บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในการประเมินปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตในแม่น้ำยมตอนล่างด้วยแบบจำลอง SWAT สามารถสรุปผลได้ใน 3 ส่วนหลัก คือ สรุปผลการศึกษาคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนาม สรุปผลการศึกษาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT และการสรุปผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำผิวดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาจากการออกภาคสนาม

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนามที่สถานีเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 14 สถานีในแม่น้ำยมตอนล่าง โดยแบ่งเป็นสถานีที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิษณุโลก จำนวน 4 สถานี ได้แก่ ตั้งแต่สถานี YO01 ถึง YO04 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 2 ลำปาง จำนวน 5 สถานี คือตั้งแต่สถานี YO05 จนถึง YO09 และจุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนที่ทางผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจอีกจำนวน 5 สถานี (W01-W05) ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างวันที่ 2-5 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 วันที่ 8-10 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 และในฤดูฝน ระหว่างวันที่ 14-16 สิงหาคม พ.ศ. 2555 รวมจำนวน 3 ครั้ง สรุปได้ว่า

- **อุณหภูมิของน้ำ** มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29-35.5 องศาเซลเซียสซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ
- **ความเป็นกรดและด่างในน้ำ** มีค่าอยู่ระหว่าง 6.00-7.97 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน
- **ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO)** มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.00-7.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจุดที่ค่า DO สูงสุด คือบริเวณจังหวัดสุโขทัยจนถึงจังหวัดแพร่ (สถานี YO05 จนถึง YO09) คุณภาพจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (มากกว่า 6 mg/l) ซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่เหมาะแก่การดำรงชีวิต การขยายพันธุ์และการอนุรักษ์สัตว์น้ำ จุดที่ค่า DO ต่ำสุด คือบริเวณจุดรวบรวมน้ำเสียที่อำเภอเมืองสุโขทัย (W03) เป็น แหล่งน้ำเหมาะสมเพื่อการคมนาคมเท่านั้น
- **ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical oxygen demand, BOD)** มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.50-15.54 มิลลิกรัมต่อลิตรจุดที่ค่า BOD ต่ำสุดหรือน้ำผิวดินมีคุณภาพดี คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย (YO07) และอำเภอวังชิ้น แพร่ (YO09) มีค่า BOD เท่ากับ 1.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้ง 2 สถานี แสดงให้เห็นได้ว่าบริเวณดังกล่าวน้ำผิวดิน จัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (ต่ำว่า 1.5 mg/l) และจุดที่ค่า BOD สูงสุด คือ บริเวณสถานี W02 และ W03 ซึ่งสองสถานีนี้มีปัญหาทั้ง BOD และ DO เช่นเดียวกัน โดยพบปัญหาคุณภาพน้ำดังกล่าว สาเหตุสำคัญที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรมคือ น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดจากชุมชนเมือง และโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยน้ำเสียส่งสู่แม่น้ำยมโดยไม่ได้รับการบำบัดหรือการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

- **ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N)** มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.18-6.73 มิลลิกรัมต่อลิตร พบค่าเฉลี่ยต่ำสุดบริเวณท่าน้ำใกล้สะพานแขวน อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย (YO07) สูงสุดที่บริเวณอำเภอเมืองสุโขทัยธานี (W03) ซึ่งถือว่าปริมาณไนเตรทที่พบในสถานีนี้เกินเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินที่ระบุไว้ว่าปริมาณ NO_3-N ไม่ควรมีค่าเกิน 5 mg/l นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนที่พบ ณ จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนทั้ง 5 จุด มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่อ้างอิงจากสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง และสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิษณุโลก อีกทั้งยังพบว่าช่วงฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) NO_3-N เฉลี่ยมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤษภาคม) อย่างไรก็ตามปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนที่ตรวจวิเคราะห์ได้นั้นมีค่าเกิน 0.3 mg/l ในทุกสถานี ซึ่งล้วนมีผลทำให้เกิดยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) ในแหล่งน้ำได้
- **ปริมาณฟอสเฟต (PO_4^{3-})** มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.04-7.90 มิลลิกรัมต่อลิตร พบค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่สถานี YO09 ของ อ.วังชิ้น จ.แพร่ สูงสุดที่บริเวณอำเภอเมืองสุโขทัย (W03) เนื่องจากเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง ประชากรอาศัยจำนวนหลายครัวเรือนและเมื่อพิจารณาปริมาณฟอสเฟตในฤดูฝนและฤดูแล้งพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก อีกทั้งยังมีรูปแบบของปริมาณที่พบใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำทุติยภูมิจากสำนักสิ่งแวดล้อมภาคฯ นอกจากนี้ยังพบว่าที่จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนทั้ง 5 จุดนั้น มีปริมาณฟอสเฟตสูงจนอาจก่อให้เกิดมลภาวะในน้ำ หรือปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นเกิดขึ้นได้ กล่าวคือ ฟอสเฟตที่พบมีค่ามากกว่า 0.6 mg/l

5.2 สรุปผลการศึกษาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT

5.2.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง (Sensitivity analysis)

พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพน้ำของแม่น้ำยมตอนล่างซึ่งมีความสำคัญใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่าคือ ค่า CN หรือค่า curve number ของแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน ค่า SOL_AWC หรือค่าความสามารถในการเก็บน้ำของดิน และค่า GWQMN หรือค่าระดับความลึกของน้ำในชั้นน้ำระดับตื้นที่ส่งผลต่อการไหลกลับสู่ลำน้ำ พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนคือ ค่า USLE_P หรือค่าปัจจัยมาตรการการอนุรักษ์ดินในสมการ USLE ค่า SPEXP หรือค่าสมการแอ็กโพเนนเชียลของตะกอนในลำน้ำ และค่า SPCON หรือค่าพารามิเตอร์สมการเส้นตรงของตะกอนในลำน้ำ พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวสัมพันธ์กับปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน คือ ค่า RSDCO หรือค่าสัมประสิทธิ์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ค่า NPERCO หรือค่าสัมประสิทธิ์การซึมลึกของไนโตรเจน และค่า SHALLST_N หรือค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของไนเตรทในชั้นน้ำระดับตื้น ส่วนพารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวสัมพันธ์กับปริมาณฟอสเฟต คือ ค่า RSDCO หรือค่าสัมประสิทธิ์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Residue decomposition coefficient) ค่า PPERCO หรือค่าสัมประสิทธิ์การซึมลึกของฟอสฟอรัส (Phosphorus percolation coefficient) และค่า GWSOLP หรือค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ในชั้นน้ำใต้ดิน

5.2.2 สรุปผลการประเมินปริมาณน้ำท่า ตะกอน ไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

5.2.2.1 ผลการปรับเทียบและสอบทานปริมาณน้ำท่า

ผลสรุปจากการปรับเทียบ และสอบทานปริมาณน้ำท่า ในปี พ.ศ.2543 ถึง ปีพ.ศ.2556 (รวมระยะเวลา 14 ปี)โดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปีพ.ศ.2546 และปีพ.ศ.2552 สามารถสรุปผลได้ว่าปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองมีปริมาณสูงสุดที่สถานี Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 455.74 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี รองต่อมาคือที่สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร สถานี Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.6 บ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย และ Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร โดยปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองที่ประเมินได้มีค่าเท่ากับ 417.06 381.19 274.58 และ 249.09 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ของสถานีที่ได้จากการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองทั้ง 5 สถานี สรุปได้ว่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.82-0.93 หรือกล่าวได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) มีค่าอยู่ในช่วง 0.68-0.86 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการปรับเทียบและสอบทานระหว่างปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดจริงกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับที่ดี

5.2.2.2 ผลการปรับเทียบและสอบทานปริมาณตะกอน

ผลสรุปจากการปรับเทียบ และสอบทานปริมาณตะกอน ในปี พ.ศ.2549 ถึง ปีพ.ศ.2556 (รวมระยะเวลา 8 ปี)โดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปีพ.ศ.2552 สามารถสรุปผลได้ว่าปริมาณตะกอนที่ประเมินได้จากแบบจำลองมีปริมาณสูงสุดที่สถานี Y.4 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย มีปริมาณตะกอนเฉลี่ย 149,058.86 ตันต่อปี รองต่อมาคือที่สถานี Y.6 บ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร และ Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกโดยปริมาณตะกอนจากแบบจำลองที่ประเมินได้มีค่าเท่ากับ 72,128.14 70,251.10 21,259.04 และ 16,949.43 ตันต่อปี ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ของสถานีที่ได้จากการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองทั้ง 5 สถานี สรุปได้ว่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.54-0.82 หรือกล่าวได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) มีค่าอยู่ในช่วง 0.73-0.91 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการปรับเทียบและสอบทานระหว่างปริมาณตะกอนจากการตรวจวัดจริงกับปริมาณตะกอนที่ได้จากแบบจำลองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับที่ดี

5.2.2.3 ผลการปรับเทียบและสอบทานปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

ผลการปรับเทียบและสอบทานปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

ผลสรุปจากการปรับเทียบ และสอบทานปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในปี พ.ศ.2551 ถึง ปี พ.ศ.2556 (รวมระยะเวลา 6 ปี)โดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปีพ.ศ.2552 สามารถสรุปผลได้ว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนที่ประเมินได้จากแบบจำลองมีปริมาณสูงสุดที่สถานี Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย 1.12 มิลลิกรัมต่อลิตร/ปี รองต่อมาคือที่สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร สถานี Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร สถานี Y.6 บ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย และ Y.4 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยปริมาณ NO_3-N จากแบบจำลองที่ประเมินได้มีค่าเท่ากับ 0.73 0.42 0.24 และ 0.21 mg/l ต่อปี ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ของสถานีที่ได้จากการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองทั้ง 5 สถานี สรุปได้ว่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.55-0.90 หรือกล่าวได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) มีค่าอยู่ในช่วง 0.74-0.95 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการปรับเทียบและสอบทานระหว่างปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนจากการตรวจวัดจริงกับปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนที่ได้จากแบบจำลองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับที่ดี

ผลการปรับเทียบและสอบทานปริมาณฟอสเฟต

ผลสรุปจากการปรับเทียบ และสอบทานปริมาณฟอสเฟตในปี พ.ศ.2551 ถึง ปีพ.ศ.2556 (รวมระยะเวลา 6 ปี)โดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปีพ.ศ.2552 สามารถสรุปผลได้ว่าปริมาณฟอสเฟตที่ประเมินได้จากแบบจำลองมีปริมาณสูงสุดที่สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร มีปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ย 1.51 มิลลิกรัมต่อลิตร/ปี รองต่อมาคือที่สถานี Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกสถานี Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร สถานี Y.4 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย และ Y.6 บ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย โดยปริมาณ ฟอสเฟตจากแบบจำลองที่ประเมินได้มีค่าเท่ากับ 0.71 0.42 0.23 และ 0.11 mg/l ต่อปี ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ของสถานีที่ได้จากการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองทั้ง 5 สถานี สรุปได้ว่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.52-0.95 หรือกล่าวได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) มีค่าอยู่ในช่วง 0.72-0.97 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการปรับเทียบและสอบทานระหว่างปริมาณฟอสเฟตจากการตรวจวัดจริงกับปริมาณฟอสเฟตที่ได้จากแบบจำลองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับที่ดี

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ปริมาณไนเตรทและฟอสเฟต จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสถานีตรวจวัดมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้น

5.2.3 สรุปผลจากการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลอง (Uncertainty analysis)

ผลการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน เมื่อพิจารณาจากช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง (mean error) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการกระจายตัวของแต่ละข้อมูลเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย (S.D.) และค่าขอบเขตบน (upper boundary) ค่าขอบเขตล่าง (lower boundary) ของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง SWAT ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าจากการปรับเทียบและสอบทานปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต จากการตรวจวัดจริงมีแนวโน้มกระจายอยู่ใกล้กับค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่า mean error ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพที่ดี

5.2.4 สรุปผลการจำลองสถานการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

จากผลการจำลองสถานการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดำเนินการในช่วงปี พ.ศ.2557 ถึง ปี พ.ศ.2562 (6 ปี) ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2552 และสภาพภูมิอากาศ ปีพ.ศ.2555 ซึ่งการดำเนินการจำลองสถานการณ์มีทั้งสิ้น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 คือ พื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมดเปลี่ยนเป็นพื้นที่นาข้าว กรณีที่ 2 คือ พื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมดเปลี่ยนเป็นข้าวโพด ซึ่งเป็นตัวแทนของการเปลี่ยนเป็นพืชไร่ และกรณีที่ 3 คือ ชุมชนริมแม่น้ำยมตอนล่างที่มีแนวโน้มการขยายตัวเป็นพื้นที่เมืองในอนาคต ผลสรุปจากการจำลองสถานการณ์ มีดังต่อไปนี้

1) ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่า

พบว่าปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากเดิมสูงสุดในปีพ.ศ. 2562 โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในการจำลองสถานการณ์กรณีที่ 1 น้ำท่ารายปีเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 60.21 (326.23 ล้านลบ.ม.) และปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นรองลงมาในกรณีที่ 2 น้ำท่ารายปีเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.73 (264.04 ล้านลบ.ม.) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นนั้นสูงสุดในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) มากกว่าฤดูแล้ง ส่วนในการจำลองกรณีที่ 3 น้ำท่ารายปีมีค่าเฉลี่ย 40.30 ล้านลบ.ม.

2) ผลการคำนวณปริมาณตะกอน

พบว่าปริมาณตะกอนเพิ่มสูงสุดในกรณีที่ 1 รองลงมาคือกรณีที่ 2 ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่เพิ่มขึ้นในกรณีที่1 และกรณีที่2 มีค่าเท่ากับ 14,761.13 (67.64%) 14,598.54 (66.90%) ตันต่อปี ตามลำดับ ส่วนในกรณีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยตะกอน 728.43 ตันต่อปี

3) ผลการคำนวณปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

สถานี Y.4 (YO05) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ18) รองต่อมาคือกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ14) และกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ12)

สถานี Y.5 (YO01) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ26) รองต่อมาคือกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ18) และกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ14)

สถานี Y.6 (YO08) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ13) รองต่อมาคือกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ11) และกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ9)

สถานี Y.16 (YO04) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ22) รองต่อมาคือกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ15) และกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ15)

สถานี Y.17 (YO03) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ22) รองต่อมาคือกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ16) และกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ13)

4) ผลการคำนวณปริมาณฟอสเฟต

สถานี Y.4 (YO05) ปริมาณฟอสเฟตเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ20) รองต่อมาคือกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ11) และกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ9)

สถานี Y.5 (YO01) ปริมาณฟอสเฟตเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ23) รองต่อมาคือกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ19) และกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ17)

สถานี Y.6 (YO08) ปริมาณฟอสเฟตเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ17) รองต่อมาคือกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ14) และกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ11)

สถานี Y.16 (YO04) ปริมาณฟอสเฟตเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ19) รองต่อมาคือกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ16) และกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ15)

สถานี Y.17 (YO03) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในกรณีที่1 (เพิ่มขึ้นร้อยละ22) รองต่อมาคือกรณีที่2 (เพิ่มขึ้นร้อยละ16) และกรณีที่3 (เพิ่มขึ้นร้อยละ14)

จะเห็นได้ว่าจากการจำลองสถานการณ์ในกรณีที่ 1 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟตเพิ่มสูงขึ้นในทุกสถานีตรวจวัด ยกเว้นที่สถานี Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ที่พบว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟตเพิ่มขึ้นในกรณีที่ 3 ที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ตรวจพบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก เนื่องจากจำนวนประชากร ที่เพิ่มขึ้นบริเวณอำเภอเมืองสุโขทัยธานี ส่วนที่สถานี Y.5 Y.6 Y.16 และ Y.17 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่เกษตรกรปลูกข้าวมากกว่าการปลูกพืชไร่ ดังนั้นน้ำเสียที่ไหลบ่ามาจากนาข้าวพร้อมกับมลสารที่เกิดขึ้นจากการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากกว่าการใส่ปุ๋ยในพืชไร่จึงเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของไนเตรทและฟอสเฟตในแหล่งน้ำ

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเพิ่มจำนวนช่วงการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำยมจาก 4 ครั้งต่อปีให้เป็นในรูปแบบรายชั่วโมง รายวันหรืออย่างน้อยที่สุดรายเดือน ทั้งนี้อาจมีการติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติเพื่อการเตือนภัยแบบต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถคาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นและแจ้งเตือนภัยเมื่อเกิดภาวะคุณภาพน้ำผิดปกติให้กับหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบให้เตรียมพร้อมรับสถานการณ์ปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที

2. จากข้อมูลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำยมตอนล่างพบว่าค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical oxygen demand, BOD) เป็นอีกหนึ่งพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำอย่างมากเช่นกัน ดังนั้นอาจพัฒนาแบบจำลองการประเมินคุณภาพน้ำที่มีความเหมาะสมกับแม่น้ำยม ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยพิจารณาพารามิเตอร์คุณภาพน้ำอื่นๆเพิ่มเติม เช่น BOD โคลิฟอร์มแบคทีเรียและโลหะหนักในน้ำ เป็นต้น

3. จากผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 กรณีในงานศึกษา สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการในเรื่องของการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่คุณภาพน้ำอาจเกิดสภาวะวิกฤติได้ในอนาคต