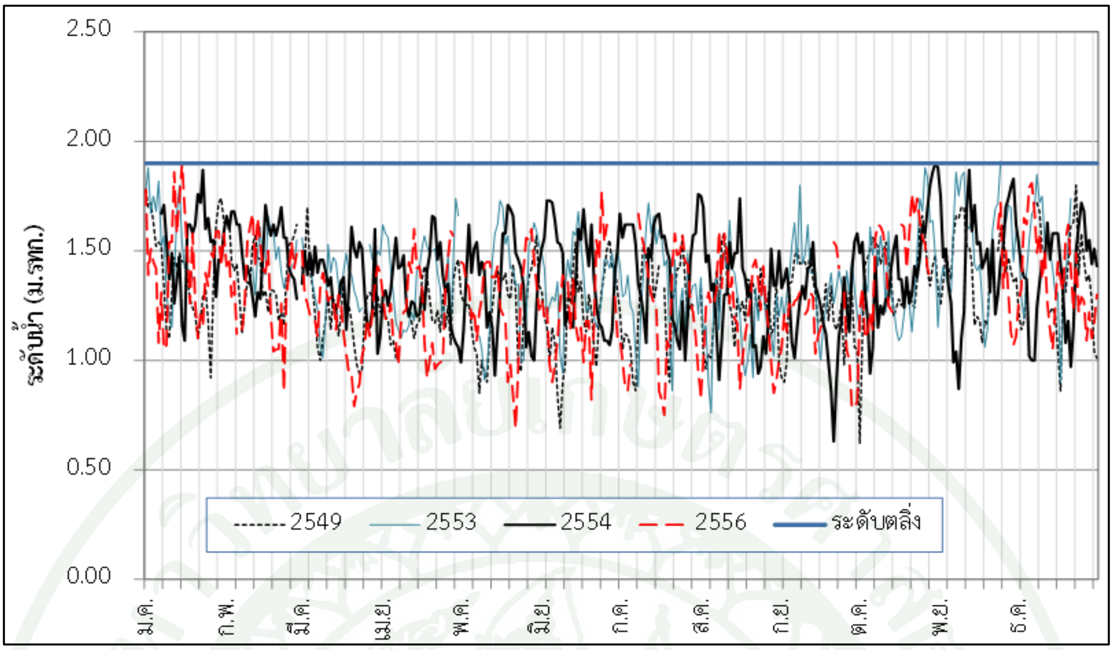
ภาพที่ 54 สรุปปริมาณน้ำที่ระบายลงแม่น้ำบางปะกงของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระองค์ไชยานุชิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 55 ตำแหน่งอาคารชลศาสตร์/สถานีสูบน้ำที่สำคัญ ที่มีผลต่อการระบายน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออกมายังพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 56 ระดับน้ำสูงสุดรายวันบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปีที่เกิดอุทกภัย

ตารางที่ 30 สรุปข้อมูลระดับน้ำสูงสุดรายปีบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง

พื้นที่	ค่าตรวจวัด	ปี							
		2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปากแม่น้ำ	ระดับน้ำสูงสุด	1.80	1.75	1.91	2.01	1.91	1.90	1.89	1.90
บางปะกง	วันที่	23 ธ.ค.	16 มิ.ย.	16 พ.ย.	5 พ.ย.	24 พ.ย.	30 ต.ค.	16 ธ.ค.	15 ม.ค.

ตารางที่ 31 สรุปข้อมูลระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง

พื้นที่	ค่าตรวจวัด	เดือน	ปี							
			2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
ปากแม่น้ำ	ระดับน้ำ	ก.ค.	1.57	1.61	1.83	11.76	1.72	1.76	1.62	1.67
บางปะกง	สูงสุด	ส.ค.	1.58	1.56	1.68	1.71	1.64	1.75	1.59	1.59
		ก.ย.	1.51	1.54	1.54	1.57	1.80	1.58	1.55	1.54
		ต.ค.	1.66	1.66	1.79	1.67	1.88	1.9	1.86	1.76
		พ.ย.	1.70	1.72	1.91	2.01	1.91	1.87	1.78	1.72
		ธ.ค.	1.80	1.73	1.81	1.84	1.85	1.72	1.89	1.81

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6) ปัจจัยทางด้านการบริหารจัดการน้ำ

ในลุ่มน้ำบางปะกง - ปราจีนบุรี และลุ่มน้ำข้างเคียงจะมีองค์ประกอบในการบริหารจัดการน้ำที่สำคัญ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำ และโครงการชลประทานต่างๆ ซึ่งสามารถควบคุมการกักเก็บน้ำและระบายน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำพระปรง อาคารบังคับน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง โครงการชลประทานท่าแห เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างต่างๆ เป็นของกรมชลประทาน ซึ่งมีหน้าที่หลักทั้งในการส่งน้ำและบรรเทาอุทกภัย ดังนั้น การดำเนินการในช่วงรอยต่อ ฤดูแล้งและฤดูน้ำหลากบางส่วน อาจส่งผลต่อการระบายน้ำหลาก เช่น บริเวณ ปตร.คลองบ้านวัด ปตร.คลองบางแตน ปตร.คลองบางเขียน และ ปตร.คลองบางกระดาน ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง พื้นที่ชลประทานที่ได้รับประโยชน์จากประตูระบายน้ำเหล่านี้จะได้รับอิทธิพลของน้ำเค็ม ดังนั้นในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปี อาคารบังคับน้ำในคลองบางกระดานและคลองสาขา จะต้องปิดไม่ให้น้ำเค็มไหลทะลักเข้ามาได้ และจะเปิดเพื่อการระบายน้ำในเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม หลังจากนั้นจะปิดเพื่อกักเก็บน้ำไว้ในฤดูนาปี พื้นที่เพาะปลูกในบริเวณคลองนี้มีระดับดินต่ำประมาณ +1.00 ม.รทก. ลักษณะคล้ายพื้นที่ท่วม (Flood Plain) ปริมาณน้ำจากตอนบนพื้นที่โครงการจะไหลมารวมกันอยู่บริเวณนี้ ทำให้เกิดปัญหาการระบายน้ำออกจากพื้นที่เพาะปลูกโดยเฉพาะในฤดูฝน จึงมักมีปัญหาน้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูกเสียหาย ในเขตตำบลบางกระเจ็ด บางแตน และบางขาม

นอกจากนี้ เนื่องจากในปัจจุบันในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีมีความจุกักเก็บรวมของอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ประมาณ 14.36% ของปริมาณน้ำท่ารายปี (รวมอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและพระสะทึง) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น้อย ทำให้มีข้อจำกัดในการบริหารจัดการน้ำหลาก

2. ผลของอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึงในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย

ผลการประเมินความสามารถในการลดอัตราการไหลของอ่างเก็บน้ำ แสดงในตารางที่ 32 และภาพที่ 57 จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 32 จะพบว่าโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง สามารถลด Peak ที่ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าที่สำคัญได้เมื่อพิจารณาจากเหตุการณ์อุทกภัยทั้ง 3 ปี (พ.ศ. 2548,พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2556) โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

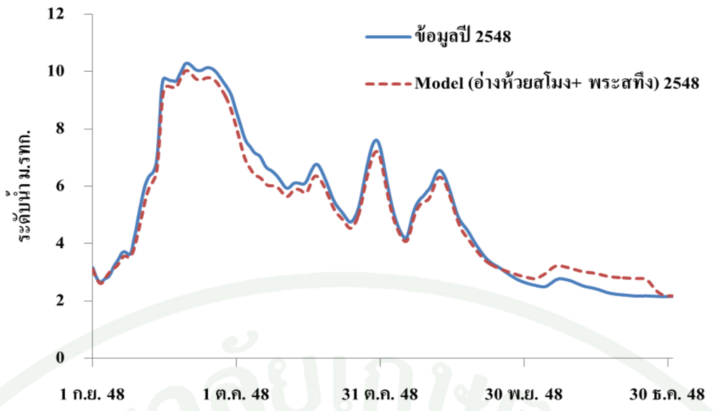
1) เมื่อพิจารณาที่สถานี KGT.3 พบว่าสามารถลดอัตราการไหลสูงสุดลงได้ 26.97 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2548, 54.31 ลบ.ม.ในปี พ.ศ. 2549 และ 37.36 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2556 หรือคิดเป็นร้อยละ 4.88, 9.59 และ 5.12 ตามลำดับ และสามารถช่วยลดระดับน้ำลงได้ 0.14 ม., 0.31 ม. และ 0.25 ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 1.37, 2.95 และ 2.07 ตามลำดับ

2) เมื่อพิจารณาที่สถานี KGT.6 พบว่าสามารถลดอัตราการไหลสูงสุดลงได้ 24.62 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2548, 30.80 ลบ.ม.ในปี พ.ศ. 2549 และ 60.89 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ. 2556 หรือคิดเป็นร้อยละ 4.30, 4.94 และ 6.79 ตามลำดับ และสามารถช่วยลดระดับน้ำลงได้ 0.14 ม., 0.18 ม. และ 0.22 ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 2.15, 2.67 และ 2.75 ตามลำดับ

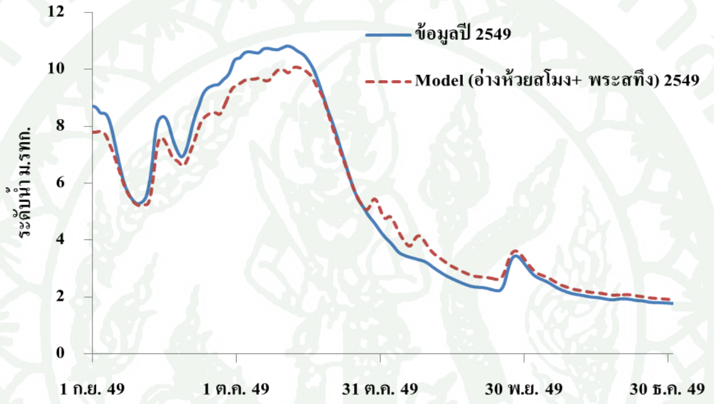
3) เมื่อพิจารณาที่สถานี KGT.1 พบว่าสามารถลดอัตราการไหลสูงสุดลงได้ 25.27 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2548, 38.21 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2549 และ 19.60 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ.2556 หรือคิดเป็นร้อยละ 3.62, 5.42 และ 2.06 ตามลำดับ และสามารถช่วยลดระดับน้ำลงได้ 0.04 ม., 0.06 ม. และ 0.05 ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.88, 1.32 และ 1.02 ตามลำดับ

ผลการประเมินความสามารถในการลดอัตราการไหลของอ่างเก็บน้ำ โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง สามารถลด Peak บริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำเมื่อพิจารณาจากเหตุการณ์อุทกภัยทั้ง 3 ปี (พ.ศ. 2548,พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2556) โดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 33

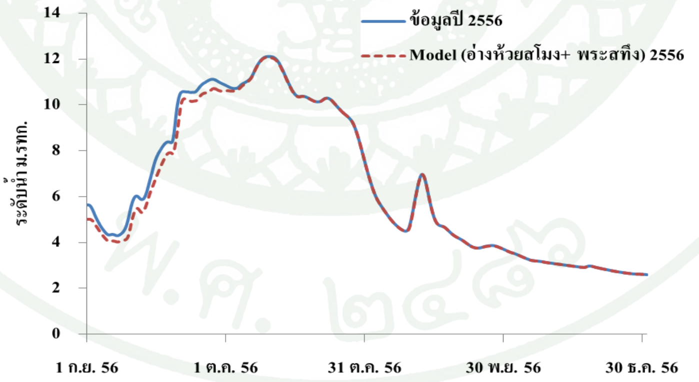
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



KGT.3 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2548



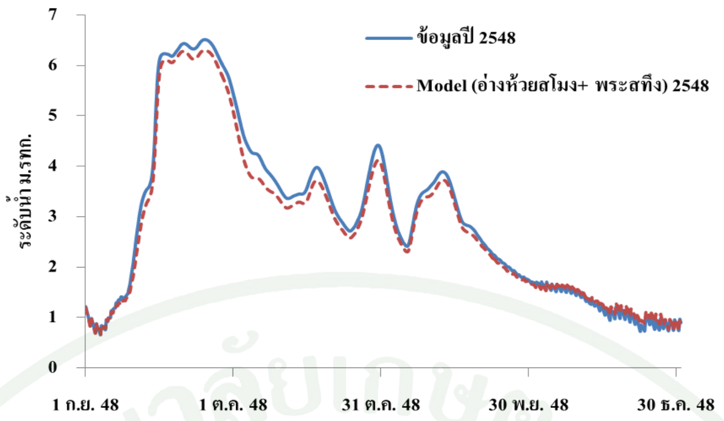
KGT.3 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2549



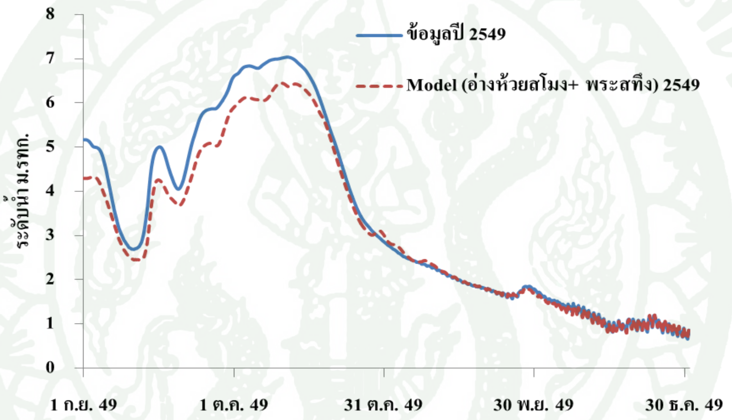
KGT.3 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2556

ภาพที่ 57 ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำ ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าก่อนและหลังมีการ Operate อ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง

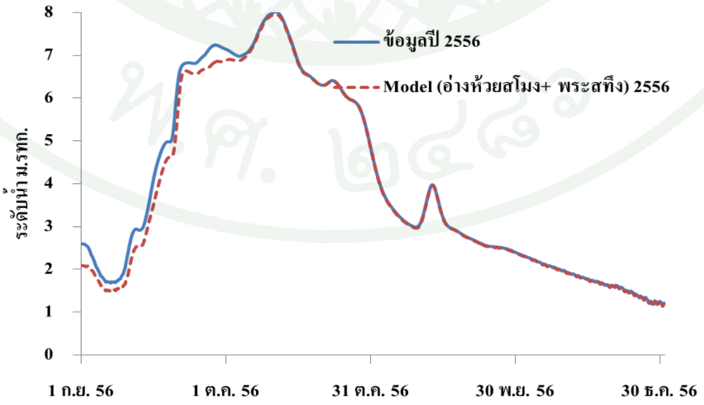
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



KGT.6 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2548



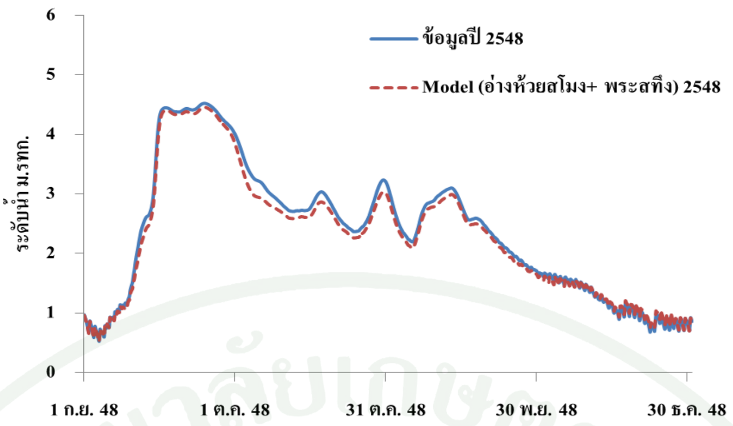
KGT.6 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2549



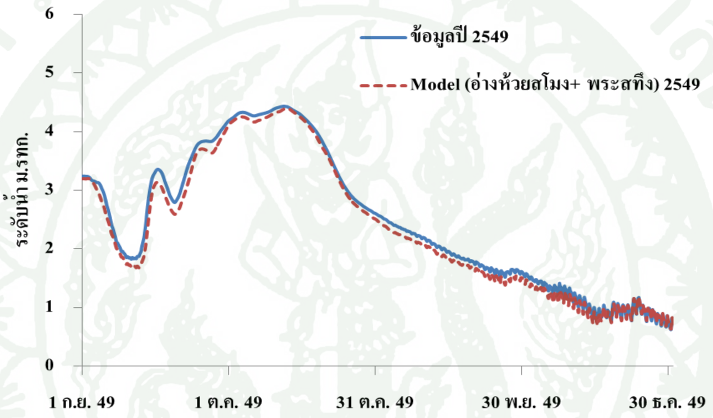
KGT.6 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2556

ภาพที่ 57 (ต่อ)

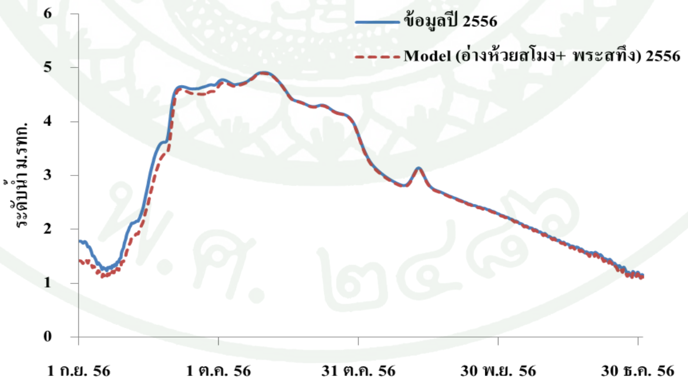
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



KGT.1 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2548



KGT.1 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2549



KGT.1 เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2556

ภาพที่ 57 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 32 ผลการบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง

รายการ	สถานี	หน่วย	ความจุลำน้ำ/ระดับตลิ่ง	เหตุการณ์ปี 2548				เหตุการณ์ปี 2549				เหตุการณ์ปี 2556			
				ไม่มีการ Operate*	มีการ Operate*	ผลต่าง	ประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัย(%)	ไม่มีการ Operate*	มีการ Operate*	ผลต่าง	ประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัย(%)	ไม่มีการ Operate*	มีการ Operate*	ผลต่าง	ประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัย(%)
ระดับน้ำสูงสุด	KGT.3	ม.รทก.	10.94	10.29	10.03	0.26	2.26	10.82	10.08	0.74	6.20	12.11	12.08	0.03	0.21
อัตราการไหลสูงสุด	KGT.3	ลบ.ม./วินาที	578.00	552.28	515.77	36.51	6.61	557.47	505.13	52.34	9.39	743.79	729.08	14.71	1.98
ระดับน้ำสูงสุด	KGT.6	ม.รทก.	7.10	6.51	6.30	0.21	1.67	7.04	6.45	0.59	4.49	8.02	7.95	0.07	0.51
อัตราการไหลสูงสุด	KGT.6	ลบ.ม./วินาที	604.00	572.78	539.07	33.71	5.89	575.97	552.01	23.96	4.16	898.44	877.77	20.67	2.30
ระดับน้ำสูงสุด	KGT.1	ม.รทก.	4.45	4.52	4.48	0.04	0.88	4.53	4.47	0.06	1.32	4.91	4.86	0.05	1.02
อัตราการไหลสูงสุด	KGT.1	ลบ.ม./วินาที	838.00	698.42	673.15	25.27	3.62	705.07	666.86	38.21	5.42	953.25	933.65	19.60	2.06

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 ผลการบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึงบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำ

ลำดับ	โครงการ	ความจุเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่รับประโยชน์ (ไร่)	ความสามารถในการลดน้ำหลากด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ (ปี 2548)			ความสามารถในการลดน้ำหลากด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ (ปี 2549)			ความสามารถในการลดน้ำหลากด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ (ปี 2556)		
				อัตราการไหลเข้า (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำระบาย (ลบ.ม./วินาที)	ผลต่าง (ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหลเข้า (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำระบาย (ลบ.ม./วินาที)	ผลต่าง (ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหลเข้า (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำระบาย (ลบ.ม./วินาที)	ผลต่าง (ลบ.ม./วินาที)
1	อ่างเก็บน้ำห้วยโสมง	295	111,300	94.53	28.36	66.17	188.04	112.82	75.22	322.39	115.74	206.65
2	อ่างเก็บน้ำคลองพระสทึง	65	40,640	121.18	12.54	108.65	105.91	76.00	29.91	485.90	485.90	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

1. ผลการปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า Info Works PDM มีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างแต่ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษามีจำนวนจำกัดและกรณีท้ายน้ำที่มีอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล จึงไม่สามารถวิเคราะห์ชุดพารามิเตอร์ได้ครบทุกลุ่มน้ำย่อย จึงต้องคัดเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่มีสถานีวัดน้ำท่า เพื่อวิเคราะห์ตัวแทนชุดพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ ที่ไม่มีตัวแทนสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่หรือกรณีท้ายน้ำที่มีอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเลจึงทำให้อาจมีการคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง

2. ผลการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ หรือ Info Works ICM พบว่า โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลกับระดับน้ำ (Rating Curves) ของสถานีตรวจวัด ที่นำมาใช้นั้นช่วงของข้อมูลในบางปียังไม่ครอบคลุมถึงช่วงที่มีอัตราการไหลสูงๆ เนื่องจากอัตราการไหลที่ระบุในข้อมูลสถิติของหน่วยงานต่างๆ จะใช้วิธีคำนวณโดยใช้ Rating Curve ซึ่งปกติจะมีข้อผิดพลาดในการประมาณค่าอัตราการไหลเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่น้ำอยู่สูงกว่าตลิ่งและสถานีตรวจวัดที่ตั้งอยู่ใกล้กับทะเลหรือได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-ลง เช่น สถานี KGT.22 เป็นต้น จึงทำให้มีปัญหาน้ำเท้อ (back water) ซึ่งอาจทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไปและปรับได้ยากกว่าสถานีอื่น

3. โดยอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแก่งดินสอ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่สร้างกั้นห้วยโสมง ลำน้ำย่อยของแม่น้ำหนุมานซึ่งเป็น 1 ใน 4 ลำน้ำที่สำคัญของลุ่มน้ำปราจีนบุรี สามารถกักเก็บน้ำได้ 295 ล้านลูกบาศก์เมตร ในภาพรวมอาจแก้ปัญหาอุทกภัยภาพใหญ่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรีสายหลักได้บางส่วน เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำแควหนุมาน-ห้วยโสมง ซึ่งปัจจุบันมีเฉพาะอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยในส่วนของแควหนุมานนั้น เป็นลำน้ำสาขาที่ยังไม่มีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยโสมงนั้นสามรถแก้ปัญหาอุทกภัยได้สูงในพื้นที่ลำน้ำสาขาห้วยโสมง อีกทั้งยังช่วยในการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการรักษาระบบนิเวศรวมถึงการผลักดันน้ำเค็มในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. อ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้วเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง สามารถกักเก็บน้ำได้ 65 ล้านลูกบาศก์เมตร อยู่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำมาก มีพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 605.22 ตร.กม หรือคิดเป็นร้อยละ 18.13 ของพื้นที่รับน้ำที่ KGT.3 มีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่รับน้ำบริเวณสถานี KGT.3 ที่ อ.กบินทร์บุรี ดังนั้นในภาพรวมอาจแก้ปัญหาอุทกภัยภาพใหญ่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรีสายหลักได้บางส่วน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทึงนั้นสามารถแก้ปัญหาอุทกภัย และการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ ได้สูงโดยเฉพาะในพื้นที่ อำเภอวังสมบูรณ์ และอำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. สาเหตุ และบรรเทาปัญหาด้านอุทกภัยในพื้นที่การศึกษา

จากข้อมูลพื้นฐานที่วิเคราะห์มาข้างต้น สามารถสรุปสาเหตุของน้ำท่วมในพื้นที่ได้ดังนี้ดังนี้

1.1 ปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ตอนบน เช่น บริเวณ อ.เขาฉกรรจ์ อ.วัฒนานคร อ.เมืองสระแก้ว เกิดจากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่เป็นหลัก เช่น ลุ่มน้ำคลองพระปรง ลุ่มน้ำคลองพระสะทึง ลุ่มน้ำแควหนุมาน โดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำแควหนุมาน มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยหนาแน่นกว่าพื้นที่อื่น ประกอบกับเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ระยะเวลาการเดินทางของน้ำหลากมาถึงเขตพื้นที่ชุมชนด้านท้ายน้ำใช้เวลาไม่มากนัก อีกทั้งปัจจุบันยังไม่มีอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ต้นน้ำเพื่อช่วยเก็บกักและชะลอปริมาณน้ำหลากในพื้นที่ สำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงในพื้นที่นี้ได้แก่เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2551 และเหตุการณ์ปี พ.ศ. 2556

1.2 พื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำปราจีนบุรี เช่น อ.กบินทร์บุรี อ.ศรีมหาโพธิ อ.ศรีมโหสถ อ.บ้านสร้าง ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังคือ ปริมาณน้ำจากต้นน้ำแม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งรวมเอาปริมาณน้ำหลากของลำน้ำสาขาทั้ง 4 สาย ได้แก่ คลองพระปรง คลองพระสะทึง แควหนุมาน และห้วยน้ำใส มีค่าสูงเกินกว่าความจุเก็บกักของลำน้ำที่สามารถรองรับได้ ช่วงปีที่ประสบปัญหารุนแรงได้แก่ปี พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2556 จากสถิติข้อมูลพบว่าระดับน้ำของปี พ.ศ. 2556 มีค่าสูงถึง 11.99 ม.รทก. ถ้าเทียบเป็นคาบปีการเกิดซ้ำมีค่ามากกว่า 25 ปี ซึ่งถ้าพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณฝนในปี พ.ศ. 2556 และปริมาณน้ำท่า (รวมถึงปริมาณน้ำในส่วนที่เกินความจุของลำน้ำ ณ ตำแหน่งพิจารณาต่างๆ) ของสถานีวัดอุทกวิทยาในพื้นที่ตอนบน พบว่ามีค่าสูงกว่าปีอื่นๆ เช่นเดียวกัน นอกจากปัจจัยทางด้านอุตุ-อุทกวิทยาในพื้นที่ตอนบนจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำปราจีนบุรีสูงความเป็นไปได้อีกประเด็นหนึ่งน่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของลำน้ำสายหลักในพื้นที่ เช่น ปัญหาการทับถมของตะกอนทรายในแม่น้ำปราจีนบุรีบริเวณด้านท้าย อ.กบินทร์บุรี (บริเวณ ต.หาดนางแก้ว) และบริเวณ อ.ศรีมหาโพธิ ทำให้ศักยภาพในการระบายน้ำในแม่น้ำลดลงกว่าที่เคยเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 พื้นที่ตอนท้ายของลุ่มน้ำ เช่น บริเวณ อ. บางคล้า อ.เมืองฉะเชิงเทรา สาเหตุหลักของน้ำท่วมขังในพื้นที่นี้มาจาก ปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนทั้งจากลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำนครนายก ปริมาณน้ำหลากจากลุ่มน้ำคลองท่าลาด นอกจากนี้พื้นที่ส่วนนี้ยังได้รับอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล ซึ่งส่งผลกระทบต่อการระบายน้ำโดยเฉพาะในช่วยน้ำทะเลหนุน อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสภาพปัญหาด้านอุทกภัย คือ ปริมาณน้ำที่ผันมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก ซึ่งในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาประสบปัญหาด้านอุทกภัยรุนแรง ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงมีแนวคิดในการผันน้ำจากลุ่มน้ำเจ้าพระยามายังพื้นที่ข้างเคียง โดยมีการผันน้ำผ่านประตูระบายน้ำ และสถานีสูบน้ำริมแม่น้ำบางปะกงมากถึง 1,200 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งในขณะนั้นสถานการณ์น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกงก็อยู่ในสภาวะวิกฤตเช่นเดียวกัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้พื้นที่บริเวณนี้ประสบปัญหาน้ำท่วมขังรุนแรง สำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงในพื้นที่นี้ได้แก่ เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2554

1.4 พื้นที่การศึกษาประสบปัญหาอุทกภัยมาแล้วหลายครั้ง แต่เหตุการณ์ที่มีความรุนแรงส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชุมชน พื้นที่เศรษฐกิจ และพื้นที่เกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก รวมถึงเป็นเหตุการณ์ครั้งสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาสถานการณ์น้ำ หรือใช้ในการประเมิน/เปรียบเทียบระดับความรุนแรงของปัญหาด้านอุทกภัย ได้แก่ เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2556 โดยแต่ละเหตุการณ์สรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1.4.1 เหตุการณ์น้ำท่วมขังในปี พ.ศ. 2549 พบว่า ปี พ.ศ. 2549 เป็นปีที่มีปริมาณฝนในพื้นที่ต้นน้ำตกหนักมากที่สุดเมื่อเทียบกับเหตุการณ์ทั้ง 3 ปี คือ พื้นที่ต้นน้ำคลองพระสะทึง 1,618.6 มม. คิดเป็นรอบปีการเกิดซ้ำที่ 8.80 ปี แควหนุมาน 2,053.5 มม. คิดเป็นรอบปีการเกิดซ้ำที่ 10.16 ปี นอกจากฝนในพื้นที่ ต้นน้ำจะสูงแล้ว ปริมาณฝนในเขตอำเภอที่สำคัญ ได้แก่ อ.กบินทร์บุรี อ.เมืองฉะเชิงเทรา และ อ.ศรีมหาโพธิ ก็มีปริมาณสูงเช่นกันที่ 1,750.00 มม., 1,478.10 มม. และ 1,323.50 มม. ตามลำดับ

สำหรับปริมาณน้ำท่าในปีนี้ มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ อ. กบินทร์บุรี 882.30 ลบ.ม./นาที ในวันที่ 8 ต.ค. พ.ศ. 2549 คลองพระสะทึงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 408.20 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 2 ส.ค. พ.ศ. 2549 ห้วยโสมงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 241.25 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 19 ก.ค. พ.ศ. 2549 และห้วยน้ำใสมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 248.04 ลบ.ม./วินาทีในวันที่ 17 ก.ค. พ.ศ. 2549 สำหรับคลองพระปรงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเพียง 169.88 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 2 ต.ค. พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นปีที่เริ่มมีการใช้อ่างเก็บน้ำคลองพระปรงแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4.2 เหตุการณ์น้ำท่วมขังในปี พ.ศ. 2554 พบว่า ปี พ.ศ. 2554 เป็นปีที่มีปริมาณฝนในพื้นที่ต้นน้ำแควหนุมานตกหนักมากที่สุด 2,176.80 มม. คิดเป็นรอบปีการเกิดซ้ำที่ 14.49 ปี ซึ่งมีค่ามากกว่า ปี พ.ศ. 2549 สำหรับพื้นที่ต้นน้ำคลองพระสะทึงมีปริมาณฝน 1,618.6 มม. คิดเป็นรอบปีการเกิดซ้ำที่ 5.02 ปี พบว่ามีปริมาณฝนน้อยกว่า ปี พ.ศ. 2549 ปริมาณฝนในเขตอำเภอที่สำคัญได้แก่ อ.กบินทร์บุรี อ.เมือง ฉะเชิงเทรา และอ.ศรีมหาโพธิ ก็มีปริมาณสูงเช่นกันที่ 1,115.60 มม., 1,240.20 มม. และ 1,487.30 มม. ตามลำดับ

สำหรับปริมาณน้ำท่าในปีนี้ มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ อ.กบินทร์บุรี 663.20 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 1 ต.ค. 2554 คลองพระสะทึงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 711 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 14 ก.ย. พ.ศ. 2554 ห้วยโสมงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 229.20 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 17 ก.ย. พ.ศ. 2554 และห้วยน้ำใสมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 189.90 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 16 ส.ค. พ.ศ. 2554 สำหรับคลองพระปรงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเพียง 229.20 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 17 ก.ย. พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่เริ่มมีการใช้อ่างเก็บน้ำคลองพระปรงแล้ว

1.4.3 เหตุการณ์น้ำท่วมขังในปี พ.ศ. 2556 พบว่ามีปริมาณฝนสูงมาก ในบริเวณ อ.กบินทร์บุรี พื้นที่ต้นน้ำแควหนุมาน และพื้นที่ต้นน้ำคลองพระสะทึง 1,782.70 1,778.60 1,605.90 มม. ตามลำดับ คิดเป็นรอบปีการเกิดซ้ำที่ 6.51, 4.75 และ 8.17 ปี ตามลำดับ โดยปริมาณฝนในเขตอำเภอที่สำคัญ ได้แก่ อ.เมืองฉะเชิงเทรา และอ.ศรีมหาโพธิ มีปริมาณสูงไม่มากนัก 1,265.10 มม. และ 1,265.10 มม.

สำหรับปริมาณน้ำท่าในปีนี้ มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ อ.กบินทร์บุรี 663.20 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 1 ต.ค. 2554 คลองพระสะทึงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 711 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 14 ก.ย. พ.ศ. 2554 ห้วยโสมงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 229.20 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 17 ก.ย. พ.ศ. 2554 และห้วยน้ำใส มีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 189.90 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 16 ส.ค. พ.ศ. 2554 สำหรับคลองพระปรงมีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเพียง 229.20 ลบ.ม./วินาที ในวันที่ 17 ก.ย. พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่เริ่มมีการใช้อ่างเก็บน้ำคลองพระปรงแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อ่างเก็บน้ำห้วยโสมง และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึงในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริและอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง สามารถแก้ปัญหาอุทกภัยได้บางส่วน อย่างไรก็ตาม การเกิดน้ำท่วมขึ้นอยู่กับลักษณะการเกิดของฝนและตำแหน่งการเกิดฝนตก ซึ่งหากเกิดฝนตกหนักเกินกว่าที่อ่างเก็บน้ำจะชะลอน้ำได้ หรือเกิดฝนตกที่ท้ายอ่างเก็บน้ำ อ่างเก็บน้ำจะช่วยแก้ปัญหาน้ำท่วมได้ไม่มากนัก เช่น ในกรณีปี พ.ศ. 2556 ตามผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 32

อีกทั้งต้นน้ำของแม่น้ำปราจีนบุรี บริเวณ อ. กบินทร์บุรี เป็นจุดบรรจบของลำน้ำที่สำคัญ 4 สาขา ได้แก่ แควหนุมาน ห้วยโสมง คลองพระปรง และคลองพระสะทึง ปัจจุบันกรมชลประทานได้มีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ต้นน้ำของ อ.กบินทร์บุรี ตามลำน้ำที่สำคัญ 3 สาขา ได้แก่ อ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ ความจุเก็บกัก 295 ล้าน ลบ.ม. อ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง ความจุเก็บกัก 65 ล้าน ลบ.ม. และอ่างเก็บน้ำคลองพระปรง ความจุเก็บกัก 97 ล้าน ลบ.ม. อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าอ่างเก็บน้ำทั้ง 2 แห่ง ก็สามารถช่วยลดปริมาณน้ำหลากได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถช่วงบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ อ.กบินทร์บุรีได้ทั้งหมด โดยมีสาเหตุหลักดังนี้

2.1 อ่างพระสะทึง ตั้งอยู่บริเวณตั้งอยู่บริเวณ อำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว อยู่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำมาก โดยมีอ่างพระปรงตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกัน พื้นที่รับน้ำฝนของอ่างเก็บน้ำคลองพระปรง (พื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 270.47 ตร.กม หรือคิดเป็นร้อยละ 8.10 ของพื้นที่รับน้ำที่ KGT.3) และอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง (พื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 605.22 ตร.กม หรือคิดเป็นร้อยละ 18.13 ของพื้นที่รับน้ำที่ KGT.3) มีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่รับน้ำบริเวณสถานี KGT.3 ที่ อ.กบินทร์บุรี (พื้นที่รับน้ำ 3,337.66 ตร.กม.) จึงยังมีปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขา (Side Flow) ที่อยู่ด้านใต้อ่างเก็บน้ำอีกเป็นจำนวนมากที่อ่างเก็บน้ำไม่สามารถควบคุมได้

2.2 สำหรับอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแควหนุมาน-ห้วยโสมง ซึ่งปัจจุบันมีเฉพาะอ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยในส่วนของแควหนุมานนั้น เป็นลำน้ำสาขาเพียงแห่งเดียวที่ยังไม่มีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ ในอดีตกรมชลประทานมีแผนก่อสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำดังกล่าวหลายครั้ง เริ่มตั้งแต่อ่างเก็บน้ำใสน้อย-ใสใหญ่ และอ่างเก็บน้ำใสน้อย-ใสใหญ่ตอนล่าง ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ อ.กบินทร์บุรีได้สูง (KGT.3) แต่ปัจจุบันไม่สามารถพัฒนาโครงการได้ตามแผนงานที่กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาเหตุสำคัญเนื่องจากติดข้อจำกัดเรื่องเขตพื้นที่ป่าสงวน และพื้นที่มรดกโลก ทำให้ปริมาณน้ำที่ไหลมาจากลุ่มน้ำแควหนุมาน ไหลเข้าท่วมพื้นที่ อ.กบินทร์บุรี ซึ่งพื้นที่รับน้ำของลุ่มแควหนุมานมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ประกอบกับสภาพลำน้ำมีความลาดชันท้องน้ำสูง เมื่อเกิดฝนตกหนักในพื้นที่จะทำให้เกิดเป็นน้ำหลากที่ไหลเข้าท่วมพื้นที่ อ.กบินทร์บุรี อย่างรวดเร็วดังนั้น ในการแก้ปัญหาด้านอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา ก็ยังจำเป็นต้องพิจารณาแนวทางอื่นๆ เพิ่มเติมควบคู่ไปเพื่อให้สามารถบรรเทาอุทกภัยได้เพิ่มขึ้น ได้แก่

2.2.1 แบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง ประกอบด้วย

การกำหนดเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) อย่างเป็นระบบใน 3 อ่างหลักได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองพระปรง อ่างเก็บน้ำห้วยโสมง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และโครงการอ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง เพื่อรองรับสถานการณ์ในกรณีฝนรูปแบบต่างในพื้นที่

2.2.2 แบบใช้สิ่งก่อสร้าง ประกอบด้วย

การใช้พื้นที่ปิดล้อม (Polder) ตามแนวคิดของกรมโยธาธิการและผังเมืองน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสม โดยเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะจุด ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อจุดอื่น ค่าลงทุนโครงการไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ยังเป็นโครงการที่ได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการจำลองสภาพน้ำหลากด้วยแบบจำลอง Info Works ICM ยังมีความคลาดเคลื่อนจากสภาพควาเป็นจริงอยู่บ้าง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ และข้อมูลอัตราการไหลมีความคลาดเคลื่อน รวมไปถึงการจำลองสภาพลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี เป็นการจำลองที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ทำให้มีความคลาดเคลื่อนได้ง่าย

แบบจำลอง Info Works ICM ถ้ามีรูปตัดลำน้ำที่ครบถ้วน เป็นปัจจุบันและถูกต้องจะทำให้ได้ค่าโค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลกับระดับน้ำ (Rating Curves) ที่ดีมากยิ่งขึ้นด้วย

ชุดของแบบจำลอง Info Works ICM ก็นับว่าเป็นแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ (River Basin Modelling) และการพยากรณ์น้ำ (Flood Forecasting) ที่มีการแสดงผลที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และสามารถแสดงผลทั้งในกราฟ และตาราง รวมทั้งมีความเหมาะสมที่จะนำแบบจำลองนี้ไปประยุกต์ใช้งานจริงกับระบบโทรมาตร เพื่อช่วยในการการบริหารจัดการน้ำท่วมได้ รวมถึงการสามารถพัฒนาในการวิเคราะห์หาแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยอื่นๆได้อีกด้วย

ควรจะมีการวิเคราะห์และศึกษาเพิ่มเติมในการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ต้นนำได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองพระปรง อ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง อ่างเก็บน้ำห้วยโสมงเนื่องมาจากพระราชดำริ และอ่างเก็บน้ำขุนด่านปราการชลอย่างเป็นระบบเพื่อรองรับสถานการณ์น้ำในกรณีต่างๆทั้งให้ครอบคลุมทั้งทางด้านการบรรเทาอุทกภัยและภัยแล้ง

ควรจะมีการวิเคราะห์และศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเป็นสาเหตุหลักในการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาและมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้น จึงควรมีการศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยอื่นๆ ควบคู่กันเพื่อรองรับเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ในอนาคตด้วย

จากการศึกษาพบว่าพื้นที่หลักที่เกิดปัญหาอุทกภัยเป็นประจำ ได้แก่ อ.กบินทร์บุรี อ.ศรีมหาโพธิ อ.เมืองปราจีนบุรี และ อ.บ้านสร้าง โดยมีพื้นที่โครงการชลประทานที่สำคัญในบริเวณดังกล่าวคือโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวงและพื้นที่ชลประทานท่าแหโดยสภาพภูมิประเทศของพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง เป็นพื้นที่ลุ่มขนาดใหญ่ริมฝั่งแม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำบางปะกง มีพื้นที่โครงการกว่า 497,973 ไร่ โดยมี อ.เมืองปราจีนบุรี และ อ.บ้านสร้าง ตั้งอยู่ที่บริเวณขอบของพื้นที่ริมแม่น้ำปราจีนบุรี ปัจจุบันจัดเป็นพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ที่สำคัญที่มีผลต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี โดยทั่วไปในช่วงฤดูน้ำหลากจะมีปริมาณน้ำทั้งจากฝนในพื้นที่และจากแม่น้ำปราจีนบุรีส่วนหนึ่งที่ไหลล้นข้ามถนนคันกั้นน้ำฝั่งซ้าย เข้าท่วมขังในพื้นที่เป็นประจำเกือบทุกปี โดยทั่วไปมีระยะเวลาในการท่วมขังประมาณ 1 เดือน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในพื้นที่รวมถึงประสิทธิภาพของการระบายน้ำออกพื้นที่ต่ำที่ใช้กักน้ำดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเป็นประจำ แม้แต่ในปี 2558 ซึ่งถือเป็นปีที่ประสบปัญหาภัยแล้งพื้นที่ดังกล่าวก็ยังมีน้ำท่วมขัง หากใช้พื้นที่ส่วนนี้เป็นพื้นที่เก็บน้ำชั่วคราวจึงมีต้นทุนไม่สูง เพื่อกักเก็บน้ำไว้ในพื้นที่เท่านั้น แต่จะได้ปริมาณน้ำมากกว่าการกักน้ำในคลอง เนื่องจากมีการกักน้ำไว้บนพื้นดินด้วย ถ้ามีการปรับระยะเวลากักน้ำให้เหมาะสม และมีระยะเวลาหลังจากปล่อยน้ำออกจากพื้นที่เพียงพอให้ยังสามารถใช้พื้นที่ดังกล่าวเพาะปลูกได้ก็จะเป็นแนวทางที่ประชาชนน่าจะยอมรับได้ โดยสามารถจัดการแบ่งโซนบริหารจัดการทุ่งรับน้ำเป็น 3 โซน และมีแนวทางเบื้องต้นดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ในช่วงก่อนน้ำหลาก พื้นที่ในส่วนนี้ซึ่งเป็นพื้นที่ชลประทาน ก็จะมีการบริหารจัดการตามแนวทางของหน่วยงานชลประทานตามปกติ

2. ในช่วงเริ่มฤดูฝน เมื่อปริมาณฝนและปริมาณน้ำในแม่น้ำเริ่มเพิ่มขึ้น จะต้องมีการบริหารจัดการน้ำโดยเร่งระบายน้ำผ่านทั้งแม่น้ำและคลองในพื้นที่บางพลวง โดยในส่วนของคลองจะต้องมีการบริหารจัดการเพื่อมิให้เกิดน้ำท่วม ก่อนการเก็บเกี่ยวด้วย ทั้งนี้ในโครงการควรจะมีการขยายความจุคลองในพื้นที่บางพลวง จะทำให้สามารถระบายน้ำหลากได้ดีขึ้น ดังนั้นที่ปริมาณเท่ากันกับที่เคยเกิดขึ้นในอดีต ระดับน้ำในคลองจะลดลง คลองจะระบายน้ำได้เร็วขึ้น มากขึ้น

3. การควบคุมสถานีสูบน้ำและประตูระบายน้ำทั้งด้านต้นน้ำ เช่น ปตร.หาดยาง และด้านออกสู่แม่น้ำบางปะกง เช่น ปตร.คูมอญ ปตร.บางกระเจ็ด ปตร.บางกระดาน ควรนำระบบโทรมาตรและระบบพยากรณ์มาประกอบการตัดสินใจ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนน้อยที่สุด เช่น ในการสูบน้ำออกจากพื้นที่จะพิจารณาว่าเดิมน้ำในแม่น้ำบางปะกงเป็นอย่างไร อยู่ในช่วงน้ำทะเลลงที่สามารถรับได้โดยไม่มีผลกระทบหรือไม่ ฯลฯ

4. ช่วงที่ปริมาณน้ำหลากเริ่มลดลง จะมีการพิจารณาขังน้ำในพื้นที่ต่ำไว้ ในระดับที่ยอมรับได้ เพื่อกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง โดยการควบคุม ปตร.ตามแนวคันกั้นน้ำริมแม่น้ำและ ปตร.กลางคลอง ตามแนวคันกั้นน้ำภายในตามถนนหมายเลข 3070, 319 และ 3347 เพื่อเก็บกักน้ำไว้ในทุ่งโซน 1, 2 และ 3

5. ปริมาณน้ำที่ขังไว้ในพื้นที่กักน้ำจะถูกนำไปไว้ใช้ในฤดูแล้ง โดยมีแนวคิดจะระบายน้ำในพื้นที่กักน้ำออกให้หมดภายในเดือนธันวาคม เพื่อให้เกษตรกรสามารถเพาะปลูกข้าวได้ 1 crop ตามเดิม นอกจากนี้น้ำที่เก็บไว้ยังสามารถใช้ผลักดันน้ำเค็มได้อีกด้วย

6. เมื่อระบายน้ำออกหมด ก็จะมีการบริหารจัดการน้ำตามแนวทางปกติของกรมชลประทาน เช่นการกักน้ำในคลอง การเปิด/ปิด ปตร.ริมแม่น้ำบางปะกง เพื่อป้องกันน้ำเค็ม ฯลฯ ในส่วนของพื้นชลประทานท่าแหนั้นสามารถพัฒนาตามแนวทางเดียวกับพื้นที่บางพลวงได้ โดยปรับปรุง ปตร.ตามแนวคันกั้นน้ำริมแม่น้ำและ ปตร.กลางคลอง ตามแนวคันกั้นน้ำเพื่อเพิ่มแนวทางในการรับน้ำและระบายน้ำโดยแบ่งพื้นที่การบริหารจัดการเป็นโซนได้ 5 โซน รายละเอียดการการแบ่งโซนและโค้งความจุเก็บกักและพื้นที่ผิว (Area-Volume Curve) สำหรับบริหารจัดการน้ำในพื้นที่แสดงดังในภาคผนวก ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2537. **งานศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง; รายงานฉบับสุดท้าย (รายงานหลัก).** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรน้ำ. 2547. **โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี; รายงานฉบับสุดท้าย (รายงานหลัก).** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมชลประทาน. 2554. **คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual); เล่มที่ 9/16 การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves).** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2556. **โครงการงานศึกษาวางแผนหลัก ศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดปราจีนบุรี; รายงานการศึกษาวางแผนหลัก.** กระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ.

วีระพล แต้สมบัติ. 2531. **อุทกวิทยาประยุกต์.** สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2545. **เอกสารประกอบวิชาการจำลองสภาวะการเกิดน้ำท่วม.** ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยยุทธ ชินณะราศรี. 2550. **กลศาสตร์แม่น้ำและกระบวนการธารน้ำ.** หน่วยงานส่งเสริมการสร้างตำรากองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. ม.ป.ป. **อุทกวิทยา 1**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยุพิน จันดา. 2541. **การพยากรณ์สภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำบางปะกง โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรถพล ชำนาญเวชกิจ. 2543. **การศึกษาสภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิปัทม์ คำพรหม. 2544. **การศึกษาการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยใช้พื้นที่ทุ่งน้ำท่วมธรรมชาติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญลือ สวัสดิ์มงคล. 2544. **การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อจำลองการไหลแบบสองมิติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อุรินทร์ โสตรโยม และ บัญชา ขวัญยืน. 2551. **การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี, น. 101-106.** รายงานการการประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13. กระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ.

Asian Institute of Technology, Danish Hydraulic Institute and Acres International Limited. 1996a. **Chao Phraya Flood Management Review**. Bangkok,Thailand.

_______. 1996b. **Chao Phraya Flood Management Review.** Bangkok,Thailand.

Chen, L., J. McPhee and W.W.G. Yeh. 2007. A diversified multiobjective GA for optimizing reservoir rule curves. **Adv.Wat. Res**. 30(5): 1082–1093.

IPCC Forth Assessment Report (AR4) Climate Change. 2007. **The Physical Science Basis.** Cambridge University Press, New York.

Taesoon, K., H. Jun-Haeng, B. Deg-Hyo and K. Jin-Hoon. 2008. Single-reservoir operating rules for a year using multiobjective genetic algorithm**. Journal of Hydroinformatics** 10(2): 163-179.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tingsanchali, T. 1974. **Flood plain modelling.** Ph.D. thesis, Asian Institute of Technology. Bangkok.

Walsh, S.J. n.d. **PD. Flood Forecasting is Wasted Effort without Effective Flood Warning** Available Source: http://www.ice.org.uk/rtfpdf/Bullen.doc, September 10, 2002.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.00	0.00
2	0.40	6.00
3	1.40	26.00
4	2.60	62.00
5	3.60	102.00
6	4.10	127.00
7	5.20	193.00
8	5.90	242.00
9	9.90	570.00
10	12.00	759.00

ตารางผนวกที่ ก2 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.9 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	43.00	0.00
2	43.10	2.00
3	43.40	12.50
4	43.90	35.00
5	44.10	45.00
6	44.50	69.00
7	44.70	82.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
8	45.10	110.00
9	45.60	150.00
10	45.80	168.00
11	46.20	208.00
12	46.40	230.00
13	47.00	254.00
14	47.60	284.00
15	48.30	326.00
16	48.60	347.00
17	48.90	371.00
18	49.10	390.00
19	49.30	412.00
20	49.80	472.00
21	50.00	500.00
22	50.10	518.00
23	50.50	594.00
24	50.70	638.00
25	50.90	686.00
26	51.00	712.00
27	51.10	740.00
28	51.40	830.00
29	51.60	898.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.12 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	15.80	0.00
2	16.60	8.00
3	17.10	15.50
4	18.20	37.50
5	18.30	40.00
6	19.00	50.50
7	20.00	70.50
8	20.60	85.50
9	21.20	103.50
10	21.50	114.00
11	21.80	126.00
12	22.20	146.00
13	22.60	170.00
14	22.80	184.00
15	22.90	192.00
16	23.00	201.00
17	23.10	211.00
18	23.30	233.00
19	23.40	245.00
20	23.50	258.00
21	23.60	272.00
22	23.70	287.00
23	23.80	303.00
24	23.90	321.00
25	24.00	340.00
26	24.10	362.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.13 A ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	4.00	0.00
2	5.20	2.00
3	6.90	19.00
4	7.30	25.00
5	8.60	51.00
6	9.60	76.00
7	10.40	100.00
8	11.60	142.00
9	13.00	198.00
10	13.50	220.50
11	14.10	250.50
12	15.00	300.00
13	15.20	312.00
14	16.90	431.00
15	17.50	479.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.14 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	35.00	0.00
2	35.60	3.00
3	36.30	10.00
4	36.70	16.00
5	36.90	20.00
6	37.10	25.00
7	37.20	28.00
8	37.60	42.00
9	38.20	66.00
10	38.40	75.00
11	38.80	95.00
12	39.70	149.00
13	40.60	212.00
14	41.20	260.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.15 A ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	14.80	0.00
2	15.00	1.00
3	15.30	4.00
4	15.70	12.00
5	16.00	21.00
6	16.10	25.00
7	16.20	30.00
8	16.40	42.00
9	16.50	50.00
10	16.60	60.00
11	17.20	84.00
12	17.90	119.00
13	18.60	161.00
14	19.20	203.00
15	19.60	235.00
16	20.50	316.00
17	20.90	356.00
18	21.50	422.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.33 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.90	0.00
2	1.10	3.00
3	1.70	14.00
4	2.40	28.00
5	2.90	39.50
6	3.50	54.50
7	4.30	77.10
8	5.60	116.20
9	5.80	122.40
10	6.70	152.10
11	8.10	201.10
12	9.00	233.50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.34 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	4.80	0.00
2	5.00	8.00
3	5.80	44.00
4	6.40	74.00
5	6.70	90.50
6	7.40	132.50
7	7.90	165.00
8	8.10	179.00
9	8.90	243.00
10	9.80	324.00
11	10.20	364.00
12	11.40	496.00
13	12.00	568.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก9 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.40 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	77.30	0.00
2	77.80	5.00
3	78.00	8.00
4	78.60	24.00
5	80.00	60.00
6	80.70	88.00
7	81.70	138.00
8	82.00	156.00
9	82.70	205.00
10	83.20	245.00
11	83.60	281.00
12	83.90	311.00
13	84.80	410.00
14	85.40	482.00
15	85.80	534.00
16	86.60	646.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.41 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	79.00	0.00
2	79.80	1.50
3	80.40	7.50
4	80.60	10.00
5	81.40	22.00
6	82.20	36.00
7	82.60	44.00
8	83.50	64.25
9	84.80	96.75
10	86.40	140.75
11	87.00	158.75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก11 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.42 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	14.40	0.00
2	15.10	3.50
3	15.90	9.50
4	17.00	20.50
5	18.30	40.00
6	19.30	60.00
7	19.70	70.00
8	20.50	94.00
9	21.00	111.50
10	21.50	131.50
11	22.00	154.00
12	22.40	174.00
13	23.00	207.00
14	23.30	223.50
15	23.60	241.50
16	24.90	326.00
17	25.00	333.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล				ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย , มม.												ปริมาณฝนรายปี, มม.				
			ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม - ถึง	จำนวนปี ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1. A. Muang Cha Choeng Sao	03012	ฉะเชิงเทรา	13-41-16	101-04-47	1952 - 2002	51	-	51	74.7	151.5	135.5	150.0	185.5	260.7	184.4	38.8	7.6	8.6	16.6	30.4	1,067.6	176.7	1,244.3	1,787.4	573.8
2. A. Phanom Sarakham	03022	ฉะเชิงเทรา	13-44-51	101-21-00	1952 - 2002	51	-	51	91.7	171.4	171.4	172.6	212.7	294.5	204.0	35.7	8.0	9.8	20.6	47.0	1,226.6	213.0	1,439.6	2,127.6	820.0
3. A. Bang Nam Prieo	03032	ฉะเชิงเทรา	13-50-45	101-03-24	1952 - 2002	51	2	49	82.1	159.9	160.5	189.4	228.5	277.9	170.1	37.6	6.4	12.0	17.3	35.6	1,186.4	191.0	1,377.4	2,141.0	874.0
4. A. Ban Pho	03042	ฉะเชิงเทรา	13-35-50	101-04-55	1952 - 2002	51	-	51	65.8	135.6	124.3	122.6	161.3	211.7	163.7	34.9	4.1	7.4	14.5	28.1	919.2	154.9	1,074.0	1,536.9	461.6
5. A. Bang Khla	03052	ฉะเชิงเทรา	13-43-30	101-12-40	1952 - 2002	51	1	50	79.6	149.2	131.8	164.0	196.2	268.0	165.1	31.2	8.6	6.7	17.9	34.8	1,074.4	178.9	1,253.3	1,895.7	445.8
6. Bang Pakong Agriculture Settlement	03062	ฉะเชิงเทรา	13-30-00	100-50-00	1960 - 1980	21	3	18	48.1	159.9	143.0	116.9	303.2	279.8	243.3	30.9	9.4	2.3	14.0	19.4	1,246.0	124.2	1,370.2	2,998.4	615.6
7. Chaiyanuchit Regulator (CKD.1)	03070	ฉะเชิงเทรา	13-41-42	100-51-54	1960 - 1979	20	2	18	28.5	136.6	125.3	132.4	160.9	295.9	141.2	32.8	7.4	3.7	16.5	14.3	992.3	103.2	1,095.4	1,298.7	791.1
8. Bang Kha Nak Regulator (CKD.2)	03080	ฉะเชิงเทรา	13-51-34	101-07-37	1952 - 2001	50	-	50	88.2	160.4	154.1	164.8	203.2	303.8	162.5	32.7	5.4	7.0	12.8	27.0	1,148.8	173.1	1,321.9	1,852.7	30.5
9. Tha Khai Regulator (CKD.3)	03090	ฉะเชิงเทรา	13-41-14	101-03-57	1952 - 2002	51	1	50	76.0	144.0	135.5	147.5	182.3	264.6	173.9	39.1	8.5	8.5	13.9	25.5	1,047.8	171.6	1,219.4	1,624.6	766.7
10. Tha Thua Regulator (CKD.4)	03100	ฉะเชิงเทรา	13-37-07	101-02-57	1953 - 2002	50	1	49	64.1	137.0	132.6	125.5	172.3	237.9	165.4	33.7	5.6	9.7	14.2	28.6	970.7	155.9	1,126.6	1,601.7	489.2
11. Paktakong Regulator (CKD.5)	03110	ฉะเชิงเทรา	13-32-23	100-58-52	1952 - 2000	49	-	49	53.4	137.4	135.7	154.2	165.1	233.9	167.9	32.4	5.2	7.1	9.9	18.7	994.3	126.7	1,120.9	1,607.8	576.1
12. Thep Rang San Regulator (CKD.6)	03120	ฉะเชิงเทรา	13-29-32	100-57-24	1960 - 2000	41	-	41	41.3	111.7	121.4	120.8	140.4	214.9	158.3	28.6	6.2	6.0	8.7	21.1	867.5	111.9	979.4	1,674.0	368.2
13. Nang Hong Regulator (CKD.7)	03130	ฉะเชิงเทรา	13-30-03	100-49-16	1960 - 2000	41	-	41	52.3	141.2	135.3	140.8	177.3	280.0	207.1	33.3	8.7	9.8	12.6	21.7	1,081.6	138.4	1,220.0	1,760.2	593.2
14. Phraya Wisut Regulator (CKD.10)	03140	ฉะเชิงเทรา	13-28-28	100-54-46	1963 - 2000	38	-	38	40.9	124.1	121.9	131.0	155.6	221.8	180.0	35.5	6.6	7.4	5.2	23.6	934.4	119.2	1,053.6	1,606.7	330.9
15. Bang Rong Regulator (CKD.11)	03150	ฉะเชิงเทรา	13-48-39	101-08-58	1963 - 2000	38	-	38	79.6	162.3	153.8	150.4	208.1	276.2	147.3	30.5	3.6	5.1	12.5	30.3	1,098.1	161.6	1,259.8	1,826.7	826.8
16. Ban Mai Regulator (CKD.12)	03160	ฉะเชิงเทรา	13-42-09	101-04-36	1963 - 2000	38	-	38	52.8	137.2	102.1	113.1	150.4	232.6	139.4	24.3	7.4	4.5	9.4	18.4	874.8	116.8	991.6	1,246.2	556.1
17. K.A. Ratchasan	03172	ฉะเชิงเทรา	13-46-42	101-16-51	1977 - 2002	26	-	26	78.4	158.3	143.9	145.8	200.2	259.7	167.8	27.5	3.1	8.0	14.5	32.1	1,075.7	163.6	1,239.3	1,618.1	796.4
18. Military Livestock Breeding	03184	ฉะเชิงเทรา	13-42-53	101-22-25	1976 - 2002	27	7	20	78.7	185.5	175.4	164.9	238.8	272.4	171.4	26.3	5.1	6.0	14.9	17.5	1,208.3	148.6	1,356.9	1,798.4	1,053.3
19. Sombum Regulator (NNK.9)	03190	ฉะเชิงเทรา	13-57-54	101-08-11	1952 - 2000	49	-	49	60.1	171.3	168.2	180.4	214.3	290.3	157.1	25.8	3.3	3.7	8.8	22.7	1,181.6	124.4	1,306.0	2,080.2	540.2
20. 17 Canal Regulator (SRS.3)	03200	ฉะเชิงเทรา	13-52-37	100-58-18	1953 - 2000	48	-	48	51.6	131.6	128.4	157.6	177.3	240.5	121.6	24.5	3.3	2.8	10.7	13.7	957.0	106.6	1,063.6	1,802.5	421.8
21. Tha Lat Headwork (KGT.2)	03210	ฉะเชิงเทรา	13-44-30	101-21-03	1955 - 1995	41	1	40	82.4	160.4	178.3	166.4	225.7	288.6	207.0	33.1	8.0	10.8	14.0	34.4	1,226.4	182.7	1,409.0	2,152.6	873.6
22. Tha Lat Outlet (LAT.2)	03220	ฉะเชิงเทรา	13-28-11	101-39-06	1967 - 1995	29	-	29	86.4	154.9	152.2	169.3	213.1	244.4	176.7	31.5	8.2	5.3	15.1	36.7	1,110.6	183.0	1,293.7	2,295.3	838.0
23. Khlong Siyat (KGT.18)	03231	ฉะเชิงเทรา	13-28-29	101-37-44	1967 - 2002	36	2	34	88.3	151.6	158.3	172.8	202.2	257.1	173.6	27.1	4.6	11.9	27.8	62.5	1,115.6	222.2	1,337.8	1,916.5	687.2
24. A. Sanamchaikhet	03242	ฉะเชิงเทรา	13-39-21	101-26-56	1970 - 2002	33	1	32	60.6	117.4	121.0	119.7	155.0	208.5	170.7	25.4	1.8	4.3	12.8	30.2	892.4	135.0	1,027.4	1,574.2	645.1
25. Khlong Tha Thong Lang Regulator (PTG.1)	03250	ฉะเชิงเทรา	13-40-37	101-12-43	1972 - 1988	17	1	16	79.3	150.2	113.0	161.2	192.6	220.7	137.2	36.4	6.7	11.9	7.9	17.7	974.8	159.9	1,134.7	1,431.3	782.6
26. Khlong Bang Phai Regulator (PTG.2)	03260	ฉะเชิงเทรา	13-39-28	101-06-01	1972 - 1988	17	-	17	47.2	112.6	109.1	120.7	156.0	213.3	133.8	43.0	3.2	2.4	6.0	8.2	845.4	110.0	955.5	1,362.9	570.2
27. Khlong Ban Pho Regulator (PTG.4)	03270	ฉะเชิงเทรา	13-34-17	101-03-52	1972 - 1988	17	-	17	57.8	146.8	124.7	130.2	181.8	218.2	147.4	35.2	6.3	9.5	15.2	29.0	949.1	153.0	1,102.1	1,575.6	717.4
28. Khlong Lod Yai Kham Regulator (PTG.5)	03280	ฉะเชิงเทรา	13-32-26	101-02-57	1973 - 1988	16	-	16	20.7	123.7	128.4	144.8	178.7	204.4	104.0	31.8	8.7	3.1	12.9	13.2	884.0	90.5	974.5	1,314.3	508.8
29. Khlong Na Bon Regulator (PTG.3)	03290	ฉะเชิงเทรา	13-37-24	101-05-44	1975 - 1988	14	-	14	42.3	93.6	106.4	103.2	164.5	187.8	113.2	29.4	1.7	0.0	12.9	11.0	768.7	97.3	866.0	1,247.6	573.3
30. Ban Sum Pa Ngam (KGT.25)	03301	ฉะเชิงเทรา	13-41-09	101-36-32	1978 - 1993	16	-	16	68.2	124.6	125.6	177.5	201.9	222.6	168.4	29.5	0.7	5.2	12.7	31.6	1,020.6	147.8	1,168.4	1,791.2	685.8

ภาพผนวกที่ ข1 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล	จำนวนปี			ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย , มม.												ปริมาณฝนรายปี, มม.				
			ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม ถึง	ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
31. A. Bang Pakong	03312	ฉะเชิงเทรา	13-35-47	101-01-07	1982 - 2003	22	1	21	43.6	93.0	92.7	102.9	137.2	194.7	137.6	18.7	3.2	9.1	6.3	15.6	758.0	96.5	854.6	1,418.0	374.4
32. Phan Thong Khayai Project	03320	ฉะเชิงเทรา	13-28-41	101-00-40	1973 - 1991	19	-	19	41.2	108.9	123.7	141.7	162.5	210.7	177.7	43.5	2.1	4.7	10.8	22.1	925.1	124.3	1,049.5	1,300.9	539.7
33. A. Pong Nam Pon	06062	จันทบุรี	12-54-24	102-16-02	1952 - 2002	51	-	51	106.6	307.4	406.7	405.5	469.5	375.7	222.4	39.8	4.9	10.2	23.9	51.8	2,187.3	237.3	2,424.6	4,111.3	817.4
34. Ban Khunsong (Z.28)	06131	จันทบุรี	13-04-25	101-56-55	1986 - 2002	17	-	17	111.0	249.7	235.5	278.4	313.5	296.7	219.5	32.9	6.4	24.1	28.5	62.3	1,593.1	265.2	1,858.3	2,560.7	1,482.8
35. A. Muang Chon Buri	09013	ชลบุรี	13-21-36	100-59-21	1952 - 2002	51	1	50	73.9	171.1	129.5	138.9	159.3	282.0	216.7	54.2	5.3	10.3	17.7	36.5	1,097.5	197.9	1,295.4	1,759.7	782.5
36. A. Phanat Nikhom	09022	ชลบุรี	13-27-00	101-10-50	1954 - 2002	49	3	46	95.9	139.2	118.1	129.5	142.6	223.7	172.6	39.2	5.1	8.8	22.6	56.0	925.7	227.7	1,153.4	1,568.9	379.9
37. A. Phan Thong	09032	ชลบุรี	13-28-07	101-06-02	1952 - 2001	50	2	48	80.1	136.5	111.5	117.8	143.2	198.2	163.6	28.0	5.0	10.4	17.8	43.7	870.8	185.0	1,055.8	1,833.7	598.0
38. A. Si Racha	09042	ชลบุรี	13-10-37	100-56-01	1952 - 2002	51	1	50	78.3	141.9	107.7	100.0	117.3	224.2	218.7	51.1	8.9	8.1	26.1	39.5	909.9	212.1	1,121.9	2,045.8	356.9
39. A. Ban Bung	09062	ชลบุรี	13-18-30	101-07-00	1952 - 2001	50	-	50	88.8	140.1	112.6	128.0	127.9	212.9	194.7	40.6	6.6	7.6	23.6	54.0	916.2	221.2	1,137.3	1,649.5	742.8
40. Bang Sa - Mae Regulator (PTG.6)	09110	ชลบุรี	13-29-07	101-02-42	1973 - 1991	19	-	19	53.1	129.0	126.0	129.3	165.2	209.4	170.0	36.8	2.2	3.9	9.9	21.9	929.0	127.9	1,056.8	1,332.8	699.2
41. Ban Bung Tank (TNK.147)	09140	ชลบุรี	13-14-12	101-07-42	1975 - 1990	16	-	16	97.1	182.1	127.4	126.5	124.2	202.6	213.6	61.7	8.7	9.3	25.9	45.6	976.4	248.3	1,224.8	2,027.8	813.1
42. Bang Phra Tank (TNK.1)	09160	ชลบุรี	13-12-04	100-57-59	1954 - 2002	49	-	49	95.1	168.4	117.5	115.8	154.9	262.3	224.9	51.3	7.4	9.0	36.0	52.1	1,043.8	250.9	1,294.6	2,056.3	772.8
43. Khlong Luang (KGT.19)	09171	ชลบุรี	13-23-17	101-20-40	1965 - 2002	38	-	38	88.7	149.3	127.9	139.8	164.0	230.0	159.3	28.2	6.4	14.4	33.9	63.8	970.3	235.5	1,205.8	1,644.7	819.3
44. A. Muang Nakhon Nayok	22012	นครนายก	14-12-06	101-13-11	1952 - 2002	51	1	50	91.7	212.1	280.7	296.2	371.3	368.0	177.9	34.4	3.6	6.5	16.9	38.0	1,706.3	191.1	1,897.5	2,931.6	1,051.8
45. A. Ongkharak	22022	นครนายก	14-07-24	101-00-20	1953 - 2000	48	-	48	85.9	202.5	199.5	237.1	289.6	342.3	175.4	29.3	7.2	4.4	14.7	34.6	1,446.4	176.0	1,622.4	3,810.6	763.6
46. A. Pak Phli	22032	นครนายก	14-09-44	101-15-56	1952 - 2001	50	-	50	71.0	179.6	261.2	263.0	352.3	321.3	165.8	34.3	6.5	2.4	14.1	32.5	1,543.2	160.7	1,704.0	2,760.9	789.4
47. A. Ban Na	22042	นครนายก	14-15-54	101-03-51	1952 - 2002	51	-	51	81.1	196.8	220.7	255.1	316.8	335.9	174.4	38.1	8.8	5.9	23.1	36.9	1,499.7	194.0	1,693.7	2,576.7	747.6
48. Khlong 16 Regulator (SRS.2)	22050	นครนายก	13-57-45	100-57-48	1952 - 2000	49	3	46	65.9	144.7	153.6	173.1	211.3	278.1	167.3	32.2	5.3	4.0	13.4	24.4	1,128.0	145.1	1,273.1	2,088.0	542.2
49. Nakhon Nayok Regulator (NNK.1)	22060	นครนายก	14-10-54	101-09-56	1952 - 1990	39	-	39	102.6	199.5	251.6	288.5	324.5	364.5	186.1	35.9	7.9	5.2	16.3	29.1	1,614.8	197.1	1,811.8	2,342.7	1,184.2
50. Tha Chang Regulator (NNK.2)	22070	นครนายก	14-11-42	101-11-35	1952 - 1990	39	-	39	103.0	209.8	282.8	328.7	374.7	402.2	196.9	39.2	8.8	7.4	19.0	25.6	1,795.1	202.9	1,998.0	2,770.2	1,247.8
51. Km. 9.000 (NNK.3)	22080	นครนายก	14-07-52	101-14-12	1960 - 1990	31	-	31	52.7	125.2	188.4	223.3	267.9	256.8	139.0	31.7	4.4	4.0	9.6	9.0	1,200.6	111.5	1,312.1	1,938.4	730.1
52. Lam Bua Loi Regulator (NNK.4)	22090	นครนายก	14-04-37	101-15-07	1962 - 1990	29	-	29	42.1	167.5	196.6	238.6	283.1	303.3	133.5	26.5	5.9	6.9	12.8	14.5	1,322.6	108.6	1,431.2	2,220.3	461.9
53. Bang Hoi Regulator (NNK.5)	22100	นครนายก	14-02-29	101-12-14	1952 - 1990	39	-	39	76.2	190.7	217.3	261.2	291.4	348.0	184.7	40.7	5.1	5.9	17.9	28.6	1,493.3	174.3	1,667.6	2,640.8	1,152.7
54. Si Chula Regulator (NNK.6)	22110	นครนายก	14-05-47	101-10-27	1952 - 1990	39	-	39	76.2	190.7	217.3	261.2	291.4	348.0	184.7	40.7	5.1	5.9	17.9	28.6	1,493.3	174.3	1,667.6	2,640.8	1,152.7
55. Ban Na Regulator (NNK.7)	22120	นครนายก	14-11-48	101-03-43	1960 - 1990	31	-	31	86.7	184.7	213.7	249.1	310.5	343.9	206.9	33.7	8.9	3.8	16.3	30.8	1,508.7	180.1	1,688.8	2,511.5	1,146.1
56. Bang Mao Regulator (NNK.8)	22130	นครนายก	14-02-52	101-06-54	1952 - 1990	39	-	39	91.0	178.8	205.4	250.2	266.6	335.3	189.1	44.4	5.3	9.5	24.1	24.6	1,425.5	198.8	1,624.4	2,585.2	815.6
57. Saowapha Phongsi Regulator (NNK.10)	22140	นครนายก	14-07-26	101-00-13	1952 - 2000	49	2	47	78.3	189.7	211.9	236.2	292.6	344.6	202.2	45.5	7.9	3.7	15.3	27.0	1,477.3	177.6	1,654.9	3,003.1	786.0
58. Bang Plakot Regulator (NNK.11)	22150	นครนายก	14-08-35	100-59-07	1952 - 1990	39	-	39	79.8	160.3	172.7	221.7	252.0	344.4	191.4	35.6	12.7	3.8	22.3	28.7	1,342.6	182.9	1,525.5	2,260.9	889.4
59. Ban Saimun Regulator (NNK.12)	22160	นครนายก	14-09-27	101-07-02	1960 - 1990	31	-	31	72.6	185.2	217.2	249.4	291.0	305.5	192.2	32.1	6.6	5.2	12.6	27.7	1,440.5	156.8	1,597.2	2,451.9	962.0
60. Bang E - Lek Regulator (NNK.13)	22170	นครนายก	14-05-58	101-03-59	1960 - 1990	31	-	31	74.9	167.1	175.9	207.8	244.8	288.6	189.2	29.9	5.3	7.6	19.1	19.6	1,273.5	156.4	1,429.9	2,080.7	486.1

ภาพผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานีวัดน้ำฝน	รหัส สถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล				ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย , มม.												ปริมาณฝนรายปี, มม.				
			ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม ถึง	จำนวนปี			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
						ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล																	
61. Khao Lon Regulator (NNK.14)	22180	นครนายก	14-14-34	101-16-37	1960 - 1990	31	-	31	70.8	196.9	307.0	400.3	459.6	363.2	187.1	37.2	7.1	6.8	16.5	31.2	1,914.1	169.8	2,083.8	2,959.6	1,135.0
62. Bang Phlai Regulator (NNK.15)	22190	นครนายก	14-13-20	101-08-12	1963 - 1990	28	-	28	60.2	170.9	207.2	270.1	273.4	319.0	130.0	31.4	11.1	3.9	11.6	21.8	1,370.6	140.0	1,510.5	2,166.5	916.6
63. Chamuk Kluang Outlet (NNK.16)	22200	นครนายก	14-11-49	101-07-04	1963 - 1990	28	-	28	41.9	144.7	178.1	233.1	240.2	254.1	130.1	24.4	5.0	2.1	8.3	15.8	1,180.2	97.4	1,277.7	2,024.8	421.8
64. Sam Tambon (NNK.17)	22210	นครนายก	14-10-07	101-09-02	1963 - 1990	28	-	28	67.5	226.0	259.0	298.3	331.4	328.4	163.5	26.5	6.1	4.1	16.7	22.6	1,606.6	143.4	1,750.0	3,112.2	953.9
65. Upper 2 L - 2 L Canal Outlet (NNK.18)	22220	นครนายก	14-07-43	101-07-17	1963 - 1990	28	-	28	47.5	153.9	189.0	207.1	239.4	265.0	142.1	20.7	1.8	5.7	12.7	12.9	1,196.5	101.4	1,297.8	2,054.3	589.2
66. Lower 1 L Canal (NNK.19)	22230	นครนายก	14-06-42	101-02-02	1963 - 1990	28	-	28	67.3	164.1	160.5	216.0	229.2	255.5	161.0	22.4	8.3	8.6	15.0	24.7	1,186.3	146.3	1,332.5	2,292.2	386.0
67. Canal 14 Regulator (NNK.20)	22240	นครนายก	14-07-52	100-55-04	1963 - 1990	28	-	28	35.7	119.5	131.4	167.6	189.5	225.1	137.8	24.4	8.0	3.2	8.5	7.4	970.8	87.1	1,058.0	1,658.4	493.9
68. Toei Yai Regulator (NNK.21)	22250	นครนายก	14-01-50	101-08-24	1963 - 1990	28	-	28	50.8	133.3	159.8	183.6	219.4	251.4	136.6	19.7	5.9	7.2	14.8	25.9	1,084.0	124.3	1,208.3	1,666.8	680.8
69. Khlong Muang Regulator (NNK.22)	22260	นครนายก	14-11-18	101-12-01	1963 - 1990	28	-	28	93.4	202.3	250.0	292.2	341.8	344.4	169.3	30.4	9.0	4.1	16.2	26.9	1,600.0	179.9	1,780.0	2,454.2	1,154.3
70. Ko Ka Outlet (NNK.23)	22270	นครนายก	14-06-28	101-14-06	1963 - 1990	28	-	28	49.0	151.5	212.5	238.7	280.0	292.2	131.5	29.4	4.9	6.6	15.2	10.1	1,306.4	115.2	1,421.6	2,277.9	771.0
71. Lam Ai - Ngon Regulator (NNK.24)	22280	นครนายก	14-03-37	101-15-53	1963 - 1990	28	-	28	32.1	168.4	183.9	240.7	258.7	287.2	134.7	24.7	4.0	7.1	13.2	14.3	1,273.6	95.4	1,368.9	2,252.2	621.2
72. Thepphalok Outlet (NNK.25)	22290	นครนายก	14-04-15	101-03-53	1963 - 1990	28	-	28	52.9	166.1	173.5	227.8	264.0	301.0	167.9	32.8	6.1	2.9	22.0	22.6	1,300.3	139.4	1,439.6	1,966.4	822.1
73. Ban Khlong Yang (KGT.27)	22301	นครนายก	14-12-02	101-22-05	1983 - 2000	18	-	18	103.0	258.4	320.8	391.8	473.9	484.7	228.2	37.4	9.0	16.5	21.8	69.7	2,157.7	257.4	2,415.1	2,886.4	1,833.0
74. Khlong Thadan (NY.5)	22331	นครนายก	14-18-30	101-20-00	1986 - 2002	17	-	17	134.8	264.5	447.8	469.9	523.6	520.0	199.9	46.4	5.2	20.0	22.3	83.9	2,425.7	312.7	2,738.4	3,602.2	1,940.8
75. Khao Nang Buat (NY.1B)	22341	นครนายก	14-14-45	101-16-38	1989 - 2002	14	-	14	85.8	196.9	238.4	248.1	299.2	306.6	88.3	15.5	2.8	0.6	13.1	55.1	1,377.5	172.7	1,550.1	2,139.4	938.9
76. Ban Mai Samrong Agriculture Experimental Station	25142	นครราชสีมา	14-23-00	101-41-00	1953 - 2002	50	-	50	88.3	155.6	80.7	89.8	114.1	242.2	157.7	33.7	4.6	7.8	17.3	47.8	840.1	199.5	1,039.5	1,484.3	722.2
77. Ban San Chao Pho School	25152	นครราชสีมา	14-23-00	101-53-00	1955 - 2002	48	9	39	78.0	158.5	164.2	140.3	198.2	263.7	168.7	30.2	1.7	3.2	15.3	42.3	1,093.5	170.8	1,264.3	2,211.5	653.4
78. Forest Protected Station Unit 3	25284	นครราชสีมา	14-25-00	101-58-00	1966 - 2000	35	3	32	95.2	137.0	96.9	101.2	131.8	238.0	183.0	40.7	4.7	7.7	16.8	62.9	888.0	228.1	1,116.0	1,462.9	778.1
79. Upper Lam Sae (M.81)	25530	นครราชสีมา	14-23-51	102-15-20	1967 - 1990	24	-	24	80.5	136.1	90.9	99.2	108.9	222.8	154.1	39.6	3.7	6.1	17.8	68.9	811.9	216.6	1,028.6	1,492.3	619.0
80. Lam Plai Mat (M.121)	25631	นครราชสีมา	14-18-27	102-26-22	1983 - 1986	4	-	4	120.4	109.9	40.5	141.3	117.3	175.5	191.8	46.1	7.0	1.5	7.5	35.8	776.3	218.2	994.5	1,119.9	843.5
81. Lam Sae (M.81A)	25660	นครราชสีมา	14-22-22	102-15-40	1984 - 1990	7	-	7	117.8	160.5	72.0	72.9	102.0	211.2	155.8	43.9	0.0	5.2	29.0	49.2	774.4	245.2	1,019.6	1,200.3	830.0
82. Huai Hin Tank (TNK.159)	25670	นครราชสีมา	14-18-48	102-26-22	1986 - 1996	11	-	11	56.0	132.5	78.7	89.4	120.6	206.8	160.7	25.2	5.5	0.0	8.4	42.9	788.6	138.0	926.6	1,149.0	691.1
83. Lam Plai Mat Project	25680	นครราชสีมา	14-19-04	102-28-42	1987 - 1994	8	1	7	66.6	142.9	82.6	118.3	136.6	220.8	164.5	42.2	0.0	2.9	18.9	56.7	865.7	187.3	1,052.9	1,131.5	908.4
84. Sala Khru Regulator (NRS.7)	32150	ปทุมธานี	14-16-27	100-53-52	1960 - 2000	41	2	39	52.3	130.9	151.0	137.1	209.1	241.0	136.6	25.9	3.6	2.7	8.9	21.6	1,005.6	115.0	1,120.6	1,910.0	525.9
85. Phra Thammaracha Regulator (NRS.10)	32180	ปทุมธานี	14-04-37	100-53-57	1952 - 2000	49	2	47	67.5	150.1	157.3	172.5	217.2	262.0	166.5	36.2	7.8	4.9	16.0	28.9	1,125.6	161.3	1,286.9	1,877.4	627.7
86. Km. 22,100 Regulator (NRS.14)	32220	ปทุมธานี	14-08-16	100-54-07	1963 - 2000	38	2	36	59.9	144.3	155.8	169.9	221.1	280.7	147.6	29.6	8.7	4.5	10.3	22.3	1,119.4	135.3	1,254.8	2,058.8	645.5
87. Km. 11.700 Regulator (NRS.15)	32230	ปทุมธานี	14-11-43	100-54-05	1963 - 2000	38	2	36	58.7	131.1	159.8	180.1	208.5	259.6	149.4	32.0	7.3	3.6	11.3	23.2	1,088.5	136.1	1,224.6	2,008.4	439.3
88. A. Nong Chok	41042	กรุงเทพ	13-51-14	100-51-56	1952 - 2002	51	2	49	52.7	150.2	149.0	154.8	199.0	282.0	166.7	29.4	3.8	5.0	13.4	19.1	1,101.7	123.4	1,225.0	2,278.1	357.3
89. A. Muang Prachin Buri	44013	ปราจีนบุรี	14-03-00	101-22-23	1952 - 2001	50	-	50	121.9	217.1	266.1	286.7	375.3	364.6	167.3	32.3	6.6	7.3	22.0	58.5	1,677.1	248.6	1,925.7	2,584.2	1,267.7
90. A. Ban Sang	44022	ปราจีนบุรี	13-59-50	101-13-30	1952 - 2001	50	-	50	87.7	174.4	192.8	225.7	256.2	322.6	163.0	35.1	5.1	6.7	13.7	39.7	1,334.8	188.0	1,522.8	2,229.8	719.4

ภาพผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานีวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จังหวัด	พิกัด		ช่วงปีสถิติข้อมูล	จำนวนปี			ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย , มม.												ปริมาณฝนรายปี, มม.				
			ละติจูด (น.)	ลองติจูด (อ.)	เริ่ม - ถึง	ทั้งหมด	ไม่ได้บันทึก	ที่มีข้อมูล	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
91. A. Si Maha Phot	44032	ปราจีนบุรี	13-57-50	101-30-58	1952 - 2001	50	-	50	81.0	180.4	221.8	242.0	282.8	295.4	135.4	21.9	5.7	5.4	14.4	36.3	1,357.8	164.8	1,522.6	2,167.0	756.1
92. A. Kabin Buri	44043	ปราจีนบุรี	13-59-01	101-42-33	1952 - 2002	51	-	51	79.3	188.0	215.6	258.3	303.1	297.8	156.2	26.9	4.4	6.5	22.0	41.8	1,419.1	180.9	1,600.0	2,421.1	1,198.2
93. A. Prachan Takham	44062	ปราจีนบุรี	14-03-45	101-31-05	1952 - 2002	51	-	51	71.8	221.5	242.2	277.7	337.0	303.4	139.4	24.2	6.1	4.7	15.0	37.7	1,521.1	159.5	1,680.6	2,985.7	621.7
94. Huai Khrai Project	44100	ปราจีนบุรี	13-51-02	101-53-02	1974 - 1990	17	-	17	83.1	180.1	228.2	213.6	262.1	263.7	174.6	17.5	1.8	5.7	25.5	45.3	1,322.4	178.8	1,501.2	2,215.4	1,211.8
95. A. Nadi	44132	ปราจีนบุรี	14-06-30	101-45-25	1965 - 2002	38	1	37	87.3	209.6	279.2	327.3	396.5	373.8	207.6	40.9	6.6	11.3	22.3	53.1	1,793.9	221.4	2,015.3	3,296.4	1,441.7
96. Lam Phaya Than (KGT.14)	44181	ปราจีนบุรี	14-09-30	101-52-52	1967 - 2002	36	-	36	92.6	200.9	276.1	335.7	357.0	342.6	204.9	39.4	7.8	8.1	25.5	53.4	1,717.2	226.8	1,944.0	2,432.2	1,484.4
97. Huai Sanong (KGT.15A)	44191	ปราจีนบุรี	14-10-37	101-47-30	1968 - 2002	35	-	35	84.1	183.5	239.3	287.5	301.7	301.7	179.6	32.8	5.6	4.8	15.2	41.9	1,493.3	184.5	1,677.8	2,251.7	991.9
98. Ban Tha Kho (KGT.24)	44201	ปราจีนบุรี	14-10-34	101-35-30	1972 - 1988	17	3	14	66.3	193.8	333.6	420.7	483.4	360.6	175.4	46.1	5.2	7.4	25.1	32.9	1,967.6	183.1	2,150.7	2,921.6	1,668.0
99. Kapho Yai Regulator	44220	ปราจีนบุรี	13-58-33	101-34-45	1975 - 1993	19	-	19	52.7	189.7	247.0	259.1	334.4	290.1	160.9	5.7	0.0	0.0	3.9	10.3	1,481.2	72.6	1,553.8	1,988.6	1,081.7
100. Bang Phluang Project	44230	ปราจีนบุรี	14-00-00	101-18-53	1977 - 1990	14	-	14	109.0	218.6	265.0	282.7	342.6	349.7	165.2	20.4	0.9	2.7	12.6	29.3	1,623.7	174.9	1,798.7	2,138.2	1,277.6
101. Lower Tha Hae Canal Regulator	44250	ปราจีนบุรี	14-01-23	101-27-24	1979 - 1993	15	-	15	56.0	174.5	214.0	242.9	299.5	291.0	186.2	3.9	0.0	0.0	1.8	5.9	1,408.1	67.5	1,475.6	2,001.0	978.0
102. Wang Sai Canal Outlet	44260	ปราจีนบุรี	13-58-42	101-36-10	1978 - 1993	16	-	16	23.9	174.1	213.6	232.4	307.4	269.9	146.8	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1,344.1	27.7	1,371.9	2,017.6	891.6
103. Phet Cha - Oem Regulator	44270	ปราจีนบุรี	13-58-57	101-39-16	1978 - 1993	16	-	16	20.1	188.8	231.4	223.7	298.0	277.4	167.1	4.7	0.0	1.6	0.0	0.0	1,386.3	26.4	1,412.7	1,934.3	860.7
104. A. Khok Pip	44282	ปราจีนบุรี	13-52-39	101-23-16	1983 - 2001	19	-	19	65.1	164.4	148.8	181.3	243.4	240.9	151.1	17.4	0.9	5.9	11.9	34.8	1,129.8	136.1	1,265.8	1,935.5	787.5
105. Heo Narok (NY.4)	44301	ปราจีนบุรี	14-17-23	101-24-16	1986 - 2002	17	-	17	128.2	326.3	458.5	496.1	538.2	543.4	233.4	49.2	4.7	6.0	18.5	81.2	2,595.9	287.8	2,883.7	3,803.5	2,290.8
106. A. Bang Bo	51032	สมุทรปราการ	13-34-22	100-50-20	1952 - 2001	50	-	50	50.4	138.2	141.7	115.8	170.9	262.6	196.5	32.7	3.3	5.6	13.1	18.8	1,025.8	124.0	1,149.8	2,320.2	605.2
107. Khlong Dan Regulator (CKD.8)	51070	สมุทรปราการ	13-31-10	100-49-31	1952 - 2001	50	4	46	51.8	164.3	151.9	156.3	186.3	321.3	233.8	39.5	6.3	7.3	17.3	23.5	1,213.9	145.7	1,359.6	1,928.6	615.2
108. A. Nong Khae	54052	สระบุรี	14-20-12	100-52-10	1957 - 2002	46	-	46	60.5	166.5	149.0	168.6	219.0	250.9	132.2	34.8	7.9	4.6	22.6	27.5	1,086.2	157.9	1,244.1	1,960.4	252.6
109. A. Wihan Daeng	54122	สระบุรี	14-20-44	100-59-32	1963 - 2002	40	4	36	66.6	174.9	191.8	208.3	270.4	298.5	185.9	40.8	8.6	4.8	16.6	27.9	1,329.8	165.4	1,495.1	2,120.8	564.5
110. Phra Si Sin Regulator (RPP.4)	54220	สระบุรี	14-19-47	100-52-33	1952 - 1998	47	3	44	69.5	177.1	186.8	210.5	285.9	338.6	187.3	41.9	8.1	6.2	24.0	26.4	1,386.1	176.1	1,562.3	2,285.7	945.4
111. Km. 10.000 Regulator (NRS.16)	54320	สระบุรี	14-14-34	100-54-01	1953 - 1998	46	-	46	40.8	133.0	131.1	131.0	176.2	208.3	124.1	25.0	8.5	3.0	14.5	19.1	903.7	111.0	1,014.7	1,998.0	331.9
112. อ.เมือง	74012	สระแก้ว	13-49-09	102-04-33	1952 - 1998	47	-	47	79.5	212.7	228.0	235.1	284.4	296.6	168.1	30.4	3.7	10.5	32.0	46.3	1,425.0	202.4	1,627.4	2,473.8	1,054.8
113. A. Watthana Nakhon	74022	สระแก้ว	13-44-07	102-19-15	1952 - 2002	51	-	51	48.9	119.1	83.9	108.4	120.8	201.1	201.2	71.6	3.9	2.0	8.9	14.6	834.6	150.0	984.6	2,603.1	223.8
114. K.A. Wang Nam Yen	74052	สระแก้ว	13-31-00	102-03-00	1978 - 2002	25	1	24	70.4	130.2	143.5	147.8	178.5	215.6	158.6	9.4	0.0	5.3	9.4	28.4	974.1	122.8	1,096.9	1,499.0	498.5
115. Lam Phra Sathung (KGT.10)	74071	สระแก้ว	13-48-29	102-03-35	1967 - 2002	36	-	36	78.9	164.7	200.6	191.8	252.4	278.4	151.6	31.0	5.0	7.0	19.4	39.4	1,239.4	180.6	1,420.1	1,922.9	820.9
116. Ban Kaeng (KGT.12)	74081	สระแก้ว	13-56-02	101-58-41	1952 - 2002	51	-	51	17.7	121.7	96.3	104.1	117.1	173.7	209.0	46.7	3.8	1.0	4.0	11.1	822.0	84.3	906.3	2,242.7	323.6
117. Tha Yaek Forest Plantation	74092	สระแก้ว	13-55-00	102-01-00	1959 - 1993	35	2	33	32.8	161.3	112.9	115.9	138.2	204.6	210.4	93.9	5.6	7.5	5.4	11.8	943.2	157.1	1,100.3	1,441.7	593.5
เฉลี่ย									**70.7**	**165.0**	**177.0**	**197.8**	**238.8**	**279.3**	**170.6**	**33.2**	**5.5**	**6.2**	**15.6**	**31.4**	**1,228.6**	**162.6**	**1,391.2**	**2,089.7**	**782.6**

ภาพผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve)

สถานี KGT.3 ระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2547

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	-0.20	0.00
2	0.20	1.00
3	0.30	2.00
4	0.70	10.00
5	0.90	15.00
6	1.30	27.00
7	1.80	44.00
8	2.70	80.00
9	3.00	93.00
10	3.70	128.00
11	3.90	139.00
12	5.10	210.00
13	6.40	294.00
14	6.80	322.00
15	6.90	329.50
16	7.10	345.50
17	7.30	362.50
18	7.50	380.50
19	7.60	390.00
20	7.90	420.00
21	8.00	430.50
22	8.30	463.50
23	8.60	498.00
24	8.90	534.00
25	9.10	559.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
26	9.30	585.00
27	9.50	612.00
28	10.20	700.00
29	10.30	725.00
30	10.40	742.00

ตารางผนวกที่ ค2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2548

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	-0.40	0.00
2	0.40	6.00
3	1.20	22.00
4	2.60	64.00
5	2.80	71.00
6	3.70	107.00
7	4.70	157.00
8	4.90	169.00
9	5.10	183.00
10	5.40	207.00
11	5.70	234.00
12	6.00	264.00
13	6.20	286.00
14	6.40	310.00
15	6.50	323.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
16	6.60	337.00
17	6.80	367.00
18	7.10	415.00
19	7.20	432.00
20	7.70	522.00
21	7.80	536.00
22	7.90	548.00
23	8.20	578.00
24	8.40	594.00
25	8.70	612.00
26	9.20	632.00
27	9.40	638.00
28	9.60	642.00
29	10.10	647.00
30	10.40	647.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2549

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	-0.40	0.00
2	0.20	6.00
3	1.10	24.00
4	1.90	48.00
5	2.10	55.00
6	3.10	95.00
7	3.90	135.00
8	4.10	146.00
9	4.50	170.00
10	4.90	196.00
11	5.90	266.00
12	7.10	362.00
13	7.90	434.00
14	8.20	464.00
15	8.40	486.00
16	8.70	522.00
17	8.90	548.00
18	9.10	576.00
19	9.30	606.00
20	9.70	670.00
21	9.90	704.00
22	10.20	758.00
23	10.40	796.00
24	10.80	876.00
25	11.00	918.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2550

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.00	0.00
2	0.20	4.00
3	1.20	34.00
4	2.50	86.00
5	3.50	136.00
6	4.60	202.00
7	5.80	286.00
8	8.00	462.00
9	10.00	642.00

ตารางผนวกที่ ค5 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2551

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.40	0.00
2	1.00	18.00
3	2.40	74.00
4	2.90	99.00
5	4.00	165.00
6	4.90	228.00
7	6.00	316.00
8	7.70	469.00
9	11.30	829.00
10	12.00	906.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค6 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2552

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.00	0.00
2	1.00	30.00
3	2.50	90.00
4	4.50	190.00
5	7.30	358.00
6	8.00	407.00

ตารางผนวกที่ ค7 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	-0.20	0.00
2	0.50	14.00
3	2.10	62.00
4	3.10	102.00
5	4.30	162.00
6	5.90	258.00
7	7.50	370.00
8	8.00	410.00
9	8.50	455.00
10	9.80	585.00
11	10.80	695.00
12	11.00	719.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค8 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2554

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.00	0.00
2	0.10	1.00
3	1.10	21.00
4	2.30	57.00
5	3.90	121.00
6	4.70	161.00
7	6.00	239.00
8	7.10	316.00
9	8.10	396.00
10	8.70	450.00
11	9.60	540.00
12	10.80	672.00

ตารางผนวกที่ ค9 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2555

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.00	0.00
2	0.60	12.00
3	2.60	72.00
4	4.00	128.00
5	4.70	163.00
6	5.80	229.00
7	7.00	313.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

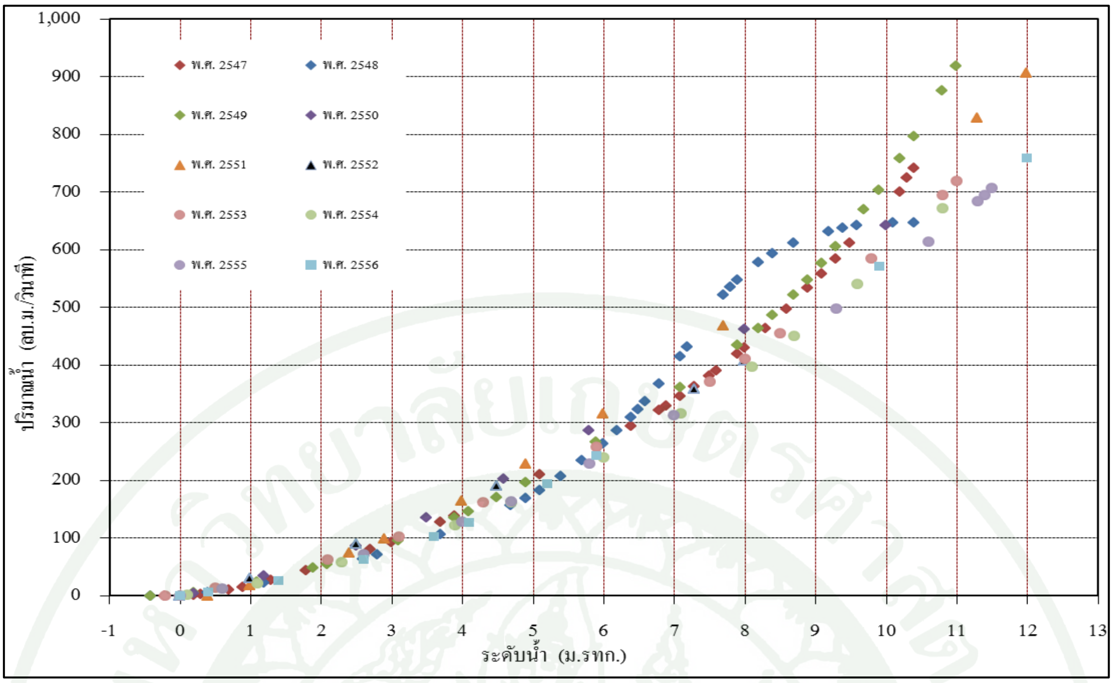
ตารางผนวกที่ ค9 (ต่อ)

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
8	9.30	497.00
9	10.60	614.00
10	11.30	684.00
11	11.40	695.00
12	11.50	707.00

ตารางผนวกที่ ค10 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณการไหล (Rating Curves) สถานี KGT.3 ปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	0.00	0.00
2	0.40	6.00
3	1.40	26.00
4	2.60	62.00
5	3.60	102.00
6	4.10	127.00
7	5.20	193.00
8	5.90	242.00
9	9.90	570.00
10	12.00	759.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



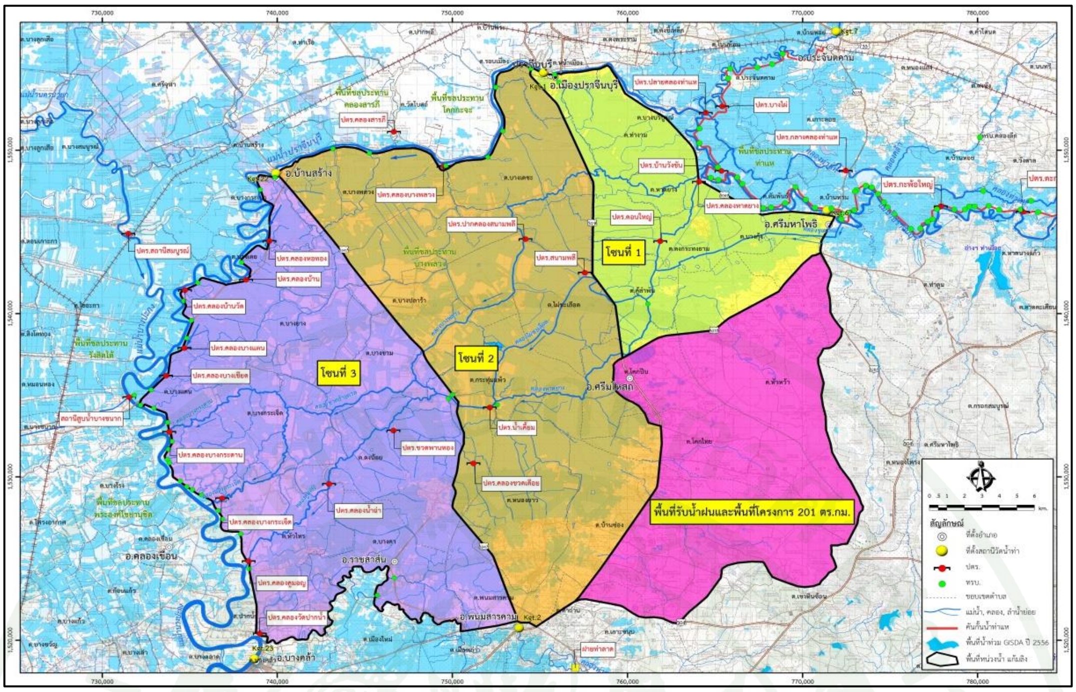
ภาพผนวกที่ ค1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve) สถานี KGT.3 ระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

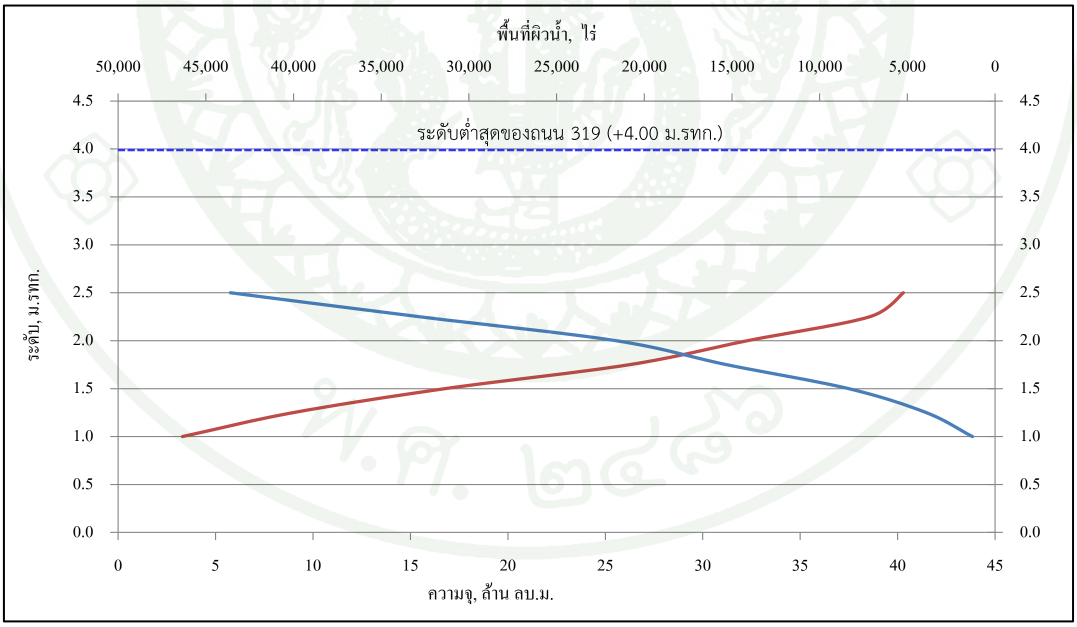
ภาคผนวก ง

การแบ่งโซนบริหารจัดการทุ่งรับน้ำและโค้งความจุเก็บกักและพื้นที่ผิว (Area-Volume Curve)
สำหรับบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษา

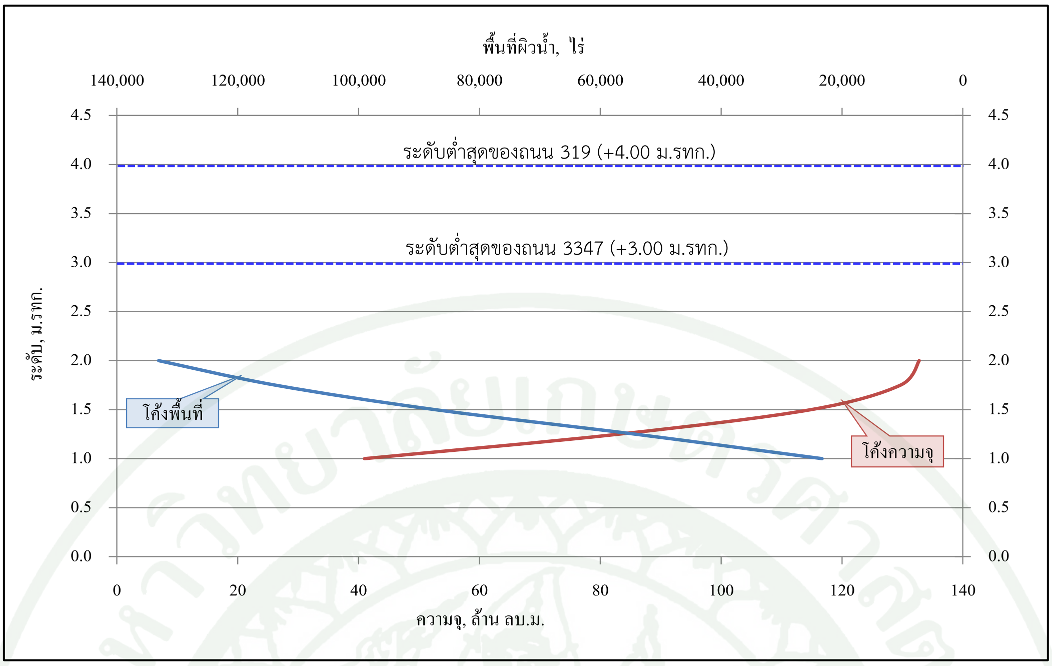
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



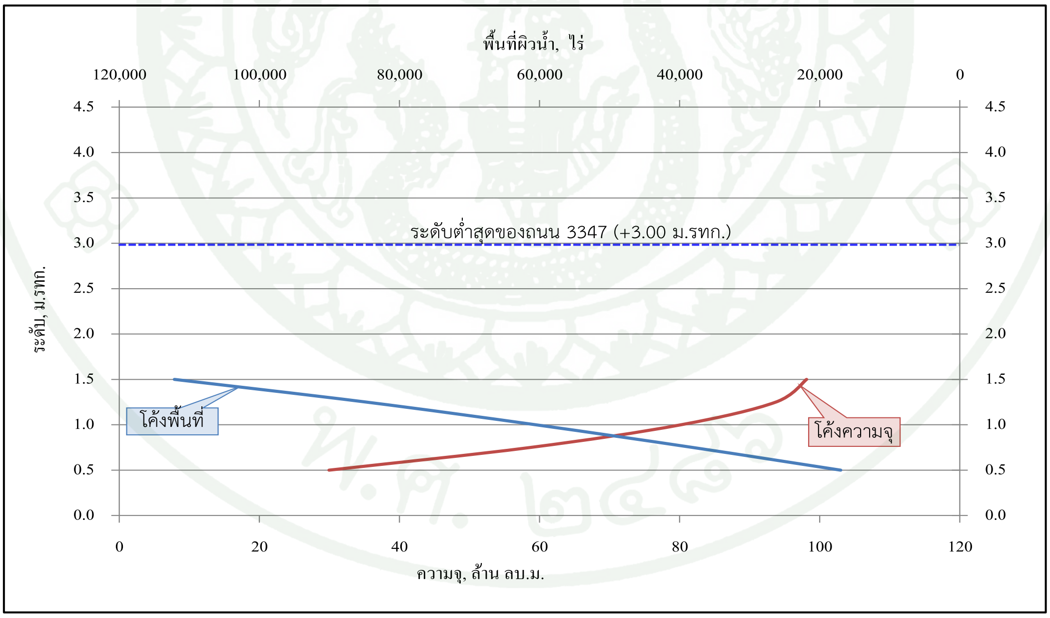
ภาพผนวกที่ ง1 การแบ่งโซนการบริหารจัดการทุ่งรับน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง



ภาพผนวกที่ ง2 โค้งความจุโซนที่ 1 ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง

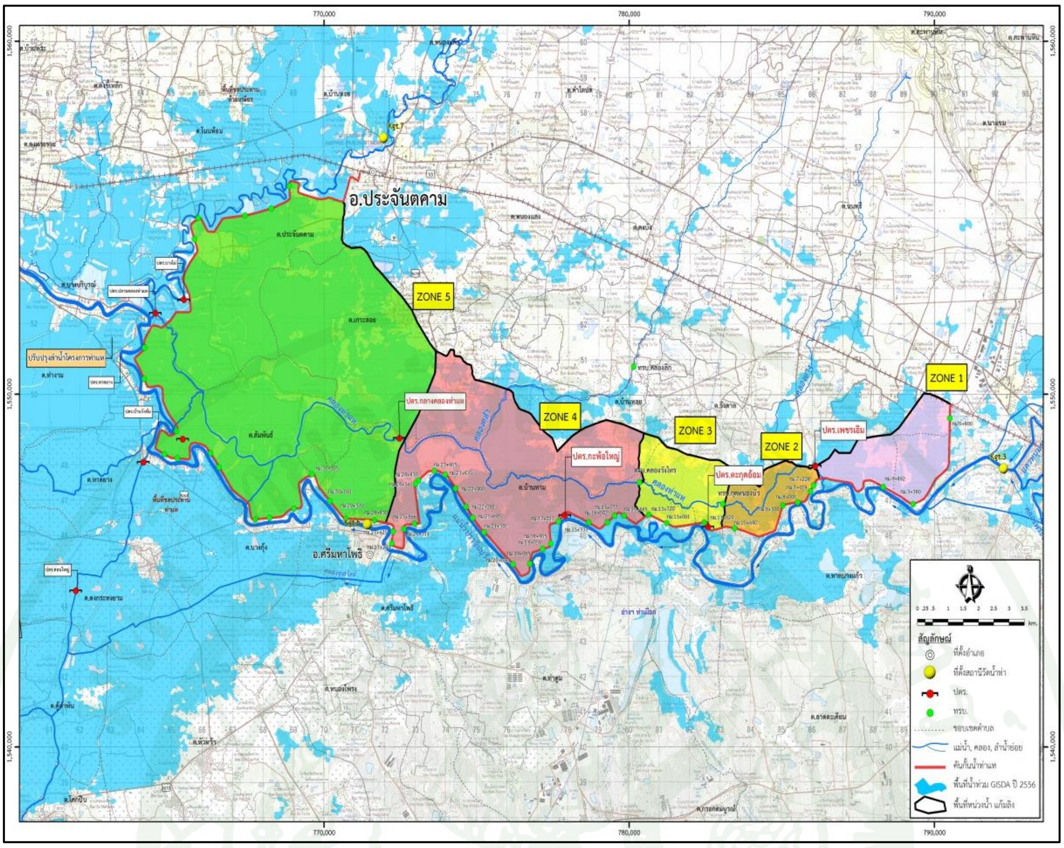


ภาพผนวกที่ ง3 โค้งความจุโซนที่ 2 ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง

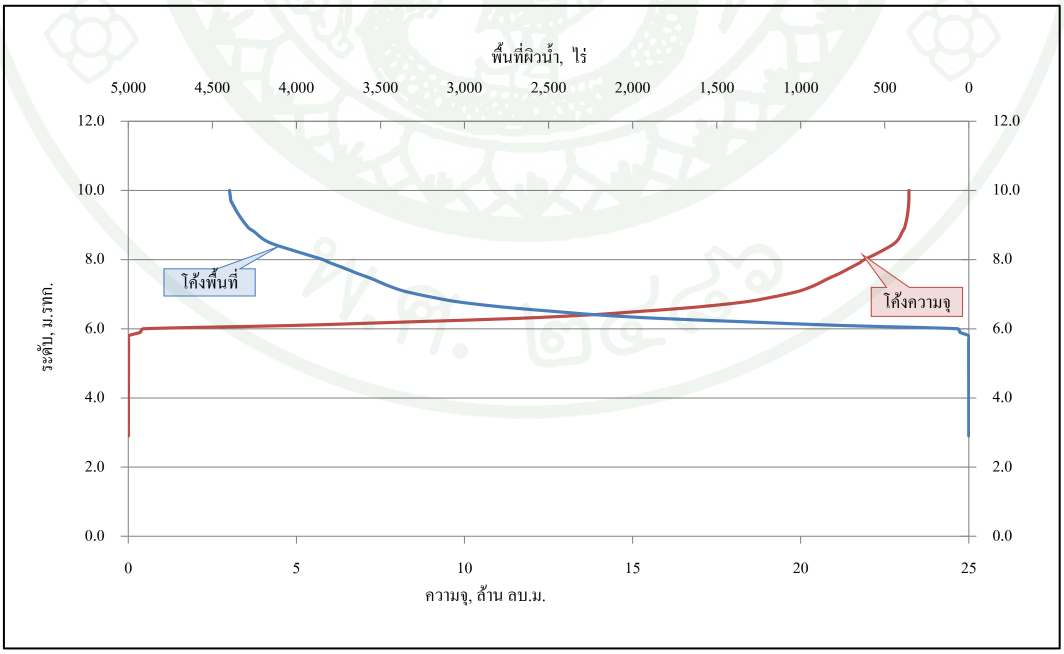


ภาพผนวกที่ ง4 โค้งความจุโซนที่ 3 ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางพลวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

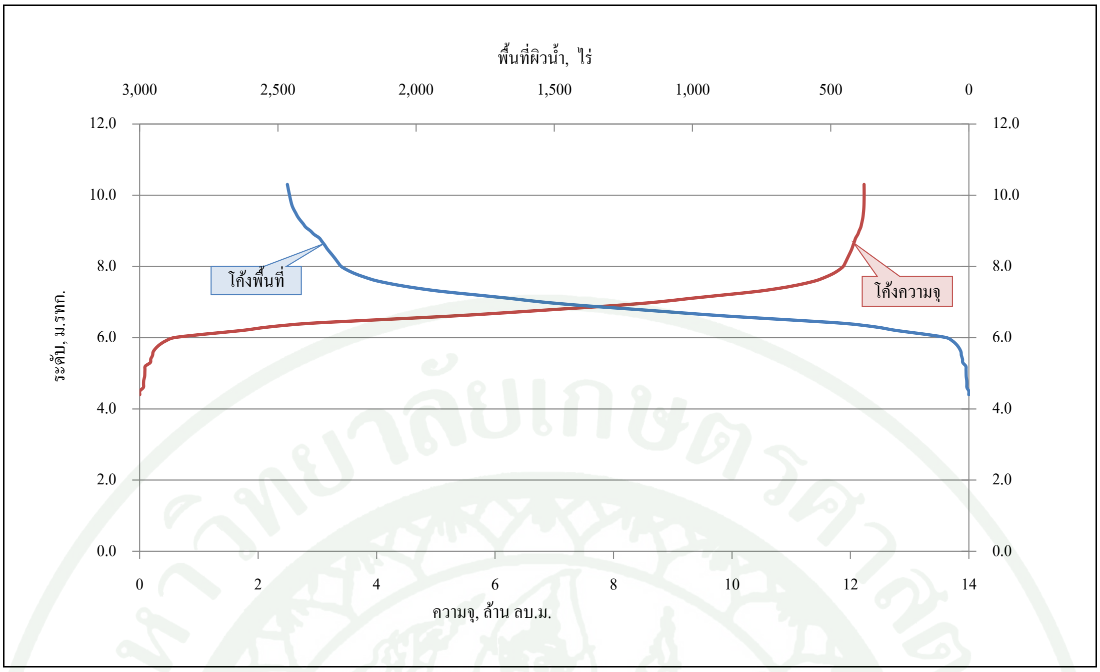


ภาพผนวกที่ ง5 การแบ่งโซนการบริหารจัดการทุ่งรับน้ำในพื้นที่ชลประทานท่าแห

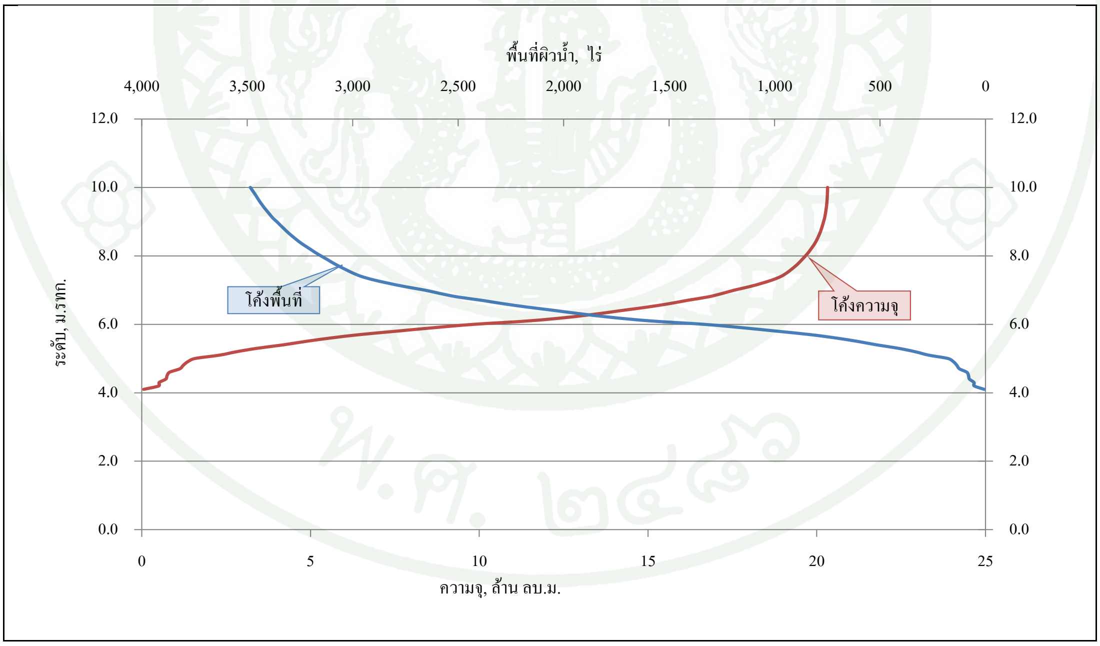


ภาพผนวกที่ ง6 โค้งความจุโซนที่ 1 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

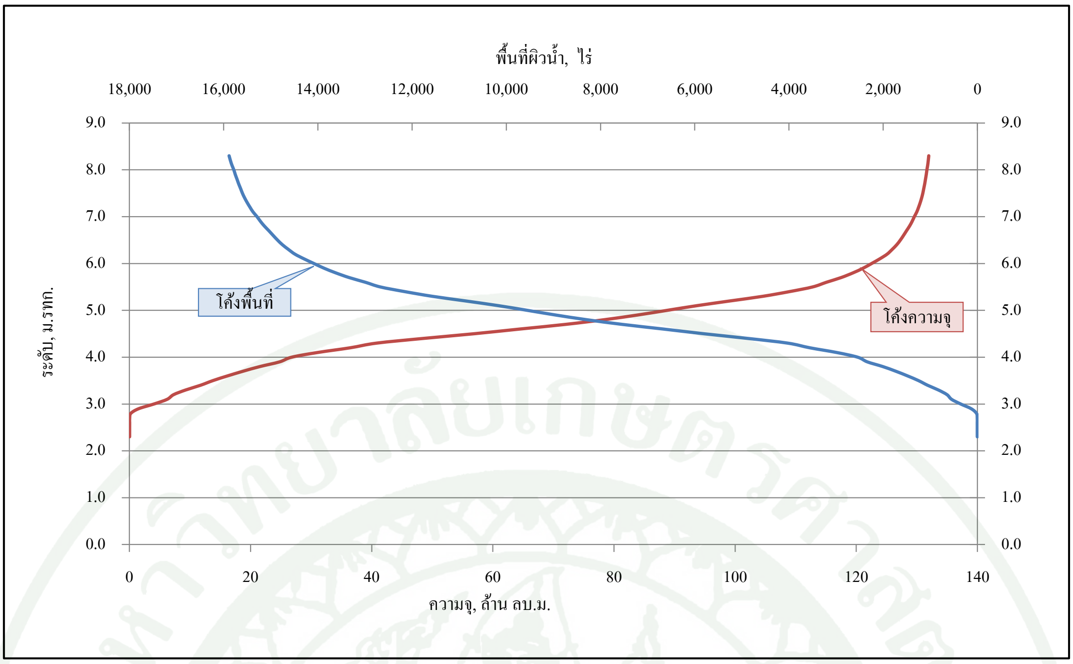


ภาพผนวกที่ ง7 โค้งความจุโซนที่ 2 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห

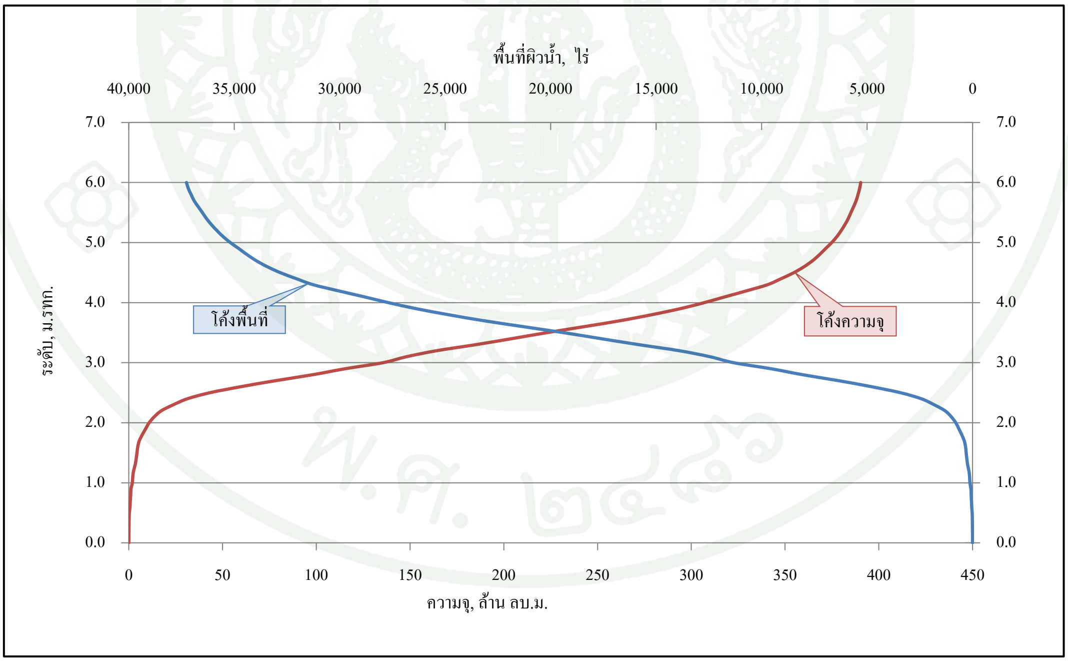


ภาพผนวกที่ ง8 โค้งความจุโซนที่ 3 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ง9 โค้งความจุโซนที่ 4 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห



ภาพผนวกที่ ง10 โค้งความจุโซนที่ 5 ในพื้นที่ชลประทานท่าแห

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายดอน เครือหอม
เกิดวันที่	12 กันยายน 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมชลประทาน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2548) วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2551)
ตำแหน่งปัจจุบัน	วิศวกรโยธา/ชลประทาน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัทโปรเกรส เทคโนโลยี คอนซัลแทนส์ จำกัด
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์