บทที่ 4

วิธีการดำเนินการศึกษา

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 อุปกรณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SMS (Surface Water Modeling System) เวอร์ชัน 8.1 เพื่อใช้เป็นแบบจำลองอุทกศาสตร์ (ใช้แบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 ซึ่งเป็น module หนึ่งของโปรแกรม SMS)
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ WASP (Water Quality Analysis Simulation Program) เวอร์ชัน 7.0 เพื่อใช้เป็นแบบจำลองคุณภาพน้ำ

4.1.2 อุปกรณ์ออกภาคสนาม

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)
2. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนละลาย (DO meter)
3. ขวดเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง
4. ถังแช่น้ำตัวอย่าง
5. น้ำกลั่น เพื่อล้างหัววัด DO (DO probe)
6. แผนที่ภูมิประเทศ มาตรส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

4.1.3 อุปกรณ์สำหรับหาค่า BOD

1. ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร
2. สารเคมีที่ใช้สำหรับหาปริมาณออกซิเจนละลาย
3. เครื่องเป่าอากาศ
4. ตู้อินคิวเบต (incubator) สำหรับบ่มเชื้อที่ 20 องศาเซลเซียส

4.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน
   1.1 ข้อมูลลักษณะกายภาพของลำน้ำ
   - ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ (cross section)

1.2 ข้อมูลอุทกวิทยา จากสถานีวัดน้ำกรมชลประทาน

- ระดับน้ำ (water level)
- อัตราการไหล (flow rate)

1.3 ข้อมูลคุณภาพน้ำ จากสถานีตรวจคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ

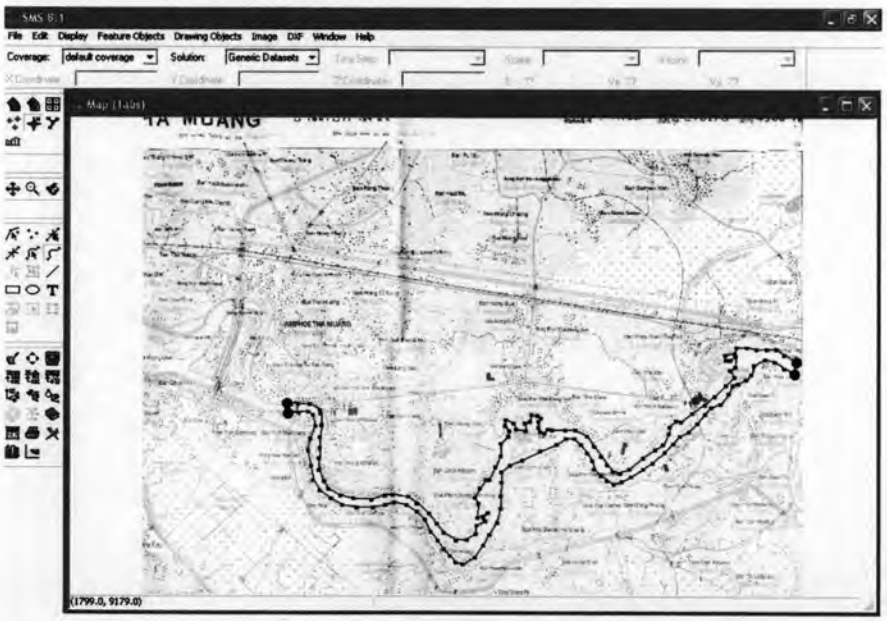
1.4 ข้อมูลแหล่งกำเนิดน้ำเสีย

1.5 แผนที่ภูมิประเทศ มาตรส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร เพื่อใช้ในการออกเก็บข้อมูลภาคสนาม และใช้ในแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2

2. ป้อนข้อมูลลงในแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 เพื่อคำนวณค่าความเร็วของลำน้ำ โดยการนำเข้าข้อมูลสู่แบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 สามารถทำได้ดังนี้

2.1 นำเข้าข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ

เป็นการบอกให้แบบจำลองรู้ถึงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำที่ทำการศึกษา โดยการนำเข้าแผนที่ของพื้นที่ศึกษาในรูปแบบ digital image หรืออาจใช้ภาพถ่ายทางอากาศก็ได้ จากนั้นสร้างเส้นเพื่อเป็นตัวแทนขอบเขตของลำน้ำ (creating feature arcs) โดยการลากเส้น (feature arcs) เชื่อมจุดตลอดฝั่งลำน้ำทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวารวมทั้งลากเส้นเชื่อมชายฝั่งด้านซ้ายและชายฝั่งด้านขวาบริเวณที่เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการจำลอง ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การนำเข้าข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ

2.2 ใช้คำสั่ง Map -> 2D Mesh

เนื่องจากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 จะทำการแก้สมการโดยการใช้เทคนิค finite element จึงต้องทำการแบ่งลำน้ำให้เป็น elements ย่อยๆ โดยการใช้คำสั่ง Map -> 2D Mesh ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่าง element ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน

2.3 กำหนดเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition)

เป็นการนำเข้าข้อมูลอัตราการไหลและระดับน้ำ ที่จุดเริ่มต้นของลำน้ำ (upstream) และจุดสิ้นสุดของลำน้ำ ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3

โดยข้อมูลอัตราการไหลที่นำเข้าแบบจำลองในการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลเฉลี่ย ซึ่งส่งผลให้ค่าความเร็วของกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลองมีลักษณะเป็นการไหลแบบคงที่ (steady state flow) เนื่องจากข้อมูลอัตราการไหลที่รวบรวมได้ไม่ละเอียดพอที่จะทำการจำลองแบบ dynamic และอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำการจำลองการไหลคงที่ คือ ในการนำข้อมูลความเร็วของกระแสน้ำที่ได้มาเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP นั้น แบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ไม่สามารถรับข้อมูลความเร็วของกระแสน้ำแบบ dynamic ได้ จึงทำการจำลองความเร็วของกระแสน้ำในลักษณะการไหลแบบคงที่

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการกำหนด boundary condition สำหรับแม่น้ำแม่กลองตอนบน

2.4 กำหนดคุณสมบัติของลำน้ำ (material properties)

เป็นการใส่ข้อมูลคุณสมบัติของลำน้ำ โดยค่าที่ต้องทำการกำหนด ได้แก่ ค่า eddy viscosity และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning

2.5 บันทึกข้อมูลและใช้คำสั่งประมวลผล (save & run)

เป็นการสั่งให้แบบจำลองทำการประมวลผล โดยก่อนทำการประมวลผลต้องทำการบันทึกข้อมูลก่อน จากนั้นใช้คำสั่ง RMA2 -> Run RMA2 เพื่อประมวลผล ซึ่งแบบจำลองจะทำการคำนวณค่าความเร็วของกระแสน้ำในแนวแกน x และแกน y และค่าความลึกของลำน้ำ

3. นำข้อมูลที่ทำการรวบรวมได้จากข้อ 1 และผลที่ได้จากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 (ค่าความเร็วของกระแสน้ำในแนวแกน x และค่าความลึกของน้ำ) ป้อนลงในโปรแกรมจำลองคุณภาพน้ำ WASP7.0 เพื่อคำนวณค่าคุณภาพน้ำ พารามิเตอร์ที่ต้องการคำนวณได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลาย และ ค่า BOD โดยการนำเข้าข้อมูลสู่โปรแกรมจำลองคุณภาพน้ำ WASP7.0 สามารถทำได้ดังนี้

3.1 การแบ่ง Segments

3.1.1 ชื่อ Segments

การแบ่งลำน้ำแม่กลองออกเป็น Segments ย่อยๆ ต้องมีการใส่ชื่อของแต่ละ Segments ลงในแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้แบ่ง Segments ของลำน้ำออกเป็น 70 Segments ได้แก่ MK1 ถึง MK 70

3.1.2 ปริมาตรแต่ละ segments

ปริมาตรของแต่ละ segments จะคิดคำนวณจากสูตรหาปริมาตร คือ ความกว้างของลำน้ำ คูณความลึกเฉลี่ยของลำน้ำ และคูณความยาวของลำน้ำ จะได้ปริมาตรในแต่ละ segments

3.1.3 Velocity Multiplier & Depth

เป็นการใส่ค่าความเร็วของน้ำในแต่ละ segment โดยความความเร็วน้ำได้จากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2

3.1.4 Segments Type

Segments Type ในแบบจำลอง WASP7.0 แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ซึ่งจะต้องป้อนข้อมูลเพื่อระบุ Segments Type ในแต่ละ Segments ให้ตรงกับพารามิเตอร์คุณภาพน้ำต้องการให้แบบจำลอง WASP7.0 ทำการคำนวณ เนื่องจากมีความเกี่ยวเนื่องกัน ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ Segments Type ของทุก Segments ที่ได้แบ่งไว้เป็น Surface Water Segment ซึ่งรายละเอียดของ Segments Type แต่ละชนิด มีดังนี้ คือ

3.1.4.1 Surface Water Segment ใช้ในกรณีที่การคำนวณเลือกพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่มีความสัมพันธ์กับการเติมอากาศในแต่ละ Segments

3.1.4.2 Sub-Surface Water Segment ใช้ในกรณีที่การคำนวณเลือกพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ไม่มีความสัมพันธ์กับการเติมอากาศในแต่ละ Segments

3.1.4.3 Surface Benthic Segment ใช้ในกรณีที่ Segments นั้นๆ เป็น Surficial Benthic

3.1.4.4 Sub-Surface Benthic Segment ใช้ในกรณีที่ Segment นั้นๆ เป็น Segment ที่อยู่ใต้ชั้น Surficial Benthic

3.2 การป้อนข้อมูล

3.2.1 Input Parameterization เป็นการใส่ข้อมูลทั่วไปที่ต้องการให้แบบจำลองคำนวณ คือ

1) Data Set Name เป็นการกำหนดชื่อของข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดชื่อว่า Maeklong River นอกจากนี้ยังมีช่องว่างให้ผู้ป้อนข้อมูลใส่รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการได้ตามความต้องการ

2) Model Type ในแบบจำลอง WASP7.0 แบ่งออกเป็น 6 ชนิด คือ Eutrophication, Simple Toxicants, Non-Ionizing Toxicants, Organic Toxicants, Mercury และ Heat ซึ่งได้กำหนดให้แบบจำลองคำนวณแบบ Eutrophication

3) Restart Option ในแบบจำลอง WASP7.0 ผู้ใช้สามารถใช้ Restart file ระหว่างที่แบบจำลองกำลังประมวลผล (Model Run) ซึ่งโปรแกรมจะหยุดทำงานชั่วขณะหนึ่ง (Snap-shot) เมื่อการคำนวณสิ้นสุด โดย Restart Option มีให้เลือก 3 ลักษณะ คือ

- No Restart File แบบจำลองจะไม่ทำการ Restart File
- Create Restart File แบบจำลองจะมีการ Restart File ในส่วนของปริมาตรท้ายสุด และความเข้มข้นของแต่ละ Segments ในแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำที่เลือก
- Create/Read Restart File แบบจำลองจะมีการ Restart File ในส่วนของปริมาตรเริ่มต้น และความเข้มข้นของแต่ละ Segments ก่อนทำการ Create Restart File

4) Date and Time เป็นการระบุวันที่และเวลาเริ่มต้นการคำนวณ ซึ่งจะเทียบเท่ากับเวลา t_0 ของการคำนวณ

5) Hydrodynamic แบบจำลองมีการไหล 3 ลักษณะ ให้เลือกคำนวณ ซึ่งใน 2 แบบแรก (Net Flow และ Gross Flow) จะเป็นการคำนวณการเปลี่ยนแปลงมวลระหว่าง Segments ที่มีการไหล 2 ทิศทางในแนวราบ ใน Segments ที่ติดกัน ส่วนในแบบที่ 3 จะใช้คำนวณ ในลักษณะ 3 มิติ แบบ Net Transport

3.2.2 Systems เป็นการใส่ข้อมูลเฉพาะของระบบ

3.2.2.1 Systems Data เป็นการเลือกพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่จะใช้ในการคำนวณ ซึ่งมี 3 ทางเลือก คือ

- Simulated พารามิเตอร์ที่เลือก option นี้แบบจำลองจะทำการคำนวณในทุกๆ สูตรที่เกี่ยวข้องกับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่เลือกในทุกๆ time step
- Constant เป็นการเลือกให้แบบจำลองคำนวณค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่เลือกให้เป็นค่าคงที่ของระบบ เป็นการศึกษาผลกระทบระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ โดยให้พารามิเตอร์ที่กำหนดเป็นค่าคงที่
- Bypassed เป็นการสั่งให้แบบจำลองไม่คำนวณในพารามิเตอร์คุณภาพน้ำในส่วนที่เลือก

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษาในพารามิเตอร์ค่า BOD จึงกำหนดให้เป็นส่วนที่ Simulated ส่วนในพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เหลือเลือก Bypassed

3.2.2.2 Dispersion/Flow Bypass เป็นการกำหนดให้ในแต่ละ State Variable มีผลจาก Dispersion หรือ Flow

3.2.2.3 Density เป็นค่า Density ในสภาพเริ่มต้นการคำนวณ ในหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3)

3.2.2.4 Maximum Concentration เป็นส่วนของความเข้มข้นสูงสุดที่กำหนดในแต่ละพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ แบบจำลองจะทำการคำนวณค่าความเข้มข้นจนถึงระดับความเข้มข้นที่กำหนดจะสิ้นสุดการคำนวณ

3.2.2.5 Boundary/Load Scale & Conversion Factor เป็นการกำหนดในกรณีที่ต้องการให้แบบจำลองคำนวณผลจากการเกิดมลพิษ หรือ Boundary Condition ที่เกิดจากการเพิ่มหรือลดปริมาณภาระมลพิษ (Loads) ลงสู่ระบบ เช่น หากต้องการดูผลจากการเพิ่ม Loads เป็น 2 เท่า ให้ตั้งค่า Scale factor เป็น 2 แทนการใส่ข้อมูลเพิ่ม

3.2.3 Segmentation Screen เป็นการกำหนดจำนวน ปริมาตร ค่าดัชนีสิ่งแวดล้อม และความเข้มข้นของสาร (Constituent Concentration) ของแต่ละ Segments ที่มีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่เลือก

3.2.3.1 Segment Definition เป็นการใส่ข้อมูล Geometry Information ในแต่ละ Segments

- Segment Naming Conversion ใส่ชื่อของ Segments ตามความต้องการของผู้ป้อนข้อมูล และความเหมาะสมของโครงการที่ศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งแม่น้ำแม่กลองออกเป็น 70 Segments

- Volume ปริมาตรของแต่ละ Segments ในหน่วย ลูกบาศก์เมตร (m^3)

- Water Velocity/Depth เป็นการใส่ข้อมูลเกี่ยวกับความเร็วและความลึกของลำน้ำ

- Bottom Segment ในการศึกษาครั้งนี้ในแต่ละ Segments ไม่ได้มีการแบ่ง Segments ในแนวดิ่ง ค่า Bottom Segment จึงกำหนดอยู่ที่ None

3.2.3.2 Segment Environmental Parameter เป็นการป้อนข้อมูล Environmental Parameter ที่จะนำมาพิจารณาในการคำนวณ เช่น ค่าอุณหภูมิ ความเร็วของลำน้ำ ค่า pH เป็นต้น จะเป็นการใส่เพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์นั้นใน Segments ถัดไป

3.2.3.3 Initial Concentration ผู้ป้อนข้อมูลต้องใส่ค่า Initial Condition ของค่า BOD ในแต่ละ Segments

3.2.3.4 Fraction Dissolved เป็นค่า Fraction Dissolved เริ่มต้นของการคำนวณในแต่ละ Segments ซึ่งในค่า BOD กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.0

3.2.4 Segment Parameter Scale Factors เป็นส่วนต่อเนื่องที่กำหนดไว้ใน Scale Factor ในการคำนวณกำหนดให้ Scale Factors มีค่าเท่ากับ 1.0 จึงใส่ค่า Segment Parameter ที่เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน

3.2.5 Dispersion ในส่วนนี้ประกอบด้วย 4 ตาราง ในกรณีที่เลือกคำนวณ Surface Water Toxicant จะต้องเลือก Water Column Dispersion เป็น Preprocessor หรือกำหนดตัวเลขของ Exchange Field เท่ากับ 1.0

3.2.5.1 Exchange Fields เป็นตารางแรกที่อยู่ทางบนซ้ายของ Screen ในส่วนนี้ผู้ป้อนข้อมูลต้องเลือก Types of Exchange ซึ่งมี 2 ชนิด

- Surface Water Exchange เป็นการศึกษาในส่วนที่เป็น Surface Water
- Pore Water Exchange เป็นการศึกษาในส่วนที่เป็น Bed

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ชนิดแรก คือ Surface Water Exchange

3.2.5.2 Dispersion Function ในแต่ละ Exchange Field จะสามารถกำหนด Exchange Function ได้ 10 Exchange Function และในแต่ละค่าจะมีให้กำหนดค่า Exchange Segment แต่ละคู่ และจะเชื่อมโยงกับ Dispersion Time Function

- Segment Pairs เป็นการใส่ค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่าง Segments
- Cross Sectional Area เป็นการกำหนดพื้นที่หน้าตัดในแต่ละค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion Coefficients) ที่เกี่ยวเนื่องกับพื้นที่ที่จะเกิดการผสมกัน ซึ่งเป็นส่วนของพื้นที่สัมผัสในแนวดิ่งใน Segment Pairs ที่ติดกันที่มีการเปลี่ยนแปลง
- Characteristic Mixing Length เป็นระยะทางที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย

3.2.5.3 Dispersion Time Function เป็นการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายระหว่าง Segment ที่ติดกัน

3.2.6 Flows ชนิดของการไหลมี 6 ชนิด คือ

- Surface Water Flow
- Pore Water
- Solid Transport 1
- Solid Transport 2
- Solid Transport 3
- Evaporation / Precipitation

3.2.6.1 Flow Function

- Segment Flow เป็นการกำหนดค่าการไหลของแต่ละ Segment

- Fraction of Flow เป็นการใส่ค่า Fraction of The Flow ที่เคลื่อนย้ายจาก Segment หนึ่งไปยังอีก Segment หนึ่ง

3.2.6.2 Flow Time Function เป็นการป้อนข้อมูลเวลาการไหลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

3.2.7 Boundary Condition ค่า Boundary Condition จะกำหนดในแต่ละ Segment ที่มีการไหลของน้ำเข้าและออกจาก Segments ซึ่งจะมีการคำนวณในแต่ละ Boundary ในแต่ละ Segments โดยสามารถใส่ค่า Boundary Condition ให้เปลี่ยนแปลงตามเวลาได้

3.2.8 Loads เป็นส่วนที่ใส่ค่าภาระมลพิษที่เกิดขึ้นในแต่ละ Segments ลงในแบบจำลอง โดยการประเมินภาระมลพิษที่เกิดขึ้นอธิบายไว้ในหัวข้อ 4.3

3.2.9 Time Function เป็นการกำหนดค่า Environmental & Kinetic Time

3.2.10 Validity Check เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ป้อนในแบบจำลอง

3.2.11 Model Execution เป็นการสั่งให้แบบจำลองเริ่มคำนวณตามข้อมูลที่ป้อนเอาไว้

รายละเอียดการป้อนข้อมูลพื้นฐานลงแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP แสดงดังตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.2

I23467083

ตารางที่ 4.1 ปริมาตรของแต่ละ segment

segment	volume (m^3)	segment	volume (m^3)	segment	volume (m^3)
MK1	2.64E+06	MK25	1.98E+06	MK49	2.37E+06
MK2	2.50E+06	MK26	2.58E+06	MK50	2.46E+06
MK3	3.30E+06	MK27	2.10E+06	MK51	2.59E+06
MK4	3.00E+06	MK28	2.48E+06	MK52	2.59E+06
MK5	2.73E+06	MK29	3.50E+06	MK53	2.81E+06
MK6	4.13E+06	MK30	2.28E+06	MK54	2.20E+06
MK7	4.00E+06	MK31	2.16E+06	MK55	2.40E+06
MK8	1.14E+07	MK32	2.04E+06	MK56	2.70E+06
MK9	4.20E+06	MK33	2.00E+06	MK57	2.75E+06
MK10	1.85E+06	MK34	2.10E+06	MK58	3.30E+06
MK11	2.05E+06	MK35	2.40E+06	MK59	3.00E+06
MK12	2.60E+06	MK36	1.98E+06	MK60	2.70E+06
MK13	3.01E+06	MK37	2.40E+06	MK61	1.65E+06
MK14	4.20E+06	MK38	2.58E+06	MK62	1.80E+06
MK15	2.25E+06	MK39	2.70E+06	MK63	2.50E+06
MK16	6.75E+06	MK40	2.10E+06	MK64	2.40E+06
MK17	3.42E+06	MK41	2.34E+06	MK65	3.60E+06
MK18	1.98E+06	MK42	2.93E+06	MK66	2.70E+06
MK19	5.60E+06	MK43	2.35E+06	MK67	2.70E+06
MK20	4.00E+06	MK44	2.52E+06	MK68	2.30E+06
MK21	3.20E+06	MK45	2.28E+06	MK69	2.40E+06
MK22	3.50E+06	MK46	2.22E+06	MK70	2.00E+06
MK23	3.20E+06	MK47	2.22E+06		
MK24	1.62E+06	MK48	2.40E+06		

หมายเหตุ ทุก segment เลือก segment type เป็น surface water segment

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดการป้อนข้อมูลลงแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP

function	detail
Model type	Eutrophication
Hydrodynamics	Net Flow
System Option	เลือก Simulate ที่ช่อง DO และ CBOD1 ช่องอื่นเลือก Bypassed
Exchange field	Surface Water Exchange
Flow Function	Surface Flow Function
Initial Condition	- DO 4.5 mg/l - CBOD 2.0 mg/l
Boundary Condition	- DO 7.0 mg/l - CBOD 1.0 mg/l
Time Step	WASP Calculated

4. ทำการปรับเทียบ (calibrate) แบบจำลอง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาปรับเทียบกับค่าที่ได้จากสถานีตรวจคุณภาพน้ำ โดยผลของการปรับเทียบค่าทั้งสองจะต้องใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยใช้ค่า root mean square error ในการเปรียบเทียบ

5. เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้อง (verify) ของแบบจำลอง โดยรายละเอียดของการเก็บตัวอย่างมีดังนี้

5.1 จุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างบริเวณเดียวกับสถานีตรวจคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมี 4 สถานี รวมทั้งกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มตามความเหมาะสม ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนาม

จุดที่	สถานที่	อำเภอ	จังหวัด	UTM
1	วัดบ้านใหม่	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	47P 0569772,1540771
2	สวนสาธารณะท่าเรือพระแท่น	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	47P 0581057,1542256
3	วัดหวายเหนียว	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	47P 0582357,1537586
4	วัดดงสัก	ท่ามะกา	กาญจนบุรี	47P 0584864,1536633
5	วัดลาดบัวขาว	บ้านโป่ง	ราชบุรี	47P 0590698,1531376
6	วัดอุทุมพร	บ้านโป่ง	ราชบุรี	47P 0593637,1525668
7	วัดใหญ่นครชุมน์	โพธาราม	ราชบุรี	47P 0591797,1522759
8	วัดขนอน	โพธาราม	ราชบุรี	47P 0591527,1517692
9	วัดไทรอารีรักษ์	โพธาราม	ราชบุรี	47P 0591894,1514888

5.2 ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 เพื่อเป็นตัวแทนของคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลองในช่วงที่มีปริมาณน้ำน้อย และเดือนสิงหาคม 2549 เพื่อเป็นตัวแทนช่วงน้ำมาก

5.3 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่า pH ปริมาณออกซิเจนละลาย และค่า BOD โดยวิธีวิเคราะห์และการเก็บรักษาตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 วิธีวิเคราะห์และการเก็บรักษาตัวอย่าง

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	การเก็บรักษาตัวอย่าง
Temperature	direct	-
pH	direct	-
DO	direct	-
BOD	azide modification method	ice

6. ประเมิน TMDL ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 กำหนดค่าเป้าหมายของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา โดยอ้างอิงจากคุณภาพน้ำประเภทที่ 3 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ที่กำหนดโดยประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

พารามิเตอร์	เกณฑ์กำหนดสูงสุด
DO	ไม่ต่ำกว่า 4.0 mg/l
BOD	ไม่สูงกว่า 2.0 mg/l

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2537)

6.2 กำหนดเงื่อนไขการจัดการ (scenario) เพื่อจำลองสภาพการปล่อยของเสีย โดย scenario ที่กำหนดจะมีลักษณะเป็น load reduction scenario โดยรวมกรณีวิกฤต (worse case) เอาไว้ด้วย จากนั้นประมวลผลด้วยแบบจำลองตาม scenario ที่กำหนดไว้

6.3 นำค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากแบบจำลองในแต่ละ scenario มาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ในข้อ 6.1 เพื่อพิจารณาว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองเกินเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่

6.4 เลือก scenario ที่ประมวลผลด้วยแบบจำลองแล้วค่าคุณภาพน้ำไม่เกินค่าเป้าหมายในข้อ 6.1 และใช้ scenario นั้นเป็นพื้นฐานในการคำนวณ TMDL ของค่า BOD และประเมินปริมาณของเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆ โดย TMDL ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

$$TMDL = \sum WLA + \sum LA + MOS$$

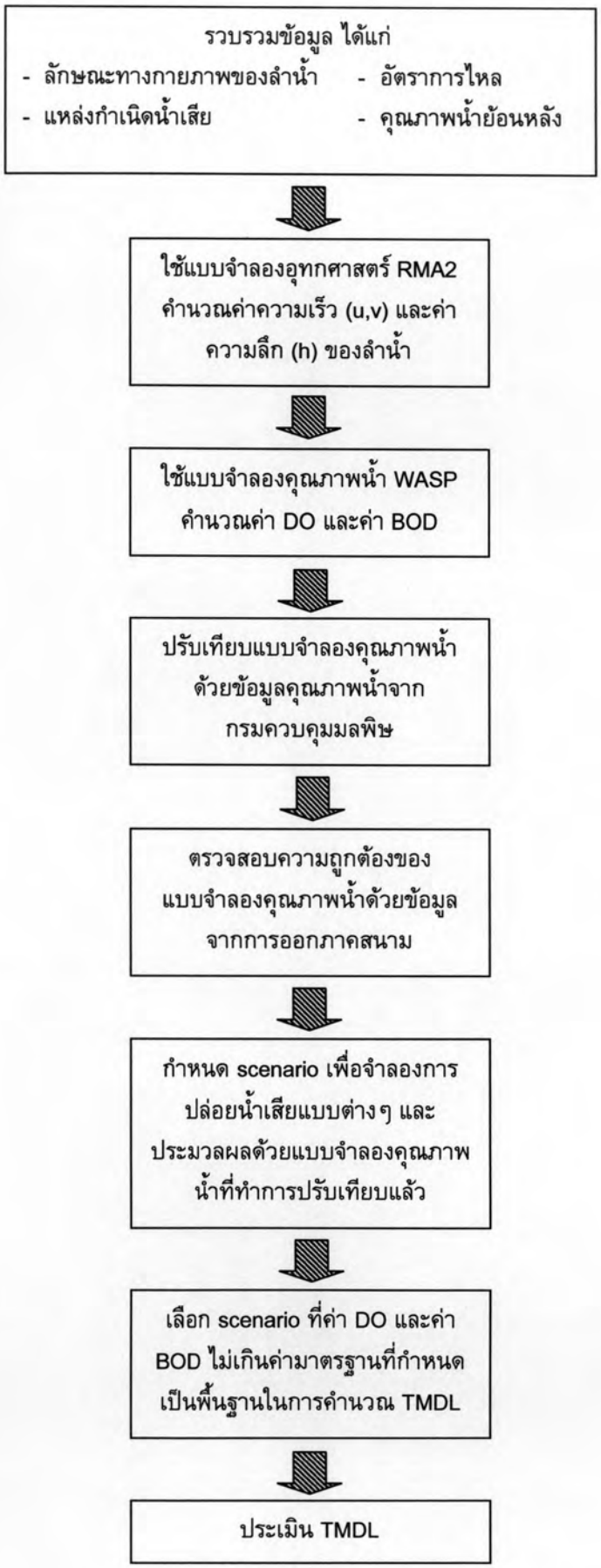
โดยที่ WLA = Waste Load Allocation for point sources discharge

LA = Load Allocation for non-point sources

MOS = Margin of Safety

7. วิเคราะห์ สรุปผล และเสนอแนะ

ขั้นตอนในการประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนในการประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำ

4.3 การประเมินภาระมลพิษ

ขั้นตอนการประเมินภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนของการศึกษาในครั้งนี้ได้อ้างอิงจากวิทยานิพนธ์ เรื่อง การประเมินภาระมลพิษในลุ่มน้ำแม่กลอง (วราภรณ์ ทนงศักดิ์, 2547) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.3.1 แหล่งกำเนิดมลพิษจากชุมชน

การประเมินปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเทศบาลคำนวณจากปริมาณน้ำใช้จากอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของแต่ละขนาดชุมชน คูณด้วยจำนวนประชากรในแต่ละเทศบาล ใช้วิธีการคิดปริมาณน้ำเสียดังนี้ (กรมควบคุมลพิษ, 2545)

ปริมาณการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย	=	80% ของปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย
ปริมาณน้ำซึมเข้าท่อรวบรวมน้ำเสีย	=	20% ของปริมาณการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย
ปริมาณน้ำเสียรวมจากพื้นที่	=	ปริมาณการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย + ปริมาณน้ำเสียซึมเข้าท่อรวบรวมน้ำเสีย
หรือปริมาณน้ำเสียรวมจากพื้นที่	=	96% ของปริมาณน้ำใช้

ส่วนการประเมินค่า BOD จากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทชุมชน ทำโดยนำค่าปริมาณน้ำเสียที่คำนวณได้คูณด้วยค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่กรมควบคุมมลพิษได้ประเมินไว้ คือ ค่า BOD มีค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำ เท่ากับ 122.00 mg/l (กรมควบคุมลพิษ, 2545)

4.3.2 แหล่งกำเนิดมลพิษปศุสัตว์

จากรูปแบบการเลี้ยงปศุสัตว์ในพื้นที่ศึกษา พบว่า ฟาร์มสุกร ไก่ โค และการเลี้ยงปลา เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียหลักในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นจึงเลือกประเมินค่าภาระมลพิษจากสุกร ไก่ โค และการเลี้ยงปลา เป็นสำคัญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1 การประเมินภาระมลพิษจากสุกร ไก่ และโค

1) การประเมินปริมาณน้ำเสีย สามารถประเมินได้จาก

ปริมาณน้ำเสียจากปศุสัตว์ (ลิตร/วัน) = จำนวนตัว x อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/ตัว/วัน)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลอัตราการเกิดน้ำเสียจากสุกร ไก่ และโค จากข้อมูลที่เคยมีการศึกษาไว้แล้ว ดังตารางที่ 4.3

2) การประเมินภาระมลพิษ สามารถประเมินได้จาก

ค่าภาระมลพิษ (กก./วัน) = ปริมาณน้ำเสียจากปศุสัตว์ (ลิตร/วัน) x ค่าความเข้มข้น (mg/l)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลอัตราการเกิดน้ำเสียจากสุกร ไก่ และโค จากข้อมูลที่เคยมีการศึกษาไว้แล้ว ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราการเกิดน้ำเสีย และค่า BOD ของสุกร ไก่ และโค

ชนิดของสัตว์	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/ตัว/วัน)	ค่า BOD (mg/l)
สุกร*	40	3400
ไก่**	17	176.47
โค**	150	906.67

ที่มา: *กรมควบคุมมลพิษ (2545), **สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2538)

4.3.2.2 การประเมินภาระมลพิษจากการเลี้ยงปลา

การประเมินภาระมลพิษจากการเลี้ยงปลา ประเมินจากปริมาณน้ำทิ้ง ซึ่งในการเลี้ยงปลาจะเกิดน้ำทิ้งเท่ากับ 4.38 ลบ.ม./ไร่/วัน และประเมินภาระมลพิษจาก

ค่าภาระมลพิษ (กก./วัน) = ปริมาณน้ำเสียจากการเลี้ยงปลา (ลบ.ม./วัน) x ค่าความเข้มข้น (mg/l)

จากการตรวจวัด พบว่า ค่า BOD ของน้ำทิ้งจากกิจกรรมเพาะเลี้ยงปลา เท่ากับ 18 mg/l (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

4.3.3 แหล่งกำเนิดมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

การประเมินภาระมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมในรูปของค่า BOD ทำดังนี้

ปริมาณความสกปรกในรูปของ BOD (กก./วัน) = ค่า BOD (mg/l) x ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน) x 10^{-6}

4.3.4 แหล่งกำเนิดมลพิษจากพื้นที่นาข้าว พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม

การประเมินภาระมลพิษจากการเกษตรกรรมครั้งนี้ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ.2543 ในการแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ประเภท คือ พื้นที่นาข้าว พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม (รวมพื้นที่ที่เป็นพืชสวนและพืชไร่เข้าด้วยกัน)

4.3.4.1 การประเมินปริมาณน้ำ

การคำนวณปริมาณน้ำใช้ในการเพาะปลูกทำโดยนำพื้นที่เพาะปลูกคูณด้วยอัตราการใช้น้ำต่อพื้นที่ ดังตารางที่ 4.7 ส่วนปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการเกษตรกรรมจะคิดจากปริมาณน้ำ Return Flow ซึ่งจะคิดเป็นร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำที่นำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ชนิดพืช	ปริมาณการใช้น้ำ	หน่วย
นาข้าว	2,000	ลบ.ม./ไร่/จน.วันที่เพาะปลูก
ไม้ผล และพืชไร่	1,700 – 3,500	ลบ.ม./ไร่/ปี
ป่า	2,000 – 4,000	ลบ.ม./ไร่/ปี

ที่มา: วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ, ม.ป.ป.

4.3.4.2 การประเมินภาระมลพิษจากพื้นที่นาข้าว พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม

นำค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการคำนวณในข้อ 4.2.4.1 คูณด้วยค่าความเข้มข้นที่มีการศึกษาตรวจวัดแล้ว ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่า mean run off concentration (mg/l) ของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน

ประเภทการใช้ที่ดิน	ค่า mean run off concentration ของ BOD (mg/l)
นาข้าว	3.83
ไม้ผล – พืชไร่	3.83
ป่าไม้	6.0

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2545)