



# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

..... วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ  
สาขา

..... วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ  
ภาควิชา

เรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

Water Quality Analysis in Bang Pakong River by MIKE 11 Mathematical Model

นามผู้วิจัย นายภูวดล พรหมชา

ได้พิจารณาเห็นชอบให้เป็นวิทยานิพนธ์ระดับ..... ดีเด่น

โดย ประธานกรรมการ.....  
(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D. ....)

กรรมการ.....  
(..... รองศาสตราจารย์วิระพล แต่สมบัติ, Ph.D. ....)

กรรมการ.....  
(..... อาจารย์พิจักขณ์ ตันเนียมหงส์, M.S. ....)

หัวหน้าภาควิชา.....  
(..... รองศาสตราจารย์กอบเกียรติ ผ่องพุดี, Ph.D. ....)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....  
(..... ศาสตราจารย์ทัศนีย์ อัดตะนันท์, D.Agr. ....)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2544

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้  
แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

Water Quality Analysis in Bang Pakong  
River by MIKE 11 Mathematical Model



นายภูวดล พรหมชา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)  
พ.ศ. 2544

ISBN 974 - 462 - 206 -7

ภูวดล พรหมชา 2544 : การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์  
MIKE 11 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิชาวิศวกรรม  
ทรัพยากรน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ปรธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์  
นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D. 159 หน้า  
ISBN 974-462-206-7

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงดำเนินการศึกษาโดย การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์  
MIKE 11 โดยแบบจำลองย่อยที่นำมาใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อย 4 แบบจำลอง  
ซึ่งประกอบด้วย แบบจำลองย่อยน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Module) แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์  
(Hydrodynamic Module) แบบจำลองย่อยการพา-แพร่กระจาย (Advection-Dispersion Module) และ  
แบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำ (Water Quality Module) ขอบเขตด้านเหนือน้ำของระบบแบบจำลองถูกกำหนดที่  
จุดเริ่มต้นของแม่น้ำปราจีนบุรี และที่ประตูระบายน้ำบางเมาซึ่งตั้งอยู่บนแม่น้ำนครนายก สำหรับขอบเขต  
ด้านท้ายน้ำกำหนดที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาค่า  
สัมประสิทธิ์ที่เหมาะสม พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แมนนิ่งของแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์มีค่าอยู่ระหว่าง  
0.020-0.035 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของแบบจำลองย่อยการพา-แพร่กระจายมีค่าอยู่ระหว่าง 50-500  
ตารางเมตรต่อวินาที และค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำซึ่งประกอบด้วย ผลผลิตออกซิเจนสูงสุด  
จากการสังเคราะห์แสงของพืชมีค่าเท่ากับ 3.5 กรัม ออกซิเจนต่อตารางเมตรต่อวัน อัตราการหายใจของพืชและ  
สัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ 3.0 กรัม ออกซิเจนต่อตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศพิจารณาใช้สมการ  
ของ O'Connor & Dubbins และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.3 วัน<sup>-1</sup>

ผลการศึกษาพบว่าแหล่งมลพิษที่ทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงเสื่อมโทรมลงมากที่สุด  
เรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ แหล่งมลพิษเกษตรกรรม ชุมชน และอุตสาหกรรม สำหรับผลการทำนายคุณภาพน้ำ  
ในแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560 กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงพบว่าค่าดีไอมีค่าต่ำที่สุด  
เท่ากับ 2.7 และ 2.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ซึ่งต่ำกว่าค่าดีไอมาตรฐาน  
แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ค่าดีไอไม่ต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) และค่าบีโอดีมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 7.7 และ  
10.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ซึ่งสูงกว่าค่าบีโอดีมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน  
ประเภทที่ 3 (ค่าบีโอดีไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) สำหรับผลการทำนายคุณภาพน้ำในปีพ.ศ. 2550 และ  
พ.ศ. 2560 กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงพบว่าค่าดีไอมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.5 และ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร  
ตามลำดับ ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ซึ่งต่ำกว่าค่าดีไอมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และค่าบีโอดี  
มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 10.0 และ 12.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ซึ่งสูงกว่า  
ค่าบีโอดีมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 สำหรับพื้นที่ที่จำเป็นต้องมีมาตรการลดมลพิษคือ อำเภอ  
ศรีมหาโพธิ์ อำเภอเมืองปราจีนบุรี อำเภอราชสาส์น อำเภอบางคล้า อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา และอำเภอบางปะกง

๒๐๖๓

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

28, 5, 2544

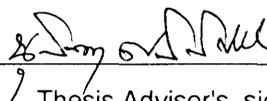
Poovadon Phomcha 2001 : Water Quality Analysis in Bang Pakong River by MIKE 11  
Mathematical Model. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field  
Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor  
: Assistant Professor Nutchanat Sriwongsitanon, Ph.D. 159 pages.  
ISBN 974-462-206-7

Water quality analysis in the Bang Pakong River was conducted by using the MIKE 11 mathematical model. Four modules were used in the study consisting of the Rainfall-Runoff Module, the Hydrodynamic Module, the Advection-Dispersion Module and the Water Quality Module. The upstream boundary control of the model schematic was situated at the beginning of the Prachinburi River and the Bang Mao Regulator which is situated on the Nakhonnayok River. The downstream boundary was situated at the Bang Pakong River mouth. The model was calibrated and verified for the appropriate coefficients and it was found that the Manning' s n coefficients of the Hydrodynamic Module were 0.020-0.035. The dispersion coefficients of the Advection-Dispersion Module were 50-500 sq.meter/sec. The coefficients of the Water Quality Module consisting of the maximum oxygen production by plant photosynthesis was 3.5 g O<sub>2</sub>/sq.meter/day, plant and animal respiration rate was 3.0 g O<sub>2</sub>/sq.meter/day, the reaeration coefficients were calculated using the O'Connor & Dubbins equation and the organic decay coefficients were 0.05-0.3 day<sup>-1</sup>.

The result of the study showed that water pollution was caused primarily from agriculture sources, followed by domestic sources and then industrial sources. The predicted result of water quality in the Bang Pakong River for the years 2007 and 2017, whitout the operation of the Bang Pakong Regulator showed that the minimum values of DO were 2.7 and 2.3 mg/l; respectively, located at Chachoengsao District. These values are lower than the standard DO (for type 3 surface water-DO values should not be less than 4.0 mg/l). The maximum values of BOD were 7.7 and 10.2 mg/l, respectively, located at Chachoengsao District. These values are higher than the standard BOD (for type 3 surface water-BOD values should not be more than 2.0 mg/l). The predicted result of water quality in the Bang Pakong River for the years 2007 and 2017, whit the operation of the Bang Pakong Regulator showed that the minimum values of DO were 0.5 and 0.3 mg/l; respectively, located at the Bang Pakong Regulator. These values are lower the standard DO. The maximum values BOD were 10.0 and 12.3 mg/l, respectively, located at the Bang Pakong Regulator, These values are higher than the standard BOD. The recommended area for a pollution control strategy are Srimahaphot District, Muang Prachinburi District, Ratchasan District, Bangkokhla District, Muang Chachoengsao District and Bang Pakong District.



Student's signature



Thesis Advisor's signature

28 / 5 / 2001

## คำนิยม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนเป็นอย่างดี จากท่านประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์ ท่านกรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร. วีระพล แต่สมบัติ ท่านกรรมการวิชารอง อ. พิชัยพันธ์ ต้นเข็มหงส์ และท่านอาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา นิยม ที่คอยชี้แนะและให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วินัย เลียงเจริญสิทธิ์ ที่กรุณาให้คำชี้แนะเกี่ยวกับแบบจำลองคุณภาพน้ำ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ คุณชจรพงศ์ จุมนัน คุณสุทธิชัย ช่างฟอก คุณอัมพร วงวิไล และคุณเกษม ทวีธรรมผล ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลและช่วยในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ คุณวริยา สจิริวัฒนากุล ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลและข้อเสนอแนะในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอขอบพระคุณมารดานางสมพิศ พรหมชา บิดานายสถาพร พรหมชา พี่สาวนางสุนิศา หงษ์แก้ว นางสาวสุพัตรา พรหมชา และบุคคลผู้ใกล้ชิดของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา

นายภูวดล พรหมชา

พฤษภาคม 2544

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตการศึกษา	3
ตรวจเอกสาร	4
ลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำ	4
แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	6
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
อุปกรณ์และวิธีการ	42
อุปกรณ์	42
วิธีการ	42
ผลการศึกษา	75
สรุปและข้อเสนอแนะ	106
สรุป	106
ข้อเสนอแนะ	108
เอกสารอ้างอิง	110
ภาคผนวก	114

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดของความชื้นเริ่มต้นของวิธีการ SCS	12
2	ค่า CN สำหรับพื้นที่ประเภทต่างๆ กรณี Ia = 0.2S	13
3	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำนํ้าของทางนํ้าเปิด	20
4	ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบริเวณปากแม่น้ำ	26
5	ตัวแปรต่างๆ สำหรับแต่ละระดับของแบบจำลองคุณภาพนํ้า	29
6	กระบวนการต่างๆ สำหรับแต่ละระดับของแบบจำลองคุณภาพนํ้า	30
7	รายละเอียดพื้นที่ลุ่มนํ้าย่อยของกลุ่มนํ้าปราจีนบุรี	44
8	รายละเอียดพื้นที่ลุ่มนํ้าย่อยของกลุ่มนํ้าบางปะกง	45
9	สรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศในกลุ่มนํ้าปราจีนบุรี	47
10	สรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศในกลุ่มนํ้าบางปะกง	48
11	สรุปปริมาณฝนเฉลี่ยแยกตามแต่ละจังหวัดที่มีสถานีวัดนํ้าฝนตั้งอยู่ใน กลุ่มนํ้าปราจีนบุรี	49
12	สรุปค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของของปริมาณฝนแต่ละเดือนใน กลุ่มนํ้าปราจีนบุรี	49
13	สรุปปริมาณฝนเฉลี่ยแยกตามแต่ละจังหวัดที่มีสถานีวัดนํ้าฝนตั้งอยู่ใน กลุ่มนํ้าบางปะกง	50
14	สรุปค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของของปริมาณฝนแต่ละเดือนใน กลุ่มนํ้าบางปะกง	50
15	ปริมาณนํ้าท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับนํ้าแยกตามแต่ละจังหวัดที่สถานี วัดนํ้าท่าที่ตั้งอยู่ในกลุ่มนํ้าปราจีนบุรี	51
16	ปริมาณนํ้าท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับนํ้าในกลุ่มนํ้าปราจีนบุรี	52
17	ปริมาณนํ้าท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับนํ้าแยกตามแต่ละจังหวัดที่สถานี วัดนํ้าท่าที่ตั้งอยู่ในกลุ่มนํ้าบางปะกง	53
18	ปริมาณนํ้าท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับนํ้าในกลุ่มนํ้าบางปะกง	53
19	ระดับนํ้าทะเล สูงสุด ต่ำสุด รายชั่วโมงที่สถานีวัดระดับนํ้าบริเวณปากแม่น้ำ บางปะกง	54

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ห้องลำน้ำ	75
21	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง อุทกพลศาสตร์	76
22	แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	77
23	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง การพา-แพร่กระจาย	78
24	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆในแบบจำลองคุณภาพน้ำ	79
25	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าดีไอใน แบบจำลองคุณภาพน้ำ	80
26	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าบีไอดีใน แบบจำลองคุณภาพน้ำ	80
ตารางผนวกที่		
1	รายละเอียดสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนรายปีของสถานีต่างๆใน ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	115
2	รายละเอียดสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนรายปีของสถานีต่างๆใน ลุ่มน้ำบางปะกง	117
3	รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าและปริมาณน้ำท่ารายปีของสถานีต่างๆใน ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	121
4	รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าและปริมาณน้ำท่ารายปีของสถานีต่างๆใน ลุ่มน้ำบางปะกง	123
5	แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำย่อยสำหรับการคำนวณปริมาณ การไหลเข้าด้านข้าง	124
6	แพคเตอร์รีเอสเซนของพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยที่ใช้ในการคำนวณปริมาณ การไหลเข้าด้านข้าง	125

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
7	อัตราส่วนกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำไว้มิติสำหรับลุ่มน้ำภาคตะวันออก	126
8	การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล	127
9	ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง ปีพ.ศ. 2538	129
10	ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง ปี พ.ศ. 2539	131
11	ค่าสมมูลประชากรจากกิจกรรมประเภทต่างๆ	133
12	ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษ ชุมชนปีพ.ศ. 2538	138
13	ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษ ชุมชนในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2560	139
14	ปริมาณน้ำเสียต่อหน่วยการผลิตและค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงาน อุตสาหกรรม	141
15	ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิด อุตสาหกรรม ในปีพ.ศ 2538	143
16	ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิด อุตสาหกรรม ในปีพ.ศ 2550 และพ.ศ.2560	144
17	อัตราการผลิตบีโอดีและปริมาณน้ำเสียจากปศุสัตว์	145
18	ผลการคำนวณปริมาณมลพิษจากฟาร์มสุกรในปี พ.ศ. 2538	146
19	ผลการคำนวณปริมาณมลพิษจากฟาร์มสุกรในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560	147
20	ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษ ชุมชนหลังจากมีมาตรการลดมลพิษในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2560	148
21	ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษ อุตสาหกรรม หลังจากมีมาตรการลดมลพิษในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2560	150
22	ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษ เกษตรกรรม หลังจากมีมาตรการลดมลพิษในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2560	151

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงตำแหน่งที่ตั้งของกลุ่มน้ำปราจีนบุรีและกลุ่มน้ำบางปะกง	5
2	โครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11	7
3	ค่าตัวแปรต่างๆจากวิธีของ SCS	9
4	โค้งมาตรฐานของค่า CN มาตรฐานของ SCS	11
5	แสดงกราฟน้ำท่าไร้มิติของ SCS และกราฟสามเหลี่ยมของ SCS	16
6	ลํารางและกริดที่คำนวณค่าอัตราการไหลและระดับน้ำ	18
7	ช่วงลําน้ำที่แสดงหน้าตัดที่กำหนดอัตราการไหล	23
8	กระบวนการพื้นฐานของออกซิเจนละลายน้ำ	28
9	การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำปราจีนบุรีและกลุ่มน้ำบางปะกง	43
10	แผนภูมิแสดงขอบเขตและตำแหน่งการไหลเข้าด้านข้างของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์	66
11	แผนภูมิแสดงขอบเขตของแบบจำลองการพา – แพร่กระจาย	69
12	แผนภูมิแสดงขอบเขตของแบบจำลองคุณภาพน้ำ	71
13	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.1 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์	81
14	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำบางขนากสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์	81
15	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำท่าไข่สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์	82
16	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่ประตูระบายน้ำท่าถั่ว สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์	82

### สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่ประตูระบายน้ำปากตะคอง สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์	83
18	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.1 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์	83
19	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่ประตูระบายน้ำบางขนาก สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์	84
20	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำท่าไข่ สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์	84
21	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่ประตูระบายน้ำท่าถั่ว สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์	85
22	การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่ประตูระบายน้ำปากตะคอง สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์	85
23	การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	86
24	การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	86

### สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	87
26	การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	87
27	การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	88
28	การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	88
29	การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำและดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ	89
30	การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ	89
31	การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ	90
32	การเปรียบเทียบระหว่างบีไอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีไอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ	90

### สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
33	การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ	91
34	การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ	91
35	การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ	92
36	การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ	92
37	การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ	93
38	การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ	93
39	การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ	94
40	การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ	94
41	แสดงผลการคำนวณดีไอตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2550	97

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
42	แสดงผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลอง คุณภาพน้ำ กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2550	98
43	แสดงผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลอง คุณภาพน้ำ กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2560	99
44	แสดงผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลอง คุณภาพน้ำ กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2560	100
45	แสดงผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลอง คุณภาพน้ำ ก่อนและหลังจากมีมาตรการลดมลพิษ กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำ บางปะกงปี พ.ศ. 2550	103
46	แสดงผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลอง คุณภาพน้ำ ก่อนและหลังจากมีมาตรการลดมลพิษ กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำ บางปะกงปี พ.ศ. 2560	104
47	แสดงผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลอง คุณภาพน้ำ ก่อนและหลังจากมีมาตรการลดมลพิษ กรณีปิดเขื่อนทดน้ำ บางปะกงปี พ.ศ. 2550	104
48	แสดงผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลอง คุณภาพน้ำ ก่อนและหลังจากมีมาตรการลดมลพิษ กรณีปิดเขื่อนทดน้ำ บางปะกงปี พ.ศ. 2560	105
ภาพผนวกที่		
1	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS1 ปีพ. ศ. 2539	152
2	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRT1 ปีพ. ศ. 2539	152
3	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS2 ปีพ. ศ. 2539	152
4	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS4 ปีพ. ศ. 2539	153
5	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLT2 ปีพ. ศ. 2539	153

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
6	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NRS5 ปีพ. ศ. 2539	153
7	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย BLS3 ปีพ. ศ. 2539	154
8	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย BLS5 ปีพ. ศ. 2539	154
9	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS1 ปีพ. ศ. 2540	154
10	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLT1 ปีพ. ศ. 2540	155
11	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS2 ปีพ. ศ. 2540	155
12	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS3 ปีพ. ศ. 2540	155
13	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRT1 ปีพ. ศ. 2540	156
14	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS1 ปีพ. ศ. 2540	156
15	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS2 ปีพ. ศ. 2540	156
16	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS4 ปีพ. ศ. 2540	157
17	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLT2 ปีพ. ศ. 2540	157
18	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLS2 ปีพ. ศ. 2540	157
19	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLS3 ปีพ. ศ. 2540	158
20	กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NRS5 ปีพ. ศ. 2540	158
21	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $Q_{\min}/Q_{\text{ave}}$ กับ ความน่าจะเป็น ที่สถานีวัดน้ำท่า KGT. 3	158
22	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $Q_{\min}/Q_{\text{ave}}$ กับ ความน่าจะเป็น ที่สถานีวัดน้ำท่า NY1. B	159
23	กราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3	159
24	กราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งที่สถานีวัดน้ำท่า NY1. B	159

## การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

Water Quality Analysis in Bang Pakong  
River by MIKE 11 Mathematical Model

### คำนำ

แม่น้ำบางปะกงเป็นแม่น้ำที่สำคัญสายหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกของประเทศไทย เกิดจากการรวมตัวกันของแม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำนครนายกที่อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี แล้วไหลผ่านชุมชนของจังหวัดนครนายก ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา ก่อนไหลออกสู่อ่าวไทยที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา รวมความยาวทั้งสิ้นประมาณ 128 กิโลเมตร แม่น้ำบางปะกงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชาชนทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำทั้งทางด้านอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม คมนาคม ประมง และอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนอย่างรวดเร็วในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำที่ขาดการวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสม ทำให้แม่น้ำบางปะกงกลายเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียจากชุมชน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่นๆ อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงเสื่อมโทรมลงอย่างมาก และถ้าหากยังไม่มีมาตรการควบคุม และวางแผนการบำบัดน้ำเสียที่ดีแล้ว คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงจะเสื่อมโทรมลงจนไม่สามารถจะนำน้ำจากแม่น้ำบางปะกงมาใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไป

ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2534 ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงไว้เป็นประเภทที่ 3 คือเป็นแหล่งน้ำที่สามารถรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค และเกษตรกรรม โดยกำหนดเขตควบคุมมาตรฐานคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง ตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง บริเวณคลังน้ำมันของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ถึงจุดบรรจบของแม่น้ำนครนายกและแม่น้ำปราจีนบุรีที่ตำบลบางแตน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี สำหรับคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงในปัจจุบันจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พบว่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนด คือมาตรฐานคุณภาพน้ำ

ผิวดินประเภทที่ 3 แต่เนื่องจากการขยายตัวของชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการระบายของเสีย หรือน้ำเสียลงสู่แม่น้ำบางปะกงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาปัญหาคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงในอนาคต เพื่อนำผลจากการศึกษามาเป็นข้อมูลการเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงในอนาคต

ในการศึกษานี้ได้เลือกแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ของสถาบัน Denish Hydraulic Institute (DHI) สำหรับจำลองสภาพการไหล และวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำ โดยแบบจำลองประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อย 4 แบบจำลองด้วยกันแบบจำลองย่อยที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ประกอบไปด้วย แบบจำลองย่อยน้ำฝน-น้ำท่า ใช้สำหรับคำนวณปริมาณการไหลจากข้อมูลปริมาณฝน แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ สำหรับคำนวณการเคลื่อนตัวของน้ำท่าในทางน้ำเปิด แบบจำลองการแพร่กระจาย สำหรับคำนวณการแพร่กระจายของมลสารในลำน้ำ และแบบจำลองคุณภาพน้ำ สำหรับคำนวณคุณภาพน้ำในลำน้ำ โดยแบบจำลอง MIKE 11 สามารถอธิบายคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง และใช้ผลจากแบบจำลองเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. ประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์กับแม่น้ำบางปะกง
2. ประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำกับแม่น้ำบางปะกง
3. ศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ
4. ศึกษาผลกระทบของชุมชนเมือง อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง
5. ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำศึกษาถึงความสามารถในการรองรับน้ำเสียของแม่น้ำบางปะกงภายใต้มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนด
6. ทำนายคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงในอนาคตโดยใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ
7. เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง

### ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาปริมาณน้ำท่าจะทำการศึกษปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง และครอบคลุมไปถึงลุ่มน้ำปราจีนบุรี เพราะปริมาณน้ำท่าส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำบางปะกงจะไหลมาจากลุ่มน้ำปราจีนบุรี ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง จะครอบคลุมแม่น้ำบางปะกง ตั้งแต่ปากแม่น้ำไปจนถึงจุดบรรจบของแม่น้ำนครนายกและแม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งจะมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 128 กิโลเมตร ขอบเขตการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. รวบรวม และทบทวนผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำบางปะกงจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ กรมชลประทาน กรมควบคุมมลพิษ
2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง และลุ่มน้ำปราจีนบุรี จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่ต้องทำการรวบรวมและวิเคราะห์ได้แก่ สถิติสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยของภูมิอากาศ ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยของปริมาณฝนรายปี และรายเดือน
3. รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ข้อมูลที่ต้องทำการรวบรวม และวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ข้อมูลระดับน้ำที่ทำการบันทึกที่ประตูระบายน้ำต่างๆ
4. รวบรวมข้อมูลของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ระบายของเสียลงสู่แม่น้ำบางปะกง เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และเกษตรกรรม จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม
5. รวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ สำหรับพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ศึกษาประกอบไปด้วยบีโอดีและดีไอ
6. ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำ และคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง
7. เสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง

## การตรวจเอกสาร

### ลักษณะโดยทั่วไปของกลุ่มน้ำ

#### 1. ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

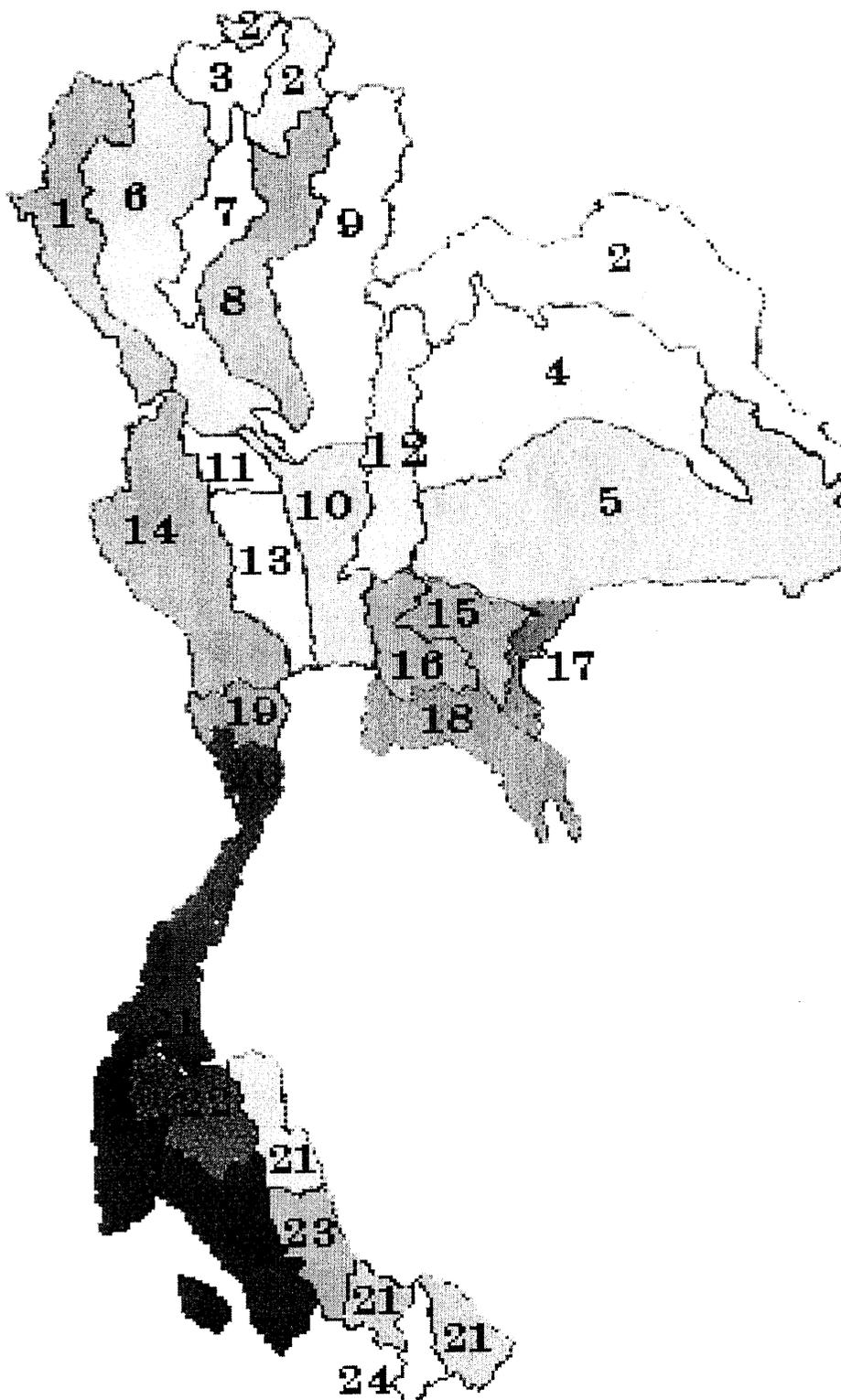
ลุ่มน้ำปราจีนบุรีเป็นลุ่มน้ำที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกของประเทศไทย และเป็นลุ่มน้ำลำดับที่ 15 ในจำนวน 25 ลุ่มน้ำทั้งหมดของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ทางภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดปราจีนบุรี สระแก้ว นครนายก และฉะเชิงเทรา ดังแสดงในภาพที่ 1 ที่ตั้งลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 9,821 ตารางกิโลเมตร ขอบเขตลุ่มน้ำทางด้านทิศเหนือติดกับเทือกเขาสันกำแพง ทางด้านทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโดนทะเลสาบ ส่วนทางทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำบางปะกง

ลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำปราจีนบุรี โดยมีต้นกำเนิดจากแม่น้ำหनुมานและแม่น้ำพระปรงไหลมาบรรจบกันที่อำเภออินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี โดยแม่น้ำปราจีนบุรีมีความยาวทั้งสิ้น 120 กิโลเมตร และไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายกที่อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรีเป็นแม่น้ำบางปะกง

สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของลุ่มน้ำปราจีนบุรี ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเป็นภูเขาสูงชันมีป่าไม้อุดมสมบูรณ์ และเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำปราจีนบุรี ส่วนทางตอนล่างทิศใต้และทิศตะวันตก มีป่าไม้กระจายอยู่ทั่วไปและบางส่วนจะเป็นที่ราบสลับกับภูเขา

#### 2. ลุ่มน้ำบางปะกง

ลุ่มน้ำบางปะกงเป็นลุ่มน้ำที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกของประเทศไทย และเป็นลุ่มน้ำลำดับที่ 16 ในจำนวน 25 ลุ่มน้ำทั้งหมดของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัดทางภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัด ฉะเชิงเทรา นครนายก ปราจีนบุรี สระบุรี และชลบุรี ดังแสดงในภาพที่ 1 ที่ตั้งลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำบางปะกงมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 8,679 ตารางกิโลเมตร ขอบเขตลุ่มน้ำทางด้านทิศเหนือติดกับเทือกเขาสันกำแพง ทางด้านทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำปราจีนบุรี ทางด้านทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนทางทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก



ภาพที่ 1 ภาพแสดงที่ตั้งของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี (หมายเลข 15) และกลุ่มน้ำบางปะกง (หมายเลข 16)

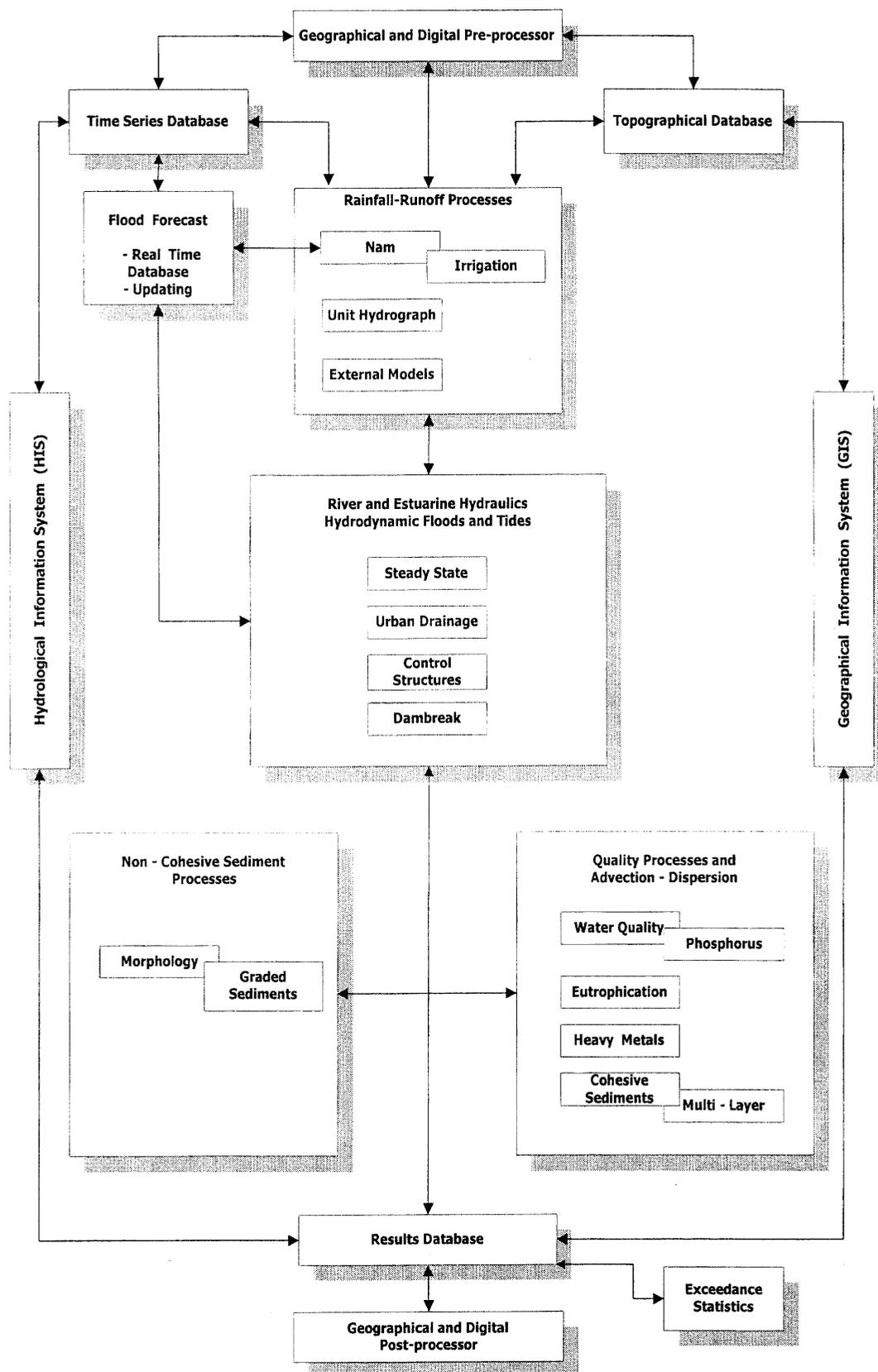
ลุ่มน้ำบางปะกงมีแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำบางปะกง ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของแม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำนครนายก บริเวณอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี โดยแม่น้ำบางปะกงมีความยาวทั้งสิ้น 128 กิโลเมตร ไหลผ่านชุมชนของจังหวัดนครนายก ปราจีนบุรีและฉะเชิงเทรา ก่อนไหลออกทะเลที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำบางปะกงคือแม่น้ำนครนายกและแม่น้ำปราจีนบุรี โดยแม่น้ำนครนายกมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางตอนบนของจังหวัดนครนายก ส่วนแม่น้ำปราจีนบุรีเกิดจากแม่น้ำหनुมานและแม่น้ำพระปรง ไหลมาบรรจบกันที่อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี และไหลมาบรรจบกับแม่น้ำนครนายกเป็นแม่น้ำบางปะกง

สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของลุ่มน้ำบางปะกง ทางตอนบนเป็นภูเขาสูงชันมีป่าไม้อุดมสมบูรณ์เนื่องจากเป็นบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำนครนายก ทางด้านตะวันออกมีป่าไม้อยู่ค่อนข้างหนาแน่น สลับกับมีภูเขาสูงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำปราจีนบุรี ส่วนทางตอนล่างของลุ่มน้ำบางปะกงมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่ม (ไมตรี, 2538)

#### แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาปัญหาคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงนี้ ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) เพื่อให้จำลองสภาพการไหลของลำน้ำ การเคลื่อนตัวของตะกอน การศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำ และระบบชลประทาน แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ได้รับการพัฒนาให้จ่ายต่อการใช้งานเพื่อประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยโครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 แสดงดังภาพที่ 2

แบบจำลองย่อยที่นำมาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ประกอบไปด้วย แบบจำลองย่อยน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall - Runoff Module) แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic (HD) Module) แบบจำลองย่อยการพา-แพร่กระจาย (Advection-Dispersion (AD) Module) และแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำ (Water Quality (WQ) Module) แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์เป็นแบบจำลองที่สามารถคำนวณการไหลแบบไม่คงที่ในทางน้ำเปิด ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและระยะทาง ส่วนแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำจะอธิบายถึงปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้นในลำน้ำ ซึ่งเมื่อนำมาประกอบกับแบบจำลองการพา-แพร่กระจายก็จะสามารถคำนวณคุณภาพน้ำในลำน้ำได้



ภาพที่ 2 ภาพโครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

ที่มา : MIKE 11 Reference Manual (1992)

## 1. แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall – Runoff Model)

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า จะใช้ในการคำนวณน้ำท่าจากพายุฝนที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักการของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph) ซึ่งต้องใช้ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวลำน้ำสายหลัก ความลาดชันเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ และอัตราการสูญเสียในดิน เป็นต้น ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (Lateral Flow) ในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model) ได้ โดยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า จะประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อย 2 แบบจำลองคือ แบบจำลองการสูญเสีย (Loss Model) และแบบจำลองการเคลื่อนตัวของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph Routing Model)

### 1.1 แบบจำลองการสูญเสีย (Loss Model)

หลักการของแบบจำลองการสูญเสียคือ การจำลองในกรณีเกิดฝนตก น้ำฝนส่วนหนึ่งจะซึมลงดิน ส่วนหนึ่งจะระเหยกลับไปในชั้นบรรยากาศ และอีกส่วนหนึ่งจะไหลไปลงแม่น้ำสายหลัก โดยคิดว่าการสูญเสียของน้ำฝนส่วนใหญ่จะซึมลงดินก่อนที่จะระเหยกลับไปในชั้นบรรยากาศหรือไหลลงสู่แม่น้ำ ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่เหลือจากการซึมผ่านผิวดินก็คือ ปริมาณฝนส่วนเกิน (Excess Rainfall) ที่จะกลายเป็นปริมาณน้ำท่าต่อไป

สำหรับวิธีการคำนวณการสูญเสียของน้ำฝนในพื้นที่ดินมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ในการศึกษานี้จะใช้วิธีการของหน่วยงาน U.S. Soil Conservation Service (SCS) ที่ได้พัฒนาวิธีการนี้ขึ้นเพื่อคำนวณการสูญเสียของพายุฝนในปี ค.ศ.1972

จากพายุฝนที่เกิดขึ้นทั้งหมด ความลึกของฝนส่วนเกินหรือปริมาณน้ำท่า ( $P_e$ ) จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับความลึกของฝนที่ตกทั้งหมด ( $P$ ) หลังจากเริ่มเกิดน้ำท่าความลึกของปริมาณน้ำเก็บกักในลุ่มน้ำ ( $F_a$ ) จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับศักยภาพการเก็บกักสูงสุด (Potential maximum retention,  $s$ ) ดังแสดงในภาพที่ 3 นอกจากนั้นปริมาณฝนส่วนหนึ่ง ( $I_a$ ) จะเกิดการสูญเสียในดินก่อนที่จะเกิดน้ำท่าดังนั้นศักยภาพของน้ำท่าจะเท่ากับ  $P - I_a$

สมมติฐานของวิธี SCS จะเป็นสัดส่วนของสองเหตุการณ์คือ จำนวนของศักยภาพเท่ากันนั้นคือ

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \dots\dots\dots(1)$$

จากความสัมพันธ์ของความสัมพันธ์พื้นฐาน

$$P = P_e + I_a + F_a \dots\dots\dots(2)$$

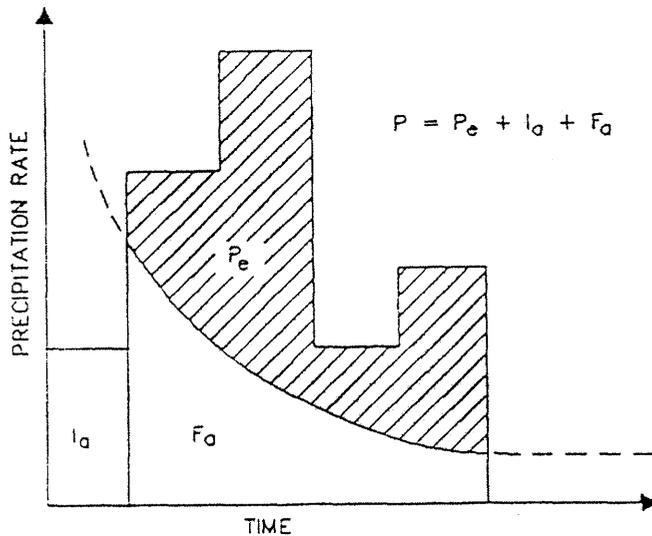
รวมสมการที่ 1 และ 2 จะได้

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \dots\dots\dots(3)$$

สมการที่ 3 เป็นสมการพื้นฐานในการคำนวณความลึกของฝนส่วนเกิน และปริมาณน้ำท่าโดยตรง (Direct Runoff) จากพายุฝนโดยวิธี SCS

จากการศึกษาผลลัพธ์ของกลุ่มน้ำขนาดเล็ก สามารถแสดงสมการเชิงประสบการณ์ (Empirical Formula) ที่พัฒนาขึ้นโดย SCS ดังต่อไปนี้

$$I_a = 0.2 S \dots\dots\dots(4)$$



ภาพที่ 3 ค่าตัวแปรต่าง ๆ จากวิธีของ SCS

ที่มา : Chow (1976)

แทนค่า  $I_e = 0.2S$  ลงใน สมการที่ 3 จะได้

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \dots\dots\dots(5)$$

ศักยภาพเก็บกักสูงสุด (S) คำนวณจาก curve number (CN) โดยใช้สมการเชิงประสพ-  
การณที่พัฒนาขึ้นโดย SCS บนพื้นฐานของการวิเคราะห์น้ำฝน - น้ำท่า

$$S = \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) (25.4) \dots\dots\dots(6)$$

ค่า CN จะพิจารณาจากประเภทของหน่วยดิน ลักษณะการใช้ที่ดิน และเงื่อนไขความชื้น  
ก่อนหน้านี (Antecedent Moisture Condition, AMC) ที่ช่วงเวลาเริ่มต้นของการเกิดพายุฝน  
ค่า CN จะเท่ากับศูนย์คือ ไม่เกิดน้ำท่าและในกรณีที่ CN เท่ากับ 100 ปริมาณฝนส่วนเกินจะ  
เท่ากับปริมาณฝนที่ตกทั้งหมด

สำหรับเงื่อนไขความชื้น (AMC) สามารถแบ่งออกเป็น 3 เงื่อนไขด้วยกันคือ

AMC (I) คือ เงื่อนไขความชื้นต่ำ

AMC (II) คือ เงื่อนไขความชื้นปานกลาง

AMC (III) คือ เงื่อนไขความชื้นสูง

ค่า CN ดังแสดงในภาพที่ 4 ประยุกต์ใช้สำหรับเงื่อนไขความชื้นในสภาพทั่วไป AMC (II)  
แต่สำหรับเงื่อนไขความชื้นต่ำ AMC (I) หรือเงื่อนไขความชื้นสูง AMC (III) ค่า CN สามารถ  
คำนวณได้จากสมการ 7 และ 8 ตามลำดับ

$$CN (I) = \frac{4.2CN (II)}{p - 0.058CN (II)} \dots\dots\dots(7)$$

$$CN (III) = \frac{23CN}{10 + 0.13CN (II)} \dots\dots\dots(8)$$

ช่วงของเงื่อนไขความชื้นประเภทต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณฝนสะสมทั้งหมดที่ตกก่อนหน้า ช่วงที่พิจารณา 5 วัน และนอกจากนั้นยังพิจารณาช่วงฤดูการเพาะปลูกพืชด้วย ดังแสดงใน ตารางที่ 1

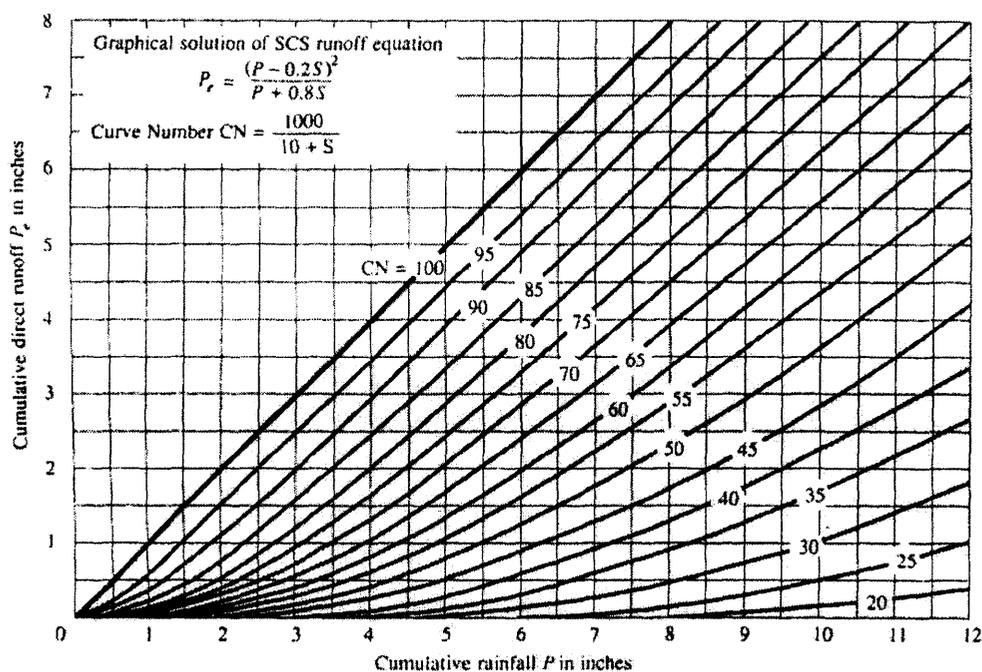
ค่า CN ที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน Soil Conservation Service ได้แบ่งประเภทของหน่วย ดินออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกันคือ

กลุ่ม A เป็นกลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านสูง เช่น กรวด ททรายเม็ดป็น

กลุ่ม B เป็นกลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านปานกลาง เช่น ดินร่วนปนทราย

กลุ่ม C เป็นกลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านค่อนข้างต่ำ เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว

กลุ่ม D เป็นกลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านต่ำ เช่น ดินเหนียว



ภาพที่ 4 โค้งมาตรฐานค่า CN วิธีของ SCS

ที่มา : U.S. Department of Agriculture (1972)

ตารางที่ 1 ชนิดของความชื้นเริ่มต้นของวิธีการ SCS

ชนิดของความชื้นเริ่มต้น (AMC)	ปริมาณฝนสะสมก่อนหน้า 5 วัน (มม.)	
	ฤดูแล้ง (ไม่มีการเพาะปลูก)	ฤดูฝน (มีการเพาะปลูก)
I	ต่ำกว่า 12.7	ต่ำกว่า 35.6
II	12.7 ถึง 27.9	35.6 ถึง 53.3
III	มากกว่า 27.9	มากกว่า 53.3

ที่มา : U.S. Department of Agriculture (1972)

ค่า CN ที่เปลี่ยนไปตามประเภทของหน่วยดิน แสดงดังตารางที่ 2 สามารถนำไปใช้เพื่อหาค่า CN ของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษได้ เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษต่อไป

ตารางที่ 2 ค่า Curve Number สำหรับพื้นที่ประเภทต่างๆ กรณี  $I_a = 0.2 S$

ประเภท การใช้ที่ดิน	ชนิดสิ่งปกคลุมดิน		ประเภทกลุ่มดิน			
	ลักษณะกิจกรรม	สถานภาพ ของดิน	A	B	C	D
การพักดิน	แถวตรง	-	77	86	91	94
การปลูกพืช เป็นแถว	แถวตรง	ไม่ดี	72	81	88	91
	แถวตรง	ดี	67	78	85	89
	แถวค้ำยตามระดับ	ไม่ดี	70	79	84	88
	แถวค้ำยตามระดับ	ดี	65	75	82	86
	แถวค้ำยตามระดับ-ขั้นบันได	ไม่ดี	66	74	80	82
	แถวค้ำยตามระดับ-ขั้นบันได	ดี	62	71	78	81
การปลูกพืช เมล็ดเล็ก	แถวตรง	ไม่ดี	65	76	84	88
	แถวตรง	ดี	63	75	83	87
	แถวค้ำยตามระดับ	ไม่ดี	63	74	82	85
	แถวค้ำยตามระดับ	ดี	61	73	81	84
	แถวค้ำยตามระดับ-ขั้นบันได	ไม่ดี	61	72	79	82
	แถวค้ำยตามระดับ-ขั้นบันได	ดี	59	70	78	81
การปลูกพืช หมุนเวียน	แถวตรง	ไม่ดี	66	77	85	89
	แถวตรง	ดี	58	72	81	85
	แถวค้ำยตามระดับ	ไม่ดี	64	75	83	85
	แถวค้ำยตามระดับ	ดี	55	69	78	83
	แถวค้ำยตามระดับ-ขั้นบันได	ไม่ดี	63	73	80	83
	แถวค้ำยตามระดับ-ขั้นบันได	ดี	51	67	76	80

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ประเภท การใช้ที่ดิน	ชนิดสิ่งปกคลุมดิน		ประเภทกลุ่มดิน			
	ลักษณะกิจกรรม	สถานภาพ ของดิน	A	B	C	D
ทุ่งหญ้าสำหรับปศุสัตว์		ไม่ดี	68	79	86	89
		พอใช้	49	69	79	84
		ดี	39	61	74	80
	แถวค้ำยตามระดับ	ไม่ดี	47	67	81	88
	แถวค้ำยตามระดับ	พอใช้	25	59	75	83
	แถวค้ำยตามระดับ	ดี	26	35	70	79
ทุ่งหญ้า		ดี	30	58	71	78
ป่าไม้		ไม่ดี	45	66	77	83
		พอใช้	36	60	73	79
		ดี	25	55	70	77
ที่นา มีโรงเรือน			59	74	82	86
ถนน						
ไม่ลาดผิวหน้า			72	82	87	89
มีผิวหน้า ขอบทางและรางระบายน้ำฝน			98	98	98	98
กรวด - ลูกรัง			76	85	89	91
ที่พักอาศัย						
65 % ของส่วนที่บ้น้ำ			77	85	90	92
30 % ของส่วนที่บ้น้ำ			57	72	81	86
20 % ของส่วนที่บ้น้ำ			51	68	79	84
ลานจอดรถลาดผิว หลังคา			98	98	98	98

ที่มา : U.S. Department of Agriculture (1972)

1.2 แบบจำลองการเคลื่อนตัวของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph Routing Model)

1.2.1 สมมติฐานของแบบจำลอง

แบบจำลองการเคลื่อนตัวของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า เป็นแบบจำลองเส้นตรงอย่างง่าย (Simple Linear Model) ซึ่งสามารถคำนวณกราฟน้ำท่าจากข้อมูลลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ และปริมาณฝนส่วนเกินในช่วงเวลาที่พิจารณา โดยแบบจำลองมีสมมติฐานเบื้องต้นคือ

1. ความเข้มข้นของฝนที่ตก มีความคงที่สม่ำเสมอตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา
2. การแพร่กระจายของฝนสม่ำเสมอตลอดพื้นที่ลุ่มน้ำ
3. ช่วงเวลาของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าจะเท่ากับช่วงเวลาของฝนที่พิจารณา
4. กราฟน้ำท่าที่คำนวณได้จะเป็นตัวแทนของกลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา

1.2.2 ลักษณะของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า

ลักษณะของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของฝนหนึ่งหน่วย (Duration of the Unit Rainfall,  $t_r$ ) และ Lag Time ( $t_l$ ) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แตกต่างกันระหว่างจุดศูนย์กลางของฝนหนึ่งหน่วยกับน้ำท่าสูงสุด (Runoff Peak)

เมื่อทราบช่วงเวลาของฝนหนึ่งหน่วย และ Lag Time ก็จะสามารถคำนวณช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่าสูงสุด (Time to Peak) ได้ โดยเวลาที่เกิดน้ำท่าสูงสุด ( $T_p$ ) คือ เวลาตั้งแต่ฝนเริ่มตกจนกระทั่งเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุด โดยคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_l \dots \dots \dots (9)$$

- เมื่อ  $T_p$  คือ เวลาตั้งแต่ฝนเริ่มตกจนกระทั่งเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุด
- $t_r$  คือ ช่วงเวลาของฝนหนึ่งหน่วย
- $t_l$  คือ ช่วงเวลาที่แตกต่างระหว่างจุดศูนย์กลางของฝนหนึ่งหน่วยกับน้ำท่าสูงสุด

กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าจะเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่มน้ำนั้น ๆ โดยความถูกต้องแม่นยำของการคำนวณกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าจะขึ้นอยู่กับ ข้อมูลลักษณะทางกายภาพที่ใช้ในการ

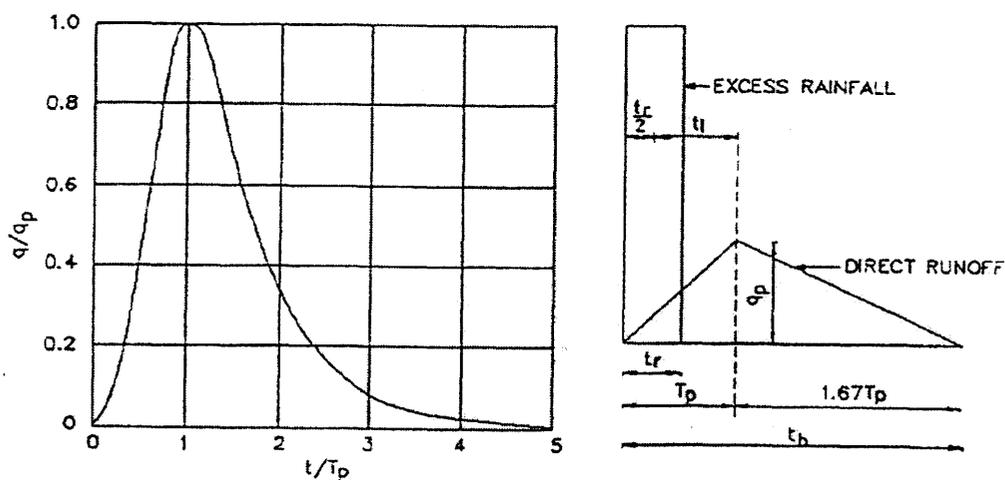
สร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า สำหรับวิธีการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของ SCS สามารถแบ่งประเภทการสร้างกราฟน้ำท่าออกได้เป็น 2 วิธีการคือ

1. วิธีสามเหลี่ยมของ SCS
2. วิธีกราฟน้ำท่าไร้มิติของ SCS โดยภาพที่ 5 แสดงกราฟน้ำท่าไร้มิติของ SCS และวิธีกราฟสามเหลี่ยมของ SCS

สำหรับค่า lag time ( $t_l$ ) สามารถคำนวณได้จากลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ โดยใช้สมการมาตรฐานของ SCS ดังสมการต่อไปนี้

$$t_l = \frac{(L * 3.28 * 10^3)^{0.8} * \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{(1900 * y^{0.5})} \dots\dots\dots(10)$$

- เมื่อ  $t_l$  = lag time (hr)  
 $L$  = ความยาวลำน้ำสายหลัก (Km)  
 $CN$  = SCS curve number  
 $y$  = ความลาดชันเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ (%)



ภาพที่ 5 แสดงกราฟน้ำท่าไร้มิติของ SCS และกราฟสามเหลี่ยมของ SCS

2. แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model)

แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ใช้วิธี Implicit finite difference ในการคำนวณสภาพการไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady Flow) ในลำน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ โดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์สามารถอธิบายสภาพการไหลได้ทั้งการไหลแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow) และการไหลแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow) ตลอดจนสามารถคำนวณการไหลในระบบลำน้ำที่มีการไหลเข้าด้านข้าง และแสดงผลการคำนวณเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time) และสถานที่ (Space)

2.1 สมการพื้นฐาน

สมการพื้นฐานของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ในแบบจำลอง MIKE 11 คือ สมการ Saint Venant ซึ่งเป็นสมการที่อธิบายสภาพการไหลในลำน้ำแบบมิติเดียว (One Dimention) โดยมีสมมติฐานเบื้องต้นคือ

1. น้ำเป็นของเหลวที่ไม่สามารถอัดได้ (Incompressible) และความหนาแน่นคงที่ตลอดการไหล
2. ความลาดชันท้องลำน้ำมีค่าน้อย (Mild Slope)
3. การไหลเป็นแบบมิติเดียว (One Dimention) ความลึกและความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของลำน้ำ
4. สภาพการไหลเป็นแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow)

รูปแบบของสมการ Sain venant จะประกอบไปด้วยสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม (Continuity and Momentum Equations) แบบมิติเดียว (One-dimention) ซึ่งรูปสมการแสดงได้ดังนี้

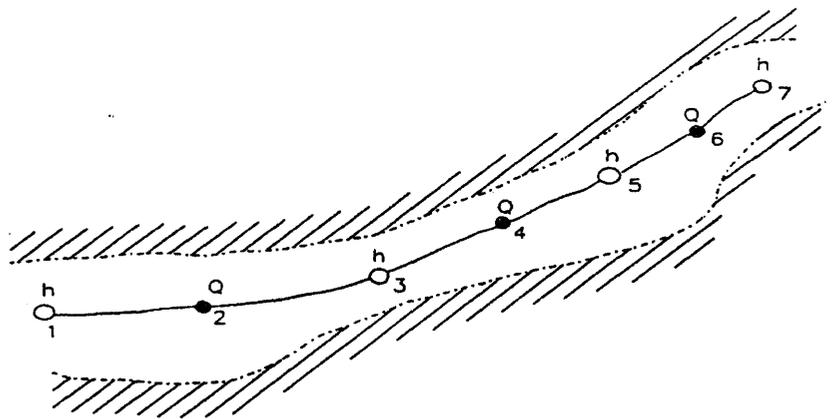
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \dots\dots\dots(11)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ |Q|}{C^2 AR} = 0 \dots\dots\dots(12)$$

เมื่อ	$Q$	=	อัตราการไหล ( $m^3/s$ )
	$A$	=	พื้นที่หน้าตัด ( $m^2$ )
	$q$	=	อัตราการไหลเข้าด้านข้าง ( $m^3/s/m$ )
	$h$	=	ระดับน้ำเหนือระดับอ้างอิง (m)
	$C$	=	Chezy Coefficient (m)
	$R$	=	รัศมีชลศาสตร์ (m)
	$\alpha$	=	สัมประสิทธิ์โมเมนต์

## 2.2 วิธีการคำนวณหาคำตอบ

การหาคำตอบจากสมการต่อเนื่อง และสมการโมเมนต์ อาศัยวิธีการ Implicit Finite Difference ที่พัฒนาโดย Abbott และ Ionescu (1967) ทั้งนี้ค่าอัตราการไหล ( $Q$ ) และระดับน้ำ ( $h$ ) จะคำนวณที่ตำแหน่งสลับกันดังแสดงในภาพที่ 6 ตำแหน่งเหล่านี้จะกำหนดขึ้นโดยอัตโนมัติในแบบจำลองตามความต้องการของผู้ใช้ ตำแหน่งที่คำนวณค่าระดับน้ำจะอยู่ที่จุดที่กำหนดหน้าตัด ส่วนตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหลจะอยู่กึ่งกลางระหว่างตำแหน่งที่คำนวณระดับน้ำ และที่ตำแหน่งอาคารชลศาสตร์ค่าอัตราการไหลจะมีค่าเป็นบวกเมื่อน้ำไหลไปในทิศทางท้ายน้ำ



ภาพที่ 6 ลำรางและตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหล และระดับน้ำ

ที่มา : MIKE 11 Reference Manual (1992)

### 2.3 ความต้านทานที่ท้องลำน้ำ

แบบจำลอง MIKE 11 จะทำการวิเคราะห์ความต้านทานของการไหลเนื่องจากความเสียดทานที่ท้องน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการของ Chezy หรือ Manning สำหรับสมการ Chezy แสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 13

$$Q = AC\sqrt{RS} \dots\dots\dots(13)$$

- เมื่อ
- Q = อัตราการไหล (m<sup>3</sup>/s)
  - A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (m<sup>2</sup>)
  - R = รัศมีชลศาสตร์ (m)
  - C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Chezy

สำหรับสมการ Manning แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} = MAR^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(14)$$

- เมื่อ
- n = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Manning
  - M = Manning number ซึ่งมีค่าสมมูลกับสัมประสิทธิ์ของ Strickler

ค่า M คือ ส่วนกลับของ Manning Coefficient n ( M =1/n ) โดยค่า Manning 's n มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.01 จนถึง 0.10 ดังนั้นค่า M ที่สอดคล้องกันจะมีค่าตั้งแต่ 100 ถึง 10

สัมประสิทธิ์ของ Chezy และสัมประสิทธิ์ของ Manning ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กันโดย Cunge et al. (1980) แสดงได้ดังสมการ

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} = MR^{1/6} \dots\dots\dots(15)$$

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล เนื่องจากความขรุขระของทางน้ำซึ่งหมายถึงค่า C, n หรือ M นั้นสามารถประเมินได้โดยการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) โดยการเปรียบเทียบระหว่างลักษณะทางกายภาพที่ได้จากแบบจำลอง และลักษณะทางกายภาพของสภาพความเป็นจริงที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในสนาม นอกจากนั้นแล้วยังสามารถประเมิน

ค่า Manning 's n ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) ของระบบการทำงานอื่นๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศที่คล้ายคลึงกัน สำหรับค่า Manning 's n โดยประมาณของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไปแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำนํ้าของทางน้ำเปิด

ชนิดทางน้ำเปิด	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน Manning' n
Concrete	0.012
Gravel bottom with sides	
- Concrete	0.020
- mortared stone	0.023
- riprap	0.033
Natural stream channels	
Clean, straight stream	0.030
Clean, winding stream	0.040
Winding with weeds and pools	0.050
With heavy brush and timber	0.100
Flood Plain	
Pasture	0.035
Field crop	0.040
Light brush and weeds	0.050
Dense brush	0.070
Dense trees	0.100

ที่มา : Chow (1959)

### 2.3 สภาพเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)

เงื่อนไขขอบเขตที่ต้องกำหนดในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (HD Module) แบ่งออกเป็น 2 เงื่อนไขขอบเขตคือ

1. ขอบเขตด้านเหนือน้ำ (Upstream Boundary) สามารถกำหนดในแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูล

- อัตราการไหลคงที่จากอ่างเก็บน้ำ
- อัตราการไหลของกราฟน้ำท่าจากเหตุการณ์ต่างๆ

2. ขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream Boundary) สามารถกำหนดในแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูล

- ระดับน้ำคงที่ เช่น ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่
- ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เช่น ระดับขึ้นลงของน้ำทะเล
- โค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับและอัตราการไหล (Rating curve)

### 2.4 เงื่อนไขเสถียรภาพ (Stability condition)

เสถียรภาพและความถูกต้องแม่นยำของวิธีการในการแก้สมการ Finite Difference ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขดังต่อไปนี้คือ

1. Courant Condition ( $C_r$ ) โดยทั่วไปค่าของ  $C_r$  จะมีค่าอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15

$$C_r = \frac{\Delta t(v + \sqrt{gy})}{\Delta x} \leq 10 - 15 \dots \dots \dots (16)$$

เมื่อ  $v$  = ความเร็วที่หน้าตัดการไหล (m/s)

$g$  = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s<sup>2</sup>)

$y$  = ความลึก (m)

$t$  = ช่วงเวลา (s)

$x$  = ระยะทางระหว่างกริดที่คำนวณ (m)

2. Velocity Condition เงื่อนไขความเร็วจะเป็นตัวกำหนดค่า time step โดย สมการที่ 17 จะเป็นสมการที่กำหนดค่า time step ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดขวาง (Cross-section) อย่างรวดเร็ว

$$\frac{v\Delta t}{\Delta x} \leq 1-2 \dots\dots\dots(17)$$

### 3. แบบจำลองการแพร่กระจาย (Advection-Dispersion Model)

#### 3.1 สมการพื้นฐาน

สมการพื้นฐานจากแบบจำลองการแพร่กระจาย จะอธิบายถึงลักษณะการเคลื่อนตัวของสารในลำน้ำแบบมิติเดียว ซึ่งอาศัยหลักการของกฎทรงมวล (Mass balance) อธิบายสภาพการพาและการแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำดังสมการ

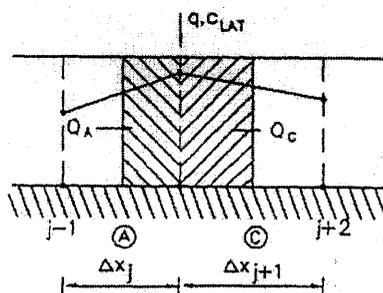
$$\frac{\partial (AC)}{\partial t} + \frac{\partial (Dc)}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left( AD \frac{\partial c}{\partial x} \right) = - AKC + q.C_q \dots\dots\dots(18)$$

เมื่อ	C	=	ความเข้มข้นของสารในน้ำ (g/m <sup>3</sup> )
	D	=	สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (m <sup>2</sup> /s)
	A	=	พื้นที่หน้าตัด (m <sup>2</sup> )
	K	=	สัมประสิทธิ์การย่อยสลายแบบเส้นตรง (s <sup>-1</sup> )
	C <sub>q</sub>	=	ความเข้มข้นของสารในน้ำที่ไหลเข้าด้านข้าง (g/m <sup>3</sup> )
	q	=	อัตราการไหลเข้าด้านข้าง (m <sup>3</sup> /s/m)
	x	=	ระยะระหว่างตำแหน่ง (Space coordinate, m)
	t	=	เวลา (time coordinate, t)

#### 3.2 วิธีการคำนวณหาคำตอบ

การคำนวณหาคำตอบของสมการความสมดุลของมวลสารในลำน้ำแบบมิติเดียวใช้วิธี Implicit Finite Difference เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ การแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำ โดยสมการจะพิจารณาการไหลเข้าออกของมวลสารผ่านช่วงของลำน้ำด้านเหนือและด้าน

ทำยจุด  $j$  ขอบเขตของช่วงลำน้ำประกอบด้วย ท้องลำน้ำ ผิวน้ำ หน้าตัดที่ตำแหน่ง  $j-1/2$  และ  $j+1/2$  ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ช่วงลำน้ำแสดงหน้าตัดที่กำหนดค่าอัตราการไหล

ที่มา : MIKE 11 Reference Manual (1992)

สมการที่พิจารณามีอยู่ด้วยกัน 2 สมการคือ สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) และ สมการการพา-แพร่กระจาย (Advection-Dispersion Equation)

### 1. สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation)

$$\frac{V_j^{n+1/2} C_j^{n+1}}{\Delta t} - \frac{V_j^n C_j^{n+1/2}}{\Delta t} + T_{j+1/2}^{n+1/2} - T_{j-1/2}^{n+1/2} = q^{n+1/2} C_q^{n+1/2} - V_j^{n+1/2} K C_j^{n+1/2} \dots (19)$$

- เมื่อ  $C$  = ความเข้มข้นของสารในน้ำ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )  
 $V$  = ปริมาตรของช่วงลำน้ำที่พิจารณา ( $\text{m}^3$ )  
 $T$  = อัตราการไหลของมวลผ่านหน้าตัดที่พิจารณา ( $\text{g}/\text{s}$ )  
 $q$  = อัตราการไหลเข้าด้านข้าง ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ )  
 $t$  = ช่วงเวลา ( $\text{s}$ )  
 $C_q$  = ความเข้มข้นของสารในน้ำที่ไหลเข้าด้านข้าง ( $\text{g}/\text{m}^3$ )  
 $K$  = สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Linear Decay Coefficient,  $\text{s}^{-1}$ )  
 $j$  = ตำแหน่ง (grid point)  
 $n$  = จำนวนช่วงเวลา

2. สมการการพา-แพร่กระจาย (advection-dispersion equation)

$$T_{q+1/2}^{n+1/2} = Q_{j+1/2}^{n+1/2} C_{j+1/2}^* - A_{j+1/2}^{n+1/2} D \frac{C_{j+1}^{n+1/2} - C_j^{n+1/2}}{\Delta x} \dots\dots\dots(20)$$

- เมื่อ  $Q_{j+1/2}^{n+1/2}$  = อัตราการไหลที่หน้าตัดด้านขวาของช่วงลำน้ำ (m<sup>3</sup>/s/m)
- $A_{j+1/2}^{n+1/2}$  = พื้นที่หน้าตัดที่ด้านขวาของช่วงลำน้ำ (m<sup>2</sup>)
- $D$  = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion Coefficient, m<sup>2</sup>/s)
- $C_{j+1/2}$  = ความเข้มข้นเฉลี่ยทางเหนือน้ำ (g/m<sup>3</sup>)  
ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$C_{j+1/2}^* = \frac{1}{4} (C_{j+1}^{n+1} + C_j^{n+1} + C_{j+1}^n + C_j^n) - \min \left\{ \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{\delta^2}{2} \right) \frac{1}{4\delta} \right\} (C_{j+1}^n - 2C_j^n + C_{j-1}^n) \dots(21)$$

เมื่อ  $\delta$  คือ Courant Number ( $U\Delta t/\Delta x$ )

แทนค่า  $C_{j+1/2}^*$  ลงในสมการที่ (21) และจัดเทอมใหม่จะได้สมการ Implicit Finite Difference ที่สามารถคำนวณความเข้มข้นของสารในลำน้ำทั้งสามตำแหน่งกริดที่ติดกันได้ ดังสมการ

$$\alpha_j C_{j-1}^{n+1} + \beta_j C_j^{n+1} + \gamma_j C_{j+1}^{n+1} = \delta_j \dots\dots\dots(22)$$

เมื่อกำหนดขอบเขต (Boundary) และค่าเริ่มต้น (Initial Condition) ที่เหมาะสมก็สามารถหาคำตอบของสมการข้างต้นได้ ซึ่งจะเป็นค่าความเข้มข้นของสารในลำน้ำ (C) ที่ตำแหน่ง grid point ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลา (t)

3.3 สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion Coefficient)

การพิจารณาการแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำ จะพิจารณาตามความยาวของลำน้ำ เป็นสำคัญ ซึ่งจะเกิดปฏิกริยาร่วมระหว่างความเร็วการไหลแบบไม่คงที่ (Non-Uniform Velocity) และการแพร่กระจาย (Diffusion) โดยสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายจะถูกอธิบายในฟังก์ชันของความเร็วกการไหล (Flow Velocity) ดังสมการ

$$D = fv^{ex} \dots\dots\dots(23)$$

เมื่อ	D	=	สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (m <sup>2</sup> /s)
	F	=	แฟคเตอร์การแพร่กระจาย
	V	=	ความเร็วการไหล (m/s)
	Ex	=	ค่าคงที่

ถ้า  $ex = 0$  ความเร็วการไหลจะไม่มีอิทธิพลต่อสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย และหน่วยของแฟคเตอร์การแพร่กระจาย (f) จะเป็นตารางเมตรต่อวินาที (m<sup>2</sup>/s) และถ้า  $ex=1$  ความเร็วการไหลจะเป็นฟังก์ชันเส้นตรงกับสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย และหน่วยของแฟคเตอร์การแพร่กระจายจะเป็นเมตร (m)

ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในแม่น้ำโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5 - 10 ตารางเมตรต่อวินาที และจะเพิ่มขึ้นเป็น 15 - 200 ตารางเมตรต่อวินาที เมื่อเกิดอิทธิพลการไหลแบบ 2 มิติ เช่น เกิดกระแสลมแรง หรือเกิดอิทธิพลจากระดับน้ำขึ้นลงบริเวณปากแม่น้ำดังตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบริเวณปากแม่น้ำ

### 3.4 เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)

เงื่อนไขขอบเขตที่ต้องพิจารณาใน แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

#### 1. ขอบเขตเปิดการไหลออก (Open boundary outflow)

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = 0 \dots\dots\dots(24)$$

ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบริเวณปากแม่น้ำ

แม่น้ำ	อัตราการไหล (cfs)	ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (smpd)
Hudson River, NY	5,000	20
East River, NY	0	10
Cooper River, SC	10,000	30
South River, NJ	23	5
Houston Ship Channel, TX	900	27
Cape River, NC	1,000	2-10
Compton Creek, NJ	10	1
Wappinger and Fishkill Creek, NY	2	0.5-1
River Foyle, N.Ireland	250	5
Delaware River, upper		2-7
Delaware River, lower		7-11
Potomac River upper		0.6-6
Potomac River, lower		6-10
Narrows of Mercey		4.4-12
San Francisco Bay, southern		0.6-6
San Francisco Bay, northern		1.5-6.2
Rio Quayas, Ecuador		25
Thames River, England, low flow		1.8-2.8
Thames River, England, high flow		11

ที่มา : Thomann และ Muller (1987)

2. ขอบเขตเปิดการไหลเข้า (Open boundary inflow) สามารถใส่ความเข้มข้นของสารในลำน้ำทั้งที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา และเป็นค่าคงที่เช่นเดียวกับเงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ดังสมการต่อไปนี้

$$C = C_{bq} + (C_{out} - C_{bf}) e^{-t_{mix} \cdot k_{mix}} \dots\dots\dots(25)$$

- เมื่อ  $C_{bf}$  = ความเข้มข้นของสารในลำน้ำที่ขอบเขต  
 $C_{out}$  = ความเข้มข้นของสารในลำน้ำที่ขอบเขตที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วก่อนเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ  
 $k_{mix}$  = time scale ( $hr^{-1}$ )  
 $t_{mix}$  = เวลาตั้งแต่เกิดการเปลี่ยนทิศการไหล

3. ขอบเขตปิด (Close boundary) คือไม่มีการไหลที่ขอบเขต ( $Q=0$ )

$$\frac{\partial c}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots(26)$$

### 3.5 เงื่อนไขเสถียรภาพ

การคำนวณของแบบจำลองการพา-แพร่กระจายจะมีเสถียรภาพหรือไม่ สามารถตรวจสอบได้จากค่า  $P_e$  ดังสมการต่อไปนี้

$$P_e = \frac{V \Delta x}{D} > 2 \dots\dots\dots(27)$$

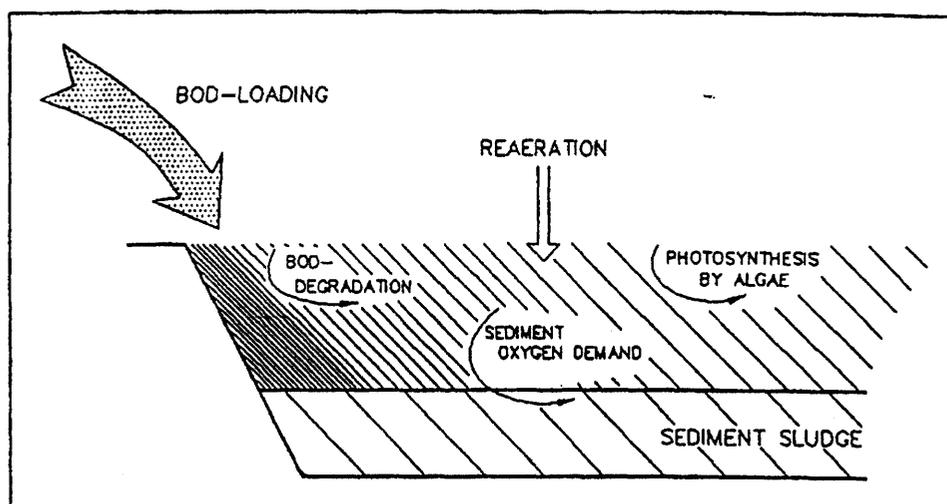
- เมื่อ  $P_e$  = Peclet number  
 $V$  = ความเร็วการไหล (m/s)  
 $\Delta x$  = ระยะทางระหว่างกริดที่คำนวณ (m)  
 $D$  = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย ( $m^2/s$ )

ช่วงระยะและเวลาที่ใช้ในการคำนวณจะขึ้นอยู่กับค่า  $C_r$  ซึ่งต้องน้อยกว่า 1 ดังสมการ

$$C_r = \frac{v\Delta t}{\Delta x} < 1 \dots\dots\dots(28)$$

#### 4. แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model)

แบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้อธิบายคุณภาพน้ำในแม่น้ำที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การลดลงของปริมาณออกซิเจน และระดับแอมโมเนียซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกระบายลงสู่แม่น้ำดังแสดงในภาพที่ 8 แบบจำลองคุณภาพน้ำจะถูกคำนวณควบคู่ไปกับแบบจำลองการแพร่กระจาย โดยแบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นในลำน้ำ และแบบจำลองการแพร่กระจายจะใช้จำลองกระบวนการแพร่กระจายของสารในลำน้ำ แบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้สมการที่สามารถอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นทั้งทางกายภาพเคมีและชีวภาพในลำน้ำ โดยแบบจำลองคุณภาพน้ำสามารถแบ่งเป็นระดับดังนี้



ภาพที่ 8 กระบวนการพื้นฐานของออกซิเจนละลายน้ำ

ที่มา : MIKE 11 Reference Manual (1992)

1. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงการถ่ายเทของสารอินทรีย์จากพื้น  
ลำน้ำ
3. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงกระบวนการไนตริฟิเคชัน
4. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงการถ่ายเทของสารอินทรีย์จากพื้น  
ลำน้ำ กระบวนการไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชัน
5. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงความต้องการออกซิเจนแบบทันที  
แบบช้าๆ และการถ่ายเทของสารอินทรีย์จากพื้นลำน้ำ
6. ความสัมพันธ์ระหว่าง บีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงกระบวนการทั้งหมดที่กล่าวมาทั้ง  
หมดข้างต้น

ตัวแปรและกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นในลำน้ำ ในแต่ละระดับของ  
แบบจำลองคุณภาพน้ำ แสดงดังตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ตัวแปรต่างๆสำหรับแต่ละระดับของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

State Variable	Model Level					
	1	2	3	4	5	6
Temperature	X	X	X	X	X	X
Oxygen	X	X	X	X	X	X
Ammonia	-	-	X	X	-	X
Nitrate	-	-	X	X	-	X
BOD	X	X	X	X	-	-
Dissolved BOD	-	-	-	-	X	X
Suspended BOD	-	-	-	-	X	X
BOD at the bottom	-	-	-	-	X	X

ที่มา : MIKE 11 Reference Manual (1992)

ตารางที่ 6 กระบวนการต่างๆสำหรับแต่ละระดับของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

Process Type	Model Level					
	1	2	3	4	5	6
Reaeration	X	X	X	X	X	X
Degradation of Organic						
a) Immediate Oxygen	X	X	X	X	-	-
b) Immediate & Delayed	-	-	-	-	X	X
Oxygen Demand						
Exchange with	-	X	-	X	X	X
Nitrification	-	-	X	X	-	X
Denitrification	-	-	-	X	-	X

ที่มา : MIKE 11 Reference Manual (1992)

#### 4.1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) หมายถึงค่าประมาณของปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่มีอากาศ ค่าบีโอดีที่ใช้หาความต้องการของออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์นิยมใช้ค่าบีโอดี<sub>5</sub> (มันลิน, 2538) เพราะปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันทางชีวภาพ (Biological Oxidation) โดยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นช้ามาก ไม่ทราบเวลาที่แน่นอนว่าจะทำการย่อยสลายเสร็จสิ้นสมบูรณ์ลงเมื่อใด แต่คาดว่าจุลินทรีย์จะสามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ 90-95 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมดในเวลาประมาณ 20-30 วัน และเมื่อใช้เวลาในการย่อยสลายเป็นเวลา 5 วัน จุลินทรีย์จะสามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ 60-70 เปอร์เซ็นต์ จึงนิยมใช้ค่าบีโอดีที่ 5 วัน เป็นค่าในการบ่งชี้การปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในน้ำและน้ำเสีย เพราะถ้าใช้เวลาในการวิเคราะห์นานถึง 20 วันจะทำให้ทราบผลช้าเกินไป และที่สำคัญคือถ้าปล่อยให้มีการย่อยสลายสารอินทรีย์นานเกินกว่า 5 วันแล้วอาจจะเกิดความผิดพลาดของค่าที่วิเคราะห์ได้ อันเนื่องมาจากในน้ำหรือน้ำเสียอาจมี

บัคเตรียบางชนิดซึ่งจะใช้ออกซิเจนในการออกซิเดชันสารอินทรีย์ คือแอมโมเนียเป็นไนเตรท และไนไตรท์กลายเป็นไนเตรทตามลำดับ (พัฒนา, 2539)

4.1.2 ดีโอ (Dissolved Oxygen) ออกซิเจนละลายน้ำเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำยังเป็นเครื่องชี้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำอีกด้วย

ปริมาณการละลายออกซิเจนในระยะเวลาใดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ความกดอากาศ และความเค็มของน้ำ ปริมาณการละลายออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง ยกตัวอย่างเช่นออกซิเจนจะมีความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงจาก 25 องศาเซลเซียส ไปจนกระทั่งเกือบถึง 0 องศาเซลเซียส ส่วนความกดอากาศที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำมีมากขึ้น และการที่น้ำมีความเค็มสูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนลดลง ตัวอย่างเช่นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส น้ำจืดจะมีออกซิเจนมากกว่าน้ำทะเลประมาณ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (มันลิน, 2538)

แหล่งที่มาของออกซิเจนละลายน้ำที่สำคัญได้มาจากหลายแหล่ง แหล่งแรกคือจากการแพร่จากบรรยากาศผ่านผิวน้ำ โดยในอากาศมีออกซิเจนอยู่ 20 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ หรือ 210 มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลิตร จำนวนนี้เป็นประมาณ 25 เท่าของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน แหล่งที่สองคือจากการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ และในทางกลับกัน การหายใจของพืชก็จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นกัน แหล่งที่สามคือจากลำน้ำสาขาที่ไหลเข้ามาบรรจบ

## 4.2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นในลำน้ำ

### 4.2.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในลำน้ำ (Oxygen Processes)

#### 4.2.1.1 การเติมอากาศ (Re-aeration)

$$\frac{dDO}{dt} = k_2 (c_s - DO) \dots\dots\dots(29)$$

เมื่อ  $C_s$  = ออกซิเจนละลายน้ำอิ่มตัว  
 (Saturation Concentration DO)  
 $= 14.652+T(-0.41022+T(0.007991-0.00007774T))$   
 DO = ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)  
 T = อุณหภูมิ ( $^{\circ}C$ )

$$k_2 = 27815U^{0.931}h^{-0.692}I^{1.09}$$

$$k_2 = 3.9U^{0.5}h^{-1.5}$$

$$k = 5.233Uh^{-1.67}$$

..... (30)

$$k_2 = a_1U^{b_1}h^{c_1}I^{d_1}$$

$$k_2 = a_2U^{b_2}h^{c_2}I^{d_2}$$

$$k_2 = a_3U^{b_3}h^{c_3}I^{d_3}$$

โดยสมการที่ใช้หาค่าของสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ( $k_2$ ) จะต้องทราบ อัตราการไหล ความลึกของน้ำ และความลาดชันของลำน้ำ สมการแรกเป็นสมการพื้นฐานที่นิยมใช้ในการหาค่า  $k_2$  ส่วนสมการหลังผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกใช้งานได้

เมื่อ  $k_2$  = ค่าคงที่การเติมอากาศที่ 20 องศาเซลเซียส (l/day)  
 U = ความเร็วการไหล (m/s)  
 H = ความลึก (m)  
 I = ความลาดชันลำน้ำ (m/m)  
 $a_{1-3}$  = สัมประสิทธิ์การเติมอากาศ  
 $b_{1-3}$  = ค่ายกกำลังของความเร็วการไหล  
 $c_{1-3}$  = ค่ายกกำลังของความลึก  
 $d_{1-3}$  = ค่ายกกำลังของความลาดชันลำน้ำ

4.2.1.2 กระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

$$p = \begin{cases} P_{max} \cdot \cos 2\pi(\frac{\tau}{\alpha}), & \text{if } \tau \in [t_{up}, t_{down}] \\ 0, & \text{if } \tau \notin [t_{up}, t_{down}] \end{cases}$$

.....(31)

- เมื่อ  $P$  = ผลผลิตของออกซิเจน ( $\text{g O}_2/\text{m}^2/\text{day}$ )  
 $P_{\text{max}}$  = ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดเวลากลางวัน ( $\text{g O}_2/\text{m}^2/\text{day}$ )  
 $\tau$  = เวลาหลังจากเที่ยงวัน  
 $\alpha$  = เวลากลางวันที่มีแสงอาทิตย์  
 $t_{\text{up,down}}$  = เวลาพระอาทิตย์ขึ้นและตก

#### 4.2.1.3 การหายใจของพืชและสัตว์ (Respiration)

$$R = R_{20} \cdot \theta_2^{(T-20)} \dots\dots\dots(32)$$

- เมื่อ  $R$  = อัตราการหายใจของพืช แบคทีเรีย และสัตว์  
 ( $\text{g O}_2/\text{m}^2/\text{day}$ )  
 $R_{20}$  = อัตราการหายใจของพืช และสัตว์  
 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส  
 $\theta$  = สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ Arrhenius

#### 4.2.1.4 การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Consumption from Degradation Of Dissolved Organic Matter)

$$\frac{dBOD}{dt} = k_{d3} \cdot BOD_d \cdot \theta_{d3}^{(T-20)} \dots\dots\dots(33)$$

- เมื่อ  $BOD$  = ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ ( $\text{mg/l}$ )  
 $K_{d3}$  = ค่าคงที่ของสารอินทรีย์ที่อุณหภูมิ  
 20 องศาเซลเซียส ( $1/\text{day}$ )  
 $\theta_{d3}$  = สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ Arrhenius

#### 4.2.1.5 สมดุลออกซิเจน (Oxygen Balance)

สมการที่ 29 - 33 ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นสมการที่อธิบายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนในลำน้ำ และสามารถสรุปเป็นสมดุลออกซิเจนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \frac{dDO}{dt} = & +k_2 \cdot (c_s - DO) \\ & -k_{d3} \cdot BOD_d \cdot \theta_3^{(T-20)} \\ & -y_1 \cdot k_4 \cdot NH_3 \cdot \theta_4^{(T-20)} \\ & -y_1 \cdot k_4 \cdot (NH_3)^{\frac{1}{2}} \cdot \theta_4^{(T-20)} \dots\dots\dots(34) \\ & -R_{20} \cdot \theta_2^{(T-20)} \\ & +P \\ & -B_1 \end{aligned}$$

เมื่อ  $y_1$  = แฟคเตอร์ผลผลิต (yield factor) ใช้อธิบายปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในกระบวนการไนตริฟิเคชัน

#### 4.2.2 กระบวนการบีโอดี (Biological Oxygen Demand Processes)

ค่าของปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ หรือน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ สามารถใช้สมดุลของออกซิเจน (Oxygen Balance) อธิบายได้เช่นเดียวกับกระบวนการการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในลำน้ำ (Oxygen Processes)

#### 4.3 วิธีการคำนวณหาค่าตอบ

การคำนวณหาค่าตอบของแบบจำลองคุณภาพน้ำ จะถูกคำนวณควบคู่ไปกับแบบจำลองการแพร่กระจาย โดยใช้หลักการของกฎทรงมวล (Mass Balance) ผลการคำนวณจะแสดงทั้งตำแหน่ง (Space) และเวลา (Time) ของมลพิษที่เกิดขึ้นในลำน้ำ

#### 4.4 สัมประสิทธิ์คุณภาพน้ำ

สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ จะขึ้นอยู่กับชนิดของพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่พิจารณา โดยในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาพารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ด้วยกัน คือ

4.4.1 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) การเปรียบเทียบค่าบีโอดีจะเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ ( $k_d$ )

4.4.2 ดีโอ (Dissolved Oxygen) การเปรียบเทียบค่าดีโอจะเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ( $k_2$ ) ผลผลิตของออกซิเจน (P) และอัตราการหายใจของพืช แบคทีเรียและสัตว์ (R)

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 1. แบบจำลองน้ำฝน – น้ำท่า

วีระชัย (2530) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานีในกลุ่มน้ำป่าสัก โดยทำการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ 14 พารามิเตอร์ในแบบจำลองถัง (Tank Model) โดยในการศึกษาได้กำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ทำการศึกษาไม่เกิน 1,000 ตารางกิโลเมตร จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าแบบจำลองถังสามารถคำนวณปริมาณน้ำท่าจากสถิติน้ำฝนได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลน้ำท่าจากการบันทึกและปริมาณน้ำท่าที่คำนวณจากแบบจำลองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซ็นต์

อวิรุทธิ์ (2538) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง RIBAMAN ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณการไหลของน้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝน โดยมีหลักการอ้างอิงกับวิธี SCS ( Soil Conservation Service ) และใช้ข้อมูลในการศึกษาจากสถานีวัดน้ำท่าภายในลุ่มน้ำบางปะกงจำนวน 7 สถานี โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำไม่เกิน 1,000 ตารางกิโลเมตร จำนวน 6 สถานี และมีพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่า 1,000 ตารางกิโลเมตร จำนวน 1 สถานี จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าแบบจำลองสามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าได้อย่างเหมาะสม โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการคำนวณกับค่าที่บันทึกของอัตราการไหล อัตราการไหลสูงสุดและเวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.825

ถึง 0.994 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที 0.960 ถึง 0.995 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และ 0.868 ถึง 0.997 ชั่วโมง ตามลำดับ

ณัฐ (2542) ได้ทำการรวบรวมและวิเคราะห์หมายเลขโค้งน้ำท่า SCS ของอำเภอต่างๆในประเทศไทย โดยได้รวบรวมและจัดการข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินขึ้นใหม่เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับการนำไปศึกษาพัฒนาต่อไป หมายเลขโค้งน้ำท่าที่ได้จากการศึกษามีจำนวน 810 อำเภอ โดยระดับอำเภอมีค่าอยู่ระหว่าง 40 ถึง 92 ระดับจังหวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 49 ถึง 90 โดยข้อมูลและกราฟที่ได้จากการศึกษาจะนำมาจัดทำฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Access และ Microsoft Excel เพื่อให้มีความสะดวกในการทำงานและแสดงผล

## 2. แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

DHI และ AIT (1993) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 กับลุ่มน้ำชี-มูล โดยใช้ในการทำนายปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อนปากมูล และใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อนในการดำเนินงานของเขื่อนปากมูล นอกจากนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้ใช้ข้อมูลที่เป็นเวลาจริงของการเกิดฝนตก และข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง MIKE 11 เป็นข้อมูลในการใช้น้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาจะครอบคลุมพื้นที่ 13,000 ตารางกิโลเมตรเหนือเขื่อนปากมูล ผลจากการทำนายปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อนปากมูลโดยใช้แบบจำลองจะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลจากแบบจำลองจะใช้ในการดำเนินงานในการปล่อยน้ำของเขื่อนปากมูลเพื่อรับน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน

DHI และ Bangladesh Flood Plain Organization (1994) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 GIS ในการจัดการกับปัญหาน้ำท่วมในประเทศบังคลาเทศ ผลจากการศึกษาจะทำให้สามารถจัดทำแผนที่น้ำท่วม เพื่อเป็นข้อมูลในการควบคุมน้ำท่วม การระบายปริมาณน้ำท่วม และโครงสร้างที่ต้องใช้ในการควบคุมและป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม นอกจากนั้นแบบจำลอง MIKE 11 จะสามารถทำนาย และวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม ซึ่งเป็นข้อมูลในการเตือนภัยที่สำคัญ และเมื่อรวบรวมผลการศึกษาที่ได้จากแบบจำลองทั้งหมด ก็จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่วม และกำหนดแนวทางเลือกในการแก้ไขปัญหา น้ำท่วม ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการกำหนดแผน และแนวนโยบายในการป้องกันน้ำท่วมต่อไป

DHI และ Changjiang Water Resources (1995) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 กับลุ่มน้ำแยงซีตอนกลางของประเทศจีน บริเวณลุ่มน้ำแยงซีจะมีประชากรอาศัยอยู่มากกว่า 300 ล้านคน ซึ่งส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่บริเวณด้านท้ายน้ำของพื้นที่ที่ทำการศึกษามีพื้นที่ในการศึกษาประมาณ 600,000 ตารางกิโลเมตร และครอบคลุมถึงพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศจีน ผลการศึกษาจากแบบจำลอง MIKE 11 จะสามารถคำนวณปริมาณการเกิดน้ำท่วมสูงสุดในแม่น้ำแยงซี โดยปริมาณการเกิดน้ำท่วมสูงสุดในแม่น้ำแยงซีจะมีปริมาณถึง 100,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

Surachai (1995) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-5 และ MIKE 11 ในการศึกษาถึงผลกระทบของน้ำท่วมในแม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระบบลุ่มน้ำคือ จากท้ายน้ำของเขื่อนป่าสักไปยังจังหวัดพระนครศรีอยุธยาตามแนวแม่น้ำป่าสัก และจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาไปยังอ่าวไทยตามแนวแม่น้ำเจ้าพระยาในส่วนของแบบจำลอง HEC-5 จะใช้ทำการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำผ่าน อ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก โดยใช้รอบปีการเกิดซ้ำที่ 20 50 100 200 500 และ 1,000 ปีตามลำดับ เป็นปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ในส่วนของแบบจำลอง MIKE 11 จะใช้ทำการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในแม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยผลการศึกษาสรุปได้ว่าเขื่อนป่าสักสามารถช่วยป้องกันน้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำของเขื่อนป่าสัก แต่จะมีผลเล็กน้อยในแม่น้ำเจ้าพระยา เนื่องจากปริมาณน้ำท่วมในแม่น้ำป่าสักจะน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่วมใน แม่น้ำเจ้าพระยา อย่างไรก็ตามเขื่อนป่าสักจะช่วยให้ช่วงเวลาของการเกิดน้ำท่วมสูงสุดเกิดขึ้นช้าลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเตือนภัยการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

Gelderland (1995) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 และ MIKE 11 GIS เพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนาประสิทธิภาพในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากน้ำท่วมในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาดังอยู่ทางตะวันออกของประเทศเนเธอร์แลนด์ มีแม่น้ำสายหลัก 2 สายคือ แม่น้ำโรนน์ และแม่น้ำแมส แบบจำลอง MIKE 11 ถูกใช้เพื่อจำลองสภาพการไหลที่ซับซ้อนในระบบป้องกันน้ำท่วม โดยผลจากแบบจำลองจะใช้ในการดำเนินงานเกี่ยวกับการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ การควบคุมน้ำท่วมโดยใช้สิ่งก่อสร้างขนาดเล็ก และสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ ในส่วนของแบบจำลอง MIKE 11 GIS จะใช้จำลองสภาพน้ำท่วมในทุ่งน้ำท่วม ผลจากการศึกษาจะใช้ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วม และใช้ภาพเคลื่อนไหวในการทำให้เห็นภาพการแพร่กระจายของการเกิดน้ำท่วม

นุชนารถ (2540) ทำการศึกษาสภาวะน้ำท่วมของกลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อศึกษาถึงสภาวะการเกิดอุทกภัยในบริเวณตัวเมืองจังหวัดเชียงใหม่โดยการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์การเกิดน้ำหลากขนาดเล็ก ที่มีการไหลเฉพาะในลำน้ำ และกราฟน้ำหลากที่มีการไหลล้นตลิ่งสู่ทุ่งน้ำท่วม จากการสอบเทียบแบบจำลองได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาแนวทางป้องกันและเป็นแผนในการบรรเทาอุทกภัยตามรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ

### 3. แบบจำลองคุณภาพน้ำ

Bella และ Dobbin (1968) ทำการพัฒนาแบบจำลองการไหลมิติเดียวโดยใช้วิธีการไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ในการหาค่าบีโอดีและดีไอ วิธีการวิเคราะห์จะมีข้อจำกัดจากข้อมูลที่แบบจำลองต้องการ เช่น ผลกระทบจากเวลา และสถานที่ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพทางชลศาสตร์ ผลกระทบจากแหล่งน้ำไหลโครกที่ไหลเข้าสู่แม่น้ำหรือปากแม่น้ำที่จะมีผลต่อค่าบีโอดีและดีไอ จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์เพื่ออธิบายผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในลำน้ำ และจากผลการศึกษาพบว่าความเร็วของน้ำที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในบริเวณปากแม่น้ำจะมีผลกระทบที่สำคัญต่อค่าบีโอดีและดีไอ

Lohani และ Thanh (1978) ทำการประยุกต์แบบจำลองคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา โดยทำการแบ่งแม่น้ำเจ้าพระยาออกเป็น 93 ช่วง และพิจารณาการไหลเป็นแบบมิติเดียว แบบจำลองบีโอดีและดีไอ จะอธิบายสภาพการไหลแบบคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา และอธิบายถึงระดับของค่าบีโอดีและดีไอ ในแม่น้ำ โดยแบบจำลองจะคำนวณค่าที่เหมาะสมในการรับภาระบรรทุกที่จะยังคงรักษาคุณภาพน้ำในแต่ละช่วงของแม่น้ำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

Wu และ Ahlert (1979) ทำการศึกษาแบบจำลองคุณภาพน้ำภายใต้สภาพการไหลแบบคงที่และพิจารณาการไหลเป็นแบบมิติเดียว โดยใช้แบบจำลองประมาณค่าบีโอดี ดีไอ แอมโมเนีย และไนโตรเจน ระบบของแบบจำลองไม่คิดผลกระทบจากน้ำทะเล มีระบบลำน้ำสาขา มีแหล่งปล่อยน้ำเสียจากชุมชน (Point source) และน้ำเสียที่แพร่กระจายไม่เป็นจุด (Non Point source) ภายใต้กระบวนการที่ใช้อากาศ และไม่ใช้อากาศในการย่อยสลายในลำน้ำ แบบจำลองจะถูกประยุกต์ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

Whitehead (1981) ทำการประยุกต์เทคนิคการประมาณค่ากับข้อมูลคุณภาพน้ำรายวันเพื่ออธิบายแบบจำลองบีโอดี ดีโอ คลอไรด์ และไนเตรท แบบจำลองนี้พัฒนาขึ้นเพื่อออกแบบและจัดการกับปัญหาน้ำเสียที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำของแม่น้ำมิลตัน แบบจำลองใช้ในการศึกษาการแพร่ของคุณภาพน้ำทางด้านท้ายน้ำ และประยุกต์ใช้แบบจำลองเชื่อมต่อกับระบบเตือนภัยคุณภาพน้ำ

Tischler และคณะ (1984) ได้นำแบบจำลองคุณภาพน้ำ QUAL-II มาใช้กับแม่น้ำฮันส์ตอนล่าง โดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำจากสถานีทำการสำรวจอย่างละเอียดมาเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบ และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติระหว่างผลจากแบบจำลองและผลจากสถานี แบบจำลองที่ทำการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แล้วจะคำนวณทางเลือกในการบำบัดน้ำเสียในอนาคตทุกๆ 2 ปี แบบจำลองคุณภาพน้ำ QUAL-II มีความยืดหยุ่นในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ และแนวทางเลือกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ผลจากการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ QUAL-II มีความน่าเชื่อถือจนเป็นที่ยอมรับ

Brinkman และคณะ (1988) ได้ทำการศึกษาปริมาณและคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยแบบจำลองสามารถที่จะคำนวณค่าที่เหมาะสมในการจัดการน้ำซึ่งเป็นระบบที่มีความซับซ้อน และแบบจำลองสามารถที่จะคำนวณได้ทั้งปริมาณ และคุณภาพน้ำ พื้นฐานของแบบจำลองจะประกอบไปด้วย 3 แบบจำลองย่อยคือ ABOPOL สำหรับการเคลื่อนตัวของน้ำท่า DELWAQ สำหรับคำนวณคุณภาพน้ำ และ BLOOM-II สำหรับคำนวณการเจริญเติบโตของพืช และแพลงตอน

Boworsak (1992) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา พิจารณาการไหลเป็นแบบมิติเดียว ค่าบีโอดีและดีโอ เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลองวิธีการไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยทำการแบ่งแม่น้ำออกเป็นช่วงๆ จำนวน 33 ช่วง เพื่อเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง โดยพิจารณาอัตราการไหลที่ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ผลจากการศึกษาได้ทำนายคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาในปี ค.ศ. 2000 ว่าคุณภาพน้ำจะอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ที่ต้องทำการบำบัดน้ำเสียเพื่อให้คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

Beck และ Reda (1994) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับอธิบายพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของโรงงานบำบัดน้ำเสีย และคุณภาพน้ำในแม่น้ำ แบบจำลองประยุกต์ใช้กับการประเมินจัดการน้ำ และควบคุมเวลาจริงของการขึ้นลงของน้ำซึ่งเป็นผลกระทบที่เกิดจากคลื่นของการปล่อยน้ำเสีย

Maqsood (1996) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำราวี ในประเทศปากีสถาน โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาคือต้องการแสดงให้เห็นว่าการจัดการคุณภาพน้ำเป็นนโยบายที่สำคัญพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ และอุณหภูมิ แบบจำลองถูกประยุกต์ใช้เพื่อทำนายคุณภาพน้ำในกรณีที่มีโครงการบำบัดน้ำเสีย และกรณีที่ไม่มีโครงการบำบัดน้ำเสีย เพื่อเป็นทางเลือกในการจัดทำแผนการจัดการคุณภาพน้ำ โดยผลจากการศึกษาได้มีการเสนอแนวทางเลือกในการปรับปรุง คุณภาพน้ำแม่น้ำราวี สองแนวทางเลือกแนวทางแรกคือใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียขั้นสูงที่แหล่งกำเนิดน้ำเสีย แนวทางเลือกที่สองคือใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียขั้นต่ำไปตลอดความยาวของแม่น้ำราวี

กฤษฎา (2539) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อทำนายคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีขอบเขตด้านเหนือน้ำอยู่ที่อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและขอบเขตด้านท้ายน้ำอยู่ที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทางที่ทำการศึกษาประมาณ 122 กิโลเมตร ปริมาณน้ำเสียที่ไหลลงสู่ แม่น้ำเจ้าพระยา จะประเมินจากการทำกิจกรรมต่างๆตามแนวแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาคุณภาพน้ำได้แก่ บีโอดี ดีโอ และอุณหภูมิ โดยการศึกษาจะใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ทำนายคุณภาพน้ำในปี 2540 2550 และ 2560 ผลจากการศึกษาพบว่าแม่น้ำเจ้าพระยาในสภาพปัจจุบันมีคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 4 โดยในปี 2537 มีค่าบีโอดีสูงสุดเท่ากับ 6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลจากการมีโครงการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพฯ ระยะที่ 1 ทำให้คุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 4 จนถึงปี 2540 เท่านั้น

กรมควบคุมมลพิษ (2540) ได้ทำการว่าจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ให้จัดทำแผนปฏิบัติการจัดการคุณภาพน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ในการศึกษาครอบคลุม ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล และโครงข่ายสาขา รวมพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 168,188 ตารางกิโลเมตร โดยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 กับ

แม่น้ำสายหลัก ได้แก่ แม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล ลำตะคอง และแม่น้ำสงคราม พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ อุณหภูมิ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ผลจากการศึกษาจากแบบจำลองจะประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำสายหลักในปี พ.ศ. 2547 2552 2562 และได้ใช้ผลจากการศึกษาจัดทำแผนปฏิบัติการฟื้นฟูคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ และยกระดับมาตรฐานของแหล่งน้ำให้ดีขึ้นในช่วงเวลา 20 ปี ข้างหน้า

กรมควบคุมมลพิษ (2541) ได้จัดทำโครงการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 GIS ในการจัดทำโครงการ พื้นที่ในการศึกษาครอบคลุม 8 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว นครนายก ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ประกอบด้วยแม่น้ำสายหลักทั้งสิ้น 9 สาย ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง ปราจีนบุรี นครนายก ระยอง ประแส พังราด จันทบุรี เวฬุ และตราด พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ แคลท์เรีย ชนิดโคลีฟอร์มทั้งหมด แคลท์เรียชนิดฟีคอลโคลีฟอร์ม และแอมโมเนีย ผลที่ได้จากการศึกษาคือสามารถกำหนดแนวทางในการควบคุมมลพิษทางน้ำจากข้อมูล GIS ที่ทำการจัดเก็บ สามารถคาดการณ์สภาพคุณภาพน้ำภายใต้ภาวะมลพิษรูปแบบต่างๆ และสามารถจัดทำแผนปฏิบัติการคุณภาพน้ำเพื่อให้แหล่งน้ำมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

ภัทธา (2541) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อทำนายคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง โดยมีขอบเขตด้านเหนือน้ำอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี และขอบเขตด้านท้ายน้ำอยู่ที่บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ อุณหภูมิ และความเค็ม จากการเปรียบเทียบแบบจำลองได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเท่ากับ 0.025 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายเท่ากับ 100 - 300 ตารางเมตรต่อวินาที ผลการศึกษาจากแบบจำลองพบว่าแม่น้ำแม่กลองตอนล่างในสภาพปัจจุบันมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 แต่พบความวิกฤตบางช่วงเวลาที่ค่าบีโอดี สูงกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และพื้นที่ที่มีความจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียคือ เทศบาลเมืองราชบุรี และเทศบาลเมืองสมุทรสงคราม

## อุปกรณ์และวิธีการ

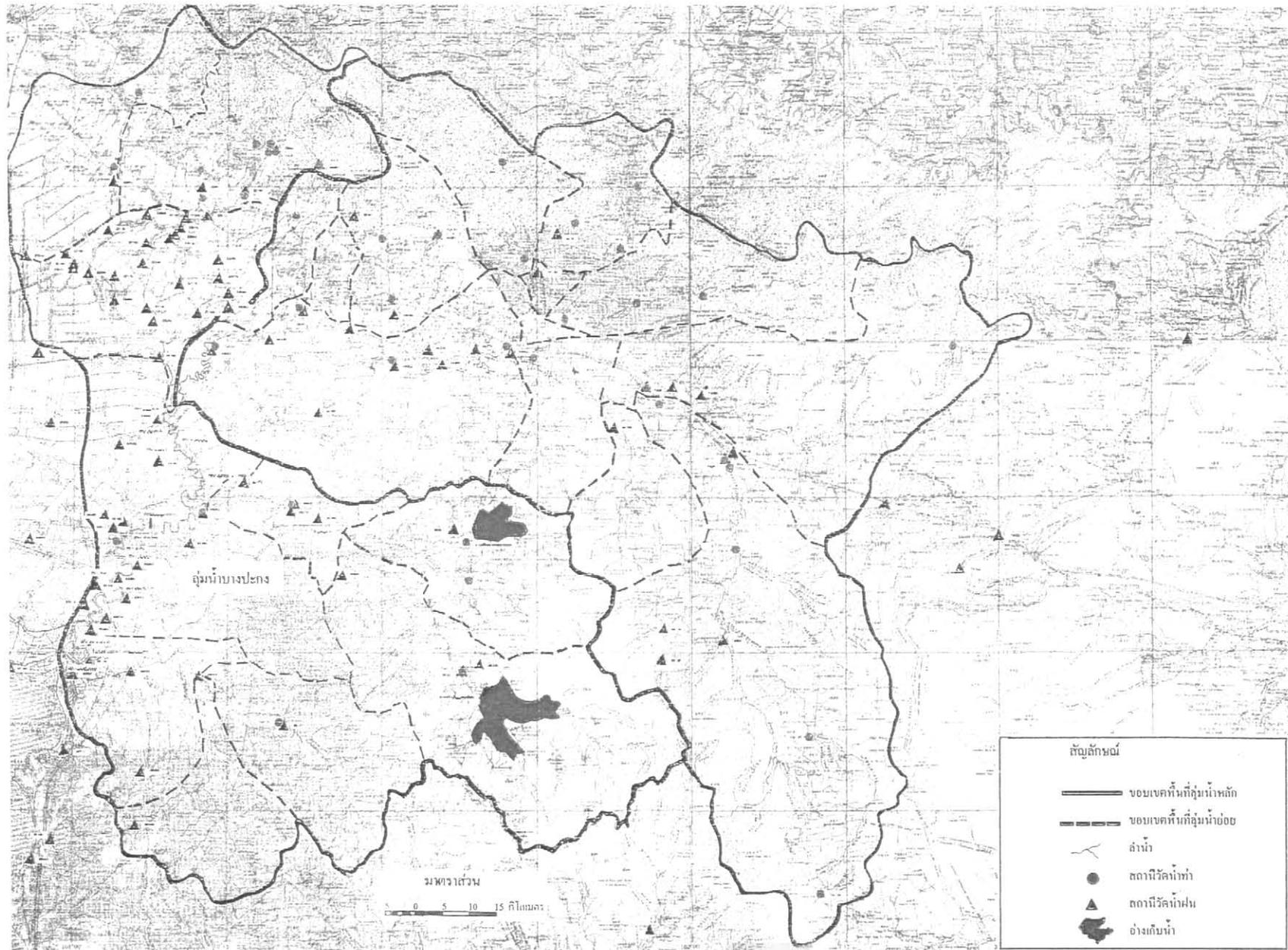
### อุปกรณ์

1. ไมโครคอมพิวเตอร์ 32 บิต พร้อม Hard Disk และ Math Co-Processor
2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11
3. แผนที่ภูมิประเทศของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี และบางปะกง มาตราส่วน 1:250,000 และ 1:50,000
4. รูปตัดขวาง และรูปตัดตามยาวของแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง
5. ข้อมูลทางอุทกวิทยา และข้อมูลทางชลศาสตร์ของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี และบางปะกง
6. ข้อมูลทางด้านคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง
7. Planimeter สำหรับวัดพื้นที่

### วิธีการ

#### 1. การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำ

การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง จะทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำโดยยึดตามรายงานมาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา ของคณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อให้การจัดแบ่งเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน ดังแสดงการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกงในภาพที่ 9 ส่วนรายชื่อลุ่มน้ำย่อยและพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 7 และ 8



ภาพที่ 9 การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง

ตารางที่ 7 รายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

รหัสลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)
15.01	แม่น้ำปราจีนบุรี (รวม)	9,821.0
15.02	คลองพระสะทึง	2,605.0
15.03	แม่น้ำพระปรง	2,576.0
15.03/1	- แม่น้ำพระปรงตอนบน	1,666.7
15.03/2	- ห้วยไคร้	468.5
15.03/3	- แม่น้ำพระปรงตอนล่าง	440.8
15.04	แม่น้ำหनुมาน	2,117.0
15.04/1	- ห้วยไสน้อย - ไสใหญ่	670.8
15.04/2	- ลำพระยาราช	507.0
15.04/3	- ห้วยโสมง	809.2
15.04/4	- แม่น้ำหनुมานพื้นที่ย่อย 1	56.0
15.04/5	- แม่น้ำหनुมานพื้นที่ย่อย 2	74.0
15.05	แม่น้ำปราจีนบุรีสายหลัก	2,523.0
15.05/1	- แม่น้ำประจันตคาม	573.0
15.05/2	- ห้วยเกษียร	140.0
15.05/3	- คลองยาง	222.0
15.05/4	- แม่น้ำปราจีนบุรีฝั่งซ้าย	1,288.0
15.05/5	- แม่น้ำปราจีนบุรีฝั่งขวา	300.0

ตารางที่ 8 รายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำบางปะกง

รหัสลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)
16.01	แม่น้ำบางปะกง (รวม)	8,679.0
16.02	แม่น้ำนครนายก	2,433.0
16.02/1	- คลองท่าด่าน	855.9
16.02/2	- คลองบ้านนา	713.9
16.02/3	- แม่น้ำนครนายกตอนล่าง	863.2
16.03	คลองท่าลาด	2,835.0
16.03/1	- คลองระบม	896.7
16.03/2	- คลองสี่ด	1,620.0
16.03/3	- คลองท่าลาดตอนล่าง	318.3
16.04	คลองหลวง	1,897.0
16.04/1	- คลองหลวงตอนบน	770.6
16.04/2	- คลองใหญ่	542.0
16.04/3	- คลองหลวงตอนล่าง	584.4
16.05	แม่น้ำบางปะกงสายหลัก	1,514.0
16.05/1	- แม่น้ำบางปะกงฝั่งขวา	580.7
16.05/2	- แม่น้ำบางปะกงฝั่งซ้าย	933.3

## 2. การศึกษาทางด้านอุทกนิยามวิทยา อุทกวิทยา และอุทกศาสตร์

### 2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 2.1.1 ข้อมูลภูมิอากาศ

ข้อมูลที่ใช้ทำการเก็บรวบรวมประกอบไปด้วยข้อมูลอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วกระแสลม ปริมาณเมฆปกคลุม และปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ โดยทำการเก็บรวบรวมจากรายงานสถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ของกรมอุทกนิยามวิทยา ตั้งแต่ พ.ศ. 2509

### 2.1.2 ข้อมูลปริมาณฝน

ข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมคือ ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน และข้อมูลปริมาณฝนรายปี โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรมชลประทาน ช่วงของสถิติข้อมูลปริมาณฝนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2495 ถึง ปัจจุบัน โดยมีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรีจำนวน 31 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัด ปราจีนบุรี สระแก้ว นครนายก และฉะเชิงเทรา ส่วนจำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกงมีจำนวน 65 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี นครนายก และปราจีนบุรี

### 2.1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

ข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า รายวัน รายเดือน และรายปี ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่ประตูระบายน้ำต่างๆ ทั้งในลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง โดยได้ทำการเก็บรวบรวมจากกรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมจากกรมชลประทาน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 22 สถานี ข้อมูลระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำจำนวน 4 แห่ง ข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานี

### 2.1.4 ข้อมูลระดับน้ำทะเลขึ้น-ลง

ข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมคือ ข้อมูลระดับน้ำทะเลขึ้น-ลงรายชั่วโมงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่บันทึกที่สถานีวัดระดับน้ำทะเลขึ้น-ลงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ของกรมเจ้าท่า

## 2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง เป็นลักษณะอากาศที่มีอากาศร้อนเป็นส่วนใหญ่ โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม 2 ฤดูคือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดผ่านในช่วงฤดูหนาวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยจะนำความแห้งแล้งและความหนาวเย็นเข้ามาในพื้นที่ลุ่มน้ำ แต่อุณหภูมิของอากาศจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับอุณหภูมิทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้จะพัดผ่านในช่วงฤดูฝนตั้งแต่

เดือนพฤษภาคม จนถึงเดือนพฤศจิกายน ช่วงเวลานี้อากาศจะค่อนข้างชื้นและมีลมแรงโดยจะมีฝนตกมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคม (ไมตรี, 2538)

### 2.2.1 กลุ่มน้ำปราจีนบุรี

การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศในกลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ทำการเลือกข้อมูลจากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในกลุ่มน้ำปราจีนบุรีจำนวน 2 สถานี คือ สถานีอำเภอเมืองปราจีนบุรี และสถานีอำเภอกบินทร์บุรี จากข้อมูลที่รวบรวมจากทั้ง 2 สถานี สามารถสรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ตัวแปรภูมิอากาศ	สถานีอำเภอเมืองปราจีนบุรี	สถานีอำเภอกบินทร์บุรี
อุณหภูมิรายปีเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	28.2	27.7
ความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	72.0	77.0
ปริมาณการระเหยจากผิวดินรายปีเฉลี่ย (มม.)	1654.0	1747.8
ความครึ้มของเมฆรายปีเฉลี่ย (0 – 10)	6.0	6.1
ความเร็วลมรายปีเฉลี่ย (นอต)	1.9	1.8

### 2.2.2 กลุ่มน้ำบางปะกง

เนื่องจากในกลุ่มน้ำบางปะกงไม่มีสถานีตรวจวัดภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังนั้นจึงได้ทำการเลือกข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดภูมิอากาศในบริเวณใกล้เคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีอำเภอเมืองปราจีนบุรี และสถานีอำเภอเมืองชลบุรี จากข้อมูลที่รวบรวมจากทั้ง 2 สถานี สามารถสรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศในกลุ่มน้ำบางปะกง

ตัวแปรภูมิอากาศ	สถานีอำเภอเมืองชลบุรี	สถานีอำเภอเมืองปราจีนบุรี
อุณหภูมิรายปีเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	28.0	28.2
ความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	72.0	72.0
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำรายปีเฉลี่ย (มม.)	1800.3	1654.0
ความครึ้มของเมฆรายปีเฉลี่ย (0 - 10)	5.8	6.0
ความเร็วลมรายปีเฉลี่ย (น็อต)	3.6	1.9

### 2.3 การวิเคราะห์ปริมาณฝน

#### 2.3.1 กลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์คือ ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย และข้อมูลปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด โดยมีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรีจำนวน 31 สถานี ดังแสดงผลการคำนวณปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในตารางผนวกที่ 1

จากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน และข้อมูลปริมาณฝนรายปี ที่ได้ทำการรวบรวมจากสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี สามารถจะสรุปปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม – ตุลาคม) ช่วงฤดูร้อน (พฤศจิกายน – เมษายน) และเฉลี่ยทั้งปีแยกตามแต่ละจังหวัด ที่มีสถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ได้ดังตารางที่ 11

จากกรวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย สามารถสรุปค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของปริมาณฝนแต่ละเดือน จากข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำปราจีนบุรีทั้ง 31 สถานีได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 11 สรุปปริมาณฝนเฉลี่ยแยกตามแต่ละจังหวัดที่มีสถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัด	จำนวนสถานี	ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)		
		ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ทั้งปี
ปราจีนบุรี	18	1,511.0	159.0	1,669.0
สระแก้ว	11	1,192.0	165.0	1,357.0
นครนายก	1	2,153.0	249.0	2,402.0
ฉะเชิงเทรา	1	991.0	119.0	1,110.0
รวม	31	1,401.0	163.0	1,564.0

ตารางที่ 12 สรุปค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของของปริมาณฝนแต่ละเดือนในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

เดือน	ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)											
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
เฉลี่ย	72.2	181.9	215.7	241.5	293.3	306.6	162.4	27.1	3.1	6.1	17.9	36.1
สูงสุด	117.8	246.1	357.4	450.8	518.0	477.0	246.3	133.9	10.1	19.6	34.6	85.9
ต่ำสุด	20.1	104.9	102.5	129.7	127.1	188.3	78.2	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0

### 2.3.2 ลุ่มน้ำบางปะกง

ข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์คือ ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย และข้อมูลปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด โดยมีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในลุ่มน้ำบางปะกงจำนวน 65 สถานี ดังแสดงผลการคำนวณปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในตารางผนวกที่ 2

จากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน และข้อมูลปริมาณฝนรายปี ที่ได้ทำการรวบรวมจากสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง สามารถสรุปปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม - ตุลาคม) ช่วงฤดูร้อน (พฤศจิกายน - เมษายน) และเฉลี่ยทั้งปีแยกตามแต่ละจังหวัดที่มีสถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สรุปปริมาณฝนเฉลี่ยแยกตามแต่ละจังหวัดที่มีสถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง

จังหวัด	จำนวนสถานี	ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)		
		ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ทั้งปี
ฉะเชิงเทรา	27	1041.1	156.8	1197.9
ชลบุรี	6	939.7	205.7	1145.4
นครนายก	31	1436.8	158.6	1595.4
ปราจีนบุรี	1	2545.7	264.3	2810.0
รวม	65	1243.6	163.8	1407.4

จากการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย สามารถสรุป ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของปริมาณฝนแต่ละเดือน จากข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำบางปะกงทั้ง 65 สถานีได้ดัง ตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สรุปค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของปริมาณฝนแต่ละเดือนในลุ่มน้ำบางปะกง

เดือน	ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)											
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
เฉลี่ย	69.6	161.5	178.1	204.9	246.3	285.3	167.5	32.6	6.0	6.9	16.7	32.0
สูงสุด	108.9	290.6	430.6	467.7	591.2	523.7	241.9	61.7	12.7	19.1	49.4	91.5
ต่ำสุด	20.7	93.6	91.2	103.2	124.2	187.8	85.2	5.2	0.7	0.0	4.1	7.7

#### 2.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำบางปะกงจะทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากทั้งแม่น้ำปราจีนบุรี แม่น้ำนครนายก แม่น้ำบางปะกง และลำน้ำสาขาที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 กลุ่มน้ำปราจีนบุรี

สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีจำนวน 20 สถานี โดยมีสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน จำนวน 14 สถานี และสถานีวัดน้ำท่าของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จำนวน 6 สถานี

ข้อมูลที่ทำกรคำนวณ ได้แก่ การคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของปริมาณน้ำท่ารายปี การคำนวณปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย โดยแสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย ในตารางผนวกที่ 3

จากข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน และข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย ที่ได้ทำการเก็บรวบรวมจากสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี โดยแยกตามแต่ละจังหวัดที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ สามารถสรุปปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำได้ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำแยกตามแต่ละจังหวัดที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัด	จำนวนสถานี	ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.)	
		ช่วงพิสัยระหว่างสถานี	เฉลี่ยทั้งหมด
ปราจีนบุรี	15	9.45 - 45.06	19.35
สระแก้ว	3	10.66 - 12.72	11.49
นครนายก	1	33.85	33.85
จันทบุรี	1	33.63	33.63
รวม	20	9.45-45.06	19.62

กลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีลุ่มน้ำย่อยที่สำคัญ 4 ลุ่มน้ำย่อยด้วยกันคือ คลองพระสทิง แม่น้ำพระปรอง แม่น้ำหनुมาน และแม่น้ำปราจีนบุรีสายหลัก จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้ทำการเก็บรวบรวมจากสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำปราจีนบุรี โดยแยกตามแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ สามารถสรุปปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.)	
		ช่วงพิสัยระหว่างสถานี	เฉลี่ยทั้งหมด
คลองพระสเทิง	2,605	10.66 - 33.63	15.78
แม่น้ำพระปรอง	2,576	9.45 - 12.72	11.27
แม่น้ำหनुมาน	2,117	11.91 - 28.3	21.98
แม่น้ำปราจีนบุรีสายหลัก	2,523	14.14 - 45.06	25.81
รวม	9,821	9.45 - 45.06	19.62

#### 2.4.2 ลุ่มน้ำบางปะกง

สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกงมีจำนวน 11 สถานี โดยมีสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน จำนวน 10 สถานี และสถานีวัดน้ำท่าของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จำนวน 1 สถานี

ข้อมูลที่ทำการคำนวณ ได้แก่ การคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของปริมาณน้ำท่ารายปี การคำนวณปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย โดยแสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในตารางผนวกที่ 4

จากข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน และข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย ที่ได้ทำการเก็บรวบรวมจากสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง โดยแยกตามแต่ละจังหวัดที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ สามารถสรุปปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำแยกตามแต่ละจังหวัดที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง

จังหวัด	จำนวนสถานี	ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.)	
		ช่วงพิสัยระหว่างสถานี	เฉลี่ยทั้งหมด
ฉะเชิงเทรา	2	8.88 - 9.28	9.08
นครนายก	6	21.52 - 75.73	47.88
ชลบุรี	1	6.83	6.83
ปราจีนบุรี	1	60.69	60.69
สระบุรี	1	17.13	17.13
รวม	11	6.83 - 75.73	35.46

ลุ่มน้ำบางปะกงมีลุ่มน้ำย่อยที่สำคัญ 4 ลุ่มน้ำย่อยด้วยกันคือ แม่น้ำนครนายก คลองท่าลาด คลองหลวง และแม่น้ำบางปะกงสายหลัก จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้ทำการเก็บรวบรวมจากสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง โดยแยกตามแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ สามารถสรุปปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำในลุ่มน้ำบางปะกง

ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.)	
		ช่วงพิสัยระหว่างสถานี	เฉลี่ยทั้งหมด
แม่น้ำนครนายก	2,433	17.13 - 75.73	45.64
คลองท่าลาด	2,835	8.88 - 9.28	9.08
คลองหลวง	1,897	6.83	6.83
แม่น้ำบางปะกงสายหลัก	1,514	-	-
รวม	8,679	6.83 - 75.73	35.46

## 2.5 การวิเคราะห์ระดับน้ำทะเลขึ้น-ลง

เนื่องจากแม่น้ำบางปะกงเป็นแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล ดังนั้นระดับขึ้น-ลงของน้ำทะเลจึงมีผลกระทบต่อระดับน้ำในแม่น้ำบางปะกง ตั้งแต่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงไปจนถึงจุดบรรจบระหว่างแม่น้ำนครนายกและแม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งอิทธิพลของน้ำทะเลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำบางปะกง โดยในช่วงฤดูฝนอิทธิพลของน้ำทะเลจะมีน้อยกว่าในช่วงฤดูแล้ง เพราะในช่วงฤดูฝนปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำบางปะกงมีปริมาณมากกว่าในช่วงฤดูแล้งทำให้สามารถผลักดันน้ำทะเลได้ดีกว่าในช่วงฤดูแล้ง

การวิเคราะห์ระดับน้ำทะเลขึ้น-ลงจะทำการวิเคราะห์ระดับน้ำสูงสุด ต่ำสุด รายชั่วโมงที่สถานีวัดระดับน้ำทะเลขึ้น-ลงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงของกรมเจ้าท่า โดยช่วงปีที่มีข้อมูลคือระหว่างปีพ. ศ. 2536 ถึงพ. ศ. 2541 โดยตารางที่ 19 แสดงระดับน้ำทะเลสูงสุด ต่ำสุด รายชั่วโมงที่สถานีวัดระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ของกรมเจ้าท่า

ตารางที่ 19 ระดับน้ำทะเล สูงสุด ต่ำสุด รายชั่วโมงที่สถานีวัดระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง

ปีพ. ศ.	ระดับน้ำสูงสุด (เมตร รทก.)	ระดับน้ำต่ำสุด (เมตร รทก.)	ระดับน้ำเฉลี่ย (เมตร รทก.)
2536	1.77	-1.50	0.19
2537	1.76	-1.56	0.31
2538	1.93	-1.47	0.37
2539	1.85	-1.47	0.42
2540	1.85	-1.50	0.28
2541	1.84	-1.47	0.35

### 3. การศึกษาทางด้านคุณภาพน้ำ

#### 3.1 ความหมายของน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์มาแล้ว ซึ่งอาจเป็นการใช้ประโยชน์ใน บ้านเรือน ในการเกษตรกรรมหรือในกิจการอุตสาหกรรมต่าง ๆ การใช้น้ำเหล่านี้ทำให้น้ำมีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม เช่นมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปหรือมีสิ่งเจือปนเพิ่มขึ้น ชนิดและความเข้มข้นของสิ่งเจือปนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากการเกษตรจะมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตลอดจนสารพิษ และจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรปะปนอยู่มาก ส่วนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีลักษณะพิเศษขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม (ฉัตรไชย, 2539)

#### 3.2 ประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย

ประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชน แหล่งกำเนิดน้ำเสียอุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดน้ำเสียเกษตรกรรม

##### 3.2.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชน

น้ำเสียจากแหล่งชุมชนอาจถูกแบ่งออกได้เป็น แหล่งน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย แหล่งน้ำเสียจากสถานทำการต่าง ๆ เช่น สถานศึกษา สำนักงาน โรงพยาบาล ฯลฯ แหล่งน้ำเสียที่ใช้ในการพักผ่อนหย่อนใจหรือสันทนาการ เช่น รีสอร์ท โรงแรม บ้านพักตากอากาศ ฯลฯ และแหล่งน้ำเสียย่านธุรกิจต่าง ๆ เช่น ร้านอาหาร โรงภาพยนตร์ ฯลฯ แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากชุมชนดังกล่าวมาแล้วจะมีคุณสมบัติของน้ำเสียที่มีความใกล้เคียงกันในองค์ประกอบของน้ำเสียแต่อาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของปริมาณน้ำเสีย (พัฒนา, 2539)

##### 3.2.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสียอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากอุตสาหกรรมจะเกิดจากการใช้น้ำ ในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการล้างวัตถุดิบ น้ำล้างวัสดุอุปกรณ์ น้ำล้างทำความสะอาดโรงงาน น้ำเสียจากกระบวนการผลิตที่ใช้ในการหล่อเย็นของอุปกรณ์ทำความร้อน เป็นต้น คุณลักษณะและปริมาณของน้ำเสียนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของ

อุตสาหกรรม ขนาดของกิจการอุตสาหกรรม และการควบคุมกำกับกับการดำเนินกิจการอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการดำเนินการวิเคราะห์หาปริมาณ และคุณลักษณะของน้ำเสียแต่ละโรงงานและแต่ละประเภทของการประกอบกิจการที่กระทำภายในโรงงาน ถึงแม้บางโรงงานจะประกอบอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน แต่คุณลักษณะและปริมาณของน้ำเสียที่เกิดขึ้นอาจมีความแตกต่างกัน (พัฒนา, 2539)

### 3.2.3 แหล่งกำเนิดน้ำเสียเกษตรกรรม

น้ำเสียจากเกษตรกรรมเกิดจากการใช้น้ำเพื่อการปลูกพืช และเกิดจากการใช้น้ำเพื่อการปศุสัตว์ โดยน้ำเสียจากการปลูกพืชจะมีปริมาณเกลือแร่สูง ทั้งนี้เนื่องจากการคายน้ำและการชะล้างเอาเกลือแร่ในดินออกมา ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังมีสารพิษตกค้างจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรอีกหลายอย่าง เช่น ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช ยาฆ่าหนู เป็นต้น ส่วนน้ำเสียจากการทำปศุสัตว์ เช่น การเลี้ยงสุกร เป็ด ไก่ โค กระบือ ปลา และกุ้ง จะมีปริมาณสารอินทรีย์และสารเคมีในปริมาณสูง โดยเฉพาะการเลี้ยงสุกรจะก่อให้เกิดน้ำเสียมากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันมีจำนวนการเลี้ยงเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการบริโภค ที่เพิ่มขึ้นจึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีในการเลี้ยงโดยให้อาหารและยาในปริมาณสูงขึ้น ทำให้เกิดปริมาณความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ และสารเคมีต่าง ๆ ปนเปื้อนในแหล่งน้ำในปริมาณที่สูงขึ้น

## 3.3 การประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษ

### 3.3.1 การประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งชุมชน

จากข้อกำหนดของกรมการปกครองสามารถแบ่งขนาดของชุมชน ตามจำนวนประชากรที่จดทะเบียนไว้คือ ตั้งแต่ 50,000 คนขึ้นไป เป็นเทศบาลขนาดใหญ่ ชุมชนที่มีประชากรอยู่ระหว่าง 20,000 ถึง 50,000 คน เป็นเทศบาลขนาดกลาง และชุมชนที่มีประชากรน้อยกว่า 20,000 คน เป็นเทศบาลขนาดเล็ก ส่วนสุขาภิบาลก็มีการแบ่งขนาดตามประชากรเช่นกันคือ ตั้งแต่ 8,000 คนขึ้นไปเป็นสุขาภิบาลขนาดใหญ่ ระหว่าง 4,000 ถึง 8,000 คน เป็นสุขาภิบาลขนาดกลาง และระหว่าง 2,000 ถึง 4,000 คน เป็นสุขาภิบาลขนาดเล็ก

การประเมินปริมาณน้ำเสียของชุมชนสามารถประเมินได้จาก อัตราการใช้น้ำของชุมชนโดยสุขาภิบาลจะมีอัตราการใช้น้ำอยู่ระหว่าง 100 – 200 ลิตร/คน/วัน เทศบาลขนาดเล็กจะมีอัตราการใช้น้ำระหว่าง 150 – 250 ลิตร/คน/วัน เทศบาลขนาดกลางมีอัตราการใช้น้ำระหว่าง

180 – 280 ลิตร/คน/วัน โดยปกติแล้วปริมาณน้ำเสียจะคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้น้ำ ส่วนอีก 20 เปอร์เซ็นต์ อาจมีการปล่อยทิ้งโดยวิธีอื่น เช่น การปล่อยลงบ่อน้ำทิ้ง หรือปล่อยทิ้งในบริเวณที่พักอาศัย

ส่วนการประเมินปริมาณความสกปรกในรูปของบีโอดี จากแหล่งชุมชนต่าง ๆ จะพิจารณาจากค่าสมมูลประชากร (Population Equivalent) โดยค่าสมมูลประชากรของสุขาภิบาล จะมีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 35 กรัม/คน/วัน ส่วนค่าสมมูลประชากรของเทศบาลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 25 – 45 กรัม/คน/วัน ซึ่งเมื่อนำจำนวนประชากรของชุมชนนั้น ๆ มาคูณกับค่าสมมูลประชากร ก็จะได้ความเข้มในรูปบีโอดีของชุมชนนั้น ๆ โดยแสดงค่าสมมูลประชากรจากกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ในตารางผนวกที่ 11 และตารางผนวกที่ 12 แสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณบีโอดีจากแหล่งชุมชนต่าง ๆ ที่ระบายลงสู่แม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2538

สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษในอนาคต จะทำการพยากรณ์จากข้อมูลจำนวนประชากรของชุมชนในปีพ.ศ.2538 เป็นปีฐาน แล้วทำการพยากรณ์ไปในอนาคตคือในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. พยากรณ์จำนวนประชากรของชุมชนต่างๆ ในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 โดยคำนวณจากอัตราการเพิ่มของประชากรในชุมชนนั้นๆ
2. คำนวณปริมาณน้ำเสีย และปริมาณมลพิษในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 โดยคำนวณจากอัตราการผลิตน้ำเสียต่อคนต่อวัน และค่าสมมูลประชากรของชุมชนต่างๆในปีพ.ศ.2550 และพ.ศ. 2560 โดยตารางผนวกที่ 13 แสดงปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่ง ชุมชนในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560

### 3.3.2 การประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งอุตสาหกรรม

ช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาได้มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ และการส่งเสริมการลงทุนของรัฐบาล ทำให้เกิดโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นเป็นจำนวนมากและทำให้เกิดผลกระทบตามมา จากขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ผลกระทบที่สำคัญคือน้ำเสียจากขบวนการผลิตซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ ส่วนความรุนแรงจะมากน้อยเพียงใดสามารถพิจารณาได้จาก



อนุญาตก่อน จึงดำเนินการได้

- เป็นโรงงานขนาดใหญ่และ/หรือประกอบกิจการอาจก่อปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ซึ่งทางราชการต้องควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
- เครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า และ/หรือ คนงานตั้งแต่ 51 คนขึ้นไป
- อนึ่งแม้ว่าโรงงานจะใช้เครื่องจักรไม่เกิน 50 แรงม้า และ/หรือ คนงานไม่เกิน 50 คน แต่โรงงานต่อไปนี้ถือว่าเป็นโรงงานประเภทที่ 3
  1. ใช้พื้นที่น้อย หรือกลายเป็นเชื้อเพลิง
  2. มีการฟอก ย้อมสี
  3. มีการล้างขาม เคลือบผ้าชิ้นงานโดยใช้สารเคมี ปิ้มหรือหลอมหรือหล่อโลหะ

จากการจำแนกประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 3 ประเภท พบว่ามีโรงงานประเภทที่ 2 และ 3 เท่านั้นที่น่าจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการศึกษาคั้งนี้จะมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะปริมาณน้ำเสียและของเสียที่ปล่อยลงสู่น้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ 2 และ 3 เท่านั้น

สำหรับหลักเกณฑ์ในการประเมินน้ำเสีย และปริมาณความสกปรกในรูปของบีโอดีของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรม จะใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับรายงานการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของกรมควบคุมมลพิษโดยใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. หลักเกณฑ์ในการคำนวณปริมาณน้ำเสีย
  - ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเสียของโรงงานที่มีอยู่จริงในกรณีที่มีข้อมูลปริมาณน้ำเสีย
  - ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเสียต่อหน่วยการผลิตของโรงงานประเภทเดียวกันจากเกณฑ์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรมในกรณีที่ไม่ทราบปริมาณน้ำเสียของโรงงานนั้น ดังแสดงในตารางผนวกที่ 14
2. หลักเกณฑ์ในการคำนวณปริมาณบีโอดีของโรงงานอุตสาหกรรม
  - ใช้ข้อมูลปริมาณบีโอดีของโรงงานที่มีอยู่จริงในกรณีที่มีข้อมูล
  - ใช้ข้อมูลปริมาณบีโอดีต่อหน่วยการผลิต ของโรงงานประเภทเดียวกันจากเกณฑ์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในกรณีที่ไม่ทราบปริมาณบีโอดีของโรงงานนั้น

จากข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง ส่วนใหญ่อยู่ในประเภทอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับอาหาร เช่น โรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว โรงงานผลิตผักและผลไม้กระป๋อง โรงงานทำขนม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอุตสาหกรรมเกษตร และอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยตารางผนวกที่ 15 แสดงปริมาณน้ำเสียและบีโอดี ของโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำบางปะกงปีพ.ศ. 2538

สำหรับขั้นตอนในการพยากรณ์ปริมาณน้ำเสีย และปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมในปี พ. ศ. 2550 และพ. ศ. 2560 มีขั้นตอนดังนี้

1. พยากรณ์อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมเป็นรายจังหวัด จากแนวโน้มการเติบโตของอุตสาหกรรมในจังหวัดนั้นๆ

2. คำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษในอนาคต จากอัตราการปล่อยน้ำเสียและมลพิษต่อหน่วยการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ในปี พ. ศ. 2550 และพ. ศ. 2560 โดยตารางผนวกที่ 16 แสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งอุตสาหกรรม ในปี พ. ศ. 2550 และพ. ศ. 2560

### 3.3.3 การประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งเกษตรกรรม

แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งของลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกง คือ แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากเกษตรกรรม ซึ่งมีพื้นที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการทำเกษตรกรรม สำหรับแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากการเกษตรกรรมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ น้ำเสียจากปุ๋ยสัตว์ และน้ำเสียจากการกสิกรรม

3.3.3.1 น้ำเสียจากปุ๋ยสัตว์ สัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญในลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำบางปะกง ได้แก่ เป็ด ไก่ และสุกร ลักษณะการเลี้ยงมีทั้งรูปแบบในครัวเรือนเป็นฟาร์มขนาดเล็ก และฟาร์มขนาดใหญ่ โดยการเลี้ยงส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณเดียวกับพื้นที่เพาะปลูก และมักอยู่ใกล้ชุมชน ส่วนการเลี้ยงโค กระบือ ยังมีความสำคัญจากเศรษฐกิจน้อยกว่า เป็ด ไก่ และสุกร ซึ่งลักษณะการเลี้ยงโค กระบือ จะทำการเลี้ยงแบบดั้งเดิมคือ ต้อนฝูงไปเลี้ยงตามสถานที่ที่มีหญ้าธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ และมีวัตถุประสงค์การเลี้ยงไว้เพื่อใช้งาน ดังนั้นปริมาณมลพิษจึงมีไม่มาก ส่วนการเลี้ยงเป็ดและไก่ จะทำการเลี้ยงในเล้าหรือทำการเลี้ยงร่วมกับการทำบ่อปลา มูลของเป็ด

และไถ่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์เช่น ทำปุ๋ย หรือใช้เป็นอาหารของปลา จึงเกิดปริมาณน้ำเสียจากการเลี้ยงเปิดและไถ่น้อยมาก ดังนั้นในการศึกษานี้จะไม่นำปริมาณน้ำเสียจากการเปิดและไถ่มาพิจารณาแต่จะพิจารณาปริมาณน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกรเป็นสำคัญ เพราะการเลี้ยงสุกรจำเป็นต้องใช้น้ำในปริมาณมากเพื่อทำความสะอาดตัวสุกร และพื้นที่เลี้ยงหรือคอก เนื่องจากสุกรจะส่งกลิ่นทำให้มีแมลงวันมาก จึงต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ (ภัทธา, 2542)

สำหรับการประเมินปริมาณน้ำเสีย และปริมาณความสกปรกในรูปของบีโอดีจากสุกรจะใช้แนวทางเดียวกันกับรายงานการศึกษา การจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการใน พื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของกรมควบคุมมลพิษปี 2540 โดยมีขั้นตอนการคำนวณ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดอัตราบีโอดีที่สัตว์แต่ละตัวผลิตพร้อมทั้งปริมาณน้ำเสียที่ผลิตในแต่ละวัน ดังตารางผนวกที่ 17 แสดงอัตราการผลิตน้ำเสียและบีโอดีจากการเลี้ยงสัตว์
2. นำข้อมูลสุกรมาแจกแจงเป็นจำนวนสุกรในแต่ละพื้นที่รับน้ำย่อย
3. คำนวณปริมาณน้ำเสียและบีโอดี เพื่อเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลองดังแสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำเสีย และบีโอดีจากฟาร์มสุกรปีพ.ศ. 2538 ในตารางผนวกที่ 18

3.3.3.2 น้ำเสียจากการกสิกรรม ประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและลุ่มน้ำบางปะกงจะประกอบอาชีพทางด้านกสิกรรม โดยพื้นที่ที่มากที่สุดในด้าน กสิกรรมนี้จะใช้ในการทำนา รองลงมาคือการปลูกพืชไร่และไม้ยืนต้นตามลำดับ แต่ในการศึกษานี้ไม่สามารถประเมินปริมาณน้ำเสียและมลพิษจากการกสิกรรมได้ เนื่องจากขาดข้อมูลในการคำนวณและยังมีปัจจัยแปรผันที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำชลประทาน ชนิดของพืชที่ปลูก วิธีเพาะปลูก ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง ฯลฯ ดังนั้นปริมาณมลพิษจากแหล่ง เกษตรกรรมที่ไหลลงสู่แม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำบางปะกงจึงพิจารณามลพิษจากปศุสัตว์เป็นหลัก

สำหรับขั้นตอนในการพยากรณ์ปริมาณน้ำเสีย และปริมาณมลพิษในอนาคต จะทำการพยากรณ์จากข้อมูลจำนวนสุกรที่มีอยู่ โดยใช้ข้อมูลจำนวนสุกรในปีพ. ศ. 2538 เป็นปีฐานโดยมีขั้นตอนการพยากรณ์ดังนี้

1. พยากรณ์อัตราการเติบโตของภาคเกษตรกรรมเป็นรายจังหวัด เพื่อหาอัตราการเติบโตของเกษตรกรรมในปี พ. ศ. 2550 และพ. ศ. 2560

2. คำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษในอนาคต โดยคุณอัตราการผลิตน้ำเสียและมลพิษของสุกร กับจำนวนสุกรในปี พ. ศ. 2550 และพ. ศ. 2560 โดยตารางผนวกที่ 19 แสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งเกษตรกรรม ในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560

#### 4. การศึกษาด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์

##### 4.1 แบบจำลองน้ำฝน – น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model)

###### 4.1.1 การรวบรวมข้อมูล

4.1.1.1 ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศที่ใช้ในการคำนวณกราฟน้ำท่าโดยวิธี SCS ประกอบไปด้วย พื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา (Watershed Area) ความยาวลำน้ำสายหลัก (Main Stream Length) และความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำ (Average Slope)

4.1.1.2 ข้อมูลน้ำฝน ข้อมูลน้ำฝนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์กราฟน้ำท่าโดยวิธี SCS ในการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน โดยทำการเก็บรวบรวมจากกรมชลประทาน

4.1.1.3 ข้อมูลหน่วยดิน (Soil Type Classification) ข้อมูลหน่วยดินจะเป็นการจำแนกลักษณะของดิน โดยใช้ลักษณะเนื้อดินเป็นตัวกำหนดว่าดินชนิดนั้น ๆ มีความสามารถยอมให้น้ำซึมผ่านได้มากน้อยเพียงใด โดยข้อมูลหน่วยดินนี้ทำการเก็บรวบรวมจากกรมพัฒนาที่ดิน

4.1.1.4 ข้อมูลการใช้พื้นที่ (Land Use Classification) ข้อมูลการใช้พื้นที่ตามวิธีของ SCS จะแบ่งการใช้พื้นที่ออกเป็นหลาย ๆ ประเภทตามลักษณะการใช้พื้นที่ เช่น พื้นที่ทำการเกษตรกรรม พื้นที่ป่า พื้นที่พักอาศัย เป็นต้น

#### 4.1.2 วิธีการ

4.1.2.1 การหาพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวลำน้ำสายหลัก และความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษ จะทำการวัดและคำนวณโดยตรงจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 และ 1: 250,000 ของกรมแผนที่ทหาร ดังแสดงรายละเอียดผลการคำนวณในตารางผนวกที่ 5

4.1.2.2 การหาค่าเฉลี่ยของฝนที่ใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ในกรณีที่มีสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่า 1 สถานี จะใช้วิธี Thiessen Polygon ในการแบ่งอิทธิพลของสถานีวัดน้ำฝน ที่จะมีผลต่อปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา โดยตารางผนวกที่ 6 แสดงอิทธิพลของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ทำการศึกษา

4.1.2.3 การหาแฟคเตอร์ลดความลึกของฝนตามขนาดพื้นที่ (ARF) ในกรณีที่พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ทำการศึกษามีขนาดพื้นที่มากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร (10 ตารางไมล์) จะใช้แฟคเตอร์ลดความลึกของน้ำฝน เพื่อลดความลึกของน้ำฝนให้ลดลงตามขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยคำนวณจากสมการ

$$ARF = 1 - \exp(-1.1 t_r^{0.25}) + \exp(-1.1 t_r^{0.15} - 0.01A) \dots\dots\dots(35)$$

เมื่อ  $t_r$  = ช่วงเวลาของฝน (hr)  
 $A$  = พื้นที่ลุ่มน้ำ (mile<sup>2</sup>)

4.1.2.4 การหาค่าเฉลี่ย CN ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่า CN เป็นแฟคเตอร์ที่จะแปรผันไปตามชนิดของหน่วยดิน ประเภทของการใช้ที่ดินและความชื้นก่อนหน้าช่วงที่พิจารณา (AMC) โดยทั่วไปแล้วการใช้ค่า AMC จะใช้ค่า AMC (II) ซึ่งจะเป็นความชื้นเฉลี่ยก่อนหน้า 5 วัน ของช่วงที่พิจารณา โดยในการคำนวณค่า CN ของพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$CN = \frac{A_1 * CN_1 + A_2 * CN_2 + \dots + A_n * CN_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(36)$$

เมื่อ CN = Curve Number  
 $A_1 \dots A_n$  = พื้นที่ลุ่มน้ำของการใช้พื้นที่และชนิดของหน่วยดิน  
 $CN_1 \dots CN_n$  = Curve Number ของการใช้พื้นที่และชนิดของหน่วยดิน

4.1.2.5 การสร้างกราฟน้ำท่า การสร้างกราฟน้ำท่าโดยวิธีการของ SCS ทำได้โดยคำนวณหากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph) จากกราฟน้ำท่าไร้มิติ (Dimensionless Hydrograph) ของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษ โดยในการศึกษานี้จะใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไร้มิติสำหรับลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยซึ่งสราวูธ (2534) ได้ทำการศึกษไว้ ดังแสดงรายละเอียดกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไร้มิติในตารางผนวกที่ 7

เมื่อได้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษแล้ว ต่อมาจึงนำปริมาณฝนส่วนเกิน (Excess Rainfall) ที่ได้ทำการหักปริมาณการสูญเสียจากหน่วยดิน ประเภทการใช้ที่ดิน ความชื้นก่อนหน้าช่วงที่พิจารณา (AMC) และแฟคเตอร์ลดความลึกน้ำฝนตามขนาดพื้นที่ (ARF) ไปคูณกับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษ จากนั้นนำผลของแต่ละช่วงมารวมตัวกันตามเวลาเกิดก่อนหลังก็จะได้กราฟน้ำท่าผิวดิน จากนั้นรวมกราฟน้ำท่าผิวดินกับการไหลพื้นฐาน (Base Flow) ก็จะได้กราฟน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ทำการศึกษ โดยภาพผนวกที่ 1-20 แสดงกราฟน้ำท่าของลุ่มน้ำย่อยที่ทำการศึกษ

## 4.2 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model)

### 4.2.1 การรวบรวมข้อมูล

4.2.1.1 ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ของลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำบางปะกง เพื่อหาขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเพื่อสร้างเป็นแผนผังการไหลของแม่น้ำปราจีนบุรี แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำบางปะกง โดยทำการศึกษจากแผนที่ 1: 250,000 และ 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

4.2.1.2 ข้อมูลภาคตัดขวางและภาคตัดตามยาวของ แม่น้ำปราจีนบุรี แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำบางปะกง รวมทั้งสิ้นจำนวน 117 ภาคตัดขวาง โดยทำการรวบรวมจากกรมชลประทาน

4.2.1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ทำการรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน และรายชั่วโมงของสถานีวัดน้ำท่า KGT. 3, KGT. 27, KGT. 19, ประตูระบายน้ำบางเฒ่า และฝายท่าลาด ซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำบางปะกง โดยทำการรวบรวมจากกรมชลประทาน

4.2.1.4 ข้อมูลระดับน้ำ ข้อมูลระดับน้ำที่ทำการรวบรวม ได้แก่ ข้อมูล ระดับน้ำ

รายชั่วโมงที่ประตูระบายน้ำบางขนาก ท่าไข่ ท่าถั่ว และปากตะคอง โดยทำการรวบรวมจากกรมชลประทาน

4.2.1.5 ข้อมูลระดับทะเลขึ้น-ลง ข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมคือข้อมูลระดับทะเลขึ้น-ลง รายชั่วโมงที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง โดยทำการรวบรวมจากกรมเจ้าท่า

#### 4.2.2 ขอบเขตของแบบจำลอง

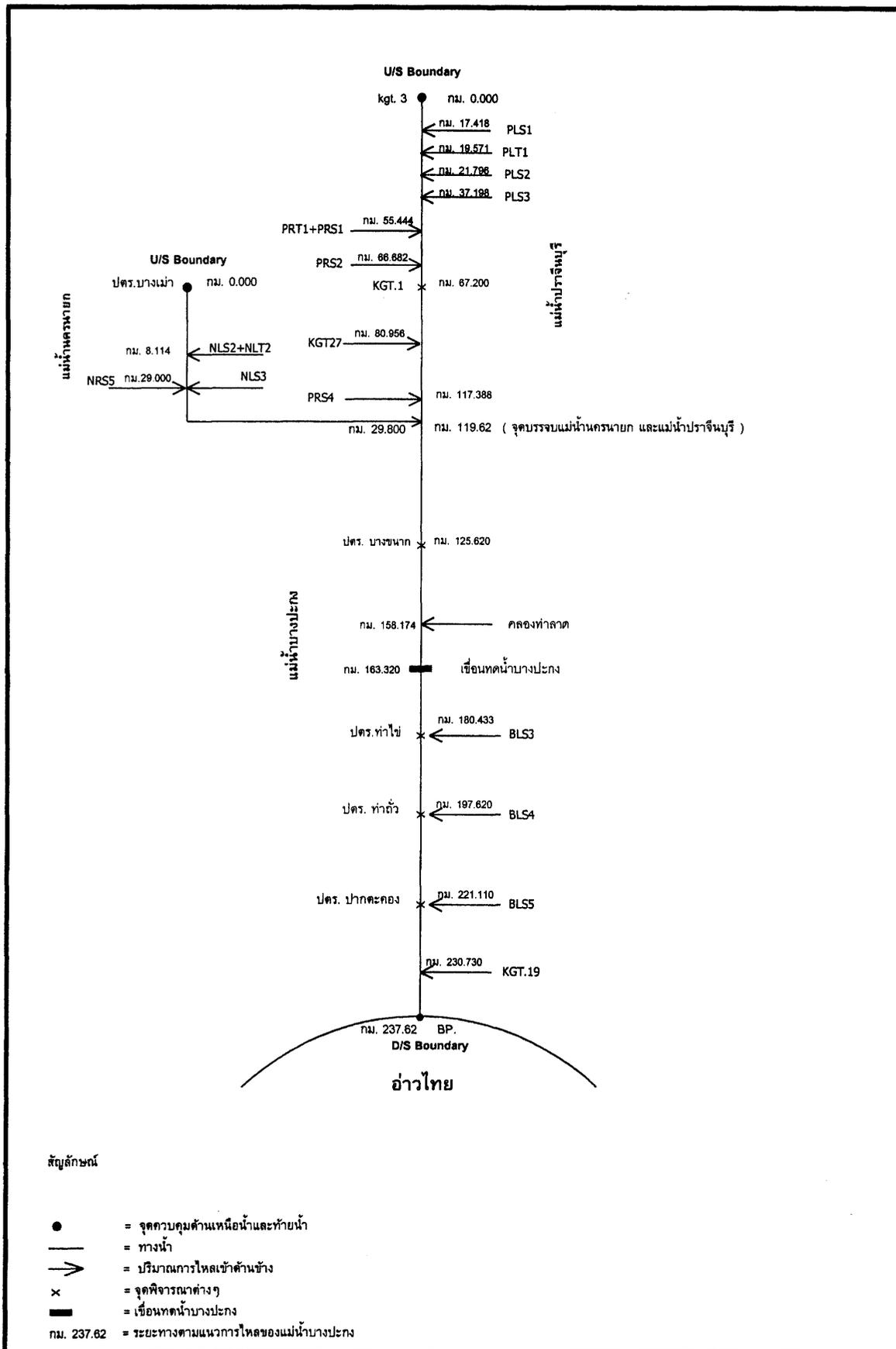
การกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง จะต้องทำการกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำ (Upstream Boundary) และขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream Boundary) โดยในการศึกษานี้ ได้กำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า kgt.3 ตั้งอยู่ที่แม่น้ำปราจีนบุรี และที่ประตูระบายน้ำบางแม่ที่ตั้งอยู่ที่แม่น้ำนครนายก ข้อมูลด้านเข้า (Input Data) ที่ขอบเขตด้านเหนือน้ำคือ อัตราการไหลรายชั่วโมงและราย 3 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำจะใช้ข้อมูลระดับน้ำทะเลขึ้นลงรายชั่วโมงที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงเป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ ดังแสดงขอบเขตและตำแหน่งการไหลเข้าด้านข้างของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ในภาพที่ 10

#### 4.2.3 การปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model Calibration)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์คือค่า Manning n ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ Manning n จะแสดงถึงความเสียดทานต่อการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด โดยค่า Manning n ในทางน้ำเปิดธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.020-0.050

การปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ Manning n จะทำการปรับค่า Manning n ในลำน้ำสายหลักเพื่อให้กราฟน้ำท่าหรือระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันมากที่สุดกับกราฟน้ำท่า หรือระดับน้ำที่บันทึกที่สถานีวัดน้ำท่าหรือที่ประตูระบายน้ำที่พิจารณา

ช่วงเวลาที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ จะใช้ช่วงเวลาระหว่างวันที่ 1 ถึง 19 พฤศจิกายน 2539 โดยจุดพิจารณาที่ใช้ในการปรับเทียบได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า kgt.1 ประตูระบายน้ำบางขนาก ท่าไข่ ท่าถั่ว และปากตะคอง จากเหนือน้ำมายังท้ายน้ำ ตามลำดับ



ภาพที่ 10 แผนภูมิแสดงขอบเขตของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และตำแหน่งการไหลเข้าด้านข้าง

#### 4.2.4 การตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Hydrodynamic Model Verification)

การตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ว่ามีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต สามารถทำได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ Manning  $n$  ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ มาทดสอบอีกครั้งด้วยข้อมูลช่วงเวลาระหว่างวันที่ 24 สิงหาคม ถึง 19 กันยายน 2540

### 4.3 แบบจำลองการพา – แพร่กระจาย (Advection-Dispersion Model)

#### 4.3.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการรวบรวมได้แก่ ข้อมูลความเค็ม (Salinity) รายวัน ตามระยะทางในแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกงตามลำดับ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ

#### 4.3.2 ขอบเขตของแบบจำลองการพา – แพร่กระจาย

การกำหนดขอบเขตของแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย จะต้องมีการกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำเช่นเดียวกับแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ โดยในการศึกษานี้ จะกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA05 ที่อำเภอ-binทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำปราจีนบุรี และที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ NY02 ในแม่น้ำนครนายก ที่อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำจะอยู่ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK01 ในแม่น้ำบางปะกง ที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังแสดงขอบเขตของแบบจำลองการพา – แพร่กระจาย ในภาพที่ 11

#### 4.3.3 การปรับเทียบแบบจำลองการพา – แพร่กระจาย (Advection-Dispersion Model Calibration)

สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจายคือค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion coefficient) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายจะแสดงถึงความสามารถในการแพร่กระจายของมลสารในลำน้ำ โดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 15 ถึง 2,000 ตารางเมตรต่อวินาที

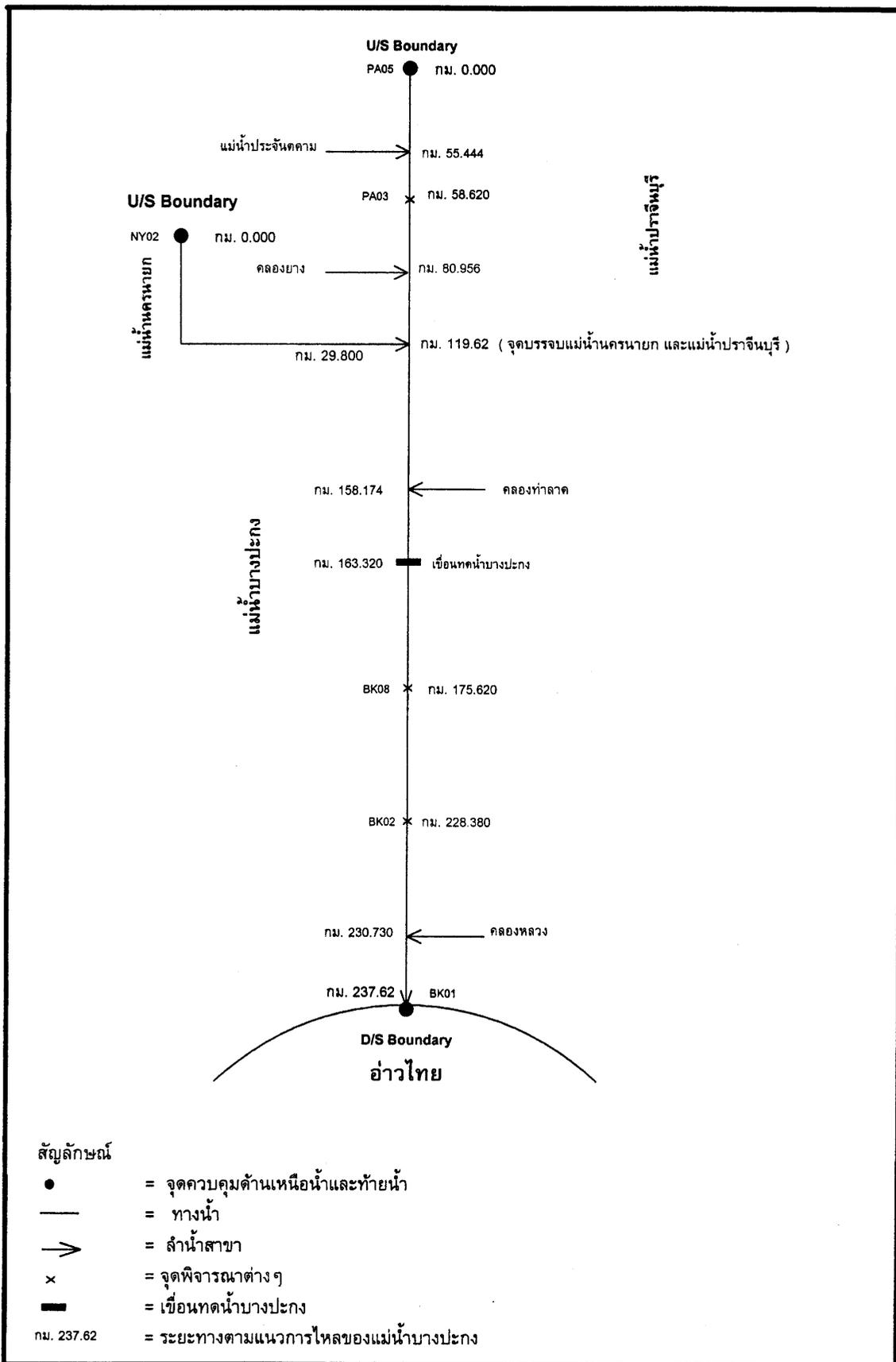
(Thomann และ Mueller, 1987)

การเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย จะต้องใช้ผลการคำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์มาร่วมในการคำนวณ โดยการเปรียบเทียบจะทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายเพื่อให้ค่าความเค็มที่คำนวณได้จากแบบจำลอง มีความใกล้เคียงกันมากที่สุดกับค่าความเค็มที่ได้ทำการบันทึกไว้

ช่วงเวลาที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย คือช่วงระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง วันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2538

4.3.4 การตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย (Advection-Dispersion Model Verification)

การตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจายว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต สามารถทำได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย ที่ได้จากการเปรียบเทียบมาทดสอบอีกครั้งด้วยข้อมูลความเค็มระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง วันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2539



ภาพที่ 11 แผนภูมิแสดงขอบเขตของแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

#### 4.4 แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model)

##### 4.4.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการรวบรวมได้แก่ ข้อมูลดีไอ (Dissolved Oxygen) และข้อมูลบีโอดี (Biological oxygen Demand) รายวันที่กิโลเมตรต่าง ๆ ในแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ

##### 4.4.2 ขอบเขตของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

ขอบเขตด้านเหนือน้ำจะอยู่ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA05 และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ NY02 ในแม่น้ำปราจีนบุรี และนครนายกตามลำดับ ส่วนของเขตด้านท้ายน้ำจะอยู่ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK01 ในแม่น้ำบางปะกง ดังภาพที่ 12 แสดงขอบเขตและแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่างๆ ของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

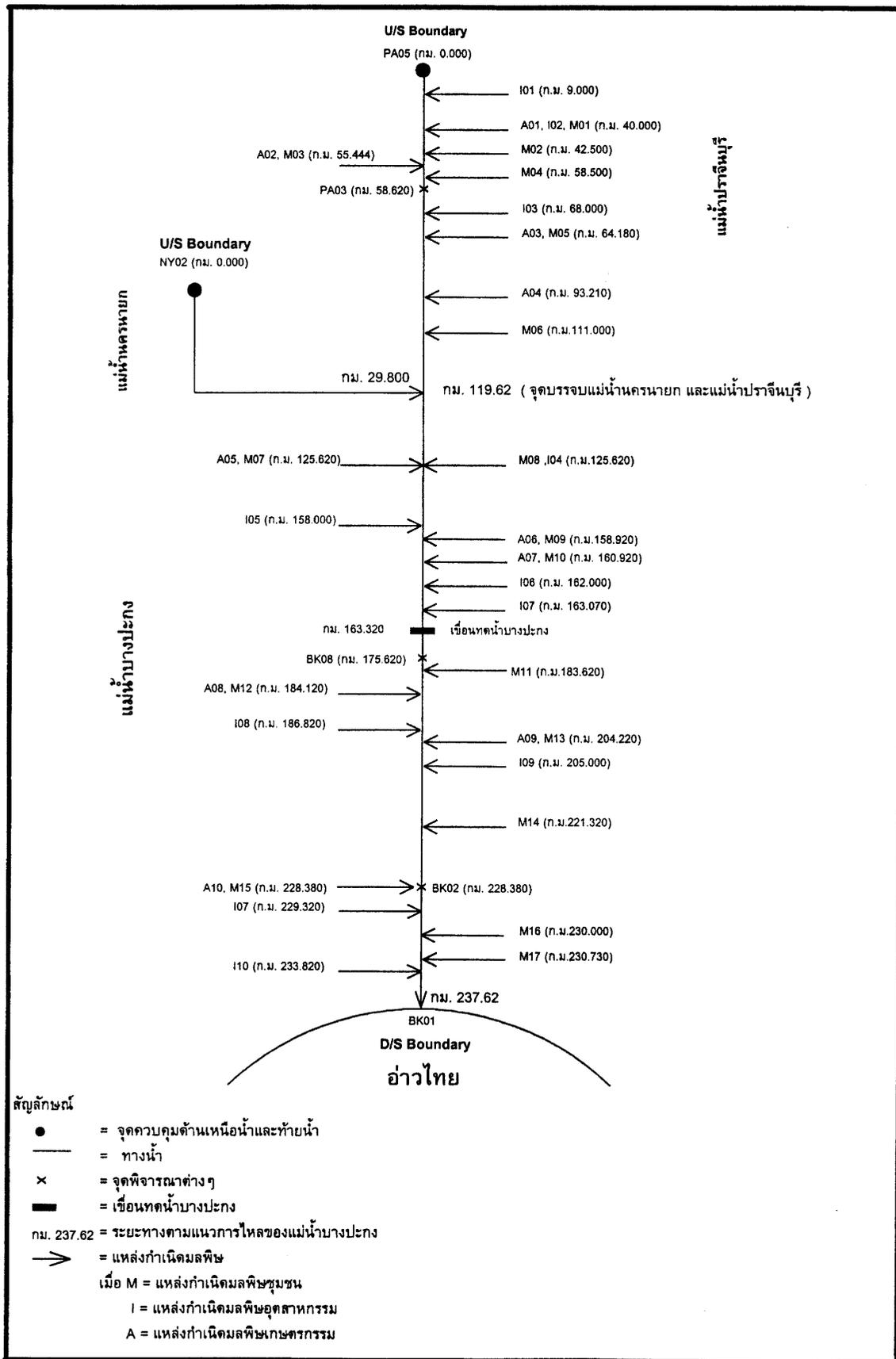
##### 4.4.3 การปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model Calibration)

สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำประกอบไปด้วยสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ ( $k_d$ ) อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสง ( $P_{max}$ ) อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ ( $R$ ) และสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ( $K_2$ )

การปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้ผลการคำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และแบบจำลองการพา-แพร่กระจายมาใช้ในการคำนวณ โดยวิธีการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำสามารถสรุปได้เป็นขั้นตอนดังนี้คือ

1. ปรับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อปรับเทียบค่าบีโอดี
2. ปรับอัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืช ( $P_{max}$ ) อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ ( $R$ ) และสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ( $K_2$ ) เพื่อปรับเทียบ ค่าดีไอ
3. ทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆเพื่อให้ค่าบีโอดีและค่าดีไอที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันมากที่สุดกับค่าบีโอดีและดีไอ ที่ได้ทำการบันทึกไว้

ช่วงเวลาที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ จะเป็นช่วงเวลาเดียวกันกับช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และแบบจำลองการพา-แพร่กระจายคือ ช่วงระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง วันที่ 10 สิงหาคม 2538



ภาพที่ 12 แผนภูมิแสดงขอบเขตของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

#### 4.4.4 การตรวจพิสูจน์แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model Verification)

การตรวจพิสูจน์แบบจำลองคุณภาพน้ำว่ามีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต สามารถทำได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืช อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ และสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ มาทดสอบอีกครั้งด้วยข้อมูลปีอดีต และดีไอในช่วงระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2539

#### 4.5 การศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพน้ำจากแหล่งมลพิษประเภทต่างๆ

การศึกษาดังกล่าวของชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรมที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ ทำการศึกษาโดยประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษที่เกิดจากแหล่งมลพิษทั้ง 3 ประเภท โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.3 เมื่อคำนวณได้ปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งมลพิษทั้ง 3 ประเภทแล้ว ต่อไปจึงนำปริมาณน้ำเสีย และปริมาณมลพิษที่คำนวณได้มาเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลองคุณภาพน้ำ เพื่อศึกษาถึงแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ ที่จะมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกง

#### 4.6 การวิเคราะห์อัตราการไหลในช่วงฤดูแล้ง

การวิเคราะห์อัตราการไหลในช่วงฤดูแล้งของแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง เพื่อใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง MIKE 11 เนื่องจากแม่น้ำบางปะกงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ทำให้ความเร็วในการไหลต่ำและเวลาในการเดินทางของน้ำท่าจากขอบเขตด้านเหนือน้ำ (สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 และ NY1. B) ถึงปากแม่น้ำบางปะกงใช้เวลานานประมาณ 3 เดือน ดังนั้นในการศึกษาจึงทำการวิเคราะห์อัตราการไหลในช่วงที่ แม่น้ำบางปะกงมีอัตราการไหลต่ำสุดคือ ช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 และ NY1. B ในระยะเวลา 3 เดือน เพื่อให้ครอบคลุมเวลาในการเดินทางของน้ำท่าจากด้านเหนือน้ำมายังท้ายน้ำ

การวิเคราะห์อัตราการไหลในช่วงฤดูแล้งที่สถานีวัดน้ำท่า KGT. 3 และ NY1. B จะทำการวิเคราะห์โดยใช้สมมติฐานว่า อัตราการไหลที่ทำการวิเคราะห์มีความน่าจะเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ (Probability 95 %) คือ โอกาสที่อัตราการไหลในลำน้ำจะต่ำกว่าหรือเท่ากับอัตราการไหลที่ทำการวิเคราะห์มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. นำข้อมูลอัตราการไหลในช่วงฤดูแล้งที่ต่ำที่สุด ( $Q_{\min}$ ) ที่สถานีวัดน้ำท่า KGT. 3 และ NY1. B มาหารด้วยอัตราการไหลต่ำที่สุดเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง ( $Q_{\text{ave}}$ ) จากนั้นจัดเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก

$$2. \text{ คำนวณความน่าจะเป็น จากสมการ } p = \frac{m}{N+1}$$

เมื่อ  $p$  คือ ความน่าจะเป็น

$N$  คือ จำนวนของข้อมูล

$m$  คือ ลำดับของปี

3. พล็อตความสัมพันธ์ระหว่าง  $Q_{\min}/Q_{\text{ave}}$  กับ ความน่าจะเป็น ( $p$ ) ในกราฟ Logarithm ดังแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $Q_{\min}/Q_{\text{ave}}$  กับ ความน่าจะเป็น ที่สถานีวัดน้ำท่า KGT. 3 และ NY1. B ในภาพผนวกที่ 21 และ 22

4. อ่านค่าความน่าจะเป็นจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $Q_{\min}/Q_{\text{ave}}$  กับ ความน่าจะเป็นที่ 5 เปอร์เซนต์ จะได้อัตราส่วนระหว่าง  $Q_{\min}/Q_{\text{ave}}$

5. คำนวณกราฟน้ำท่าเฉลี่ยของอัตราการไหลต่ำสุดในช่วงเวลา 90 วัน ของทุกปีที่มีข้อมูล

6. คูณอัตราส่วนระหว่าง  $Q_{\min}/Q_{\text{ave}}$  จากข้อ (4) กับ กราฟน้ำท่าเฉลี่ยของอัตราการไหลต่ำสุดในช่วงเวลา 90 วัน จากข้อ (5) ก็จะได้กราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งที่มีความน่าจะเป็น 95 เปอร์เซนต์ ดังแสดงผลการวิเคราะห์กราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 และ NY1. B ในภาพผนวกที่ 23 และ 24 ตามลำดับ

#### 4.7 การทำนายคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงในอนาคต

การทำนายคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงในอนาคต จะทำการศึกษาโดยพยากรณ์ปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.3 เมื่อคำนวณได้ปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งมลพิษทั้ง 3 ประเภทแล้ว ต่อไปจึงนำปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษที่คำนวณได้มาเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลองคุณภาพน้ำ โดยในการทำนายคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

## 1. กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง มีสมมติฐานในการศึกษาดังนี้คือ

1.1 การคำนวณกราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้ง จะทำการคำนวณในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม ซึ่งแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกงจะมีปริมาณการไหลต่ำที่สุด โดยสถานีขอบเขตด้านเหนือน้ำที่ทำการการคำนวณกราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งคือที่ สถานีวัดน้ำท่า KGT. 3 และ NY1. B ซึ่งตั้งอยู่ในแม่น้ำปราจีนบุรี และนครนายก ตามลำดับ ดังได้กล่าวถึงวิธีการคำนวณกราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งในหัวข้อ 4.6

1.2 ขอบเขตด้านท้ายน้ำใช้ข้อมูลระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงสูงสุด ที่เคยเกิดขึ้นจริงในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม ของปีพ. ศ. 2538 ซึ่งเป็นระดับน้ำทะเลรายชั่วโมง สูงสุดในช่วงปีที่มีข้อมูล

1.3 ปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งของลำน้ำสาขา ของแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกงในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม จะมีปริมาณน้อยมากและจะไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณการไหลในแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง

## 2. กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง มีสมมติฐานในการศึกษาเช่นเดียวกับกรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง แต่มีสมมติฐานในการศึกษาเพิ่มเติมดังนี้คือ

2.1 ช่วงฤดูแล้งคือ ช่วงระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำบางปะกงจะมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณน้ำท่าที่จะผันออกไปท้ายเขื่อนทดน้ำบางปะกง ดังนั้นจะทำการปิดประตูระบายน้ำทุกบานเป็นเวลา 3 เดือน

## ผลการศึกษา

### แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

#### 1. ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

สำหรับแบบจำลองอุทกพลศาสตร์จุดพิจารณาที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า kgt.1 ประตุน้ำบางขนาก ท่าไข ท่าถั่ว และปากตะคอง ในแม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำบางปะกงตามลำดับ

การเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ จะใช้ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมง ช่วงระหว่างวันที่ 1 ถึง 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539 ที่เกิดขึ้นจริง เปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำน้ำที่เหมาะสมของแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.020 - 0.035 โดยตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำน้ำ ในแต่ละจุดที่ใช้พิจารณาในการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และภาพที่ 13 ถึง 17 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับน้ำของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

ตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำน้ำ

แม่น้ำ	ช่วงพิจารณา	Manning' n
ปราจีนบุรี	Kgt.3 - Kgt.1	0.035
นครนายก	ประตุน้ำบางเม่า - จุดบรรจบแม่น้ำปราจีนบุรี	0.025
ปราจีนบุรี - บางปะกง	Kgt.1 - ประตุน้ำบางขนาก	0.028
บางปะกง	ประตุน้ำบางขนาก - ประตุน้ำท่าไข	0.020
บางปะกง	ประตุน้ำท่าไข - ประตุน้ำท่าถั่ว	0.030
บางปะกง	ประตุน้ำท่าถั่ว - ประตุน้ำปากตะคอง	0.030
บางปะกง	ประตุน้ำปากตะคอง - ปากแม่น้ำบางปะกง	0.030

## 2. ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ว่ามีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต สามารถทำได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ห้องลำนํ้า ที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์มาทดสอบอีกครั้ง ด้วยข้อมูลระดับน้ำช่วงระหว่างวันที่ 24 สิงหาคม ถึง 19 กันยายน 2540 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่จุดพิจารณาต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 21 และแสดงผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ในภาพที่ 18 ถึง 22

ตารางที่ 21 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

จุดพิจารณา	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	
	การเปรียบเทียบ	การตรวจพิสูจน์
KGT.1	0.929	0.961
ประตูระบายน้ำบางขนาก	0.629	0.863
ประตูระบายน้ำท่าไข่	0.752	0.745
ประตูระบายน้ำท่าถั่ว	0.795	0.780
ประตูระบายน้ำปากตะคอง	0.863	0.863

### แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

#### 1. ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

การเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย จุดพิจารณาที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง ได้แก่ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 ที่สะพานวัดดารี อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 ที่วัดสายชล ณ รังสี อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา และที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 ที่สะพานบางปะกง อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา

การเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจายจะใช้ข้อมูลความเค็มรายวัน ระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง 10 สิงหาคม พ.ศ. 2538 ที่บันทึกโดยกรมควบคุมมลพิษ เปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายที่เหมาะสมของแม่น้ำนครนายก แม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำบางปะกงมีค่าอยู่ระหว่าง 50-500 ตารางเมตร/วินาที โดยตารางที่ 22 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย ในแต่ละจุดพิจารณา และภาพที่ 23 ถึง 25 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

ตารางที่ 22 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

แม่น้ำ	จุดพิจารณา	สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย	ช่วงกิโลเมตรที่
			(ตารางเมตร/วินาที)
นครนายก-บางปะกง	NY02-BK08	50	0.000 -29.800
ปราจีนบุรี	PA05-PA03	50	0.000-58.620
ปราจีนบุรี - บางปะกง	PA03-BK08	50	58.621-175.620
บางปะกง	BK08-BK02	50	175.621-228.380
บางปะกง	BK02-BK01	500	228.381-237.620

## 2. ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจายว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต สามารถทำได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์การพา-แพร่กระจาย ที่ได้จากการปรับเทียบมาทดสอบอีกครั้งด้วยข้อมูลความเค็มรายวัน ช่วงระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2539 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการปรับเทียบ และตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจายที่จุดพิจารณาต่างๆแสดงดังตารางที่ 23 และแสดงผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจายในภาพที่ภาพที่ 26 ถึง 28

ตารางที่ 23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

จุดพิจารณา สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	
	การปรับเทียบ	การตรวจพิสูจน์
PA03	1.000	1.000
BK08	0.993	1.000
BK02	0.999	0.989

## แบบจำลองคุณภาพน้ำ

### 1. ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ

การเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ จุดพิจารณาที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง ได้แก่ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 BK08 และ BK02 บนแม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำบางปะกง เช่นเดียวกันกับสถานีที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

การเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้ข้อมูล ดีไอ และบีไอดี รายวันช่วงระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง 10 สิงหาคม พ.ศ. 2538 ที่บันทึกโดยกรมควบคุมมลพิษ เปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.3 วัน<sup>-1</sup> อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืชมีค่าเท่ากับ 3.5 กรัมออกซิเจน/ตารางเมตร/วัน อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ 3.0 กรัมออกซิเจน/ตารางเมตร/วัน และค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศมีค่าเท่ากับ  $3.9 v^{0.5} h^{-1.5}$  โดยตารางที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆในแบบจำลองคุณภาพน้ำ และภาพที่ 29 ถึง 34 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆในแบบจำลองคุณภาพน้ำ

สัมประสิทธิ์	แม่น้ำนครนายก	แม่น้ำปราจีนบุรี	แม่น้ำบางปะกง
1. อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุด จากการสังเคราะห์แสงของพืช (g O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /day)	3.5	3.5	3.5
2. อัตราการหายใจของพืช ที่ 20 องศาเซลเซียส (g O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /day)	3.0	3.0	3.0
3. สัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (day <sup>-1</sup> )	$3.9 v^{0.5} h^{-1.5}$	$3.9 v^{0.5} h^{-1.5}$	$3.9 v^{0.5} h^{-1.5}$
4. อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ ที่ 20 องศาเซลเซียส (day <sup>-1</sup> )	0.3	0.3	0.05-0.3

## 2. ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองคุณภาพน้ำ

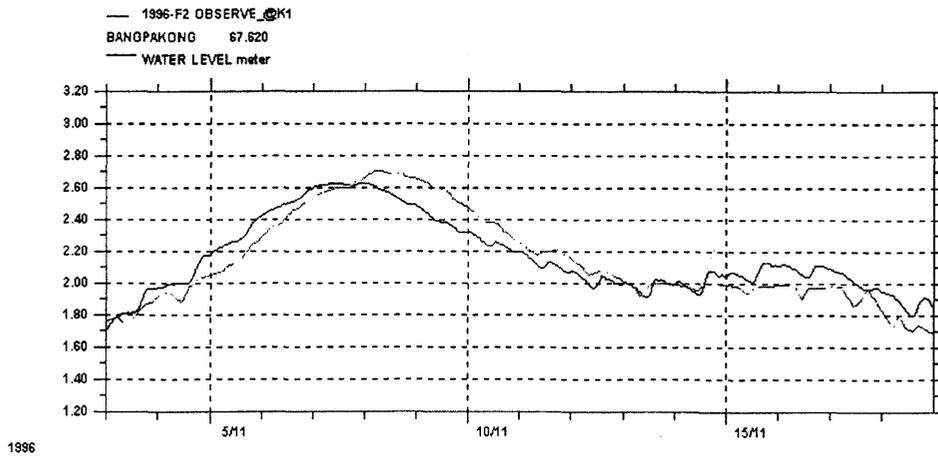
การตรวจพิสูจน์แบบจำลองคุณภาพน้ำว่ามีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต สามารถทำได้โดยนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบมาทดสอบอีกครั้งด้วยข้อมูลดีไอ และบีไอดี ช่วงระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2539 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าดีไอ และค่าบีไอดีในแบบจำลองคุณภาพน้ำที่จุดพิจารณาต่างๆแสดงดังตารางที่ 25 ถึง 26 และแสดงผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองคุณภาพน้ำในภาพที่ 35 ถึง 40

ตารางที่ 25 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าดีไอในแบบจำลองคุณภาพน้ำ

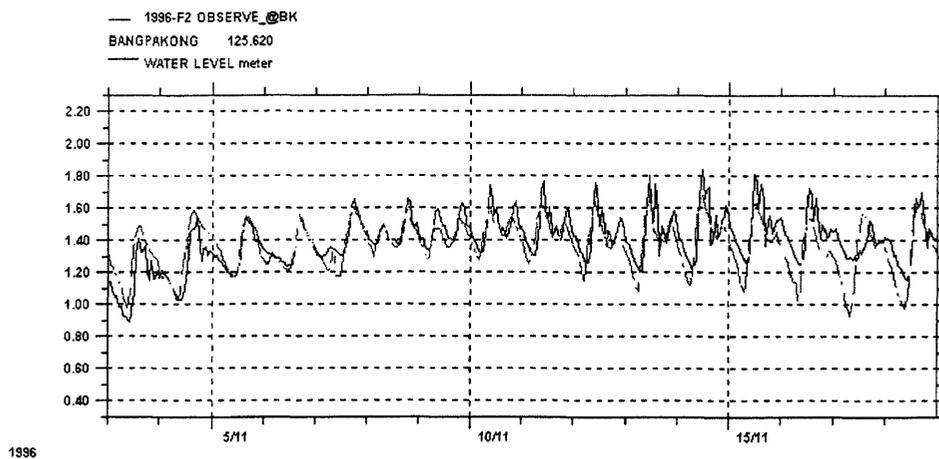
จุดพิจารณา สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	
	การเปรียบเทียบ	การตรวจพิสูจน์
PA03	0.900	0.950
BK08	0.600	0.995
BK02	1.000	0.988

ตารางที่ 26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าบีไอดีในแบบจำลองคุณภาพน้ำ

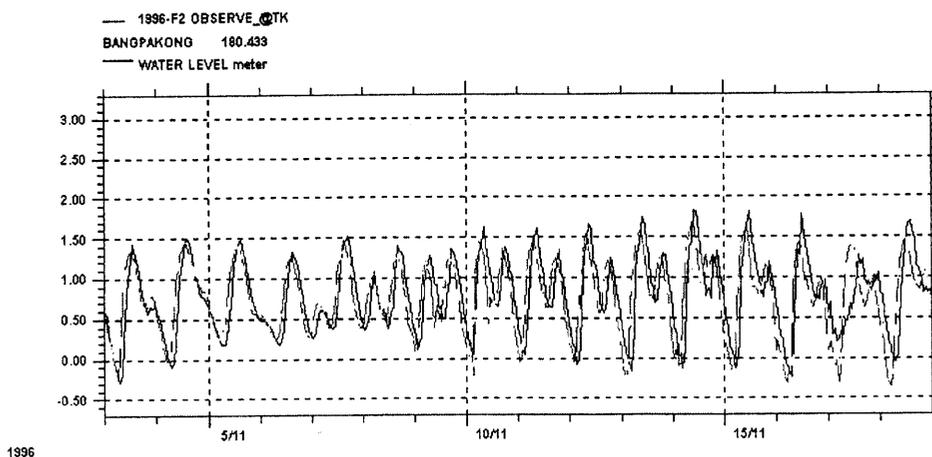
จุดพิจารณา สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	
	การเปรียบเทียบ	การตรวจพิสูจน์
PA03	1.000	1.000
BK08	0.600	0.991
BK02	0.600	0.996



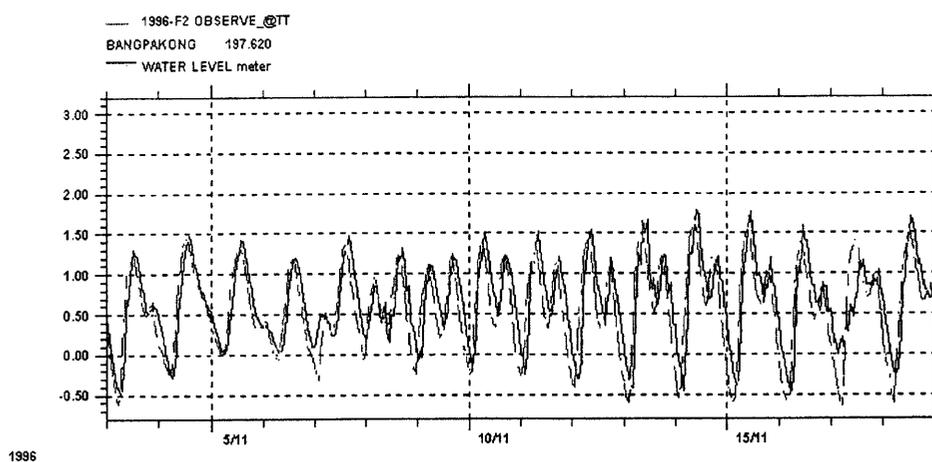
ภาพที่ 13 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.1 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์



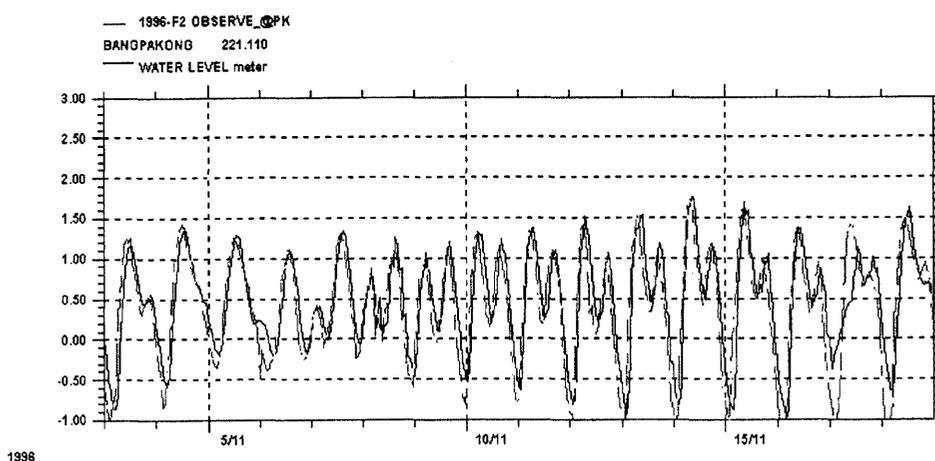
ภาพที่ 14 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำบางขนาก สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์



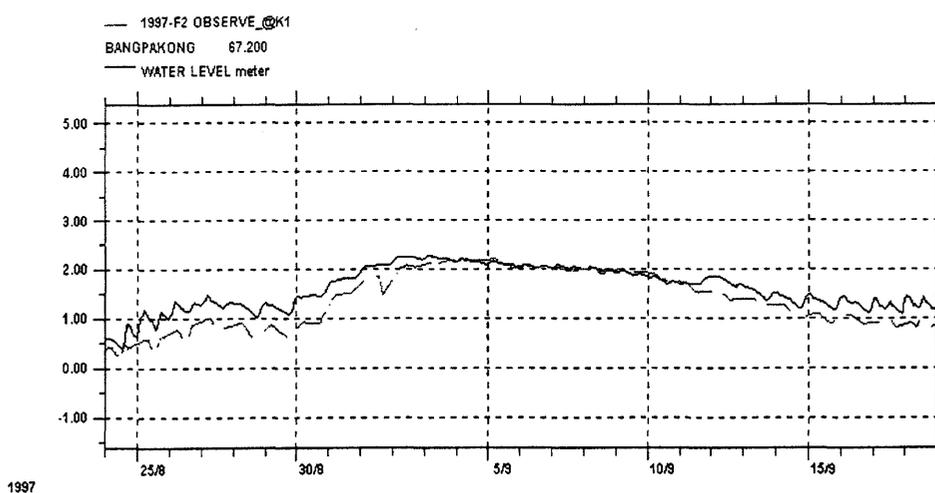
ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำท่าไข่ สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์



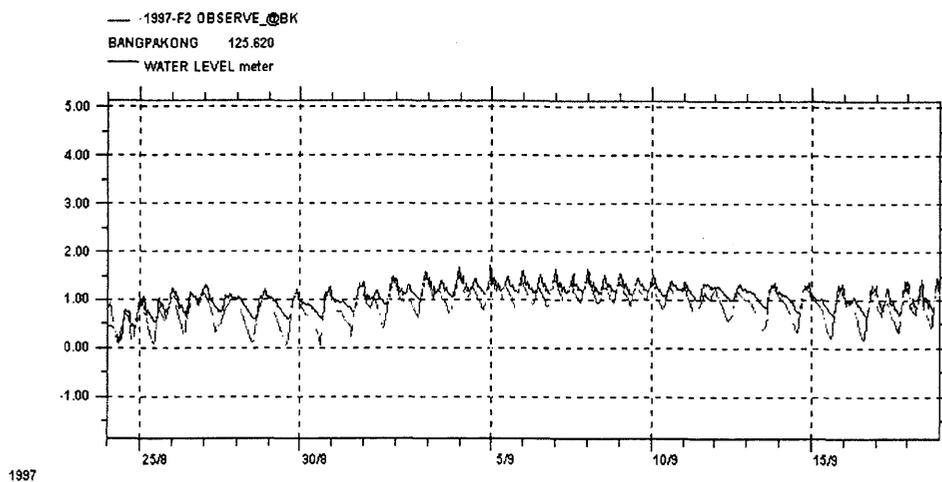
ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำท่าถั่ว สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์



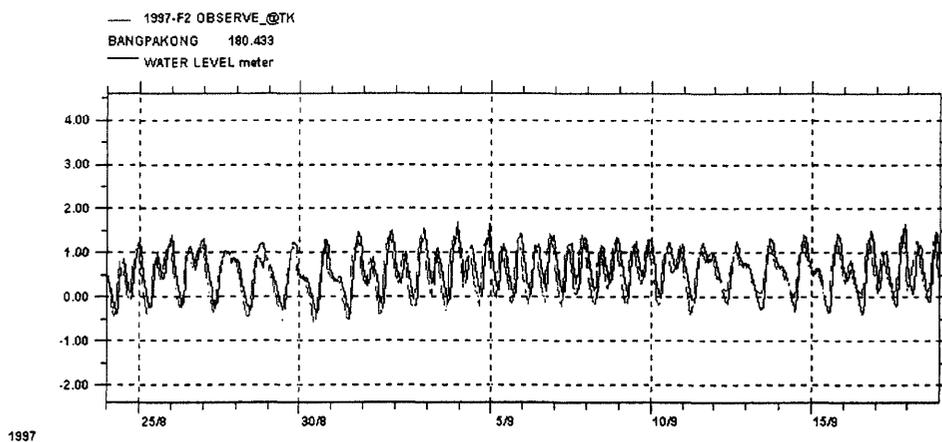
ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำปากตะคอง สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์



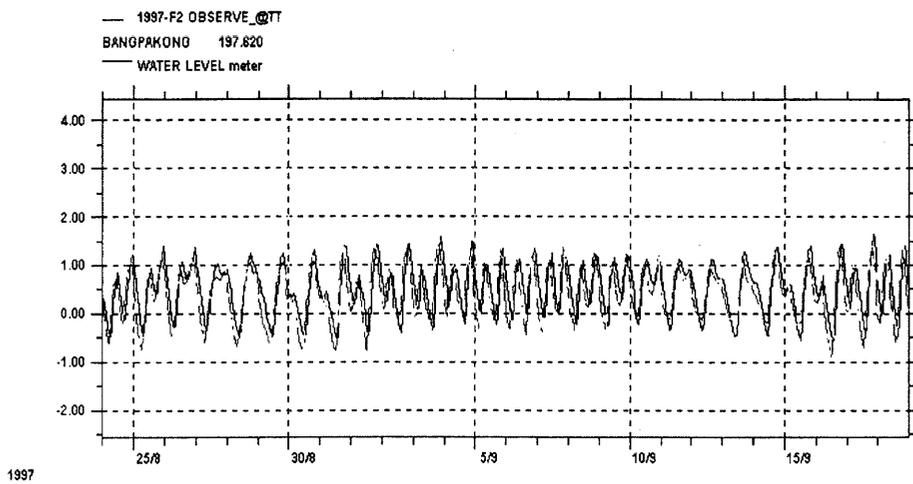
ภาพที่ 18 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.1 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์



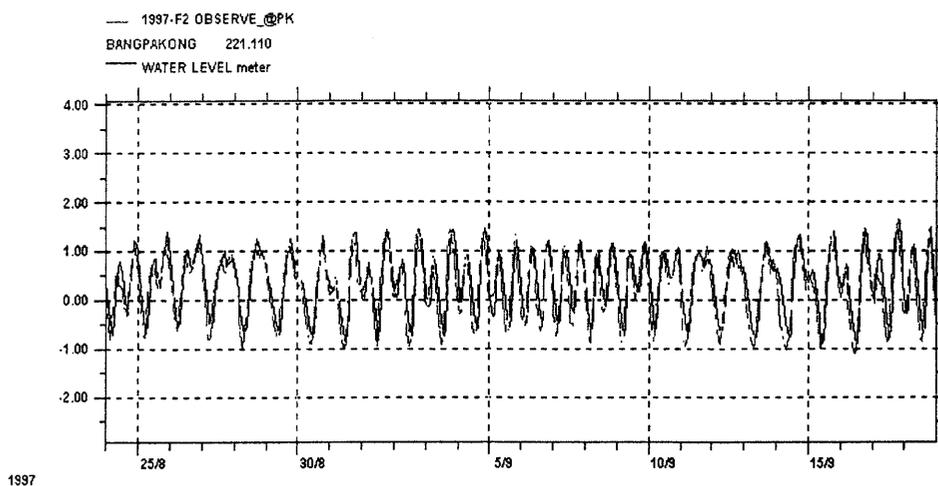
ภาพที่ 19 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำบางขนาก สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์



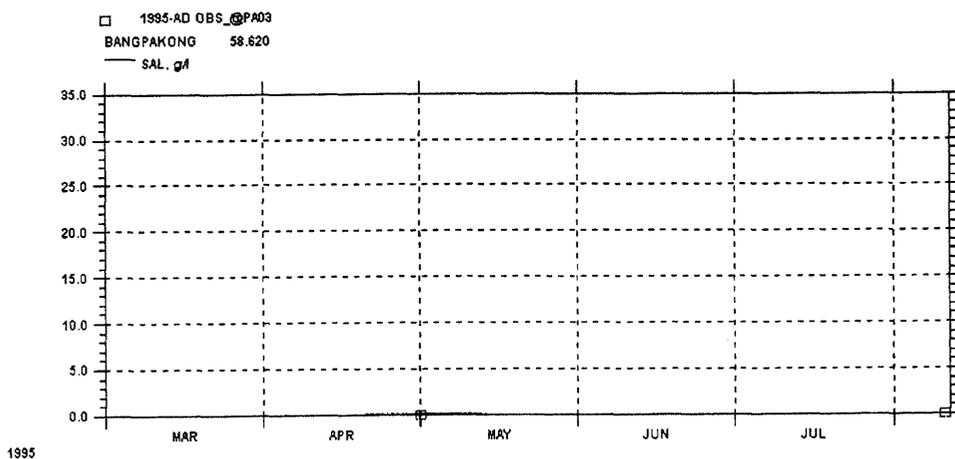
ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำท่าไข่ สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์



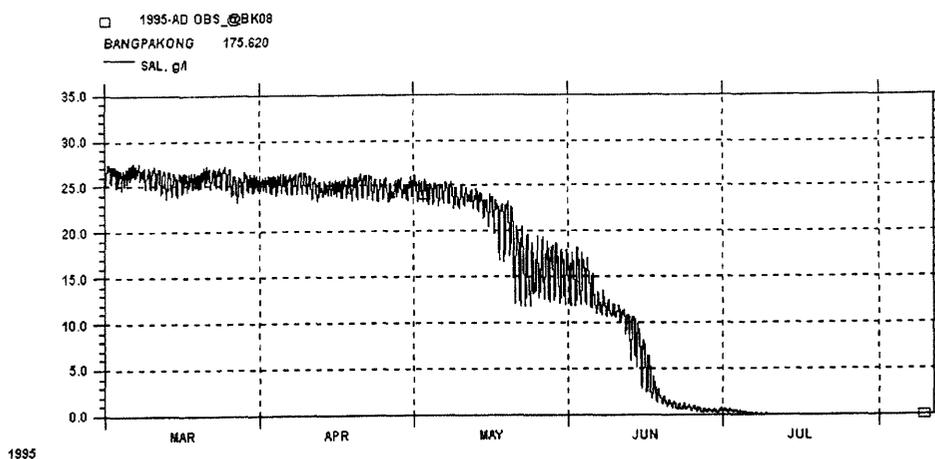
ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำท่าถั่ว สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์



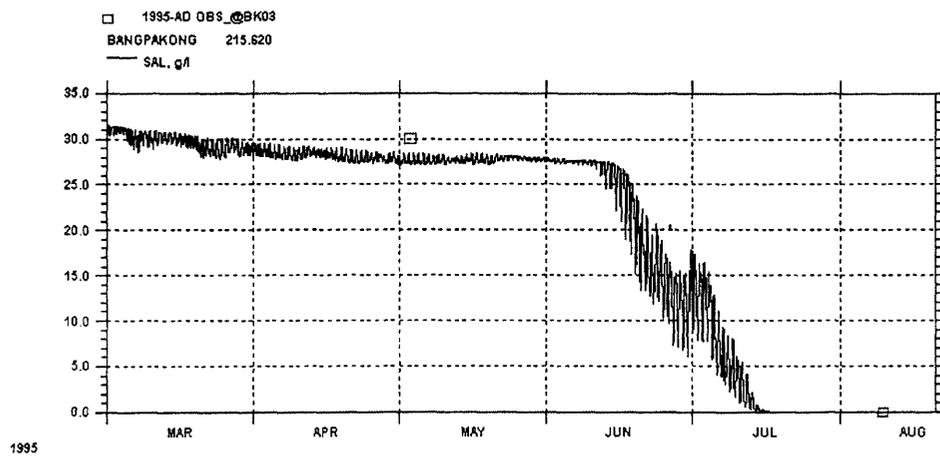
ภาพที่ 22 การเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ประตูระบายน้ำปากตะคอง สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์



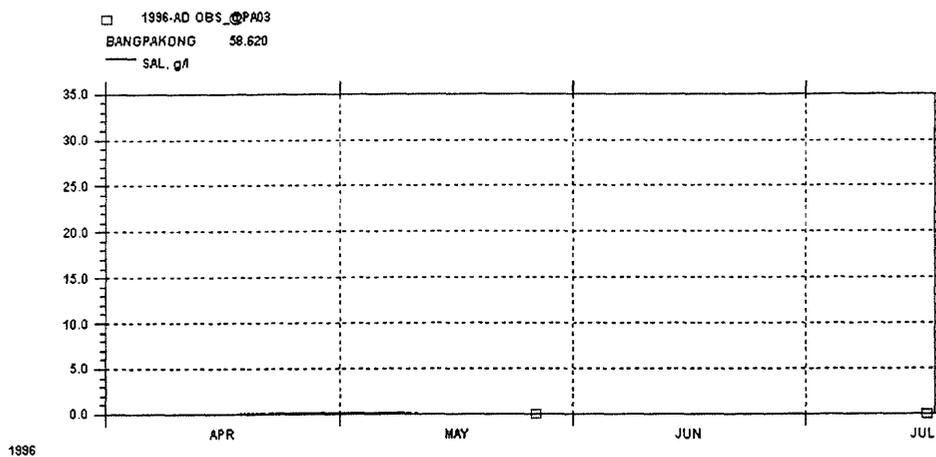
ภาพที่ 23 การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย



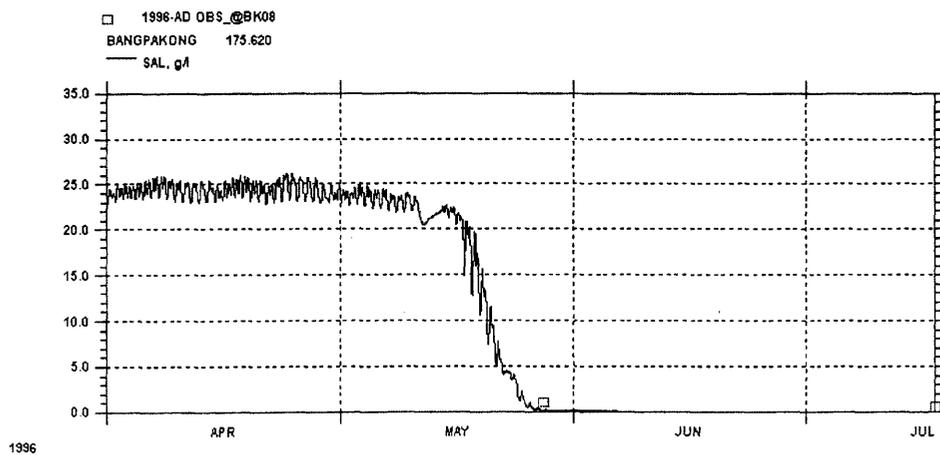
ภาพที่ 24 การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย



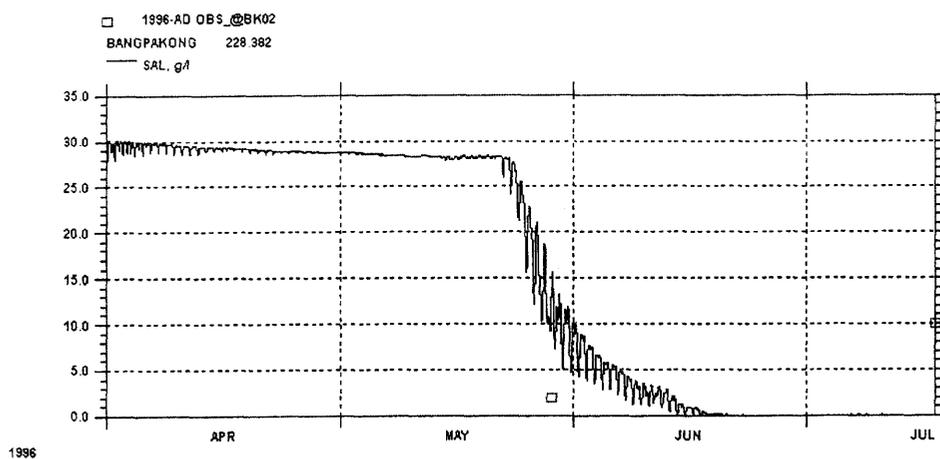
ภาพที่ 25 การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย



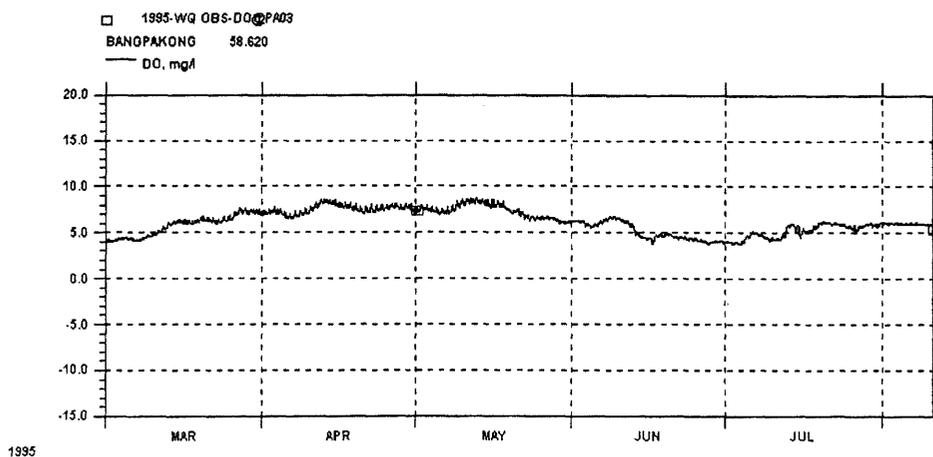
ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย



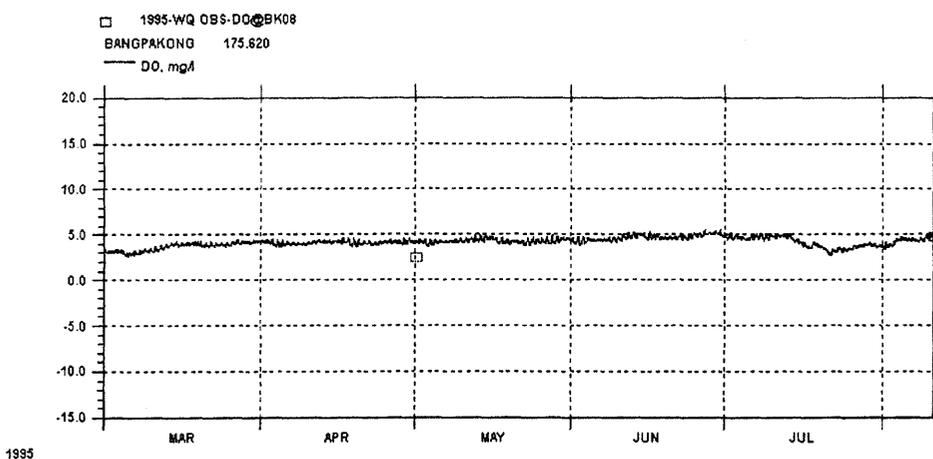
ภาพที่ 27 การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย



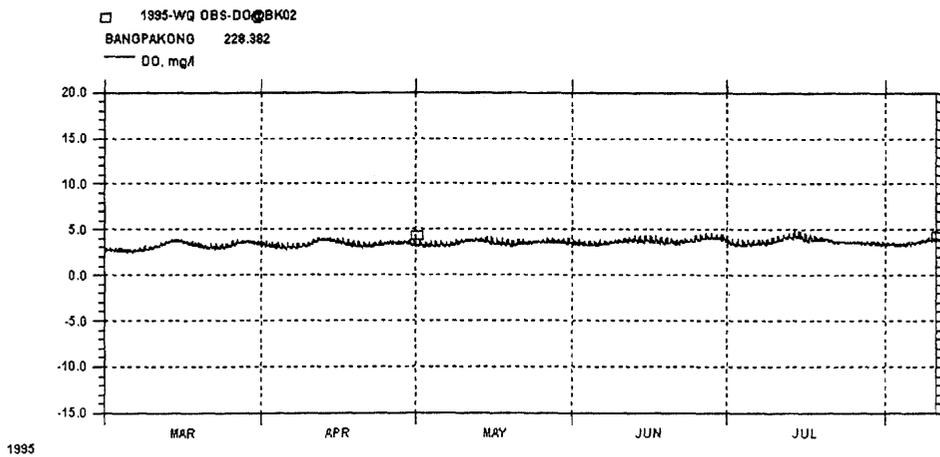
ภาพที่ 28 การเปรียบเทียบระหว่างความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และความเค็มที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย



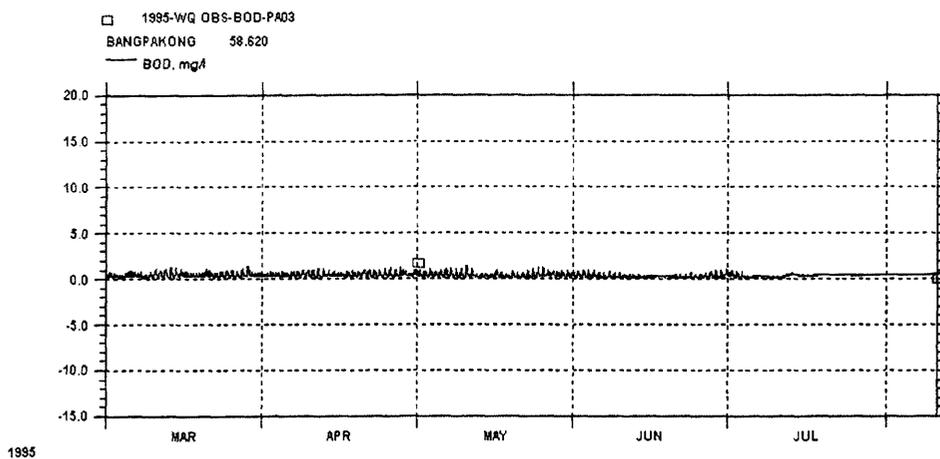
ภาพที่ 29 การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ



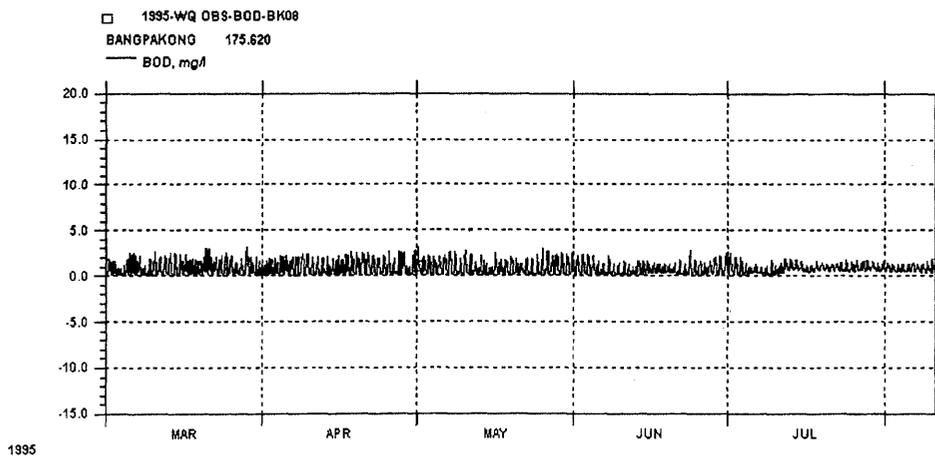
ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ



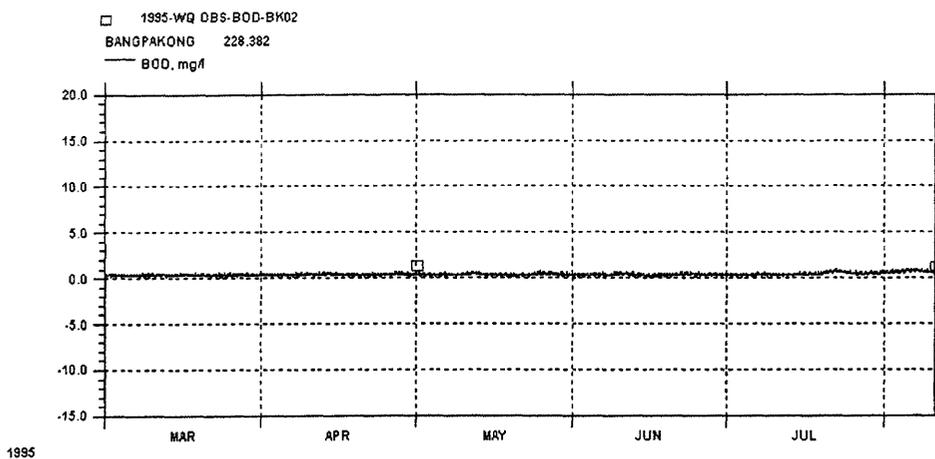
ภาพที่ 31 การเปรียบเทียบระหว่างดีไอทีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอทีที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ



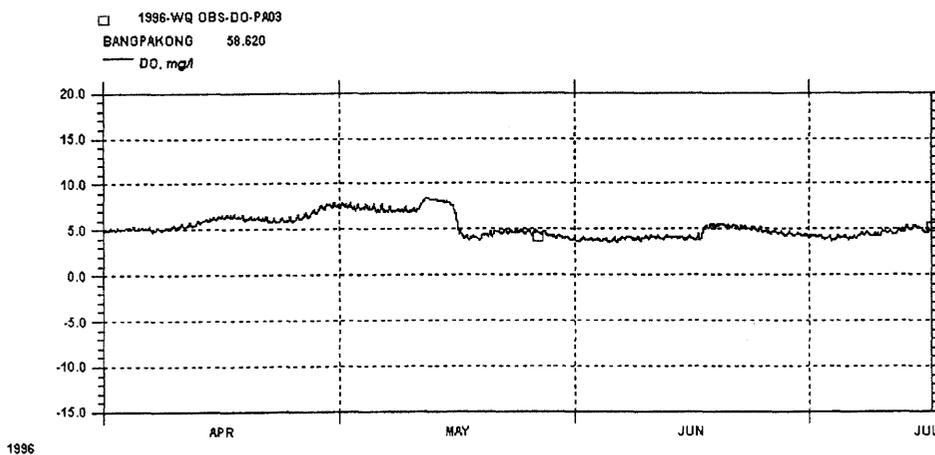
ภาพที่ 32 การเปรียบเทียบระหว่างบีไอทีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีไอทีที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ



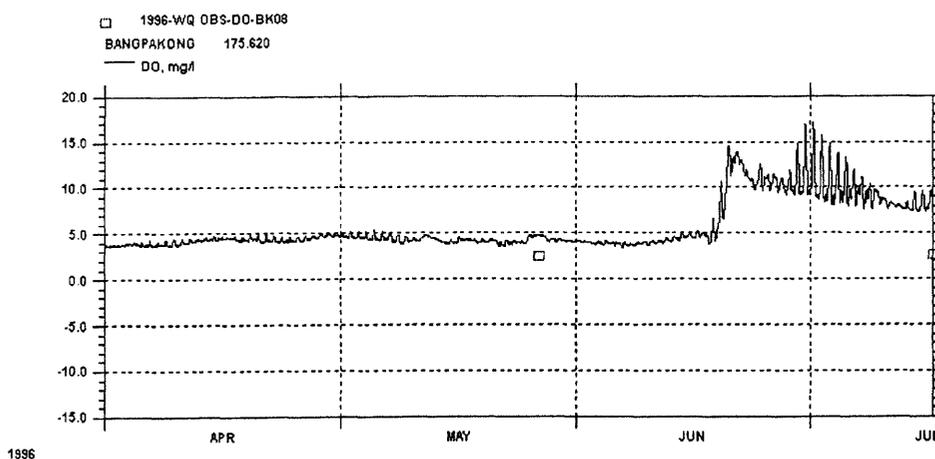
ภาพที่ 33 การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ



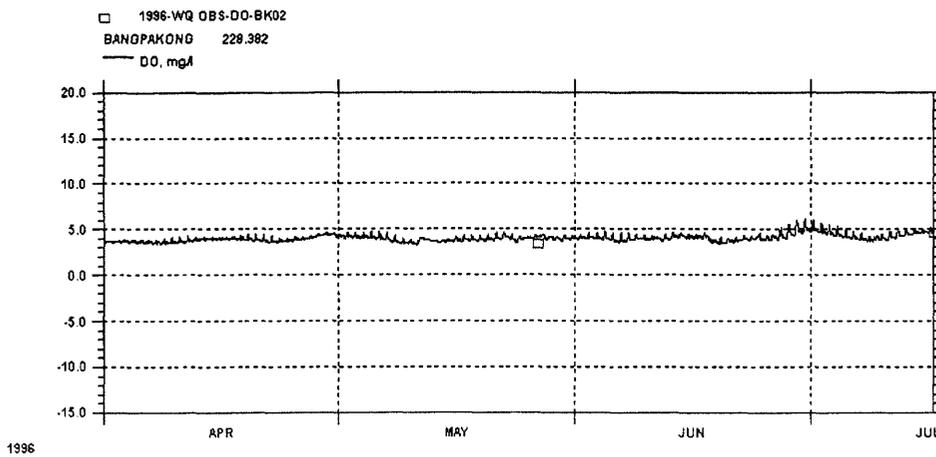
ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ



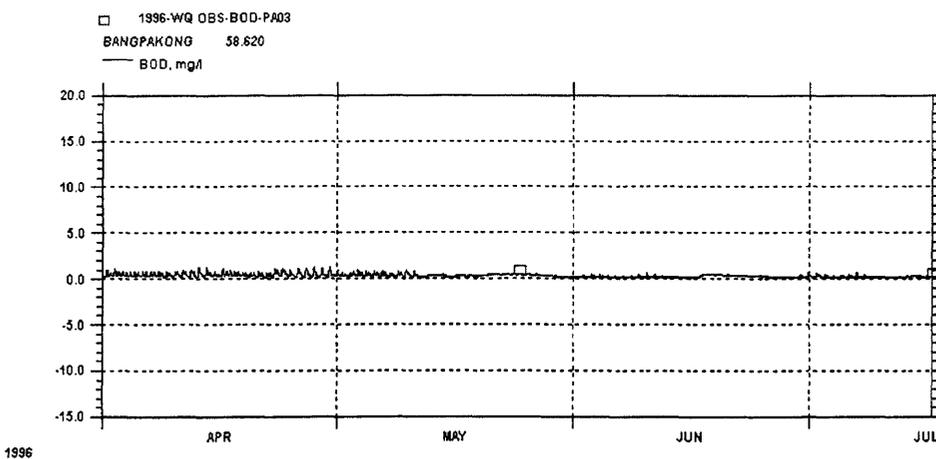
ภาพที่ 35 การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ



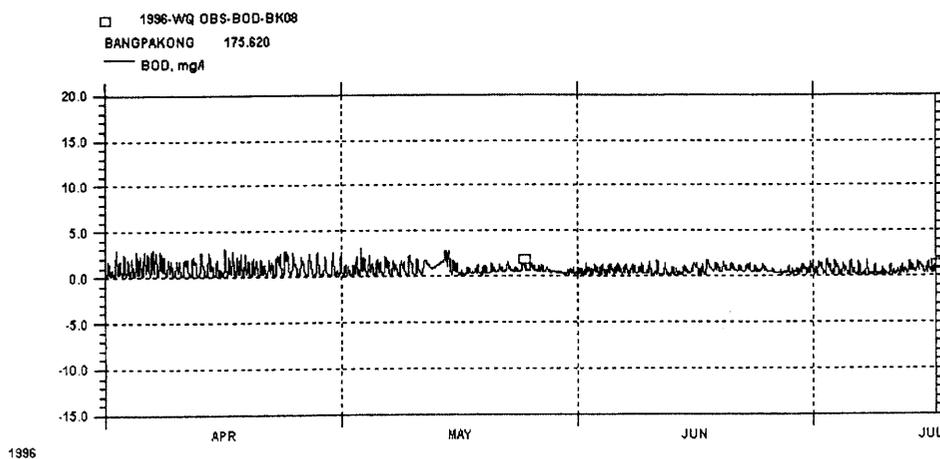
ภาพที่ 36 การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ



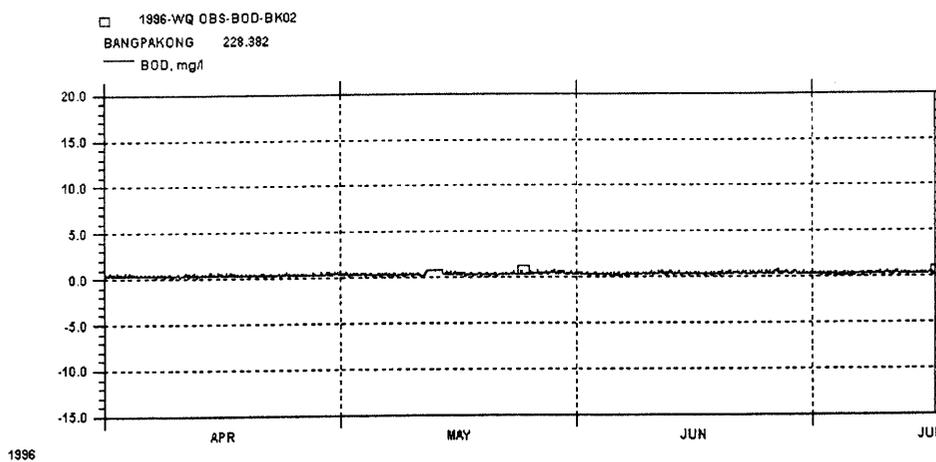
ภาพที่ 37 การเปรียบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และดีไอที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 38 การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 39 การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK08 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 40 การเปรียบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ และบีโอดีที่ได้จากการบันทึกข้อมูล ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ BK02 สำหรับการตรวจพิสูจน์จำลองคุณภาพน้ำ

### อิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง พบว่า คุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝนจะมีคุณภาพดีกว่าคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้ง โดยค่าบีโอดีในช่วงฤดูฝน คือช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม จะมีค่าบีโอดีตลอดช่วงลำน้ำอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าบีโอดีที่อยู่ภายใต้มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (ค่าบีโอดีไม่มากกว่า 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร) ส่วนในช่วงฤดูแล้ง คือช่วงระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึง เมษายน แม่น้ำบางปะกงจะมีค่าบีโอดีสูงสุดเท่ากับ 8.0 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมากกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ค่าบีโอดีไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ดังนั้นอิทธิพลของฤดูกาลจึงมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง

### ผลกระทบของแหล่งมลพิษประเภทต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำพบว่า คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงจะมีคุณภาพต่ำที่สุดบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา เป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่มีประชาชนอาศัยอยู่ค่อนข้างหนาแน่น จากข้อมูลของกรมการปกครองปีพ.ศ. 2538 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรามีประชาชนอาศัยอยู่ถึง 43,770 คน และนอกจากนั้นประชาชนส่วนใหญ่ยังประกอบอาชีพเลี้ยงสุกรขาย โดยมีข้อมูลจำนวนสุกรในปีพ.ศ. 2538 ถึง 256,120 ตัว จากการคำนวณปริมาณมลพิษจากฟาร์มสุกรบริเวณอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ผลการคำนวณได้ค่าบีโอดีที่ระบายลงสู่แม่น้ำบางปะกงถึง 31,814 กิโลกรัม/วัน ซึ่งเป็นปริมาณบีโอดีที่มากที่สุดจากทุกประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษ ที่ระบายของเสียลงสู่แม่น้ำบางปะกง ส่วนมลพิษจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม จะมีปริมาณบีโอดีที่ระบายลงสู่แม่น้ำบางปะกงมากที่สุดจาก โรงงานผลิตสุราของกรมสรรพสามิต ที่อำเภอบางค้ำ จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีปริมาณบีโอดีที่ระบายลงสู่แม่น้ำบางปะกงเท่ากับ 9,041 กิโลกรัม/วัน ส่วนโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่อยู่ในลุ่มน้ำบางปะกงจะมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงไม่มากนัก

### ผลการทำนายคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกง

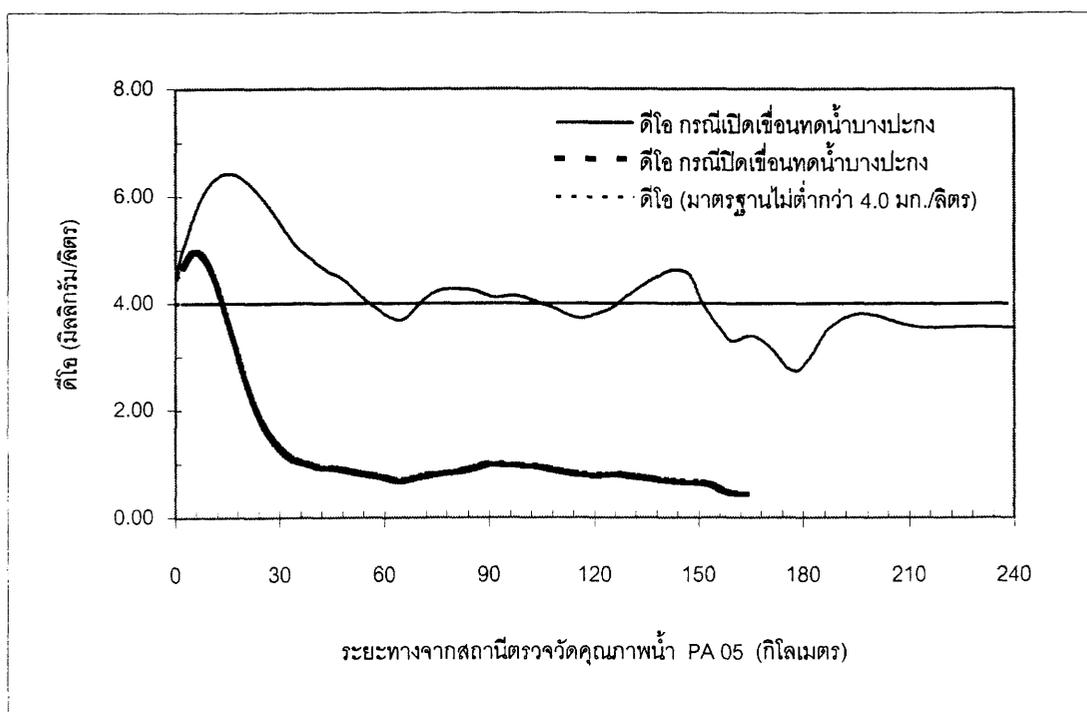
#### 1. กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550

ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำพบว่าดีไอจะมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 6.5 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี จากนั้นค่าดีไอจะลดลงตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง และจะมีค่าดีไอต่ำที่สุดเท่ากับ 2.7 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอเมืองจังหวัดฉะเชิงเทรา

สำหรับผลการคำนวณค่าบีโอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ พบว่าค่าบีโอดีสูงสุดมีค่าเท่ากับ 7.7 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา เป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่มีประชาชนอาศัยอยู่ค่อนข้างหนาแน่น และประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเลี้ยงสุกร จากการพยากรณ์จำนวนประชากรและจำนวนสุกรในปีพ.ศ. 2550 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรามีประชาชนอาศัยอยู่ถึง 59,527 คน และมีจำนวนสุกรถึง 360,563 ตัว ส่วนค่าบีโอดีที่ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี ทั้งนี้เนื่องมาจากบริเวณนี้เป็นชุมชนขนาดเล็ก ทำให้มีปริมาณมลพิษที่ระบายลงสู่แม่น้ำบางปะกงในปริมาณต่ำตามจำนวนประชากรที่อาศัยในชุมชน

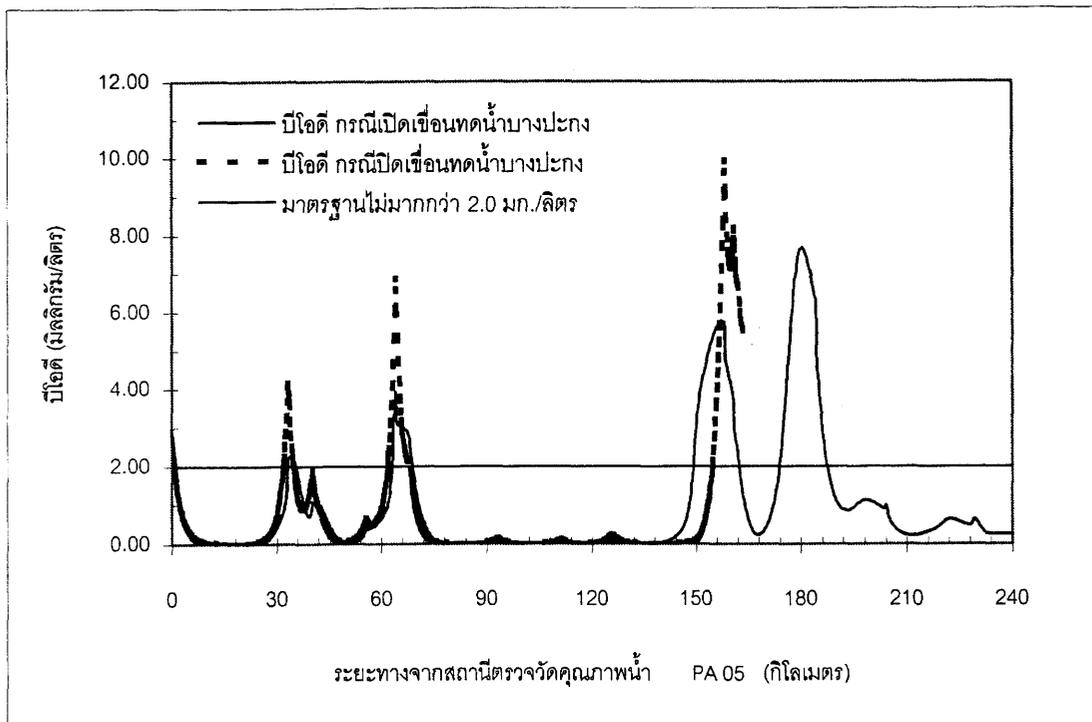
#### 2. กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550

ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำพบว่าดีไอจะมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอศรีมหาโพธิ จากนั้นค่าดีไอจะลดลงตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง และจะมีค่าดีไอต่ำที่สุดเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ทั้งนี้ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกงมีค่าดีไอต่ำเนื่องมาจากเมื่อปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงแล้ว แม่น้ำบางปะกงจะไม่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล และการไหลของน้ำเป็นไปในทิศทางเดียว ไม่มีการผสมผสานกันระหว่างน้ำจากเหนือเขื่อนกับน้ำทะเล ทำให้การอัตราการเติมอากาศต่ำลง ดังนั้นค่าดีไอที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกงจึงมีค่าต่ำที่สุด ดังแสดงผลการคำนวณค่าดีไอจากแบบจำลองคุณภาพน้ำในปีพ.ศ. 2550 กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ในภาพที่ 41



ภาพที่ 41 ผลการคำนวณดีไอตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกงจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2550

ส่วนผลการคำนวณบีไอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ พบว่าบีไอดีจะมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 10.0 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อมีการปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงแล้ว ปริมาณบีไอดีไม่สามารถระบายออกไปยังท้ายเขื่อนทดน้ำบางปะกงได้ ทำให้มีการสะสมของปริมาณบีไอดีบริเวณเหนือเขื่อนทดน้ำบางปะกงในปริมาณที่สูง ดังแสดงผลการคำนวณค่าบีไอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำในปีพ.ศ. 2550 กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงในภาพที่ 42



ภาพที่ 42 ผลการคำนวณปริมาณไนเตรตตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกงจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2550

### 3. กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560

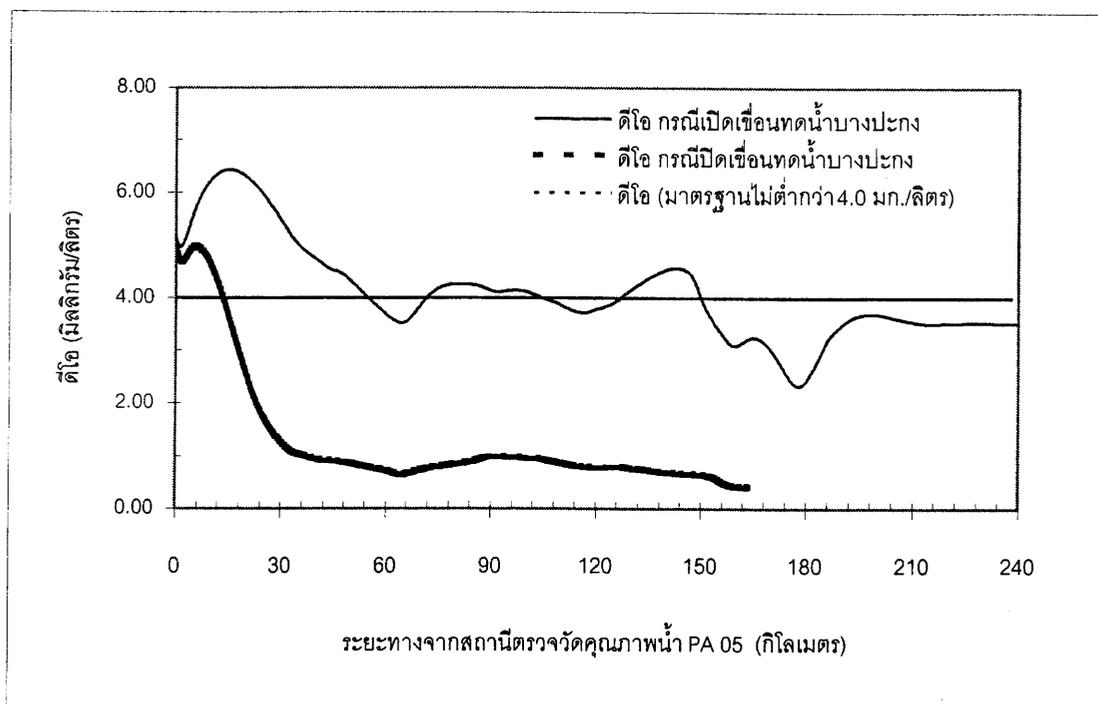
ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำพบว่าดีไอจะมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 6.3 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอศรีมหาโพธิ์ จังหวัดปราจีนบุรี จากนั้นค่าดีไอจะลดลงตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกงและจะมีค่าดีไอต่ำที่สุดเท่ากับ 2.3 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอเมืองจังหวัดฉะเชิงเทรา

สำหรับผลการคำนวณค่าบีไอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ พบว่าค่าบีไอดีสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 10.2 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จากการพยากรณ์จำนวนประชากร และจำนวนสุกรในปีพ.ศ. 2560 อำเภอเมืองฉะเชิงเทรามีประชาชนอาศัยอยู่ถึง 72,658 คน และมีจำนวนสุกรถึง 440,099 ตัว ส่วนค่าบีไอดีต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี

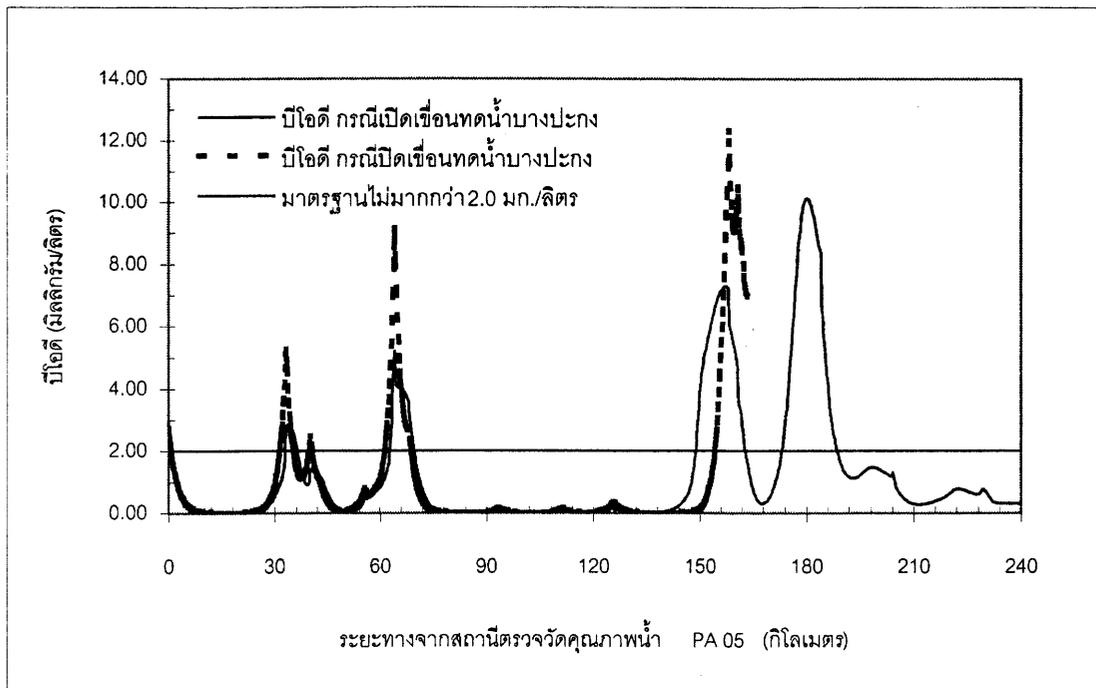
#### 4. กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง พ.ศ. 2560

ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำพบว่าดีไอจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.8 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอำเภอศรีมหาโพธิ จากนั้นค่าดีไอจะลดลงตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง และจะมีค่าดีไอต่ำที่สุดเท่ากับ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ดังแสดงผลการคำนวณค่าดีไอจากแบบจำลองคุณภาพน้ำในปีพ.ศ. 2560 กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ในภาพที่ 43

ส่วนผลการคำนวณบีโอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ พบว่าบีโอดีจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 12.3 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ดังแสดงผลการคำนวณค่าบีโอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำในปีพ.ศ. 2560 กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ในภาพที่ 44



ภาพที่ 43 ผลการคำนวณดีไอตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกงจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ กรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2560



ภาพที่ 44 ผลการคำนวณปริมาณไนเตรตตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกงจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2560

ความสามารถในการรองรับน้ำเสียภายใต้มาตรฐานคุณภาพน้ำ

1. กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560

ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำของปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 พบว่าค่าดีไอของปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 จะมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.7 และ 2.3 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยแม่น้ำบางปะกงถูกประกาศให้เป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ต้องมีค่าดีไอไม่ต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งค่าดีไอที่คำนวณได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำกรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ทั้งในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 จะมีค่าต่ำกว่าค่าดีไอมาตรฐาน

สำหรับผลการคำนวณค่าบีโอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำของปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 พบว่าค่าบีโอดีของของแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 7.7 มิลลิกรัม/ลิตร และ 10.2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งค่าบีโอดีของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ต้องมีค่าบีโอดีไม่มากกว่า 2.0

มิลลิกรัม/ลิตร โดยค่าบีโอดีที่คำนวณได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำกรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ทั้งในปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560 จะมีค่าสูงกว่าค่าบีโอดีมาตรฐาน

## 2. กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560

ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำของปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 พบว่า ค่าดีไอของปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 จะมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.5 และ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง โดยแม่น้ำบางปะกงถูกประกาศให้เป็นแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ต้องมีค่าดีไอไม่ต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งค่าดีไอที่คำนวณได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำกรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ทั้งในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 มีค่าต่ำกว่าค่าดีไอมาตรฐาน

สำหรับผลการคำนวณค่าบีโอดีจากแบบจำลองคุณภาพน้ำของปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560 พบว่าค่าบีโอดีของปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560 จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 10.0 และ 12.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ซึ่งค่าบีโอดีของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ต้องมีค่าบีโอดีไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร โดยค่าบีโอดีที่คำนวณได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำกรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ทั้งในปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560 มีค่าสูงกว่าค่าบีโอดีมาตรฐาน

### เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกง

สำหรับแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงในปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560 คือจะทำการเสนอแนะมาตรการลดมลพิษจากแหล่งมลพิษประเภทต่าง ๆ ที่ปล่อยมลพิษลงสู่แม่น้ำบางปะกง โดยกำหนดให้แม่น้ำบางปะกงมีคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 จนถึงปี พ.ศ. 2560 และสามารถสรุปมาตรการลดมลพิษจากแหล่งมลพิษประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

#### 1. มาตรการลดมลพิษจากแหล่งชุมชน

- เสนอแนะให้มีมาตรการลดมลพิษในชุมชนที่มีประชากรมากกว่า 10,000 คน
- ค่าบีโอดีหลังจากผ่านการบำบัดคุณภาพน้ำแล้วมีค่าตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน
- ชุมชนที่เสนอแนะให้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในปีพ.ศ. 2550 คือ เทศบาลเมืองปราจีนบุรี (M05) เทศบาลตำบลบางคล้า (M10) เทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา (M12) สุขาภิบาลบางปะกง (M15) และสุขาภิบาลท่าข้าม (M16) และในปีพ.ศ. 2560 เสนอแนะให้มีการก่อสร้าง

ระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มเติมอีก 3 ชุมชน คือ สุขาภิบาลศรีมหาโพธิ (M01) สุขาภิบาลศรีมหาโสภ (M02) และสุขาภิบาลปากน้ำ (M09)

## 2. มาตรการลดมลพิษจากแหล่งอุตสาหกรรม

- เสนอแนะให้โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการผลิต ต้องมีการบำบัดน้ำเสียทุกโรงงาน

- ค่าบีโอดีหลังจากผ่านการบำบัดคุณภาพน้ำแล้ว มีค่าไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัม/ลิตร ยกเว้นโรงงานผลิตอาหารจากแป้งเป็นเส้น โรงงานหมักฟอกหนังสัตว์ และโรงงานผลิตเยื่อกระดาษจากไม้หรือขานอ้อย ค่าบีโอดีหลังจากผ่านการบำบัดแล้วต้องไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร

## 3. มาตรการลดมลพิษจากแหล่งเกษตรกรรม

- เสนอแนะให้มีมาตรการลดมลพิษในฟาร์มสุกรที่มีการเลี้ยงสุกรเพื่อธุรกิจ

- ค่าบีโอดีหลังจากผ่านการบำบัดคุณภาพน้ำมีค่าไม่มากกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน

- แหล่งกำเนิดมลพิษเกษตรกรรมที่เสนอแนะให้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในปี พ.ศ. 2550 คือ อำเภอเมืองปราจีนบุรี (A03) อำเภอราชสาส์น (A06) อำเภอบางคล้า (A07) อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา (A08) อำเภอบางปะกง (A10) และในปี พ.ศ. 2560 เสนอแนะให้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มเติมอีกคือที่อำเภอศรีมหาโพธิ (A01)

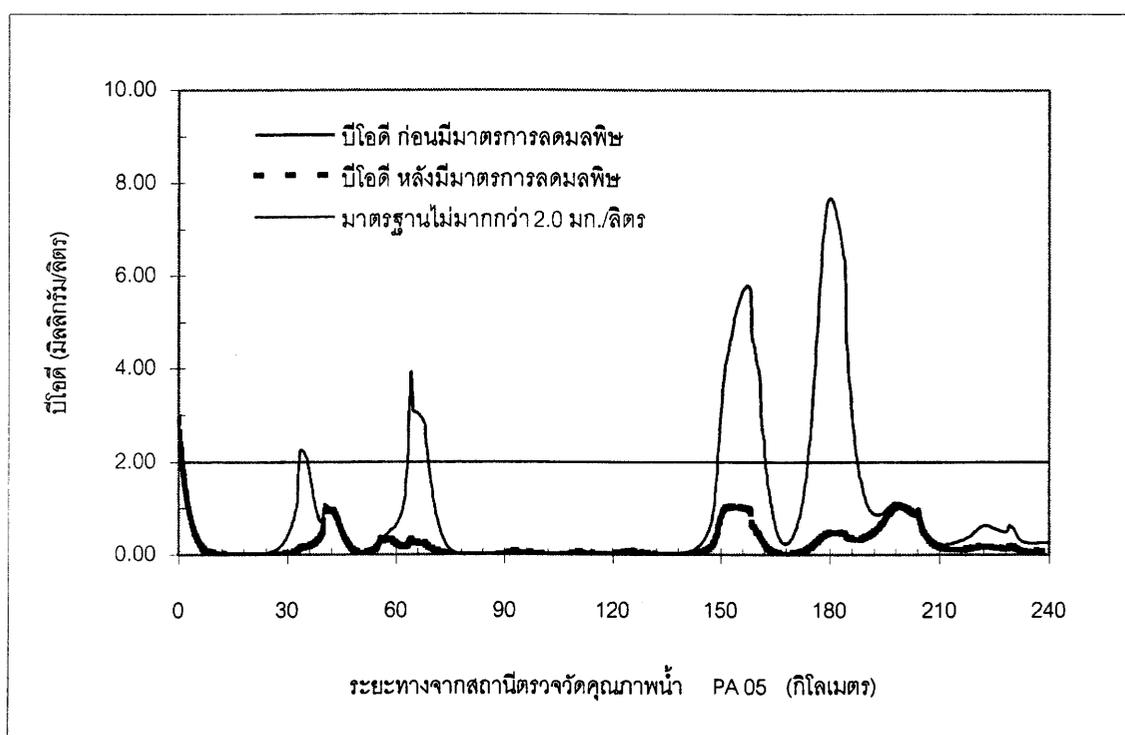
### ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ หลังจากมีมาตรการลดมลพิษ

#### 1. กรณีเปิดเขื่อนทอน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2560 หลังจากมีมาตรการลดมลพิษ

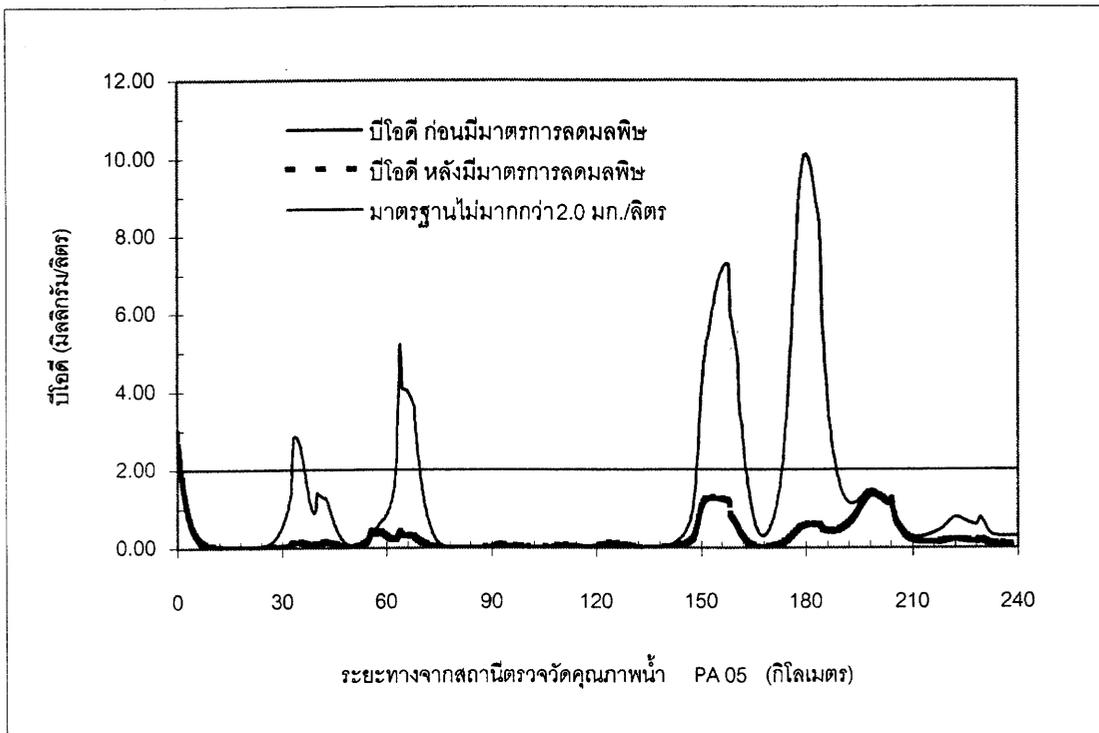
ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำของปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 กรณีเปิดเขื่อนทอน้ำบางปะกง หลังจากมีมาตรการลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดทั้ง 3 ประเภทแล้ว พบว่าค่าบีโอดีของแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.0 และ 1.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งต่ำกว่าค่าบีโอดีมาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ค่าบีโอดีไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ดังแสดงค่าบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 กรณีเปิดเขื่อนทอน้ำบางปะกง หลังจากมีมาตรการลดมลพิษในภาพที่ 45 และภาพที่ 56 ตามลำดับ

## 2. กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 หลังจากมีมาตรการลดมลพิษ

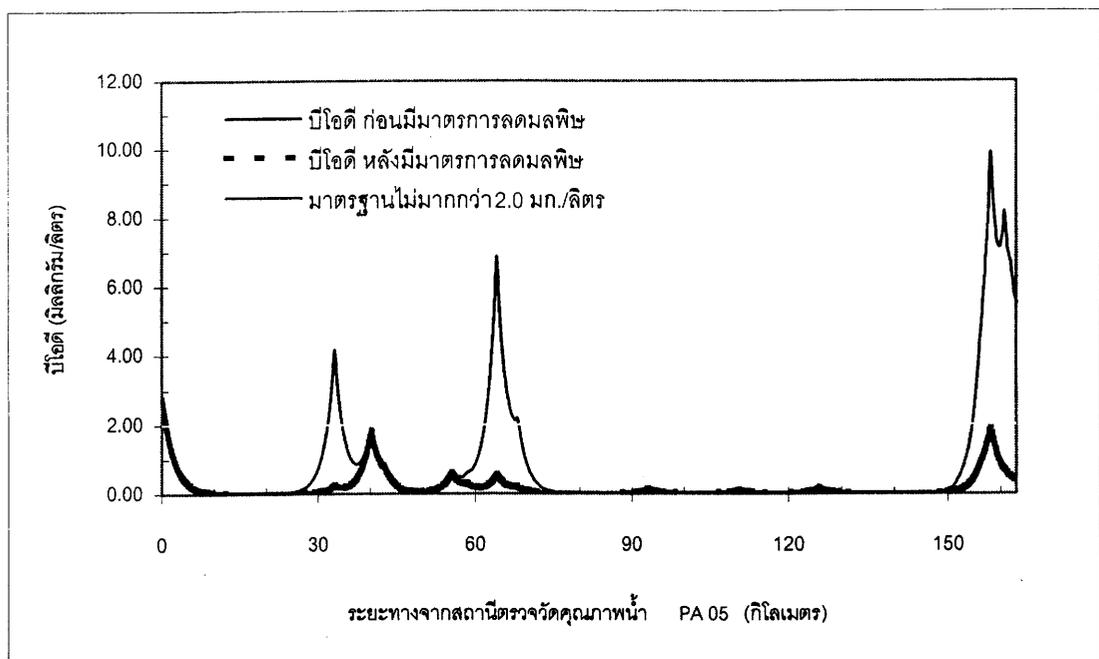
ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำของปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง หลังจากมีมาตรการลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดทั้ง 3 ประเภทแล้ว พบว่าค่าบีโอดีของแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.9 และ 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณเขื่อนทดน้ำบางปะกง ซึ่งต่ำกว่าค่าบีโอดีมาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ค่าบีโอดีไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ดังแสดงค่าบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกงในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560 กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงหลังจากมีมาตรการลดมลพิษในภาพที่ 47 และภาพที่ 48 ตามลำดับ



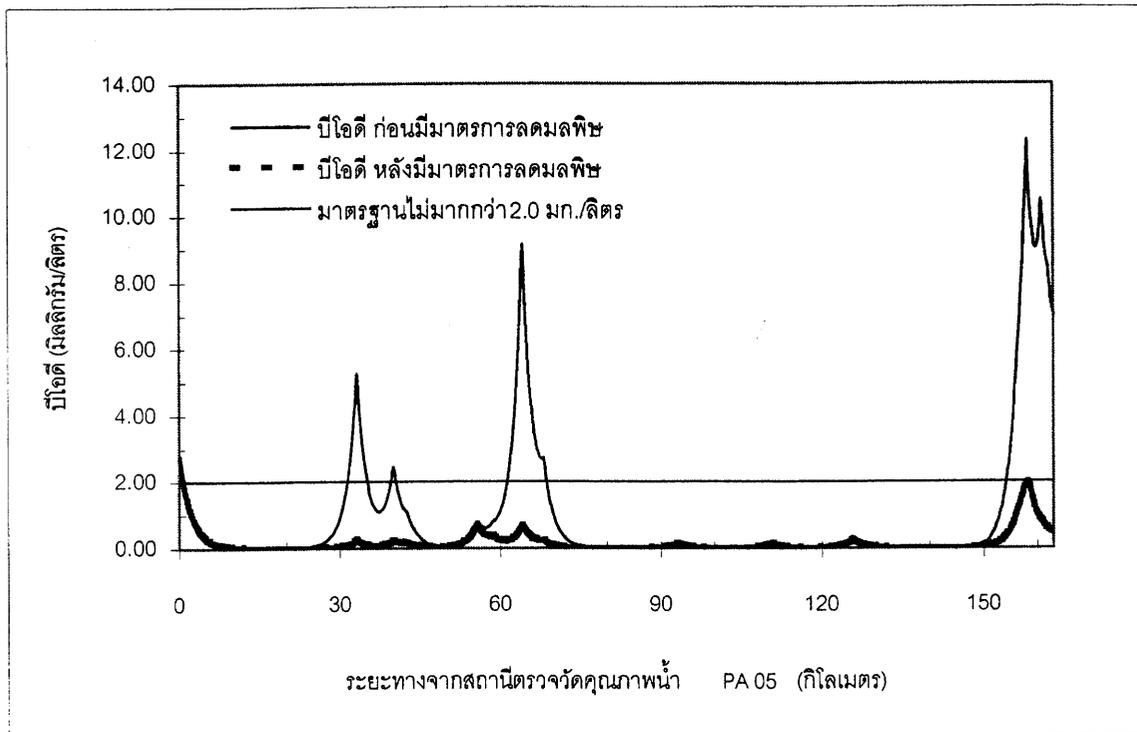
ภาพที่ 45 ผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลองคุณภาพน้ำก่อนและหลังจากมีมาตรการลดมลพิษ กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2550



ภาพที่ 46 ผลการคำนวณไนเตรตตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ ก่อนและหลังการบำบัดมลพิษ กรณีเปิดเขื่อนตลิ่งชันบางปะกงปี พ.ศ. 2560



ภาพที่ 47 ผลการคำนวณไนเตรตตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ ก่อนและหลังการบำบัดมลพิษ กรณีปิดเขื่อนตลิ่งชันบางปะกงปี พ.ศ. 2550



ภาพที่ 48 ผลการคำนวณบีโอดีตามระยะทางของแม่น้ำบางปะกง จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ ก่อนและหลังจากมีมาตรการลดมลพิษ กรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2560

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำน้ำ (Manning' s n) ของแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.020 - 0.035 ผลการคำนวณระดับน้ำจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์มีความใกล้เคียงกับระดับน้ำที่บันทึกได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานีวัดน้ำท่า kgt.1 ประตุระบายน้ำบางขนากท่าไข่ ท่าถั่ว และปากตะคอง เท่ากับ 0.929 0.629 0.752 0.795 และ 0.863 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่ สถานีวัดน้ำท่า kgt.1 ประตุระบายน้ำบางขนาก ท่าไข่ ท่าถั่ว และปากตะคอง มีค่าเท่ากับ 0.961 0.863 0.745 0.780 และ 0.863 ตามลำดับ

2. ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion coefficient) ของแม่น้ำปราจีนบุรี และนครนายกจะมีค่าเท่ากับ 50 ตารางเมตรต่อวินาที ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของแม่น้ำบางปะกงจะมีค่าอยู่ระหว่าง 50 - 500 ตารางเมตรต่อวินาที โดยผลการคำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจายมีความใกล้เคียงกับค่าความเค็มที่บันทึกได้ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจายที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 BK08 และ BK02 เท่ากับ 1.000 0.993 และ 0.999 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองการพา-แพร่กระจายที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 BK08 และ BK02 มีค่าเท่ากับ 1.000 1.000 และ 0.989 ตามลำดับ

3. ค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองคุณภาพน้ำที่เหมาะสมของแม่น้ำนครนายก แม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำบางปะกง สามารถสรุปได้ดังนี้

- ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืชมีค่าเท่ากับ  $3.5 \text{ g O}_2/\text{m}^2/\text{day}$
- อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ  $3.0 \text{ g O}_2/\text{m}^2/\text{day}$
- สัมประสิทธิ์การเติมอากาศใช้สมการของ O'Connor และ Dobbins
- สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง  $0.3 \text{ day}^{-1}$

ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกับค่าดีไอ และค่าบีไอดีที่บันทึกได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอ และค่าบีไอดีที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 BK08 และ BK02 เท่ากับ 0.900 0.600 1.000 และ 1.000 0.600 0.600 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอ และค่าบีไอดีที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ PA03 BK08 และ BK02 มีค่าเท่ากับ 0.950 0.995 0.988 และ 1.000 0.991 0.996 ตามลำดับ

4. อิทธิพลของฤดูการจะมีผลต่อคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงเพราะ ในช่วงฤดูฝนคือ ช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำบางปะกงจะมีปริมาณมากทำให้สามารถเจือจางบีไอดีในแม่น้ำได้มาก และนอกจากนั้นความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของแม่น้ำบางปะกงจะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนทำให้ค่าบีไอดีลดต่ำลง ในทางตรงข้ามในช่วงฤดูแล้งคือในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำบางปะกงจะมีปริมาณน้อย และทำให้ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของแม่น้ำบางปะกงลดลง จึงทำให้น้ำในแม่น้ำบางปะกงมีคุณภาพต่ำลงในช่วงฤดูแล้ง โดยค่าบีไอดีในช่วงฤดูแล้งของแม่น้ำบางปะกงจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานบีไอดีของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ค่าบีไอดีไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ส่วนค่าบีไอดีเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานบีไอดีของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

5. ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำสามารถสรุปได้ว่าแหล่งมลพิษที่ทำให้คุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงเสื่อมโทรมลงมากที่สุด คือ มลพิษจากแหล่งเกษตรกรรม ทั้งนี้เนื่องจากฟาร์มเลี้ยงสุกรส่วนใหญ่จะอยู่ใกล้กับแม่น้ำบางปะกง และการเลี้ยงสุกรต้องมีการชำระล้างคอกสุกรทุก ๆ วัน ทำให้ปริมาณน้ำเสียเหล่านี้ไหลลงสู่แม่น้ำบางปะกงโดยตรง ส่วนมลพิษที่ทำให้คุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงเสื่อมโทรมรองลงมาเป็นอันดับสองคือ มลพิษจากแหล่งชุมชน ทั้งนี้เพราะชุมชนส่วนใหญ่จะตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำบางปะกง และมีการระบายน้ำเสียลงสู่แม่น้ำบางปะกงโดยตรง ส่วนมลพิษที่มีผลกระทบต่อแม่น้ำบางปะกงน้อยที่สุดคือมลพิษจากแหล่งอุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมในบริเวณลุ่มน้ำบางปะกงส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและอุตสาหกรรมในครัวเรือน

6. ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงในปี พ.ศ. 2550 และ 2560 กรณีเปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง จะมีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม

และไม่อยู่ภายใต้มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 โดยจุดที่คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมที่สุดได้แก่ บริเวณอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา ทั้งนี้เนื่องจากเป็นชุมชนขนาดใหญ่ มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น และนอกจากนั้นประชาชนส่วนใหญ่ยังมีอาชีพเลี้ยงสุกร จึงทำให้มีการระบายมลพิษลงสู่แม่น้ำ บางปะกงในปริมาณสูง ส่วนในกรณีปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ผลการคำนวณจากแบบจำลอง คุณภาพน้ำสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงในปี พ.ศ. 2550 และ 2560 จะมีคุณภาพน้ำ ต่ำกว่าคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 โดยจุดที่คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมากที่สุดคือที่บริเวณเขื่อน ทอดน้ำบางปะกง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง ปริมาณมลพิษจะไม่สามารถระบายไป ยังบริเวณท้ายเขื่อนได้ ทำให้บริเวณเหนือเขื่อนทดน้ำบางปะกงมีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมากที่สุด

7. มาตรการลดมลพิษ ผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำในปี พ.ศ. 2550 และ 2560 ทั้งกรณีเปิดและปิดเขื่อนทดน้ำบางปะกง หลังจากมีมาตรการลดมลพิษจากแหล่ง มลพิษชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม คุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกงจะมีคุณภาพน้ำอยู่ภายใต้ เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

#### ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลทางอุทกวิทยาและข้อมูลคุณภาพน้ำ ซึ่งมีช่วงเวลาที่ แตกต่างกัน คือในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ จะมีช่วงเวลาของ ข้อมูลในช่วงฤดูฝน ในขณะที่ช่วงเวลาที่ใช้ในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองคุณภาพน้ำ จะมีช่วงเวลาของข้อมูลในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำนน้ำที่ได้จากการ ปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ซึ่งอาจจะไม่เป็นตัวแทนที่แท้จริงของ ลำนน้ำในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นช่วงเวลาที่ใช้ในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทก- พลศาสตร์ แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และแบบจำลองคุณภาพน้ำ จึงควรเป็นช่วงเวลา เดียวกันคือในช่วงฤดูแล้ง เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นตัวแทนของลำน้ำในช่วงฤดูแล้งอย่างแท้จริง

2. เนื่องจากข้อมูลความเค็ม ดีโอ และบีโอดี ที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากกรมควบคุม- มลพิษมีช่วงห่างของการเก็บข้อมูลประมาณ 3-4 เดือน ทำให้ต้องใช้เวลาในการคำนวณ แบบจำลองคุณภาพน้ำเป็นเวลานานคือประมาณ 4-5 ชั่วโมง ดังนั้นจึงควรมีการเก็บข้อมูล ความเค็ม ดีโอ และบีโอดี เป็นรายวันติดต่อกันอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อลดเวลาในการคำนวณแบบ- จำลองคุณภาพน้ำ และเพิ่มความเชื่อมั่นในการปรับเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

3. ปัจจุบันในบริเวณลุ่มน้ำบางปะกงประชาชนมีการประกอบอาชีพเลี้ยงกุ้งกันมาก และมีแนวโน้มที่จะมีการเลี้ยงมากขึ้นในอนาคต ดังนั้นการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง จึงควรจะมีการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษที่เกิดจากฟาร์มกุ้งเพิ่มเติมด้วย

4. การควบคุมมลพิษจากสุกร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรขอความร่วมมือกับเจ้าของฟาร์มสุกร ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย หรือมีมาตรการทางกฎหมายเพื่อบังคับให้ฟาร์มสุกร ทุกฟาร์มต้องมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำเสียออกจากฟาร์ม เพื่อลดปัญหาคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกง

5. ในอนาคตแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่างๆ มีแนวโน้มที่จะปล่อยน้ำเสียเพิ่มขึ้น และจะมีปริมาณมลพิษที่ปล่อยลงสู่น้ำบางปะกงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาคุณภาพน้ำจึงควรมีการศึกษาพารามิเตอร์ทางคุณภาพน้ำอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น โคลีฟอร์ม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2540. การจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. โรงพิมพ์กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ. 871 น.
- \_\_\_\_\_. 2541. โครงการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. โรงพิมพ์กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ. 551 น.
- กฤษฎา มหาสันตนะ. 2539. การทำนายคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ฉัตรไชย รัตน์ไชย. 2539. การจัดการคุณภาพน้ำ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 235 น.
- ณัฐ เทภาสิต. 2542. การวิเคราะห์หมายเลขโค้งน้ำท่าของอำเภอในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2530. น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. รายงานการศึกษาเสนอต่อคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 240 น.
- นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2540. การศึกษาสภาพน้ำท่วมของลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11. วิศวกรรมสารเกษตรศาสตร์ 12 (35) : 113 –145.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2539. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 318 น.
- พัฒนา มุลพฤษ. 2539. อนามัยสิ่งแวดล้อม. เอ็น. เอส. แอล. ฟรินดิง, กรุงเทพฯ. 545 น.
- ภัทรา เฟงธรรมกิริติ. 2541. การเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- ไมตรี ฝอยทอง. 2538. ศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำในลุ่มน้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มันสิน ตันทุลเวศม์. 2538. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. แชนอี 68 แลป, กรุงเทพฯ. 351 น.
- ราชกิจจานุเบกษา. 2539. เล่มที่ 103 ตอนที่ 60, 100 น.
- วีระชัย ชูพิศาลโรจน์. 2530. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน-น้ำท่า ในลุ่มน้ำป่าสักโดยใช้แบบจำลองถัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สราวุธ จันทร์จรุงกิจ. 2534. การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 29 น.
- อวิรุทธ์ สุขสมอรรถ. 2538. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน และน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง โดยใช้แบบจำลอง RIBAMAN. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Abbott, M. B. and F. Ionescu. 1967. On the numerical computation of nearly-horizontal flows. J. Hyd. Res. 5 : 97-117.
- Beck, M. B. and A. Reda. 1994. Identification and application of a dynamic model for operational management of water quality. Water Sci. and Technol. 30 : 31-41.
- Bowornsak, W. 1992. Water quality analysis for a basin-wide planning. M.Eng. thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Brinkman, J., P. Griffioen, S. Groot, and F.J. Los. 1988. A Water quantity and quality model for the evaluation of water management strategies in the Netherland application to the province of frishland. Mc Graw Hill, New York. 320 p.

- Chow, V.T. 1959. Open Channel Hydraulic. Mc Graw Hill, New York. 680 p.
- \_\_\_\_\_. 1988. Applied Hydrology. Mc Graw Hill, New York. 565 p.
- Cunge, J.A., F.M. Holly and A. Verwey, 1980. Practical Aspects of Computational River Hydraulics. Pitman, Boston. 420 p.
- Danish Hydraulic Institute and Asian Institute of Technology. 1996. Flood Modelling in the Chi-Mun River Basin, Thailand. Available : <http://www.dhi.dk/project/thailand/chimun/chimun.html>, March 15, 1999.
- Danish Hydraulic Institute and Bangladesh Flood Plan Organization. 1994. Flood Management Model. Bangladesh. Available : <http://www.dhi.dk/project/bangla/flood/flood.htm>, March 15, 1999.
- Danish Hydraulic Institute and Changjiang Water Resource. 1995. Flood Forecasting for the Middle Yangtze River, China. Available : <http://www.dhi.dk/project/china/yangtze/yangtze.htm>, March 15, 1999.
- Danish Hydraulic Institute. 1992. Reference Manual of MIKE 11. A Microcomputer Based Modelling System for River and Channels, Copenhagen 400 p.
- Maqsood, I. 1996. River water quality management in Lahore Pakistan. M.Eng. thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Province of Gelderland. 1996. Feasibility Study for the Province of Gelderland, Netherlands. Available : <http://www.dhi.dk/project/netherland/gelder/gelder.htm>, March 15, 1999.
- Surachai, L. 1995. Effects of Pasak reservoir on the flood levels of the lower Chao Phraya river from Angthaya to Bangkok. M.Eng. thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.

- Tischler, L.F. 1984. Water quality modelling of lower Ham river, Korea. *Water Sci. and Technol.* 17 : 979-900.
- Thomann, R. V. and J.A. Mueller 1987. *Principles of Surface Water Quality Modeling and control.* Harper and Row. New York. : 644 p.
- U.S. Department of Agriculture 1972. *National Engineering Handbook. Hydrology Section*  
4. U.S. Government Printing. Washington D.C. : 23 p.
- Whitehead, J. 1981. A System Model of Streamflow and Water Quality in the Bedford Ouse River System - II. *Water Res.* 15 : 1157-1171.
- Wu, J.S. and , R.C. Ahlert. 1979. Application of a steady-state, one-dimentionnal water quality model. *Water Resource Bulletin.* 15 : 660-670.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 รายละเอียดสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนรายปีของสถานีต่างๆในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัสสถานี	ตำแหน่ง		ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
			เส้นรุ้ง (น.)	เส้นแวง (อ.)		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1. อำเภอเมือง	ปราจีนบุรี	44013	14-03-00	101-22-23	2495 - 2541	1925.9	2649.3	1261.8
2. อำเภอบ้านสร้าง	ปราจีนบุรี	44022	13-59-50	100-13-30	2495 - 2541	1548.3	2395.6	748.4
3. อำเภอศรีมหาโพธิ์	ปราจีนบุรี	44032	13-57-50	101-30-58	2495 - 2541	1543.9	2238.8	658.6
4. อำเภอกบินทร์บุรี	ปราจีนบุรี	44043	13-59-01	101-42-33	2495 - 2541	1590.0	2415.7	1066.5
5. อำเภอประจันตคาม	ปราจีนบุรี	44062	14-03-45	101-31-05	2495 - 2541	1746.5	3094.5	587.5
6. โครงการห้วยไคร้	ปราจีนบุรี	44100	13-51-02	101-53-02	2517 - 2533	1506.0	2062.8	1234.9
7. อำเภอนาดิ	ปราจีนบุรี	44132	14-06-30	101-45-25	2508 - 2541	2044.5	3230.5	1352.5
8. บ้านทุ่งแฝก (KGT.14)	ปราจีนบุรี	44181	14-09-30	101-52-52	2510 - 2541	1954.5	2439.5	1477.7
9. ห้วยโสมง (KGT.15A)	ปราจีนบุรี	44191	14-10-37	101-47-30	2511 - 2541	1649.8	2079.8	1265.4
10. บ้านท่าตะกร้อ (KGT.24)	ปราจีนบุรี	44201	14-41-34	101-35-30	2515 - 2528	2302.1	2884.3	1629.9
11. ปตร.เกาะโพธิ์ใหญ่	ปราจีนบุรี	44220	13-58-33	101-35-30	2518 - 2536	1554.6	1988.6	1186.2
12. โครงการบางพลวง	ปราจีนบุรี	44230	14-00-00	101-18-53	2520 - 2533	1802.1	2202.1	1244.6
13. ประจวบายน้ำปลายคลองท่าแห	ปราจีนบุรี	44250	14-01-23	101-27-24	2522 - 2536	1476.2	2001.0	1084.1
14. ปลายคลองวังไธ	ปราจีนบุรี	44260	13-58-42	101-36-10	2521 - 2536	1371.9	2017.6	1096.0
15. ปตร.เพชฌม	ปราจีนบุรี	44270	13-58-57	101-39-16	2521 - 2536	1412.8	1934.3	1208.2
16. อำเภอโคกปีบ	ปราจีนบุรี	44282	13-52-39	101-23-16	2536 - 2541	1295.6	1869.3	848.1
17. โครงการชลประทานขนาดกลางที่ 30	ปราจีนบุรี	44311	-	-	2529 - 2534	1899.8	2299.6	1792.0
18. บ้านสระบัว อ.กบินทร์บุรี	ปราจีนบุรี	44332	-	-	2535 - 2541	1419.3	1894.4	1015.3

**ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)**

ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัส สถานี	ตำแหน่ง		ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
			เส้นรุ้ง (น.)	เส้นแวง (อ.)		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
19. อำเภอเมือง	สระแก้ว	74012	13-49-09	102-04-33	2495 - 2541	1627.7	2378.7	979.4
20. อำเภอวังน้ำเย็น	สระแก้ว	74052	13-31-00	102-03-00	2521 - 2526, 2528 - 2541	1063.5	1499.0	498.5
21. อำเภอลองหงาว	สระแก้ว	74062	-	-	2530 - 2532, 2535 - 2541	1208.0	2548.9	946.6
22. ลำพระสเทิง (KGT.10)	สระแก้ว	74071	13-48-29	102-03-35	2510 - 2541	1430.3	1930.0	864.2
23. บ้านแก้ง (KGT.12)	สระแก้ว	74081	13-56-02	101-58-41	2513 - 2541	1489.1	1816.1	1171.4
24. สวนป่าท่าแยก	สระแก้ว	74092	13-55-00	102-01-00	2507 - 2541	1989.1	2944.1	1225.6
25. วัดโคกปี่บ้อง	สระแก้ว	74112	-	-	2536 - 2541	1535.1	1732.6	1422.6
26. บ้านโนนผาสุก	สระแก้ว	74120	-	-	2536 - 2541	808.2	938.8	648.2
27. บ้านวังสมบรูณ์	สระแก้ว	74130	-	-	2536 - 2541	1393.5	1573.9	1195.1
28. กิ่งอำเภอเขาฉกรรจ์	สระแก้ว	74152	-	-	2536 - 2541	1167.2	1648.0	819.9
29. อุทยานแห่งชาติปางสีดา	สระแก้ว	74172	-	-	2537 - 2541	1214.6	1432.0	1116.8
30. บ้านคลองยาง (KGT.27)	นครนายก	22301	14-12-02	101-27-05	2526 - 2541	2401.7	2856.7	1833.0
31. ปตร.ปากตะคอง (CKD.5)	ฉะเชิงเทรา	03110	13-32-23	101-58-52	2495 - 2541	1109.8	1584.0	544.6

**ตารางผนวกที่ 2 รายละเอียดสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนรายปีของสถานีต่างๆในลุ่มน้ำบางปะกง**

ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัส สถานี	ตำแหน่ง		ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
			เส้นรุ้ง (น.)	เส้นแวง (อ.)		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1. อำเภอเมือง	ฉะเชิงเทรา	03012	13-41-16	101-04-47	2495 - 2541	1246.5	1754.7	584.1
2. อำเภอพนมสารคาม	ฉะเชิงเทรา	03022	13-44-51	100-21-00	2495 - 2541	1484.5	1977.7	1006.2
3. อำเภอบางน้ำเปรี้ยว	ฉะเชิงเทรา	03032	13-50-45	101-03-24	2495 - 2541	1382.4	1861.9	960.6
4. อำเภอบางโพธิ์	ฉะเชิงเทรา	03042	13-35-50	101-04-55	2495 - 2541	1101.7	1539.4	452.2
5. อำเภอบางคล้า	ฉะเชิงเทรา	03052	13-43-30	101-12-40	2495 - 2532, 2534 - 2540	1274.9	1926.7	564.1
6. ปตร.บางขนาก (CKD.2)	ฉะเชิงเทรา	03080	13-51-34	101-07-37	2495 - 2541	1340.7	1785.9	971.6
7. ปตร.ท่าไข่ (CKD.3)	ฉะเชิงเทรา	03090	13-41-14	101-03-57	2495 - 2541	1220.6	1636.4	817.7
8. ปตร.ท่ากั่ว (CKD.4)	ฉะเชิงเทรา	03100	13-37-07	101-02-57	2496 - 2541	1129.9	1534.5	469.3
9. ปตร.บางโรง (CKD.11)	ฉะเชิงเทรา	03150	13-48-39	100-08-58	2506 - 2541	1254.0	1857.1	833.1
10. ปตร.บ้านใหม่ (CKD.12)	ฉะเชิงเทรา	03160	13-42-09	101-04-36	2506 - 2541	990.2	1215.9	582.1
11. กิ่งอำเภอราชสาส์น	ฉะเชิงเทรา	03172	13-46-42	101-16-51	2520 - 2541	1212.9	1544.1	905.7
12. ศูนย์บำรุงพันธุ์สัตว์ทหารบก	ฉะเชิงเทรา	03184	13-42-53	101-22-25	2519-2521, 2523-2532, 2535-2540	1374.4	1702.7	1096.3
13. ปตร.สมบรูณ์ (NNK.9)	ฉะเชิงเทรา	03190	13-57-54	101-08-11	2495 - 2541	1299.0	2011.0	544.0
14. หัวงานโครงการท่าลาด (KGT.2)	ฉะเชิงเทรา	03210	13-44-30	101-21-03	2498 - 2538	1409.0	2140.7	901.6
15. ปลายคลองท่าลาด (LAT.2)	ฉะเชิงเทรา	03220	13-28-11	101-39-06	2510 - 2538	1295.7	2378.1	884.7
16. บ้านท่ากอย (KGT.18)	ฉะเชิงเทรา	03231	13-28-29	101-37-44	2510 , 2512 - 2541	1344.2	1877.3	952.4
17. อำเภอสนามชัยเขต	ฉะเชิงเทรา	03242	13-39-21	101-26-56	2513 - 2533, 2535 - 2541	1056.4	1574.2	715.2
18. ปตร.คลองท่าทองหลวง (PTG.1)	ฉะเชิงเทรา	03250	13-40-37	101-12-43	2515 - 2520, 2522 - 2531	1140.0	1370.5	956.3

**ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)**

ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัสสถานี	ตำแหน่ง		ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
			เส้นรุ้ง (น.)	เส้นแวง (อ.)		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
19. ปตร.คลองบางไม้ (PTG.2)	ฉะเชิงเทรา	03260	13-39-28	101-06-01	2515 - 2531	956.5	1184.9	570.2
20. ปตร.คลองบ้านโพธิ์ (PTG.4)	ฉะเชิงเทรา	03270	13-34-17	101-03-52	2515 - 2531	1098.5	1550.0	716.1
21. ปตร.คลองหอยโข่ง (PTG.5)	ฉะเชิงเทรา	03280	13-32-26	101-02-57	2516 - 2531	976.4	1449.4	692.4
22. ปตร.คลองนาบอน (PTG.3)	ฉะเชิงเทรา	03290	13-37-24	101-05-44	2518 - 2531	867.8	1224.9	542.7
23. บ้านชำป่างาม (KGT.25)	ฉะเชิงเทรา	03301	13-41-09	101-36-32	2521 - 2536	1171.7	1691.5	885.0
24. อำเภอบางปะกง	ฉะเชิงเทรา	03312	13-35-47	101-01-07	2525 - 2526, 2528 - 2541	886.8	1418.0	352.6
25. โครงการพานทองขยาย	ฉะเชิงเทรา	03320	13-28-41	101-00-40	2516 - 2534	1051.5	1380.8	492.0
26. อากาศเกษตรฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	03332	-	-	2531 - 2541	1274.0	1690.7	1084.0
27. สถานีวิจัยสัตว์ป่าฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	03344	-	-	2536 - 2541	1501.6	1847.6	1516.0
28. อำเภอพนัสนิคม	ชลบุรี	09022	13-27-00	101-10-50	2497 - 2512, 2515 - 2541	1159.1	1560.9	739.7
29. อำเภอพานทอง	ชลบุรี	09032	13-28-07	101-06-02	2495 - 2498, 2501 - 2541	1056.7	1883.5	533.1
30. อำเภอบ้านบึง	ชลบุรี	09062	13-18-30	101-07-00	2495 - 2541	1139.5	1677.8	718.5
31. ปตร.บางสะแก (PTG.6)	ชลบุรี	09110	13-29-07	101-02-42	2516 - 2534	1058.8	1303.3	650.4
32. ช่างบานบึง (TNK.147)	ชลบุรี	09140	13-14-12	101-07-42	2518 - 2533	1230.1	2046.8	762.8
33. บ้านใหม่ (KGT.19)	ชลบุรี	09171	13-13-17	101-20-40	2508 - 2541	1228.4	1567.1	783.5
34. อำเภอเมือง	นครนายก	22012	14-12-06	101-13-11	2495 - 2539	1899.3	2894.4	1060.0
35. อำเภอองครักษ์	นครนายก	22022	14-07-24	101-00-20	2496 - 2540	1575.9	2252.7	853.5
36. อำเภอปากพลี	นครนายก	22032	14-39-44	101-15-56	2495 - 2541	1707.7	2771.4	792.5

**ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)**

ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัสสถานี	ตำแหน่ง		ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
			เส้นรุ้ง (น.)	เส้นแวง (อ.)		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
37. อำเภอบ้านนา	นครนายก	22042	14-15-54	101-03-51	2495 - 2541	1721.3	2672.7	767.6
38. ปตร.คลอง 16 (SRS.2)	นครนายก	22050	13-57-45	100-57-48	2495 - 2527, 2529 - 2541	1281.8	2000.8	551.9
39. ปตร.นครนายก (NNK.1)	นครนายก	22060	14-10-54	101-09-56	2495 - 2533	1811.8	2320.8	1196.4
40. ปตร.ท่าช้าง (NNK.2)	นครนายก	22070	14-11-42	101-11-35	2495 - 2533	2003.7	2756.5	1227.7
41. ปตร.หลักกม. 9.000 (NNK.3)	นครนายก	22080	14-07-52	101-14-12	2503 - 2533	1312.9	2009.8	731.2
42. ปตร.ลำบัวลอย (NNK.4)	นครนายก	22090	14-04-37	101-15-07	2505 - 2533	1432.4	2283.2	462.1
43. ปตร.บางหอย (NNK.5)	นครนายก	22100	14-02-29	101-02-14	2495 - 2533	1671.0	2478.9	1162.7
44. ปตร.ศรีจุฬา (NNK.6)	นครนายก	22110	14-05-47	101-10-27	2495 - 2533	1760.0	2360.0	1186.8
45. ปตร.บ้านนา(NNK.7)	นครนายก	22120	14-11-48	101-03-43	2503 - 2533	1690.5	2580.7	1175.2
46. ปตร.บางน้ำ (NNK.8)	นครนายก	22130	14-02-52	101-06-54	2495 - 2533	1626.3	2622.0	835.1
47. ปตร.เสาวภาผ่องศรี (NNK.10)	นครนายก	22140	14-07-26	101-00-13	2495 - 2535, 2537 - 2541	1654.0	2592.2	926.2
48. ปตร.บางปลากรด (NNK.11)	นครนายก	22150	14-08-35	100-59-07	2495 - 2533	1530.4	2336.8	904.8
49. ปตร.บ้านทรายมูล (NNK.12)	นครนายก	22160	14-09-27	101-07-02	2503 - 2533	1598.8	2493.4	962.0
50. ปตร.บางอีเล็ก (NNK.13)	นครนายก	22170	14-05-58	101-03-59	2503 - 2533	1431.5	2130.0	507.0
51. ปตร.เขาโล้น (NNK.14)	นครนายก	22180	14-14-34	101-16-37	2503 - 2533	2085.7	2949.6	1102.6
52. ปตร.บางไทร (NNK.15)	นครนายก	22190	14-43-02	101-08-12	2506 - 2533	1511.9	2218.8	891.7
53. ปตร.คลองขามกกลาง (NNK.16)	นครนายก	22200	14-11-49	101-07-04	2506 - 2533	1278.6	2092.5	421.8
54. สามตำบล (NNK.17)	นครนายก	22210	14-10-07	101-09-02	2506 - 2533	1751.7	3199.5	954.5

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัสสถานี	ตำแหน่ง		ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
			เส้นรุ้ง (น.)	เส้นแวง (อ.)		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
55. คลอง 2L- 2L ตอนบน (NNK.18)	นครนายก	22220	14-07-43	101-07-17	2506 - 2533	1299.0	2085.6	589.2
56. คลอง 1L ตอนล่าง (NNK.19)	นครนายก	22230	14-06-42	101-02-02	2506 - 2533	1334.3	2129.0	412.0
57. ปตร.คลอง 14 (NNK.20)	นครนายก	22240	14-07-52	100-55-04	2506 - 2533	1058.7	1608.7	493.9
58. ปตร.เตยใหญ่ (NNK.21)	นครนายก	22250	14-01-50	101-08-24	2506 - 2533	1210.1	1617.7	685.6
59. ปตร.คลองเมือง (NNK.22)	นครนายก	22260	14-11-18	101-12-01	2506 - 2533	1781.7	2487.0	1152.3
60. ปลายคลองเกาะคา (NNK.23)	นครนายก	22270	14-06-28	101-14-06	2506 - 2533	1422.8	2352.3	783.6
61. ปตร.ลำซ้ายหงวน (NNK.24)	นครนายก	22280	14-03-37	101-15-53	2506 - 2533	1370.2	2269.0	621.2
62. ปลายคลองเทพารักษ์ (NNK.25)	นครนายก	22290	14-04-15	101-03-53	2506 - 2533	1441.4	2064.6	847.8
63. คลองท่าด่าน (NY.5)	นครนายก	22331	14-18-30	101-20-00	2529 - 2541	2700.4	3252.1	2205.9
64. เขานางบวช (NY.1B)	นครนายก	22341	14-14-45	101-12-38	2532 - 2541	1502.9	1841.3	1217.5
65. เหวนรก (NY.4)	ปราจีนบุรี	44301	14-17-23	101-24-16	2529 - 2541	2810.0	3664.0	2251.4

ตารางผนวกที่ 3 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่า และปริมาณน้ำท่ารายปีของสถานีต่างๆในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

แม่น้ำและสถานี	จังหวัด	ตำแหน่ง		รหัสสถานี	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี เฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.)
		ละติจูด	ลองจิจูด					
1. แม่น้ำปราจีนบุรีที่ปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี	14-03-01	101-22-03	KGT.1	9209	2509-2512, 2532, 2534-2539	6080.61	20.94
2. แม่น้ำปราจีนบุรีที่กบินทร์บุรี	ปราจีนบุรี	13-59-05	101-42-32	KGT.3	7502	2495-2540	3558.34	15.04
3. แม่น้ำปราจีนบุรีที่ศรีมหาโพธิ์	ปราจีนบุรี	13-58-21	101-30-57	KGT.6	7978	2521-2523	3556.91	14.14
4. คลองพระสทิงที่บ้านเขาถกรรจ	สระแก้ว	13-40-10	102-04-35	KGT.9	2279	2512-2513, 2515-2530, 2532-2540	797.18	11.09
5. คลองพระสทิงที่บ้านวังเคียน	สระแก้ว	13-48-28	102-03-35	KGT.10	2523	2509-2540	848.29	10.66
6. คลองพระปรังที่บ้านแก้ง	สระแก้ว	13-56-02	101-58-41	KGT.12	1540	2509-2540	617.69	12.72
7. คลองพระปรังที่บ้านนางเล็ง	ปราจีนบุรี	13-58-04	101-44-20	KGT.13	5347	2510-2511, 2513-2539	1964.26	11.65
8. ห้วยยางที่บ้านทุ่งแฝก	ปราจีนบุรี	14-09-30	101-52-52	KGT.14	366	2509-2527, 2529-2540	137.50	11.91
9. ห้วยโสมงที่บ้านโรงเลื่อยโคกอุดม	ปราจีนบุรี	14-02-37	101-47-30	KGT.15	789	2509-2517, 2538,2540	655.20	26.33
10. ห้วยโสมงที่บ้านแก้งดินสอ	ปราจีนบุรี	14-03-46	101-55-39	KGT.15A	530	2511-2540	368.26	22.03
11. แม่น้ำปราจีนบุรีที่บ้านสร้าง	ปราจีนบุรี	13-59-15	101-13-30	KGT.22	Flood Plain	2510-2525, 2527-2530	6112.55	-
12. แม่น้ำประจันตคามที่บ้านท่าตะกร้อ	ปราจีนบุรี	14-10-34	101-35-30	KGT.24	121	2518-2528	171.92	45.06
13. คลองยางที่บ้านคลองยาง	นครนายก	14-12-02	101-22-05	KGT.27	45	2526-2540	48.03	33.85
14. คลองประตงที่บ้านประตง	จันทบุรี	13-07-04	102-13-22	KGT.29	52	2529-2533, 2535-2539	55.15	33.63
15. ห้วยโสมงที่วังทะลุ	ปราจีนบุรี	14-04-30	101-01-24	DEDP.1	350	2508 - 2515	187.26	16.96

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

แม่น้ำและสถานี	จังหวัด	ตำแหน่ง		รหัสสถานี	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี เฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.)
		ละติจูด	ลองจิจูด					
16. คลองพระสิงห์ที่บ้านท่าเกวียน	ปราจีนบุรี	13-48-25	102-03-39	DEDP.2	2450	2526 - 2529	930.79	12.05
17. คลองพระสิงห์ที่บ้านสารภากา	ปราจีนบุรี	13-53-34	102-57-43	DEDP.3	2560	2526 - 2529	928.53	11.50
18. ห้วยพระปรังที่บ้านระบะนูกวาง	ปราจีนบุรี	13-59-36	102-25-30	DEDP.4	263	2511 - 2530	78.33	9.45
19. ห้วยใสใหญ่ที่บ้านวังแห	ปราจีนบุรี	14-17-30	101-42-54	DEDP.5	314	2508 - 2514	257.27	25.98
20. ห้วยใสใหญ่ที่บ้านสะพานหิน	ปราจีนบุรี	14-08-00	101-44-00	DEDP.6	636	2507 - 2534	567.74	28.30
เฉลี่ย							1396.09	19.65

ตารางผนวกที่ 4 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่า และปริมาณน้ำท่ารายปีของสถานีต่างๆในลุ่มน้ำบางปะกง

แม่น้ำและสถานี	จังหวัด	ตำแหน่ง		รหัสสถานี	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี เฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.)
		ละติจูด	ลองจิจูด					
1. คลองสี่ดัดที่บ้านท่ากลอย	ฉะเชิงเทรา	13-28-29	101-37-44	KGT.18	951	2512-2540	278.23	9.28
2. คลองหลวงที่บ้านใหม่	ชลบุรี	13-23-17	101-20-10	KGT.19	535	2508-2540	115.30	6.83
3. คลองระบมที่บ้านชำป่างาม	ฉะเชิงเทรา	13-41-39	101-38-42	KGT.25	243	2521-2532	68.03	8.88
4. แม่น้ำนครนายกที่เขากะเหรียง	นครนายก	14-14-22	101-16-45	NY.1	520	2498-2515	861.70	52.55
5. คลองท่าด่านที่บ้านท่าด่าน	นครนายก	14-18-27	101-19-40	NY.1A	192	2501-2511	458.54	75.73
6. แม่น้ำนครนายกที่บ้านเขานางบวช	นครนายก	14-14-45	101-12-38	NY.1B	519	2516-2523, 2534-2540	697.42	42.61
7. คลองบ้านนาที่บ้านปากคา	นครนายก	14-17-07	101-04-28	NY.3	203	2520-2540	137.77	21.52
8. คลองสมอปูนที่เขวนรก	ปราจีนบุรี	14-17-23	101-24-18	NY.4	128	2529-2540	244.98	60.69
9. คลองท่าด่านที่บ้านสีสุก	นครนายก	14-18-30	101-20-00	NY.5	186	2529-2533	217.88	37.15
10. คลองบ้านนาที่บ้านชะอม	สระบุรี	14-24-34	101-07-30	NY.6	116	2531-2532, 2534, 2536-2540	62.67	17.13
11. คลองท่าด่านที่บ้านสีสุก	นครนายก	14-18-24	101-19-42	DEDP.7	196	2508 - 2514, 2517 - 2521, 2523	356.68	57.70
เฉลี่ย							318.11	35.46

ตารางผนวกที่ 5 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำย่อยสำหรับการคำนวณปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง

ช่วงพิจารณา	รหัสกลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่กลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำสายหลัก (กิโลเมตร)	ความลาดชันเฉลี่ย (%)	curve number
KGT.3 - KGT.1	PLS1	96.0	12.65	0.218	82
	PLT1	241.0	28.07	0.150	82
	PLS2	103.2	19.35	0.154	82
	PLS3	337.2	25.66	0.172	82
	PRT1	505.0	51.00	0.050	85
	PRS1	232.0	19.01	0.120	82
	PRS2	119.0	27.36	0.096	85
KGT.1 - ปตร. บางขนาก	PRS4	35.0	6.85	0.035	87
	NLT2	254.0	48.34	0.008	87
	NLS2	16.0	5.03	0.016	87
	NLS3	27.0	7.50	0.017	87
	NRS5	96.0	21.70	0.002	87
ปตร. บางขนาก - ปตร. ท่าไข่	BLS3	62.0	13.50	0.009	81
ปตร. ท่าไข่ - ปตร. ท่าถั่ว	BLS4	269.0	37.84	0.089	81
ปตร. ท่าถั่ว - ปตร. ปากตะคอง	BLS5	459.3	47.00	0.022	81

ตารางผนวกที่ 6 แพคเตอร์ีเอสเซนของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง

สถานีวัดน้ำฝน	แพคเตอร์ีเอสเซน														
	PLS1	PLT1	PLS2	PLS3	PRT1	PRS1	PRS2	PRS4	NLT2	NLS2	NLS3	NRS5	BLS3	BLS4	BLS5
03042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03052	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.82	0.63	-
03080	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-
03160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.18	-	-
03190	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.38	1.00	0.68	0.60	-	-	-
03242	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.37	0.32
09022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.31
09032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24
09171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13
22050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	-	-	-
22301	-	-	-	-	-	-	0.25	-	0.20	-	-	-	-	-	-
22341	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	-	-	-	-	-	-
44013	-	-	-	-	0.13	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
44022	-	-	-	-	-	-	-	0.85	-	-	0.32	-	-	-	-
44032	-	0.50	1.00	0.49	0.22	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44043	1.00	0.50	-	-	-	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44132	-	-	-	-	-	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44282	-	-	-	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44301	-	-	-	-	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 7 อัตราส่วนกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไร้มิติสำหรับลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียง

Time ratio (t/tp)	Discharge ratio (q/q <sub>p</sub> )
0.00	0.00
0.20	0.10
0.40	0.28
0.60	0.54
0.80	0.84
1.00	1.00
1.20	0.90
1.40	0.72
1.60	0.58
1.80	0.46
2.00	0.36
2.20	0.29
2.40	0.25
2.60	0.21
2.80	0.18
3.00	0.15
3.20	0.12
3.40	0.09
3.60	0.07
3.80	0.05
4.00	0.04
4.20	0.02
4.40	0.01
4.60	0.00

ที่มา : สราวุธ (2534)

ตารางผนวกที่ 8 การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ <sup>1/</sup>	ค่าทาง สถิติ	หน่วย	การแบ่งคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1	สี กลิ่น และรส ( Colour, Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2	อุณหภูมิ (water temperature)	-	°C	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	-	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4	ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	P <sub>20</sub>	มก./ล. (mg/l)	ธ	6.0	4.0	2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	P <sub>80</sub>	มก./ล. (mg/l)	ธ	1.5	2.0	4.0	-
6	ปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิด โคลีฟอร์ม (Total Coliform Bacteria)	P <sub>80</sub>	MPN/100 มล.	ธ	5,000	20,000	-	-
7	ปริมาณของแบคทีเรียชนิดฟิคอล โคลีฟอร์ม (Faecal Coliform Bacteria)	P <sub>80</sub>	MPN/100 มล.	ธ	1,000	4,000	-	-
8	ไนเตรท (NO <sub>3</sub> ) ในน้ำ ในหน่วยไนโตรเจน	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 5.0			-
9	แอมโมเนีย (NH <sub>3</sub> ) ในน้ำ ในหน่วยไนโตรเจน	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.5			-
10	ฟีนอล (Phenols)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.005			-
11	ทองแดง (Cu)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-
12	นิกเกิล (Ni)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-
13	แมงกานีส (Mn)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-
14	สังกะสี (Zn)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-
15	แคดเมียม (Cd)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.005*0.05**			-
16	โครเมียมชนิด เฮกซะวาเลนท์ (Cr Hexavalent)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.05			-
17	ตะกั่ว (Pb)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.05			-
18	ค่ารวมของปรอท (Total Hg)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.002			-
19	สารหนู (As)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.01			-
20	ไซยาไนด์ (Cyanide)	-	มก./ล. (mg/l)	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.005			-
21	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	ความแรงรังสีรวมแอลฟา ( a )	-	Bequerel/l	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-
	ความแรงรังสีรวมเบต้า ( b )	-	Bequerel/l	ธ	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-

### ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ <sup>1/</sup>	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
22	ค่ารวมของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสัตว์ (Total Pesticides)	-	มก./ล. (mg/l)	๓	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.05	-		
23	ดีดีที (DDT)	-	ไมโครกรัม/ล. (mg/l)	๓	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 1.0	-		
24	แอลฟา-บีเอชซี (α-BHC)	-	ไมโครกรัม/ล.	๓	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.02	-		
25	ดีลด์ริน (Dieldrin)	-	ไมโครกรัม/ล.	๓	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.1	-		
26	อัลดริน (Aldrin)	-	ไมโครกรัม/ล.	๓	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.1	-		
27	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)	-	ไมโครกรัม/ล.	๓	ต้องมีค่าไม่เกินกว่า 0.2	-		
28	เอนดริน (Endrin)	-	ไมโครกรัม/ล.	๓	ต้องตรวจไม่พบโดยวิธีที่กำหนด	-		

ที่มา: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2528)

ตารางผนวกที่ 9 ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำปาวจันบุรี นครนายก และบางปะกง  
ปีพ. ศ. 2538

สถานี	ระยะทาง (กิโลเมตร)	วัน/เดือน/ปี	พารามิเตอร์			
			ความเค็ม (ppt)	ดีไอ (mg/l)	อุณหภูมิ (°c)	บีโอดี (mg/l)
PA05	0.000	20 ก.พ. 2538	0.0	6.6	29.0	6.3
		1 พ.ค. 2538	0.0	8.5	32.0	1.8
		10 ส.ค. 2538	0.0	6.0	29.0	0.7
PA04	35.620	20 ก.พ. 2538	0.0	6.2	30.0	6.2
		1 พ.ค. 2538	0.0	8.0	31.0	1.5
		10 ส.ค. 2538	0.0	6.0	29.0	3.3
PA03	58.620	20 ก.พ. 2538	0.0	5.0	32.0	1.1
		1 พ.ค. 2538	0.0	7.3	31.0	1.7
		10 ส.ค. 2538	0.0	5.4	29.0	0.1
PA02	68.620	20 ก.พ. 2538	0.0	5.6	30.0	0.9
		1 พ.ค. 2538	6.0	8.0	30.0	1.8
		10 ส.ค. 2538	0.0	5.6	29.0	0.3
PA01	119.000	20 ก.พ. 2538	0.6	5.6	30.0	0.7
		1 พ.ค. 2538	17.0	5.7	31.0	1.1
		10 ส.ค. 2538	0.0	5.3	29.0	0.9
NY02	0.000	20 ก.พ. 2538	0.0	1.7	30.0	1.4
		1 พ.ค. 2538	1.0	0.8	30.0	1.0
		10 ส.ค. 2538	0.0	1.3	30.0	0.9
NY01	29.000	20 ก.พ. 2538	0.0	5.6	30.0	0.4
		1 พ.ค. 2538	17.0	5.1	31.0	1.5
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.5	30.0	0.3
BK16	120.000	20 ก.พ. 2538	6.0	6.0	30.0	0.9
		1 พ.ค. 2538	17.0	4.6	31.0	1.5
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.3	30.0	7.0

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

สถานี	ระยะทาง (กิโลเมตร)	วัน/เดือน/ปี	พารามิเตอร์			
			ความเค็ม (ppt)	ดีโอ (mg/l)	อุณหภูมิ (°c)	บีโอดี (mg/l)
BK15	120.620	20 ก.พ. 2538	8.0	5.6	30.0	0.8
		1 พ.ค. 2538	18.0	4.3	31.0	0.6
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.9	30.0	0.6
BK08	175.620	20 ก.พ. 2538	22.0	3.6	31.0	1.0
		1 พ.ค. 2538	24.0	2.5	30.0	1.0
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.7	30.0	1.3
BK07	180.433	20 ก.พ. 2538	27.0	3.8	32.0	0.8
		1 พ.ค. 2538	28.0	3.1	31.0	1.7
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.0	30.0	1.5
BK04	207.620	20 ก.พ. 2538	29.0	4.1	30.0	0.9
		1 พ.ค. 2538	30.0	3.9	31.0	0.8
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.0	30.0	0.8
BK03	215.620	20 ก.พ. 2538	31.0	4.7	32.0	1.3
		1 พ.ค. 2538	30.0	3.8	31.0	1.3
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.0	30.0	1.0
BK02	228.380	20 ก.พ. 2538	32.0	5.0	32.0	1.2
		1 พ.ค. 2538	30.0	4.3	31.0	1.3
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.3	29.0	1.2
BK01	237.620	20 ก.พ. 2538	33.0	4.4	31.0	1.4
		1 พ.ค. 2538	30.0	4.1	31.0	1.0
		10 ส.ค. 2538	0.0	4.5	29.0	1.3

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2541)

ตารางผนวกที่ 10 ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำปราจีนบุรี นครนายก และบางปะกง  
ปีพ.ศ. 2539

สถานี	ระยะทาง (กิโลเมตร)	วัน/เดือน/ปี	พารามิเตอร์			
			ความเค็ม (ppt)	ดีไอ (mg/l)	อุณหภูมิ (°c)	บีโอดี (mg/l)
PA05	0.000	20 มี.ค. 2539	0.0	6.0	31.0	4.5
		27 พ.ค. 2539	0.0	5.0	31.5	1.0
		17 ก.ค. 2539	0.0	6.8	28.0	0.5
PA04	35.620	20 มี.ค. 2539	0.0	5.5	31.0	1.2
		27 พ.ค. 2539	0.0	4.8	31.6	1.0
		17 ก.ค. 2539	0.0	5.8	29.4	0.4
PA03	58.620	20 มี.ค. 2539	0.0	5.5	31.0	6.8
		27 พ.ค. 2539	0.0	4.1	30.8	0.9
		17 ก.ค. 2539	0.0	5.2	28.5	0.6
PA02	68.620	20 มี.ค. 2539	2.0	7.5	31.0	3.7
		27 พ.ค. 2539	0.0	4.0	30.6	0.9
		17 ก.ค. 2539	0.0	4.8	28.9	0.7
PA01	119.000	20 มี.ค. 2539	8.0	6.4	31.0	2.4
		27 พ.ค. 2539	0.0	3.5	32.0	1.1
		17 ก.ค. 2539	0.0	4.7	31.0	0.7
NY02	0.000	20 มี.ค. 2539	0.0	1.1	31.0	2.5
		27 พ.ค. 2539	0.0	0.8	32.0	1.4
		17 ก.ค. 2539	0.0	0.7	30.0	1.3
NY01	29.000	20 มี.ค. 2539	8.0	6.4	31.0	1.9
		27 พ.ค. 2539	0.5	2.4	31.6	1.0
		17 ก.ค. 2539	0.0	4.5	30.9	0.7
BK16	120.000	20 มี.ค. 2539	9.0	6.6	31.0	2.0
		27 พ.ค. 2539	0.5	3.2	31.9	1.3
		17 ก.ค. 2539	0.0	4.6	31.1	0.8

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

สถานี	ระยะทาง (กิโลเมตร)	วัน/เดือน/ปี	พารามิเตอร์			
			ความเค็ม (ppt)	ดีไอ (mg/l)	อุณหภูมิ (°c)	บีโอดี (mg/l)
BK15	120.620	20 มี.ค. 2539	10.0	6.0	31.0	1.2
		27 พ.ค. 2539	0.5	3.4	31.3	1.8
		17 ก.ค. 2539	0.0	4.6	31.6	0.7
BK08	175.620	20 มี.ค. 2539	21.0	2.3	31.0	3.5
		27 พ.ค. 2539	1.0	2.5	30.9	1.8
		17 ก.ค. 2539	0.5	2.6	30.2	1.2
BK07	180.433	20 มี.ค. 2539	22.0	3.2	31.0	1.7
		27 พ.ค. 2539	1.0	2.1	31.0	1.4
		17 ก.ค. 2539	1.0	2.6	30.5	0.7
BK04	207.620	20 มี.ค. 2539	27.0	8.0	30.0	3.0
		27 พ.ค. 2539	1.5	2.4	31.2	1.1
		17 ก.ค. 2539	1.0	3.5	30.6	1.2
BK03	215.620	20 มี.ค. 2539	31.0	5.0	30.0	3.4
		27 พ.ค. 2539	2.0	2.7	30.6	1.5
		17 ก.ค. 2539	2.0	3.5	31.8	0.3
BK02	228.380	20 มี.ค. 2539	32.0	4.6	30.0	3.7
		27 พ.ค. 2539	2.0	3.4	31.4	0.8
		17 ก.ค. 2539	10.0	4.6	31.0	0.6
BK01	237.620	20 มี.ค. 2539	32.0	4.6	30.0	7.7
		27 พ.ค. 2539	5.0	4.1	32.0	1.1
		17 ก.ค. 2539	11.0	4.3	31.4	1.0

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2541)

ตารางผนวกที่ 11 ค่าสมมูลประชากรจากกิจกรรมประเภทต่างๆ

ลำดับที่	กิจกรรม	ค่าสมมูลประชากร	หมายเหตุ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์จาก	
1	อาคารชุด	น้ำส้ม	0.32 ก./ตร.ม./ว	1. จำนวนยูนิต (ห้องชุด) ของอาคารชุด 2. พื้นที่ทั้งหมดของอาคารชุดไม่รวม ที่จอดรถและพื้นที่อื่นๆ
		น้ำคร้วและน้ำเสีย	0.23 ก./ตร.ม./ว	
		น้ำเสยรวมบำบัดน้ำ (กรณีไม่เดินระบบบำบัด)	0.75 ก./ตร.ม./ว	
		น้ำเสยรวมบำบัดแล้ว (กรณีเดินระบบบำบัด)	0.28 ก./ตร.ม./ว	
		ปริมาณน้ำเสย	4-11 ลิตร/ตร.ม./ว 85-233 ลิตร/ค./ว.	
2	โรงแรม	น้ำคร้วบำบัดแล้ว น้ำส้ม และน้ำเสย	161 ก./ห้อง/ว.	1. จำนวนห้องที่จัดทะเบียนกับทางการ
		น้ำเสยรวมบำบัดแล้ว	123 ก./ห้อง/ว.	
		ปริมาณน้ำเสย	605-644 ลิตร/ห้อง/ว. 831-844 ลิตร/ห้องที่แยกพัก/ว. 605-644 ลิตร/คน/ว.	

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรม	ค่าสมมูลประชากร	หมายเหตุ	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์จาก
3	หอพัก	น้ำส้ม	14 ก./ค./ว., 1 ก./ตร.ม./ว. 57 ก./ห้อง/ว.	1. จำนวนคนที่เข้าพักในวันเก็บตัวอย่าง 2. จำนวนห้องที่มีผู้พักในวันเก็บตัวอย่าง
		น้ำส้มรวมบ้ำบัดแล้ว	1.4 ก./ค./ว., 0.1 ก./ตร.ม./ว. 6 ก./ห้อง/ว.	3. พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร 4. การเข้าพักอาศัย 100 % ของห้อง
		น้ำเสีย	18.8 ก./ค./ว., 1.4 ก./ตร.ม./ว. 70 ก./ห้อง/ว.	
		ปริมาณน้ำเสีย	1-16 ลิตร/ตร.ม./ว. 79-935 ลิตร/ห้อง/ว. 19-224 ลิตร/ค./ว.	
4	สถานบริการ (อาบ อบ นวด)	น้ำคร่ำ น้ำส้มรวมบ้ำบัดแล้ว และน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย	26 ก./ห้อง/ว. 530 ลิตร/ห้อง/ว.	1. จำนวนห้องที่จดทะเบียนกับทางการ

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรม	ค่าสมมูลประชากร	หมายเหตุ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์จาก
5	หมู่บ้านจัดสรร น้ำเสียรวมที่จุดระบายสู่ท่อสาธารณะ  ปริมาณน้ำเสีย	12.6 ก./คน/ว.  63 ก./บ้าน/ว.  1206-1916 ลิตร/หลัง/ว.  249-370 ลิตร/ค./ว.	1. จำนวนคนที่พักอาศัยในหมู่บ้านจัดสรร 2. จำนวนบ้านที่มีผู้พักอาศัยในหมู่บ้านจัดสรร
6	สถานพยาบาล น้ำคร่ำ น้ำส้วม และน้ำเสีย และโรงพยาบาล น้ำเสียรวมบำบัดแล้ว ปริมาณน้ำเสีย	164 ก./เตียง/ว.  94 ก./เตียง/ว.  271-1450 ลิตร./เตียง/ว.	1. จำนวนเตียงที่จัดทะเบียนกับทางการ
7	โรงมหรสพ น้ำส้วมบำบัดแล้วและน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย	0.57 ก./ที่นั่ง/ว.  4-5 ลิตร/ที่นั่ง/ว.	1. จำนวนที่นั่งทั้งหมด

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรม	ค่าสมมูลประชากร	หมายเหตุ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์จาก
8	กำจัดอาคาร	น้ำคร้วและน้ำเสีย น้ำส้วมบำบัดแล้ว น้ำส้วมบำบัดแล้ว น้ำคร้ว และน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย	54.9 ก./ตร.ม./ว. 1.83 ก./ตร.ม./ว. 53.2 ก./ตร.ม./ว. 18-64 ลิตร/พ.ท.ทั้งหมด ตร.ม./ว. 28-82 ลิตร/พ.ท.บริการ ตร.ม./ว. 41-82 ลิตร/แก้อี้นั่ง/ว.
9	ตลาด	น้ำเสียรวมที่จุดระบายสู่ท่อสาธารณะ ปริมาณน้ำเสีย	21.2 ก./ตร.ม./ว. 16-93 ลิตร/พ.ท.ทั้งหมด ตร.ม./ว.
10	ห้างสรรพสินค้า	น้ำคร้ว น้ำส้วม และน้ำเสีย น้ำเสียรวมบำบัดแล้ว ปริมาณน้ำเสีย	0.39 ก./ตร.ม./ว. 0.27 ก./ตร.ม./ว. 4.5 ลิตร/พ.ท.ทั้งหมด ตร.ม./ว.

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรม	ค่าสมมูลประชากร	หมายเหตุ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์จาก
11	อาคารขนาดใหญ่ น้ำส้ม (สำนักงาน) น้ำส้มบำบัดแล้ว น้ำครว และน้ำเสีย น้ำเสียรวมที่จุดระบายสู่ท่อสาธารณะ ปริมาณน้ำเสีย	13 ก./ค./ว., 0.37 ก./ตร.ม./ว. 4.4 ก./ค./ว., 0.14 ก./ตร.ม./ว. 1.25 ก./ค./ว., 0.04 ก./ตร.ม./ว. 2.74 ก./ตร.ม./ว., 0.09 ก./ตร.ม./ว. 1-3 ลิตร/พ.ท.ทั้งหมด ตร.ม./ว.	1. พนักงานประจำอาคารไม่รวมผู้มาติดต่อ 2. พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร
		ไม่รวมที่จอดรถ 30-105 ลิตร/พนักงานทั้งหมด ยกเว้นผู้มาเยี่ยมและประชาชนชั้นล่าง	

หมายเหตุ ก./ค./ว. = กรัม/คน/วัน, ก./ยูนิต/ว. = กรัม/ยูนิต/วัน, ก./ตร.ม./ว. = กรัม/ตารางเมตร/วัน,  
ก./เตียง/ว. = กรัม/เตียง/วัน, ก./ห้อง/ว. = กรัม/ห้อง/วัน, ก./บ้าน/ว. = กรัม/บ้าน/วัน,  
ก./ที่นั่ง/ว. = กรัม/ที่นั่ง/วัน

ที่มา : ธงชัย (2530)

ตารางผนวกที่ 12 ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณบีโอดีจากแหล่งกำเนิดมลพิษ  
ชุมชนปีพ.ศ. 2538

แหล่งกำเนิด	ระยะทาง จาก PA05	รหัส	จำนวนประชากร พ.ศ. 2538	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณมลพิษ (กก.บีโอดี/วัน)
สข. ศรีมหาโพธิ	40.000	M01	6,230	748	156
สข. โคกปีบ	42.500	M02	6,575	789	164
สข. ประจันตคาม	55.444	M03	5,941	713	149
สข. โคกมะกอก	58.500	M04	4,634	556	116
ทม. ปราจีนบุรี	64.180	M05	21,718	3,996	543
สข. บ้านสร้าง	111.000	M06	4,905	589	123
สข. บางน้ำเปรี้ยว	126.020	M07	3,331	400	83
สข. บางขนาก	126.020	M08	3,231	388	81
สข. ปากน้ำ	158.920	M09	5,714	686	143
ทต. บางคล้า	160.920	M10	8,400	672	210
สข. เนืองเขต	183.620	M11	2,816	338	70
ทม. ฉะเชิงเทรา	184.120	M12	43,770	8,054	1,094
สข. บ้านโพธิ์	204.220	M13	1,620	194	41
สข. ท่าสะพาน	221.320	M14	5,704	684	143
สข. บางปะกง	228.380	M15	9,273	1,113	232
สข. ท่าข้าม	230.000	M16	7,528	903	188
สข. พานทอง	230.730	M17	5,869	704	147

ตารางผนวกที่ 13 ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560

แหล่งกำเนิด	ระยะทาง จาก PA05	รหัส	จำนวนประชากร		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
สข. ศรีมหาโพธิ	40.00	M01	8,473	10,342	1,098	1,398	339	465
สข. โคกปีบ	42.50	M02	8,942	10,915	1,159	1,476	358	491
สข. ประจันตคาม	55.44	M03	8,080	9,862	1,047	1,333	323	444
สข. โคกมะกอก	58.50	M04	6,302	7,692	817	1,040	252	346
ทม. ปราชินบุรี	64.18	M05	29,536	36,052	5,789	7,383	1,181	1,622
สข. บ้านสร้าง	111.00	M06	6,671	8,142	865	1,101	267	366
สข. บางน้ำเปรี้ยว	126.02	M07	4,530	5,529	587	748	181	249
สข. บางขนาก	126.02	M08	4,370	5,334	566	721	175	240
สข. ปากน้ำ	158.92	M09	7,771	9,485	1,007	1,282	311	427
ทต. บางคล้า	160.92	M10	11,424	13,944	1,481	1,885	457	627
สข. เมืองเขต	183.62	M11	3,830	4,675	496	632	153	210
ทม. ฉะเชิงเทรา	184.12	M12	59,527	72,658	11,667	14,880	2,381	3,270
สข. บ้านโพธิ์	204.22	M13	2,203	2,689	286	364	88	121
สข. ท่าสะพาน	221.32	M14	7,757	9,469	1,005	1,280	310	426

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

แหล่งกำเนิด	ระยะทาง จาก PA05	รหัส	จำนวนประชากร		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
สข. บางปะกง	228.38	M15	12,611	15,393	1,634	2,081	504	693
สข. ท่าข้าม	230.00	M16	10,238	12,496	1,327	1,690	410	562
สข. พานทอง	230.73	M17	7,982	9,743	1,034	1,317	319	438

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณน้ำเสียต่อหน่วยการผลิตและค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของ  
โรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทกิจการ	หน่วยของ อัตราการผลิต	ปริมาณน้ำเสีย	
		ลบ.ม./หน่วยการผลิต	มาตรฐานน้ำทิ้ง บีโอดี (มก./ลิตร)
แป้งมันสำปะหลัง	ตัน	21.000	60
อาหารสัตว์	ตัน	22.000	20
ย้อมเส้นไหม	ตัน	13.000	20
น้ำตาล	ตัน	2.700	100
ทอกระสอบ	ชิ้น	15.000	20
ฟอกผ้า	ตัน	12.000	20
อาหาร	ตัน	35.000	100
ไอศกรีม	ชิ้น	0.002	100
เครื่องหนัง	ชิ้น	1.900	20
กลั่นสุราจากผลไม้	ลิตร	0.005	20
เบียร์	ชิ้น	0.230	20
น้ำมันพืช	ลิตร	0.320	20
นม	ตัน	1.800	100
กากน้ำตาล	ตัน	2.700	32
เครื่องดื่ม	ลิตร	0.001	100
กระดุกปั่น	ตัน	1.000	20
ครึ่งเม็ด	ตัน	6.000	20
บรรจุภัณฑ์ผัก	ชิ้น	0.600	100
กวยเตี๋ยว	ตัน	22.000	100
เยื่อกระดาษ	ตัน	70.000	10
ปลาป่น	ตัน	1.000	100
กลั่นสุรา	ลิตร	0.002	100
น้ำส้มสายชู, ซีอิ๊ว	ตัน	35.000	100
ฟอกหนัง	ตัน	12.600	100
กระดาษแข็ง กระดาษน้ำตาล	ตัน	150.000	100

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

ประเภทกิจการ	หน่วยของ	ปริมาณน้ำเสีย	มาตรฐานน้ำทิ้ง
	อัตราการผลิต	ลบ.ม./หน่วยการผลิต	บีโอดี (มก./ลิตร)
กาแฟ	ตัน	1.000	100
สีข้าวเหนียว	ตัน	1.000	100
สับปะรด	ตัน	1.000	100
อาหารทะเล	ตัน	16.000	100
ใยสังเคราะห์	ตัน	7.000	100
ห้องเย็น	ตัน	16.000	100
ทอแหอวน	ตัน	1.000	100
น้ำปลา	ตัน	35.000	100

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2541)

ตารางผนวกที่ 15 ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม ในปีพ.ศ 2538

แหล่งกำเนิดมลพิษ	ระยะทางจาก สถานี PA05	รหัส	อัตราการผลิต (ตัน/ปี)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณมลพิษ (กก.บีโอดี/วัน)
อ. กบินทร์บุรี	9.00	101	132,755	19,027	8,009
อ. ศรีมหาโพธิ์	40.00	102	12,470	1,233	2,608
อ. เมืองปราจีนบุรี	68.00	103	44,517	1,572	1,547
อ. บางน้ำเปรี้ยว	125.62	104	5,200	4.00	20.56
อ. พนมสารคาม	158.00	105	902,474	69,062	27,858
อ. บางคล้า (โรงงานสุรา)	162.00	106	15,000	2,589	9,041
อ. บางคล้า	163.07	107	596	43.00	17.92
อ. เมืองฉะเชิงเทรา	186.82	108	11,166	1,082	343
อ. บ้านโพธิ์	205.00	109	311	7.00	7.04
อ. บางบางปะกง	229.32	110	2,008,338	27,855	11,271

ตารางผนวกที่ 16 ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม ในปีพ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560

แหล่งกำเนิดมลพิษ	ระยะทางจาก สถานี PA05	รหัส	อัตราการผลิต (ตัน/ปี)		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษ (กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
อ. กบินทร์บุรี	9.00	101	180,547	220,373	19,598	20,186	8,250	8,497
อ. ศรีมหาโพธิ	40.00	102	16,959	20,700	1,270	1,308	2,686	2,767
อ. เมืองปราจีนบุรี	68.00	103	60,543	73,898	1,619	1,668	1,593	1,641
อ. บางน้ำเปรี้ยว	125.62	104	7,072	8,632	4.12	4.24	21.18	21.81
อ. พนมสารคาม	158.00	105	1,227,365	1,498,107	71,134	73,268	28,694	29,555
อ. บางคล้า (โรงงานสุรา)	162.00	106	20,400	24,900	2,667	2,747	9,312	9,592
อ. บางคล้า	163.07	107	811	990	44.29	45.62	18.46	19.01
อ. เมืองฉะเชิงเทรา	186.82	108	15,186	18,536	1,114	1,148	353	364
อ. บ้านโพธิ์	205.00	109	423	516	7.21	7.43	7.25	7.47
อ. บางบางปะกง	229.32	110	2,731,340	3,333,841	28,691	29,551	11,609	11,957

ตารางผนวกที่ 17 อัตราการผลิตบีโอดีและปริมาณน้ำเสียจากปศุสัตว์

ชนิดของปศุสัตว์	หน่วย	อัตราภาวะ บีโอดีที่ผลิต (กรัม/หน่วย/วัน)	อัตราภาวะ น้ำเสียที่ผลิต (ลิตร/หน่วย/วัน)
สุกร	ตัว	120	40
เป็ด ไก่ ห่าน	ตัว	1	1
โค กระบือ ม้า แพะ แกะ	ตัว	40	40
บ่อปลา	ตร.ม.	0.13	3
บ่อกุ้ง	ตร.ม.	0.05	1
ช้าง	ตัว	150	50

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2540)

ตารางผนวกที่ 18 ผลการคำนวณปริมาณมลพิษจากฟาร์มสุกรในปีพ. ศ. 2538

อำเภอ	กิโลเมตรที่	รหัส	จำนวนสุกร (ตัว)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ปริมาณมลพิษ (กก.บีโอดี/วัน)
อำเภอศรีมหาโพธิ์	40.00	A01	7,680	307	922
อำเภอประจันตคาม	55.44	A02	2,394	96	287
อำเภอเมืองปราจีนบุรี	64.18	A03	54,327	2,173	6,519
อำเภอบ้านสร้าง	93.21	A04	1,540	62	185
อำเภอบางน้ำเปรี้ยว	125.62	A05	2,012	80	241
อำเภอราชสาส์น	158.00	A06	17,040	682	2,045
อำเภอบางคล้า	160.92	A07	161,108	6,444	19,333
อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา	184.12	A08	265,120	10,605	31,814
อำเภอบ้านโพธิ์	204.22	A09	46,800	1,872	5,616
อำเภอบางปะกง	228.38	A10	1,940	78	233

ตารางผนวกที่ 19 ผลการคำนวณปริมาณมลพิษจากฟาร์มสุกรในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560

อำเภอ	กิโลเมตรที่	รหัส	จำนวนสุกร (ตัว)		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษ (กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
อำเภอศรีมหาโพธิ์	40.00	A01	10,445	12,749	418	510	1,410	1,849
อำเภอประจันตคาม	55.44	A02	3,256	3,974	130	159	440	576
อำเภอเมืองปราจีนบุรี	64.18	A03	73,885	90,183	2,955	3,607	9,974	13,077
อำเภอบ้านสร้าง	93.21	A04	2,094	2,556	84	102	283	371
อำเภอบางน้ำเปรี้ยว	125.62	A05	2,736	3,340	109	134	369	484
อำเภอราชสาส์น	158.00	A06	23,174	28,286	927	1,131	3,129	4,102
อำเภอบางคล้า	160.92	A07	219,107	267,439	8,764	10,698	29,579	38,779
อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา	184.12	A08	360,563	440,099	14,423	17,604	48,676	63,814
อำเภอบ้านโพธิ์	204.22	A09	63,648	77,688	2,546	3,108	8,592	11,265
อำเภอบางปะกง	228.38	A10	2,638	3,220	106	129	356	467

ตารางผนวกที่ 20 ปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษชุมชนก่อนและหลังมีมาตรการลดมลพิษในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2560

แหล่งกำเนิด	ระยะทาง จาก PA05	รหัส	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษก่อนมีมาตรการ ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)		ปริมาณมลพิษหลังมีมาตรการ ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
			สข. ศรีมหาโพธิ	40.00	M01	1,098	1,398	339
สข. โคกปีบ	42.50	M02	1,159	1,476	358	491	358	148
สข. ประจันตคาม	55.44	M03	1,047	1,333	323	444	323	444
สข. โคกมะกอก	58.50	M04	817	1,040	252	346	252	346
ทม. ปราจีนบุรี	64.18	M05	5,789	7,383	1,181	1,622	579	738
สข. บ้านสร้าง	111.00	M06	865	1,101	267	366	267	366
สข. บางน้ำเปรี้ยว	126.02	M07	587	748	181	249	181	249
สข. บางขนาก	126.02	M08	566	721	175	240	175	240
สข. ปากน้ำ	158.92	M09	1,007	1,282	311	427	311	427
ทต. บางคล้า	160.92	M10	1,481	1,885	457	627	148	189
สข. เนืองเขต	183.62	M11	496	632	153	210	153	210
ทม. ฉะเชิงเทรา	184.12	M12	11,667	14,880	2,381	3,270	1,167	1,488
สข. บ้านโพธิ์	204.22	M13	286	364	88	121	88	121

ตารางผนวกที่ 20 (ต่อ)

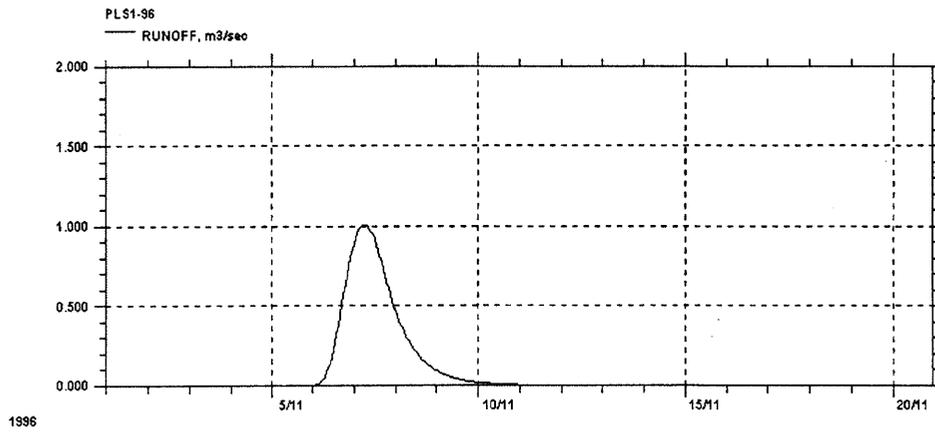
แหล่งกำเนิด	ระยะทาง จาก PA05	รหัส	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษกรณีไม่มีมาตรการ		ปริมาณมลพิษกรณีมีมาตรการ	
					ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)		ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
สข. ท่าสะพาน	221.32	M14	1,005	1,280	310	426	310	426
สข. บางปะกง	228.38	M15	1,634	2,081	504	693	163	208
สข. ท่าข้าม	230.00	M16	1,327	1,690	410	562	133	169
สข. พานทอง	230.73	M17	1,034	1,317	319	438	319	438

ตารางผนวกที่ 21 ผลการคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม ก่อนและหลังมีมาตรการลดมลพิษในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ.2560

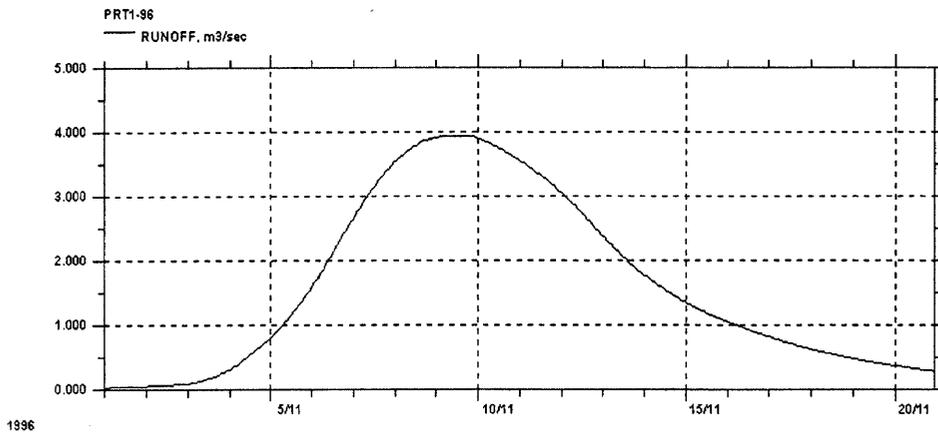
แหล่งกำเนิด	ระยะทาง จาก PA05	รหัส	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษก่อนมีมาตรการ ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)		ปริมาณมลพิษหลังมีมาตรการ ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
อ. กบินทร์บุรี	9.00	101	19,598	20,186	8,250	8,497	1,959.78	2,018.57
อ. ศรีมหาโพธิ์	40.00	102	1,270	1,308	2,686	2,767	127.00	130.81
อ. เมืองปราจีนบุรี	68.00	103	1,619	1,668	1,593	1,641	161.92	166.77
อ. บางน้ำเปรี้ยว	125.62	104	4.12	4.24	21.18	21.81	0.41	0.42
อ. พนมสารคาม	158.00	105	71,134	73,268	28,694	29,555	7,113.39	7,326.79
อ. บางคล้า (โรงงานสุรา)	162.00	106	2,667	2,747	9,312	9,592	266.67	274.67
อ. บางคล้า	163.07	107	44.29	45.62	18.46	19.01	4.43	4.56
อ. เมืองฉะเชิงเทรา	186.82	108	1,114	1,148	353	364	111.45	114.79
อ. บ้านโพธิ์	205.00	109	7.21	7.43	7.25	7.47	0.72	0.74
อ. บางบางปะกง	229.32	110	28,691	29,551	11,609	11,957	2,869.07	2,955.14

ตารางผนวกที่ 22 ผลการคำนวณปริมาณมลพิษจากฟาร์มสุกร ก่อนและหลังมีมาตรการลดมลพิษในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2560

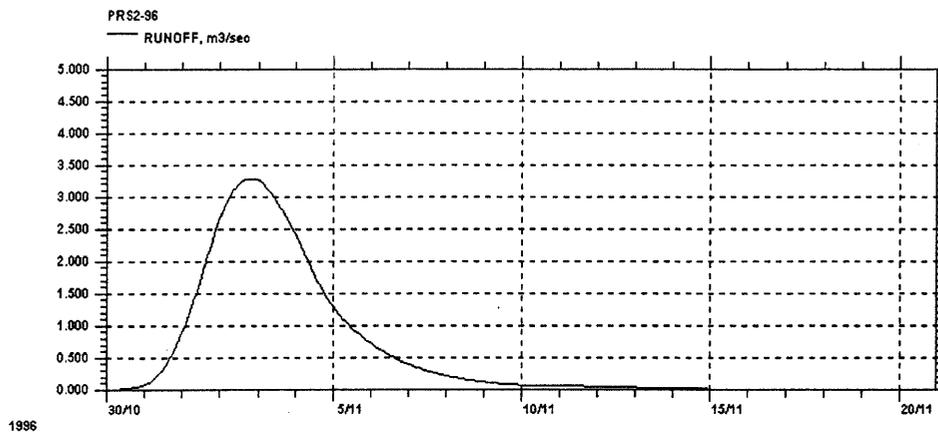
อำเภอ	กิโลเมตรที่	รหัส	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)		ปริมาณมลพิษก่อนมีมาตรการ ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)		ปริมาณมลพิษหลังมีมาตรการ ลดมลพิษ(กก.บีโอดี/วัน)	
			พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2560
อ. ศรีมหาโพธิ	40.00	A01	418	510	1,410	1,849	41.78	51.00
อ. ประจันตคาม	55.44	A02	130	159	440	576	13.02	15.90
อ. เมืองปราจีนบุรี	64.18	A03	2,955	3,607	9,974	13,077	295.54	360.73
อ. บ้านสร้าง	93.21	A04	84	102	283	371	8.38	10.23
อ. บางน้ำเปรี้ยว	125.62	A05	109	134	369	484	10.95	13.36
อ. ราชสาส์น	158.00	A06	927	1,131	3,129	4,102	92.70	113.15
อ. บางคล้า	160.92	A07	8,764	10,698	29,579	38,779	876.43	1,069.76
อ. เมืองฉะเชิงเทรา	184.12	A08	14,423	17,604	48,676	63,814	1,442.25	1,760.40
อ. บ้านโพธิ์	204.22	A09	2,546	3,108	8,592	11,265	254.59	310.75
อ. บางปะกง	228.38	A10	106	129	356	467	10.55	12.88



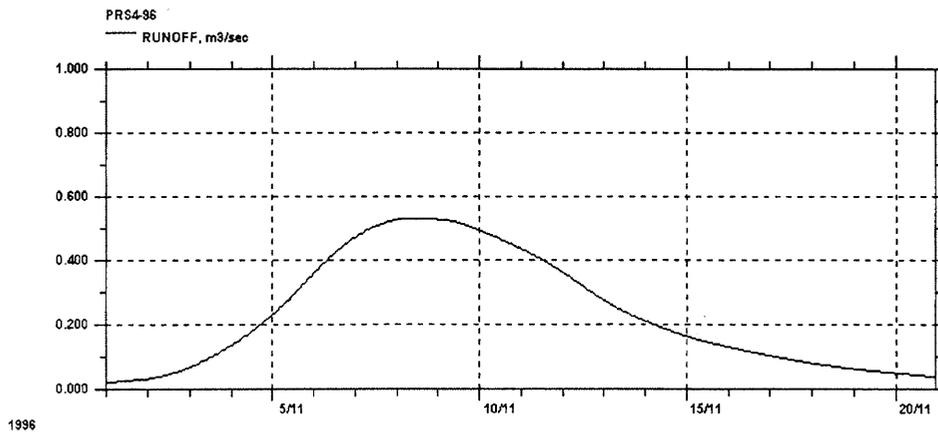
ภาพผนวกที่ 1 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS1 ปีพ.ศ. 2539



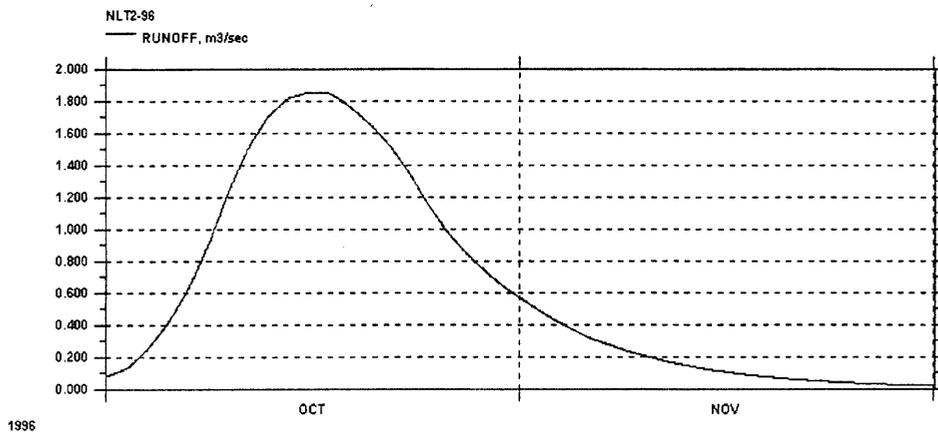
ภาพผนวกที่ 2 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRT1 ปีพ.ศ. 2539



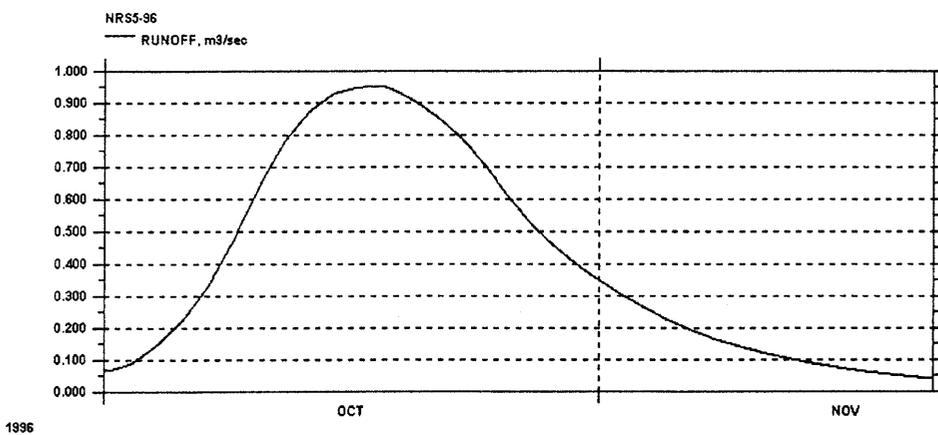
ภาพผนวกที่ 3 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS2 ปีพ.ศ. 2539



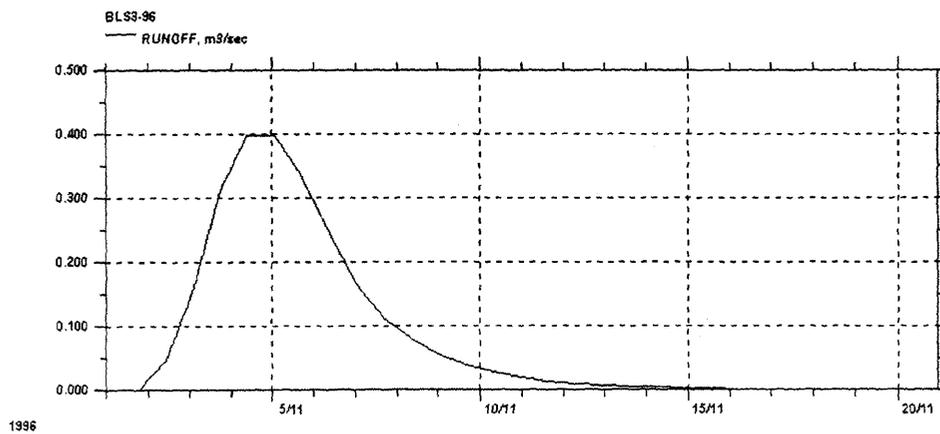
ภาพผนวกที่ 4 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS4 ปีพ.ศ. 2539



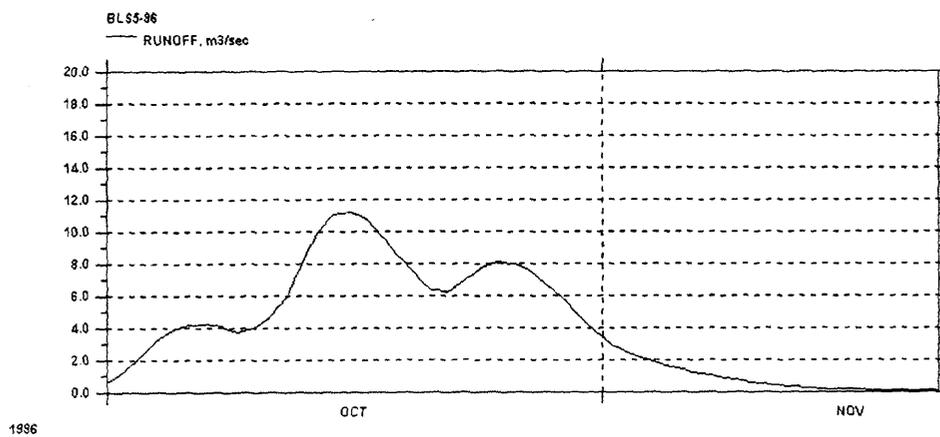
ภาพผนวกที่ 5 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLT2 ปีพ.ศ. 2539



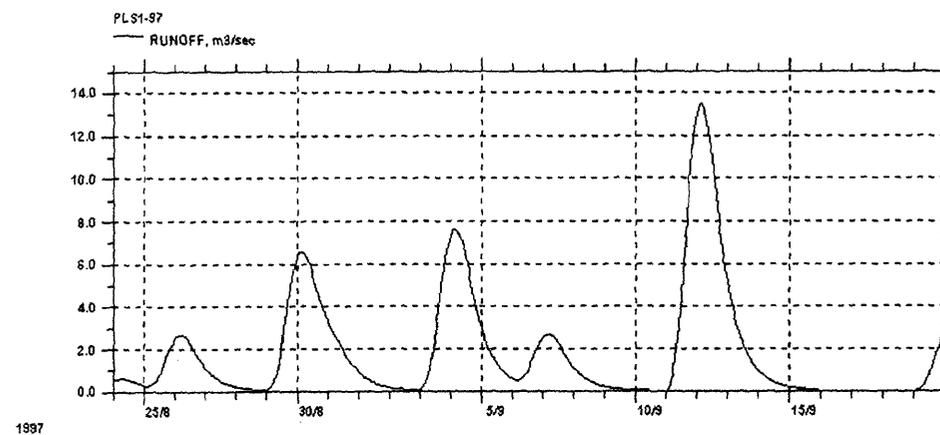
ภาพผนวกที่ 6 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NRS5 ปีพ.ศ. 2539



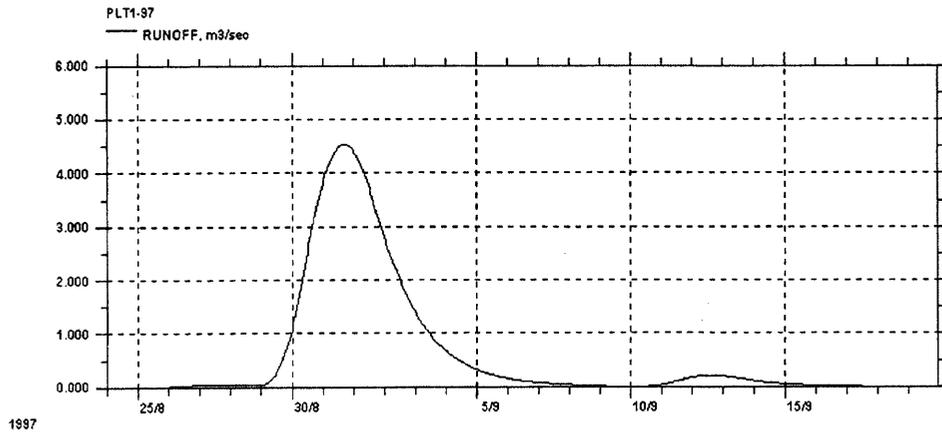
ภาพผนวกที่ 7 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย BLS3 ปีพ.ศ. 2539



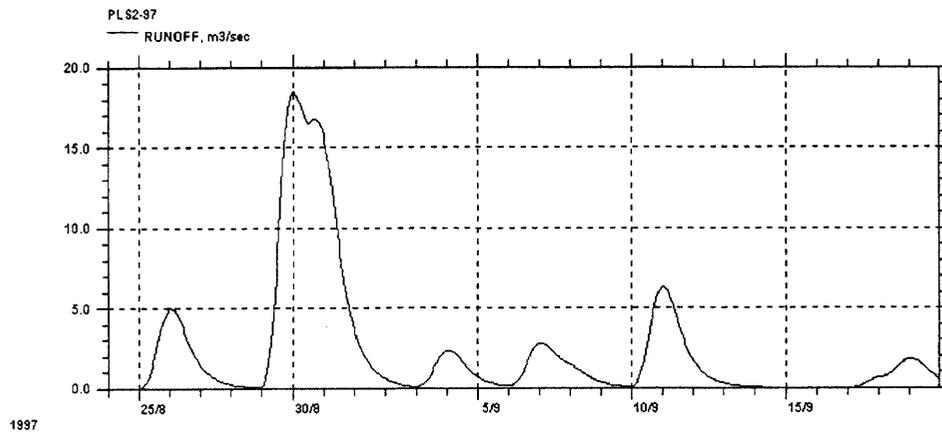
ภาพผนวกที่ 8 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย BLS5 ปีพ.ศ. 2539



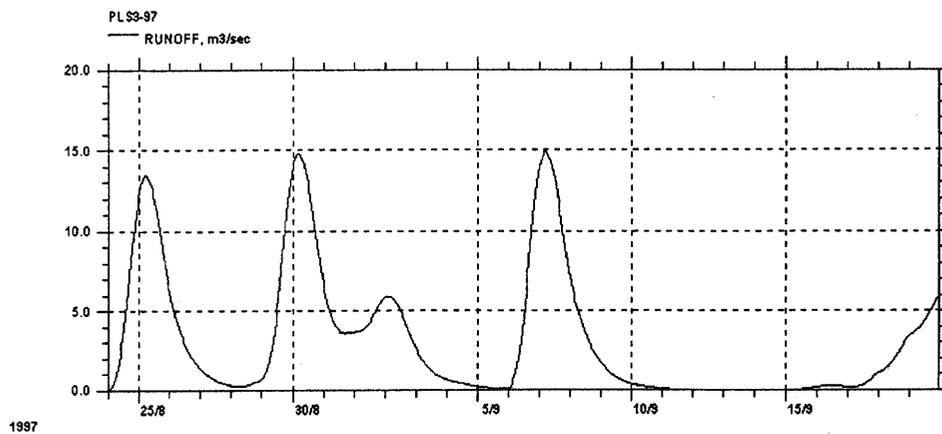
ภาพผนวกที่ 9 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS1 ปีพ.ศ. 2540



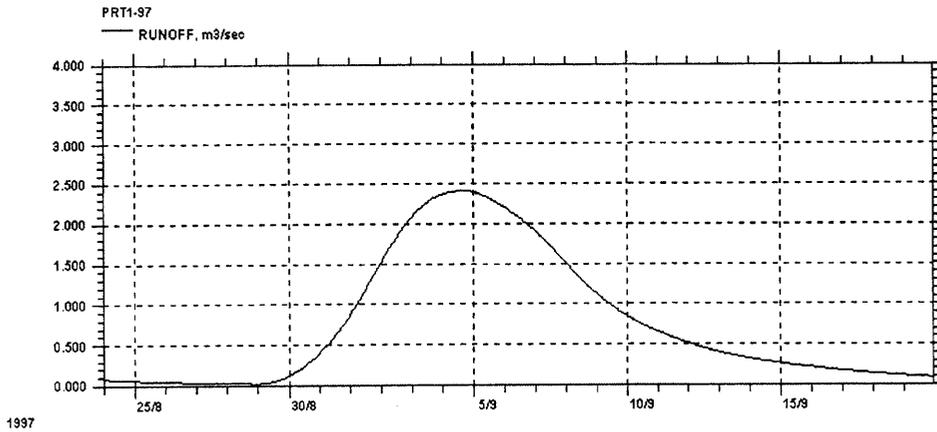
ภาพผนวกที่ 10 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLT1 ปีพ.ศ. 2540



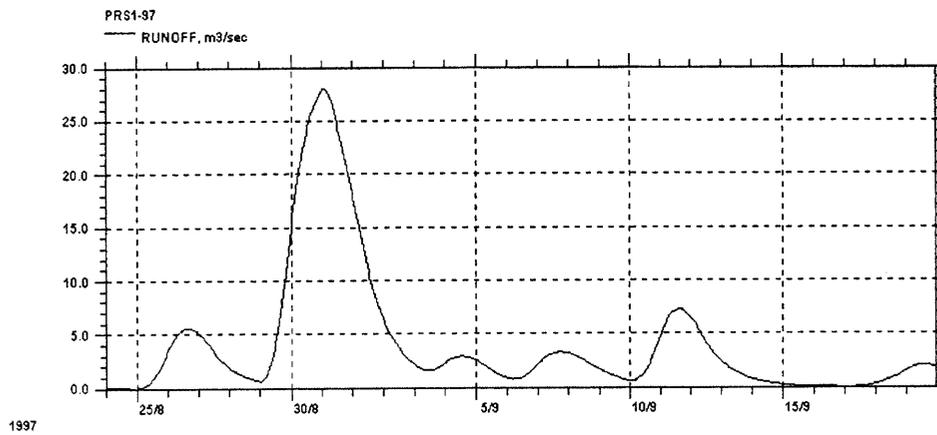
ภาพผนวกที่ 11 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS2 ปีพ.ศ. 2540



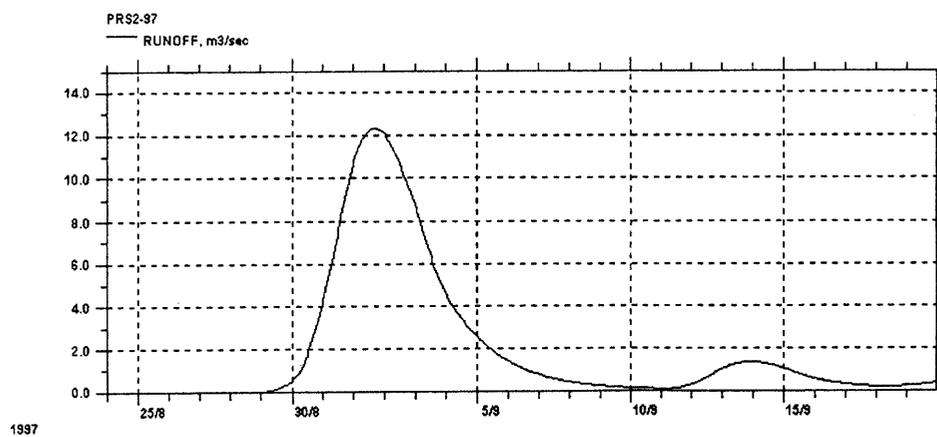
ภาพผนวกที่ 12 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PLS3 ปีพ.ศ. 2540



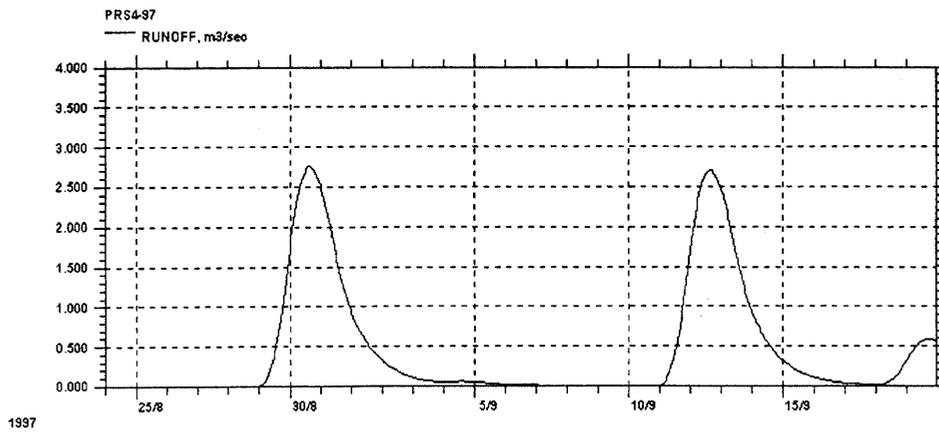
ภาพผนวกที่ 13 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRT1 ปีพ.ศ. 2540



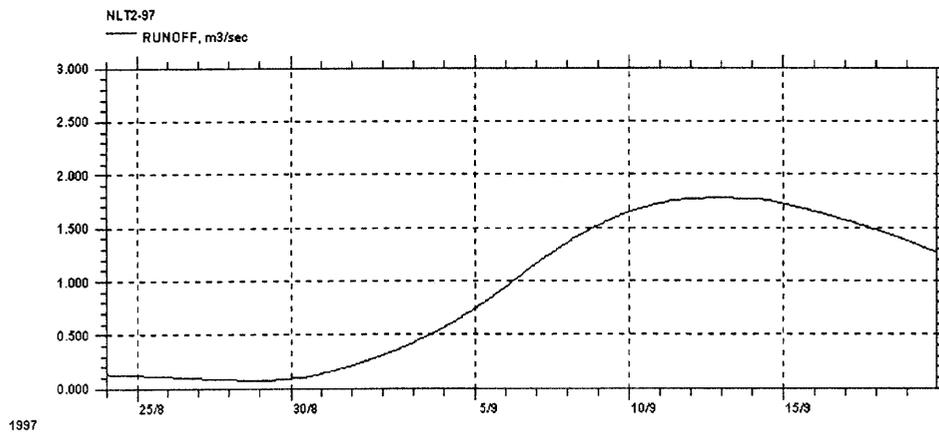
ภาพผนวกที่ 14 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS1 ปีพ.ศ. 2540



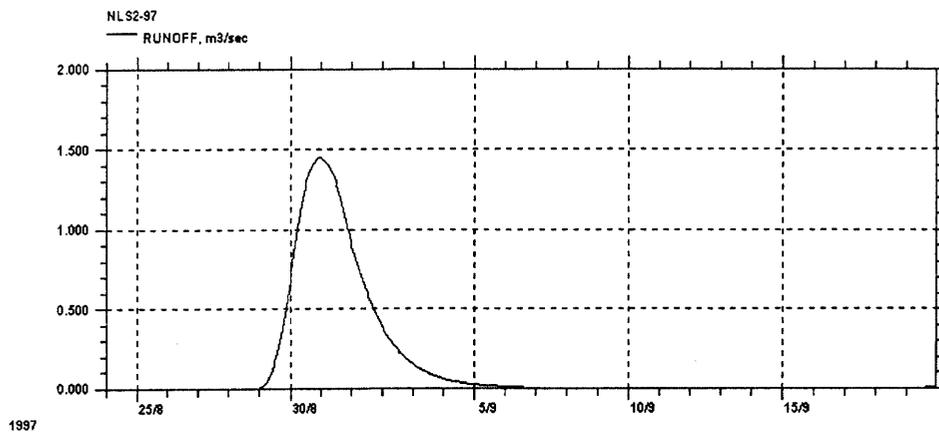
ภาพผนวกที่ 15 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS2 ปีพ.ศ. 2540



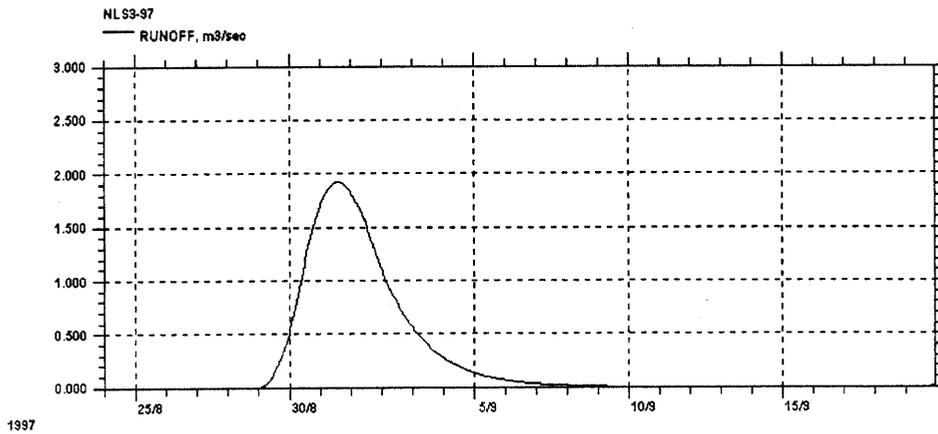
ภาพผนวกที่ 16 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย PRS4 ปีพ.ศ. 2540



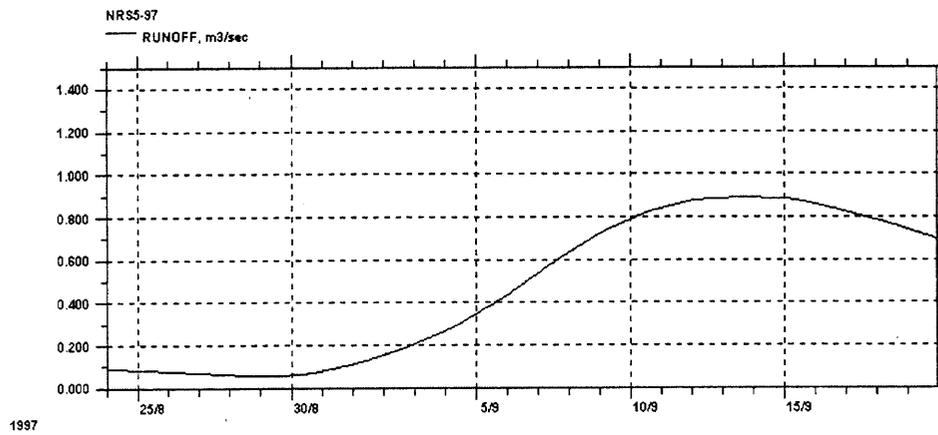
ภาพผนวกที่ 17 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLT2 ปีพ.ศ. 2540



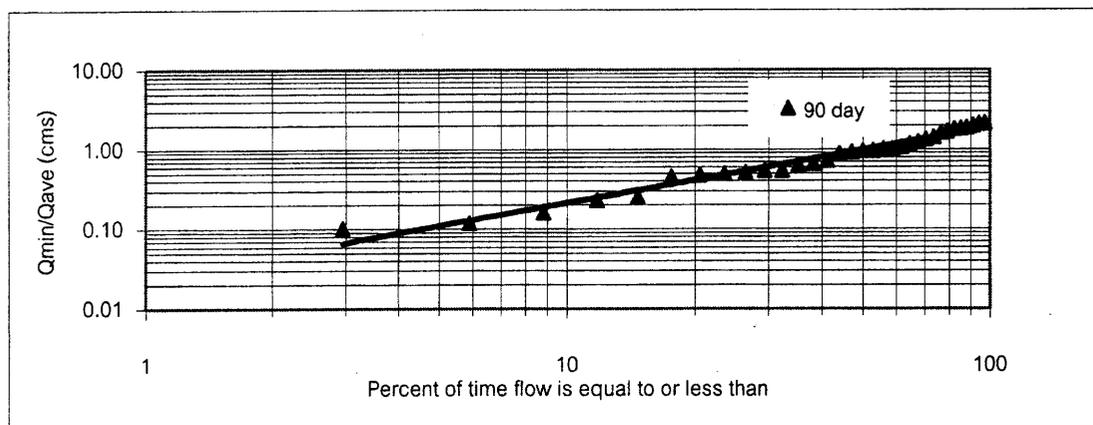
ภาพผนวกที่ 18 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLS2 ปีพ.ศ. 2540



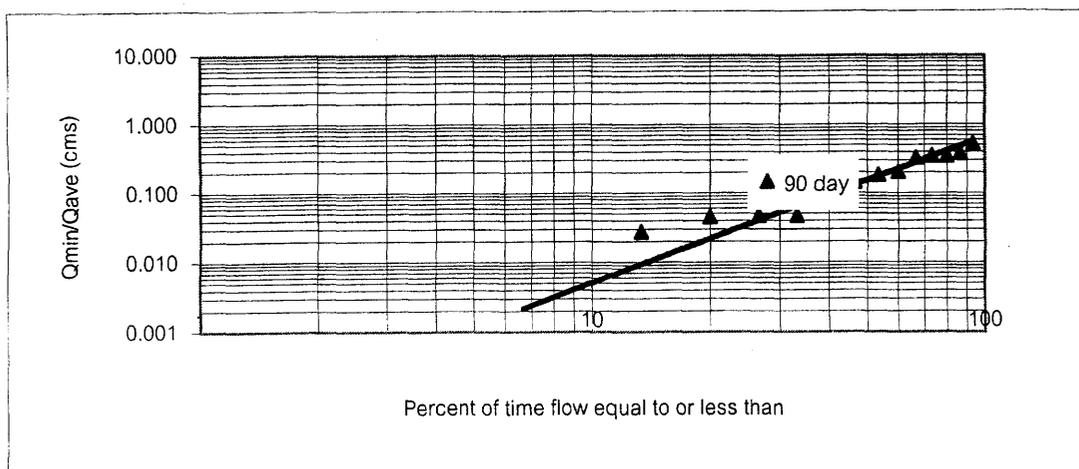
ภาพผนวกที่ 19 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NLS3 ปีพ.ศ. 2540



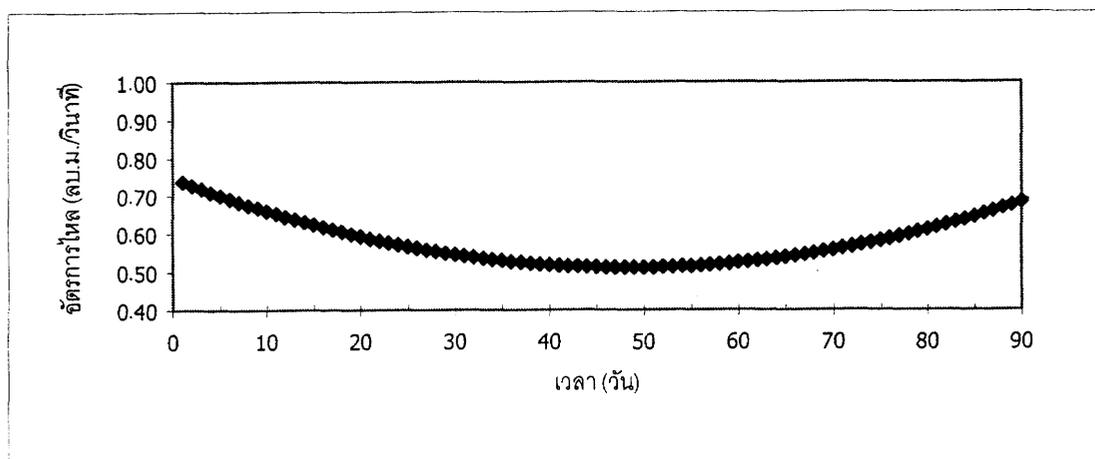
ภาพผนวกที่ 20 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย NRS5 ปีพ.ศ. 2540



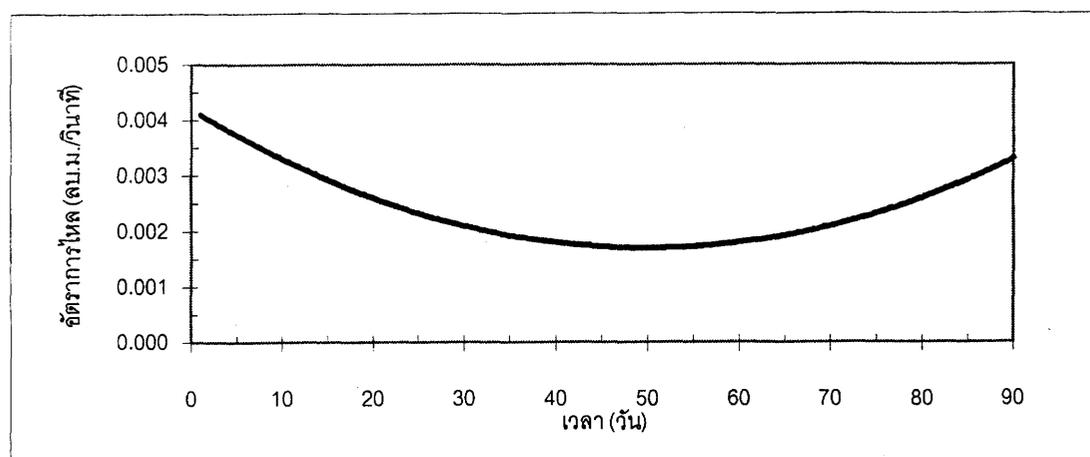
ภาพผนวกที่ 21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $Q_{min}/Q_{ave}$  กับ ความน่าจะเป็นที่สถานีวัดน้ำท่า KGT. 3



ภาพผนวกที่ 22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $Q_{min}/Q_{ave}$  กับความน่าจะเป็นที่สถานีวัดน้ำท่า NY1.B



ภาพผนวกที่ 23 กราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3



ภาพผนวกที่ 24 กราฟน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งที่สถานีวัดน้ำท่า NY1. B