

04

การสำรวจแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน
และประเมินศักยภาพด้านคุณภาพน้ำ
แม่น้ำเจ้าพระยาในหน้าแล้ง

CHAO PHRAYA RIVER CONTAMINATION SOURCES INVESTIGATION AND WATER QUALITY CAPACITY IN DRY SEASON EVALUATION

สิตางค์ พิลัยหล้า^a และ อภิโชค อุพารัตินนท์^b ✉

^aคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ^bคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Sitang Pilailar^a and Apichote Urantinon^b ✉

^aFaculty of Engineering, Kasetsart University,

^bFaculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

✉ apichote.u@rmutsb.ac.th

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัย
การเกษตร (องค์การมหาชน)

บทคัดย่อ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักที่เป็นทั้งแหล่งน้ำดิบและรองรับของเสีย การศึกษาประกอบไปด้วยสองส่วน ได้แก่ สำรวจแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนในหน้าแล้งโดยใช้โดรนและเก็บน้ำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพ และประเมินความสามารถในการรองรับความสกปรกอินทรีย์โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ครอบคลุมตั้งแต่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยา จ. ชัยนาท ถึงป้อมพระจุลจอมเกล้า จ. สมุทรปราการ ระยะทาง 270 กม. พบว่า แหล่งกำเนิดมลพิษสารอินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ ร้านอาหารริมแม่น้ำ วัด สถานที่ราชการ และคลองในกรุงเทพมหานคร โดยชุมชนเป็นแหล่งผลิตของเสียมากที่สุด ประมาณ 292,473 กก. BOD ต่อวัน และแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง (กม. 216 ถึง กม. 270) ซึ่งเป็นช่วงที่มีชุมชนหนาแน่นที่สุด มีคุณภาพน้ำแย่มากที่สุด มีค่าบีโอดี 3.12 ถึง 6.83 มก./ลิตร ในการประเมินความสามารถในการรองรับความสกปรกอินทรีย์ 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 สถานการณ์ปัจจุบัน และอนาคต คาดว่าค่าบีโอดีในน้ำตั้งแต่ กม. 200 จะต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน กรณีที่ 2 ประเมินค่าความสกปรกที่แม่น้ำรับได้ในปัจจุบัน พบว่าความสามารถของแม่น้ำในช่วงที่ไหลผ่านกรุงเทพมหานคร มีค่าต่ำสุดคือรองรับค่าบีโอดีสูงสุดที่ 15 มก./ลิตร และกรณีที่ 3 ประเมินค่าความสกปรกที่แม่น้ำรับได้โดยใช้เกณฑ์ที่เข้มงวดขึ้นพบว่าต้องควบคุมการปล่อยของเสียของทุกจังหวัดที่แม่น้ำไหลผ่าน ซึ่งกรุงเทพมหานครปล่อยได้ไม่เกิน 4 มก./ลิตร

คำสำคัญ: แม่น้ำเจ้าพระยา แหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน คุณภาพน้ำ น้ำเสียชุมชน ค่าความสกปรกอินทรีย์

Abstract

Chao Phraya River is the main river that is a source of raw water and carrier of wastewater. This study consisted of two parts, namely exploring the source of contaminants in the dry season by using drones and collecting samples for quality analysis and evaluating the ability to carry organic waste using MIKE 11 mathematical model. It covered the distance of 270-km from the Chao Phraya dam, Chai Nat Province, to Phra Chulachomklao Fort, Samut Prakan Province. It was found that the major sources of organic pollutants are riverside restaurants, temples, government buildings, and canals in Bangkok. The community was the largest source of waste, or approximately 292,473 kg BOD per day. The lower Chao Phraya River (km 216 to km. 270), with the highest community concentration, caused the worst water quality, or BOD of 3.12 to 6.83 mg/liter. Organic waste carrying ability was assessed by 3 cases. Case 1: Current and future situations, it showed that BOD of river water from km 200 was lower than the standard criteria. Case 2: Assessing the organic waste that the River can handle at present, it was found that the allowable discharged BOD from Bangkok was 15 mg BOD/liter. Case 3: Assessing the maximum organic waste, that can be discharged to the River under more stringent criteria, the study presented that the wastewater in all provinces, where the River passed by, should be strictly controlled in which the BOD of Bangkok wastewater should not be higher than 4 mg/liter.

Keyword : Chao Phraya River, Contaminant Sources, Water Quality, Community Wastewater, BOD loading rate

บทนำ

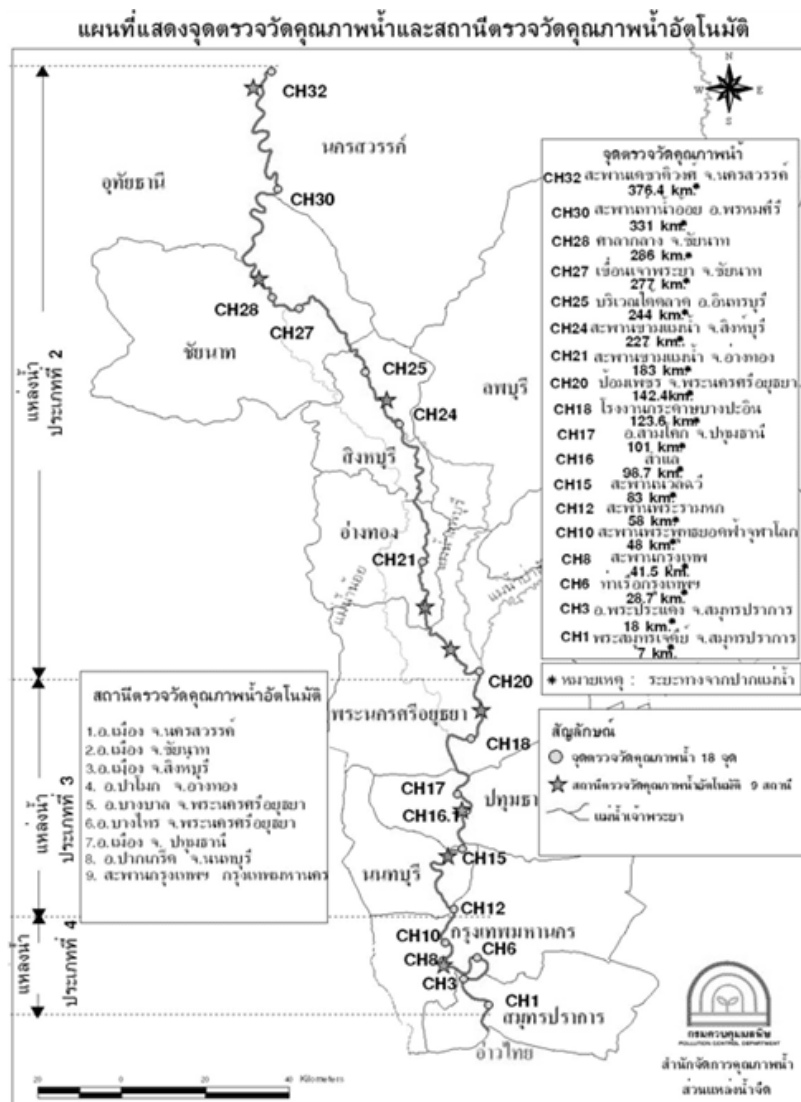
แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักและเป็นแม่น้ำสายสำคัญของประเทศ มีต้นกำเนิดจากแม่น้ำใหญ่ 4 สาย คือ ปิง วัง ยม และน่าน ที่ไหลมารวมเป็นหนึ่งที่ปากน้ำโพ จังหวัดนครสวรรค์ แล้วไหลผ่านจังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานครและสมุทรปราการ รวมระยะทางประมาณ 379 กิโลเมตร ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันประชาชนสองฝั่งแม่น้ำได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำอย่างกว้างขวาง ทั้งเพื่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการอุปโภคบริโภค อย่างไรก็ตาม ความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงระยะเวลาสิบกว่าปีที่ผ่านมา (Pollution Control Department, 2016) เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เป็นการใช้น้ำที่ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบในระยะยาว จึงเป็นผลให้ลุ่มน้ำเจ้าพระยาประสบปัญหาหลายประการ เป็นต้นว่า การขาดแคลนน้ำในหน้าแล้ง ปัญหาน้ำท่วมหน้าฝน การรุกรานของน้ำเค็ม รวมทั้งปัญหาคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมลงและดูเหมือนว่าจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตรวจวัดโดยกรมควบคุมมลพิษ แสดงให้เห็นถึงความเสื่อมโทรมของแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งตอนบน ตอนกลางและตอนล่าง ซึ่งคุณภาพน้ำโดยรวมไม่ได้ตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม ทั้งนี้ กรมควบคุมมลพิษได้ประเมินเมื่อ ปี พ.ศ. 2549 ว่าแม่น้ำเจ้าพระยารับน้ำเสียรวมประมาณวันละ 4.8 ล้านลูกบาศก์เมตร จาก 4 แหล่งกำเนิด ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และฟาร์มสุกร คิดเป็นความสกปรกอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand loading: BOD loading) ทั้งสิ้น 369,421 กิโลกรัมต่อวัน โดยของเสียส่วนใหญ่คือประมาณร้อยละ 70 มาจากภาคชุมชน ร้อยละ 25 มาจากภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ 5 มาจากภาคเกษตรกรรม แต่ในเขตอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่ของเสียกว่าร้อยละ 70 มาจากภาคอุตสาหกรรม (Pollution Control Department, 1997)

ที่ผ่านมา แม้ว่าการควบคุมมลพิษ โดยสำนักงานจัดการคุณภาพน้ำได้ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาอย่างต่อเนื่อง แต่เป็นการตรวจวัดเป็นครั้งคราว (ปีละ 4 ครั้ง) ที่ไม่มีการระบุย้อนไปถึงแหล่งกำเนิดของมลพิษ (Pollution Control Department, 2014) อีกทั้ง การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้ดำเนินการเมื่อกว่าสิบปีที่แล้วนั้นไม่เป็นปัจจุบัน ไม่สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของประชากร กิจกรรมทางเกษตรกรรม และกิจกรรมภาคอุตสาหกรรม ทำให้กลไกการรักษาฟื้นฟูคุณภาพแม่น้ำทำได้ยากและไม่สัมฤทธิ์ผล ยากต่อการคาดการณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้งซึ่งน้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อยแต่สารปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิดที่ระบุได้ยังมีปริมาณมากเท่าเดิม จึงเกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำอุปโภคบริโภคของพื้นที่ภาคกลางและกรุงเทพมหานคร ดังนั้น การศึกษาเพื่อสำรวจคุณภาพน้ำตลอดแม่น้ำเจ้าพระยาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้งเพื่อระบุจุดกำเนิดสารปนเปื้อนและประเมินภาระของเสียจึงมีความสำคัญ อนึ่ง แม้ว่าประเทศไทยมีการบังคับใช้กฎระเบียบ มาตรฐานการปล่อยของเสียจากผู้ประกอบการและโรงงานอุตสาหกรรม แต่เป็นการควบคุมโรงงานแต่ละประเภทแต่ละขนาดเฉพาะราย โดยไม่ได้พิจารณาถึงภาระของเสียรวมในลำน้ำ ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติต้องรับภาระของเสียเกินศักยภาพที่จะรับได้ เกิดปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมในแหล่งน้ำธรรมชาติหลายแห่ง รวมทั้งแม่น้ำเจ้าพระยาบางช่วงดังที่ปรากฏอยู่ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประเมินความสามารถในการรองรับของเสียของแม่น้ำเจ้าพระยาโดยคำนึงถึงการเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำอุปโภคบริโภค อันจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขกฎระเบียบ มาตรฐานด้านคุณภาพน้ำของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ให้มีความเข้มงวดและสอดคล้องกับสถานการณ์ความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในปัจจุบันต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

1. การตรวจวัดคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาและการประเมินภาระของเสียลงสู่แม่น้ำ

Pollution Control Department (2016) โดยสำนักจัดการคุณภาพน้ำ ร่วมกับสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 1 ถึง ภาค 16 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีการติดตามตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 3 เดือน โดยมีสถานีตรวจวัดทั้งสิ้น 18 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 1 ตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำทั้งหมด 28 พารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1 และกรมควบคุมมลพิษได้มีประกาศเรื่องกำหนดประเภทแหล่งน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 62 ง ลงวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2537 แบ่งแม่น้ำเจ้าพระยา เป็น 3 ช่วง



ภาพที่ 1 ตำแหน่งสถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาของกรมควบคุมมลพิษ
ที่มา: Pollution Control Department (2016)

ตารางที่ 1 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดโดยกรมควบคุมมลพิษ

ดัชนีคุณภาพน้ำ (28 พารามิเตอร์)				
พื้นฐาน	ทั่วไป	โลหะหนัก	ยาฆ่าศัตรูพืช / สัตว์	รังสี / สารพิษ
สี กลิ่น และรส อุณหภูมิ ความเป็นกรด และด่าง (pH) ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen : DO)	บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) แบคทีเรีย ไนโตรเจน-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	ทองแดง / แคดเมียม นิกเกิล / โครเมียม แมงกานีส / ตะกั่ว สังกะสี / ปะปน / สารหนู	Organochlorine DDT / BHC Dieldrin / Aldrin Epoxide	รังสีแอลฟา / เบตา ฟีนอล / ไซยาไนด์

ที่มา: Pollution Control Department (2016)

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตลอดลำตามกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2016) ซึ่งแบ่งแม่น้ำเจ้าพระยาออกเป็น 3 ช่วงรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่เจ้าพระยาตอนบน โดยเริ่มจากจุดเริ่มต้นของแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดนครสวรรค์ ถึง ป้อมเพชร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวมระยะทาง 237 กิโลเมตร พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ค่า DO มากกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD น้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า FCB น้อยกว่า 1,000 หน่วย

2) พื้นที่เจ้าพระยาตอนกลาง โดยเริ่มจากป้อมเพชร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ถึงศาลากลาง จังหวัดนนทบุรี (หลังเก่า) รวมระยะทาง 80 กิโลเมตร พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ค่า DO มากกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD น้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า FCB น้อยกว่า 20,000 หน่วย

3) พื้นที่เจ้าพระยาตอนล่าง โดยเริ่มจากศาลากลางจังหวัดนนทบุรี (หลังเก่า) ถึงองค์พระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทาง 55 กิโลเมตร พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 4 ค่า DO มากกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า BOD น้อยกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ทั้งนี้ กรมควบคุมมลพิษระบุว่า ปัญหาด้านคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่มาจากของเสียอินทรีย์สารและปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มจากกิจกรรมของชุมชน คุณภาพน้ำมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงหรือมีการปนเปื้อนอย่างช้าๆ ในตอนล่าง ค่าออกซิเจนละลายน้ำยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ทั้งนี้แหล่งกำเนิดมลพิษสำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยาประกอบด้วย 4 แหล่งกำเนิด ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และฟาร์มสุกร ซึ่งกรมควบคุมมลพิษประเมินว่าทำให้เกิดน้ำเสียรวมประมาณ 4.8 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นค่า BOD ทั้งสิ้น 369,421 กิโลกรัมต่อวัน (Pollution Control Department, 2016) สามารถสรุปได้ดังนี้

1) น้ำทิ้งจากชุมชน ปริมาณน้ำเสียที่ระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนประชากรและมีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้น้ำจากครัวเรือน กรมควบคุมมลพิษประเมินว่าปี พ.ศ. 2549 มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 9,200,432 คน ทำให้เกิดปริมาณน้ำเสีย 3,255,794 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นค่า BOD เท่ากับ 573,703 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน แต่เนื่องจากความสกปรกเกิดการย่อยสลายภายในท่อรวบรวมน้ำเสียไปส่วนหนึ่ง ดังนั้น ปริมาณความสกปรกที่ระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาคิดเป็น 206,464 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

2) น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษประเมินว่า ปี พ.ศ. 2549 พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 36,361 แห่ง เป็นโรงงานที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำในระดับปานกลางและระดับสูง จำนวน 5,620 แห่ง คิดเป็นปริมาณน้ำเสียที่ระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา 304,581 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณ BOD เท่ากับ 64,936 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

3) น้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมควบคุมมลพิษประเมินว่า ปี พ.ศ. 2549 ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ส่งผลกระทบต่อแม่น้ำเจ้าพระยา 107,895 ไร่ มีจำนวนเกษตรกร 20,304 ราย ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 1,246,800 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นค่า BOD 32,059 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

4) น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร กรมควบคุมมลพิษประเมินว่า ปี พ.ศ. 2549 ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีจำนวนสุกรที่จะส่งผลกระทบต่อแม่น้ำเจ้าพระยา 319,000 ตัว จำนวนเกษตรกร 4,762 ราย มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้น 4,785 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นค่า BOD 11,964 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

แบบจำลอง MIKE 11 เป็นแบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2026 โดย DHI Water and Environment (DHI, 2011) ประเทศเดนมาร์ก เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่ใช้จำลองสภาพการไหล การแพร่กระจายของมวลสาร การเคลื่อนที่และการทับถมของตะกอน คุณภาพน้ำในแบบ 1 มิติ สำหรับการศึกษานี้ได้นำแบบจำลองย่อย 2 แบบจำลองมาใช้ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองย่อยมีดังนี้

1) แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model: HD Model)

แบบจำลองย่อย MIKE 11 HD ตั้งอยู่บนพื้นฐานของสมการ เซนต์-วีแนนท์ (Saint-Venant) ซึ่งได้พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2414 โดย Barre de Saint Venant สามารถวิเคราะห์การไหลในทางน้ำเปิดที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในแบบ 1 มิติ เช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองประกอบด้วย ระดับน้ำ ปริมาณการไหล และความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยจะนำไปใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลองย่อยด้านคุณภาพน้ำ MIKE 11 ECO Lab

2) แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Module: ECO Lab)

แบบจำลองย่อย MIKE 11 ECO Lab เป็นแบบจำลองย่อยทางคุณภาพน้ำ ซึ่งโปรแกรมถูกพัฒนาจาก MIKE 11 WQ เป็นแบบจำลองย่อยที่ใช้คำนวณคุณภาพน้ำได้ดี สามารถพิจารณาตัวแปรด้านคุณภาพน้ำได้หลากหลายตัวแปร ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น การลดลงของปริมาณออกซิเจน กระบวนการพื้นฐานของออกซิเจนละลายน้ำ ระดับแอมโมเนีย ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายลงสู่ แม่น้ำ โดยใช้สมการที่สามารถอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในลำน้ำ

2.1 การวิเคราะห์ศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

ในประเทศไทยมีการใช้งานแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในงานคุณภาพน้ำอย่างกว้างขวาง อาทิ Mahasandana (1995) ได้ศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาโดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 โดยมีขอบเขตต้นน้ำบริเวณอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ของเขตด้านท้ายน้ำอยู่บริเวณปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทาง 112 กิโลเมตร สำหรับการประเมินปริมาณความสกปรกที่ไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งในปี พ.ศ. 2540 2550 และ 2560 ได้คำนวณจากอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมในปีนั้นๆ ผลการคำนวณพบว่า แม่น้ำเจ้าพระยาในขณะนั้นมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 4 โดยในปี พ.ศ. 2537 มีค่า BOD สูงสุดเท่ากับ 6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และผล

จากการมีโครงการบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานครระยะที่ 1 จะทำให้แม่น้ำเจ้าพระยามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 4 จนถึงปี พ.ศ. 2540 เท่านั้น คือมี BOD สูงสุดเท่ากับ 4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากนั้นค่า BOD จะเพิ่มสูงขึ้นอีก เว้นแต่จะมีมาตรการที่มีประสิทธิภาพเพื่อแก้ไขต่อไป

Pollution Control Department (1997) ได้จัดทำแผนปฏิบัติการจัดการคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ศึกษาครอบคลุมลุ่มน้ำโขง ชี มูล และโคราชสายสาขา รวมพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 168,188 ตารางกิโลเมตร โดยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 กับแม่น้ำสายหลัก ได้แก่ แม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล ลำตะคอง และแม่น้ำสงคราม โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญได้แก่ ค่า BOD ค่า DO อุณหภูมิ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ผลการศึกษาจากแบบจำลองเพื่อประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำสายหลักในปี พ.ศ. 2547 2552 และ พ.ศ. 2562 ใช้เพื่อการจัดทำแผนปฏิบัติการฟื้นฟูคุณภาพน้ำและยกระดับมาตรฐานแหล่งน้ำให้ดีขึ้นในช่วง 20 ปีข้างหน้า นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2542 กรมควบคุมมลพิษก็ยังได้ศึกษาจัดทำแผนปฏิบัติการจัดการคุณภาพแหล่งน้ำในแม่น้ำสายหลักต่างๆ รวมทั้งแม่น้ำปิง โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในการหาค่าพารามิเตอร์ทางคุณภาพน้ำเพื่อคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคตด้วย

Wongbiasajja (2007) ได้ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เพื่อพยากรณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง มีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมตั้งแต่สะพานนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี ถึงบริเวณสันดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทางประมาณ 83 กิโลเมตร พารามิเตอร์ที่พิจารณาได้แก่ ค่า DO ค่า BOD ค่าความเค็มและอุณหภูมิ ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างค่าที่กำหนดในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และผลจากการมีโครงการบำบัดน้ำเสียตามแผนการจัดการบริเวณกรุงเทพและปริมณฑลช่วยให้คุณภาพน้ำโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ถึงปี พ.ศ. 2550 เท่านั้น หลังจากปี พ.ศ. 2550 คุณภาพน้ำจะมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน สืบเนื่องมาจากของเสียที่มาจากการเพิ่มขึ้นของประชากร ดังนั้นจึงควรมีแผนการจัดการมลพิษทางน้ำ เพื่อคุณภาพน้ำที่ดีหรือไม่เสื่อมโทรมไปกว่าเดิม

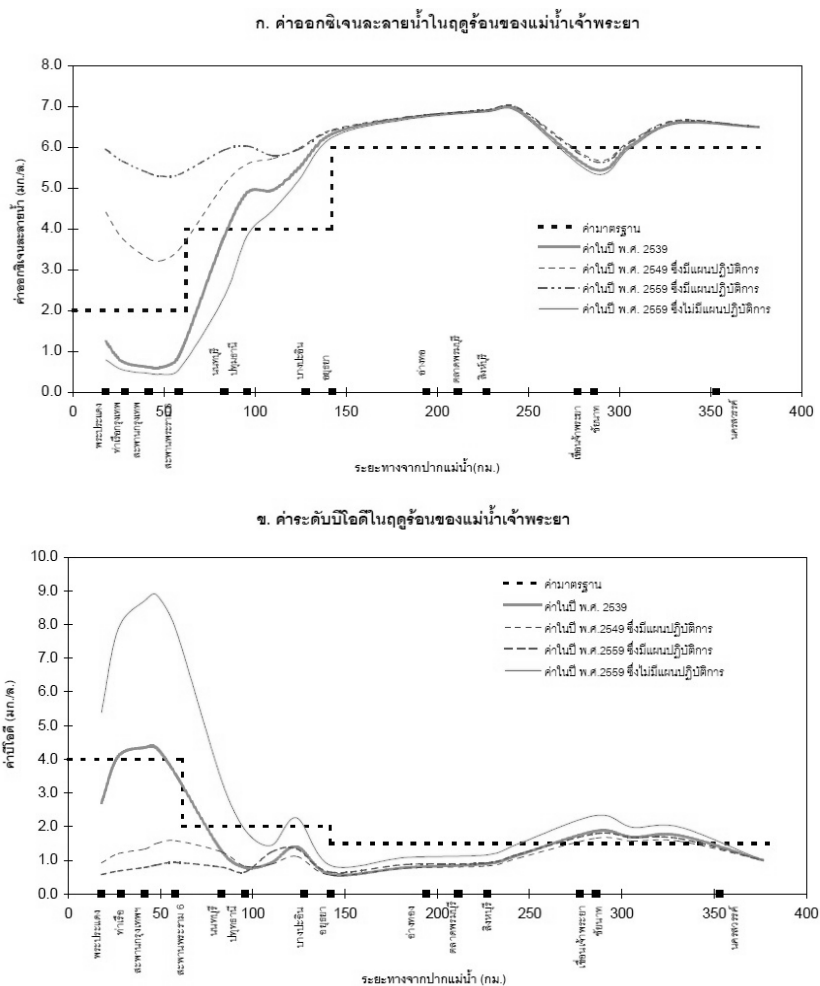
Pilailar & Somsuk (2013) ได้ประเมินศักยภาพในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำตามธรรมชาติของคลองแสนแสบ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยพิจารณาศึกษาช่วงลำน้ำตั้งแต่ประตูระบายน้ำคลองแสนแสบ ตอนบางชัน (เขตคันนายาว) ถึงประตูระบายน้ำคลองแสนแสบตอนคลองตัน (เขตวัฒนา) พบว่าการปล่อยน้ำเสียลงคลองเพียงครั้งเดียว ไม่ว่าที่ตำแหน่งใด ไม่ส่งผลกระทบต่อค่า BOD ของน้ำในระยะยาว โดยคลองสามารถฟื้นฟูตัวเองตามธรรมชาติ (self-purification) ได้ในเวลา 15 – 16 วัน แต่หากมีการปล่อยน้ำเสียที่ต้นน้ำ และมีน้ำเสียจากชุมชนสองฝั่งคลองไหลลงคลองอย่างต่อเนื่องจะส่งผลกระทบให้เกิดความสกปรกสะสมในลำน้ำ ซึ่งคลองจะไม่สามารถฟื้นฟูตัวเองได้จนกว่าจะหยุดปล่อยน้ำเสียลงไป อย่างไรก็ตามเมื่อหยุดปล่อยน้ำเสียลงสู่คลอง คลองจะใช้เวลาในการฟื้นฟูตัวเองตามธรรมชาติในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

2.2 การประเมินความสามารถรองรับน้ำเสียของแหล่งน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา

Pollution Control Department (2016) ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินและวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ตามเงื่อนไขการจัดการที่แตกต่างกัน (management scenarios) ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียและของเสียที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำ การบำบัดน้ำเสียและเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยนำมาเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่นำดำเนินการใดๆ และคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคตที่ระยะเวลาแตกต่างกัน ซึ่งมีการปรับฐานข้อมูลให้เป็นไปตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในปีที่คาดการณ์นั้นๆ บนพื้นฐานของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ได้แก่ การเพิ่มจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรม ตามอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจ การขยายตัวของกิจกรรม

ทางการเกษตร การขยายตัวของประชากรโครงการก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียชุมชน เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย และการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำ เป็นต้น จึงทำให้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและแนวโน้มภายหลังจากดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำว่าอยู่ในเกณฑ์หรือเป้าหมายหรือไม่ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจากการทำนายคุณภาพน้ำในปี พ.ศ. 2559 เปรียบเทียบการมีและไม่มีแผนปฏิบัติการการจัดการน้ำเสีย ดังแสดงในภาพที่ 2

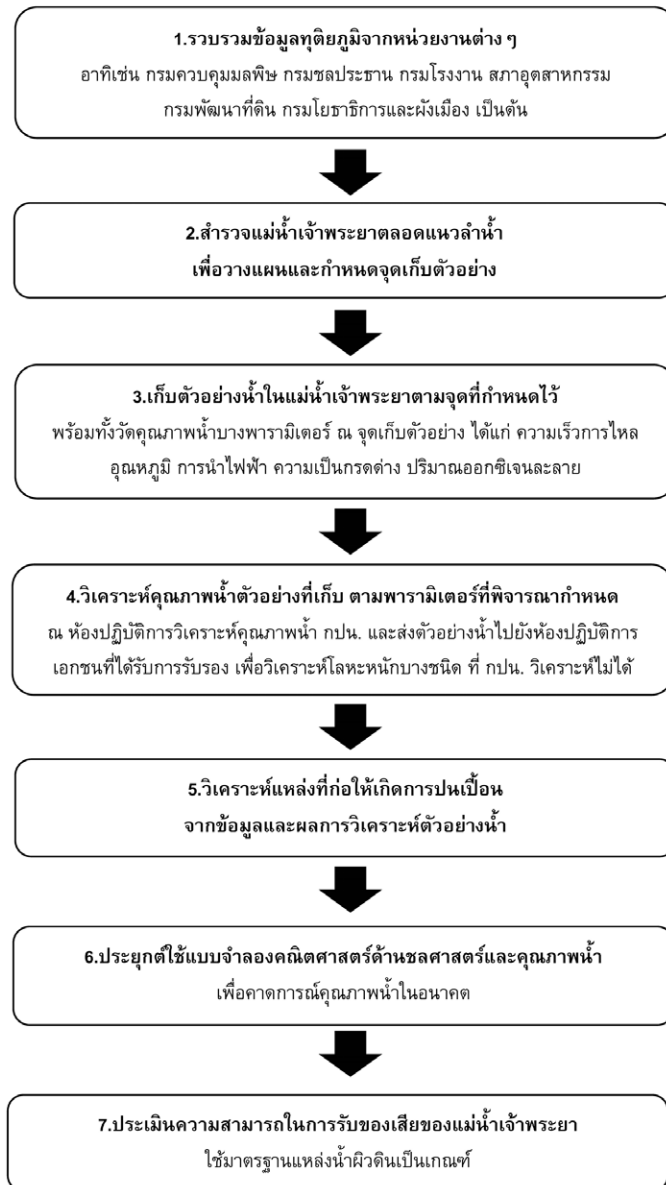
จากปัญหาคอนเซนเตรตที่เสื่อมโทรมลง ทำให้ต้องมีการวางแผนการจัดการน้ำเสียโดยสาเหตุสำคัญของปัญหามลพิษทางน้ำในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามาจากมลพิษประเภททราบแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source) ดังนั้นการจัดการคุณภาพน้ำจึงควรเน้นการควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน ซึ่งง่ายต่อการควบคุมและมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ในขณะที่การควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดไม่แน่นอน (nonpoint source) ดำเนินการได้ยากและอาจไม่คุ้มทุน



ภาพที่ 2 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงปีต่างๆ กรณีมี และไม่มีแผนปฏิบัติการ
ที่มา: Pollution Control Department (2016)

ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่หน่วยงานต่างๆ ได้วิเคราะห์และบันทึกไว้ในอดีต การสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำ ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2560 นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินแหล่งมลพิษและเพื่อนำเข้าในแบบจำลองคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงจัดทำแผนที่แหล่งกำเนิดมลพิษและประเมินความสามารถการรับของเสียของแม่น้ำเจ้าพระยาในหน้าแล้ง ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผลการศึกษา

การศึกษาเพื่อสำรวจแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนและประเมินศักยภาพคุณภาพน้ำ แบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ งานสำรวจ และงานประเมินคุณภาพน้ำ ทั้งโดยการเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ มีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมแนวแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท ไปจนถึง บ่อมพระจุลจอมเกล้า ที่ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทางประมาณ 270 กิโลเมตร การศึกษานี้ดำเนินการในหน้าแล้ง เพื่อขจัดอิทธิพลการปนเปื้อนจากน้ำฝนชะล้างหน้าดินแล้วไหลลงสู่แม่น้ำ (nonpoint source contamination) แต่พิจารณาเฉพาะการปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (point source contamination) ในแนวสองฝั่งของแม่น้ำ ผลการดำเนินงานมีดังนี้

งานสำรวจแม่น้ำเจ้าพระยา

ในขั้นต้น ผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจสภาพทั่วไปและกิจกรรมที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดสารปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำ ตลอดแนวแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles : UAV) หรือ โดรน (drone) มีอาณาเขตสำรวจศึกษาครอบคลุมพื้นที่ชาย – ขวา จากแนวตลิ่ง ข้างละประมาณ 500 เมตร ผ่านจังหวัดชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการ ภาพนิ่งและภาพวิดีโอที่บันทึกถูกใช้ในการกำหนดจุดเก็บน้ำตัวอย่างและยืนยันจุดที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาร่วมกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ผลการสำรวจด้วยโดรน

ทำให้มองเห็นสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินสองฝั่งของแม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดต่างๆ รวมทั้งจุดที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนตลอดแนวแม่น้ำ อาทิเช่น พื้นที่เกษตรกรรม กระชังปลา ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม โรงสี คลองสาขา เป็นต้น ดังแสดงภาพตัวอย่างการใช้ประโยชน์ที่ดินและแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาในภาพที่ 4 ซึ่งเมื่อพิจารณาแยกเป็นรายจังหวัด พบว่า ในพื้นที่เจ้าพระยาตอนต้นมีการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรในสัดส่วนมากกว่าพื้นที่เจ้าพระยาตอนกลางและตอนล่าง ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชน โดยมีพื้นที่อุตสาหกรรมในสัดส่วนที่มากขึ้นในช่วงจังหวัดปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ ดังแสดงในตารางที่ 2



จุดสำรวจ ต. บางหลวง อ. สรรพยา จ. ชัยนาท



จุดสำรวจ ต. อินทร์บุรี จ. สิงห์บุรี

ท่าระบายน้ำที่ระบายลงลำน้ำเจ้าพระยา
ต. ศาลเจ้าโรงทอง อ. เมือง จ. อ่างทองโรงงานดับเบิ้ลเอ ต. ราชคราม
อ. บางไทร จ. พระนครศรีอยุธยา

ภาพที่ 4 ตัวอย่างสภาพการใช้ที่ดินและจุดที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา

ตารางที่ 2 สัดส่วนสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินริมตลิ่ง ชาย-ขวาภายในระยะประมาณ 500 เมตรจากตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา
แยกตามจังหวัดต่างๆ (ร้อยละ) ประเมินจากภาพถ่ายมุมสูง

จังหวัด	สัดส่วนสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา; ประเมินจากการสำรวจด้วยโดรน (ร้อยละ)					
	การเกษตร	ที่พักอาศัย	โรงงาน	พื้นที่ว่างเปล่า	ท่าเทียบเรือเล็ก	ท่าเรือใหญ่
ชัยนาท	20	55	-	25	-	-
สิงห์บุรี	25	60	5	10	-	-
อ่างทอง	20	60	5	10	5	
พระนครศรีอยุธยา	10	65	5	5	15	
ปทุมธานี	5	65	15	5	10	
นนทบุรี	-	85	10	5	-	
กรุงเทพ ฯ	-	85	7.5	-	-	7.5
สมุทรปราการ	-	60	15	10	-	15

ผลการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำตลอดลำน้ำ

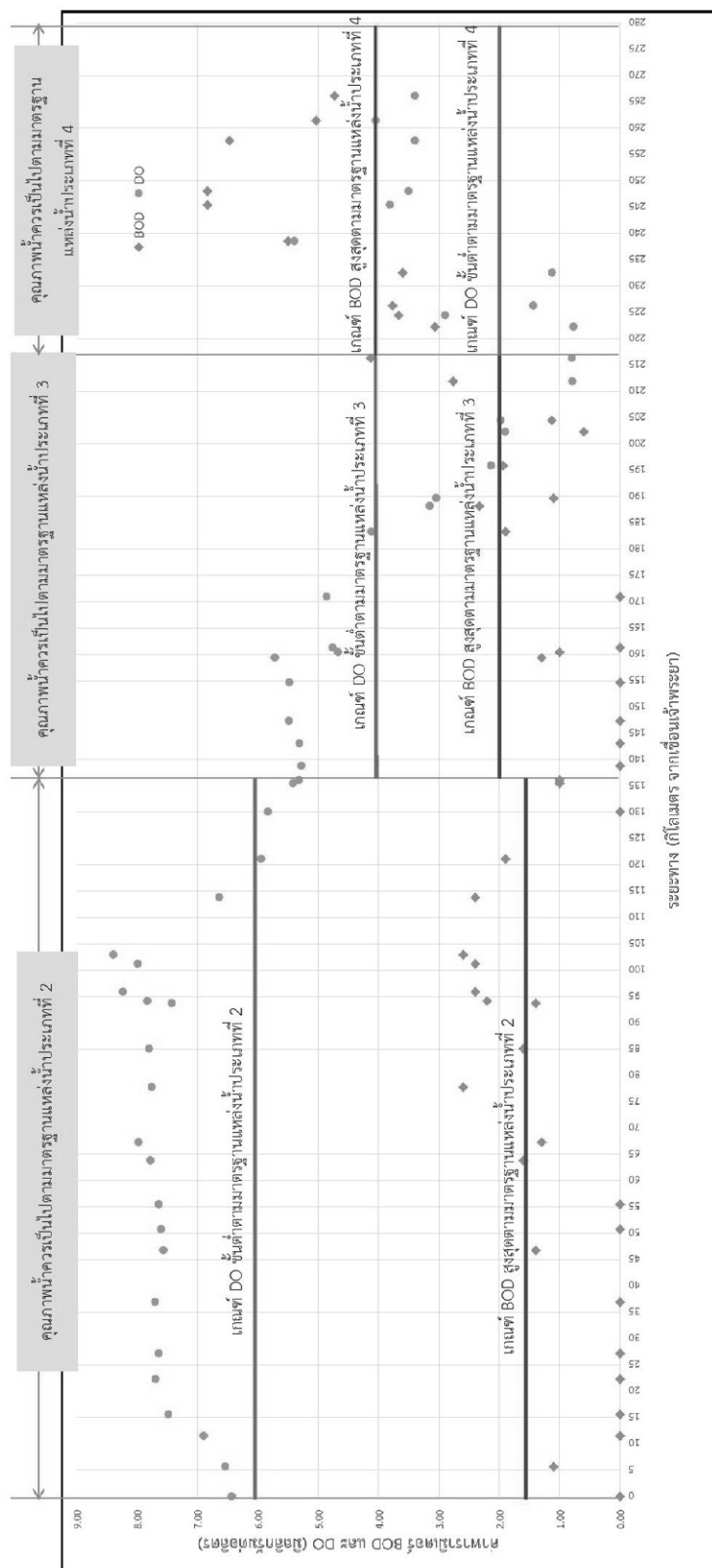
การศึกษานี้เป็นการศึกษาในหน้าแล้ง เพื่อหาข้อเท็จจริงการปนเปื้อนจากน้ำฝนชะล้างหน้าดินแล้วไหลลงสู่แม่น้ำ (nonpoint source contamination) โดยได้เก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2560 ตั้งแต่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยา ไปจนถึงบ่อมพระจุลจอมเกล้า จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทางประมาณ 270 กิโลเมตรเป็นการเก็บแบบ composite sample ในแนวโค้งตามความลึกของน้ำ กล่าวคือ เก็บน้ำที่ระดับผิวน้ำ ระดับกลางความลึก และเหนือท้องน้ำเล็กน้อย มาผสมในภาชนะ แล้วแบ่งใส่ขวดเก็บตัวอย่าง จำนวนจุดละประมาณ 2 ลิตร โดยในหนึ่งหน้าตัด มีการเก็บตัวอย่าง 3 ถึง 5 จุด ขึ้นอยู่กับความกว้างของแม่น้ำ ที่ตรงกลางแม่น้ำ และ ซ้าย - ขวา จากแนวกลาง โดยเก็บรักษาในภาชนะเก็บความเย็นจนกระทั่งลำเลียงมายังห้องปฏิบัติการ การประปานครหลวง และห้องปฏิบัติการเอกชน เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าปริมาณความสกปรกอินทรีย์ (BOD) รวมทั้ง มีการตรวจวัดคุณภาพ ณ จุดเก็บตัวอย่างด้วย พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด อาทิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ ค่าออกซิเจนละลาย (DO)

ผลการวิเคราะห์ค่า BOD และค่า DO ของน้ำ 50 จุดเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ช่วง ตามการแบ่งของกรมควบคุมมลพิษดังที่กล่าวมาแล้ว โดยได้แสดงเกณฑ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำในแต่ละช่วงตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินเพื่อเปรียบเทียบ อธิบายดังภาพที่ 5 มีรายละเอียดดังนี้

1) แม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน คุณภาพน้ำในช่วงต้นมีค่า DO สูงกว่าค่ากำหนดน้ำมีคุณภาพดีจนถึงประมาณ กม. 120 ซึ่งค่า DO ได้ลดลงต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาควบคู่กับค่า BOD พบว่าแม่น้ำตั้งแต่ กม. 75 ลงไปทางท้ายน้ำมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด เมื่อตรวจสอบพิกัดและเปรียบเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศ พบว่าช่วงที่คุณภาพของน้ำเสื่อมโทรมลงเริ่มตั้งแต่วัดบ้านหมี่ จังหวัดสิงห์บุรี – ที่ว่าการอำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี – วัดปรสาท ตำบลราชสถิตย์ จังหวัดอ่างทอง – โรงเรียนวัดตาลเจ็ดช่อ จังหวัดอ่างทอง – วัดต้นสน จังหวัดอ่างทอง – โรงพยาบาลอ่างทอง – วัดอัมพวัน จังหวัดอ่างทอง – วัดท่าสุทธาวาส จังหวัดอ่างทอง – บริเวณปากคลองบางหวาย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า BOD สอดคล้องกับการลดลงของค่า DO ที่อยู่ท้ายน้ำ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในแม่น้ำเพิ่มขึ้น (Metcalf & Eddy, 2003)

2) แม่น้ำเจ้าพระยาตอนกลาง แม้ว่าค่า DO ในช่วงปลายของเจ้าพระยาตอนบนจะลดลงแต่ค่า DO ยังคงสูงกว่าเกณฑ์กำหนดในช่วงนี้ซึ่งค่า BOD ของน้ำในช่วงนี้ต่ำมาก แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนสารอินทรีย์ลงสู่แม่น้ำน้อย ค่า DO ของน้ำจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึง กม. 160 ตามกระบวนการฟื้นฟูตามธรรมชาติของแม่น้ำ (Metcalf & Eddy, 2003) อย่างไรก็ตาม ค่า BOD ที่เพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันที่ กม. 159 บริเวณเรือนไทยกุ่มเฒ่า และท่าเรือวัดสนามชัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลงอย่างฉับพลันเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ค่า DO ของน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ กม. 183 บริเวณวัดลำแล จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นจุดสูบน้ำดิบของการประปานครหลวงต่อเนื่องมาถึงวัดฉาง วัดแม่ใหญ่ สะพานนนทบุรี สะพานพระรามสี่ วัดเชิงเลน ทำน่านนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี และพบค่า BOD ในน้ำสูงสุดในน้ำตัวอย่างจากบริเวณวัดวิมุตติยาราม กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีค่า BOD ถึง 4.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลต่อเนื่องให้ค่าออกซิเจนละลายต่ำวิกฤตลงไปถึง 0.78 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณทำน่านนนทบุรี วัดมุตติยาราม และสะพานสมเด็จพระปิ่นเกล้า ซึ่งค่า DO ระดับนี้ ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4

3) แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง จากภาพที่ 5 จะเห็นว่าน้ำในช่วงตั้งแต่ กม. 237 คือสะพานภูมิพล 1 จนถึงออกปากอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรปราการ มีค่า BOD ของน้ำเกิน 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า BOD สูงสุดที่บริเวณท่าเรือคลองเตย และบริเวณท้ายน้ำจุดบรรจบคลองเตย-เจ้าพระยา ซึ่งมีค่า BOD ถึง 6.83 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สิ่งที่ควรสังเกตคือ ค่า DO ของน้ำในช่วงนี้ยังมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และดีเกือบเทียบเท่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 แม่น้ำจะมีค่า BOD ในระดับสูง เมื่อพิจารณาจากพิกัดและภาพถ่ายทางอากาศ พบว่า จุดเก็บน้ำตัวอย่างดังกล่าวนี้อยู่ภายในช่วงที่ไหลผ่านบางกระเจ้า ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีต้นไม้หนาแน่น นำมาสู่สมมติฐานว่าป่าไม้มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายในน้ำ ทั้งนี้ เป็นประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มเติมในการศึกษาวิจัยลำดับต่อไป



ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่า BOD และ DO ของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา จำนวน 50 จุด จากเขื่อนเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท ถึง ป้อมพระจุลจอมเกล้า จังหวัดสมุทรปราการคิดเป็นระยะทางประมาณ 270 กิโลเมตร

งานวิเคราะห์และประเมินความสามารถในการรองรับความสกปรกอินทรีย์โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

ในการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 แบ่งเป็นสองส่วน คือ แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module: HD) และแบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Module) เพื่อวิเคราะห์ค่า BOD และค่า DO โดยมีขอบเขตด้านเหนือ (upper boundary) ที่เขื่อนเจ้าพระยา มีขอบเขตด้านท้ายน้ำ (lower boundary) ที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า โดยข้อมูลนำเข้าเพื่อปรับเทียบแบบจำลองและวิเคราะห์กรณีศึกษา ใช้ข้อมูลในหน้าแล้งจากกรมชลประทาน การท่าเรือแห่งประเทศไทย และการประปานครหลวง ครอบคลุมช่วงที่เก็บตัวอย่างน้ำคือ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2560 เมื่อทำการปรับเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ทั้งในส่วนของการจำลองการไหล และคุณภาพน้ำ (DO) ได้ผลที่ยอมรับได้แล้ว ผู้ศึกษาจึงได้ประเมินความสามารถในการรองรับน้ำเสียของแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้มาตรฐานคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา ตามประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่องกำหนดประเภทแหล่งน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นเกณฑ์ โดยข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ มีดังนี้

- ข้อมูลจำนวนประชากรในจังหวัดที่อยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ในปีทำการสำรวจและเก็บตัวอย่าง คือ ปี พ.ศ. 2560 จากกรมการปกครอง และข้อมูลประชากรคาดการณ์ ปี พ.ศ. 2565 2570 2580 โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และอัตราการผลิตน้ำเสีย ดังแสดงในตารางที่ 3

- ข้อมูลอัตราการผลิตน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละช่วงของแม่น้ำเจ้าพระยา และค่า BOD จากกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 4

โดยมีกรณีศึกษา ดังนี้

กรณีที่ 1 ประเมินสถานการณ์ปัจจุบัน และอนาคต เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น กล่าวคือพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า DO และ ค่า BOD ตลอดแม่น้ำเจ้าพระยา ในอนาคต คือ ปี พ.ศ. 2565 2570 และ 2580 เมื่อชุมชนมีการเติบโต จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น เทียบกับปี พ.ศ. 2560 โดยคิดอัตราการผลิตน้ำเสียของประชากร 215 ลิตรต่อคนต่อวัน มีค่า BOD 80 มิลลิกรัมต่อลิตร (ซึ่งเป็นค่าที่ประเมินจากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2549) ผลการวิเคราะห์ค่า DO และ BOD ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2560 และประชากรคาดการณ์ในอนาคต และอัตราการผลิตน้ำเสียจากชุมชน

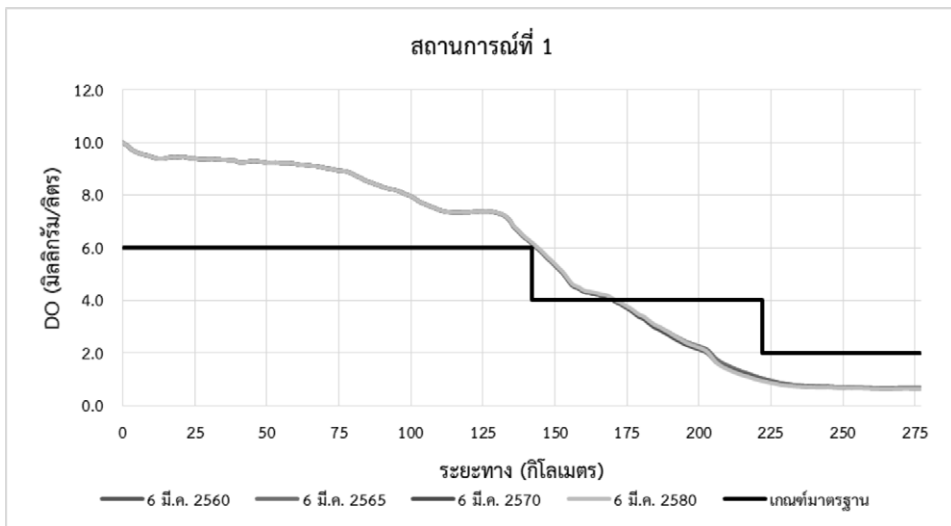
ลำดับ	จังหวัด	จำนวนประชากร (ล้านคน)				อัตราการผลิตน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อวินาที)			
		2560	2565	2570	2580	2560	2565	2570	2580
1	ชัยนาท	0.3127	0.3155	0.3150	0.3149	0.7781	0.7851	0.7839	0.7836
2	สิงห์บุรี	0.2029	0.2045	0.2043	0.2039	0.5049	0.5089	0.5084	0.5074
3	อ่างทอง	0.2576	0.2588	0.2577	0.2561	0.6410	0.6440	0.6413	0.6372
4	พระนครศรีอยุธยา ตอนบน	0.3385	0.3350	0.3296	0.3187	0.8423	0.8337	0.8201	0.7929
5	พระนครศรีอยุธยา ตอนล่าง	0.5077	0.5026	0.4943	0.4780	1.2634	1.2506	1.2301	1.1894
6	ปทุมธานี	1.4140	1.5253	1.6224	1.4002	3.5186	3.7956	4.0372	3.4842
7	นนทบุรี	1.5199	1.6713	1.8139	2.5743	3.7822	4.1589	4.5138	6.4060
8	กรุงเทพฯ มหานคร	8.1490	8.3103	8.3254	8.3528	37.7269	38.4736	38.5435	38.6704
9	สมุทรปราการ	1.9992	2.1701	2.3196	2.6155	9.2556	10.0468	10.7389	12.1086

ที่มา: Office of the National Economic and Social Development Board (2018)

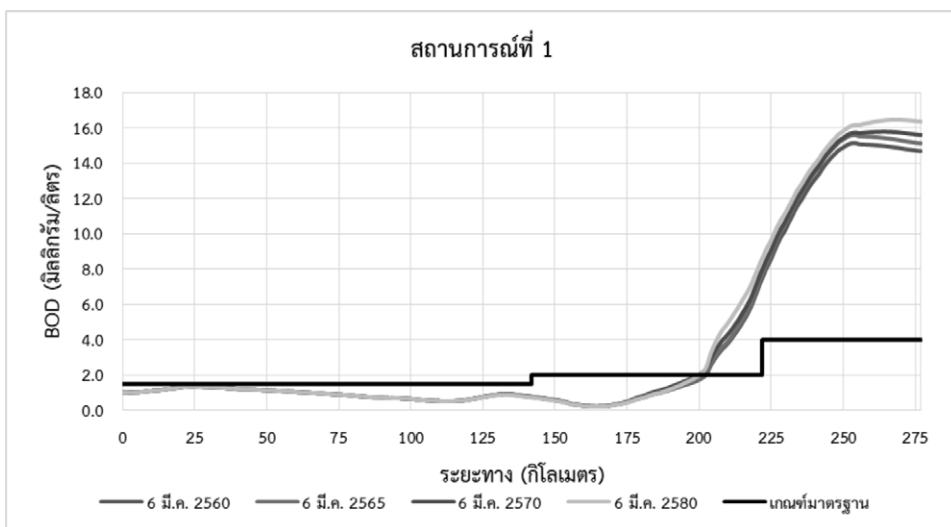
ตารางที่ 4 อัตราการผลิตน้ำเสียจากแต่ละกิจกรรมในแต่ละช่วงของแม่น้ำเจ้าพระยาและค่า BOD

กิจกรรมที่ผลิตน้ำเสีย	ช่วงลำน้ำ	จำนวน	หน่วย	อัตราการผลิตน้ำเสีย (ลบ.ม.ต่อวินาที)	BOD (มิลลิกรัมต่อลิตร)
อุตสาหกรรม	ตอนบน	169	แห่ง	0.106	120
	ตอนกลาง	516		0.323	680
	ตอนล่าง	4,935		3.084	170
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	ตอนบน	2,803	ไร่	0.357	29
	ตอนกลาง	20,353		2.591	29
	ตอนล่าง	84,739		10.789	29
ฟาร์มสุกร	ตอนบน	36,864	ตัว	0.006	2,500
	ตอนกลาง	127,528		0.022	2,500
	ตอนล่าง	154,616		0.027	2,500

ที่มา: Pollution Control Department (2016)



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า DO ตลอดลำน้ำ ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2565 พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2580 (กรณีศึกษาที่ 1)



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า BOD ตลอดลำน้ำ ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2565 พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2580 (กรณีศึกษาที่ 1)

กรณีที่ 2 ประเมินค่าความสกปรกที่แม่น้ำเจ้าพระยารับได้ในปัจจุบัน ในกรณีศึกษานี้ได้มีการลองผิดลองถูก (trial and error) เพื่อนำเข้าค่า BOD สูงสุดที่แม่น้ำเจ้าพระยารับได้ในแต่ละจังหวัด โดยไม่ทำให้คุณภาพน้ำมีคุณภาพเสื่อมโทรมลงไปกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ค่า BOD สูงสุดที่แม่น้ำรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการ trial ค่า BOD สูงสุดในแต่ละจังหวัดที่แม่น้ำเจ้าพระยารับได้ (กรณีศึกษาที่ 2)

ลำดับ	จังหวัด	ช่วงลำน้ำ	BOD สูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
1	ชัยนาท	ตอนบน	87
2	สิงห์บุรี	ตอนบน	120
3	อ่างทอง	ตอนบน	125
4	พระนครศรีอยุธยา ตอนบน	ตอนบน	119
5	พระนครศรีอยุธยา ตอนล่าง	ตอนกลาง	130
6	ปทุมธานี	ตอนกลาง	108
7	นนทบุรี	ตอนกลาง	30
8	กรุงเทพมหานคร	ตอนล่าง	15
9	สมุทรปราการ	ตอนล่าง	23

กรณีศึกษาที่ 3 ประเมินค่าความสกปรกที่แม่น้ำเจ้าพระยารับได้ โดยใช้เกณฑ์ที่เข้มงวดขึ้น กรณีศึกษานี้คล้ายกับกรณีศึกษาที่ 2 แต่ปรับเกณฑ์บังคับของคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนกลาง และตอนล่างให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ 3 ตามลำดับ เพื่อให้แม่น้ำมีคุณภาพดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ผลการลองผิดลองถูกได้ค่า BOD สูงสุดที่แม่น้ำรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 6

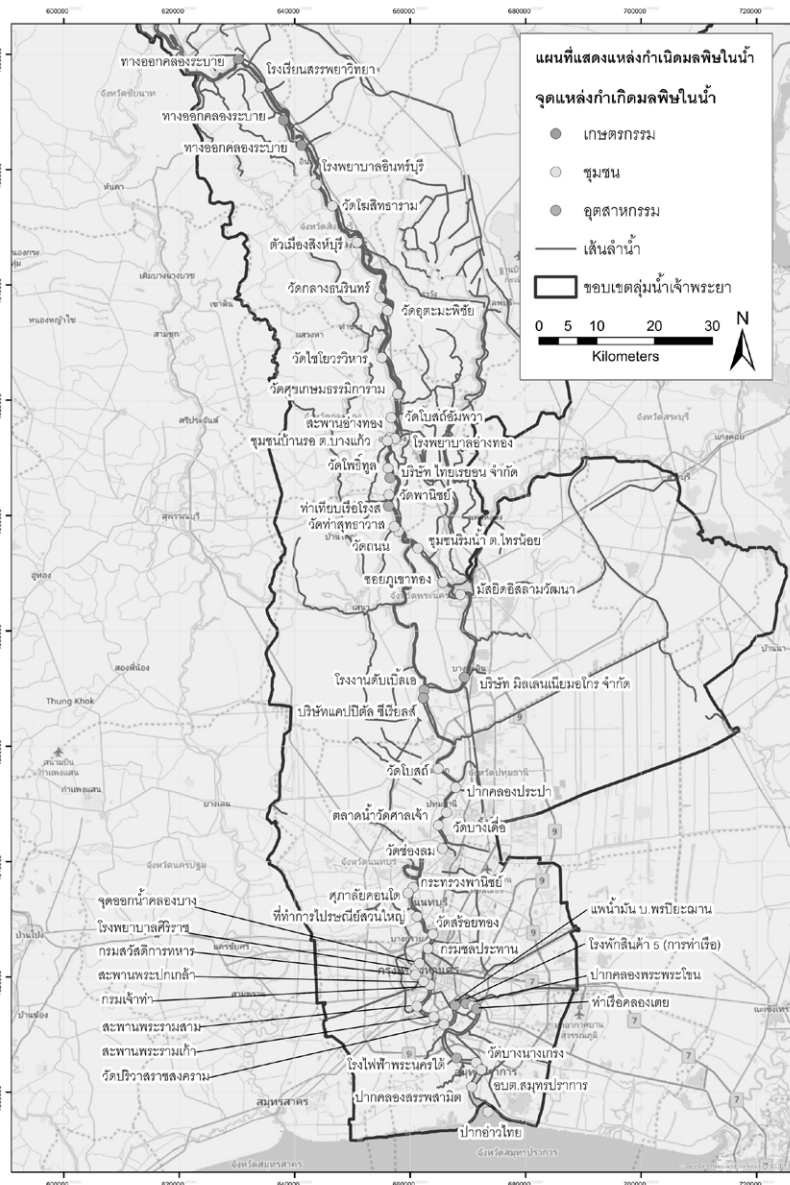
ตารางที่ 6 ผลการ trial ค่า BOD สูงสุดในแต่ละจังหวัดที่แม่น้ำเจ้าพระยารับได้ (กรณีศึกษาที่ 3)

ลำดับ	จังหวัด	ช่วงลำน้ำ	BOD สูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
1	ชัยนาท	ตอนบน	87
2	สิงห์บุรี	ตอนบน	120
3	อ่างทอง	ตอนบน	125
4	พระนครศรีอยุธยา ตอนบน	ตอนบน	119
5	พระนครศรีอยุธยา ตอนล่าง	ตอนกลาง	90
6	ปทุมธานี	ตอนกลาง	35
7	นนทบุรี	ตอนกลาง	5
8	กรุงเทพมหานคร	ตอนล่าง	4
9	สมุทรปราการ	ตอนล่าง	11

อภิปรายและวิจารณ์ผล

1. แหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนแบบ point source

จากภาพถ่ายทางอากาศและผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตลอดระยะทาง 270 กิโลเมตร ตั้งแต่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาท ผ่านจังหวัดสิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร จนออกอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรปราการ ในหน้าแล้งคือ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2560 สามารถประเมินจุดที่เป็นแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำ (point source) ได้ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แผนที่แสดงจุดที่มีศักยภาพในการปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และการยืนยันด้วยภาพถ่ายทางอากาศ พบว่า จุดที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษสารอินทรีย์สูงแหล่งน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ร้านอาหารริมแม่น้ำ วัด อาคารสถานที่ราชการที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำโดยตรง รวมทั้ง คลองสายต่างๆ ในกรุงเทพมหานครที่ไหลมาบรรจบแม่น้ำเจ้าพระยา จากข้อมูลสำมะโนประชากรปี พ.ศ. 2560 สามารถคำนวณปริมาณน้ำเสียที่ผลิตในแต่ละจังหวัดเมื่อคิดเป็นภาระของเสียที่ลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาพบว่าชุมชนเป็นแหล่งที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำมากที่สุด คือวันละประมาณ 292,473 กิโลกรัม BOD ต่อวัน ซึ่งจังหวัดที่มีประชากรมากเกินหนึ่งล้านคน ได้แก่ ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการ มีค่า BOD ในแม่น้ำเกินค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ส่งผลให้ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดต่ำลงจนเกินความสามารถของแม่น้ำในการฟื้นฟูตัวเองตามธรรมชาติ และทำให้แม่น้ำเจ้าพระยาไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ใด ๆ นอกจากการเป็นเส้นทางคมนาคมเท่านั้น หากในอนาคตยังไม่มีการควบคุมหรือบำบัดน้ำเสียจากชุมชนก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ย่อมทำให้คุณภาพน้ำต่ำลงไปกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงท้ายน้ำ

2. การประเมินศักยภาพแม่น้ำเจ้าพระยาในการรับของเสีย

ดังที่กล่าวข้างต้นว่า ชุมชนเป็นแหล่งกำเนิดของเสียที่ก่อภาระของเสียและมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นอย่างมาก พื้นที่ที่มีประชากรมาก ภาระของเสียชุมชนมาก ย่อมทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำในช่วงนั้นนั้นมีค่า BOD สูง ส่งผลให้ค่า DO ในช่วงท้ายน้ำต่ำลงอย่างต่อเนื่อง และส่งผลต่อประโยชน์การใช้น้ำ การศึกษานี้ได้ประเมินค่า BOD ในของเสียที่แม่น้ำในแต่ละจังหวัดรับได้ (คิดที่จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2560) กล่าวคือ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ พบว่า แม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนและตอนกลางยังสามารถรับความสกปรกได้มากกว่า 80 มิลลิกรัมต่อลิตร (ซึ่งเป็นค่าที่ประเมินจากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2549) กล่าวคือ จังหวัดชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยาตอนบน พระนครศรีอยุธยาตอนล่าง และปทุมธานี มีศักยภาพในการรองรับค่า BOD ของน้ำเสียที่ 87 120 125 119 130 และ 108 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่จังหวัดนนทบุรี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ต้องลดค่า BOD ลงจาก 80 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เหลือไม่เกิน 30 15 และ 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จึงจะทำให้ค่า DO และ BOD ของน้ำในแม่น้ำเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ

ทั้งนี้ หากต้องการให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ต้องเพิ่มความเข้มงวดในการควบคุมค่า BOD ของน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำยิ่งขึ้น ผู้ศึกษาจึงได้ใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ 3 สำหรับการประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงตอนกลางและตอนล่าง ตามลำดับ (ปัจจุบันนี้ แม่น้ำเจ้าพระยาตอนกลาง ใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 4) พบว่าต้องควบคุมการปล่อยของเสียที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำตั้งแต่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาตอนล่างลงไปยัง ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 90 35 5 4 และ 11 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งนับเป็นเกณฑ์ควบคุมที่เข้มงวดมาก และหากจำนวนประชากรในแต่ละจังหวัดเพิ่มจากปี พ.ศ. 2560 เกณฑ์ค่าความเข้มข้น BOD ที่อนุญาตให้แต่ละครัวเรือนปล่อยลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาจะต้องน้อยกว่าค่าที่ระบุข้างต้น ซึ่งการที่ไปสู่จุดนั้นได้ ต้องได้รับการสนับสนุนเชิงนโยบายหลายประการจากรัฐ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายสำคัญของประเทศที่ไหลผ่านพื้นที่หลายจังหวัดในที่ราบลุ่มภาคกลาง แม่น้ำเจ้าพระยาช่วงตั้งแต่ท้ายเขื่อนเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท ที่ไหลลงสู่อ่าวไทย ที่จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทางประมาณ 270 กิโลเมตรนั้น ในหน้าแล้งไม่มีน้ำฝนที่ไหลชะปุย ยาฆ่าแมลงจากท้องนาลงสู่แหล่งน้ำ แม่น้ำรับของเสียจากชุมชน อุตสาหกรรม เกษตรกรรม โดยภาระของเสียชุมชนมีมากที่สุด รวมทั้งลำน้ำประมาณ 292,473 กิโลกรัม BOD ต่อวัน ซึ่งสถานที่ที่มีศักยภาพในการปล่อยของเสียลงแม่น้ำเจ้าพระยาและมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำเป็นอย่างยิ่งได้แก่ วัด สถานที่ราชการ โรงเรียน โรงพยาบาล ร้านอาหาร และจุดบรรจบคลองต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร แม่น้ำช่วงใดไหลผ่านพื้นที่ชุมชนหนาแน่น ย่อมรับภาระของเสียมาก ส่งผลให้ค่า BOD ในน้ำเพิ่มสูงขึ้นทันทีและส่งผลต่อค่า DO ในช่วงท้ายน้ำลดลงสืบเนื่องจากการที่สิ่งมีชีวิตในน้ำและจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนในน้ำเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในน้ำนั่นเอง ทั้งนี้ การศึกษานี้ได้จัดทำแผนที่ความเสี่ยงการปนเปื้อนในหน้าแล้ง โดยระบุจุดที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนตลอดลำน้ำ ซึ่งหากไม่มีการควบคุมหรือกำหนดมาตรการใดๆ ย่อมส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดที่อยู่ท้ายน้ำ ซึ่งมีประชากรหนาแน่นกว่าในจังหวัดที่อยู่ต้นน้ำ

เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาตามเกณฑ์คุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งกรมควบคุมมลพิษแบ่งแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงที่ศึกษาออกเป็น 3 ช่วง แต่ละช่วงกำหนดค่า DO และ BOD สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การใช้ น้ำ สามารถประเมินค่า BOD จากจำนวนประชากรปี พ.ศ. 2560 ที่สภาพพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้ประเมินไว้ ค่า BOD ที่แม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงไหลผ่านจังหวัดชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยาตอนบน และตอนล่าง ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการรองรับได้ มีค่า 87 120 125 119 130 108 30 15 และ 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่หากต้องการยกระดับให้แม่น้ำเจ้าพระยาตอนกลางและตอนล่างมีคุณภาพดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ 1 ระดับ จำเป็นต้องมีการบังคับใช้กฎระเบียบควบคุมการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำที่เข้มงวดยิ่งขึ้น โดยค่า BOD ที่แม่น้ำเจ้าพระยารองรับได้ในช่วงที่ไหลผ่านจังหวัดชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยาตอนบน และตอนล่าง ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการรองรับได้ มีค่า 87 120 125 119 90 35 5 4 และค่า 11 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม ในแง่นโยบายระดับชาติ หน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับงานฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา อาทิ เช่น กรมควบคุมมลพิษ ควรพิจารณาปรับปรุงกฎระเบียบเกี่ยวกับการฟื้นฟูคุณภาพน้ำและรักษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง โดยคำนึงถึงจำนวนประชากรที่เปลี่ยนแปลงไปและมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยพิจารณาควบคุมในเชิงพื้นที่ ไม่ใช่แค่ตัวเลขสำหรับทั้งประเทศอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กล่าวคือ ควรเป็นค่าที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับจำนวนประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจในจังหวัดนั้น ในจังหวัดที่มีประชากรหนาแน่นหรือมีกิจกรรมที่อาจสร้างภาระของเสียจำนวนมาก ควรมีเกณฑ์ค่า BOD ที่เข้มงวดในระดับที่แม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงนั้นสามารถรองรับได้ เพื่อคงวัตถุประสงค์การใช้ น้ำทั้งในช่วงพื้นที่นั้นและสำหรับช่วงท้ายน้ำไม่ให้เสียไป นอกจากนี้ แต่ละบ้านควรร่วมมือกันในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น เพื่อลดค่าความสกปรกจากแต่ละครัวเรือนลงก่อนปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ รวมทั้ง แต่ละพื้นที่เมือง หรือจังหวัด ควรพิจารณาให้มีระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองหรือจังหวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดกรุงเทพมหานคร แม้ว่าจะมีระบบบำบัดน้ำเสียแต่จะเห็นว่ายังไม่เพียงพอต่อการ

รองรับน้ำเสียชุมชนที่เกิดขึ้น ทำให้ยังมีภาระค่า BOD ที่ลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาในระดับสูงมากจนส่งผลกระทบต่อแม่น้ำในช่วงจังหวัดสมุทรปราการและอ่าวไทยซึ่งอยู่ท้ายน้ำ

อนึ่ง ควรมีการสำรวจแหล่งกำเนิดน้ำเสียของแม่น้ำอื่นๆ ในแต่ละช่วงของแม่น้ำและประเมินความสามารถในการรองรับความสกปรกของแม่น้ำในแต่ละจังหวัดที่แม่น้ำไหลผ่าน ซึ่งมีจำนวนประชากร สภาพการใช้ที่ดินริมตลิ่ง และกิจกรรมทางเศรษฐกิจแตกต่างกัน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงกฎระเบียบ มาตรการในการฟื้นฟูและรักษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำเชิงจังหวัดหรือเชิงพื้นที่อย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- Danish Hydraulic Institute (DHI). (2011). MIKE 11 User Manual.
- Danish Hydraulic Institute (DHI). (2011). MIKE 11 Reference Manual.
- Mahasandana, K. (1995). *Predicting the quality of the Chao Phraya River with the mathematical model MIKE 11* [In Thai]. Master's Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok.
- Office of the National Economic and Social Development Board. (2018). The estimated population of Thailand, 2010 – 2040 [In Thai]. Retrieved February 14, 2018. from <http://social.nesdb.go.th/social/Portals/0/Documents/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%93%20e-book.pdf>
- Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*. New York: McGraw-Hill.
- Pollution Control Department. (1997). *Situation report and water pollution management, 1996 – 1997* [In Thai]. Bangkok: Pollution Control Printing.
- Pollution Control Department. (2014). *Measurement and monitoring of surface water quality manual* [In Thai].
- Pollution Control Department. (2016). *The Chao Phraya River Quality Decade ... Trends and Changes* [In Thai]. Retrieved April 1, 2016, From http://infofile.pcd.go.th/water/Chaopraya36_45.pdf?CFID=1270435&CFTOKEN=57786525
- Pilailar, S. & Somsuk, K. (2013). Wastewater treatment plant: Answer of deteriorated canal? Klong San Saeb Cast study [In Thai]. *Journal of Engineering*, 66(3), 42–56.
- Wongbiasajja, Y. (2007). *Integration between mathematical models and geographic information systems for water quality forecasting in the lower Chao Phraya River* [In Thai]. Master's Thesis, Mahidol University, Bangkok.