บทที่ 4

อุปกรณ์ เครื่องมือและวิธีการดำเนินการศึกษา

4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การดำเนินการศึกษาที่ต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ ได้แก่ ขั้นตอนการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขา และขั้นตอนการศึกษาศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีในการรองรับมลพิษทางน้ำในสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละขั้นตอนใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้

4.1.1 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

(1) เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ GEM รุ่น 410

(2) เครื่องมือวัดความขุ่น Hach รุ่น 2100P

(3) เครื่องมือวัดความเค็ม การนำไฟฟ้าและอุณหภูมิ ORION รุ่น 1230

(4) เครื่องมือวัด pH

(5) เครื่องยูวีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Shimadzu รุ่น UV-1201V

(6) ตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ Contherm

(7) ตู้อบ MEMMERT

(8) เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler Toledo รุ่น PG203-S

(9) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

(10) เครื่องแก้วพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

(11) สารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

4.1.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลอง MIKE11 ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองย่อย ได้แก่

- แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE11 HD – Hydrodynamics)
- แบบจำลองการพาและการแพร่กระจาย(MIKE11 AD–Advection-Dispersion)
- แบบจำลองนิเวศ (MIKE11 ECOLab – Ecological Modeling)

4.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

4.2.1 การศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขา

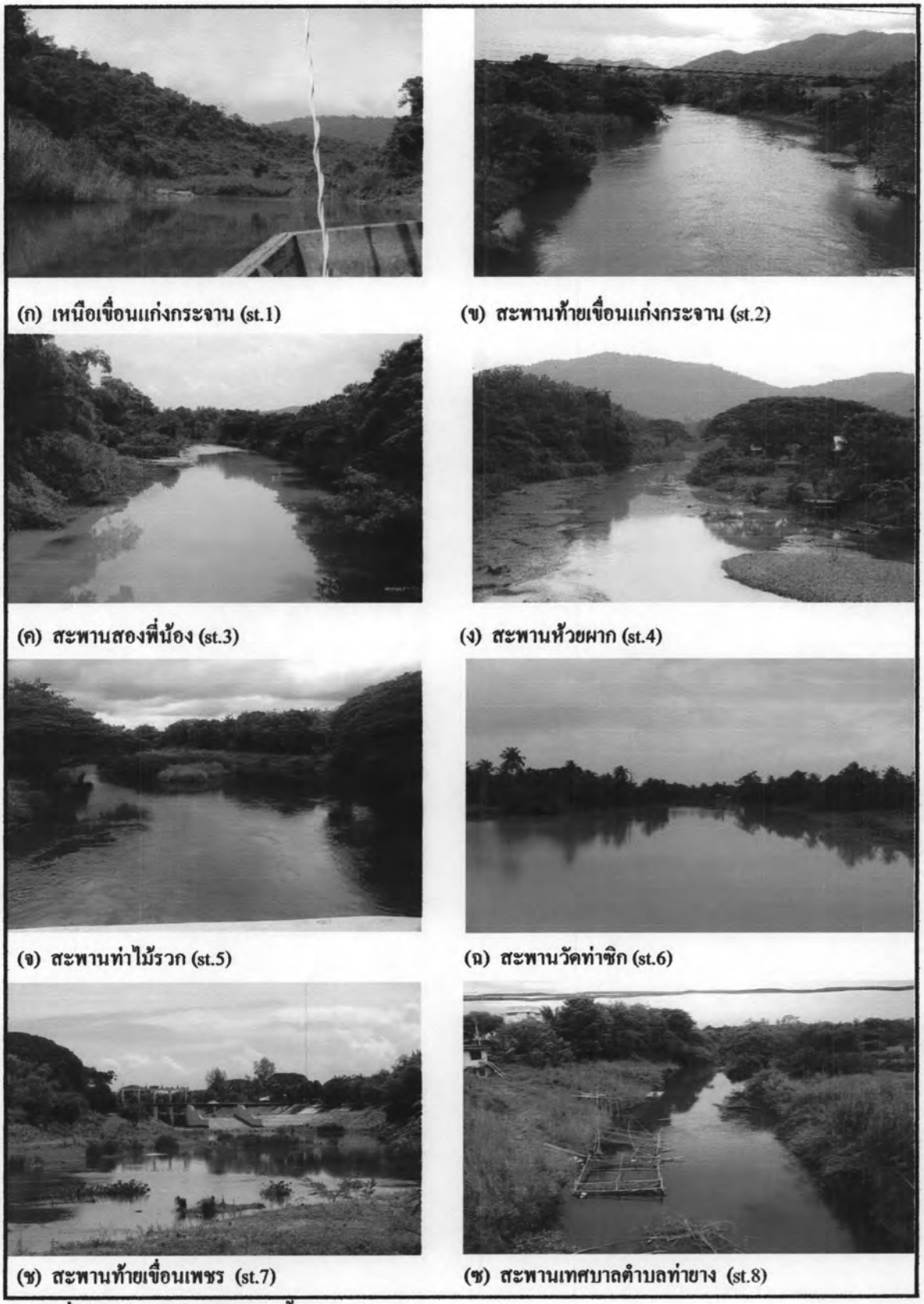
การศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขา 2 สาย ได้แก่ ห้วยแม่ประจันต์และห้วยผาก โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบข้วงจาก 19 สถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งแสดงใน

ภาพที่ 4.1-4.4 เป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 การเลือกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำจะคำนึงถึงจุดที่ก่อนและหลังลำน้ำผ่านชุมชน คิดเป็นตัวอย่างทั้งหมด 228 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นแม่น้ำเพชรบุรี 156 ตัวอย่าง ห้วยแม่ประจันต์ 48 ตัวอย่าง ห้วยผาก 24 ตัวอย่าง วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำอ้างอิงจาก International Organization for Standard (ISO) (2005) และ APHA , AWWA and WEF (1998) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ

4.2.2 การประเมินปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียที่ไหลลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขาจะศึกษาจากพื้นที่ 24 ตำบลและ 3 เทศบาลตำบลที่มีพื้นที่ติดกับแม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขา โดยแบ่งเป็นพื้นที่ ๆ ติดกับแม่น้ำเพชรบุรี 17 ตำบลและ 3 เทศบาลตำบล พื้นที่ ๆ ติดกับห้วยผาก 1 ตำบล และพื้นที่ ๆ ติดกับห้วยแม่ประจันต์ 6 ตำบล ดังแสดงในภาพที่ 4.5 และตารางที่ 4.2 ในการศึกษาครั้งนี้ไม่รวมพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี (ตำบลท่าราบและคลองกระแชง) เนื่องจากน้ำเสียจากพื้นที่ดังกล่าวถูกรวบรวมไปบำบัดยังโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 8, 2547)



(ก) เหนือเขื่อนแก่งกระจาน (st.1)

(ข) สะพานท้ายเขื่อนแก่งกระจาน (st.2)

(ค) สะพานสองพี่น้อง (st.3)

(ง) สะพานห้วยผาก (st.4)

(จ) สะพานท่าไม้รวก (st.5)

(ฉ) สะพานวัดท่าซิก (st.6)

(ช) สะพานท้ายเขื่อนเพชร (st.7)

(ซ) สะพานเทศบาลตำบลท่ายาง (st.8)

ภาพที่ 4.2 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ st.1-st.8

(ฌ) สะพานวัดลาด (st.9)

(ญ) สะพานอุรุพงษ์ (st.10)

(ฎ) สะพานเทศบาลเมืองเพชรบุรี (st.11)

(ฏ) สะพานวัดในกลาง (st.12)

(ฐ) สะพานวัดต้นสน (st.13)

(ฑ) สะพานบ้านจะโปรง (st.14)

(ฒ) สะพานบ้านท่าตะคร้อ (st.15)

(ณ) สะพานสระยายนนท์ (st.16)

ภาพที่ 4.3 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ st.9-st.16

(ค) สะพานบ้านแม่ประจันต์ (st.17)

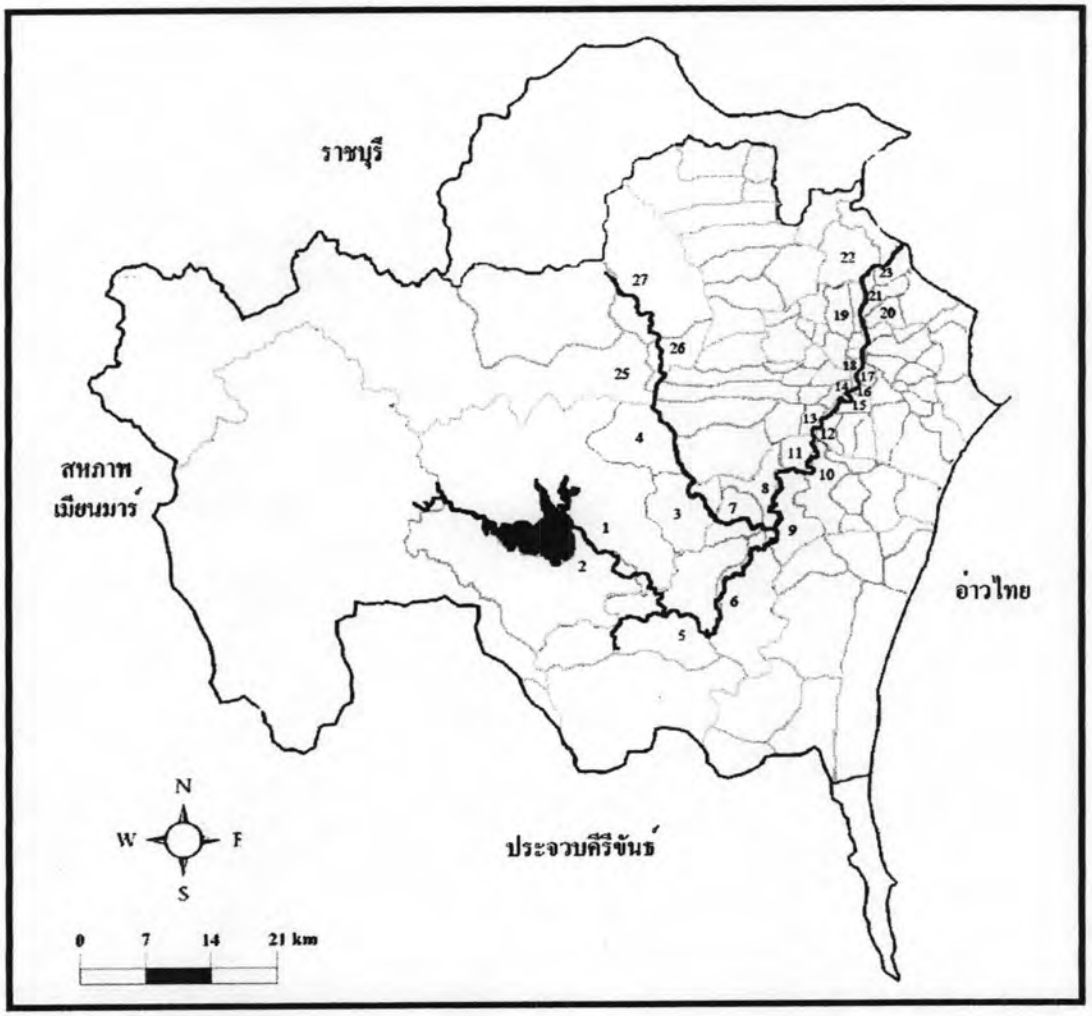
(ต) สะพานบ้านยางชุม (st.18)

(ถ) สะพานบ้านโพรงเข้ (st.19)

ภาพที่ 4.4 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ st.17-st.19

ตารางที่ 4.1 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์	Ref. No.
อุณหภูมิน้ำ	Thermometer	2550 B
ความเป็นกรดด่าง	pH meter	4500-H^+ B.
การนำไฟฟ้า	Water Multifunction meter	-
ความขุ่น	Turbidity meter	-
ความเค็ม	Water Multifunction meter	-
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ	Iodometric method	ISO 5813:1983(E)
ความสกปรกในรูป BOD	Dilution and seeding method with allylthiourea addition	ISO 5815-1:2003(E)
ปริมาณของแข็งแขวนลอย	Filtration through glass-fibre filters	ISO 11923:1997 (E)
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ	Total Dissolved Solids Dried at 180°C	2540 C
ฟอสเฟต	Ascorbic Acid method	4500-P E.
แอมโมเนีย	Manual spectrometric	ISO 7150/1-1984(E)
ไนเตรท	Cadmium Reduction method	4500-NO_3^- E.
โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม	Extraction , Atomic Absorption Spectrometric method (Direct Aspiration)	3111 B.
โคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์ม	Multiple Tube Fermentation Technique	9221 B.



ภาพที่ 4.5 พื้นที่ศึกษาปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย

ตารางที่ 4.2 พื้นที่ศึกษาปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย

อำเภอ	ตำบล
เมือง	ต้นมะม่วง (17) บ้านหม้อ (18) บ้านกุ่ม (19) หนองโสน (20)
ท่ายาง	กลัดหลวง (5)* ท่าไม้รวก (6) วังไคร้ (7)** ท่าแลง (8) ท่าคอย (9) เทศบาลตำบลท่ายาง (10) ยางหย่อง (11)
แก่งกระจาน	แก่งกระจาน (1) สองพี่น้อง (2) วังจันทร์ (3)** พุสวรรค์ (4)**
บ้านลาด	ถ้ำรงค์ (12) ตำหรุ (13) เทศบาลตำบลบ้านลาด (14) ท่าเสน (15) สมอพลือ (16)
บ้านแหลม	ท่าแร้ง (21) บางครก (22) บ้านแหลม (23) เทศบาลตำบลบ้านแหลม (24)
หนองหญ้าปล้อง	ยางน้ำกลัดใต้ (25)** ท่าตะคร้อ (26)** หนองหญ้าปล้อง (27)**

หมายเหตุ * พื้นที่ติดกับห้วยผาก

** พื้นที่ติดกับห้วยแม่ประจันต์

ลักษณะการใช้ที่ดินของพื้นที่ศึกษามีหลายรูปแบบ เช่น พื้นที่อยู่อาศัย เกษตรกรรม พาณิชยกรรม และอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญทั้งสิ้น ประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับน้ำเสียที่เกิดขึ้น จึงเป็นเหตุทำให้น้ำเสียทั้งหมดถูกทิ้งลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขาทั้งสอง ดังนั้นในการศึกษานี้จะพิจารณาน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งดังกล่าวโดยแบ่งเป็น

(1) น้ำเสียจากแหล่งที่พักอาศัย

การประเมินปริมาณน้ำเสียจากแหล่งที่พักอาศัยจะพิจารณาจากอัตราการใช้น้ำของประชาชนในแต่ละพื้นที่ โดยคำนวณจากปริมาณการใช้น้ำประปาในพื้นที่ ๆ อยู่ในเขตพื้นที่บริการประปา จากนั้นนำอัตราการใช้น้ำรวมในพื้นที่ต่างๆ มาคำนวณอัตราการเกิดน้ำเสียรวม ซึ่งหมายถึง ผลรวมของอัตราการเกิดน้ำเสียกับอัตราการซึมเข้าของน้ำใต้ดิน

อัตราการเกิดน้ำเสียในแหล่งกำเนิด = 80%ของอัตราการใช้น้ำ

อัตราน้ำซึมเข้าท่อระบายน้ำ = 20%ของอัตราการเกิดน้ำเสียที่แหล่งกำเนิด

ดังนั้น อัตราการเกิดน้ำเสียรวม = อัตราการเกิดน้ำเสียจากแหล่งกำเนิด + อัตราน้ำซึมเข้า

= 0.96 เท่าของอัตราการใช้น้ำ

ความสกปรกของน้ำเสียจากแหล่งที่พักอาศัยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 , 2547) ซึ่งเป็นค่าที่สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมกำหนด

(2) น้ำเสียจากแหล่งพาณิชยกรรม

แหล่งพาณิชยกรรมหลักที่ศึกษา ได้แก่ ร้านค้าหรือภัตตาคาร ห้างสรรพสินค้า ตลาด โรงฆ่าสัตว์และโรงแรม เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียสูงมาก ซึ่งแหล่งพาณิชยกรรมเหล่านี้ส่วนมากตั้งอยู่ในพื้นที่ ๆ มีความเจริญและใกล้ย่านชุมชน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียจากแหล่งพาณิชยกรรมจากพื้นที่เทศบาลตำบลเท่านั้น ได้แก่ เทศบาลตำบลท่ายาง เทศบาลตำบลบ้านลาด และเทศบาลตำบลบ้านแหลม ธงชัย พรรณสวัสดิ์และคณะ (2530) และกรมโยธาธิการ (2536) ได้ศึกษาอัตราการเกิดน้ำเสียและปริมาณความสกปรกจากแหล่งพาณิชยกรรมต่าง ๆ ไว้ดังแสดงในตารางที่ 4.3

(3) น้ำเสียจากสถานบริการทางสังคม

สถานบริการทางสังคมที่ศึกษา ได้แก่ วัด สถาบันการศึกษา และสถานพยาบาล เมื่อพิจารณาจากลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของวัดและสถาบันการศึกษาซึ่งมีลักษณะน้ำเสียเช่นเดียวกับแหล่งที่พักอาศัย และกลุ่มสถานพยาบาลซึ่งมีน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีความสกปรกมากกว่าวัดและสถานศึกษาจะกระจายตัวอยู่ทุกพื้นที่ศึกษา ส่วนสถานพยาบาลจะอยู่ในเขตตัวเมืองเท่านั้น ธงชัย พรรณสวัสดิ์และคณะ (2530)

และกรมโยธาธิการ (2536) ได้ศึกษาอัตราการเกิดน้ำเสียและปริมาณความสกปรกจากสถานบริการทางสังคมไว้ดังแสดงในตารางที่ 4.3

(4) น้ำเสียจากเกษตรกรรม

กิจกรรมทางการเกษตรที่ทำการศึกษาปริมาณน้ำเสียจะอ้างอิงตามกรมควบคุมมลพิษ (2547) ซึ่งได้ศึกษาปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียที่เกิดจากนาข้าว พืชไร่ และปศุสัตว์ ได้แก่ สุกรและโค ดังแสดงในตารางที่ 4.3

(5) น้ำเสียจากอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากเกษตรกรรม เช่น การทำผลไม้กวน เส้นหมี่ อาหารทะเลแช่แข็ง และการล้าง แกะ ชำแหละอาหารทะเล ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสีย การประเมินปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียจากโรงอุตสาหกรรมข้างนี้จะอ้างอิงและคำนวณจากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2550)

4.2.3 การศึกษาศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีในการรองรับมลพิษในสถานการณ์ต่าง ๆ

ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องใช้ในการดำเนินการประกอบด้วย

(1) ภาพหน้าตัดลำน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี ตั้งแต่บริเวณท้ายเขื่อนแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจาน จนถึงปากแม่น้ำเพชรบุรี อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 70 หน้าตัด

(2) ข้อมูลอุทกวิทยา ได้แก่

- ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนแก่งกระจาน ห้วยแม่ประจันต์ และห้วยผาก
- ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีสองพี่น้อง (B3) อำเภอแก่งกระจาน และสถานีท่ายาง (B10) อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี
- ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีวัดน้ำบ้านแหลม อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

(3) ข้อมูลคุณภาพน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 10 สถานีแสดงในภาพที่ 4.6 ได้แก่

- สถานี PB1 บริเวณท้ายเขื่อนแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจาน
- สถานี PB2 บริเวณสะพานห้วยผาก อำเภอแก่งกระจาน
- สถานี PB3 บริเวณสะพานท่าชิก อำเภอท่ายาง
- สถานี PB4 บริเวณสะพานท่าไม้รวก อำเภอท่ายาง
- สถานี PB5 บริเวณสะพานคอละออม อำเภอท่ายาง
- สถานี PB6 บริเวณสะพานเทศบาลตำบลท่ายาง อำเภอท่ายาง
- สถานี PB7 บริเวณสะพานวัดลาด อำเภอบ้านลาด
- สถานี PB8 บริเวณสะพานเทศบาลเมืองเพชรบุรี อำเภอเมือง
- สถานี PB9 บริเวณสะพานวัดในกลาง อำเภอบ้านแหลม
- สถานี PB10 บริเวณหน้าวัดอุดมิงค์ อำเภอบ้านแหลม

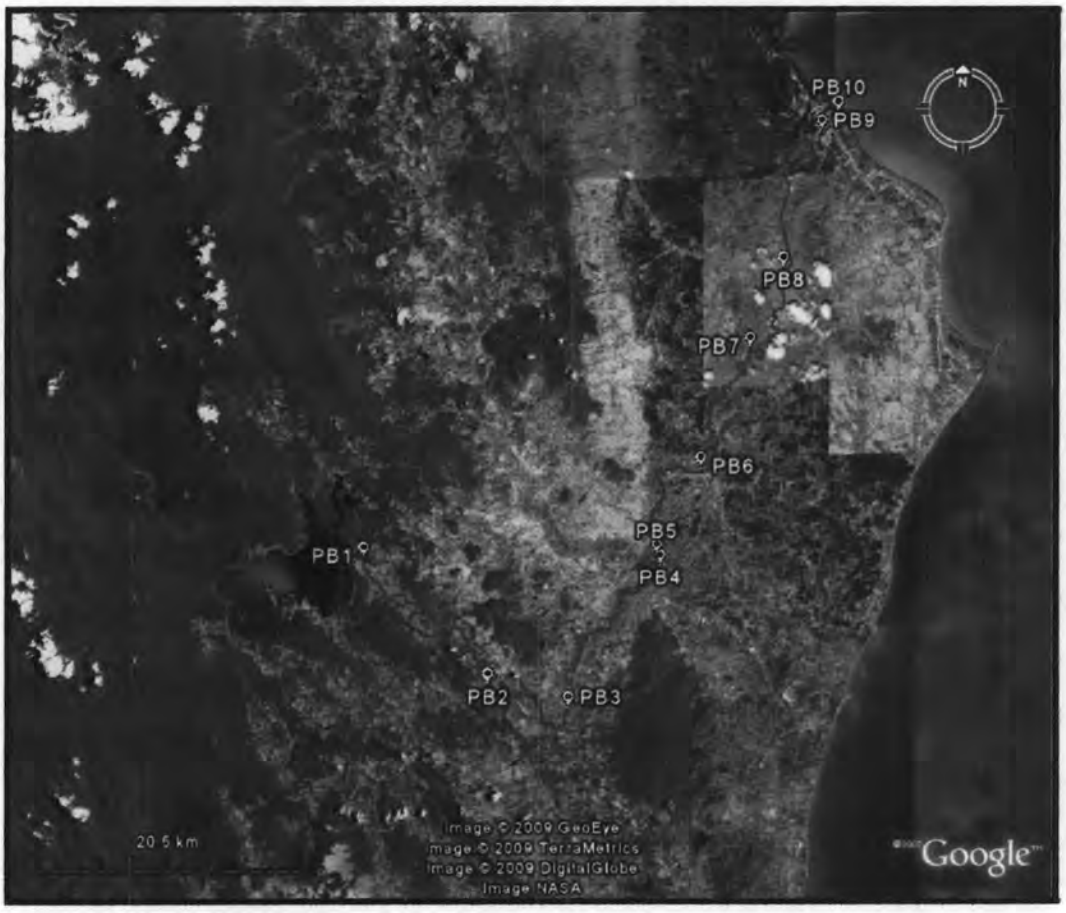
ตารางที่ 4.3 อัตราการเกิดน้ำเสียและปริมาณความสกปรกจากแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ

กิจกรรม	หน่วย	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/หน่วย/วัน)	ค่าความสกปรก (มิลลิกรัม/ลิตร)	ที่มา
ร้านอาหาร	ตารางเมตร	74	716	ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ (2530)
ห้างสรรพสินค้า	ตารางเมตร	4.3	63	
ตลาดสด	ตารางเมตร	16	1,312.50	
โรงพยาบาล	เตียง	566	166	
โรงแรม	ห้อง	451.2	95	กรมโยธาธิการ (2536)
โรงฆ่าสัตว์	ตัว	259.20	1,500	
สถานศึกษา	คน	24	120	
วัด	คน	192	120	
นาข้าว				กรมควบคุมมลพิษ (2547)
- นาปี	ไร่	2,246.58	0.005 กก./หน่วย/วัน	
- นาปรัง	ไร่	1,336.99	0.007 กก./หน่วย/วัน	
พืชไร่	ไร่	น้อยมาก	0.006 กก./หน่วย	
ปศุสัตว์				
- สุกร	ตัว	40	136	
- โค	ตัว	82	180	

(4) ข้อมูลน้ำเสียในพื้นที่ศึกษาจากการคำนวณ ซึ่งประกอบด้วยปริมาณน้ำเสียและปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี

ข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวเป็นข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

การดำเนินการในการใช้แบบจำลอง MIKE11 เพื่อการศึกษาศักยภาพในการรองรับมลพิษทางน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีจะแบ่งแม่น้ำออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ แม่น้ำเพชรบุรีตอนบนซึ่งเริ่มจากท้ายเขื่อนแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจานถึงท้ายเขื่อนเพชร อำเภอท่ายาง และแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเริ่มจากท้ายเขื่อนเพชรถึงปากแม่น้ำเพชรบุรี อำเภอบ้านแหลม โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานข้างต้นแบ่งการดำเนินการได้ 3 ขั้นตอน คือ การใส่ข้อมูลลงในแบบจำลองและการปรับเทียบ การตรวจสอบความถูกต้อง และการประยุกต์ใช้แบบจำลอง โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.6 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการปรับเทียบและตรวจความถูกต้องของแบบจำลอง

(1) การใส่ข้อมูลลงในแบบจำลองและการปรับเทียบ

ขั้นตอนแรกของการดำเนินการ คือ การนำข้อมูลพื้นฐานข้างต้นเข้าสู่แบบจำลองและเมื่อแบบจำลองคำนวณผลแล้ว ต้องนำผลนั้นมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจริง ถ้าข้อมูลทั้งสองชุดมีความแตกต่างกันจะต้องทำการปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจริง โดยขั้นตอนในการดำเนินการมีดังต่อไปนี้

- แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE11 HD – Hydrodynamics) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการสร้างลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ และใช้สำหรับคำนวณปริมาณน้ำ ระดับน้ำและลักษณะการไหลของน้ำในลำน้ำ มีขั้นตอนการใส่ข้อมูลและคำนวณดังนี้

- การกำหนดลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ

ลักษณะทางกายภาพของลำน้ำประกอบด้วยการวาดโครงข่ายลำน้ำ (network) ลงในแฟ้มข้อมูลโครงข่ายลำน้ำ (network file) และการนำเข้าภาพหน้าตัดลำน้ำใน

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในแบบจำลอง MIKE11

ข้อมูล	แหล่งข้อมูล	หมายเหตุ
1. ภาพหน้าตัดของแม่น้ำเพชรบุรี	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี	บริเวณท้ายเขื่อนแก่งกระจาน อ.แก่งกระจานถึงปากแม่น้ำเพชรบุรี อ.บ้านแหลม รวมทั้งหมด 70 ภาพ
2. ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนแก่งกระจาน ห้วยแม่ประจันต์ และห้วยผาก	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี	ระหว่างเดือนธันวาคม 2549 ถึง พฤษภาคม 2550
3. ระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีสองพี่น้อง (B3) และสถานีท่ายาง (B10)	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี	ระหว่างเดือนธันวาคม 2549 ถึง พฤษภาคม 2550
4. ระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีวัดน้ำบ้านแหลม	สำนักสำรวจและวิศวกรรม กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี	ระหว่างเดือนธันวาคม 2549 ถึง พฤษภาคม 2550
5. คุณภาพน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์โดยผู้ศึกษา	ระหว่างวันที่ 21-25 มกราคม 2550 และวันที่ 24 เมษายน–8 พฤษภาคม 2550
6. ปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียในพื้นที่ศึกษา	รวบรวมข้อมูลและคำนวณโดยผู้ศึกษา	ระหว่างเดือนเมษายน 2549 ถึง พฤษภาคม 2550

รูปแบบของจุดพิกัด x และ y โดย x แทนระยะทางตามแนวขวางของลำน้ำ และ y แทนความสูงของลำน้ำจากระดับน้ำทะเลลงในแฟ้มข้อมูลภาพหน้าตัดลำน้ำ (cross section file)

- การสร้างอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำและระดับน้ำ

นำข้อมูลปริมาณน้ำรายวันที่ระบายออกจากเขื่อนแก่งกระจาน ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขา ได้แก่ ห้วยผากและห้วยแม่ประจันต์ที่ไหลลงสู่แม่น้ำเพชรบุรี ข้อมูลระดับน้ำรายวันที่ท้ายเขื่อนเพชร ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีบ้านแหลม และข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีสองพี่น้อง (B3) และสถานีท่ายาง (B10) ช่วงเดือนมีนาคม – พฤษภาคม 2550 มาสร้างเป็นอนุกรมเวลาในแฟ้มข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณและระดับน้ำ (time series file)

- การกำหนดขอบเขตของลำน้ำ

เป็นการกำหนดจุดต้นน้ำหรือขอบเขตบน (upstream) และจุดปลายน้ำหรือขอบเขตล่าง (downstream) โดยกำหนดให้จุดต้นน้ำเป็นตำแหน่งที่มีตัวเลขแสดงระยะทาง (chainage) มีหน่วยเป็นเมตรและมีค่าน้อยกว่าจุดปลายน้ำ ในการศึกษาครั้งนี้แม่น้ำเพชรบุรีตอนบนกำหนดให้จุดต้นน้ำหรือขอบเขตบนอยู่ที่ท้ายเขื่อนแก่งกระจาน อ.แก่งกระจาน จุดท้ายน้ำหรือ

ขอบเขตล่างอยู่ที่เหนือเขื่อนเพชร อ.ท่ายาง และตำแหน่งของน้ำที่ไหลเข้าด้านข้าง (lateral inflow) ในที่นี้คือ ห้วยผากและห้วยแม่ประจันต์ แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างมีจุดต้นน้ำหรือขอบเขตบนอยู่ที่ท้ายเขื่อนเพชร จุดท้ายน้ำหรือขอบเขตล่างอยู่ที่ปากแม่น้ำเพชรบุรี อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี ดังแสดงในภาพที่ 4.7 และ 4.8 โดยทั้งหมดจะถูกกำหนดลงในแฟ้มข้อมูลขอบเขตของลำน้ำ (HD boundary file)

- การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ

ค่าสัมประสิทธิ์ที่สำคัญในการกำหนดลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Roughness coefficient) ในที่นี้ใช้สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งหรือเลขแมนนิ่ง (Manning's n) โดยให้มีค่าเท่ากับ 0.03333 ซึ่งเป็นค่ากลางที่โปรแกรมกำหนดให้ (default) ลงในแฟ้มข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ทางอุทกพลศาสตร์ (HD Parameter file)

- การปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

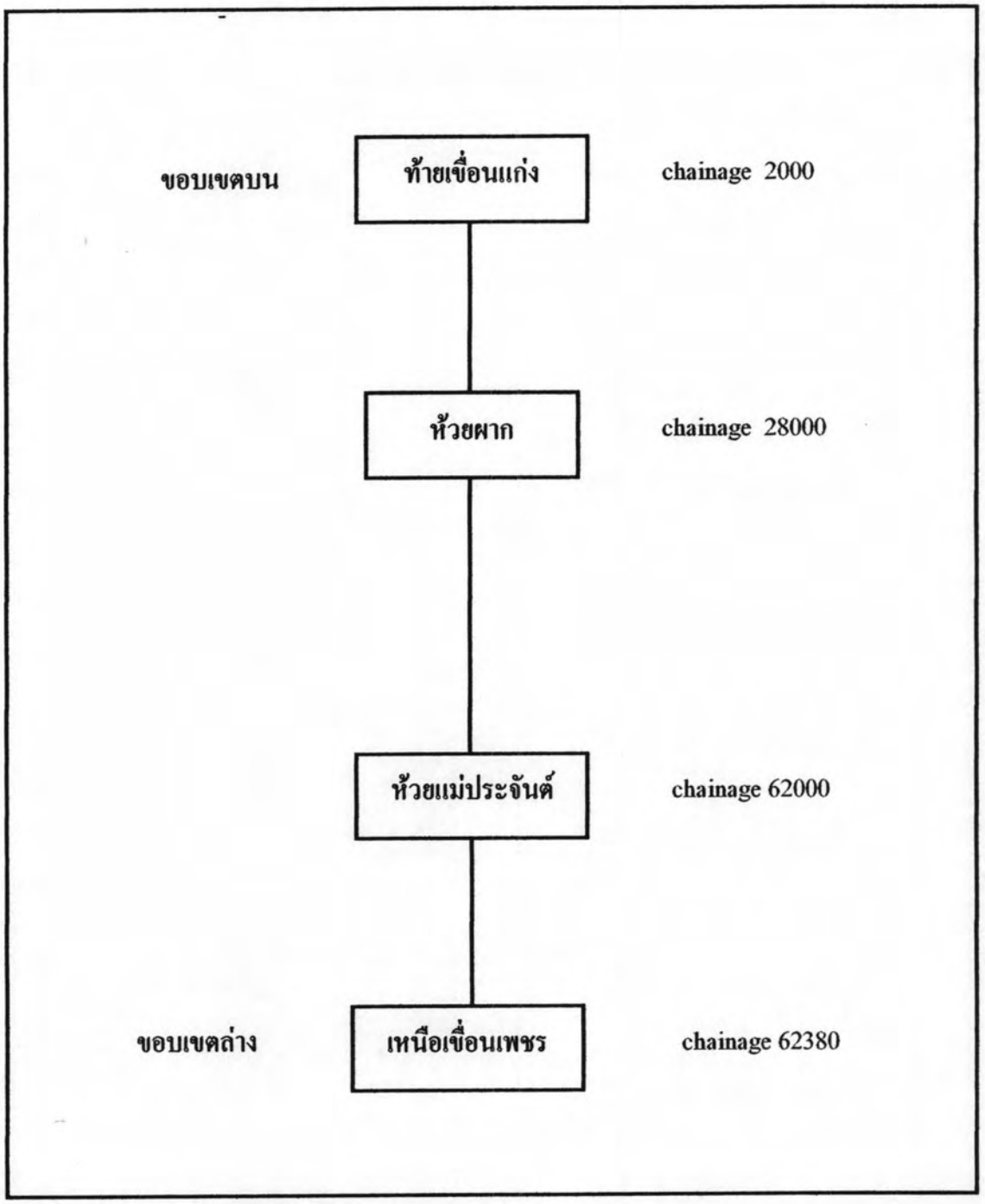
เมื่อได้แฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ให้ดำเนินการคำนวณผล โดยผลการคำนวณที่ได้ คือ ปริมาณน้ำและระดับน้ำที่ระยะต่าง ๆ ของลำน้ำ จากนั้นทำการปรับเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณกับระดับน้ำของสถานีสองพี่น้อง (B3) และสถานีท่ายาง (B10) ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง โดยการทดลองปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งจนได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

- การปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

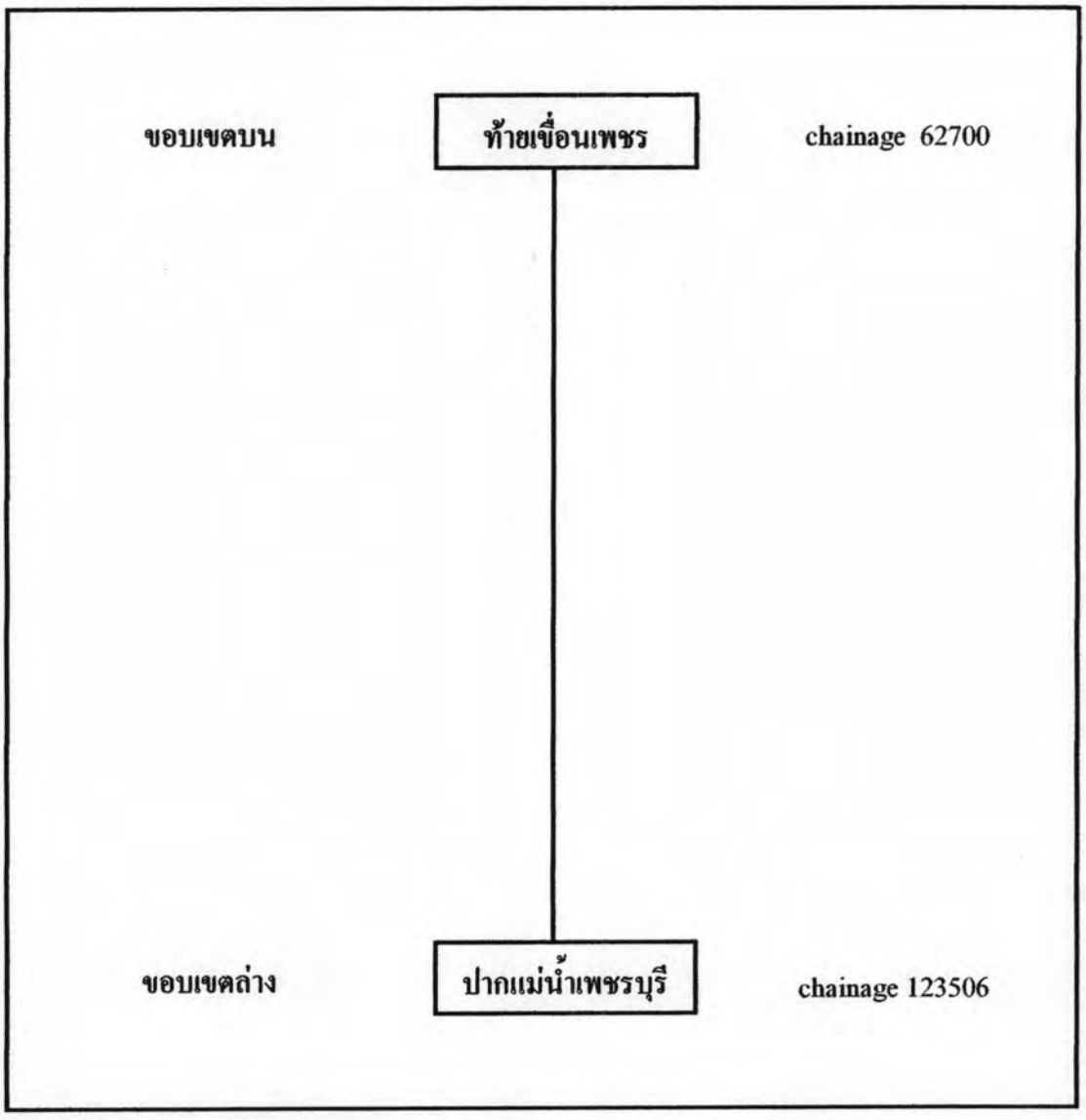
เมื่อได้แฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ให้ดำเนินการคำนวณผล โดยผลการคำนวณที่ได้ คือ ปริมาณน้ำและระดับน้ำที่ระยะต่าง ๆ ของลำน้ำ จากนั้นทำการปรับเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณกับระดับน้ำของสถานีสองพี่น้อง (B3) และสถานีท่ายาง (B10) ในแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง โดยการทดลองปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งจนได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

- ผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

หลังจากทำการปรับเทียบจนผลการคำนวณของแบบจำลองใกล้เคียงกับผลของระดับน้ำที่ได้จากการสำรวจจริง ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้ที่ได้ คือ อนุกรมปริมาณน้ำและระดับน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง ค่าสัมประสิทธิ์แมนนิ่งที่เหมาะสมสำหรับแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง



ภาพที่ 4.7 ขอบเขตของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน



ภาพที่ 4.8 ขอบเขตของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง

- แบบจำลองการพาและการแพร่กระจาย (MIKE11 AD-Advection-Dispersion) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณการพาและการแพร่กระจายของมวลสารที่ละลายน้ำหรือแขวนลอยในลำน้ำ โดยใช้ผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์เป็นข้อมูลนำเข้าในการคำนวณ ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาเฉพาะแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง เนื่องจากแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล ทำให้ความเค็มของน้ำในแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งมีขั้นตอนการใส่ข้อมูลดังต่อไปนี้

- การสร้างอนุกรมเวลาของความเค็มและกำหนดขอบเขต

นำข้อมูลความเค็มรายชั่วโมงของสถานี PB9 - PB10 ในช่วงวันที่ 25 เมษายน พ.ศ.2550 มาสร้างเป็นอนุกรมเวลา พร้อมกำหนดให้ PB5 และ PB10 เป็นขอบเขตบนและ

ล่าง สถานีปรับเทียบของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ได้แก่ PB9 ดังแสดงในภาพที่ 4.9 ลงในแฟ้มข้อมูลขอบเขตของลำน้ำ (AD boundary file)

- การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ

สัมประสิทธิ์ที่สำคัญในแบบจำลองการแพร่กระจาย ได้แก่ สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion coefficient ; D) แฟคเตอร์การแพร่กระจาย (dispersion factor ; f) และเลขยกกำลัง (exponent) ในการศึกษานี้จะกำหนดให้เลขยกกำลังเท่ากับ 1 เนื่องจากการแพร่กระจายมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเร็วของกระแสน้ำ ส่วนค่า f จะเริ่มต้นโดยการใช้ค่ากลางที่โปรแกรมกำหนด (default) คือ 0.00 ลงในแฟ้มข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (AD Parameter file)

- การปรับเทียบแบบจำลองการแพร่กระจาย

เมื่อสร้างอนุกรมของความเค็ม กำหนดขอบเขต และค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ แล้ว พร้อมกับนำเข้าผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ได้แก่ อนุกรมปริมาณน้ำและระดับน้ำ สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning'n) ให้เริ่มดำเนินการคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย อนุกรมความเค็มของแม่น้ำเพชรบุรีที่หน้าตัดต่าง ๆ ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง จากนั้นนำผลที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองการแพร่กระจายเปรียบเทียบกับความเค็มของสถานีปรับเทียบที่กำหนดไว้ข้างต้น และทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ จนผลการคำนวณจากแบบจำลองและข้อมูลที่การสำรวจของสถานีปรับเทียบต่าง ๆ ใกล้เคียงกันมากที่สุด

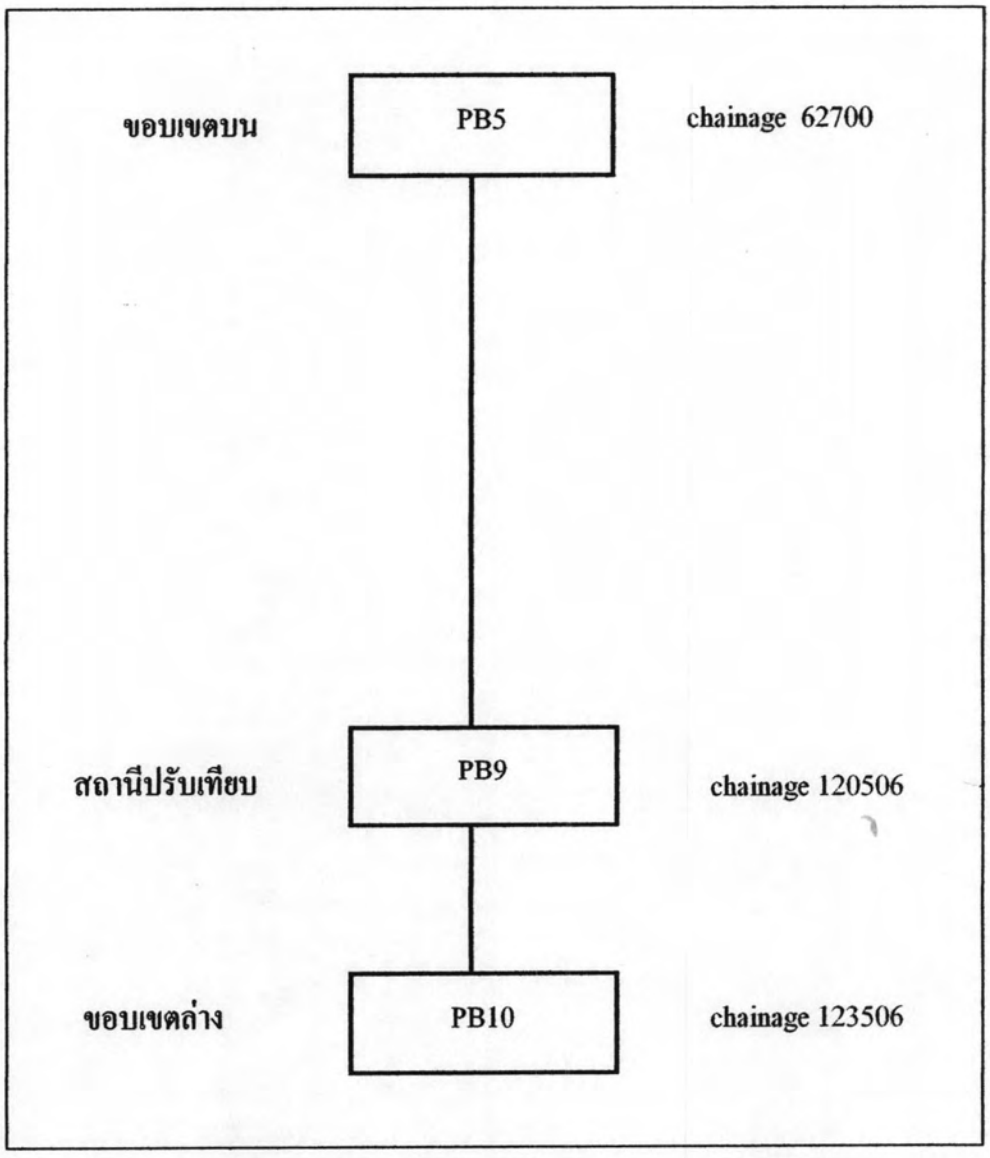
- ผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองการแพร่กระจาย

เมื่อทำการปรับเทียบแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้คือ สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย แฟคเตอร์การแพร่กระจาย และลักษณะการแพร่กระจายของแม่น้ำเพชรบุรีทั้งตอนบนและล่าง

- แบบจำลองคุณภาพน้ำ (MIKE11 WQ ECOLab) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณความเข้มข้นและการเปลี่ยนแปลงของดัชนีคุณภาพน้ำซึ่งในที่นี้เลือกศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี และอุณหภูมิน้ำที่ระยะทางต่าง ๆ ของลำน้ำ โดยใช้ผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และแบบจำลองการแพร่กระจายเป็นข้อมูลนำเข้าด้วย โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การสร้างอนุกรมเวลาของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความสกปรกในรูปของบีโอดี และอุณหภูมิน้ำและการกำหนดขอบเขต

นำค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความสกปรกในรูปของบีโอดี และอุณหภูมิน้ำรายวันในช่วงระหว่างวันที่ 24 เมษายน – 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ PB1-PB10 มาสร้างอนุกรมเวลา พร้อมกำหนดให้ PB1เป็นขอบเขตบนและ PB4 เป็นขอบเขต



ภาพที่ 4.9 ขอบเขตและสถานีปรับเทียบสำหรับแบบจำลองการแพร่กระจายของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง

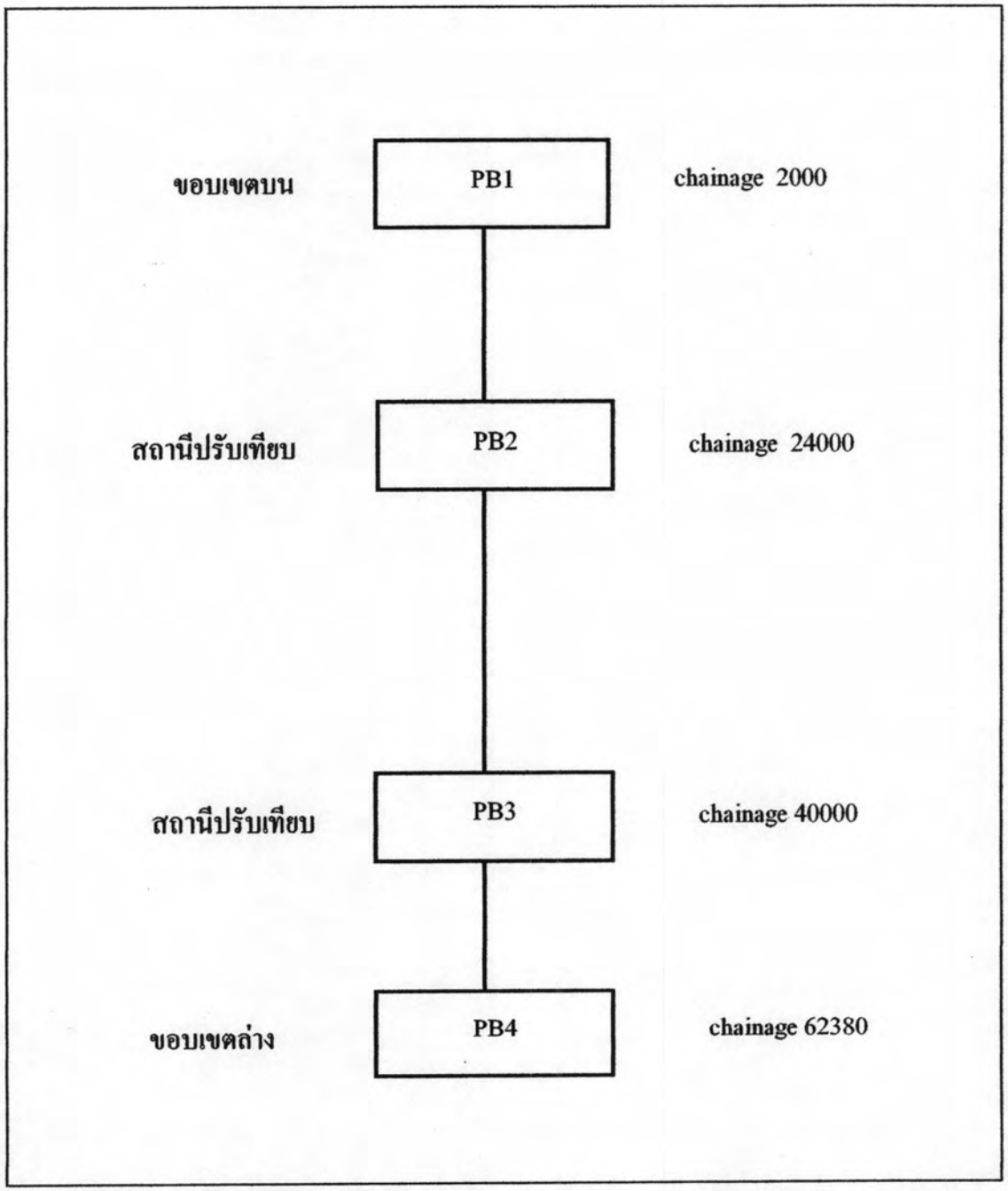
ล่างของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนดังแสดงในภาพที่ 4.10 และให้ PB4 และ PB10 เป็นขอบเขตบนและล่างของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.11 สถานีปรับเทียบของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน ได้แก่ สถานี PB2 และ PB3 และสถานีปรับเทียบของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ได้แก่ PB6 PB7 PB8 และ PB9 ลงในแฟ้มข้อมูลขอบเขตของลำน้ำ (ECO boundary file) และสร้างอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำเสียและความสกปรกในรูปของบีโอดีที่ถูกระบายจากจุดปล่อยทิ้งน้ำเสียต่าง ๆ ทั้งในแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการประเมินในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 - พฤษภาคม พ.ศ.2550 โดยกำหนดให้เป็นข้อมูลรายวัน และกำหนดหน่วยของปริมาณน้ำเสียและความสกปรกในรูปของบีโอดีเป็น m^3/s และ mg/l ตามลำดับ จากนั้นทำการเพิ่มจุดปล่อยทิ้งน้ำเสียดังกล่าวลงในขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น

- การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ

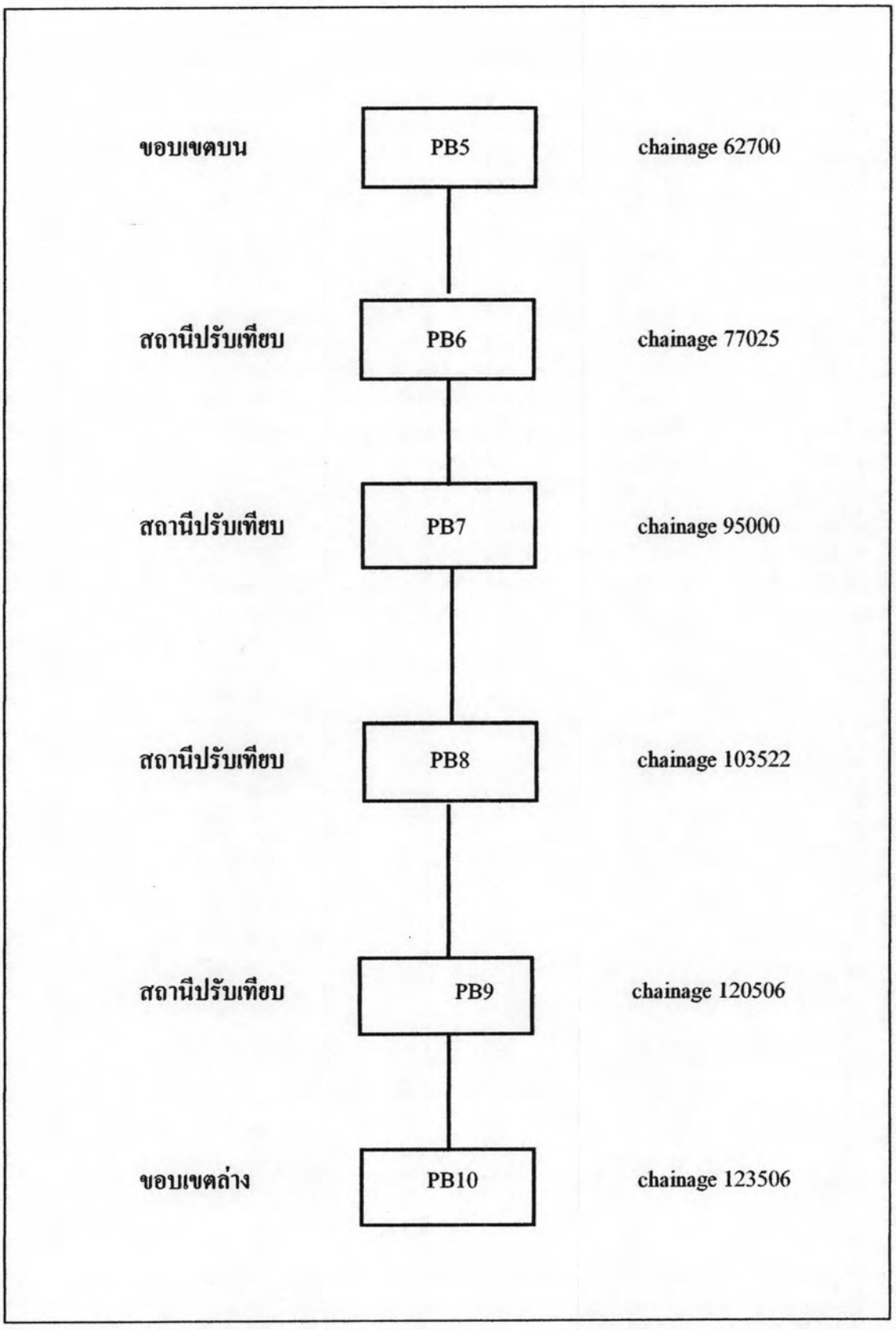
ในการศึกษานี้เลือกศึกษาแบบจำลองคุณภาพน้ำในระดับที่ 2 (level 2) ประกอบด้วยกระบวนการเติมอากาศ กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ กระบวนการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างพื้นน้ำและตะกอน ดังนั้นการคำนวณของแบบจำลองจึงมีทั้งการคำนวณสมดุลออกซิเจน (Oxygen balance) จากกระบวนการเติมอากาศและกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์และสมดุลของบีโอดี (BOD balance) จากกระบวนการตกตะกอนและการกลับขึ้นมาแขวนลอยของตะกอน (resuspension) โดยค่าที่ต้องกำหนดและค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องปรับเทียบมีทั้งหมด 8 ค่า ได้แก่ ค่าละติจูดที่ตั้งของแม่น้ำ สัมประสิทธิ์การย่อยสลาย (K_d) มีหน่วยเป็น day^{-1} ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (P_{max}) และอัตราการหายใจของสัตว์และพืชที่ $20^{\circ}C$ (R_{20}) มีหน่วยเป็น g $O_2/m^2/day$ ปริมาณสารอินทรีย์ที่กลับขึ้นมาแขวนลอยใหม่ ($g/m^2/day$) อัตราการตกตะกอนของสารอินทรีย์ (m/day) ปริมาณออกซิเจนที่ตะกอนต้องการ (sediment oxygen demand ; SOD) มีหน่วยเป็น $g/m^2/day$ และสมการการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ

- การปรับเทียบแบบจำลอง

เมื่อสร้างอนุกรมของคุณภาพน้ำ กำหนดขอบเขต และค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ แล้ว พร้อมกับนำเข้าผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ได้แก่ อนุกรมปริมาณน้ำและระดับน้ำ สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning'n) และผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองการแพร่กระจาย ได้แก่ แฟคเตอร์การแพร่กระจาย (dispersion factor ; f) ให้เริ่มดำเนินการคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย อนุกรมของอุณหภูมิน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าความสกปรกในรูปของบีโอดีของแม่น้ำเพชรบุรีที่หน้าตัดต่าง ๆ ของลำน้ำทั้งแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและล่าง จากนั้นนำผลที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง โดยมีขั้นตอนการปรับเทียบดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.10 ขอบเขตและสถานีปรับเทียบสำหรับแบบจำลองคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน



ภาพที่ 4.11 ขอบเขตและสถานีปรับเทียบสำหรับแบบจำลองคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง

(ก) กำหนดละติจูดที่ตั้งของแม่น้ำเพชรบุรี โดยกำหนดให้แม่น้ำเพชรบุรีตอนบนมีค่าเท่ากับ 12.5 และแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเท่ากับ 13.0 เพื่อเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิน้ำระหว่างแบบจำลองและค่าที่ตรวจวัดได้

(ข) ปรับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลาย ค่าการกลับขึ้นมาแขวนลอยใหม่ของสารอินทรีย์ และอัตราการตกตะกอนของสารอินทรีย์เพื่อปรับค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี โดยให้ค่าความสกปรกในรูปบีโอดีที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้จากสถานีปรับเทียบต่าง ๆ

(ค) ปรับค่าผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (P_{max}) และอัตราการหายใจที่ 20°C เพื่อให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองเหมาะสมกับค่าที่ตรวจวัดจริง ในขั้นตอนนี้เลือกปรับเฉพาะในสถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่คุณภาพน้ำดีหรือมีการปนเปื้อนน้อยที่สุด ในที่นี้เลือกสถานีห้วยผาก (PB2) และสถานีวัดลาด (PB7) เป็นสถานีปรับเทียบของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง ตามลำดับ

(ง) ปรับค่าความต้องการออกซิเจนของตะกอน (SOD) เพื่อให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่สำรวจได้จากสถานีปรับเทียบต่าง ๆ

(จ) เลือกสมการการคำนวณค่าคงที่การเติมอากาศที่มีเงื่อนไขสอดคล้องกับความเร็วของกระแสน้ำและความลึกของน้ำ โดยนำปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้

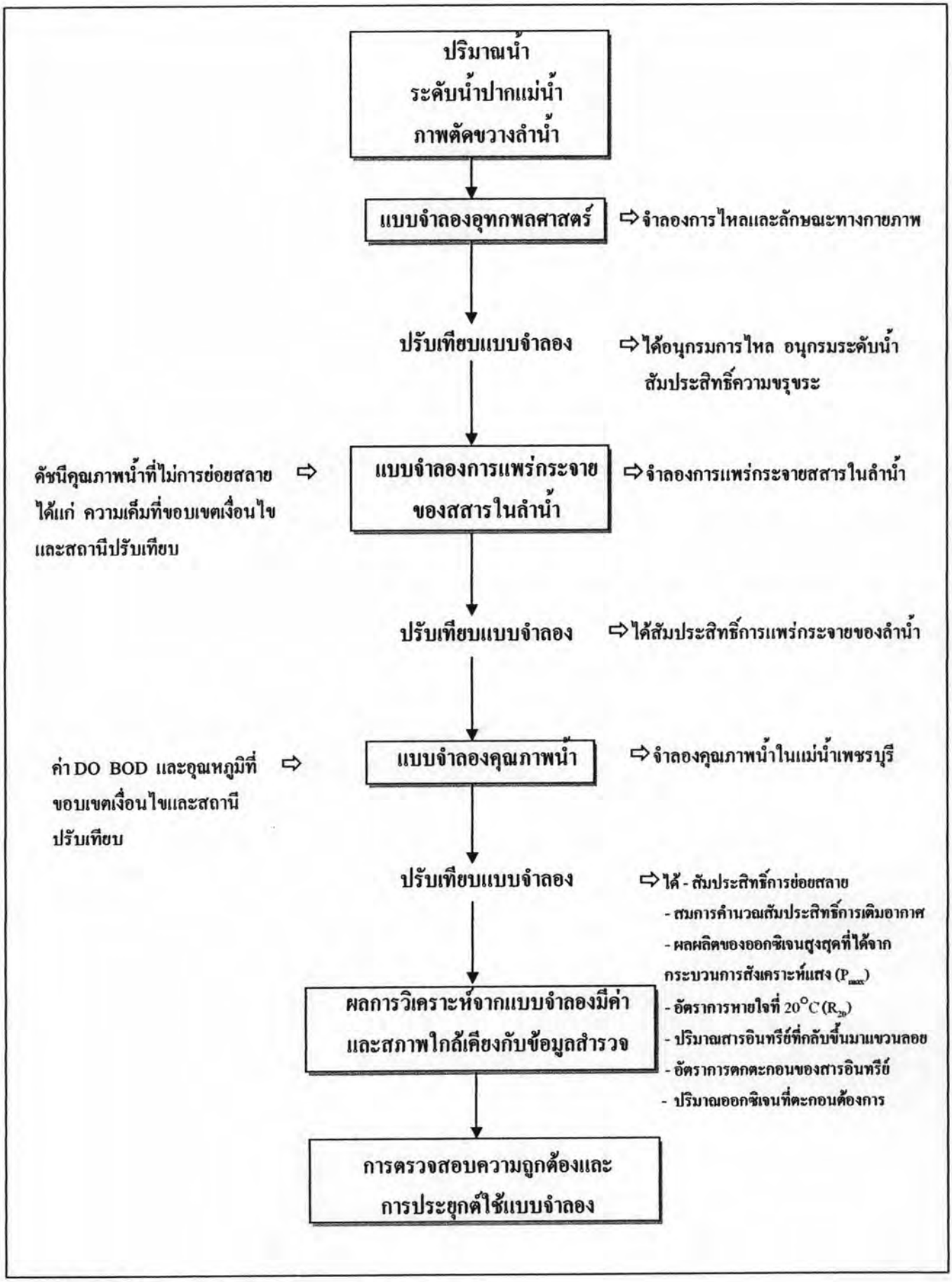
- ผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ

เมื่อทำการปรับเทียบแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้คือ ค่าละติจูดที่ตั้งของแม่น้ำ สัมประสิทธิ์การย่อยสลาย (K_d) ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (P_{max}) อัตราการหายใจที่ 20°C (R_{20}) ปริมาณสารอินทรีย์ที่กลับขึ้นมาแขวนลอย อัตราการตกตะกอนของสารอินทรีย์ ปริมาณออกซิเจนที่ตะกอนต้องการ สมการการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ และคุณภาพน้ำที่ระยะทางต่าง ๆ ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดแสดงในภาพที่ 4.12

(2) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นขั้นตอนการนำค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองมาใช้กับข้อมูลอีกชุดหนึ่งที่อยู่คนละช่วงเวลากับการปรับเทียบ เพื่อทดสอบความใกล้เคียงระหว่างผลที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

- แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE11 HD – Hydrodynamics) มีขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง MIKE11

- การสร้างอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำและระดับน้ำ

นำข้อมูลปริมาณน้ำรายวันที่ระบายออกจากเขื่อนแก่งกระจาน ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขา ได้แก่ ห้วยผากและห้วยแม่ประจันต์ที่ไหลลงสู่แม่น้ำเพชรบุรี ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนเพชร ข้อมูลระดับน้ำรายวันที่เหนือเขื่อนเพชร ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีบ้านแหลม และข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีสองพี่น้อง (B3) และสถานีท่ายาง (B10) ในช่วงฤดูแล้งระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2549 – 28 กุมภาพันธ์ 2550 มาสร้างเป็นอนุกรมเวลา

- การกำหนดขอบเขตของลำน้ำ

ใช้ขอบเขตของลำน้ำเช่นเดียวกับในขั้นตอนการปรับเทียบ โดยแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนกำหนดให้ขอบเขตบนอยู่ที่ท้ายเขื่อนแก่งกระจาน อ.แก่งกระจาน ขอบเขตล่างอยู่ที่เหนือเขื่อนเพชร อ.ท่ายาง และตำแหน่งของน้ำที่ไหลเข้าด้านข้าง (lateral inflow) ในที่นี้คือ ห้วยผากและห้วยแม่ประจันต์ แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างมีขอบเขตบนอยู่ที่ท้ายเขื่อนเพชรและขอบเขตล่างอยู่ที่ปากแม่น้ำเพชรบุรี อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี

- การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

นำลักษณะทางกายภาพซึ่งประกอบด้วยโครงข่ายของลำน้ำและหน้าตัดลำน้ำ อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำและระดับน้ำเข้าสู่แบบจำลอง เพื่อคำนวณผลโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดจริงที่สถานีสองพี่น้อง (B3) และสถานีท่ายาง (B10)

- แบบจำลองการพาและการแพร่กระจาย (MIKE11 AD-Advection-Dispersion) มีขั้นตอนในการตรวจสอบความถูกต้องดังต่อไปนี้

- การสร้างอนุกรมเวลาของความเค็มและกำหนดขอบเขต

นำข้อมูลความเค็มรายชั่วโมงของสถานี PB9- PB10 ในช่วงวันที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2550 มาสร้างเป็นอนุกรมเวลา พร้อมกำหนดให้ PB5 และ PB10 เป็นขอบเขตบนและล่างของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง สถานีปรับเทียบของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ได้แก่ PB9 เช่นเดียวกับขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง

- การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

นำผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ได้แก่ ลักษณะการไหลของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่างในรูปของอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำและระดับน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์แมนนิ่ง และอนุกรมความเค็ม เข้าสู่แบบจำลองเพื่อคำนวณลักษณะการแพร่กระจายโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายและแฟกเตอร์การแพร่กระจายที่ได้จากขั้นตอนการปรับเทียบ และนำผลการคำนวณความเค็มที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าความเค็มของสถานีปรับเทียบ PB9

- แบบจำลองคุณภาพน้ำ (MIKE11 WQ ECOLab)

- การสร้างอนุกรมเวลาของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความสกปรกในรูปของบีโอดี และอุณหภูมิน้ำและการกำหนดขอบเขต

นำค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความสกปรกในรูปของบีโอดี และอุณหภูมิน้ำรายวันในช่วงระหว่างวันที่ 21-25 มกราคม พ.ศ. 2550 ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ PB1-PB10 มาสร้างอนุกรมเวลา พร้อมกำหนดให้ PB1เป็นขอบเขตบนและ PB4 เป็นขอบเขตล่างของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน และให้ PB5 และ PB10 เป็นขอบเขตบนและล่างของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง สถานีปรับเทียบของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน ได้แก่ สถานี PB2 และ PB3 และสถานีปรับเทียบของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง ได้แก่ PB6 PB7 PB8 และ PB9 อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำเสียและความสกปรกในรูปของบีโอดีที่ถูกระบายจากจุดปล่อยทิ้งน้ำเสียต่าง ๆ ทั้งในแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่างใช้อนุกรมเวลาเดียวกับขั้นตอนในการปรับเทียบ จากนั้นทำการเพิ่มจุดปล่อยทิ้งน้ำเสียดังกล่าวลงในขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น

- การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

นำผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และแบบจำลองการแพร่กระจาย ได้แก่ ลักษณะการไหลของน้ำในรูปของปริมาณน้ำและระดับน้ำ สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย แฟกเตอร์การแพร่กระจาย และข้อมูลคุณภาพน้ำข้างต้นเข้าสู่แบบจำลอง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลาย (K_d) สมการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (P_{max}) อัตราการหายใจของสัตว์และพืชที่ 20°C (R_{20}) ปริมาณสารอินทรีย์ที่กลับขึ้นมาแขวนลอยใหม่ อัตราการตกตะกอนของสารอินทรีย์ และปริมาณความต้องการออกซิเจนของตะกอนที่ได้จากขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง และนำผลที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดจริงจากสถานี PB2 และ PB3 ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน และสถานี PB6 PB7 PB8 และ PB9 ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง

- การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อตรวจสอบผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปรับเทียบแล้วกับผลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในการศึกษานี้คือ Root Mean Square Error (RMSE) ซึ่งใช้ในการพิจารณาความคลาดเคลื่อนระหว่างผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองและผลจากการตรวจวัดจริง ซึ่งสมการในการคำนวณค่า RMSE ได้แก่

$$\text{RMSE} = \left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(Q_{obs,i} - Q_{sim,i}\right)^2\right]^{1/2}$$

โดยที่ $Q_{obs,i}$ = ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด

$Q_{sim,i}$ = ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ

N = จำนวนข้อมูล

(3) การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ขั้นตอนการประยุกต์ใช้แบบจำลองเป็นการนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องแล้วมาใช้ในการคาดการณ์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งในการศึกษานี้จะเน้นเฉพาะการคาดการณ์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร การลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม และการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพิ่มเติมในปี พ.ศ. 2560 2570 และ 2580 โดยให้สถานการณ์ในปี พ.ศ. 2560 เป็นตัวแทนของสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในระยะใกล้ ส่วนปี พ.ศ. 2570 เป็นตัวแทนของสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในระยะปานกลาง และปี พ.ศ. 2580 เป็นตัวแทนของสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในระยะยาว

การประยุกต์ใช้แบบจำลองยังคงแบ่งแม่น้ำเพชรบุรีเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แม่น้ำเพชรบุรีตอนบนและตอนล่าง เช่นเดียวกับในขั้นตอนการปรับเทียบและการตรวจสอบแบบจำลอง โดยกำหนดให้จำนวนประชากรมีการเปลี่ยนแปลงตามอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรรายตำบล ดังแสดงในตารางที่ 3.7 พื้นที่เกษตรกรรมไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยจะใช้พื้นที่เกษตรกรรมในตารางที่ 3.8 เป็นข้อมูลฐาน เนื่องจากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดเพชรบุรี พบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2546 – 2549 พื้นที่การปลูกพืชไร่และข้าวไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนโรงงานอุตสาหกรรม ในพื้นที่บริเวณแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนมีเพียง 1 แห่งที่ตำบลหนองหญ้าปล้อง อ.หนองหญ้าปล้อง และพื้นที่บริเวณแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างมีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กกระจายอยู่ในทุกอำเภอ มีเพียงเขตตำบลบ้านแหลม อ.บ้านแหลมเท่านั้นที่มีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่จำนวน 2 แห่ง ซึ่งปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีในปริมาณมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่อื่น ๆ (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดเพชรบุรี, 2550) ประกอบกับเขตพื้นที่ศึกษาอยู่นอกเขตการส่งเสริมอุตสาหกรรมของจังหวัดเพชรบุรีและโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือระดับครัวเรือนเท่านั้น ดังนั้นในการกำหนดสถานการณ์จึงกำหนดให้ปริมาณน้ำเสียจากอุตสาหกรรมมีค่าคงที่ตลอด การกำหนดพื้นที่สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนอ้างอิงตามกรมควบคุมมลพิษ (2549) ที่มีการวางแผนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่วิกฤต ได้แก่ เขตเทศบาล ดังนั้นการกำหนดสถานการณ์ในการศึกษานี้จึงกำหนดให้สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในเขตเทศบาลตำบลทั้งสามแห่ง คือ เทศบาลตำบลท่ายาง เทศบาลตำบลบ้านลาด และเทศบาลตำบลบ้านแหลม และนอกจากนี้ยังกำหนดให้สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในพื้นที่ ๆ มีค่าความสกปรกของน้ำเสียที่ถูกทิ้งลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีมากและส่งผลให้ค่าความสกปรกในรูปบีโอดีที่ตรวจวัดได้จากแม่น้ำเพชรบุรีมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน

คุณภาพน้ำผิวดินมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ได้แก่ ตำบลแก่งกระจานและตำบลสองพี่น้อง อ.แก่งกระจาน พื้นที่ ๆ ติดกับห้วยแม่ประจันต์ (ต.วังไคร้ ต.วังจันทร์ ต.พุสวรรค์ ต.หนองหญ้าปล้อง ต.ยางน้ำกลัดใต้ และ ต.ท่าตะคร้อ) และตำบลบ้านหม้อและตำบลต้นมะม่วง อ.เมืองเพชรบุรี ซึ่งสถานการณ์ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำมีทั้งหมด 126 สถานการณ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- แม่น้ำเพชรบุรีตอนบน
  - กรณีที่ 1 ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพิ่มเติม

กำหนดให้มีจำนวนประชากรเป็นไปตามอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในตารางที่ 3.7 ในปี พ.ศ. 2560 2570 และ 2580 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเสียจากเกษตรกรรมมีการเปลี่ยนแปลง 6 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2550) และมีปริมาณน้ำเสียลดลงร้อยละ 10-50 และกำหนดให้ปริมาณน้ำเสียจากอุตสาหกรรมไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2550) คิดเป็นสถานการณ์ทั้งหมด 18 สถานการณ์

  - กรณีที่ 2 มีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพิ่มเติม

กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและปริมาณน้ำเสียจากเกษตรกรรมเป็นเช่นเดียวกับในกรณีที่ 1 แต่มีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพิ่มเติมใน 3 รูปแบบ ในกรณีที่ 2 นี้มีทั้งสิ้น 54 สถานการณ์ ได้แก่

- รูปแบบที่ 1 สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่รวบรวมและบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ตำบลแก่งกระจานและสองพี่น้อง อ.แก่งกระจาน (18 สถานการณ์)
- รูปแบบที่ 2 สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่รวบรวมและบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ติดห้วยแม่ประจันต์ (18 สถานการณ์)
- รูปแบบที่ 3 สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนทั้งในพื้นที่ตำบลแก่งกระจานและสองพี่น้อง อ.แก่งกระจานและพื้นที่ติดห้วยแม่ประจันต์ (18 สถานการณ์)

- แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง
  - กรณีที่ 1 ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพิ่มเติม

กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและปริมาณน้ำเสียจากเกษตรกรรมเป็นเช่นเดียวกับสถานการณ์ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน ในกรณีที่ 1 มีสถานการณ์ทั้งหมด 18 สถานการณ์

  - กรณีที่ 2 มีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพิ่มเติม

กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและปริมาณน้ำเสียจากเกษตรกรรมเป็นเช่นเดียวกับในกรณีที่ 1 แต่มีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพิ่มเติมใน 2 รูปแบบ ในกรณีที่ 2 นี้มีทั้งสิ้น 36 สถานการณ์ ได้แก่

- รูปแบบที่ 1 สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่รวบรวมและบำบัดน้ำเสียในเทศบาลตำบลท่ายาง บ้านลาดและบ้านแหลม (18 สถานการณ์)

- รูปแบบที่ 2 สร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่รวบรวมและบำบัดน้ำเสียในเทศบาลตำบลท่ายาง บ้านลาดและบ้านแหลมและพื้นที่ชุมชนหนาแน่นของอำเภอเมืองเพชรบุรี ได้แก่ ตำบลบ้านหม้อและต้นมะม่วง (18 สถานการณ์)

4.2.4 การจัดทำแผนจัดการคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำเพชรบุรี

นำผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการทำแผนจัดการคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำเพชรบุรีโดยใช้การวางแผนโครงการแบบ ZOPP ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน แล้วนำปัญหาที่ได้มาสร้างเป็นต้นไม้ปัญหาด้วยวิธีการ Problem Tree Analysis จากนั้นนำสาเหตุและผลกระทบที่วิเคราะห์ได้จากขั้นตอนการสร้างต้นไม้ปัญหามากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ในการแก้ไขหรือลดผลกระทบของปัญหานั้น ๆ ด้วยวิธีการ Objective Tree Analysis เมื่อได้วัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาแล้ว วัตถุประสงค์ดังกล่าวจะถูกกำหนดเป็นยุทธศาสตร์ที่ประกอบด้วยมาตรการต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ไขหรือลดปัญหาคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำเพชรบุรี ซึ่งในแต่ละมาตรการจะประกอบด้วยตัวชี้วัดความสำเร็จและตัวอย่างของโครงการที่ควรปฏิบัติเพื่อแก้ไขหรือลดปัญหาคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำเพชรบุรีในอนาคต