บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

6.1.1 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบน

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลองตอนบน โดยพารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ ออกซิเจนละลาย ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียและอุณหภูมิ ในช่วงวันที่ 5 - 22 มิถุนายน พ.ศ.2540 และ 23 - 27 มกราคม พ.ศ.2541 พบว่า

- สภาพโดยทั่วไปของแม่น้ำแม่กลองตอนบนในปัจจุบัน คุณภาพน้ำมีความแปรผัน เนื่องมาจากปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งจากชุมชนและปริมาณน้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์โดยคุณภาพน้ำจะลดลงเรื่อย ๆ จากต้นน้ำจนถึงท้ายน้ำ ซึ่งผ่านชุมชนหลายชุมชนอีกทั้งโรงงานอุตสาหกรรมและปศุสัตว์ทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ที่มากเกินไปทำให้น้ำมีคุณภาพต่ำลง

- ปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยแต่ละสถานีเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างในแม่น้ำแม่กลอง พบว่า มีความผันแปร เนื่องจาก ความแรงในการไหลของน้ำเป็นหลัก นอกจากนั้นปริมาณสารอินทรีย์เป็นปัจจัยรองลงมา ส่วนค่าบีโอดีเฉลี่ยมีความผันแปรค่อนข้างน้อย เนื่องจาก ส่วนใหญ่มีผลจากปริมาณและความเข้มข้นของน้ำทิ้งที่ลงสู่แม่น้ำเป็นหลัก รองลงมา คือ ปริมาณน้ำในแม่น้ำ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพิจารณาจุดเก็บตัวอย่างที่มีความเสี่ยงในการเกิดปัญหามลพิษจากแหล่งน้ำชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมหลักบริเวณริมน้ำทั้งสิ้นจึงทำให้แต่ละจุดเก็บมีปริมาณบีโอดีต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนอุณหภูมิของน้ำซึ่งแต่ละจุดเก็บมีความแตกต่างกันน้อยมาก โดยปัจจัยหลักที่มีผลต่ออุณหภูมิของแม่น้ำแม่กลอง คือ ฤดูกาลเป็นสำคัญ ส่วนพารามิเตอร์สุดท้าย คือ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก เนื่องจากฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตซึ่งการเพิ่มหรือลดจำนวนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการทั้ง ปัจจัยทางกายภาพ เคมีและชีววิทยา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดความผันแปรต่อปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นอย่างมาก

6.1.2 ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลอง

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE11 ซึ่งในการคำนวณคุณภาพน้ำ จะต้องผ่านการคำนวณ 3 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองทางชลศาสตร์ (HD model)

แบบจำลองการเคลื่อนย้ายและแพร่กระจายของมลสารในแหล่งน้ำ (TD Model) และแบบจำลองคุณภาพน้ำ (WQ Model) ซึ่งแต่ละแบบจำลองมีความซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ ในการปรับเทียบเริ่มตั้งแต่มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องตัวแปรเดียวถึงหลายตัวแปรตามลำดับ

- จากการคำนวณของ HD Model พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (Manning's n) ที่เหมาะสมสำหรับแม่น้ำแม่กลองตอนบน มีค่าเท่ากับ 0.03 - 0.05 เนื่องจากเมื่อตรวจสอบผลของระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองแล้ว พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับระดับน้ำจากการสำรวจ เมื่อทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า เท่ากับ 0.9 และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

- จากการคำนวณโดย (TD Model) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการแพร่กระจาย (Dispersion coefficient) มีค่าเท่ากับ 100 เมตร^2/วินาที และมีค่าคงที่การย่อยสลายของฟีคัลโคลิฟอร์ม เท่ากับ 0.02 ชั่วโมง$^{-1}$ เมื่อตรวจสอบผลการคำนวณของแบบจำลองโดยสถิติทดสอบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ RMSE พบว่า มีค่าค่อนข้างสูงกว่าพารามิเตอร์อื่น แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติวิเคราะห์ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

- ส่วนการศึกษาใน WQ Model พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบน มีค่าดังนี้ ค่าคงที่การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ 20°C (First order degradation constant for BOD at 20°C) เท่ากับ 0.23 วัน$^{-1}$ อัตราการหายใจของพืชและสัตว์ที่ 20°C (Respiration of plants and animals at 20°C) เท่ากับ 2.3 กรัมออกซิเจน/เมตร^2.วัน ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (Maximum oxygen production by photosynthesis) เท่ากับ 3.8 กรัมออกซิเจน/เมตร^2.วัน และสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (Reaeration coefficient) ซึ่งคำนวณจากสมการของ O'Connor and Dubbins expression

เมื่อทดสอบความคลาดเคลื่อนของการคาดการณ์โดยใช้ RMSE พบว่า มีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก ส่วนการทดสอบความแตกต่างโดยในสถิติวิเคราะห์ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองและค่าที่ได้จากการสำรวจไม่แตกต่างกันทางสถิติเว้นแต่พารามิเตอร์บีโอดีที่สถานี MK11 ซึ่งแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการสำรวจโดยใช้สถิติวิเคราะห์ พบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE11 สามารถใช้ในการศึกษาเพื่อการจัดการคุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลองตอนบนได้

6.1.3 แนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำแม่กลอง

- สร้างระบบระบายน้ำและรวมรวมน้ำทิ้ง ในชุมชนขนาดใหญ่ระดับเทศบาลเมือง เพื่อส่งมาบำบัดน้ำทิ้งที่บ่อบำบัดน้ำเสียตามที่เทศบาลต่าง ๆ มีนโยบายที่จะก่อสร้างหรือกำลังดำเนินการสร้างอยู่ในขณะนี้

- ควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมให้ปล่อยน้ำทิ้งตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจาก โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่บางโรงงานมีปริมาณน้ำทิ้งมากกว่าปริมาณน้ำทิ้งรวมจากชุมชนที่ตั้งอยู่ในอำเภอเดียวกัน ดังนั้น ถ้าโรงงานปล่อยน้ำทิ้งที่มิไม่ได้ผ่านการบำบัดลงในแม่น้ำจะมีผลก่อให้เกิดมลภาวะในแม่น้ำได้อย่างรวดเร็ว

- คำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ ณ จุดต่าง ๆ ของแม่น้ำแม่กลอง เพื่อใช้คำนวณปริมาณน้ำทิ้งที่เหมาะสมซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะในแม่น้ำแม่กลอง เพื่อจัดสรรปริมาณน้ำที่ต้องปล่อยจากเขื่อนวชิราลงกรณ์ เพื่อเจือจางในกรณีที่มีมลสารมากเกินไปจนเกิดมลภาวะในแม่น้ำ ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบของแม่น้ำแม่กลองในกรณีที่เกิดมลพิษ หลังจากการสร้างเขื่อนวชิราลงกรณ์

6.2 ข้อเสนอแนะ

1.) ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก คือ ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองทั้งข้อมูลปริมาณน้ำและข้อมูลคุณภาพน้ำ รวมถึงข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลการไหลเข้าและออกของลำน้ำสาขา (tributary) และข้อมูลปริมาณน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียต่าง ๆ ซึ่งระบบการเก็บข้อมูลเพื่อนำเข้าในแบบจำลองนั้นต้องเป็นข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน เพื่อสามารถวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้น ในการศึกษาพัฒนาแบบจำลองต่อไปจะต้องมีการวางแผนการเก็บข้อมูลให้ต่อเนื่องและเป็นระบบเพื่อแบบจำลองที่ได้จะมีความถูกต้องและแม่นยำเพิ่มขึ้น

2.) ข้อมูลในการนำมาคำนวณในแบบจำลองควรเป็นข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากที่สุดเนื่องจากสัมประสิทธิ์ที่ใช้มีการแปรเปลี่ยนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะรูปร่างของลำน้ำ ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้น จึงควรปรับข้อมูลให้มีความปัจจุบันที่สุด

3.) สถานีที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ทั้งสถานีวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำ รวมถึงสถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำควรมีเพียงพอที่จะสามารถปรับเทียบพารามิเตอร์ที่ต้องการศึกษาได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงอธิบายความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของผลการคำนวณโดยแบบจำลองได้ โดยถ้าต้องการให้แบบจำลองมีความถูกต้องมากขึ้นก็ควรมีสถานีปรับเทียบให้เพียงพอ

4.) ถ้าในกรณีที่มีข้อมูลพร้อมและต้องการให้การคำนวณปริมาณและระดับน้ำในแบบจำลองทางชลศาสตร์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ควรมีการคำนวณแบบจำลองน้ำฝนและน้ำท่า (NAM Model) ก่อนที่จะนำมาคำนวณในแบบจำลองทางชลศาสตร์ (HD Model) เนื่องจากแบบจำลองนี้ได้พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางอุทกวิทยาร่วมด้วย เช่น ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยของน้ำ ทำให้ผลการคำนวณน่าจะมีความถูกต้องยิ่งขึ้น

5.) การคำนวณปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มโดยแบบจำลองการเคลื่อนย้ายและแพร่กระจายมลสารในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE11 ซึ่งใช้สมการการย่อยสลายชั้นแรก ปัจจุบันอาจสามารถพัฒนาผลการคำนวณปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มได้ เนื่องจากในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE11 version 3.11 รุ่นใหม่ได้มีการนำฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียคำนวณในแบบจำลองคุณภาพน้ำ โดยมีปัจจัยทั้งทางกายภาพและทางเคมีมาร่วมคำนวณด้วย เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิและค่าความเค็ม (Salinity) มาร่วมคำนวณด้วย ซึ่งอาจทำให้ผลการคำนวณมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

6.) จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มในแม่น้ำแม่กลองตอนบนจากการสำรวจมีความแตกต่างกันมากทั้งรายสถานีและรายวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง ดังนั้น ถ้าจะมีการศึกษาฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพื่อใช้ในแบบจำลองอย่างจริงจัง ควรเพิ่มสถานีเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างรวมทั้งเพิ่มความถี่ในการเก็บตัวอย่างให้มีมากขึ้น