Received: 23/04/66 Revised: 22/05/66 Accepted: 23/05/66

การประยุกต์ใช้ผังการไหลของมลพิษในการจัดการคุณภาพน้ำคลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร

APPLICATION OF POLLUTION FLOW ANALYSIS IN WATER QUALITY MANAGEMENT AT SAEN SAEP CANAL, BANGKOK

จันทนี เตชะพิเชฐวงศ์ และ นิตย์ตะยา ผาสุขพันธุ์[a]
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
[a]ผู้รับผิดชอบหลัก (e-mail: nittapsp@gmail.com)
Jantanee Techapichetwong and Nittaya Pasukphun[a]
Faculty of Public Health Thammasat University
[a]Corresponding author (e-mail: nittapsp@gmail.com)

บทคัดย่อ

ปัจจุบันพื้นที่เขตมีนบุรี ของกรุงเทพมหานคร มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำในคลองเสื่อมโทรมลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ และคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ โดยประยุกต์ใช้ Material flow analysis ในการระบุแหล่ง ประเภทและเส้นทางของมลพิษในคลองแสนแสบ ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำในคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ ทั้ง 4 คลอง เมื่อเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูร้อนพารามิเตอร์ที่มีแนวโน้มลดลง คือ ค่า pH และ DO ส่วนค่า BOD COD TKN และ T-P มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาค่าคุณภาพน้ำทั้ง 4 คลอง พบว่า ค่า pH อยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำผิวดิน ค่า DO ของคลองพระราชดำริ 1 คลองสามวา และคลองบางชัน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนคลองเจ็ก ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และค่า BOD มีค่าเกินมาตรฐานทั้ง 4 คลอง และในคลองแสนแสบ พบว่า ค่า pH เท่ากับ 7.32 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำผิวดิน ค่า DO เท่ากับ 4.87 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า BOD เท่ากับ 6.45 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 จากการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA) พบว่า ปริมาณ DO ในฤดูหนาวและฤดูร้อน เหลือสะสมในคลองแสนแสบ 0.14 และ 1.79 ตันต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณ BOD COD TKN และ T-P ทั้งสองฤดูกาล ไม่เหลือตกค้างในคลองแสนแสบ ซึ่งถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำในคลอง โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าของสารมลพิษในระบบ คือ อัตราการไหลของน้ำในคลอง และกิจกรรมในพื้นที่ จากการวิเคราะห์การไหลของมลพิษ พบว่า คลองที่มีการไหลของมลพิษลงสู่คลองแสนแสบมากที่สุดคือ คลองพระราชดำริ 1 ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โรงเรียน แหล่งชุมชนไม่หนาแน่น รองลงมาคือ คลองสามวา ซึ่งพื้นที่มีลักษณะเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่น โดยมี โรงเรียน หมู่บ้านจัดสรร ตลาดสด และคมนาคม

คำสำคัญ: ผังการไหลของสาร, คลองสาขา, คลองแสนแสบ, มลพิษทางน้ำ

Abstract

Min Buri District in Bangkok is rapidly expanding economically. The number of people who have moved in to reside and work in the district is increasing, hence the higher water consumption. As a result, more wastewater is directly discharged from residences and business establishments into canals in the area, causing the degradation of the water quality. This research analyzed the water quality in the Saen Saep Canal and its branch canals, using Material Flow Analysis (MFA) to specify sources, types, and directions of pollution in the Saen Saep Canal. The results showed that when the season changed from winter to summer, the water quality parameters of the four branch canals that tended to rise were pH and DO, while BOD, COD, TKN, and T-P slightly increased or decreased. The result found that pH and DO of Pharajchadamri 1 canal Sam-Wa canal and Bang-Chan canal were within the normal range of the surface water source standard. While, the Chek canal was not in the standard and the BOD result of all 4 branches canal was over the standard. Regarding the Saen Saep Canal, it had a pH of 7.32, which was normal for surface water standards, a DO of 4.87 mg/L, a BOD of 6.45 mg/L, and was categorized as the Type 5 surface water source. The results from MFA also showed that the amounts of DO remaining in the Saen Saep Canal during winter and summer were 0.14 and 1.79 tons per day, respectively. Meanwhile, the amounts of BOD, COD, TKN, and T-P were not found remaining in the canal as they were released along with the flow. The factors contributing to the pollution index in the system included the discharge of streams and activities in the area. According to the pollution flow analysis, Ratchadamri 1 was the branch canal that discharged the most pollutants into the Saen Saep Canal since it flows through the dense community area with schools, housing developments, markets, and transportation.

Keywords: Material Flow Analysis, branch canal, Saen Saep Canal, water pollution

บทนำ

คลองแสนแสบเป็นคลองที่ประชาชนใช้ในการเดินทางทางน้ำของกรุงเทพมหานครชั้นใน นอกจากนี้ยังถูกใช้เป็นคลองระบายน้ำที่มีบทบาทสำคัญในการผลักดันน้ำจากกรุงเทพมหานครออกสู่แม่น้ำบางปะกงเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วม[1] ปัจจุบันคลองแสนแสบ จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 คือ เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคมเท่านั้น[2] ซึ่งคลองแสนแสบมีปัญหาในเรื่องคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงมากเนื่องจากถูกใช้เป็นที่รับน้ำจากท่อระบายน้ำและเครือข่ายคลองในเขตกรุงเทพมหานคร โดยในพื้นที่เขตมีนบุรี มีคลองสาขา 4 คลอง คือคลองพระราชดำริ 1 เป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรมทางการเกษตร คลองบางชัน จะรองรับน้ำจากนิคมอุตสาหกรรมบางชัน คลองสามวาและคลองเจ๊ก รองรับน้ำจากชุมชนเป็นหลักเนื่องจากเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่นมากที่สุด โดยคลองสาขาต่างๆ เป็นที่รองรับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน เขตพาณิชยกรรม เขตอุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่นๆ ทั้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย และที่ยัง

ไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ไหลลงบรรจบกับคลองแสนแสบ ทำให้คุณภาพของน้ำในคลองแสนแสบเสื่อมโทรมและมีค่าความสกปรกสูง รวมถึงการลุกล้ำที่ดินริมคลอง ทำให้คลองบางช่วงแคบลง และการตื้นเขิน เนื่องจากมีการทับถมของขยะมูลฝอยและวัชพืช เขตมีนบุรีตั้งอยู่ในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่อนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม ประชาชนโดยทั่วไปมีอาชีพเกษตรกรรม และบางส่วนยังคงใช้คลองเป็นเส้นทางคมนาคม บริเวณริมฝั่งคลองและลำรางดังกล่าวเป็นแหล่งเกษตรกรรม แหล่งพาณิชยกรรม แหล่งพักอาศัย และโรงงานอุตสาหกรรม จึงไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงปัญหามลพิษทางน้ำที่อาจจะเกิดขึ้นกับแหล่งน้ำได้ ประกอบกับปัจจุบันพื้นที่เขตมีนบุรี มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมบางชัน ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้าหลายแห่ง อีกทั้งยังเป็นจุดเชื่อมต่อและท่ารถโดยสารหลายเส้นทาง เพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนที่เข้ามาพักอาศัย และประกอบอาชีพในพื้นที่ ส่งผลให้น้ำเสียที่เกิดจากบ้านเรือนและสถานประกอบการไหลลงคลองต่างๆ โดยตรง ทำให้คุณภาพน้ำในคลองเสื่อมโทรมมากขึ้น อีกทั้งในพื้นที่เขตมีนบุรีมักได้รับเรื่องร้องเรียนจากประชาชนที่เกิดจากน้ำในคลองต่างๆ เน่าเสีย แต่ไม่สามารถระบุแหล่งที่มาของมลพิษดังกล่าวได้

ทฤษฎีการวิเคราะห์การไหลของสาร (Substance Flow Analysis, SFA หรือ Material Flow Analysis, MFA) เป็นทฤษฎีการวิเคราะห์หาปริมาณสารขาเข้าของแต่ละกระบวนการ (หน่วย) ย่อย และระบบรวมทั้งหมด หาปริมาณสารขาออกของแต่ละกระบวนการ (หน่วย) ย่อย และระบบรวมทั้งหมด หาปริมาณสารสะสม (สต๊อก) ในแต่ละกระบวนการ (หน่วย) ย่อย และระบบรวมทั้งหมด ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านน้ำเสีย เช่น การประเมินมลพิษทางน้ำในแม่น้ำและใช้แยกแยะแหล่งที่มาของมลพิษในแม่น้ำ[3-5] การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในแม่น้ำและในนาข้าว[6, 7] เป็นต้น

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ และคลองสาขา และใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis, MFA) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประเมินเส้นทางและแหล่งปลดปล่อยมลพิษที่มีแนวโน้มในการสร้างผลกระทบต่อคลองแสนแสบมากที่สุด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนและกำหนดนโยบายในการป้องกันและแก้ปัญหาคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบต่อไป

วิธีการศึกษา

1) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์การไหลของสาร (Material flow analysis : MFA) ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์อัตราการไหลของมลพิษจากคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ สำหรับการวิเคราะห์การไหลของมลพิษ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ระบบเข้า - ออก และการเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถแยกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ คือ

1.1 เลือกขอบเขตของพื้นที่ศึกษา (System boundary) ค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ และระยะเวลาที่สนใจจะศึกษาเก็บข้อมูล

1.2 อธิบายกระบวนการเข้า - ออกของค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำในคลอง

1.3 เก็บข้อมูล เช่น ปริมาณน้ำเข้า - ออก ประเภทแหล่งกำเนิด รวมถึงปริมาณสารมลพิษสู่คลองแสนแสบ

1.4 คำนวณกระแสการไหลของมลพิษ และนำค่าที่ได้ใส่ในไดอะแกรมของการวิเคราะห์การไหลของมลพิษเพื่อแสดงรูปแบบการไหลของมลสารด้วยโปรแกรม STAN 2 [8]

1.5 เขียนแผนผังเชิงปริมาณสรุปผลการวิเคราะห์ แสดงการไหลของสารทั้งระบบ ขอบเขตของสารขาเข้า (Input Flow) และสารขาออก (Output Flow) และกระบวนการที่เกี่ยวข้อง (Process)

2) พื้นที่วิจัย

ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ และคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ จำนวน 4 คลอง ในพื้นที่เขตมีนบุรี ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 คลองสามวา คลองเจ็ก และ คลองบางชัน รวมทั้งสิ้น 5 คลอง

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

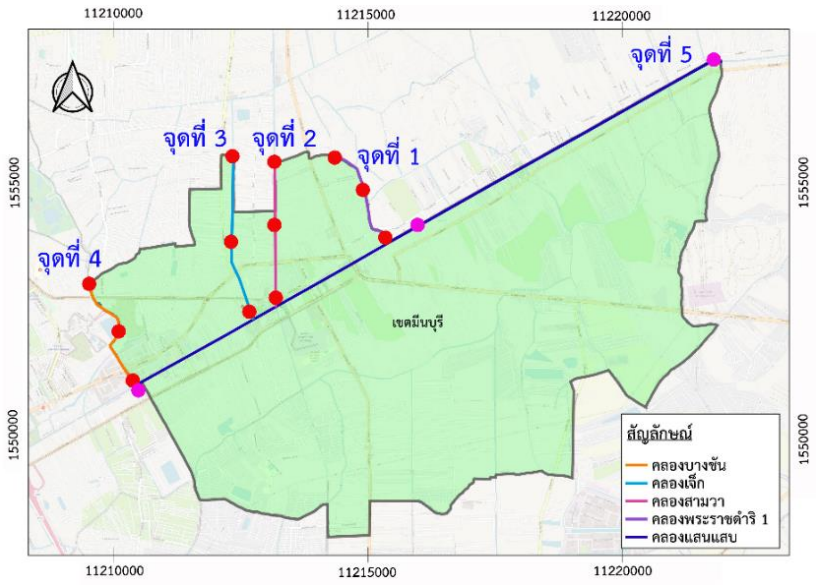
3.1 ข้อมูลจำนวนครัวเรือน และจำนวนประชากรปัจจุบัน ใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2563 จากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

3.2 ข้อมูลกิจกรรมในพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเสีย แบ่งเป็น ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน และสถานประกอบการอื่นๆ เช่น สถานประกอบการที่เข้าข่ายเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ร้านจำหน่ายอาหาร ตลาด เป็นต้น จากฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร

3.3 ข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ และคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ

4) จุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำในคลองแสนแสบ และคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ รวมทั้งสิ้น 5 คลอง โดยเก็บบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของแต่ละคลอง รวม 15 จุด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง

5) การวัดอัตราการไหลของน้ำในคลอง

คลองแสนแสบและคลองสามวา ใช้ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำจากสถานีตรวจวัดของสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร[2] คลองพระราชดำริ 1 คลองเจ็ก และคลองบางชัน ใช้วิธี Float method[9]

6) ระยะเวลาและวิธีการเก็บตัวอย่าง

ระยะเวลาที่ศึกษาคุณภาพน้ำพิจารณาในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแผนการควบคุมระดับน้ำโดยการเปิดบานระบายน้ำบางส่วนเต็มที่ เพื่อนำน้ำจากด้านนอกเข้ามาไว้ใช้ในการเกษตรและการไหลเวียนน้ำ และช่วยแก้ไขปัญหาน้ำในคลองเน่าเสีย[1] ทำการเก็บตัวอย่าง 5 คลอง คลองละ 3 จุด รวม 15 จุด โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2564 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2565 เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน American Public Health Association (APHA)[10] โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grab Sampling) นำไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ โดยมีพารามิเตอร์ด้านคุณภาพน้ำที่พิจารณา คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) บีโอดี (BOD) ซีโอดี (COD) ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P)

7) การวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล

7.1 เขียนผังการไหลของมลพิษ ในแต่ละคลอง เพื่อดูความสอดคล้องกับกิจกรรมของชุมชน

7.2 วิเคราะห์จุดปลดปล่อยมลพิษจากสมการการวัดแหล่งน้ำทิ้งโดยใช้ข้อมูลต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ

7.3 กำหนดสมการ และรวบรวมตัวแปรในแต่ละกระแสการไหลเข้าและออกจากคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ ดังสมการ[4]

$$Q_D C_D - Q_U C_U = \sum_{i=l}^{n} Li \qquad \text{.....(1)}$$

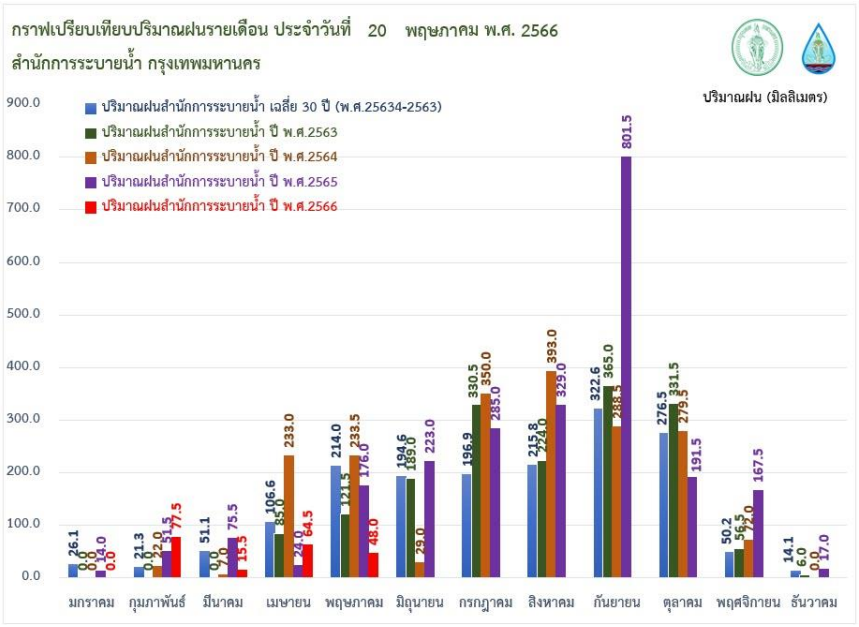
เมื่อ Q_D คือ อัตราการไหลของน้ำที่ปลายน้ำ (ลบ.ม./วินาที); C_D คือ ความเข้มข้นของมลพิษของน้ำในคลอง ปลายน้ำ (มก./ลิตร); Q_U คือ อัตราการไหลของน้ำที่ต้นน้ำ (ลบ.ม./วินาที); C_U คือ ความเข้มข้นของมลพิษของน้ำในคลอง ต้นน้ำ (มก./ลิตร); $\sum_{i=l}^{n} Li$ คือ ผลรวมทั้งหมดของ Loading (ตัน/วัน)

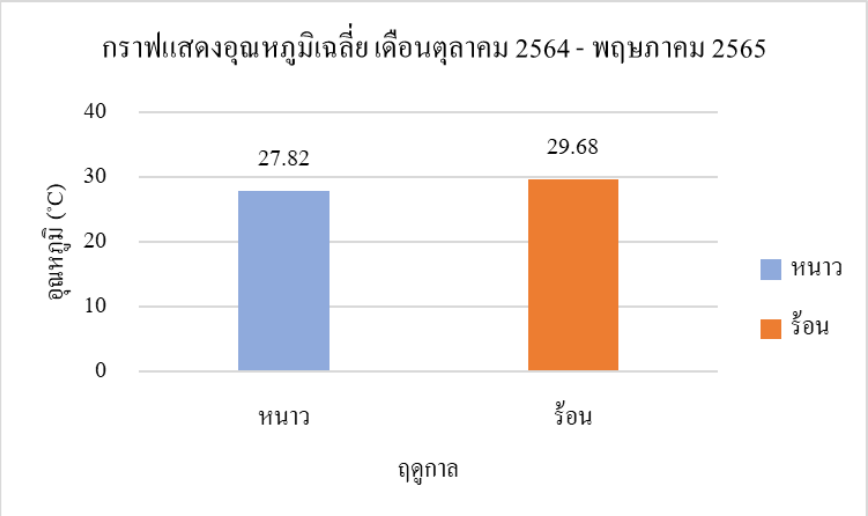
6.1 คำนวณกระแสการไหลของมลพิษ และนำค่าที่ได้ใส่ในไดอะแกรมของการวิเคราะห์การไหลของมลพิษเพื่อแสดงรูปแบบการไหลของมลสารด้วยโปรแกรม STAN 2[8]

ผลการศึกษา

1) ข้อมูลทั่วไปของแหล่งปลดปล่อยมลพิษ

- ข้อมูลฤดูกาล งานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาตามฤดูกาลของประเทศไทย [11] โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม - เมษายน) ซึ่งในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงแล้ง จึงมีปริมาณน้ำฝนต่ำ และมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27-29 องศาเซลเซียส โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร[12] และอุณหภูมิเฉลี่ยรายฤดูกาล แสดงดังภาพที่ 2





ภาพที่ 2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายฤดูกาลในช่วงที่ทำการศึกษา ปี 2563-2565[12, 13]

- ข้อมูลครัวเรือน (ข้อมูลในปี พ.ศ. 2563)

เขตมีนบุรี มีพื้นที่ 63.64 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนครัวเรือน ทั้งหมด 61,665 หลังคาเรือน แบ่งเป็น แขวงมีนบุรี จำนวน 47,346 หลังคาเรือน และแขวงแสนแสบ จำนวน 14,319 หลังคาเรือน มีประชากร ทั้งหมด 142,197 คน แบ่งเป็น แขวงมีนบุรี จำนวน 97,012 คน และแขวงแสนแสบ จำนวน 45,185 คน[14] โดยคลองพระราชดำริ 1 คลองสามวา คลองเจ็ก และคลองบางชัน อยู่ในพื้นที่แขวงมีนบุรี

- ข้อมูลกิจกรรมในพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเสีย

(1) ภาคเกษตรกรรม

เขตมีนบุรี มีประชากรประกอบอาชีพเกษตรกรรม ร้อยละ 24.96 หรือประมาณ 1,309 ครัวเรือน มีพื้นที่ประกอบอาชีพด้านการเกษตร ทั้งหมด 6,191 ไร่ แบ่งเป็น แขวงมีนบุรี พื้นที่ทั้งหมด 854 ไร่ ประกอบด้วย นาข้าว 448 ไร่ ไม้ผล 47 ไร่ หญ้าปูสนาม 211 ไร่ และประมง เลี้ยงปลา (เบญจพรรณ) 148 ไร่ และแขวงแสนแสบ พื้นที่ทั้งหมด 5,337 ไร่ ประกอบด้วย นาข้าว 3,572 ไร่ ไม้ผล 193 ไร่ หญ้าปูสนาม 1,035 ไร่ และประมง เลี้ยงปลา (เบญจพรรณ) 537 ไร่[15] โดยคลองพระราชดำริ 1 เป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรมทางการเกษตร ได้แก่ นาข้าว และสวนผลไม้ ประกอบกับมีพื้นที่ติดต่อกับแขวงทรายกองดิน เขตคลองสามวา ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่นาข้าวขนาดใหญ่

(2) ภาคอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมในเขตมีนบุรี มีทั้งหมด 134 แห่ง แบ่งเป็น แขวงมีนบุรี 104 แห่ง และแขวงแสนแสบ 30 แห่ง โดยเป็นโรงงานที่อยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมบางชัน 36 แห่ง[(16)] ซึ่งนิคมอุตสาหกรรมบางชันไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง ดังนั้น โรงงานแต่ละแห่งจึงต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียของตนเองเพื่อบำบัดน้ำทิ้งให้ได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำที่ระบายออกนอกโรงงาน ก่อนปล่อยสู่รางระบายน้ำรวมและไหลลงสู่คลองบางชัน

(3) ภาคครัวเรือน

เขตมีนบุรี มีพื้นที่ 63.64 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนครัวเรือน ทั้งหมด 61,665 หลังคาเรือน แบ่งเป็น แขวงมีนบุรี จำนวน 47,346 หลังคาเรือน และแขวงแสนแสบ จำนวน 14,319 หลังคาเรือน มีประชากร ทั้งหมด 142,197 คน แบ่งเป็น แขวงมีนบุรี จำนวน 97,012 คน และแขวงแสนแสบ จำนวน 45,185 คน[14] โดยคลองพระราชดำริ 1 คลองสามวา คลองเจ็ก และคลองบางชัน อยู่ในพื้นที่แขวงมีนบุรี

(4) สถานประกอบการอื่นๆ

จากฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร มีสถานประกอบการอื่นๆ ที่อยู่ในแนวคลองแสนแสบ ได้แก่ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง 22 แห่ง ห้างสรรพสินค้า 7 แห่ง ร้านจำหน่ายอาหาร 6 แห่ง โรงพยาบาล 3 แห่ง และตลาด 1 แห่ง โดยคลองแสนแสบจะมีสถานประกอบการที่อยู่ริมคลองมากที่สุด รองลงมา คือ คลองสามวา ซึ่งมีห้างสรรพสินค้าและตลาดอยู่ในแนวคลอง

2) ข้อมูลคุณภาพน้ำ

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแสนแสบ และคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ รวมทั้งสิ้น 5 คลอง โดยเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของแต่ละคลอง รวม 15 จุด เดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 5 เดือน ตั้งแต่

เดือนธันวาคม พ.ศ.2564 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2565 เมื่อแบ่งการศึกษาตามฤดูกาลของประเทศไทย[11] สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม - เมษายน) มีรายละเอียดดังนี้

(1) ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำ

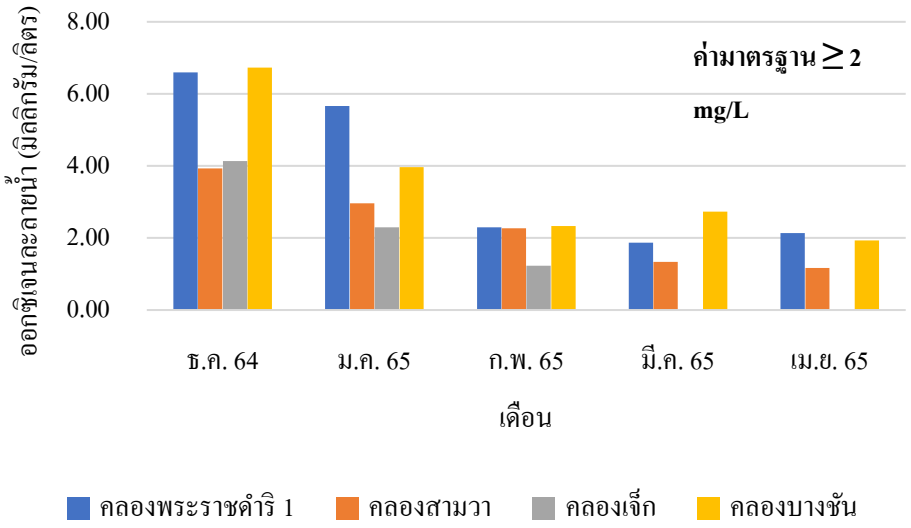
จากการศึกษาอัตราการไหลของน้ำในคลอง พบว่า ในฤดูหนาว และฤดูร้อน อัตราการไหลของน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน โดยคลองที่มีอัตราการไหลของน้ำสูงสุดคือ คลองแสนแสบ รองลงมาคือ คลองสามวา คลองพระราชดำริ 1 คลองบางชัน และคลองเจ็ก ตามลำดับ โดยอัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 10.82, 7.36, 6.20, 5.18 และ 1.01 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในฤดูหนาว และ 10.51, 7.15, 6.15, 5.02 และ 1.00 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในฤดูร้อน ตามลำดับ โดยคลองบางชัน มีอัตราการไหลที่ปลายน้ำต่ำกว่าต้นน้ำ เนื่องมาจากลักษณะของช่วงปลายน้ำเป็นทางน้ำเปิดกว้าง มีหน้าตัดของคลองบางชันกว้าง 7-27 เมตร ประกอบกับปลายคลองอยู่ใกล้กับประตูระบายน้ำจึงทำให้อัตราการไหลลดลง และคลองสามวา ในฤดูร้อนมีค่าอัตราการไหลที่ปลายน้ำต่ำกว่าต้นน้ำเช่นกัน เนื่องมาจากบริเวณคลองสามวามีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม มีการขุดบ่อพักน้ำขนาดใหญ่ภายในคลอง ซึ่งอาจกีดขวางการไหลของน้ำ และทำให้อัตราการไหลลดลง

(2) คุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ และคลองสาขาที่ไหลลงสู่คลองแสนแสบ

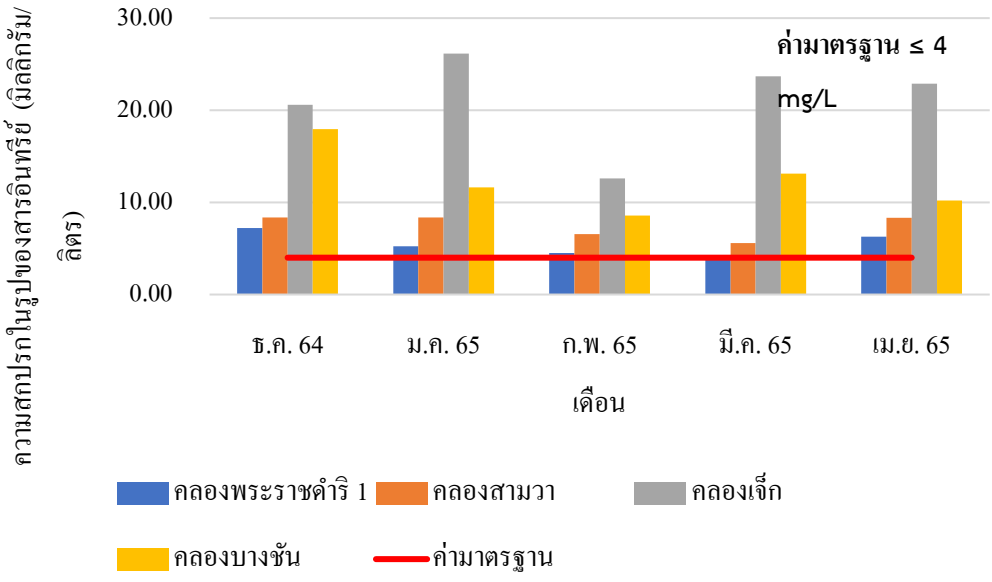
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณคลองต่าง ๆ คุณภาพของแหล่งน้ำในแต่ละคลอง พบว่า คุณภาพน้ำของทุกคลองมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 4[17] และพบว่า คลองเจ็ก มีค่าการปนเปื้อนสารอินทรีย์ในน้ำประกอบด้วย ค่าบีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส มีค่าสูง ซึ่งมีผลต่อค่าออกซิเจนละลายทำให้มีค่าน้อย เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณคลองเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่นมากที่สุด โดยมีโรงเรียน หมู่บ้านจัดสรร หอพัก บ้านเช่า อยู่ตลอดแนวคลอง รองลงมาคือ คลองสามวา คลองบางชัน คลองพระราชดำริ 1 และคลองแสนแสบ

เมื่อพิจารณาอัตราการไหลของน้ำในคลอง พบว่า คลองแสนแสบ มีอัตราการไหลของน้ำมากที่สุด รองลงมาคือ คลองสามวา คลองพระราชดำริ 1 คลองบางชัน และคลองเจ็ก ตามลำดับ หากพิจารณาคุณภาพน้ำจากผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.05 - 7.42 ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) อยู่ในช่วง 0 - 5.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) อยู่ในช่วง 5.00 - 23.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) อยู่ในช่วง 29.62 - 76.39 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) อยู่ในช่วง 4.80 - 17.82 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อน แต่พบว่าค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P) อยู่ในช่วง 0.3 - 1.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 3 และ 4 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์โดยเฉพาะการใช้สารซักฟอกในชีวิตประจำวัน และช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในฤดูร้อน คลองต่าง ๆ มีการเจือจางต่ำ เนื่องจากไม่มีการเจือจางโดยน้ำฝน โดยคลองเจ็ก คุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมมากที่สุด รองลงมาคือ คลองบางชัน คลองสามวา คลองแสนแสบ และคลองพระราชดำริ 1 ตามลำดับ ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในคลอง มีความสอดคล้องกับลักษณะและกิจกรรมในพื้นที่ โดยคลองเจ็ก มีความเสื่อมโทรมมากที่สุด ซึ่งมีพื้นที่เป็นแหล่งชุมชนหนาแน่น โดยมี โรงเรียน หมู่บ้านจัดสรร หอพัก บ้านเช่า เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ประกอบกับมีอัตราการไหลของน้ำในคลองต่ำที่สุด รองลงมาคือ คลองบางชัน เป็นบริเวณที่มีพื้นที่แหล่งชุมชนไม่หนาแน่น และนิคมอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ และมีอัตราการไหลของน้ำในคลองค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ คลองสามวา ที่มีพื้นที่แหล่งชุมชน

หนาแน่น โรงเรียน หมู่บ้านจัดสรร ตลาดสด คลองพระราชดำริ เป็นบริเวณที่มีพื้นที่เกษตรกรรม โรงเรียน และแหล่งชุมชนไม่หนาแน่น และคลองแสนแสบ มีพื้นที่เป็นเกษตรกรรม แหล่งชุมชนทั้งหนาแน่นและไม่หนาแน่น โรงเรียน หมู่บ้านจัดสรร หอพัก บ้านเช่า สถานประกอบการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น สถานที่จำหน่ายอาหาร ห้างสรรพสินค้า รวมถึงนิคมอุตสาหกรรม และมีอัตราการไหลของน้ำค่อนข้างดี จึงทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมรองลงมาตามลำดับ ค่ามลพิษในคลองแสนแสบ และคลองสาขา



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าแสดงค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)[18]



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD)[18]

(3) การวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA)

1. การคำนวณกระแสการไหลของมลพิษ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จึงได้นำค่าที่ได้ มาคำนวณกระแสการไหลของมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณกระแสการไหลของมลพิษ

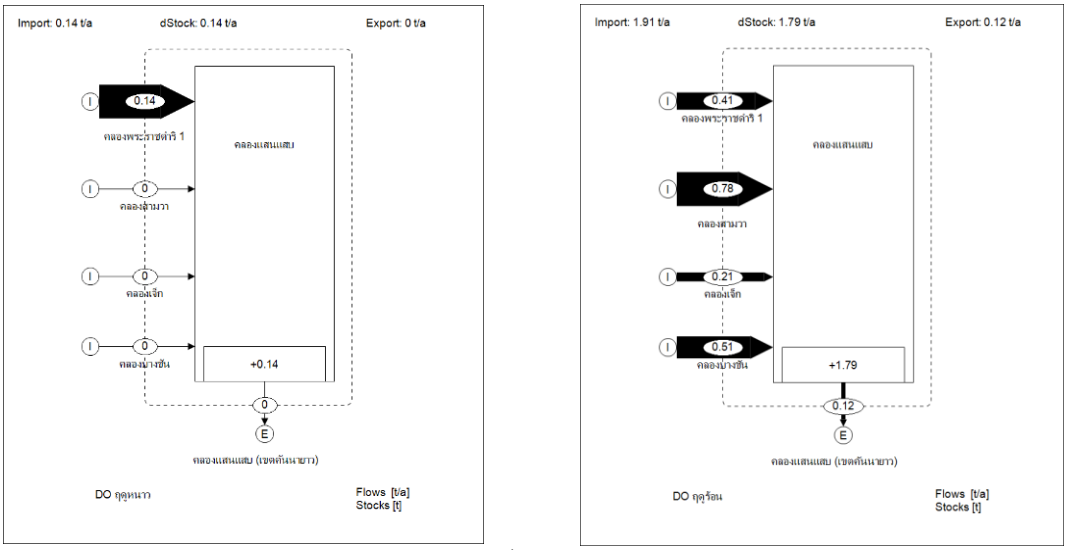
ฤดูกาล	ชื่อคลอง	อัตราการไหลเฉลี่ยของแหล่งน้ำ (ลบ.ม./วินาที)	การไหล(ตัน/วัน)	ค่าภาระมลพิษ (Loading) (ตัน/วัน)			
			DO	BOD	COD	TKN	T-P
ฤดูหนาว (ธันวาคม – กุมภาพันธ์)	คลองพระราชดำริ 1	6.20	0.14	2.43	4.57	2.23	0.11
	คลองสามวา	7.36	-0.02	2.28	4.45	0.41	0.01
	คลองเจ็ก	1.01	-0.08	0.03	-0.78	-0.20	-0.04
	คลองบางชัน	5.18	-0.91	-0.48	-4.07	-1.67	-0.24
	คลองแสนแสบ	10.82	-2.39	7.84	23.84	10.23	0.56
ฤดูร้อน (มีนาคม – เมษายน)	คลองพระราชดำริ 1	6.15	0.41	1.12	3.07	2.42	0.12
	คลองสามวา	7.15	0.78	1.28	1.09	0.55	0.02
	คลองเจ็ก	1.00	0.21	-1.11	-1.94	-0.34	-0.05
	คลองบางชัน	5.02	0.51	-0.31	-2.26	-1.48	-0.11
	คลองแสนแสบ	10.51	0.12	6.90	23.80	7.79	0.68

2. การวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA)

จากขอบเขตพื้นที่ศึกษา เมื่อนำค่าได้จากการคำนวณดังตารางที่ 1 ใส่ในไดอะแกรมของการวิเคราะห์การไหลของมลพิษ ในโปรแกรม STAN 2 (กรณีที่ค่าติดลบ จะแทนค่าศูนย์) เพื่อทำการวิเคราะห์การไหลของมลพิษในคลอง จะได้การไหลของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การไหลของค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในฤดูหนาว พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 0.14 ตันต่อวัน คลองสามวา คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยเคลื่อนไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 0 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ 0.14 ตันต่อวัน และในฤดูร้อน พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 0.41 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 0.78 ตันต่อวันคลองเจ็ก เท่ากับ 0.21 ตันต่อวัน และคลองบางชัน เท่ากับ 0.51 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยเคลื่อนไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 0.12 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ 1.79 ตันต่อวัน ดังแสดงในแผนผังการไหลในภาพที่ 5

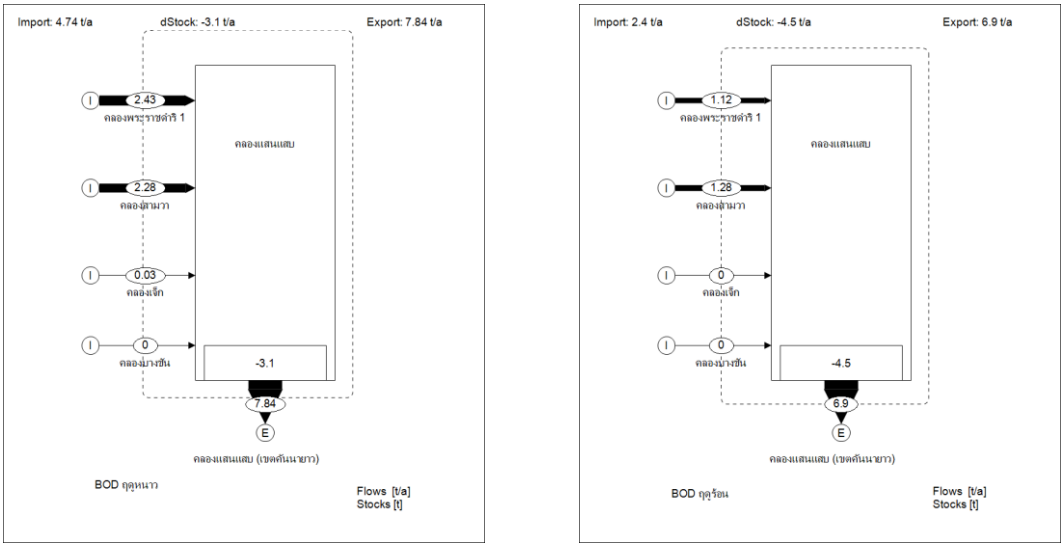
ปกติอัตราการไหลของแหล่งน้ำมีผลต่อการละลายของออกซิเจนในน้ำ[19] โดยออกซิเจนเข้าสู่น้ำโดยการดูดซึมโดยตรงจากชั้นบรรยากาศ ด้วยการไหลของน้ำอย่างรวดเร็วหรือเป็นผลพลอยได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช อุณหภูมิของน้ำและปริมาตรของน้ำที่เคลื่อนที่อาจส่งผลต่อระดับออกซิเจนในน้ำ จึงพบว่าออกซิเจนละลายได้ง่ายกว่าในน้ำเย็นกว่าน้ำอุ่น[20] สอดคล้องกับผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ ที่พบว่า ค่าการละลายของออกซิเจนในฤดูหนาวมีค่าการละลายมากกว่าในช่วงฤดูร้อน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอัตราการไหลของคลองสาขาในการศึกษาครั้งนี้มีอัตราการไหลของคลองสาขาในช่วง 2 ฤดูไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่พบว่าแต่ละคลองสาขามีอัตราการไหลของน้ำในคลองแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อใช้ MFA ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยใช้อัตราการไหลของน้ำเป็นตัวพิจารณาร่วมสำหรับเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์อื่นๆ พบว่า คลองสาขาที่มีอัตราการไหลที่เร็วกว่าสามารถเคลื่อนมวลออกซิเจนไปได้มากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าภาระอินทรีย์และอุณหภูมิมีแนวโน้มในการลดการเคลื่อนมวลออกซิเจนในน้ำเช่นกัน



ภาพที่ 5 ไดอะแกรมการไหลของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

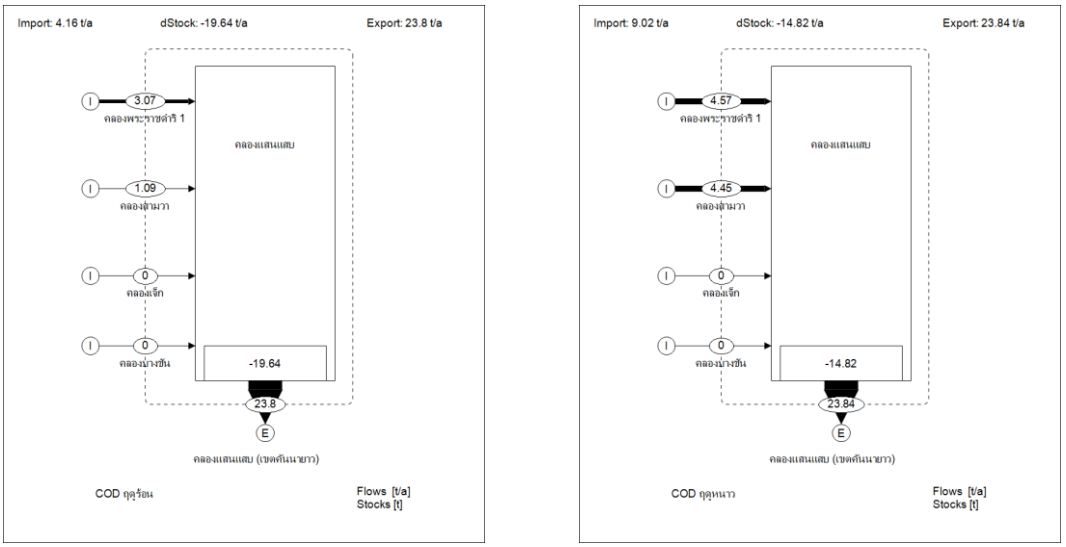
2.2 ความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ในฤดูหนาว พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 2.43 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 2.28 ตันต่อวัน คลองเจ็ก เท่ากับ 0.03 ตันต่อวัน และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 7.84 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -3.1 ตันต่อวัน และในฤดูร้อน พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 1.12 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 1.28 ตันต่อวัน คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 6.9 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -4.5 ตันต่อวัน ดังแสดงในแผนผังการไหลในภาพที่ 3 ค่าที่ติดลบดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า BOD ถูกระบายทิ้งไปกับการไหลของน้ำมากกว่าที่รับเข้ามา

ในคลอง เนื่องมาจาก คลองแสนแสบมีอัตราการไหลของน้ำมากกว่าคลองสาขาทั้ง 4 คลอง ส่งผลให้ไม่มีปริมาณ BOD เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบเลย



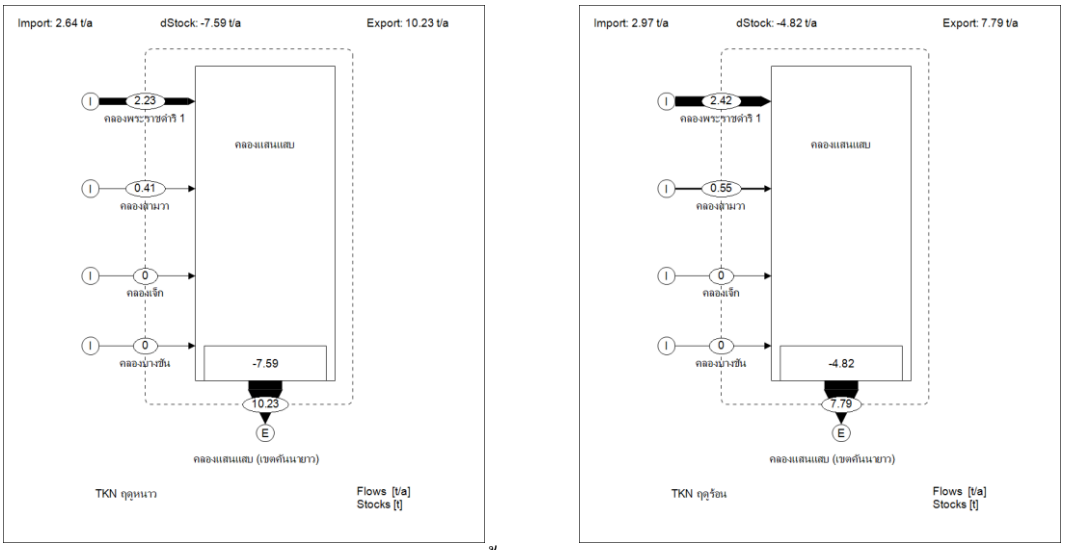
ภาพที่ 6 ไดอะแกรมการไหลของความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

2.3 การไหลของค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand, COD) ในฤดูหนาว พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 4.57 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 4.45 ตันต่อวัน คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 23.84 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -14.82 ตันต่อวัน และในฤดูร้อน พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 3.07 ตันต่อวัน, คลองสามวา เท่ากับ 1.09 ตันต่อวัน คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 23.8 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -13.64 ตันต่อวัน ดังแสดงในแผนผังการไหลในภาพที่ 4 ค่าที่ติดลบดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า COD ถูกระบายทิ้งไปกับการไหลของน้ำมากกว่าที่รับเข้ามาในคลอง ซึ่งมีเหตุผลของอัตราการไหลของน้ำในคลองแสนแสบที่มากกว่าคลองสาขา เช่นเดียวกับ BOD



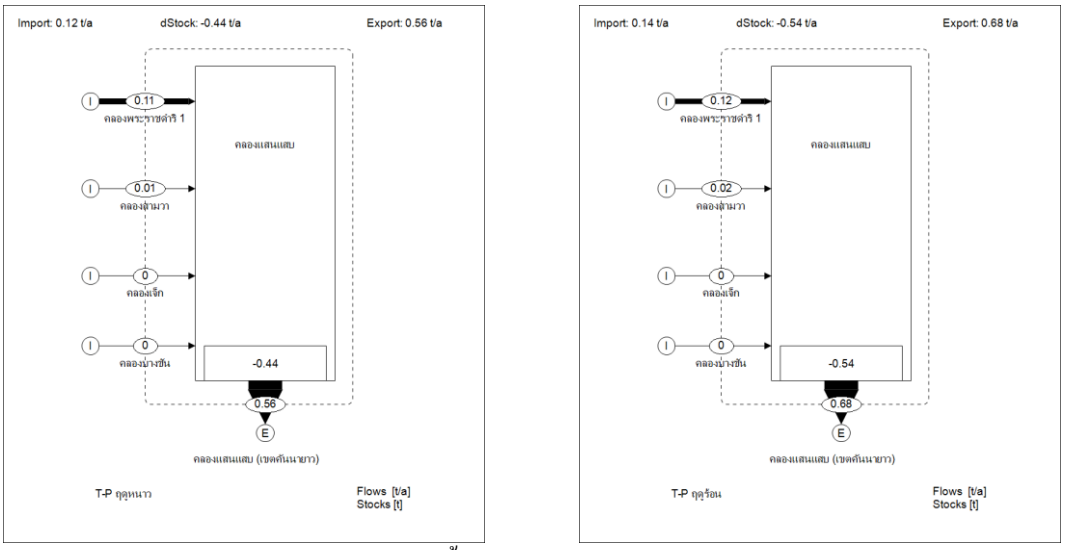
ภาพที่ 7 ไดอะแกรมการไหลของค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

2.4 การไหลของปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ในฤดูหนาว พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 2.23 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 0.41 ตันต่อวัน คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 10.23 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -7.59 ตันต่อวัน และในฤดูร้อน พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 2.42 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 0.55 ตันต่อวัน คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 7.79 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -4.82 ตันต่อวัน ดังแสดงในแผนผังการไหลในภาพที่ 5 ซึ่งได้ค่าติดลบเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุผลจากอัตราการไหลของน้ำ ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนถูกระบายทิ้งไปกับกระแสการไหลของน้ำ และไม่มีเหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ



ภาพที่ 8 ไดอะแกรมการไหลของปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด (TKN)) ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

2.5 การไหลของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P) ในฤดูหนาว พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 0.11 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 0.01 ตันต่อวัน คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 0.56 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -0.44 ตันต่อวัน และในฤดูร้อน พบว่า สารขาเข้าจากคลองทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 เท่ากับ 0.12 ตันต่อวัน คลองสามวา เท่ากับ 0.02 ตันต่อวัน คลองเจ็ก และคลองบางชัน เท่ากับ 0 ตันต่อวัน และสารขาออก มีหนึ่งทาง คือ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ เท่ากับ 0.68 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ เท่ากับ -0.54 ตันต่อวัน ดังแสดงในแผนผังการไหลในภาพที่ 6 จะให้เห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสก็มีค่าติดลบเช่นกันด้วยเหตุผลเดียวกันกับค่าอื่น ๆ คือ คลองแสนแสบมีอัตราการไหลของน้ำสูงสุด สารมลพิษจึงถูกระบายไปกับกระแสการไหลของน้ำและไม่เหลือค้างในคลองแสนแสบ



ภาพที่ 9 ไดอะแกรมการไหลของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P) ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

จากการศึกษาการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA) พบว่า คลองพระราชดำริ 1 มีปริมาณสารมลพิษไหลเข้าสู่คลองแสนแสบมากที่สุด รองลงมาคือ คลองสามวา โดยคลองพระราชดำริ 1 มีกิจกรรมหลักในพื้นที่เป็นกิจกรรมทางการเกษตร ส่วนคลองสามวามีกิจกรรมหลักในพื้นที่ คือ เป็นพื้นที่แหล่งชุมชนหนาแน่น และการคมนาคม

อภิปรายผล

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลอง โดยทำการเก็บตัวอย่าง เป็นเวลา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2564 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2565 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูหนาวและฤดูร้อน ผลการวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับฤดูกาล กล่าวคือค่า pH ในฤดูร้อนมีค่าต่ำกว่าฤดูหนาว แต่ยังอยู่ในช่วง 7.05 - 7.42 รวมถึงค่า BOD และค่า COD ในฤดูร้อนมีค่าต่ำกว่าฤดูหนาว เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำในคลองที่ช้าลงทำให้เกิดการเจือจางของสารอินทรีย์และจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งค่า BOD อยู่ในช่วง 5 - 23.28 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า COD 29.62 - 76.39 มิลลิกรัมต่อลิตร สอดคล้องกับการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการบำบัดที่แตกต่างกันต่อคุณภาพน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบ พบว่า หลังการบำบัดมาแล้ว 3 6 และ 9 วัน ค่า BOD อยู่ในช่วง 6.4 - 16.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยระยะเวลา 3 ถึง 6 วัน ค่าบีโอดีจะสูง แต่ระยะเวลา 6 ถึง 9 วัน ค่าบีโอดีกลับลดต่ำลง และน้ำเสียมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินคือ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร [20] สำหรับค่า DO ที่มีแนวโน้มลดลงในฤดูร้อน เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดต่ำลง ค่า DO อยู่ในช่วง 0 - 5.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ ค่า TKN และ ค่า T-P ฤดูกาลมีผลต่อการปนเปื้อนเพียงเล็กน้อย แต่จะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมหรือการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ริมคลอง ซึ่งค่า TKN และ ค่า T-P อยู่ในช่วง 4.80 - 17.82 และ 0.3 - 1.53 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยคลองเจ็ก มีค่ามลพิษสูงสุด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีชุมชนหนาแน่น จึงได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งชุมชนที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การซักล้างที่มีน้ำยาล้างจาน ผงซักฟอก เป็นต้น ทำให้คุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรม

มากที่สุด รองลงมาคือ คลองบางชัน คลองสามวา คลองแสนแสบ และคลองพระราชดำริ 1 ตามลำดับ ซึ่งแปรผันตรงกับอัตราการไหลของน้ำในคลอง โดยคลองที่มีอัตราการไหลของน้ำสูงสุดคือ คลองแสนแสบ รองลงมาคือ คลองสามวา คลองพระราชดำริ 1 คลองบางชัน และคลองเจ็ก ตามลำดับ โดยอัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 10.82, 7.36, 6.20, 5.18 และ 1.01 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในฤดูหนาว และ 10.51, 7.15, 6.15, 5.02 และ 1.00 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในฤดูร้อน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า อัตราการไหลของน้ำในคลองมีผลต่อคุณภาพน้ำในคลอง สอดคล้องกับผลการศึกษาการวิเคราะห์การไหลในคลองมหาชัยและคลองหลวง จ.สมุทรสาคร เมื่อมีการเพิ่มอัตราการไหลเวียนน้ำออกจากคลอง จะช่วยพัฒนาคุณภาพน้ำรวมทั้งเพิ่มปริมาณน้ำที่ช่วยพัดพาตะกอนได้มากขึ้น[21]

จากผลการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA) และผลของการคำนวณกระแสการไหลของมลพิษ พบว่า ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในฤดูหนาว ของคลองพระราชดำริ 1 มีปริมาณ DO 0.14 ตันต่อวัน ไหลเข้าสู่คลองแสนแสบ ส่วนคลองสามวา คลองเจ็กและคลองบางชัน มีค่าอัตราการไหลของน้ำต่ำ ทำให้น้ำในคลองมีระยะเวลาผ่านคลองยาวนานกว่าคลองอื่น ๆ สามารถเกิดกระบวนการบำบัดทางธรรมชาติได้ จึงทำให้มี DO เหลือค้างอยู่ในคลองแสนแสบ 0.14 ตันต่อวัน แต่ในฤดูร้อน คลองสาขาทั้ง 4 คลอง ได้แก่ คลองพระราชดำริ 1 คลองสามวา คลองเจ็กและคลองบางชัน มีปริมาณ DO 0.41 0.78 0.21 และ 0.51 ตันต่อวัน ตามลำดับ ไหลเข้าสู่คลองแสนแสบ มี DO เหลือค้างอยู่ในคลองแสนแสบ 1.79 ตันต่อวัน ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหลือให้สิ่งมีชีวิตใช้ในการหายใจของฤดูร้อนมากกว่าฤดูหนาว ในขณะที่ สารมลพิษอื่น ๆ ได้แก่ ค่า BOD ค่า COD ค่า TKN และค่า T-P ในฤดูหนาว พบว่า คลองพระราชดำริ 1 คลองสามวา และคลองเจ็ก (เฉพาะค่า BOD) มีปริมาณสารมลพิษไหลเข้าสู่คลองแสนแสบ และในฤดูร้อน พบว่า คลองพระราชดำริ 1 และคลองสามวา มีปริมาณสารมลพิษไหลเข้าสู่คลองแสนแสบ ส่วนคลองเจ็กและคลองบางชัน ไม่มีสารมลพิษไหลเข้าสู่คลองแสนแสบเลย โดยกระแสการไหลที่ส่งผลต่อปริมาณสารมลพิษที่เข้าสู่คลองแสนแสบมากที่สุด 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมทางการเกษตร รองลงมาคือ พื้นที่แหล่งชุมชนหนาแน่น และการคมนาคม เมื่อสารมลพิษขาเข้าน้อย จึงทำให้ไม่มีสารมลพิษเหลือค้างอยู่ในคลองแสนแสบ ทั้งนี้เนื่องจากค่า Loading ของคลองเจ็กและคลองบางชัน มีค่าความเข้มข้นของสารมลพิษที่ปลายน้ำน้อยกว่าต้นน้ำ โดยปกติแล้วค่าความสกปรกในแหล่งน้ำจะมีค่าเพิ่มขึ้นบริเวณปลายน้ำเนื่องจากการปลดปล่อยมลสารสะสมมาจากต้นน้ำ[4] และเมื่อพิจารณาค่าอัตราการไหลของน้ำในคลองที่ พบว่า คลองเจ็กมีค่าอัตราการไหลของน้ำต่ำที่สุด ทำให้น้ำในคลองมีระยะเวลาผ่านคลองยาวนานกว่าคลองอื่นๆ สามารถเกิดกระบวนการบำบัดทางธรรมชาติได้ และคลองบางชันมีค่าอัตราการไหลที่ปลายน้ำต่ำกว่าต้นน้ำ เนื่องจากลักษณะของช่วงปลายน้ำเป็นทางน้ำเปิดกว้าง ทำให้อัตราการไหลลดลง จึงส่งผลให้ค่า loading ที่คำนวณได้ของปลายน้ำมีค่าต่ำ และค่ามลพิษที่ได้ติดลบและอาจเกิดจากน้ำนั้นสามารถปรับสภาพตัวเองโดยจะมีการทำความสะอาดมลสาร (Pollutants) ต่าง ๆ ให้มีความเข้มข้นน้อยลงและกลับมามีออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มมากขึ้น[22] ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นการทำความสะอาดตัวเองของลำน้ำ (self-purification of natural waters) โดยสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งจะนำของเสียที่มีอยู่ในน้ำเสียออกมาใช้เป็นอาหาร ทำให้ลำน้ำนั้นสะอาดขึ้นมาอีกครั้ง ดังนั้นหากปริมาณสารอินทรีย์ปะปนในแหล่งน้ำมากเท่าใด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำก็จะถูกนำไปใช้มากยิ่งขึ้นจึงมีผลทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง[23] หรือวัชพืชที่อยู่ในแหล่งน้ำ เช่น ผักตบชวา และจอก ช่วยในการบำบัดสารมลพิษที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ จึงส่งผลต่อค่ามลพิษมีการเปลี่ยนแปลงไประหว่างต้นน้ำกับปลายน้ำ โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาประสิทธิภาพของผักตบชวาและจอกในการบำบัด

น้ำเสียชุมชนด้วยระบบการ[24] พบว่าผักตบชวาและจอก ซึ่งเป็นพืชลอยน้ำ สามารถบำบัดฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด บีโอดี ไขมันและน้ำมัน แบคทีเรียทั้งหมด บำบัดได้ในช่วงร้อยละ 27.07-69.23 และเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำได้ร้อยละ 15.56 - 17.29 และงานวิจัยโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งใช้ผักตบชวาบำบัดน้ำเสียในบึงมักกะสัน กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ผักตบชวาสามารถดูดซับโลหะหนัก และธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืชในน้ำเสียได้[25] และค่าสารมลพิษต่างๆ ออกจากระบบโดยถูกระบายทิ้งไปตามการไหลของกระแสน้ำ ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับแผนการควบคุมระดับน้ำของสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนธันวาคมถึงเมษายน) ซึ่งจะเปิดบานระบายน้ำบางส่วนเต็มที่ เพื่อนำน้ำจากด้านนอกเข้ามาไว้ใช้ในการเกษตรและการไหลเวียนน้ำ ทำให้มีการไหลของน้ำในคลองแสนแสบอย่างต่อเนื่อง สารมลพิษจึงถูกเจือจางและระบายออกไปตามการไหลของกระแสน้ำ โดยไม่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ ซึ่งในช่วงเวลาที่มีการศึกษากระแสการไหลของน้ำจะระบายจากคลองแสนแสบผ่านคลองต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร และไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าของสารมลพิษในระบบ คือ อัตราการไหลของน้ำในคลอง และกิจกรรมในพื้นที่ จากการวิเคราะห์การไหลของมลพิษ พบว่า คลองที่มีการไหลของมลพิษลงสู่คลองแสนแสบมากที่สุดคือ คลองพระราชดำริ 1 ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โรงเรียน แหล่งชุมชนไม่หนาแน่น และมีอัตราการไหลเฉลี่ย เท่ากับ 6.20 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลเฉลี่ยเป็นอันดับ 3 รองจากคลองแสนแสบและและคลองสามวา รองลงมาคือ คลองสามวา มีอัตราการไหลเฉลี่ย เท่ากับ 7.36 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งพื้นที่มีลักษณะเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่น โดยมี โรงเรียน หมู่บ้านจัดสรร ตลาดสด และมีอัตราการไหลของน้ำเป็นอันดับ 2 รองจากคลองแสนแสบ ส่วนคลองที่คลองที่มีการไหลของมลพิษลงสู่คลองแสนแสบน้อยที่สุดคือ คลองเจ็ก ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่แหล่งชุมชนหนาแน่น โดยมี โรงเรียน หมู่บ้านจัดสรร หอพัก บ้านเช่า และมีอัตราการไหลของน้ำน้อยที่สุด รองลงมาคือ คลองบางชัน เป็นบริเวณที่มีพื้นที่แหล่งชุมชนไม่หนาแน่น และนิคมอุตสาหกรรม และมีอัตราการไหลของน้ำน้อยรองจากคลองเจ็ก ประกอบกับคลองเจ็กและคลองบางชัน มีค่าอัตราการไหลที่ปลายน้ำต่ำกว่าต้นน้ำ จึงอาจส่งผลให้มีการกำจัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ (Self purification) เนื่องจากในน้ำจะมีจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียชนิดที่ใช้ออกซิเจน ทำหน้าที่กำจัดสารมลพิษในน้ำเสียอยู่แล้วโดยธรรมชาติ การย่อยสลายสารมลพิษที่เป็นสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียทำให้ลดการเน่าเสียของน้ำได้ หรือวัชพืชที่อยู่ในแหล่งน้ำ เช่น ผักตบชวาและจอก ช่วยในการบำบัดสารมลพิษที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ จึงส่งผลต่อค่าสารมลพิษมีการเปลี่ยนแปลงไประหว่างต้นน้ำกับปลายน้ำ ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับแผนการควบคุมระดับน้ำของสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนธันวาคมถึงเมษายน) ซึ่งจะเปิดบานระบายน้ำบางส่วนเต็มที่ เพื่อนำน้ำจากด้านนอกเข้ามาไว้ใช้ในการเกษตรและการไหลเวียนน้ำ และช่วยแก้ไขปัญหาน้ำในคลองเน่าเสีย ทำให้มีการไหลของน้ำในคลองแสนแสบอย่างต่อเนื่อง สารมลพิษจึงถูกระบายออกไปตามการไหลของกระแสน้ำ โดยไม่เหลือตกค้างอยู่ในคลองแสนแสบ

จากการผลศึกษาการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis: MFA) พบว่า แหล่งมลพิษหลักที่ไหลเข้าสู่คลองแสนแสบ คือ คลองพระราชดำริ 1 โดยมีกิจกรรมทางการเกษตรเป็นกิจกรรมหลักของพื้นที่ รองลงมาคือ คลองสามวา ซึ่งมีกิจกรรมหลักในพื้นที่ คือ เป็นพื้นที่แหล่งชุมชนหนาแน่น และการคมนาคม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องในการอนุเคราะห์การวิจัย และผู้สนับสนุนทุกท่านที่ทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. กทม.มั่นใจพร้อมบริหารจัดการน้ำเหนือคลองแสนแสบด้านตะวันออก [Internet]. 2561 [cited 30 พฤศจิกายน 2563]. Available from: https://dds.bangkok.go.th/content/prnews/detail.php?id=3728&type=2.
2. สำนักจัดาการคุณภาพน้ำ.ข้อมูลคุณภาพน้ำคลองเฉลี่ยรายปี [Internet]. 2563 [cited 30 พฤศจิกายน 2563]. Available from: https://wqmo.blogspot.com/p/blog-page_28.html.
3. Schaffner M. Applying a Material Flow Analysis Model to Assess River Water Pollution and Mitigation Potentials A Case-Study in the Thachin River Basin, Central Thailand. Bern, Switzerland.: University of Bern; 2007.
4. Jain ck, bhatia kks, seth sm. Assessment of point and non-point sourcesof pollution using a chemical mass balance approach. 1998.
5. ณพ สัยละมัย. การวิเคราะห์กระแสการไหลของไนโตรเจนในจังหวัดราชบุรีและจังหวัดสมุทรสาครบริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลอง: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2556.
6. วรรณิภา น้อยบุญญะ. การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในแม่น้ำแม่กลอง: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2551.
7. จันทร์จิรา ช่ออังชัญ. การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในระบบนาข้าว : กรณีศึกษานาข้าว ริมน้ำกว๊านพะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา; 2555.
8. Cencic O, Rechberger H. Material Flow Analysis with Software STAN 2008 [Available from: https://www.stan2web.net/.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ESTIMATES OF WATER FLOW [Internet]. 1945 [cited 10 ธันวาคม 2564]. Available from: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705e/x6705e03.htm.
10. APHA, AWWA, and WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,18th(ed.). American Public Health Association1985.
11. กรมอุตุนิยมวิทยา.ฤดูกาลของประเทศไทย [Internet]. 2565 [cited 8 ธันวาคม 2565]. Available from: https://www.tmd.go.th/.
12. สำนักระบายน้ำ. กราฟเปรียบเทียบปริมาณฝนรายเดือน [Internet]. 2566 [cited 20 พฤษภาคม 2566]. Available from: https://dds.bangkok.go.th/rain_graph.php.
13. WeatherUndergraound.Bangkok Thailand Weather History [Internet]. [cited 20 พฤษภาคม 2566]. Available from: https://www.wunderground.com/history/monthly/th/bangkok/VTBD/date/2022-4.

14. กรมการปกครอง.ระบบสถิติทางการทะเบียน [Internet]. 2563 [cited 28 พฤศจิกายน 2565]. Available from: https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/mainpage.
15. สำนักงานเกษตรพื้นที่ 1.แผนพัฒนาการเกษตร ระดับตำบลมีนบุรี-แสนแสบ ปี 2563 [Internet]. 2563 [cited 10 ธันวาคม 2565]. Available from: http://bangkok.doae.go.th/minburi/?page_id=449.
16. กรมโรงงาน.ข้อมูลโรงงาน [Internet]. 2565 [cited 10 ธันวาคม 2565]. Available from: https://www.diw.go.th/webdiw/s-data-fac/.
17. กรมควบคุมมลพิษระกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. 2537.
18. สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล กรุงเทพมหานคร. แผนปฏิบัติราชการกรุงเทพมหานคร ประจำปี พ.ศ.2565. 2565. p. 28.
19. Water on the web.Stream Flow [Internet]. 2008 [cited 22 พฤษภาคม 2566]. Available from: https://waterontheweb.org/under/waterquality/flow.html.
20. บริษัท นีโอนิคส์ จำกัด.ออกซิเจนในน้ำ [Internet]. 2021 [cited 22 พฤษภาคม 2566]. Available from: https://www.neonics.co.th/dissolved-oxygen/oxygen-in-water.html.
21. อิสริยะ ริยะขัน. การบำบัดน้ำเสียด้วยอีเอ็มก้อน: กรณีศึกษาน้ำเสียตัวอย่างจากคลองแสนแสบ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์; 2556.
22. ไอศวรรย์ ชั้นกาญจน์ และคณะ. การวิเคราะห์สภาพการไหลในคลองมหาชัยและคลองหลวง จ.สมุทรสาคร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14. 2552:1287-92.
23. วีณา รองจะโปะ. การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักทรัพยากร อพ.สธ. – กฟผ. เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2562.
24. สิริแข พงษ์สวัสดิ์ และคณะ. การศึกษาคุณภาพน้ำ และปริมาณแร่ธาตุบางชนิดบริเวณเหนือและภายในท่อน้ำพุร้อนของอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรีระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2556:179-94.
25. สุทธิดา พุทไธสง, ปวีณา แอบเพชร, รวินิภา ศรีมูล. ประสิทธิภาพของผักตบชวาและจอกในการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบการปลูกแบบไร้ดินจำลอง. Journal of Science and Technology Mahasarakham University. 2564.
26. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษ.การศึกษาวิจัยโครงการปรับปรุงบึงมักกะสัน [Internet]. 2530. Available from: http://web.ku.ac.th/nk40/kasem1.htm.