บทที่ 4

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา

4.1 วัสดุและอุปกรณ์

4.1.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MIKE 11

ฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ที่โปรแกรมนี้ต้องการ คือ

1.) micro computer ที่ใช้ภาษา pascal

2.) RAM อย่างน้อย 512 Kbytes

3.) hard disk อย่างน้อย 10 Mbytes

4.) printer อย่างน้อย 80 character width (for graphic)

5.) Math - coprocessor (8087)

4.1.2. อุปกรณ์ออกภาคสนาม

1.) เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler)

2.) DO meter รุ่น OXI 96 ของ WESSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE WERKSTATTEN G.M.B.H. (WTW)

3.) ขวดเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง polyethylene สำหรับบรรจุน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าบีโอดี

4.) ขวดเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาค่า fecal coliform bacteria ซึ่งเป็นขวดแก้ว 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผ่านการล้างให้สะอาด ว่าหรืออบให้แห้ง ปิดฝาจุกให้สนิทแล้วหุ้มด้วยกระดาษอลูมิเนียมตั้งแต่ฝาขวดจนถึงคอขวดสำหรับจับตอนเปิดหรือบรรจุลงกระป๋องโลหะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อน โดยก่อนนำขวดเก็บตัวอย่างน้ำไปใช้ ต้องกำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งปนเปื้อน โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

5.) ถังแช่น้ำตัวอย่าง เพื่อเก็บรักษาตัวอย่างน้ำไม่ให้เกิดปฏิกริยาต่าง ๆ ที่มีผลต่อพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ศึกษาหรือเกิดปฏิกริยาน้อยที่สุดระหว่างการขนส่งก่อนนำมาวิเคราะห์

6.) น้ำกลั่น เพื่อใช้ในการล้างหัววัด DO Meter (DO Probe)

4.1.3 อุปกรณ์สำหรับทดลองหาค่า บีโอดี

1) ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิกรัม

2.) กระบอกตวง

3.) บิวเรต

4.) ปิเปต

5.) เครื่องเป่าอากาศ (aerator)

6.) อินคิวเบเตอร์ 20 องศาเซลเซียส (Incubator)

4.1.4. อุปกรณ์สำหรับการหาค่า fecal coliform bacteria

1.) หลอดแก้วทดลอง (test tube) ขนาด 20x150 มิลลิเมตรพร้อมฝาครอบอลูมิเนียม

2.) หลอดหมัก (Durham tube) ขนาด 6x50 มิลลิเมตร

3.) ปิเปตต์ขนาด 1 และ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

4.) ตะเกียงแอลกอฮอล์หรือตะเกียงแก๊ส

5.) ตู้อบเพาะเชื้อ (Incubator)

6.) ตู้นึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)

7.) อาหารเหลวแลคโทสบรอธ (Lactose Broth) และอาหารเลี้ยงเชื้ออีซีมีเดียม (EC medium)

4.2 วิธีดำเนินการศึกษา

4.2.1. รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

1.) ข้อมูลลักษณะกายภาพของลำน้ำ (ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ) จำนวน 68 หน้าตัด ทุก 1 กิโลเมตร (โดยความอนุเคราะห์ของ ศ.ดร.สุภัทท์ วงษ์วิเศษสมจัย สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2538)

2.) ข้อมูลอุทกวิทยา

(2.1) ปริมาณน้ำ (DISCHARGE)

- สถานีวัดน้ำ (K.11,K11A) ท้ายเขื่อนวชิราลงกรณ์ อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี
  ระหว่างปี พ.ศ. 2535 - มิถุนายน พ.ศ. 2540 โดยกรมชลประทาน

(2.2) ระดับน้ำ (WATER LEVEL)

- ระดับน้ำขึ้น ลง รายชั่วโมง (K2B) ที่วัดศรัทธาธรรม อ.เมือง จ.สมุทรสงคราม
  ระหว่างปี พ.ศ. 2535 - มกราคม พ.ศ. 2541 โดยกรมเจ้าท่า
- ระดับน้ำรายชั่วโมงและสามชั่วโมง ที่สถานีวัดน้ำ (K2B) อ.เมือง จ.ราชบุรี
  ระหว่างปี พ.ศ. 2535 - มกราคม พ.ศ. 2541 โดยกรมชลประทาน

3.) ข้อมูลแหล่งกำเนิดน้ำเสีย (ซึ่งจะกล่าวต่อไปในบทที่ 5 การคำนวณปริมาณน้ำเสีย)

4.) ข้อมูลคุณภาพน้ำ (ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างในขั้นตอนต่อไป)

4.2.2. เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

- ตัวอย่างน้ำในแม่น้ำโดยทำการเก็บในช่วงวันที่ 5 ถึง 22 มิถุนายน พ.ศ. 2540 เพื่อนำมาปรับเทียบแบบจำลองและช่วงวันที่ 23 - 27 มกราคม พ.ศ.2541 เพื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยในการเก็บตัวอย่างทำการเก็บติดต่อกันทุกวัน วันละ 1 ครั้ง โดยการเก็บใช้เวลาใกล้เคียงกันในทุกจุดของแต่ละวัน โดยมีจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 7 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 ท่าเรือเจ็ดเสมียน อ.โพธาราม จ.ราชบุรี (MK7)
จุดที่ 2 สะพานโพธาราม อ.โพธาราม จ.ราชบุรี (MK8)
จุดที่ 3 สะพานเฉลิมพระเกียรติบรมราชินี อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี (MK9)
จุดที่ 4 สะพานเฉลิมพระเกียรติ ร.9 อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี (MK10)
จุดที่ 5 สะพานจันทรุเบกษา อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี (MK11)
จุดที่ 6 สะพานท่าเรือ อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี (MK12)
จุดที่ 7 ท้ายเขื่อนวชิราลงกรณ์ อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี (MK13)

หมายเหตุ ในการวิเคราะห์ออกซิเจนละลาย บีโอดีและอุณหภูมิ จะทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 7 จุด ส่วนตัวอย่างฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเก็บเฉพาะจุดที่ 1,3,4,6 และ 7 เนื่องจากเป็นตัวแทนของจุดที่มีการปล่อยน้ำเสียของชุมชนทั้งที่หนาแน่นและเบาบาง

- ตัวอย่างน้ำทิ้งชุมชนเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยทำการเก็บน้ำทิ้งจากชุมชนจากท่อระบายน้ำทิ้งของเทศบาลทั้ง 3 เทศบาล ที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำแม่กลองตอนบน ได้แก่ เทศบาลตำบลท่าเรือพระแท่น เทศบาลเมืองบ้านโป่งและเทศบาลตำบลเมืองโพธาราม เพื่อนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าว มาคำนวณปริมาณภาระฟีคัลโคลิฟอร์มที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำ โดยทำการศึกษาในวันที่ 19 , 23 , 26 และ 27 มกราคม พ.ศ.2541

1.) วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำของพารามิเตอร์ที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงวิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง

พารามิเตอร์	วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง
1 ออกซิเจนละลาย (DO)	วิเคราะห์ภาคสนามทันที
2. บีโอดี (BOD)	เก็บตัวอย่างน้ำด้วย Water sampler ที่จุดกึ่งกลางแม่น้ำและจุดกึ่งกลางความลึก นำตัวอย่างน้ำใส่ขวดพลาสติกประมาณ 1 ลิตร แล้วนำมาแช่ในถังแช่น้ำแข็ง ไม่เกิน 24 - 48 ชั่วโมง แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
3.ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (fecal coliform bacteria)	เก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางแม่น้ำและที่ระดับความลึกใกล้ผิวน้ำนั้นประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร โดยถ่ายน้ำตัวอย่างลงในขวดแก้ว ประมาณสี่ส่วนในห้าส่วนของขวดและเก็บรักษาในขวดแก้วที่มีความจุประมาณ 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมปิดฝาจุกให้สนิทแล้วหุ้มด้วยกระดาษอลูมิเนียมตั้งแต่ฝาขวดถึงคอขวดสำหรับจับตอนเปิดหรือบรรจุลงในกระป๋องโลหะเพื่อกันการปนเปื้อนแล้วนำมาแช่น้ำแข็ง และวิเคราะห์ภายใน 30 ชั่วโมงหลังเก็บตัวอย่างน้ำ

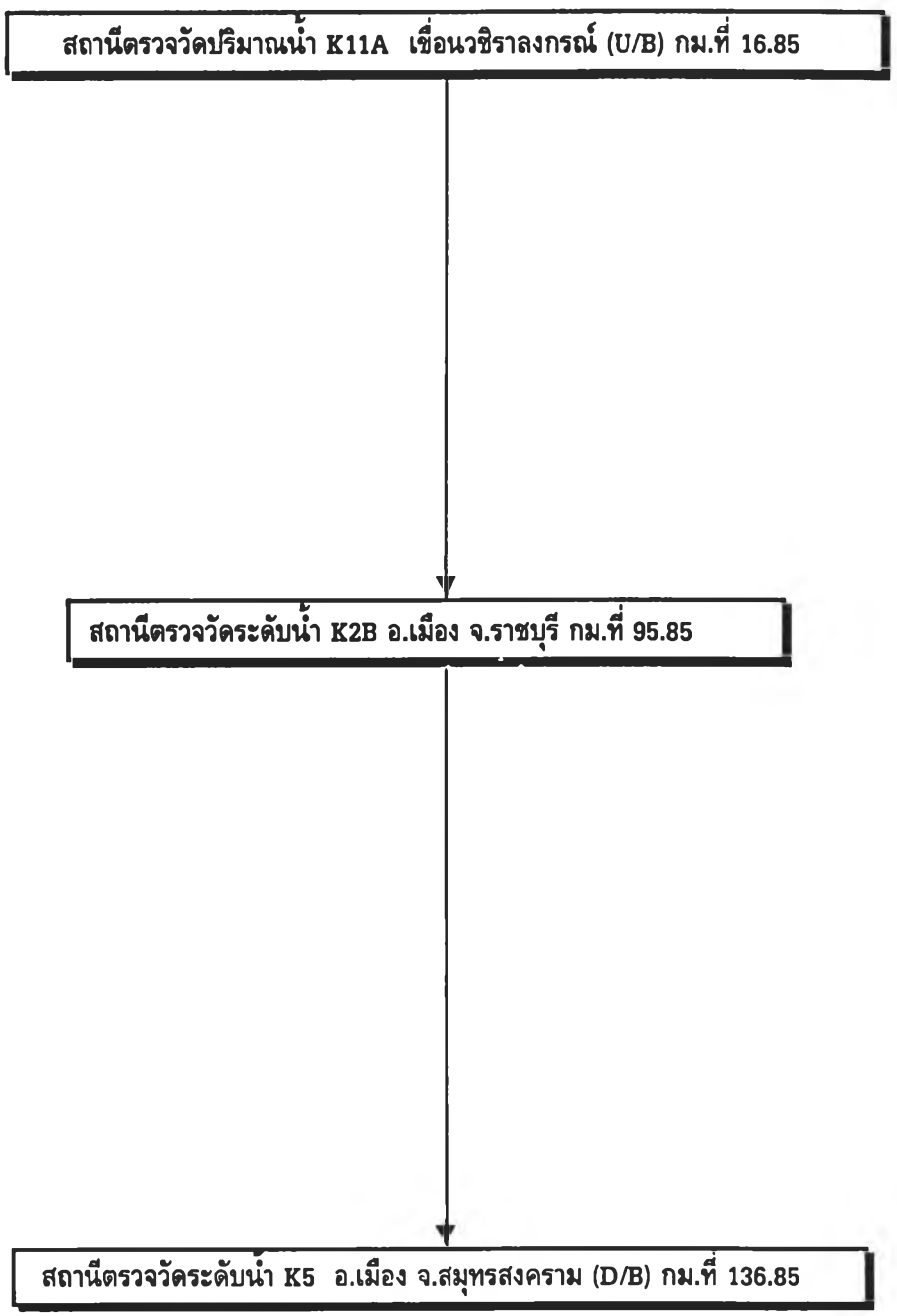
2.) วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ศึกษา

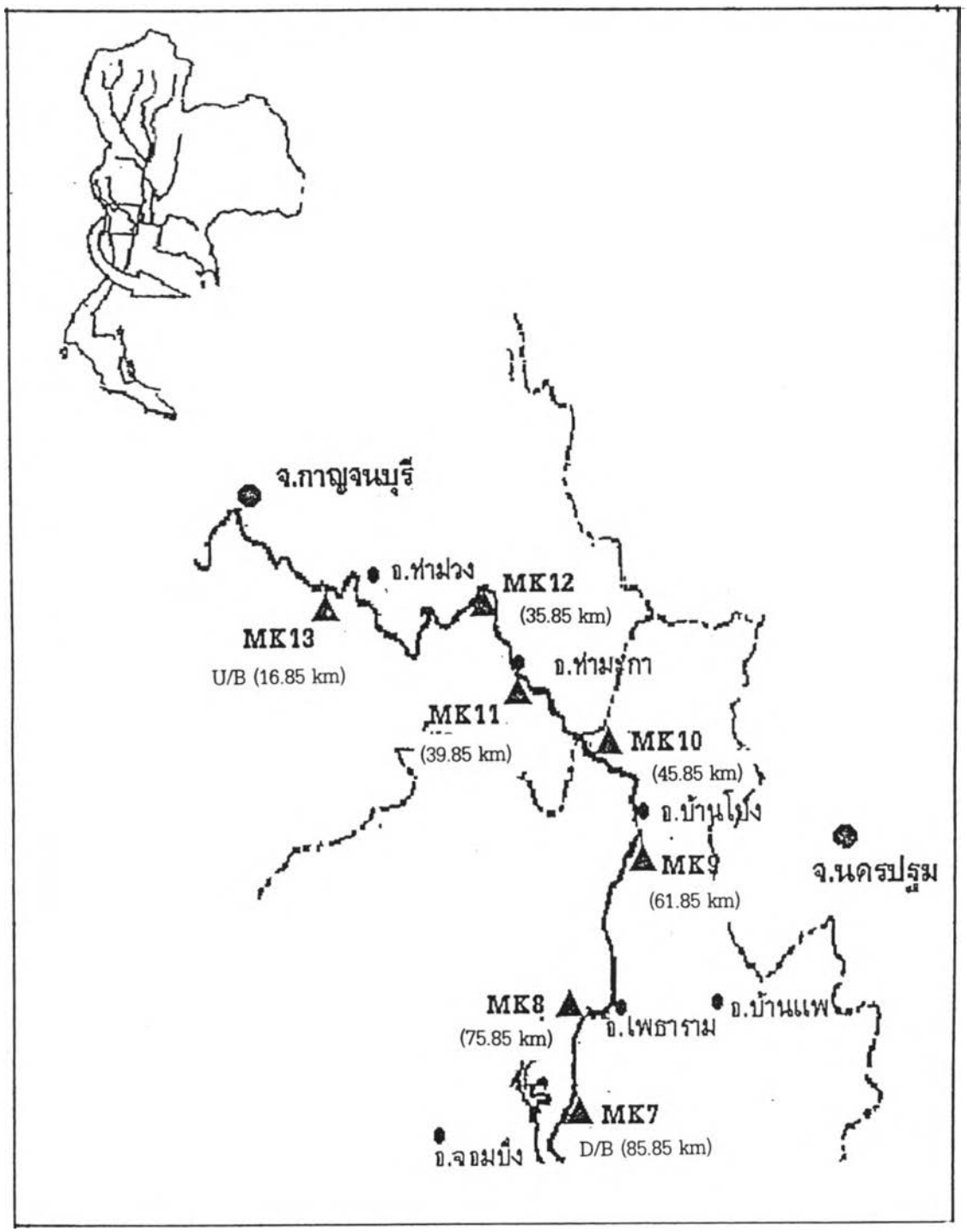
พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. ออกซิเจนละลาย (DO)	DO meter
2. บีโอดี (BOD)	Azide Modification
3. ฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform bacteria)	Multiple Tube Fermentation Technique

* หมายเหตุ

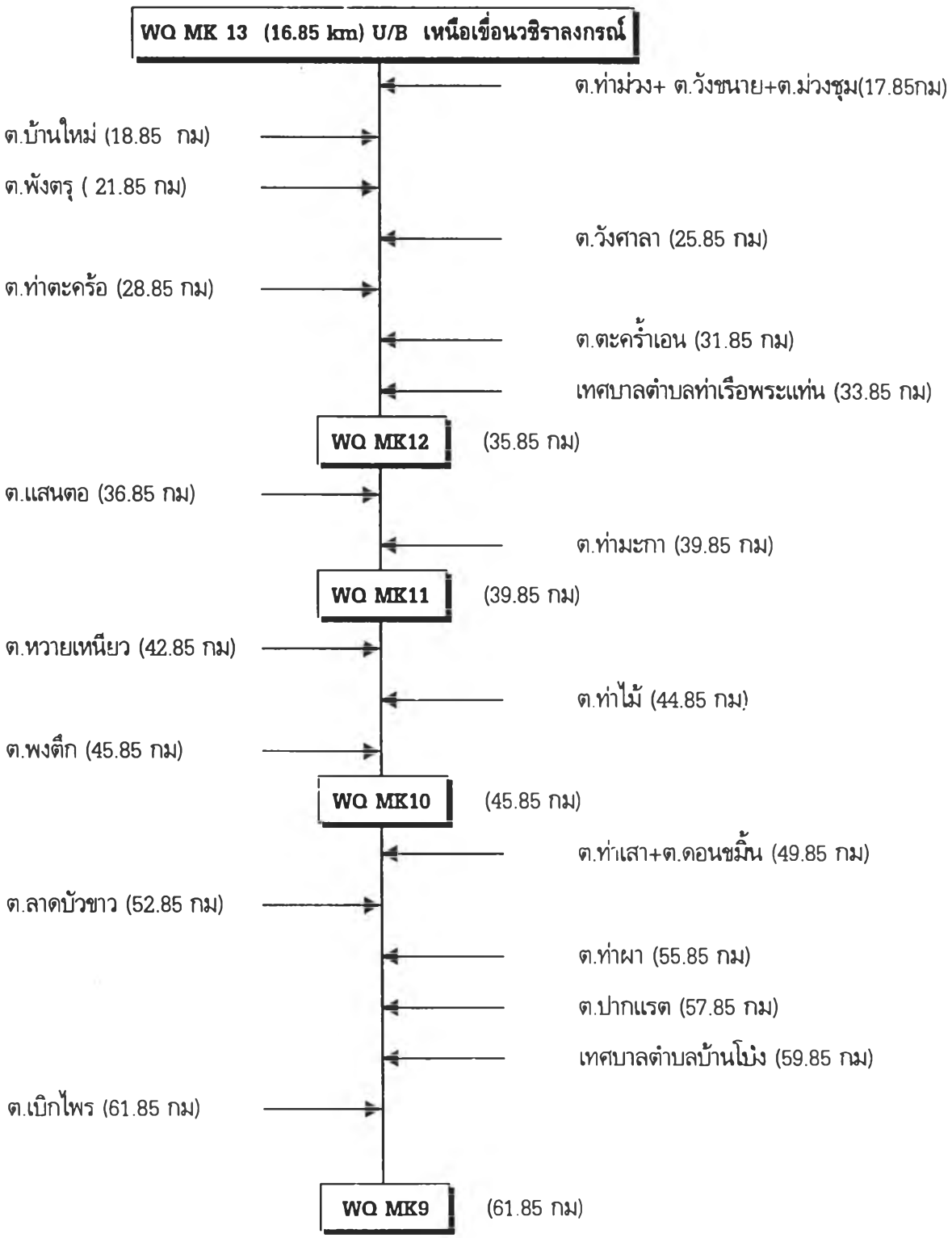
1. การวิเคราะห์ปริมาณ fecal coliform bacteria ได้ส่งตัวอย่างให้ ส่วนวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณะสุข เป็นผู้วิเคราะห์
2. เนื่องจากวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เป็นวิธีมาตรฐาน ดังนั้น วิธีวิเคราะห์อย่างละเอียดจะแสดงในภาคผนวก



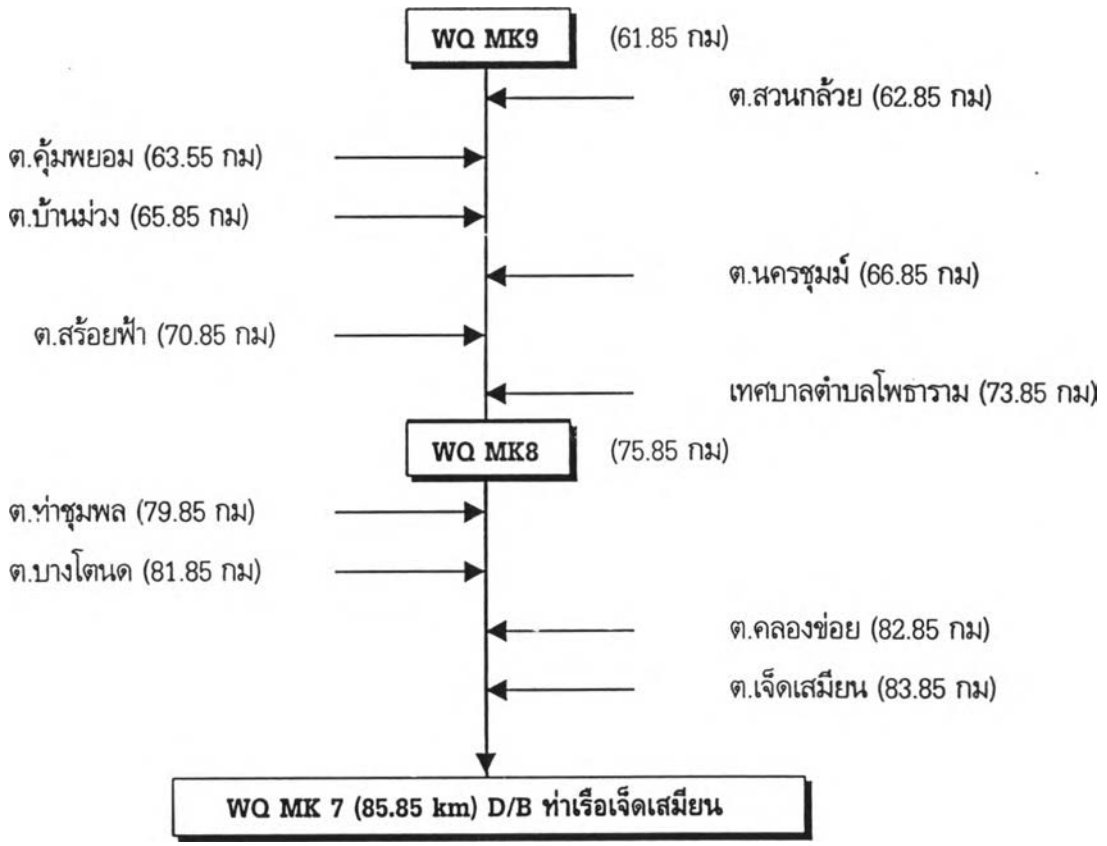
รูปที่ 4.1 แผนผังสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำและระดับน้ำของแม่น้ำแม่กลอง



รูปที่ 4.2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ



รูปที่ 4.3 แผนผังสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำและตำแหน่งจุดทิ้งน้ำเสียของแม่น้ำแม่กลอง



รูปที่ 4.3 แผนผังสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำและตำแหน่งจุดทิ้งน้ำเสียของแม่น้ำแม่กลอง (ต่อ)

4.2.3. นำข้อมูลที่ได้มาป้อนลงในแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ซึ่งในการคำนวณคุณภาพน้ำนั้นจะต้องผ่านการคำนวณรวม 3 แบบจำลอง ดังนี้

1.) Hydrodynamic Model โดยในแบบจำลองนี้ข้อมูลที่นำมาใช้ คือ

- รูปร่างของแม่น้ำ (coordinate) และรูปหน้าตัดลำน้ำ (cross section)
- ปริมาณน้ำของแม่น้ำแม่กลองที่จุดต้นน้ำ (ท้ายเขื่อนวชิราลงกรณ์)
- ระดับน้ำที่จุดท้ายน้ำ (วัดศรัทธาธรรม)
- ปริมาณน้ำที่ปล่อยลงด้านข้างของแม่น้ำ (lateral inflow)

2.) Transport Dispersion Model โดยในแบบจำลองนี้ข้อมูลที่นำมาใช้ คือ

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณใน Hydrodynamic Model
- ข้อมูลฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (fecal coliform bacteria)

3.) Water Quality Model โดยในแบบจำลองนี้ข้อมูลที่นำมาใช้ คือ

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณใน Hydrodynamic Model และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion coefficient) จากการคำนวณใน Transport Dispersion Model
- พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลาย บีโอดีและอุณหภูมิ

4.2.4. วิธีการและขั้นตอนในการใส่ข้อมูลของแต่ละแบบจำลอง มีดังนี้

1.) Hydrodynamic Model เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณลักษณะการไหลโดยมีขั้นตอนในการใส่ข้อมูลและคำนวณ ดังนี้

(1.) จำลองรูปร่างของแม่น้ำ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1.1) นำข้อมูลภาพตัดขวางของลำน้ำมาใส่ในแบบจำลอง โดยรูปแบบของข้อมูลที่ใส่เป็นข้อมูลความลึกตามความกว้างของหน้าตัดแม่น้ำ (X,Z) รวมทั้งพิกัดของแต่ละหน้าตัดลำน้ำ (coordinate)

(1.2) กำหนดขอบเขตของแม่น้ำ โดยกำหนดให้จุดต้นน้ำเป็นจุดที่มีกิโลเมตรน้อยกว่าจุดท้ายน้ำ และจุดที่เป็นตัวกำหนดขอบเขตของต้นน้ำและท้ายน้ำจะต้องมีหน้าตัดลำน้ำที่จุดนั้น ๆ โดยในการศึกษาครั้งนี้มีจุดต้นน้ำอยู่ที่เหนือเขื่อนวชิราลงกรณ์ อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี (กิโลเมตรที่ 16.85) และจุดท้ายน้ำ คือ ปากแม่น้ำแม่กลอง อ.เมือง จ.สมุทรสงคราม (กิโลเมตรที่ 136.85)

(2.) ใส่ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำ (Discharge) และระดับน้ำ (Water level)

(2.1) ข้อมูลปริมาณการไหล (อนุกรมเวลาของปริมาณการไหล) ของน้ำรายวันที่จุดต้นน้ำ และข้อมูลระดับน้ำ (อนุกรมเวลาของระดับน้ำ) รายชั่วโมงที่จุดท้ายน้ำ เนื่องจากท้ายน้ำได้รับผลกระทบจาก

อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง จึงต้องการข้อมูลอย่างละเอียดในการจำลองสภาพการไหลที่ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลดังกล่าว

(2.2) ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำที่ไหลเข้าด้านข้างของลำน้ำ (lateral inflow) โดยข้อมูลที่ใส่เป็น ข้อมูลปริมาณการไหลเข้าของน้ำต่อหน่วยเวลา (อนุกรมเวลาของปริมาณการไหล)

(2.3) กำหนดขอบเขตของแม่น้ำ โดยกำหนดเป็น chainage (กิโลเมตร) ของจุดต้นน้ำและท้ายน้ำ รวมถึงกำหนดตำแหน่งที่มีปริมาณการไหลของน้ำที่เข้าด้านข้าง

(3.) กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Roughness coefficient) เพื่อจำลองสภาพท้องน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อระดับน้ำ อัตราการไหลและความเร็วของการไหลในแต่ละหน้าตัดลำน้ำ

(4.) คำนวณลักษณะการไหลของน้ำในแม่น้ำ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นโดยในการคำนวณจำเป็นต้องกำหนด timestep (Δt) ซึ่งก็คือ ระยะเวลาที่น้ำเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (computational element) ในการคำนวณเพื่อจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องจากการคำนวณ โดยค่า Δt นี้สามารถคำนวณได้จากสูตรของ Courant criteria ดังนี้

$$Cr = \frac{v + \sqrt{gd}}{\Delta x} \Delta t \leq 10 - 20$$

โดยที่ Cr = Courant number

V = ความเร็วเฉลี่ยของหน้าตัด (ม./วินาที)

d = ความลึกการไหลเฉลี่ย (ม.)

Δt = Time step (นาที)

Δx = Space step (ม.)

2.) Transport Dispersion Model สามารถวิเคราะห์การแพร่กระจายของมลพิษสำหรับพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ไม่มีการย่อยสลายหรือมีการย่อยสลายขั้นแรก (first order decay) ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นข้อมูลคุณภาพน้ำที่มีการย่อยสลายขั้นแรก โดยมีรายละเอียดในการคำนวณดังนี้

(1.) ใส่ข้อมูลปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์ม ในรูปของอนุกรมเวลาของความเข้มข้น

(2.) กำหนดค่าพารามิเตอร์ ใน Transport Dispersion data

(2.1) กำหนด component number ของคุณภาพน้ำที่ใช้และหน่วยของคุณภาพน้ำนั้น ๆ เพื่อสื่อสารให้แบบจำลองรับรู้ว่า component number ใดแทนพารามิเตอร์คุณภาพน้ำตัวใด

(2.2) กำหนดสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion coefficient) และ ค่าคงที่การย่อยสลาย (Decay constant)

(2.3) กำหนดลักษณะของท้ายน้ำ ในกรณีที่ศึกษานี้เป็นแม่น้ำซึ่งมีลักษณะเป็นทางน้ำเปิด ดังนั้นจึงต้องกำหนด open boundary ที่ท้ายน้ำ

(3.) ป้อนข้อมูลภาระฟีคัลโคลิฟอร์ม (อนุกรมเวลาของความเข้มข้นกับปริมาณการไหลของน้ำทิ้ง) ที่ได้จากการคำนวน ซึ่งเป็นค่าคงที่ของแต่ละวันในช่วงที่ศึกษา

(4.) กำหนดค่าขอบเขตของฟีคัลโคลิฟอร์มที่จุดต้นน้ำและท้ายน้ำ รวมทั้งจุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจากโคลิฟอร์มลงมาในแม่น้ำ

(5.) คำนวณค่าของฟีคัลโคลิฟอร์มตลอดลำน้ำ โดยอาศัยอนุกรมเวลาของปริมาณการไหลและอนุกรมเวลาของระดับน้ำจากผลการคำนวณใน HD Model โดยในการคำนวณต้องกำหนดค่า timestep (Δt) ซึ่งใน TD Model นี้จะคำนวณ Δt ได้จาก

$$Cr,K = V\Delta t / \Delta x < 1$$

ในกรณีของฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (fecal coliform bacteria) นั้นเป็นพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่มีการย่อยสลายขั้นแรก โดยมีการปรับค่า Decay constant เพิ่มขึ้นมาจากค่า Dispersion coefficient และในการกำหนดขอบเขตของแม่น้ำระหว่างจุดต้นน้ำและท้ายน้ำจะต้องมี fecal coliform load และปริมาณการไหลของน้ำทิ้งตามระยะกิโลเมตรที่มีการทิ้งของ fecal coliform bacteria ตลอดลำน้ำ

3.) Water Quality Model

เป็นแบบจำลองที่สามารถคำนวณพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและปฏิกริยาทางชีวะ ซึ่งในการคำนวณจะต้องคำนวณควบคู่ไปกับ TD Model โดยมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

(1.) ใส่ข้อมูลคุณภาพน้ำที่จะพิจารณา โดยในงานวิจัยนี้คือ ค่าออกซิเจนละลาย บีโอดีและอุณหภูมิ ซึ่งใส่ข้อมูลในรูปของอนุกรมเวลาของความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย บีโอดีและอุณหภูมิ กับปริมาณการไหลของน้ำทิ้ง

(2.) กำหนด Water Quality data โดยประกอบด้วยพารามิเตอร์ ดังนี้

(2.1) Temperature

(2.2) Oxygen process

(2.3) Biochemical Oxygen Demand

(3.) กำหนดขอบเขตของคุณภาพน้ำที่จุดต้นน้ำและท้ายน้ำรวมทั้งจุดที่มีการปล่อยมลพิษ (BOD load) ของบีโอดี ระหว่างจุดต้นน้ำและท้ายน้ำ ทั้งจากน้ำทิ้งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมและฟาร์มปศุสัตว์

(4.) คำนวณค่าของคุณภาพน้ำ โดยอาศัยอนุกรมเวลาของปริมาณการไหลและอนุกรมเวลาของระดับน้ำจาก HD Model และค่าสัมประสิทธิ์ที่ผ่านการปรับเทียบแล้วใน TD Model และสัมประสิทธิ์ที่กำหนดขึ้นโดยวิธี trial and error ใน Water Quality data

4.2.5. ปรับเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดจริงโดยผลของการปรับเทียบค่าทั้งสองจะต้องใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งในการปรับเทียบในแต่ละแบบจำลองนั้นจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้เฉพาะสำหรับแต่ละแบบจำลอง ดังมีรายละเอียด ดังนี้

1.) Hydrodynamic Model จะต้องทำการปรับค่าความเสียดทานของท้องน้ำ (Bed resistance) ซึ่งมีทั้งสิ้น 2 ค่าให้เลือก คือ

- Manning' number
- Chezy coefficient

โดยในการวิจัยครั้งนี้เลือกที่จะปรับค่า Manning' n โดยหน้าตัดที่ทำการปรับเทียบ คือ สถานี K.2B อ.เมือง จ.ราชบุรี ซึ่งต้องวัดในช่วงเวลาเดียวกัน

* หมายเหตุ ในการปรับเทียบแบบจำลอง Hydrodynamic Model นั้นจะทำการปรับเทียบที่จุดเดียว คือ K2B (กิโลเมตรที่ 96.85) เนื่องจาก สถานีวัดระดับน้ำของแม่น้ำแม่กลองมีเพียงสถานีเดียวระหว่างจุดต้นน้ำและจุดท้ายน้ำ

2.) Transport - Dispersion Model จะต้องทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของมลสารในลำน้ำ (Dispersion coefficient) และ ค่าคงที่การย่อยสลาย (Decay constant) ซึ่งได้มาจากการคำนวณพารามิเตอร์ฟีคัลโคลิฟอร์ม โดยสถานีที่ใช้ในการปรับเทียบ คือ สถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ MK9 , MK10และMK12 (ดังแสดงในข้อ 3.2.2)

3.) Water Quality Model จะต้องทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ดังนี้

- สัมประสิทธิ์การเติมอากาศ
- สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ 20 องศาเซลเซียส
- อัตราการหายใจที่ 20 องศาเซลเซียส
- ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง

4.2.6. ตรวจสอบ (Verification) ค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจริง โดยทำการเก็บตัวอย่างอีกครั้งในช่วงวันที่ 23 -27 มกราคม พ.ศ.2541 และนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าออกซิเจนละลาย บีโอดี อุณหภูมิและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใส่ในแบบจำลองตามลำดับดังนี้

1.) HD Model

(1.)เปลี่ยนข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำที่ใช้ให้เป็นช่วงเวลาที่จะทำการตรวจสอบ (มกราคม พ.ศ.2541)

(2.)ใส่ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (lateral inflow) ได้จากการคำนวณในช่วงเวลาที่วิเคราะห์

(3.)คำนวณ HD Model โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning' n) ค่าเดียวกับที่ใช้ในการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ที่ผ่านการปรับเทียบแล้ว

2.) TD Model

(1.)เปลี่ยนข้อมูลอนุกรมเวลาของความเข้มข้นของฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียให้เป็นช่วงเวลาที่จะทำการตรวจสอบ

(2.)คำนวณปริมาณภาระฟีคัลโคลิฟอร์มในช่วงเวลาที่ทำการปรับเทียบแล้วใส่ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกับที่ทำการปรับเทียบ

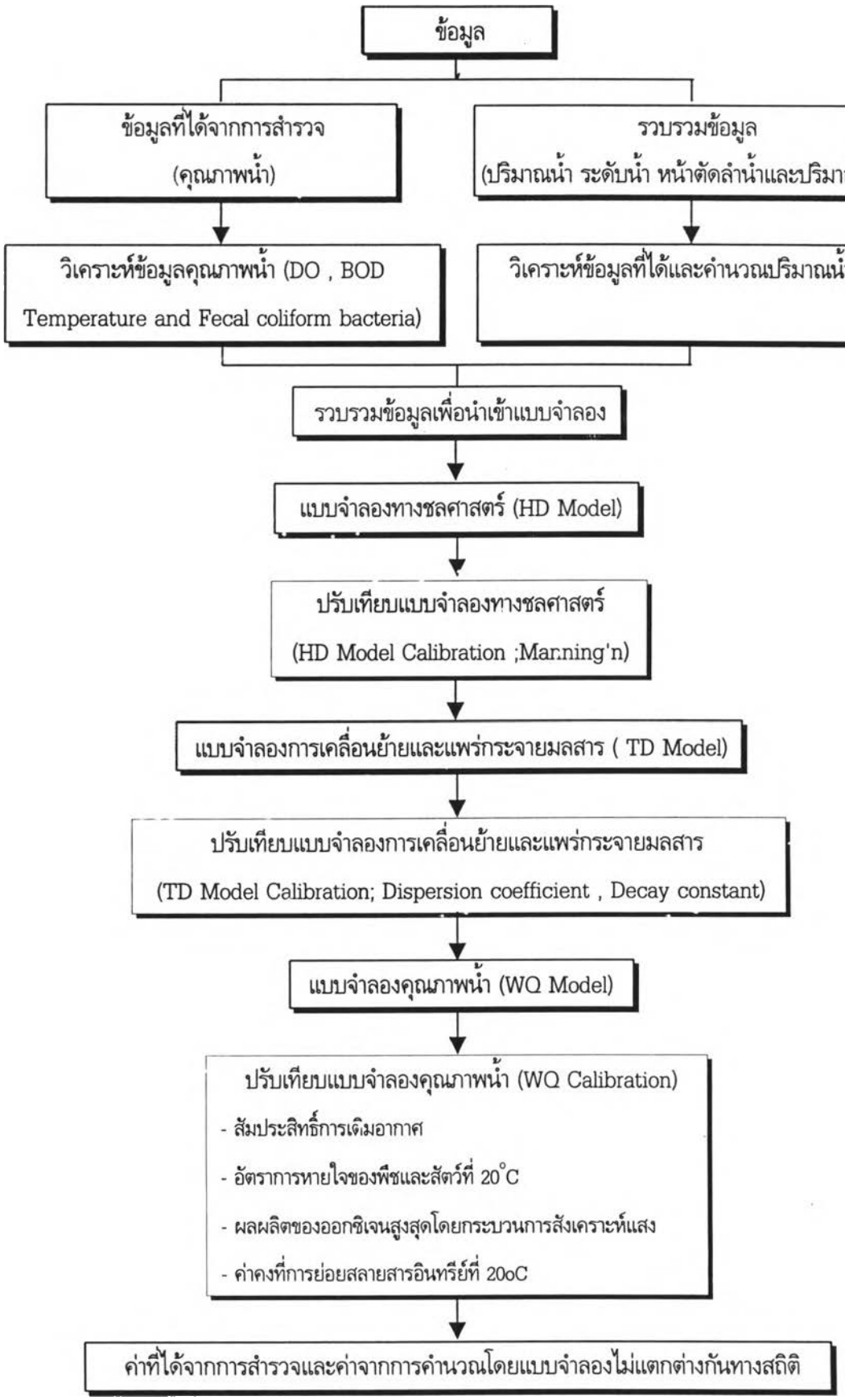
(3.)คำนวณ TD Model โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายมลสาร และ ค่าคงที่การย่อยสลาย (first order decay) เดียวกับที่ใช้ในการปรับเทียบ และใช้ผลการคำนวณ HD Model ของช่วงที่ทำการตรวจสอบ

3.) WQ Model

(1.)เปลี่ยนข้อมูลอนุกรมเวลาของความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย บีโอดีและอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงเวลาที่จะทำการตรวจสอบ

(2.)คำนวณปริมาณภาระบีโอดีของน้ำทิ้งในช่วงที่ทำการตรวจสอบ แล้วใส่ข้อมูลช่วงเวลาเดียวกับที่ทำการปรับเทียบคำนวณ WQ Model โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์คุณภาพน้ำเดียวกับที่ใช้ในการปรับเทียบ

เปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองและผลที่ได้จากการทดสอบโดยใช้สถิติวิเคราะห์ t - test, สถิติตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Root Mean Square Error ; RMSE) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Correlation) บนโปรแกรมสำเร็จรูป SAS



รูปที่ 4.4 แผนผังแสดงขั้นตอนในการคำนวณและปรับเทียบแบบจำลอง MIKE11