



วิทยานิพนธ์

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K สำหรับประเมินความสามารถ
ในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำ
ในลุ่มน้ำลำเซบาย

**APPLICATION OF QUAL2K MODEL FOR ESTIMATING
TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD AND WATER QUALITY
PREDICTION IN LUM SE BAI WATERSHED**

นางสาวทิพาพร เวชกามา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม

อนุรักษ์วิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K สำหรับประเมินความสามารถในการรองรับของเสีย
สูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย

Application of QUAL2K Model for Estimating Total Maximum Daily Load and
Water Quality Prediction in Lum Se Bai Watershed

นามผู้วิจัย นางสาวทิพาพร เวชกามา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์พัฒนา อนุรักษ์พงษ์ศรี, D.Tech.Sc.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สิทธิชัย ตันชนะสถิตย์, วท.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.รรชนี เอมพันธุ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจจงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K สำหรับประเมินความสามารถในการรองรับของเสีย
สูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย

Application of QUAL2K Model for Estimating Total Maximum Daily Load and
Water Quality Prediction in Lum Se Bai Watershed

โดย

นางสาวทิพาพร เวชกามา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2550

ทิพาพร เวชกามา 2550: การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K สำหรับประเมินความสามารถในการ
รองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม) สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์พัฒนา อนุรักษ์พงศธร, D.Tech. Sc. 119 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอน และไม่
แน่นอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย และใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ QUAL2K ประเมินความสามารถในการรองรับของเสีย
สูงสุดรายวัน และประยุกต์ใช้คาดการณ์คุณภาพน้ำของลำเซบายในอนาคตและตามเงื่อนไขในการจัดการสำหรับเป็น
ทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำของลำเซบาย โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การศึกษาครั้งนี้
ได้แบ่งลำเซบายออกเป็น 4 ช่วง ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำ 2 ดัชนี คือ ค่าออกซิเจนละลายน้ำและปริมาณความต้องการ
ออกซิเจนทางชีวเคมี ในช่วงแล้งและในช่วงน้ำหลาก

ผลการศึกษาพบว่า ในปี 2549 มีภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอนและไม่แน่นอนในพื้นที่
ลุ่มน้ำลำเซบายในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก เท่ากับ 828.26 และ 11,358.99 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ จากการใช้
แบบจำลอง QUAL2K ประมวลผลคุณภาพน้ำและเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดจริง พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน
เมื่อนำไปใช้ประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของลำเซบาย พบว่า ในช่วงแล้งและช่วง
น้ำหลาก ลำเซบายสามารถรองรับของเสียสูงสุด 2,259.15 และ 45,534.25 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อ
เปรียบเทียบกับสภาวะปัจจุบันแล้ว ลำเซบายจะสามารถรองรับของเสียเพิ่มในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลากเท่ากับ
672.87 และ 7,617.10 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ การนำแบบจำลอง QUAL2K ไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์
คุณภาพน้ำในอนาคต ปี พ.ศ. 2555, 2560, 2565 และ 2570 พบว่า ค่า DO ไม่แตกต่างจากปัจจุบัน ส่วนค่า BOD
เพิ่มขึ้นจากสภาวะปัจจุบัน แต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ยกเว้นลำน้ำช่วงที่ 4
และเมื่อใช้คาดการณ์คุณภาพน้ำสำหรับประเมินทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำ โดยการจัดให้มีระบบบำบัด
น้ำเสียเพื่อควบคุมและลดภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิด 2 กรณี คือ กรณีแรกเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบ
บำบัดน้ำเสีย และกรณีที่สองทุกเทศบาลมีระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ทั้ง 2 กรณีมีค่า BOD ลดลงจากปัจจุบันทั้ง
ในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก โดยกรณีที่สองมีค่า BOD ลดลงมากกว่ากรณีแรก ดังนั้นในการจัดการคุณภาพน้ำ
ในลำน้ำจึงสามารถใช้แบบจำลอง QUAL2K เป็นเครื่องมือประเมินทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับสนับสนุนการ
ตัดสินใจ

Tipaporn Wechagama 2007: Application of QUAL2K Model for Estimating Total Maximum Daily Load and Water Quality Prediction in Lum Se Bai Watershed. Master of Science (Watershed and Environmental Management), Major Field: Watershed and Environmental Management, Department of Conservation. Thesis Advisor: Associate Professor Patana Anurakpongsatorn, D.Tech. Sc. 119 pages.

The objectives of this study are to assess BOD loading from point and non point sources in Lum Se Bai watershed and to estimate the total maximum daily load (TMDL) and predict water quality in Lum Se Bai watershed using QUAL2K model particularly for alternative water quality management. Model running was based on typically secondary data which is adopted from related organizations. The river was divided into 4 reach. Two parameters, dissolved oxygen (DO) and biochemical oxygen demand (BOD), were carried out in wet and dry periods.

In 2006, the pollution loading as calculated BOD from point and non point sources in wet and dry periods were 11,358.99 and 828.26 kilogram per day, respectively. However, the results either simulation of water quality using QUAL2K model or observed data in the field were significantly similar trend. The estimation TMDL in wet and dry period were 45,534.25 and 2,259.15 kilogram per day, respectively. When compared with present condition, the additional BOD loading could be 7,617.10 and 672.87 kilogram per day in wet and dry period, respectively. The application of QUAL2K in prediction for 2013, 2017, 2021 and 2025 shown that DO may not significantly vary from present status, meanwhile, BOD may increase significantly which can be accepted for water quality standard class 3 except in the 4th reach. The prediction of water quality using simulation model to 2 scenarios with loading point source. In the first scenario, only Amnacharoen municipality had wastewater treatment plant and second scenario every municipality had wastewater treatment plants. It was found that both cases BOD was significantly decrease. The second case had more decrease BOD than the first case. The QUAL2K can be used for water quality management and as a tool in assessment for decision making.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พัฒนา อนุรักษพงษ์ศร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ สิทธิชัย ดันชนะสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเป็นอย่างยิ่ง ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการดำเนินงานวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วิชา นิยม ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์ไพสานต์ เพ็ชรพลาย ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้ ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงแก้ไข จนทำให้วิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่จากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน โครงการชลประทาน จังหวัดยโสธร (เพื่อธพล) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (ผอ.เจดีย์ว ลีสง่า และพี่รุ่งนภา พี่องอาจ พี่สมยศ น้องคั่น และน้องๆ ฝ่ายวิเคราะห์ทุกท่าน) รวมทั้งเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่าง ๆ ที่ให้ความ อนุเคราะห์ข้อมูลและคำปรึกษาด้วยความมีน้ำใจเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ ในสาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม สำหรับความช่วยเหลือและ คำแนะนำที่ดี ขอขอบคุณ โด่ง สัตย์ ธวัต เอ๋ น้องเหวิน น้องวินัส น้องปอ และน้องๆ นิสิตสาขาการจัดการ ลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจที่มีให้เสมอ

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อสน คุณแม่สมไพร เวชกามา คุณภานีนิษฐ์ ศรีเสมอ และคุณรัชฎาพร แสงเสดาะ (พี่สาว) ที่สนับสนุนและช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งส่งความรัก และความอบอุ่นมาเป็นกำลังใจให้ตลอดเวลา ประโยชน์อันพึงได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอบแต่ บุปผารีย์ คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีต่อผู้วิจัยมาจนถึงทุกวันนี้

ทิพาพร เวชกามา

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

| | หน้า |
|------------------------|------|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (4) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 3 |
| การตรวจเอกสาร | 4 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 44 |
| อุปกรณ์ | 44 |
| วิธีการ | 44 |
| ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา | 71 |
| สรุปและข้อเสนอแนะ | 97 |
| สรุป | 97 |
| ข้อเสนอแนะ | 99 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 101 |
| ภาคผนวก | 106 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 1 | การจำแนกชนิดของความชื้นก่อนหน้าตามวิธีของ SCS | 14 |
| 2 | ค่า curve number สำหรับพื้นที่ประเภทต่าง ๆ กรณี AMCII | 15 |
| 3 | กลุ่มดินที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย | 36 |
| 4 | การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำลำเซบาย | 38 |
| 5 | จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย | 41 |
| 6 | สถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย | 46 |
| 7 | ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย | 48 |
| 8 | คุณภาพน้ำลำเซบายในช่วงแล้งระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 | 50 |
| 9 | คุณภาพน้ำลำเซบายในช่วงน้ำหลากระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 | 51 |
| 10 | จำนวนประชากรและปริมาณน้ำเสียของเทศบาลในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย | 53 |
| 11 | จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย | 54 |
| 12 | ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในเดือนสิงหาคมของสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี ในระหว่างปี พ.ศ. 2540-2548 | 55 |
| 13 | ค่า CN และค่า S ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย | 57 |
| 14 | การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน | 59 |
| 15 | ค่าความสกปรกในรูป BOD ของน้ำไหลบ่าหน้าดิน | 62 |
| 16 | จำนวนและอัตราการเพิ่มของประชากรในเขตเทศบาลที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำลำเซบาย | 69 |
| 17 | จำนวนประชากรจากการคาดการณ์ในอนาคต | 69 |
| 18 | ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าในลำเซบาย | 73 |
| 19 | ข้อมูลลักษณะอุทกวิทยาและชลศาสตร์ของลำเซบายในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก | 74 |
| 20 | ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำลำเซบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 | 75 |
| 21 | การระดมพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนในลุ่มน้ำลำเซบาย | 78 |
| 22 | ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและการระดมพิษจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน | 79 |
| 23 | การเปรียบเทียบค่า DO ในลำเซบายที่ได้จากการตรวจวัดและแบบจำลอง QUAL2K | 80 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|--------------|--|------|
| 24 | การเปรียบเทียบค่า BOD ในลำเซบายที่ได้จากการตรวจวัดและแบบจำลอง QUAL2K | 82 |
| 25 | ผลการประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของลำเซบาย | 85 |
| 26 | ภาระมลพิษในรูป BOD คาดการณ์ในอนาคต | 86 |
| 27 | ค่า DO ของลำเซบายในอนาคตกรณีไม่มีการบำบัดน้ำเสีย | 87 |
| 28 | ค่า BOD ของลำเซบายในอนาคตกรณีไม่มีการบำบัดน้ำเสีย | 87 |
| 29 | ค่า BOD ของลำเซบาย กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 90 |
| 30 | ค่า BOD ของลำเซบาย กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 93 |
| | | |
| ตารางผนวกที่ | | |
| 1 | มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน | 107 |
| 2 | การใช้ประโยชน์แหล่งน้ำผิวดิน | 110 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 1 | ประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษ | 9 |
| 2 | ค่าตัวแปรจากวิธีของ SCS | 11 |
| 3 | โค้งมาตรฐานค่า CN วิธีของ SCS | 12 |
| 4 | การแบ่งช่วงลำน้ำสายหลักกรณีที่ไม่มีลำน้ำสาขา | 30 |
| 5 | การแบ่งช่วงลำน้ำสายหลักกรณีที่มีลำน้ำสาขา | 31 |
| 6 | ปริมาณน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำ | 32 |
| 7 | ลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำลำเซบาย | 34 |
| 8 | ลักษณะทางปฐพีวิทยาของกลุ่มน้ำลำเซบาย | 37 |
| 9 | ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำลำเซบาย | 39 |
| 10 | ขอบเขตการปกครองในกลุ่มน้ำลำเซบาย | 42 |
| 11 | กรอบแนวคิดในการประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ | 45 |
| 12 | สถานีตรวจวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำลำเซบาย | 47 |
| 13 | สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในลำเซบาย | 49 |
| 14 | การแบ่งช่วงลำน้ำและพื้นที่รับน้ำของแต่ละช่วงลำน้ำสายหลัก | 63 |
| 15 | ภาพตัดตามยาวของลำเซบายและการแบ่งช่วงลำน้ำสายหลัก | 64 |
| 16 | แผนภาพการแบ่งช่วงลำน้ำของลำเซบายสำหรับการศึกษาด้วยแบบจำลอง QUAL2K | 65 |
| 17 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำในช่วงเดือนมีนาคม | 72 |
| 18 | ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำในช่วงเดือนสิงหาคม | 72 |
| 19 | ค่า DO เฉลี่ยของลำเซบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 | 76 |
| 20 | ค่า BOD เฉลี่ยของลำเซบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 | 76 |
| 21 | ค่า DO ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงแล้ง | 81 |
| 22 | ค่า DO ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงน้ำหลาก | 81 |
| 23 | ค่า BOD ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงแล้ง | 83 |
| 24 | ค่า BOD ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงน้ำหลาก | 83 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | | หน้า |
|-------------------|--|------|
| 25 | ค่า DO ของลำเขบายในช่วงแล้งปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570 | 88 |
| 26 | ค่า DO ของลำเขบายในช่วงน้ำหลากปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570 | 88 |
| 27 | ค่า BOD ของลำเขบายในช่วงแล้งปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570 | 89 |
| 28 | ค่า BOD ของลำเขบายในช่วงน้ำหลากปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570 | 89 |
| 29 | ค่า DO ของลำเขบายช่วงแล้ง กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 91 |
| 30 | ค่า DO ของลำเขบายช่วงน้ำหลาก กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 91 |
| 31 | ค่า BOD ของลำเขบายช่วงแล้ง กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 92 |
| 32 | ค่า BOD ของลำเขบายช่วงน้ำหลาก กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 92 |
| 33 | ค่า DO ของลำเขบายช่วงแล้ง กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 94 |
| 34 | ค่า DO ของลำเขบายช่วงน้ำหลากกรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 94 |
| 35 | ค่า BOD ของลำเขบายช่วงแล้ง กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 95 |
| 36 | ค่า BOD ของลำเขบายช่วงน้ำหลาก กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย | 95 |
| ภาพผนวกที่ | | |
| 1 | หน้าต่างการเปิดโปรแกรมแบบจำลอง QUAL2K และการเริ่มต้นใช้แบบจำลอง QUAL2K ซึ่งต้องมีการตั้งชื่อไฟล์ข้อมูล | 111 |
| 2 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลบริเวณต้นน้ำใน sheet Headwater | 111 |
| 3 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลบริเวณท้ายน้ำใน sheet Downstream | 112 |
| 4 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลการแบ่งช่วงลำน้ำสายหลักใน sheet Reach | 112 |
| 5 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลค่าคงที่ในแต่ละช่วงลำน้ำใน sheet Reach Rate | 113 |
| 6 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิใน sheet Air Temperature | 113 |
| 7 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้างใน sheet Dew Point Temperature | 114 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพผนวกที่ | | หน้า |
|------------|--|------|
| 8 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลความเร็วลมใน sheet Wind Speed | 114 |
| 9 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลการปกคลุมของเมฆใน sheet Cloud Cover | 115 |
| 10 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเงาใน sheet Shade | 115 |
| 11 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณมลพิษ ปริมาณน้ำและอัตราการระเหยลง-นำออก จากลำน้ำประเภทที่ไม่สามารถระบุจุดได้แน่นอนใน sheet Diffuse Source | 116 |
| 12 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณมลพิษ ปริมาณน้ำและอัตราการระเหยลง-นำออก จากลำน้ำประเภทที่สามารถระบุจุดได้แน่นอนใน sheet Point Source | 116 |
| 13 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลลักษณะศาสตร์ของลำน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำสายหลัก | 117 |
| 14 | หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลคุณภาพน้ำใน sheet WQ Data | 117 |
| 15 | หน้าต่างคำสั่งให้โปรแกรมประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ Run Fortran หลังจากนำเข้าข้อมูลในแต่ละ Sheet | 118 |
| 16 | หน้าต่างคำสั่งให้โปรแกรมประมวลผลและเลือกลำน้ำสายหลัก (Mainstem) | 118 |
| 17 | หน้าต่างการแสดงผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลองในค่า DO | 119 |
| 18 | หน้าต่างการแสดงผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลองในค่า BOD | 119 |

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K สำหรับประเมินความสามารถในการรองรับ
ของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย

Application of QUAL2K Model for Estimating Total Maximum Daily Load and
Water Quality Prediction in Lum Se Bai Watershed

คำนำ

การจัดการคุณภาพน้ำให้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์เป็นวัตถุประสงค์หลักอย่างหนึ่งของการจัดการลุ่มน้ำ เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยมีการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง เช่น การอุปโภค บริโภค อุตสาหกรรมและเกษตรกรรม เป็นต้น แม้น้ำจะเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ไม่หมดสิ้น แต่น้ำที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องมีความอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ปัจจุบันคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ ของประเทศมีสภาพเสื่อมโทรมลง เนื่องจากต้องรองรับภาระมลพิษจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งจากแหล่งชุมชนซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ทำให้มีน้ำเสียเกิดขึ้นปริมาณมากและมีความสกปรกสูง เมื่อมีการระบายลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณที่มากเกินไปกว่าความสามารถในการรองรับของเสีย (carrying capacity) ของแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำไม่สามารถที่จะรักษาสภาพธรรมชาติ หรือมีการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ (self purification) ได้ น้ำในแหล่งน้ำจึงเน่าเสีย ส่งผลต่อการนำน้ำไปใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค

ลุ่มน้ำลำเซบายเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูล มีลำเซบายเป็นลำน้ำสายหลักซึ่งมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพานในเขตอำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร ไหลผ่านอำเภอเมือง อำเภอหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ อำเภอกำแพงแก้ว จังหวัดยโสธร และไหลไปบรรจบแม่น้ำมูลบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี เป็นแหล่งน้ำอีกแห่งหนึ่งที่มีปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม เนื่องมาจากการระบายน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ ที่กระจายอยู่ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศทางน้ำและส่งผลกระทบต่อ การนำน้ำมาใช้ประโยชน์ของประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำและในชุมชนขนาดใหญ่บริเวณท้ายน้ำ เช่น เทศบาลนครอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

การศึกษาประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของลำเซบาย โดยประเมินจากของเสียประเภทสารอินทรีย์ในรูปของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical

oxygen demand : BOD) เนื่องจากเป็นปัญหาคุณภาพน้ำที่สำคัญในลำเซบาย โดยใช้แบบจำลอง QUAL2K เป็นเครื่องมือในการศึกษา และประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ทำการปรับเทียบความถูกต้องแล้ว คาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคต และคาดการณ์คุณภาพน้ำตามเงื่อนไขการจัดการ (management scenarios) เพื่อเสนอเป็นแนวทางสนับสนุนการตัดสินใจเลือกรูปแบบในการควบคุมมลพิษทางน้ำจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่างๆ สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีการจัดเก็บและรวบรวมไว้แล้ว เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่ในงานด้านการวางแผนจัดการทรัพยากรบนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย
2. เพื่อใช้แบบจำลอง QUAL2K ประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน
ในรูปของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีและคาดการณ์คุณภาพน้ำในลำเซบาย
3. เพื่อเสนอทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำในลำเซบายให้เหมาะสมและสอดคล้องกับ
ลักษณะการใช้ประโยชน์ของประชาชน

การตรวจเอกสาร

1. การจัดการลุ่มน้ำ

1.1 ความหมายของการจัดการลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่ดิน (land) ที่รองรับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับ การจัดการน้ำ (water management) มีอาณาเขตไม่แน่นอน (no size) ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ที่จะ เข้าไปจัดการเป็นสำคัญ (เกษม, 2539)

การจัดการลุ่มน้ำ หมายถึง การจัดการพื้นที่เพื่อให้ได้น้ำที่มีปริมาณมากพอ คุณภาพดี การไหลสม่ำเสมอ รวมทั้งควบคุมเสถียรภาพของดินและการใช้ทรัพยากรอื่นๆ ในลุ่มน้ำ (เกษม, 2539) ในช่วงปี ค.ศ. 1930 การจัดการลุ่มน้ำเกิดจากการสร้างโลกทัศน์ของนักวิชาการป่าไม้ที่มุ่งเน้นการ จัดการพื้นที่ป่าบริเวณต้นน้ำลำธารแต่เพียงอย่างเดียว ต่อมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 กลุ่มนักวิชาการได้ ขยายความคิดดั้งเดิมของการจัดการลุ่มน้ำให้ครอบคลุมออกไป ทำให้ความสนใจของนักวิชาการได้ ขยายวงกว้างถึงทรัพยากรอื่นๆ ในลุ่มน้ำ อันประกอบด้วย ทรัพยากรกายภาพ ทรัพยากรชีวภาพ ทรัพยากรคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และทรัพยากรด้านคุณภาพชีวิต

1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดการลุ่มน้ำ

เกษม (2539) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดการลุ่มน้ำ โดยพิจารณาจากความหมาย ของคำว่าจัดการลุ่มน้ำไว้ ดังนี้

1.2.1 ปริมาณน้ำ หมายถึง การจัดการทรัพยากรในลุ่มน้ำเพื่อให้เอื้ออำนวยต่อน้ำ โดย คำนึงผู้ใช้น้ำและปริมาณน้ำที่ลุ่มน้ำมีศักยภาพให้ได้เป็นเกณฑ์

1.2.2 คุณภาพน้ำ หมายถึง การจัดการลุ่มน้ำมุ่งหวังให้ลุ่มน้ำเอื้ออำนวยน้ำให้กับพื้นที่ ท้ายน้ำด้วยคุณภาพที่ดี เป็นน้ำที่ใสสะอาด ไม่มีสารแขวนลอย และปราศจากสารเคมีต่างๆ ที่เป็นโทษ ต่อสิ่งมีชีวิต ตลอดจนมีคุณภาพทางชีววิทยาของน้ำที่ดี ซึ่งหมายถึง ปราศจากสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส ฯลฯ หรือมีน้อยมากจนไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์จากการอุปโภคบริโภค

1.2.3 ระยะเวลาการไหลที่เหมาะสม หมายถึง การจัดการให้มีน้ำไหลในระยะเวลาที่พอเหมาะพอสมควร คือ ต้องมีน้ำใช้ในเวลาที่ต้องการใช้ โดยมุ่งให้น้ำไหลสม่ำเสมอตลอดทั้งปี โดยการป้องกันต้นน้ำลำธารให้อยู่ในสภาพดี รวมทั้งสามารถทำหน้าที่ในการควบคุมการไหลของน้ำ (water regulator) ได้

1.2.4 ควบคุมอัตราการชะล้างพังทลายของดิน หมายถึง การจัดการให้มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรในลุ่มน้ำโดยไม่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน สามารถเก็บกักน้ำได้น้อยและส่งผลให้เกิดอุทกภัย รวมทั้งปัญหาการสูญเสียหน้าดินซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาดินขาดความอุดมสมบูรณ์ตามมา

1.2.5 ควบคุมการใช้ทรัพยากร หมายถึง การมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรในลุ่มน้ำให้สามารถเอื้ออำนวยผลผลิตได้อย่างเพียงพอและมีความยั่งยืน โดยต้องมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติด้วยความระมัดระวังถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์

1.3 หลักปฏิบัติในการจัดการลุ่มน้ำ

การจัดการลุ่มน้ำ เป็นแนวทางดำเนินงานในการจัดการทรัพยากรลุ่มน้ำทุกประเภทให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ไม่ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็นจนเกิดปัญหาต่อการฟื้นตัว การทดแทน และเสถียรภาพของระบบ เพื่อมิให้เกิดผลกระทบต่อปริมาณ คุณภาพและช่วงเวลาการไหลของน้ำ โดยมีหลักปฏิบัติดังนี้ (เกษม, 2539)

1.3.1 การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละแห่งมีสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยาของดินที่แตกต่างกันทำให้ดินมีสมรรถนะในการนำมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันไป การจัดการลุ่มน้ำจึงต้องแบ่งชั้นประเภทที่ดินทั้งลุ่มน้ำตามสมรรถนะการใช้ประโยชน์ ซึ่งหลักปฏิบัติในการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดินโดยทั่วไป นิยมใช้ข้อมูลความสูงและความลาดชันของพื้นที่เป็นตัวชี้ว่าที่ดินบริเวณใดควรใช้ประกอบกิจกรรมอะไร ทั้งนี้ต้องมีเทคโนโลยีเข้าช่วยจึงจะทำให้ผลผลิตของการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นๆ เพิ่มขึ้น

1.3.2 กำหนดแผนการใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรในลุ่มน้ำ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติต้องเป็นไปตามหลักอนุรักษ์วิทยา เพื่อที่จะรักษาความสมดุลของทรัพยากรทั้งชนิด ปริมาณ สัดส่วนและ

การกระจาย ทรัพยากรแต่ละประเภทย่อมมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา ดังนั้นจึงควรวางแผนการใช้ทรัพยากรให้เหมาะสมกับสถานการณ์และความจำเป็น โดยเฉพาะทรัพยากรประเภทที่ใช้แล้วหมดไป ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง และควรใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการผลิตทรัพยากรเหล่านี้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีการสูญเสียให้น้อยที่สุด นอกจากนี้ยังต้องควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับทรัพยากรประเภทที่มีการทดแทนได้ เช่น ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์ป่า ต้องใช้เฉพาะส่วนที่เพิ่มพูน (increment) ของทรัพยากรนั้นๆ และต้องรักษาส่วนที่เป็นต้นทุน (stock) ของทรัพยากรเหล่านั้นให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตระยะยาว

1.3.3 การควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าจะมีการจัดการลุ่มน้ำด้วยการใช้ประโยชน์ทรัพยากรตามหลักการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้วก็ตาม แต่ก็จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดมาตรการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถดำเนินการได้ใน 3 ลักษณะ คือ

1) การควบคุมทางชีววิทยา (biological control) ได้แก่ การป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) โดยใช้พืชควบคุม (vegetative control) การใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

2) การควบคุมทางเครื่องกล (mechanical control) ได้แก่ การใช้เครื่องมือ หรือสิ่งก่อสร้างช่วยในการควบคุม เช่น การทำเขื่อนดักดินตะกอน (rock check dam) หรือการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

3) การควบคุมทางกฎหมาย (legal control) ได้แก่ การใช้กฎระเบียบ มาตรการต่างๆ มาเป็นตัวบังคับเพื่อช่วยในการควบคุม เช่น การกำหนดมาตรฐานการระบายน้ำที่ออกจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือจากอาคาร การออกกฎหมายอุทยานแห่งชาติ กฎหมายผังเมือง เพื่อช่วยในการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น วัตถุประสงค์ของการจัดการลุ่มน้ำมีอยู่ 5 ประการ ได้แก่ ปริมาณน้ำ คุณภาพน้ำ ช่วงระยะเวลาการไหล ควบคุมอัตราการชะล้างพังทลายของดินและควบคุมการใช้ทรัพยากรในลุ่มน้ำ ดังนั้นในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ จึงเป็นวัตถุประสงค์สำคัญประการหนึ่งของการจัดการลุ่มน้ำ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพน้ำจะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

2. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นน้ำในแม่น้ำ ลำธาร ทะเล ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ ตลอดจนแหล่งน้ำใต้ดิน โดยมีคุณสมบัติทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ (ฉัตรไชย, 2539) ทั้งนี้ดัชนีคุณภาพน้ำต่างๆ ต้องสามารถตรวจวัดได้ในเชิงปริมาณด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแสดงค่าเป็นตัวเลขตามหลักวิทยาศาสตร์ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาแหล่งกำเนิดมลพิษ และปัญหาเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ

3. มลพิษทางน้ำ

มลพิษทางน้ำ หมายถึง น้ำที่มีสิ่งแปลกปลอมเจือปนอยู่ และมีแนวโน้มที่จะทำให้สภาพแวดล้อมต่างๆ ไปเสื่อมสภาพทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม หรือหมายถึงสถานะที่น้ำตามธรรมชาติถูกปนเปื้อนด้วยมลสาร (pollutants) และทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไปจากเดิม โดยเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลงหรือคุณภาพเสื่อมโทรมลง ยังผลให้การใช้ประโยชน์จากน้ำลดลงด้วยหรืออาจใช้ประโยชน์ไม่ได้เลย (ธงชัย, 2518)

เกษม (2529) กล่าวว่า มลพิษทางน้ำ หมายถึง น้ำที่มีมลสารแปลกปนเกินขีดจำกัด หรือน้ำที่มีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติ จนทำให้มนุษย์ สัตว์และพืช ได้รับอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากน้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ จึงควรใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้นน้อยที่สุด การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำมักวิเคราะห์หาสิ่งปนเปื้อนในด้านฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา เนื่องจากสิ่งปนเปื้อนในน้ำมีหลายจำพวก ได้แก่ ความร้อน ตะกอน ความขุ่น กัมมันตรังสี แร่ธาตุ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ธาตุอาหารพืช และเชื้อโรค ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

มลพิษทางน้ำ เป็นดัชนีสิ่งแวดล้อมที่ประกอบด้วยกลุ่มย่อยของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ คุณภาพน้ำทางด้านเคมี และคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ (เกษม, 2540) สาเหตุของการปนเปื้อนเกิดจากมลสารที่เจือปนในน้ำจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งในด้านอุปโภคและบริโภค เช่น การเกษตร การอุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัย มลสารเหล่านี้มีทั้งชนิดที่ไม่ย่อยสลาย (non-degradable pollutants) เช่น

ปรอท แคดเมียม และชนิดที่สลายตัวได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา (biodegradable pollutants) เช่น ไนเตรท ฟอสเฟตและสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ที่ปะปนมากับน้ำเสียชุมชน ซึ่งมลสารเหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำได้ ดังนั้นการที่มีน้ำเสียไหลลงสู่แหล่งน้ำ จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำถูกใช้ไปในกระบวนการย่อยสลายมลสารเหล่านั้น ซึ่งมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

4. แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ

กัณฑ์ (2541) จำแนกแหล่งกำเนิดของมลพิษออกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีจุดกำเนิดแน่นอน และแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน (ภาพที่ 1) มีรายละเอียดดังนี้

4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีจุดกำเนิดแน่นอน (point source)

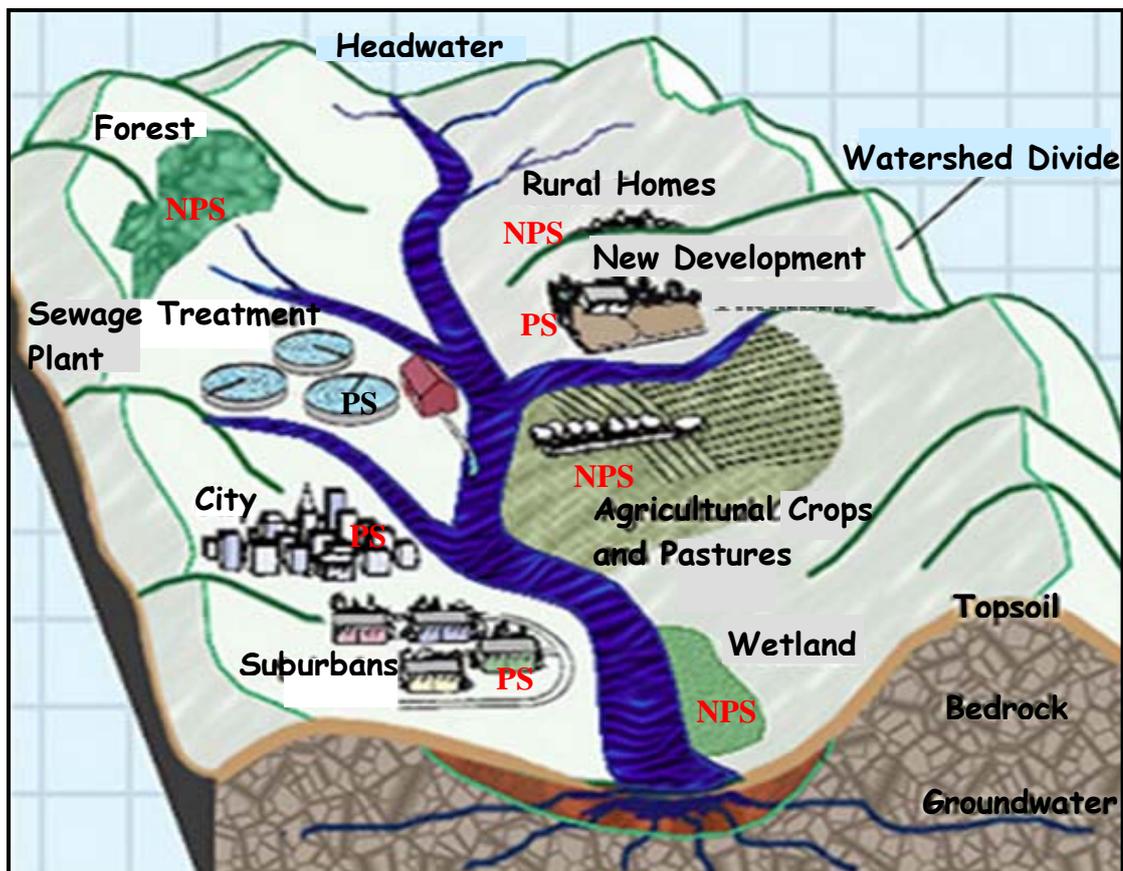
แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีจุดกำเนิดแน่นอน เป็นแหล่งกำเนิดที่มีการปล่อยมลสารลงไปสู่แหล่งน้ำที่รองรับ ณ ตำแหน่งที่เฉพาะเจาะจง สามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

4.1.1 น้ำทิ้งจากชุมชน (sewage)

น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย อาคาร ร้านค้า ตลาด โรงแรม โรงมหรสพ โรงอาหาร สำนักงานต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเกิดจากกิจกรรมในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย การซักเสื้อผ้า การประกอบอาหาร การขับถ่าย ฯลฯ โดยมีมลสารที่อยู่ในน้ำทิ้งประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร สบู่ ผงซักฟอก อุจจาระ ปัสสาวะ เป็นต้น (เสริมพลและไชยยุทธ, 2525)

4.1.2 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial wastewater)

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากขบวนการอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ การล้างทำความสะอาดเครื่องจักร การระบายความร้อน เป็นต้น มลสารในน้ำทิ้งประเภทนี้ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ และประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม (เสริมพล และไชยยุทธ, 2525)



ภาพที่ 1 ประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษ

ที่มา : ดัดแปลงจาก www.conservationhamilton.ca

4.2 แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน (non point source)

แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอนเป็นแหล่งกำเนิดที่มลสารมีการแพร่กระจายโดยไม่ทราบตำแหน่งที่ปล่อยออกมาแน่นอน เช่น น้ำไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งไหลผ่านพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของดิน ตะกอน หรือสารเคมีอื่นๆ น้ำทิ้งจากกิจกรรมทางการเกษตร ได้แก่ การปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์และการประมงล้วนมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่เกิดจากซากพืช มูลสัตว์ การใช้ปุ๋ย การใช้ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น (เกษม, 2541)

5. การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน

การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน สำหรับใช้ในการประเมินการชะล้างดินจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ สามารถประเมินโดยใช้แบบจำลองการสูญเสีย (loss model) โดยหลักการของแบบจำลองการสูญเสีย คือ การจำลองในกรณีเกิดฝนตก น้ำฝนส่วนหนึ่งจะซึมลงดิน ส่วนหนึ่งจะระเหยกลับไปในชั้นบรรยากาศ และอีกส่วนหนึ่งจะไหลไปลงแม่น้ำสายหลักโดยคิดว่าการสูญเสียของน้ำฝนส่วนใหญ่จะซึมลงดินก่อนที่จะระเหยกลับไปในชั้นบรรยากาศ หรือไหลลงสู่แม่น้ำ ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่เหลือจากการซึมผ่านผิวดินก็คือ ปริมาณฝนส่วนเกิน (excess rainfall) ที่จะกลายเป็นปริมาณน้ำท่าต่อไป สำหรับวิธีการคำนวณการสูญเสียของน้ำฝนในพื้นที่ดินมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ในการศึกษานี้จะใช้วิธีการของหน่วยงาน U.S. soil conservation service (SCS) ที่ได้พัฒนาวิธีการนี้ขึ้นเพื่อคำนวณการสูญเสียของน้ำฝนในปี ค.ศ. 1972

จากปริมาณฝนที่เกิดขึ้นทั้งหมด ความลึกของฝนส่วนเกินหรือปริมาณน้ำท่า (Pe) จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับความลึกของฝนที่ตกทั้งหมด (P) หลังจากเริ่มเกิดน้ำท่า ความลึกของปริมาณน้ำท่าเก็บกักในลุ่มน้ำ (Fa) ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับศักย์การเก็บกักสูงสุด (potential maximum retention : S) ดังภาพที่ 2 นอกจากนั้นปริมาณฝนส่วนหนึ่ง (Ia) จะเกิดการซึมลงดินก่อนที่จะเกิดน้ำท่าผิวดิน ดังนั้นศักย์การเก็บกักของน้ำท่าจะเท่ากับ $P-Ia$ สมมติฐานตามวิธีของ SCS คือสัดส่วนความลึกฝนของเหตุการณ์ทั้งสองค่าต่อปริมาณศักย์เก็บกักของทั้งสองเหตุการณ์จะเท่ากันดังสมการ

$$\frac{Fa}{S} = \frac{Pe}{P - Ia} \quad (1)$$

โดยที่

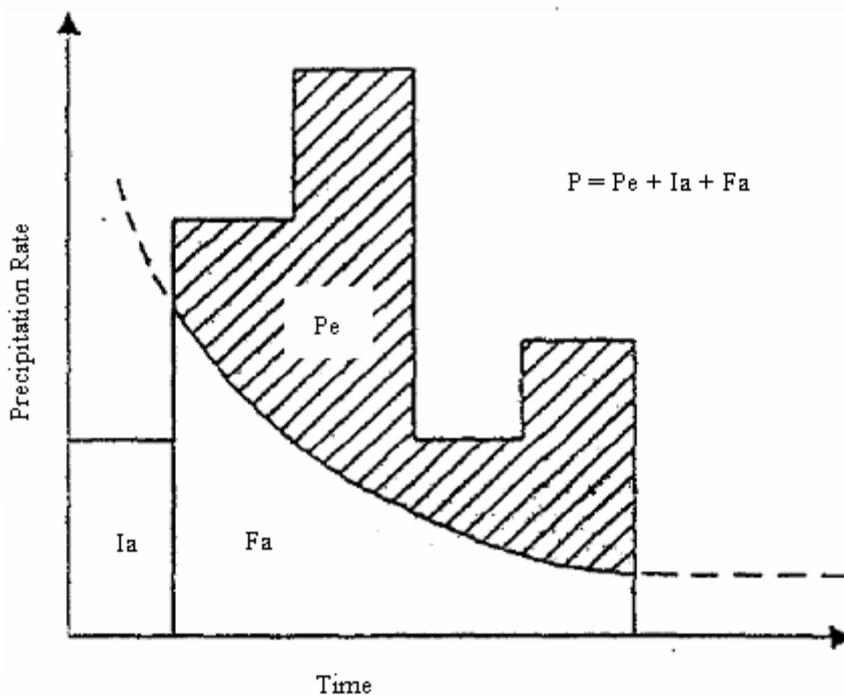
Pe คือ ความลึกของฝนส่วนเกินหรือปริมาณน้ำท่า (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

P คือ ความลึกของฝนที่ตกทั้งหมด (มิลลิเมตร)

Fa คือ ความลึกของปริมาณน้ำท่าเก็บกักในลุ่มน้ำ (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

S คือ ศักย์การเก็บกักสูงสุด (มิลลิเมตร)

Ia คือ ปริมาณฝนส่วนหนึ่ง (มิลลิเมตร)



ภาพที่ 2 ค่าตัวแปรจากวิธีของ SCS

ที่มา : Soil Conservation Service (1986)

จากความสัมพันธ์ของความสัมพันธ์พื้นฐาน

$$P = Pe + Ia + Fa \quad (2)$$

รวมสมการที่ 1 และ 2 จะได้

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

สมการที่ 3 เป็นสมการพื้นฐานในการคำนวณความลึกของฝนส่วนเกิน และปริมาณน้ำท่าโดยตรง (direct runoff) จากปริมาณฝนที่วัดได้โดยวิธี SCS และจากการศึกษาผลลัพธ์ของกลุ่มน้ำขนาดเล็ก สามารถแสดงสมการเชิงประจักษ์ (empirical formula) ที่พัฒนาขึ้นโดย SCS ดังต่อไปนี้

$$Ia = 0.2 S \quad (4)$$

แทนค่า $I_a = 0.2 S$ ลงในสมการที่ 3 จะได้

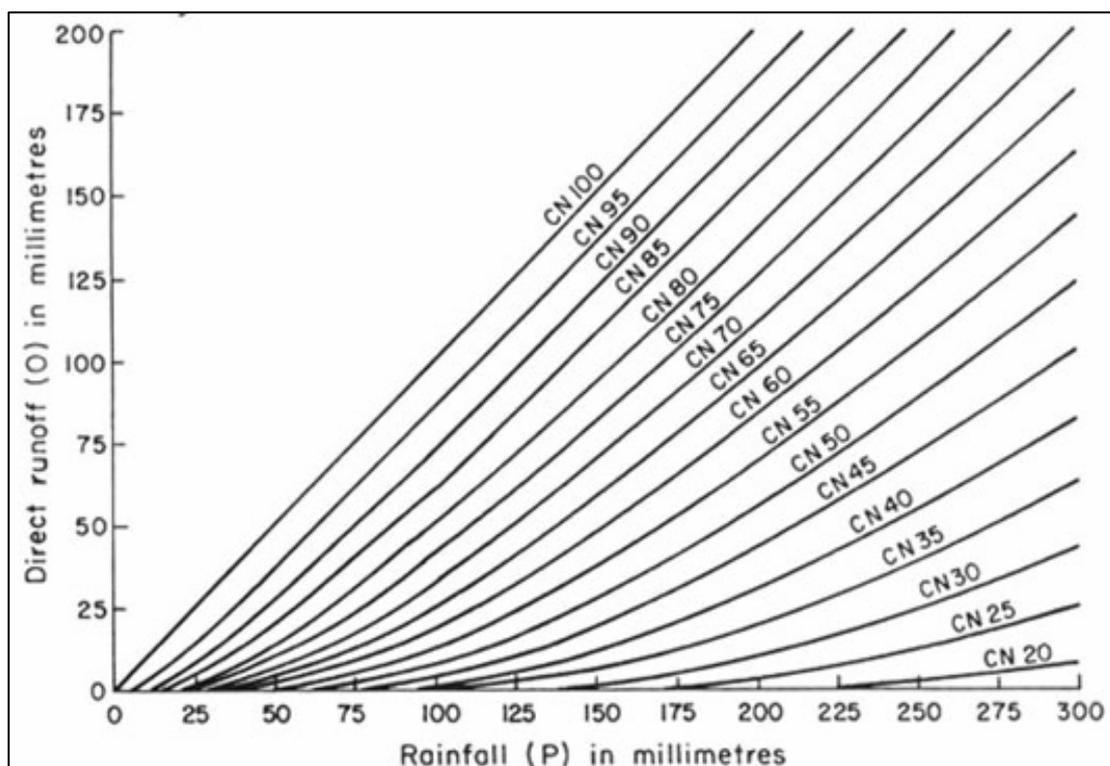
$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (5)$$

ศักยภาพเก็บกักสูงสุด (S) คำนวณจาก curve number (CN) โดยใช้สมการเชิงประสพการณ์ที่พัฒนาขึ้น โดย SCS บนพื้นฐานของการวิเคราะห์น้ำฝน-น้ำท่า

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (6)$$

โดยที่ CN คือ ค่า curve number

ค่า CN จะพิจารณาจากประเภทของหน่วยดิน ลักษณะการใช้ที่ดิน และเงื่อนไขความชื้นก่อนหน้า (antecedent moisture condition : AMC) ที่ช่วงเวลาเริ่มต้นของการเกิดฝน ค่า CN จะเท่ากับ 0 ซึ่งหมายถึงไม่เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินและในกรณีที่ CN เท่ากับ 100 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินจะเท่ากับปริมาณฝนที่ตกทั้งหมด (ภาพที่ 3) โดยปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า CN มีดังนี้



ภาพที่ 3 โค้งมาตรฐานค่า CN วิธีของ SCS

ที่มา : Soil Conservation Service (1986)

1) คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน (hydrologic soil group) แบ่งกลุ่มดินออกเป็น 4 กลุ่มคือ A, B, C และ D โดยแต่ละกลุ่มดินจะขึ้นอยู่กับอัตราการซึมน้ำของดินสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- ดินกลุ่ม A มีอัตราการซึมสูง และ อัตราการไหลผิวดินต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินทราย (sandy soils) โดยมี ค่า $K_{sat} > 0.76$ เซนติเมตรต่อชั่วโมง

- ดินกลุ่ม B มีอัตราการซึมปานกลาง เป็นดินที่ระบายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินร่วน (loamy soils) โดยมีค่า $0.38 < K_{sat} < 0.76$ เซนติเมตรต่อชั่วโมง

- ดินกลุ่ม C มีอัตราการซึมต่ำ จะประกอบด้วยชั้นดินอย่างน้อย 1 ชั้นที่ขัดขวางการระบายน้ำส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียวปนทราย (sandy clay loam) โดยมีค่า $0.13 < K_{sat} < 0.38$ เซนติเมตรต่อชั่วโมง

- ดินกลุ่ม D มีอัตราการซึมต่ำมาก เป็นดินที่มีศักยภาพทำให้เกิดน้ำท่าผิวดินสูง ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียว (sandy clay loam) โดยมี ค่า $K_{sat} < 0.13$ เซนติเมตรต่อชั่วโมง

2) สิ่งปกคลุม (cover) คือ สิ่งต่างๆ ที่ปกคลุมดินและป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่ดิน ประกอบด้วย ลักษณะการใช้ที่ดิน (landuse) และการรักษาหน้าดิน (land treatment) จะเกี่ยวข้องกับลักษณะและวิธีการปลูกพืช การเตรียมแปลง โดยแบ่งออกเป็น การเพาะปลูกเป็นแถว (straight-row) การเพาะปลูกเป็นแถวตามระดับพื้นที่ (contoured) และการเพาะปลูกเป็นขั้นบันได (terraced)

3) สภาพอุทกวิทยา (hydrologic condition) โดยแบ่งออกเป็นสภาพไม่ดี (poor) มีพืชคลุมดินพื้นที่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ สภาพพอใช้ (fair) มีพืชคลุมดินพื้นที่ระหว่าง 5-75 เปอร์เซ็นต์ และสภาพดี (good) มีพืชคลุมดินพื้นที่มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์

4) การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use classification) โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่ที่เป็นน้ำ

5) เงื่อนไขความชื้นในดินก่อนหน้า (antecedent moisture content : AMC) มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในดิน โดยพิจารณาปริมาณฝนสะสมทั้งหมดที่ตกก่อนหน้าพายุฝนที่พิจารณา 5 วัน รวมทั้งพิจารณาช่วงฤดูการเพาะปลูกด้วย โดยแบ่งออกเป็น 3 เงื่อนไข ได้แก่ ความชื้นสภาพทั่วไป (AMCI), ความชื้นต่ำ (AMCII) และ ความชื้นสูง (AMCIII) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกชนิดของความชื้นก่อนหน้าตามวิธีของ SCS

| ชนิดของความชื้นก่อนหน้า (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 : Soil Conservation Service (1986)

ค่า CN ที่เปลี่ยนแปลงไปตามประเภทของหน่วยดิน (ตารางที่ 2) สามารถนำไปใช้เพื่อหาค่า CN ของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาได้ เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินของลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาต่อไป

ค่า CN จากตารางที่ 2 เป็นกรณีเงื่อนไขความชื้นสภาพทั่วไป AMCII แต่สำหรับเงื่อนไขความชื้นต่ำ AMCI หรือเงื่อนไขความชื้นสูง AMCIII ค่า CN สามารถคำนวณได้จากสมการ 7 และ 8 ตามลำดับ

$$CN(AMCI) = \frac{CN(AMCII)}{2.281 - 0.0128(AMCII)} \quad (7)$$

$$CN(AMCIII) = \frac{CN(AMCII)}{0.427 - 0.00573(AMCII)} \quad (8)$$

ตารางที่ 2 ค่า curve number สำหรับพื้นที่ประเภทต่าง ๆ กรณี AMCII

| ประเภท การใช้ที่ดิน | ชนิดสิ่งปกคลุมดิน | ลักษณะกิจกรรม | สถานภาพ ของดิน | ประเภทกลุ่มดิน | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------|-------------------|----------------|----|----|----|
| | | | | A | B | C | D |
| การพักดิน | แถวตรง | | - | 77 | 86 | 91 | 94 |
| การปลูกพืช | แถวตรง | | ไม่ดี | 72 | 81 | 88 | 91 |
| เป็นแถว | แถวตรง | | ดี | 67 | 78 | 85 | 89 |
| | แถวค้อยตามระดับ | | ไม่ดี | 70 | 79 | 84 | 88 |
| | แถวค้อยตามระดับ | | ดี | 65 | 75 | 82 | 86 |
| | แถวค้อยตามระดับ-ขั้นบันได | | ไม่ดี | 66 | 74 | 80 | 82 |
| | แถวค้อยตามระดับ-ขั้นบันได | | ดี | 62 | 71 | 78 | 81 |
| การปลูกพืช | แถวตรง | | ไม่ดี | 65 | 76 | 84 | 88 |
| เมล็ดเล็ก | แถวตรง | | ดี | 63 | 75 | 83 | 87 |
| | แถวค้อยตามระดับ | | ไม่ดี | 63 | 74 | 82 | 85 |
| | แถวค้อยตามระดับ | | ดี | 61 | 73 | 81 | 84 |
| | แถวค้อยตามระดับ-ขั้นบันได | | ไม่ดี | 61 | 72 | 79 | 82 |
| | แถวค้อยตามระดับ-ขั้นบันได | | ดี | 59 | 70 | 78 | 81 |
| การปลูกพืช | แถวตรง | | ไม่ดี | 66 | 77 | 85 | 89 |
| หมุนเวียน | แถวตรง | | ดี | 58 | 72 | 81 | 85 |
| | แถวค้อยตามระดับ | | ไม่ดี | 64 | 75 | 83 | 85 |
| | แถวค้อยตามระดับ | | ดี | 55 | 69 | 78 | 83 |
| | แถวค้อยตามระดับ-ขั้นบันได | | ไม่ดี | 63 | 73 | 80 | 83 |
| | แถวค้อยตามระดับ-ขั้นบันได | | ดี | 51 | 67 | 76 | 80 |
| ทุ่งหญ้าสำหรับปศุสัตว์ | | | ไม่ดี | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | | | พอใช้ | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | | | ดี | 39 | 61 | 74 | 80 |

ตารางที่ 2 ค่า curve number สำหรับพื้นที่ประเภทต่าง ๆ กรณี AMCII (ต่อ)

| ประเภท การใช้ที่ดิน | ชนิดสิ่งปกคลุมดิน | | ประเภทกลุ่มดิน | | | |
|------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|----|----|----|
| | ลักษณะกิจกรรม | สถานภาพ ของดิน | A | B | C | D |
| ทุ่งหญ้าสำหรับปศุสัตว์ | | | | | | |
| | แถวค้อยตามระดับ | ไม่ดี | 47 | 67 | 81 | 88 |
| | แถวค้อยตามระดับ | พอใช้ | 25 | 59 | 75 | 83 |
| | แถวค้อยตามระดับ | ดี | 26 | 35 | 70 | 79 |
| ป่าไม้ | | | | | | |
| | | ไม่ดี | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | | พอใช้ | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | | ดี | 25 | 55 | 70 | 77 |
| ที่นามีโรงเรือน | | | | | | |
| | | | 59 | 74 | 82 | 86 |
| ถนน | | | | | | |
| | ไม่ลาดผิวหน้า | | 72 | 82 | 87 | 89 |
| | มีผิวหน้าขอบทางและรางระบายน้ำฝน | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | กรวด ลูกกรัง | | 6 | 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 : Soil Conservation Service (1986)

6. สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ

สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตก็เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ส่วนใหญ่สะสมในดิน (Fisher และ Likens, 1972) และในปัจจุบันการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบต่างๆ มักก่อให้เกิดผลกระทบตามมาเสมอ ผลที่เกิดจากกิจกรรมเหล่านี้ ส่วนหนึ่งจะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะสารอินทรีย์หากมีมากเกินไปจะก่อให้เกิดสภาวะน้ำเสีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำ

6.1 ประเภทของสารอินทรีย์ในน้ำ

สารอินทรีย์ในน้ำแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ non humic substances ซึ่งหมายถึงสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน และ humic substances ซึ่งหมายถึง สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยากและใช้เวลานาน ได้แก่ เศษซากพืช ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีรูปร่างและขนาดโมเลกุลไม่แน่นอน และเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้น้ำมีสีเข้ม ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีสารกลุ่มนี้มากที่สุด โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 6-30 ของสารอินทรีย์ในน้ำทั้งหมด (สิทธิชัย, 2549)

6.2 แหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ

สิทธิชัย (2549) กล่าวว่า แหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ จำแนกออกเป็น 2 แหล่ง ได้แก่ แหล่งธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 แหล่งธรรมชาติ

1) การพังทลายของดิน (soil erosion) สารอินทรีย์ในดินจะถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในดิน โดยพบว่าบริเวณพื้นที่ป่าไม้จะมีสารอินทรีย์ในดินสูง และเมื่อถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำจะเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ให้กับแหล่งน้ำได้

2) ฟิชน้ำ สาหร่ายและแพลงก์ตอนพืช โดย Steelink (1977) รายงานว่าสาหร่ายและฟิชน้ำจะขั้บถ่ายของเสียเป็นสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายจะให้กรดอะมิโน กรดไขมัน น้ำตาลและกรดไคคาร์บอกซิลิก นอกจากนี้การย่อยสลายฟิชน้ำที่ตายแล้วเศษใบไม้ที่ร่วงลงสู่แหล่งน้ำ มีส่วนทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

3) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในน้ำ ได้แก่ พวกไมโครแพลงก์ตอน ซึ่งจะพบประมาณร้อยละ 10 ของสารอินทรีย์ทั้งหมดตามผิวน้ำ ส่วนในน้ำระดับลึกจะมีปริมาณน้อยหรือร้อยละ 2 เท่านั้น

4) การย่อยสลายซากสัตว์น้ำที่ตายแล้วและการขั้บถ่ายของเสียของสัตว์น้ำ เช่น ปลาตก ปลาต ปลาเค้า จะปล่อยสารอินทรีย์ลงในแหล่งน้ำคิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูป BOD เฉลี่ย 0.0022 กิโลกรัมต่อวันต่อน้ำหนักปลา 0.45 กิโลกรัม (Tenney *et al.* , 1971)

6.2.2 แหล่งชุมชน

บริเวณที่มีแหล่งชุมชนหนาแน่นมักพบปัญหาน้ำเสียจากสารอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่ง Hammer (1975) ได้จำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) น้ำทิ้งจากบ้านเรือน จากการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่าคน 1 คนจะปล่อยของเสียเป็นสารอินทรีย์ซึ่งประเมินจากค่า BOD เฉลี่ยวันละประมาณ 0.045 – 0.050 กิโลกรัมของเสียเหล่านี้ ได้แก่ น้ำทิ้งจากการชำระล้าง หรือสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบทำให้แหล่งน้ำที่รองรับน้ำทิ้งนี้มีปริมาณสารอินทรีย์สูงด้วย (Hynes, 1971)

2) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักรกล หรือน้ำที่ใช้ในการผลิตอื่นๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้น้ำและประเภทของอุตสาหกรรม

3) น้ำไหลบ่าจากพื้นที่เกษตรกรรม มักเป็นน้ำทิ้งที่ปนเปื้อนสารอินทรีย์ ได้แก่ การเลี้ยงหมู เลี้ยงเป็ด เลี้ยงไก่ จากบ่อเลี้ยงปลา และน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เพาะปลูกต่างๆ จากการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2526) พบว่า สาเหตุสำคัญ

ของน้ำเสียในแม่น้ำท่าจีนประการหนึ่ง คือ ปริมาณน้ำที่จากพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมีค่า BOD เฉลี่ยตลอดปี 7,641 กิโลกรัมต่อวัน

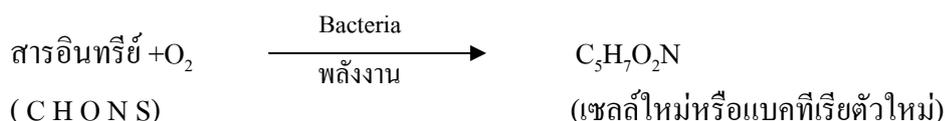
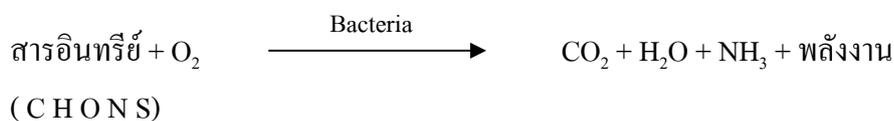
Steelink (1977) รายงานว่า สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำผิวดินธรรมชาติเกิดจากการพังทลายของดินมากกว่าที่เกิดจากแหล่งชุมชน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น พื้นที่ป่าไม้ ยกเว้นบริเวณแหล่งน้ำที่มีประชากรอยู่หนาแน่นหรือมีโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมักมีการปนเปื้อนจากการปล่อยน้ำที่ลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง

6.3 การสลายตัวของสารอินทรีย์ในน้ำ

การย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ออกซิเจนย่อยสารอินทรีย์และเกิดพลังงาน โดยการออกซิไดซ์ของจุลินทรีย์แบ่งออกได้เป็น 2 กระบวนการ ดังนี้

6.3.1 กระบวนการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจน (aerobic process)

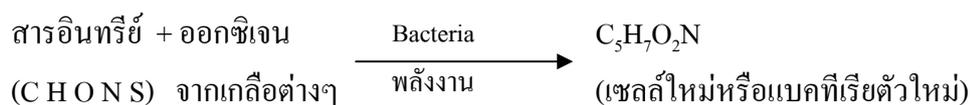
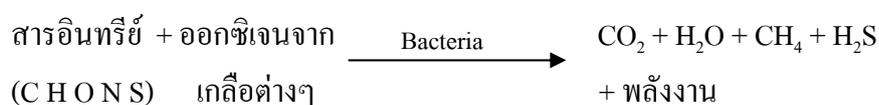
กระบวนการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจน เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์หรือแบคทีเรียในน้ำย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (dissolved oxygen) ผลผลิตของกระบวนการอาจจะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ หรือแอมโมเนียและพลังงาน ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอินทรีย์ ซึ่งพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาการย่อยสลายขั้นนี้ แบคทีเรียจะนำไปใช้เพื่อการเคลื่อนไหว การเจริญเติบโตและการแบ่งตัว (สิทธิชัย, 2549) ปฏิกิริยาการย่อยสลายที่เกิดขึ้นมีสมการดังนี้



โดยค่าออกซิเจนในน้ำที่ลดลง เนื่องจากถูกแบคทีเรียใช้ในกระบวนการย่อยสลายในขั้นตอนนี้ คือ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

6.3.2 การบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic processes)

กระบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์หรือแบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ โดยไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (free oxygen) แต่จะใช้ออกซิเจนที่อยู่ในสารประกอบต่าง ๆ ในน้ำเสีย เช่น เกลือซัลเฟต (SO_4^{2-}) เกลือไนเตรท (NO_3^-) เพื่อเป็นแหล่งพลังงานแทนออกซิเจนอิสระ ผลผลิตจากปฏิกิริยาการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนจะเกิดก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ น้ำและพลังงาน (สิทธิชัย, 2549) ซึ่งมีสมการดังนี้



6.4 ผลกระทบของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ

สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตในน้ำ หากแหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์น้อยเกินไป จะทำให้แหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ แต่ถ้าแหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไปที่น้ำจะสามารถปรับสภาพตัวเองได้ จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำ (สิทธิชัย, 2549) ดังนี้

6.4.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว

การลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำจะใช้ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ หากปริมาณการเติมออกซิเจนลงในแหล่งน้ำน้อยกว่าปริมาณที่จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำใช้ออกซิเจน จะทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงจนไม่มีออกซิเจนละลายในน้ำอยู่เลย ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ โดยอาจเกิดความเครียดหรือตายได้

6.4.2 การเพิ่มปริมาณของเสียในน้ำ

เมื่อออกซิเจนละลายน้ำหมด แบคทีเรียพวก anaerobic bacteria และ facultative bacteria จะย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้เกิดของเสีย ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และแอมโมเนีย (NH_4^+) โดยไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไปรวมตัวกับโลหะในแหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีสีดำและมีกลิ่นเหม็น ส่วนแอมโมเนียที่ได้จะถูกออกซิไดส์โดยแบคทีเรียไนโตรโมแนส (nitromonas bacteria) กลายเป็นไนไตรท์ และจะถูกออกซิไดส์ต่อโดยแบคทีเรียไนโตรแบคเตอร์ (nitrobacter bacteria) กลายเป็นไนเตรทแอมโมเนียในรูปที่ไม่แตกตัวจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ โดยปริมาณแอมโมเนีย 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทำให้สัตว์น้ำตายภายในระยะเวลาอันสั้น

6.4.3 เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคและสารพิษ

แหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์มาก จะเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคและสารพิษอื่นๆ เช่น จุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นพิษ หรือเชื้อโรคต่างๆ และอาจเกิดแพลงก์ตอนพวกไดโนแฟลกเจลเลท (dinoflagellate) ขึ้นอย่างมากมาย ทำให้เกิดน้ำแดงหรือที่เรียกว่า จี๊ปลาวาฟ (red tide) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

7. ความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน

ความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน (total maximum daily loads : TMDLs) ของลำน้ำสามารถอธิบายถึงผลผลิตของมลสารที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำและไหลลงสู่ลำน้ำ (Lung, 2001) แหล่งน้ำจะสามารถรักษาสภาพสมดุลตามธรรมชาติไว้ได้โดยที่สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำยังสามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่กำหนดหรือมาตรฐานคุณภาพน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ได้โดยไม่เป็นอันตราย ซึ่งอาจหมายถึงปริมาณสูงสุดที่แหล่งน้ำยอมให้มีได้ (carrying capacity) (เกษม, 2540) โดยที่แหล่งน้ำจะมีอัตราการเติมออกซิเจนมากกว่าอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำในปริมาณที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ น้ำไม่เน่าเสีย มีสีและกลิ่นตามสภาพธรรมชาติที่เป็นอยู่ ซึ่งในทางปฏิบัติสามารถศึกษาจากค่าสูงสุดของสารอินทรีย์ในรูป BOD (maximum BOD load) ที่ยอมให้ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้

การศึกษา TMDLs สามารถใช้แบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อมตั้งแต่หนึ่งแบบจำลอง หรือมากกว่าหนึ่งแบบจำลองในการศึกษา เช่น แบบจำลองทางด้านลุ่มน้ำ แบบจำลองทางด้านชลศาสตร์ แบบจำลองสำหรับแหล่งน้ำผิวดิน แบบจำลองเหล่านี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานต่าง ๆ เช่น องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency), Danish Hydraulic Institute (DHI) เป็นต้น โดยแบบจำลองจะถูกพัฒนาในลักษณะของแบบจำลองคอมพิวเตอร์ เช่น แบบจำลอง BASINS, QUAL2E, QUAL2K, STREAM, WASP/EUTRO และ MIKE11 เป็นต้น นอกจากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์แล้วยังสามารถศึกษาได้โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีการศึกษาไว้แล้ว และใช้ข้อมูลของกลุ่มน้ำและลักษณะของลำน้ำที่ต้องการศึกษาซึ่งเป็นสมการที่ใช้กันโดยทั่วไป รวมไปถึงเป็นสมการพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองสำเร็จรูป (Lung, 2001)

มลสารที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณต่างๆ จะถูกเจือจางโดยน้ำ ในกรณีที่มลสารเป็นสารอินทรีย์นอกจากมีการเจือจางแล้ว ยังเกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์จะมีการใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดลงในระดับต่าง ๆ จนถึงระดับที่ปริมาณมลสารที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณเท่าที่แหล่งน้ำจะสามารถรักษาคุณภาพไม่ให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพของแหล่งน้ำที่กำหนดไว้ตามประเภทของการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ (สมใจ, 2532) ลักษณะของแหล่งน้ำที่เป็นลำน้ำตามธรรมชาติหรือที่มนุษย์สร้างขึ้น จะมีลักษณะเป็นท่อเปิดขนาดใหญ่ เป็นคุณลักษณะที่สำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้มีกระบวนการเติมออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ทำให้แหล่งน้ำสามารถรักษาสภาพสมดุลหรือสภาพตามธรรมชาติ หรือ เกิดการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ (self purification)

8. การฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ

Mann (1976) ได้ให้ความหมายของการฟอกตัวเอง (self purification) ของแหล่งน้ำว่าเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยกระบวนการย่อยๆ ที่จะพยายามรักษาคุณภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนให้กลับเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีเช่นเดิม โดยกระบวนการที่จะทำให้แหล่งน้ำคืนสภาพเดิมได้ก็คือกลไกตามธรรมชาติของระบบนิเวศแหล่งน้ำนั่นเอง ซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีความสลับซับซ้อน สามารถจัดแบ่งองค์ประกอบของระบบออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบทางด้านกายภาพ ได้แก่ องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ อุณหภูมิ ความขุ่น ตะกอนแขวนลอย สี ความลาดเอียง ความเร็วของน้ำ การหักโค้งของลำน้ำ ความลึกของลำน้ำ เป็นต้น

องค์ประกอบทางด้านเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง โลหะหนัก สารพิษ ความกระด้าง ค่าการนำไฟฟ้า การละลายของก๊าซ และธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น

องค์ประกอบทางด้านชีวภาพ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์ สาหร่าย โปรโตซัว สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอนพืชและสัตว์น้ำ

องค์ประกอบของระบบนิเวศของทั้ง 3 ด้านจะประกอบกันเป็น โครงสร้างในแหล่งน้ำนั้น ๆ โดยในโครงสร้างจะประกอบด้วย ชนิด ปริมาณ สัดส่วน การกระจายของแต่ละองค์ประกอบ ถ้าหากชนิด ปริมาณ สัดส่วนและการกระจายของแต่ละองค์ประกอบภายในแหล่งน้ำนั้นมีความสมดุล จะทำให้ระบบนิเวศแหล่งน้ำสามารถรักษาหรือดำรงอยู่ได้ หรือระบบจะมีขบวนการคงสภาพ (self maintenance) และปรับสภาพ (self regulation) ของมันให้ดำรงอยู่ได้ (Odum, 1971)

ความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแหล่งน้ำขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ อัตราการไหลของน้ำ และอัตราการถ่ายเทออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่ น้ำ โดยที่อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ จะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ รวมทั้งชนิดและความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำ และในแหล่งน้ำที่มีอัตราการไหลของน้ำสูง จะเกิดกระบวนการย่อยสลายสูงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนย้ายของมวลน้ำ เกิดการเติมออกซิเจนสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติได้มาก และอัตราการถ่ายเทออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่แหล่งน้ำจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ เช่น ความลึก ความกว้าง และอัตราการไหลของน้ำ

9. ดัชนีที่ใช้ในการศึกษา

9.1 ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen : DO)

ออกซิเจนละลายน้ำ เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากออกซิเจนเป็นธาตุที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตและกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และเป็นปัจจัยที่ทำให้น้ำไม่เน่าเสีย ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสีย ค่าออกซิเจนละลายน้ำจะผูกพันกับปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ณ เวลาต่าง ๆ (เสริมพล และไชยยุทธ, 2525)

แหล่งที่มาของออกซิเจนในน้ำมาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยสาหร่ายและกระบวนการเติมอากาศจากบรรยากาศโดยตรง ปริมาณออกซิเจนที่ผลิตได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยสาหร่าย จะถูกใช้ในกระบวนการหายใจของพืชน้ำ แบริเรีย และสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ส่วนกระบวนการเติมอากาศจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำ หากความเข้มข้นต่ำกว่าความเข้มข้นในสภาวะอิ่มตัว จะเกิดการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศสู่ผิวน้ำ แต่ถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าความเข้มข้นในสภาวะอิ่มตัว ออกซิเจนในน้ำก็จะถ่ายเทสู่อากาศ อัตราการถ่ายเทออกซิเจนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเร็ว ความลึก และความลาดชันของลำน้ำ กล่าวคือ ถ้าในแหล่งน้ำมีการไหลของกระแสน้ำที่เร็ว ลำน้ำมีความกว้างมาก จะเกิดการเติมออกซิเจนได้มาก โดยทั่วไปความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่จะมีค่าไม่น้อยกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับการดำรงชีวิตของปลา จะต้องมิต่ำไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (Danish Hydraulic Institute [DHI], 1995)

กรรณิการ์ (2544) กล่าวว่าความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำแปรผันโดยตรงกับความดัน และแปรผันแบบผกผันกับอุณหภูมิและปริมาณเกลือแร่ที่ละลายในน้ำ นอกจากนี้ หากในแหล่งน้ำมีอัตราการสังเคราะห์แสงมาก ปริมาณออกซิเจนละลายก็จะมาก และหากมีการสลายตัวของสารอินทรีย์มาก ออกซิเจนในน้ำจะถูกนำไปใช้ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายลดลง โดยความสำคัญของค่า DO มีดังนี้

1) ค่า DO เป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวที่จะเกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ สำหรับ aerobic organism จะใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อการออกซิไดส์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่ anaerobic organism ทำให้เกิดการรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางตัว เช่น SO_4^{2-} เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดนี้พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ดังนั้นจึงต้องรักษาพวก aerobic organism เพื่อรักษาสภาวะ aerobic condition ในน้ำธรรมชาติ

2) ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสภาวะของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่น คือให้มีค่า DO ในปริมาณที่พอเหมาะ เช่น ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) ค่า DO เป็นค่าพื้นฐานของค่าปริมาณสารอินทรีย์ในรูปบีโอดี (biochemical oxygen demand : BOD) เพื่อหาความสกปรกของน้ำเสียและอัตราการใช้ออกซิเจนทางชีวเคมี ซึ่งวัดได้โดยการหาค่า DO ที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ

9.2 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand : BOD)

ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี เป็นค่าประมาณของปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่มีอากาศ สารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายทั้งหมดในเวลาหลายสิบวัน จึงนิยามวัดค่า BOD ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของน้ำในฤดูร้อนของประเทศเขตร้อน โดยจะมีค่า BOD ประมาณร้อยละ 70-80 ของปริมาณความต้องการออกซิเจนทั้งหมด (ultimate BOD) (พัฒนา, 2539) ค่า BOD เป็นตัวแทนสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ ซึ่งแบคทีเรียจะใช้ ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ นอกจากนั้นยังเป็นคุณสมบัติของน้ำที่สำคัญที่สุดในการบำบัดน้ำเสียประเภทสารอินทรีย์ และในการควบคุมปัญหาน้ำเสีย โดยปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในระบบบำบัดแบบชีววิทยาจะขึ้นกับอยู่กับ ค่า BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัด ดังนั้นค่า BOD ในแบบจำลองจึงมีความสัมพันธ์กันกับค่าออกซิเจนละลายน้ำ สำหรับในแบบจำลองคุณภาพน้ำที่มีความซับซ้อนมากขึ้น จะรวมเอาการเกิดสารอาหารต่างๆ ระหว่างการย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน หรือฟอสฟอรัส หรือนำสัดส่วนของปริมาณความต้องการออกซิเจนทั้งในรูป soluble BOD และ suspended BOD เข้ามาคำนวณรวมด้วย (DHI, 1995)

กรณีการ (2544) กล่าวถึงความสำคัญของค่า BOD ดังนี้

- 1) เพื่อหาค่าลึงของน้ำเสียชุมชนและอุตสาหกรรมในเทอมของออกซิเจนที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์
- 2) ใช้หาปริมาณความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเพื่อนำไปคำนวณอัตราการออกซิไดส์ที่เกิดหรือเพื่อหาอัตราที่ออกซิเจนละลายในน้ำจะถูกใช้ไป
- 3) เพื่อใช้ในการควบคุมความสกปรกของแม่น้ำลำธารว่าควรจะบำบัดสารอินทรีย์ที่จะทิ้งลงน้ำแค่ไหน เพื่อให้ได้ระดับออกซิเจนในน้ำตามที่ต้องการ
- 4) ใช้วัดความสามารถของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ
- 5) ใช้ประเมินประสิทธิภาพของโรงบำบัดน้ำเสีย และเป็นดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งที่จะปล่อยลงแหล่งน้ำ

10. การศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลอง

10.1 แบบจำลอง (model)

นิพนธ์ (2549) กล่าวว่า แบบจำลอง คือ ตัวแทนของสรรพสิ่งอันใดอันหนึ่ง เช่น วัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ เป็นต้น และมักถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการคาดการณ์ (prediction) และควบคุมสรรพสิ่งนั้น แบบจำลองทำหน้าที่อธิบายถึงลักษณะของวัตถุ เหตุการณ์ กระบวนการ หรือระบบมากกว่าที่จะใช้บรรยายว่าสิ่งนั้นเป็นอย่างไรหรือเกิดขึ้นอย่างไร แบบจำลองมักถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้หรือทำให้มองเห็นว่า ถ้าหากสิ่งนั้นหรือระบบถูกเปลี่ยนแปลงไปในทางใดทางหนึ่งหรือหลายทางจะมีผลกระทบต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ของสิ่งนั้นและ/หรือระบบนั้นอย่างไร โดยการสร้างแบบจำลองเลียนแบบพฤติกรรมธรรมชาติ หรือระบบที่มนุษย์สร้างขึ้นเป็นกระบวนการความคิดที่ต้องการทราบถึงการทำงานของระบบ และหาคำตอบเมื่อมีการใช้ทรัพยากรหรือระบบในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเป็นเรื่องยากที่จะสร้างแบบจำลองที่สามารถเลียนแบบธรรมชาติได้อย่างสมบูรณ์แบบ โดยในการสร้างแบบจำลองจำเป็นต้องมีการปรับเทียบ (calibration) ทั้งในส่วนของการทำงานของแบบจำลองและผลลัพธ์ที่ได้ ตลอดจนมีการทดสอบ (verification) โดยใช้ข้อมูลจากพื้นที่ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองดังกล่าวอีกด้วย

ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของระบบ หรือสิ่งที่สนใจในกรณีที่ไม่สามารถศึกษาระบบได้โดยตรง โดยการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการประเมินสถานการณ์ของระบบ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจหรือใช้ศึกษาเพื่อเตรียมการป้องกันและรับมือกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นโดยไม่ต้องรอให้เกิดเหตุการณ์จริงก่อน นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินการในโครงการต่างๆ ที่ใช้งบประมาณสูง ในประเทศไทยการสร้างแบบจำลองและการจำลองสถานการณ์ยังมีการใช้งานอยู่ในวงจำกัด เช่น การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

10.2 แบบจำลองคุณภาพน้ำ (water quality model)

แบบจำลองคุณภาพน้ำ เป็นแบบจำลองที่ใช้อธิบายคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การลดลงของปริมาณออกซิเจนละลาย เนื่องจากมีการ

ระบายสารอินทรีย์ลงสู่แหล่งน้ำ โดยแบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงของมลสารที่เกิดขึ้นในลำน้ำ ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับศึกษาในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างด้านลักษณะลำน้ำ สภาพพื้นที่ ลักษณะทางอุทกนิยมนิเวศวิทยาและอุทกวิทยา ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ รวมถึงนำมาประยุกต์ใช้ประเมินทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำทั้งในด้านการลงทุนและการใช้มาตรการด้านกฎหมาย โดยการกำหนดรูปแบบการจัดการที่แตกต่างกัน (management scenarios) เช่น การเลือกเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย การจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย หรือการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการน้ำเสียกับการที่จะไม่ดำเนินการใดๆ และคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคตที่ระยะเวลาแตกต่างกัน จากฐานข้อมูลปัจจุบัน เช่น 5, 10 และ 20 ปีข้างหน้า เป็นต้น โดยจะมีการปรับฐานข้อมูลให้เป็นไปตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาวะการณ์ในปีที่คาดหวังนั้นๆ บนพื้นฐานของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณของเสียจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และแนวโน้มภายหลังการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพน้ำว่าอยู่ในเกณฑ์หรือเป้าหมายหรือไม่ ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ดำเนินการลดมลพิษจากกิจกรรมประเภทต่างๆ ทั้งแหล่งที่มีจุดกำเนิดมลพิษแน่นอนและแหล่งที่มีจุดกำเนิดมลพิษไม่แน่นอน โดยได้นำมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำมาใช้เป็นเกณฑ์หรือเป้าหมายในการแก้ไขปัญหา ซึ่งก็คือปริมาณของเสียที่ยอมให้ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ รายวัน หรือที่เรียกว่าความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน โดยมีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำเนินการ (วิจารณ์, 2545)

Thomann และ Muller (1987) แบ่งประเภทแบบจำลองคุณภาพน้ำออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองแบบหนึ่งมิติ (one dimension model) และแบบจำลองแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ (two and three dimension models) โดยแบบจำลองแบบหนึ่งมิติ เป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำภายใต้สภาวะคงตัว (steady state) มีการไหลของน้ำในทิศทางเดียว โดยมีสมมติฐานว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นในลำน้ำไม่มีความแตกต่างกันทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ตัวอย่างแบบจำลองประเภทหนึ่งมิติ เช่น QUAL2K, QUAL2E, HSPE, SWMM, DYRESM-WQ, MIKE11 และ WASP เป็นต้น ส่วนแบบจำลอง 2 มิติ และ 3 มิติ เป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ และบริเวณปากแม่น้ำ ที่มีลักษณะการไหลของน้ำ 2 ทิศทางในแนวระดับ โดยมีสมมติฐานว่า การเปลี่ยนแปลงของกระบวนการต่างๆ ไม่แตกต่างกันในแนวดิ่ง ตัวอย่างของแบบจำลอง 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น MIKE21, CORMIX, POM และ ECOM-si เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบจำลอง QUAL2K เป็นเครื่องมือ

10.3.2 ข้อดีของแบบจำลอง QUAL2K

Chapra *et al.* (2006) กล่าวว่าแบบจำลอง QUAL2K มีการพัฒนามาจากแบบจำลอง QUAL2E ในปี ค.ศ. 2003 เพื่อลดข้อจำกัดที่พบในการใช้งานแบบจำลอง QUAL2E ดังนี้

1) การแบ่งช่วงลำน้ำในการจำลองคุณภาพน้ำ ข้อจำกัดแบบจำลอง QUAL2E คือ จำเป็นต้องแบ่งช่วงลำน้ำให้มีความยาวเท่ากันทุกช่วง และกำหนดให้ใส่คุณสมบัติของช่วงย่อยลำน้ำ (elements) เพียงคุณสมบัติเดียว เช่น Headwater (H), Upstream of junction (U), Junction (J), Point Sources (P) และ Withdrawal (W) เป็นต้น แต่แบบจำลอง QUAL2K ไม่จำเป็นต้องแบ่งช่วงลำน้ำให้เท่ากัน รวมทั้งสามารถระบุจุดระบายน้ำและมลพิษลงสู่หรือนำน้ำออกได้หลายจุดในแต่ละช่วงลำน้ำ (multiple loading and withdrawals)

2) แบบจำลอง QUAL2K สามารถจำลองค่า BOD ทั้งในรูปแบบที่เป็น fast BOD และ slow BOD รวมทั้งทำการจำลองค่า BOD ที่ใช้สำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ของอนุภาคที่ไม่มีชีวิต (non-living particulate) เช่น ตะกอนแขวนลอยซึ่งมีคาร์บอน ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ และสามารถจำลองปฏิกิริยาในขณะที่น้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้อยหรือในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนละลายน้ำ (ค่า DO เท่ากับ 0) (anoxia) โดยแบบจำลอง QUAL2K จะมีการจำลองปฏิกิริยาการย่อยสลายโดยกระบวนการ denitrification แทนกระบวนการ oxydizing

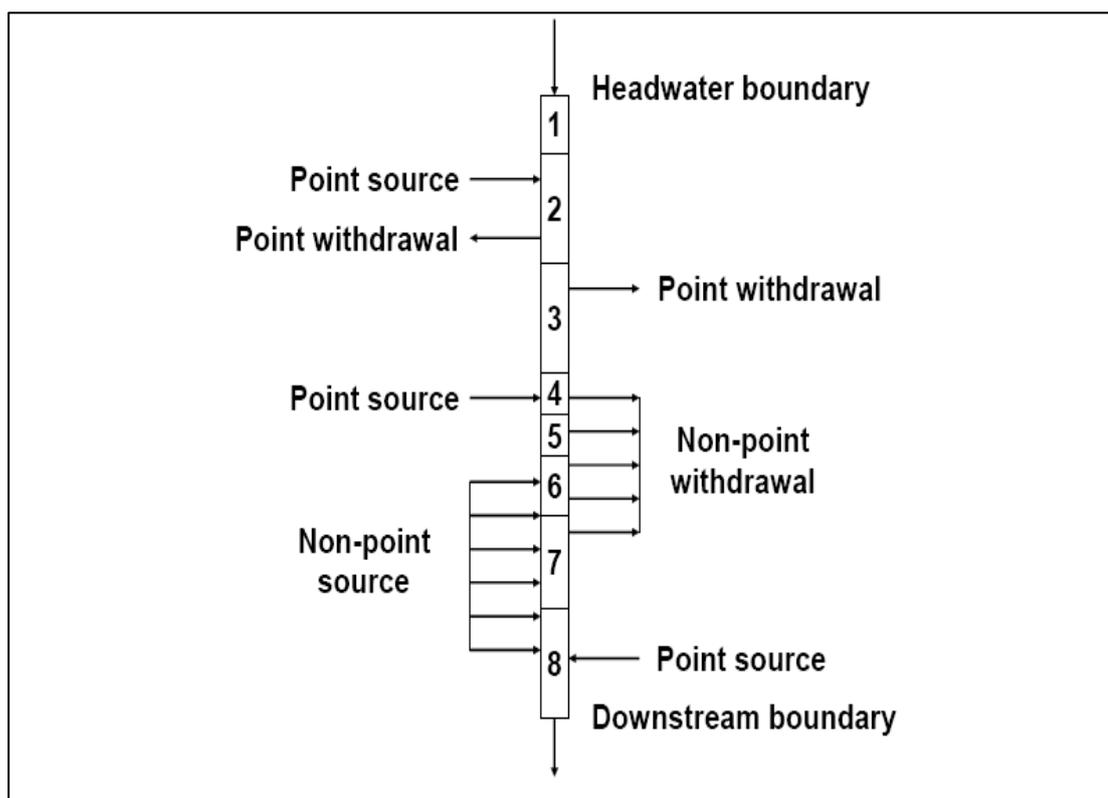
3) แบบจำลอง QUAL2K ได้รับการพัฒนาในส่วนของรูปแบบและอุปกรณ์ช่วยต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้งานในระบบปฏิบัติการ windows ME/2000/XP ใช้โปรแกรม Microsoft excel สำหรับนำเข้าข้อมูลและแสดงผลเป็นกราฟเส้น ส่วนการคำนวณใช้โปรแกรม Fortran 90 และโปรแกรมเสริมใช้ visual basic for application (VBA)

10.3.3 วิธีการประมวลผลของแบบจำลอง QUAL2K

1) การแบ่งช่วงลำน้ำและลักษณะทางชลศาสตร์

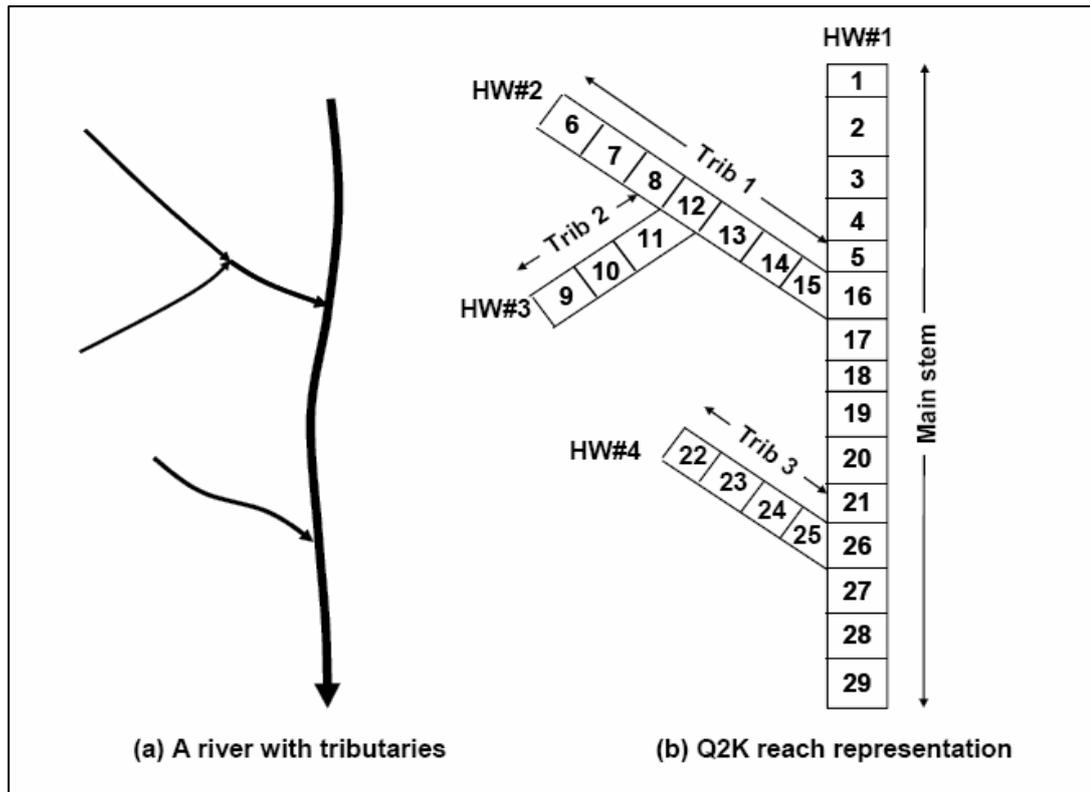
การแบ่งช่วงลำน้ำเป็นขั้นตอนแรกของการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลอง โดยสมมติให้ในแต่ละช่วงลำน้ำมีลักษณะทางชลศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์และคุณภาพน้ำทั้งทางด้าน

กายภาพ ชีวภาพและเคมีเหมือนกัน และการแบ่งช่วงลำน้ำสำหรับนำเข้าแบบจำลอง QUAL2K สามารถแบ่งได้โดยไม่มีข้อจำกัดว่าจะต้องมีช่วงความยาวเท่ากัน และสามารถใช้ศึกษาคุณภาพน้ำทั้งระบบที่เป็นลำน้ำสายหลักและลำน้ำที่มีการไหลเข้าของลำน้ำสาขา การนับความยาวของลำน้ำจะเริ่มจากจุดเริ่มต้นศึกษาโดยกำหนดให้ต้นน้ำ (headwater) เป็นจุดเริ่มต้น และท้ายน้ำ (downstream) เป็นจุดสิ้นสุดการนับความยาวของลำน้ำ ในแต่ละช่วงลำน้ำจะมีจุดระบายมลพิษทางน้ำทั้งจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนและแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนลงสู่ลำน้ำ (point and non-point source pollution) รวมทั้งจุดที่มีการนำน้ำออกจากลำน้ำทั้งในลักษณะที่ระบุจุดนำน้ำออกได้แน่นอนและไม่แน่นอน (point and non-point withdrawal) และการกำหนดช่วงลำน้ำในลำน้ำสาขาจะเริ่มจากต้นน้ำ (headwater) ของลำน้ำสาขานั้น โดยให้กำหนดลำดับช่วงลำน้ำต่อเนื่องกับช่วงลำน้ำสายหลักก่อนถึงจุดบรรจบของลำน้ำสาขานั้น (ภาพที่ 4 และภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 การแบ่งช่วงลำน้ำสายหลักกรณีที่ไม่มิลำน้ำสาขา

ที่มา: QUAL2K Documentation and Users Manual (2006)



ภาพที่ 5 การแบ่งช่วงลำน้ำสายหลักกรณีที่มีลำน้ำสาขา

ที่มา: QUAL2K Documentation and Users Manual (2006)

2) ข้อมูลอุทกศาสตร์

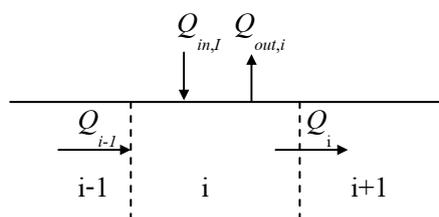
ข้อมูลอุทกศาสตร์ในแต่ละช่วงลำน้ำ มีความสำคัญต่อกระบวนการเคลื่อนที่และแพร่กระจายของมลสารในลำน้ำ ในการศึกษาข้อมูลอุทกศาสตร์มีสมมติฐานให้การไหลของน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำเป็นแบบทิศทางเดียว (one dimension) และมีสภาวะการไหลคงตัว (steady state) กล่าวคือไม่มีความแตกต่างกันทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง โดยพิจารณาสมมูลของน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำ ดังสมการที่ 10 และภาพที่ 4

$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{out,i} \quad (10)$$

โดยที่ Q_i = ปริมาณน้ำของช่วงลำน้ำ i ที่จะไหลไปยังช่วงลำน้ำที่ $i+1$ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)

$Q_{in,i}$ = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ระบายลงสู่ลำน้ำช่วงที่ i

$Q_{out,i}$ = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่นำออกจากลำน้ำช่วงที่ i



ภาพที่ 6 ปริมาณน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำ

ที่มา : QUAL2K Documentation and Users Manual (2006)

3) การจำลองคุณภาพน้ำโดยแบบจำลอง QUAL2K

แบบจำลอง QUAL2K สามารถจำลองคุณภาพน้ำโดยการประมวลผลจะดำเนินการผ่านกระบวนการ transport และ transformation reactions โดยสามารถประมวลผลในค่าตัวแปรคุณภาพน้ำ 18 ตัวแปร ได้แก่ conductivity, inorganic suspended solids, dissolved oxygen, slowly reacting CBOD, fast reacting CBOD, organic nitrogen, ammonia nitrogen, nitrate nitrogen, organic phosphorus, inorganic phosphorus, phytoplankton, detritus, pathogen, alkalinity, total inorganic carbon, bottom algae biomass, bottom algae nitrogen และ bottom algae phosphorus

การจำลองคุณภาพน้ำโดยแบบจำลอง QUAL2K จะจำลองผ่านปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวเคมี (biochemical reactions) โดยมีกระบวนการย่อยๆ ประกอบด้วย กระบวนการ oxidation, nitrification, denitrification ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สำหรับใช้คำนวณเพื่อให้แสดงผลในค่า DO และ BOD นั้น คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สมการของ O'Connor and Dobbins (Thomann, 1972) ซึ่งเหมาะสมสำหรับลำน้ำที่มีอัตราการไหลต่ำ มีสมการดังนี้

$$K_a(20^{\circ}\text{C}) = 3.93V^{0.5}D^{-1.50} \quad (11)$$

โดยที่

Ka คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ณ อุณหภูมิ 20 °C (วัน⁻¹)

V คือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำ (เมตร/วินาที)

D คือ ความลึกเฉลี่ยของน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำ (เมตร)

และต้องมีการปรับค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยใช้สมการ

$$K_{a_t} = K_a \theta^{(t-20)} \quad (12)$$

โดยที่

K_{a_t} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ณ อุณหภูมิใดๆ (วัน⁻¹)

K_a คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ ณ อุณหภูมิ 20 °C (วัน⁻¹)

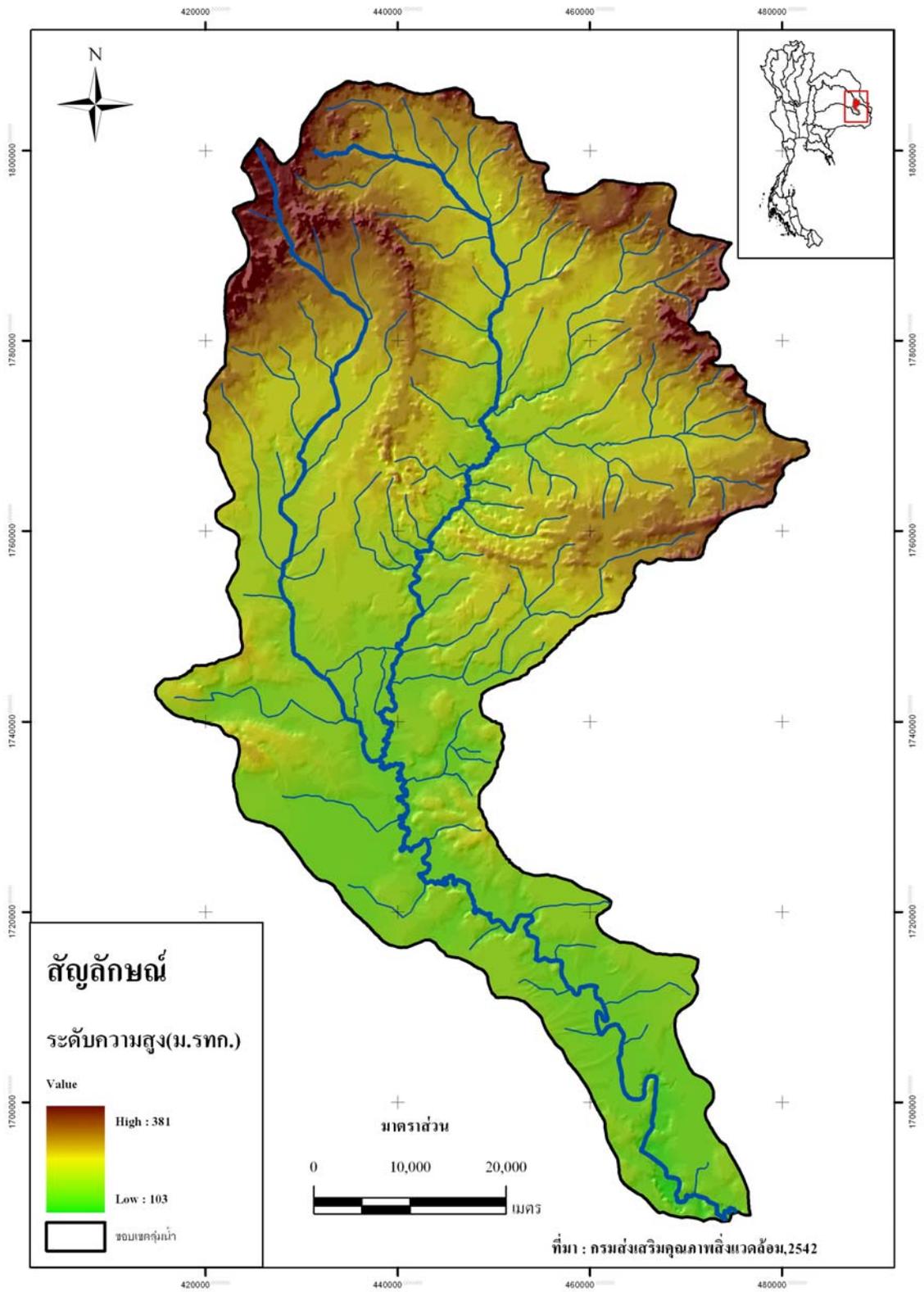
t คือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

θ คือ 1.024

11. พื้นที่ศึกษา

11.1 ลักษณะภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำลำเซบายเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูล มีพื้นที่ 3,921 ตารางกิโลเมตร การศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ 3,909.775 ตารางกิโลเมตร โดยใช้สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำสถานีสุดท้าย เป็นจุดระบายน้ำออก (outlet) ของพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษา พื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายประกอบด้วยลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันไป โดยสามารถจำแนกออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ พื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายบริเวณต้นน้ำอยู่ในเขตอำเภออุทุมพร อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร เป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของเทือกเขาภูพาน ลักษณะพื้นที่เป็นภูเขาที่สูงไม่มากนัก จุดสูงสุดอยู่บริเวณยอดภูพริกน้อย 394 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก.) มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 150 เมตร รทก. พื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายบริเวณตอนกลาง อยู่ในเขตอำเภอป่าดัว จังหวัดยโสธร ถึงอำเภอม่วงสามสิบ อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบ ความสูงเฉลี่ย 120-130 เมตร รทก. ลำน้ำในช่วงนี้จะคดโค้งไปมา และมีลักษณะเป็นกุด (ลำน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนทางเดินของลำน้ำ) และหนองน้ำเป็นจำนวนมาก พื้นที่ทั้งสองฝั่งลำน้ำเป็นที่ราบต่ำห่างออกไปจากลำน้ำหลายกิโลเมตร ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดระบบนิเวศป่าบึงตามบริเวณสองฝั่งลำน้ำ และพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายบริเวณตอนล่าง ตั้งแต่อำเภอเขื่องในถึงปากเซ (บริเวณลำเซบายไหลลงสู่แม่น้ำมูล) มีความสูงเฉลี่ย 114 เมตร (รทก.) พื้นที่ทั้งสองข้างของลำเซบายจะเป็นเนินสูง ลำน้ำจึงแคบและลึก เปรียบเสมือนคอขวดที่กั้นไม่ให้น้ำจากลำเซบายระบายลงสู่แม่น้ำมูลได้สะดวก จึงทำให้น้ำไหลเอ่อเข้าท่วมพื้นที่ราบลุ่มในบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำเป็นเวลานาน บริเวณตอนล่างก่อนที่จะไหลลงแม่น้ำมูลพื้นที่มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่ม (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำลำเซบาย

พื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย มีลำน้ำสำคัญ 2 สาย ได้แก่ ลำเซบายและลำห้วยโพง โดยลำเซบาย มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพาน ในเขตอำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร และอำเภอนิคมน้ำลำร้อย จังหวัดมุกดาหาร ไหลผ่านอำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ และลำโพงมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพานบริเวณอำเภอหนองพอก จังหวัดร้อยเอ็ด อำเภอกุดชุม จังหวัดยโสธร ไหลมาบรรจบกับลำเซบายบริเวณบ้านหนองเสียว อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร ความยาวลำน้ำ 81 กิโลเมตร แล้วไหลผ่านอำเภอคำเขื่อนแก้ว อำเภอหัวตะพาน อำเภอเชียงใน อำเภอม่วงสามสิบ มาบรรจบกับแม่น้ำมูล ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี มีความยาวลำน้ำประมาณ 223 กิโลเมตร ในการศึกษาคั้งนี้ทำการศึกษาลำเซบายจากต้นน้ำ (headwater) กิโลเมตรที่ 0.000 ถึงจุดระบายน้ำออก (outlet) ที่กิโลเมตรที่ 215.480

11.2 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำลำเซบายอยู่ในเขตทุ่งหญ้าเมืองร้อน ภูมิอากาศโดยทั่วไปอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,474.5 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 26.9 องศาเซลเซียส สูงสุดเฉลี่ย 32.6 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเฉลี่ย 22.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน 73 เปอร์เซ็นต์ปริมาณการระเหยน้ำเฉลี่ยรายปี 1,853.8 มิลลิเมตร

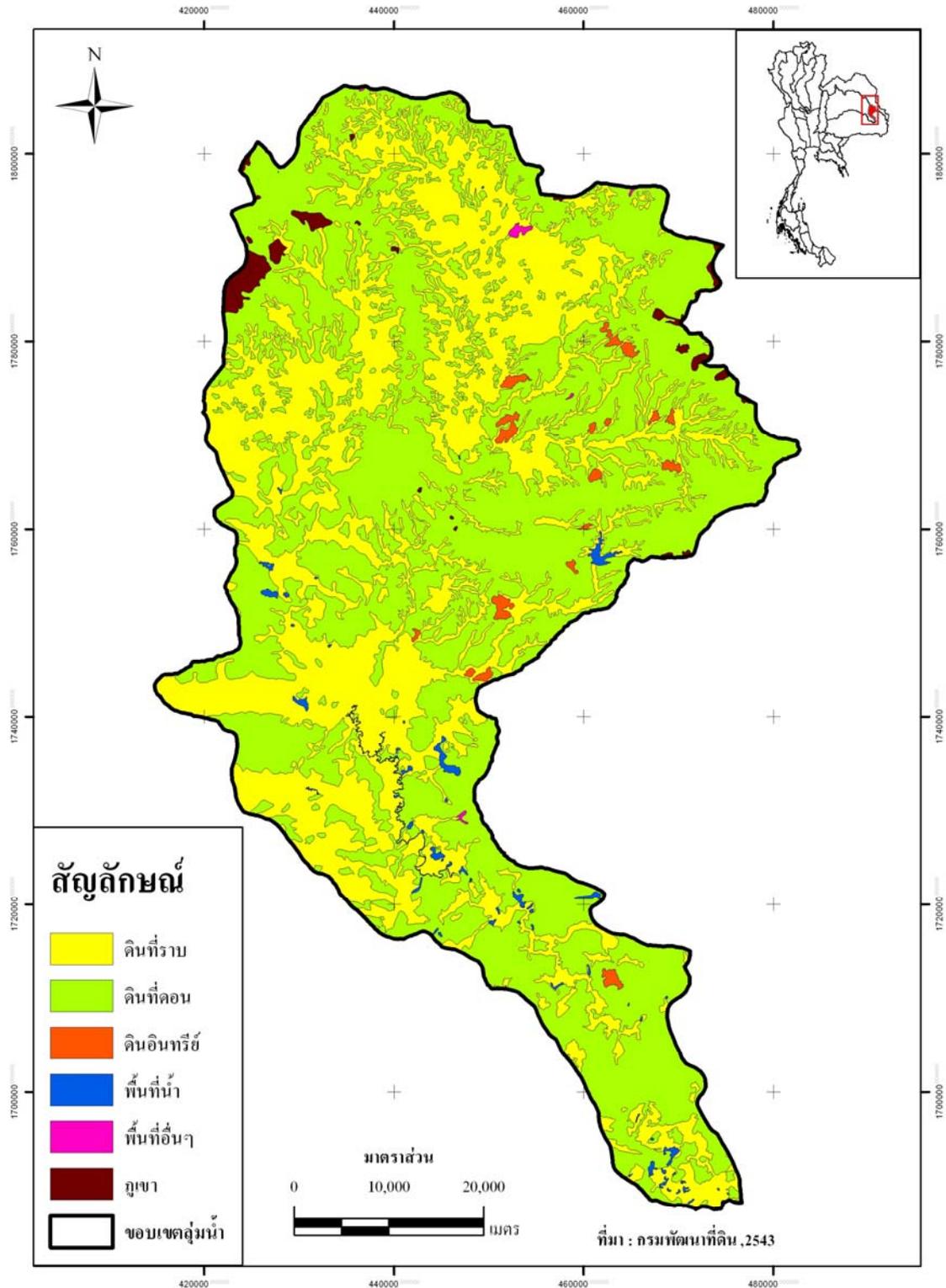
11.3 ลักษณะทางธรณีและปฐพีวิทยา

ลักษณะทางธรณีวิทยาของกลุ่มน้ำลำเซบาย เป็นกลุ่มหินโคราช (korat group) ซึ่งเป็นหินยุค cretaceous ประกอบด้วยหมวดหินมหาสารคาม ภูกระดึง โคนกรวด และเสาข้าว ซึ่งเป็นหินจำพวกหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานและหินกรวดมน โดยหมวดหินมหาสารคามจะมีชั้นเกลือหิน (rock salt) เป็นลักษณะเด่นแทรกสลับด้วยหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2543 พบว่า ลักษณะทางปฐพีวิทยาของกลุ่มน้ำลำเซบายส่วนใหญ่เป็นกลุ่มดินที่ดอน ประกอบด้วยกลุ่มดินที่เป็นดินร่วน ได้แก่ กลุ่มดินชุดที่ 40 (ร้อยละ 18.0 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ) และกลุ่มดินชุดที่ 41 (ร้อยละ 17.95 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ) กลุ่มดินที่เป็นดินเหนียว ได้แก่ กลุ่มดินชุดที่ 35 (ร้อยละ 20 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ) และกลุ่มดินที่ราบลุ่มที่เป็นดินร่วน ได้แก่ กลุ่มดินชุดที่ 17 (ร้อยละ 17 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ) ส่วนที่เหลือเป็นกลุ่มดินชุดอื่นๆ ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 8

ตารางที่ 3 กลุ่มดินที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

| ประเภทกลุ่มดิน | ชื่อกลุ่มชุดดิน | ขนาดพื้นที่(ตร.กม.) | ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำ |
|----------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| ดินที่ราบ | กลุ่มชุดดินที่ 2 | 110.220 | 2.82 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 4 | 20.717 | 0.53 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 6 | 190.99 | 4.89 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 7 | 54.677 | 1.40 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 15 | 3.811 | 0.10 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 17 | 676.583 | 17.31 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 18 | 68.096 | 1.74 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 20 | 19.931 | 0.51 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 21 | 31.566 | 0.81 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 22 | 240.917 | 6.16 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 24 | 71.342 | 1.82 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 25 | 9.838 | 0.25 |
| | รวม | | 1,498.688 |
| ดินที่ดอน | กลุ่มชุดดินที่ 35 | 782.367 | 20.01 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 36 | 0.640 | 0.02 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 38 | 15.619 | 0.40 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 40 | 706.502 | 18.07 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 41 | 701.827 | 17.95 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 44 | 17.790 | 0.46 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 48 | 6.258 | 0.16 |
| | กลุ่มชุดดินที่ 49 | 84.270 | 2.16 |
| รวม | | 2,315.273 | 59.23 |
| ดินอินทรีย์ | กลุ่มชุดดินที่ 56 | 28.000 | 0.72 |
| ภูเขา | กลุ่มชุดดินที่ 62 | 39.007 | 1.00 |
| ที่ดินหินโผล่ | ที่ดินหินพื้นโผล่ | 0.272 | 0.01 |
| ดินตะกอนทับถม | ดินตะกอนทับถม | 3.209 | 0.08 |
| แหล่งน้ำ | แหล่งน้ำ | 25.236 | 0.65 |
| รวม | | 3,909.775 | 100.00 |



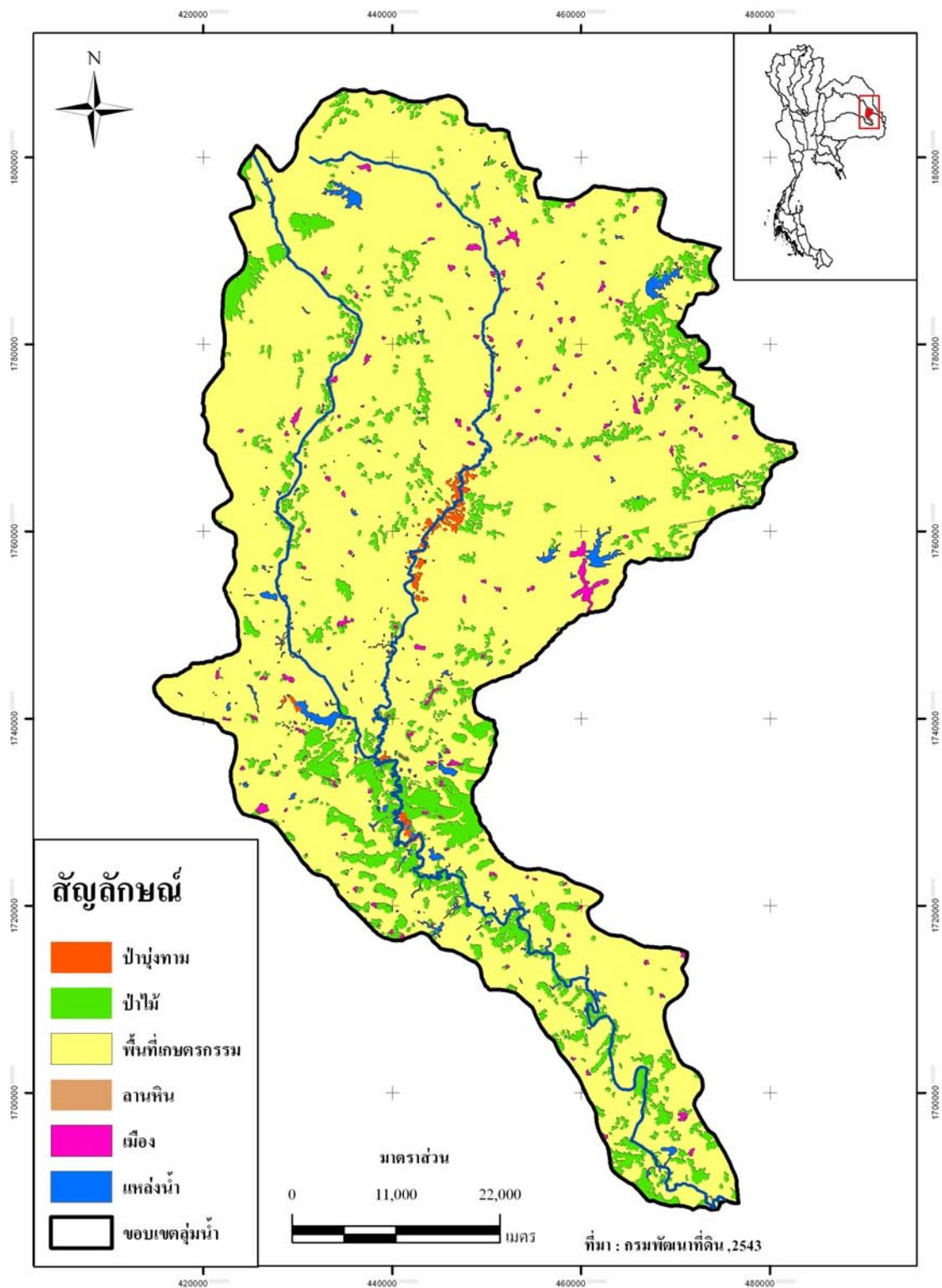
ภาพที่ 8 ลักษณะทางปฐพีวิทยาของกลุ่มน้ำลำเซบาย

11.4 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2543 พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำเขบายน้อยใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม 3,385.185 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 86.58 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ 410.576 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่ชุมชน 55.145 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.44 ของพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ป่าบุ่งทาม 18.855 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.48 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนที่เหลือเป็นแหล่งน้ำและลานหิน จำนวน 39.542 และ 0.436 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.01 และ 0.01 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำลำเขบาย ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 9

ตารางที่ 4 การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำลำเขบาย

| ประเภทการใช้ที่ดิน | พื้นที่ (ตร.กม.) | ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำ |
|-------------------------|------------------|-------------------------|
| พื้นที่เกษตรกรรม | 3,385.221 | 86.58 |
| พื้นที่เกษตรกรรม | 3,384.102 | 86.55 |
| สวนยูคาลิปตัส | 0.634 | 0.02 |
| สวนสัก | 0.485 | 0.01 |
| ป่าไม้ | 429.432 | 10.98 |
| ป่าเต็งรัง | 399.384 | 10.22 |
| ป่าบุ่งทาม | 18.855 | 0.48 |
| ป่าที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ | 7.466 | 0.19 |
| ป่าดิบแล้ง | 3.313 | 0.08 |
| ป่าเบญจพรรณ | 0.356 | 0.01 |
| ทุ่งหญ้า | 0.058 | 0.00 |
| เมือง | 39.541 | 1.01 |
| ลานหิน | 0.436 | 0.01 |
| แหล่งน้ำ | 55.145 | 1.41 |
| รวม | 3,909.775 | 100.00 |



ภาพที่ 9 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำลำเขาบาย

11.5 ขอบเขตการปกครอง

ลุ่มน้ำลำเซบายมีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด 19 อำเภอ 105 ตำบล 530 หมู่บ้าน โดยเป็นพื้นที่บางส่วนของจังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดยโสธร จังหวัดอำนาจเจริญและจังหวัดอุบลราชธานี มีชุมชนระดับเทศบาลเมือง 1 แห่ง เทศบาลตำบล 6 แห่ง มีประชากรรวมทั้งลุ่มน้ำ 281,210 คน ดังตารางที่ 5 และ ภาพที่ 10

12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Joy (1994) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน ในแม่น้ำ Snoqualmie ประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงฤดูแล้ง โดยใช้แบบจำลอง QUAL2E ดัชนีที่ทำการศึกษาได้แก่ ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนีย และฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ผลการศึกษาพบว่า มีปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในสภาวะวิกฤติ ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีและแอมโมเนียมีปริมาณที่สูงกว่ามาตรฐาน และได้เสนอแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำ โดยการจัดทำแผนบำบัดน้ำเสียจาก 3 เทศบาล เพื่อลดปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีและแอมโมเนีย

U.S. Environmental Protection Agency (2000) ทำการศึกษาความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน ในแม่น้ำ Patuxent ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีเป้าหมายของการศึกษาเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีปริมาณลดลง และประเมินความเข้มข้นของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในลำน้ำในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนโดยปริมาณมลสารจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนจะใช้ค่าสูงสุดของมาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ จากการศึกษาพบว่าปริมาณความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันในรูปของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี คือ 84,840 ปอนด์ต่อเดือนหรือ 2,828 ปอนด์ต่อวัน

Chatprasert (2000) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2E ศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำนครนายก ซึ่งเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก โดยดัชนีที่ศึกษา ได้แก่ ออกซิเจนละลาย ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรท์ไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ฟอสฟอรัสละลายและอนุภูมิ จากการศึกษาพบว่า ภายหลังจากที่ได้มีการปรับเทียบแบบจำลองแล้ว สามารถนำมาจำลองกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในลำน้ำ โดยค่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจริง

ตารางที่ 5 จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

| จังหวัด | อำเภอ/เทศบาล | ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.) | ร้อยละ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ | จำนวนประชากรใน ลุ่มน้ำ (คน) |
|-------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| ยโสธร | อ.เมือง | 104.31 | 2.66 | 17,292 |
| | อ.ไทยเจริญ | 259.80 | 6.63 | 28,461 |
| | อ.กุดชุม | 339.87 | 8.67 | 37,294 |
| | อ.ทรายมูล | 49.48 | 1.26 | 5,034 |
| | อ.ป่าดิว | 303.89 | 7.75 | 31,021 |
| | อ.เลิงนกทา | 819.12 | 20.89 | 78,417 |
| | อ.คำเขื่อนแก้ว | 280.85 | 7.16 | 33,155 |
| | ทต.สามแยก | 5.13 | 0.13 | 3,901 |
| | ทต.เลิงนกทา | 2.20 | 0.06 | 3,285 |
| | ทต.ป่าดิว | 4.52 | 0.12 | 3,049 |
| | ทต.กุดชุมพัฒนา | 20.11 | 0.51 | 4,314 |
| อำนาจเจริญ | อ.เมือง | 585.89 | 14.94 | 63,525 |
| | อ.ปทุมราชวงศา | 2.54 | 0.06 | 216 |
| | อ.เสนางคนิคม | 300.53 | 7.66 | 28,755 |
| | อ.หัวตะพาน | 247.49 | 6.31 | 26,385 |
| | ทต.หัวตะพาน | 13.97 | 0.36 | 16,095 |
| | ทต.เสนางคนิคม | 19.58 | 0.50 | 5,939 |
| | ทต.อำนาจเจริญ | 26.97 | 0.69 | 25,919 |
| อุบลราชธานี | อ.เมือง | 97.025 | 2.30 | 18,874 |
| | อ.เขื่องใน | 211.56 | 5.40 | 25,273 |
| | อ.ม่วงสามสิบ | 203.30 | 5.18 | 22,213 |
| มุกดาหาร | อ.หนองสูง | 2.42 | 0.06 | 170 |
| | อ.ดอนตาล | 0.38 | 0.01 | 29 |
| | อ.นิคมคำสร้อย | 12.34 | 0.31 | 1,092 |
| ร้อยเอ็ด | อ.หนองพอก | 14.52 | 0.37 | 1,504 |
| รวม | | 3,909.775 | 100.00 | 281,210 |

ที่มา : คัดแปลงจากข้อมูลกรมการปกครอง (2549)

ทรงศักดิ์ (2547) ทำการศึกษาสมรรถนะการรองรับความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และ สารแขวนลอยในกลุ่มน้ำวัง โดยทำการศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำในช่วงน้ำหลากและช่วงแล้ง และ ทำการประเมินภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ พบว่า ความเข้มข้นของมลสารที่มาจาก ชุมชนมีมากที่สุด รองลงมาคือแหล่งอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ตามลำดับ และมีการใช้ แบบจำลอง QUAL2E คาดการณ์คุณภาพน้ำภายใต้เงื่อนไขการจัดการ 2 กรณี ในกรณีแรกกำหนดว่า ทุกเทศบาลที่อยู่ใกล้แม่น้ำวังมีระบบบำบัดน้ำเสียรวม และกรณีที่สองเฉพาะเทศบาลนครลำปางมี ระบบบำบัดน้ำเสียรวม ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองพบว่า หากทุกเทศบาลมีระบบบำบัดน้ำเสีย จะทำให้ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของแม่น้ำวัง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภท ที่ 2 ส่วนกรณีเทศบาลนครลำปางมีระบบบำบัดน้ำเสียคุณภาพน้ำจะไม่แตกต่างจากปัจจุบัน

รัตน์เกล้า (2547) ทำการศึกษาสมรรถนะการรองรับปริมาณอินทรีย์สารในแม่น้ำยม โดย ทำการศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำ และใช้แบบจำลอง QUAL2E ทำการประเมินสมรรถนะในการ รองรับของเสียประเภทอินทรีย์สาร ดัชนีที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายและปริมาณ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาคุณภาพน้ำในแม่น้ำยม มีสาเหตุหลัก มาจากแหล่งชุมชน โดยคุณภาพน้ำในช่วงที่ไหลผ่านชุมชนเมืองมีแนวโน้มเสื่อมโทรมมาก แบบจำลอง ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดแนวทางการจัดการมลพิษจากเกษตรกรรม ชุมชนและ อุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำ

Tushara (2005) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำ Kelani ประเทศศรีลังกา โดยใช้แบบจำลอง QUAL2K พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำของประเทศศรีลังกา เมื่อมีการปรับเทียบแบบจำลองแล้ว ได้นำไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำบริเวณตอนล่าง ของแม่น้ำ Kelani กรณีที่จะมีการสร้างแนวกันน้ำกั้น

Pham (2006) ใช้แบบจำลอง QUAL2K เป็นเครื่องมือในการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำ Saigon มีดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษา ได้แก่ DO, BOD, TSS, TN, TP และ TCB โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิและศึกษา ในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก พื้นที่ศึกษาเริ่มจากอ่างเก็บน้ำ Dau Tieng ถึง HCMC ซึ่งมีความยาว 114 กิโลเมตร แบบจำลองที่ปรับแก้แล้วได้นำมาใช้คาดการณ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำ Saigon ตอนล่าง ภายใต้ เงื่อนไขของการมีระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียแห่งใหม่ จะทำให้คุณภาพน้ำของแม่น้ำ Saigon ในปี ค.ศ. 2010 ยังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการใช้ ประโยชน์ของประชาชนของประเทศเวียดนาม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

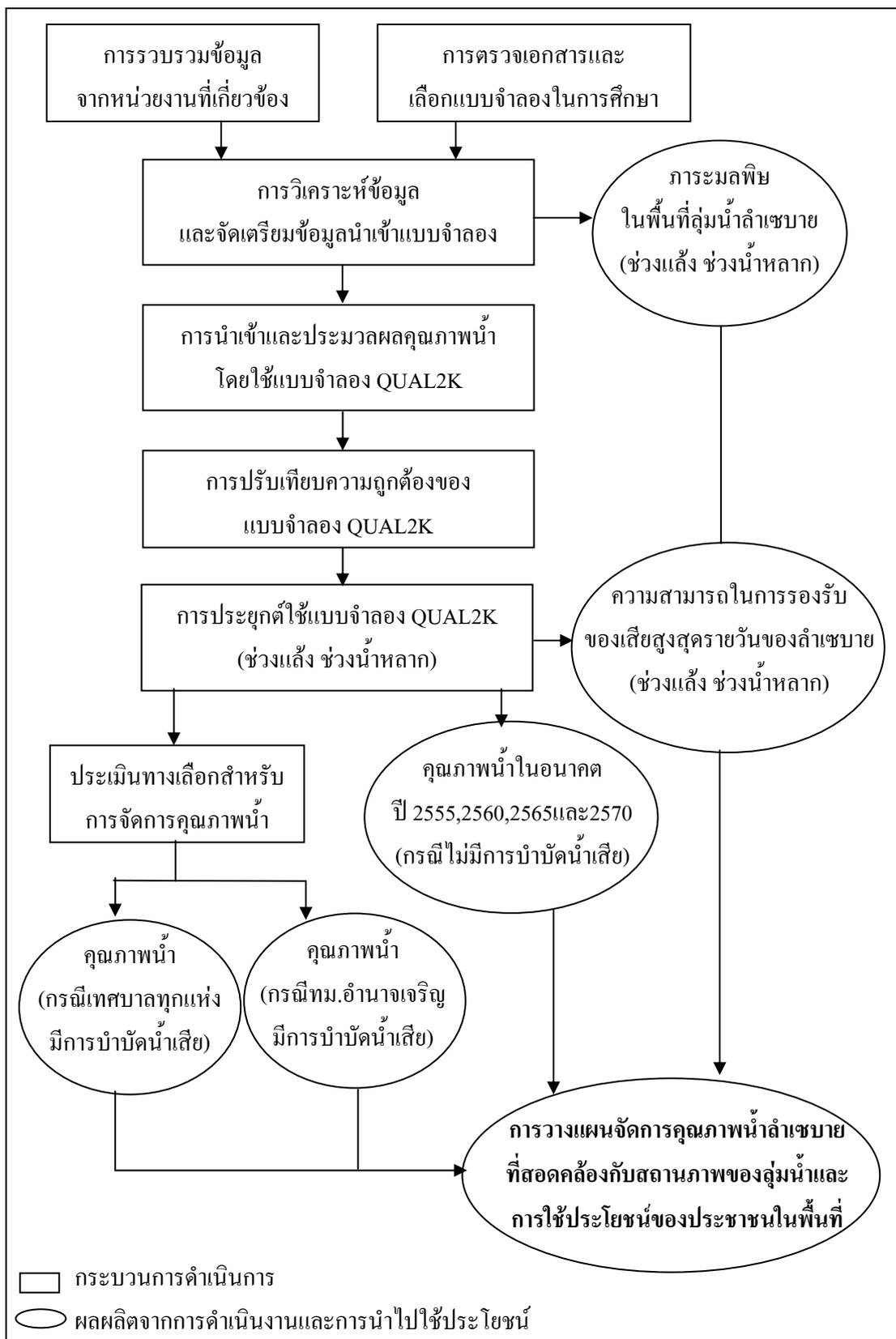
1. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมประมวลผล
2. แบบจำลอง QUAL2K
3. แผนที่บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย ประกอบด้วย แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่การใช้ที่ดิน แผนที่จุดดิน แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ขอบเขตการปกครอง
4. ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ข้อมูลอุตุณิยมวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยาและชลศาสตร์ ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษและปริมาณมลพิษและข้อมูลคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

วิธีการ

การศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทุกแบบจำลองมีกระบวนการที่จำเป็นในการดำเนินงานเหมือนกัน ในการใช้แบบจำลอง QUAL2K ศึกษาคุณภาพน้ำในลำเซบายครั้งนี้มีกรอบแนวคิดในการดำเนินงานดังภาพที่ 11 และมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่น่ามาใช้ศึกษาวิเคราะห์เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) โดยเก็บรวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลอุตุณิยมวิทยาของสถานีตรวจอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ใกล้เคียงจากกรมอุตุณิยมวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยาและลักษณะทางชลศาสตร์ของสถานีตรวจวัดน้ำท่าในลำเซบายและลำน้ำสาขาจากกรมชลประทาน ข้อมูลคุณภาพน้ำในลำเซบายและข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 รวมถึงทำการศึกษารวบรวมจากเอกสารรายงานที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 11 กรอบแนวคิดในการประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ

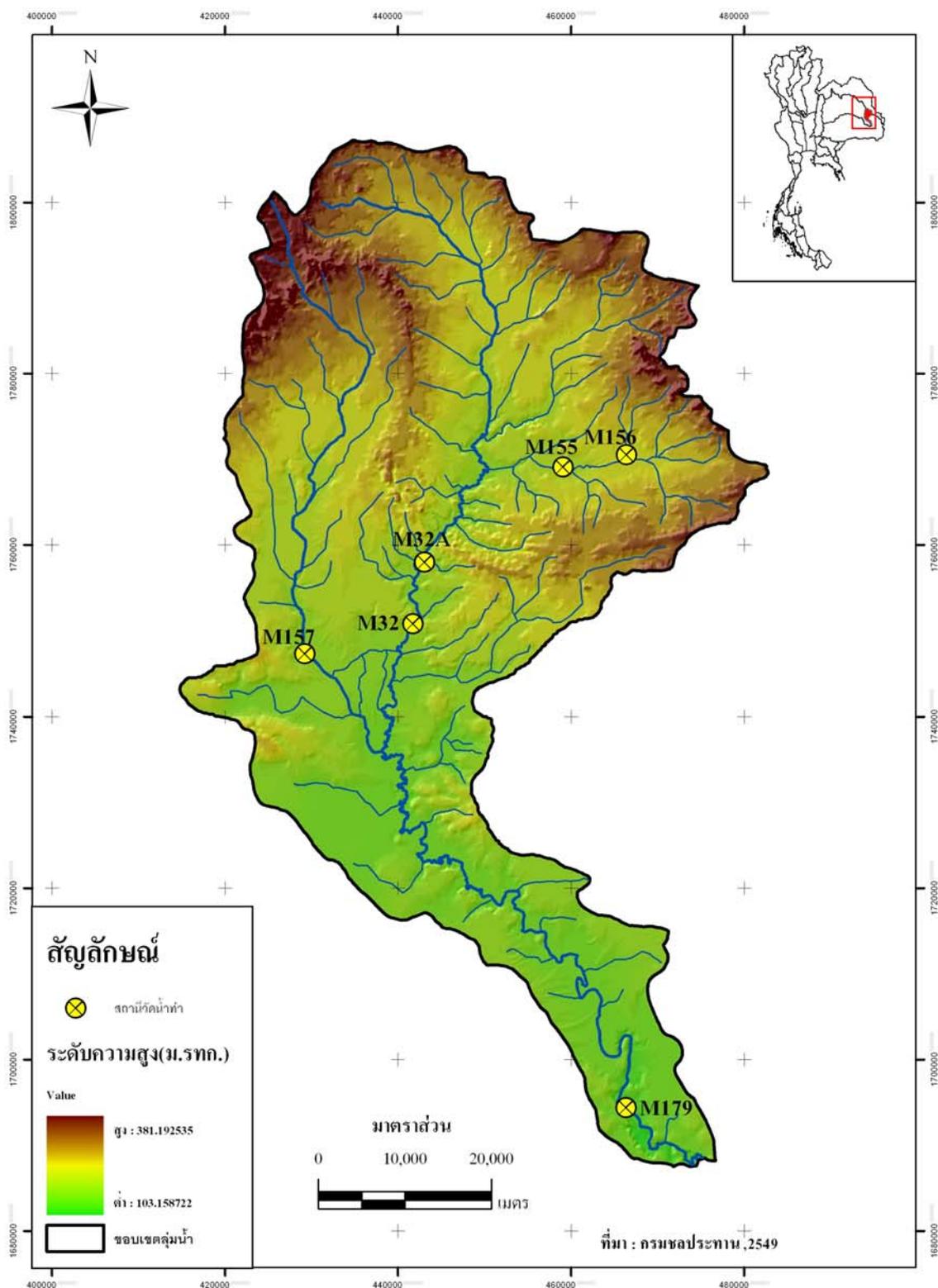
2. การประเมินอัตราการไหลของน้ำลำเซบาย

กรมชลประทานได้มีการศึกษารวบรวมข้อมูลลักษณะอุทกศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน และรูปตัดขวางลำน้ำ โดยมีสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย 6 สถานี เป็นสถานีที่อยู่ในลำเซบาย 3 สถานี คือ M32A, M32 และ M179 และอยู่ในลำน้ำสาขา 3 สถานี คือ M155, M156 และ M157 ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 12 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานี ดังตารางที่ 7 ในการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าสำหรับช่วงลำน้ำที่ไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่า จะทำการต่อขยายข้อมูลโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2537) โดยสถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เสนอแนวทางการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีและพื้นที่รับน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลไว้ แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยของสถานีที่ได้มีการตรวจวัดโดยกรมชลประทาน กับพื้นที่รับน้ำฝน โดยสมการที่สร้างขึ้นจะแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะรายเดือน ดังนั้นปริมาณน้ำท่าในแต่ละช่วงลำน้ำ จะทำการประเมินโดยนำพื้นที่รับน้ำของแต่ละช่วงลำน้ำที่ศึกษาแทนในสมการที่ได้ สำหรับรูปตัดขวางลำน้ำในช่วงลำน้ำที่ไม่มีข้อมูลจะทำการกำหนดขึ้นโดยพิจารณาจากช่วงลำน้ำที่ใกล้เคียงร่วมกับลักษณะภูมิประเทศของลำน้ำช่วงนั้นๆ

ตารางที่ 6 สถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

| ลำน้ำและ รหัสสถานีวัดน้ำท่า | พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.) | พิกัด | | ชื่อลำน้ำ | |
|--------------------------------|---------------------------|---------|----------|-----------|------------|
| | | ละติจูด | ลองจิจูด | | |
| ลำน้ำสาขา | M155 | 219 | 16.00.16 | 104.38.37 | ห้วยละโอ่ง |
| | M156 | 40 | 15.59.16 | 104.38.27 | ห้วยบ้าน |
| | M157 | 729 | 15.48.17 | 104.19.52 | ห้วยโพง |
| ลำน้ำสายหลัก | M32A | 1,535 | 15.54.05 | 104.28.20 | ลำเซบาย |
| | M32 | 1,654 | 15.50.20 | 104.27.35 | ลำเซบาย |
| | M179 | 3,881 | 15.19.34 | 104.41.08 | ลำเซบาย |

ที่มา : กรมชลประทาน (2549)



ภาพที่ 12 สถานีตรวจวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำลำซาบาย

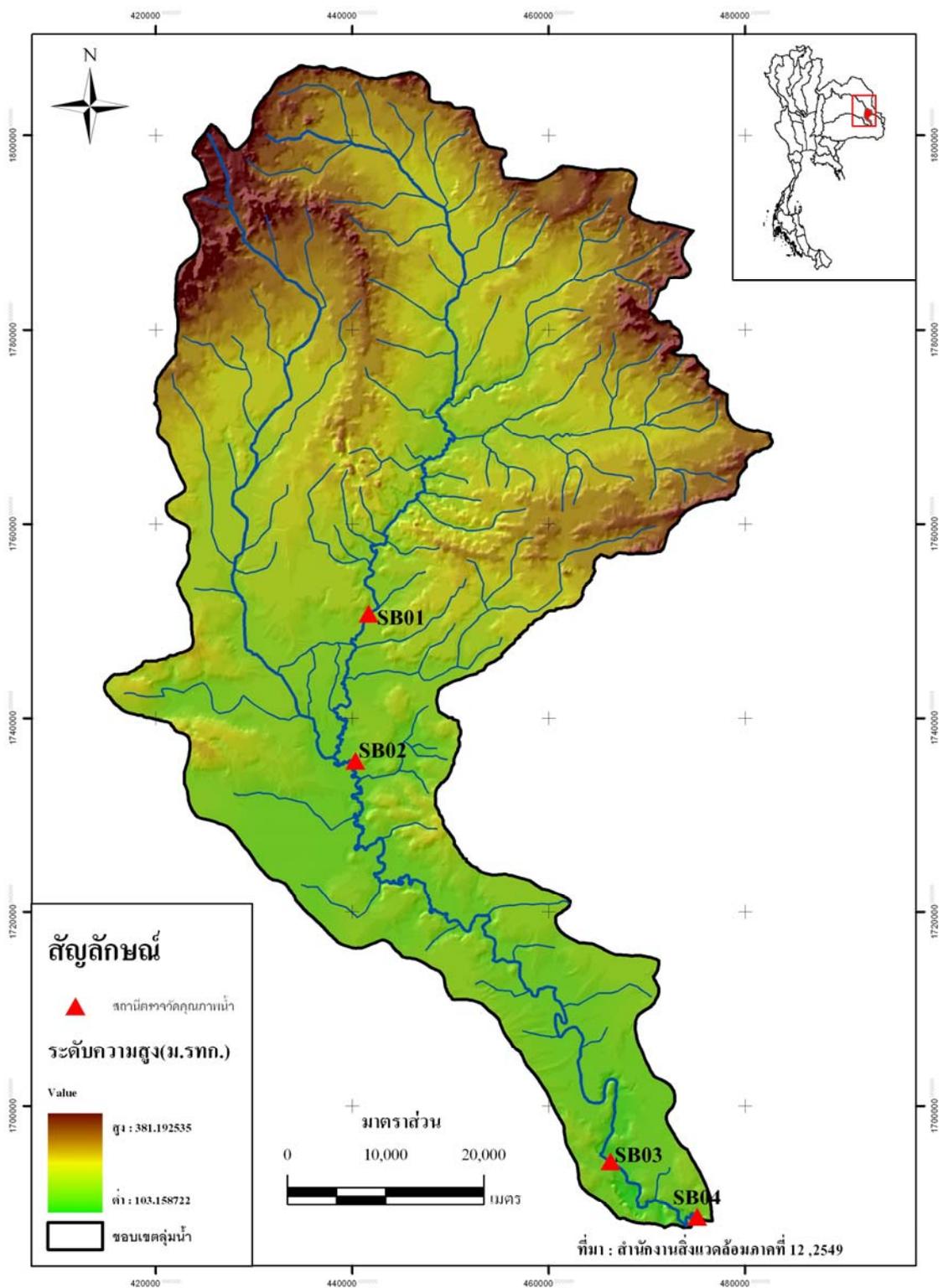
ตารางที่ 7 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

| เดือน | ปริมาณน้ำท่าของสถานีตรวจวัดน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.) | | | | | |
|------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | M155 | M156 | M157 | M32A | M32 | M179 |
| เมษายน | 0.31 | 0.07 | 0.00 | 5.55 | 0.65 | 3.40 |
| พฤษภาคม | 4.65 | 1.07 | 0.55 | 11.60 | 13.64 | 2.17 |
| มิถุนายน | 15.10 | 2.22 | 9.94 | 42.04 | 58.39 | 23.88 |
| กรกฎาคม | 24.93 | 3.16 | 40.78 | 99.73 | 126.92 | 163.91 |
| สิงหาคม | 40.75 | 7.04 | 117.03 | 229.53 | 260.16 | 597.80 |
| กันยายน | 37.57 | 5.94 | 129.93 | 267.22 | 213.09 | 1,169.27 |
| ตุลาคม | 4.90 | 0.41 | 16.04 | 59.11 | 80.48 | 707.11 |
| พฤศจิกายน | 1.19 | 0.64 | 5.60 | 4.37 | 16.46 | 141.65 |
| ธันวาคม | 0.18 | 0.03 | 1.55 | 4.32 | 9.62 | 20.30 |
| มกราคม | 0.05 | 0.01 | 0.20 | 3.92 | 6.16 | 17.20 |
| กุมภาพันธ์ | 0.09 | 0.01 | 0.20 | 3.87 | 5.21 | 16.50 |
| มีนาคม | 0.12 | 0.01 | 0.2 | 3.65 | 5.10 | 11.73 |
| รวม | 129.84 | 20.61 | 322.02 | 734.91 | 795.88 | 2,874.92 |

ที่มา : กรมชลประทาน (2549)

3. การศึกษาสถานการณ์คุณภาพน้ำลุ่มน้ำลำเซบาย

การศึกษารวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำลำเซบาย ซึ่งสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 ได้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำเซบาย โดยมีสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ 4 สถานี (ภาพที่ 13) ปีละ 2 ครั้ง ในช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) และช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) มีดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาที่สำคัญ เช่น ความเป็นกรดด่าง (pH), อุณหภูมิ (temperature), ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) แอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (total coliform bacteria : TCB) และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (faecal coliform bacteria : FCB) ซึ่งคุณภาพน้ำลำเซบายช่วงปี พ.ศ. 2544-2549 (ตารางที่ 8 และตารางที่ 9) ในแต่ละช่วงลำน้ำ จะนำไปใช้ในการประมวลผลโดยแบบจำลองต่อไป



ภาพที่ 13 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในลำเซบาย

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำลำเซบายในช่วงแล้งระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549

| สถานี | วัน/เดือน/ปี | Temp (°C) | pH | DO (mg/l) | BOD (mg/l) | TCB (MPN/100ml) | FCB (MPN/100ml) |
|-------|--------------|--------------|-----|--------------|---------------|--------------------|--------------------|
| SB01 | 18/4/2544 | 30.0 | 7.0 | 4.8 | 1.2 | 46 | 23 |
| | 28/3/2545 | 30.0 | 6.2 | 6.3 | 1.8 | 48 | 30 |
| | 24/3/2547 | 29.0 | 7.9 | 6.3 | 1.3 | 49 | 2 |
| | 26/3/2548 | 30.0 | 7.5 | 7.2 | 1.7 | 79 | 33 |
| | 02/4/2549 | 30.0 | 6.0 | 4.3 | 1.6 | 79 | 22 |
| SB02 | 18/4/2544 | 30.0 | 7.0 | 4.0 | 1.7 | 172 | 33 |
| | 28/3/2545 | 30.0 | 6.7 | 4.7 | 1.6 | 340 | 34 |
| | 24/3/2547 | 25.0 | 7.7 | 6.7 | 1.3 | 33 | 2 |
| | 26/3/2548 | 29.0 | 7.0 | 6.0 | 2.4 | 340 | 79 |
| | 02/4/2549 | 30.0 | 6.5 | 4.0 | 1.0 | 270 | 140 |
| SB03 | 18/4/2544 | 29.0 | 7.5 | 6.0 | 2.8 | 33 | 5 |
| | 28/3/2545 | 30.5 | 6.7 | 6.3 | 2.0 | 280 | 20 |
| | 24/3/2547 | 30.0 | 7.6 | 6.9 | 1.0 | 221 | 26 |
| | 26/3/2548 | 29.0 | 8.0 | 5.2 | 2.2 | 240 | 240 |
| | 02/4/2549 | 29.9 | 7.0 | 6.1 | 1.2 | 109 | 27 |
| SB04 | 18/4/2544 | 30.0 | 7.0 | 5.9 | 2.4 | 109 | 8 |
| | 28/3/2545 | 31.2 | 7.0 | 6.2 | 2.4 | 240 | 70 |
| | 24/3/2547 | 31.0 | 7.9 | 6.2 | 1.4 | 27 | 4 |
| | 26/3/2548 | 29.0 | 7.5 | 5.8 | 2.7 | 49 | 4 |
| | 02/4/2549 | 30.0 | 7.1 | 5.3 | 2.0 | 33 | 8 |

หมายเหตุ : ปี 2546 ไม่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำในลำเซบาย

สถานี SB01 คือ จุดเดียวกับสถานีวัดน้ำท่า M32

สถานี SB03 คือ จุดเดียวกับสถานีวัดน้ำท่า M179

ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (2549)

ตารางที่ 9 คุณภาพน้ำลำเซบายในช่วงน้ำหลากระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549

| สถานี | วัน/เดือน/ปี | Temp (°C) | pH | DO (mg/l) | BOD (mg/l) | TCB (MPN/100ml) | FCB (MPN/100ml) |
|-------|--------------|--------------|-----|--------------|---------------|--------------------|--------------------|
| SB01 | 08/8/2544 | 30.0 | 6.5 | 6.0 | 1.2 | 272 | 49 |
| | 14/8/2545 | 30.0 | 7.3 | 5.5 | 1.3 | 670 | 96 |
| | 26/8/2547 | 30.0 | 8.4 | 3.0 | 2.2 | 1,300 | 490 |
| | 09/8/2548 | 28.5 | 6.5 | 4.4 | 1.0 | 542 | 130 |
| | 15/8/2549 | 29.0 | 7.1 | 7.8 | 1.7 | 790 | 172 |
| SB02 | 08/8/2544 | 29.0 | 7.0 | 5.6 | 1.2 | 109 | 109 |
| | 14/8/2545 | 30.0 | 7.2 | 6.8 | 1.1 | 620 | 220 |
| | 26/8/2547 | 30.0 | 7.9 | 6.0 | 1.0 | 9,180 | 130 |
| | 09/8/2548 | 29.5 | 6.4 | 4.7 | 1.6 | 340 | 34 |
| | 15/8/2549 | 29.0 | 7.3 | 9.7 | 2.3 | 490 | 79 |
| SB03 | 08/8/2544 | 29.0 | 6.0 | 6.0 | 1.1 | 542 | 40 |
| | 14/8/2545 | 29.0 | 7.5 | 6.4 | 1.0 | 560 | 180 |
| | 26/8/2547 | 30.0 | 8.0 | 5.0 | 1.0 | 9,180 | 170 |
| | 09/8/2548 | 32.0 | 7.0 | 5.5 | 1.1 | 1,090 | 260 |
| | 15/8/2549 | 29.0 | 7.1 | 9.9 | 2.1 | 790 | 172 |
| SB04 | 08/8/2544 | 29.0 | 6.0 | 5.8 | 1.3 | 1,580 | 49 |
| | 14/8/2545 | 29.0 | 7.3 | 6.0 | 1.5 | 1,200 | 180 |
| | 26/8/2547 | 30.0 | 7.8 | 4.0 | 1.0 | 3,400 | 1,720 |
| | 09/8/2548 | 30.0 | 8.0 | 5.8 | 4.0 | 16,090 | 3,400 |
| | 15/8/2549 | 29.0 | 6.5 | 9.7 | 1.7 | 1,300 | 172 |

หมายเหตุ : ปี 2546 ไม่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำในลำเซบาย

สถานี SB01 คือ จุดเดียวกับสถานีวัดน้ำท่า M32

สถานี SB03 คือ จุดเดียวกับสถานีวัดน้ำท่า M179

ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (2549)

4. การประเมินภาระมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

การประเมินภาระมลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้ดำเนินการโดยรวบรวมข้อมูลแหล่งกำเนิดน้ำเสียทั้งจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน ได้แก่ แหล่งชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม และจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนโดยประเมินจากปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินจากพื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ ป่าบุ่งทามและชุมชน เพื่อให้ทราบตำแหน่งที่ตั้ง ขนาดและกิจกรรมของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินปริมาณน้ำเสียและภาระมลพิษในรูป BOD ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละช่วงลำน้ำ เพื่อนำเข้าและประมวลผลโดยแบบจำลองต่อไป การประเมินภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ มีดังนี้

4.1 การประเมินภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน

4.1.1 การประเมินภาระมลพิษจากแหล่งชุมชน

การประเมินภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนที่เป็นแหล่งชุมชน ทำการศึกษาเฉพาะชุมชนระดับเทศบาลซึ่งมีจำนวน 7 แห่ง และทุกแห่งมีระบบรวบรวมน้ำเสียอยู่แล้ว โดยจะทำการประเมินปริมาณน้ำเสียจากอัตราการใช้น้ำของประชาชนในเทศบาล ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาค โดยกำหนดอัตราการใช้น้ำของประชาชนในเขตเทศบาลเมืองและเทศบาลตำบลเท่ากับ 200 และ 120 ลิตรต่อคนต่อวัน ตามลำดับ ประเมินน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยคิดจากร้อยละ 80 ของน้ำใช้ ดังตารางที่ 10 และทำการประเมินภาระมลพิษที่เกิดขึ้นโดยการนำปริมาณน้ำเสียคูณด้วยค่า BOD ของน้ำเสียชุมชน ซึ่งเท่ากับ 122 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

4.1.2 การประเมินภาระมลพิษจากอุตสาหกรรม

การประเมินภาระมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเสียและค่าความสกปรกในรูป BOD ของโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางที่ 11) จากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมในโครงการนักรบสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2549 โดยมีการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย ประเมินปริมาณน้ำเสีย เก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจากรายงานผลการดำเนินงานโครงการนักรบสิ่งแวดล้อมของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายมีจำนวนโรงงานประเภทที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย จำนวน 13 แห่ง ส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานขนาดเล็กและไม่มีการระบายน้ำทิ้งออกสู่ภายนอก มีเพียงโรงงานแม่เจียมพริกแกงที่มีการระบายน้ำทิ้งออกสู่ภายนอกเพียงแห่งเดียว

ตารางที่ 10 จำนวนประชากรและปริมาณน้ำเสียของเทศบาลในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

| เทศบาล | จำนวนประชากร (คน) | อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน) | ปริมาณน้ำใช้ (ลบ.ม./วัน) | ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน) |
|----------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| ทต.สามแยก | 3,901 | 120 | 374.50 | 299.60 |
| ทต.เลิงนกทา | 3,285 | 120 | 315.36 | 252.29 |
| ทต.เสนางคินิม | 5,939 | 120 | 570.14 | 456.12 |
| ทต.ป่าติ้ว | 3,049 | 120 | 292.70 | 234.16 |
| ทต.กุดชุมพัฒนา | 4,314 | 120 | 414.14 | 331.32 |
| ทต.อำนาจเจริญ | 25,919 | 200 | 4,147.04 | 3,317.63 |
| ทต.หัวตะพาน | 7,033 | 120 | 675.17 | 540.13 |
| รวม | 53,400 | - | 6,789.06 | 5,431.24 |

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมการปกครอง (2549)

ตารางที่ 11 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

| ชื่อโรงงาน | พิกัด (48P) | | ประเภทกิจการ | ที่ตั้ง | | | เลขที่ใบอนุญาต | ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน) | BOD (มก./ลิตร) |
|-----------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------|------------|------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| | X | Y | | ตำบล | อำเภอ | จังหวัด | | | |
| ไอศกรีมสายฝน | 461291 | 1754553 | ทำไอศกรีม | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 2-12(11)-1/39 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| โคเรมอน | 463623 | 1754761 | ทำไอศกรีม | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 2-12(11)-2/39 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| แม่เจียมพริกแกง | 459824 | 1755212 | ทำน้ำพริกแกง | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 2-9(4)-1/46 อจ | 1 | 106 |
| ไทยเจริญวัฒนา | 460534 | 1752033 | อบฟืชหรืออบเมล็ดพืช | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 3-2(1)-1/42 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| โรงเส้นก๋วยเตี๋ยวระติ | 460593 | 1753566 | ทำเส้นก๋วยเตี๋ยว | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 3-10(3)-2/25 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| ป.รุ่งเรือง | 448371 | 1753306 | ทำเส้นก๋วยเตี๋ยวและแป้ง | นายม | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 3-10(3)-1/42 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| จ.เจริญพาณิชย์ | 461231 | 1776220 | ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว | ไร่สีสุก | เสนางคณิคม | อำนาจเจริญ | จ 3-10(3)-1/46 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| เชอร์รี่อุตสาหกรรม | 458685 | 1753221 | ผลิตน้ำปลาผสม | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 3-13(2)-1/37 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| โรงน้ำแข็งหลอดอำนาจ | 459895 | 1754766 | ทำน้ำแข็งก้อนเล็กและน้ำ | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 3-14-1/46 อจ. | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| ห้องเย็นปลาหูเงินปลาท | 459222 | 1753613 | ทำห้องเย็น | บุง | เมือง | อำนาจเจริญ | จ 3-92-1/32 อจ | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| วงศ์เจริญพูนทรัพย์ | 441697 | 1751754 | ทำน้ำปลาผสม | เชียงเพ็ง | อ.ป่าดัว | ยโสธร | จ.3-13(2)-5/47 ยส | ไม่มีน้ำเสีย | - |
| หจก. ยศนครการเกษตร | 418177 | 1745479 | ผสมและบรรจุปุ๋ยอินทรีย์ | หนองคู | อ.เมือง | ยโสธร | จ3-43(2)-2/4 | ไม่มีน้ำเสีย | - |

ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (2549)

4.2 การประเมินภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน

4.2.1 การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน

การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินโดยประยุกต์ใช้วิธีการของ SCS และใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในช่วงปี พ.ศ. 2540-2548 ของสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี (ตารางที่ 12) ซึ่งเป็นสถานีตรวจอากาศที่อยู่ใกล้พื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดในเดือนสิงหาคมซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.3 มิลลิเมตรต่อวัน และศึกษาศักยภาพการเก็บกักสูงสุด (ค่า S) ของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยพิจารณาจากค่า curve number (CN) ตามเงื่อนไขความชื้นก่อนหน้าสภาพทั่วไป (AMCI) โดยอ่านค่า CN จากตารางที่ 2 และคำนวณหาค่า CN ตามเงื่อนไข AMCI โดยใช้สมการ (7) หลังจากนั้นนำค่า CN ที่ได้มาคำนวณค่า S ของแต่ละกลุ่มชุดดินตามสมการที่ (6) และคำนวณปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มิลลิเมตร) ในแต่ละช่วงลำนน้ำโดยใช้สมการ (5) และคูณกับขนาดพื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.) จะได้ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน(ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) ดังตารางที่ 13 และตารางที่ 14

ตารางที่ 12 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในเดือนสิงหาคมของสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี
ในระหว่างปี พ.ศ. 2540-2548

| วันที่ | ปริมาณน้ำฝนรายวันในเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ.2540-2548 (มม.) | | | | | | | | |
|--------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | ปี 2540 | ปี 2541 | ปี 2542 | ปี 2543 | ปี 2544 | ปี 2545 | ปี 2546 | ปี 2547 | ปี 2548 |
| 1 | 5.3 | 0.3 | 9.9 | 0.0 | 0.0 | 12.8 | 0.0 | 8.7 | 14.1 |
| 2 | 18.4 | 7.3 | 1.8 | 0.0 | 9.2 | 20.2 | 3.6 | 4.8 | 25.2 |
| 3 | 18.2 | 2.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 3.5 | 0.3 | 0.1 | 20.3 |
| 4 | 1.2 | 17.0 | 0.6 | 0.0 | 4.5 | 14.3 | 0.0 | 0.6 | 4.0 |
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.8 | 0.0 | 8.6 |
| 6 | 0.0 | 0.3 | 36.7 | 11.8 | 1.4 | 0.0 | 7.7 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 0.0 | 15.5 | 1.2 | 9.1 | 33.0 | 0.0 | 1.6 | 86 | 4.7 |
| 8 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 22.2 | 7.0 | 0.0 | 0.4 | 27.3 | 32.7 |
| 9 | 0.0 | 75.3 | 0.0 | 0.0 | 39.4 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | 4.8 |
| 10 | 0.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 | 14.7 | 0.0 | 7.4 | 0.0 | 1.0 |
| 11 | 0.0 | 18.5 | 34.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 45.1 | 0.2 | 3.3 |

ตารางที่ 12 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในเดือนสิงหาคมของสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี
ในระหว่างปี พ.ศ. 2540-2548 (ต่อ)

| วันที่ | ปริมาณน้ำฝนรายวันในเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ.2540-2548 (มม.) | | | | | | | | |
|------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | ปี 2540 | ปี 2541 | ปี 2542 | ปี 2543 | ปี 2544 | ปี 2545 | ปี 2546 | ปี 2547 | ปี 2548 |
| 12 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 0.7 | 19.3 | 2.4 | 43.1 | 0.0 | 0.1 |
| 13 | 7.3 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.4 | 20.8 | 22.5 | 0.0 | 1.3 |
| 14 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 6.3 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | 0.0 | 0.5 |
| 15 | 0.0 | 0.0 | 7.7 | 0.0 | 2.0 | 0.1 | 0.0 | 8.7 | 3.5 |
| 16 | 0.0 | 37.5 | 0.0 | 0.0 | 6.9 | 11.7 | 16.8 | 0.0 | 16.5 |
| 17 | 78.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39.6 | 3.2 | 1.3 | 1.4 | 66.5 |
| 18 | 5.0 | 0.3 | 0.0 | 19.5 | 3.6 | 15.3 | 2.8 | 4.3 | 0.0 |
| 19 | 10.2 | 5.3 | 16.5 | 0.0 | 3.7 | 22.9 | 9.6 | 8.2 | 0.0 |
| 20 | 28.3 | 0.0 | 0.0 | 4.8 | 1.5 | 28.5 | 19.0 | 4.4 | 11.3 |
| 21 | 4.4 | 0.4 | 0.0 | 12.0 | 0.7 | 9.8 | 14.1 | 0.6 | 24.8 |
| 22 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | 127.5 | 5.9 | 5.7 | 21.1 | 0.0 | 0.0 |
| 23 | 12.5 | 0.0 | 6.9 | 75.7 | 2.1 | 0.1 | 44.6 | 0.2 | 0.0 |
| 24 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 7.6 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 19.6 | 4.8 | 0.0 | 0.0 |
| 26 | 9.3 | 0.0 | 1.2 | 1.5 | 16.5 | 0.0 | 0.0 | 12.8 | 23.8 |
| 27 | 1.8 | 0.0 | 4.9 | 3.0 | 32.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 |
| 28 | 1.6 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 6.0 | 6.6 | 0.0 | 8.7 | 5.0 |
| 29 | 5.9 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 6.8 | 7.4 | 7.2 | 0.0 | 8.5 |
| 30 | 1.8 | 12.1 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 0.0 | 22.3 |
| 31 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 7.9 | 0.0 | 20.5 | 2.2 | 1.6 | 9.1 |
| ค่าสูงสุด | 28.3 | 95.3 | 36.7 | 127.5 | 39.5 | 48.5 | 45.1 | 86 | 86.5 |
| ค่าสูงสุดเฉลี่ย = 59.3 | | | | | | | | | |

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2549)

ตารางที่ 13 ค่า CN และค่า S ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

| ช่วง ลำน้ำ | ประเภท การใช้ที่ดิน | ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.) | กลุ่ม ดิน | สภาพ อุทกวิทยา | CN AMCII | CN AMCI | S |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------------|-------------|------------|----------|
| 1 | ทุ่งหญ้า | 0.056 | A | ไม่ดี | 68 | 48.21 | 272.90 |
| | ทุ่งหญ้า | 5.002 | B | ไม่ดี | 79 | 62.21 | 154.26 |
| | ป่าดิบแล้ง | 1.212 | A | พอใช้ | 36 | 19.78 | 1,030.25 |
| | ป่าดิบแล้ง | 20.031 | B | พอใช้ | 60 | 39.66 | 386.50 |
| | ป่าเต็งรัง | 64.63 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| | ป่าเต็งรัง | 100.09 | B | ไม่ดี | 66 | 45.95 | 298.72 |
| | ป่าเต็งรัง | 7.079 | C | ไม่ดี | 77 | 59.44 | 173.31 |
| | ป่าเบญจพรรณ | 0.356 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| | ป่าบุ่งทาม | 13.882 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| | ป่าบุ่งทาม | 3.702 | B | ไม่ดี | 66 | 45.95 | 298.72 |
| | ป่าบุ่งทาม | 0.161 | C | ไม่ดี | 77 | 59.44 | 173.31 |
| | เกษตรกรรม | 1013.34 | B | ที่นา | 74 | 55.48 | 203.82 |
| | เกษตรกรรม | 415.508 | A | ที่นา | 59 | 38.67 | 402.87 |
| | ชุมชน | 7.703 | A | 20% ของส่วนที่บ้น้ำ | 51 | 31.32 | 556.91 |
| | ชุมชน | 3.874 | B | 20% ของส่วนที่บ้น้ำ | 68 | 48.21 | 272.90 |
| | ชุมชน | 6.347 | C | 20% ของส่วนที่บ้น้ำ | 79 | 62.21 | 154.26 |
| | ลานหิน | 1.173 | B | ลานจอดรถ | 98 | 95.46 | 12.08 |
| | แหล่งน้ำ | 37.380 | - | - | - | - | - |
| | รวม | 1,701.526 | - | - | - | - | - |
| | 2 | ป่าดิบแล้ง | 0.644 | A | พอใช้ | 36 | 19.78 |
| ป่าดิบแล้ง | | 0.307 | C | พอใช้ | 73 | 54.21 | 214.54 |
| ป่าเต็งรัง | | 54.65 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| ป่าเต็งรัง | | 22.773 | B | ไม่ดี | 66 | 45.95 | 298.72 |

ตารางที่ 13 ค่า CN และค่า S ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย (ต่อ)

| ช่วง ลำน้ำ | ประเภท การใช้ที่ดิน | ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.) | กลุ่ม ดิน | สภาพ อุทกวิทยา | CN AMCII | CN AMCI | S |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------------|-------------|------------|--------|
| 2 (ต่อ) | ป่าเต็งรัง | 11.426 | C | ไม่ดี | 77 | 59.44 | 173.31 |
| | ป่าบุ่งทาม | 0.561 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| | ป่าบุ่งทาม | 0.753 | C | ไม่ดี | 77 | 59.44 | 173.31 |
| | เกษตรกรรม | 587.964 | A | ที่นา | 59 | 38.67 | 402.87 |
| | เกษตรกรรม | 546.14 | B | ที่นา | 74 | 55.48 | 203.82 |
| | ชุมชน | 11.816 | A | ที่นา | 51 | 31.32 | 556.91 |
| | ชุมชน | 4.015 | B | ที่นา | 68 | 48.21 | 272.90 |
| | ชุมชน | 0.474 | C | ที่นา | 79 | 62.21 | 154.26 |
| | แหล่งน้ำ | 32.443 | - | - | - | - | - |
| | รวม | 1,273.966 | - | - | - | - | - |
| 3 | ป่าเต็งรัง | 150.928 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| | ป่าเต็งรัง | 8.873 | B | ไม่ดี | 66 | 45.95 | 298.72 |
| | ป่าเต็งรัง | 13.81 | C | ไม่ดี | 77 | 59.44 | 173.31 |
| | ป่าบุ่งทาม | 1.658 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| | ป่าบุ่งทาม | 0.734 | C | ไม่ดี | 77 | 59.44 | 173.31 |
| | เกษตรกรรม | 1.129 | A | ที่นา | 59 | 38.67 | 402.87 |
| | เกษตรกรรม | 638.49 | B | ที่นา | 74 | 55.48 | 203.82 |
| | ชุมชน | 0.046 | A | 20% ของส่วนที่บ้น้ำ | 51 | 31.32 | 556.91 |
| | ชุมชน | 0.044 | B | 20% ของส่วนที่บ้น้ำ | 68 | 48.21 | 272.90 |
| | ชุมชน | 0.885 | C | 20% ของส่วนที่บ้น้ำ | 79 | 62.21 | 154.26 |
| | แหล่งน้ำ | 49.468 | - | - | - | - | - |
| | รวม | 866.065 | - | - | - | - | - |

ตารางที่ 13 ค่า CN และค่า S ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย (ต่อ)

| ช่วง ลำน้ำ | ประเภท การใช้ที่ดิน | ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.) | กลุ่ม ดิน | สภาพ อุทกวิทยา | CN | CN | S |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------------|-------|-------|--------|
| | | | | | AMCII | AMCI | |
| 4 | ป่าเต็งรัง | 13.89 | A | ไม่ดี | 45 | 26.39 | 708.38 |
| | ป่าเต็งรัง | 0.032 | B | ไม่ดี | 66 | 45.95 | 298.72 |
| | ป่าเต็งรัง | 1.724 | C | ไม่ดี | 77 | 59.44 | 173.31 |
| | เกษตรกรรม | 17.271 | A | ที่นา | 59 | 38.67 | 402.87 |
| | เกษตรกรรม | 3.813 | B | ที่นา | 74 | 55.48 | 203.82 |
| | เกษตร | 26.874 | C | ที่นา | 82 | 66.59 | 127.43 |
| | ชุมชน | 1.476 | A | 20% ของส่วนที่บ้น้ำ | 51 | 31.32 | 556.91 |
| | แหล่งน้ำ | 3.138 | | | | | |
| รวม | | 68.219 | - | - | - | - | - |
| รวมทั้งลุ่มน้ำ | | | 3,309.775 | - | - | - | - |

ตารางที่ 14 การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน

| ช่วง ลำน้ำ | ประเภท การใช้ที่ดิน | ขนาด พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่า S | ค่า 0.2S | ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (P = 59.3 , P>0.2S) | |
|---------------|------------------------|-----------------------------|---------|----------|--|-------------|
| | | | | | (มม./วัน) | (ลบ.ม./วัน) |
| 1 | ทุ่งหญ้า | 0.056 | 272.90 | 54.58 | 169.08 | 0.11 |
| | ทุ่งหญ้า | 5.002 | 154.26 | 30.85 | 108.36 | 6.27 |
| | ป่าดิบแล้ง | 1.212 | 1030.25 | 206.05 | - | - |
| | ป่าดิบแล้ง | 20.031 | 386.50 | 77.30 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 64.630 | 708.38 | 141.68 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 100.090 | 298.72 | 59.74 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 7.079 | 173.31 | 34.66 | 119.39 | 9.78 |
| | ป่าเบญจพรรณ | 0.356 | 708.38 | 141.68 | - | - |

ตารางที่ 14 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (ต่อ)

| ช่วง ลำน้ำ | ประเภท การใช้ที่ดิน | ขนาด พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่า S | ค่า 0.2S | ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (P = 59.3 , P>0.2S) | |
|---------------|------------------------|-----------------------------|----------|----------|--|-------------|
| | | | | | (มม./วัน) | (ลบ.ม./วัน) |
| 1 (ต่อ) | ป่าบุงทาม | 13.882 | 708.38 | 141.68 | - | - |
| | ป่าบุงทาม | 3.702 | 298.72 | 59.74 | - | - |
| | ป่าบุงทาม | 0.161 | 173.31 | 34.66 | 119.39 | 0.22 |
| | เกษตรกรรม | 1,013.340 | 203.82 | 40.76 | 136.03 | 1,595.47 |
| | เกษตรกรรม | 415.508 | 402.87 | 80.57 | - | - |
| | ชุมชน | 7.703 | 556.91 | 111.38 | - | - |
| | ชุมชน | 3.874 | 272.9 | 54.58 | 169.08 | 7.58 |
| | ชุมชน | 6.347 | 154.26 | 30.85 | 108.36 | 7.96 |
| | ลานหิน | 1.173 | 12.08 | 2.42 | 10.56 | 0.14 |
| | แหล่งน้ำ | 37.380 | - | - | - | - |
| | รวม | 1,701.526 | - | - | 140,619,707.91 | 1,627.54 |
| 2 | ป่าดิบแล้ง | 0.644 | 1,030.25 | 206.05 | - | - |
| | ป่าดิบแล้ง | 0.307 | 214.54 | 42.91 | 141.59 | 0.50 |
| | ป่าเต็งรัง | 54.65 | 708.38 | 141.68 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 22.773 | 298.72 | 59.74 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 11.426 | 173.31 | 34.66 | 119.39 | 15.79 |
| | ป่าบุงทาม | 0.561 | 708.38 | 141.68 | - | - |
| | ป่าบุงทาม | 0.753 | 173.31 | 34.66 | 119.39 | 1.04 |
| | เกษตรกรรม | 587.964 | 402.87 | 80.57 | - | - |
| | เกษตรกรรม | 546.14 | 203.82 | 40.76 | 136.03 | 859.88 |
| | ชุมชน | 11.816 | 556.91 | 111.38 | - | - |
| | ชุมชน | 4.015 | 272.9 | 54.58 | 169.08 | 7.86 |
| | ชุมชน | 0.474 | 154.26 | 30.85 | 108.36 | 0.59 |
| | แหล่งน้ำ | 32.443 | - | - | - | - |
| | รวม | 1,273.966 | - | - | 76,521,337.19 | 885.66 |

ตารางที่ 14 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (ต่อ)

| ช่วง ลำน้ำ | ประเภท การใช้ที่ดิน | ขนาด พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่า S | ค่า 0.2S | ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (P = 59.3 , P>0.2S) | |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------|----------|--|-----------------|
| | | | | | (มม./วัน) | (ลบ.ม./วัน) |
| 3 | ป่าเต็งรัง | 150.928 | 708.38 | 141.68 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 8.873 | 298.72 | 59.74 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 13.81 | 173.31 | 34.66 | 119.39 | 19.08 |
| | ป่าบุ่งทาม | 1.658 | 708.38 | 141.68 | - | - |
| | ป่าบุ่งทาม | 0.734 | 173.31 | 34.66 | 119.39 | 1.01 |
| | เกษตรกรรม | 1.129 | 402.87 | 80.57 | - | - |
| | เกษตรกรรม | 638.49 | 203.82 | 40.76 | 136.03 | 1,005.28 |
| | ชุมชน | 0.046 | 556.91 | 111.38 | - | - |
| | ชุมชน | 0.044 | 272.9 | 54.58 | 169.08 | 0.09 |
| | ชุมชน | 0.885 | 154.26 | 30.85 | 108.36 | 1.11 |
| | แหล่งน้ำ | 49.468 | - | - | - | - |
| | รวม | 866.065 | - | - | 88,696,063.91 | 1,026.57 |
| 4 | ป่าเต็งรัง | 13.890 | 708.38 | 141.68 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 0.032 | 298.72 | 59.74 | - | - |
| | ป่าเต็งรัง | 1.724 | 173.31 | 34.66 | 119.39 | 2.38 |
| | เกษตรกรรม | 17.271 | 402.87 | 80.54 | - | - |
| | เกษตรกรรม | 3.813 | 203.82 | 40.76 | 136.03 | 6.00 |
| | เกษตร | 26.874 | 127.43 | 25.49 | 91.99 | 28.61 |
| | ชุมชน | 1.476 | 556.91 | 111.38 | - | - |
| | แหล่งน้ำ | 3.138 | - | - | - | - |
| | รวม | 68.219 | - | - | 3,196,677.13 | 37.00 |
| รวมทั้งกลุ่มน้ำ | | 3,909.775 | - | - | 309,033,786.15 | 3,576.78 |

4.2.2 การประเมินภาระมลพิษจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน

การประเมินภาระมลพิษจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน สามารถคำนวณได้จากการนำปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินจากพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละช่วงลำน้ำที่ศึกษาได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ ป่าบุ่งทาม และชุมชน คูณกับค่า BOD ในน้ำไหลบ่าหน้าดินจากพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทนั้นๆ ซึ่งได้จากการศึกษารวบรวมข้อมูล (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ค่าความสกปรกในรูป BOD ของน้ำไหลบ่าหน้าดิน

| ประเภทการใช้ที่ดิน | ค่า BOD ในน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มก/ล.) |
|--------------------|------------------------------------|
| พื้นที่เกษตรกรรม | 3.83 ¹ |
| พื้นที่ป่าไม้ | 2.05 ² |
| พื้นที่ป่าบุ่งทาม | 2.37 ³ |
| พื้นที่ชุมชน | 4.40 ¹ |

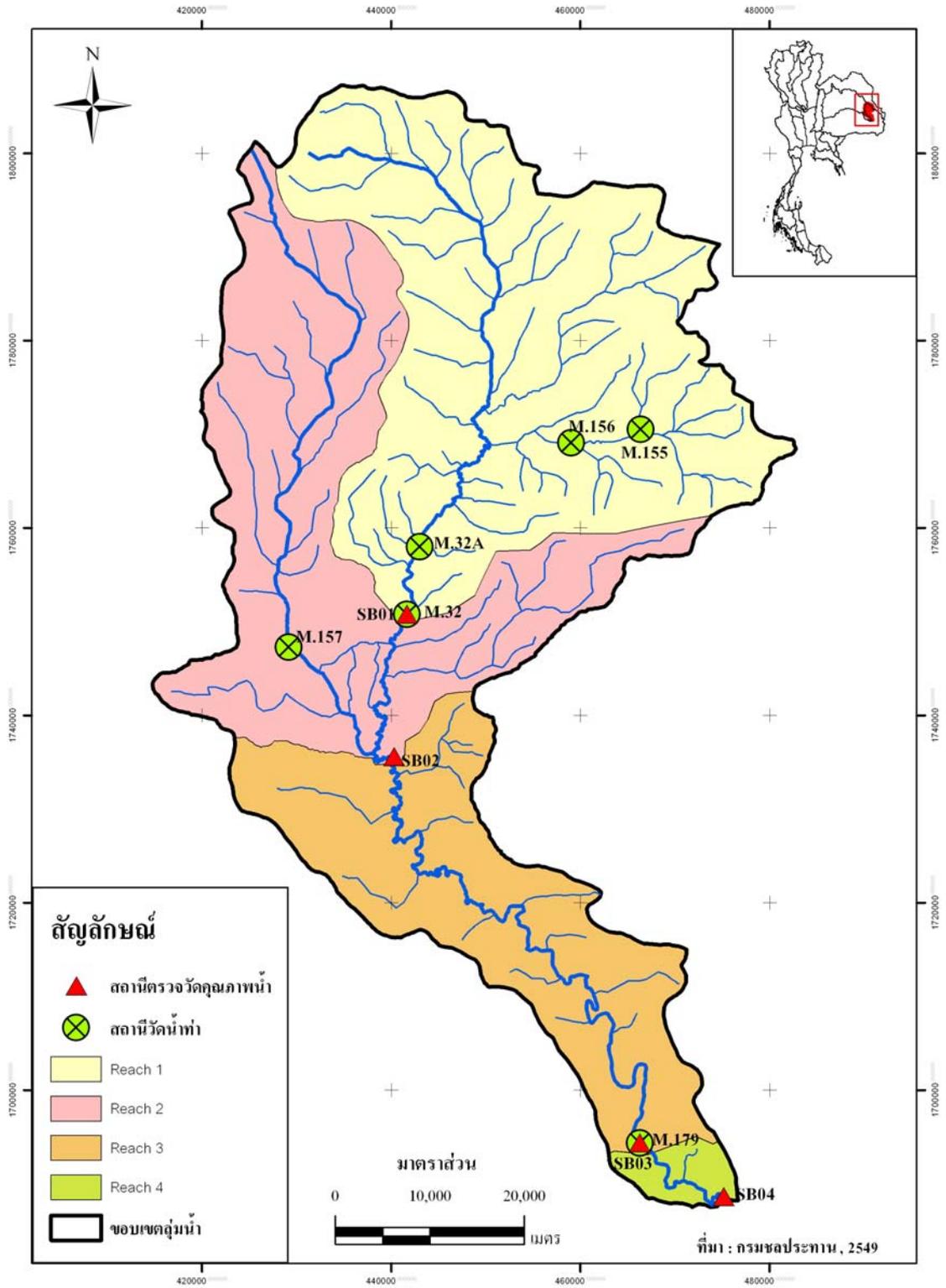
ที่มา : ¹ อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ (2545)

² อ้างอิงจากทรงศักดิ์ (2547)

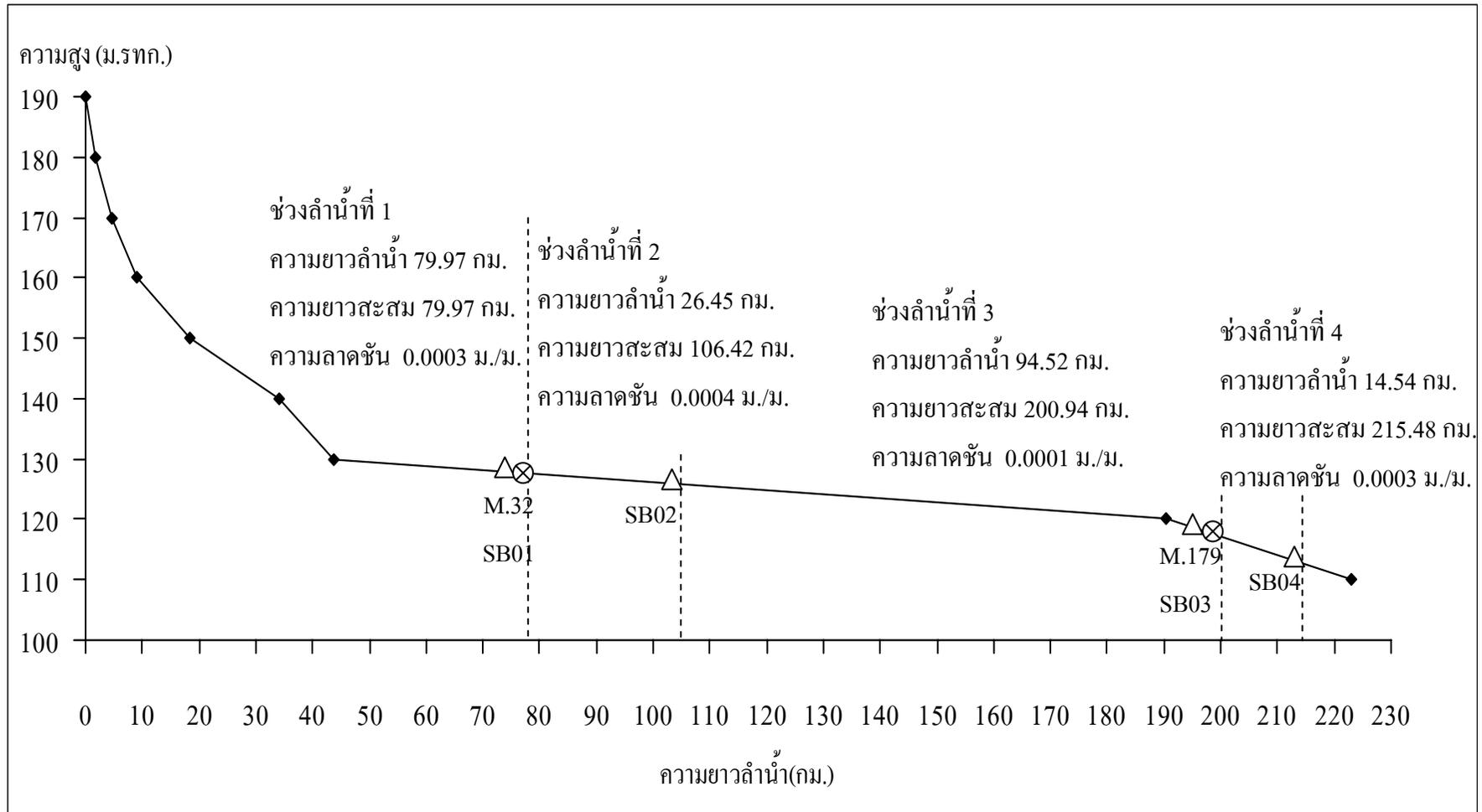
³ อ้างอิงจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (2549)

5. การแบ่งช่วงของลำน้ำสายหลัก

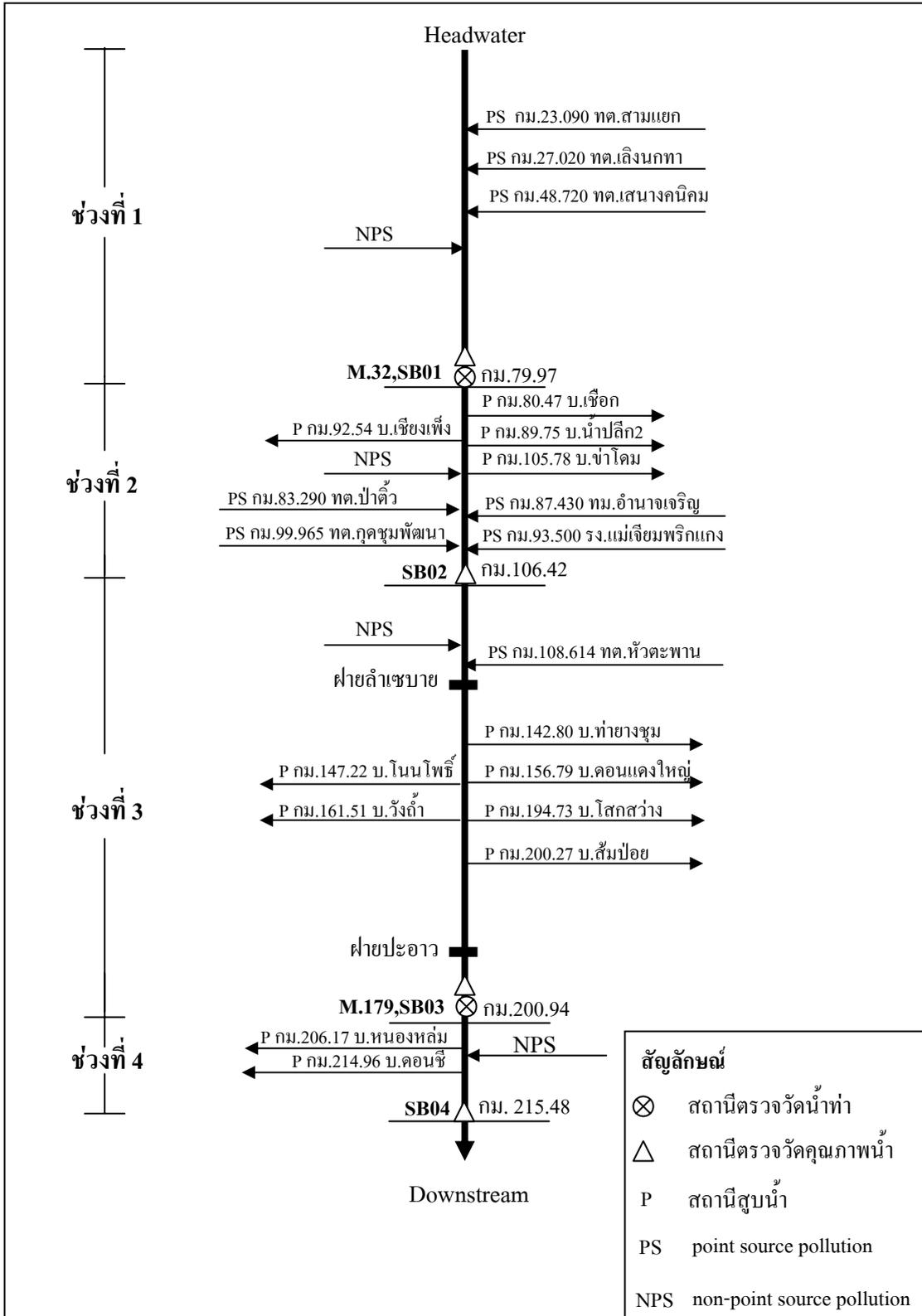
การแบ่งช่วงของลำน้ำสายหลัก (reach) เป็นการแบ่งช่วงของลำน้ำที่ศึกษาออกเป็นช่วงๆ ตามลักษณะทางชลศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน ความยาวของลำน้ำมีหน่วยเป็นกิโลเมตร นับจากจุดเริ่มต้นศึกษาซึ่งก็คือ กำหนดให้ต้นน้ำ (headwater) เป็นจุดเริ่มต้นและปากน้ำ (downstream) เป็นจุดสิ้นสุดการนับความยาวของลำน้ำ ในการศึกษารั้งนี้ได้พิจารณาแบ่งช่วงลำน้ำโดยให้มีสถานีวัดน้ำท่าและสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษารั้งนี้ แบ่งช่วงลำน้ำสายหลักออกเป็น 4 ช่วง (ภาพที่ 14 ถึง ภาพที่ 16)



ภาพที่ 14 การแบ่งช่วงลำน้ำและพื้นที่รับน้ำของแต่ละช่วงลำน้ำสายหลัก



ภาพที่ 15 ภาพตัดตามยาวของลำเซบายและการแบ่งช่วงลำน้ำสายหลัก



ภาพที่ 16 แผนภาพการแบ่งช่วงลำน้ำของลำเซบายสำหรับการศึกษาด้วยแบบจำลอง QUAL2K

6. การจัดเตรียมและนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง QUAL2K

การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลอง และการนำเข้าข้อมูลในแต่ละส่วนของแบบจำลอง QUAL2K เป็นการใช้งานในโปรแกรม microsoft excel โดยการกรอกข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ลงในแต่ละ sheet ดังนี้ (ภาพผนวกที่ 1)

6.1 sheet Headwater ข้อมูลที่จะต้องนำเข้า ประกอบด้วย จำนวนต้นน้ำ อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ระดับความสูง (เมตร) และลักษณะชลศาสตร์ของลำน้ำในบริเวณต้นน้ำ เช่น ความลาดชันลำน้ำ (เมตรต่อเมตร) ความกว้างของลำธาร (เมตร) ความลาดชันด้านข้างของลำน้ำ เป็นต้น และข้อมูลคุณภาพน้ำโดยดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษาเป็นข้อมูลรายชั่วโมง (24 ชั่วโมง) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำเพียงค่าเดียวในทุกชั่วโมง (ภาพผนวกที่ 2)

6.2 sheet Downstream ข้อมูลที่ต้องนำเข้า ประกอบด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำโดยดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษาเป็นข้อมูลรายชั่วโมง (24 ชั่วโมง) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำเพียงค่าเดียวในทุกชั่วโมง (ภาพผนวกที่ 3)

6.3 sheet Reach ข้อมูลที่ต้องนำเข้า ประกอบด้วย จำนวนช่วงลำน้ำสายหลักและรายละเอียดยของแต่ละช่วงลำน้ำ เช่น การกำหนดเป็นช่วงลำน้ำที่เป็นต้นน้ำ ความยาวของช่วงลำน้ำ (เมตร) พิกัดบริเวณท้ายน้ำ (ละติจูด ลองจิจูด) ระยะลำน้ำตอนบนและท้ายน้ำ (กิโลเมตร) จำนวนช่วงลำน้ำย่อย ระดับความสูงของแต่ละช่วง และลักษณะชลศาสตร์ลำน้ำ (ภาพผนวกที่ 4)

6.4 sheet Reach Rate และ Rate ข้อมูลที่ต้องนำเข้า ประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (วัน^{-1}) อัตราการใช้ออกซิเจนของปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแต่ละช่วงลำน้ำ ทำการคำนวณโดยเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมกับสภาพลำน้ำที่ศึกษา เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ คำนวณโดยใช้สมการ O'Conner and Dobbins ซึ่งเหมาะสมสำหรับการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศสำหรับแม่น้ำที่มีอัตราการไหลต่ำ (ภาพผนวกที่ 5)

6.5 sheet สำหรับนำเข้าข้อมูลลักษณะอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ sheet Air Temperature , Dew Point Temperature, Wind Speed, Cloud Cover และ Shade ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ต้องนำเข้า ประกอบด้วย ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส) ความเร็วลม

(เมตรต่อวินาที) การปกคลุมของเมฆและเงา (ร้อยละ) แบบจำลองต้องการข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมง ดังนั้นกรณีที่เป็นข้อมูลราย 3 ชั่วโมง ต้องทำการวิเคราะห์โดยการสร้างสมการเชิงเส้น (linear) สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงเวลาที่ไม่มีการรวบรวมไว้ (ภาพผนวกที่ 6 ถึงภาพผนวกที่ 10)

6.6 sheet Diffuse Source ข้อมูลที่ต้องนำเข้า ประกอบด้วย อัตราการไหลของน้ำไหลบ่าหน้าดิน (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) จากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ และค่า BOD (มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งอ้างอิงจากที่ได้มีการศึกษาไว้แล้ว (ภาพผนวกที่ 11)

6.7 sheet Point Source ข้อมูลที่ต้องนำเข้า ประกอบด้วย ตำแหน่งที่มีการนำน้ำออกหรือระบายน้ำลงสู่ลำน้ำสายหลัก อัตราการไหลเข้า-ออก (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) และค่าความสกปรกในรูป BOD (มิลลิกรัมต่อลิตร) (ภาพผนวกที่ 12)

6.8 sheet Hydraulic Data ข้อมูลที่ต้องนำเข้า ประกอบด้วย ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร) อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ความลึกเฉลี่ย (เมตร) ความเร็วน้ำ (เมตรต่อวินาที) และระยะเวลาที่น้ำคงอยู่ในช่วงลำน้ำ (วัน) (ภาพผนวกที่ 13)

6.9 sheet WQ Data ข้อมูลคุณภาพน้ำ ประกอบด้วย ข้อมูลคุณภาพน้ำในลำเขาบาย ใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษได้แก่ DO และ BOD และใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำเฉลี่ยในเดือนมีนาคม สำหรับการประมวลผลคุณภาพน้ำในช่วงแล้งและเดือนสิงหาคมสำหรับประมวลผลคุณภาพน้ำในช่วงน้ำหลาก (ภาพผนวกที่ 14)

7. การประมวลผลและเปรียบเทียบแบบจำลอง QUAL2K

7.1 การประมวลผลของแบบจำลอง

การนำเข้าข้อมูลและประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ทำการศึกษา 2 ช่วง คือ ในช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) และช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) โดยเมื่อนำเข้าข้อมูลเสร็จแล้วสั่งให้โปรแกรมประมวลผลโดยการกดปุ่ม Run Fortran โปรแกรมจะประมวลและแสดงผลในรูปกราฟเส้น (ภาพผนวกที่ 15 ถึงภาพผนวกที่ 18)

7.2 การปรับเทียบแบบจำลอง (model calibration)

การใช้แบบจำลอง QUAL2K เป็นเครื่องมือในการคาดการณ์คุณภาพน้ำ จะต้องทำการปรับเทียบแบบจำลองให้เข้ากับพื้นที่ศึกษา เนื่องจากแบบจำลองที่เรานำมาใช้ไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง ข้อมูลพื้นฐานบางข้อมูล (database) ต้องใช้ค่าเฉพาะของพื้นที่นั้นๆ การปรับเทียบแบบจำลองทำได้โดยการนำข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดในภาคสนาม การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2549 ในช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) และช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) นำเข้าในแบบจำลองแล้วปรับค่าคงที่จนให้ค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการตรวจวัดในภาคสนามใกล้เคียงกัน

8. การประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน

การประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน โดยกำหนดเป้าหมายคุณภาพน้ำในลำเซบายไม่ต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ (2537) กำหนดไว้ว่าค่า DO ไม่ต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า BOD ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน โดยประเมินจากค่าสูงสุดของสารอินทรีย์ในรูป BOD โดยการนำค่าความเข้มข้นของ BOD เท่ากับ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และประเมินการรองรับของเสียของลำน้ำในปัจจุบัน โดยการนำค่าความเข้มข้นของ BOD (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำแต่ละช่วงลำน้ำคูณกับอัตราการไหลของน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)

9. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K

การนำแบบจำลอง QUAL2K ที่ปรับเทียบแล้วมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำในลำเซบายโดยกำหนดจำลองเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณมลพิษที่จะระบายลงสู่ลำเซบาย 3 กรณี ดังนี้

9.1 การคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคต : กรณีไม่ดำเนินการบำบัดน้ำเสีย

ทำการประเมินภาระมลพิษในอนาคต โดยในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ภาระมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมคงที่ ทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรมได้อย่างเด่นชัด จะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะจำนวนประชากร โดยทำการคาดการณ์จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2555, 2560, 2565 และ 2570 โดยใช้อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรเฉลี่ยของแต่ละเทศบาล

จากปีฐาน พ.ศ. 2549 (ตารางที่ 16 และตารางที่ 17) และคำนวณปริมาณ BOD ที่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในอนาคต นำเข้าในแบบจำลองและประมวลผลคุณภาพน้ำ ในอนาคต

ตารางที่ 16 จำนวนและอัตราการเพิ่มของประชากรในเขตเทศบาลที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำลำซาบาย

| เทศบาล | จำนวนประชากร (คน) | | | | | อัตราการเพิ่ม (%) |
|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| | ปี 2545 | ปี 2546 | ปี 2547 | ปี 2548 | ปี 2549 | |
| ทต.สามแยก | 3,925 | 3,974 | 3,320 | 3,741 | 3,901 | 0.44 |
| ทต.เลิงนกทา | 2,736 | 2,906 | 3,376 | 3,354 | 3,285 | 4.92 |
| ทต.เสนางนิคม | 6,080 | 6,101 | 6,149 | 6,178 | 6,213 | 0.54 |
| ทต.ป่าดู่ | 3,002 | 2,976 | 3,024 | 3,018 | 3,049 | 0.39 |
| ทต.กุดชุมพัฒนา | 4,263 | 4,263 | 4,547 | 4,279 | 4,314 | 0.40 |
| ทต.อำนาจเจริญ | 27,136 | 27,191 | 27,303 | 27,323 | 27,519 | 0.35 |
| ทต.หัวตะพาน | 6,931 | 6,967 | 6,969 | 7,028 | 7,033 | 0.37 |
| รวม | 54,073 | 54,378 | 54,688 | 54,921 | 55,314 | - |

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมการปกครอง (2549)

ตารางที่ 17 จำนวนประชากรจากการคาดการณ์ในอนาคต

| เทศบาล | จำนวนประชากรคาดการณ์ (คน) | | | | |
|----------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ปี 2549 | ปี 2555 | ปี 2560 | ปี 2565 | ปี 2570 |
| ทต.สามแยก | 3,901 | 4,005 | 4,094 | 4,185 | 4,278 |
| ทต.เลิงนกทา | 3,285 | 4,382 | 5,572 | 7,084 | 9,007 |
| ทต.เสนางนิคม | 6,213 | 6,134 | 6,301 | 6,473 | 6,650 |
| ทต.ป่าดู่ | 3,049 | 3,121 | 3,182 | 3,245 | 3,309 |
| ทต.กุดชุมพัฒนา | 4,314 | 4,419 | 4,508 | 4,599 | 4,691 |
| ทต.อำนาจเจริญ | 27,519 | 26,468 | 26,935 | 27,409 | 27,892 |
| ทต.หัวตะพาน | 7,033 | 7,191 | 7,325 | 7,461 | 7,600 |
| รวม | 55,314 | 55,720 | 57,916 | 60,456 | 63,427 |

หมายเหตุ : ปี 2549 เป็นปีฐาน

9.2 การคาดการณ์คุณภาพน้ำ : กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการที่เทศบาลเมืองอำนาจเจริญเป็นชุมชนขนาดใหญ่ และเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่สำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย ดังนั้นจึงกำหนดทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย โดยจำลองเหตุการณ์ว่าหากเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสียและสามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ปัจจุบันเทศบาลเมืองอำนาจเจริญได้ทำการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสร็จแล้ว ในปี 2549 และอยู่ระหว่างการทดสอบเดินระบบ) โดยการนำเข้าสู่ข้อมูลปริมาณมลพิษที่ประเมินจากค่า BOD ที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการลดค่า BOD ในน้ำทิ้งและประมวลผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลอง QUAL2K

9.3 การคาดการณ์คุณภาพน้ำ : กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการที่ชุมชนระดับเทศบาลเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่สำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย ดังนั้นจึงกำหนดทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย โดยจำลองเหตุการณ์ว่าหากเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย และสามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยการนำเข้าสู่ข้อมูลปริมาณมลพิษที่ประเมินจากค่า BOD ที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการลดค่า BOD ในน้ำทิ้งและประมวลผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลอง QUAL2K

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำของลำเขบายในค่า DO และ BOD โดยใช้แบบจำลอง QUAL2K ได้ทำการศึกษารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับน้ำเข้าแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลอุทกศาสตร์ ข้อมูลคุณภาพน้ำ การประเมินภาระมลพิษทั้งจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนและไม่แน่นอน ทำการศึกษาในแต่ละช่วงลำน้ำซึ่งได้แบ่งลำเขบายออกเป็น 4 ช่วงลำน้ำ และนำข้อมูลเข้าแบบจำลอง QUAL2K เพื่อจำลองคุณภาพน้ำและคาดการณ์คุณภาพน้ำทำการศึกษา 2 ช่วง คือ ช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) และช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) ผลการศึกษามีดังนี้

1. ลักษณะอุทกศาสตร์ของลำเขบาย

จากการศึกษารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอุทกศาสตร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเขบาย ในช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) และช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) โดยใช้ข้อมูลของกรมชลประทาน ระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2544-2547 ของสถานีวัดน้ำท่าในลำเขบายและลำน้ำสาขา 6 สถานี การประเมินอัตราการไหลของน้ำท่าในช่วงลำน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า โดยสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำ (ภาพที่ 17 และ ภาพที่18) สมการดังนี้

ในเดือนมีนาคม

$$Q = 0.003A \quad (13)$$

$$R^2 = 0.9509$$

ในเดือนสิงหาคม

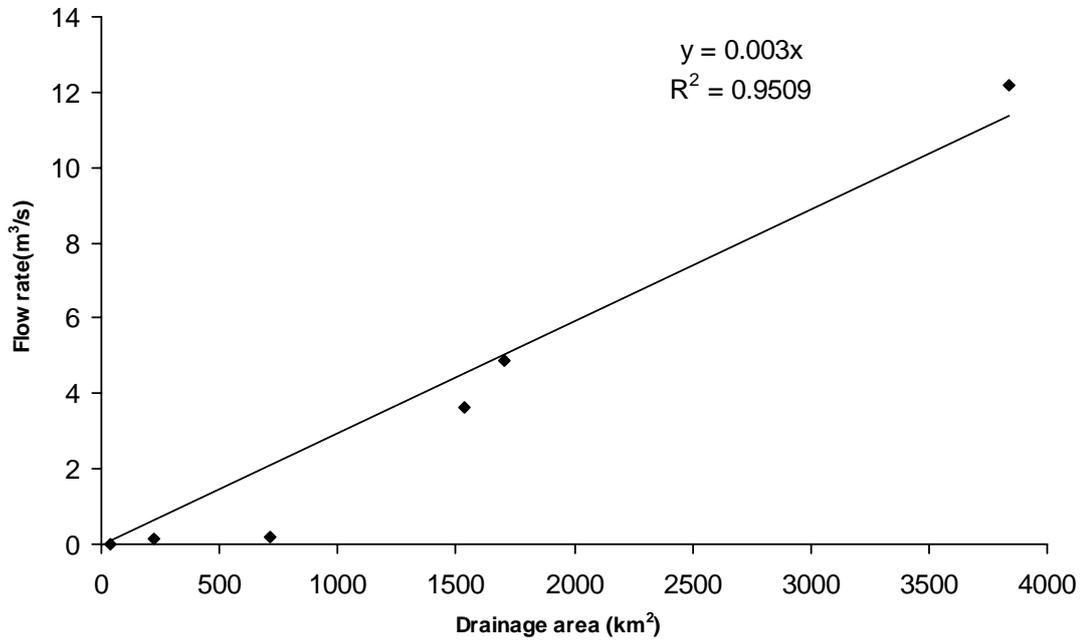
$$Q = 0.1529A \quad (14)$$

$$R^2 = 0.9961$$

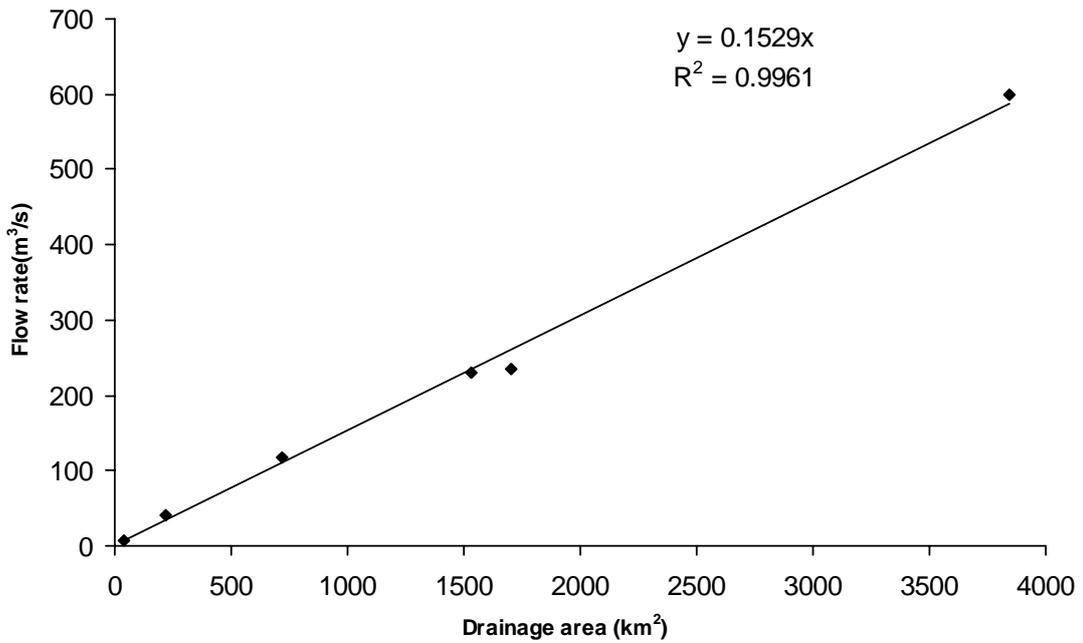
โดยที่ Q คือ ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

A คือ พื้นที่รับน้ำฝน (ตารางกิโลเมตร)

R² คือ สัมประสิทธิ์ตัวกำหนด



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำในช่วงเดือนมีนาคม



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำในช่วงเดือนสิงหาคม

การประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำ ในช่วงเดือนมีนาคมและเดือนสิงหาคม ผลการประเมินดังตารางที่ 18 ซึ่งจากการเปรียบเทียบ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่ค่าที่ได้ จากการคำนวณจะสูงกว่าค่าจากการวัดจริง มีค่าคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่างร้อยละ 3.19-9.63 และจาก การศึกษาข้อมูลลักษณะชลศาสตร์ของลำเขบายในแต่ละช่วงลำน้ำ ซึ่งได้จากสถานีวัดน้ำท่าในลำเขบาย 2 สถานี คือ สถานี M32 ซึ่งอยู่ในช่วงลำน้ำที่ 1 และ สถานี M179 อยู่ในช่วงลำน้ำที่ 3 สำหรับ ในช่วงลำน้ำที่ไม่มีสถานีตรวจวัดได้ทำการกำหนดลักษณะอุทกศาสตร์ของลำน้ำ โดยพิจารณาจากข้อมูล ของช่วงลำน้ำที่ใกล้เคียงร่วมกับลักษณะภูมิประเทศของลำน้ำ ซึ่งข้อมูลลักษณะอุทกศาสตร์ของ ลำเขบายในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก สำหรับใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 18 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าในลำเขบาย

| สมการ | ช่วง ลำน้ำ | พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.) | ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย (ลบ.ม./วินาที) | | % คลาดเคลื่อน |
|--|---------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------|
| | | | จากการคำนวณ | จากการตรวจวัด | |
| ช่วงเดือนมีนาคม Q = 0.003A R ² = 0.9505 | 1 | 1,701.526 | 0.162 | 0.153 | 5.31 |
| | 2 | 3,691.310 | 0.351 | - | |
| | 3 | 3,841.557 | 0.365 | 0.386 | 3.96 |
| | 4 | 3,909.775 | 0.371 | - | |
| ช่วงเดือนสิงหาคม Q = 0.1529A R ² = 0.9961 | 1 | 1,701.526 | 8.235 | 7.442 | 9.63 |
| | 2 | 3,691.310 | 17.866 | - | |
| | 3 | 3,841.557 | 18.593 | 18.319 | 3.19 |
| | 4 | 3,909.775 | 18.923 | - | - |

หมายเหตุ : ช่วงลำน้ำที่ 1 มีสถานีตรวจวัดน้ำท่า คือ M 32

ช่วงลำน้ำที่ 3 มีสถานีตรวจวัดน้ำท่า คือ M 179

ตารางที่ 19 ข้อมูลลักษณะอุทกวิทยาและชลศาสตร์ของลำเซบายในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก

| ข้อมูล | ช่วงแล้ง | | | | ช่วงน้ำหลาก | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | ช่วงที่ 1 | ช่วงที่ 2 | ช่วงที่ 3 | ช่วงที่ 4 | ช่วงที่ 1 | ช่วงที่ 2 | ช่วงที่ 3 | ช่วงที่ 4 |
| สถานีวัดน้ำท่า | M32 | - | M179 | - | M32 | - | M179 | - |
| พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.) | 1,701.526 | 3,691.310 | 3,841.557 | 3,909.775 | 1,701.526 | 3,691.310 | 3,841.557 | 3,909.775 |
| ความยาวของช่วงลำน้ำ (กม.) | 79.970 | 26.450 | 94.520 | 14.540 | 79.970 | 26.450 | 94.520 | 14.540 |
| ความลาดชันของลำน้ำ (ม./ม.) | 0.0003 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0003 |
| ความลาดชันตลิ่งฝั่งซ้าย (ม./ม.) | 0.32 | 0.32 | 0.75 | 0.15 | 0.32 | 0.32 | 0.75 | 0.75 |
| ความลาดชันตลิ่งฝั่งขวา (ม./ม.) | 0.46 | 0.46 | 0.75 | 0.25 | 0.46 | 0.46 | 0.75 | 0.75 |
| ระดับความลึกของน้ำ (ม.) | 3 | 3 | 1.5 | 0.6 | 6.5 | 6.5 | 9.5 | 8.5 |
| ความกว้างของท้องลำธาร (ม.) | 30 | 30 | 36 | 40 | 30 | 30 | 36 | 40 |
| พื้นที่หน้าตัดลำน้ำ (ตร.ม.) | 142.606 | 142.606 | 68.275 | 26.183 | 455.825 | 481.044 | 1136.810 | 979.215 |
| อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม./วินาที) | 0.162 | 0.351 | 0.365 | 0.371 | 8.235 | 17.866 | 18.593 | 18.923 |
| ความเร็วของกระแส น้ำ (เมตร/วินาที) | 0.042 | 0.047 | 0.014 | 0.014 | 0.085 | 0.090 | 0.066 | 0.108 |
| ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วัน) | 13,997 | 30,326 | 31,536 | 32,054 | 711,504 | 1,543,622 | 1,606,435 | 1,634,947 |

2. การประเมินคุณภาพน้ำในลำเซบาย

จากข้อมูลคุณภาพน้ำในลำเซบายระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) และช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) คุณภาพน้ำโดยรวมของลำเซบายมีคุณภาพดี โดยในช่วงแล้งมีค่า DO เฉลี่ย 5.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD เฉลี่ย 1.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า TCB เฉลี่ย 141 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และค่า FCB เฉลี่ย 48 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ส่วนในช่วงน้ำหลากมีค่า DO เฉลี่ย 6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD เฉลี่ย 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า TCB เฉลี่ย 3,099 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และค่า FCB เฉลี่ย 465 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 พบว่ามีคุณภาพตามมาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ 2 ช่วง จะพบว่าในช่วงแล้งคุณภาพน้ำต่ำกว่าช่วงน้ำหลากโดยเฉพาะบริเวณท้ายน้ำ มีค่า BOD สูงถึง 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพน้ำลำเซบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 ดังตารางที่ 20 ภาพที่ 19 และภาพที่ 20

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำลำเซบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549

| สถานีวัด คุณภาพน้ำ | ดัชนีคุณภาพน้ำ | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-----------|------------|
| | Temp | | pH | | DO | | BOD | | TCB | | FCB | |
| | แล้ง | ฝน | แล้ง | ฝน | แล้ง | ฝน | แล้ง | ฝน | แล้ง | ฝน | แล้ง | ฝน |
| SB01 | 29.7 | 29.8 | 7.1 | 7.1 | 5.8 | 5.3 | 1.5 | 1.5 | 58 | 671 | 63 | 214 |
| SB02 | 28.0 | 31.0 | 7.1 | 7.0 | 5.1 | 6.6 | 1.6 | 1.1 | 221 | 3,604 | 37 | 157 |
| SB03 | 29.8 | 30.0 | 7.5 | 7.0 | 6.1 | 6.6 | 1.8 | 1.1 | 194 | 3,604 | 73 | 175 |
| SB04 | 30.4 | 30.0 | 7.4 | 7.3 | 5.9 | 6.3 | 2.0 | 1.9 | 106 | 7,423 | 22 | 1723 |
| เฉลี่ย | 29.5 | 30.4 | 7.3 | 7.1 | 5.7 | 6.2 | 1.7 | 1.4 | 145 | 3,099 | 48 | 465 |

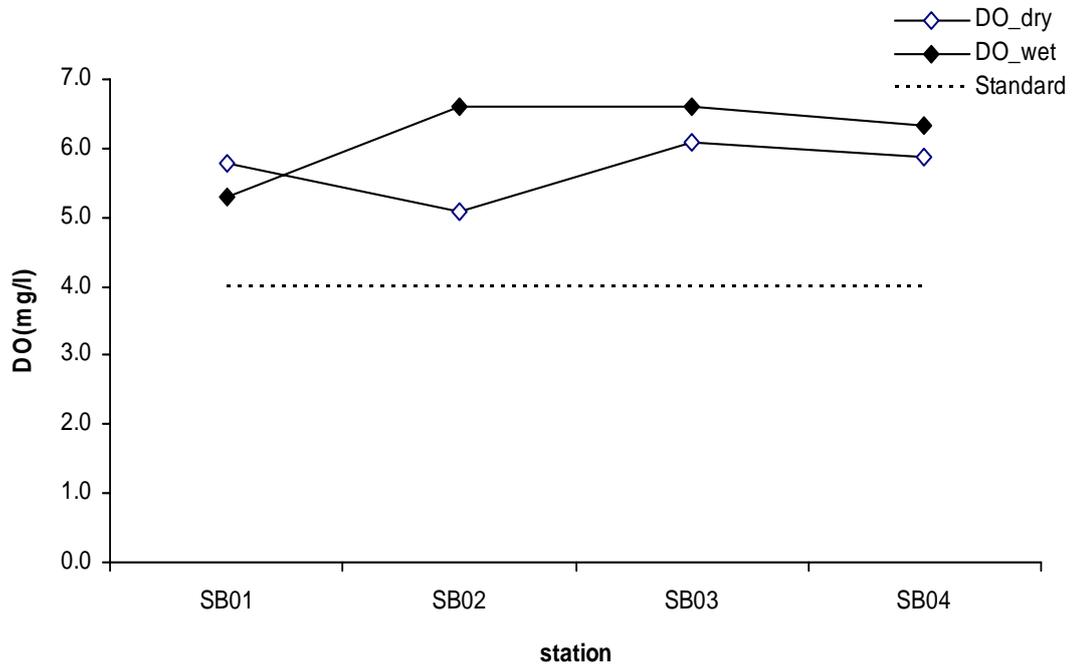
หมายเหตุ : SB01 = สะพานลำเซบาย ต.น้ำปลีก อ.น้ำปลีก จ.อำนาจเจริญ

SB02 = บ้านท่าขาม ต.คำพระ อ. หัวตะพาน จ.อำนาจเจริญ

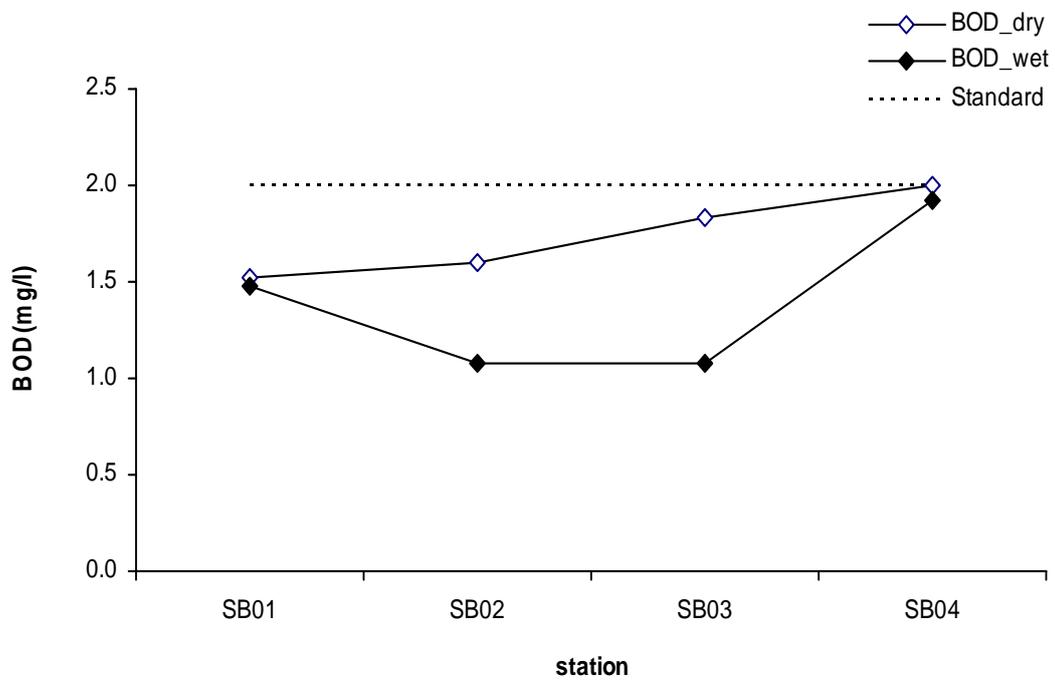
SB03 = บ้านท่าวาริ ต.หัวดอน อ.เชียงใน จ.อุบลราชธานี

SB04 = บ้านโพงาม ต.หนองบ่อ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี

ที่มา : ดัดแปลงจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (2549)



ภาพที่ 19 ค่า DO เฉลี่ยของลำเขบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549



ภาพที่ 20 ค่า BOD เฉลี่ยของลำเขบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549

2. ภาระมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย

2.1 ภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน

2.1.1 ภาระมลพิษจากแหล่งชุมชน

ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายประกอบด้วยชุมชนระดับเทศบาล จำนวน 7 แห่ง เป็นเทศบาลเมือง 1 แห่ง ได้แก่ เทศบาลเมืองอำนาจเจริญ และเทศบาลตำบล 6 แห่ง ได้แก่ เทศบาลตำบล กุดชุมพภูมิพัฒนา สามแยก เลิงนกทา ป่าดิว เสนางคนิคม และหัวตะพาน มีประชากร จำนวน 62,502 คน มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นวันละ 6,790.06 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นภาระมลพิษที่เกิดขึ้น 828.38 กิโลกรัมต่อวัน (ตารางที่ 21)

2.1.2 ภาระมลพิษจากแหล่งอุตสาหกรรม

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (2549) รายงานว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายมีโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย จำนวน 13 แห่ง ส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็กและไม่มีการระบายน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม มีเพียง 1 แห่งที่มีการระบายน้ำเสีย คือ โรงงานแม่เจียมพริกแกง มีปริมาณน้ำเสียวันละ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่า BOD 106 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็นภาระมลพิษเกิดขึ้น 0.11 กิโลกรัมต่อวัน ดังตารางที่ 21

ภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายมาจากแหล่งชุมชนเป็นหลัก โดยเทศบาลเมืองอำนาจเจริญซึ่งเป็นชุมชนขนาดใหญ่มีภาระมลพิษเกิดขึ้น 505.94 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 61.08 ของภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ และเมื่อประเมินภาระมลพิษในแต่ละช่วงน้ำก็พบว่า ลำเซบายช่วงที่ 2 ต้องรองรับภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำมากที่สุดรวม 592.17 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมา คือ ช่วงที่ 1 และช่วงที่ 3 รองรับภาระมลพิษ 153.72 และ 82.37 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วนในช่วงที่ 4 ไม่มีแหล่งกำเนิดที่แน่นอนตั้งอยู่

ตารางที่ 21 ภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนในกลุ่มน้ำลำเซบาย

| ช่วง ลำน้ำ | แหล่ง กำเนิดมลพิษ | จำนวน | ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน) | ภาระมลพิษที่เกิดขึ้น (กก./วัน) |
|---------------|----------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | ทต.สามแยก | 3,901 คน | 374.50 | 45.69 |
| | ทต.เลิงนกทา | 3,285 คน | 315.36 | 38.47 |
| | ทต.ป่าดัว | 3,049 คน | 292.70 | 35.71 |
| 2 | ทต.กุดชุมพัฒนา | 4,314 คน | 414.14 | 50.53 |
| | ทต.เสนางคณิคม | 5,939 คน | 570.14 | 69.56 |
| | ทต.อำนาจเจริญ | 25,919 คน | 4,147.04 | 505.94 |
| | รง.แม่เจียมพริกแกง | 1 แห่ง | 1.00 | 0.11 |
| 3 | ทต.หัวตะพาน | 7,033 คน | 675.17 | 82.37 |
| รวม | | - | 5,130.24 | 828.38 |

2.2 ภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน

การประเมินภาระมลพิษจากน้ำไหลบ่าหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย ในช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) ดังตารางที่ 22 พบว่า ภาระมลพิษจากพื้นที่การใช้ประโยชน์ประเภทเกษตรกรรมมีมากที่สุด เนื่องจากเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายมีภาระมลพิษเกิดขึ้น 11,359.00 กิโลกรัมต่อวัน โดยพื้นที่ในช่วงลำน้ำที่ 1 มีการระบายมลพิษมากที่สุด 4,816.94 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมาคือพื้นที่ในช่วงลำน้ำที่ 3, 2 และ 4 มีภาระมลพิษเกิดขึ้น 3,008.29, 2,775.86 และ 757.906 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ สำหรับในช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) ไม่มีฝนตกสายวันในปริมาณมากพอที่จะทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน จึงไม่ทำการประเมินภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอนในช่วงเวลาดังกล่าว

จากผลการประเมินภาระมลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งที่เป็นแหล่งกำเนิดที่แน่นอนและไม่แน่นอน พบว่า แหล่งชุมชนเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งมีการระบายมลพิษลงสู่ลำเซบายทุกวัน ในขณะที่มลพิษจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงฤดูฝนเท่านั้น แต่มีปริมาณมากส่วนแหล่งอุตสาหกรรมมีภาระมลพิษน้อยมาก

ตารางที่ 22 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและภาระมลพิษจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน

| ช่วง ลำน้ำ | ประเภท การใช้ที่ดิน | ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.) | ปริมาณน้ำไหลบ่า หน้าดิน (ลบ.ม./วัน) | ค่า BOD (มก./ลิตร) | ภาระมลพิษในรูป BOD (กม./วัน) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | ป่าไม้ | 198.46 | 43,869.00 | 2.05 | 89.93 |
| | ป่าบุงทาม | 17.75 | 493.73 | 2.37 | 1.17 |
| | เกษตรกรรม | 1,428.85 | 1,201,244.65 | 3.83 | 4,600.77 |
| | ชุมชน | 17.924 | 28,424.35 | 4.4 | 125.07 |
| | ลานหิน | 1.173 | 55,037.14 | 0 | - |
| | แหล่งน้ำ | 37.38 | - | - | - |
| | รวม | 1,701.53 | 1,329,068.85 | - | 4,816.94 |
| 2 | ป่าไม้ | 89.8 | 35,396.39 | 2.05 | 72.56 |
| | ป่าบุงทาม | 1.314 | 89,898.70 | 2.37 | 213.06 |
| | เกษตรกรรม | 1,134.10 | 647,411.29 | 3.83 | 2,479.59 |
| | ชุมชน | 16.31 | 2421.7355 | 4.4 | 10.66 |
| | แหล่งน้ำ | 32.44 | - | - | - |
| | | รวม | 1,273.97 | 775,128.12 | - |
| 3 | ป่าไม้ | 173.611 | 42,350.00 | 2.05 | 86.82 |
| | ป่าบุงทาม | 2.392 | 2,250.90 | 2.37 | 5.33 |
| | เกษตรกรรม | 639.619 | 756,885.84 | 3.83 | 2,898.87 |
| | ชุมชน | 0.975 | 3,923.56 | 4.4 | 17.26 |
| | แหล่งน้ำ | 49.468 | - | - | - |
| | | รวม | 866.065 | 805,410.30 | - |
| 4 | ป่าไม้ | 15.646 | 5,286.85 | 2.05 | 10.84 |
| | เกษตรกรรม | 47.958 | 195,056.79 | 3.83 | 747.07 |
| | ชุมชน | 1.476 | - | - | - |
| | แหล่งน้ำ | 3.138 | - | - | - |
| | | รวม | 68.218 | 200,343.64 | - |
| รวมทั้งลุ่มน้ำ | | 3,909.775 | 3,109,950.91 | - | 11,359.00 |

3. ผลการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลอง QUAL2K

3.1 สถานะปัจจุบัน

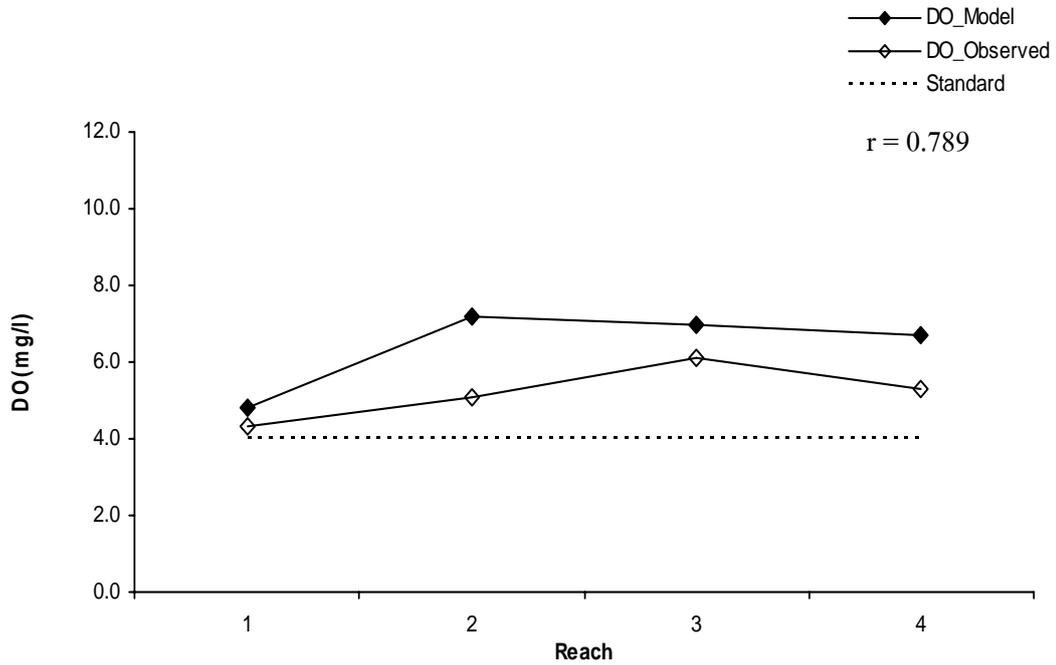
การศึกษาคูณภาพน้ำโดยแบบจำลอง QUAL2K ซึ่งได้แบ่งลำเขบายออกเป็น 4 ช่วงลำน้ำ สำหรับจำลองกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลากและทำการเปรียบเทียบแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นข้อมูลคุณภาพน้ำในปีปัจจุบัน ผลการศึกษารูปได้ดังนี้

3.1.1 ค่า DO

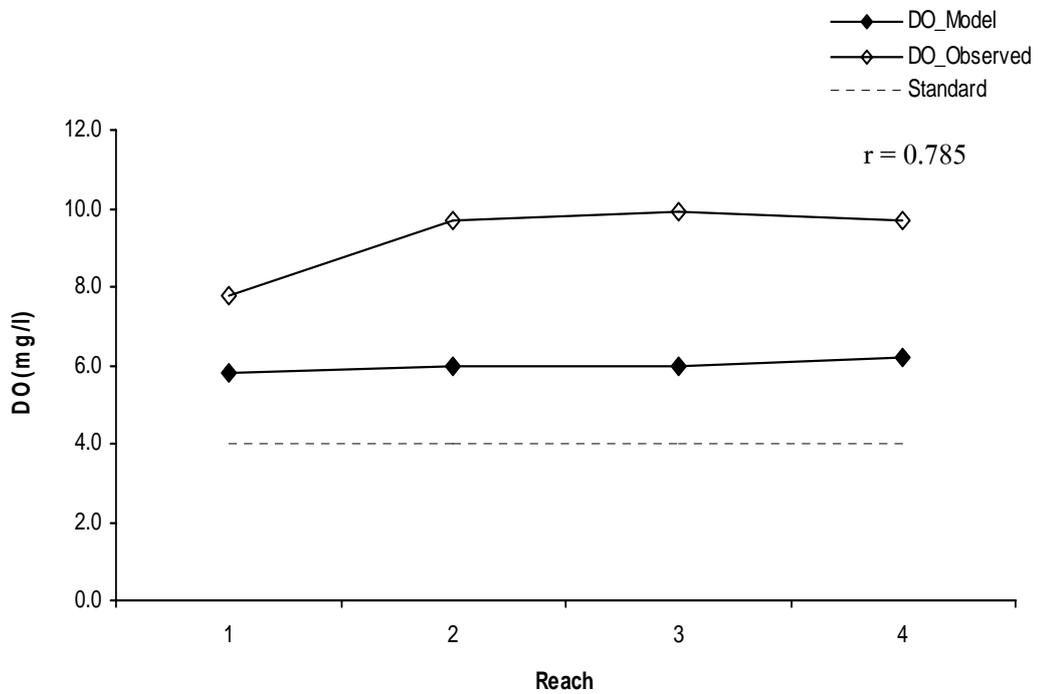
จากการนำเข้าข้อมูลและประมวลผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลอง QUAL2K พบว่า ในสถานะปัจจุบันคุณภาพน้ำของลำเขบายในช่วงแล้งมีค่า DO ระหว่าง 4.8-7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 23 ภาพที่ 21) และช่วงน้ำหลากมีค่า DO ระหว่าง 5.8-6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 23 ภาพที่ 22) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่า DO ในช่วงที่ต่ำที่สุดก็ยังไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ (2537) ได้กำหนดไว้ว่าค่า DO ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 2) และจากการนำค่า DO ที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดในภาคสนาม พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.789 และ 0.785 ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ตามลำดับ

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบค่า DO ในลำเขบายที่ได้จากการตรวจวัดและแบบจำลอง QUAL2K

| ลำน้ำ | ค่า DO (มก./ล.) | | | |
|-----------|-----------------|------------|-------------|------------|
| | ช่วงแล้ง | | ช่วงน้ำหลาก | |
| | แบบจำลอง | การตรวจวัด | แบบจำลอง | การตรวจวัด |
| ช่วงที่ 1 | 4.8 | 4.3 | 5.8 | 7.8 |
| ช่วงที่ 2 | 7.2 | 5.1 | 6.0 | 9.7 |
| ช่วงที่ 2 | 7.0 | 6.1 | 6.0 | 9.9 |
| ช่วงที่ 4 | 6.7 | 5.3 | 6.2 | 9.7 |
| ค่า r | 0.789 | | 0.785 | |



ภาพที่ 21 ค่า DO ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงแก้ง



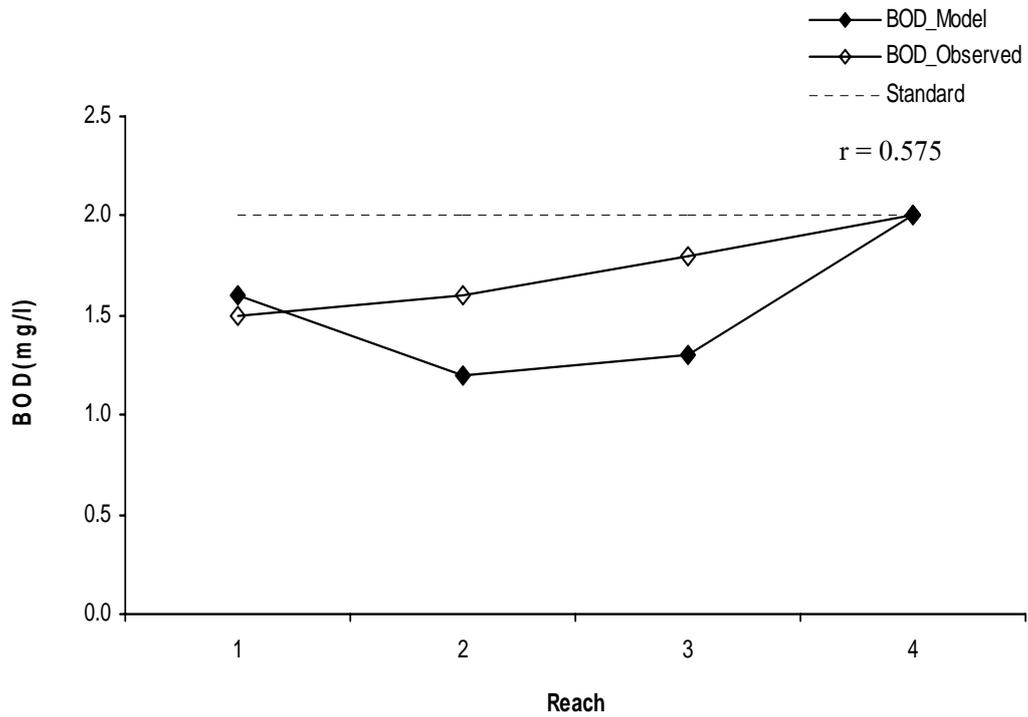
ภาพที่ 22 ค่า DO ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงน้ำหลาก

3.1.2 ค่า BOD

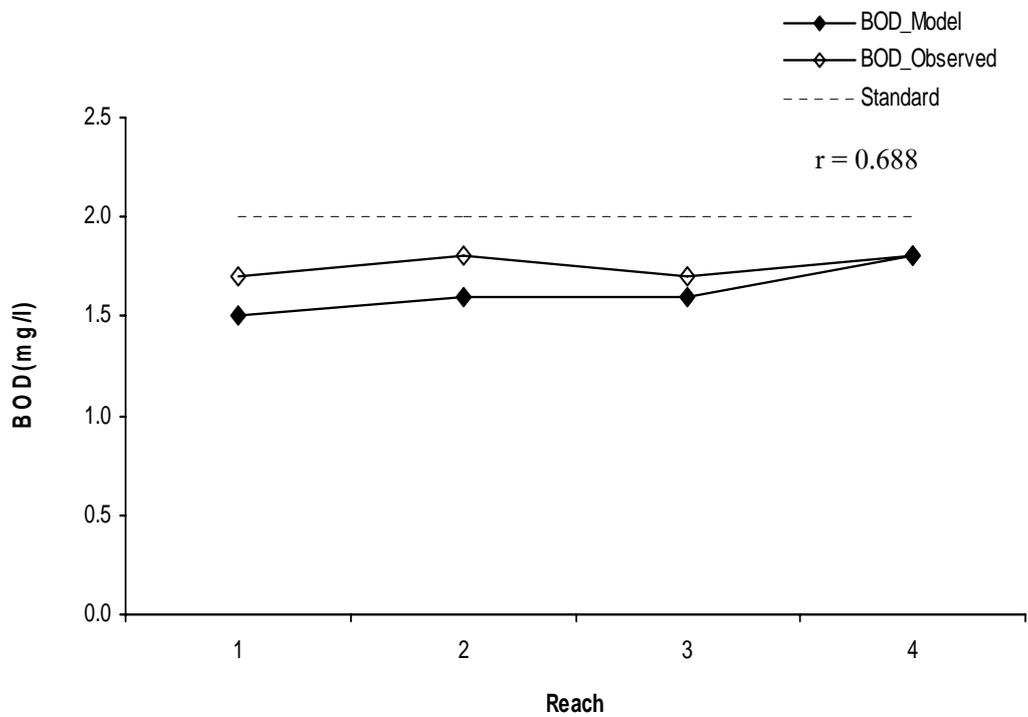
จากการประมวลผลของแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบาย พบว่าค่า BOD ในช่วงแล้งจะอยู่ในระหว่าง 1.2-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 24 และภาพที่ 23) และในช่วงน้ำหลากมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5-1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 24 และภาพที่ 24) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ(2537) ได้กำหนดไว้ว่าค่า BOD ต้องมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 2) พบว่า ค่า BOD ยังไม่เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 แต่ในช่วงที่ 4 มีค่า BOD เท่ากับค่า BOD สูงสุดที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า BOD จากการตรวจวัดในภาคสนาม พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.575 และ 0.688 ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ตามลำดับ

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบค่า BOD ในลำเซบายที่ได้จากการตรวจวัดและแบบจำลอง QUAL2K

| ลำน้ำ | ค่า BOD (มก./ล.) | | | |
|-----------|------------------|------------|-------------|------------|
| | ช่วงแล้ง | | ช่วงน้ำหลาก | |
| | แบบจำลอง | การตรวจวัด | แบบจำลอง | การตรวจวัด |
| ช่วงที่ 1 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.7 |
| ช่วงที่ 2 | 1.2 | 1.6 | 1.6 | 1.8 |
| ช่วงที่ 2 | 1.3 | 1.8 | 1.6 | 1.7 |
| ช่วงที่ 4 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 1.8 |
| ค่า r | 0.575 | | 0.688 | |



ภาพที่ 23 ค่า BOD ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงแก้ง



ภาพที่ 24 ค่า BOD ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง QUAL2K ในลำเซบายช่วงน้ำหลาก

4. การประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน

จากข้อมูลการประเมินภาระมลพิษที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำ พบว่า ในช่วงแล้ง (เดือนมีนาคม) ลำเขบายรองรับภาระมลพิษจากพื้นที่ลุ่มน้ำ รวม 828.38 กิโลกรัมต่อวัน ระบายลงลำน้ำ ในช่วงที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 120.87, 626.14 และ 82.37 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ในช่วงลำน้ำที่ 4 ไม่มีแหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอนตั้งอยู่ และในช่วงน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) ลำเขบายรองรับภาระมลพิษจากพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 12,188.38 กิโลกรัมต่อวัน ระบายลงลำน้ำในช่วงที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 4,937.81, 3,402.00, 3,090.66 และ 757.91 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

จากการประมวลผลคุณภาพน้ำในลำเขบายโดยแบบจำลอง QUAL2K นำมาประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน โดยประเมินจากค่า BOD ในแต่ละช่วงลำน้ำ พบว่า สถานะปัจจุบันลำเขบายในช่วงแล้งลำเขบายช่วงที่ 1, 2, 3 และ 4 รองรับภาระ BOD วันละ 819.86, 690.15, 14.50 และ 61.77 กิโลกรัม ตามลำดับ ในช่วงน้ำหลากรองรับภาระ BOD วันละ 5,039.99, 6,004.55, 10,440.89 และ 16,431.70 กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวัน โดยกำหนดเป้าหมายของคุณภาพน้ำตามมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 (ค่า BOD ไม่เกินกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งพบว่าลำเขบายในช่วงที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันในช่วงแล้งเท่ากับ 1,024.82, 1,150.25, 22.31 และ 61.77 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และในช่วงน้ำหลากเท่ากับ 6,719.00, 7,505.69, 10,440.89, 16,431.70 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของลำเขบายกับสถานะปัจจุบัน จะพบว่าในช่วงแล้งลำเขบายช่วงที่ 1, 2 และ 3 ยังสามารถรองรับปริมาณของเสียได้อีก ส่วนช่วงที่ 4 ไม่สามารถรองรับของเสียเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากปัจจุบันได้รองรับภาระมลพิษเท่ากับความสามารถในการรองรับสูงสุดของลำน้ำอยู่แล้ว ส่วนในช่วงน้ำหลากลำเขบายทุกช่วงยังสามารถรองรับภาระมลพิษเพิ่มขึ้นได้โดยที่คุณภาพน้ำยังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของลำเซบาย

| ช่วงลำน้ำ | อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม./วัน) | TMDLของลำน้ำ (กก./วัน) | ภาระBODปัจจุบัน (กก./วัน) | ภาระ BOD ที่รับได้อีก (กก./วัน) |
|-------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| ช่วงแล้ง | | | | |
| 1 | 3,359,996.13 | 1,024.82 | 819.86 | 204.96 |
| 2 | 3,752,843.55 | 1,150.25 | 690.15 | 460.10 |
| 3 | 6,525,558.40 | 22.31 | 14.50 | 7.81 |
| 4 | 9,128,723.19 | 61.77 | 61.77 | 0.00 |
| รวม | 22,767,121.27 | 2,259.15 | 1,586.28 | 672.87 |
| ช่วงน้ำหลาก | | | | |
| 1 | 512,409.98 | 6,719.99 | 5,039.99 | 1,680.00 |
| 2 | 575,125.56 | 7,505.69 | 6,004.55 | 1,501.14 |
| 3 | 11,156.99 | 13,051.12 | 10,440.89 | 2,610.23 |
| 4 | 30,882.68 | 18,257.45 | 16,431.70 | 1,825.75 |
| รวม | 1,129,575.21 | 45,534.25 | 37,917.13 | 7,617.12 |

5. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K

การนำแบบจำลอง QUAL2K ที่ปรับเทียบแล้วมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำในลำเซบายโดยจำลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณมลพิษที่จะระบายลงสู่ลำเซบาย 3 กรณี ดังนี้

5.1 การคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคต : กรณีที่ไม่ดำเนินการบำบัดน้ำเสีย

จากผลการคาดการณ์จำนวนประชากร และนำมาประเมินปริมาณน้ำเสียและภาระมลพิษในอนาคต ปี พ.ศ. 2555, 2560, 2565 และ 2570 (ตารางที่ 26) โดยใช้แบบจำลองคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคตกรณีที่ไม่นำเข้าข้อมูลของลำน้ำ โดยนำเข้าข้อมูลของลำน้ำ เช่น ความกว้าง ความยาว ความลึก ปริมาตร ความลาดชันของลำน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ของลำน้ำ และอัตราการระบายน้ำที่ลงสู่ลำน้ำที่ได้จากการคำนวณการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร เพื่อประมวลผลคุณภาพน้ำในปี พ.ศ. 2555, 2560, 2565 และ 2570 ผลการศึกษาพบว่า ค่า DO มีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มากนักทั้งในช่วงแล้ง

ตารางที่ 26 ภาระมลพิษในรูป BOD คาคการณ์ในอนาคต

| เทศบาล | ภาระมลพิษในรูป BOD (กก./วัน) | | | | |
|----------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ปัจจุบัน 2549 | 2555 | 2560 | 2565 | 2570 |
| ทต.สามแยก | 45.69 | 46.91 | 47.95 | 49.01 | 50.10 |
| ทต.เลิงนกทา | 38.47 | 51.32 | 65.25 | 82.97 | 105.48 |
| ทต.เสนางคณิคม | 69.56 | 71.84 | 73.80 | 75.82 | 77.89 |
| ทต.ป่าคิ้ว | 35.71 | 36.55 | 37.27 | 38.00 | 38.75 |
| ทต.กุดชุมพัฒนา | 50.53 | 51.75 | 52.79 | 53.86 | 54.94 |
| ทต.อำนาจเจริญ | 505.94 | 516.66 | 525.76 | 535.03 | 544.46 |
| ทต.หัวตะพาน | 82.37 | 84.22 | 85.79 | 87.38 | 89.01 |
| รวม | 828.27 | 859.25 | 888.62 | 922.07 | 960.64 |

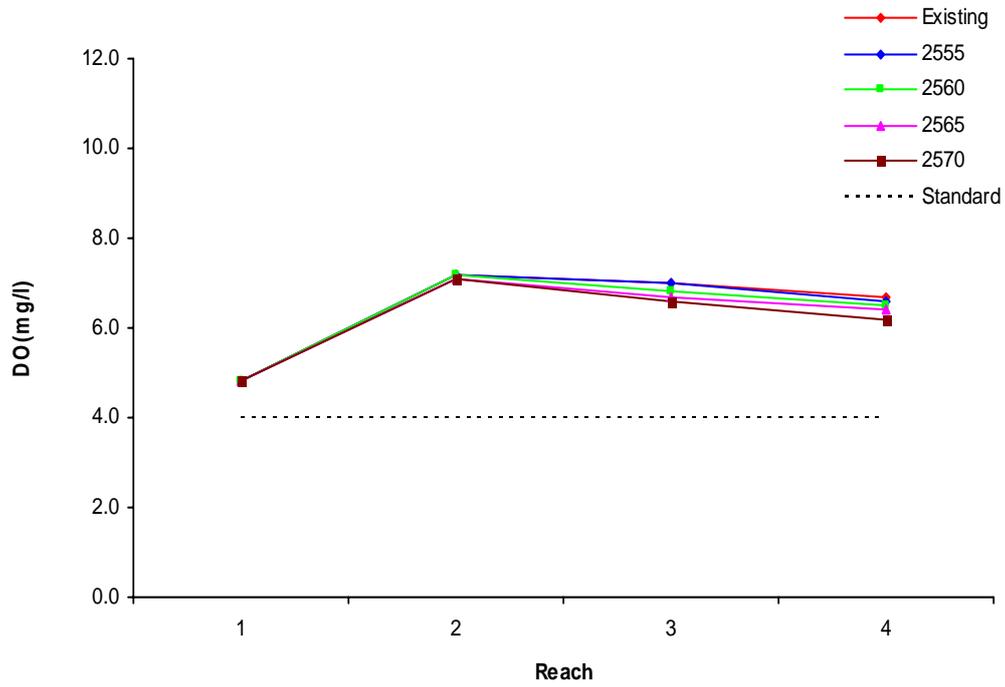
และช่วงน้ำหลาก และทุกช่วงลำน้ำยังมีค่า DO ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ (2537) ได้กำหนดเป้าหมายของคุณภาพน้ำตามมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ไว้ว่าต้องมีค่า DO ไม่น้อยกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 27 ภาพที่ 25 และภาพที่ 26 ส่วนการประมวลผลค่า BOD พบว่าในช่วงแล้งมีค่าระหว่าง 1.2-2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำหลากมีค่าระหว่าง 1.2-1.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 28 ภาพที่ 27 และภาพที่ 28 โดยพบว่าค่า BOD ของลำเซบายจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าในปัจจุบัน โดยในช่วงแล้งลำน้ำช่วงที่ 4 จะมีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ซึ่งกำหนดไว้ว่าค่า BOD ต้องไม่เกินกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนลำน้ำช่วงอื่นๆ และในช่วงน้ำหลากมีค่า BOD เพิ่มขึ้น แต่ไม่มากจนเกินค่ามาตรฐานกำหนดไว้

ตารางที่ 27 ค่า DO ของลำเซบายในอนาคตกรณีไม่มีการบำบัดน้ำเสีย

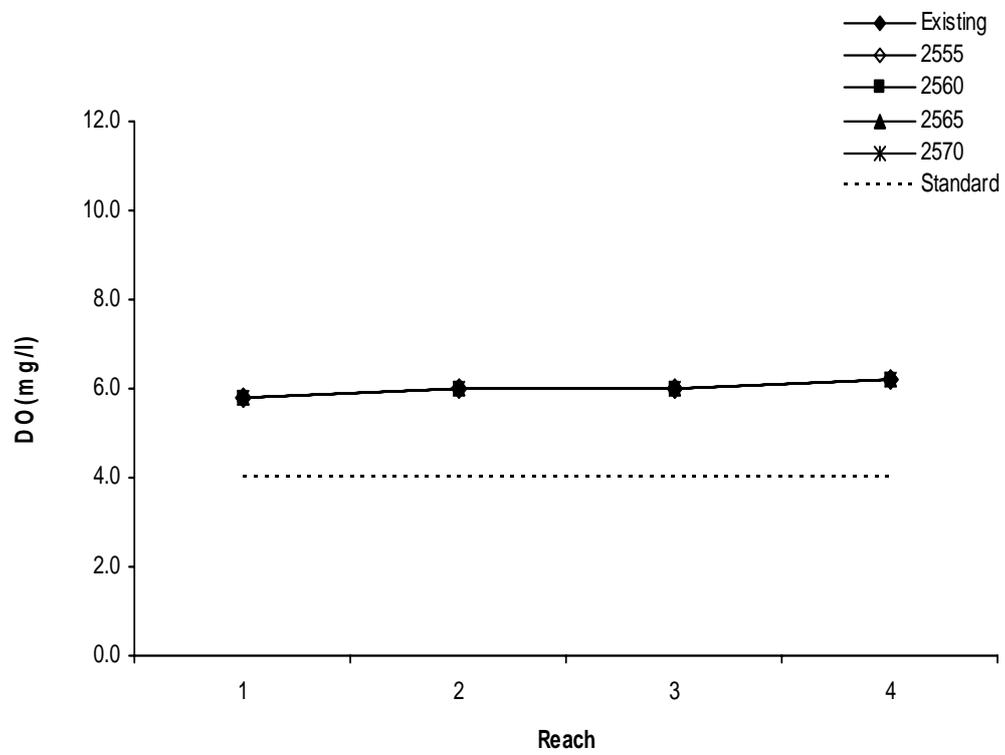
| ช่วงลำน้ำ | ค่า DO (มก./ลิตร) | | | | |
|-------------|--------------------|------|------|------|------|
| | ปี 2549 (ปัจจุบัน) | 2555 | 2560 | 2565 | 2570 |
| ช่วงแก่ง | | | | | |
| 1 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| 2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.1 | 7.1 |
| 3 | 7.0 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.6 |
| 4 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.4 | 6.2 |
| ช่วงน้ำหลาก | | | | | |
| 1 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 |
| 2 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 3 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 4 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |

ตารางที่ 28 ค่า BOD ของลำเซบายในอนาคต กรณีไม่มีการบำบัดน้ำเสีย

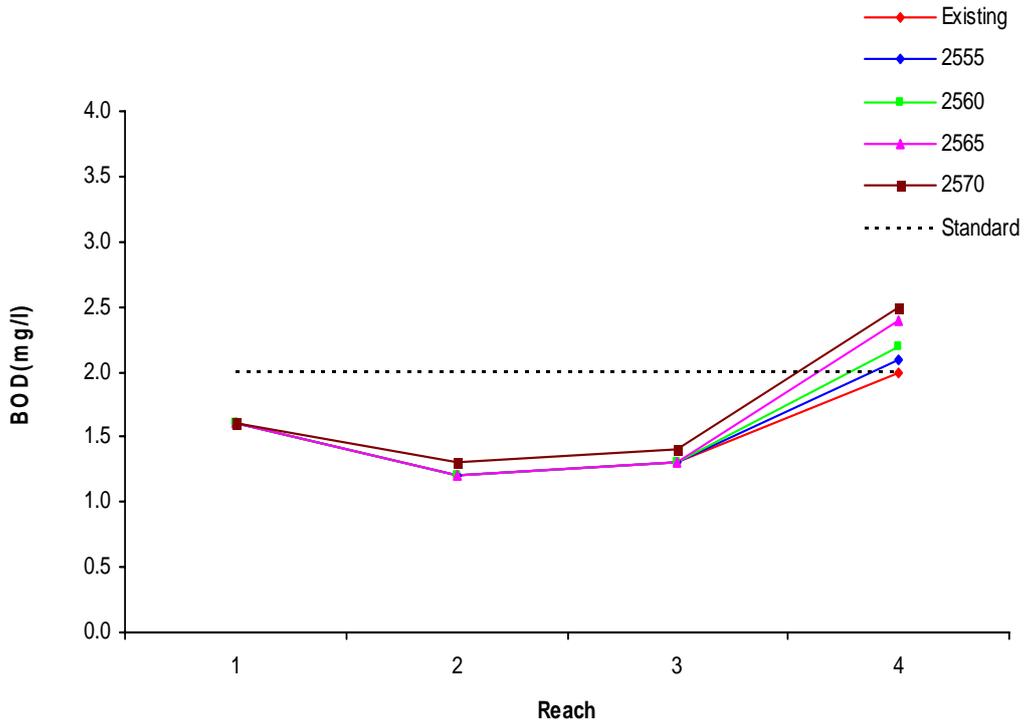
| ช่วงลำน้ำ | ค่า BOD (มก./ลิตร) | | | | |
|-------------|--------------------|------|------|------|------|
| | ปี 2549 (ปัจจุบัน) | 2555 | 2560 | 2565 | 2570 |
| ช่วงแก่ง | | | | | |
| 1 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| 2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.3 |
| 3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.4 |
| 4 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.4 | 2.5 |
| ช่วงน้ำหลาก | | | | | |
| 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 2 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| 3 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| 4 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.9 | 1.9 |



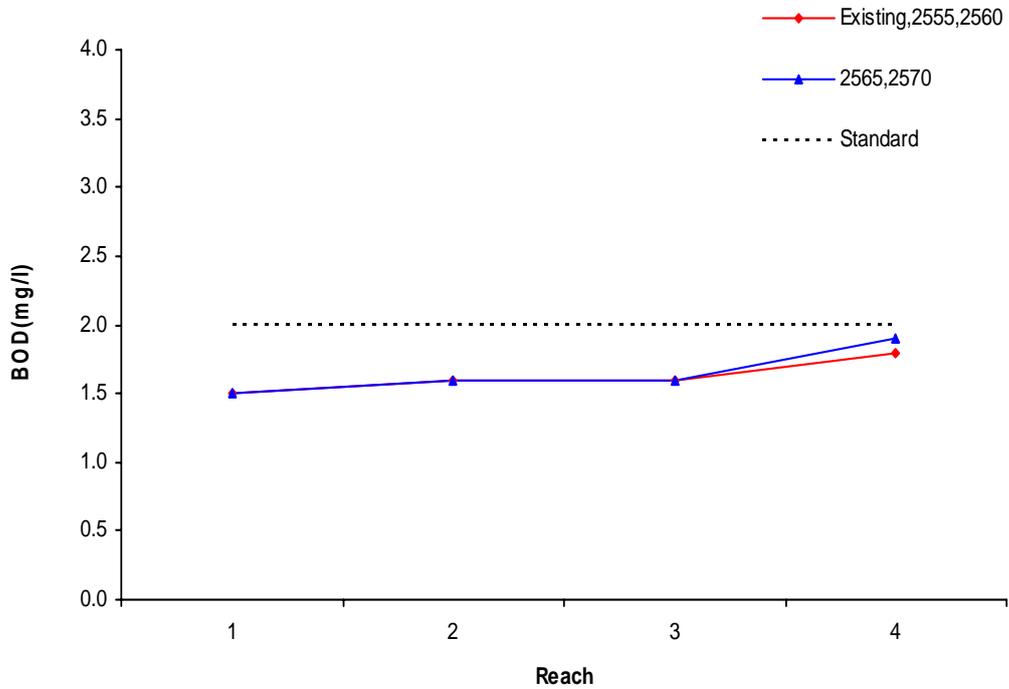
ภาพที่ 25 ค่า DO ของลำซบบายในช่วงแล้งปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570



ภาพที่ 26 ค่า DO ของลำซบบายในช่วงน้ำหลากปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570



ภาพที่ 27 ค่า BOD ของลำเซบายในช่วงแล้งปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570



ภาพที่ 28 ค่า BOD ของลำเซบายในช่วงน้ำหลากปี พ.ศ.2555, 2560, 2565 และ 2570

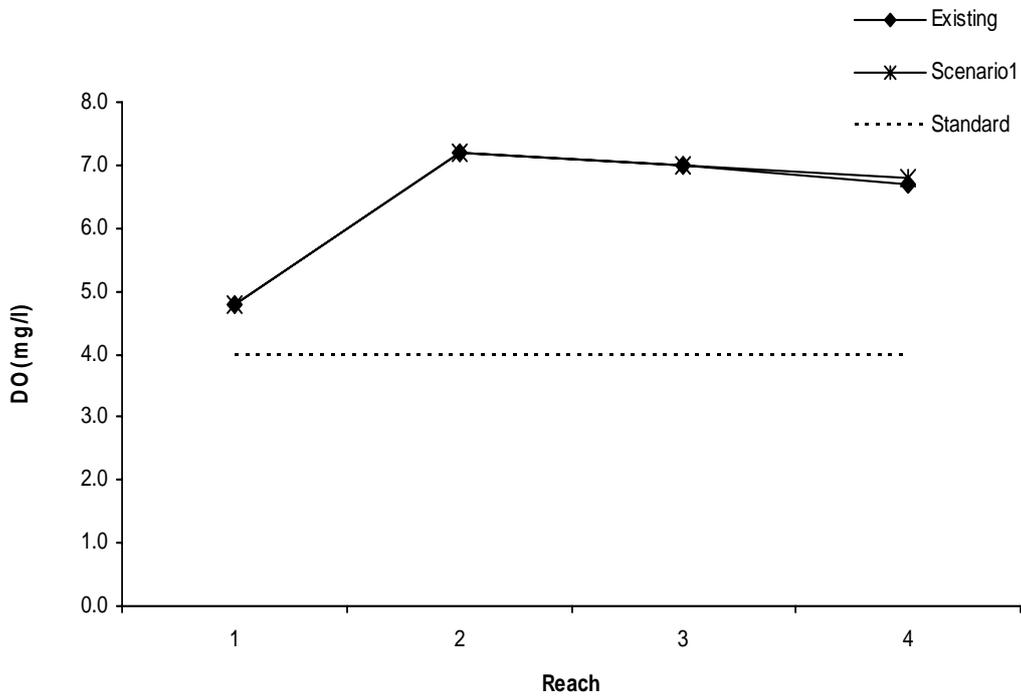
5.2 การคาดการณ์คุณภาพน้ำสำหรับประเมินทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำ

5.2.1 กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย (scenario1)

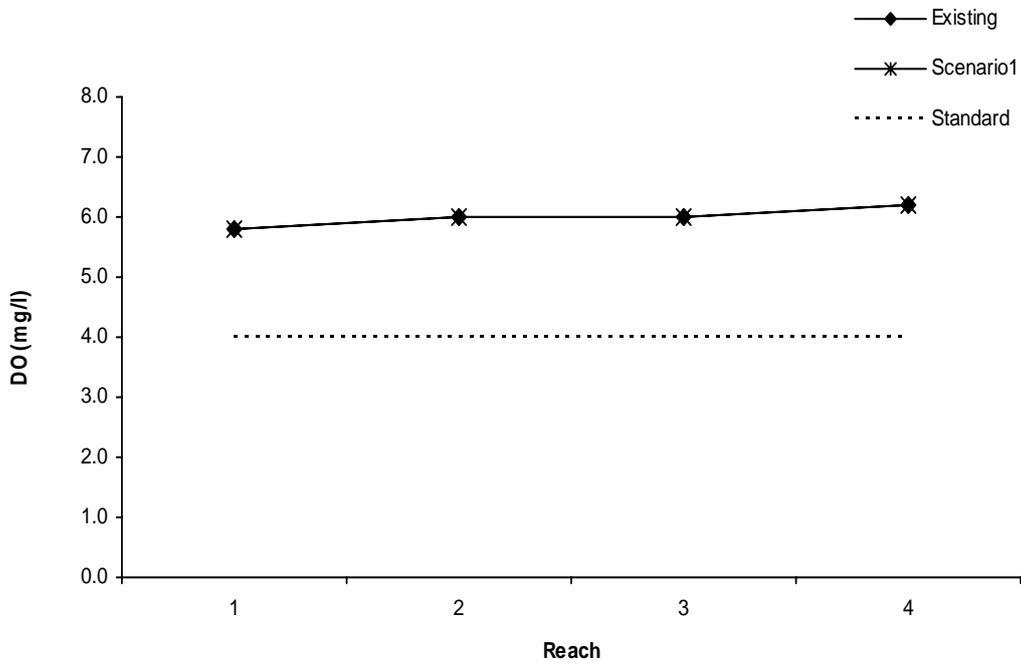
ปัจจุบันเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีประชากรจำนวน 25,919 คน มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้น 4,467.04 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีภาระมลพิษเกิดขึ้น 505.94 กิโลกรัมต่อวัน จากการที่เทศบาลเมืองอำนาจเจริญเป็นชุมชนขนาดใหญ่และเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่สำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย หากกำหนดทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย โดยจำลองเหตุการณ์ว่าหากเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย และสามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) ภาระมลพิษที่เกิดขึ้นจะลดลงจาก 505.94 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 82.94 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นภาระมลพิษที่ระบายลงสู่ลำน้ำจะเท่ากับ 405.37 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อนำเข้าข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณมลพิษในแบบจำลองและประมวลผลคุณภาพน้ำพบว่าในช่วงแล้ง ค่า DO ของลำเซบายจะมีค่าระหว่าง 4.8–7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำหลาก ค่า DO มีค่าระหว่าง 5.8-6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่า DO ของลำเซบายในสภาวะปัจจุบัน พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทั้งในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก (ภาพที่ 29 และภาพที่ 30) ส่วนค่า BOD ในช่วงแล้งมีค่าระหว่าง 1.2-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำหลาก ค่า BOD มีค่าระหว่าง 1.2-1.7 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 29) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า BOD ของลำเซบายในสภาวะปัจจุบัน พบว่ามีค่าลดลงจากเดิมทั้งในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก (ภาพที่ 31 และภาพที่ 32)

ตารางที่ 29 ค่า BOD ของลำเซบาย กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย

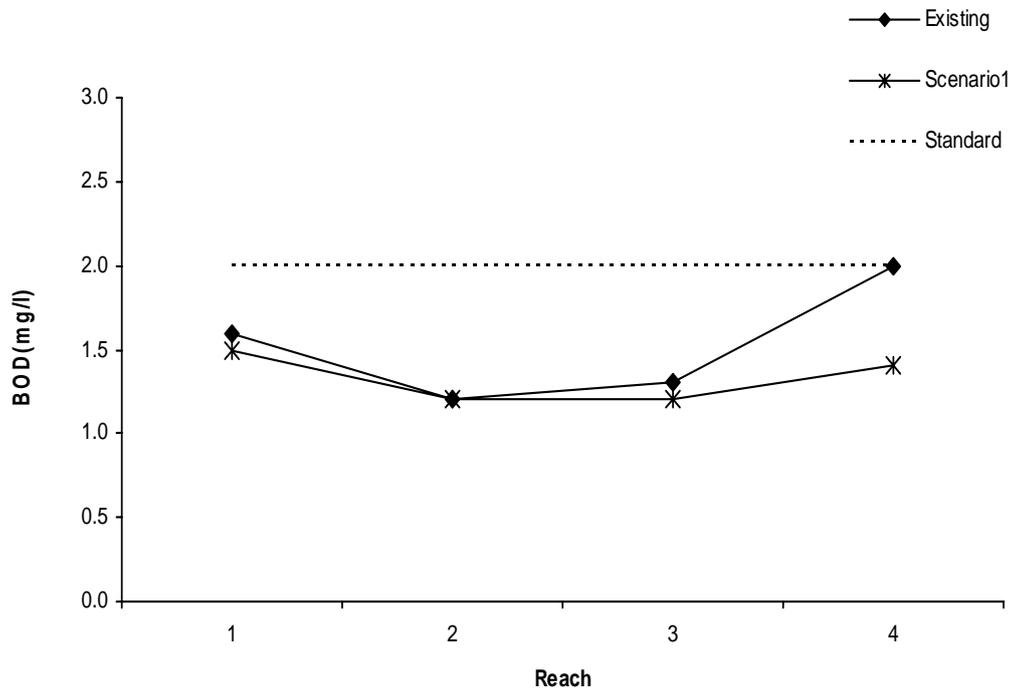
| ลำน้ำ | ค่า BOD (มก./ล.) | | | |
|-----------|------------------|------------------|---------------|------------------|
| | ช่วงแล้ง | | ช่วงน้ำหลาก | |
| | สภาวะปัจจุบัน | กรณีมีระบบบำบัดฯ | สภาวะปัจจุบัน | กรณีมีระบบบำบัดฯ |
| ช่วงที่ 1 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.4 |
| ช่วงที่ 2 | 1.2 | 1.2 | 1.6 | 1.2 |
| ช่วงที่ 2 | 1.3 | 1.2 | 1.6 | 1.2 |
| ช่วงที่ 4 | 2.0 | 1.4 | 1.8 | 1.7 |



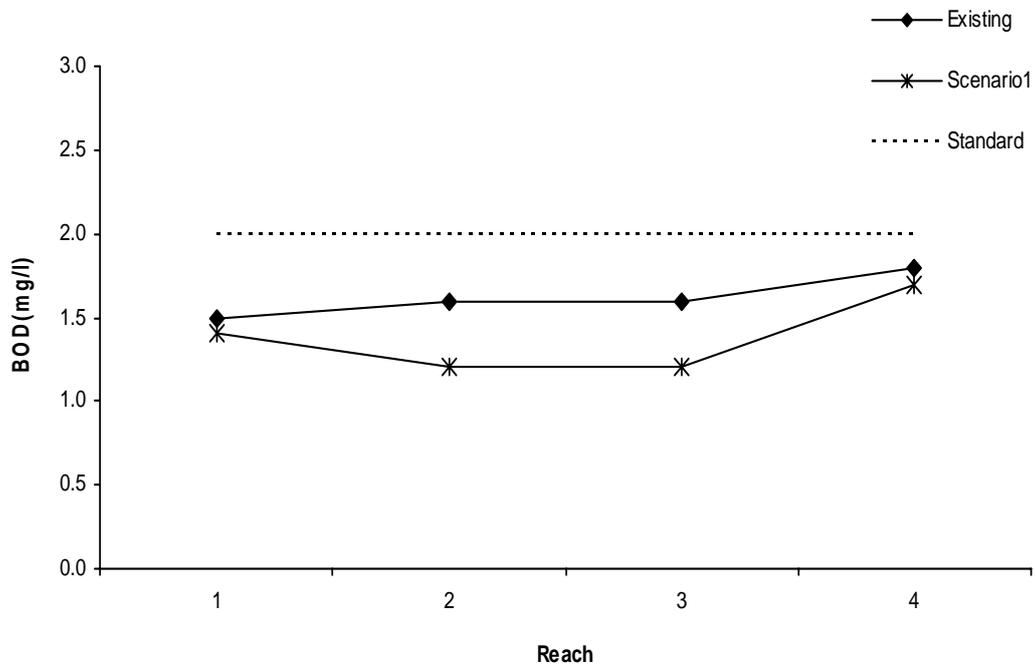
ภาพที่ 29 ค่า DO ของลำเซบายช่วงแก้ง กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 30 ค่า DO ของลำเซบายช่วงน้ำหลาก กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 31 ค่า BOD ของลำเขบายช่วงแล้ง กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย



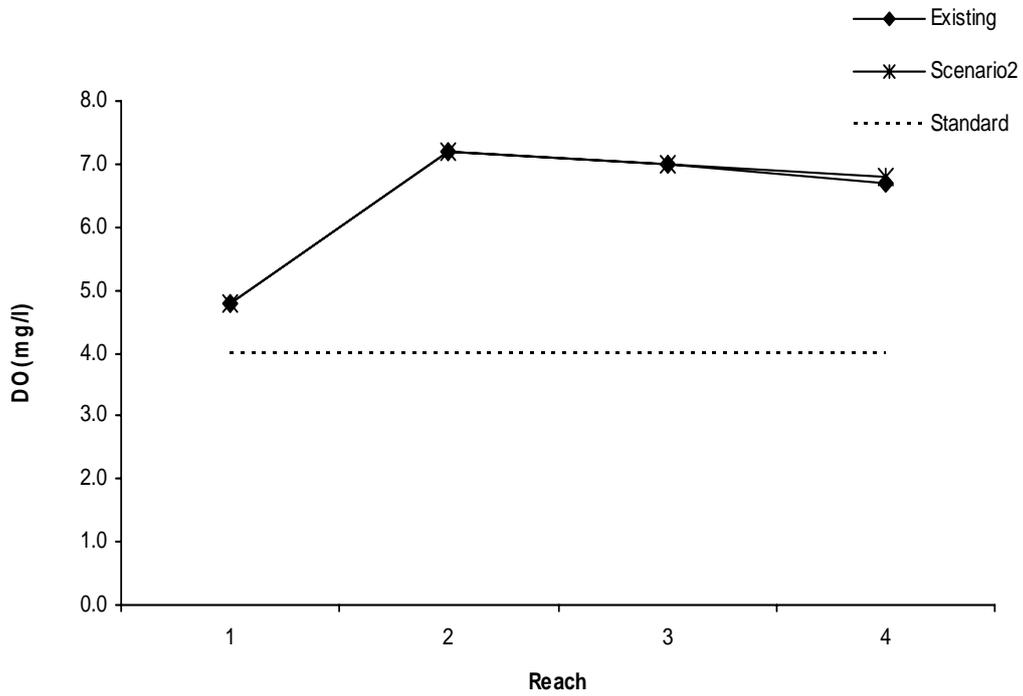
ภาพที่ 32 ค่า BOD ของลำเขบายช่วงน้ำหลาก กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย

5.2.2 กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย (scenario2)

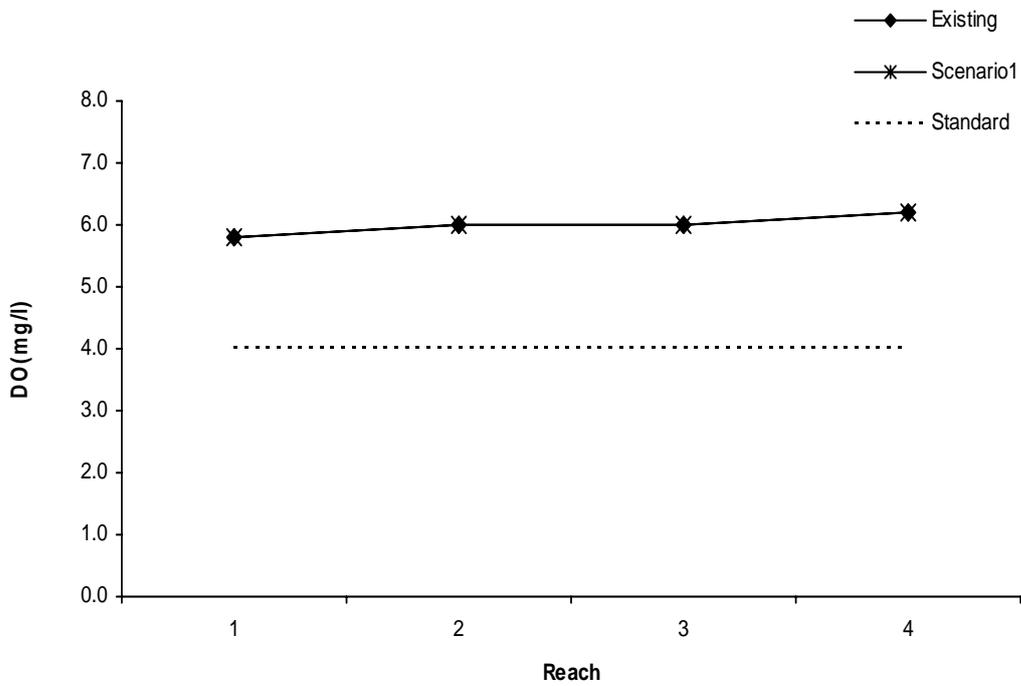
จากการที่ชุมชนระดับเทศบาลเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่สำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย ดังนั้นจึงกำหนดทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำลำเซบาย โดยจำลองเหตุการณ์ว่าหากเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย และสามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งปริมาณมลพิษจะลดลงจาก 828.38 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 135.78 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อนำเข้าข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณมลพิษของเทศบาลจำนวน 7 แห่ง ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายและประมวลผล พบว่าในช่วงแล้ง ค่า DO ของลำเซบายจะมีค่าระหว่าง 4.8–7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำหลาก ค่า DO มีค่าระหว่าง 5.8-6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่า DO ของลำเซบายในปัจจุบันพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทั้งในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก (ภาพที่ 33 และ ภาพที่ 34) ส่วนค่า BOD ในช่วงแล้งมีค่าระหว่าง 1.1-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำหลากมีค่าระหว่าง 1.1-1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 30) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า BOD ของลำเซบายในสภาวะปัจจุบันพบว่ามีค่าลดลงจากเดิมทั้งในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก (ภาพที่ 35 และ ภาพที่ 36)

ตารางที่ 30 ค่า BOD ของลำเซบาย กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย

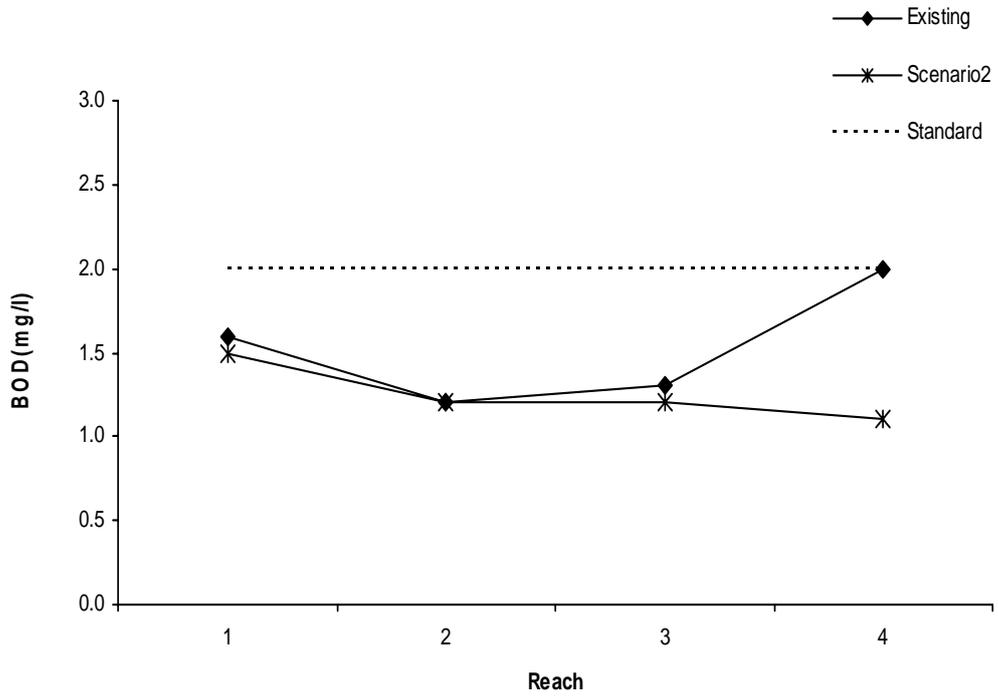
| ลำน้ำ | ค่า BOD (มก./ล.) | | | |
|-----------|------------------|------------------|---------------|------------------|
| | ช่วงแล้ง | | ช่วงน้ำหลาก | |
| | สภาวะปัจจุบัน | กรณีมีระบบบำบัดฯ | สภาวะปัจจุบัน | กรณีมีระบบบำบัดฯ |
| ช่วงที่ 1 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.4 |
| ช่วงที่ 2 | 1.2 | 1.2 | 1.6 | 1.2 |
| ช่วงที่ 2 | 1.3 | 1.2 | 1.6 | 1.2 |
| ช่วงที่ 4 | 2.0 | 1.1 | 1.8 | 1.7 |



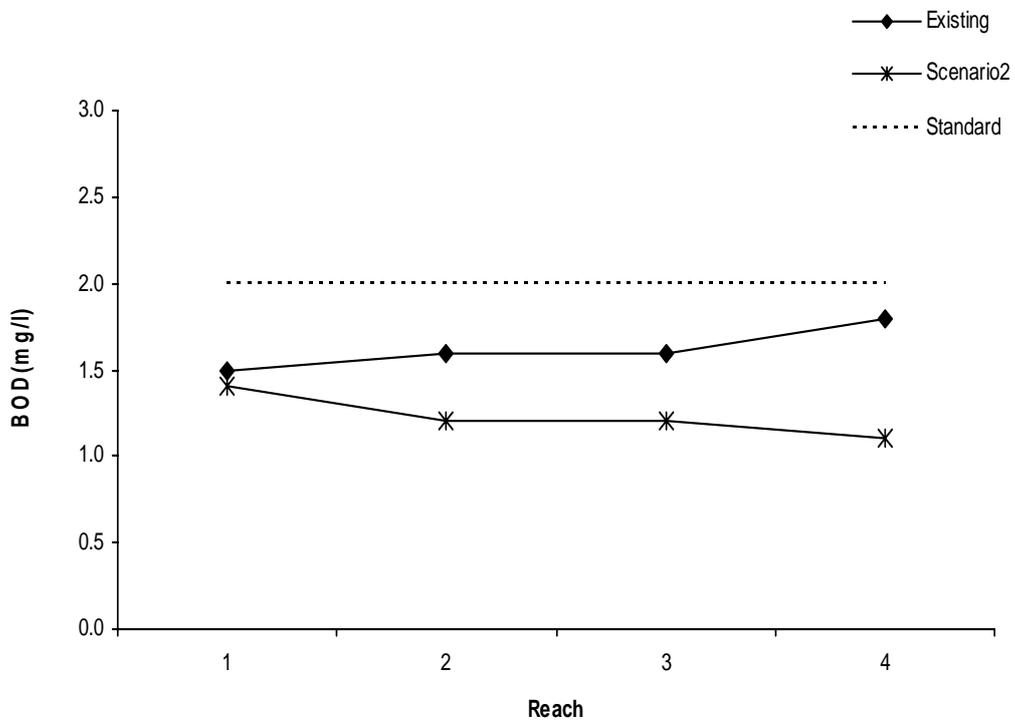
ภาพที่ 33 ค่า DO ของลำเซบายช่วงแล้ง กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 34 ค่า DO ของลำเซบายช่วงน้ำหลาก กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 35 ค่า BOD ของลำเขบายช่วงแล้ง กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 36 ค่า BOD ของลำเขบายช่วงน้ำหลาก กรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย

การเปรียบเทียบทางเลือกในการจัดการคุณภาพน้ำลำเซบาย ซึ่งในการศึกษาได้เสนอไว้ 2 แนวทาง ได้แก่ กรณีมีระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองอำนาจเจริญกับกรณีเทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K ประมวลผลคุณภาพน้ำ พบว่าในกรณีแรกสามารถลดค่า BOD จากสภาวะปัจจุบันให้อยู่มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ดังนั้นการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองอำนาจเจริญจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม ส่วนการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับทุกเทศบาล ถึงแม้ว่าจะทำให้คุณภาพน้ำโดยรวมดีขึ้น แต่อาจจะเป็นความเป็นไปได้ต่ำ เนื่องจากการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละแห่งจะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก ปัจจุบันได้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองอำนาจเจริญแล้วและอยู่ระหว่างการทดสอบเดินระบบ ดังนั้นการจัดการคุณภาพน้ำลำเซบายในปัจจุบันจะควรให้ความสำคัญในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียให้สามารถลดภาระมลพิษในรูป BOD ไม่ให้เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการลดปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำ และลดภาระมลพิษที่จะถูกระบายลงสู่ลำเซบาย

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลและประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำลำเซบาย ว่า พบมีคุณภาพน้ำแนวโน้มเสื่อมโทรมลง และจากการประเมินภาระมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย พบว่าภาระมลพิษส่วนใหญ่เกิดจากชุมชนเทศบาลซึ่งมีการระบายลงสู่ลำน้ำทุกวัน ดังนั้นการนำแบบจำลอง QUAL2K มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการคุณภาพน้ำ โดยนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินความสามารถในการรองรับของเสียของลำเซบาย และใช้คาดการณ์คุณภาพน้ำตามเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งเป็นการประเมินทางเลือกสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินงานจัดการคุณภาพน้ำในลำเซบายที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานภาพของแต่ละลุ่มน้ำหรือมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำที่กำหนด ซึ่งจากผลการศึกษารูปได้ว่า ลำเซบายในช่วงน้ำหลากยังสามารถรองรับของเสียจากพื้นที่ลุ่มน้ำได้อีก แต่ในช่วงแล้งบริเวณท้ายน้ำไม่สามารถรองรับของเสียเพิ่มอีกได้ และในอนาคตหากไม่มีการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆ คุณภาพน้ำของลำเซบายบริเวณท้ายน้ำจะเสื่อมโทรมและต่ำกว่ามาตรฐานสำหรับการใช้ประโยชน์ของประชาชน และทางเลือกที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้สำหรับการจัดการคุณภาพน้ำในลำเซบาย คือ การจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองอำนาจเจริญ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำ จะทำให้คุณภาพน้ำตลอดลำน้ำเหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ของประชาชน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ปัจจุบันคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำต่าง ๆ มีสภาพเสื่อมโทรมลง เนื่องจากต้องรองรับภาระมลพิษจากกิจกรรมของประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้มีน้ำเสียเกิดขึ้นปริมาณมากและมีความสกปรกสูง ถึงแม้จะมีการควบคุมการระบายมลสารออกไม่เกินมาตรฐานกำหนด แต่ก็มีปริมาณมากเกินไปความสามารถในการรองรับของเสียของแหล่งน้ำ ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในลำเซบายก็เป็นปัญหาหนึ่งซึ่งเกิดเนื่องจากประเด็นดังกล่าวเช่นกัน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินภาระมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย และใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำเป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำลำเซบายตามเงื่อนไขในการจัดการ รวมทั้งเสนอทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และศึกษาคุณภาพน้ำ 2 คัดชนิด คือ ค่าออกซิเจนละลายน้ำและปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก และได้แบ่งลำเซบายออกเป็น 4 ช่วง ตามลักษณะทางชลศาสตร์ที่ใกล้เคียงกัน และใช้แบบจำลอง QUAL2K จำลองกระบวนการคุณภาพน้ำ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาประเมินภาระมลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย จากการรวบรวมข้อมูลสถานการณ์คุณภาพน้ำ ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำ สามารถสรุปสถานการณ์คุณภาพน้ำและภาระมลพิษที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

1.1 สถานการณ์คุณภาพน้ำในลำเซบายในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 โดยมีค่า DO เฉลี่ย 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่า BOD เฉลี่ย 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในช่วงแล้งจะมีคุณภาพน้ำต่ำกว่าในช่วงน้ำหลาก และพบว่ามีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง

1.2 จากการประเมินภาระมลพิษที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย ในปี พ.ศ. 2549 มีปริมาณมลพิษในรูป BOD เกิดขึ้นรวม 12,187.38 กิโลกรัมต่อวัน แบ่งเป็นภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน 11,359.00 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งจะถูกระบายลงสู่ลำน้ำโดยน้ำไหลบ่าหน้าดิน ส่วนภาระมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่แน่นอนส่วนใหญ่มาจากแหล่งชุมชนเทศบาล 7 แห่ง ซึ่งมีภาระมลพิษ

828.38 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนแหล่งอุตสาหกรรมจะก่อให้เกิดการระเหยน้ำน้อยมาก เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบายมีขนาดเล็กและไม่มีการระบายน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม

2. การใช้แบบจำลอง QUAL2K ศึกษาคุณภาพน้ำในลำเซบาย โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำในสภาวะปัจจุบัน และประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ปรับเทียบความถูกต้องแล้วในการประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำตามเงื่อนไขการจัดการ สรุปผลได้ดังนี้

2.1 การศึกษาคุณภาพน้ำลำเซบายในปัจจุบัน (ปี 2549) โดยใช้แบบจำลอง QUAL2K ในค่า DO และ BOD ช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่า DO และ BOD ที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดในภาคสนาม พบว่า ค่า DO มีค่า r เท่ากับ 0.789 และ 0.875 ในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก ตามลำดับ และ ค่า BOD พบว่า มีค่า r เท่ากับ 0.575 และ 0.688 ในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก ตามลำดับ

2.2 จากผลการประมวลผลคุณภาพน้ำในปัจจุบัน โดยแบบจำลอง QUAL2K นำมาประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของลำเซบาย โดยกำหนดเป้าหมายของคุณภาพน้ำให้อยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 พบว่า ลำเซบายมีความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลากเท่ากับ 2,259.50 และ 45,534.25 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ในสภาวะปัจจุบันลำน้ำรองรับการระเหยน้ำในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลากเท่ากับ 1,586.28 และ 37,917.13 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของลำน้ำกับสภาวะปัจจุบัน จึงพบว่าในช่วงแล้งลำเซบายช่วงที่ 1, 2 และ 3 ยังสามารถรองรับปริมาณของเสียได้อีก ส่วนช่วงที่ 4 ไม่สามารถรองรับของเสียเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากปัจจุบันได้รองรับการระเหยน้ำเท่ากับความสามารถในการรองรับของลำน้ำอยู่แล้ว ส่วนในช่วงน้ำหลากทุกช่วงลำน้ำยังสามารถรองรับการระเหยน้ำเพิ่มขึ้นได้โดยที่คุณภาพน้ำยังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

2.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K สำหรับคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคต กรณีไม่ดำเนินการบำบัดน้ำเสียในปี พ.ศ. 2555, 2560, 2565 และ 2570 พบว่า ทั้งในช่วงแล้งและช่วงน้ำหลาก ค่า DO ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะปัจจุบันมากนัก ส่วนค่า BOD ในช่วงแล้งมีค่าระหว่าง 1.2-1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยลำน้ำช่วงที่ 4 มีค่า BOD สูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ส่วนในช่วงน้ำหลากมีค่าระหว่าง 1.2-1.7 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าในปัจจุบัน แต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด

3. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง QUAL2K คาดการณ์คุณภาพน้ำ โดยการจำลองเหตุการณ์ การเปลี่ยนแปลงปริมาณมลพิษที่ระบายลงสู่ลำน้ำ โดยการกำหนดทางเลือกสำหรับควบคุมมลพิษจาก เทศบาลซึ่งถือเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำ 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่เทศบาลเมือง อำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสียกับกรณีที่เทศบาลทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย สรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

3.1 กรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย จากการประเมินภาระมลพิษที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองอำนาจเจริญ พบว่า มีปริมาณมลพิษจาก แหล่งกำเนิดที่แน่นอนลดลงจาก 828.38 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 405.37 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อ ประมวลผลโดยแบบจำลองคุณภาพน้ำในค่า DO และ BOD พบว่ามีค่าอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

3.2 กรณีเทศบาลทุกแห่งในพื้นที่ลุ่มน้ำมีระบบบำบัดน้ำเสีย จากการประเมินภาระมลพิษ ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการบำบัดน้ำเสียของเทศบาลทุกแห่ง พบว่า มีปริมาณมลพิษจาก แหล่งกำเนิดที่แน่นอนลดลงจาก 828.38 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 135.78 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อประมวลผล โดยแบบจำลองคุณภาพน้ำในค่า DO และ BOD พบว่ามีค่าอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 และมีค่า BOD ต่ำกว่ากรณีเทศบาลเมืองอำนาจเจริญมีระบบบำบัดน้ำเสีย

3.3 การเปรียบเทียบทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการคุณภาพน้ำในลำเซบาย พบว่า การจัดทำมีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเทศบาลเมืองอำนาจเจริญเป็นทางเลือกที่เหมาะสม ส่วนการ จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับทุกเทศบาล ถึงแม้ว่าจะทำให้คุณภาพน้ำโดยรวมดีขึ้นมาก แต่จะมีความเป็นไปได้ต่ำ เนื่องจากการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมแต่ละแห่งจะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก และปัจจุบันได้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองอำนาจเจริญเสร็จแล้วและอยู่ ระหว่างการทดสอบเดินระบบ

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการ ใช้ข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมไว้ให้เป็นประโยชน์ในด้านการวางแผนจัดการสิ่งแวดล้อมบนพื้นฐาน ของวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการศึกษา และพบว่ามีข้อจำกัดบางประการที่

ควรเสนอแนะไว้สำหรับการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลอง QUAL2K และแบบจำลองคุณภาพน้ำอื่นๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะในการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับผลการศึกษารั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

1. การนำแบบจำลองมาใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำ สำหรับประเทศไทยมีข้อจำกัดในเรื่องมีข้อมูลดัชนีคุณภาพน้ำไม่เพียงพอ เนื่องจากยังไม่มีหน่วยงานใดที่ทำการตรวจวิเคราะห์ไว้ เช่น inorganic suspended solids, slowly reacting CBOD, fast reacting CBOD เป็นต้น จึงเห็นสมควรให้ส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค เป็นต้น ดำเนินการตรวจวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้มีข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลอง ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการคุณภาพน้ำเชิงพื้นที่และสอดคล้องกับสถานภาพของแต่ละลุ่มน้ำ

2. การจำลองคุณภาพน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นการจำลองเหตุการณ์ในระบบสิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น การประมวลผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลองอาจมีความคลาดเคลื่อนจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนามสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลอง ก็เป็นตัวแทนของคุณภาพน้ำในช่วงเวลาที่ตรวจวัดเท่านั้น ดังนั้นความคลาดเคลื่อนของค่าที่ประมวลได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามจึงเกิดขึ้นได้เสมอ แต่ก็สมควรที่จะมีการนำแบบจำลองคุณภาพน้ำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินทางเลือกในการวางแผนป้องกันและรับมือกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยไม่ต้องรอให้เกิดสถานการณ์จริงก่อน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินการในโครงการต่างๆ ที่ใช้งบประมาณสูงด้วย

4. สถานการณ์คุณภาพน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 มีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง โดยเฉพาะในลำน้ำช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ จึงต้องดำเนินการควบคุมและจัดการแหล่งกำเนิดมลพิษ เพื่อลดปริมาณของเสียที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำ โดยการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและเดินระบบระบบบำบัดให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้คุณภาพน้ำลำเซบายเหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ของประชาชน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2537. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ มาตรฐานคุณภาพน้ำในประเทศไทย.**
กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2545. **รายงานการสำรวจความสามารถในการรองรับมลพิษของแหล่งน้ำเพื่อการจัดการมลพิษจากกิจกรรมขนาดเล็กในพื้นที่อนุรักษ์น้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปา.**
กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กรมชลประทาน. 2549. **ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของลำน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย (ลำเนา).**
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมิวิทยา. 2549. **ข้อมูลอุตุนิยมิวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำลำเซบาย (ลำเนา).** กระทรวงคมนาคม,
กรุงเทพฯ.
- กรณีการ สิริสิงห. 2544. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** โรงพิมพ์ประยูรวงศ์,
กรุงเทพฯ.
- กันฑริย์ ศรีพงศ์พันธ์. 2541. **มลพิษทางน้ำ.** มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- เกษม จันทร์แก้ว. 2529. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา. คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- _____. 2540. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** โครงการสหการวิทยาบัณฑิตศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2541. **เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฉัตรไชย รัตนไชย. 2539. **การจัดการคุณภาพน้ำ**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทรงศักดิ์ วิชума. 2547. **สมรรถนะการรองรับความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีและสารแขวนลอยใน
ลุ่มน้ำวัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2518. **น้ำเสีย**. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2549. **การจำลองแบบการจัดการลุ่มน้ำและระบบสิ่งแวดล้อม**.
ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัฒนา มุลพฤกษ์. 2539. **อนามัยสิ่งแวดล้อม**. เอ็น เอส แอล.พรินติ้ง, กรุงเทพฯ.

รัตน์เกล้า อินทรสตัยพงศ์. 2547. **การศึกษาสมรรถนะการรองรับปริมาณอินทรีย์สารในแม่น้ำยม**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจารณ์ สิมาฉายา. 2545. **การประยุกต์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการจัดการคุณภาพน้ำ** เอกสาร
ประกอบการประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่อง “ การประยุกต์ใช้แบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์และการประเมินความเสี่ยงในการจัดการสิ่งแวดล้อม”. กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สมใจ กาญจนวงศ์. 2532. **หลักการจัดการคุณภาพน้ำ**. ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2526. **การจัดทำแผนควบคุมคุณภาพน้ำ
ในแม่น้ำท่าจีน**. กระทรวงวิทยาศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2537. **การศึกษาข้อมูลและ
ศักยภาพของทรัพยากรในลุ่มน้ำมูล รายงานหลักเล่มที่ 1**. สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12. 2549. ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำลำเขบาย ปี พ.ศ. 2544-2549. สำนักงานปลัดกระทรวงกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, อุบลราชธานี.

_____. 2549. รายงานโครงการน้กรบสิ่งแวดล้อม ปี 2549. สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, อุบลราชธานี.

สิทธิชัย ดันธนะศฤงคาร. 2549. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสริมพล รัตสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2525. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

Barnwell, T.O., L.C. Brown and W. Mareck. 1989. Application of Expert Systems Technology in Water Quality Modeling. **Water Sci. Tech.** 21(8-9) :1045-1056.

Chatpra, S.C., G.J. Pelletier and H. Tao. 2006. **QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual.** Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA. Available Source: <http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/index.html>, September 19, 2006.

Chatprasert, P. 2000. **Evaluation of pollution in Nakhon Nayok river using QUAL2E-UNCAS and GIS.** Chulalongkorn Thesis Chulalongkorn University, Bangkok.

Danish Hydraulic Institute. 1992. **MIKE 11 Reference Manual.** A Microcomputer Based Modelling System for River and Channels, Copenhagen .

_____. 1995. **Mike 11 Version 3.11 General Reference Manual.** Danish Hydraulic Institute, Horsholm.

- Fisher, G.M. and G.E. Likens. 1972. Stream Ecology : Organic Energy Budget. **Bioscience** 22 :
33 - 35
- Goldman, C.R. and A.J. Horne. 1983. **Limnology**. McGraw-Hill. Book Company, New York
- Hammer, M.J. 1975. **Water and Wastewater Technology**. John Wiley and Sons, Inc.,
New York
- Hynes, H.B. 1971. **The Biology of Polluted Water**. Liverpool University Press., Liverpool
- Joe, J. 1994. **Snoqualmie River Total Maximum Daily Load Study**. Washington State
Department of Ecology, Washington, D.C.
- Lung, W.S. 2001. **Water Quality Modeling for Waste load Allocations and TMDLs**.
John Wiley and Sons, Inc., New York
- Mann, H.T. 1976. **Water Treatment and Sanitation : A Handbook of Simple Methods**,
Intermediate Technology Public, London.
- Novotny, V. 1989. **Handbook of Urban Drainage and Wastewater Disposal**. Wiley –
Interscience Publication, New York.
- Odum, H.T. 1971. **Rain forest structure and mineral cycling homeostasis**, In A Tropical
Rain Forest Book 3. p.4
- Palmer, R.G. 1970. **Algae and Water Pollution**. London Press., London.
- Pham, T.M. 2006. **Water quality assessment in the Saigon River by mathematical model**.
AIT Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.

Soil Conservation Service. 1986. Urban Hydrology, Suppl.A to sec 4, **National Engineering Handbook**, USDA-SCS, Washington, D.C.

Sreedevi, R. 1995. **Modeling of Water Quality in Middle Fork Breagrass Creek Louisville Kentucky – A case study**. Master of Science University of Louisville Kentucky, Kentucky.

Steelink, C. 1977. Natural organic substances in the aquatic environment. **Jour. Chem.** 54: 599 - 603.

Streeter, H.W., and E. B. Phelps. 1925. **A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River**. U.S. Public Health Service, Washington, D.C.

Tebbutt, T.H.Y. 1992. **Principles of Water Quality Control**. Pergamon Press, Oxford. 251 p.

Tenney, M.W., W. F. Echelberger Jr. and A.W. Higgens. 1971. Effect on surface water. **Jour. WPCF.** 43: 143 - 253.

Thomann, R.V. and J.A. Muller. 1972. **Principle of Surface Water Quality Modeling and Control**. Harper Collins. New York.

Tischler, L.F. 1984. Water quality modeling of Lower Han River, Korea. **Water Sci. and Technol.** 17: 979 - 900.

Tushara, G.G. 2005. **Modeling and Assessment of Water Quality in the Kelani River,Sri Lanka**. AIT Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.

U.S. Environmental Protection Agency. 2000. **Total Maximum Daily Load of Biochemical Oxygen Demand (BOD) for the Western Branch of Patuxent River**. Water Protection Division, Philadelphia, PA.

Wetzel, R.G. 1983. **Limnology** . 2nd ed. Saunders Publ. Inc., Philadelphia.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

| ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/} | หน่วย | เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} | | | | |
|--|----------------------|--------------------------------|----------|-------------------|----------|----------|
| | | ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำ | | ตามการใช้ประโยชน์ | | |
| | | ประเภท 1 | ประเภท 2 | ประเภท 3 | ประเภท 4 | ประเภท 5 |
| 1. สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste) | - | ๓ | ๓' | ๓' | ๓' | - |
| 2. อุณหภูมิ (Temperature) | °ซ | ๓ | ๓' | ๓' | ๓' | - |
| 3. ความเป็นกรดและด่าง (pH) | - | ๓ | 5-9 | 5-9 | 5-9 | - |
| 4. ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/} | มก./ล. | ๓ | ≥ 6.0 | ≥ 4.0 | ≥ 2.0 | - |
| 5. บีโอดี (BOD) | มก./ล. | ๓ | ≥ 1.5 | ≥ 2.0 | ≥ 4.0 | - |
| 6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) | เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. | ๓ | ≥ 5,000 | ≥ 20,000 | - | - |
| 7. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลลี ฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria) | เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. | ๓ | ≥ 1,000 | ≥ 4,000 | - | - |
| 8. ไนเตรต (NO ₃) ในหน่วย ไนโตรเจน | มก./ล. | ๓ | | ≥ 5 | | - |
| 9. แอมโมเนีย (NH ₃) ใน หน่วยไนโตรเจน | มก./ล. | ๓ | | ≥ 0.5 | | - |
| 10. ฟีนอล (Phenols) | มก./ล. | ๓ | | ≥ 0.005 | | - |
| 11. ทองแดง (Cu) | มก./ล. | ๓ | | ≥ 0.1 | | - |
| 12. นิกเกิล (Ni) | มก./ล. | ๓ | | ≥ 0.1 | | - |
| 13. แมงกานีส (Mn) | มก./ล. | ๓ | | ≥ 1.0 | | - |
| 14. สังกะสี (Zn) | มก./ล. | ๓ | | ≥ 1.0 | | - |
| 15. แคดเมียม (Cd) | มก./ล. | ๓ | | ≥ 0.005* | | - |
| | | | | ≥ 0.05** | | |
| 16. โครเมียมชนิดเฮกซะวา เลนต์ (Cr Hexavalent) | มก./ล. | ๓ | | ≥ 0.05 | | - |

ตารางผนวกที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

| ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/} | หน่วย | เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} | | | | |
|---|--------------|--|----------|---|----------|----------|
| | | ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | |
| | | ประเภท 1 | ประเภท 2 | ประเภท 3 | ประเภท 4 | ประเภท 5 |
| 17.ตะกั่ว (Pb) | มก./ล. | ๒ | | ๒0.050 | | - |
| 18.ปรอททั้งหมด (Total Hg) | มก./ล. | ๒ | | ๒0.002 | | - |
| 19.สารหนู (As) | มก./ล. | ๒ | | ๒0.01 | | - |
| 20.ไซยาไนด์ (Cyanide) | มก./ล. | ๒ | | ๒0.005 | | - |
| 21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) | เบคเคอเรล/ล. | ๒ | | | | - |
| -ค่ารังสีแอลฟา(Alpha) | | | | ๒0.1 | | |
| -ค่ารังสีเบตา(Beta) | | | | ๒1.0 | | |
| 22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) | มก./ล. | ๒ | | ๒0.05 | | - |
| 23.ดีดีที (DDT) | ไมโครกรัม/ล. | ๒ | | ๒1.0 | | - |
| 24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC) | ไมโครกรัม/ล. | ๒ | | ๒0.02 | | - |
| 25.ดิลดริน (Dieldrin) | ไมโครกรัม/ล. | ๒ | | ๒0.1 | | - |
| 26.อัลดริน (Aldrin) | ไมโครกรัม/ล. | ๒ | | ๒0.1 | | - |
| 27.เฮปตาคลอร์และเฮปตา คลออีพอกไซค์ (Heptachlor & Heptachlorepoxyde) | ไมโครกรัม/ล. | ๒ | | ๒0.2 | | - |
| 28.เอนดริน (Endrin) | ไมโครกรัม/ล. | ๒ | | ไม่สามารถตรวจพบได้ตาม วิธีการตรวจสอบที่กำหนด | | - |

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

หมายเหตุ:^{1/} กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

^{2/} ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

⁰ช องศาเซลเซียส

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

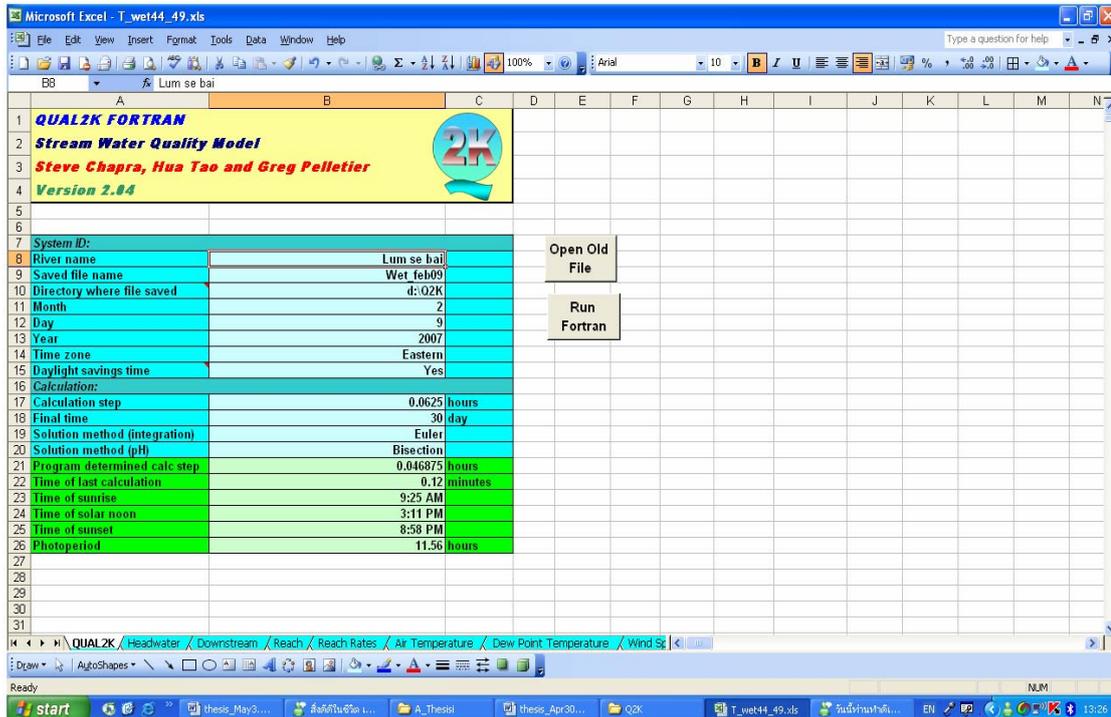
วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

ตารางผนวกที่ 2 การใช้ประโยชน์แหล่งน้ำผิวดิน

| ประเภทที่ | การใช้ประโยชน์ |
|-----------|---|
| 1 | <p>ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน 2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน 3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ |
| 2 | <p>ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน 2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ 3) การประมง 4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ |
| 3 | <p>ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน 2) การเกษตร |
| 4 | <p>ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน 2) การอุตสาหกรรม |
| 5 | <p>ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม</p> |

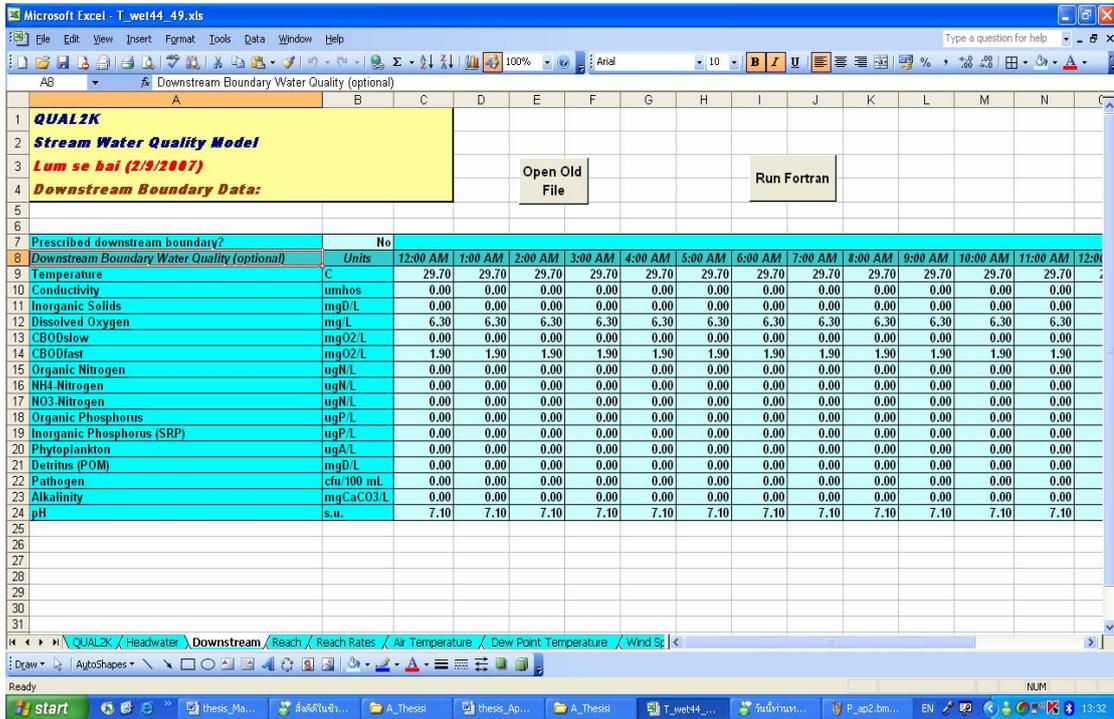
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2537)



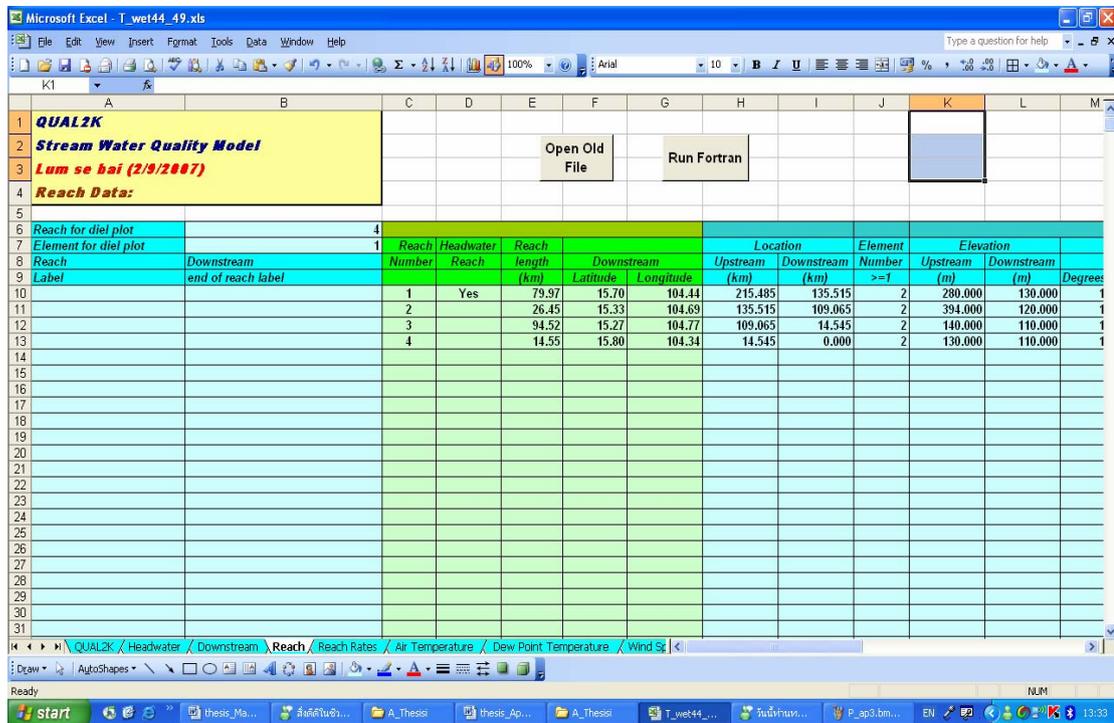
ภาพผนวกที่ 1 หน้าต่างการเปิดโปรแกรมแบบจำลอง QUAL2K และการเริ่มต้นใช้แบบจำลอง QUAL2K ซึ่งต้องมีการตั้งชื่อไฟล์ข้อมูล



ภาพผนวกที่ 2 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลบริเวณต้นน้ำใน sheet Headwater



ภาพผนวกที่ 3 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลบริเวณท้ายน้ำใน sheet Downstream



ภาพผนวกที่ 4 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลการแบ่งช่วงลำน้ำสายหลักใน sheet Reach

Microsoft Excel - T_wet44_49.xls

QUAL2K
Stream Water Quality Model
Lum se bai (2/9/2007)
Reach Rates and Velocities:

| Reach Number | Reach Label | Prescribed Reaeration /d | ISS Settling Velocity m/d | Slow CBOD Hydrolysis Rate /d | Fast CBOD Oxidation Rate /d | Organic N Hydrolysis Rate /d | Ammonium Nitrification Rate /d | Nitrate Denitri Rate /d | Sed Denitri transfer coeff /d | Organic S Hydrolysis Rate /d |
|--------------|-------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | | 0.087 | | | 0.057 | | | | | |
| 2 | | 0.220 | | | 0.040 | | | | | |
| 3 | | 0.078 | | | 0.035 | | | | | |
| 4 | | 0.059 | | | 0.078 | | | | | |

ภาพผนวกที่ 5 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลค่าคงที่ในแต่ละช่วงลำน้ำใน sheet Reach Rate

Microsoft Excel - T_wet44_49.xls

QUAL2K
Stream Water Quality Model
Lum se bai (2/9/2007)
Air Temperature Data:

| Upstream Label | Reach Label | Downstream Label | Reach Number | Upstream Distance km | Downstream Distance km | 12:00 AM | 1:00 AM | 2:00 AM | 3:00 AM | 4:00 AM | 5:00 AM | 6:00 AM | 7:00 AM |
|--------------------|-------------|------------------|--------------|----------------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mainstem headwater | | | 1 | 215.485 | 135.515 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |
| | | | 2 | 135.515 | 109.065 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |
| | | | 3 | 109.065 | 14.545 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |
| | | | 4 | 14.545 | 0.000 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |

ภาพผนวกที่ 6 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิใน sheet Air Temperature

QUAL2K
Stream Water Quality Model
Lum se bai (2/9/2007)
Dew Point Temperature Data:

| Upstream Reach Label | Downstream Reach Label | Upstream Distance km | Downstream Distance km | 12:00 AM | 1:00 AM | 2:00 AM | 3:00 AM | 4:00 AM | 5:00 AM | 6:00 AM | 7:00 AM |
|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mainstem headwater | | 1 215.485 | 135.515 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |
| | | 2 135.515 | 109.065 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |
| | | 3 109.065 | 14.545 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |
| | | 4 14.545 | 0.000 | 29.80 | 30.30 | 30.50 | 30.30 | 30.30 | 29.60 | 28.40 | 27.40 |

ภาพผนวกที่ 7 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้างใน sheet Dew Point Temperature 111

QUAL2K
Stream Water Quality Model
Lum se bai (2/9/2007)
Wind Speed Data:

| Upstream Reach Label | Downstream Reach Label | Upstream Distance km | Downstream Distance km | 12:00 AM | 1:00 AM | 2:00 AM | 3:00 AM | 4:00 AM | 5:00 AM | 6:00 AM | 7:00 AM | 8:00 AM | 9:00 AM | 10:00 AM |
|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Mainstem headwater | | 1 215.485 | 135.515 | 7.70 | 8.60 | 7.90 | 7.70 | 7.30 | 6.30 | 4.30 | 3.70 | 3.30 | 3.40 | |
| | | 2 135.515 | 109.065 | 7.70 | 8.60 | 7.90 | 7.70 | 7.30 | 6.30 | 4.30 | 3.70 | 3.30 | 3.40 | |
| | | 3 109.065 | 14.545 | 7.70 | 8.60 | 7.90 | 7.70 | 7.30 | 6.30 | 4.30 | 3.70 | 3.30 | 3.40 | |
| | | 4 14.545 | 0.000 | 7.70 | 8.60 | 7.90 | 7.70 | 7.30 | 6.30 | 4.30 | 3.70 | 3.30 | 3.40 | |

ภาพผนวกที่ 8 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลความเร็วลมใน sheet Wind Speed 112

QUAL2K Stream Water Quality Model Lum se bai (2/9/2007)

Cloud Cover Data:

| Upstream Label | Reach Label | Downstream Label | Reach Number | Upstream Distance km | Downstream Distance km | 12:00 AM | 1:00 AM | 2:00 AM | 3:00 AM | 4:00 AM | 5:00 AM | 6:00 AM | 7:00 AM |
|---|-------------|------------------|--------------|----------------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>Hourly cloud cover shade for each reach (Percent)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>(Percent of sky that is covered by clouds. The input values are applied as point estimates at each time)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Mainstem headwater | | | 1 | 215.485 | 135.515 | 82.1% | 83.9% | 80.4% | 78.6% | 78.6% | 78.6% | 83.9% | 85.7% |
| | | | 2 | 135.515 | 109.065 | 82.1% | 83.9% | 80.4% | 78.6% | 78.6% | 78.6% | 83.9% | 85.7% |
| | | | 3 | 109.065 | 14.545 | 82.1% | 83.9% | 80.4% | 78.6% | 78.6% | 78.6% | 83.9% | 85.7% |
| | | | 4 | 14.545 | 0.000 | 82.1% | 83.9% | 80.4% | 78.6% | 78.6% | 78.6% | 83.9% | 85.7% |

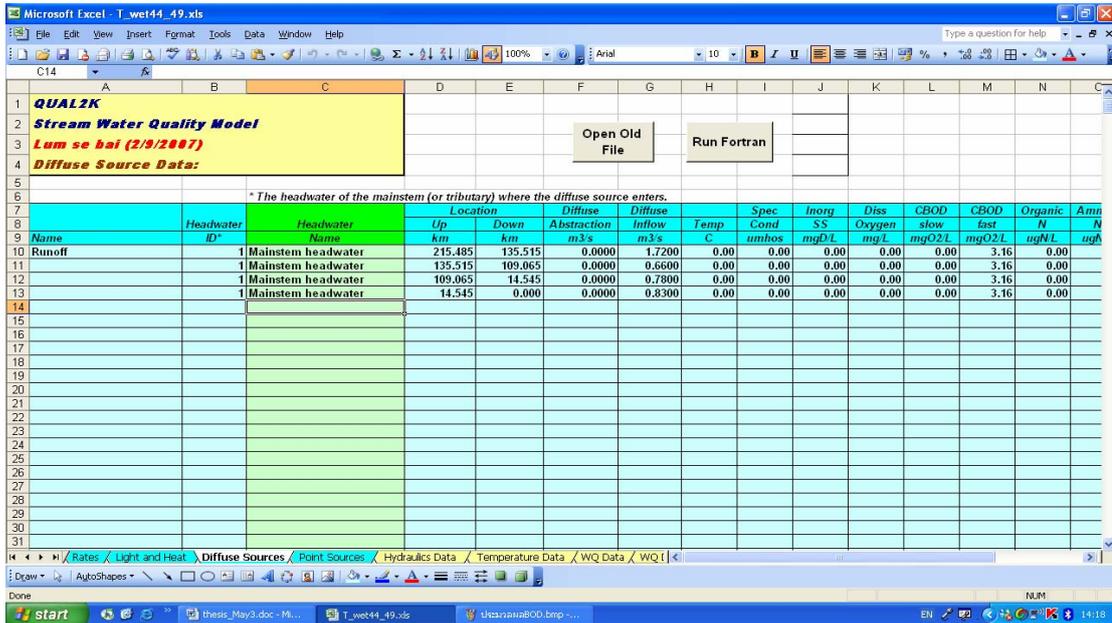
ภาพผนวกที่ 9 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลการปกคลุมของเมฆใน sheet Cloud Cover

QUAL2K Stream Water Quality Model Lum se bai (2/9/2007)

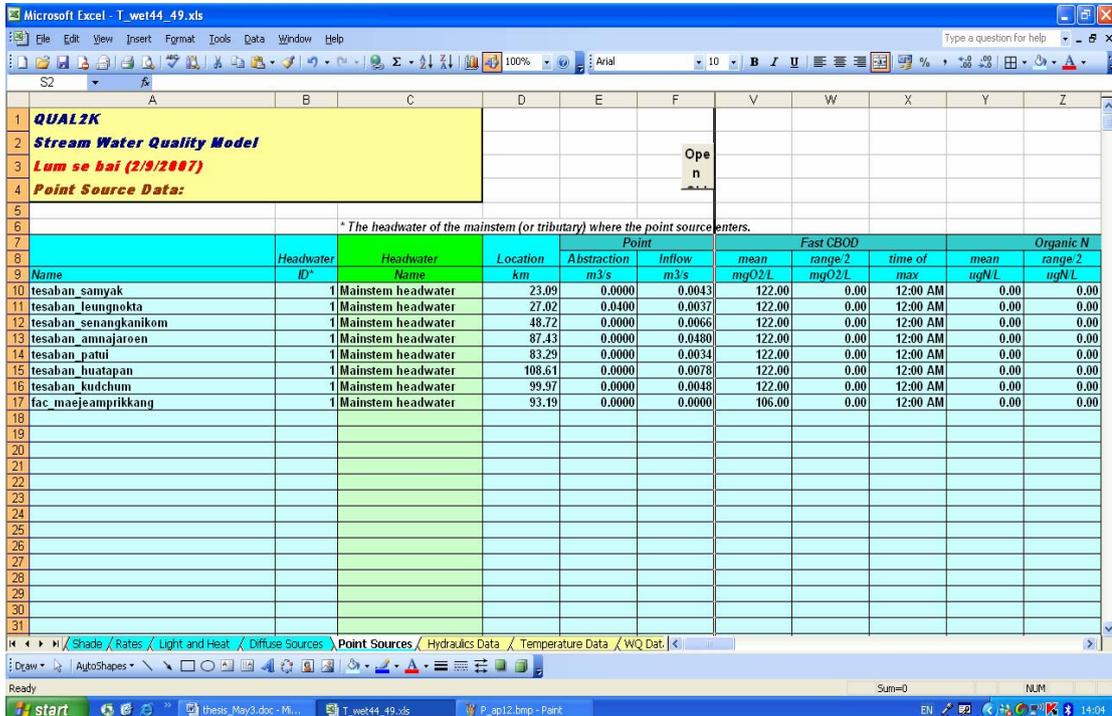
Shade Data:

| Upstream Label | Reach Label | Downstream Label | Reach Number | Upstream Distance km | Downstream Distance km | 12:00 AM | 1:00 AM | 2:00 AM | 3:00 AM | 4:00 AM | 5:00 AM | 6:00 AM | 7:00 AM |
|---|-------------|------------------|--------------|----------------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>Integrated hourly effective shade for each reach (Percent)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>(Percent of solar radiation that is blocked because of shade from topography and vegetation. Hourly)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Mainstem headwater | | | 1 | 215.485 | 135.515 | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% |
| | | | 2 | 135.515 | 109.065 | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% |
| | | | 3 | 109.065 | 14.545 | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% |
| | | | 4 | 14.545 | 0.000 | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% | 60.0% |

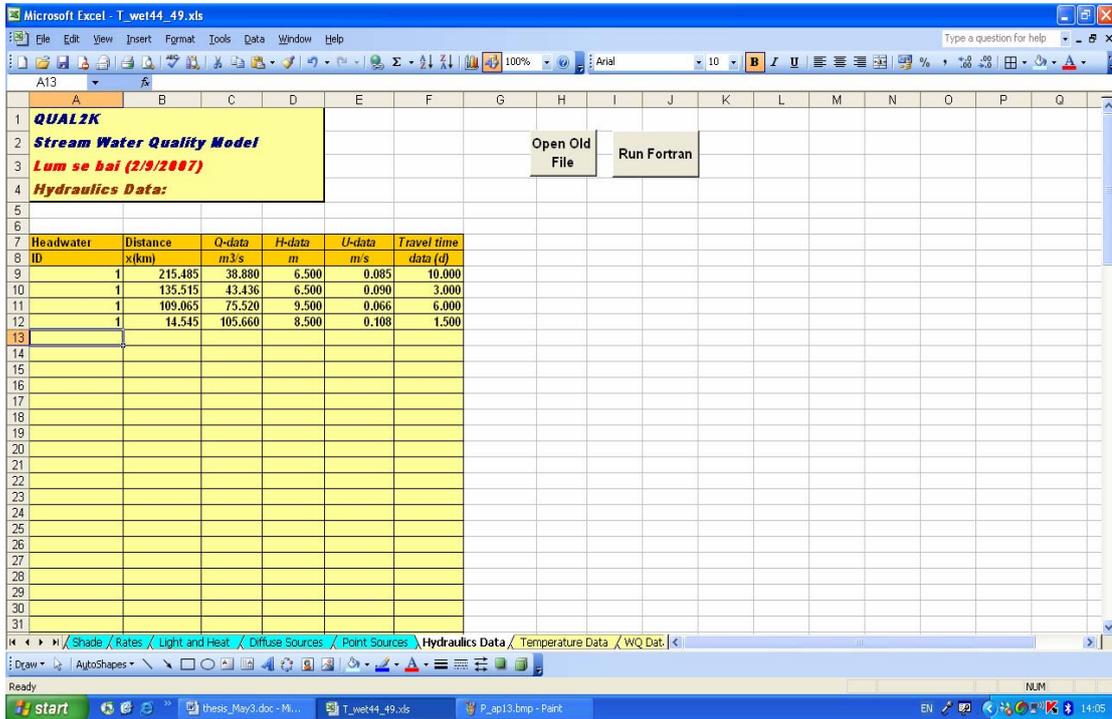
ภาพผนวกที่ 10 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเงาใน sheet Shade



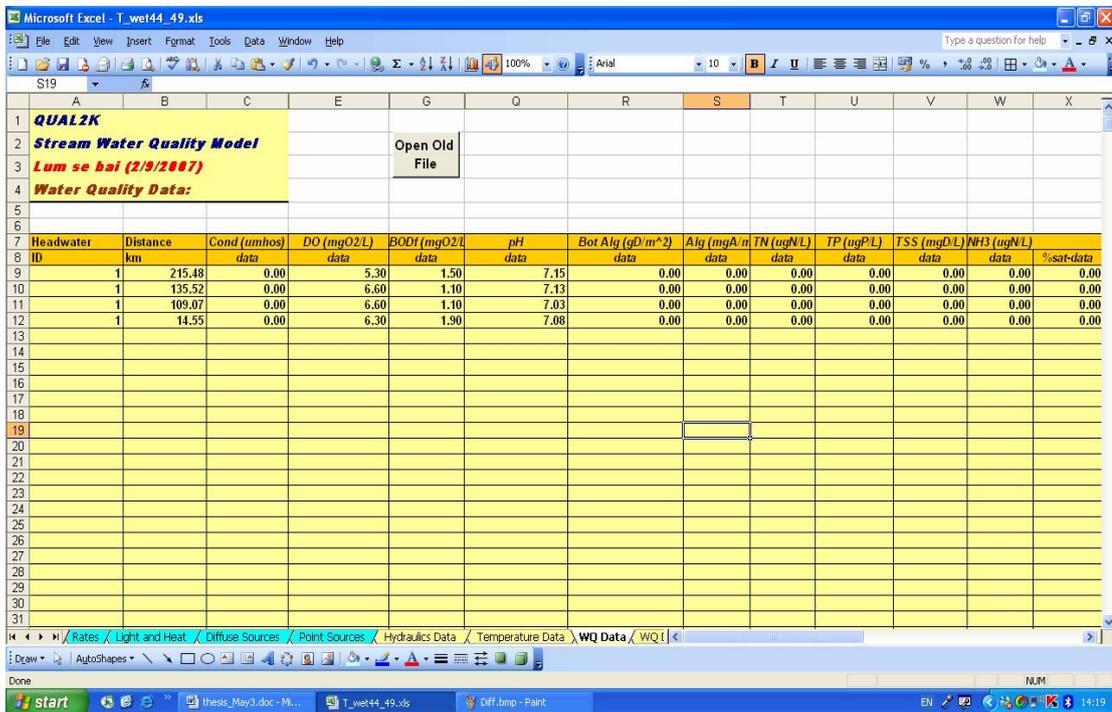
ภาพผนวกที่ 11 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณมลพิษ ปริมาณน้ำและอัตราการระบายลง-นำออก จากลำน้ำประเภทที่ไม่สามารถระบุจุดได้แน่นอนใน sheet Diffuse Source



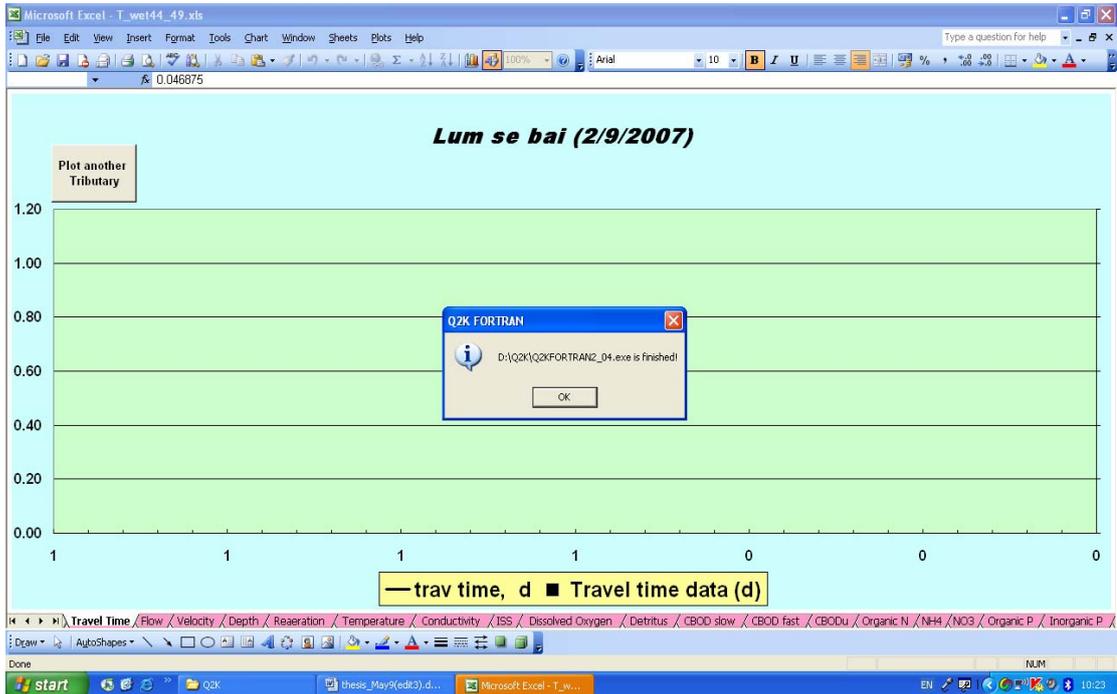
ภาพผนวกที่ 12 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณมลพิษ ปริมาณน้ำและอัตราการระบายลง-นำออก จากลำน้ำประเภทที่สามารถระบุจุดได้แน่นอนใน sheet Point Source



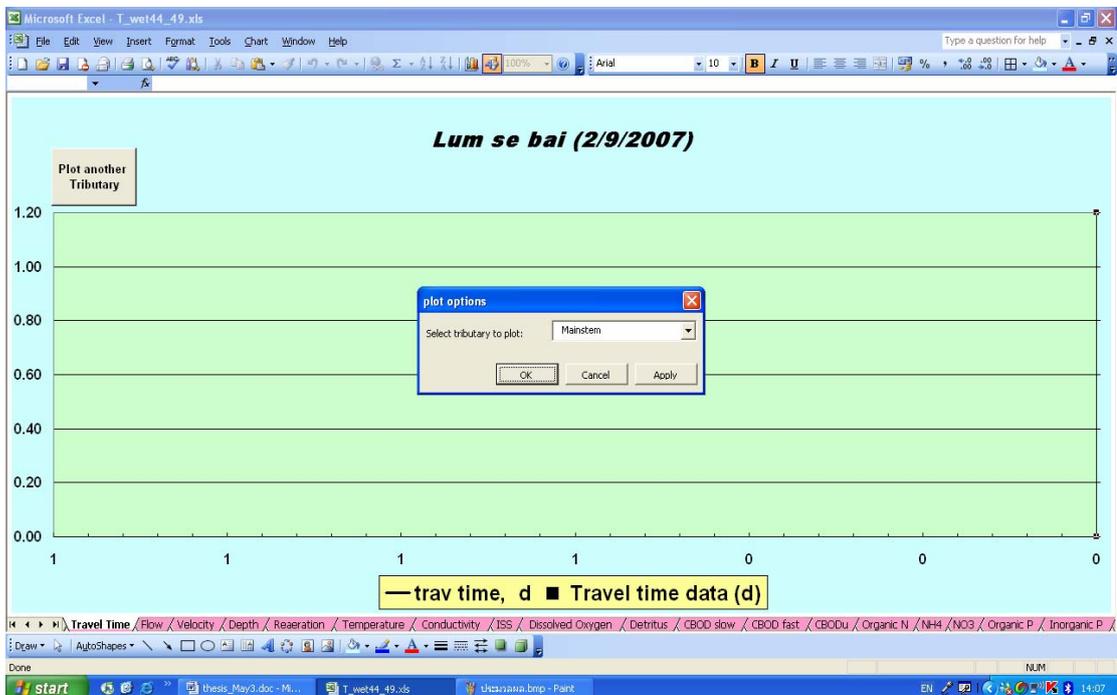
ภาพผนวกที่ 13 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลลักษณะชลศาสตร์ของลำน้ำในแต่ละช่วงลำน้ำสายหลัก



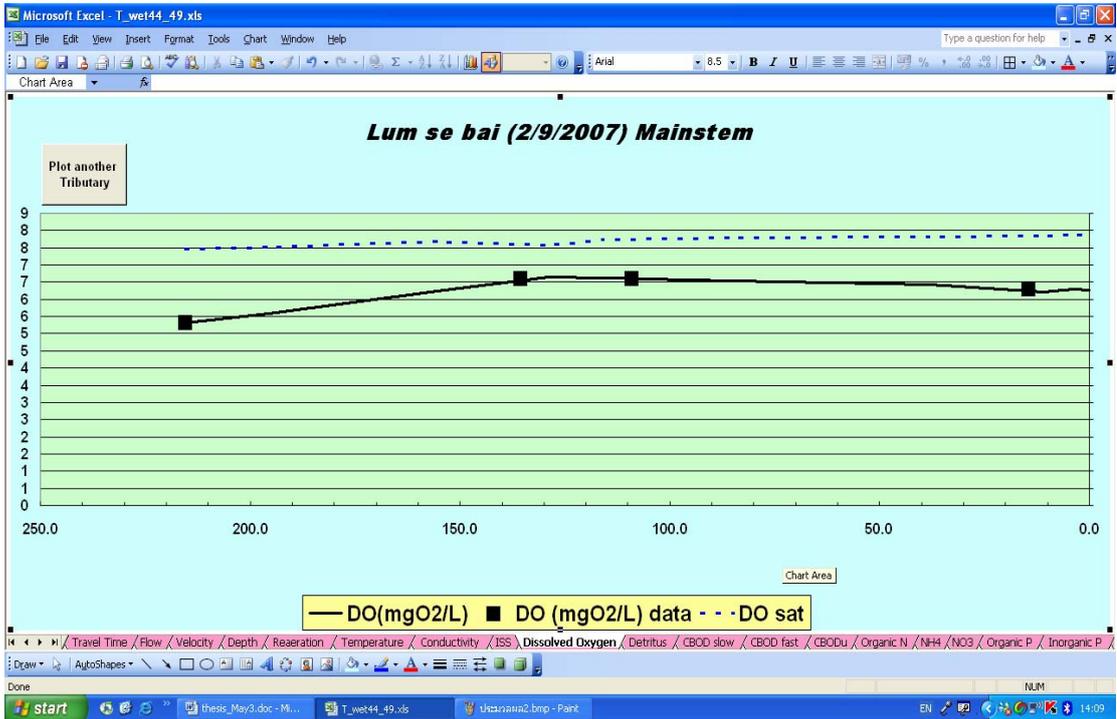
ภาพผนวกที่ 14 หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลคุณภาพน้ำใน sheet WQ Data



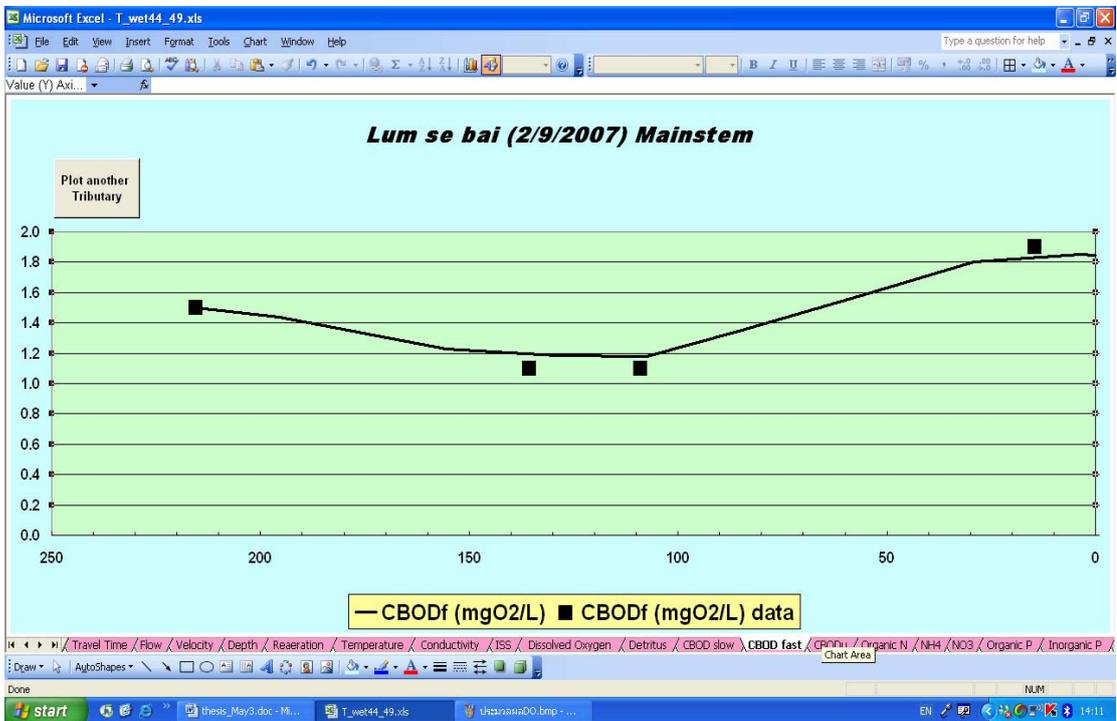
ภาพผนวกที่ 15 หน้าต่างคำสั่งให้โปรแกรมประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ Run Fortran หลังจากนำเข้าข้อมูลในแต่ละ Sheet



ภาพผนวกที่ 16 หน้าต่างคำสั่งให้โปรแกรมประมวลผลและเลือกลำน้ำสายหลัก (Mainstem)



ภาพผนวกที่ 17 หน้าต่างการแสดงผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลองในค่า DO



ภาพผนวกที่ 18 หน้าต่างการแสดงผลคุณภาพน้ำโดยแบบจำลองในค่า BOD

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

| | |
|--------------------------------|---|
| ชื่อ –นามสกุล | นางสาวทิพาพร เวชกามา |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด | วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2517 |
| สถานที่เกิด | ยโสธร |
| ประวัติการศึกษา | วท.บ.(สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น วท.บ.(อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ศศ.บ. (รัฐศาสตร์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 6ว. |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 |
| ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ | - |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ | - |