บทที่ 5

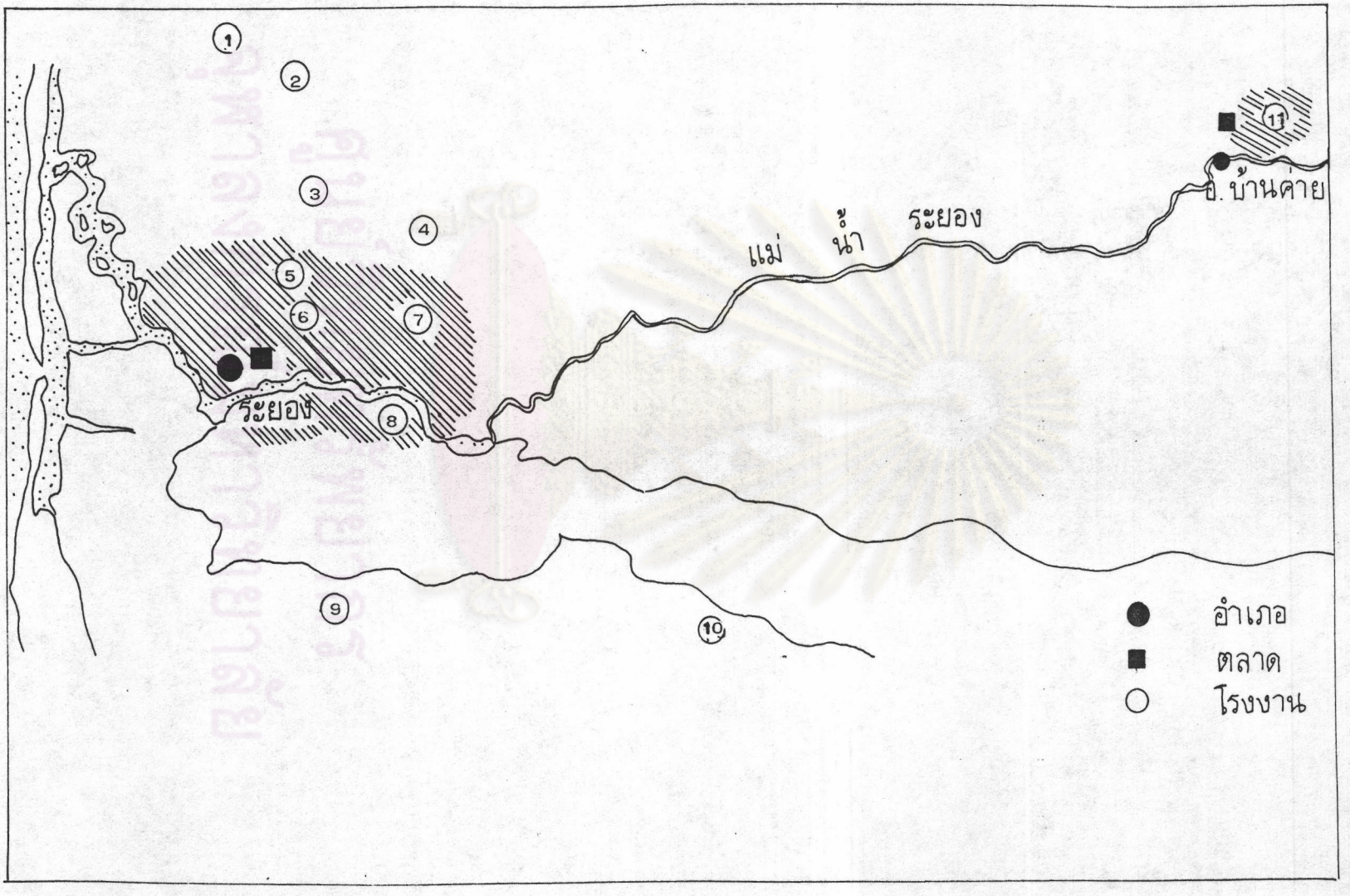
ผลการวิเคราะห์และการวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้กับลุ่มแม่น้ำระยองทั้งทางกายภาพและทางเคมี

ในการศึกษาเรื่องผลกระทบของปริมาณสารอินทรีย์ต่อคุณภาพแม่น้ำระยองนี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้กับแม่น้ำระยอง จำนวนทั้งสิ้น 11 โรงงาน โดยอาศัยข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับที่ตั้งของโรงงานจาก กองสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2527-2528 ดังได้แสดงแผนผังการตั้งโรงงานไว้ในรูปที่ 5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนี้ได้เก็บเป็นจำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนธันวาคม 2528 และเดือนมีนาคม 2529 จุดที่เก็บน้ำทิ้ง คือ จุดที่น้ำทิ้งถูกระบายออกจากท่อระบายน้ำหลังจากที่น้ำทิ้งได้รับการบำบัดแล้วสำหรับโรงงานที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย และจุดที่ระบายน้ำทิ้งออกจากท่อระบายน้ำก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ สำหรับโรงงานที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย สำหรับข้อมูลผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมนี้ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นถึงผลจากการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้กับแม่น้ำระยอง จำนวน 11 โรงงาน ซึ่งมีโรงงานผลิตแป้งข้าวเหนียว 2 โรงงาน โรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว 3 โรงงาน โรงงานผลิตยางพารา 4 โรงงาน และโรงงานน้ำหวานและไอสครีมอีกประเภทละ 1 โรงงาน ซึ่งค่าดัชนีคุณภาพน้ำของน้ำทิ้งของโรงงานแต่ละประเภทจะแตกต่างกันไป โดยเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์ที่วิเคราะห์ในรูปบีโอดีจากโรงงานผลิตแป้งข้าวเหนียวและโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีค่าสูง และค่า pH จะค่อนข้างต่ำ น้ำทิ้งจะมีคุณสมบัติค่อนข้างเป็นกรดอ่อน ๆ จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีเพียง 2 โรงงาน คือ โรงงานระยองยางพารา และโรงงานอุตสาหกรรมยางไทยธรรมชาติ ที่มีการระบายน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำระยอง ส่วนโรงงานอื่น ๆ จะไม่มีการระบายน้ำทิ้งออกสู่ภายนอกบริเวณโรงงาน ทั้งนี้เพราะโรงงานได้จัดสร้างบ่อเก็บกักขนาดใหญ่ไว้ภายในโรงงาน และมีบางส่วนได้สูบไปเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

รูปที่ 5.1 แผนที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจำนวน 11 โรงงาน



ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพน้ำจากการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในเดือนธันวาคม 2528 (ครั้งที่ 1) และเดือนมีนาคม 2529 (ครั้งที่ 2)

ชื่อโรงงาน	ประกอบกิจการ	pH			DO (มก/ล)			BOD (มก/ล)			SS (มก/ล)			Flow $ม^3$/วัน	
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	เฉลี่ย		
1. โรงงานอาร์บีเอ็นบาร์เดอร์	แป้งข้าวเหนียว	3.5	3.8	3.65	0	0	0	3140	2580	2860	380	420	400	10	ไม่ระบายออก
2. นายวิชัย สุชินญาพร	แป้งข้าวเหนียว	4.0	4.2	4.1	0	0	0	1290	1100	1195	410	389	399.5	10	"
3. ตรงเซ่งหลี	ก๋วยเตี๋ยว	4.3	5.4	4.85	0	0	0	1760	1300	1530	560	550	555	3	"
4. โรงงาน ฮ่วยชวน	ยางรมควัน	7.3	7.4	7.35	0	0	0	20	40	30	135	123	129	50	"
5. โรงงาน นายสุเมธ แซ่ตั้ง	ก๋วยเตี๋ยว	6.0	6.2	6.1	0	0	0	2850	2492	2671	312	284	298	3	สูบไปเลี้ยงสัตว์
6. นายศักดิ์ อานมณี	ก๋วยเตี๋ยว	5.8	5.6	5.7	0	0	0	924	820	872	127	115	121	1	"
7. โรงงานฮะชุนพาณิชย์	น้ำหวาน	5.6	5.9	5.75	0	0	0	728	900	814	150	168	59	2	ไม่ระบายออก
8. โรงงานระยองยางพารา	ยางรมควัน	6.6	6.8	6.7	0	0	00	78.6	97.9	88.25	89	91	90	40	**
9. โรงงานระยองทีทีรับเบอร์	ยางรมควัน	6.1	6.0	6.05	0	0	00	1010	900	955	625	530	577.5	40	ไม่ระบายออก
10. โรงงานอุตสาหกรรมยางไทยธรรมชาติ	ยางเครฟ	6.7	7.0	6.85	0	0	0	11.4	10.7	11.05	102	122	112	230	**
11. กี้จิ้งง้วน	ไอสครีม	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		

หมายเหตุ *โรงงานหยุดประกอบกิจการ

**โรงงานระบายน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำระยอง

ปริมาณน้ำทิ้งของโรงงานแต่ละประเภทและแต่ละขนาดจะแตกต่างกันไป น้ำทิ้งจะมีปริมาณวันละ 1 ถึง 230 ลูกบาศก์เมตร สำหรับโรงงานที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ โรงงานประเภทที่ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว น้ำทิ้งจะมีประมาณวันละ 1 ถึง 3 ลูกบาศก์เมตร โรงงานที่มีขนาดปานกลาง ได้แก่ โรงงานผลิตแป้งข้าวเหนียว น้ำทิ้งมีประมาณวันละ 10 ลูกบาศก์เมตร และโรงงานที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งได้แก่ โรงงานผลิตยางพารา น้ำทิ้งจะค่อนข้างสูงประมาณวันละ 40 ถึง 230 ลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะโรงงานระยองยางพาราและโรงงานอุตสาหกรรมยางไทยธรรมชาติ จะมีน้ำทิ้งประมาณวันละ 40 และ 230 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

pH ของน้ำทิ้ง จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า pH ของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.65 - 7.35 สำหรับค่า pH นี้จะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของการประกอบกิจการ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งข้าวเหนียวและโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว จะมีคุณสมบัติค่อนข้างเป็นกรด pH มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.65 - 6.1 ทั้งนี้เพราะน้ำทิ้งของโรงงานประเภทนี้มีสารประกอบอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรทเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น เมื่อสารอินทรีย์ถูกย่อยสลาย จะทำให้เกิดเป็นกรดอินทรีย์และอนินทรีย์ อันเป็นผลให้น้ำทิ้งมี pH ต่ำ ส่วนโรงงานที่ประกอบกิจการผลิตยางพารา น้ำทิ้งจากโรงงานประเภทนี้มีค่าเฉลี่ยของ pH อยู่ระหว่าง 6.05 - 7.35 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกลาง สำหรับโรงงานระยองยางพาราและโรงงานอุตสาหกรรมยางไทยธรรมชาติ pH มีค่าเฉลี่ย 6.7 และ 6.85 ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กำหนดให้ค่า pH อยู่ระหว่าง 5 - 9

ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำ จากผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ นี้ ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเป็นศูนย์ ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ได้ใช้ออกซิเจนที่ละลายน้ำนี้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง อันเป็นผลให้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าลดลง

ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง ซึ่งวิเคราะห์ในรูปของบีโอดี จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าบีโอดีของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.05 ถึง 2,860 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับโรงงานผลิตแป้งข้าวเหนียวและโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่าจะมีค่าบีโอดีค่อนข้างสูง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 872 ถึง 2,860 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนโรงงานผลิตยางพาราค่าบีโอดีจะไม่สูงนักมีค่าเฉลี่ย 11.05 ถึง 955 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเฉพาะโรงงานระยอง

ยางพาราและโรงงานอุตสาหกรรมยางไทยธรรมชาติ พบว่ามีโอดีมีค่าเฉลี่ย 88.25 และ 11.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดให้บีโอดีในน้ำทิ้งมีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น ถ้าน้ำทิ้งจากแหล่งใดมีค่าบีโอดีสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด หากมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำย่อมก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อแหล่งน้ำนั้นได้

สำหรับผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของของแข็งแขวนลอยในน้ำ พบว่าน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 90 ถึง 577.5 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งข้าวเหนียวและโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีค่าของของแข็งแขวนลอยในน้ำค่อนข้างสูง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 121 ถึง 555 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่โรงงานประเภทนี้ไม่ได้ระบายน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำระยอง จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อแหล่งน้ำแต่อย่างใด สำหรับโรงงานระยองยางพาราและโรงงานอุตสาหกรรมยางไทยธรรมชาติ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของของแข็งแขวนลอย 90 และ 112 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมที่ได้กำหนดให้ค่าของของแข็งแขวนลอยไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินผลคุณภาพแม่น้ำระยอง คือ BOD-DO Model ของ Streeter และ Phelps (1925) และคำนวณโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ในแม่น้ำ (k_1) และสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) ของแม่น้ำระยอง

สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาค่า k_1 และ k_2 ในแต่ละ Station ของแม่น้ำระยอง คือ

$$k_1 = \frac{1}{\Delta t} \log \frac{La}{Lb}$$

$$k_2 = k_1 \frac{\bar{L}}{\bar{D}} - \frac{\Delta D}{2.3 \Delta t \bar{D}}$$

นอกจากนี้ ค่าของ k_2 นี้อาจหาได้จากความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพของแม่น้ำ คือ ความเร็วของกระแสน้ำ และความลึกของแม่น้ำในแต่ละช่วง (Streeter et al. 1926) ดังนี้

$$k_2 = \frac{D_2 V^{0.969}}{H^{1.673}}$$

เมื่อ

k_1 = สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ BOD, วัน$^{-1}$

k_2 = สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ, วัน$^{-1}$

La = ปริมาณสารอินทรีย์ BOD จากบริเวณต้นน้ำ, มิลลิกรัมต่อลิตร

Lb = ปริมาณสารอินทรีย์ BOD จากบริเวณท้ายน้ำ, มิลลิกรัมต่อลิตร

Δt = ระยะเวลาจากต้นน้ำจนถึงท้ายน้ำ

$\bar{L}$ = ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์ BOD ระหว่างบริเวณต้นน้ำและท้ายน้ำ

$\bar{D}$ = ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำระหว่างบริเวณต้นน้ำและท้ายน้ำ

T = อุณหภูมิที่เวลา t, °C

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ΔD = ผลต่างของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบริเวณต้นน้ำและท้ายน้ำ

V = ความเร็วของกระแสน้ำ, เมตรต่อวินาที

H = ความลึกของแม่น้ำ, เมตร

D_2 = สัมประสิทธิ์การกระจายตัวบริเวณผิวน้ำซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.026 ตารางเมตรต่อวัน

Churchill (1962) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่า k_1 และ k_2 ที่มีต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ดังนี้

$$(k_1)_T = k_1(20^\circ C) \times 1.047^{(T-20)}$$

และ

$$(k_2)_T = k_2(20^\circ C) \times 1.0238^{(T-20)}$$

เมื่อ

$(k_1)_T$, $(k_2)_T$ = k_1 และ k_2 ที่อุณหภูมิ $T^\circ C$

$(k_1)_{20^\circ C}$, $(k_2)_{20^\circ C}$ = k_1 และ k_2 ที่อุณหภูมิ $20^\circ C$

T = อุณหภูมิ, $^\circ C$

จากตารางที่ 5.2 และในตารางที่ 3-5 ในภาคผนวก แสดงผลการวิเคราะห์โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) แม่น้ำมีอัตราการไหล 20.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ $20^\circ C$ สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1) และสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) ในแต่ละ Station คือ Station A ถึง Station H มีค่า 0.4864 ถึง 0.7483 วัน$^{-1}$ และ 0.4604 ถึง 1.0821 วัน$^{-1}$ ตามลำดับ

ตารางที่ 5.2 แสดงค่า k_1 และ k_2 ในแต่ละสถานี ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง ปานกลาง และต่ำ

สถานี	แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow)		แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow)		แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow)	
	k_1 (วัน$^{-1}$)	k_2 (วัน$^{-1}$)	k_1 (วัน$^{-1}$)	k_2 (วัน$^{-1}$)	k_1 (วัน$^{-1}$)	k_2 (วัน$^{-1}$)
Station A - B	0.4864	0.8555	0.2148	0.4391	0.1206	0.9529
Station B - C	0.4864	0.4604	0.2148	0.3139	0.1206	0.4974
Station C - D	0.4864	1.0821	0.2148	0.2766	0.1206	0.5427
Station D - E	0.4864	0.6071	0.2148	0.3752	0.1206	0.7475
Station E - F	0.4864	0.4604	0.2148	0.3250	0.1206	0.7825
Station F - G	0.4864	0.5849	0.2808	0.1987	0.1206	0.4341
Station G - H	0.7483	0.8174	0.2808	0.2201	0.1206	0.4836

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) แม่น้ำมีอัตราการไหล 7.60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 20°C สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1) และสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) ในแต่ละ Station คือ Station A ถึง Station H มีค่า 0.2148 ถึง 0.2808 และ 0.1987 ถึง 0.4391 วัน$^{-1}$ ตามลำดับ

และในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) แม่น้ำมีอัตราการไหล 0.183 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 20°C สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1) และสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) ในแต่ละ Station ตั้งแต่ Station A ถึง Station H มีค่า 0.1206 วัน$^{-1}$ และ 0.4341 ถึง 0.9529 วัน$^{-1}$ ตามลำดับ

2. ความเข้มข้นของปริมาณมลสารในแม่น้ำ (BOD) ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ที่มีความเปลี่ยนแปลงจากบริเวณต้นน้ำจนถึงท้ายน้ำ ภายหลังที่แม่น้ำได้รับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม และปริมาณความเข้มข้นสูงสุดของปริมาณมลสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีที่แม่น้ำในแต่ละ Station สามารถรับได้ โดยยังคงรักษาปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 ppm และ 2.00 ppm

สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

$$C = \frac{(C_1 \times Q_1) + (C_2 \times Q_2)}{Q_1 + Q_2}$$

$$Da = \frac{k_1 La}{k_2 - k_1}\left[10^{-k_1 t} - 10^{-k_2 t}\right] + Do.10^{-k_2 t}$$

$$\log La = \log Dc + \left[1 + \frac{k_1}{k_2 - k_1}\left(1 - \frac{Da}{Dc}\right)^{0.418}\right] \log \frac{k_2}{k_1}$$

เมื่อ

C = ความเข้มข้นรวมของมลสารในแม่น้ำ , มิลลิกรัมต่อลิตร

C_1 = ความเข้มข้นของมลสารในแม่น้ำ , มิลลิกรัมต่อลิตร

C_2 = ความเข้มข้นของมลสารในน้ำทิ้ง , มิลลิกรัมต่อลิตร

Q_1 = อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ , ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

Q_2 = อัตราการไหลของน้ำทิ้ง , ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

k_1 = สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์, วัน$^{-1}$

k_2 = สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ, วัน$^{-1}$

La = ultimate BOD บริเวณต้นน้ำ , มิลลิกรัมต่อลิตร

Da = ความขาดแคลนออกซิเจนที่เวลา t, มิลลิกรัมต่อลิตร

Do = ความขาดแคลนออกซิเจนที่เวลา t = o, มิลลิกรัมต่อลิตร

Dc = ความขาดแคลนออกซิเจนที่เวลา tc, มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปบีโอดี จากน้ำทิ้งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ที่ทิ้งลงสู่แม่น้ำระยองในแต่ละ Station ของแม่น้ำ ตั้งแต่ Station A ถึง Station H นั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.3 ถึง 5.5 ซึ่งได้แบ่งไว้ตามสถานการณ์ของแม่น้ำได้ดังนี้ คือ ขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) ขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) และขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) โดยนำค่าต่าง ๆ นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไป

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 5.3 ถึง 5.5 มาวิเคราะห์ผลกระทบโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำในแต่ละช่วง ตั้งแต่ Station A ถึง Station H จากบริเวณต้นน้ำจนถึงบริเวณท้ายน้ำ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-5 ในภาคผนวก ปรากฏว่าในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) ปริมาณความเข้มข้นของมลสารอินทรีย์และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.25 ถึง 2.39 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 5.06 ถึง 6.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3 แสดงอัตราการไหลของน้ำทิ้งและปริมาณ BOD Loading จากแหล่งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow)

สถานี	ประชากร (คน)	พื้นที่เกษตรกรรม (ไร่)	อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)			BOD Loading (กิโลกรัม/วัน)			BOD Loading (มิลลิกรัม/ลิตร)		
			ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม
Station A	16,870	92,828	0.0365	0.9266	-	843.50	435.89	-	267.38	5.44	-
Station B	1,910	11,198	0.0041	0.1118	-	95.50	52.58	-	267.38	5.44	-
Station C	4,118	18,930	0.0089	0.1889	-	205.90	88.89	-	267.38	5.44	-
Station D	11,962	29,198	0.0259	0.2914	-	598.10	137.10	-	267.38	5.44	-
Station E	10,410	23,509	0.0225	0.2347	-	520.50	110.39	-	267.38	5.44	-
Station F	12,686	44,288	0.0275	0.4421	-	634.30	207.96	-	267.38	5.44	-
Station G	8,962	16,643	0.0194	0.1661	0.0031	448.10	78.15	6.07	267.38	5.44	22.48
Station H	7,327	15,036	0.0159	0.1501	-	366.35	70.60	-	267.38	5.44	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.4 แสดงอัตราการไหลของน้ำทิ้งและปริมาณ BOD Loading จากแหล่งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow)

สถานี	ประชากร (คน)	พื้นที่เกษตรกรรม (ไร่)	อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)			BOD Loading (กิโลกรัม/วัน)			BOD Loading (มิลลิกรัม/ลิตร)		
			ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม
Station A	16,870	92,828	0.0365	0.4848	-	843.50	227.85	-	267.38	5.44	-
Station B	1,910	11,198	0.0041	0.0585	-	95.50	27.49	-	267.38	5.44	-
Station C	4,118	18,930	0.0089	0.0989	-	205.90	46.46	-	267.38	5.44	-
Station D	11,962	29,198	0.0259	0.1525	-	598.10	71.67	-	267.38	5.44	-
Station E	10,410	23,509	0.0225	0.1228	-	520.50	57.70	-	267.38	5.44	-
Station F	12,686	44,288	0.0275	0.2313	-	634.30	108.71	-	267.38	5.44	-
Station G	8,962	16,643	0.0194	0.0864	0.0031	448.10	40.85	6.07	267.38	5.44	22.48
Station H	7,327	15,036	0.0159	0.0785	-	366.35	36.91	-	267.38	5.44	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 แสดงอัตราการไหลของน้ำทิ้งและปริมาณ BOD Loading จากแหล่งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow)

สถานี	ประชากร (คน)	พื้นที่เกษตรกรรม (ไร่)	อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)			BOD Loading (กิโลกรัม/วัน)			BOD Loading (มิลลิกรัม/ลิตร)		
			ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	ชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม
Station A	16,870	92,828	0.0365	0.2409	-	843.50	113.93	-	267.38	5.47	-
Station B	1,910	11,198	0.0041	0.0291	-	95.50	13.74	-	267.38	5.47	-
Station C	4,118	18,930	0.0089	0.0491	-	205.90	23.23	-	267.38	5.47	-
Station D	11,962	29,198	0.0259	0.0758	-	598.10	35.83	-	267.38	5.47	-
Station E	10,410	23,509	0.0225	0.0610	-	520.50	28.85	-	267.38	5.47	-
Station F	12,686	44,288	0.0275	0.1149	-	634.30	54.35	-	267.38	5.47	-
Station G	8,962	16,643	0.0194	0.0432	0.0031	448.10	20.43	6.07	267.38	5.47	22.48
Station H	7,327	15,036	0.0159	0.0390	-	366.35	18.45	-	267.38	5.47	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) ปริมาณความเข้มข้นของมลสารอินทรีย์ และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.41 ถึง 2.72 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 5.06 ถึง 6.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

และในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) ปริมาณความเข้มข้นของมลสารอินทรีย์ และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 6.85 ถึง 26.87 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2.66 ถึง 5.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์อาจสรุปได้ว่า ภายหลังที่แม่น้ำได้รับมลสารหรือสิ่งสกปรกแล้ว ปริมาณความเข้มข้นของมลสารอินทรีย์และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำ ในแต่ละช่วงของแม่น้ำ ตั้งแต่ Station A ถึง Station H ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) และขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) ปริมาณความเข้มข้นของมลสารอินทรีย์มีค่าสูง คือ 26.87 มิลลิกรัมต่อลิตรในช่วง Station D ถึง E และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่วง Station A ถึง B มีค่าต่ำถึง 2.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เพราะในช่วงฤดูแล้ง แม่น้ำจะมีอัตราการไหลต่ำมาก ขณะเดียวกันปริมาณของเสียที่ทิ้งลงสู่แม่น้ำยังคงมีปริมาณคงที่ จึงเป็นเหตุให้ปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์มีค่าสูง และทำให้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำลดต่ำลงด้วย

สำหรับการประเมินคุณภาพของแม่น้ำระยองในแต่ละ Station ที่สามารถรองรับมลสารหรือสิ่งสกปรกได้มากที่สุด โดยยังคงรักษาคุณภาพของแม่น้ำให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm นั้น จะต้องมีการจำกัดปริมาณของเสียที่จะระบายลงสู่แม่น้ำ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) แม่น้ำสามารถรองรับของเสียหรือมลสารได้มากที่สุด โดยยังคงรักษาให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm มีค่าอยู่ระหว่าง 12,502 ถึง 22,312.76 กิโลกรัมต่อวัน และ 22,419 ถึง 37,666.07 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

ส่วนในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) แม่น้ำสามารถรองรับของเสียหรือมลสารได้มากที่สุด โดยยังคงรักษาคุณภาพน้ำให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm มีค่าอยู่ระหว่าง 3,607.33 ถึง 8,469.66 กิโลกรัมต่อวัน

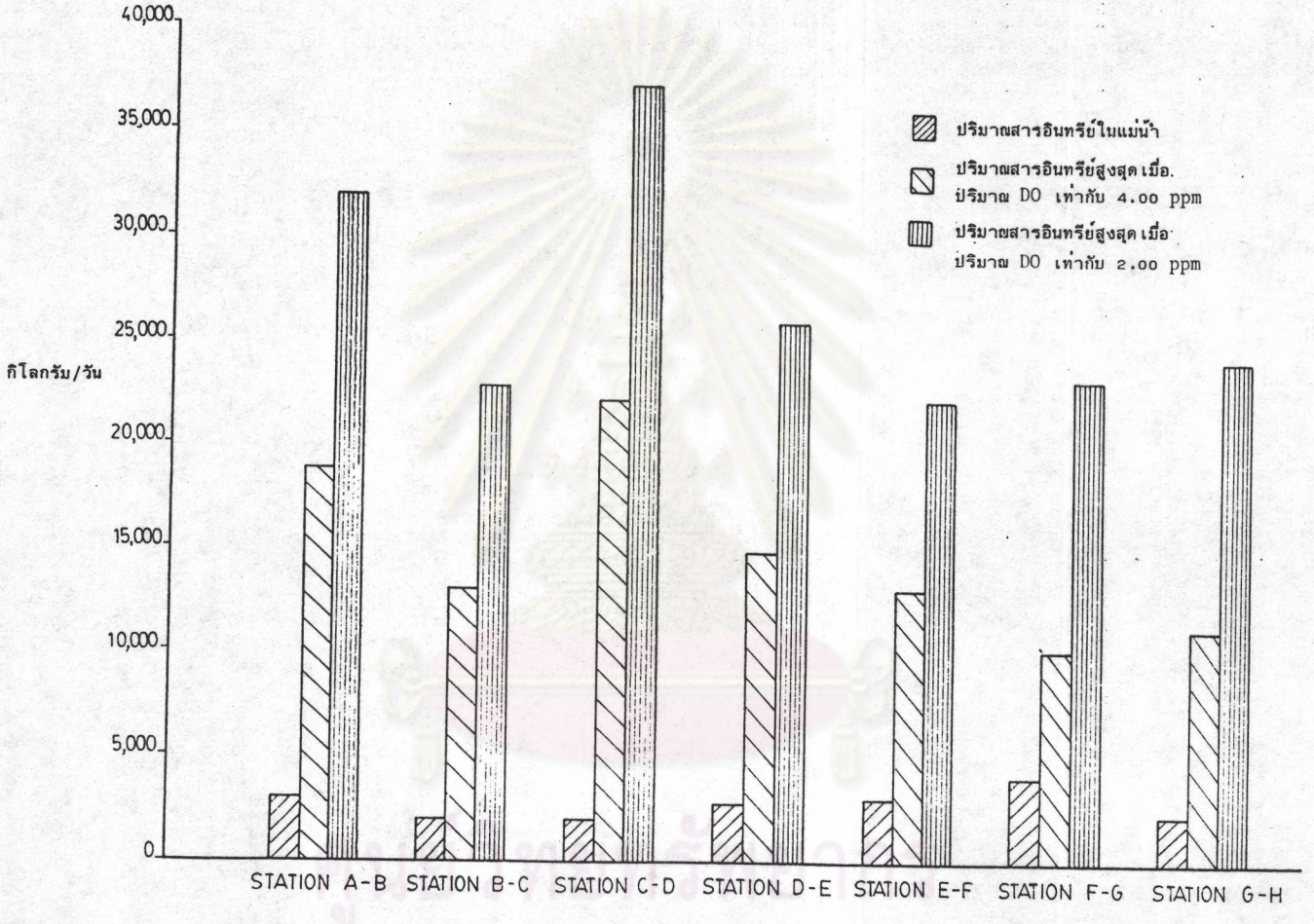
และ 6,879.54 ถึง 13,873.93 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

และขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) แม่น้ำสามารถรองรับของเสียหรือมลสารได้มากที่สุด โดยยังคงรักษาคุณภาพน้ำให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm มีค่าอยู่ระหว่าง 314.96 ถึง 483.74 กิโลกรัมต่อวัน และ 448.09 ถึง 702.33 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

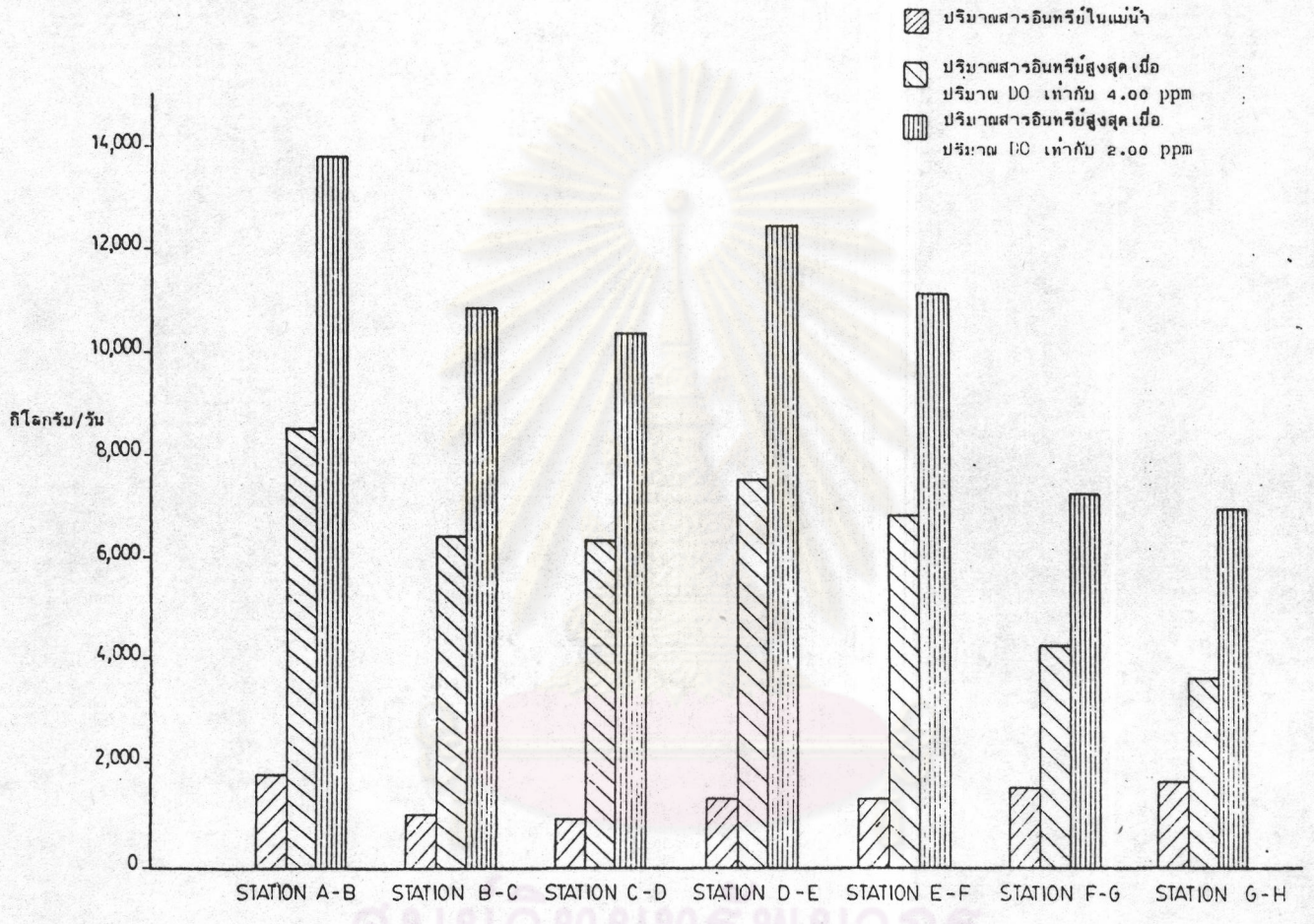
ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง แม่น้ำจะมีความสามารถรองรับมลสารหรือสิ่งสกปรกที่มาจากแหล่งต่าง ๆ ได้มากกว่าในสถานการณ์อื่น ๆ ของแม่น้ำ ทั้งนี้เพราะในช่วงนี้แม่น้ำมีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ และอัตราการเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำสูงกว่าในช่วงอื่น ๆ โดยเฉพาะในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ ความสามารถในการรองรับมลสารหรือสิ่งสกปรกจะมีน้อย ในบาง Station แม่น้ำไม่อาจรับความสกปรกได้อีก เช่น ในช่วง Station A - B, Station F - G และ Station G - H ในการรักษาคุณภาพน้ำให้ปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm จากการศึกษาพบว่า แหล่งที่มาของของเสียที่ลงสู่แม่น้ำระยองจะมาจากน้ำทิ้งของชุมชนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนจึงมีความจำเป็นมากในการอนุรักษ์ลำน้ำมิให้เกิดปัญหามลภาวะต่อแหล่งน้ำ น้ำทิ้งควรได้รับการบำบัดเสียก่อนและผลที่วิเคราะห์ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้สามารถกำหนดได้ว่าน้ำเสียก่อนที่จะระบายลงสู่แม่น้ำนี้ควรจะได้รับการบำบัดมากน้อยเพียงใด ทั้งยังสามารถกำหนดขนาด ชนิด เปอร์เซนต์ และราคาของระบบบำบัดน้ำเสียรวมต่ำสุดได้อีกด้วย

จากรูปที่ 5.2 ถึง 5.4 และตารางที่ 5.6 ถึง 5.8 ได้แสดงให้เห็นปริมาณสารอินทรีย์มากที่สุดที่แม่น้ำระยองในแต่ละช่วงและในแต่ละสถานการณ์สามารถรองรับได้ โดยสามารถรักษาให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm

ในการวิจัยครั้งนี้ได้จัดทำ Nomograph Station B - C ในสถานการณ์ต่าง ๆ ของแม่น้ำ เพื่อเป็นตัวอย่างซึ่งในสถานีอื่น ๆ ก็สามารถจัดทำได้เช่นเดียวกัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.5 ถึง 5.10 และตารางที่ 6 ถึง 11 ในภาคผนวก โดยหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1) สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) และปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในแม่น้ำ เพื่อให้เกิดความสะดวกและประหยัดเวลา

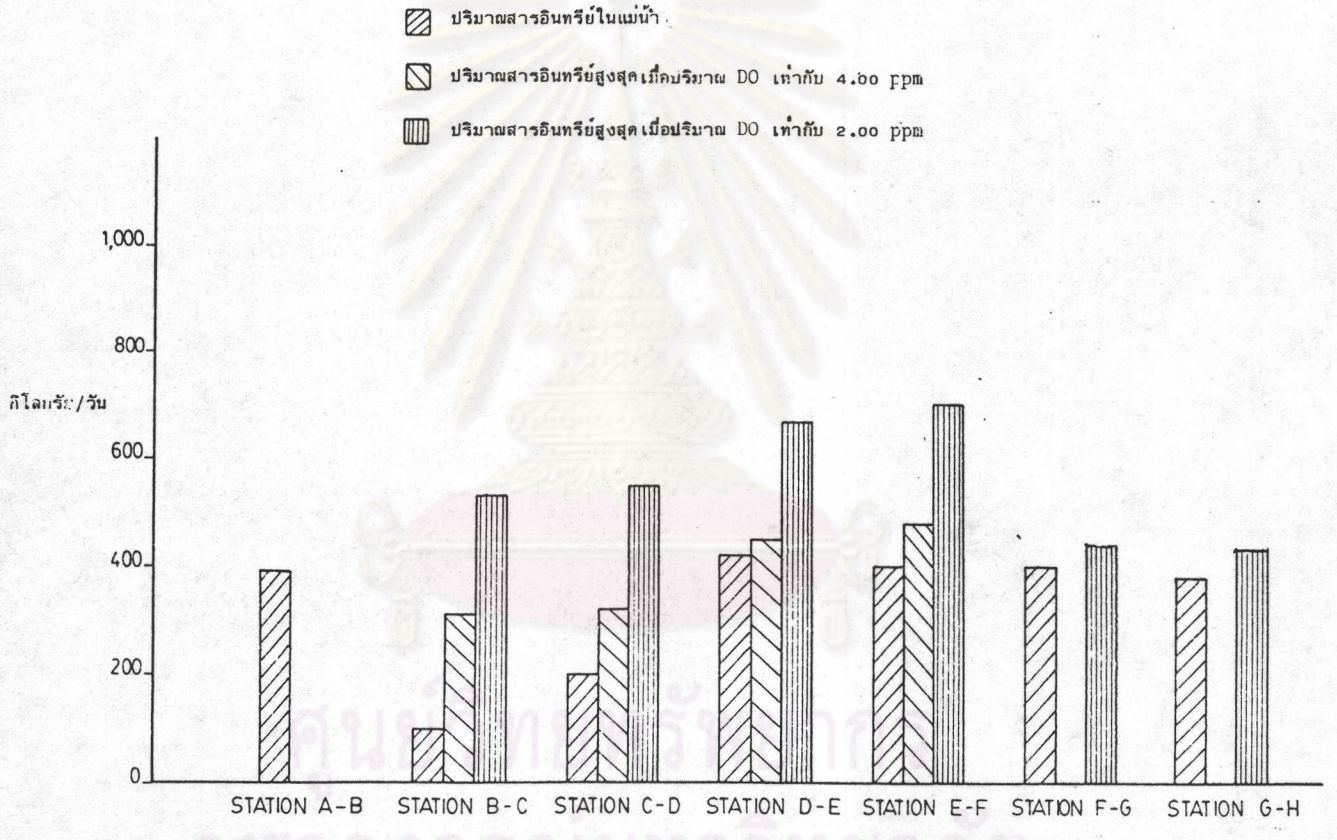


รูปที่ 5.2 แสดงปริมาณสารอินทรีย์สูงสุดที่แม่น้ำสามารถรับได้เมื่อปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลสูงสุด (High Flow)



รูปที่ 5.3 แสดงปริมาณสารอินทรีย์สูงสุดที่แม่น้ำสามารถรับได้เมื่อปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.4 แสดงปริมาณสารอินทรีย์สูงสุดที่แม่น้ำสามารถรับได้เมื่อปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow)

ตารางที่ 5.6 แสดงปริมาณสารอินทรีย์สูงสุดที่แม่น้ำระยองในแต่ละสถานีสามารถรับได้ในการรักษาคุณภาพน้ำให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow)

สถานี	ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ		ปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm		ปริมาณ DO เท่ากับ 2.00 ppm	
	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน
Station A - B	1.71	3,028.16	10.81	19,142.93	18.33	32,459.76
Station B - C	1.25	2,213.57	7.56	13,387.65	12.90	22,844.02
Station C - D	1.25	2,213.57	12.60	22,312.76	21.27	37,666.07
Station D - E	1.62	2,868.78	8.33	14,751.21	14.46	25,606.55
Station E - F	1.67	2,957.33	7.34	12,998.07	12.66	22,419.01
Station F - G	2.39	4,232.34	7.06	12,502.23	13.21	23,392.98
Station G - H	1.38	2,443.78	7.76	13,741.83	13.51	23,924.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.7 แสดงปริมาณสารอินทรีย์สูงสุดที่แม่น้ำระยองในแต่ละสถานีสามารถรับได้ ในการรักษาคุณภาพน้ำให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow)

สถานี	ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ		ปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm		ปริมาณ DO เท่ากับ 2.00 ppm	
	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน
Station A - B	2.72	1,787.23	12.89	8,469.66	21.06	13,837.93
Station B - C	1.52	998.75	9.76	6,413.02	16.49	10,835.11
Station C - D	1.41	926.47	9.52	6,255.33	15.77	10,362.02
Station D - E	1.97	1,294.43	11.54	7,582.61	18.97	12,464.65
Station E - F	1.94	1,274.72	10.39	6,826.98	17.23	11,321.35
Station F - G	2.35	1,544.12	6.44	4,231.54	11.08	7,280.36
Station G - H	2.48	1,622.97	5.49	3,607.33	10.47	6,879.54

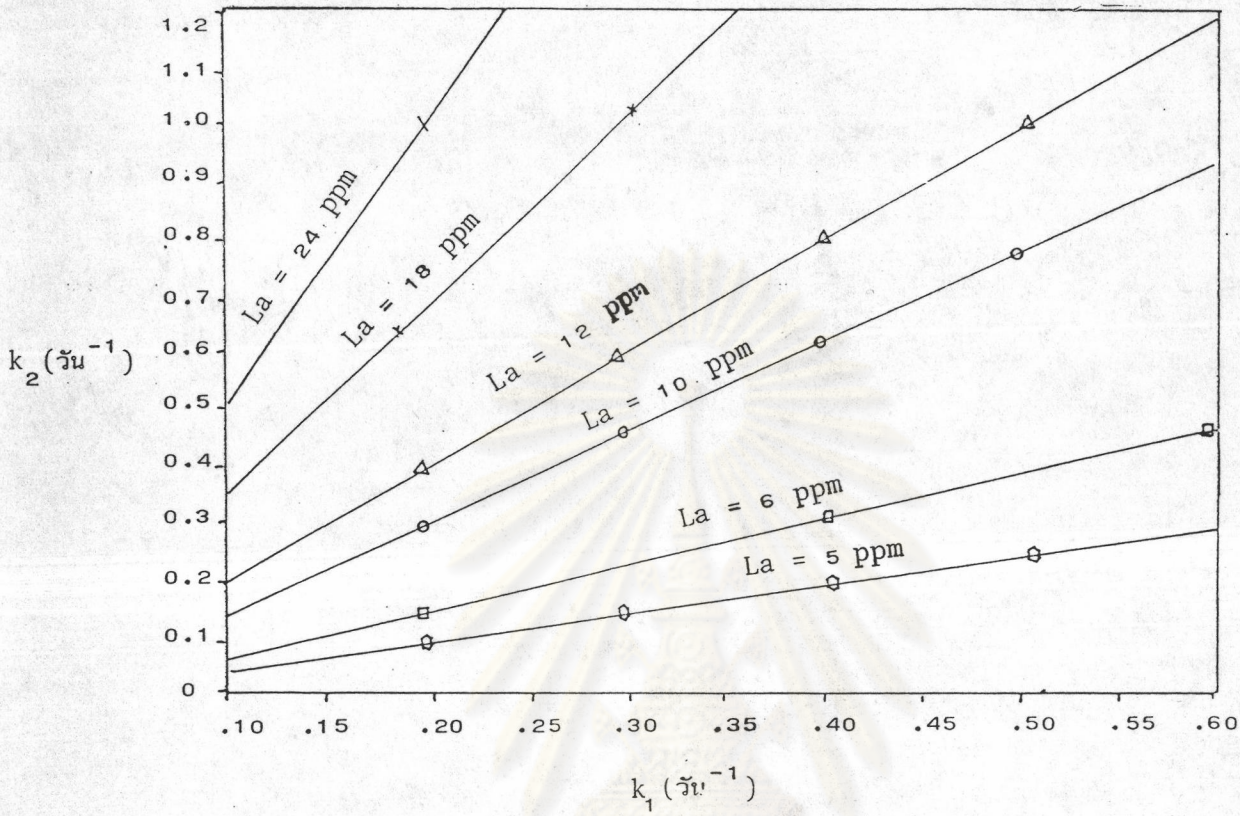
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 แสดงปริมาณสารอินทรีย์สูงสุดที่แม่น้ำระยองในแต่ละสถานีสามารถรับได้ ในการรักษาคุณภาพน้ำให้ปริมาณ DO ไม่ต่ำกว่า 4.00 และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow)

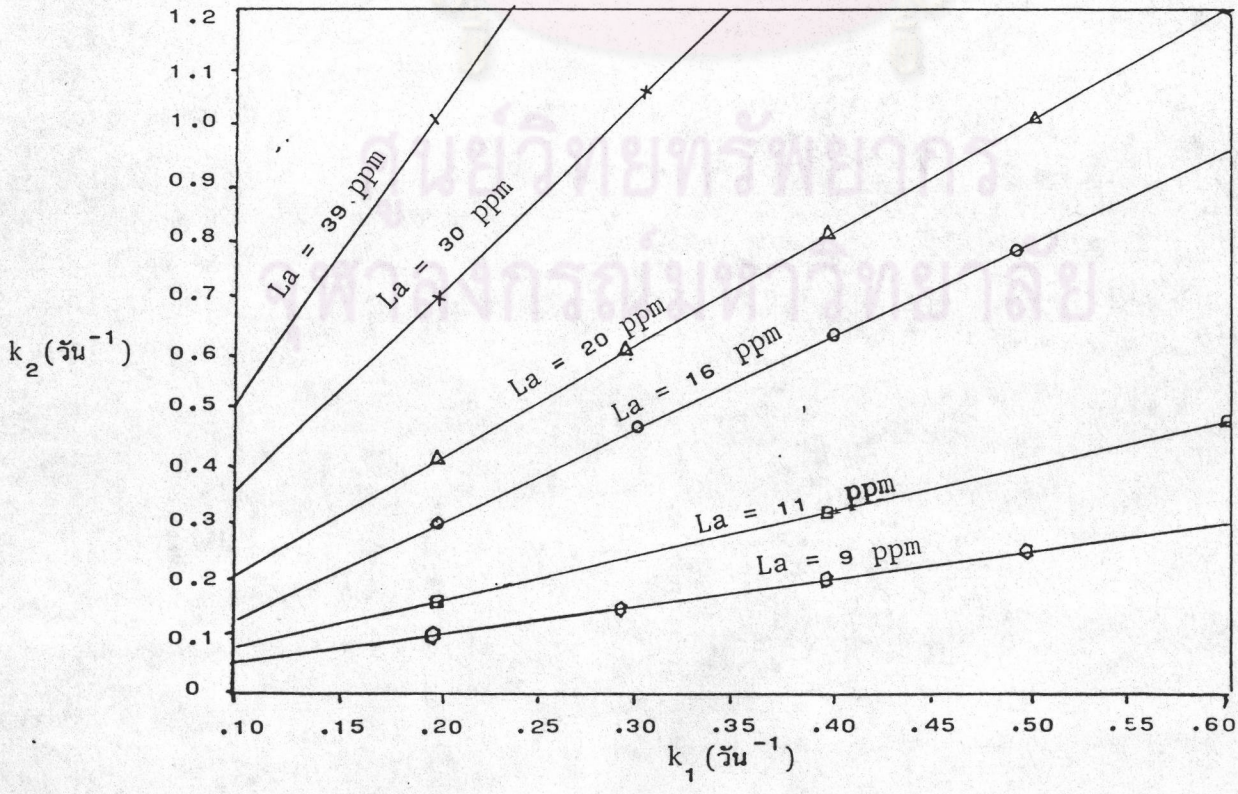
สถานี	ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ		ปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm		ปริมาณ DO เท่ากับ 2.00 ppm	
	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน	มิลลิกรัม/ลิตร	กิโลกรัม/วัน
Station A - B	24.74	391.17	-	-	-	-
Station B - C	6.85	108.31	19.92	314.96	33.01	521.93
Station C - D	12.37	195.58	20.4	322.55	34.71	548.81
Station D - E	26.87	424.85	29.50	460.06	42.24	667.87
Station E - F	25.00	395.28	30.59	483.74	44.42	702.33
Station F - G	25.72	406.66	-	-	29.50	460.06
Station G - H	23.98	379.15	-	-	28.34	448.09

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Nomograph แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1), สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) และปริมาณสารอินทรีย์ (La) สูงสุดเมื่อปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลสูง

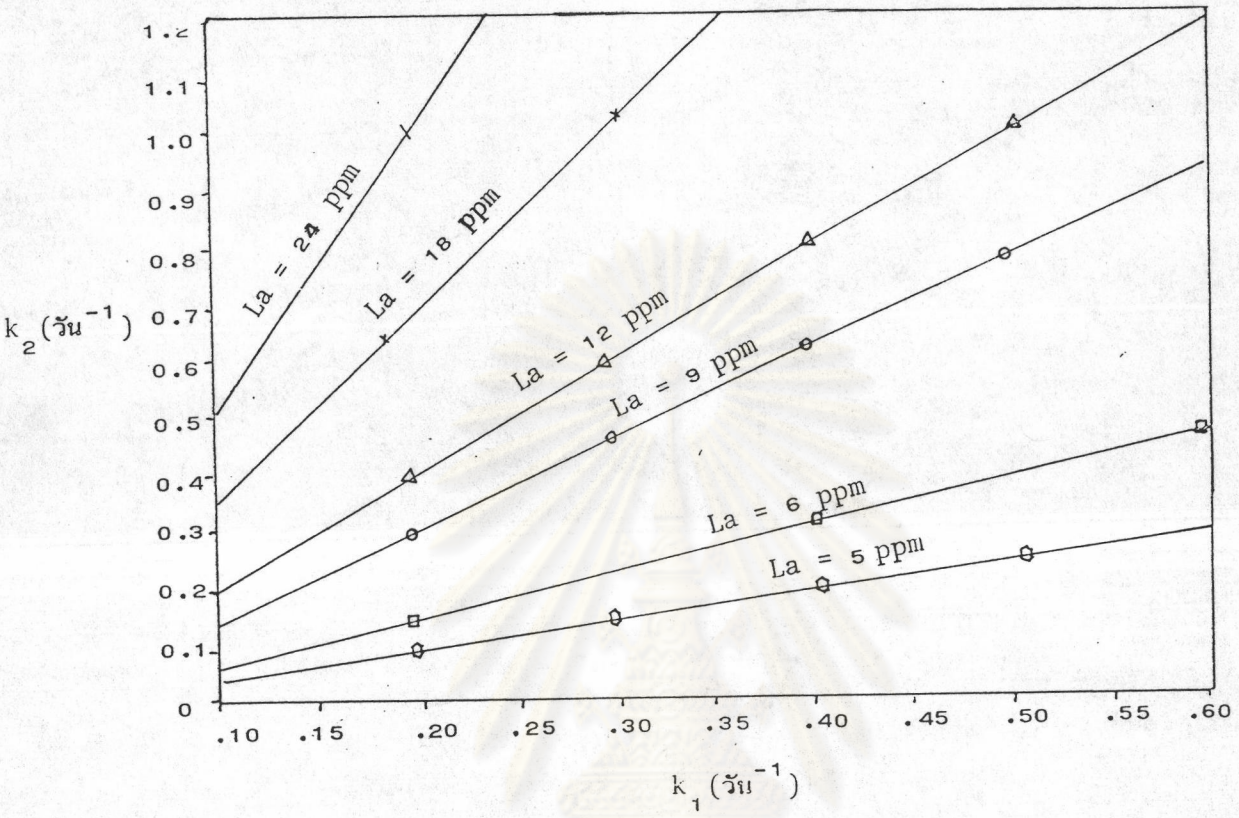


รูปที่ 5.5 ปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm

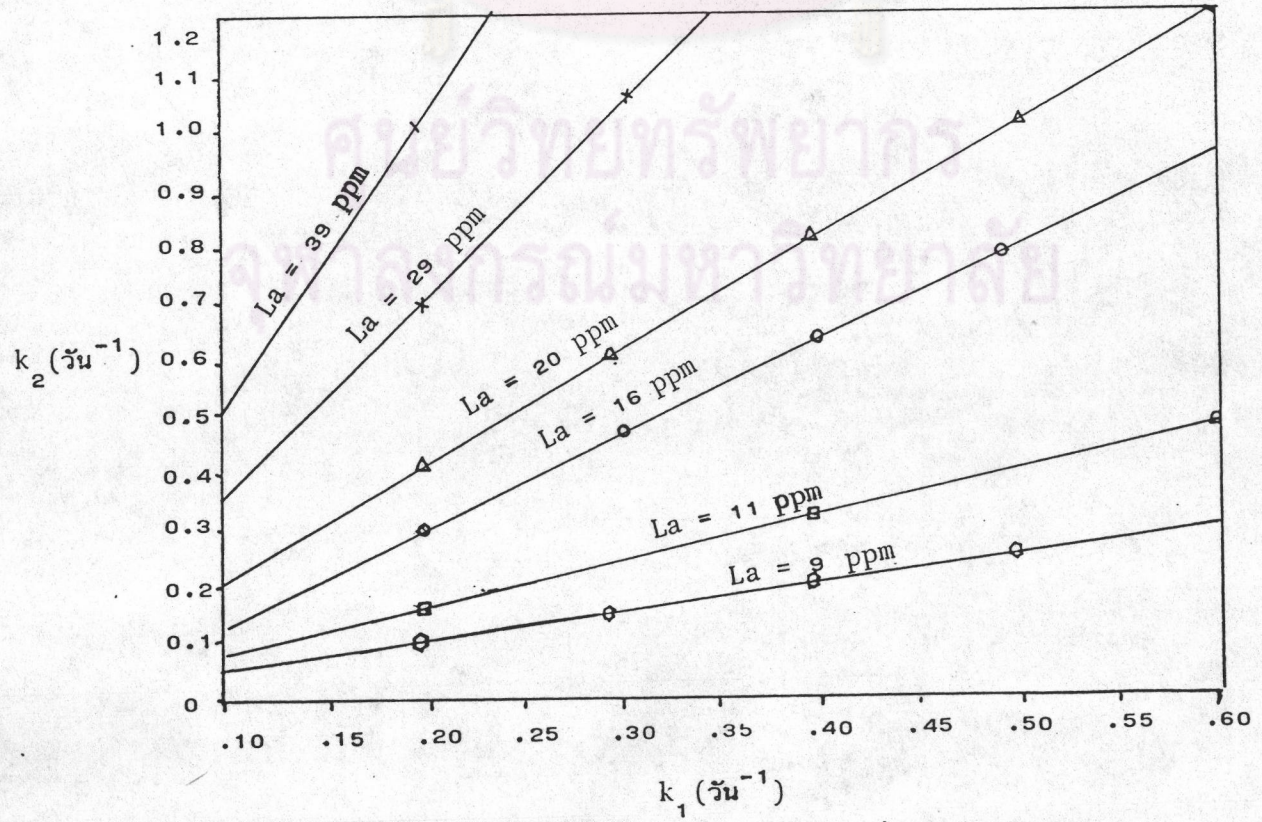


รูปที่ 5.6 ปริมาณ DO เท่ากับ 2.00 ppm

Nomograph แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1), สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) และปริมาณสารอินทรีย์ (La) สูงสุดเมื่อปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง

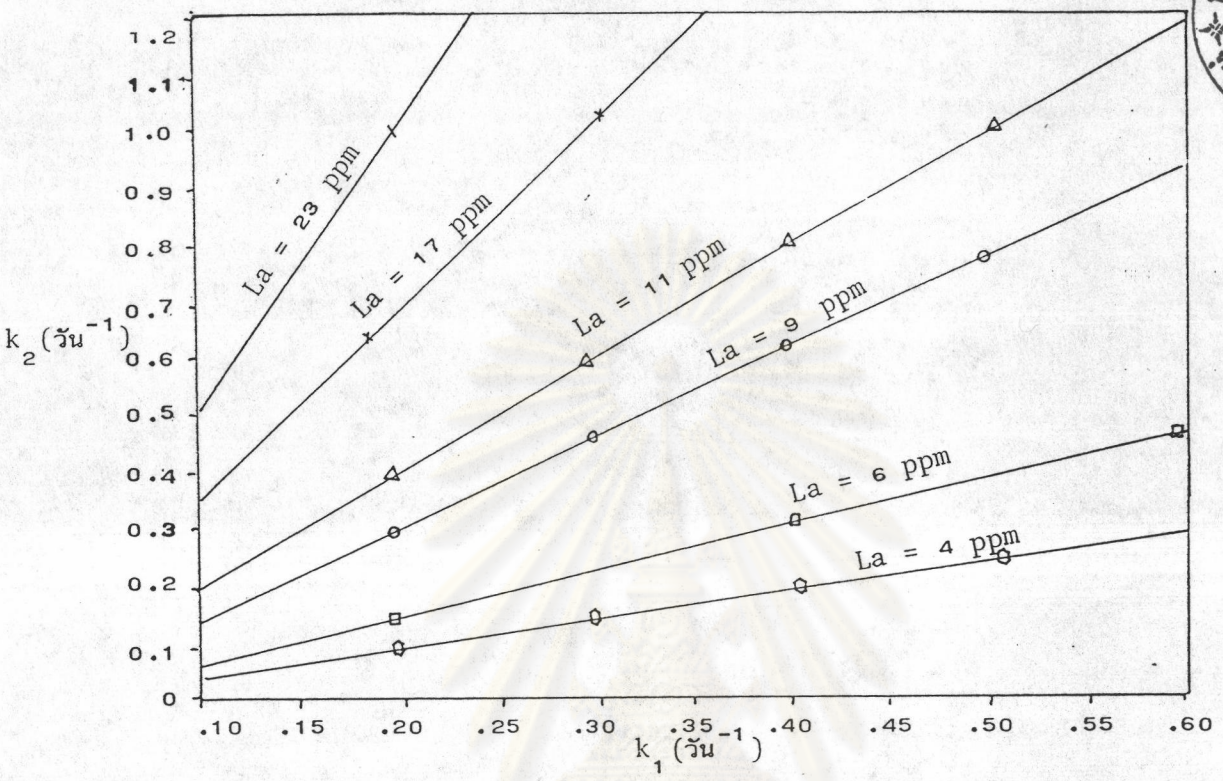


รูปที่ 5.7 ปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm

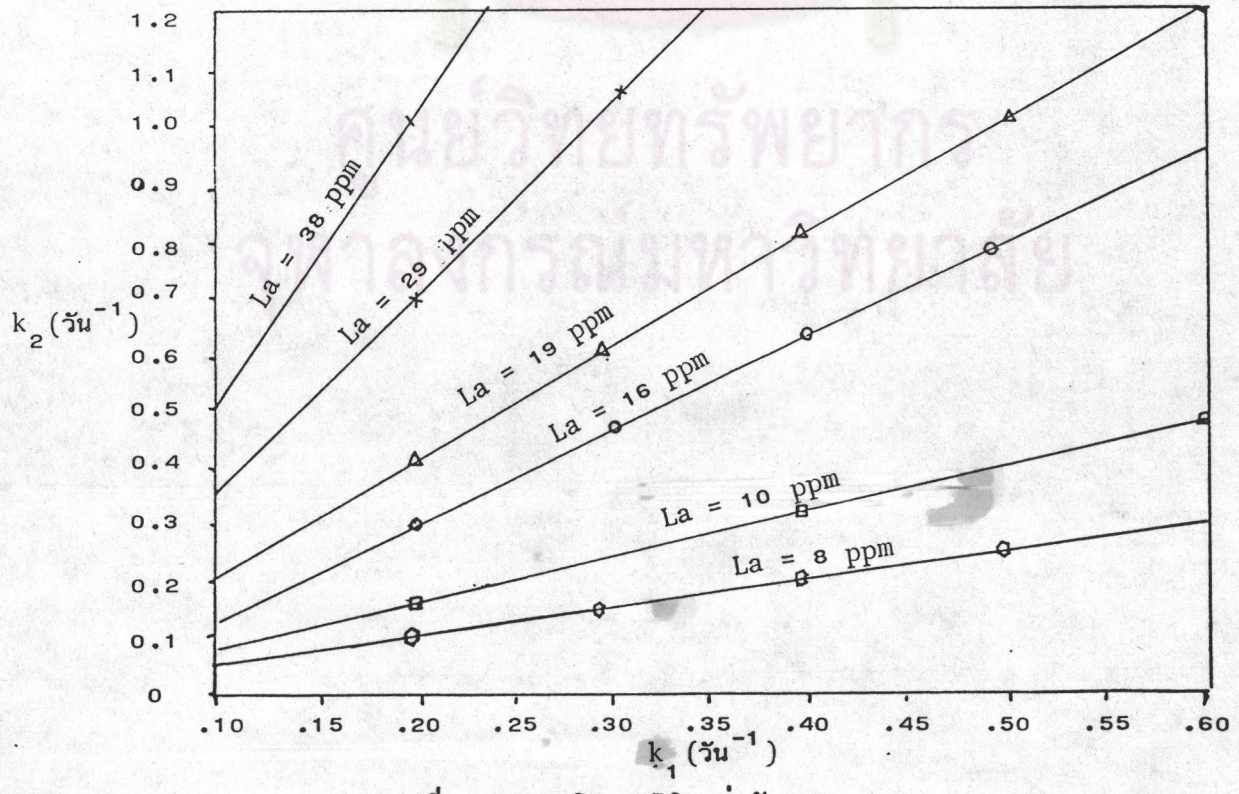


รูปที่ 5.8 ปริมาณ DO เท่ากับ 2.00 ppm

Nomograph แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1), สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แหล่งน้ำ (k_2) และปริมาณสารอินทรีย์ (La) สูงสุดเมื่อปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm และ 2.00 ppm ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ



รูปที่ 5.9 ปริมาณ DO เท่ากับ 4.00 ppm



รูปที่ 5.10 ปริมาณ DO เท่ากับ 2.00 ppm

3. การเปรียบเทียบผลของปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการคาดการณ์คุณภาพน้ำ (Predicted DO) ภายหลังจากแม่น้ำได้รับของเสียจากแหล่งต่าง ๆ และจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Observed DO)

ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการคาดการณ์คุณภาพน้ำ (Predicted DO) โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Observed DO) จากบริเวณต้นน้ำจนถึงบริเวณท้ายน้ำ ระหว่าง Station A ถึง Station H ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.9 ถึง 5.11 และรูปที่ 5.11 ถึง 5.13 สามารถสรุปได้ว่า ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) และขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) นั้น ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการคาดการณ์คุณภาพน้ำ (Predicted DO) และจากการวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Observed DO) มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในระหว่าง Station G ถึง H ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการคาดการณ์จะมีค่าสูงกว่าที่หาได้จากการวิเคราะห์ ทั้งนี้เพราะในบริเวณ Station H จะเป็นบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่น เป็นที่ตั้งของสถานที่ราชการ โรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท และเป็นบริเวณปากแม่น้ำ จึงเป็นเหตุให้ปริมาณของสารอินทรีย์ในบริเวณนี้มีค่าสูง และทำให้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำลดต่ำลง

ส่วนในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการคาดการณ์คุณภาพน้ำ (Predicted DO) จะมีค่าต่ำกว่าผลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Observed DO) ทั้งนี้เพราะในช่วงที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ ปริมาณของของเสียที่ทิ้งลงสู่แม่น้ำที่นำมาใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ยังคงมีปริมาณคงเดิม จึงเป็นผลให้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการคาดการณ์มีค่าต่ำ แต่ในสภาพที่เป็นจริงแล้วปริมาณของเสียที่ทิ้งลงสู่แม่น้ำระยองในแต่ละช่วงที่มาจากชุมชนและแหล่งเกษตรกรรม ที่เป็นของเสียที่มาจากจุดกำเนิดไม่แน่นอน อาจมีปริมาณไม่สูงเท่าที่คาดคะเนไว้ จึงเป็นเหตุให้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจากการตรวจวิเคราะห์มีค่าไม่ต่ำเท่าที่ได้จากการคาดการณ์คุณภาพน้ำ รายละเอียดของผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12-32 ในภาคผนวก

ตารางที่ 5.9 แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1) สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แม่น้ำ (k_2) และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำบริเวณท้ายน้ำจากการคาดการณ์ และการตรวจวิเคราะห์ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow)

สถานี	k_1	k_2	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณท้ายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
			จากการคาดการณ์ (Predicted DO)	จากการตรวจวิเคราะห์ (Observed DO)
Station A - B	0.4864	0.8555	6.09	5.97
Station B - C	0.4864	0.4604	5.93	5.66
Station C - D	0.4864	1.0821	5.96	6.10
Station D - E	0.4864	0.6071	6.19	6.03
Station E - F	0.4864	0.4604	5.84	5.18
Station F - G	0.4864	0.5849	5.23	5.11
Station G - H	0.7483	0.8174	5.72	3.63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.10 แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1) สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แม่น้ำ (k_2) และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำบริเวณท้ายน้ำจากการคาดการณ์ และการตรวจวิเคราะห์ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow)

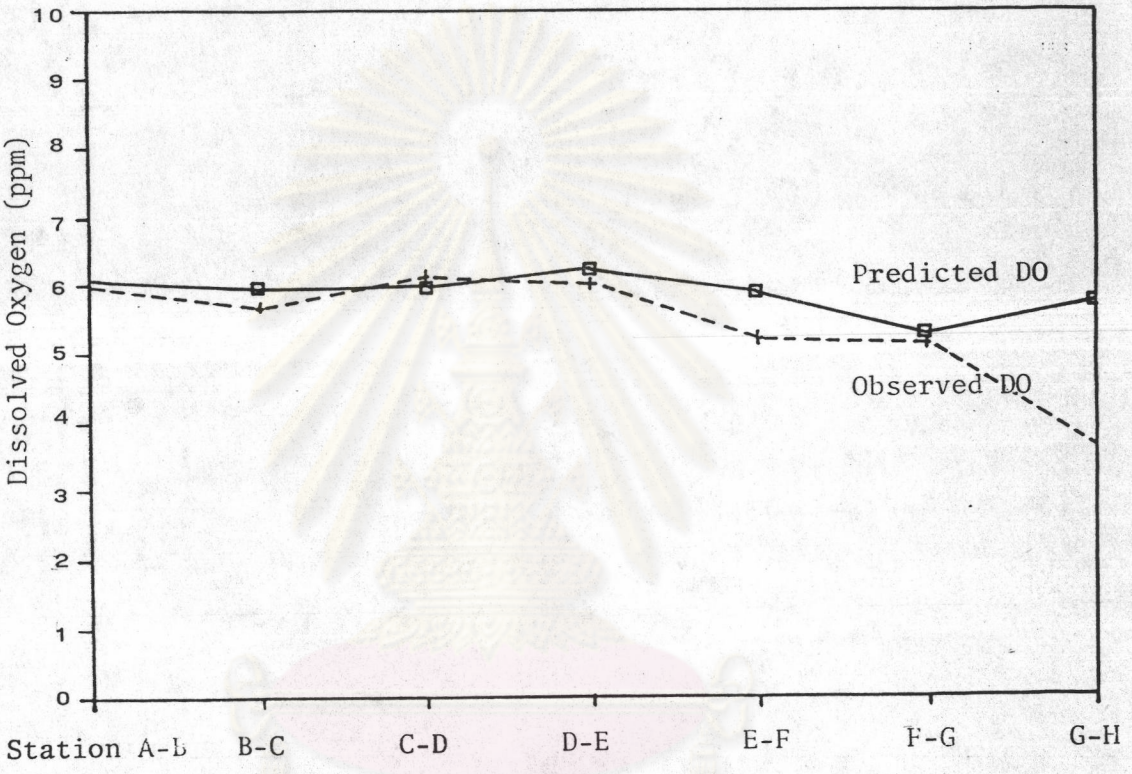
สถานี	k_1	k_2	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณท้ายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
			จากการคาดการณ์ (Predicted DO)	จากการตรวจวิเคราะห์ (Observed DO)
Station A - B	0.2148	0.4391	6.16	6.35
Station B - C	0.2148	0.3149	6.14	6.25
Station C - D	0.2148	0.2766	6.29	6.30
Station D - E	0.2148	0.3752	6.23	6.20
Station E - F	0.2148	0.3250	6.23	6.32
Station F - G	0.2808	0.1987	5.79	5.13
Station G - H	0.2808	0.2201	5.09	4.55

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

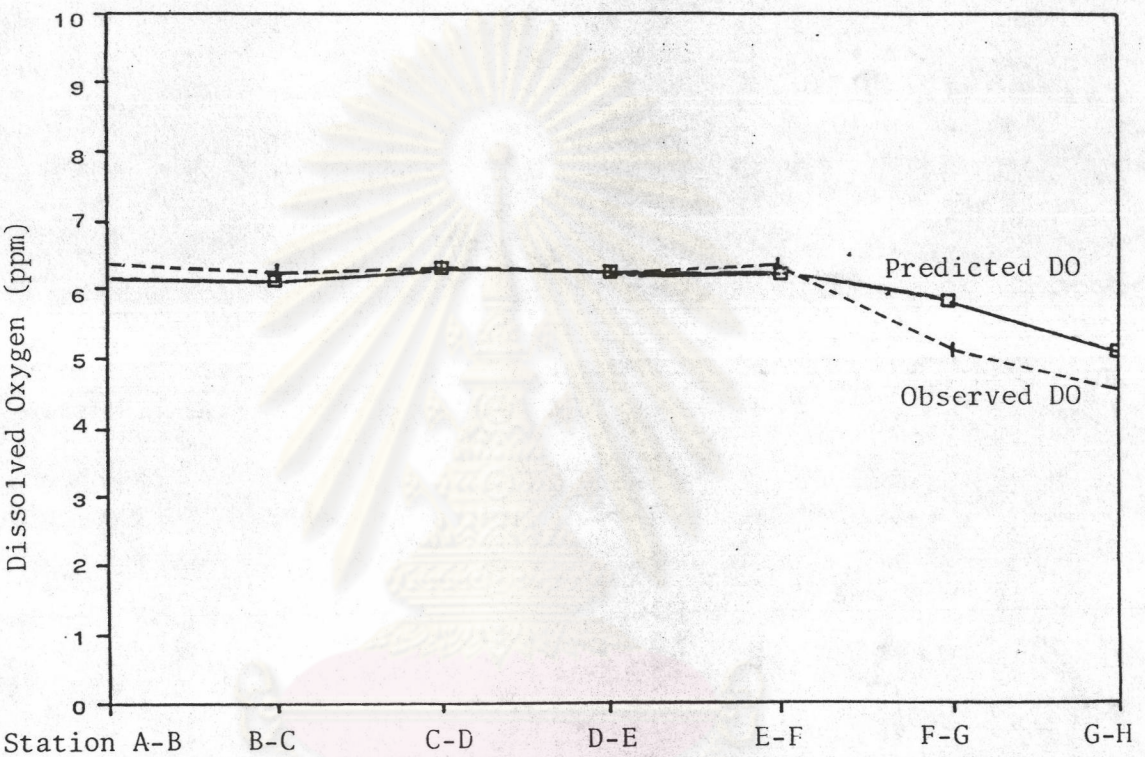
ตารางที่ 5.11 แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_1) สัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนแก่แม่น้ำ (k_2) และปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำบริเวณท้ายน้ำจากการคาดการณ์ และการตรวจวิเคราะห์ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow)

สถานี	k_1	k_2	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณท้ายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
			จากการคาดการณ์ (Predicted DO)	จากการตรวจวิเคราะห์ (Observed DO)
Station A - B	0.1206	0.9529	5.04	6.86
Station B - C	0.1206	0.4974	5.60	6.46
Station C - D	0.1206	0.5427	4.64	6.26
Station D - E	0.1206	0.7475	3.35	6.00
Station E - F	0.1206	0.7825	3.65	6.30
Station F - G	0.1206	0.4341	1.73	4.56
Station G - H	0.1206	0.4836	2.11	4.76

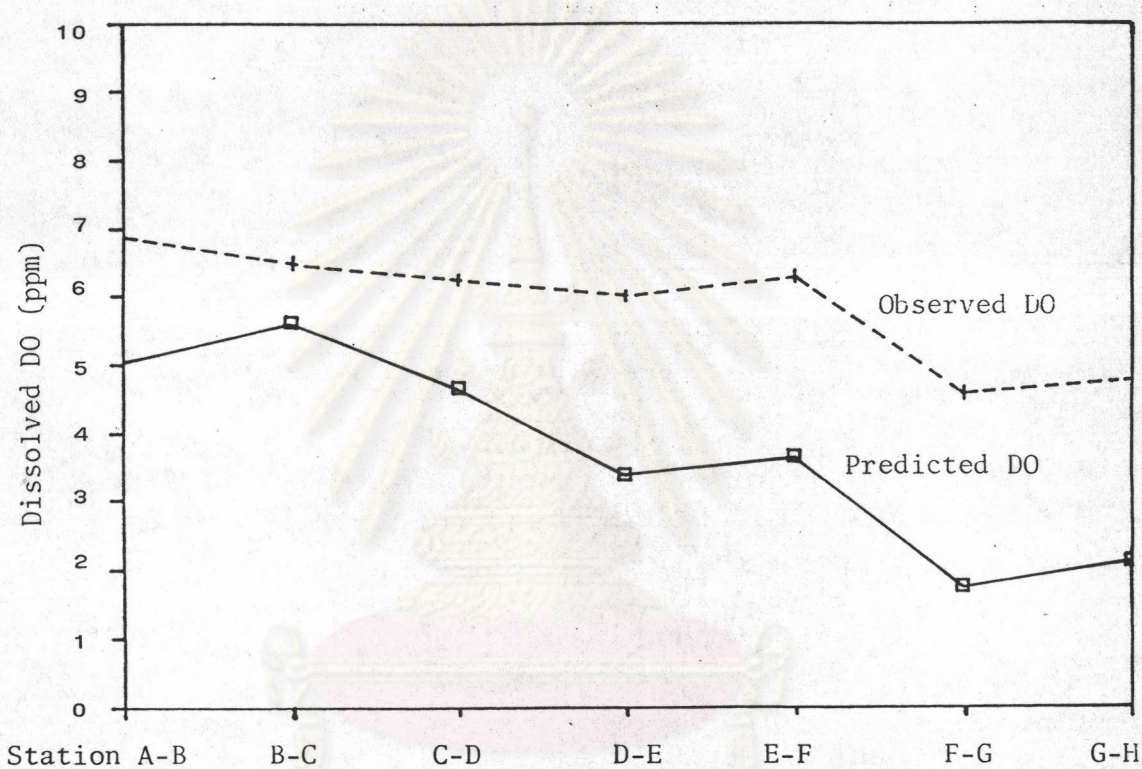
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 แสดงปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำ จากการเปรียบเทียบผลจากการคาดการณ์ (Predicted DO) กับผลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ (Observed DO) จากบริเวณต้นน้ำจนถึงท้ายน้ำ ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow)



รูปที่ 5.1.2 แสดงปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำ จากการเปรียบเทียบผลจากการคาดการณ์ (Predicted DO) กับผลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ (Observed DO) จากบริเวณต้นน้ำจนถึงท้ายน้ำ ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow)



รูปที่ 5.13 แสดงปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำ จากการเปรียบเทียบผลจากการคาดการณ์ (Predicted DO) กับผลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ (Observed DO) จากบริเวณต้นน้ำจนถึงท้ายน้ำ ในขณะแม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow)

การวิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของปริมาณสารอินทรีย์ที่มีต่อคุณภาพแม่น้ำระยอง โดยแบ่งสถานการณ์ของแม่น้ำออกเป็น 3 ช่วง คือ ขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) ขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) และขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) และยังได้ทำการแบ่ง Station ต่าง ๆ ออกเป็น Station A ถึง Station H ในการประเมินผลกระทบโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ปรากฏว่า ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูง (High Flow) และขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลปานกลาง (Intermediate Flow) การวิจัยนี้จะได้ผลดี สามารถคาดคะเนปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำของแม่น้ำในแต่ละช่วงจะใกล้เคียงกับความเป็นจริง คือ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจริง ๆ ทั้งยังเหมาะกับการที่จะนำมาใช้จัดการคุณภาพแม่น้ำ เช่นเดียวกับที่ได้มีผู้นิยมใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ BOD-DO Model ของ Streeter และ Phelps ในการแก้ปัญหาแหล่งน้ำต่าง ๆ ในหลายประเทศที่ใช้ได้ผลดี ทั้งยังสามารถอนุรักษ์ให้แหล่งน้ำมีคุณภาพได้มาตรฐานและใช้ประโยชน์ได้สูงสุด (Biswas, 1981) แต่ในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ (Low Flow) ผลที่ได้จากการคาดการณ์เพื่อหาปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้เพราะในสภาพที่เป็นจริงแล้ว ปริมาณของเสียที่มาจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากแหล่งชุมชน และแหล่งเกษตรกรรม อาจมีน้อยกว่าที่นำไปใช้ในการศึกษา โดยเฉพาะของเสียที่มาจากแหล่งเกษตรกรรม ซึ่งมีจุดกำเนิดที่ไม่แน่นอน (Non point source) ในช่วงหน้าแล้งอาจมีการเพาะปลูกน้อยมากหรือไม่มีเลย เพราะมีปัญหาเรื่องแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ โดยเฉพาะปริมาณน้ำท่าที่ไหล ในช่วงที่วัดอาจไม่มีฝนตกเลยก็ได้ แต่ในการศึกษานี้คิดเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำท่าที่ไหลสม่ำเสมอ ทำให้ค่าของปริมาณ BOD Loading ที่มาจากแหล่งเกษตรกรรมสูงกว่าความเป็นจริง หรืออาจเกิดขึ้นเนื่องจากผลของการตกตะกอนของสารอินทรีย์ (Sedimentation) การฟุ้งกระจาย (Scouring) และการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ (Photosynthesis) ซึ่งการศึกษาโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ไม่ได้นำมาคิด จึงเป็นผลให้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำบริเวณท้ายน้ำ จากการวิเคราะห์มีค่าสูงกว่าที่ได้จากการคาดการณ์ นอกจากนี้ การหาค่า BOD Loading จากแหล่งเกษตรกรรมนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่า (runoff coefficient) ที่ใช้ในการศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5 (Hammer, 1977) นั้น ในเมืองไทยยังไม่ได้มีการศึกษาวิจัยเอาไว้ อันอาจเป็นผลให้ผลที่วิเคราะห์ได้เกิดการคาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง และจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในขณะ

ที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ

ดังนั้น การศึกษาผลกระทบของปริมาณสารอินทรีย์ต่อแม่น้ำระยอง โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter และ Phelps นี้ จะได้ผลที่ถูกต้องให้ผลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลสูงและปานกลางเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ก็สามารถชี้ให้เห็นว่า ถ้าไม่มีการจำกัดของเสียที่จะทิ้งลงสู่แม่น้ำโดยเฉพาะในขณะที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำ อาจทำให้แม่น้ำอยู่ในขั้นวิกฤตและมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย