



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง สมรรถนะการฟอกตัวเองของแม่น้ำท่าจีน ในการรองรับน้ำคุณภาพเสื่อมโทรม
ภายหลังไหลเข้ากรุงเทพมหานคร ของวิกฤตน้ำท่วมภาคกลาง ปี 2554 เพื่อไหลลง
อ่าวไทยอย่างปลอดภัย

Self-Purification Capability of Tha Chin River to Accommodate the Deteriorated
Qualitative Water of Crisis Floods 2011 in the Central After Moving to Bangkok for
Safety flow to the Gulf of Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวศิริขวัญ เจริญขุน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์เกษม จันทรแก้ว, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ณัฐจิต คำปิ่น, วท.ด.)

รักษาราชการแทน
หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

สมรรถนะการฟอกตัวเองของแม่น้ำท่าจีน ในการรองรับน้ำคุณภาพเสื่อมโทรม ภายหลังไหลเข้า
กรุงเทพมหานคร ของวิกฤตน้ำท่วมภาคกลางปี 2554 เพื่อไหลลงอ่าวไทยอย่างปลอดภัย

Self - Purification Capability of Tha Chin River to Accommodate the Deteriorated Qualitative
Water of Crisis Floods 2011 in the Central After Moving to Bangkok for
Safety Flow to the Gulf of Thailand

โดย

นางสาวศิริขวัญ เจริญขุน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิตสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2556

ศิริขวัญ เจริญขุน 2556: สมรรถนะการฟอกตัวเองของแม่น้ำท่าจีนในการรองรับน้ำคุณภาพเสื่อมโทรม ภายหลังไหลเข้ากรุงเทพมหานคร ของวิกฤตน้ำท่วมภาคกลางปี 2554 เพื่อไหลลงอ่าวไทยอย่างปลอดภัย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D. 192 หน้า

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงคุณภาพน้ำและสมรรถนะการฟอกตัวเองของแม่น้ำท่าจีน ภายหลังรองรับน้ำหลาก จากวิกฤตน้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานครและภาคกลาง ปี 2555 โดยมีช่วงลำน้ำที่ศึกษาตั้งแต่บริเวณ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม จนถึงปากแม่น้ำ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร รวมระยะทางประมาณ 104 กิโลเมตร จำนวน 21 จุด เก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 เป็นตัวแทนของช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำตามความเร็วและทิศทางการไหลของกระแสน้ำ สำหรับสมรรถนะการฟอกตัว ประยุกต์ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter & Phelps ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำในช่วงที่รองรับน้ำหลาก มีคุณภาพดีกว่าในช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก โดยมีค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ในเดือนมกราคมและเดือนเมษายน เฉลี่ยเท่ากับ 0.98 ± 0.78 และ 3.29 ± 1.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) เฉลี่ยเท่ากับ 1.26 ± 0.65 และ 2.27 ± 1.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ สมรรถนะในการฟอกตัว ช่วงที่รองรับน้ำหลาก มีค่าสูงกว่าช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลากเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยในเดือนมกราคม และเดือนเมษายนเท่ากับ 0.36 และ 0.31 อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 0.58 และ 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน สำหรับอัตราการเติมออกซิเจนมีค่าเท่ากับ 0.79 และ 0.62 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน ตามลำดับ ดังนั้นกล่าวได้ว่า การระบายน้ำหลากจากวิกฤตน้ำท่วมลงสู่แม่น้ำท่าจีน จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในระดับต่ำ ซึ่งแม่น้ำท่าจีนมีความสามารถในการฟอกตัวได้ดี โดยเฉพาะบริเวณ 10 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ อย่างไรก็ตาม พบว่าภายหลังจากได้รับน้ำหลาก แม่น้ำท่าจีนมีคุณภาพน้ำต่ำลง ดังนั้น จึงไม่ควรเร่งระบายมวลน้ำดังกล่าว หรือต้องใช้ความระมัดระวัง เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อแม่น้ำท่าจีนน้อยที่สุด

Sirikhwan Charoenkhun 2013: Self - Purification Capability of Tha Chin River to Accommodate the Deteriorated Qualitative Water of Crisis Floods 2011 in the Central After Moving to Bangkok for Safety Flow to the Gulf of Thailand. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, Department of Environmental Science. Thesis Advisor: Professor Kasem Chunkao, Ph.D. 192 pages.

The study was focused on water quality and self-purification capability of Tha Chin river after accommodating drainage of floodwater from flooding crisis in 2011 in Bangkok and the Central region of Thailand. The watercourse of study in Tha Chin River from Nakhornchaisri District, Nakhornpathom Province through outlet in Muang District, Samutsakhorn Province, with the distances about 104 kilometers with 21 stations. Two sampling periods were placed on January 2012 for the accommodated floodwater and April 2012 for the non-accommodated floodwater. Sampling water by velocity and flow of water. Self- purification capability was evaluated by the Streeter & Phelps Model. The result shows that the water quality in the accommodated floodwater period was better than the water quality of non-accommodated floodwater period with the concentrated BOD about 0.98 ± 0.78 mg/L in January and 3.29 ± 1.29 mg/L in April. DO about 1.26 ± 0.65 mg/L in January and 2.27 ± 1.23 mg/L in April. Furthermore, the self- purification capability of the river in the accommodated floodwater period was higher than that capability from the non - accommodated floodwater period with the numbers 0.36 in January and 0.31 in April. Also the rate of Deoxygenation was calculated in January 0.58 mg/L-day and 2.00 mg/L-day in April, the rate of reaeration is 0.79 mg/L-day in January and 0.62 mg/L-day in April. Summarily speaking, the drainage of floodwater into Tha Chin River was indicated in low effect on water quality because Tha Chin River is efficiency self – purification in-the zone about 10 km from the river mouth. However, the more drainage of floodwater the more effect on Tha Chin river's water quality, the policy makers should be concentrated on the quantity of drainage to serve Tha Chin river sustainably.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลงได้ด้วยความรู้ความเข้าใจจากศาสตราจารย์ ดร. เกษม จันทรแก้ว ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนได้ใช้เวลาในการอบรมสั่งสอนให้วิชาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร. นฤชิต คำปิ่น กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่ช่วยให้คำแนะนำชี้ทางในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลง และช่วยให้คำแนะนำในการดำเนินชีวิต การปฏิบัติตัวต่อการอยู่ร่วมกันในสังคม

ขอขอบคุณพี่ ๆ เจ้าหน้าที่ จากโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ได้ใช้เวลาและกำลังมาช่วยในการเก็บตัวอย่างน้ำจนสำเร็จลงด้วยดี

ขอบคุณเป๊ป และน้อง ๆ รุ่น 35 ทุกคนที่เป็นเพื่อนร่วมทีมในโครงการฯ ทำเงิน ตลอดจนกับจิ้ง กิ๊ฟสุดาพร สายรุ่ง เอ๋ บ๊อบบี้ และป๊าก น้อง ๆ รุ่น 34 พี่นก พี่ปุม พี่ป๊าก พี่รุจ และพี่เป็ด พี่ๆ ปริญาเอก รุ่น 8 ที่คอยให้คำแนะนำและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดเวลาที่ผ่านมา

คุณประโยชน์อันใดที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณดีทั้งปวงแด่ บิดา มารดา พี่ ๆ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทความรู้แก่ข้าพเจ้าตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์

ศิริขวัญ เจริญขุน

กุมภาพันธ์ 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(11)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	43
อุปกรณ์	43
วิธีการ	44
ผลและวิจารณ์	58
สรุปและข้อเสนอแนะ	150
สรุป	150
ข้อเสนอแนะ	154
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	155
ภาคผนวก	162
ภาคผนวก ก เวลาเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีน	163
ภาคผนวก ข คุณภาพน้ำในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554	166
ภาคผนวก ค คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย	171
ภาคผนวก ง คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน	175
ภาคผนวก จ ผลการคำนวณสมรรถนะการฟอกตัวและปัจจัยเกี่ยวข้องของแม่น้ำท่าจีน	179
ภาคผนวก ฉ ผลการคำนวณสมรรถนะการฟอกตัว และปัจจัยเกี่ยวข้องของคลอง มหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย	184
ภาคผนวก ช มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน	188
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	192

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า K_1 (deoxygenation rate constant)	18
2	ค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) ในแหล่งน้ำแต่ละประเภท	20
3	ค่าความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (self-purification ratio; f)	24
4	ประเภทแหล่งน้ำ และจุดเก็บตัวอย่างน้ำในพื้นที่ศึกษา	46
5	ปริมาณฝนและมวลน้ำสะสมในพื้นที่ต้นน้ำทางตอนเหนือและพื้นที่ภาคกลางในปี 2554	59
6	ช่วงลำนํ้าของแม่น้ำท่าจีนที่ใช้ศึกษาสมรรถนะในการฟอกตัว	134
7	ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2) ในแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก	136
8	อัตราการลดลงของออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก	139
9	อัตราการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน (r_C) ของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก	141
10	จุดวิกฤต(critical point) ของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก	143
11	ความสามารถในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก	144
12	ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก	146
13	อัตราการลดลงของออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมออกซิเจน (r_R) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัยในช่วงที่รองรับมวลน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับมวลน้ำหลาก	146

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	อัตราการเปลี่ยนแปลงออกซิเจน ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก	147
15	จุดวิกฤต (critical point) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก	148
16	ความสามารถในการฟอกตัวของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก	149
ตารางผนวกที่		
ก1	เวลาเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม พ.ศ. 2555)	164
ก2	เวลาเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน พ.ศ. 2555)	165
ข1	คุณภาพน้ำทางกายภาพของน้ำในกรุงเทพมหานคร ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554	167
ข2	คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำในกรุงเทพมหานคร ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554	168
ข3	คุณภาพน้ำทางชีวภาพของน้ำในกรุงเทพมหานคร ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554	170
ค1	คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	172
ค2	คุณภาพน้ำในคลองภาษีเจริญ ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	173
ค3	คุณภาพน้ำในคลองมหาชัย ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	174

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง1	คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	176
จ1	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และอัตราการ ย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_D) ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)	180
จ2	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และอัตราการ ย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_D) ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	180
จ3	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)	181
จ4	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	181
จ5	ผลการคำนวณการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	182
จ6	ผลการคำนวณจุดวิกฤตของแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)	182
จ7	ผลการคำนวณจุดวิกฤตแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	183
จ8	ผลการคำนวณความสามารถในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	183
ฉ1	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และอัตราการ ย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_R) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลอง มหาชัย ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)	185
ฉ2	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และอัตราการ ย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_R) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลอง มหาชัย ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	185

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ฅ3	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)	185
ฅ4	ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	186
ฅ5	ผลการคำนวณการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	186
ฅ6	ผลการคำนวณจุดวิกฤตของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)	186
ฅ7	ผลการคำนวณจุดวิกฤตของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	187
ฅ8	ผลการคำนวณความสามารถในการฟอกตัวของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)	187
ซ1	มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน	189

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เขตของแหล่งน้ำตามกระบวนการฟอกตัวเองตามธรรมชาติ	13
2	กราฟเส้นหย่อนออกซิเจน (oxygen sag curve)	23
3	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำทำนุ	28
4	อิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงของแม่น้ำท่าจีน	29
5	ปริมาณน้ำเสียและภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดีของแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2553 ตอนบน (ก) ตอนกลาง (ข) และตอนล่าง (ค)	35
6	คลองสาขาและคลองย่อยของแม่น้ำที่จีนตอนล่าง	37
7	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน	39
8	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2543 – 2552	40
9	ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) ของแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2543 – 2552	41
10	ค่าของแข็งละลายทั้งหมด (TDS) ของแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2543 – 2552	42
11	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในกรุงเทพมหานคร แม่น้ำท่าจีน และสามคลองหลัก ที่มีการระบายน้ำจากวิกฤตน้ำท่วมกรุงเทพมหานครและภาคกลางปี 2554	50
12	ค่าเป็นกรดเบสของน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร	62
13	อุณหภูมิของน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร	62
14	ค่าของแข็งละลายรวมในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร	63
15	ค่าความนำไฟฟ้าในน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร	63
16	ค่าความเค็มในน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร	64
17	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และค่าบีโอดี (BOD) ในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	ค่าแอมโมเนีย (NH_3) และค่าไนเตรท ($\text{NO}_3\text{-N}$) ในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร	66
19	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร	67
20	ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโททล โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัล โคลิฟอร์มใน น้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร	68
21	ปริมาณเชื้อก่อโรคในน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร	69
22	อุณหภูมิน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	71
23	ปริมาณของแข็งละลายรวมในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	72
24	ค่าการนำไฟฟ้าในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	74
25	ค่าความความเป็นกรดเบสในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	75
26	ค่าความความเค็ม ของคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	77
27	ปริมาณออกซิเจนละลายในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	79
28	ปริมาณบีโอดีในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	80
29	ปริมาณซีโอดีในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	82
30	ปริมาณทีเคเอ็นในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	83

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
31	ปริมาณโพแทสเซียมในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	85
32	อุณหภูมิน้ำในคลองภาษีเจริญ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	87
33	ปริมาณของแข็งละลายรวมในคลองภาษีเจริญ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	88
34	ค่าการนำไฟฟ้าในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	90
35	ค่าความความเป็นกรดเบสในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วง ที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	91
36	ค่าความเค็มในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	93
37	ปริมาณออกซิเจนละลายในคลองภาษีเจริญ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	94
38	ปริมาณบีโอดีในน้ำคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	96
39	ปริมาณซีโอดีในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	97
40	ปริมาณทีเคเอ็นในน้ำ คลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	98
41	ปริมาณฟอสฟอรัสในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	100
42	ปริมาณโพแทสเซียมในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	101
43	อุณหภูมิน้ำในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	102

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
44	ปริมาณของแข็งละลายรวมในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	104
45	ค่าการนำไฟฟ้าในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	105
46	ค่าความความเป็นกรดเบสในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	106
47	ค่าความเค็มในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	108
48	ปริมาณออกซิเจนละลายในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	109
49	ปริมาณบีโอดีในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	111
50	ปริมาณซีโอดีในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	112
51	ปริมาณทีเคเอ็นในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำ หลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	113
52	ปริมาณฟอสฟอรัสในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับ น้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	114
53	ปริมาณโพแทสเซียมในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	115
54	อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	117
55	ปริมาณของแข็งละลายรวมในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	119

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
56	ค่าการนำไฟฟ้าของแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	120
57	ค่าความความเป็นกรดเบสในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	122
58	ค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	123
59	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	126
60	ปริมาณบีโอดีในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	128
61	ปริมาณซีโอดีในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	129
62	ปริมาณไนโตรเจนที่เคเอ็นในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	131
63	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	132
64	ปริมาณโพแทสเซียมในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)	133
65	เปรียบเทียบอัตราการใช้ออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมออกซิเจน (r_R) ของแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก	142

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

มก./ล.	=	มิลลิกรัมต่อลิตร
มก./ล./วัน	=	มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน
TC	=	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีน
MS	=	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองมหาสวัสดิ์
PC	=	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองภาษีเจริญ
MC	=	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองมหาชัย
FL	=	จุดเก็บตัวอย่างน้ำท่วมในกรุงเทพมหานคร
DO	=	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ
BOD	=	ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์
mg/l	=	มิลลิกรัมต่อลิตร
mg/l-d	=	มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน
$\mu\text{S/cm}$	=	ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (หน่วยวัดของค่าการนำไฟฟ้า)
ppt	=	หน่วยในพันหน่วย (หน่วยวัดของความเค็ม)
K_1	=	ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือค่าคงที่ของการใช้ออกซิเจน (ฐาน e)
k_1	=	ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือค่าคงที่ของการใช้ออกซิเจน (ฐาน 10)
K_2	=	ค่าคงที่ของการเติมออกซิเจนในน้ำ (ฐาน e)
k_2	=	ค่าคงที่ของการเติมออกซิเจนในน้ำ (ฐาน 10)
r_D	=	อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรืออัตราการใช้ออกซิเจน (มก./ล./วัน)
r_R	=	อัตราการเติมออกซิเจนในแหล่งน้ำ (มก./ล./วัน)
r_C	=	อัตราการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในแหล่งน้ำ (มก./ล./วัน)
t_c	=	จุดวิกฤต หรือจุดที่ออกซิเจนลดลงต่ำสุด (วัน)
f	=	ความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (Fair's self-purification ratio)
$\pm$	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**สมรรถนะการฟอกตัวเองของแม่น้ำท่าจีนในการรองรับน้ำคุณภาพเสื่อมโทรม
ภายหลังไหลเข้ากรุงเทพมหานคร ของวิกฤตน้ำท่วมภาคกลางปี 2554
เพื่อไหลลงอ่าวไทยอย่างปลอดภัย**

**Self - Purification Capability of Tha Chin River to Accommodate the
Deteriorated Qualitative Water of Crisis Floods 2011 in the Central
After Moving to Bangkok for Safety Flow to the Gulf of Thailand**

คำนำ

วิกฤตน้ำท่วมภาคกลางปี 2554 เกิดขึ้นในช่วงเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2555 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร และหลายจังหวัดในพื้นที่ภาคกลาง เช่น นนทบุรี ปทุมธานี อโยธยา และนครปฐม เป็นต้น โดยเฉพาะกรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำท่วมอย่างรุนแรงและมีน้ำขังเป็นเวลายาวนาน ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจ ตลอดจนความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่อย่างมหาศาล ด้วยเหตุนี้กรุงเทพมหานครและรัฐบาลจึงเร่งผันน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีนเพื่อระบายน้ำลงสู่ทะเล โดยผันน้ำลงคลองสำคัญ 3 คลอง ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ซึ่งรับน้ำจากคลองทวีวัฒนา และไหลสู่แม่น้ำท่าจีนในพื้นที่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม คลองภาษีเจริญรับน้ำจากคลองทวีวัฒนาและไหลลงแม่น้ำท่าจีนในพื้นที่อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร และคลองมหาชัยไหลลงแม่น้ำท่าจีนที่อำเภอเมืองสมุทรสาคร

มวลน้ำประมาณ 120,000 ล้านลูกบาศก์เมตรที่เคลื่อนเข้าท่วมพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่ภาคกลางซึ่งไหลผ่านและท่วมขังในพื้นที่ต่างๆ ทั้งในเขตพื้นที่ชุมชน ตลาด โรงงาน อุตสาหกรรม รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลให้น้ำมีการปนเปื้อนของมลสารต่างๆ และมีคุณภาพที่เสื่อมโทรม ดังนั้น การเร่งระบายน้ำจำนวนมากเหล่านั้น จึงถือเป็นการระบายเอาน้ำที่มีการปนเปื้อนของมลสาร ลงสู่คลองสาขาทั้ง 3 คลอง ซึ่งในที่สุดจะถูกระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีน จึงอาจกล่าวได้ว่าการระบายน้ำจากกรณีน้ำท่วมพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่ภาคกลางลงสู่แม่น้ำท่าจีน และคลองสาขาทั้ง 3 นั้น เป็นการเติมมลสารลงสู่แหล่งน้ำเหล่านั้น นั่นเอง

อย่างไรก็ตามแหล่งน้ำธรรมชาติมีความสามารถในการฟอกตัวเองเมื่อได้รับสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ลงในแหล่งน้ำ ซึ่งความสามารถฟอกตัวเองให้กลับมาอยู่ในสภาพปกตินั้นเกิดขึ้นหลังจากใช้ระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงคุณภาพน้ำและความสามารถในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีนภายหลังจากรองรับมวลน้ำหลากจากพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการบริหารจัดการ ด้านการระบายน้ำหากเกิดวิกฤตน้ำท่วมอีกต่อไป



วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและสมรรถนะการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัยในช่วงที่รองรับมวลน้ำหลาก กรณีน้ำท่วมพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่ภาคกลาง ปี 2554 และช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำหลาก

ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำพื้นฐานและดัชนีที่ชี้ถึงสมรรถนะการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ได้แก่ บีโอดี (Biochemical oxygen Demand; BOD) และออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen; DO) เป็นต้น
2. ศึกษาคุณภาพน้ำและสมรรถนะในการฟอกตัวเองตามธรรมชาติของแม่น้ำท่าจีน ช่วงอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำ อำเภอเมืองสมุทรสาคร รวมทั้งคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย
3. ศึกษาคุณภาพน้ำและสมรรถนะการฟอกตัว 2 ช่วงฤดูกาล ได้แก่ช่วงที่มีการรองรับมวลน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำหลาก ในเดือนมกราคม ปี 2555 และเดือนเมษายน ปี 2555

การตรวจเอกสาร

การเกิดอุทกภัย

1. นิยาม

กรมอุตุนิยมวิทยา (2522) ได้ให้ความหมายของการเกิดอุทกภัยไว้ว่า อุทกภัยหมายถึง สภาวะที่น้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธารหรือทางน้ำท่วมพื้นที่ซึ่งโดยปกติมิได้อยู่ใต้ระดับน้ำหรือเกิดการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายออกไม่ทัน ทำให้พื้นที่ปกคลุมไปด้วยน้ำ ลักษณะการเกิดอุทกภัยในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 ลักษณะน้ำท่วมขัง (drainage floods) เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเนื่องจากระบบการระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มักเกิดบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ๆ มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป เกิดจากฝนตกหนัก ณ บริเวณนั้นๆ ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันหรือเกิดจากสภาวะน้ำล้นตลิ่ง น้ำท่วมขังส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำ มีลักษณะแผ่เป็นบริเวณกว้าง

1.2 ลักษณะน้ำท่วมแบบฉับพลัน (flash floods) เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นและลดลงอย่างฉับพลันเนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ที่มีความชันมากและมีคุณสมบัติในการเก็บกักน้ำหรือตื้นน้ำน้อย น้ำท่วมฉับพลันมักเกิดขึ้นหลังจากฝนตกหนักไม่เกิน 6 ชั่วโมง และมักจะเกิดขึ้นบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ซึ่งอาจไม่มีฝนตกหนักในบริเวณนั้นมาก่อน แต่มีฝนตกหนักมากบริเวณต้นน้ำที่อยู่ห่างออกไปทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันได้

2. สาเหตุการเกิดอุทกภัยในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ในปี 2554

สาเหตุของการเกิดน้ำท่วมภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 นั้น เป็นภาวะผิดปกติของการไหลของน้ำท่าซึ่งแปรสภาพจากน้ำฝนที่เกิดน้ำท่วมรุนแรง ในทางวิชาการแล้วเกิดจากเหตุสามประการ ดังนี้

2.1 สาเหตุประการที่หนึ่ง เกิดจากฝนตกหนักและนาน มีปริมาณฝนช่วงสามเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ประมาณ 800 - 1,200 มิลลิเมตร บริเวณต้นน้ำ 500 - 800 มิลลิเมตร บริเวณตอนกลาง และตอนล่าง 400 - 600 มิลลิเมตร ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่ลุ่มน้ำภาคเหนือ

ตอนบนและตอนกลางและแปรเป็นน้ำทำได้ประมาณ 150,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาที่นครสวรรค์โดยแม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน ส่วนตอนล่างมีฝนตกที่แปรเป็นน้ำทำได้ประมาณ 100,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ไหลลงแม่น้ำป่าสัก แม่น้ำสะแกกรัง แม่น้ำน้อย แม่น้ำลพบุรี และ แม่น้ำเจ้าพระยา รวมปริมาณน้ำท่าเหนือพระนครศรีอยุธยาทั้งสิ้นประมาณ 250,000 ล้านลูกบาศก์เมตร น้ำทั้งหมดนี้จะระเหยสู่บรรยากาศประมาณ 150,000 ล้านลูกบาศก์เมตร (ประมาณร้อยละ 60 -70) น้ำที่เหลือจะไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาและอ่าวไทย ประมาณ 60,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนที่เหลือเป็นน้ำทุ่ง/น้ำหลากประมาณ 35,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งไหลเข้าท่วมนาข้าว หมู่บ้าน ชุมชน เมือง ถนน สวนผลไม้ และฟาร์มปศุสัตว์ เป็นต้น ในจังหวัดสิงห์บุรี อ่างทอง ชัยนาท ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา และปทุมธานี อย่างไรก็ตามมลน้ำดังกล่าวมีการระเหยเกิดขึ้นในขณะกักเก็บนั้นมากกว่าร้อยละ 60 ดังนั้นจึงมีมลน้ำซึ่งรวมกับน้ำฝนที่ตกในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลทั้งสิ้นประมาณ 120,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่จะเคลื่อนตัวผ่านกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม และสมุทรสาคร ซึ่งเป็นน้ำที่มีคุณภาพเสื่อมโทรม มีสิ่งปนเปื้อนทั้งกายภาพ เคมีและชีววิทยา มลน้ำดังกล่าวเข้าท่วมใจกลางกรุงเทพมหานครและถูกบังคับให้ไหลผ่านพื้นที่ทิศตะวันออกของกรุงเทพมหานคร ด้วยคลองที่เชื่อมต่อกับคลองแสนแสบซึ่งเชื่อมกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่รองรับน้ำลงสู่อ่าวไทย และพื้นที่ทิศตะวันตกของกรุงเทพมหานครด้วยคลองที่เชื่อมโยงกัน ผ่านจังหวัดนครปฐมลงสู่แม่น้ำท่าจีน ออกอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร น้ำหลากที่เสื่อมโทรมเหล่านี้เมื่อไหลลงสู่อ่าวไทย คาดว่าจะมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ สัตว์น้ำและพืชน้ำ ในแม่น้ำลำคลอง ชายฝั่งทะเล และอ่าวไทย (เกษม, 2554)

2.2 สาเหตุประการที่สอง ได้แก่ การใช้ที่ดินไม่เป็นไปตามสมรรถนะและความเหมาะสมของที่ดิน เช่นที่ราบลุ่ม ดินและที่ดินเหมาะสมสำหรับการทำเกษตรกรรม แต่ถูกใช้เพื่อกิจกรรมการตั้งถิ่นฐาน อุตสาหกรรม ศูนย์การค้า คมนาคม สถานบันเทิง พื้นที่ทิ้งขยะ และฝังกากสารพิษอันตราย ดินและที่ดินเหมาะสมสำหรับเป็นพื้นที่ป่าไม้ แต่ถูกใช้เป็นพื้นที่เกษตร การตั้งถิ่นฐาน ที่พักผ่อน และคมนาคม เหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำส่วนเกิน กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ มีอิทธิพลต่อการทำให้เกิดน้ำท่วมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้ามีฝนตกมากกว่าสมรรถนะการดูดซับน้ำ ทำให้มีน้ำส่วนเกินดังกล่าว

2.3 สาเหตุประการที่สาม คือ การจัดการไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งไม่มีแผนงานการจัดการน้ำส่วนเกิน ไปเก็บไว้ในที่หนองน้ำ เช่น แก้มลิง หนองน้ำ แอ่งน้ำหรือที่ชุ่มน้ำแต่อย่างไร นอกจากนี้ยังไม่มีการทำงานแบบผสมผสานของทุกหน่วยปฏิบัติและหน่วยสนับสนุนเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการ และแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เกษม, 2554)

3. คุณภาพน้ำท่วมขังและน้ำหลาก

ตามหลักการทางอุทกวิทยาแล้ว น้ำท่าประกอบด้วยน้ำสามส่วนที่หล่อเลี้ยงลำน้ำ ได้แก่ น้ำบาดาล น้ำในดิน/น้ำที่ดินดูดซับ และน้ำไหลบ่าหน้าผิวดิน ดังนั้นคุณภาพน้ำท่าจึงมีองค์ประกอบของแร่ธาตุ โลหะหนัก สารเคมีอันตราย สารปราบศัตรูพืช สารแขวนลอย สารอินทรีย์ทั้งละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ จุลินทรีย์ และพยาธิ เป็นต้น สำหรับภาวะน้ำท่วมจะมีคุณภาพเสื่อมโทรมมากกว่าที่กล่าวนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำหลาก/น้ำท่วม ที่เกิดการชะล้างตะกอนไหลผ่านกองขยะ แหล่งฝังกลบกากสารพิษอันตราย โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน เมือง และฟาร์มปศุสัตว์ ฯลฯ

การศึกษาของนักวิทยาศาสตร์รายงานไว้ว่า น้ำท่าและน้ำหลากในขณะเกิดน้ำท่วมนั้นมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก สารเคมี ยาปราบศัตรูพืช สารพิษอันตราย น้ำมันและไขมัน สวะ/ขยะ อินทรีย์คาร์บอนละลายน้ำ ไนโตรเจนละลายน้ำ ฟอสฟอรัสละลายน้ำ อินทรีย์คาร์บอนระเหย (VOCs) ก๊าซระเหยต่างๆ แบคทีเรียที่ก่อโรคและไม่ก่อโรค ไวรัส พยาธิ สาหร่ายต่างๆ แพลงค์ตอนพืชและสัตว์ ฯลฯ ด้วยคุณภาพน้ำดังกล่าวข้างต้น ทำให้การเกิดน้ำท่วมทุกครั้ง ไม่ว่าจะรุนแรงหรือไม่ก็ตาม ความสกปรกของน้ำเนื่องจากการปนเปื้อนเหล่านี้ในน้ำท่าและน้ำท่วม/น้ำหลาก จึงไม่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ทุกกรณีนอกจากใช้เพื่อการคมนาคม แต่หากมีความจำเป็นต้องใช้ต้องผ่านการบำบัดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนนำไปใช้ทุกครั้ง (เกษม, 2554)

มลพิษทางน้ำ

1. ความหมายของมลพิษทางน้ำ

มลพิษทางน้ำ หมายถึง ภาวะที่น้ำเสื่อมคุณภาพ หรือน้ำมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เคยเป็นอยู่ตามธรรมชาติ เนื่องจากมีสารพิษเจือปนทำให้ มนุษย์ สัตว์ และพืชน้ำ ได้รับอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อม มลพิษทางน้ำ อาจเรียกสั้นๆ ว่า น้ำเสีย ซึ่งเป็นการเสื่อมลงของคุณภาพน้ำ เนื่องจากมีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ จนทำให้ไม่สามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำนั้นๆ ให้เป็นประโยชน์ได้ทั้งในการการอุปโภคและบริโภค ทำให้เกิดความเสียหายต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ตลอดจนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ (พนาลี, 2553)

2. ประเภทของสารมลพิษทางน้ำ

กลุ่มประเภทของสารมลพิษที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ที่สำคัญ ได้แก่

2.1 สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้

สารอินทรีย์ มีทั้งที่ละลายน้ำได้และเป็นสารแขวนลอย สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ ได้แก่ สารจำพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งมีแหล่งที่มาจากชุมชน เช่น ชากพืช ชากสัตว์ เศษอาหาร น้ำทิ้งจากครัวเรือน ของเสียจากการกระบวนการประกอบอาหาร และอุจจาระ เป็นต้น ของเสียจากโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงงานแปรรูปอาหาร นอกจากนี้ยังรวมถึง ของเสียและน้ำทิ้งจากพื้นที่เกษตรกรรม เช่น ปุ๋ยคอก มูลสัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.2 น้ำมันปิโตรเลียม

มลพิษทางน้ำที่เกิดจากน้ำมันปิโตรเลียม เรียกว่า มลพิษทางน้ำมัน น้ำมันปิโตรเลียมเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากตามธรรมชาติ และมีคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ เบากว่าน้ำ จึงปกคลุมพื้นผิวน้ำ คราบน้ำมันจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์ของพืชและสาหร่ายเซลล์เดียวใต้น้ำ และกระบวนการเติมออกซิเจนลงสู่ผิวน้ำจากชั้นบรรยากาศโดยตรง ที่สำคัญก่อให้เกิดเสียหายต่อระบบนิเวศอย่างกว้างขวางและรุนแรง (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.3 จุลินทรีย์

จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำมี 2 ประเภท คือ จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ เป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งถูกปนเปื้อนมาจากการทิ้งสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน หรือโรงพยาบาลลงสู่แหล่งน้ำ จนทำให้ผู้ใช้ประโยชน์ทั้งเพื่อการอุปโภคและบริโภค ได้รับเชื้อโรคเข้าไปและก่อให้เกิดโรคตามมา จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และเชื้อรา เป็นต้น (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.4 สารเคมีเป็นพิษ

สารพิษที่ถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำ ส่วนใหญ่มาจาก ขาฆ่าแมลง และ โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ หากสารเหล่านี้มีปริมาณที่มากพอ ทำให้เกิดพิษเฉียบพลันหรือเกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหาร (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.5 สารประกอบอินทรีย์สังเคราะห์

สารในกลุ่มนี้มีจำนวนมาก เป็นสารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการกำจัดศัตรูพืช หรือวัชพืช หรือสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรคต่างๆ ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ เช่น ดีดีที (DDT) เมลธิลพาราไรออน (Methyl parathion) เอนดริน (Andrin) และมาลาไรออน (Malathion) เป็นต้น (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.6 สารที่ทำให้เกิดฟอง

โดยมากมาจากโรงทอผ้า โรงงานผงซักฟอก โรงงานกระดาษ สารในกลุ่มนี้ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยาก บางชนิดอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ และทำให้เกิดธาตุอาหารในแหล่งน้ำอีกด้วย (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.7 ธาตุอาหาร

ได้แก่ สารไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งมักอยู่ในรูปของอินทรีย์สาร เช่น ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ไนเตรต (NO_3^-) หรือไนไตรท์ (NO_2^-) เป็นต้น ธาตุอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่มีที่มาจาก กิจกรรมการซักล้างที่ใช้สารซักฟอก และน้ำทิ้งจากเกษตรกรรมที่มีการใช้ปุ๋ยและสารอินทรีย์ต่างๆ (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.8 ความร้อน

ความร้อนเป็นสาเหตุที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมคุณภาพลงได้ เนื่องจากความร้อนส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ การเกิดปฏิกิริยาต่างๆ รวมทั้งการละลายของออกซิเจนในแหล่งน้ำ น้ำทิ้งที่มีความร้อน ส่วนใหญ่มาจากน้ำหล่อเย็นของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่เกี่ยวกับการผลิตกระแสไฟฟ้า เครื่องจักรไอน้ำ และโรงงานถลุงเหล็ก เป็นต้น (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

2.9 ตะกอน

ตะกอนเป็นของแข็งขนาดเล็ก บางประเภทสามารถตกตะกอนแยกจากน้ำได้ง่าย แต่บางประเภทเป็นตะกอนแขวนลอย ได้แก่ ตะกอนดินทราย ตะกอนในรูปของสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งทำให้น้ำขุ่น ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์น้ำ รวมทั้งกระบวนการสังเคราะห์ (ฉัตรไชย, 2539; พนาลี, 2553)

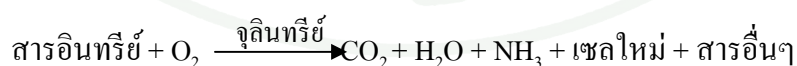
3. สารอินทรีย์ และมลพิษทางน้ำ

เกษม (2541) กล่าวว่า สารอินทรีย์ เป็นมลสารที่สำคัญที่สุดที่ก่อให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำธรรมชาติ มลสารที่เป็นสารอินทรีย์แบ่งออกได้เป็น สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายได้ (biodegradable) และย่อยสลายไม่ได้ (non-biodegradable) สารอินทรีย์ประเภทแรกจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะต้องใช้ก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ถ้ามีมลสารนี้มากเกินไปก็จะทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดภาวะไร้ออกซิเจนได้ สารอินทรีย์ประเภทที่สอง ถ้าตัวมันเองไม่มีพิษก็จะไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ

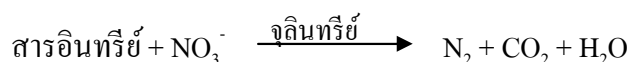
สารอินทรีย์ในน้ำแบ่งออกได้เป็นสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ และละลายน้ำไม่ได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาการสลายตัวต่างกัน ดังนี้

3.1 สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้

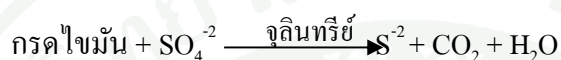
การย่อยสลายสารอินทรีย์ ที่ละลายน้ำได้ในแหล่งน้ำที่มีก๊าซออกซิเจนอยู่ จะเกิดปฏิกิริยาดังแสดงในสมการต่อไปนี้



ถ้าแหล่งน้ำนี้มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มาก จนก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำหมดไป จุลินทรีย์จะดึงเอาออกซิเจนจากสารประกอบอื่นมาใช้ เช่น ไนเตรท และซัลเฟต เป็นต้น โดยขั้นแรกจุลินทรีย์จะใช้ ออกซิเจนจากไนเตรทก่อน ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า ดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ดังสมการ



เมื่อไนเตรตถูกใช้จนหมดก็จะเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนทำให้ปฏิกิริยาการสลายตัวของสารอินทรีย์เกิดอย่างไม่สมบูรณ์ ผลจากปฏิกิริยาจะอยู่ในรูปของกรดไขมัน (fatty acid) แอลกอฮอล์ และสารอื่นๆ ซึ่งสารเหล่านี้จะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้น แต่ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีซัลเฟตอยู่ จุลินทรีย์ก็จะดึงออกซิเจนจากซัลเฟตมาใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่อไป ดังสมการ



ซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะเกิดเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็น มีพิษต่อปลาและก่อให้เกิดปัญหาของการกัดกร่อนหรืออาจเกิดเป็นเหล็กซัลไฟด์อยู่ในตะกอนใต้น้ำ ทำให้ตะกอนมีสีดำ เมื่อซัลเฟตถูกใช้ไปหมดหรือไม่มีในแหล่งน้ำนั้น ก็เกิดกระบวนการสลายตัวของกรดไขมัน กลายเป็นก๊าซมีเทน ไม่มีกลิ่น และไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ดังสมการ



โดยทั่วไปแล้วการสลายตัวของสารอินทรีย์ใน แม่น้ำ ลำคลอง จะหยุดแค่ปฏิกิริยาการใช้ซัลเฟตเท่านั้น การสลายตัวของกรดไขมันเป็นก๊าซมีเทนมักจะไม่มีเกิดขึ้น

3.2 สารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ

สารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำมักจะมีขนาดอนุภาคใหญ่ และจมลงใต้น้ำ สะสมอยู่ในตะกอนซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำในอีกลักษณะหนึ่ง กล่าวคือ ในบริเวณที่เป็นตะกอนจะเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนขึ้น เนื่องจากออกซิเจนที่ละลายในน้ำถ่ายเทสู่ตะกอนได้น้อย ทำให้การสลายตัวของสารอินทรีย์ในบริเวณนี้อยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจนเกิดเป็นก๊าซมีเทนขึ้น (เปี่ยมศักดิ์, 2543)

การฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ (Self-Purification)

1. ความหมายของการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ

Mann (1976) ได้ให้ความหมาย การฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ (self-purification) ว่า เป็นกระบวนการที่ประกอบไปด้วยกระบวนการย่อยๆ ที่จะพยายามรักษาคุณภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนให้กลับเป็นคุณภาพน้ำที่มีคุณภาพดีเช่นเดิมได้ โดยกระบวนการย่อยๆ ที่จะทำให้แหล่งน้ำคืนสภาพเดิมได้หมายถึงกลไกต่างๆ ตามธรรมชาติของระบบนิเวศแหล่งน้ำนั่นเอง

พนาลี (2553) กล่าวว่า การฟอกตัวของน้ำ หมายถึง ความสามารถในการรักษาสภาพโดยทางธรรมชาติของแหล่งน้ำ หลังจากได้รับสิ่งสกปรกที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำทุกแห่งมีความสามารถในการฟอกตัวเองได้ตามธรรมชาติ ทั้งคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และการลดลงของความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา ซึ่งส่งผลให้แหล่งน้ำมีคุณภาพดีขึ้น (Burnett *et al.*, 2007; Schaffner *et al.*, 2009)

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ หมายถึง กระบวนการรักษาสภาพทางธรรมชาติของแหล่งน้ำภายหลังจากการได้รับการปนเปื้อนจากมลสารต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อรักษาสสมดุลของแหล่งน้ำให้สามารถแสดงบทบาทหน้าที่ของระบบไว้ได้ดังเดิม

2. ความสามารถของแหล่งน้ำในการกำจัดสารอินทรีย์

โดยทั่วไปสารอินทรีย์ที่ถูกกระบายลงสู่แหล่งน้ำจะถูกทำลายหรือกำจัดออกด้วยกระบวนการต่างๆ ทั้งทางชีวภาพและกายภาพ เช่น การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ การตกตะกอน และการเจือจาง เป็นต้น การฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ เป็นความสามารถของแหล่งน้ำที่จะรองรับสิ่งสกปรกได้อย่างมีข้อจำกัด สิ่งสำคัญที่สุดของกระบวนการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ คือ การออกซิเดชันทางเคมี (oxidation) ซึ่งถูกจำกัดด้วยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และบทบาทของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ดังนั้นเมื่อการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำถูกจำกัด จึงส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ นั่นเอง

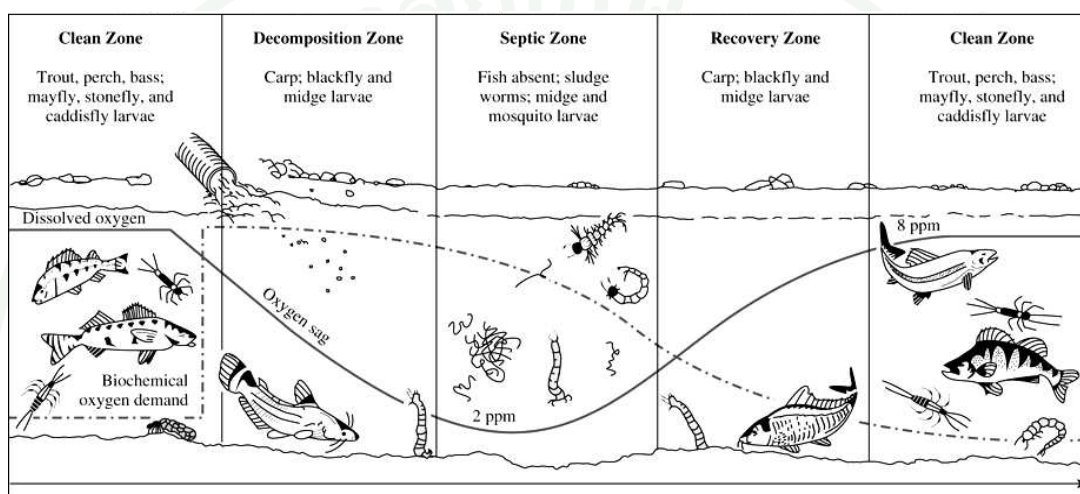
การระบายน้ำเสียโดยเฉพาะน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบลงสู่แม่น้ำแบบเป็นจุด (point source) ของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ แม่น้ำจะมีการปรับสภาพตัวเองของแม่น้ำที่อยู่ได้ลงมา (down-stream) หรือที่เรียกว่า การฟอกตัวเองของน้ำตามธรรมชาติ (self – purification of water) ซึ่งหมายถึง การทำความสะอาดตัวเองของแหล่งน้ำหรือแม่น้ำ เมื่อมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำนั้น โดยแม่น้ำหรือน้ำที่ไหลช่วยให้ระหว่างที่เวลาผ่านไปหรือในระหว่างที่ไหลไปตามแม่น้ำสารมลพิษในน้ำเสียก็จะลดลง โดยสามารถแบ่งเขตของแหล่งน้ำหรือแม่น้ำตามปฏิกิริยาการฟอกตัวเองของน้ำตามธรรมชาติจากจุดที่มีการระบายน้ำเสียต่อเนื่องกันออกเป็น 4 เขต ดังนี้

1. เขตที่มีการสลายตัว (Decomposition Zone) เขตนี้เป็นเขตแรกที่มีการปล่อยของเสียลงไป ปริมาณออกซิเจนละลายจะมีค่าแตกต่างเป็นช่วงกว้าง คือ ตั้งแต่อิ่มตัวจนถึง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งน้อยมาก มักมีของแข็งลอยอยู่ ความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง ทำให้ค่าบีโอดีสูงมาก จำนวนชนิดปลาจะลดลงมากกว่าในเขตที่มีคุณภาพน้ำซึ่งเป็นฟองที่แตกยากกว่าปกติ ยิ่งถ้ากระแสน้ำไหลช้าก็จะทำให้เกิดการสะสมตะกอนหนาของแข็งแขวนลอยและทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรมยิ่งขึ้น (ภาพที่ 1)

2. เขตที่มีการเน่าเสีย (Septic Zone) เขตนี้จะมีออกซิเจนละลายในน้ำจนถึงไม่มีเหลืออยู่เลย ปริมาณสารอินทรีย์ และค่าบีโอดียังมีค่าสูง แต่น้อยกว่าในเขตที่มีการสลายตัว น้ำมีสีคล้ำและมีกลิ่นเน่าเหม็น ปลาจะลดจำนวนชนิดลงมากกว่าในเขตแรกหรืออาจไม่มีเลย พื้นที่ท้องน้ำของเขตนี้จะอยู่ในสภาพไร้อากาศ แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria) จะมีจำนวนมาก หากน้ำเสียที่ปล่อยลงมามีมากเขตนี้ก็จะเกิดได้รวดเร็วขึ้น แต่ถ้าน้ำเสียมีปริมาณน้อย การเปลี่ยนแปลงจากเขตแรกมาสู่เขตนี้ จะเกิดอย่างช้าๆ ยิ่งถ้าปริมาณน้ำเสียน้อยมากและมีออกซิเจนเพียงพอสำหรับสิ่งมีชีวิตพวก แบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) แล้วแหล่งน้ำนั้นก็อาจผ่านจากเขตนี้ไปสู่เขตคืนสภาพ ได้เลยโดยไม่มีเขตนี้ก็ได้ (ภาพที่ 1)

3. เขตฟื้นตัว (Recovery Zone) เขตนี้จะมีออกซิเจนละลายในน้ำจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น (2 มล./ล.-อิ่มตัว) ค่าบีโอดีลดลงมากอินทรีย์สารน้อยลงไปจนเกือบอยู่ในสภาวะปกติ น้ำไม่ค่อยมีสีคล้ำ มีกลิ่นน้อยมาก แบคทีเรียจะลดจำนวนน้อยลง โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria) จะตายไปและพวกแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) จะเกิดขึ้นมาแทน ปลาจะมีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้น แต่จำนวนตัวต่อชนิดของปลาจะลดลง (ภาพที่ 1)

4. เขตที่มีสภาพปกติ (Clean Zone) คุณภาพน้ำทุกประการจะคืนสู่สภาพปกติเหมือนเมื่อก่อนได้รับน้ำเสียคือ ปริมาณออกซิเจนละลายจะอยู่ในช่วง 5 - 10 มก./ล. ค่าบีโอดีต่ำมาก น้ำขุ่นน้อยลงและไม่มีสีหรือมีสีเหมือนเดิมมีปริมาณของสารอินทรีย์ต่ำ มีจำนวนแบคทีเรียลดลง ไม่มีเมือกที่พื้นท้องน้ำ ส่วนสาหร่ายจะมีมากขึ้นเพราะว่าสิ่งแวดล้อมเหมาะสม ชนิดของปลาจะมีมากเหมือนปกติโดยจำนวนต่อชนิดปลาจะน้อยลง (เปี่ยมศักดิ์, 2543; พนาลี, 2553; Mann, 1976) เขตการฟอกตัวเองตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เขตของแหล่งน้ำตามกระบวนการฟอกตัวเองตามธรรมชาติ

ที่มา: McGraw-Hill Companies, Inc. (1998)

3. ความสามารถของแหล่งน้ำในการกำจัดจุลินทรีย์ก่อโรค

การลดลงของจุลินทรีย์หรือเชื้อก่อโรคในแหล่งน้ำธรรมชาติ เกิดจากปฏิกิริยาทางชีวภาพเคมี และกายภาพ เช่น การตายเนื่องจากแสงแดด การกินของโปรโตซัว หรือสัตว์น้ำอื่นๆ การกรองของพืชน้ำ การตายจากความเค็มของน้ำ หรือการเกิดปฏิกิริยาอื่น เช่น การเกิดฟล็อกคูลेशन (Flocculation) ทางเคมีและชีวภาพในแหล่งน้ำ

4. ความสามารถของแหล่งน้ำในการกำจัดสารมลพิษในรูปอนินทรีย์

การกำจัดสารมลพิษในน้ำที่อยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ในแหล่งน้ำ เกิดจากการออกซิเดชันทางเคมีหรือชีวภาพในน้ำ เช่น ปฏิกริยาไนตริฟิเคชัน (Nitrification) เพื่อกำจัดสารมลพิษในรูปไนโตรเจน หรือการเกิดปฏิกิริยาเมื่อรวมตัวของสารฟอสเฟตเกิดเป็นตะกอนฟอสเฟตจมอยู่ก้นน้ำ เป็นต้น

5. ปัจจัยที่มีผลต่อการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ

5.1 อัตราการย่อยสลาย (degradation rate) ขึ้นอยู่กับปริมาณความสกปรกที่ถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำ ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลาย อุณหภูมิของน้ำ และสภาพอื่นๆ ของลำน้ำ โดยแหล่งน้ำที่มีอัตราการย่อยสลายสูงทำให้เกิดสภาวะการเน่าเสียของแหล่งน้ำ และเกิดการสะสมของธาตุอาหารจำนวนมาก (ฉัตรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553)

5.2 อัตราการไหลของแม่น้ำ (stream flow) ซึ่งก่อให้เกิดการเจือจางของสารมลพิษที่ถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำ โดยพบว่า แหล่งน้ำที่มีอัตราการไหลสูงก็จะมีการฟอกตัวเองได้ดีกว่าแหล่งน้ำที่มีอัตราการไหลต่ำ (ฉัตรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553) แต่กลับพบว่าความเร็วของน้ำมีผลต่อระยะเวลาในการกักเก็บและการย่อยสลายสารอนินทรีย์ในแหล่งน้ำ กล่าวคือ แหล่งน้ำที่ไหลเร็วจะมีอัตราการย่อยสลายได้น้อยกว่าแหล่งน้ำที่ไหลช้า ซึ่งมีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำได้นานกว่านั่นเอง (Streeter and Phelps, 1925; Cazelles *et al.*, 1991; Adrian and Sanders, 1998; Faulkner *et al.*, 2000; Chen *et al.*, 2008; Cukrov *et al.*, 2008)

5.3 ความสามารถในการถ่ายเทออกซิเจนจากบรรยากาศสู่ผิวน้ำ (oxygen supply from air) ขึ้นอยู่กับสภาพของแหล่งน้ำแต่ละแห่ง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถของการส่งผ่านออกซิเจนลงสู่ผิวน้ำ ได้แก่ ความลึกของลำน้ำ โดยแม่น้ำตื้นจะเกิดการถ่ายเทก๊าซออกซิเจนได้ดีกว่าแม่น้ำที่มีความลึก อุณหภูมิของอากาศเหนือผิวน้ำและอุณหภูมิของน้ำ อิทธิพลของลม ความดันอากาศ และลักษณะการเคลื่อนตัวของผิวน้ำ ได้แก่ การเคลื่อนตัวแบบราบเรียบ (Lamina flow) หรือ การเคลื่อนตัวแบบปั่นป่วน (Turbulence Flow) เป็นต้น

5.4 อุณหภูมิของน้ำ (temperature) มีผลต่ออัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ เมื่ออุณหภูมิสูง อัตราการย่อยสลายจะสูงขึ้น และอุณหภูมิมิมีผลต่อปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เมื่ออุณหภูมิสูง ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำจะมีน้อยลง (ฉัตรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพน้ำ และการฟอกตัวของแหล่งน้ำ

1. ชนิดของแบบจำลอง

แบบจำลองที่ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ แบ่งออก 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1.1 optimization model เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจสำหรับการวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำ

1.2 simulation model เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคาดการณ์ หรือประมาณการหรือประเมินคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงทั้งในปัจจุบันและอนาคต จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 steady state เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าตัวแปรคุณภาพน้ำและตัวแปรเชิงปริมาณ ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา แบบจำลองประเภทนี้จะมีรูปแบบสมการที่ง่าย โดยอยู่ในรูปแบบของหนึ่งมิติ (one dimension) ภายใต้อำนาจคิดว่ามวลน้ำมีการผสมผสานอย่างสมบูรณ์ (complete mixing) การคำนวณและการประเมินผลไม่ยาก มักใช้ในการวางแผนระยะยาว

1.2.2 non steady state เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คิดภายใต้พลวัต (dynamic) ซึ่งมีการคำนวณค่าตัวแปรคุณภาพน้ำและตัวแปรเชิงปริมาณต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงขึ้นกับช่วงเวลา แบบจำลองประเภทนี้อยู่ภายใต้หลักการคิดหลายมิติ (more dimension) จึงทำให้มีความซับซ้อนของคำนวณสูงกว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ steady state (สมทิพย์, 2553)

2. สมการของ Streeter – Phelps และการพัฒนาแบบจำลอง

สมการของ Streeter และ Phelps ถูกพัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี 1925 ซึ่งได้ทำการศึกษาในแม่น้ำโอไฮโอ (Ohio river) เป็นสมการพื้นฐานที่ได้นำมาพิจารณาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใน

การประเมินคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ในน้ำ (BOD) และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) โดยสามารถระบุความเข้มข้นดังกล่าวตลอดแนวลำน้ำได้

2.1 สมมติฐานแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter – Phelps

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter – Phelps อยู่ภายใต้สมมติฐานดังนี้

2.1.1 เป็นระบบ plug flow หมายถึง คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงตามแนวของอัตราการไหลในลำน้ำ (change quality along flow)

2.1.2 เป็นระบบ steady state หมายถึง คุณภาพน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามสถานที่ แต่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งหมายความว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลสารในลำน้ำมีความสัมพันธ์ดังนี้ $\frac{\partial(CA)}{\partial t} = 0$

2.1.3 ไม่ปรากฏ inflow หรือ outflow ในช่วงของระบบที่กำลังพิจารณาอยู่

2.1.4 มีอัตราการไหลที่เป็นเนื้อเดียวตลอด (uniform flow)

2.1.5 ไม่นำการแพร่ของมลสารเข้ามาคิด (neglect dispersion) เนื่องจากเป็นระบบ plug flow

2.1.6 ปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ เป็นแบบ 1st order reaction

2.1.7 แบบจำลองนี้สมมติว่า ไม่มีตกตะกอน (no sedimentation) (สมทิพย์, 2553)

2.2 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Streeter – Phelps

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter – Phelps ได้แก่ ปริมาณบีโอดี (BOD) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และเวลา (t) (สมทิพย์, 2553)

2.3 แบบจำลองสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือการลดลงของบีโอดี (BOD decay)

เมื่อสารอินทรีย์ถูกระบายลงสู่แม่น้ำ ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ตรวจวัดได้ ณ จุดต่างๆ ของลำน้ำจะเป็นฟังก์ชันของระยะทางและเกิดปฏิกิริยาแบบ 1st order reaction ดังแสดงในรูปสมการดังนี้

$$\frac{-dL}{dt} = K_1 L$$

โดยที่ L คือ ปริมาณของสารอินทรีย์ทั้งหมดที่เหลืออยู่ในเวลา t (มก./ล.)

t คือ เวลา (วัน)

K_1 คือ ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือการลดลงของออกซิเจน (วัน⁻¹)

และเมื่อทำการอินทิเกรตสมการข้างต้น ตั้งแต่ เวลา $t=0$ ถึง $t=t$ จะได้

$$\ln \frac{L}{L_0} = -K_1 t$$

หรือ $L_t = L_0 e^{-K_1 t}$ (1)

หรือ $L_t = L_0 10^{-k_1 t}$ (2)

โดยที่ K_1 คือ ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการลดลงของออกซิเจน (log ฐาน e)

e คือ ฐานของ log ธรรมชาติ (2.7183)

k_1 คือ ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการลดลงของออกซิเจน (log ฐาน 10)

มีค่าเท่ากับ $0.434 K_1$

L_t คือ ค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำ ณ เวลา $t=t$ (มก./ล.)

L_0 คือ ค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำ ณ เวลา $t=0$ (มก./ล.)

เนื่องจากความสัมพันธ์ในเทอม BOD คือ $BOD = L_0 - L$ ดังนั้น จัดรูปสมการใหม่ได้ (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925)

$$BOD_t = BOD_u(1 - 10^{-k_d t}) \quad \dots (3)$$

โดยที่ BOD_t คือ ค่า BOD ที่เวลา t ใด ๆ
 BOD_u คือ ค่า ultimate carbonaceous BOD
 k_d คือ ค่า deoxygenation rate constant (วัน⁻¹)
 BOD_u คือ $1.46 BOD_5$ (4)

2.3.1 ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือการลดลงของออกซิเจนในน้ำ

ค่านี้ถูกเรียกว่า “deoxygenation rate constant (K_d)” เป็นค่าจำเพาะของแต่ละประเภทแหล่งน้ำ โดยแหล่งน้ำทั่วไปมีค่าดังแสดงในตารางที่ 1 โดยค่า deoxygenation rate constant จะขึ้นกับค่าอุณหภูมิในน้ำ คือ ถ้าอุณหภูมิในน้ำสูงขึ้นค่า K_d ก็จะสูงตามไปด้วย เนื่องจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีขึ้นกับอุณหภูมิ ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการ (ถักรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925)

$$K_d = K_{d \text{ at } 20^\circ C} \theta^{(T-20)} \quad \dots (5)$$

โดยที่ K_d คือ deoxygenation rate constant ณ อุณหภูมิใด ๆ (วัน⁻¹)
 $K_{d \text{ at } 20^\circ C}$ คือ deoxygenation rate constant ณ อุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส
 θ คือ temperature coefficient โดยมีค่าเท่ากับ 1.047 สำหรับในแม่น้ำ
 T คือ อุณหภูมิในลำน้ำ (องศาเซลเซียส)

ตารางที่ 1 ค่า K_d (deoxygenation rate constant)

ตัวแปร k_d	ค่า
ช่วงของ K_d	0.043 – 0.26 วัน ⁻¹
k_d	0.1 – 0.6 วัน ⁻¹
ค่าปกติ K_d	0.23 วัน ⁻¹
k_d	0.1 วัน ⁻¹

ที่มา: สมทิพย์ (2553)

2.4 แบบจำลองสำหรับการเติมอากาศในน้ำ

2.4.1 ค่าคงที่ของการเติมอากาศในลำน้ำ (reaeration rate constant)

ในที่นี้หมายถึงการเติมออกซิเจนโดยธรรมชาติให้กับลำน้ำ ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายเทอากาศ (gas transfer process) ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาที่ผิวน้ำ โมเลกุลของออกซิเจนเคลื่อนที่จากบรรยากาศเข้าสู่ลำน้ำตลอดเวลา ขณะเดียวกันก็มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำเคลื่อนที่ออกจากน้ำเข้าสู่บรรยากาศเช่นกัน ในกรณีที่ความต้องการออกซิเจนเท่ากับศูนย์ กระบวนการนี้จะเข้าสู่สภาพสมดุลทางพลวัต (dynamic equilibrium) กล่าวคือ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลออกซิเจนในสองทิศทางมีค่าเท่ากัน ผลที่ได้คือ ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำจะถึงจุดอิ่มตัว

ค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) เป็นฟังก์ชันของความเร็วของกระแสน้ำ ความลึก อุณหภูมิ และลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ โดยสมการการหาค่า K_2 ดังสมการ

$$K_2 = \frac{3.93v^{0.5}}{H^{1.5}} \quad \dots (6)$$

โดยที่ K_2 คือ ค่าคงที่ของการเติมอากาศ (วัน⁻¹)

v คือ ความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ (เมตร/วินาที)

H คือ ความลึกเฉลี่ยของลำน้ำ (เมตร)

เนื่องจากค่า K_2 ขึ้นกับค่าของอุณหภูมิ ดังนั้นจึงสามารถปรับค่าได้จากสมการ (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925)

$$K_{2(T^{\circ}\text{C})} = K_{2(20^{\circ}\text{C})} \times 1.024^{(T-20)} \quad \dots (7)$$

เนื่องจากค่าคงที่ของการเติมอากาศขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำ และความเร็ว ดังนั้นแหล่งน้ำธรรมชาติแต่ละประเภทจึงมีค่า K_2 ที่ต่างกัน โดยทั่วไปมีค่าดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) ในแหล่งน้ำแต่ละประเภท

ประเภทแหล่งน้ำ	k_2 ฐาน 10	K_2 ฐาน e
สระน้ำ	0.05 - 0.10	0.12 - 0.23
ทะเลสาบ	0.10 - 0.15	0.23 - 0.34
ลำธาร (ความเร็วต่ำ)	0.15 - 0.20	0.34 - 0.46
ลำธาร (ความเร็วปานกลาง)	0.20 - 0.30	0.46 - 0.69
ลำธาร (ความเร็วสูง)	0.30 - 0.50	0.69 - 1.15
น้ำตก และน้ำที่ไหลเชี่ยว	>0.50	>1.15

ที่มา: ดัดแปลงจาก Metcalf and Eddy (1991)

2.4.2 แบบจำลองสำหรับออกซิเจนส่วนขาดในลำน้ำ

ออกซิเจนส่วนขาด (oxygen deficit) หมายถึงปริมาณออกซิเจนส่วนที่ลดลงจากปริมาณออกซิเจนอิ่มตัว (oxygen saturate) ของแหล่งน้ำแต่ละประเภทและช่วงฤดูกาล โดยสามารถหาได้จากสมการ

$$D = DO_{sat} - DO \quad \dots (8)$$

โดยที่ D คือ ออกซิเจนส่วนที่ขาด (oxygen deficit)

DO_{sat} คือ ออกซิเจนละลายอิ่มตัว

DO คือ ค่าออกซิเจนละลาย ณ จุดใด ๆ

และเมื่อพิจารณาสมมูลของ DO ในลำน้ำ พบว่า

$$rD = -rDO$$

$$rD = rD_1 + rD_2$$

โดยที่ rD_1 คือ deoxygenation rate (mg O₂/liter.d) ซึ่ง $rD_1 = -K_1L$
 $-rD_2$ คือ reaeration rate (mg O₂/liter.d) ซึ่ง $-rD_2 = K_2D$

เมื่อ K_2 คือ reaeration rate constant (วัน⁻¹)

ดังนั้น สมดุลของออกซิเจนในแหล่งน้ำจึงมีค่าดังสมการ

$$rD = K_1L - K_2D \quad \dots (9)$$

เมื่อแทนความสัมพันธ์สมการข้างต้นด้วยความสัมพันธ์ของการลดลงของค่า BOD
 จะได้สมการดังนี้

$$\frac{dD}{dt} = K_1L_0e^{(-K_1t)} - K_2D$$

เมื่อแก้สมการ differential equation ข้างต้น จะได้สมการสำหรับการหาค่า
 ออกซิเจนส่วนขาด (oxygen deficit) ดังนี้ (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925)

$$D = \frac{K_1}{K_2 - K_1} L_0 (e^{(-K_1t)} - e^{(-K_2t)}) + D_0 e^{(-K_2t)} \quad \dots (10)$$

หรือ

$$D = \frac{k_1}{k_2 - k_1} L_0 (10^{(-k_1t)} - 10^{(-k_2t)}) + D_0 10^{(-k_2t)} \quad \dots (11)$$

โดยที่ k_1 คือ ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการลดลงของออกซิเจน (log ฐาน 10)

k_1 คือ ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (log ฐาน 10)

L_t คือ ค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำ ณ เวลา $t = t$ (มก./ล.)

L_0 คือ ค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำ ณ เวลา $t = 0$ (มก./ล.)

t คือ เวลา (วัน⁻¹)

K (base e) = 2.30 k (base 10)

2.5 แบบจำลองสำหรับจุดวิกฤติ(critical point) หรือจุดที่ออกซิเจนละลายมีค่าต่ำสุด

ค่าออกซิเจนละลายน้ำจะมีค่าต่ำสุด เมื่อ $\frac{dD}{dt} = 0$ ดังนั้นการหาค่าจุดวิกฤติของออกซิเจนละลายน้ำในลำน้ำ หาได้จากสมการ (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925)

$$t_c = \frac{1}{K_2 - K_1} \ln \left[\frac{K_2}{K_1} \left\{ 1 - \frac{D_0(K_2 - K_1)}{K_1 L_0} \right\} \right] \quad \dots (12)$$

โดยที่ t_c คือ เวลาที่ออกซิเจนละลายในน้ำลดลงจนมีค่าต่ำสุด หลังจากได้รับมวลสารแล้ว (วัน⁻¹)

D_0 คือ ปริมาณออกซิเจนที่ยังขาดอยู่ ณ จุดเริ่มต้น (มก./ล.)

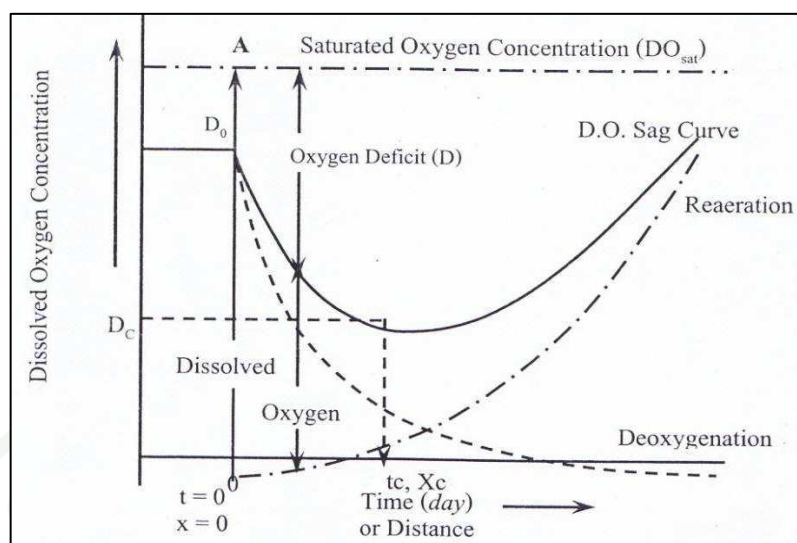
L_0 คือ ปริมาณ BOD ตอนเริ่มต้น (มก./ล.)

K_1 คือ ค่าคงที่ของการลดลงของออกซิเจน (วัน⁻¹)

K_2 คือ ค่าคงที่ของการเติมออกซิเจนในลำน้ำ (วัน⁻¹)

2.7 กราฟเส้นหย่อนของออกซิเจน (oxygen sag curve)

กราฟเส้นหย่อนของออกซิเจน หรือ oxygen sag curve เป็นการอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของสมดุลออกซิเจนในแหล่งน้ำ ดังภาพที่ 2 โดยเริ่มต้นจากเมื่อมีการเติมสารอินทรีย์ลงไปจุดบริเวณต้นน้ำ (จุด A) ปริมาณออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วเกินกว่าที่จะถูกเติมให้ทันโดยวัชระธรรมชาติ ในเวลาต่อมาเมื่อสารอินทรีย์ (BOD) ลดลงอัตราการลดลงของออกซิเจนจะลดลงขณะที่อัตราการเติมอากาศจะเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนจะลดลงถึงจุดวิกฤติ (t_c) ซึ่งอัตราเร็วของทั้งสองกระบวนการเท่ากัน และความเข้มข้นของออกซิเจนจะลดลงจนถึงจุดต่ำสุด ต่อจากนั้นอัตราการเติมออกซิเจนจะสูงกว่าอัตราการลดออกซิเจน และออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดอิ่มตัวอีกครั้ง



ภาพที่ 2 กราฟเส้นหย่อนออกซิเจน (oxygen sag curve)

ที่มา: สมทิพย์ (2553)

2.8 ค่าความสามารถในการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ (Fair's self-purification ratio)

ค่าสัดส่วนของ fair นี้จะระบุถึงการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ แสดงได้ถึงความสัมพันธ์

$$f = \frac{K_2}{K_1} = \frac{\text{reaeration}}{\text{deoxygenation}} \quad \dots (13)$$

หากค่า f มีค่ามาก แสดงว่า แหล่งน้ำนั้นมีความสามารถในการฟอกตัวเองสูง แต่หากมีค่าน้อย แสดงว่ามีความสามารถในการฟอกตัวเองต่ำ (สมทิพย์, 2553) ซึ่งค่าสัดส่วนของ Fair ที่แสดงถึงสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำทั่วไปนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (self-purification ratio; f)

Nature of Receiving Water	Magnitude of f at 20 °C
Small ponds and backwaters	0.5 – 1.0
Sluggish stream and large lakes or impoundment	1.0 – 1.5
Large stream of low velocity	1.5 – 2.0
Large stream of moderate velocity	2.0 – 3.0
Swift stream	3.0 – 5.0
Rapids and waterfalls	>5.0

ที่มา: Fair *et al.*, (1968)

2.9 ข้อจำกัดของสมการ Streeter-Phelps

สมการของ Streeter-Phelps เป็นสมการหลักที่ใช้ในปัจจุบันสำหรับการทำนายผลกระทบของน้ำเสียต่อปริมาณออกซิเจนในแม่น้ำ อย่างไรก็ตาม สมการนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง คือ

2.9.1 ข้อสมมติฐานที่ว่ากระบวนการเติมและลดออกซิเจนในน้ำเป็นปฏิกิริยาอันดับที่ 1 ซึ่งในความเป็นจริงแล้วอาจมิได้เป็นเช่นนั้น ดังนั้น เมื่อใดที่ปฏิกิริยาในแหล่งน้ำมีพฤติกรรมที่แตกต่างจากสมมติฐานมาก แบบจำลองนี้อาจให้คำตอบที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

2.9.2 แบบจำลองนี้ไม่ได้รวมถึงผลของปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (Nitrification) และกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

2.9.3 สมการใช้ประยุกต์ได้ดีกว่าแหล่งน้ำจืดเท่านั้น ซึ่งการทดลองกับบริเวณปากแม่น้ำ พบว่ายังมีปัญหาอยู่บ้าง (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553)

ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษา

1. ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)

ออกซิเจนละลายน้ำ เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากออกซิเจนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการดำเนินกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และเป็นปัจจัยที่ทำให้น้ำไม่เน่าเสีย ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสีย จึงเป็นการเติมออกซิเจนในน้ำเสีย ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะผูกพันกับปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ณ เวลาต่าง ๆ แหล่งที่มาสำคัญของออกซิเจนในแหล่งน้ำ ได้มาจาก 3 แหล่ง ได้แก่ การแพร่จากบรรยากาศผ่านผิวน้ำโดยตรง (gas transfer process) จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ของพืชสีเขียวและแพลงก์ตอนพืช และจากกระบวนการทางเคมีอื่นๆ ในน้ำ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำจะถูกใช้สำหรับ 2 กระบวนการหลัก ได้แก่ การหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำโดยแบคทีเรีย ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตลอดเวลา เหล่านี้ล้วนส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง (วินัย, 2554)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในรอบวันจะแปรผันตามระยะเวลาต่าง ๆ คือ ในช่วงเช้ามืดปริมาณออกซิเจนละลายจะมีค่าน้อยที่สุด เพราะช่วงเวลากลางคืนจะมีการใช้ออกซิเจนสำหรับกระบวนการหายใจของพืชน้ำ และเมื่อมีแสงแดด กระบวนการสังเคราะห์แสงก็จะเริ่มต้นขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และจะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 15.00 – 16.00 น. เมื่อหมดแสงแดดแล้วกระบวนการสังเคราะห์แสงจะหยุดลง และเริ่มเข้าสู่กระบวนการหายใจอีกครั้ง (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553)

โดยทั่วไปความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่จะมีค่าไม่น้อยกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเช่น ปลา จะต้องไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับการกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 โดยต้องมีออกซิเจนละลายน้ำไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีไม่เกินกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553)

ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำจึงเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สามารถแสดงถึงสถานการณ์ของคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี

2. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD)

บีโอดี หรือ ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการโดยแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน และเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง ซึ่งบ่งบอกถึงภาวะมลพิษในแหล่งน้ำเนื่องจากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำ ค่าบีโอดีสัมพันธ์โดยตรงกับการลดลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำเมื่อมีการระบายน้ำเสียนั้นลงสู่แหล่งน้ำ (นฤมล, 2541; วินัย, 2554)

แหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์ในปริมาณน้อย แบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตจะสามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้โดยไม่ทำให้สมดุลของออกซิเจนในน้ำเสียไป เนื่องจากออกซิเจนมีเพียงพอต่อการใช้ในการย่อยสลาย แต่ถ้ามีปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไป จะทำให้ผู้ย่อยสลายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก็จะเกิดปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนในแหล่งน้ำ เนื่องจากแบคทีเรียต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในปริมาณมากเช่นกัน หลังจากนั้นเมื่อปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนในแหล่งน้ำมีค่าเท่ากับศูนย์แล้วก็จะเกิดกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจากกระบวนการนี้ทำให้เกิดก๊าซมีเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์

บีโอดีถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมปัญหามลพิษในแหล่งน้ำที่ต้องกำจัดการระบายของเสียที่เป็นสารอินทรีย์เพื่อให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนี้ ค่าบีโอดี ยังเป็นตัวชี้วัดถึงความสามารถในการฟอกตัวเองตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ และใช้ควบคุมคุณภาพน้ำทั้งที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำ (วินัย, 2554)

ลักษณะพื้นที่ศึกษา

1. แม่น้ำท่าจีน

1.1 ลักษณะทางกายภาพ

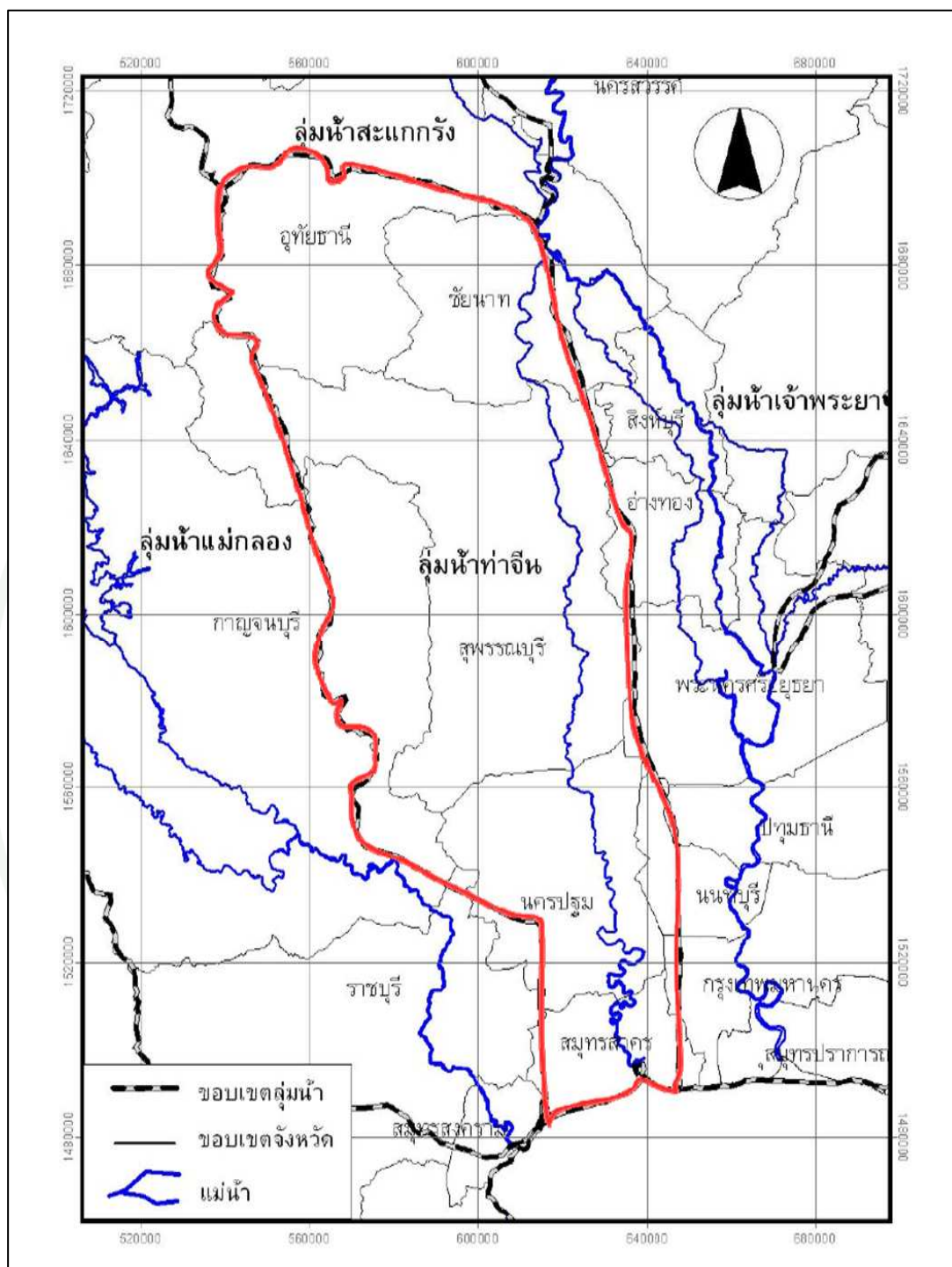
แม่น้ำท่าจีน เป็นแม่น้ำสายหลักในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย มีตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ระหว่างเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 30'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $100^{\circ} 17'$ ตะวันออก ต้นกำเนิดของแม่น้ำท่าจีนแยกจากฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลมะขามเต่า อำเภอดุสิต จังหวัดชัยนาท ไหล

ผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และออกสู่อ่าวไทยบริเวณจังหวัดสมุทรสาคร มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 325 กิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3

แม่น้ำท่าจีนมีความลาดเอียงของพื้นที่ท้องน้ำเปรียบเทียบกับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางแบ่งได้ 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 จากต้นน้ำถึงบริเวณเหนือตลาดอำเภอเมืองสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 194) มีความลาดเอียงสูงจากระดับ 11.6 เมตร จนเหลือ 0 เมตร ระยะที่ 2 จากบริเวณเหนือตลาดอำเภอเมืองสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 194) ลงมาจนถึงปากแม่น้ำ มีระดับความลาดเอียงลดลงจาก 0 เมตร จนถึง 13 เมตร จากระดับน้ำทะเล (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ความกว้างของแม่น้ำท่าจีนจะเพิ่มตามระยะทาง ตามหลักของการเพิ่มขึ้นของความกว้างของแม่น้ำ โดยจะมีความกว้างน้อยที่สุดบริเวณต้นน้ำ และกว้างมากขึ้นช่วงปลายแม่น้ำ

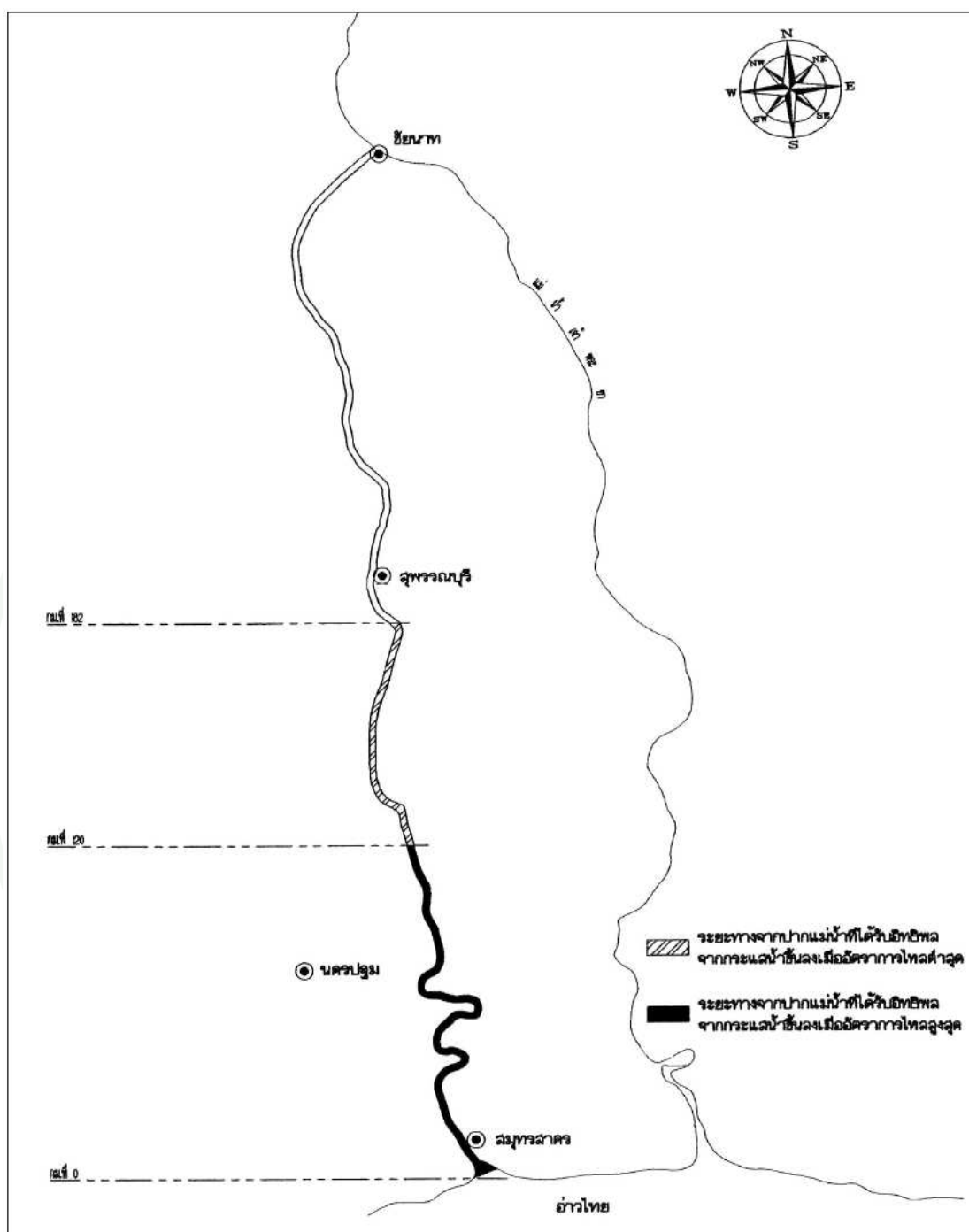
1.2 ลักษณะการไหลของแม่น้ำ

ด้วยเหตุที่แม่น้ำท่าจีนไหลลงสู่อ่าวไทย ทำให้บริเวณตอนล่างของแม่น้ำท่าจีนได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทย โดยระยะทางจากปากแม่น้ำท่าจีนที่ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในช่วงฤดูร้อน หรือช่วงที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำจะเข้าไปถึง 180 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ โดยอยู่ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ส่วนในช่วงอัตราการไหลสูงจะอยู่ที่ 120 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ ซึ่งอยู่ในบริเวณอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม แสดงดังภาพที่ 4 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การขึ้นลงของระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ได้รับอิทธิพลมาจากระดับน้ำทะเลโดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2534)



ภาพที่ 3 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553)



ภาพที่ 4 อิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงของแม่น้ำท่าจีน

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2534)

1.3 สภาพภูมิอากาศ

ลุ่มน้ำท่าจีน ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางของประเทศไทยซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนั้นยังได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชันซึ่งมาจากทะเลจีนใต้ ทำให้มีฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จึงส่งผลให้เกิดฤดูกาล 3 ฤดู ได้แก่

1.3.1 ฤดูฝน เกิดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

1.3.2 ฤดูหนาว เกิดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

1.3.3 ฤดูร้อน เกิดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

การรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจุดเก็บตรวจวัดอากาศในจังหวัดที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำท่าจีน คือ จุดเก็บอุตุนิคมวิทยาจังหวัดสุพรรณบุรีและจุดเก็บอุตุนิคมวิทยาจังหวัดกาญจนบุรี ในช่วงระยะเวลา 30 ปี (พ.ศ. 2529 – 2548) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 28.1 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดในเดือนเมษายน เท่ากับ 30.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 25.0 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 71.6 % สำหรับค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนมีค่าอยู่ในช่วง 66.2 – 79.8 % การระเหยจากผิวน้ำ มีค่ารายปีเฉลี่ยเท่ากับ 1,836.1 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยเมฆปกคลุมรายปีเท่ากับ 5.9 และความเร็วมลเฉลี่ยรายปี มีค่าเท่ากับ 1.9 น็อต หรือเท่ากับ 3.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

1.4 สภาพอุทกวิทยา

1.4.1 ปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากจุดเก็บวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน จำนวนทั้งสิ้น 114 จุดเก็บ พบว่า ลุ่มน้ำท่าจีนมีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 907.3 มิลลิเมตร โดยคิดเป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม – ตุลาคม) และในฤดูแล้ง (พฤศจิกายน - เมษายน) เฉลี่ยประมาณ 797.0 และ 110.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 87.8 และ 12.2 ของปริมาณฝน

รายปี โดยเดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยมากที่สุด คือ เดือนกันยายนประมาณ 213.2 มิลลิเมตร ในขณะที่เดือนมกราคมมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 3.5 มิลลิเมตร (กรมอุตุฯ, 2552)

1.4.2 ปริมาณน้ำท่า

เนื่องจากการไหลในช่วงตอนปลายและตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน มีการไหลทั้งขึ้นและลงเนื่องจากอิทธิพลของระดับน้ำทะเล ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดอัตราการไหลโดยใช้ข้อมูลจากระดับน้ำและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับน้ำ (rating curve) ซึ่งเป็นวิธีการปกติที่ใช้กับจุดเก็บวัดน้ำท่าทั่วไปได้ ดังนั้นการประเมินน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนจึงมักใช้วิธีการทางด้านอุทกวิทยาต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน ซึ่งสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนมีค่าเฉลี่ยปีละประมาณ 1,395.4 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นสัดส่วนปริมาณน้ำท่าในฤดูแล้งและฤดูฝนประมาณ 212.1 และ 1,183.4 ล้าน ลบ.ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 15.2 และร้อยละ 84.8 ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี ตามลำดับ (กรมอุตุฯ, 2552)

1.5 แหล่งกำเนิดมลพิษของกลุ่มน้ำท่าจีน

แหล่งกำเนิดมลพิษของกลุ่มน้ำท่าจีน แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมชุมชน เกษตรกรรม ปศุสัตว์ และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 มลพิษจากแหล่งชุมชน

ประชากรที่มีการขึ้นทะเบียนราษฎรจากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ในปี พ.ศ. 2551 และข้อมูลประชากรแฝง พิจารณาเฉพาะที่เป็นแรงงานต่างด้าว และได้ขึ้นทะเบียนไว้กับสำนักงานแรงงานจังหวัด ในปี พ.ศ. 2549 – 2553 ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน พบว่า มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 2,791,234 คน พื้นที่ลุ่มน้ำที่มีประชากรสูงสุดได้แก่ ลุ่มน้ำภาษีเจริญ โดยมีจำนวนประชากรเท่ากับ 139,806 คน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

ปริมาณน้ำเสียชุมชนที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำท่าจีน ในปี พ.ศ. 2553 เท่ากับ 541,937 ลบ.ม./วัน และมีภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดี (BOD loading) ทั้งหมดเท่ากับ 76,900 กิโลกรัมต่อวัน โดยพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาภาษีเจริญมีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นสูงสุด เท่ากับ 104,222 ลูกบาศก์เมตร

ต่อวัน คิดเป็นภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดี (BOD loading) เท่ากับ 13,284 กิโลกรัมต่อวัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

1.5.2 มลพิษจากแหล่งเกษตรกรรม

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร โดยพิจารณาเฉพาะพื้นที่ปลูกข้าว เพียงประเภทเดียว พบว่า กลุ่มน้ำท่าจีนมีพื้นที่เกษตรประเภทนาข้าวจำนวนทั้งสิ้น 4,642.90 ตารางกิโลเมตร หรือ จำนวน 2,901,810.89 ไร่ โดยพื้นที่ที่มีการทำนาข้าวมากที่สุด คือ กลุ่มน้ำสาขาห้วยขาม กลุ่มน้ำสาขาห้วยใหญ่ และกลุ่มน้ำสาขาโพธิ์พระยาฝั่งขวา ซึ่งอยู่ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี โดยมีพื้นที่ทำนาข้าวรวมเท่ากับ 1,556.68 ตารางกิโลเมตร (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่กลุ่มน้ำท่าจีน พบว่ามีค่าเท่ากับ 11,144,603.56 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยพื้นที่กลุ่มน้ำสาขาที่มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ กลุ่มน้ำสาขาห้วยขาม กลุ่มน้ำสาขาห้วยใหญ่ และกลุ่มน้ำสาขาโพธิ์พระยาฝั่งขวา มีปริมาณน้ำเสียเท่ากับ 1,606,549.37 1,203,712.78 และ 946,948.43 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ โดยทั้งพื้นที่กลุ่มน้ำมีปริมาณภาระบรรทุกในรูปของบีโอดี (BOD loading) ที่เกิดจากพื้นที่เกษตรกรรม เท่ากับ 54,982.94 กิโลกรัมต่อวัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

1.5.3 มลพิษจากแหล่งปศุสัตว์

การทำปศุสัตว์ในพื้นที่กลุ่มน้ำท่าจีน แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ โคเนื้อ ไก่เนื้อ กระบือ สุกร ไก่ และเป็ด ซึ่งเป็นประเภทที่มีการเลี้ยงกันมาก

ปริมาณมลพิษจากแหล่งปศุสัตว์ในพื้นที่กลุ่มน้ำท่าจีน พบว่า มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นเท่ากับ 39,765 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยประเภทปศุสัตว์ที่มีปริมาณน้ำเสียมากไปหาน้อย ได้แก่ สุกร โคเนื้อ ไก่ ไก่เนื้อ กระบือ และเป็ด พื้นที่กลุ่มน้ำสาขาที่มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นสูงสุด 3 อันดับ คือ กลุ่มน้ำสาขานครปฐม-นครปฐม กลุ่มน้ำบางเลน-พนมทวน-จระเข้สามพัน และกลุ่มน้ำสาขากำแพงแสน มีปริมาณน้ำเสียเท่ากับ 7,790.52 6,489.51 และ 6,360.84 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณภาระบรรทุกในรูปบีโอดี (BOD loading) ของทั้งพื้นที่กลุ่มน้ำที่เกิดจากปศุสัตว์เท่ากับ 30,522.98 กิโลกรัมต่อวัน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

1.5.4 มลพิษจากแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

จำแนกชนิดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ ปลากินพืช ปลากินเนื้อ กุ้งก้ามกราม กุ้งกุลาดำ และกุ้งขาว โดยพบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจำนวนทั้งสิ้น 100,624.85 51,502.55 7,378.24 574.33 และ 25,456.62 ตันต่อปี ตามลำดับ โดยเพาะเลี้ยงปลากินพืชมากที่สุด พื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร พื้นที่อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และพื้นที่อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นและภาระบรรทุกของเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน พบว่า มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นทั้งหมด เท่ากับ 362,159.27 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปริมาณภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดี (BOD loading) เท่ากับ 5,727.42 กิโลกรัมต่อวัน โดยพื้นที่ลุ่มน้ำสาทรปฐม-นครปฐม มีปริมาณมลพิษเกิดขึ้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22 ของปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น รองลงมาได้แก่ลุ่มน้ำดำเนินสะดวก และลุ่มน้ำสาขากำแพงแสน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

1.5.5 มลพิษจากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม

ลุ่มน้ำท่าจีนมีปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นทั้งสิ้น เท่ากับ 165,502 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และมีปริมาณภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดี เท่ากับ 6,290 กิโลกรัมต่อวัน โดยพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นมากที่สุด ได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาภาษีเจริญ ลุ่มน้ำสาขาชายฝั่งทะเลท่าจีนฝั่งขวา และลุ่มน้ำสาขานครปฐม-นครปฐม มีปริมาณภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดี (BOD loading) เท่ากับ 3,578 785 และ 601 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนมีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นทั้งหมด 12,081,172 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และมีภาระบรรทุกของเสียเกิดขึ้นเท่ากับ 174,984 กิโลกรัมต่อวัน โดยพบว่าปริมาณน้ำเสียเกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทเพาะปลูกมากที่สุด คือ คิดเป็นร้อยละ 91 ของปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น เมื่อพิจารณาในส่วนของภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดี (BOD loading) พบว่าแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีภาระบันทึกสูงสุด คือ แหล่งกำเนิดมลพิษประเภทชุมชน คิดเป็นร้อยละ 44 ของปริมาณภาระบรรทุกของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด รองลงมาได้แก่ การเพาะปลูก ปศุสัตว์

อุตสาหกรรม และสัตว์น้ำตามลำดับ เมื่อพิจารณาโดยแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็น ทำจันทอนบน ทำจันทอนกลาง และทำจันทอนล่าง พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำทำจันทอนบนและจันทอนกลาง มีปริมาณน้ำเสียเกิดจากการเพาะปลูกนาข้าวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 97 และ 89 ของปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำทำจันทอนล่าง พบว่าปริมาณน้ำเสียเกิดจากการเพาะปลูก ชุมชน และอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 56 18 และ 13 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณภาระบรรทุกของเสียในรูปบีโอดี พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำทำจันทอนบนเกิดจากแหล่งกำเนิดประเภทเพาะปลูกมากที่สุด ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำทำจันทอนกลาง เกิดจากแหล่งกำเนิดประเภทชุมชนมากที่สุด และพื้นที่ลุ่มน้ำทำจันทอนล่าง เกิดจากแหล่งกำเนิดประเภทชุมชน อุตสาหกรรม และปศุสัตว์มากที่สุด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553) รายละเอียดดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำเสียและการะบรทุกของเสียในรูปปีไอคิของแม่น้ำทำจิ้น ปี พ.ศ. 2553
ตอนบน (ก) ตอนกลาง (ข) และตอนล่าง (ค)

ที่มา: คัดแปลงจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553)

1.6 คลองสาขาและคลองย่อยของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

สำหรับแม่น้ำท่าจีนตอนล่างซึ่งเป็นเขตลำนํ้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีคลองสาขาที่สำคัญ จำนวน 5 คลอง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, 2553) ได้แก่

1.6.1 คลองมหาสวัสดิ์ ไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีนบริเวณ ต.จิวาราย อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ซึ่งได้รับน้ำต้นทุนมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา การไหลของน้ำขึ้นอยู่กับอิทธิพลการขึ้น-ลงของน้ำทะเล

1.6.2 คลองเจดีย์บูชา ไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีนบริเวณ อ.นครชัยศรี ได้รับน้ำต้นทุนมาจากแม่น้ำแม่กลอง ไหลผ่าน อ.เมือง และ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม

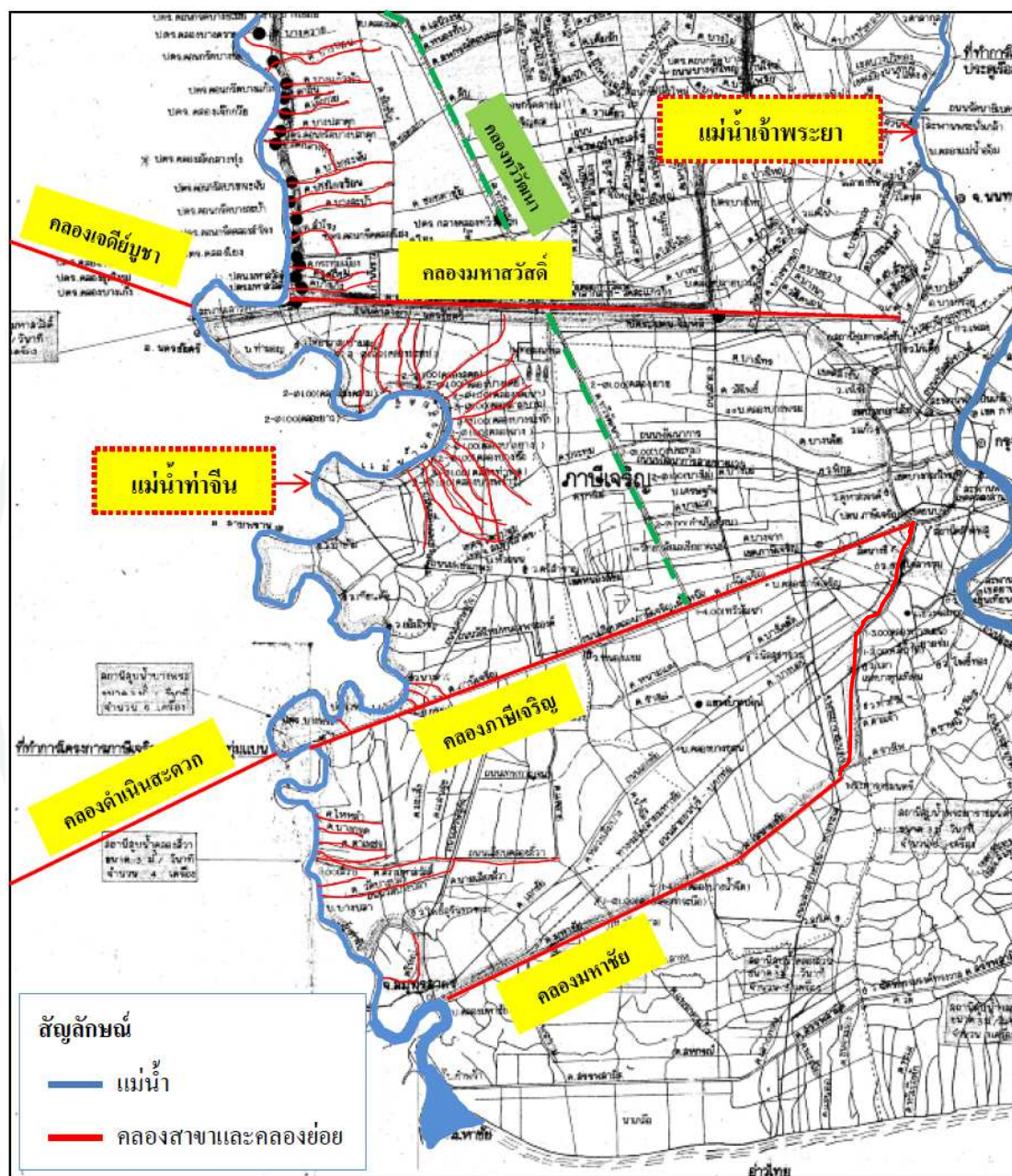
1.6.3 คลองดำเนินสะดวก ไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีนบริเวณ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร ได้รับน้ำต้นทุนมาจากแม่น้ำแม่กลองที่จังหวัดสมุทรสงคราม ไหลผ่านจังหวัดราชบุรี เข้าสู่ อ.บ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ออกสู่แม่น้ำท่าจีนที่ประตูน้ำบางยาง ความยาวประมาณ 35 กิโลเมตร การไหลของน้ำขึ้นอยู่กับ การเปิด – ปิดประตูระบายน้ำ

1.6.4 คลองภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร ได้รับน้ำต้นทุนมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เขตภาษีเจริญ ไหลผ่าน อ.กระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ออกสู่แม่น้ำท่าจีนที่วัดอ่างทอง ยาวประมาณ 15 กิโลเมตร การไหลของน้ำขึ้นอยู่กับ การเปิด – ปิดประตูระบายน้ำ

บริเวณสองฝั่งคลองภาษีเจริญ มีโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานฟอกย้อม โรงงานอาหารสัตว์ โรงงานผลิตกระดาษ โรงงานน้ำตาล และเคมีภัณฑ์อื่นๆ เป็นต้น วางตัวกระจาย โรงงานเหล่านี้บางโรงงานไม่ได้บำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำทำให้น้ำในคลองภาษีเจริญเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ยังมีน้ำเสียจากชุมชนสองฝั่งคลอง ซึ่งมีปริมาณความสกปรกสูง และยังไม่ผ่านการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่คลอง ส่งผลให้เกิดมลพิษทางน้ำ ทั้ง สารพิษ เชื้อโรค และกลิ่นเหม็น ทำให้ประชาชนไม่สามารถใช้น้ำในคลองภาษีเจริญและแม่น้ำท่าจีนในการอุปโภคบริโภค (สำนักงานเทศบาลเมืองกระทุ่มแบน, 2549)

1.6.5 คลองมหาชัย อ.เมือง จ. สมุทรสาคร ได้รับน้ำต้นทุนมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ปากคลองตลาด กรุงเทพมหานคร ไหลผ่านคลองบางหลวง ออกสู่แม่น้ำท่าจีนที่ ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ยาวประมาณ 13 กิโลเมตร การไหลของน้ำขึ้นอยู่กับอิทธิพลการขึ้น-ลงของน้ำทะเล

นอกจากนี้แม่น้ำท่าจีนตอนล่างยังมีคลองย่อยกระจายตัวอยู่จำนวนมาก ทั้งที่เป็นคลองชลประทาน และคลองธรรมชาติ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 คลองสาขาและคลองย่อยของแม่น้ำที่จีนตอนล่าง

ที่มา: คัดแปลงจากกรมชลประทาน (2545)

1.7 คุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน

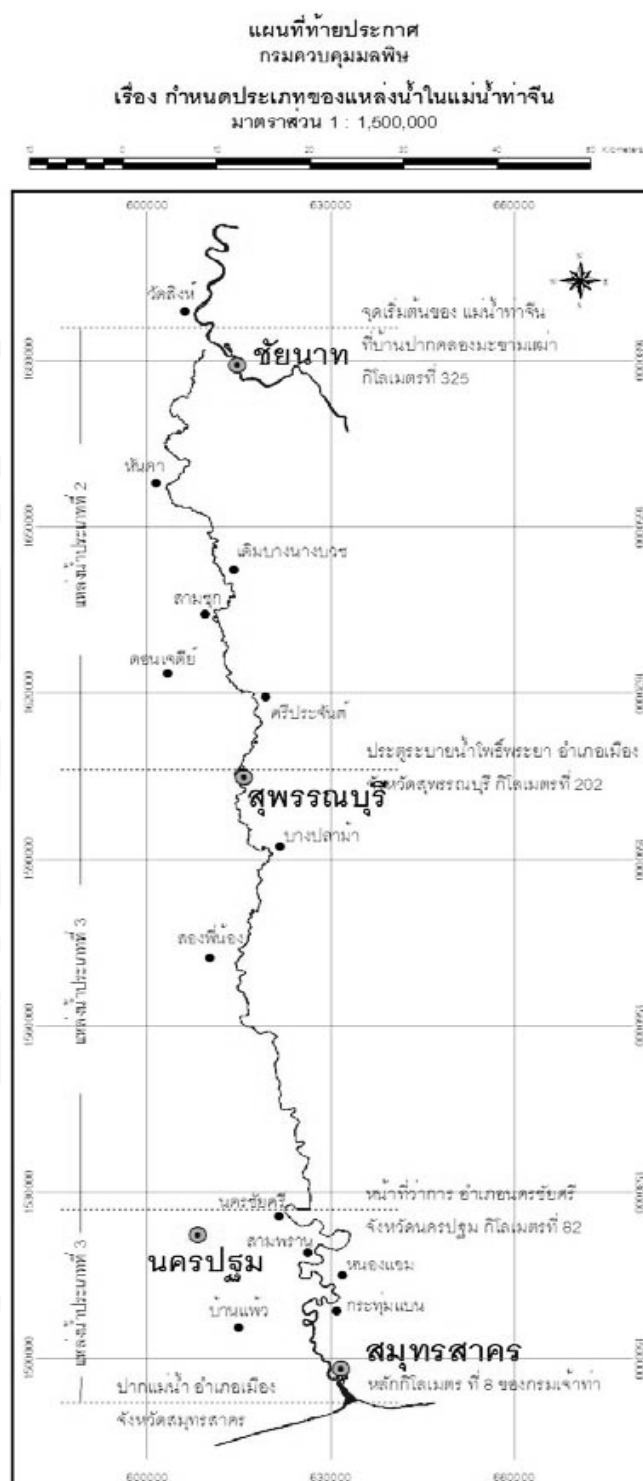
คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) ได้กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่ปากแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ขึ้นไปทางตอนเหนือจนถึงจุดเริ่มต้นของแม่น้ำที่จังหวัดชัยนาท ซึ่งมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 325 กิโลเมตร ออกเป็น 3 ช่วง ดังภาพที่ 7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ช่วงที่ 1 แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ปากแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่กิโลเมตร 0 ของกรมเจ้าท่าขึ้นไปทางเหนือจนถึงหน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่กิโลเมตรที่ 82 จากปากแม่น้ำ เป็นช่วงที่ 1 จัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

ช่วงที่ 2 แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่กิโลเมตร 82 จากปากแม่น้ำขึ้นไปทางตอนเหนือจนถึงประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กิโลเมตร 202 จากปากแม่น้ำ เป็นช่วงที่ 2 จัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

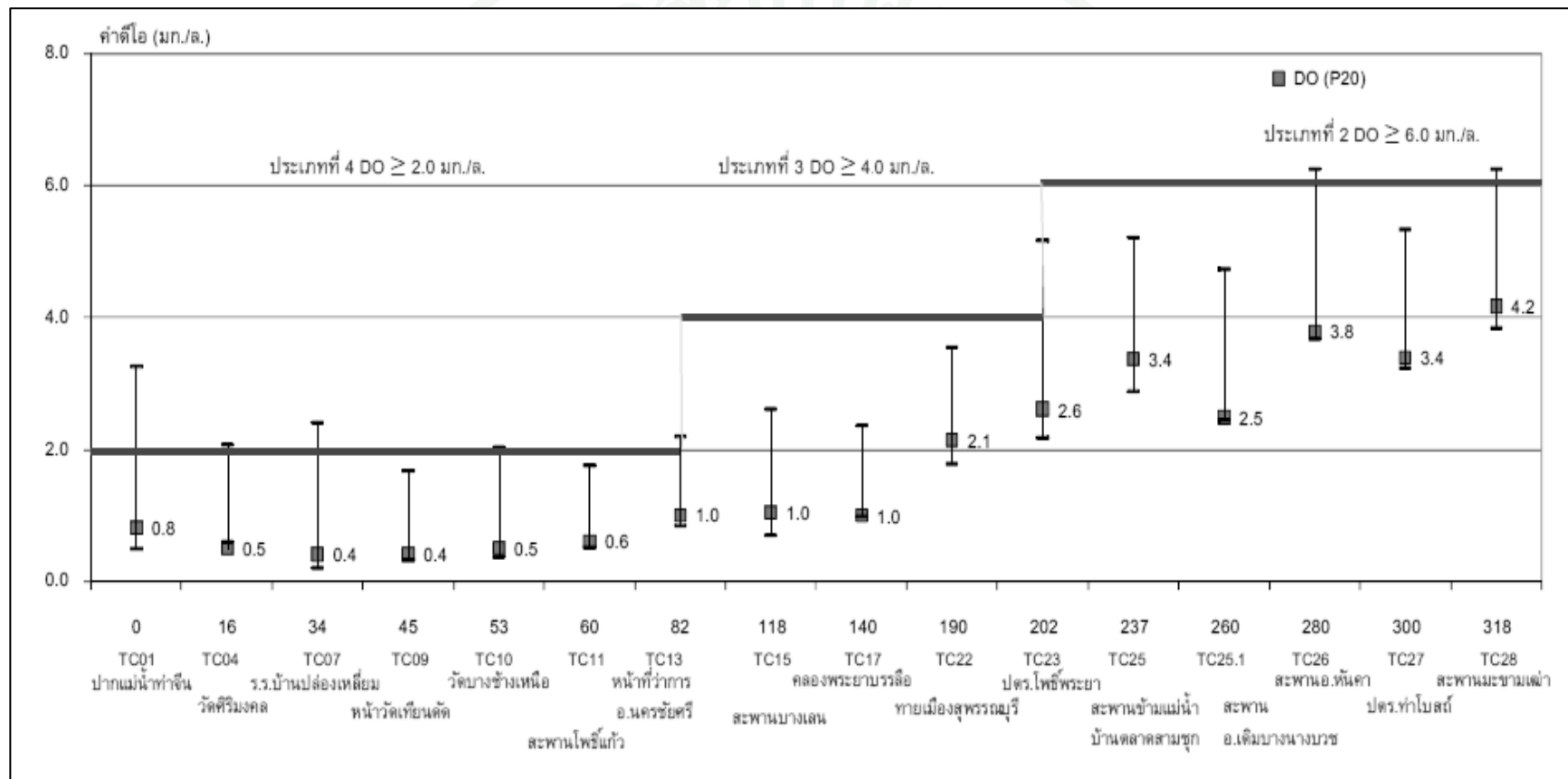
ช่วงที่ 3 แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กิโลเมตร 202 จากปากแม่น้ำขึ้นไปทางตอนเหนือจนถึงจุดเริ่มต้นของแม่น้ำท่าจีน ที่ปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ที่กิโลเมตร 325 จากปากแม่น้ำ จัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2

ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน จากจุดเก็บตรวจวัดคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ จำนวน 16 จุดเก็บ โดยจุดเก็บแรก คือ ปากแม่น้ำท่าจีน ที่อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร และจุดสุดท้ายที่บริเวณต้นแม่น้ำ สะพานมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท พบว่า คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2534 – 2552) มีคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ค่าออกซิเจนละลายน้ำ หรือ ค่าดีไอ อยู่ในช่วง 0.4 – 4.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนดตลอดทั้งลำน้ำ โดยเฉพาะช่วงบริเวณจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร พบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 8) ส่วนค่าบีโอดี พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 1.0 – 6.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าความสกปรกในรูปของบีโอดีสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนดเกือบตลอดทั้งลำน้ำ (ภาพที่ 9) สำหรับค่าเฉลี่ยของค่าของแข็งละลายทั้งหมด หรือ ค่าของแข็งละลายทั้งหมด พบว่า ตั้งแต่จุดเก็บ รร.บ้านปล่องเหล็ก จนถึงจุดเก็บปากคลองมะขามเฒ่า มีค่าอยู่ระหว่าง 134 – 294 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นที่จุดเก็บปากแม่น้ำ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล ส่งผลให้มีค่าของแข็งละลายทั้งหมดสูงกว่าบริเวณอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,624 – 10,130 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 10)



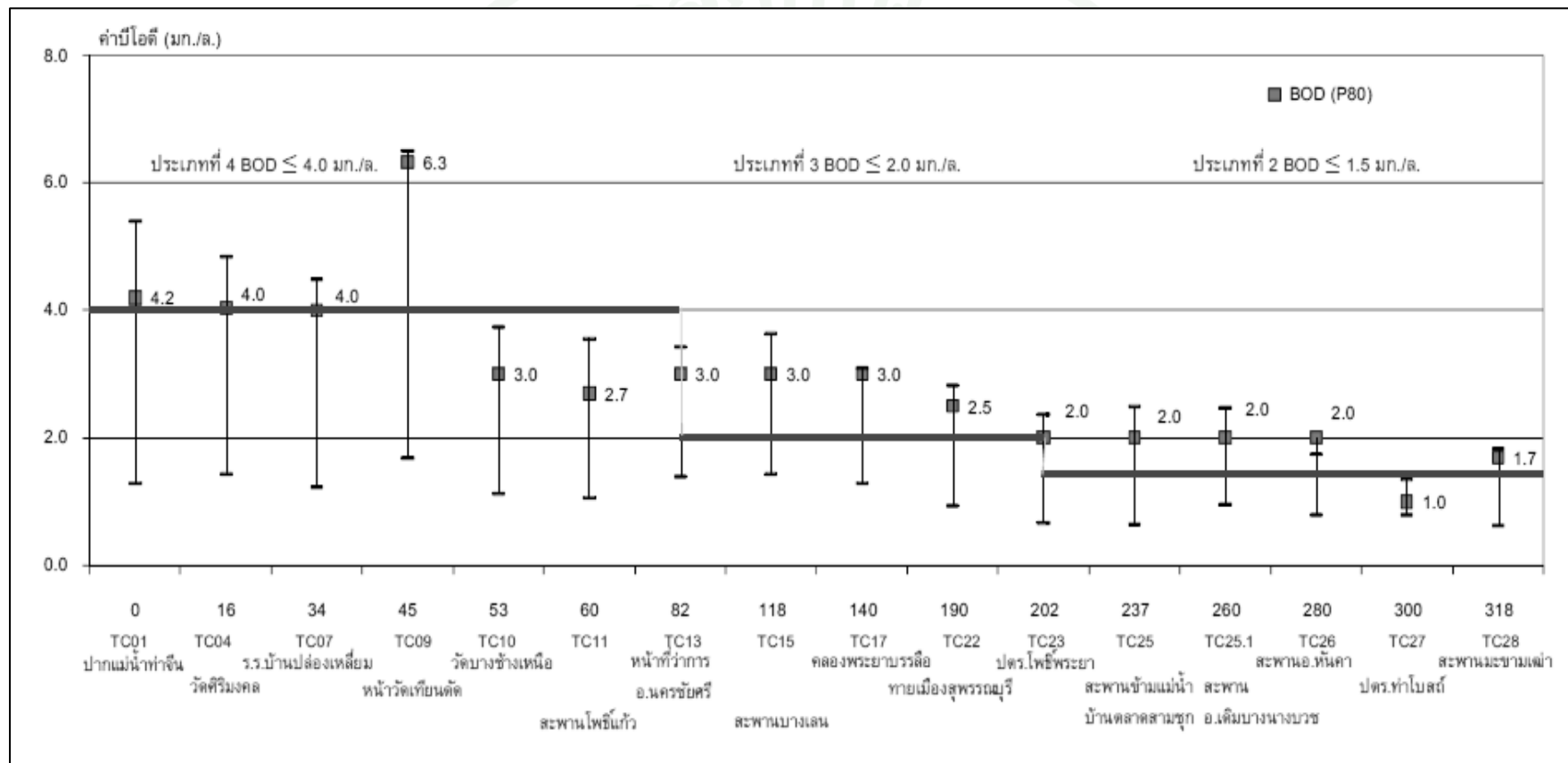
ภาพที่ 7 การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2549)



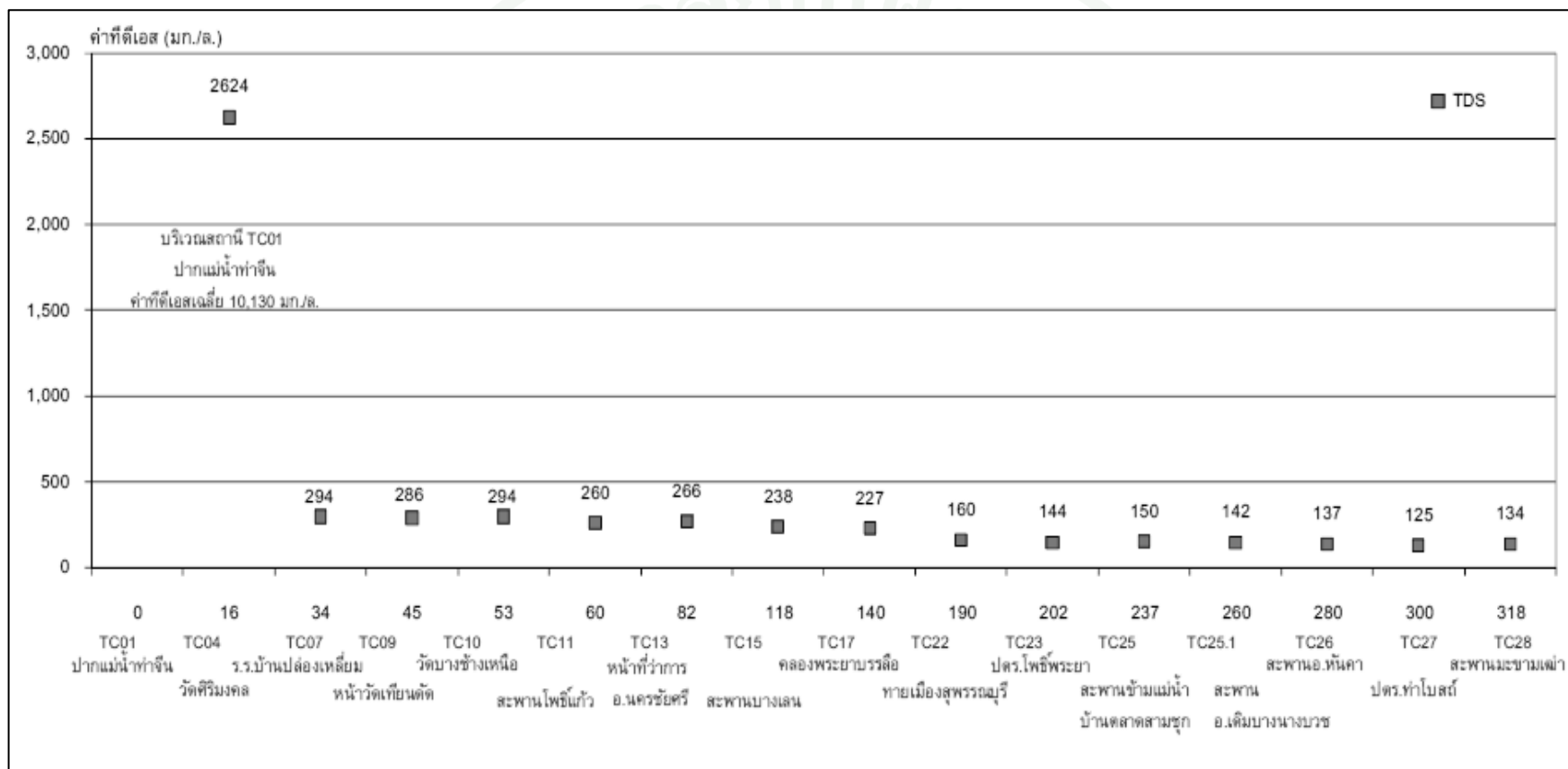
ภาพที่ 8 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2534 – 2552

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553)



ภาพที่ 9 ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) ของแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2534 – 2552

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553)



ภาพที่ 10 ค่าของแข็งละลายทั้งหมด (TDS) ของแม่น้ำท่าจีน ปี พ.ศ. 2534 – 2552

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำและวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม

1.1 กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler) ขนาด 1 ลิตร

1.2 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethelene) ขนาด 1 ลิตร

1.3 ถังน้ำ

1.4 เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ พร้อมวัดอุณหภูมิ (DO meter) ยี่ห้อ WTW รุ่น Multi 3210

1.5 เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity meter) ยี่ห้อ WTW รุ่น Cond 3210

1.6 เครื่องวัดความเป็นกรด – เบสของน้ำ (pH meter) ยี่ห้อ WTW รุ่น pH 3210

1.7 น้ำกลั่น

1.8 ฉลากติดขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

1.9 แบบบันทึกภาคสนาม และปากกาชนิดกันน้ำ

1.10 ถุงพลาสติก ขางวง กระดาษทิชชู กระดาษฟอยด์

1.11 ถังใส่ตัวอย่างน้ำพร้อมน้ำแข็ง

2. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

2.1 อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ค่าบีโอดี

2.2 อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ค่าซีโอดี

2.3 อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น

2.4 อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก

2.5 อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสรวม

2.6 อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช

วิธีการ

การศึกษาสมรรถนะการฟอกตัวเองของแม่น้ำท่าจีนในการรองรับมวลน้ำหลาก ช่วงวิกฤตน้ำท่วมกรุงเทพมหานครและภาคกลางปี 2554 ได้กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างในแม่น้ำแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขาทั้ง 3 คลอง ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย โดยเก็บข้อมูลจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ เดือนมกราคม 2555 ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงที่มีการรองรับมวลน้ำ และเดือนเมษายน 2555 ตัวแทนของช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำ นอกจากนี้ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลในช่วงเริ่มเกิดวิกฤตน้ำท่วม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเกิดวิกฤตน้ำท่วม ปี 2554 ในกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑล

กำหนดเก็บตัวอย่างน้ำในเดือนตุลาคม 2554 ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นที่เกิดน้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักของกรุงเทพมหานครที่รับน้ำเหนือ จำนวน 2 จุด จุดเก็บในคลองต่างๆ ซึ่งเป็นคลองสายหลักที่มีศักยภาพในการรองรับและระบายน้ำ จำนวน 5 จุด และจุดเก็บที่เป็นน้ำไหลบ่าในพื้นที่ จำนวน 2 จุด รวมทั้งสิ้น จำนวน 9 จุด ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าวเพื่อศึกษาถึงคุณภาพน้ำหลากในพื้นที่น้ำท่วมก่อนถูกระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีน รายละเอียดดังตารางที่ 4 และภาพที่ 11

1.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีน

การศึกษาถึงคุณภาพน้ำและความสามารถในการฟอกตัวเองของแม่น้ำท่าจีนจากการรองรับมลพิษน้ำหลากของวิกฤตน้ำท่วมในปี 2554 นั้น ได้กำหนดจุดเก็บรวมทั้งสิ้น 21 จุด โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วงย่อย ตามเขตการระบายน้ำผ่าน 3 คลองหลัก ได้แก่ ช่วงก่อนถึงคลองมหาสวัสดิ์ ซึ่งอยู่ในบริเวณตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม จำนวน 3 จุด ได้แก่ จุดเก็บ TC1 ถึงจุดเก็บ TC3 ช่วงที่สอง คือ ลำคลองมหาสวัสดิ์ จำนวน 11 จุด ตั้งแต่บริเวณอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐมถึงอำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ได้แก่ จุดเก็บ TC4 ถึงจุดเก็บ TC14 ช่วงที่สามคือ ลำคลองภาษีเจริญ อยู่ในเขตพื้นที่อำเภอกระทุ่มแบน ถึงอำเภอท่าลอม จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 4 จุด ได้แก่ จุดเก็บ TC15 ถึงจุดเก็บ TC18 และช่วงที่สี่ คือ ลำคลองมหาชัยถึงบริเวณอ่าวมหาชัย จำนวน 3 จุด ได้แก่ จุดเก็บ TC19 ถึงจุดเก็บ TC21 ตารางที่ 4 และภาพที่ 11

1.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

ผลจากปัญหาอุทกภัยในพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ซึ่งมีระยะเวลายาวนาน และสร้างความเสียหายอย่างมหาศาลทั้งด้านเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของประชาชน ทำให้รัฐบาลมีนโยบายเร่งการระบายน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีนโดยผ่านทาง 3 คลองหลัก ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ดังนั้นการศึกษารุ่นนี้จึงได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำของทั้ง 3 คลอง ดังนี้ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 11)

1.3.1 คลองมหาสวัสดิ์ กำหนดจุดเก็บ จำนวน 5 จุด ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดปรณาวาส อำเภอศาลายา จังหวัดนครปฐม ถึงบริเวณหน้าหมู่บ้านพฤษภา 8 อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม รวมระยะทางประมาณ 12 กิโลเมตร

1.3.2 คลองภาษีเจริญ กำหนดจุดเก็บ จำนวน 5 จุด ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดม่วง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ถึงบริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร

1.3.3 คลองมหาชัย กำหนดจุดเก็บ จำนวน 5 จุด ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดแสงคำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ถึงบริเวณปากคลองมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทางประมาณ 14 กิโลเมตร

ตารางที่ 4 ประเภทแหล่งน้ำ และจุดเก็บตัวอย่างน้ำในพื้นที่ศึกษา

แหล่งน้ำ	รหัสจุดเก็บ	สถานที่เก็บตัวอย่าง	พิกัด		หมายเหตุ
			E	N	
พื้นที่น้ำท่วมใน กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล	FL1	คลองสอง	0672181	1529411	จังหวัดปทุมธานี
	FL2	คลองเปรมประชากร	-	-	กรุงเทพมหานคร
	FL3	คลองประปา	-	-	กรุงเทพมหานคร
	FL4	คลองแสนแสบ	0687591	1527578	กรุงเทพมหานคร
	FL5	คลองบางกอกน้อย	0656843	1529071	กรุงเทพมหานคร
	FL6	แม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณสะพานพระราม 5	0661824	1529319	แม่น้ำเจ้าพระยา
	FL7	แม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณสะพานพระราม 9	0664607	1512983	แม่น้ำเจ้าพระยา
	FL8	คลองสามวา	0686886	1529059	น้ำป่า
	FL9	แยกราชประสงค์	0657346	1534146	น้ำป่า
แม่น้ำท่าจีน	TC1	หน้าวัดบางพระ ต.บางแก้วฟ้า อ.นครชัยศรี	0631350	1536689	เหนือคลองมหาสวัสดิ์
	TC2	หน้า อบต. ดอนแฝก อ.นครชัยศรี	0631830	1527243	เหนือคลองมหาสวัสดิ์
	TC3	เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร	0632289	1527589	เหนือคลองมหาสวัสดิ์
	TC4	หน้าวัดจิวราย ต.จิวราย อ.นครชัยศรี	0631659	1527048	ล่างคลองมหาสวัสดิ์
	TC5	หน้าวัดปิ่นจันทร์ทาราม อ.นครชัยศรี	0629263	1527980	ก่อนเข้าสู่เขตเทศบาล

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แหล่งน้ำ	รหัสจุดเก็บ	สถานที่เก็บตัวอย่าง	พิกัด		หมายเหตุ
			E	N	
แม่น้ำท่าจีน	TC6	สะพานรวมเมฆ หน้าวัดว่าการ อ.นครชัยศรี	0628851	1525668	ช่วงผ่านทม.นครชัยศรี
	TC7	หน้าวัดทรงคนอง ต.ทรงคนอง	0636346	1522151	หลังผ่านทม.เมืองนครชัยศรี
	TC8	หน้าวัดไร่จิง ต.ไร่จิง อ.สามพราน	0636084	1519536	ช่วงผ่านเขตชุมชน
	TC9	หน้าวัดท่าข้าม ต.ไร่จิง อ.สามพราน	0633107	1516906	หลังผ่านเขตชุมชน และฟาร์มสุกร
	TC10	หน้าวัดบางช้างเหนือ อ.สามพราน	0630847	1516701	หลังผ่านเขตชุมชน และฟาร์มสุกร
	TC11	หน้าวัดอ้อมใหญ่ ต.อ้อมใหญ่ อ.สามพราน	0636266	1513313	ช่วงผ่านเขตชุมชน
	TC12	หน้าวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร	0635090	1510263	ช่วงผ่านเขตชุมชน
	TC13	สะพานในตัวเมือง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร	0631115	1509340	หลังผ่านเขตชุมชน
	TC14	หน้าวัดอ่างทอง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร	0632662	1508523	ก่อนปากคลองภาษีเจริญ
	TC15	ลำคลองภาษีเจริญ	0633411	1508290	ลำคลองภาษีฯ
	TC16	หน้าวัดพันธุวงศ์ อ.เมืองสมุทรสาคร	0632739	1503937	หลังผ่านคลองภาษี
	TC17	หน้าวัดกลางอ่างแก้ว อ.เมืองสมุทรสาคร	0635196	1497321	หลังผ่านคลองภาษี
	TC18	หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม อ.เมืองสมุทรสาคร	0637998	1497537	เหนือคลองมหาชัย
	TC19	หน้าวัดช่องลม อ.เมืองสมุทรสาคร	0638212	1497224	ช่วงผ่านคลองมหาชัย

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แหล่งน้ำ	รหัสจุดเก็บ	สถานที่เก็บตัวอย่าง	พิกัด		หมายเหตุ
			E	N	
แม่น้ำท่าจีน	TC20	หน้าวัดบางหญ้าแพรก อ.เมืองสมุทรสาคร	0637355	1495142	หลังผ่านคลองมหาชัย
	TC21	ปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมืองสมุทรสาคร	0638118	1494030	ปากแม่น้ำ
คลองมหาสวัสดิ์	MS1	หน้าวัดปรณาวาส อ.ศาลายา	0633415	1527125	เหนือคลองทวีวัฒนา
	MS2	หน้าวัดศาลวัน อ.พุทธมณฑล	0638819	1526740	ล่างคลองทวีวัฒนา
	MS3	คลองกำนันกิ่ง	0641001	1526589	ผ่านคลองกำนัน
	MS4	หน้าวัดสุวรรณาราม	0643121	1526476	ช่วงผ่านชุมชน
	MS5	สะพานหน้าหมู่บ้านพฤษยา 8 (ปากคลอง)	0644320	1526424	ก่อนลงแม่น้ำท่าจีน
คลองภาษีเจริญ	PC1	หน้าวัดม่วง (บางแค)	0634289	1508700	เหนือคลองทวีวัฒนา
	PC2	ล่างคลองทวีวัฒนา	0638207	1510009	ล่างคลองทวีวัฒนา
	PC3	หน้าวัดหนองพะอง ต.สวนหลวง	0643518	1511685	ก่อนเข้าสู่เขตชุมชน
	PC4	หน้าที่ว่าการ อ.กระทุ่มแบน	0648704	1513382	ช่วงผ่านเขตชุมชน
	PC5	ประตูระบายน้ำภาษีเจริญ	0651013	1514204	ก่อนลงแม่น้ำท่าจีน

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แหล่งน้ำ	รหัสจุดเก็บ	สถานที่เก็บตัวอย่าง	พิกัด		หมายเหตุ
			E	N	
คลองมหาชัย	MC1	หน้าวัดเสม็ดคำ	0653902	1435022	เหนือจุดวางเครื่องสูบน้ำ
	MC2	หน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่	0651067	1437831	ล่างจุดวางเครื่องสูบน้ำ
	MC3	หน้าวัดโคกขาม	0649553	1454930	ช่วงผ่านเขตชุมชน
	MC4	หลังประตูระบายน้ำคลองมหาชัย	0636790	1481045	ก่อนถึงเขตชุมชน
	MC5	ปากคลองมหาชัย	0638902	1498011	ก่อนลงแม่น้ำท่าจีน

2. เกณฑ์ในการเลือกจุดเก็บตัวอย่าง

2.1 แม่น้ำท่าจีน

2.1.1 จุดอ้างอิง หมายถึงจุดเก็บที่อยู่เหนือคลองสาขาทั้ง 3 คลอง ซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลจากการผันน้ำที่คุณภาพเสื่อมโทรมจากกรณีน้ำท่วมกรุงเทพมหานครและภาคกลางในปี 2554

2.1.2 จุดที่ได้รับอิทธิพลจากมวลน้ำหลากจากกรณีน้ำท่วมภาคกลาง ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ล่างคลองสาขาทั้ง 3 คลอง และผ่านการฟอกตัวเมื่อไหลไปตามระยะทางและเวลาหนึ่งๆ

2.1.3 จุดที่อยู่ระหว่างคลองสาขา เป็นจุดที่ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดมลพิษอื่นๆ และเป็นจุดที่ผ่านการฟอกตัวเมื่อไหลไปตามระยะทางและเวลาหนึ่งๆ

2.2 คลองสาขา

2.2.1 จุดอ้างอิง หมายถึงจุดที่อยู่เหนือคลองทวิวัฒนา ซึ่งเป็นคลองที่มีการผันน้ำจากกรณีน้ำท่วมภาคกลางลงสู่แม่น้ำท่าจีน ซึ่งเป็นจุดที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการผันน้ำที่

2.2.2 จุดที่ได้รับอิทธิพลจากการผันน้ำจากกรณีน้ำท่วมภาคกลางลงสู่แม่น้ำท่าจีนซึ่งเป็นจุดที่อยู่ล่างคลองทวิวัฒนา

3. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

3.1 การตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนามและเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาถึงสมรรถนะในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีนครั้งนี้ ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำตามทิศทางการไหลของกระแสน้ำ โดยใช้ความเร็วเฉลี่ย และระยะทางจากจุดเก็บแต่ละจุด คำนวณเวลาที่มวลน้ำไหลไปยังจุดเก็บต่างๆ ซึ่งแปรผันตามระยะทาง (distance) และเวลา (time) โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 หาความเร็วเฉลี่ยของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง โดยใช้ข้อมูลความเร็วน้ำของสำนักอุทกวิทยาภาค 7 (จังหวัดกาญจนบุรี) ซึ่งเป็นข้อมูลการความเร็วน้ำแบบ real time

3.1.2 หาระยะทางจากจุดเก็บเริ่มต้นถึงจุดเก็บถัดไป จนครบทั้ง 20 ช่วง

3.1.3 นำความเร็วเฉลี่ย และระยะทางที่ได้ คำนวณหาเวลาเป็นชั่วโมง เพื่อนำมาวางแผนเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละจุดเก็บ รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ก1 และตารางภาคผนวกที่ ก2

3.2 เก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางลำน้ำ ซึ่งถือเป็นจุดที่มีการผสมผสานกันดีที่สุด ที่ระดับความลึก 0.3 เมตรจากผิวน้ำโดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (Water sampler) บรรจุตัวอย่างน้ำใส่ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ขนาด 1 ลิตร ซึ่งล้างด้วยน้ำตัวอย่างแล้ว 3 ครั้ง บรรจุตัวอย่างน้ำให้เต็มขวด ปิดฝาให้สนิท ติดฉลากระบุจุดเก็บ วันที่ พารามิเตอร์ และอื่นๆ อย่างชัดเจน (กรมควบคุมมลพิษ, 2553; Chunkao *et al.*, 2012)

5. การรักษาตัวอย่างน้ำ

นำขวดตัวอย่าง ใส่ถุงพลาสติกชนิดความหนาแน่นสูง รัดปากถุงด้วยยางวง กรณีวิเคราะห์หาค่าบีโอดี ให้ห่อขวดตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษฟอยด์ให้มีฉนวนกันแสงก่อนใส่ถุงพลาสติก เก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยการแช่ในน้ำแข็งให้มีอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (กรมควบคุมมลพิษ, 2553; Chunkao *et al.*, 2012) ก่อนนำส่งเพื่อวิเคราะห์ไปยังบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย ต่อไป

6. ตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำในภาคสนาม

6.1 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolve Oxygen) โดยใช้ DO meter ยี่ห้อ WTW รุ่น Multi 3210

6.2 ค่าความเป็นกรด – เบส (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter ยี่ห้อ WTW รุ่น pH 3210

6.3 อุณหภูมิ (Temperature) โดยใช้เครื่อง DO meter ยี่ห้อ WTW รุ่น Multi 3210

6.4 ค่าความเค็ม (Salinity) โดยใช้เครื่อง Conductivity meter ยี่ห้อ WTW รุ่น Cond 3210

6.5 ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) โดยใช้เครื่อง Conductivity meter ยี่ห้อ WTW รุ่น Cond 3210

6.6 ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolve Solid) โดยใช้เครื่อง Conductivity meter ยี่ห้อ WTW รุ่น Cond 3210

7. วิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

วิเคราะห์ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี ธาตุอาหารพืช ฟอสฟอรัสทั้งหมด ไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น สารอินทรีย์ในรูปต่างๆ ตามวิธีการของ Metcalf and Eddy Inc.(1991), APHA, AWWA and WEF (2005), และ Chunkao *et al.* (2012) โดยส่งตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

8.1 คุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขา

วิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ คลองมหาชัย และตัวอย่างน้ำช่วงเกิดอุทกภัยในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัดในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ และเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537

8.2 สมรรถนะในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขา

ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และผลจากการเก็บข้อมูลในภาคสนามมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925)

8.2.1 ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือการลดลงของออกซิเจนในน้ำ (K_1)

สามารถหาได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$K_{1T} = 0.23 \times 1.047^{(T-20)} \quad \dots (1)$$

โดยที่ K_1 คือ deoxygenation rate constant ณ อุณหภูมิใด ๆ (วัน⁻¹)

K_1 at 20°C คือ deoxygenation rate constant ณ อุณหภูมิที่ 20 °C

θ คือ temperature coefficient โดยมีค่าเท่ากับ 1.047

T คือ อุณหภูมิในลำน้ำ (องศาเซลเซียส)

8.2.2 อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแม่น้ำ (deoxygenation rate; r_D)

คำนวณหาอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแม่น้ำ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$r_D = K_1 L \quad \dots (2)$$

เมื่อ r_D คือ อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ (มก./ล./วัน)

K_1 คือ ค่า deoxygenation rate constant (log ฐาน e)

L คือ ค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำ ณ จุดท้ายน้ำ (มก./ล.)

โดยสามารถหา L ได้จากสมการ

$$L_t = L_0 e^{-K_2 t} \quad \dots (3)$$

โดยที่ K_1 คือ ค่า deoxygenation rate constant

L_t คือ ค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำ ณ เวลา $t = t$ (มก./ล.)

L_0 คือ ค่าสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำ ณ เวลา $t = 0$ (มก./ล.)

8.2.3 ค่าคงที่ของการเติมอากาศในแหล่งน้ำ (reaeration rate constants; K_2)

คำนวณหาค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) ที่อุณหภูมิ 20 °C ได้จากสมการ

$$K_2 = \frac{3.93 v^{0.5}}{H^{1.5}} \quad \dots (4)$$

โดยที่ K_2 คือ ค่าคงที่ของการเติมอากาศที่ 20°C (วัน⁻¹)
 v คือ ความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ (เมตร/วินาที)
 H คือ ความลึกเฉลี่ยของลำน้ำ (เมตร)

และสามารถหาค่า K_2 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้จากสมการ

$$K_{2T} = K_{2 \text{ at } 20^\circ\text{C}} \times 1.024^{(T-20)} \quad \dots (5)$$

8.2.4 อัตราการเติมออกซิเจนในแหล่งน้ำ (reaeration rate; r_R)

คำนวณหาอัตราการเติมออกซิเจนในแม่น้ำ จากสมการดังนี้

$$r_R = K_2 D_0 \quad \dots (6)$$

เมื่อ r_R คือ อัตราการเติมออกซิเจนในแหล่งน้ำ (มก./ล./วัน)
 K_2 คือ ค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (log ฐาน e)
 D_0 คือ ออกซิเจนส่วนขาด ณ จุดเริ่มต้น (มก./ล.)

8.2.5 ค่าออกซิเจนส่วนขาดในลำน้ำ (oxygen deficit) ใช้แบบจำลอง ดังนี้

$$D_0 = DO_{\text{sat}} - DO \quad \dots (7)$$

โดยที่ D_0 คือ ออกซิเจนส่วนที่ขาด (oxygen deficit) (มก./ล.)
 DO_{sat} คือ ออกซิเจนละลายอิ่มตัว (มก./ล.)
 DO คือ ค่าออกซิเจนละลาย ณ จุดใด ๆ (มก./ล.)

8.2.6 ค่าออกซิเจนอิ่มตัว (DO_{sat}) หาได้จากสมการ

$$DO_{\text{sat}} = 14.652 + 10.53(e^{-0.03896T} - 1) \quad \dots (8)$$

8.2.7 ศักยภาพในการรักษาสมดุลออกซิเจนในแหล่งน้ำ

ศักยภาพในการรักษาสมดุลออกซิเจนในแหล่งน้ำนั้น คำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ หรืออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ (rate of oxygenation; r_D) กับ อัตราการเติมออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ (rate of reaeration; r_R) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$r_c = r_R - r_D \quad \dots (9)$$

เมื่อ r_c คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน (มก./ล./วัน)
 r_R คือ อัตราการเติมออกซิเจนในน้ำ (มก./ล./วัน)
 r_D คือ อัตราการลดลงของออกซิเจนในน้ำ (มก./ล./วัน)

8.2.8 จุดวิกฤติ(critical point) หรือจุดที่มีออกซิเจนละลายต่ำสุดในลำน้ำ

การหาค่าจุดวิกฤติของออกซิเจนละลายน้ำในลำน้ำ หาได้จากสมการ

$$t_c = \frac{1}{K_2 - K_1} \ln \left[\frac{K_2}{K_1} \left\{ 1 - \frac{D_0(K_2 - K_1)}{K_1 L_0} \right\} \right] \quad \dots (10)$$

โดยที่ t_c คือ เวลาที่ออกซิเจนละลายในน้ำลดลงจนมีค่าสุด หลังจากได้รับมลสารแล้ว (วัน⁻¹)

D_0 คือ ปริมาณออกซิเจนที่ยังขาดอยู่ ณ จุดเริ่มต้น (มก./ล.)

L_0 คือ ปริมาณ BOD ณ จุดเริ่มต้น (มก./ล.)

K_1 คือ ค่าคงที่ของการลดลงของออกซิเจนในแหล่งน้ำ (วัน⁻¹)

K_2 คือ ค่าคงที่ของการเติมออกซิเจนในลำน้ำ (วัน⁻¹)

8.2.9 ความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (Fair's self-purification ratio)

ความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ หาได้จากสมการ

$$f = \frac{K_2}{K_1} = \frac{\text{reaeration}}{\text{deoxygenation}} \quad \dots (11)$$

9. การนำเสนอข้อมูล

9.1 นำเสนอเป็นรูปตาราง

9.2 นำเสนอในรูปภาพ

9.3 นำเสนอในรูปพรรณนา

ผลและวิจารณ์

การศึกษาถึงสมรรถนะการฟอกตัวเองของแม่น้ำทำเงินจากการรองรับมวลน้ำหลาก ช่วงเกิดวิกฤตน้ำท่วมในกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑล ปี 2554 ประกอบด้วยการศึกษา ปริมาณและคุณภาพน้ำที่ท่วมพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ซึ่งเป็นสามคลองหลักที่ใช้ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำทำเงิน คุณภาพน้ำในแม่น้ำทำเงินหลังรองรับน้ำก่อนไหลลงสู่อ่าวไทย และสมรรถนะในการฟอกตัวเองของแม่น้ำทำเงินและคลองทั้ง 3 สาย ในช่วงที่รองรับมวลน้ำหลากจากเหตุการณ์น้ำท่วม และภายหลังที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำแล้ว โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

ปริมาณและคุณภาพน้ำที่ท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล

1. ปริมาณน้ำ

ปริมาณมวลน้ำที่เข้าท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ได้แก่ จ.ปทุมธานี และ จ.นนทบุรี เกิดจากการสะสมของมวลน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำในภาคเหนือ อันประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำของแม่น้ำปิง จ.พะเยาเป็นต้นน้ำของแม่น้ำวัง และแม่น้ำยม จ.น่านเป็นพื้นที่ต้นน้ำของแม่น้ำน่าน ซึ่งแม่น้ำทั้ง 4 สาขาจะไหลบรรจบรวมกัน และไหลสู่แม่น้ำเจ้าพระยาในที่สุด โดยปกติของปรากฏการณ์ตามธรรมชาตินั้น ปริมาณฝนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากพื้นที่ราบดินเขามากที่สุดบนพื้นที่ยอดเขาสูง ตามทฤษฎีที่ว่า บนภูเขาสูง อุณหภูมิจะลดลงทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น 100 เมตร เนื่องจากบรรยากาศบนยอดเขานั้นจะมีความชื้น และหมอกสูง ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้มีฝนตกมากกว่าถึง 160 วันต่อปี ประกอบกับมีการระเหยต่ำ และปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ อิทธิพลของลมพายุในช่วงมรสุมดังกล่าว ที่มีจำนวนถึง 5 ลูก ได้แก่ ไหหมา (ระหว่างวันที่ 25 – 27 มิถุนายน 2554) นกเต็น (25 กรกฎาคม 2554) ไหเต็ง (25 กันยายน 2554) เนสาด (30 กันยายน 2554) และพายุนาเกล (6 ตุลาคม 2554) พายุทั้ง 5 ลูก ทำให้เกิดฝนตกหนักและมีระยะเวลาตกที่ยาวนาน ส่งผลให้เกิดการสะสมของมวลน้ำในพื้นที่ตอนเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 5 และไหลบ่าลงมาในพื้นที่ภาคกลางจนทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมหนักในที่สุด

ตารางที่ 5 ปริมาณฝนและมวลน้ำสะสมในพื้นที่ต้นน้ำทางตอนเหนือและพื้นที่ภาคกลางในปี 2554

ลำดับ	พื้นที่	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	ปริมาณมวลน้ำสะสม (ล้านลูกบาศก์เมตร)
1	พื้นที่ต้นน้ำตอนบน (เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง น่าน พะเยา ตาก และอุตรดิตถ์)	800 – 1,200	200,000
2	พื้นที่ต้นน้ำตอนล่าง (แพร่ พิชณุโลก สุโขทัย พิจิตร และ กำแพงเพชร)	500 – 800	130,000
3	พื้นที่ราบลุ่มตอนกลาง (นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง อยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี และ กรุงเทพมหานคร)	300 - 500	70,000
รวม		1600 – 2,500	400,000

ที่มา: คัดแปลงจากกรมอุตุนิยมวิทยา (2554)

อิทธิพลของพายุไต้ฝุ่นที่พัดเข้าประเทศไทยถึงจำนวน 5 ลูกในช่วงมรสุมของปี 2554 ส่งผลให้พื้นที่ภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง น่าน พะเยา ตากตอนบน และอุตรดิตถ์ มีปริมาณฝนประมาณ 800 ถึง 1,200 มิลลิเมตร (ปริมาณน้ำประมาณ 200,000 ล้านลูกบาศก์เมตร) พื้นที่ต้นน้ำตอนล่าง ได้แก่ จ.แพร่ พิชณุโลก สุโขทัย พิจิตร และกำแพงเพชร มีปริมาณฝนตกประมาณ 500 ถึง 800 มิลลิเมตร (ปริมาณน้ำประมาณ 130,000 ล้านลูกบาศก์เมตร) และสำหรับพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง ได้แก่ จ.นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง อยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี และกรุงเทพมหานคร มีปริมาณฝนตกประมาณ 300 ถึง 500 มิลลิเมตร (ปริมาณน้ำประมาณ 70,000 ล้านลูกบาศก์เมตร) ดังนั้นจึงเกิดการสะสมของมวลน้ำรวมทั้งสิ้นประมาณ 400,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ไหลลงสู่พื้นที่ราบภาคกลาง โดยภายหลังจากการระเหยของน้ำประมาณร้อยละ 70 ของมวลน้ำทั้งหมด หรือประมาณ 280,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังนั้นจะมีน้ำเหนือที่ไหลลงสู่พื้นที่ราบภาคกลางตอนล่าง ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี และนนทบุรี ประมาณ 120,000 ล้านลูกบาศก์เมตร

การสำรวจในพื้นที่น้ำท่วม พบว่ามวลน้ำจากภาคเหนือไหลลงสู่พื้นที่ราบภาคกลางอย่างรวดเร็ว โดยที่จุดตรวจวัดของเขื่อนชัยนาทพบว่ามวลน้ำไหลด้วยความเร็วมากกว่า 4,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มวลน้ำที่ไหลอย่างรวดเร็วเช่นนั้น ส่งผลให้น้ำเอ่อเข้าท่วมพื้นที่รอบฝั่งแม่น้ำอย่างรวดเร็ว เช่น พื้นที่หนอง บึง ที่ราบน้ำท่วมถึง และนาข้าว เป็นต้น โดยเริ่มตั้งแต่พื้นที่ จ.นครสวรรค์ ก่อนเข้าสู่พื้นที่กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี และ จ.นนทบุรี มวลน้ำดังกล่าวได้เอ่อล้นไหลเข้าท่วมเต็มพื้นที่ที่กักเก็บน้ำและเส้นทางน้ำตามธรรมชาติ (คลอง และพื้นที่แก้มลิงธรรมชาติ) ในพื้นที่ จ.ปทุมธานี อยุธยา และกรุงเทพทั้งหมด จนเกินศักยภาพที่สามารถรองรับน้ำไว้ได้ ส่งผลให้น้ำส่วนเกินเอ่อเข้าท่วมพื้นที่เมืองของกรุงเทพมหานคร ปทุมธานี และนนทบุรี ซึ่งจำเป็นต้องเผชิญหน้ากับความเสียหายทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็น เหตุการณ์น้ำท่วมในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2554 ได้ก่อให้เกิดความเสียหายระดับชาติ โดยมวลน้ำที่เข้าท่วมกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑลจำนวน 120,000 ล้านลูกบาศก์เมตรนั้น ระบายออกสู่อ่าวไทยผ่าน 10 คลองหลักของกรุงเทพมหานคร และ 3 คลองทางด้านตะวันตกของกรุงเทพมหานคร โดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาดสูบน้ำใหญ่ตลอด 24 ชั่วโมง

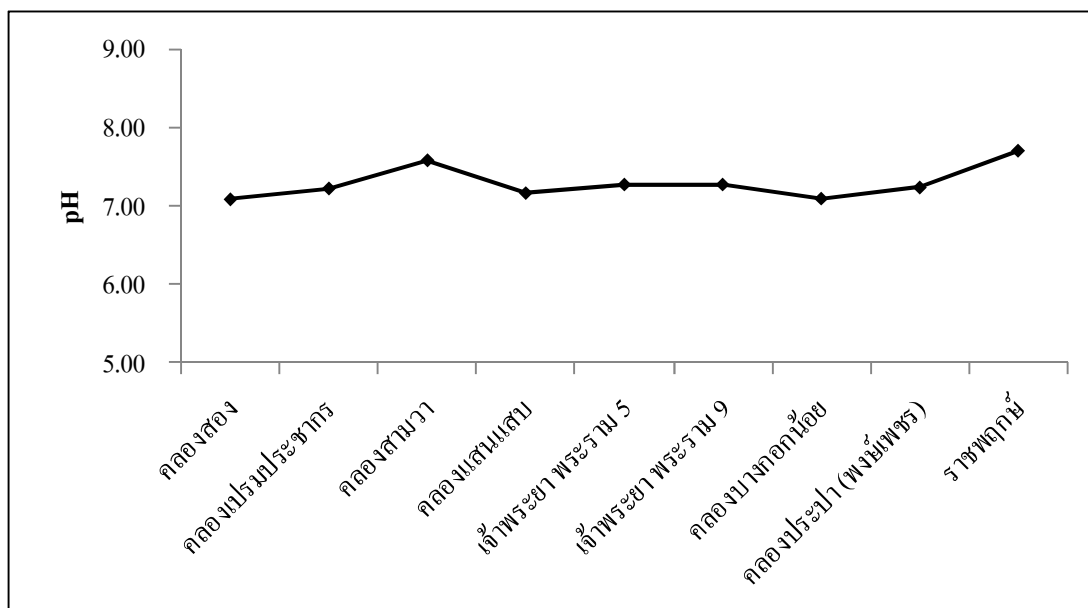
การประเมินคุณภาพน้ำเบื้องต้นที่สามารถมองเห็นด้วยสายตา ในช่วงที่น้ำท่วม กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล พบว่า น้ำมีสีดำเล็กน้อย มีความโปร่งแสง และค่อนข้างสะอาด แต่เมื่อทำการศึกษาในระดับที่ลึกขึ้นกลับพบว่า มีการปนเปื้อนของมลสารต่าง ๆ ในน้ำ ได้แก่ สารอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายในน้ำ (dissolved organic carbon) สารอินทรีย์ไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved organic nitrogen) สารอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ (dissolved organic phosphorus) และอื่นๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า มวลน้ำส่วนเกินจำนวน 120,000 ล้านลูกบาศก์เมตรที่ไหลเข้าท่วมพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลนั้น น่าจะได้รับการปนเปื้อนจากมลสารต่าง ๆ นั้นเอง

2. คุณภาพน้ำช่วงเกิดอุทกภัย

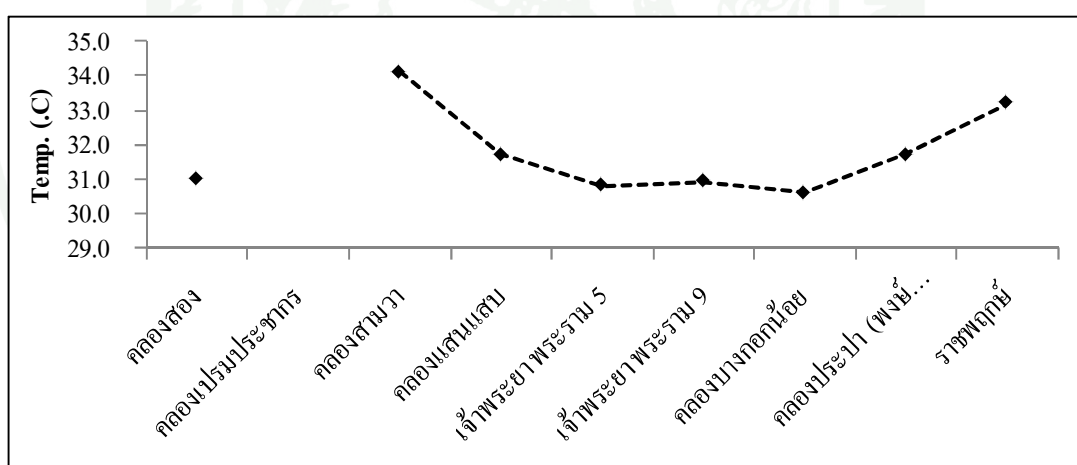
การศึกษาคุณภาพน้ำของมวลน้ำที่ท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่เขตปริมณฑลทางตะวันตกเฉียงเหนือของกรุงเทพมหานคร ได้แก่ จ.ปทุมธานี และ จ.นนทบุรี นั้น ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเดือนตุลาคม 2554 จำนวน 9 จุด โดยเก็บที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ ผลการวัดคุณภาพน้ำในภาคสนามและผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ ปรากฏดังตารางผนวกที่ 1 โดยสามารถแยกคุณภาพน้ำออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

2.1 คุณภาพน้ำในภาคสนาม

ผลคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในภาคสนาม พบว่า ค่าความเป็นกรดเบส (pH) อยู่ในช่วง 7.08 - 7.70 (ภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ ข1) ซึ่งเป็นค่าธรรมชาติของแหล่งน้ำผิวดิน ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ที่มีค่าอยู่ในช่วง 5 - 9 (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 30.6 - 34.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ ข1) ค่าของแข็งละลายทั้งหมด (TDS) มีค่าอยู่ในช่วง 122 - 307 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 14 และตารางผนวกที่ ข1) โดยจุดที่มีค่าของแข็งละลายสูงสุด คือ บริเวณคลองสอง ส่วนค่าความนำไฟฟ้า (EC) อยู่ในช่วง 187.5 - 443 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ภาพที่ 15 และตารางผนวกที่ ข1) ค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0 - 0.1 ppt (ภาพที่ 16 และตารางผนวกที่ ข1) ค่าความโปร่งแสง มีค่าอยู่ในช่วง 15 - 50 เซนติเมตร สีมี่ค่าอยู่ในช่วง 2.64 - 3.26 หน่วย (pt-unit) กลิ่นเป็นไปตามธรรมชาติ สำหรับค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.14 - 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจุดเก็บที่มีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุด คือ บริเวณคลองสอง ส่วนจุดเก็บที่มีค่าสูงสุด คือ บริเวณราชพฤกษ์ ซึ่งเป็นน้ำที่บ่าในพื้นที่ (ภาพที่ 17 และตารางผนวกที่ ข1) สิ่งสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำในช่วงเกิดอุทกภัยพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล คือ คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณสะพานพระราม 5 และสะพานพระราม 9 ซึ่งมีคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี คือ มีค่าออกซิเจนละลายเท่ากับ 0.63 และ 0.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่กลับพบว่าจุดเก็บที่มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือ บริเวณคลองต่างๆ รวมทั้งน้ำบ่าในเขตเมือง โดยเฉพาะบริเวณแยกราชพฤกษ์ ในขณะที่คลองประปา ซึ่งเป็นน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปาสำหรับกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล พบว่าคุณภาพน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปผลิตน้ำประปาได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้ยังพบว่า คุณภาพน้ำในหลายจุดเก็บมีความเค็มปนเปื้อน โดยมีค่าเท่ากับ 0.1 ppt ได้แก่ คลองสอง คลองสามวา คลองแสนแสบ คลองบางกอกน้อย และบริเวณราชพฤกษ์ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงของน้ำทะเล ยกเว้นจุดเก็บในแม่น้ำเจ้าพระยา ทั้งบริเวณสะพานพระราม 5 และบริเวณสะพานพระราม 9 พบว่าไม่มีความเค็มปนเปื้อน คือ มีระดับความเค็มที่ตรวจวัดได้ เท่ากับ 0.0 ppt เนื่องจากการระบายน้ำจากต้นแม่น้ำด้วยความเร็วสูงเพื่อให้ออกสู่อ่าวไทยได้เร็วที่สุดนั่นเอง รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข1

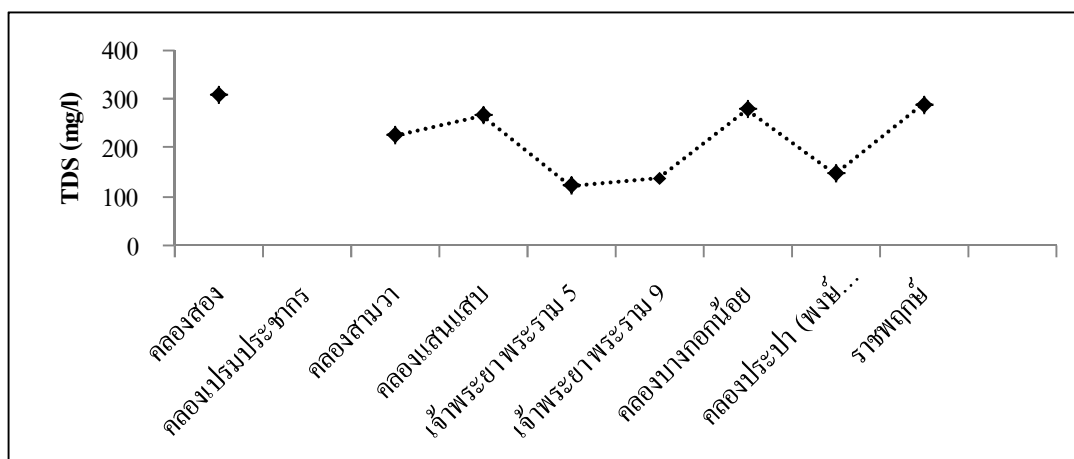


ภาพที่ 12 ค่าเป็นกรดเบสของน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 บริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานคร



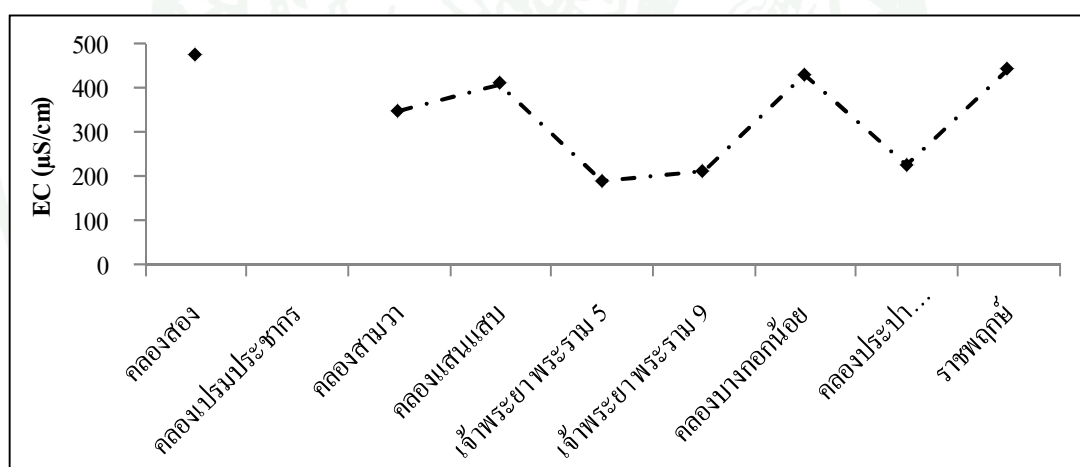
ภาพที่ 13 อุณหภูมิของน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ จุดเก็บคลองเปรมประชากร ข้อมูลเสียหายเนื่องจากเครื่องมือชำรุด



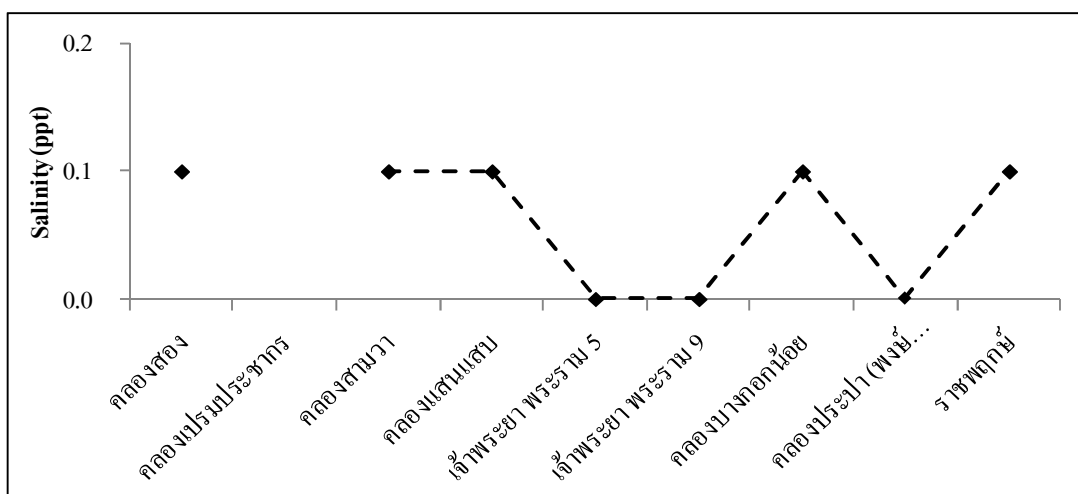
ภาพที่ 14 ค่าของแข็งละลายรวมในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ จุดเก็บคลองเปรมประชากร ข้อมูลเสียหายเนื่องจากเครื่องมือชำรุด



ภาพที่ 15 ค่าความนำไฟฟ้าในน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ จุดเก็บคลองเปรมประชากร ข้อมูลเสียหายเนื่องจากเครื่องมือชำรุด



ภาพที่ 16 ค่าความเค็มในน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ จุดเก็บคลองเปรมประชากร ข้อมูลเสียหายเนื่องจากเครื่องมือชำรุด

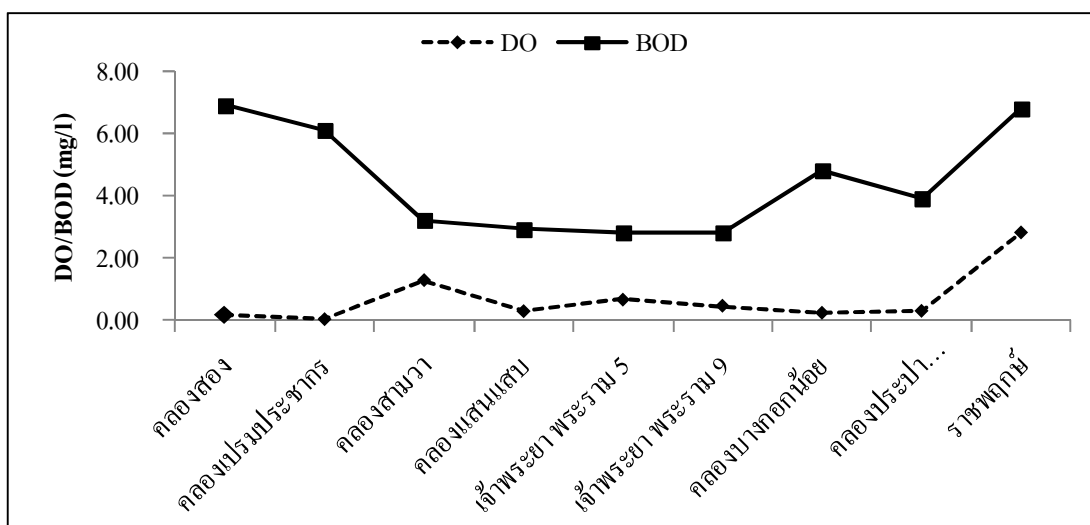
2.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

ผลคุณภาพน้ำทางเคมีทั้ง 9 จุด ในแม่น้ำเจ้าพระยา คลองต่างๆ และน้ำบ่อบำบัดในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร ในเดือนตุลาคม 2554 พบว่า ค่าบีโอดี มีค่าอยู่ในช่วง 2.80 - 6.90 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 พบว่าค่าบีโอดีในทุกจุดเก็บมีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินในประเภทที่ 3 ซึ่งต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าจุดเก็บที่มีค่าบีโอดีสูงสุด 3 อันดับแรก คือ บริเวณคลองสอง แยกราชพฤกษ์ และคลองเปรมประชากร มีค่าเท่ากับ 6.9 6.8 และ 6.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 17 และตารางผนวกที่ ข2)

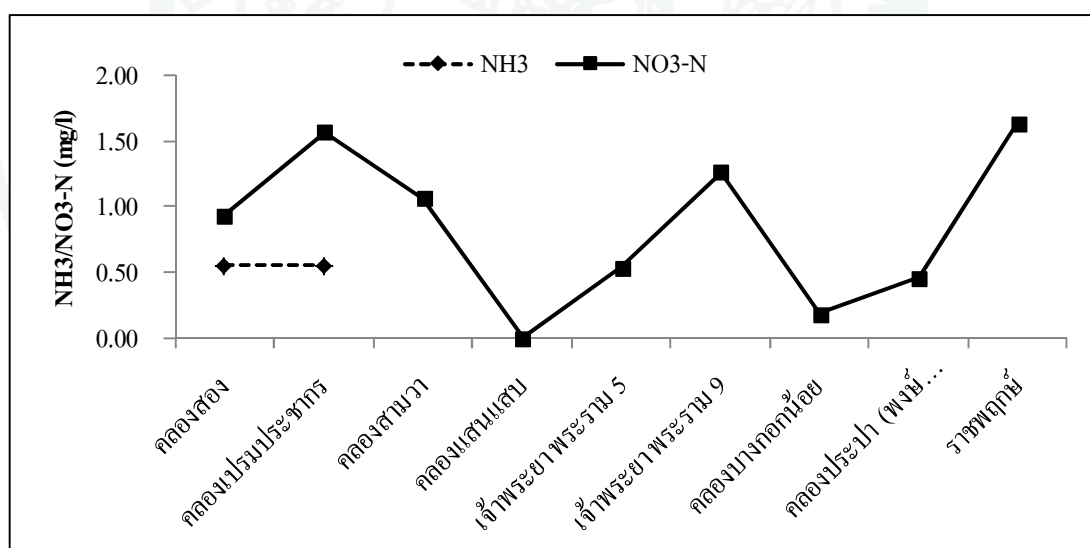
เมื่อพิจารณาค่าไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย (NH_3) และไนเตรท ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) พบว่า ค่าแอมโมเนียอยู่ในช่วงตั้งแต่ตรวจหาไม่พบ จนถึง 0.55 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีจำนวน 7 จุดเก็บที่ไม่พบแอมโมเนีย ได้แก่ คลองสามวา คลองแสนแสบ คลองบางกอกน้อย คลองประปา แม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณสะพานพระราม 5 สะพานพระราม 9 และบริเวณแยกราชพฤกษ์ สำหรับจุดเก็บคลองสอง และคลองเปรมประชากร มีค่าแอมโมเนียเท่ากัน คือ 0.55 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับค่าไนเตรท ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) มีค่าตั้งแต่ตรวจหาไม่พบ จนถึง 1.64 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจุดเก็บที่มีค่าสูงสุดใน 3 อันดับแรก คือ ราชพฤกษ์ คลองเปรมประชากร และแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณสะพานพระราม 9 มีค่าเท่ากับ 1.64 1.57 และ 1.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 18 และตารางผนวกที่ ข2)

การตรวจวัดปริมาณโลหะหนักและสารพิษในน้ำทั้ง 9 จุดเก็บ ซึ่งทำการตรวจวัดจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ ไซยาไนด์ (Cyanide) ฟีนอล (Phenol) สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) แมงกานีส (Mn)ปรอท (Hg) นิกเกิล (Ni) และสังกะสี (Zn) โดยพบว่า ทั้ง 9 จุดเก็บตรวจไม่พบไซยาไนด์ สำหรับฟีนอล มีค่าอยู่ในช่วง 0.008 - 0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 พบว่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้คือต้องมีปริมาณฟีนอลไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร สารหนูมีค่าอยู่ในช่วง 0.0023 - 0.0073 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทุกจุดเก็บมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ที่กำหนดไว้ คือต้องไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับแคดเมียม พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ตรวจหาไม่พบ จนถึงมีปริมาณน้อยกว่า 0.0010 มิลลิกรัมต่อลิตร ทองแดง มีค่าตั้งแต่ 0.0015 - 0.019 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่ว มีค่าอยู่ในช่วง <0.0010 - 0.0048 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณแมงกานีส พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.138 ถึง 0.45 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณปรอทมีค่าตั้งแต่ ตรวจไม่พบ จนถึง 0.0005 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับนิกเกิล มีค่า 0.0048 - 0.0048 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสังกะสีที่ตรวจวัดได้ มีค่าเท่ากับ 0.0034 - 0.0626 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 19 และตารางผนวกที่ ข2)

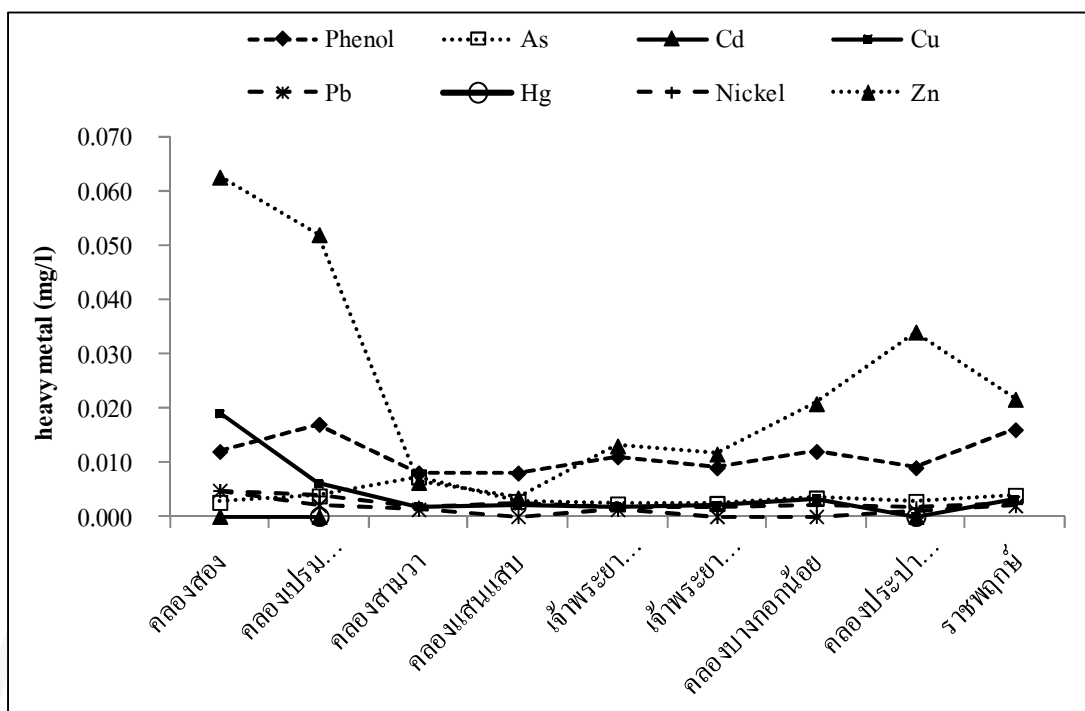
โดยสรุป พบว่า คุณภาพน้ำด้านเคมีของจุดเก็บทั้ง 9 จุด เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 พบว่าทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกินมาตรฐานดังกล่าว แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำด้านกายภาพ พบว่า คุณภาพด้านเคมีมีคุณภาพต่ำกว่าด้านกายภาพ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณฝนที่ตกหนักในพื้นที่ต้นน้ำทางภาคเหนือ และมวลน้ำดังกล่าวไหลผ่านหลายพื้นที่ตั้งแต่พื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง จนมาถึงกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ซึ่งก่อนมวลน้ำดังกล่าวไหลมาถึงพื้นที่กรุงเทพมหานคร นั้นได้เกิดกระบวนการตามธรรมชาติต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ กระบวนการเจือจาง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมวลน้ำดังกล่าว ได้รับปริมาณน้ำฝนจากพื้นที่อื่น หรือมวลน้ำสะอาดที่ไหลมาสมทบกัน ส่งผลให้ปริมาณมลสารต่างๆ และความสกปรกถูกเจือจาง อีกกระบวนการสำคัญ ได้แก่ การตกตะกอน โดยเฉพาะอนุภาคของแข็งที่สามารถตกตะกอนได้ ในขณะเดียวกันมลสารที่ปนเปื้อนในน้ำ สามารถเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปอื่นๆ ได้ เช่น dissolved organic matter (DOM), dissolved organic carbon (DOC), dissolved organic nitrogen (DON), dissolved organic phosphorus (DOP), total Kjeldahl Nitrogen (TKN) สารละลายโลหะหนัก และสารในรูปอื่นๆ (จักรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; Cazelles *et al.*, 1991; Adrian and Sanders, 1998; Faulkner *et al.*, 2000; Chen *et al.*, 2008; Cukrov *et al.*, 2008)



ภาพที่ 17 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และค่าบีโอดี (BOD) ในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 18 ค่าแอมโมเนีย (NH_3) และค่าไนเตรท ($\text{NO}_3\text{-N}$) ในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร



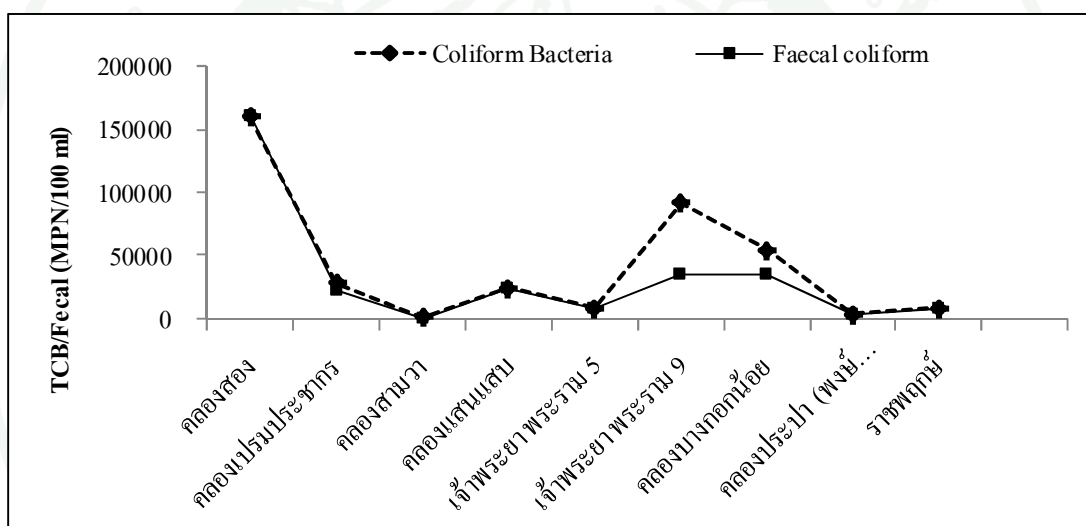
ภาพที่ 19 ปริมาณโลหะหนักและสารพิษในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร

2.3 คุณภาพน้ำด้านชีวภาพ

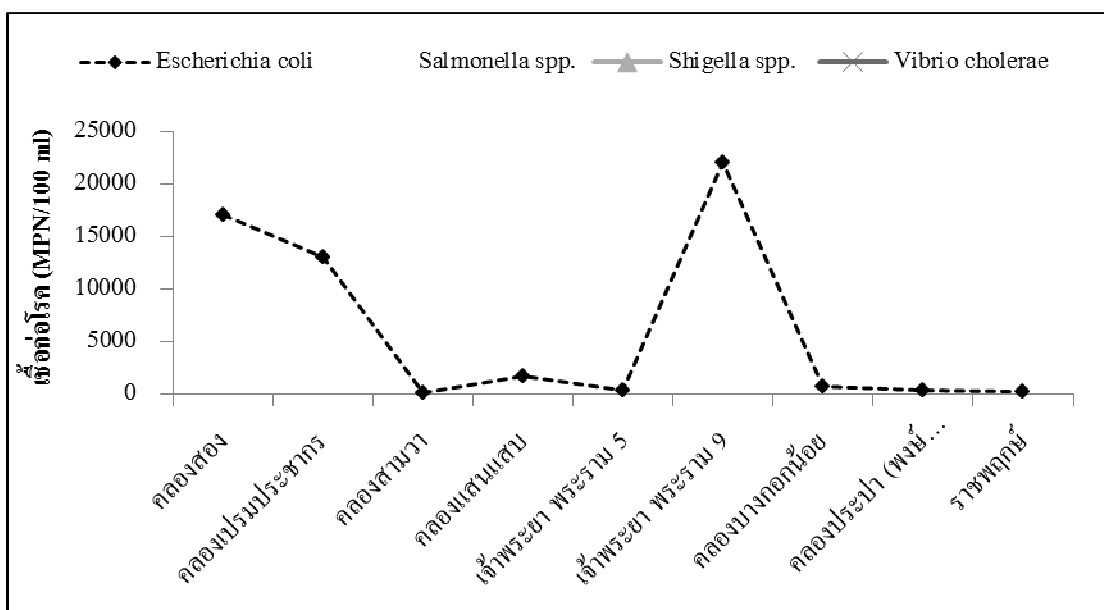
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านชีวภาพของตัวอย่างน้ำทั้ง 9 จุด พบว่า ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม (coliform bacteria) มีค่าในช่วง 1,300 ถึง มากกว่า 160,000 MPN/100 ml ซึ่งมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ได้กำหนดเกณฑ์การปนเปื้อนไว้ไม่เกิน 20,000 MPN/100 ml โดยบริเวณที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด คือ คลองสอง สำหรับแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) มีปริมาณการการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 350 ถึง มากกว่า 160,000 MPN/100 ml เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 พบว่า มีค่าการปนเปื้อนเกินมาตรฐานที่กำหนดว่าต้องไม่เกิน 4,000 MPN/100 ml โดยจุดที่มีปริมาณสูงสุด คือ บริเวณคลองสอง เนื่องจากเป็นจุดที่มีน้ำท่วมขังก่อนจุดอื่นๆ ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งประชาชนขาดแคลนห้องสุขาที่ถูกสุขลักษณะ จึงส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนสูงนั่นเอง รายละเอียดดังภาพที่ 20 และตารางผนวกที่ ข3

ปริมาณอีโคไล (*E. coli*) มีค่าอยู่ในช่วง 79 - 22,000 MPN/100 ml โดยจุดเก็บที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ แม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณสะพานพระราม9 คลองสอง และคลองเปรมประชากร มีค่าเท่ากับ 22,000 17,000 และ 13,000 MPN/100 ml ตามลำดับ

การปนเปื้อนของกลุ่มเชื้อก่อโรค ได้แก่ *Salmonella spp.* สามารถแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ไม่พบการปนเปื้อน และพบการปนเปื้อน โดยจุดที่ไม่พบการปนเปื้อนมีจำนวน 3 จุด ได้แก่ คลองประปา คลองแสนแสบ และคลองสามวา นอกนั้นพบการปนเปื้อน สำหรับ *Shigella spp.* และ *Vibrio cholera* ไม่พบการปนเปื้อนทั้ง 9 จุด แต่พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของ *Staphylococcus aureus* เท่ากับ <1 cfu/ml ในทุกจุดเก็บ (ภาพที่ 20 และตารางผนวกที่ ข3)



ภาพที่ 20 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโพลีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโกลิฟอร์มในน้ำ ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 21 ปริมาณเชื้อก่อโรคในน้ำช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม 2554 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ *Shigella spp.*, *Vibrio cholera* และ *Salmonella spp.* ไม่สามารถแสดงผลได้ เนื่องจากตรวจไม่พบการปนเปื้อน

คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

การระบายน้ำช่วงเกิดอุทกภัยกรุงเทพมหานครเมื่อปลายปี 2554 นั้น ได้ระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยผ่าน 3 คลองหลัก ซึ่งเป็นคลองที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ โดยรับมวลน้ำท่วมจากพื้นที่กรุงเทพผ่านคลองทวีวัฒนา คลองภาษีเจริญ รับมวลน้ำท่วมผ่านคลองทวีวัฒนาเช่นกัน และคลองมหาชัย รับมวลน้ำท่วมที่บ่าคันพื้นที่กรุงเทพมหานคร และไหลลงสู่พื้นที่ตอนล่าง ทั้งกรุงเทพมหานครและ จ.สมุทรสาคร โดยการระบายน้ำของพื้นที่กรุงเทพมหานครนั้นทำโดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ วางกระจายตามจุดต่างๆ ที่มีน้ำท่วมขัง

การศึกษาครั้งนี้ แบ่งผลการศึกษาคุณภาพน้ำออกเป็น 2 ครั้ง คือ เดือนมกราคม 2555 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของช่วงที่รองรับมวลน้ำท่วม และเดือนเมษายน 2555 เป็นตัวแทนของช่วงที่ไม่รองรับมวลน้ำแล้ว โดยในแต่ละคลอง ประกอบด้วยจุดเก็บเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 5 จุดเก็บ ผลการศึกษาปรากฏดังต่อไปนี้

1. คลองมหาสวัสดิ์

1.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และการเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในน้ำ มีผลต่อการลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ กลิ่นและรสของน้ำ ตลอดจนความเป็นพิษของสารพิษต่าง ๆ รวมทั้งมีอิทธิพลโดยตรงกับพืชน้ำด้วย อุณหภูมิของแหล่งน้ำจะแปรผันตามสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล ปริมาณแสง ความลึก และปัจจัยต่าง ๆ อีกมากมาย ค่าของอุณหภูมิน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองมหาสวัสดิ์ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ดังนี้

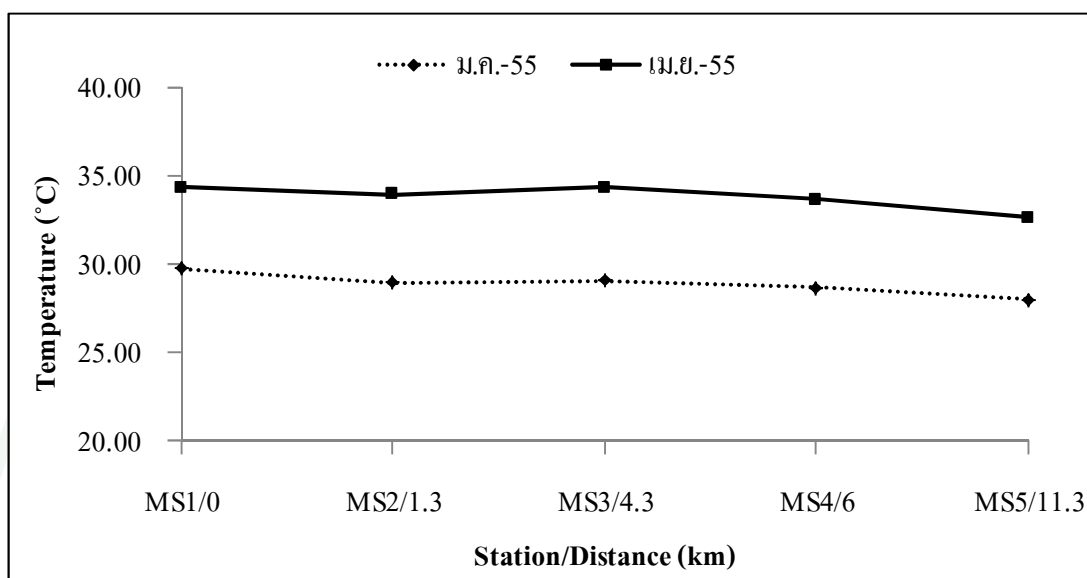
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำในเดือนมกราคม 2555 ตลอดคลองมหาสวัสดิ์ ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดปรุณาวาส อ.ศาลายา จ.นครปฐม จนถึง บริเวณหมู่บ้านพฤษภา 8 ใกล้เคียงประตูระบายน้ำมหาสวัสดิ์ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม รวมระยะทางประมาณ 12 กิโลเมตร พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 28 – 29.80 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.92 ± 0.65 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำที่แตกต่างกันเล็กน้อยอาจขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างในรอบวัน คือ ประมาณ 9.00 - 16.00 น. ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าวัดปรุณาวาส อ.ศาลายา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ บริเวณหมู่บ้านพฤษภา 8 ใกล้เคียงประตูระบายน้ำมหาสวัสดิ์ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS5) เนื่องจากเป็นบริเวณที่ใกล้กับจุดที่มีการระบายน้ำ และมีการเปลี่ยนทิศทางของน้ำก่อนไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีน ทำให้น้ำมีลักษณะไหลแรง (ภาพที่ 22 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำของคลองมหาสวัสดิ์ในเดือนเมษายน 2555 พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 32.70 – 34.40 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.84 ± 0.70 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 34 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าวัดปรุณาวาส อ.ศาลายา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) และบริเวณคลองก้านกั้ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำ

สูงสุด (จุดเก็บ MS3) ซึ่งขณะเก็บตัวอย่าง เป็นช่วงเวลาประมาณ 15.00 น. ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ บริเวณหมู่บ้านพุกยา 8 ใกล้ประตูระบายน้ำมหาสวัสดิ์ (จุดเก็บ MS5) (ภาพที่ 22 และตารางผนวกที่ ค1)



ภาพที่ 22 อุณหภูมิน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.1.2 ปริมาณของแข็งละลายรวม

ปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองมหาสวัสดิ์ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

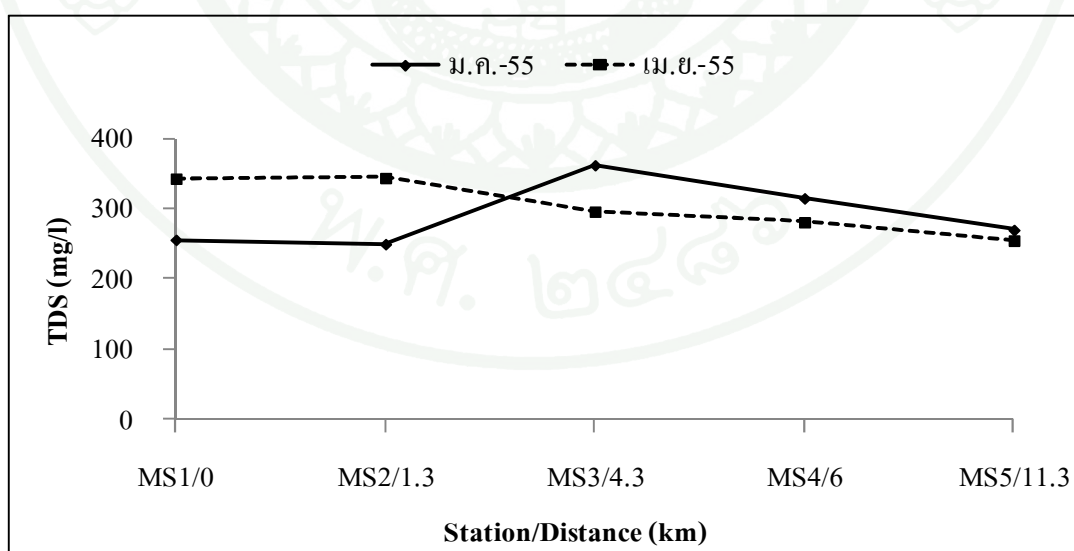
จากการตรวจวัดค่าปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำ พบว่า ในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 250 - 362 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 291 ± 47.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 270 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณคลองกำนันกิ่ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS3) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับคลองกำนันกิ่ง ซึ่งเป็นแหล่งนำพาอนุภาคและมลสารต่างจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่คลองอีก

ทางหนึ่ง ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดศาละวัน อ.พุทธมณฑล (จุดเก็บที่ MS2) (ภาพที่ 23 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

สำหรับเดือนเมษายน พบว่า ปริมาณของแข็งละลายรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 255 – 344 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 304 ± 39.10 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 296 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณหน้าวัดศาละวัน อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS2) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหมู่บ้านพฤษภา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) (ภาพที่ 23 และตารางผนวกที่ ค1)

โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำของเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม โดยเฉพาะบริเวณสถานีหน้าวัดปรุณาวาส และวัดศาละวัน ซึ่งเป็นจุดที่มีระยะห่างจากแม่น้ำท่าจีนมากที่สุด เนื่องจากเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำในคลองไหลช้า จึงได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุนมากกว่าในเดือนมกราคม ดังนั้น ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์จากน้ำทะเลส่งผลให้ค่าของแข็งละลายรวมสูงตามไปด้วย นั่นเอง



ภาพที่ 23 ปริมาณของแข็งละลายรวมในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.1.3 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองมหาสวัสดิ์ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

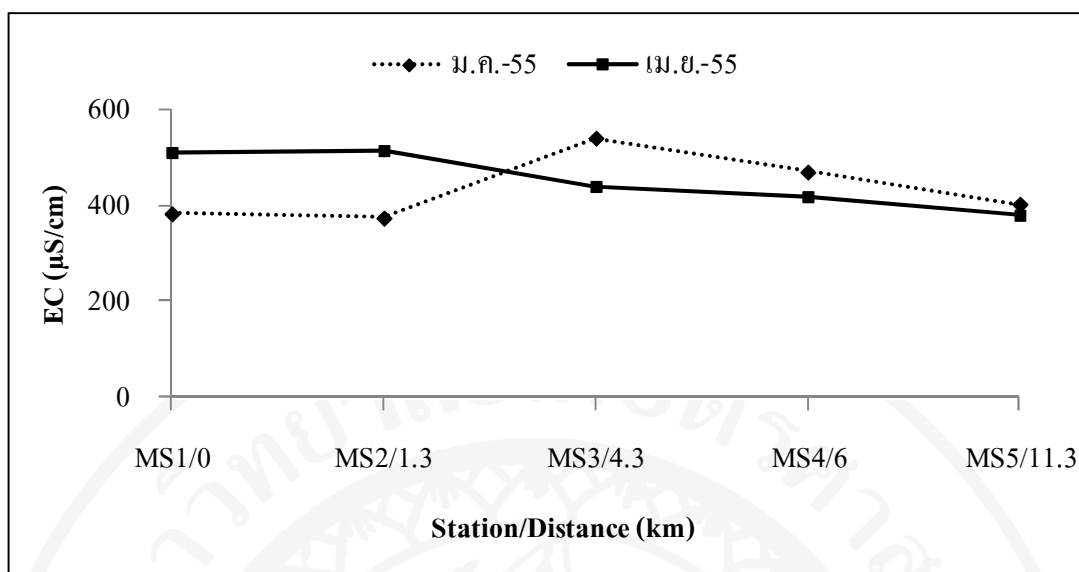
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

จากการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำ พบว่า ในเดือน มีค่าอยู่ระหว่าง 374 – 541 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 434 ± 70.55 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 403 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยพบค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มสอดคล้องกับค่าของแ่งละลายรวม ซึ่งบริเวณคลองก้านกิ่ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS3) เป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดสาละวัน อ.พุทธมณฑล (จุดเก็บ MS2) (ภาพที่ 24 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

สำหรับเดือนเมษายน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ระหว่าง 380 – 515 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 453 ± 58.87 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 440 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยบริเวณหน้าวัดสาละวัน อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS2) เป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหมู่บ้านพฤษภา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) (ภาพที่ 24 และตารางผนวกที่ ค1)

ภาพรวมพบว่า ค่าความนำไฟฟ้าในน้ำของเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณของแ่งละลายรวม โดยมีปัจจัยจากการหนุนของน้ำทะเลในฤดูแล้งนั่นเอง



ภาพที่ 24 ค่าการนำไฟฟ้าในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

1.2.1 ค่าความเป็นกรดเบส (pH)

ค่าความเป็นกรดเบสจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองมหาสวัสดิ์ ในช่วงที่รองรับมวลน้ำท่วม (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับมวลน้ำแล้ว (เมษายน 2555) ผลปรากฏ ดังนี้

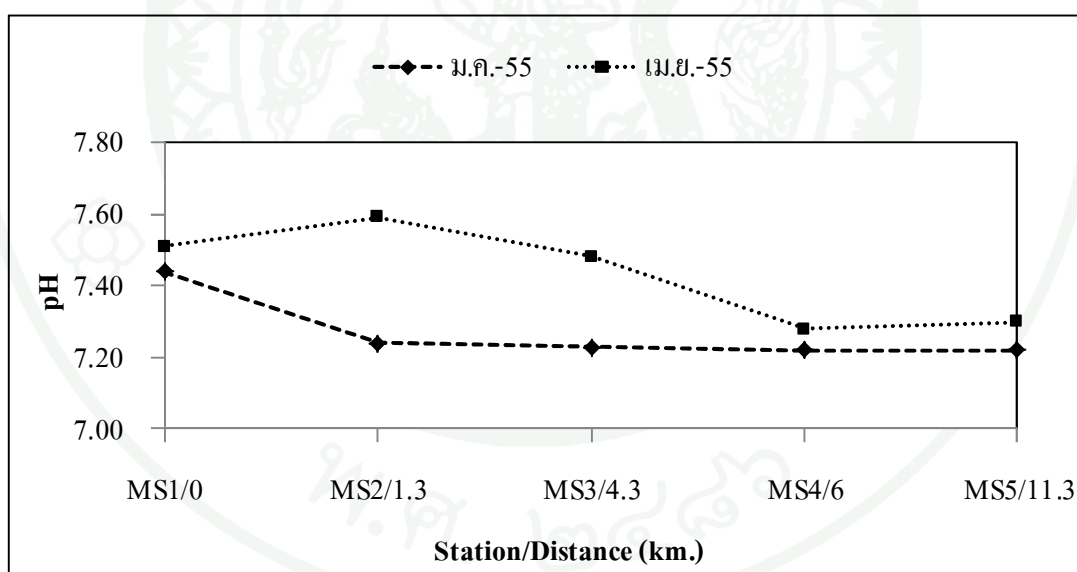
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ในเดือนมกราคม ค่าความเป็นกรดเบสมีค่าอยู่ในช่วง 7.22 – 7.44 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 ± 0.10 ค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.23 โดยพบว่าบริเวณหน้าวัดปุณณาวาส อ.พุทธมณฑล (จุดเก็บ MS1) เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดสุวรรณาราม (จุดเก็บ MS4) และหน้าหมู่บ้านพฤกษา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS5) (ภาพที่ 25 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าความเป็นกรดเบสในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ในช่วง 7.28 – 7.59 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.43 ± 0.14 และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.43 โดยพบว่าบริเวณหน้าวัดสาละวัน อ.พุทธมณฑล (จุดเก็บ MS2) เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดสุวรรณาราม อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS2) (ภาพที่ 25 และตารางผนวกที่ ค1)

โดยภาพรวมพบว่า ค่าความเป็นกรดเบสในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม โดยมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจนตั้งแต่บริเวณหน้าวัดปรุณวาส ถึงวัดสุวรรณาราม ซึ่งค่าความเป็นกรดเบสขึ้นกับปริมาณเกลือในน้ำทะเลเช่นกัน เมื่อน้ำมีความเค็มมากก็จะทำให้ค่าความเป็นกรดเบสสูงขึ้นเล็กน้อย (ฉัตรไชย, 2539) สำหรับบริเวณปากคลองมีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องติดกับแม่น้ำท่าจีน ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเลในทุกฤดูกาล



ภาพที่ 25 ค่าความเป็นกรดเบสในคลองมหาสวัสดิ์ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2.2 ค่าความเค็ม

โดยทั่วไปแล้วความเค็มของน้ำจะขึ้นอยู่กับระยะทางที่ห่างจากปากแม่น้ำ ปริมาณน้ำจืดที่ระบายลงมาคือน้ำเค็มตามลำคลองต่าง ๆ และปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงนั้นด้วย ค่าความเค็มของน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองมหาสวัสดิ์ ปรากฏดังนี้

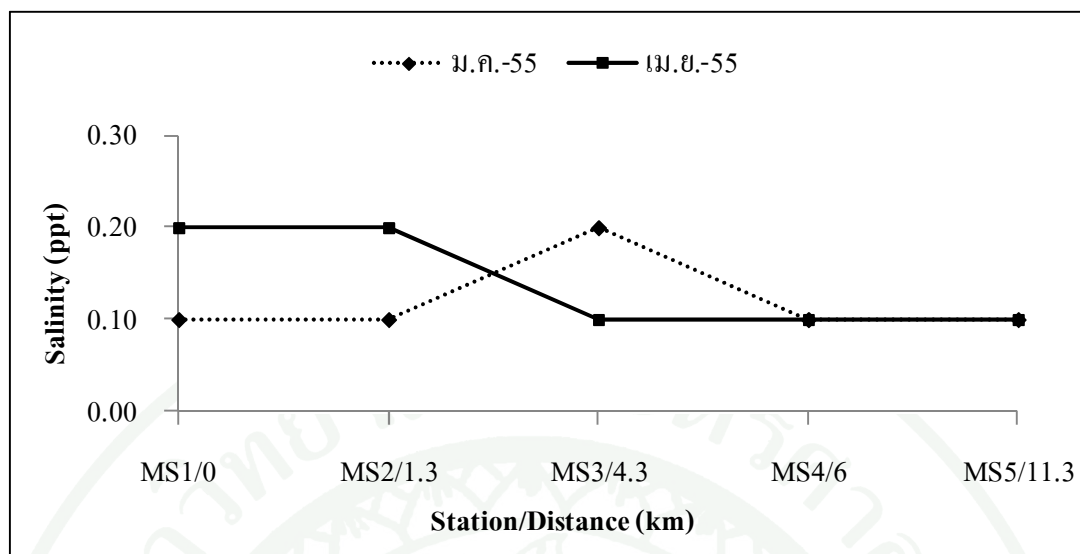
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าความเค็มของน้ำในช่วงเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.20 ppt โดยพบว่า บริเวณคลองกำนันกิ่ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS3) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด เนื่องจากขณะเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่น้ำขึ้น ส่วนอีก 4 จุดเก็บที่เหลือมีค่าความเค็มเท่ากับ 0.1 ppt ซึ่งจัดว่าเป็นระบบน้ำจืด อย่างไรก็ตามระดับความเค็มของน้ำในคลองมหาสวัสดิ์นั้นได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงของปากแม่น้ำท่าจีน (ภาพที่ 26 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าความเค็มของน้ำในช่วงเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.20 ppt โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดปุณณวาส (จุดเก็บ MS1) และบริเวณหน้าวัดสาละวัน (จุดเก็บ MS2) อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด ทั้งที่เป็นจุดเก็บที่มีระยะทางห่างจากแม่น้ำท่าจีนมากที่สุด แต่เนื่องจากขณะเก็บตัวในบริเวณนี้ เป็นช่วงเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุด จึงมีความเค็มสูงกว่าในจุด MS4 และ MS5 ซึ่งขณะเก็บตัวอย่างพบว่า เป็นช่วงที่น้ำกำลังลง

เมื่อเปรียบเทียบความเค็มในเดือนมกราคม และเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่รองรับมวลน้ำท่วม พบว่า ความเค็มของน้ำในช่วงเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากช่วงเดือนเมษายน เป็นฤดูแล้งมีปริมาณน้ำต่ำกว่าในช่วงเดือนมกราคม ทำให้น้ำทะเลหนุนเข้ามาทางแม่น้ำท่าจีน ได้มากกว่าในช่วงเดือนมกราคม ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า ในฤดูแล้ง อิทธิพลการหนุนของน้ำทะเลจะส่งผลต่อระดับความเค็มของคลองมหาสวัสดิ์ได้ทั้ง 5 จุดเก็บ นั่นเอง (ภาพที่ 26 และตารางผนวกที่ ค1)



ภาพที่ 26 ค่าความเค็มในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นลักษณะสำคัญที่สามารถบอกให้ทราบว่า น้ำนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมเพียงใด ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ แหล่งที่มาของออกซิเจนที่ละลายในน้ำมาจาก 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการเทอร์โมไซฟอน (thermo-siphon) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) และกระบวนการเทอร์โมออสโมซิส (thermo-osmosis) (McColl, 1974; Wang *et al.*, 1978; Mirmov and Belyakova, 1982; Vargaftik *et al.*, 1983; Grosse, 1989; Grofse and Bauch, 1991)

ค่าของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจากการเก็บตัวอย่างในคลองมหาสวัสดิ์ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

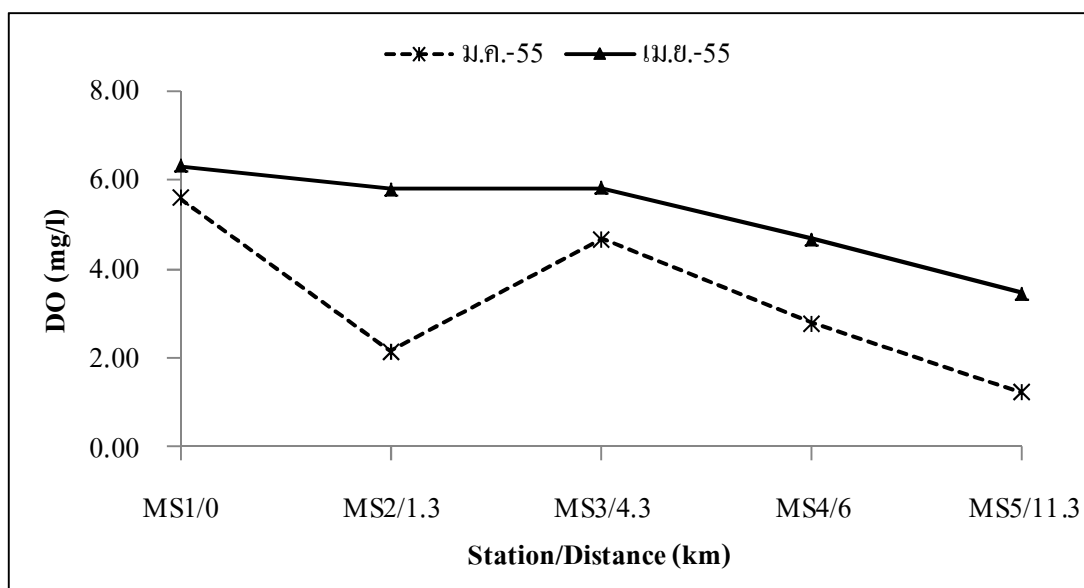
ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในช่วงเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 1.23 – 5.59 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.28 ± 1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.78 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดปุณณวาส อ.ศาลายา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) เป็น

บริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพฤษภา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS5) โดยพบว่า เป็นบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่น และมีฟาร์มสุกรตั้งอยู่ จึงเกิดการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดมลพิษดังกล่าว ประกอบกับช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างคือเวลาเช้า ซึ่งยังมีแสงแดดน้อย ทำให้แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำยังไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ภาพที่ 27 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณออกซิเจนละลายในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 3.46 – 6.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.21 ± 1.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.78 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าวัดปรุณาवास อ.ศาลายา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพฤษภา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS5) (ภาพที่ 27 และตารางผนวกที่ ค1)

โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคม ทั้งนี้เนื่องจากเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูร้อน มีแสงแดดจัด ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำสังเคราะห์แสงได้ดี สังเกตได้จากขณะเก็บตัวอย่าง พบว่า น้ำมีสีเขียว สาเหตุดังกล่าวเป็นการเติมออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำนั่นเอง ในขณะที่เดือนมกราคม เป็นช่วงที่มีการระบายน้ำของแข็งและอนุภาคต่าง ๆ ในน้ำยังไม่ตกตะกอน ทำให้น้ำมีความขุ่นสูง ซึ่งเป็นทำให้แสงแดดส่องลงในน้ำได้ต่ำ พืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชจึงสังเคราะห์แสงได้น้อย ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่าเดือนเมษายน นั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขา ในปี 2552 – 2554



ภาพที่ 27 ปริมาณออกซิเจนละลายในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2.4 ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดี

ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดี เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง ซึ่งบ่งบอกถึงภาวะมลพิษหรือความสกปรกในแหล่งน้ำ ค่าบีโอดีจากการเก็บตัวอย่างในคลองมหาสวัสดิ์ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

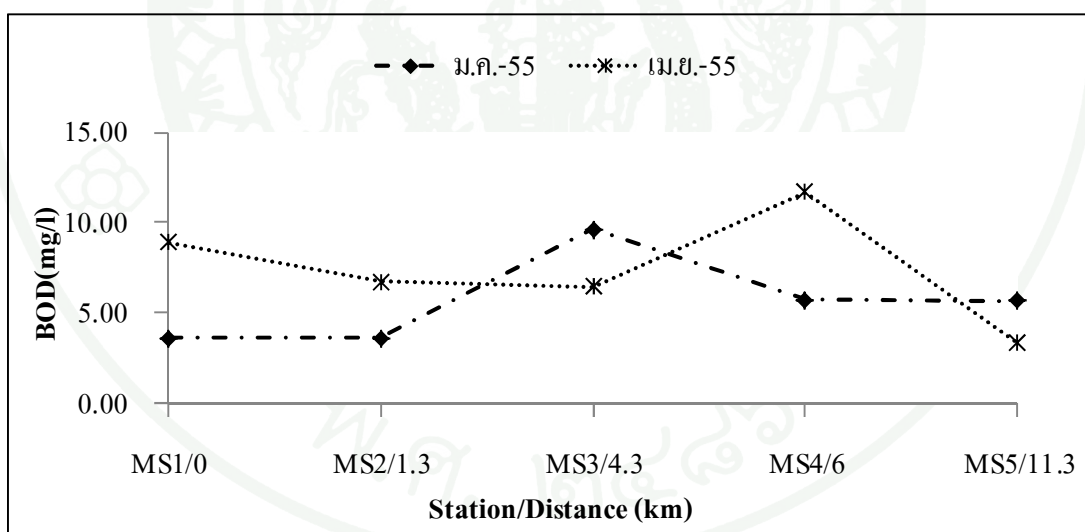
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าบีโอดีในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 3.60 – 9.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 ± 2.46 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.68 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณล่างคลองก้านกั้ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS3) เป็นบริเวณที่มีค่าบีโอดีสูงสุด เนื่องจากคลองก้านกั้งเป็นแหล่งเดิมความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ลงสู่คลองมหาสวัสดิ์ เนื่องจากมีชุมชนตั้งอยู่บริเวณคลองก้านกั้ง ส่วนบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดปรณาวาส อ.ศาลายา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) (ภาพที่ 28 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณบีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 3.30 – 11.70 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.41 ± 3.12 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.41 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดสุวรรณราม อ.พุทธรักษา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS4) เป็นบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพญา 8 อ.พุทธรักษา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS5) (ภาพที่ 28 และตารางผนวกที่ ค1)

โดยภาพรวมพบว่า ค่าบีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม ทั้งนี้เนื่องจากเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูแล้ง มีปริมาณน้ำน้อย ประกอบกับคลองมหาสวัสดิ์มีบ้านเรือนตั้งรกรากเข้ามาในคลองจำนวนมาก จึงเป็นแหล่งเดิมของเสียลงในคลองตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขา ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ในปี 2552 ปี 2553 และปี 2554 ส่งผลให้น้ำมีความเข้มข้นของความสกปรกสูงกว่าในช่วงน้ำหลาก ซึ่งเกิดกระบวนการเจือจางนั่นเอง (ฉัตรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553)



ภาพที่ 28 ปริมาณบีโอดีในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2.5 ค่าซีไอดี

ซีไอดี (Chemical Oxygen Demand; COD) เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนเทียบเท่าที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารประกอบอินทรีย์ในน้ำอย่างสมบูรณ์ด้วยตัวออกซิไดซ์อย่างแรง โดยทั่วไปค่าซีไอดีจะมีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับค่าบีไอดี ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ (Biodegradable Organic Compounds) และสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ (Nonbiodegradable Organic Compounds)

ค่าซีไอดีจากการเก็บตัวอย่างในคลองมหาสวัสดิ์ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

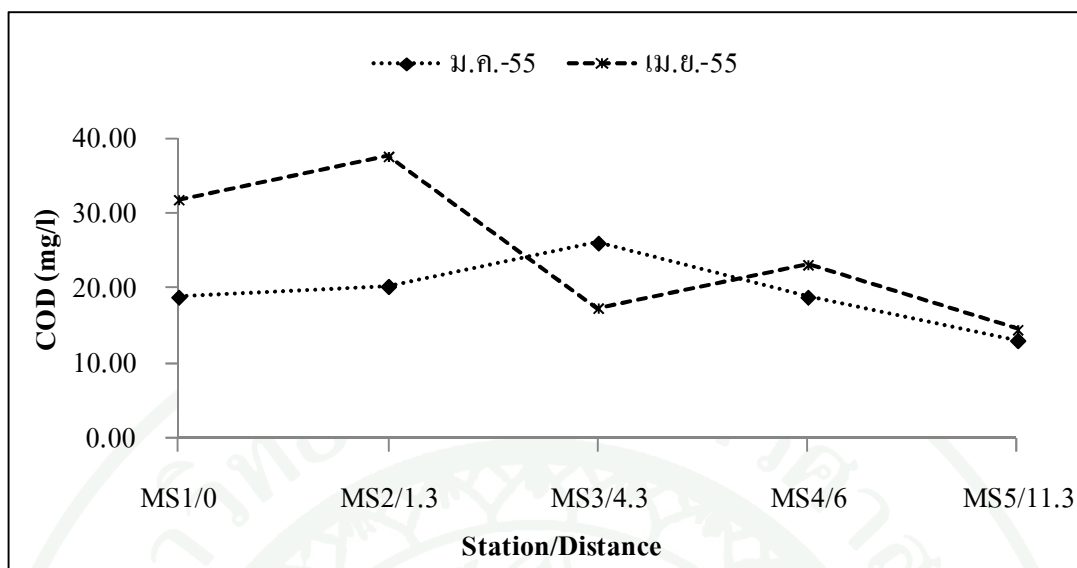
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าซีไอดีในเดือนมกราคม (ตัวแทนช่วงที่รองรับมวลน้ำ) มีค่าอยู่ระหว่าง 13.04 – 26.09 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.42 ± 4.65 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 18.84 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณล่างคลองก้านกิ่ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS3) เป็นบริเวณที่มีค่าซีไอดีสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าบีไอดี ส่วนบริเวณที่มีค่าซีไอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพฤกษา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) (ภาพที่ 29 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณซีไอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 14.49 – 37.68 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.93 ± 9.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 23.19 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดศาละวัน อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS2) เป็นบริเวณที่มีค่าซีไอดีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าซีไอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพฤกษา 8 (จุดเก็บ MS5) (ภาพที่ 29 และตารางผนวกที่ ค1)

โดยภาพรวมพบว่า ค่าซีไอดีในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าบีไอดี



ภาพที่ 29 ปริมาณซีโอดีในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2.6 ค่าไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN)

ปริมาณทีเคเอ็นในน้ำ บอกถึง ปริมาณรวมทั้งหมดของไนโตรเจนอินทรีย์และ แอมโมเนีย – ไนโตรเจน ซึ่งเกิดจากโปรตีนของพืชและสัตว์หรือที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ผลการตรวจวัดปริมาณทีเคเอ็นของน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

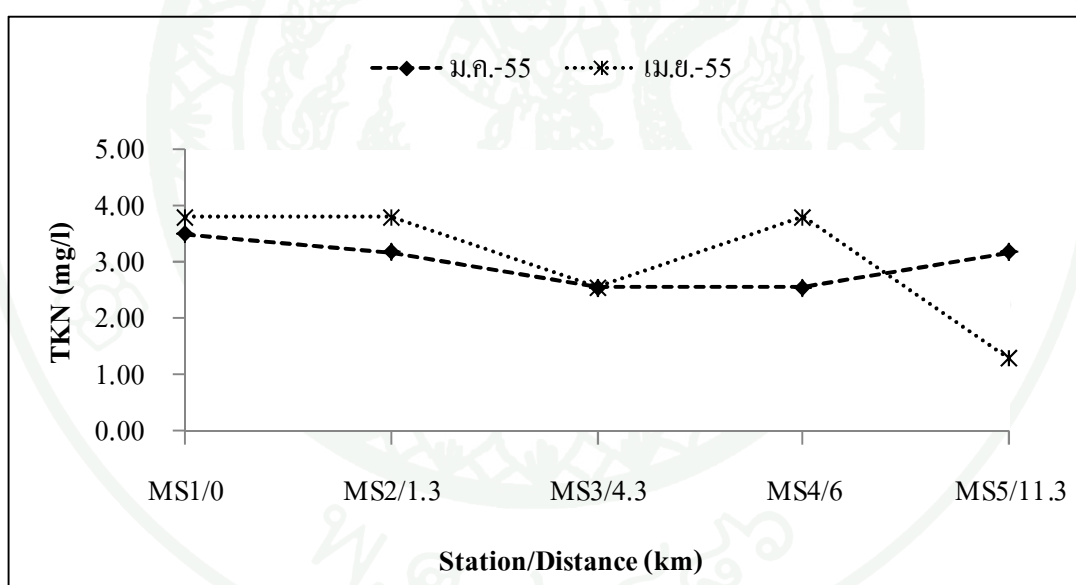
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าทีเคเอ็นในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 3.18 – 3.50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.99 ± 0.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.54 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณล่างคลองก้านกั้ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS3) เป็นบริเวณที่มีค่าซีโอดีสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าบีโอดี ส่วนบริเวณที่มีค่าทีเคเอ็นในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพฤชา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) (ภาพที่ 30 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าทีเคเอ็นในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.27 – 3.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.54 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดปรณาวาส วัดสาละวัน และคลองก้านกั้ง เป็นบริเวณที่มีค่าทีเคเอ็นสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าทีเคเอ็นในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพุกยา 8 อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ซึ่งเป็นจุดเชื่อมกับแม่น้ำท่าจีน (จุดเก็บ MS1) (ภาพที่ 30 และตารางผนวกที่ ค1)

โดยภาพรวม พบว่า ค่าทีเคเอ็นในช่วงเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคม โดยตั้งแต่บริเวณหน้าวัดปรณาวาส ถึงหน้าวัดสุวรรณาราม เป็นช่วงที่ค่าทีเคเอ็นใกล้เคียงกัน ยกเว้นจุดก่อนลงแม่น้ำท่าจีน พบว่าค่าทีเคเอ็นในสองช่วงฤดูกาล มีความแตกต่างกัน โดยในเดือนเมษายนมีค่าต่ำกว่าในเดือนมกราคม



ภาพที่ 30 ปริมาณทีเคเอ็นในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2.7 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ฟอสฟอรัสที่พบในน้ำธรรมชาติ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต หรือ อินทรีย์ฟอสเฟต ฟอสเฟตอาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ หรืออยู่ในรูปที่เป็นสารแขวนลอย แหล่งที่มาของฟอสฟอรัสที่พบในน้ำ มาจากการใช้เป็นปุ๋ย ในพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งจะถูกชะลงไปในแม่น้ำเมื่อมีฝนตก นอกจากนี้ยังมาจากน้ำทิ้งจากการซักล้าง ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสาหร่าย สำหรับอินทรีย์ฟอสเฟตนั้นเกิดจากกระบวนการทางชีววิทยา

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำของคลองมหาสวัสดิ์เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 (ตัวแทนช่วงที่รองรับมวลน้ำ) พบว่า ตรวจไม่พบฟอสฟอรัสในน้ำทั้ง 5 จุดเก็บ (ตารางผนวกที่ ก1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 (ตัวแทนช่วงที่ไม่รองรับมวลน้ำ) พบว่า ทั้ง 5 จุดเก็บ มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่า 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ก1)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พบว่าเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม เนื่องจากในเดือนมกราคมตรวจหาไม่พบ เหตุที่เดือนเมษายน มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า เนื่องจากการเกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจน สูงกว่าในเดือนมกราคม ประกอบกับเดือนเมษายนมีปริมาณน้ำน้อย จึงทำให้มีความเข้มข้นสูงกว่าในเดือนมกราคมนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)

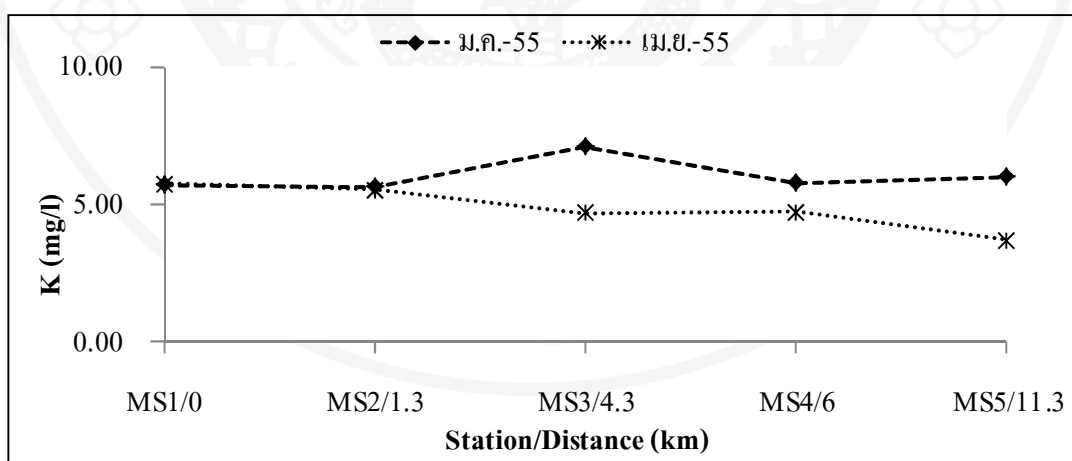
1.2.8 โพแทสเซียม

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ปริมาณโพแทสเซียมในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 5.60 – 7.08 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.03 ± 0.61 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.76 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณล่างคลองก้านกั้ง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS3) เป็นบริเวณที่มีค่าโพแทสเซียมสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าโพแทสเซียมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดศาละวัน อ.ศาลายา จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS2) (ภาพที่ 31 และตารางผนวกที่ ค1)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณโพแทสเซียมในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 3.68 – 5.71 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ± 0.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.69 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดปรุณาवास อ.พุทธสาละวัน จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS1) เป็นบริเวณที่มีค่าโพแทสเซียมในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณโพแทสเซียมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าหมู่บ้านพฤษภา 8 อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (จุดเก็บ MS5) (ภาพที่ 31 และตารางผนวกที่ ค1)



ภาพที่ 31 ปริมาณโพแทสเซียมในคลองมหาสวัสดิ์ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2. คลองภาษีเจริญ

2.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

2.1.1 อุณหภูมิ

ค่าของอุณหภูมิน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองภาษีเจริญ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ดังนี้

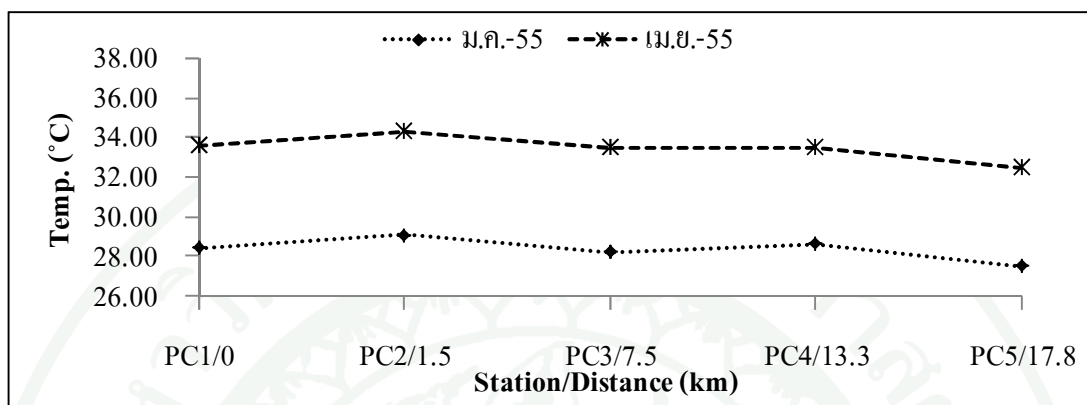
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำในเดือนมกราคม ตลอดคลองภาษีเจริญตั้งแต่บริเวณหน้าวัดม่วง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร จนถึง บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร รวมระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 27.50 – 29.10 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.36 ± 0.58 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 28.40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำที่แตกต่างกันเล็กน้อยอาจขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างในรอบวัน คือ ประมาณ 9.00-16.00 น. ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าลำคลองทวีวัฒนา อ.กระทุ่ม (จุดเก็บ PC2) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ บริเวณ บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC5) เนื่องจากเป็นจุดที่มีการเปลี่ยนทิศทางของน้ำก่อนไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีน ทำให้น้ำมีลักษณะไหลแรงกว่าจุดอื่น (ภาพที่ 32 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำของคลองภาษีเจริญในเดือนเมษายน พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 32.50 – 34.30 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.48 ± 0.64 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 33.50 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าลำคลองทวีวัฒนา อ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ PC2) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ บริเวณ บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC5) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดในเดือนมกราคม 2555 (ภาพที่ 32 และตารางผนวกที่ ค2)

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในคลองภาษีเจริญ กับเดือนเมษายน พบว่าเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคมเฉลี่ย 5.12 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ อุณหภูมิจะแปรผันตามฤดูกาล ซึ่งในเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูร้อน ที่มีความเข้มของแสงสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม



ภาพที่ 32 อุณหภูมิในคลองภาษีเจริญ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.1.2 ปริมาณของแข็งละลายรวม

ปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองภาษีเจริญ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

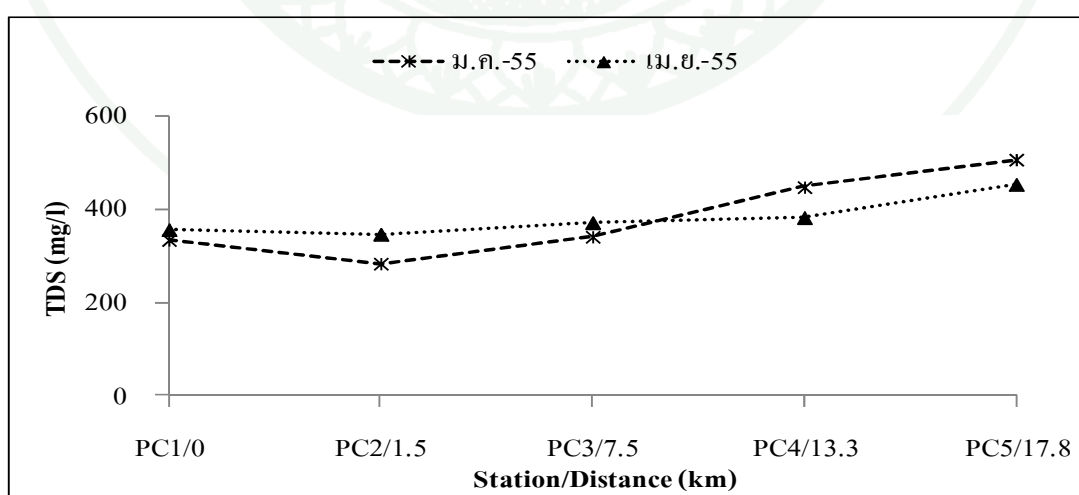
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

จากการตรวจวัดปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำ พบว่า ในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 283 – 506 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 382 ± 91.36 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 341 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมมากที่สุด คือ บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC5) ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีนที่มีระยะห่างจากปากแม่น้ำประมาณ 27 กิโลเมตร ได้รับอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเล และส่งผลให้คลองภาษีเจริญในบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลตามไปด้วย ดังนั้นน้ำในบริเวณนี้จึงมีค่าของแข็งละลายรวมสูงนั่นเอง ส่วนจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมน้อยที่สุดคือบริเวณล่างคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) (ภาพที่ 33 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่ร่องรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ในเดือนเมษายน พบว่า ปริมาณของแข็งละลายรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 346 – 453 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 382 ± 42.23 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 371 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมมากที่สุดจนถึงน้อยที่สุด คือ บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) บริเวณหน้าที่ว่าการอ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ PC4) บริเวณหน้าวัดหนองพะอง กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC3) บริเวณน้ำม่วง เขตบางแค (จุดเก็บ PC1) และจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมน้อยที่สุดคือบริเวณล่างคลองทวีวัฒนา (จุดเก็บ PC2) ซึ่งมีลำดับที่สอดคล้องกับผลการตรวจวัดในเดือนมกราคม 2555 (ภาพที่ 33 และตารางผนวกที่ ค2)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พบว่า ทั้งสองช่วงมีค่าของแข็งละลายรวมในน้ำใกล้เคียงกันมาก โดยในจุดเก็บ PC1 – PC3 พบว่าเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่า แต่กลับพบว่าในสถานีที่ PC4 และ PC5 ซึ่งเป็นจุดที่ระยะทางใกล้กับแม่น้ำท่าจีนมากกว่าจุด PC1 – PC3 ทั้งนี้จะมีสาเหตุมาจากเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีการระบายน้ำ การไหลของน้ำจึงมีทิศทางการลงสู่แม่น้ำท่าจีน ทำให้ของแข็งละลายรวมในช่วงจุดเก็บ PC4 และ PC5 มีค่าสูงกว่าในจุดเก็บ PC1 – PC3 ในขณะที่เดือนเมษายน มีปริมาณน้ำในคลองน้อย ทำให้ความเร็วการไหลของน้ำต่ำ น้ำทะเลจึงหนุนเข้ามาได้ระยะทางที่ยาวกว่าเดือนมกราคม และมีทิศทางการไหลสวนทางกับช่วงเดือนมกราคม จึงส่งผลให้ค่าของแข็งละลายรวมช่วงกลางคลองมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนบริเวณปากคลองซึ่งติดกับแม่น้ำท่าจีน ยังเป็นบริเวณที่มีค่าสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)



ภาพที่ 33 ของแข็งละลายรวมในคลองภาษีเจริญ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่ร่องรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้ร่องรับน้ำหลาก)

2.1.3 ค่าการนำไฟฟ้า

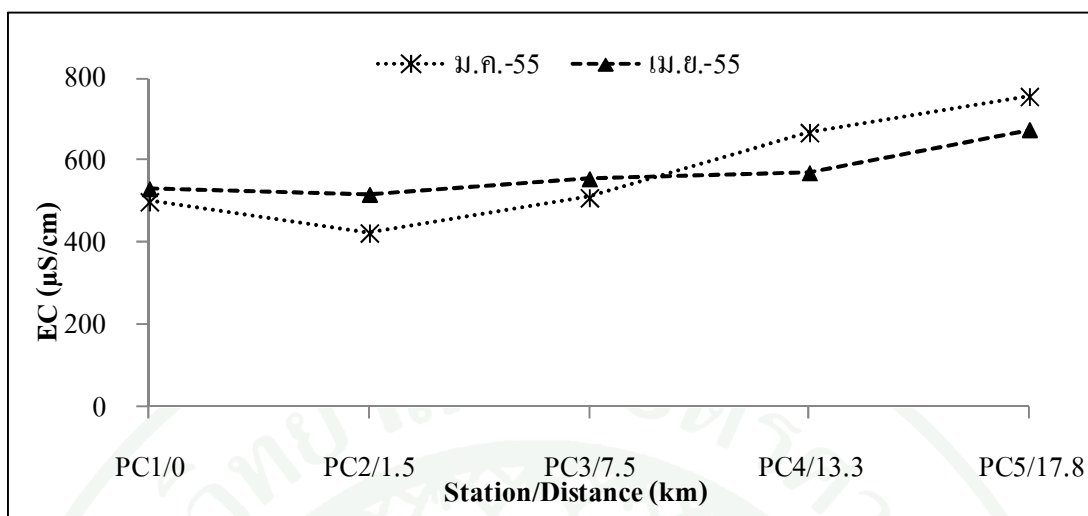
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

จากการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำ พบว่า ในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 517 - 675 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 571 ± 136.53 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 509 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยพบค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มสอดคล้องกับค่าของแข็งละลายรวมในทุกจุดเก็บ ซึ่งบริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) เป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำต่ำสุดคือบริเวณลำคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) (ภาพที่ 34 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ระหว่าง 517 - 675 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 570 ± 62.40 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 555 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยพบว่าบริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) เป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำต่ำสุดคือบริเวณลำคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) เช่นเดียวกับผลในเดือนมกราคม (ภาพที่ 34 และตารางผนวกที่ ค2)

โดยภาพรวมพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำของเดือนเมษายนมีค่าใกล้เคียงกับเดือนมกราคม ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณของแข็งละลายรวม และมีสาเหตุเช่นเดียวกับค่าของแข็งละลายรวม เนื่องจากแหล่งน้ำที่มีของแข็งละลายรวม จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงตามไปด้วย (ถัตรีไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543)



ภาพที่ 34 ค่าการนำไฟฟ้าในคลองภาษีเจริญ เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

2.2.1 ค่าความเป็นกรดเบส (pH)

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

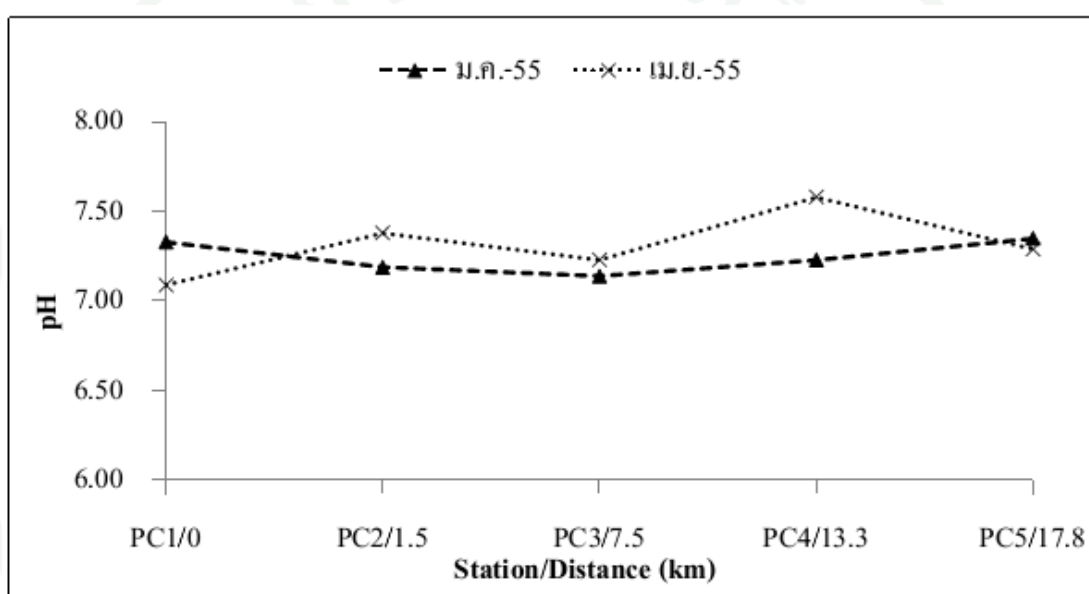
ค่าความเป็นกรดเบสในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 7.14 – 7.33 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 ± 0.10 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.23 โดยพบว่าบริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC5) เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดหนองพะอง ตำบลสวนหลวง กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC3) (ภาพที่ 35 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่รองรับมวลน้ำหลากแล้ว พบว่า ค่าความเป็นกรดเบส มีค่าอยู่ในช่วง 7.09 – 7.58 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.31 ± 0.18 ซึ่งมียค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.29 โดยพบว่าบริเวณหน้าท่าเรือ อ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ PC4) เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำ

สูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดม่วง กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC1) (ภาพที่ 35 และตารางผนวกที่ ค2)

โดยภาพรวมพบว่า ค่าความเป็นกรดเบสในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคมเล็กน้อย ซึ่งมีสาเหตุจากเดือนเมษายน ปริมาณน้ำในคลองมีน้อย และมีอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเล ปริมาณเกลือในน้ำทะเลส่งผลให้น้ำในคลองมหาสวัสดิ์มีค่าความเป็นกรดเบสสูงกว่าในช่วงที่มีปริมาณน้ำมาก อย่างในเดือนมกราคม



ภาพที่ 35 ค่าความเป็นกรดเบสในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.2.2 ค่าความเค็ม

ค่าความเค็มของน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณคลองภาษีเจริญ สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

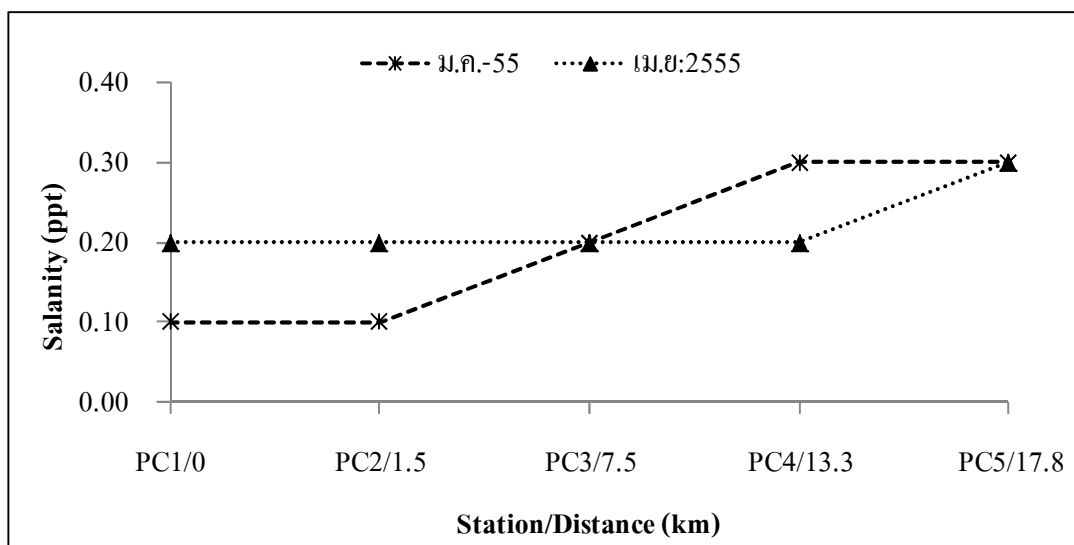
- 1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าความเค็มของน้ำในช่วงเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.30 ppt โดยพบว่า บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) และบริเวณหน้าที่ว่าการอ.กระทุ่มแบน เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด เนื่องจากเป็นจุดเชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน จึงได้รับอิทธิพลจาก กระแสน้ำขึ้นน้ำลงมากกว่าจุดอื่นๆ ส่วนบริเวณที่มีค่าความเค็มต่ำสุด คือ บริเวณหน้าวัดม่วง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นจุดที่มีระยะทางไกลจากแม่น้ำท่าจีนมากกว่าจุดอื่นๆ (ภาพที่ 36 และตาราง แผนกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าความเค็มของน้ำในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.30 ppt โดยพบว่า บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) เป็นจุดที่มีค่าความเค็มสูงสุด สอดคล้องกับค่า ในเดือนมกราคม

โดยภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบค่าความเค็มในเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน พบว่า เดือนมกราคม ค่าความเค็มมีความแปรปรวนมากกว่าในเดือนเมษายน เนื่องจากเดือนเมษายน คลองมีอัตราการไหลต่ำมาก จนมีสภาพเหมือนแหล่งน้ำนิ่ง และได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ค่าความเค็มตลอดลำคลองจึงมีใกล้เคียงกัน เนื่องจากการผสมของมวลน้ำที่สม่ำเสมอ ยกเว้นบริเวณ ปากคลอง ซึ่งติดกับแม่น้ำท่าจีน มีค่าความเค็มสูงสุด สอดคล้องกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ในแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขา ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ในปี 2552 ปี 2553 และปี 2554 ในขณะที่เดือนมกราคม คลองภาษีเจริญมีอัตราการไหลสูงกว่าเดือนเมษายน จึงค่าความเค็มแตกต่างตามระยะทางที่ห่างจากแม่น้ำท่าจีน โดยบริเวณปากแม่น้ำเป็นจุดที่มีค่าความเค็มสูงสุดเช่นเดียวกับ เดือนเมษายน (ภาพที่ 36 และตารางแผนกที่ ค2)



ภาพที่ 36 ค่าความเค็มในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.2.3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ

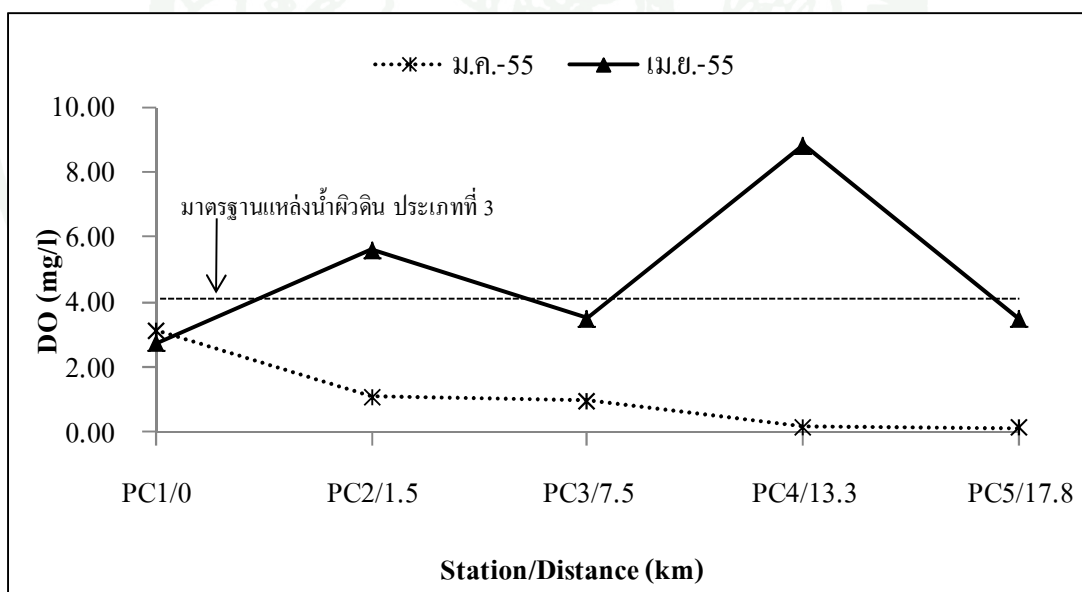
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.12 – 3.15 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.09 ± 1.22 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.98 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณน้ำท่วมวง กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC1) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด เนื่องจากขณะเก็บตัวอย่างในบริเวณนี้เป็นเวลาประมาณ 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีแสงแดดจัด ทำให้พืชน้ำและสาหร่ายสีเขียวสังเคราะห์แสงได้ดี โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการหนึ่งในสามกระบวนการสำคัญที่ช่วยเติมออกซิเจนลงในน้ำ และถูกนำไปใช้เพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียต่อไป ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้สารอินทรีย์และสารเคมีบางประเภทในแหล่งน้ำลดลง (Cukrov *et al.*, 2008) ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดคือบริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน และเป็นบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่น มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่จำนวนมาก ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษสำคัญ ทำให้แบคทีเรียดึงออกซิเจนในน้ำมาใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ประกอบกับช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างคือเวลาเช้า ซึ่งยังมีแสงแดดน้อย จึงส่งผลให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ (ภาพที่ 37 และตารางผนวกที่ ก2)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 2.72 – 8.82 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ± 2.47 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.52 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าที่ว่าการอ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC4) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดคือ บริเวณหน้าวัดม่วง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC1) (ภาพที่ 37 และตารางผนวกที่ ค2)

โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม ทั้งนี้เนื่องจากเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ซึ่งมีแสงแดดจัดส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำสังเคราะห์แสงได้ดี ซึ่งสังเกตได้จากขณะเก็บตัวอย่างน้ำพบว่า น้ำมีสีเขียว สาเหตุดังกล่าวจึงเป็นการเติมออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ในช่วงปี 2552 – 2554



ภาพที่ 37 ค่าออกซิเจนละลายในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.2.4 ค่าบีโอดี

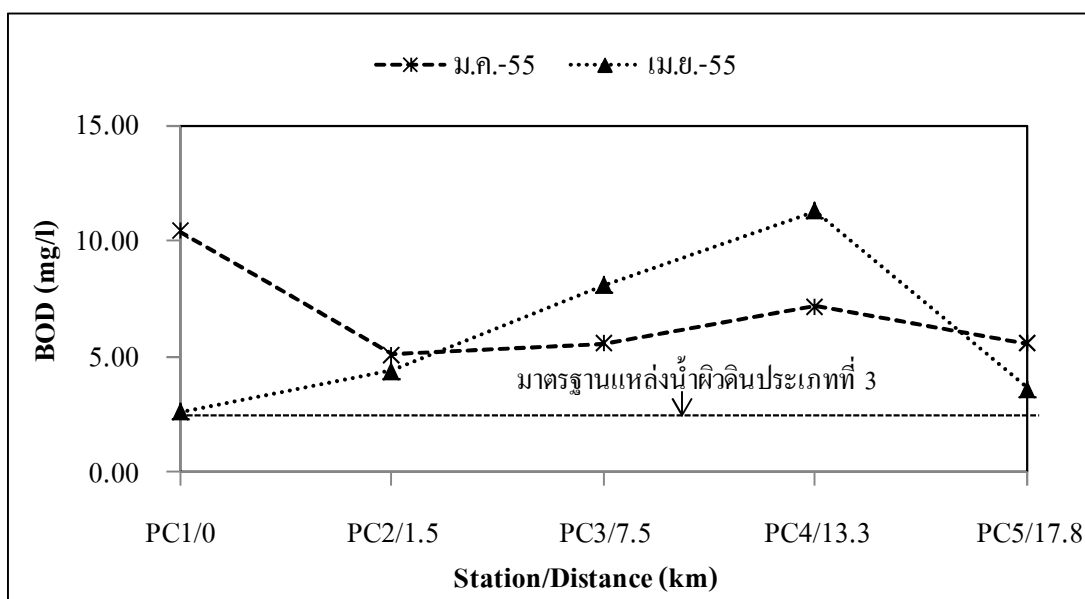
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าบีโอดีในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 5.09 – 10.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.76 ± 2.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.58 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดม่วง กรุงเทพมหานคร (PC1) เป็นบริเวณที่มีค่าบีโอดีสูงสุด เนื่องจากเป็นจุดเชื่อมกับ คลองทวีวัฒนาซึ่งมีการระบายน้ำหลากจากพื้นที่กรุงเทพมหานครเพื่อเร่งระบายออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณล่างคลองภาษี (จุดเก็บ PC2) (ภาพที่ 38 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณบีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 2.60 – 11.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.0 ± 3.61 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.40 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 พบว่า คลองภาษีเจริญมีค่าบีโอดีเกินค่าเกินมาตรฐานในทุกจุดเก็บ โดยบริเวณหน้าที่ว่าการอ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ PC4) เป็นบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำสูงสุด เนื่องจากมีชุมชนตั้งอยู่สองริมฝั่งคลองอย่างหนาแน่น และมีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก ส่วนบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดม่วง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC1) (ภาพที่ 38 และตารางผนวกที่ ค2)

เมื่อเปรียบเทียบค่าบีโอดีในเดือนมกราคม และเดือนเมษายนพบว่า เดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม ทั้งนี้เนื่องจากเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูแล้ง มีปริมาณน้ำน้อย ส่งผลให้น้ำมีความเข้มข้นของความสกปรกสูงกว่าในช่วงที่มีปริมาณน้ำในคลองมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ตั้งแต่ปี 2552 - 2554



ภาพที่ 38 ค่าบีโอดีในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.2.5 ค่าซีโอดี

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

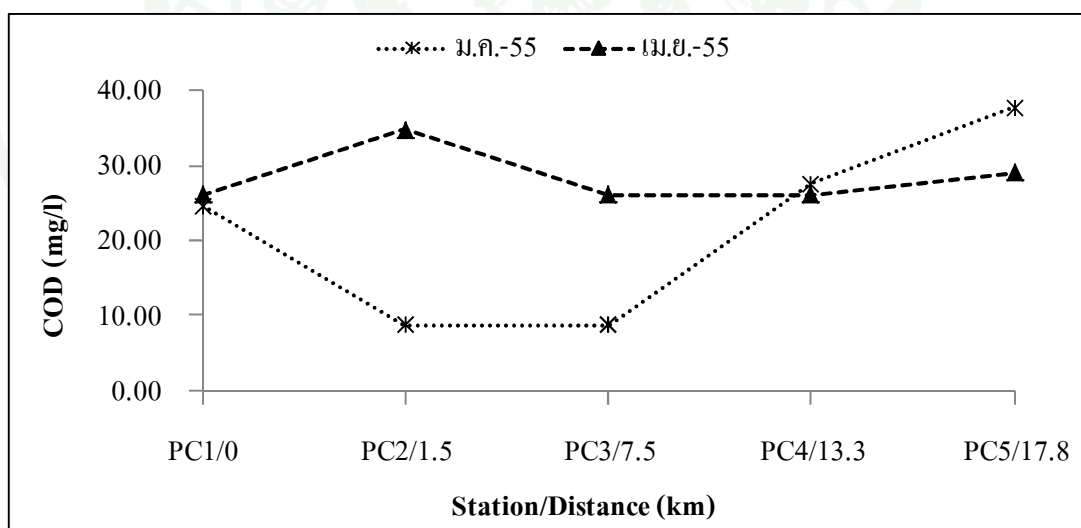
ค่าซีโอดีในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 8.70 – 37.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.45 ± 12.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามาตรฐานเท่ากับ 24.64 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) เป็นบริเวณที่มีค่าซีโอดีสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าซีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณล่างคลองทวีวัฒนา (จุดเก็บ PC2) และบริเวณหน้าวัดหนองพะอง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (ภาพที่ 39 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณซีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 26.09 – 34.78 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.41 ± 3.77 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณที่มีค่าซีโอดีในน้ำสูงสุด คือ บริเวณล่างคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) ส่วนบริเวณที่มีค่าซีโอดีในน้ำต่ำสุดคือหน้าวัดม่วง

เขตบางแค (จุดเก็บ PC1) บริเวณหน้าวัดหนองพะอง (จุดเก็บ PC3) และบริเวณหน้าที่ว่าการ. กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC4) (ภาพที่ 39 และตารางผนวกที่ ค2)

โดยภาพรวมพบว่า ค่าซีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม โดยในเดือนมกราคม พบว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ช่วงที่มีค่าซีโอดีต่ำกว่าจุดอื่นๆ คือ บริเวณล่างคลองทวีวัฒนา ถึงวัดหนองพะอง (PC2 – PC3) ซึ่งเป็นช่วงกลางลำน้ำ และมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่บริเวณหน้าที่ว่าการ อ.กระทุ่มแบน จนถึงบริเวณประตูระบายน้ำ (PC4-PC5) ซึ่งมีค่าสวนทางกับเดือนเมษายน ที่พบว่า ค่าซีโอดีสูงสุดบริเวณล่างคลองทวีวัฒนา สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากเดือนเมษายน ความเร็วของน้ำในคลองมีค่าต่ำกว่าในเดือนมกราคม ซึ่งมีผลต่อทิศทางการไหลของน้ำ และการหมุนของน้ำทะเล โดยในเดือนเมษายน ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุนมากกว่า ทำให้น้ำดันเอามลสารจากบริเวณปากคลองเข้าสู่ช่วงกลางลำน้ำ ประกอบกับได้รับมลสารจากคลองทวีวัฒนา ดังนั้น จึงทำให้เดือนเมษายน บริเวณช่วงกลางของคลองมีค่าสูงกว่าบริเวณปากคลองนั่นเอง ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ตั้งแต่ปี 2552 - 2554



ภาพที่ 39 ค่าซีโอดีในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

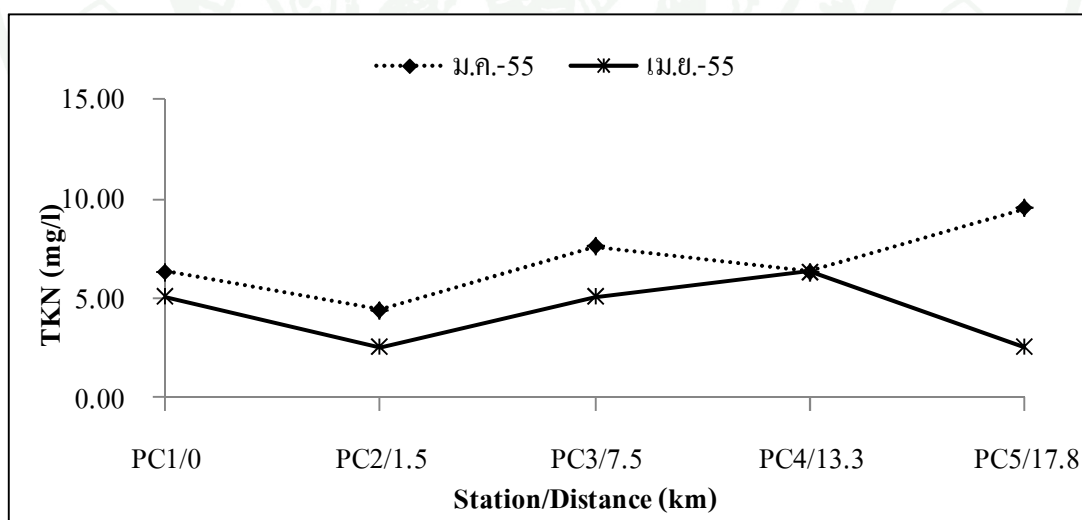
2.2.6 ค่าไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN)

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าทีเคเอ็นในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 4.45 – 9.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.87 ± 1.87 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า ประจวบฯ น้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) เป็นบริเวณที่มีค่าทีเคเอ็นสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าทีเคเอ็นในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณลำคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) (ภาพที่ 40 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณซีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 2.54 – 6.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ± 1.70 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าที่ว่าการ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC4) เป็นบริเวณที่มีค่าซีโอดีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณซีโอดีในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณลำคลองทวีวัฒนา (จุดเก็บ PC2) และบริเวณประจวบฯ น้ำภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ PC5) (ภาพที่ 40 และตารางผนวกที่ ค2)



ภาพที่ 40 ค่าทีเคเอ็นในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.2.7 ฟอสฟอรัส

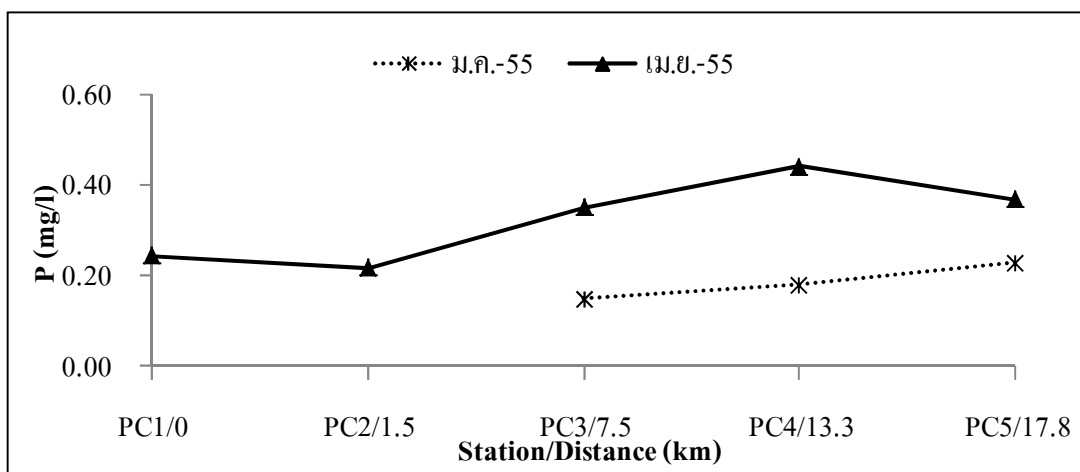
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในคลองภาษีเจริญ เดือนมกราคม พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ ตรวจไม่พบถึง 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณที่ตรวจไม่พบ คือ บริเวณหน้าวัดม่วง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC1) และบริเวณล่างคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) ส่วนสถานที่ที่มีค่าฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ จ.สมุทรสาคร (ภาพที่ 41 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

เดือนเมษายน พบว่าคลองภาษีเจริญ มีค่าฟอสฟอรัส อยู่ระหว่าง 0.22 – 0.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าที่ว่าการ อ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ PC4) เป็นบริเวณที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำ สูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณล่างคลองทวีวัฒนา (จุดเก็บ PC2) (ภาพที่ 41 และตารางผนวกที่ ค2)

โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พบว่า เดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคม เนื่องจากในเดือนเมษายน คลองภาษีเจริญมีปริมาณสารอินทรีย์และอุณหภูมิน้ำสูงกว่าในเดือนมกราคม จึงทำให้เกิดอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำสูงกว่าในเดือนมกราคม และเกิดการย่อยสลายที่สมบูรณ์ (จักรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)



ภาพที่ 41 ปริมาณฟอสฟอรัสในคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

หมายเหตุ ในเดือนมกราคม 2555 สำหรับจุดเก็บ PC1 และ PC2 คือ ตรวจไม่พบ ฟอสฟอรัส

2.2.8 โปแตสเซียม

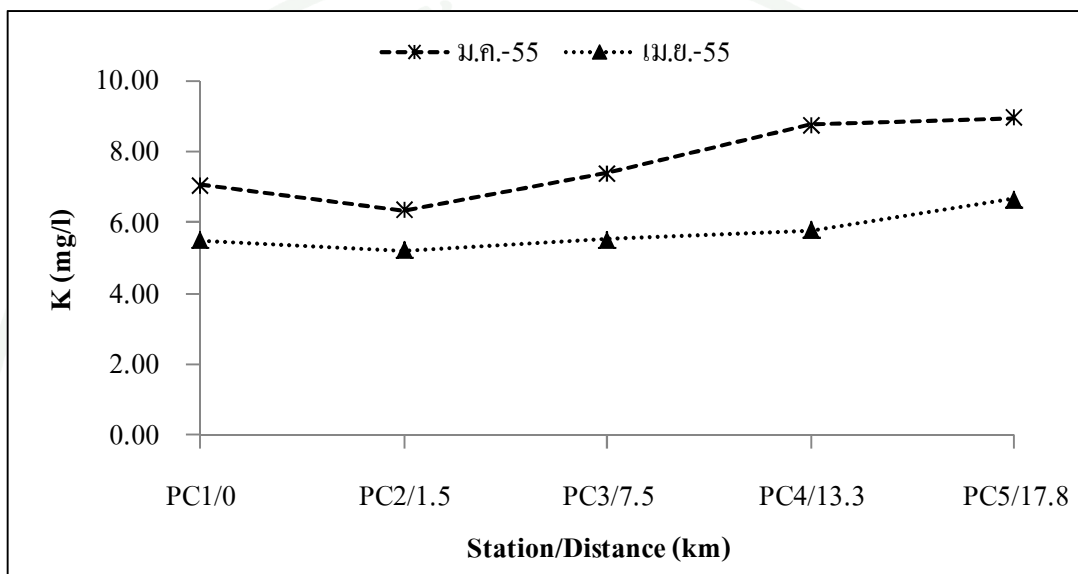
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ปริมาณโปแตสเซียมในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 6.36 – 8.94 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.70 ± 1.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.39 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ (จุดเก็บ PC5) เป็นบริเวณที่มีค่าโปแตสเซียมสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าโปแตสเซียมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณล่างคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) (ภาพที่ 42 และตารางผนวกที่ ค2)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณโปแตสเซียมในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 5.21 – 6.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.74 ± 0.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.54 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยภาพรวมพบว่า ค่าโพแทสเซียมในเดือนเมษายน มีค่าน้อยกว่าในช่วงเดือนมกราคม แต่เมื่อพิจารณาถึงอันดับปริมาณสูงสุดถึงต่ำสุด พบว่าเหมือนกับเดือนมกราคมทุกอันดับ คือ บริเวณประตูระบายน้ำภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC5) เป็นบริเวณที่มีค่าโพแทสเซียมสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าโพแทสเซียมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณลำคลองทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) (ภาพที่ 42 และตารางผนวกที่ ค2)



ภาพที่ 42 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำคลองภาษีเจริญ ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

3. คลองมหาชัย

3.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

3.1.1 อุณหภูมิ

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

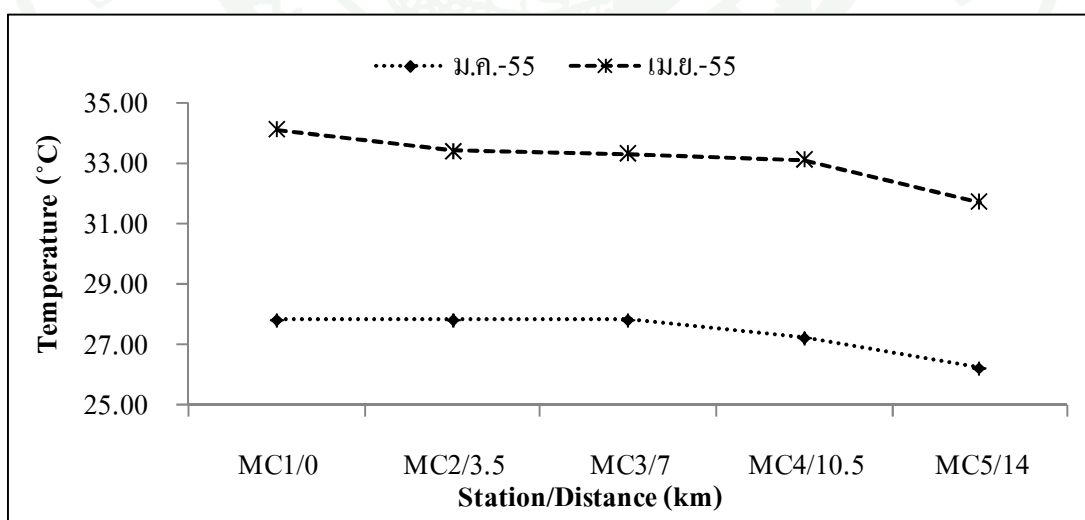
อุณหภูมิในเดือนมกราคม ตลอดคลองมหาชัยตั้งแต่บริเวณหน้าวัดเสม็ดคำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จนถึงบริเวณปากคลองมหาชัย จ.สมุทรสาคร พบว่า มีค่าอยู่

ในช่วง 26.20 – 27.80 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.36 ± 0.70 องศาเซลเซียส โดยบริเวณหน้าวัด แสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) และบริเวณหน้าวัดโคกขาม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC3) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของ อุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ บริเวณสะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร (จุดเก็บ MC5) (ภาพที่ 43 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รอนรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

อุณหภูมิน้ำในคลองมหาชัย ในเดือนเมษายน พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 31.70 – 34.10 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.12 ± 0.88 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 33.30 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าวัดแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ บริเวณปาก คลองมหาชัย (จุดเก็บ MC5) (ภาพที่ 43 และตารางผนวกที่ ค3)

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำในคลองมหาชัยระหว่างเดือนมกราคม และ เดือนเมษายน พบว่า ในช่วงเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่า เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน และมีแสงแดดจัด ซึ่งอุณหภูมิน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศนั่นเอง (จักรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553) โดยเดือนเมษายน อุณหภูมิน้ำในคลองมหาชัยสูงกว่าในเดือนมกราคมเฉลี่ย 5.76 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 43 อุณหภูมิน้ำในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รอนรับน้ำหลาก) และเดือน เมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รอนรับน้ำหลาก)

3.1.2 ของแข็งละลายรวม

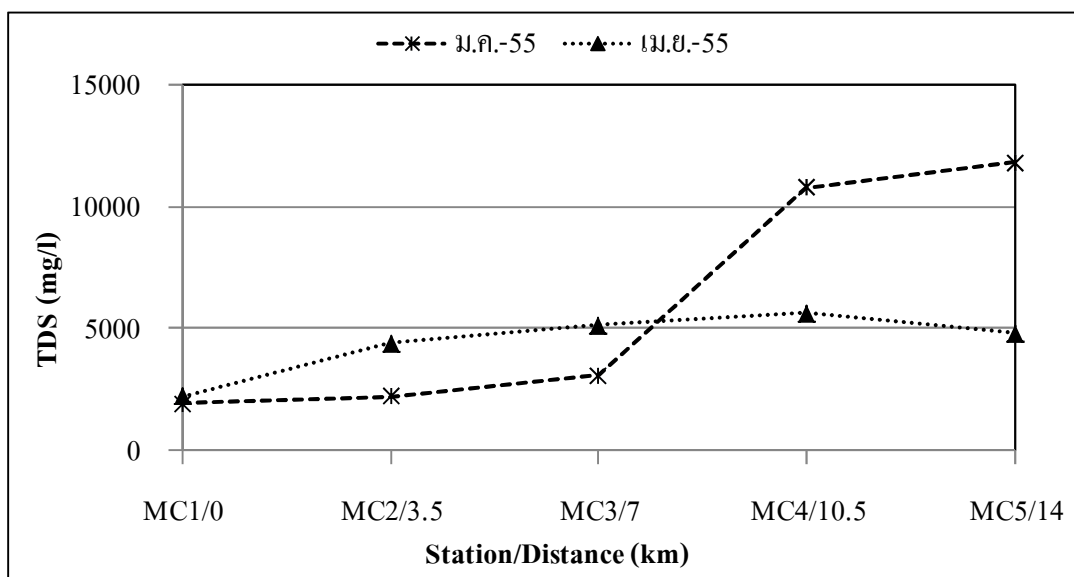
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

การตรวจวัดค่าปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำ พบว่า ในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 1,230 – 7,940 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $3,988 \pm 4,926$ มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 2,050 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมมากที่สุด คือ บริเวณปากคลองมหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร (จุดเก็บ MC5) โดยเป็นจุดเชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน มีระยะห่างจากปากแม่น้ำประมาณ 5 กิโลเมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเล และส่งผลให้คลองมหาชัยได้รับอิทธิพลตามไปด้วย ดังนั้นจึงมีค่าของแข็งละลายรวมสูงนั่นเอง ส่วนจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมน้อยที่สุดคือบริเวณหน้าวัดแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) (ภาพที่ 44 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ในเดือนเมษายน พบว่า ปริมาณของแข็งละลายรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 1,470 – 3,770 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $2,912 \pm 1,332$ มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 3,180 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมมากที่สุด คือ บริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย (จุดเก็บ MC4) ส่วนจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมน้อยที่สุดคือบริเวณหน้าวัดแสมดำ (จุดเก็บ MC1) (ภาพที่ 44 และตารางผนวกที่ ค3)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลในเดือนมกราคม พบว่า ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดแสมดำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) จนถึงบริเวณหน้าวัดโคกขาม (จุดเก็บ MC3) มีปริมาณของแข็งละลายรวมสูงกว่าในเดือนมกราคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำทะเลจึงหนุนได้สูงกว่าในช่วงฤดูน้ำหลาก ซึ่งในน้ำทะเลมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่ส่งผลให้ปริมาณของแข็งละลายในน้ำสูงตามไปด้วย เฉพาะในบริเวณสะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย (MC5) และบริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย (จุดเก็บ MC4) พบว่ามีปริมาณของแข็งละลายรวมต่ำกว่าในเดือนมกราคม เนื่องจากขณะเก็บตัวอย่างเป็นช่วงเวลาน้ำลง (ภาพที่ 44 และตารางผนวกที่ ค3)



ภาพที่ 44 ของแข็งละลายรวมในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

3.1.3 ค่าการนำไฟฟ้า

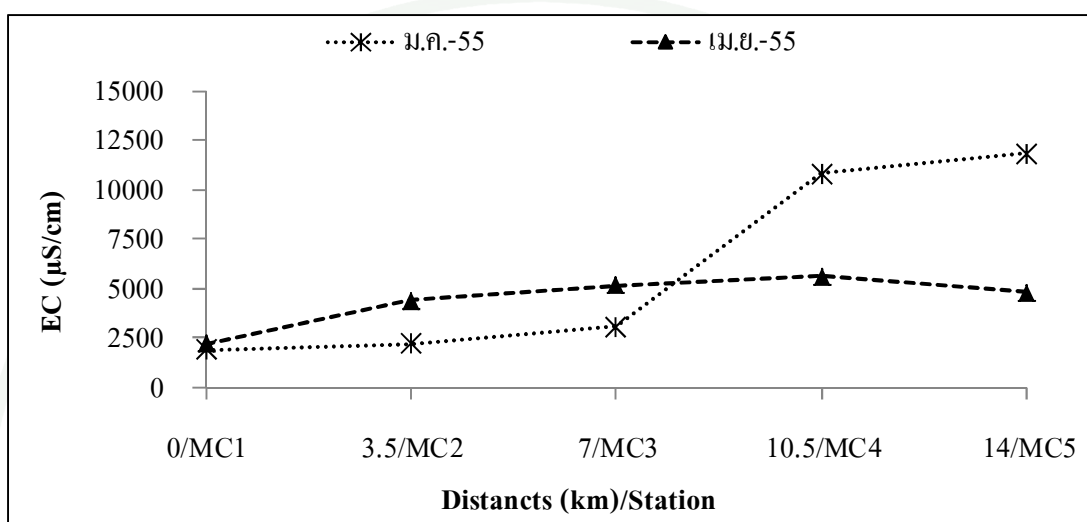
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 1,901-11,850 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $5,968 \pm 4,926$ ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 3,060 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยพบค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มสอดคล้องกับค่าของแข็งละลายรวมในทุกจุดเก็บ ซึ่งบริเวณปากคลองมหาชัย (จุดเก็บ MC5) เป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดแสมคำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) (ภาพที่ 45 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ระหว่าง 2,190-5,630 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $4,434 \pm 1,332$ ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 4,810 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ภาพที่ 45 และตารางผนวกที่ ค3)

โดยค่าการนำไฟฟ้าในน้ำของเดือนมกราคม และเดือนเมษายนมีแนวโน้มในทิศทางทุกประการ คือ บริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC4) เป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดแสงคำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) (ภาพที่ 45 และตารางผนวกที่ ค3)



ภาพที่ 45 ค่าการนำไฟฟ้าในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

3.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

3.2.1 ค่าความเป็นกรดเบส (pH)

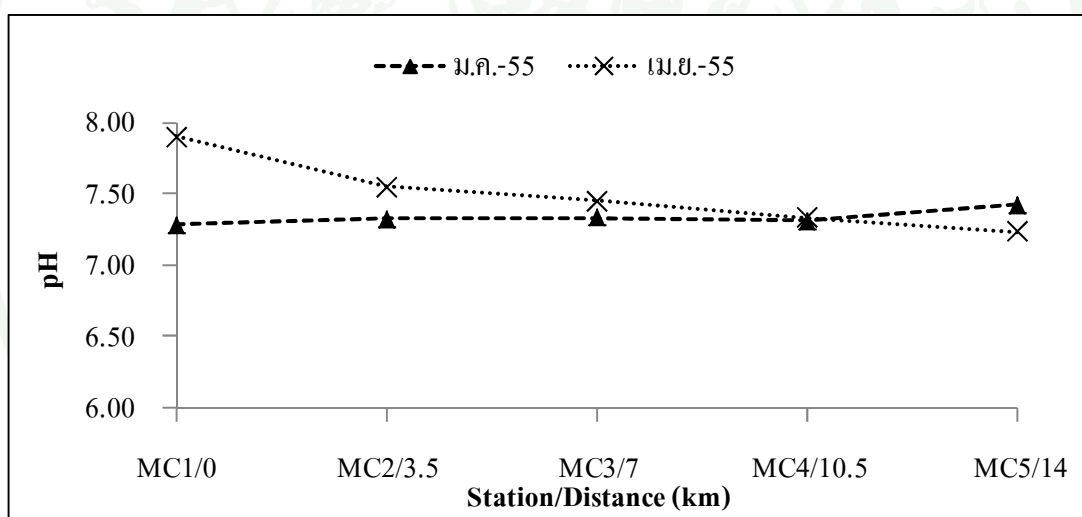
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

เดือนมกราคม มีค่าความเป็นกรดเบสอยู่ในช่วง 7.28 - 7.42 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.33 ± 0.05 ค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.32 โดยพบว่าบริเวณสะพานข้ามในตัวเมืองมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC5) เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดแสงคำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) (ภาพที่ 46 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน พบว่า ค่าความเป็นกรดเบส มีค่าอยู่ระหว่าง 7.23 – 7.90 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.49 ± 0.25 และค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.45 บริเวณหน้าวัดเสม็ดคำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสต่ำสุดคือบริเวณสะพานข้ามในตัวเมืองมหาชัย (จุดเก็บ MC5) (ภาพที่ 46 และตารางผนวกที่ ค3)

โดยภาพรวมพบว่า ค่าความเป็นกรดเบสในน้ำของเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคมเล็กน้อย เนื่องจากอิทธิพลความเร็วของน้ำและอิทธิพลการหมุนของน้ำทะเลในแต่ละช่วงฤดูกาล อย่างไรก็ตามพบว่า ทั้ง 2 ช่วงที่เก็บตัวอย่าง ยังคงมีค่าความเป็นกรดเบสอยู่มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งต้องมีค่าอยู่ในช่วง 5 – 9 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)



ภาพที่ 46 ค่าความเป็นกรดเบสในคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

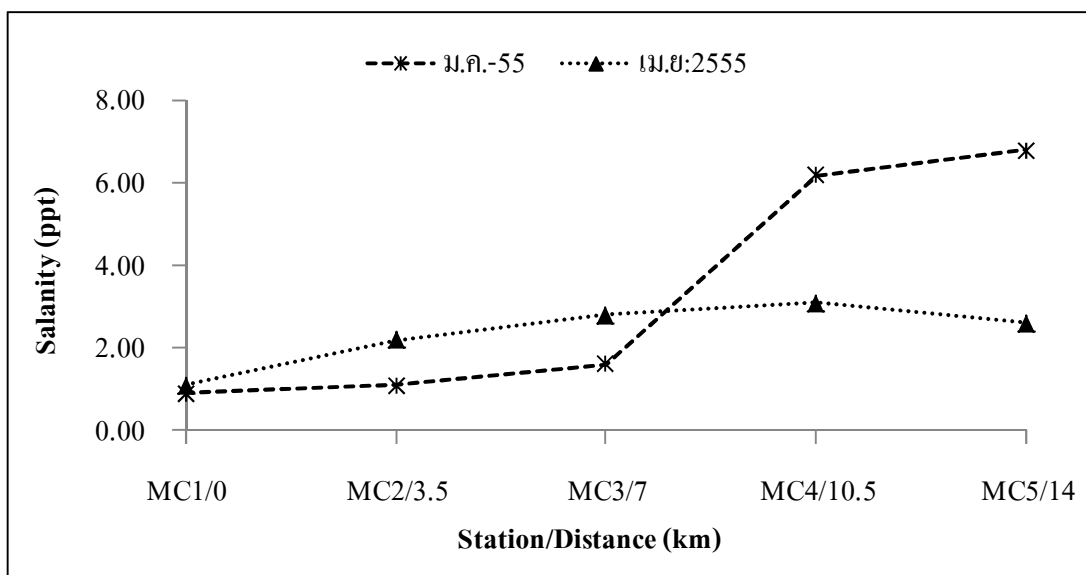
3.2.2 ค่าความเค็ม

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

จากการศึกษาพบว่า ค่าความเค็มของน้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.90 – 6.80 ppt ในระดับความเค็มดังกล่าวถือเป็นระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำกร่อย โดยพบว่า บริเวณสะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC5) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด เนื่องจากเป็นจุดเชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน จึงได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงมากกว่าจุดอื่นๆ ของคลองมหาชัย ซึ่งบริเวณที่มีค่าความเค็มต่ำสุด คือ บริเวณหน้าวัดแสงคำ กรุงเทพมหานคร ซึ่งห่างจากแม่น้ำท่าจีนประมาณ 14 กิโลเมตร (ภาพที่ 47 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าความเค็มของน้ำในช่วงเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.10 – 3.10 ppt โดยพบว่า บริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC4) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด และบริเวณหน้าวัดแสงคำ กรุงเทพมหานคร เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มต่ำสุด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลในเดือนมกราคม พบว่า ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดแสงคำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) จนถึงบริเวณหน้าวัดโคกขาม (จุดเก็บ MC3) มีค่าความเค็มสูงกว่าในเดือนมกราคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำทะเลจึงหนุนได้สูงกว่าในช่วงฤดูน้ำหลาก เฉพาะในบริเวณสะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย (MC5) และบริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย (จุดเก็บ MC4) พบว่ามีค่าความเค็มต่ำกว่าในเดือนมกราคม เนื่องจากขณะเก็บตัวอย่างเป็นช่วงเวลาน้ำลง (ภาพที่ 47 และตารางผนวกที่ ค3)



ภาพที่ 47 ค่าความเค็มในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

3.2.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

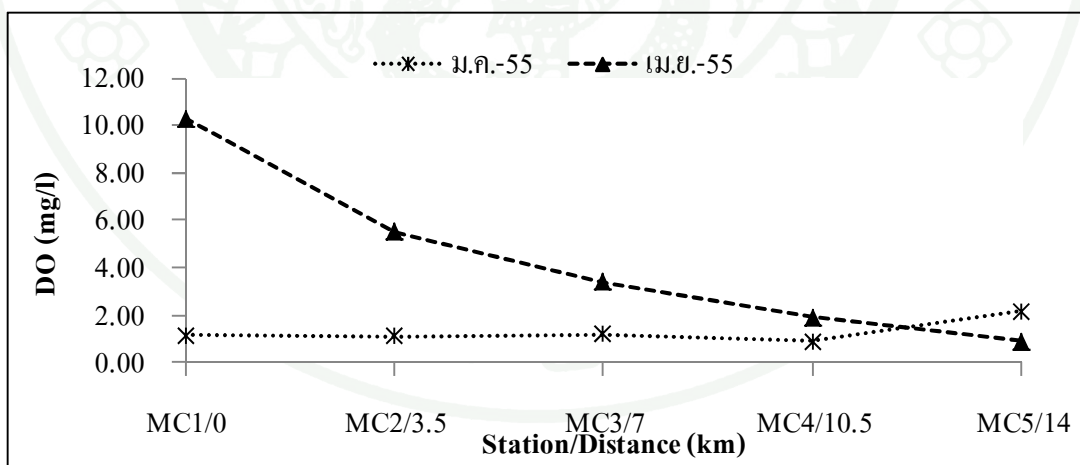
ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.90 – 2.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.30 ± 0.49 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.15 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณสะพานข้ามในตัวเมืองมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC5) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดคือ บริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC4) (ภาพที่ 48 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.87 – 10.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ± 3.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดแสมคำ เป็นบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงที่สุด (จุดเก็บ MC1) ซึ่งตรวจวัดในเวลา 15.00 น. ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดคือ

บริเวณปากคลองมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC5) ซึ่งตรวจวัดในเวลา 9.00 น. (ภาพที่ 48 และ ตารางผนวกที่ ค3)

โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคมเกือบทุกจุดเก็บ ยกเว้นจุดเก็บ MC5 คือ บริเวณปากคลองมหาชัย สาเหตุสำคัญที่ทำให้ปริมาณค่าออกซิเจนละลายน้ำในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคม เพราะเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ซึ่งมีแสงแดดจัด ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำจืดสังเคราะห์แสงได้ดี ซึ่งออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทำให้มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงนั่นเอง (ฉัตรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าบีโอดีกับระยะทาง พบว่า เดือนมกราคม ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีความแปรปรวนต่ำ คือมีค่าใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากมีการผสมของมวลน้ำเป็นอย่างดี ยกเว้นบริเวณปากแม่น้ำมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆ เล็กน้อย เนื่องจากได้รับอิทธิพลการขึ้น-ลงของน้ำทะเล แต่กลับพบว่าในเดือนเมษายน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำกลับมีแนวโน้มที่สวนทางกับเดือนมกราคม คือ มีปริมาณออกซิเจนลดลงตามระยะทาง ซึ่งมีสาเหตุจากความเข้มของแสงแดดขณะเก็บตัวอย่างน้ำ โดยจุด MC5 เก็บตัวอย่างเวลา 9.00 น. ส่วนจุด MC1 เก็บเวลา 15.00 น. โดยพบว่าผลที่ได้มีความสอดคล้องกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพในแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขา โดยสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ตั้งแต่ปี 2552 – 2554



ภาพที่ 48 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

3.2.4 ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดี

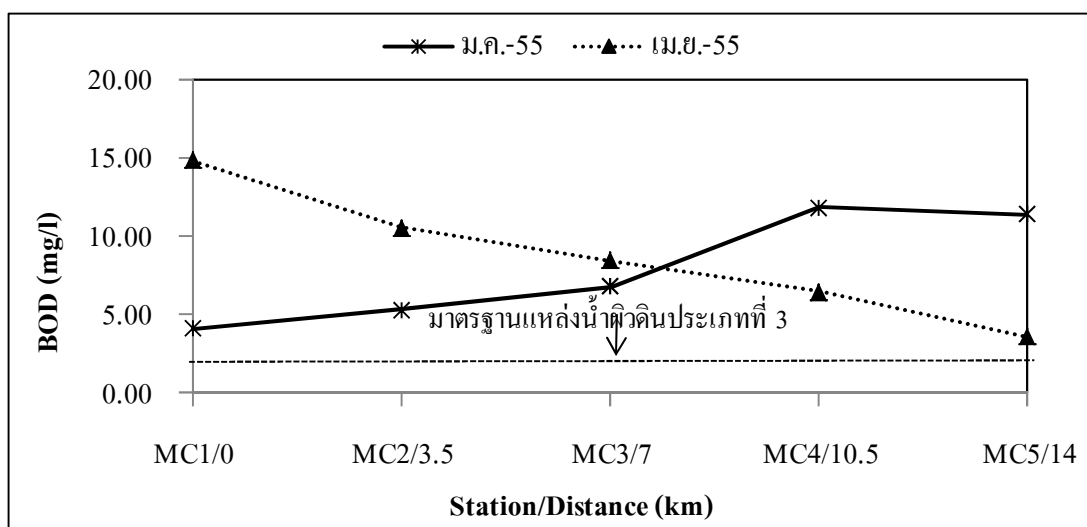
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าบีโอดีในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 4.15-11.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.90 ± 3.54 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.78 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าวัดแสมดำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC1) เป็นบริเวณที่มีค่าบีโอดีสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่น และโรงงานตั้งอยู่จำนวนมาก (สำนักงานเทศบาลเมืองกระทุ่มแบน, 2549) ประกอบกับขณะเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นช่วงเวลาน้ำขึ้นซึ่งทำให้มลสารต่างๆ ถูกขังอยู่ในคลอง โดยยังไม่ไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีน ค่าบีโอดีจึงมีค่าสูงนั่นเอง ส่วนบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำต่ำสุดคือ บริเวณหน้าวัดแสมดำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ PC2) ซึ่งห่างจากแม่น้ำท่าจีนประมาณ 14 กิโลเมตร (ภาพที่ 49 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณบีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 3.60-14.90 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.82 ± 4.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.50 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 พบว่า คลองมหาชัยมีค่าบีโอดีเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ในทุกจุดเก็บ

โดยภาพรวมพบว่า ค่าบีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม เนื่องจากเดือนเมษายนคลองมหาชัยมีปริมาณน้ำน้อย และน้ำทะเลหนุนได้สูง มลสารต่างๆ จึงถูกขังและมีช่วงเวลาดักเก็บนาน รวมทั้งเกิดผลผลิตอื่นๆ (byproduct) อีกด้วย (ปิยพร, 2547) ดังนั้นค่าบีโอดีในช่วงฤดูร้อนซึ่งไม่ได้รองรับน้ำหลาก จึงมีค่าสูงกว่าในช่วงที่รองรับมวลน้ำนั่นเอง โดยพบว่า บีโอดีมีค่าสูงมากตั้งแต่บริเวณหน้าวัดแสมดำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) ประกอบกับคลองมหาชัยมีชุมชนตั้งอยู่สองริมฝั่งคลองอย่างหนาแน่น และมีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยส่งเสริมให้น้ำในคลองมีค่าบีโอดีสูง ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ปี 2552, ปี 2553 และ ปี 2554 รายละเอียดดังภาพที่ 49 และตารางผนวกที่ ค3



ภาพที่ 49 ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดีในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

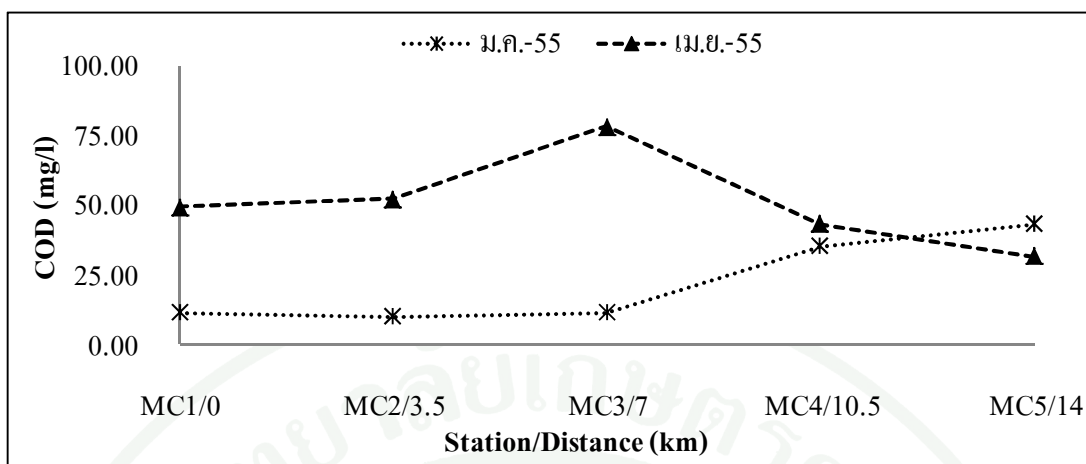
3.2.5 ปริมาณชีโอดี

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าชีโอดีในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 10.15-43.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.46 ± 5.81 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามาตรฐานเท่ากับ 11.59 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณประตูละบายน้ำมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC4) เป็นบริเวณที่มีค่าชีโอดีสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าชีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC2) (ภาพที่ 50 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณชีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 31.89 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51 ± 17.10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าวัดโคกขาม (จุดเก็บ MC3) เป็นบริเวณที่มีค่าชีโอดีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าชีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณปากคลองมหาชัย (จุดเก็บ MC5) โดยภาพรวมพบว่า ค่าชีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม ซึ่งสอดคล้องกับค่าบีโอดี (ภาพที่ 50 และตารางผนวกที่ ค3)



ภาพที่ 50 ปริมาณซีโอดีในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

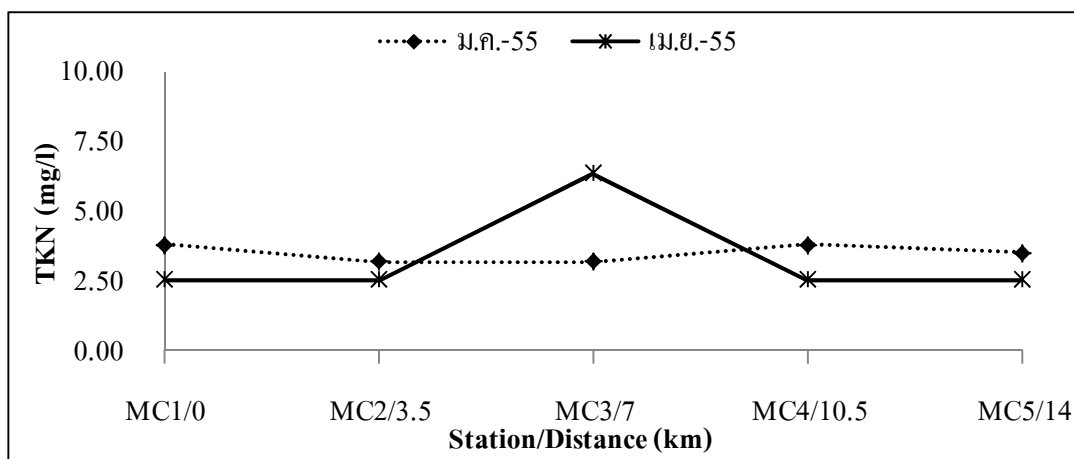
3.2.6 ไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN)

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าทีเคเอ็นในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 3.50 – 3.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ± 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า คลองมหาชัยมีค่าทีเคเอ็นใกล้เคียงกันมาก ซึ่งมีจำนวน 4 จุดเก็บที่มีค่าเท่ากัน คือ บริเวณหน้าวัดแสงดำ (จุดเก็บ MC1) บริเวณหน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่ (จุดเก็บ MC2) บริเวณหน้าวัดโคกขาม (จุดเก็บ MC3) และบริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย (จุดเก็บ MC4) ส่วนบริเวณปากคลองมหาชัย (จุดเก็บ MC5) พบว่า เป็นบริเวณมีค่าทีเคเอ็นสูงที่สุด (ภาพที่ 51 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าทีเคเอ็นในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 2.54 - 6.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30 ± 1.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ภาพรวม พบว่า ค่าซีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าต่ำกว่าในช่วงเดือนมกราคม โดยบริเวณหน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่ (จุดเก็บ MC3) เป็นบริเวณที่มีค่าซีโอดีในน้ำสูงสุด (ภาพที่ 51 และตารางผนวกที่ ค3)



ภาพที่ 51 ในโตรเจนในรูปที่เคเอ็นในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

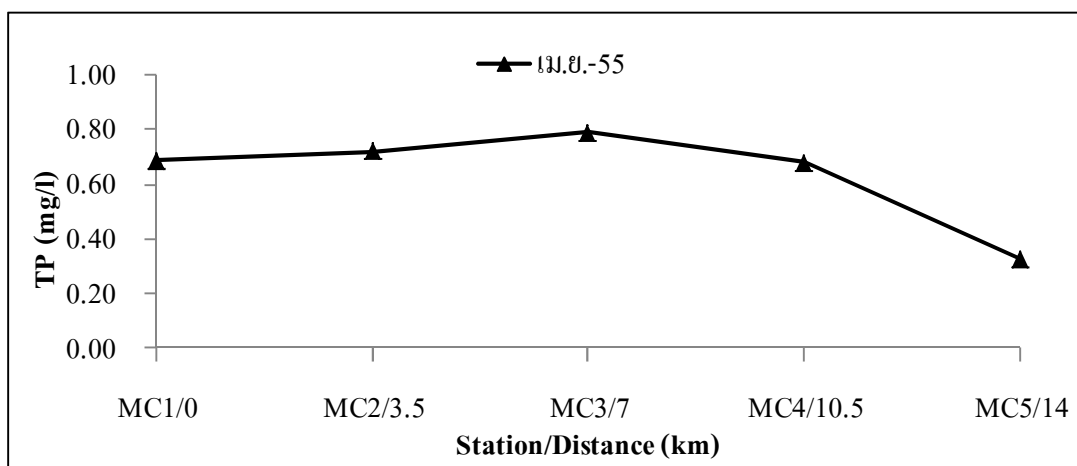
3.2.7 ฟอสฟอรัส

1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำของคลองมหาชัย เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 (ตัวแทนช่วงที่รองรับมวลน้ำ) พบว่า ตรวจไม่พบปริมาณฟอสฟอรัสในทุกจุดเก็บ (ภาพที่ 52 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน พบว่าคลองมหาชัย มีค่าฟอสฟอรัส อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.79 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 ± 0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าโรงเรียนวัดบ้านไร่ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ PC4) เป็นบริเวณที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณสะพานข้ามตัวเมืองมหาชัย (จุดเก็บ MC5) (ภาพที่ 52 และตารางผนวกที่ ค3)



ภาพที่ 52 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

หมายเหตุ เดือนมกราคม 2555 ตรวจไม่พบฟอสฟอรัสในทุกจุดเก็บ

3.2.8 โปแตสเซียม

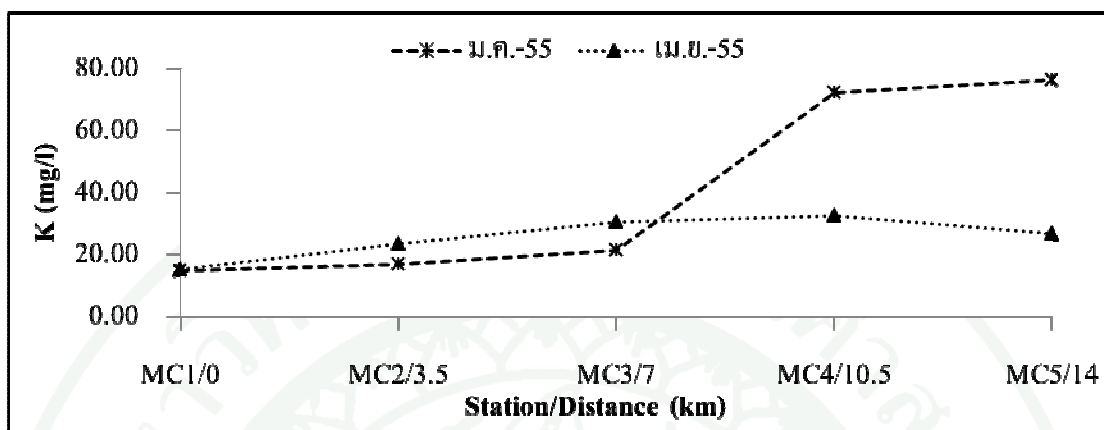
1) ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ปริมาณโปแตสเซียมในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 14.81 – 76.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.28 ± 31.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 21.44 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณสะพานข้ามในตัวเมืองมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC5) เป็นบริเวณที่มีค่าโปแตสเซียมสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าโปแตสเซียมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าแสมคำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) (ภาพที่ 53 และตารางผนวกที่ ค3)

2) ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณโปแตสเซียมในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 15.28 – 32.52 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.68 ± 6.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่ามัธยฐานเท่ากับ 26.87 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมพบว่า ค่าโปแตสเซียมในเดือนเมษายน มีค่าน้อยกว่าในช่วงเดือนมกราคม โดยบริเวณประตูระบายน้ำมหาชัย จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ MC4) เป็นบริเวณที่มีค่า

โพแทสเซียมสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าโพแทสเซียมในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดแสมดำ กรุงเทพมหานคร (จุดเก็บ MC1) (ภาพที่ 53 และตารางผนวกที่ 3)



ภาพที่ 53 โพแทสเซียมในคลองมหาชัย เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

การศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงที่รองรับมวลน้ำหลาก และเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลากแล้ว รวมจำนวนทั้งสิ้น 21 จุดเก็บ โดยสามารถแบ่งพื้นที่ลำน้ำออกเป็น 4 เขต ตามขอบเขตการรองรับน้ำจากคลองแต่ละสาย คือ เขตพื้นที่ก่อนรับน้ำจากคลองมหาสวัสดิ์ ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ถึงบริเวณก่อนคลองมหาสวัสดิ์ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม หรือตั้งแต่จุดเก็บ TC1 ถึงจุดเก็บ TC3 เขตที่สอง คือ พื้นที่ทางตอนล่างของคลองมหาสวัสดิ์ ตั้งแต่จุดเก็บ TC4 (วัดจิวราย อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม) ถึงจุดเก็บ TC14 (วัดอ่างทอง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร) เขตที่สาม คือ พื้นที่ตอนล่างคลองภาษีเจริญ ตั้งแต่จุดเก็บ TC15 (ล่างคลองภาษีเจริญ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร) ถึงจุดเก็บ TC18 (วัดแหลมสุวรรณาราม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) และเขตสุดท้าย คือ พื้นที่ตอนล่างคลองมหาชัย ตั้งแต่จุดเก็บ TC19 (วัดช่องลม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) ถึงจุดเก็บ TC21 (ปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) ผลการศึกษามีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1 อุณหภูมิ

ค่าของอุณหภูมิจากการเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ดังนี้

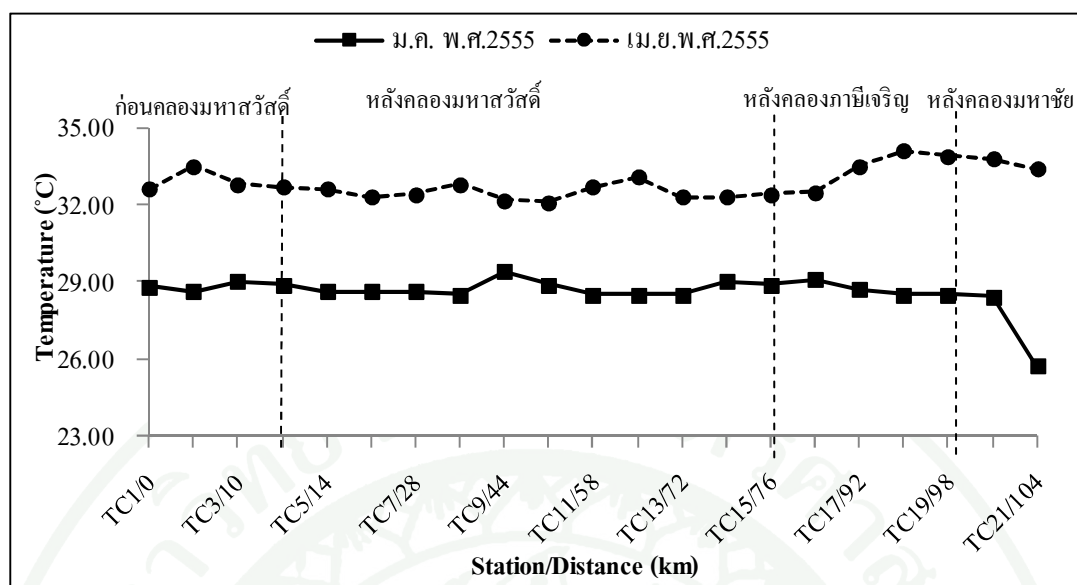
1.1.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

อุณหภูมิในเดือนมกราคม 2555 ในแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม จนถึงบริเวณปากแม่น้ำ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 25.70 – 29.40 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.58 ± 0.71 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างในรอบวัน ซึ่งเป็นเวลาทั้งช่วงกลางวันและกลางคืน โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC21) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด เนื่องจากขณะเก็บตัวอย่างเป็นเวลาประมาณ 05.00 น. ประกอบกับบริเวณปากแม่น้ำมีน้ำขึ้นน้ำลงตลอดเวลา ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ บริเวณหน้าวัดท่าข้าม อ.สามพราน จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC9) โดยเก็บตัวอย่างเวลาประมาณ 14.00 น. (ภาพที่ 54 และตารางผนวกที่ ง)

1.1.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนเมษายน 2555 พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 32.10 – 34.10 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.86 ± 0.61 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 32.70 องศาเซลเซียส บริเวณหน้าวัดบางช้างเหนือ อ.สามพราน จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC10) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ บริเวณหน้าวัดแหลมสุวรรณาราม อ.เมืองสมุทรสาคร (จุดเก็บ TC18) (ภาพที่ 54 และตารางผนวกที่ ง1)

เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนมกราคม พบว่าอุณหภูมิของน้ำในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่า เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน มีแสงแดดจัด และอุณหภูมิอากาศสูงที่สุดในรอบปี ซึ่งอุณหภูมิน้ำจะแปรผันตรงตามอุณหภูมิอากาศ (ฉัตรไชย, 2539; เปี่ยมศักดิ์, 2543; สมทิพย์, 2553)



ภาพที่ 54 อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.2 ของแข็งละลายรวม

ของแข็งละลายรวมในน้ำจากการเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

1.2.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

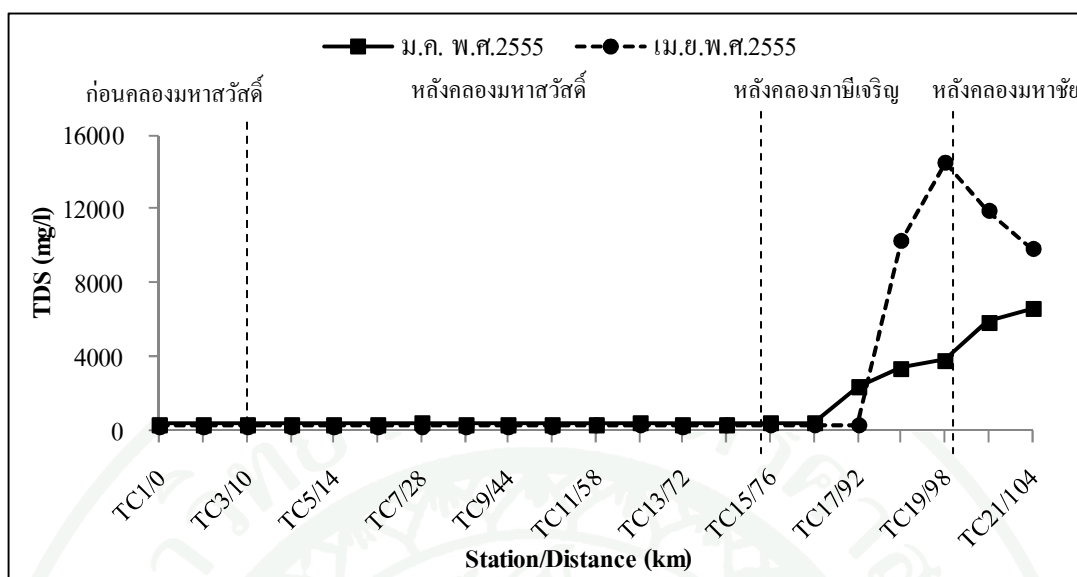
ปริมาณของแข็งละลายรวมในน้ำ พบว่า ในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 345 – 6,610 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,395 \pm 1,968$ มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 390 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมมากที่สุด คือ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (จุดเก็บ TC21) ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเลมากที่สุด ประกอบกับ ในขณะที่ตรวจวัดเป็นช่วงที่น้ำขึ้น โดยน้ำทะเลมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ละลายอยู่มาก ส่งผลให้น้ำมีค่าของแข็งละลายรวมสูงตามไปด้วย ส่วนจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมต่ำที่สุดคือบริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1) โดยสรุป ค่าปริมาณของแข็งละลายรวมจะแปรผันตามตามระยะทาง กล่าวคือ บริเวณที่ใกล้กับทะเลมากที่สุดก็จะมีปริมาณของแข็งละลายรวมสูงสุด ในขณะที่บริเวณที่มีระยะทางไกลจากทะเลที่สุด ก็จะมีปริมาณของแข็งละลายรวมต่ำสุด ซึ่ง

สอดคล้องกับผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ในปี 2552 ปี 2553 และปี 2554 รายละเอียดดังภาพที่ 55 และตารางผนวกที่ 5

1.2.2 ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ในเดือนเมษายนพบว่า ปริมาณของแข็งละลายรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 254 – 14,490 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $2,444 \pm 4,635$ มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 288 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมมากที่สุด คือ บริเวณหน้าวัดช่องลม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC19) โดยสาเหตุที่บริเวณนี้มีค่าของแข็งละลายรวมสูงกว่าบริเวณปากแม่น้ำ (TC21) ทั้งที่มีระยะห่างจากทะเลมากกว่า เนื่องจากขณะเก็บตัวอย่างที่บริเวณหน้าวัดช่องลม เป็นช่วงเวลาน้ำขึ้นสูงสุด และขณะเก็บตัวอย่างที่บริเวณปากแม่น้ำเป็นช่วงเวลาที่น้ำกำลังลง ส่วนจุดเก็บที่มีปริมาณของแข็งละลายรวมน้อยที่สุดคือบริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัย (จุดเก็บ TC1)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบของแข็งละลายรวมระหว่างเดือนมกราคม พบว่า โดยรวมเดือนเมษายนมีปริมาณของแข็งละลายรวมสูงกว่าในเดือนมกราคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำในแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณน้อยกว่าในช่วงที่รองรับมวลน้ำในเดือนมกราคม ทำให้มีความเร็ว น้ำต่ำ น้ำทะเลจึงหนุนเข้ามาในแม่น้ำได้สูงกว่าในช่วงฤดูน้ำหลาก ซึ่งสอดคล้องตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม ศึกษาในปี 2543 เมื่อแม่น้ำมีน้ำปริมาณน้อย ส่งผลให้มีความเข้มข้นของเกลือสูง (ค่าความเค็มมาก) ดังนั้นค่าของแข็งละลายรวมจึงมีค่าสูงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อรอิงค์ (2551) สุจิตดา (2552) และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554) (ภาพที่ 55 และตารางผนวกที่ 5)



ภาพที่ 55 ของแข็งละลายรวมในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

1.3 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าจากการเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

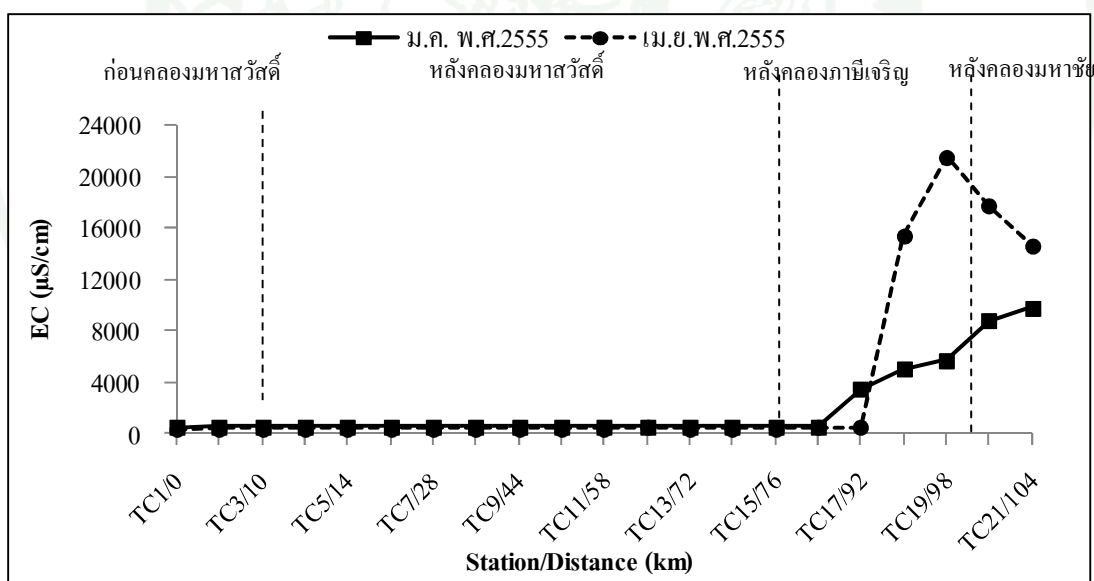
1.3.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าการนำไฟฟ้าในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 518 – 9,820 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $2,001 \pm 2,876$ ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 583 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยพบค่าการนำไฟฟ้ามีความสอดคล้องกับค่าของแข็งละลายรวมในทุกจุดเก็บ ซึ่งบริเวณปากแม่น้ำ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC21) เป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1) (ภาพที่ 56 และตารางผนวกที่ ง1)

1.3.2 ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ระหว่าง 379 – 21,600 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $3,647 \pm 6,916$ ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 429 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยบริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1) เป็นบริเวณที่มีค่าความนำไฟฟ้าในน้ำต่ำสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงสุดคือบริเวณหน้าวัดช่องลม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC19) (ภาพที่ 56 และตารางผนวกที่ ง1)

เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าในเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พบว่า เดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม เนื่องจากปริมาณน้ำเมษายนน้อยกว่าเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รองรับมวลน้ำหลากจากกรุงเทพมหานคร :ค่าการนำไฟฟ้าสอดคล้องกับค่าความเค็มและของแข็งละลายรวม โดยผลการศึกษาที่ได้ มีความสอดคล้องกับการศึกษาของอรอังก์ (2551) สุจิตตา (2552) และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)



ภาพที่ 56 ค่าการนำไฟฟ้าในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2. คุณภาพน้ำทางเคมี

2.1 ค่าความเป็นกรดเบส (pH)

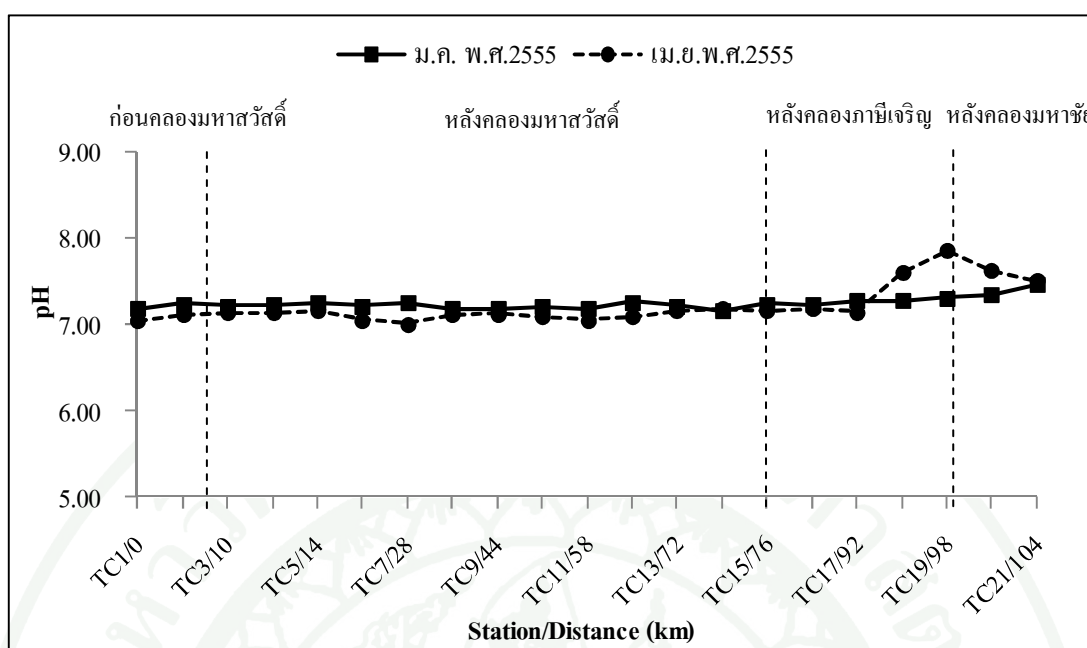
2.1.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

เดือนมกราคม พบว่า น้ำในแม่น้ำท่าจีนมีค่าความเป็นกรดเบสอยู่ในช่วง 7.16 – 7.46 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.24 ± 0.07 ค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.23 โดยบริเวณปากแม่น้ำ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าต่ำสุดคือน้ำวัดอ่างทอง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC14) (ภาพที่ 57 และตารางผนวกที่ 1)

2.1.2 ช่วงที่ไม่รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ค่าความเป็นกรดเบส มีค่าอยู่ระหว่าง 7.01 – 7.86 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.22 ± 0.23 ซึ่งค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.14 โดยบริเวณหน้าวัดช่องลม จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC19) เป็นบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเบสต่ำสุดคือ หน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1) (ภาพที่ 57 และตารางผนวกที่ 1)

ค่าความเป็นกรดเบสในน้ำเดือนเมษายนมีค่าต่ำกว่าเดือนมกราคมเล็กน้อย โดยเฉพาะตั้งแต่จุดเก็บ TC1 – TC17 ยกเว้นบริเวณใกล้ปากแม่น้ำคือตั้งแต่สถานี TC18 – TC21 พบว่าในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าเดือนมกราคมอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเดือนเมษายนน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณน้อย ปริมาณน้ำจืดที่น้อยกว่าจะลอยอยู่ด้านบน และน้ำทะเลจะอยู่ด้านล่าง ซึ่งจะเกิดการผสมกัน ดังนั้น จุดที่ใกล้ทะเลที่สุดจึงมีความเค็มที่สุด และส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเบสสูงตามไปด้วย (สมทิพย์, 2553) ซึ่งผลการศึกษามีความสอดคล้องกับการศึกษาของอรอิงค์ (2551) สุจิตตา (2552) และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)



ภาพที่ 57 ค่าความเป็นกรดเบสในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.2 ค่าความเค็ม

2.2.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

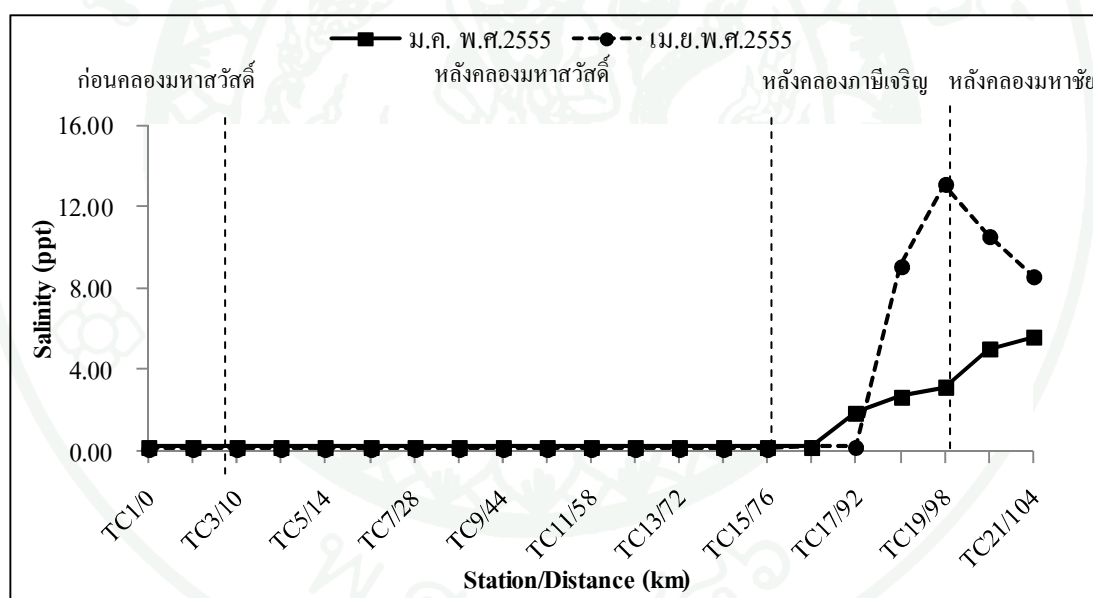
จากการศึกษาพบว่า ค่าความเค็มของน้ำในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 5.60 ppt โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำ จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC21) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด และตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม จนถึงบริเวณหน้าวัดพันธุวงศ์ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร มีค่าความเค็มเท่ากัน คือ 0.2 ppt (ภาพที่ 58 และตารางผนวกที่ 31)

2.2.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าความเค็มของน้ำในช่วงเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.10 – 13.10 ppt โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดช่องลม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC19) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด และตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1) จนถึงบริเวณคลองภาษี

(จุดเก็บ TC15) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ คือ 0.10 ppt (ภาพที่ 58 และตารางผนวกที่ 1)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเดือนมกราคม พบว่า ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดกลางอ่างแก้ว อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC17) จนถึงบริเวณปากแม่น้ำ (จุดเก็บ TC21) เดือนเมษายนมีค่าความเค็มสูงกว่าในเดือนมกราคม แต่พบว่า ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี (จุดเก็บ TC1) จนถึงบริเวณคลองภาษี (จุดเก็บ TC15) มีค่าความเค็มต่ำกว่าในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงหลังเกิดวิกฤตน้ำท่วม และเนื่องจากฝนที่ตกหนัก ทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำ รวมทั้งน้ำที่ท่วมขังในพื้นที่จังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร ซึ่งพบว่าดินในพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพเป็นดินเค็มอ่อนๆ (ภักพงศ์, 2551) เมื่อเกิดการชะล้างจึงทำให้เกลือในดินละลาย และไหลลงสู่แม่น้ำ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ในเดือนมกราคมมีความเค็มสูงกว่าในเดือนเมษายนนั่นเอง



ภาพที่ 58 ค่าความเค็มในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สามารถแสดงถึงสถานการณ์ของคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี โดยบ่งบอกว่าแหล่งน้ำนั้นมีความเสื่อมโทรมมากแค่ไหน ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจึงเป็นดัชนีตัวแรกที่ถูกนำมาใช้ในการศึกษา ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะผกผันกับค่าบีโอดี การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าออกซิเจนละลายน้ำในแต่ละบริเวณของแม่น้ำท่าจีน ชี้ให้เห็นถึงชนิดและปริมาณของมลพิษที่ถูกระบายจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่แตกต่างกัน จากการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีนของแต่ละช่วงได้ ปรากฏผลดังนี้

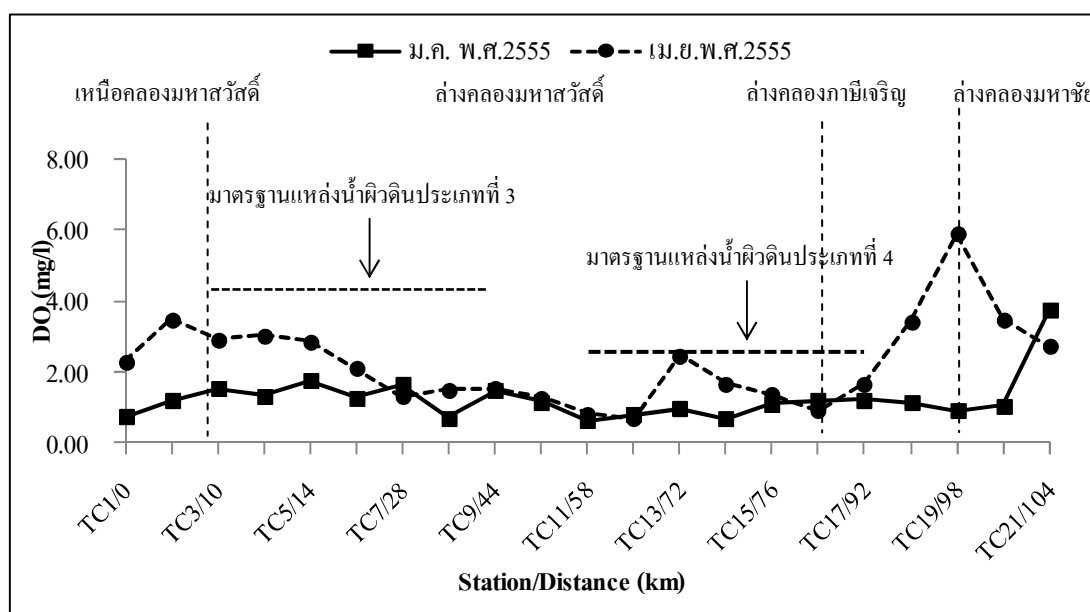
2.3.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ในเดือนมกราคม 2555 พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.63 – 3.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.26 ± 0.65 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.18 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำ (จุดเก็บ MC5) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดอ้อมใหญ่ อ.สามพราน จ.นครปฐม (จุดเก็บ MC4) เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำกับระยะทางและเขตของลำน้ำ พบว่า ในเขตเหนือคลองมหาสวัสดิ์จนถึงคลองภาษีเจริญ หรือตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1) ถึงบริเวณหน้าวัดกลางอ่าแก้ว อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC14) พบว่ามีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในทุกจุดเก็บ และมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยบริเวณที่ถือเป็นจุดวิกฤต คือ บริเวณหน้าวัดอ้อมใหญ่ อ.สามพราน (จุดเก็บ TC11) จนถึงหน้าวัดกลางอ่าแก้ว อ.กระทุ่มแบน (สถานี TC14) พบว่ามีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 59 และตารางผนวกที่ ค) สำหรับเขตล่างคลองภาษีเจริญถึงคลองมหาชัย (จุดเก็บ TC15 – TC18) พบว่าทุกจุดเก็บมีค่าออกซิเจนละลายน้ำมากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ไม่ถึง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนเขตล่างคลองมหาชัยจนถึงปากแม่น้ำ (จุดเก็บ TC19 – TC21) พบว่า จุดวิกฤตของค่าออกซิเจนละลายน้ำคือ บริเวณหน้าวัดช่องลม (จุดเก็บ TC19) ซึ่งเป็นบริเวณล่างคลองมหาชัย เป็นจุดแรกที่รับมวลน้ำท่วมและมลพิษเข้ามาก่อนไหลลงสู่ปากแม่น้ำ แต่พบว่าบริเวณปากแม่น้ำมีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงสุด เนื่องจากได้รับออกซิเจนจากน้ำทะเล ประกอบกับการปั่นกววนของน้ำตลอดเวลาจากอิทธิพลของคลื่นทะเล ทำให้ออกซิเจนสามารถละลายลงสู่ผิวน้ำได้มาก (ภาพที่ 59 และตารางผนวกที่ ง1)

2.3.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.7 – 5.90 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 ± 1.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดช่องลม เป็นบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงที่สุด (จุดเก็บ TC19) เนื่องจากขณะตรวจวัดเป็นช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณหน้าวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC12) นอกจากนี้ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำยังมีผลมาจากช่วงที่ทำการวัด โดยในช่วงเวลากลางคืนจนถึงก่อน 9.00 น. พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำจะมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ยังไม่มีแสง ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ (ภาพที่ 59 และตารางผนวกที่ 1)

โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม สาเหตุสำคัญที่ทำให้ปริมาณค่าออกซิเจนละลายในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคม เพราะเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ซึ่งมีแสงแดดจัด ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำสังเคราะห์แสงได้ดี โดยพบว่าแหล่งน้ำจะได้รับออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนและพืชน้ำมากกว่าการเติมออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่ผิวน้ำโดยตรง (McColl, 1974; Padgett, 1975; Reynolds and Edwards, 1995; Faerge *et al.*, 2001; Tanji *et al.*, 2006; Schaffner *et al.*, 2009) โดยผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ออริงค์ (2551) สุจิตตา (2552) และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)



ภาพที่ 59 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.4 ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดี

ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดี เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง ซึ่งบ่งบอกถึงภาวะมลพิษในแหล่งน้ำ การแสดงปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำช่วยให้สามารถเข้าใจถึงสถานการณ์คุณภาพน้ำได้อย่างดี โดยค่าบีโอดีในแม่น้ำท่าจีนในแต่ละช่วงที่ทำการศึกษา ปรากฏผลดังนี้

2.4.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

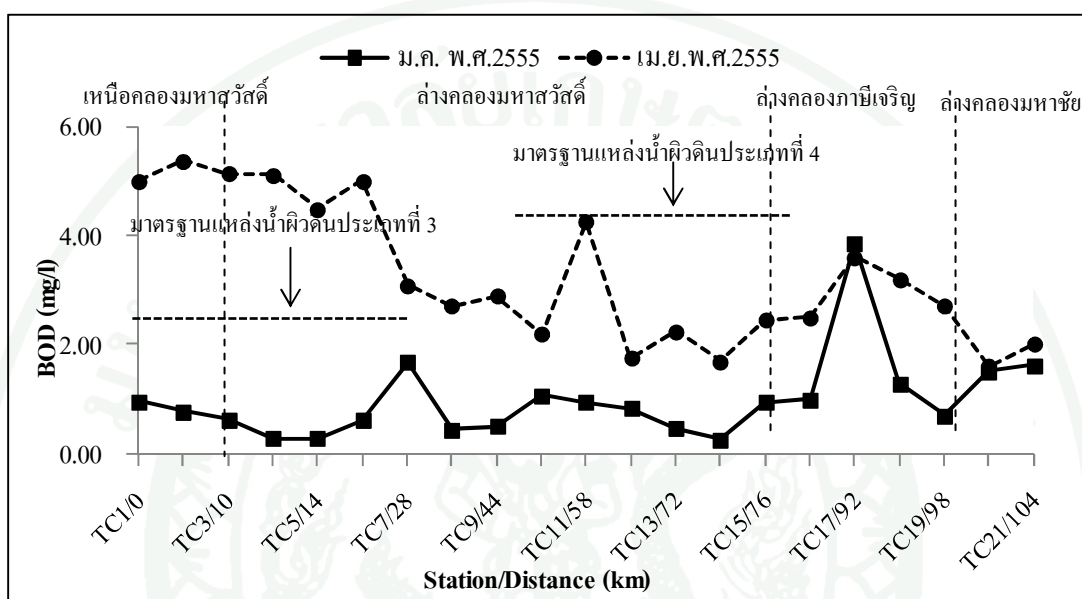
ค่าบีโอดีในเดือนมกราคม 2555 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26 – 3.85 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 ± 0.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.83 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณใกล้วัดกลางอ่าแก้ว อ.เมืองสมุทรสาคร (จุดเก็บ TC17) เป็นบริเวณที่มีค่าบีโอดีสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าบีโอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดอ่างทอง อ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ TC14) เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของค่าบีโอดีกับระยะทางและเขตของลำน้ำ พบว่า ในเขตเหนือคลองมหาสวัสดิ์จนถึงคลองภาษีเจริญ หรือตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี (จุดเก็บ TC1) ถึงบริเวณหน้าวัดกลางอ่าแก้ว อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC14) พบว่ามีค่าบีโอดี

ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในทุกจุดเก็บ และมีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยบริเวณที่มีค่าบีโอดีสูงสุด ในเขตนี้ คือ บริเวณหน้าวัดทรงคนอง อ.สามพราน (จุดเก็บ TC7) มีค่าบีโอดีเท่ากับ 1.67 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 60 และตารางผนวกที่ ง) โดยเขตที่มีค่าบีโอดีสูงสุด คือ เขตล่างคลองภาษีเจริญ (จุดเก็บ TC15 – TC18) โดยเฉพาะบริเวณวัดกลางอ่างแก้ว มีค่าสูงถึง 3.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนเขตล่างคลองมหาชัยจนถึงปากแม่น้ำ (จุดเก็บ TC19 – TC21) พบว่า มีค่าบีโอดีไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 60 และตารางผนวกที่ 1) โดยสรุปในเดือนมกราคม 2555 ซึ่งเป็นช่วงที่แม่น้ำท่าจีนรองรับมวลน้ำท่วมจากกรุงเทพมหานครและพื้นที่โดยรอบ พบว่า มีค่าบีโอดีไม่เกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งกำหนดไว้ว่าต้องมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เนื่องจากมวลน้ำปริมาณมากที่ถูกระบายลงแม่น้ำท่าจีนโดยผ่านสามคลองหลักนั้น มีการผสมกันอย่างดี ทำให้เกิดการเจือจางของความสกปรก โดยปรากฏการที่ชี้ให้เห็นว่ามวลน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีการผสมกันดีนั้น คือ ดัชนีคุณภาพน้ำต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่าความเค็ม (Salinity) ค่าความนำไฟฟ้า (EC) ค่าความเป็นกรดเบส (pH) สารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (TOC) ธาตุอาหารพืช โลหะหนัก สารเคมี เชื้อโรค รวมทั้งของแข็งในรูปต่างๆ (McColl, 1974; Cazelles *et al.*, 1991; Andrian and Sanders, 1998; Tyagi *et al.*, 1999; Faulkner *et al.*, 2000; Vignetti *et al.*, 2003; Berkun, 2005; Burnett *et al.*, 2007; Chen *et al.*, 2008; and Cukrov *et al.*, 2008)

2.4.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ค่าบีโอดีในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 พบว่าแม่น้ำท่าจีน มีค่าบีโอดีอยู่ในช่วง 1.60 – 5.38 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.29 ± 1.29 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.90 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมพบว่า ค่าบีโอดีในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม ทั้งนี้เนื่องจากเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูแล้ง มีปริมาณน้ำน้อยน้ำทะเลจึงหนุนสูง แม่น้ำจึงมีอัตราการไหลต่ำสุด ส่งผลให้คุณภาพน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวมีสภาพแย่ที่สุดในรอบปี ซึ่งมีสาเหตุมาจากการมีระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสียในแม่น้ำน่านและประกอบกับเป็นช่วงฤดูร้อนทำให้น้ำในแม่น้ำมีอุณหภูมิสูง (ปิยพร, 2547) ดังนั้นค่าบีโอดีในช่วงฤดูร้อนจึงมีค่าสูงกว่าในช่วงที่รองรับน้ำหลากนั่นเอง สอดคล้องกับผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขาในปี 2552 ปี 2553 และปี 2554 ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ซึ่งพบว่า แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง (ตั้งแต่หน้าท่าเรือท่าเรือนครชัยศรี จ.นครปฐม จนถึงปากแม่น้ำ อ.เมืองสมุทรสาคร) มีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมที่สุดในช่วงฤดูร้อน โดยมีค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 4.4 – 7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าออกซิเจนละลายน้ำระหว่าง 0.9 – 1.9 มิลลิกรัมต่อลิตร (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, 2552, 2553, 2554) ประกอบกับแม่น้ำท่าจีนตอนล่างเป็นแหล่งที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่หลายชุมชน ได้แก่ เทศบาล

เมืองสามพราน และเทศบาลเมืองนครชัยศรี ของจังหวัดนครปฐม เทศบาลเมืองกระทุ่มแบน และเทศบาลเมืองสมุทรสาคร ของจังหวัดสมุทรสาคร รวมทั้งเป็นแหล่งที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานแปรรูปอาหาร ตลอดจนฟาร์มสุกร และบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่างๆ (ภาพที่ 60 และตารางผนวกที่ ง1)



ภาพที่ 60 ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดีในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.5 ค่าซีโอดี

ค่าซีโอดีจากการเก็บตัวอย่างในแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละช่วงได้ ดังนี้

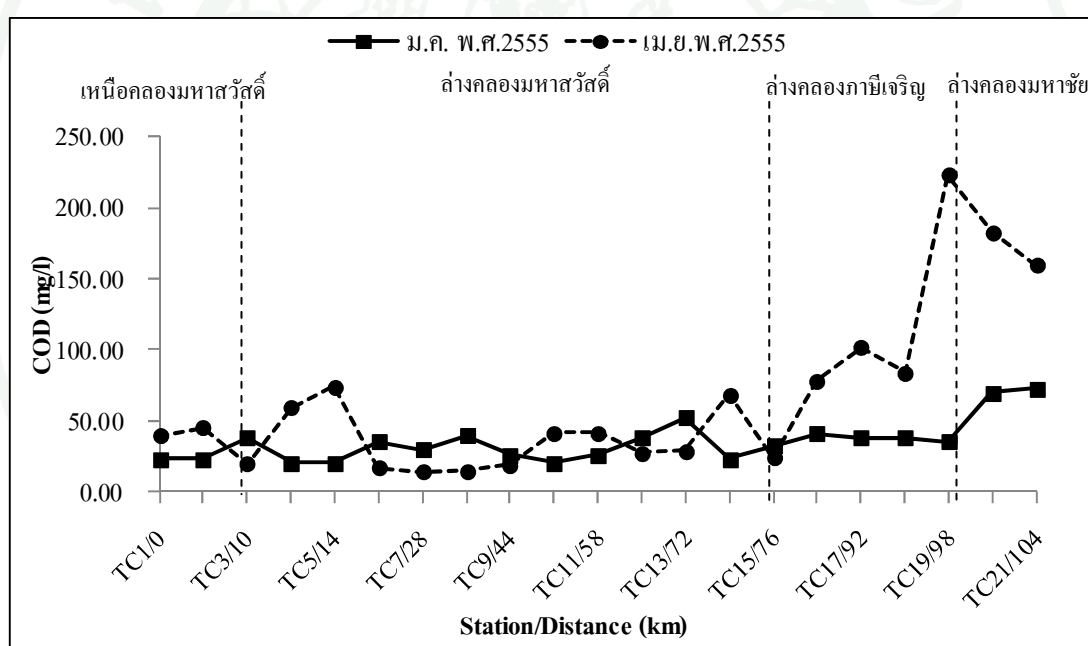
2.5.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ค่าซีโอดีในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงที่รองรับมวลน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 20.29 – 72.47 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.13 ± 14.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 34.78 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำ อ.เมืองสมุทรสาคร (จุดเก็บ TC21)

เป็นบริเวณที่มีค่าซีไอดีสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าซีไอดีในน้ำต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดจี้วราย และวัด ปันจันทราราม อ.นครชัยศรี จ.สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC4 และ TC5) (ภาพที่ 61 และตารางผนวกที่ ง1)

2.5.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณซีไอดีในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 13.50 – 223.20 มิลลิกรัมต่อ ลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.72 ± 58.40 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมพบว่า ค่าซีไอดีในเดือนเมษายน มี ค่าสูงกว่าในช่วงเดือนมกราคม ซึ่งสอดคล้องกับค่าบีไอดี โดยบริเวณหน้าวัดช่องลม อ.เมือง สมุทรสาคร (จุดเก็บ TC19) เป็นบริเวณที่มีค่าซีไอดีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าซีไอดีในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณหน้าวัดทรงคะนอง อ.สามพราน (จุดเก็บ TC7) (ภาพที่ 61 และตารางผนวกที่ ง1)



ภาพที่ 61 ปริมาณซีไอดีในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.6 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN)

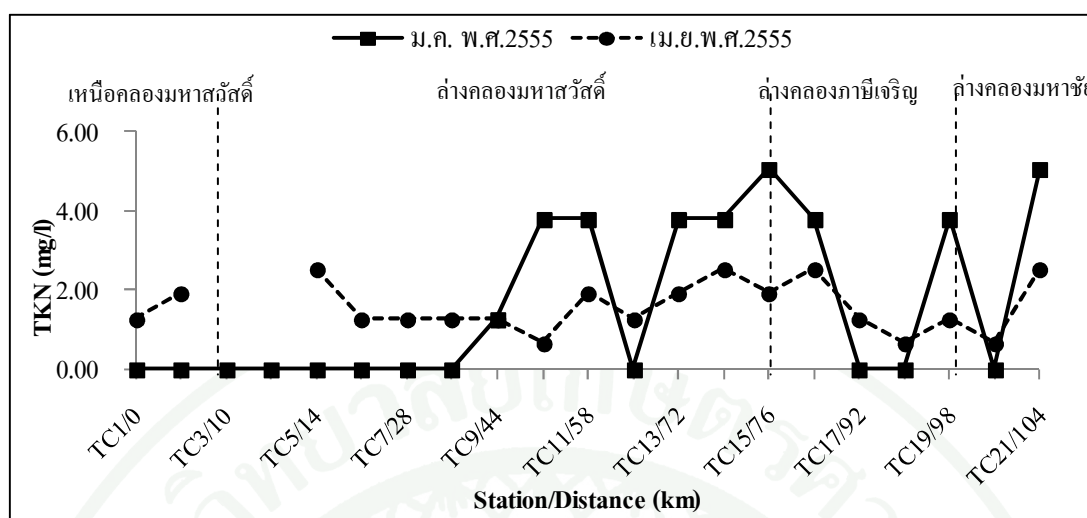
2.6.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 – 5.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 ± 2.05 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภาพรวม พบว่า ค่าทีเคเอ็นในแม่น้ำท่าจีนมีค่าใกล้เคียงกันมาก กล่าวคือ ตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี ถึงบริเวณหน้าวัดไร่จิง อ.สามพราน จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1 - TC8) มีค่าเท่ากันทุกจุดเก็บ คือ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบริเวณที่มีค่าไนโตรเจนสูงกว่าในจุดอื่นๆ คือ บริเวณหน้าวัดท่าข้าม และหน้าวัดบางช้างเหนือ อ.สามพราน (จุดเก็บ TC9 – TC10) เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีฟาร์มสุกรจำนวนมาก ส่วนบริเวณล่างคลองภาษีเจริญ (จุดเก็บ TC15) และบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งเป็นจุดที่ผ่านเขตชุมชนหนาแน่น และเกิดการชะล้างในช่วงที่มีน้ำหลาก ส่งผลให้มีค่าไนโตรเจนสูงนั่นเอง (ภาพที่ 62 และตารางผนวกที่ 1)

2.6.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นในเดือนเมษายน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.64 – 2.54 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.57 ± 0.68 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าวัดกลางอ่าแก้ว อ.กระทุ่มแบน (จุดเก็บ TC14) หน้าวัดพันธุวงศ์ อ.เมืองสมุทรสาคร และบริเวณปากแม่น้ำ (จุดเก็บ TC21) เป็นบริเวณที่มีค่าทีเคเอ็นในน้ำสูงสุด (ภาพที่ 62 และตารางผนวกที่ 1)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พบว่าเดือนมกราคมมีความแปรปรวนของค่าไนโตรเจนสูงกว่าเดือนเมษายน เนื่องจากเกิดการชะล้างสูง ในขณะที่เดือนเมษายนพบว่า มีค่าความแปรปรวนต่ำ เนื่องจากมีปริมาณน้ำในแม่น้ำน้อยกว่าช่วงที่รองรับน้ำหลากจากกรุงเทพมหานคร ประกอบกับอิทธิพลการขึ้น-ลงของน้ำทะเล ทำให้ผลสารรวมทั้งไนโตรเจนในน้ำมีการผสมกันดี และมีความสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้น ปริมาณไนโตรเจนในแต่ละบริเวณจึงมีค่าไม่แตกต่างกันมากเท่าเดือนมกราคม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอรอิงค์ (2551) สุจิตตา (2552) และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)



ภาพที่ 62 ในโตรเจนในรูปที่เคเอ็นในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และเดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

หมายเหตุ จุดเก็บ TC3 และจุดเก็บ TC4 ตรวจไม่พบ

2.7 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)

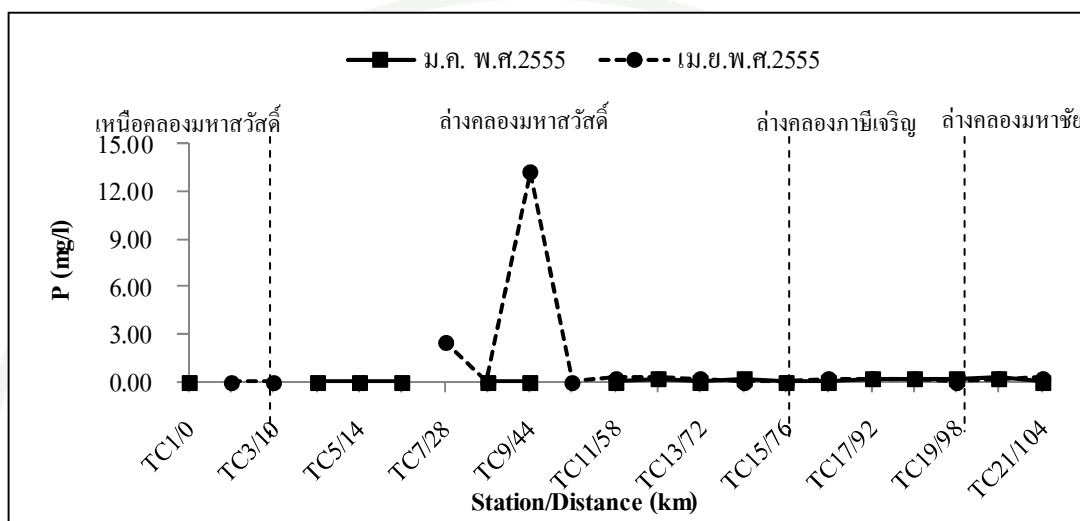
2.7.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในเดือนมกราคม มีค่าน้อยกว่า 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 14 จุดเก็บ คือตั้งแต่บริเวณหน้าวัดบางพระ อ.นครชัยศรี ถึงบริเวณหน้าวัดอ้อมใหญ่ อ.สามพราน จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC1 – TC11) บริเวณล่างคลองภาษีเจริญ และหน้าวัดพันธุวงศ์ โดยบริเวณที่มีฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุด คือ บริเวณหน้าวัดบางหญ้าแพรก อ.เมือง จ. สมุทรสาคร

2.7.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

เดือนเมษายน พบว่า แม่น้ำท่าจีนมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด อยู่ในช่วงตั้งแต่ ตรวจไม่พบ – 13.20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณหน้าวัดท่าข้าม อ.สามพราน จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC9) เป็นบริเวณที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำสูงสุด (ภาพที่ 63 และตารางผนวกที่ 1)

โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในเดือนเมษายน มีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคมเล็กน้อย สำหรับเดือนเมษายนมีความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าเดือนมกราคม โดยเฉพาะบริเวณ อ.สามพราน พบว่า มีค่าฟอสฟอรัสสูงกว่าจุดอื่นๆ มาก เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีฟาร์มสุกรตั้งอยู่จำนวนมาก



ภาพที่ 63 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

2.8 โปแตสเซียม

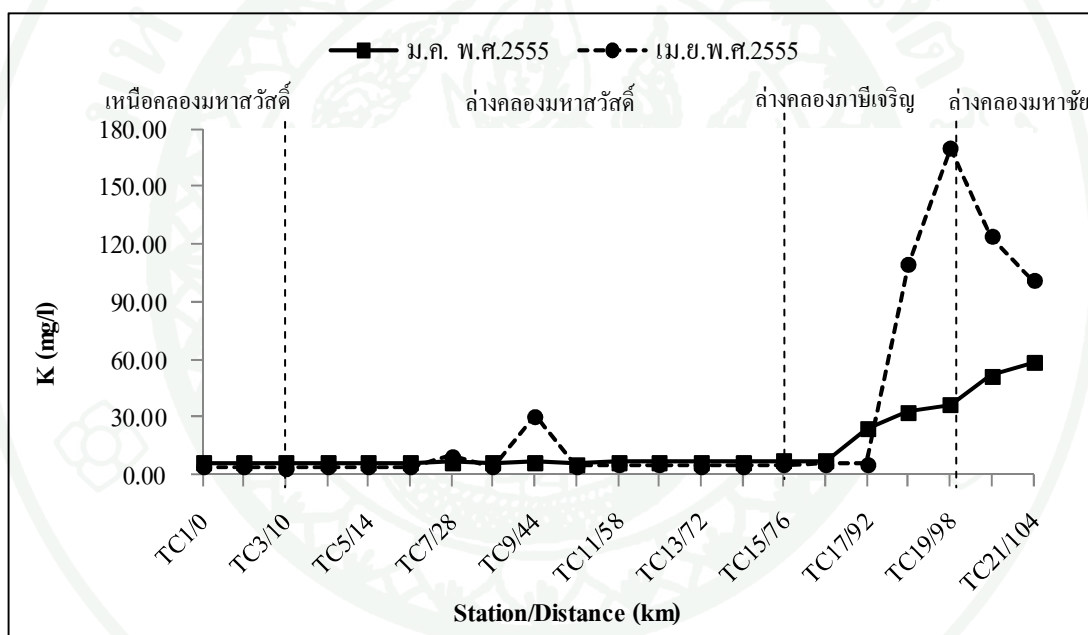
2.8.1 ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ปริมาณโปแตสเซียมในเดือนมกราคม มีค่าอยู่ในช่วง 5.66 – 58.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.40 ± 16.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.41 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณปากแม่น้ำ (จุดเก็บ TC21) เป็นจุดที่มีค่าโปแตสเซียมสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าต่ำสุดคือบริเวณหน้าวัดบางช้างเหนือ อ.สามพราน จ.นครปฐม (จุดเก็บ TC10) (ภาพที่ 64 และตารางผนวกที่ 1)

2.8.2 ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ปริมาณโพแทสเซียมในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 มีค่าอยู่ระหว่าง 3.56 – 169.94 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.03 ± 50.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.67 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 64 และตารางผนวกที่ ง1)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับเดือนมกราคม พบว่า เดือนเมษายนมีปริมาณโพแทสเซียมในน้ำต่ำกว่าเดือนมกราคม ยกเว้นในบริเวณหน้าวัดแหลมสุวรรณาราม อ.เมืองสมุทรสาคร ถึงบริเวณปากแม่น้ำ (จุดเก็บ TC19 – TC21) พบว่ามีค่ามากกว่าในช่วงเดือนมกราคม



ภาพที่ 64 ปริมาณโพแทสเซียมในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 (ช่วงที่รองรับน้ำหลาก) และ เดือนเมษายน 2555 (ช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก)

ความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ

1. แม่น้ำท่าจีน

การศึกษาถึงความสามารถในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีนในระหว่างที่มีการรองรับมวลน้ำจากกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลซึ่งเกิดวิกฤตอุทกภัยปลายปี 2554 โดยเก็บตัวอย่างในเดือนมกราคม 2555 และเปรียบเทียบกับช่วงฤดูร้อนซึ่งไม่มีการระบายน้ำท่วมแล้ว ในเดือนเมษายน 2555 โดยใช้ข้อมูล อุณหภูมิ น้ำ ค่าออกซิเจนละลายน้ำที่ตรวจวัดจริงในภาคสนาม และผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีทางห้องปฏิบัติการ ร่วมกับข้อมูลปริมาณน้ำในช่วงเวลาเก็บข้อมูล ข้อมูลความเร็วและอัตราการไหลของน้ำจากสำนักอุทกวิทยาภาค 7 (กาญจนบุรี) มาวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การศึกษาถึงความสามารถในการฟอกตัวครั้งนี้ ได้แบ่งลำน้ำออกเป็น 8 ช่วง โดยใช้เกณฑ์ในการกำหนดช่วงของลำน้ำจากคลองที่ระบายน้ำหลาก ได้แก่ คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีความสกปรกของสารอินทรีย์สูง ได้แก่ เขตเทศบาลรวมทั้งคลองย่อยต่างๆ ซึ่งถือเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่เติมลงสู่แม่น้ำท่าจีน รายละเอียดของช่วงลำน้ำที่ใช้ในการศึกษา แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ช่วงลำน้ำย่อยในแม่น้ำท่าจีนที่ใช้ศึกษาสมรรถนะในการฟอกตัว

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำน้ำ	จุดเริ่มต้น - จุดท้ายน้ำ	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	ช่วงเหนือคลองมหาสวัสดิ์	TC1 – TC3	10
2	ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์	TC3 – TC5	4
3	ช่วงผ่าน ทม.นครชัยศรี	TC6 – TC8	10
4	ช่วงผ่าน ทม.อ้อมใหญ่	TC11 - TC12	6
5	ช่วงผ่านคลองดำเนินสะดวก	TC13 – TC14	3
6	ช่วงผ่านคลองภาษีเจริญ	TC15 – TC16	8
7	ช่วงล่างคลองมหาชัย	TC17 – TC19	6
8	ช่วงปากแม่น้ำ	TC20 – TC21	2

การศึกษาสมรรถนะในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน ประกอบด้วยประเด็นที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

1.1 ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2)

ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือค่าคงที่ของการใช้ออกซิเจน (K_1) พบว่า ในช่วงที่รองรับน้ำหลากจากพื้นที่น้ำท่วม มีค่าเฉลี่ยทั้งลำน้ำเท่ากับ 0.34 ต่อวัน ในขณะที่เดือน เมษายน 2555 ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีน้ำท่วมแล้ว พบว่ามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.42 ต่อวัน โดยทั้ง 8 ช่วงลำน้ำ จะมีค่า K_1 ใกล้เคียงกัน และพบว่าในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม เนื่องจากเดือนเมษายน อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าในเดือนมกราคม ซึ่งสมการการหาค่า K_1 มีอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่า K_1 ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925) รายละเอียดดังตารางที่ 7

สำหรับค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2) ในแม่น้ำท่าจีนจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลอง พบว่า ในช่วงที่รองรับมวลน้ำท่วม (เดือนมกราคม) กับช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำท่วม (เดือนเมษายน) มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 0.12 ต่อวัน และ 0.13 ต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้ในเดือน เมษายน แม่น้ำท่าจีนมีปริมาณน้ำน้อยกว่า จึงลึกน้อยกว่าในเดือนมกราคม ในขณะที่อุณหภูมิใน เดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม ซึ่งทั้งสองปัจจัยเป็นตัวแปรสำคัญของค่า K_2 กล่าวคือ แหล่ง น้ำที่ไหลเร็ว และมีความลึกน้อย จะมีค่า K_2 มากกว่าแหล่งน้ำที่ไหลช้า และลึก (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553; Streeter and Phelps, 1925)

ผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของผดุงเกียรติ (2541) ซึ่งได้ศึกษา ความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของของแม่น้ำเพชรบุรีในช่วงที่ไหลผ่านเขตเทศบาล เมืองเพชรบุรี โดยใช้แบบจำลองของ Streeter & Phelps พบว่าในเดือนเมษายน แม่น้ำเพชรบุรีมี ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) สูงกว่าเดือนมกราคม โดยมีค่าเท่ากับ 0.34 และ 0.26 ต่อ วัน ตามลำดับ ในขณะที่ค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2) ในเดือนเมษายนและเดือนมกราคมมีค่า เท่ากับ 1.77 และ 1.49 ต่อวัน ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่าคงที่การใช้ออกซิเจน (K_1) กับค่าคงที่ของการเติม ออกซิเจนในแม่น้ำท่าจีน (K_2) พบว่า ค่าคงที่การใช้ออกซิเจน มีค่าสูงกว่าค่าคงที่ของการเติม ออกซิเจน รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2) ในแม่น้ำท่าจีน .ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงไม่มีการรองรับน้ำหลาก

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำนํ้า	K_1 (วัน ⁻¹)		K_2 (วัน ⁻¹)	
		มกราคม	เมษายน	มกราคม	เมษายน
1	ช่วงเหนือคลองมหาสวัสดิ์	0.34	0.42	0.17	0.16
2	ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์	0.35	0.41	0.14	0.13
3	ช่วงผ่าน ทม.นครชัยศรี	0.34	0.41	0.13	0.13
4	ช่วงผ่าน ทม.อ้อมใหญ่	0.34	0.42	0.09	0.11
5	ช่วงผ่านคลองดำเนินสะดวก	0.34	0.40	0.12	0.11
6	ช่วงผ่านคลองภาษีเจริญ	0.35	0.41	0.12	0.12
7	ช่วงผ่านคลองมหาชัย	0.34	0.43	0.10	0.11
8	ช่วงปากแม่น้ำ	0.32	0.43	0.12	0.18
เฉลี่ยทั้งลำนํ้า		0.34	0.42	0.12	0.13

1.2 อัตราการลดลงของออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมอากาศในแม่น้ำ (r_R)

1.2.1 อัตราการลดลงของออกซิเจน (r_D)

อัตราการลดลงของออกซิเจน หรืออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_D) ของแม่น้ำท่าจีน พบว่า ในเดือนมกราคม 2555 มีค่าเฉลี่ยทั้งลำนํ้าเท่ากับ 0.58 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน รายละเอียดดังตารางที่ 8 โดยช่วงลำนํ้าที่มีอัตราการย่อยสลายสูงสุด คือ ช่วงผ่านคลองมหาชัย (จุดเก็บ TC17 – จุดเก็บ TC19) เนื่องจากอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์นั้นขึ้นกับค่าความสกปรกในรูปบีโอดี และอุณหภูมิ กล่าวคือ ถ้ามีปริมาณบีโอดีสูงประกอบกับอุณหภูมิสูงก็จะทำให้มีอัตราการย่อยสลายสูงตามไปด้วย (ฉัตรไชย, 2539; สมทิพย์, 2553) ซึ่งลำนํ้าช่วงผ่านคลองมหาชัยเป็นพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองสมุทรสาคร มีชุมชนหนาแน่น และโรงงานแปรรูปอาหารจำนวนมาก จึงทำให้บริเวณนี้มีค่าบีโอดีสูง สอดคล้องกับผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ในปี 2552 ปี 2553 และปี 2554 พบว่า คลองมหาชัยมีค่าบีโอดีสูงสุดเมื่อเทียบกับอีก 4 คลองสาขาของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

สำหรับในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีการระบายมวลน้ำหลากลงแม่น้ำท่าจีนแล้วนั้น พบว่าอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน โดยช่วงลำน้ำที่มีอัตราการย่อยสลายสูงสุด คือ บริเวณช่วงลำน้ำที่ 1 - 3 หรือตั้งแต่บริเวณก่อนถึงคลองมหาสวัสดิ์จนถึงบริเวณ อ.สามพราน รายละเอียดดังตารางที่ 8 สาเหตุสำคัญที่ทำให้บริเวณนี้มีอัตราการย่อยสลายสูง เนื่องจากมลสารต่างๆ ถูกพัดพามาจากแหล่งชุมชนในเขตเมืองของแม่น้ำท่าจีนตอนกลาง ได้แก่ อ.เมืองสุพรรณบุรี อ.บางเลน และ อ.นครชัยศรี เป็นต้น ประกอบกับเดือนเมษายนแม่น้ำมีปริมาณน้ำน้อย การไหลต่ำ ทำให้น้ำทะเลสามารถหนุนเข้ามาได้ในระยะทางที่มากกว่าฤดูอื่น ๆ ซึ่งพบว่าในฤดูร้อนอิทธิพลของน้ำขึ้น - น้ำลงจะเข้ามาถึงพื้นที่ อ.เมืองสุพรรณบุรี (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2534) ส่วนเขตที่มีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่ำสุดในเดือนเมษายน คือ บริเวณปากแม่น้ำ ทั้งนี้ เนื่องจากบริเวณปากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงของมวลน้ำอย่างรุนแรงเนื่องจากอิทธิพลของคลื่นทะเล ทำให้เกิดการปั่นกววนของมวลน้ำ ประกอบกับสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายมาตลอดลำน้ำ เมื่อมาถึงบริเวณปากแม่น้ำจึงอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ต่างๆ ดังนั้นจึงพบว่าบริเวณปากแม่น้ำจะมีค่าบีโอดีต่ำ แต่จะพบค่าไนเตรต ฟอสเฟส และธาตุอาหารพืชค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอรอิงค์ (2551) และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 (2552, 2553, 2554)

โดยภาพรวม พบว่า อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวริยา (2547) และผดุงเกียรติ (2541) ที่ได้ทำการศึกษาในแม่น้ำยม และแม่น้ำเพชรบุรี ตามลำดับ พบว่า อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเดือนเมษายนสูงกว่าในเดือนมกราคม เนื่องจากมีปัจจัยของอุณหภูมิและปริมาณน้ำท่าเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเดือนเมษายน เป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศสูงสุดในรอบปี และเป็นปัจจัยเร่งการเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแม่น้ำ ประกอบกับเป็นช่วงที่น้ำทะเลหนุนสูง ทำให้น้ำในแม่น้ำท่าจีนไหลช้า มลสารต่างๆ จึงถูกขังไว้ในแม่น้ำนานขึ้น กล่าวคือ มีระยะกักเก็บที่ยาวนาน ซึ่งเป็นการเพิ่มเวลาให้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ยาวนานขึ้นนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ McColl (1974), Metcalf and Eddy Inc. (1991), Grosse (1989), Liu *et al.* (2009) และ Chunkao *et al.* (2012) ดังนั้นในช่วงฤดูร้อนจึงพบว่า แม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่างจะมีคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมกว่าในช่วงฤดูอื่น (ปิยพร, 2547; สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, 2552, 2553, 2554)

จากผลการศึกษา สรุปได้ว่า อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับปริมาณบีโอดีของแม่น้ำ กล่าวคือ ในกรณีที่เขตลำน้ำใดมีค่าบีโอดีสูง ก็จะมีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในอัตราที่สูงด้วย และในกรณีที่ค่าต่ำ ก็จะมีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในอัตราที่ต่ำเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแม่น้ำยังขึ้นอยู่กับชนิด และจำนวนของจุลินทรีย์ในน้ำ การถ่ายเทก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศ และอัตราการไหลของน้ำในแต่ละช่วงของลำน้ำด้วย (Mann, 1976)

1.2.2 อัตราการเติมออกซิเจนในแม่น้ำท่าจีน (r_R)

อัตราการเติมออกซิเจนของแม่น้ำท่าจีนในเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.79 และ 0.62 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน ตามลำดับ โดยช่วงลำน้ำที่มีค่าสูงสุดคือ ช่วงเหนือคลองมหาสวัสดิ์ มีค่าเท่ากับ 1.15 และ 0.75 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 8 และภาพที่ 65 จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการเติมออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำและออกซิเจนส่วนที่ขาด (oxygen deficit) ซึ่งหมายถึง ผลต่างระหว่างความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำอิ่มตัว (DO_{sat}) และความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำที่ตรวจวัดได้ (DO) กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิ น้ำต่ำ หรือปริมาณออกซิเจนที่ขาดจะสูง อัตราการเติมออกซิเจนจะสูงด้วย และถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงหรือปริมาณออกซิเจนส่วนที่ขาดน้อย อัตราการเติมออกซิเจนก็จะต่ำด้วย นอกจากอุณหภูมิแล้ว อัตราการเติมออกซิเจนของแม่น้ำยังขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ ความเข้มข้นของมลสาร ลักษณะของลำน้ำ อัตราการไหล ความลึกของลำน้ำ โดยแม่น้ำที่ตื้นจะมีการถ่ายเทออกซิเจนได้ดีกว่าแม่น้ำที่ลึก (สมใจ, 2532; สมทิพย์, 2553; Mann, 1976)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเติมอากาศลงสู่แม่น้ำท่าจีนในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่รองรับน้ำหลากจากกรุงเทพมหานคร และเดือนเมษายน ซึ่งไม่ได้รับน้ำหลากแล้วนั้น พบว่าในเดือนมกราคมมีอัตราการเติมอากาศสูงกว่าในเดือนเมษายน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของผดุงเกียรติ (2541) และวริยา (2547) ซึ่งได้ทำการศึกษาในแม่น้ำเพชรบุรี และแม่น้ำยมตามลำดับ พบว่าอัตราการเติมอากาศในเดือนมกราคมมีค่าสูงกว่าเดือนเมษายน

นอกจากนี้พบว่า บริเวณปากแม่น้ำมีค่าอัตราการเติมออกซิเจนสูงมาก เนื่องจากได้รับออกซิเจนจากน้ำทะเล เพราะในน้ำทะเลมีแพลงก์ตอนพืชปริมาณมาก ซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์แสง และผลิตออกซิเจน ประกอบกับได้รับอิทธิพลจากคลื่นทะเล ทำให้เกิดการปั่นกววนของมวลน้ำอย่างรุนแรง และมีลมพัดแรงเนื่องจากอิทธิพลของลมบกลมทะเล ทำให้อากาศสามารถแพร่ลงสู่ชั้น

ฟิล์มของผิวหนังได้มากนั่นเอง (มนูวดี, 2532; ฉัตรไชย, 2539) จึงทำให้บริเวณนี้มีอัตราการเติมอากาศสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ของแม่น้ำท่าจีน

ตารางที่ 8 อัตราการลดลงของออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก และช่วงไม่มีการรองรับน้ำหลาก

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำน้ำ	อัตราการลดลงของออกซิเจน (มก./ล./วัน)		อัตราการเติมออกซิเจน (มก./ล./วัน)	
		มกราคม	เมษายน	มกราคม	เมษายน
1	ช่วงเหนือคลองมหาสวัสดิ์	0.43	2.59	1.15	0.75
2	ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์	0.31	2.90	0.83	0.53
3	ช่วงผ่าน ทม.นครชัยศรี	0.28	2.55	0.79	0.64
4	ช่วงผ่าน ทม.อ้อมใหญ่	0.44	2.34	0.59	0.67
5	ช่วงผ่านคลองดำเนินสะดวก	0.22	1.27	0.76	0.49
6	ช่วงผ่านคลองภาษีเจริญ	0.44	1.28	0.75	0.67
7	ช่วงล่างคลองมหาชัย	1.81	2.06	0.63	0.58
8	ช่วงปากแม่น้ำ	0.69	0.97	0.82	0.62
เฉลี่ยทั้งลำน้ำ		0.58	2.00	0.79	0.62

1.3 ความสามารถในการรักษาสมดุลออกซิเจน หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงออกซิเจน (r_C)

ความสามารถในการรักษาสมดุลออกซิเจนของแม่น้ำท่าจีน พิจารณาถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน ซึ่งเกิดจากผลต่างระหว่างอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์และอัตราการเติมออกซิเจน กล่าวคือ แม่น้ำที่สามารถรักษาสมดุลออกซิเจนได้นั้น ปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้เพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์จะต้องไม่มากกว่าปริมาณออกซิเจนที่แหล่งน้ำได้รับ (Novothy, 1989) จากการศึกษา พบว่า ในเดือนมกราคมนั้น ทุกช่วงลำน้ำมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นบวก กล่าวคือ ปริมาณออกซิเจนที่ถูกเติมลงในน้ำมีค่าสูงกว่าปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้เพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ เนื่องจากในเดือนมกราคมน้ำมีอุณหภูมิต่ำ ประกอบกับเป็นช่วงที่รองรับมวลน้ำท่วมจึงมีอัตราการไหลสูง ทำให้ออกซิเจนสามารถละลายในน้ำได้ดี ดังนั้นในเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงรองรับมวลน้ำท่วม พบว่า แม่น้ำท่าจีนสามารถรักษาสมดุลออกซิเจนไว้ได้

สำหรับในเดือนเมษายน พบว่า ทุกช่วงลำน้ำมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นลบ กล่าวคือ อัตราการใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแม่น้ำท่าจีน มีค่าสูงกว่าอัตราการเติมออกซิเจน ทำให้สมดุลออกซิเจนในแม่น้ำเสียไป ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำ (self-purification) เนื่องจากในเดือนเมษายนน้ำมีอุณหภูมิสูง ประกอบกับเป็นช่วงที่มีการไหลวิกฤติ ทำให้ออกซิเจนแพร่ลงสู่ผิวน้ำได้ต่ำ ในขณะที่ปริมาณสารอินทรีย์ในแม่น้ำมีมาก และน้ำมีอุณหภูมิสูง จึงทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์มากขึ้น โดยพบว่า ช่วงที่เสียสมดุลออกซิเจนสูงที่สุด คือ ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์ มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน เท่ากับ -2.36 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน และช่วงที่มีการเสียสมดุลต่ำที่สุด คือ ช่วงล่างคลองภาษีเจริญ ดังนั้นในเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีการระบายมวลน้ำท่วมแม่น้ำท่าจีนจึงเสียสมดุลออกซิเจนไป (ตารางที่ 9 และภาพที่ 65) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปิยพร (2547) ที่ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน โดยพบว่า แม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่างจะมีคุณภาพต่ำน้ำที่สุด โดยเสียสมดุลออกซิเจนสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อน และสอดคล้องกับการศึกษาของผดุงเกียรติ (2541) ซึ่งได้ทำการศึกษาในแม่น้ำเพชรบุรี พบว่า ในเดือนเมษายนแม่น้ำเพชรบุรีไม่สามารถรักษาสสมดุลของออกซิเจนไว้ได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ตั้งแต่ปี 2552 – 2554 พบว่า แม่น้ำท่าจีนมีปัญหาคุณภาพต่ำที่สุดในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม

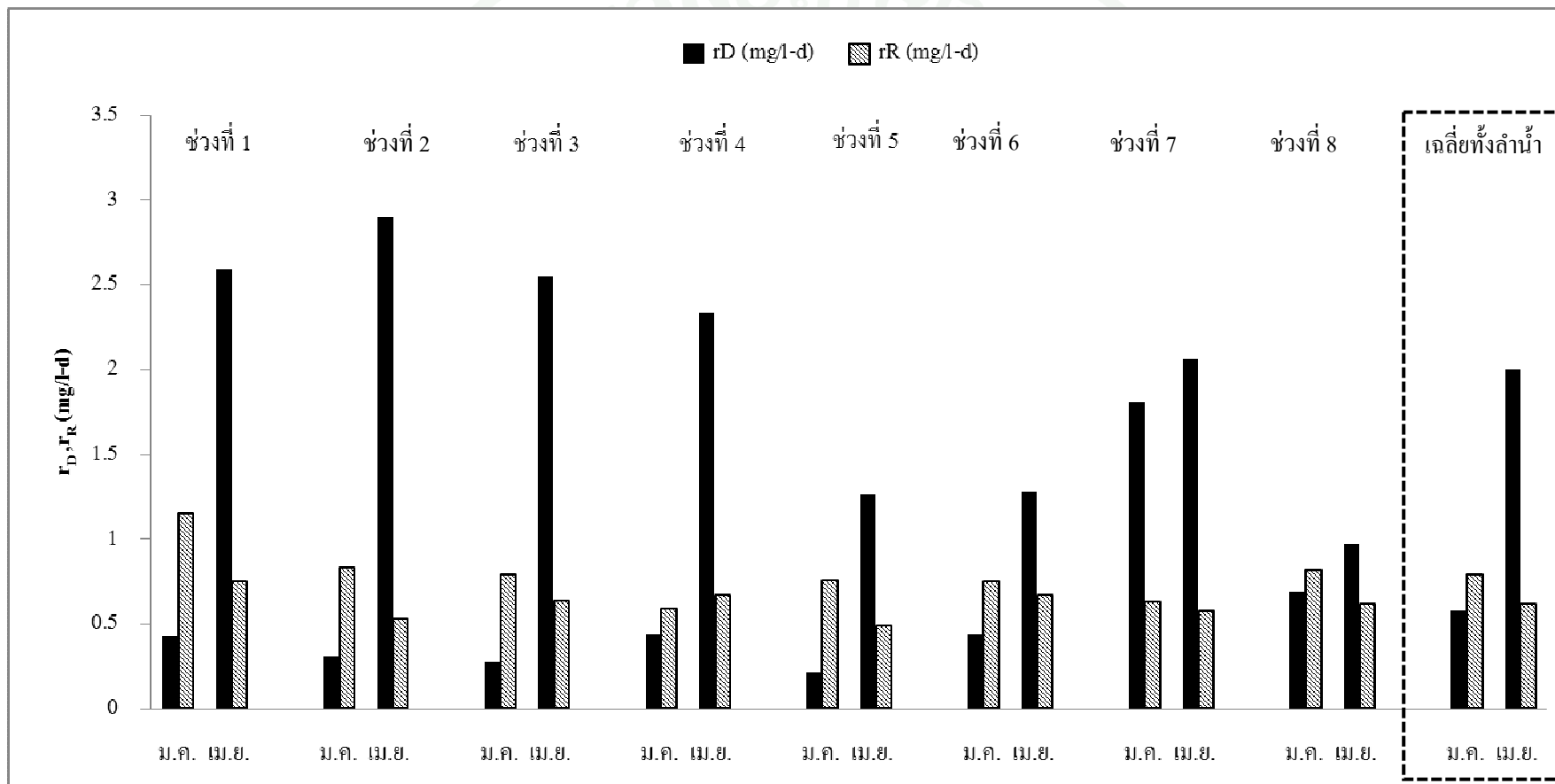
อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้พิจารณาการเติมออกซิเจนเฉพาะจากการแพร่กระจายลงสู่ผิวน้ำโดยตรง แต่ในความเป็นจริงแล้วแหล่งน้ำจะได้รับออกซิเจนมากที่สุดจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ (McColl, 1974; Padgett, 1975; Reynolds and Edwards, 1995; Faerge *et al.*, 2001; Tanji *et al.*, 2006; Schaffner *et al.*, 2009) ซึ่งแม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่มีความหลากหลายของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชจำนวนมาก จากการศึกษาของพิศมัย (2544) พบว่า แม่น้ำท่าจีนมีแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 156 ชนิด โดยในเดือนเมษายนมีองค์ประกอบของชนิดและปริมาณสูงสุด ถึง 10,039 หน่อต่อลิตร ส่วนในเดือนธันวาคมมีค่าต่ำสุด (731 หน่อต่อลิตร) โดยชนิดที่มีปริมาณมากที่สุด คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (*Oscillatoria* spp. และ *Spirulina platensis*)

อย่างไรก็ตาม สมดุลออกซิเจนของแหล่งน้ำ ยังอาจแปรเปลี่ยนไปตามปัจจัยและองค์ประกอบสถานะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ซึ่งเป็นความซับซ้อนของระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ดังนั้น ค่าสมดุลออกซิเจนที่ติดลบ จึงมิได้หมายความว่า ในช่วงนั้น แม่น้ำจะไม่มีศักยภาพในการ

ฟอกตัวเอง แต่ยังคงพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น ปริมาณของเสียที่ถูกทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ และการดำเนินกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ฉัตรไชย, 2539; ผดุงเกียรติ, 2541; เปี่ยมศักดิ์, 2543)

ตารางที่ 9 อัตราการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน (r_c) ในแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำนํ้า	อัตราการการเปลี่ยนแปลงออกซิเจน (มก./ล./วัน)	
		มกราคม	เมษายน
1	ช่วงเหนือคลองมหาสวัสดิ์	0.72	-1.85
2	ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์	0.53	-2.36
3	ช่วงผ่าน ทม.นครชัยศรี	0.52	-1.91
4	ช่วงผ่าน ทม.อ้อมใหญ่	0.16	-1.67
5	ช่วงผ่านคลองดำเนินสะดวก	0.54	-0.77
6	ช่วงผ่านคลองภาษีเจริญ	0.31	-0.61
7	ช่วงล่างคลองมหาชัย	-1.18	-1.48
8	ช่วงปากแม่น้ำ	0.13	-0.35
เฉลี่ยทั้งลำน้ำ		0.22	-1.38



ภาพที่ 65 เปรียบเทียบอัตราการใช้ออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมออกซิเจน (r_R) ของแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก

1.4 จุดวิกฤต (critical point) ของแม่น้ำท่าจีน

การหาจุดวิกฤตของออกซิเจนละลายน้ำ หรือเวลาที่ออกซิเจนละลายน้ำลดลงต่ำสุด ทำให้ทราบระยะเวลาหรือระยะทางจากจุดปล่อยน้ำเสียหรือน้ำหลากจนถึงท้ายน้ำ โดยหาได้จากสมการ DO sag curve ของ Streeter และ Phelps (1925) โดยพบว่า แม่น้ำท่าจีนในช่วงที่มีการรองรับมวลน้ำท่วม มีระยะเวลาที่ออกซิเจนละลายน้ำลดลงต่ำสุดเฉลี่ยทั้งลำน้ำเท่ากับ -1.71 วัน ซึ่งหมายความว่า แม่น้ำในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีจุดวิกฤต ทั้งนี้เกิดจากมีปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ต่ำ สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้โดยไม่ทำให้ออกซิเจนในน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนเสียสมดุลนั่นเอง (ฉัตรไชย, 2539) สำหรับในเดือนเมษายน พบว่า แม่น้ำท่าจีนมีระยะเวลาที่ออกซิเจนละลายลดลงต่ำสุดภายหลังจากได้รับมลสารแล้ว เฉลี่ยเท่ากับ 2.25 วัน ซึ่งหมายความว่า มีช่วงเวลาในการฟอกตัวเพื่อให้เข้าสู่ภาวะปกติประมาณ 4.5 วัน เมื่อพิจารณาแต่ละช่วงลำน้ำ พบว่า ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์เป็นช่วงที่มีจุดวิกฤตนานที่สุด คือ ประมาณ 3 วัน หรือต้องใช้เวลาในการฟอกตัวถึง 6 วัน จึงจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติ ส่วนช่วงที่มีระยะฟอกตัวน้อยที่สุด คือ บริเวณปากแม่น้ำ เท่ากับ 1 วัน (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 จุดวิกฤต (critical point) หรือเวลาที่ออกซิเจนมีค่าต่ำสุด ของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำน้ำ	เวลาจุดวิกฤต (วัน)	
		มกราคม	เมษายน
1	ช่วงเหนือคลองมหาสวัสดิ์	-3.08	2.44
2	ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์	-3.29	2.97
3	ช่วงผ่าน ทม.นครชัยศรี	-3.26	2.77
4	ช่วงผ่าน ทม.อ้อมใหญ่	-0.77	2.57
5	ช่วงผ่านคลองดำเนินสะดวก	-4.07	2.08
6	ช่วงผ่านคลองภาษีเจริญ	-1.42	1.68
7	ช่วงล่างคลองมหาชัย	2.68	2.50
8	ช่วงปากแม่น้ำ	-0.50	1.00
เฉลี่ยทั้งลำน้ำ		-1.71	2.25

1.5 ความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (Fair's self-purification ratio)

ความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำนั้น เป็นอัตราส่วนของค่าคงที่ของการเติมออกซิเจนของแหล่งน้ำ (K_2) กับค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) ถ้ามีค่าสูงแสดงว่ามีความสามารถในการฟอกตัวสูง และถ้ามีค่าต่ำ ก็มีความสามารถในการฟอกตัวต่ำเช่นกัน

ผลการศึกษาพบว่า แม่น้ำท่าจีนมีความสามารถในการฟอกตัวเฉลี่ยในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่รองรับมวลน้ำท่วมจากพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่โดยรอบ สูงกว่าในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีน้ำท่วมแล้ว โดยมีค่าเท่ากับ 0.36 และ 0.31 ตามลำดับ ยกเว้นในบริเวณบริเวณปากแม่น้ำ พบว่า เดือนเมษายนมีความสามารถในการฟอกตัวสูงกว่าในเดือนมกราคม และเป็นช่วงลำน้ำที่มีความสามารถในการฟอกตัวสูงสุด รายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความสามารถในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำน้ำ	ความสามารถในการฟอกตัว	
		มกราคม	เมษายน
1	ช่วงเหนือคลองมหาสวัสดิ์	0.49	0.38
2	ช่วงผ่านคลองมหาสวัสดิ์	0.40	0.31
3	ช่วงผ่าน ทม.นครชัยศรี	0.37	0.31
4	ช่วงผ่าน ทม.อ้อมใหญ่	0.25	0.26
5	ช่วงผ่านคลองดำเนินสะดวก	0.34	0.26
6	ช่วงผ่านคลองภาษีเจริญ	0.34	0.29
7	ช่วงล่างคลองมหาชัย	0.29	0.25
8	ช่วงปากแม่น้ำ	0.38	0.42
เฉลี่ยทั้งลำน้ำ		0.36	0.31

2. คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

การศึกษาความสามารถในการฟอกตัวเองของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ครั้งนี้ใช้ข้อมูล อุณหภูมิ น้ำ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ที่ตรวจวัดจริงในภาคสนาม และผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดีทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งเก็บข้อมูลจำนวน 2 ช่วง คือ ช่วงที่รองรับมวลน้ำท่วม (เดือนมกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับมวลน้ำ (เดือนเมษายน 2555) โดยคลองมหาสวัสดิ์ เริ่มตั้งแต่บริเวณหน้าวัดสุวรรณาราม อ.ศาลายาจนถึงปากคลองมหาสวัสดิ์ ระยะทาง 5.3 กิโลเมตร คลองภาษีเจริญ ตั้งแต่บริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอกระทุ่มแบน ถึงปากแม่น้ำ ระยะทาง 4.5 กิโลเมตร และคลองมหาชัย ตั้งแต่บริเวณโครงการแก้มลิงคลองมหาชัย - คลองสนามชัย ถึงปากแม่น้ำ ระยะทาง 4 กิโลเมตร โดยมีผลการศึกษาดังนี้

2.1 ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2)

ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือ ค่า K_1 ในช่วงที่รองรับมวลน้ำหลาก พบว่า ทั้งสามคลองมีค่าใกล้เคียงกันมาก คือ คลองมหาสวัสดิ์ เท่ากับ 0.34 คลองภาษีเจริญ เท่ากับ 0.33 และคลองมหาชัยเท่ากับ 0.32 สำหรับในช่วงที่ไม่มีการระบายแล้ว พบว่าทั้งสามคลองมีค่าคงที่ของการย่อยสลายใกล้เคียงกันมากเช่นกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าช่วงที่ไม่ได้รองรับมวลน้ำหรือในเดือนเมษายน มีค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์สูงกว่าในเดือนมกราคม

ค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน หรือ ค่า K_2 พบว่า ในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่าในเดือนมกราคม ทั้ง 3 คลอง โดยคลองที่มีค่าสูงสุดคือ คลองมหาชัย (ตารางที่ 12)

2.2 อัตราการลดลงของออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมออกซิเจน (r_R)

อัตราการลดลงของออกซิเจน หรืออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ ของทั้ง 3 คลอง ในเดือนมกราคม พบว่า คลองที่มีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์สูงสุด คือ คลองมหาชัย โดยที่ทิศทางที่สวนกับเดือนเมษายน เนื่องจากในเดือนเมษายน พบว่า คลองมหาสวัสดิ์เป็นคลองที่มีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์สูงสุด

สำหรับอัตราการเติมออกซิเจนของทั้ง 3 คลอง พบว่า ในเดือนมกราคมนั้น คลองมหาสวัสดิ์เป็นคลองที่มีอัตราการเติมอากาศสูงสุด รองลงมาคือคลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย มีอัตราการเติมออกซิเจนต่ำสุด ในขณะที่เดือนเมษายนนั้น พบว่าคลองมหาสวัสดิ์เป็นคลองที่มีอัตราการเติมออกซิเจนสูงที่สุด (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 12 ค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_1) และค่าคงที่ของการเติมออกซิเจน (K_2) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก

คลอง	ค่า K_1		ค่า K_2	
	มกราคม	เมษายน	มกราคม	เมษายน
มหาสวัสดิ์	0.34	0.42	0.31	0.69
ภาษีเจริญ	0.33	0.42	0.15	0.24
คลองมหาชัย	0.32	0.41	0.07	0.70

ตารางที่ 13 อัตราการลดลงของออกซิเจน (r_D) และอัตราการเติมออกซิเจน (r_R) ของในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก

คลอง	อัตราการลดลงของออกซิเจน (มก./ล./วัน)		อัตราการเติมออกซิเจน (มก./ล./วัน)	
	มกราคม	เมษายน	มกราคม	เมษายน
มหาสวัสดิ์	2.45	2.45	2.45	2.45
ภาษีเจริญ	2.60	2.60	2.60	2.60
คลองมหาชัย	4.86	4.86	4.86	4.86

2.3 สมดุลออกซิเจน หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงออกซิเจน (r_c)

จากการศึกษา พบว่า ทั้งในช่วงที่มีการระบายมวลน้ำ (เดือนมกราคม) และช่วงที่ไม่รองรับมวลน้ำแล้วนั้น (เดือนเมษายน) คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน หรือ ความแตกต่างระหว่างอัตราการเดิมออกซิเจนกับอัตราการใช้ออกซิเจน เป็นค่าติดลบทั้ง 3 คลอง (ตารางที่ 14) ซึ่งหมายความว่า คลองทั้ง 3 สาย นั้นมีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูง โดยพบว่า มีค่าบีโอดีอยู่ในช่วง 3 – 11 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้แบคทีเรียที่อยู่ในน้ำต้องใช้ออกซิเจนปริมาณมากเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ จึงทำให้ออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ขณะที่การเดิมออกซิเจนเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป ประกอบกับคลองมีลักษณะแคบกว่าแม่น้ำ ทำให้การเดิมอากาศเกิดขึ้นน้อยนั่นเอง ดังนั้นจึงทำให้คลองทั้ง 3 สาย ไม่สามารถรักษาสมดุลของออกซิเจนไว้ได้ แต่อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงแล้ว พบว่า การเดิมออกซิเจนในน้ำนั้นยังมาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงได้อีกทาง ทั้งนี้เนื่องจากคลองทั้ง 2 สาย เป็นคลองที่กว้างมากกว่า คลองภาษีเจริญ มีชุมชนตั้งอยู่ริมคลองน้อยกว่าคลองภาษีเจริญ ซึ่งตลอด 2 ฝั่งคลอง พบว่ามีบ้านเรือนและชุมชนหนาแน่น เนื่องจากเป็นชุมชนเมือง นอกจากนี้ยังมีโรงงานตั้งอยู่ด้วย จึงพบว่า คลองภาษีเจริญประสบปัญหาน้ำเน่าเสียเกือบตลอดทั้งปี (สำนักงานเทศบาลเมืองกระทุ่มแบน, 2549)

ตารางที่ 14 อัตราการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน ($r_c = r_R - r_D$) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก

ลำดับที่	คลอง	อัตราการเปลี่ยนแปลงออกซิเจน (มก./ล./วัน)	
		มกราคม	เมษายน
1	มหาสวัสดิ์	-0.96	-4.71
2	ภาษีเจริญ	-1.51	-4.37
3	มหาชัย	-4.37	-2.08

2.4 จุดวิกฤต (critical point) หรือเวลาที่ออกซิเจนลดลงต่ำสุด

ในช่วงเดือนมกราคม ซึ่งมีการระบายน้ำท่วม พบว่า คลองมหาชัยเป็นคลองที่ต้องใช้ระยะเวลาในการฟอกตัวนานที่สุด คือ ประมาณ 10 วัน (ตารางที่ 15) ทั้งนี้ น่าจะมีสาเหตุมาจาก คลองมหาชัยเป็นคลองที่ตั้งอยู่ตอนล่างสุดของกลุ่มน้ำท่าจีน ในขณะที่คลองมหาสวัสดิ์เป็นคลองที่รองรับมวลน้ำท่วมมาจากคลองทิวพัฒนาโดยตรง ซึ่งได้รับมวลน้ำมากกว่า อาจส่งผลกระทบต่อการใช้งาน ประกอบกับคลองมหาชัยตอนล่างอยู่ในเขตเทศบาลเมืองสมุทรสาคร ซึ่งมีชุมชนหนาแน่น และโรงงานแปรรูปอาหารจำนวนมากตั้งอยู่บริเวณปากคลองมหาชัย ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีสารอินทรีย์สูง ดังนั้นจึงทำให้ต้องใช้เวลานานในการฟอกตัวเพื่อให้กลับเข้าสู่สภาวะปกติ

สำหรับในเดือนเมษายน ซึ่งไม่มีน้ำท่วมแล้ว พบว่า คลองภาษีเจริญเป็นคลองที่มีระยะเวลาในการฟอกตัวเพื่อให้คุณภาพน้ำกลับสู่สภาวะปกติมากที่สุด คือ ประมาณ 8 วัน แสดงดังตารางที่ 15 สาเหตุสำคัญที่ทำให้คลองภาษีเจริญมีระยะเวลาการฟื้นตัวที่ยาวนาน เนื่องจากในเดือนเมษายนมีปริมาณน้ำน้อย และไม่ได้รับน้ำต้นทุนในช่วงหน้าแล้งจากแหล่งน้ำอื่น ๆ เนื่องจากถูกจัดสรรไปใช้เพื่อการชลประทาน ประกอบกับคลองภาษีมีชุมชนและบ้านเรือนตั้งอยู่ตลอด 2 ฟัง คลอง จึงทำให้เกิดสารอินทรีย์ถูกกักเก็บอยู่ในคลอง และมีระยะเวลาในการฟื้นตัวที่นาน หรืออาจไม่ฟื้นตัวเลยเนื่องจากการเติมความสกปรกตลอดลำคลอง

ตารางที่ 15 จุดวิกฤต (critical point) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำน้ำ	เวลาจุดวิกฤต (วัน)	
		มกราคม	เมษายน
1	คลองมหาสวัสดิ์	1.42	2.23
2	คลองภาษีเจริญ	2.60	3.61
3	คลองมหาชัย	4.98	2.36

2.5 ความสามารถในการฟอกตัวของแหล่งน้ำ (Fair's self-purification ratio)

ความสามารถในการฟอกตัวของคลองทั้ง 3 สายที่รองรับมวลน้ำจากวิกฤตน้ำท่วม กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล พบว่า ในช่วงที่รองรับมวลน้ำนั้น คลองมหาสวัสดิ์เป็นคลองที่มีความสามารถในการฟอกตัวสูงสุด คือ เท่ากับ 0.92 และคลองมหาชัยเป็นคลองที่มีความสามารถในการฟอกตัวต่ำสุด สำหรับช่วงที่ไม่ได้รับมวลน้ำจากพื้นที่น้ำท่วมแล้วนั้น พบว่า ความสามารถในการฟอกตัวของคลองทั้ง 3 สาย มีทิศทางเดียวกับในช่วงที่มีการรองรับมวลน้ำท่วม สอดคล้องตามทฤษฎีของ Streeter and Phelps (1925); Fair (1968) โดยแหล่งน้ำจะมีความสามารถในการฟอกตัวได้ด้นขึ้นขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกเติม ความลึก และความเร็วของการไหล โดยแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์ต่ำ ด้น และไหลเร็ว จะสามารถฟอกตัวได้ดี รายละเอียดดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ความสามารถในการฟอกตัวของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก

ช่วงที่	ลักษณะของช่วงลำน้ำ	ความสามารถในการฟอกตัว	
		มกราคม	เมษายน
1	คลองมหาสวัสดิ์	0.92	0.86
2	คลองภาษีเจริญ	0.44	0.49
3	คลองมหาชัย	0.22	0.46

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. คุณภาพน้ำท่วมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

คุณภาพน้ำทางกายภาพ พบว่า ค่าความเป็นกรดเบส (pH) มีค่าอยู่ในช่วง 7.08 - 7.70 อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 30.6 - 34.1 องศาเซลเซียส ของแข็งละลายรวม (TDS) มีค่า 122 - 307 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่าอยู่ในช่วง 187.5 - 443 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0 - 0.1 ppt ค่าความโปร่งแสง เท่ากับ 15 - 50 เซนติเมตร สีเท่ากับ 2.64 - 3.26 หน่วย (pt-unit) กลิ่นเป็นไปตามธรรมชาติ สำหรับคุณภาพน้ำทางเคมี พบว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีค่าอยู่ในช่วง 0.14 - 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดี มีค่าอยู่ในช่วง 2.80 - 6.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทั้งสองค่าจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินในประเภทที่ 4-5 คือมีคุณภาพเสื่อมโทรม ถึงเสื่อมโทรมมาก ค่าไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย (NH_3) และไนเตรท (NO_3 -N) อยู่ในช่วงตั้งแต่ตรวจหาไม่พบ ถึง 0.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโลหะหนักในน้ำ พบว่า ทั้ง 9 จุดเก็บ ไม่มีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ยกเว้นฟีนอล พบว่ามีค่าเกินมาตรฐานสำหรับคุณภาพน้ำด้านชีวภาพ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม (coliform bacteria) และกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform) มีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 โดยมีค่าในช่วง 1,300 ถึงมากกว่า 160,000 และ 350 ถึงมากกว่า 160,000 MPN/100 ml ตามลำดับ นอกจากนี้พบการปนเปื้อน อีโคไล (*E. coli*) มีค่าอยู่ในช่วง 79 ถึง 22,000 MPN/100 ml แต่ไม่พบการปนเปื้อนของ *Shigella spp.* และ *Vibrio cholera* จึงกล่าวได้ว่า มวลน้ำท่วมในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล มีดัชนีคุณภาพน้ำที่ต่ำกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี และแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม

2. คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ ในช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555) พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 28.00 - 29.80 และ 32.70 - 34.40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเบส มีค่าอยู่ในช่วง 7.22 - 7.44 และ 7.28 - 7.59 ค่าความเค็ม เท่ากับ 0.1 - 0.2 และ 0.1 - 0.2 ppt ส่วนค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 374 - 541 และ 374 - 541 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ของแข็งละลายรวมมีค่าอยู่ในช่วง 256 - 362 และ

255 - 344 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าอยู่ในช่วง 1.23 - 5.59 และ 3.30 - 11.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดี เท่ากับ 3.61 - 9.62 และ 3.30 - 11.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดี เท่ากับ 13.04 - 26.09 และ 14.49 - 37.68 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับค่าไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น มีค่าอยู่ในช่วง 2.54 - 3.54 และ 1.27 - 3.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าฟอสฟอรัส ตรวจไม่พบในทุกจุดเก็บ และค่าโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในช่วง 5.60 - 7.77 และ 3.68 - 5.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยภาพรวมพบว่า คุณภาพน้ำในช่วงที่รองรับมวลน้ำมีคุณภาพดีกว่าในช่วงที่ไม่ได้รองรับมวลน้ำโดยดัชนีที่มีความแตกต่างกันมากใน 2 ช่วง คือ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ โดยพบว่าในเดือนเมษายนมีค่าสูงกว่า เดือนมกราคม เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำ นอกจากนี้ พบว่า เดือนเมษายนมีค่าบีโอดีสูงกว่าเดือนมกราคมมาก สำหรับดัชนีอื่นๆ พบว่า มีแตกต่างเล็กน้อย

คุณภาพน้ำในคลองภาษีเจริญ พบว่า ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 27.50 - 29.10 และ 32.50 - 34.40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเบส มีค่าอยู่ในช่วง 7.14 - 7.42 และ 7.09 - 7.58 ค่าความเค็ม เท่ากับ 0.1 - 0.3 และ 0.2 - 0.3 ppt ตามลำดับ ส่วนค่าความนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 423 - 756 และ 517 - 675 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าของแข็งละลายรวม มีค่าอยู่ในช่วง 250 - 362 และ มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.12 - 3.13 และ 2.72 - 8.82 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี เท่ากับ 5.09 - 10.41 และ 2.60 - 11.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น มีค่าอยู่ในช่วง 4.45 - 9.53 และ 2.54 - 6.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าฟอสฟอรัส ตรวจไม่พบในทุกจุด

คุณภาพน้ำในคลองมหาชัย ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555) พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 26.20 - 27.80 และ 31.70 - 34.10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเบส (pH) มีค่าอยู่ในช่วง 7.28 - 7.42 และ 7.23 - 7.90 ค่าความเค็ม เท่ากับ 1.10 - 3.10 และ 0.96 - 6.80 ppt ส่วนค่าความนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 1,901 - 11,850 และ 2,190 - 5,630 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ค่าของแข็งละลายรวม (TDS) มีค่าอยู่ในช่วง 1,230 - 7,940 และ 1,470 - 3,770 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีค่าอยู่ในช่วง 0.90 - 2.16 และ 0.87 - 10.31 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี เท่ากับ 8.03 - 106.45 และ 10.15 - 43.48 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น (TKN) มีค่าอยู่ในช่วง 3.18 - 3.81 และ 2.54 - 6.36 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับค่าฟอสฟอรัสในเดือนมกราคมตรวจไม่พบในทุกจุดเก็บ แต่ใน

เดือนเมษายน มีค่าอยู่ในช่วง 0.33 - 0.79 และค่าโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในช่วง 14.81 - 76.26 และ 15.28 - 36.87 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในคลองทั้ง 3 คลอง ระหว่าง 2 ช่วงฤดูกาล พบว่า ดัชนีที่มีความแปรปรวน คือ ค่าออกซิเจนละลาย โดยพบว่า ทั้ง 3 คลองมีค่าออกซิเจนละลายในเดือนเมษายนสูงกว่าในเดือนมกราคม ปัจจัยสำคัญคือ ความเข้มของแสงในเดือนเมษายน ซึ่งใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ และทำให้ออกซิเจนในน้ำสูงขึ้น และพบว่าค่าบีโอดีในเดือนเมษายนสูงกว่าในเดือนมกราคมเช่นกัน โดยมีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (เสื่อมโทรม) ทั้ง 3 คลอง ซึ่งคลองมหาชัยเป็นคลองที่มีค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดีสูงสุด ตามด้วยคลองภาษีเจริญ และคลองมหาสวัสดิ์ ตามลำดับ

3. คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่รองรับน้ำหลาก (เดือนมกราคม) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555) ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงปากแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รวมทั้งสิ้น 21 จุดเก็บ โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 28.41 และ 32.86 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเบส เท่ากับ 7.24 และ 7.22 ค่าความเค็ม เท่ากับ 1.02 และ 2.06 ppt ตามลำดับ ส่วนค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 2,001 และ 3,647 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าของแข็งละลายรวมเท่ากับ 1,345 และ 2,444 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) เท่ากับ 1.26 และ 2.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ หรือบีโอดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 และ 3.29 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.26 - 1.62 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซีโอดี เท่ากับ 35.13 และ 64.72 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับค่าไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 และ 1.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.18 และ 1.73 มิลลิกรัมต่อลิตร และโพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.40 และ 29.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำระหว่างช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (เดือนมกราคม) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เดือนเมษายน 2555) พบว่า มีความแตกต่างและมีความแปรปรวนเกือบทุกดัชนี เนื่องจากในช่วงเดือนเมษายนนั้น แม่น้ำท่าจีนได้รับน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษหลายประเภท เช่น ฟาร์มสุกร ชุมชนหนาแน่น และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า เดือนเมษายน เป็นช่วงฤดูแล้งซึ่งมีปริมาณน้ำน้อย น้ำทะเลจึงหนุนสูงเข้ามาในแม่น้ำได้ถึงอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีผลต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียในน้ำจึงให้

ลดลงดังนั้นจึงทำให้ค่าบีโอดี และซีโอดีมีค่าสูงขึ้น ยกเว้นในบริเวณปากแม่น้ำ และพบว่าระยะ 10 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ เป็นบริเวณที่มีออกซิเจนละลายน้ำสูงที่สุด เนื่องจากอิทธิพลการหมุนของน้ำทะเล ประกอบกับสารอินทรีย์ในช่วงต้นลำน้ำถูกย่อยสลายและเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปธาตุอาหารพืช ได้แก่ Dissolved Organics Carbon (DOC), Dissolved Organics Nitrogen (DON), Dissolved Organics Phosphorus (DOP), ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ส่งผลให้บริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำท่าจีนมีป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ และมีสัตว์น้ำชุกชุม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขา ในปี 2552 – 2554 (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, 2552, 2553, 2554) และ Mahujchariyawong and Ikeda (2001)

4. สมรรถนะการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนมีความสามารถในการฟอกตัวเฉลี่ยในช่วงที่รองรับน้ำหลาก (เดือนมกราคม) และช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก (เดือนเมษายน) เท่ากับ 0.36 และ 0.31 ตามลำดับ ซึ่งความสามารถในการฟอกตัวขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ และค่าคงที่ของการเติมอากาศ โดยพบว่า ในเดือนมกราคม และเดือนเมษายน แม่น้ำท่าจีน มีค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ เท่ากับ 0.34 และ 0.42 9 ต่อวัน ตามลำดับ ในบริเวณปากแม่น้ำมีความสามารถในการฟอกตัวสูงที่สุด สำหรับความสามารถในการรักษาสมดุลออกซิเจน พบว่า ช่วงที่รองรับน้ำหลาก แม่น้ำท่าจีนสามารถรักษาสมดุลออกซิเจนไว้ได้ แต่ในช่วงที่ไม่ได้รองรับน้ำหลาก หรือเดือนเมษายน พบว่า แม่น้ำท่าจีนเสียสมดุลออกซิเจน เนื่องจาก มีอัตราการใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ สูงกว่าอัตราการเติมออกซิเจน และสำหรับจุดวิกฤต (critical point) พบว่า ช่วงที่รองรับน้ำหลาก มีจุดวิกฤตหรือระยะเวลาที่ออกซิเจนละลายน้ำลดลงต่ำสุดสั้นกว่าช่วงเดือนเมษายน ซึ่งไม่มีการระบายมวลน้ำแล้ว โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งลำน้ำเท่ากับ -1.71 วัน และ 2.25 วัน ตามลำดับ

5. สมรรถนะการฟอกตัวของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

ความสามารถในการฟอกตัวของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ในเดือนมกราคม พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.92, 0.44 และ 0.22 ตามลำดับ สำหรับเดือนเมษายน มีค่าเท่ากับ 0.86, 0.49 และ 0.46 ตามลำดับ โดยในเดือนเมษายน ทั้งสามคลองมีความสามารถในการฟอกตัวสูงกว่าในเดือนมกราคมเล็กน้อย เมื่อพิจารณาความสามารถในการรักษาสมดุลออกซิเจนในน้ำพบว่า ทั้งในช่วงที่มีการระบายน้ำหลาก และไม่มีการระบายน้ำ ทั้งสามคลองมีอัตราการใช้ออกซิเจนมากกว่าอัตราการเติมออกซิเจน จึงทำเสียสมดุลออกซิเจนไป โดยพบว่า คุณภาพน้ำมีความสกปรก

ในรูปสารอินทรีย์สูงกว่าแม่น้ำท่าจีนค่อนข้างมาก ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3 – 11 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับจุดวิกฤต (critical point) หรือระยะเวลาที่คุณภาพน้ำในคลองสามารถฟอกตัวเองให้กลับเข้าสู่ภาวะปกติภายหลังการรับมลสารแล้ว โดยในเดือนมกราคม พบว่า คลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัยมีช่วงจุดวิกฤต เท่ากับ 1.42, 2.60 และ 4.98 วัน ตามลำดับ สำหรับเดือนเมษายน มีค่าเท่ากับ 2.33, 3.61 และ 2.36 วัน ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากแม่น้ำท่าจีน โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำได้รับอิทธิพลการขึ้น-ลงของน้ำทะเล ซึ่งมีปัจจัยการแพร่ของมลสารเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่าที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Streeter และ Phelps จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากเป็นแบบจำลองแบบ 1 มิติ โดยสมมติว่าลำน้ำมีการกระจายของความเข้มข้นของมลสารและอัตราการไหลเท่ากันในแต่ละช่วงของลำน้ำ ดังนั้นควรมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองประเภท 2 มิติ ในการศึกษาเพื่อให้เกิดความถูกต้องสมเหตุสมผลกับสภาพตามธรรมชาติของแม่น้ำท่าจีนต่อไป
2. การกำหนดจุดเก็บ และช่วงลำน้ำที่ใช้ในการศึกษาของแม่น้ำท่าจีน จำเป็นต้องใช้ข้อมูลของแหล่งกำเนิดมลพิษที่เป็นข้อมูลปัจจุบันที่สุด เพื่อให้ทราบถึงชนิดและปริมาณของมลสารที่ถูกระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีน เพื่อให้การศึกษาถึงสมรรถนะการฟอกตัวเกิดค่าที่ถูกต้องที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2540. โครงการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำ แผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำ
ภาคกลาง. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2549. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535
กฎ ประกาศ และระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมมลพิษ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. คู่มือ วิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ. กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมชลประทาน. 2545. แผนการปรับปรุงระบบการระบายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง
ปี 2546 – 2555. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2534. การศึกษาวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนหลักของกรมโรงงาน
อุตสาหกรรมในการลดปัญหามลพิษทางน้ำจากภาคอุตสาหกรรม : รายงานฉบับสมบูรณ์.
กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางอนุญาตตั้ง/ขยายโรงงานในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน.
กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2522. ความรู้เรื่องอุทกภัย. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี และสารสนเทศ, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. ข้อมูลน้ำฝนในลุ่มน้ำท่าจีน ในปี พ.ศ. 2534-2552. กรมอุตุนิยมวิทยา
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสารสนเทศ, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2554. **ภาวะอากาศของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554**. แหล่งที่มา:

http://www.tmd.go.th/programs/uploads/yearlySummary/สภาวะอากาศ2554_up.pdf.

31 กรกฎาคม 2555.

เกษม จันทร์แก้ว. 2541. **เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม**. โครงการสหการวิทยابัณฑิตศึกษา สาขา
วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและภาควิชาอนุรักษ์วิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2554. **การใช้ธรรมชาติช่วยธรรมชาติตามแนวพระราชดำริบำบัดน้ำเน่าเสียท่วมขัง**.

แหล่งที่มา: <http://www.ceku.html>., 3 มีนาคม 2555.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. **มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำใน
ประเทศ ประกาศในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
พ.ศ. 2535**. คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ฉัตรไชย รัตนไชย. 2539. **การจัดการคุณภาพน้ำ**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ.

นฤมล สังขประดิษฐ์. 2541. **การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการ
คาดการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยพร ปิยสาริต. 2547. **การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำใน
แม่น้ำท่าจีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2543. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ**. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ผดุงเกียรติ อุทกเสณีย์. 2541. **ศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีต่อการรองรับน้ำเสียชุมชนส่วนเกินจาก
สมรรถนะของระบบรวบรวมน้ำเสีย จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พนาลี ชีวกิจการ. 2553. การใช้น้ำและปัญหามลพิษทางน้ำ, น. 187-234. ใน สมทิพย์ ด้านธีรวิชย์.
คุณภาพน้ำและการจัดการ. โรงพิมพ์จอยพริ้นท์, สงขลา.

พิสมัย เฉลยศักดิ์. 2544. การผันแปรของชนิดและปริมาณแพลงค์ตอนตามฤดูกาลในแม่น้ำท่าจีน.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัคพงศ์ สายพันธ์. 2551. การศึกษาอิทธิพลของถนนต่อการเกิดดินเค็มใน อำเภอกำแพงแสน
 จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนูดี หังสพฤกษ์. 2532. **สมุทรศาสตร์เคมี.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์ สำหรับการวิจัย
 ทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วินัย เลียงเจริญฤทธิ์. 2554. การพัฒนาแบบจำลองสิ่งแวดล้อมพร้อมโปรแกรมใน MATLAB.
 ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 กรุงเทพฯ.

วริยา มิตตา. 2547. การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความสามารถในการ
 รองรับของเสียสูงสุดรายวันของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพในแม่น้ำยม
 จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมใจ กาญจนวงศ์. 2532. **หลักการจัดการคุณภาพน้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมสถานะแวดล้อม
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สมทิพย์ ด้านธีรวิชย์. 2553. การประเมินคุณภาพน้ำในลำน้ำ, น. 235-283. ใน
 สมทิพย์ ด้านธีรวิชย์. **คุณภาพน้ำและการจัดการ.** โรงพิมพ์จอยพริ้นท์, สงขลา.

สุจิตา จำปา. 2552. การศึกษาคุณลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพของสัตว์พื้นท้องน้ำ เพื่อพัฒนา
ดัชนีชีวภาพสำหรับประเมินสภาวะมลพิษทางน้ำของแม่น้ำท่าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5. 2552. รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนและ
คลองสาขา ประจำปี 2552. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขา
ประจำปี 2553. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, กรุงเทพฯ.

_____. 2554. รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนและคลองสาขา
ประจำปี 2554. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเทศบาลเมืองกระทุ่มแบน. 2549. แผนพัฒนาเทศบาลกระทุ่มแบนสามปี พ.ศ. 2549 –
2551 เมืองกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร. สำนักงานเทศบาลเมืองกระทุ่มแบน,
สมุทรสาคร.

อรอินทร์ เวชสิทธิ์. 2551. การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณ
ไม้น้ำบางชนิดบริเวณแม่น้ำท่าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Adrian, D.D. and T.G. Sanders. 1998. Oxygen Sag Equation for Second-Order BOD decay.
Water Research 32: 840-848.

APHA, AWWA and WEF. 2005. **Standard Methods for the Examination of Water and
Wastewater**. 21st Edition, American Public, Washington, D.C.

Burnett, W.G., G. Wattayakornm., M. Taniguchi., H. Dulaiva, P. Sojisuporn, S. Rungsupa, and
T. Ishitobi. 2007. Groundwater-derived nutrient inputs to the Upper Gulf of Thailand.
Continental Shelf Research 27: 176-190.

Cazalles, B., D. Fontvielle and N.P. Chan. 1991. Self-purification in a logic ecosystems: a model of dissolved organic carbon and benthic microorganisms dynamics.

Ecological Modelling 58: 91-117.

Chen, Ye, J.J. Chengdu and K.S. Creamer. 2008. Inhibition of anaerobic digestion process:

A Review. **Bioresource Technology** 99: 4044-4064.

Chunkao, K., C. Nimpee and K. Duangmal. 2012. The King's initiatives using water hyacinth to remove heavy metals and plant nutrients from wastewater through Bueng Makkasan in

Bangkok Thailand. **Ecological Engineering** 39: 40-52.

Cukrov, N., P.C. muk, M. Mlakar and D. Omanovic. 2008. Spatial distribution of trace metals in the Krka river, Croatia: an example of the self –purification. **Chemosphere**

72: 1559-1566.

Faerge, J., J. Magic and F.W.T. Penning de Vries. 2001. Urban nutrient balance for Bangkok.

Ecological Modelling 139: 63-74.

Faulkner, H., V. Edmonds-Brown and A. Green. 2000. Problems of quality designation in diffusely polluted urban streams - the case of Pymme's Brook, north London.

Environmental Pollution 109: 91-107.

Fair, G.M., J.C. Geyer and D.A. Okun. 1968. **Water and Wastewater Engineering:**

Water Supply and Wastewater Removal Wiley, New York.

Grosse, W. 1989. **Thermo-osmotic air transport in aquatic plants affecting growth activities and oxygen diffusion to wetland soils, In Constructed Wetland for Wastewater**

Treatment. Ed.D.A. Hammer, Lewis Publisher, Inc., Chelsea, England.

_____ and Bauch. 1991. Gas transfer in floating-leaved plants. **Plant Physiology**

97: 185-192.

- Lie, W. and D. Chen. 2009. Spatial impact of organic matters from point sources on stream water quality. **Mining Science and Technology** 19: 256-261.
- Mahujchariyawong, J. and S. Ikeda. 2001. Modelling of environmental phytoremediation in eutrophic river – the case of water hyacinth harvest in Tha-chin River, Thailand. **Ecological Modelling** 142: 121-134.
- Mann, H.T. 1976. **Water treatment and Sanitation**, A Handbook of Simple Methods. Intermediate Technology Public, London.
- McColl, R.H.G. 1974. Self-purification of small freshwater streams: Phosphate, Nitrate, and Ammonia removal. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research** 8: 375-388.
- Metcalf and Eddy Inc. 1991. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse**. 3d ed., McGraw-Hill, Inc., New York.
- McGraw-Hill. 1998. **Natural Self - Purification in Streams**. 3rd Edition, McGraw Hall, New York.
- Mirmov, N.I. and I.G. Belyakova. 1982. Heat liberation during vapor condensation in a Thermo-siphon. **Journal of Engineering Physics** 43: 970-974.
- Novothy, V. 1989. **Handbook of Urban Drainage and Wastewater Disposal**. Wiley-Inter science Publication, New York.
- Padgett, W.J. 1975. A Stream-Pollution Model with Random Deoxygenation and Reaeration Coefficients. **Mathematical Bioscience** 42: 137-148.
- Reynolds, B. and A. Edwards. 1995. Factors influencing dissolved nitrogen concentrations and loadings in upland streams of the UK. **Agricultural Water Management** 27: 181-202.

Schaffner, M., H.P. Bader and R. Scheldegger. 2009. Model the contribution of point sources and to Thachin River water pollution. **Science of the Total Environment** 407: 4902-4915.

Streeter, H.W. and E.B. Phelps. 1925. **A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River.** US Public Health Service. Bulletin no.146, 96 p.

Tanji, Y., R. Sakai, K. Miyana and H. Unno. 2006. Estimation of the self-purification capacity of biofilm formed in domestic sewer pipes. **Biochemical Engineering Journal** 31: 96-101.

Vargaftik, N.B., Y.K. Vinogradov and V.S. Vargin. 1983. **Handbook of Physical Properties of Liquids and Gases.** 2nd Edition, Hemisphere Publications, New York.

Wang, L.K., D. Vielkind and M.H. Wang. 1978. Mathematical Models of Dissolved Oxygen Concentration in Fresh Water. **Ecological Modelling** 5: 115-123.



ภาคผนวก



ตารางผนวกที่ ก1 เวลาเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก
(มกราคม พ.ศ. 2555)

จุดเก็บ	พื้นที่	ระยะทาง (กิโลเมตร)	วัน/เดือน/ปี	เวลา (น.)
TC1	หน้าวัดบางพระ	-	30 มกราคม 2555	09.00
TC2	หน้า อบต.ดอนแฝก	6.0	30 มกราคม 2555	13.00
TC3	เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร	4.3	30 มกราคม 2555	15.48
TC4	หน้าวัดจิวราย	1.0	30 มกราคม 2555	16.28
TC5	หน้าวัดปิ่นจันทร์ราม	2.9	30 มกราคม 2555	18.28
TC6	สะพานรวมเมฆ	2.5	30 มกราคม 2555	20.00
TC7	หน้าวัดทรงคะนอง	11.3	31 มกราคม 2555	03.30
TC8	หน้าวัดไร่จิง	7.8	31 มกราคม 2555	08.40
TC9	หน้าวัดท่าข้าม	8.0	31 มกราคม 2555	13.55
TC10	หน้าวัดบางช้างเหนือ	2.8	31 มกราคม 2555	15.45
TC11	หน้าวัดอ้อมใหญ่	11.5	31 มกราคม 2555	23.20
TC12	หน้าวัดดอนไก่อี	5.5	1 กุมภาพันธ์ 2555	03.25
TC13	สะพานบางยางรุ่งสาง	7.5	1 กุมภาพันธ์ 2555	08.00
TC14	หน้าวัดอ่างทอง	2.9	1 กุมภาพันธ์ 2555	09.50
TC15	ล่างคลองภาษีเจริญ	1.3	1 กุมภาพันธ์ 2555	11.00
TC16	หน้าวัดพันธุวงษ์	7.7	1 กุมภาพันธ์ 2555	15.40
TC17	หน้าวัดกลางอ่าวแก้ว	7.6	1 กุมภาพันธ์ 2555	20.43
TC18	หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม	4.4	1 กุมภาพันธ์ 2555	23.42
TC19	หน้าวัดช่องลม	1.1	2 กุมภาพันธ์ 2555	00.28
TC20	หน้าวัดบางหญ้าแพรก	3.3	2 กุมภาพันธ์ 2555	02.32
TC21	ปากแม่น้ำท่าจีน	2.1	2 กุมภาพันธ์ 2555	04.10

หมายเหตุ ความเร็วเฉลี่ยในแม่น้ำท่าจีน เดือนมกราคม 2555 เท่ากับ 0.42 เมตรต่อวินาที

ตารางผนวกที่ ก2 เวลาเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก
(เมษายน พ.ศ. 2555)

จุดเก็บ	พื้นที่	ระยะทาง (กิโลเมตร)	วัน/เดือน/ปี	เวลา (น.)
TC1	หน้าวัดบางพระ	-	18 เมษายน 2555	08.30
TC2	หน้า อบต.ดอนแฝก	6.0	18 เมษายน 2555	13.05
TC3	เหนือคลองมหาสวัสดิ์ 500 เมตร	4.3	18 เมษายน 2555	16.53
TC4	หน้าวัดจิวราย	1.0	18 เมษายน 2555	17.46
TC5	หน้าวัดปิ่นจันทร์ราม	2.9	18 เมษายน 2555	19.00
TC6	สะพานรวมเมฆ	2.5	18 เมษายน 2555	21.44
TC7	หน้าวัดทรงคะนอง	11.3	19 เมษายน 2555	07.12
TC8	หน้าวัดไร่จิง	7.8	19 เมษายน 2555	14.24
TC9	หน้าวัดท่าข้าม	8.0	19 เมษายน 2555	21.47
TC10	หน้าวัดบางช้างเหนือ	2.8	19 เมษายน 2555	23.22
TC11	หน้าวัดอ้อมใหญ่	11.5	20 เมษายน 2555	09.00
TC12	หน้าวัดดอนไก่อี	5.5	20 เมษายน 2555	14.04
TC13	สะพานบางยางรุ่งสιν	7.5	20 เมษายน 2555	21.01
TC14	หน้าวัดอ่างทอง	2.9	20 เมษายน 2555	23.41
TC15	ล่างคลองภาษีเจริญ	1.3	21 เมษายน 2555	00.49
TC16	หน้าวัดพันธุวงษ์	7.7	21 เมษายน 2555	07.58
TC17	หน้าวัดกลางอ้งแก้ว	7.6	21 เมษายน 2555	15.02
TC18	หน้าวัดแหลมสุวรรณาราม	4.4	21 เมษายน 2555	19.06
TC19	หน้าวัดช่องลม	1.1	21 เมษายน 2555	20.06
TC20	หน้าวัดบางหญ้าแพรก	3.3	21 เมษายน 2555	23.06
TC21	ปากแม่น้ำท่าจีน	2.1	22 เมษายน 2555	01.00

หมายเหตุ ความเร็วเฉลี่ยในแม่น้ำท่าจีน เดือนเมษายน 2555 เท่ากับ 0.30 เมตรต่อวินาที

ภาคผนวก ข

คุณภาพน้ำในกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

ตารางผนวกที่ ข1 คุณภาพน้ำทางกายภาพของน้ำในกรุงเทพมหานคร ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

จุดเก็บ	Temp. (°C)	EC (µS/cm)	TDS (mg/l)	สี (pt-unit)	กลิ่น
คลองสอง	31.0	472	307	3.26	Normal
คลองเปรมประชากร	NM	NM	NM	3.26	Normal
คลองสามวา	34.1	348	226	3.26	Normal
คลองแสนแสบ	31.7	410	266	3.26	Normal
เจ้าพระยา พระราม 5	30.8	188	122	3.26	Normal
เจ้าพระยา พระราม 9	30.9	211	137	3.26	Normal
คลองบางกอกน้อย	30.6	430	279	3.26	Normal
คลองประปา	31.7	224	146	3.26	Normal
แยกราชพฤกษ์	33.2	443	289	3.26	Normal
เฉลี่ย	31.8	341	222	3.26	Normal

หมายเหตุ NM = Not Measuring

ตารางผนวกที่ ข2 คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำในกรุงเทพมหานคร ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

จุดเก็บ	pH	Sal. (ppt)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NH3 (mg/l)	NO3-N (mg/l)
คลองสอง	7.08	0.1	0.14	6.9	0.55	0.93
คลองเปรมประชากร	7.22	NM	NM	6.1	0.55	1.57
คลองสามวา	7.58	0.1	1.26	3.2	ND	1.06
คลองแสนแสบ	7.16	0.1	0.26	2.9	ND	ND
เจ้าพระยา พระราม 5	7.27	0.0	0.63	2.8	ND	0.53
เจ้าพระยา พระราม 9	7.27	0.0	0.43	2.8	ND	1.26
คลองบางกอกน้อย	7.09	0.1	0.21	4.8	ND	0.18
คลองประปา	7.23	0.0	0.27	3.9	ND	0.46
ราชพฤกษ์	7.70	0.1	2.80	6.8	ND	1.64
เฉลี่ย	7.29	0.1	0.75	4.5	0.55	0.95

หมายเหตุ ND = Non Detectable

NM = Not Measuring

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

จุดเก็บ	Cyanide (mg/l)	Phenol (mg/l)	As (mg/l)	Cd (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)	Mn (mg/l)	Hg (mg/l)	Nickel (mg/l)	Zn (mg/l)
คลองสอง	ND	0.012	0.0026	<0.0010	0.0190	0.0048	0.360	ND	0.0048	0.0626
คลองเปรมประชากร	ND	0.017	0.0038	<0.0010	0.0060	0.0021	0.305	<0.0005	0.0038	0.0520
คลองสามวา	ND	0.008	0.0073	ND	0.0018	0.0013	0.645	ND	0.0017	0.0063
คลองแสนแสบ	ND	0.008	0.0028	ND	0.0020	<0.0010	0.336	ND	0.0025	0.0034
เจ้าพระยา พระราม 5	ND	0.011	0.0023	ND	0.0018	0.0013	0.138	ND	0.0016	0.0130
เจ้าพระยา พระราม 9	ND	0.009	0.0024	ND	0.0019	<0.0010	0.145	ND	0.0015	0.0115
คลองบางกอกน้อย	ND	0.012	0.0034	ND	0.0032	<0.0010	0.522	ND	0.0020	0.0208
คลองประปา	ND	0.009	0.0028	<0.0010	<0.0015	0.0010	0.261	<0.0005	0.0016	0.0340
ราชพฤกษ์	ND	0.016	0.0039	ND	0.0031	0.0020	0.288	ND	0.0024	0.0216
เฉลี่ย	ND	0.011	0.0035	<0.0010	0.0049	0.0021	0.333	<0.0005	0.0024	0.0250

หมายเหตุ ND = Non Detectable

ตารางผนวกที่ ข3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพของน้ำในกรุงเทพมหานคร ช่วงเกิดอุทกภัย เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

จุดเก็บ	Coliform Bacteria (MPN/100 ml)	Faecal coliform (MPN/100 ml)	<i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml)	<i>Salmonella</i> spp. (per 100 ml)	<i>Shigella</i> spp. (per 100 ml)	<i>Staphylococcus</i> <i>Aureus</i> (cfu/ml)	<i>Vibrio cholera</i> (per 100 ml)
คลองสอง	>160,000	>160,000	17,000	Detected	ND	<1	ND
คลองเปรมประชากร	28,000	22,000	13,000	Detected	ND	<1	ND
คลองสามวา	1,300	350	79	ND	ND	<1	ND
คลองแสนแสบ	24,000	24,000	1,700	ND	ND	<1	ND
เจ้าพระยา พระราม 5	7,900	7,900	330	Detected	ND	<1	ND
เจ้าพระยา พระราม 9	92,000	35,000	22,000	Detected	ND	<1	ND
คลองบางกอกน้อย	54,000	35,000	700	Detected	ND	<1	ND
คลองประปา	3,300	3,300	350	Detected	ND	<1	ND
ราชพฤกษ์	7,900	7,900	220	ND	ND	<1	ND
เฉลี่ย	27,300	16,931	6,153	Detected	ND	<1	ND

หมายเหตุ ND = Non Detectable



ภาคผนวก ค

คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

ตารางผนวกที่ ค1 คุณภาพน้ำในคลองมหาสวัสดิ์ ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

จุดเก็บ	Temp (°C)		pH		Salinity (ppt.)		EC (µs/cm)		TDS (mg/l)		DO (mg/l)		BOD (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
MS1	29.80	34.40	7.44	7.51	0.10	0.20	383	511	256	343	5.59	6.31	3.60	8.90
MS2	29.00	34.00	7.24	7.59	0.10	0.20	374	515	250	344	2.14	5.78	3.61	6.70
MS3	29.10	34.40	7.23	7.48	0.20	0.10	541	440	362	296	4.66	5.81	9.62	6.46
MS4	28.70	33.70	7.22	7.28	0.10	0.10	470	419	315	281	2.78	4.67	5.71	11.70
MS5	28.00	32.70	7.22	7.30	0.10	0.10	403	380	270	255	1.23	3.46	5.68	3.30
เฉลี่ย	28.92	33.84	7.27	7.43	0.12	0.14	434	453	291	304	3.28	5.21	5.64	7.41
	COD (mg/l)		TKN (mg/l)		TP (mg/l)		K (mg/l)		DON (mg/l)		DOC (mg/l)		DOP (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
MS1	18.84	31.89	3.50	3.81	ND	<0.15	5.71	5.71	NM	0.64	NM	2.86	NM	0.03
MS2	20.29	37.68	3.18	3.81	ND	<0.15	5.60	5.49	NM	ND	NM	2.56	NM	0.01
MS3	26.09	17.39	2.54	2.54	ND	<0.15	7.08	4.68	NM	ND	NM	2.49	NM	ND
MS4	18.84	23.19	2.54	3.81	ND	<0.15	5.76	4.69	NM	ND	NM	2.79	NM	ND
MS5	13.04	14.49	3.18	1.27	ND	<0.15	5.98	3.68	NM	ND	NM	ND	NM	ND
เฉลี่ย	19.42	24.93	2.99	3.05	ND	<0.15	6.03	4.85	NM	0.64	NM	2.68	NM	0.02

หมายเหตุ ND = Non Detectable NM = Not Measuring

ตารางผนวกที่ ๒ คุณภาพน้ำในคลองภาษีเจริญ ช่วงที่มีการรองรับมวลน้ำท่วม (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำท่วม (เมษายน 2555)

จุดเก็บ	Temp (°C)		pH		Salinity (ppt.)		EC (µs/cm)		TDS (mg/l)		DO (mg/l)		BOD (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
PC1	28.40	33.60	7.33	7.09	0.10	0.20	499	531	334	356	3.13	2.72	10.41	2.60
PC2	29.10	34.30	7.19	7.38	0.10	0.20	423	517	283	346	1.08	5.62	5.09	4.40
PC3	28.20	33.50	7.14	7.23	0.20	0.20	509	555	341	371	0.98	3.52	5.58	8.10
PC4	28.60	33.50	7.23	7.58	0.30	0.20	668	570	447	382	0.15	8.82	7.15	11.30
PC5	27.50	32.50	7.35	7.29	0.30	0.30	756	675	506	453	0.12	3.52	5.57	3.60
เฉลี่ย	28.36	33.48	7.25	7.31	0.20	0.22	571	570	382	382	1.09	4.84	6.76	6.00
	COD (mg/l)		TKN (mg/l)		TP (mg/l)		K (mg/l)		DON (mg/l)		DOC (mg/l)		DOP (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
PC1	24.64	26.09	6.36	5.08	ND	0.24	7.06	5.49	NM	2.54	NM	2.19	NM	0.16
PC2	8.70	34.78	4.45	2.54	ND	0.22	6.36	5.21	NM	ND	NM	2.24	NM	0.11
PC3	8.70	26.09	7.63	5.08	0.15	0.35	7.39	5.54	NM	2.54	NM	2.46	NM	0.24
PC4	27.54	26.09	6.36	6.36	0.18	0.44	8.76	5.78	NM	2.54	NM	2.70	NM	0.32
PC5	37.68	28.99	9.53	2.54	0.23	0.37	8.94	6.67	NM	ND	NM	3.36	NM	0.28
เฉลี่ย	21.45	28.41	6.87	4.32	0.19	0.32	7.70	5.74	NM	2.54	NM	2.59	NM	0.22

ตารางผนวกที่ 3 คุณภาพน้ำในคลองมหาชัย ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

จุดเก็บ	Temp (°C)		pH		Salinity (ppt.)		EC (µs/cm)		TDS (mg/l)		DO (mg/l)		BOD (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
MC1	27.80	34.10	7.28	7.90	0.90	1.10	1,901	2,190	1,230	1,470	1.15	10.31	4.15	14.90
MC2	27.80	33.40	7.32	7.55	1.10	2.20	2,220	4,400	1,480	2,700	1.11	5.51	5.31	10.60
MC3	27.80	33.30	7.33	7.45	1.60	2.80	3,060	5,140	2,050	3,440	1.17	3.37	6.78	8.50
MC4	27.20	33.10	7.31	7.33	6.20	3.10	10,810	5,630	7,240	3,770	0.90	1.91	11.86	6.50
MC5	26.20	31.70	7.42	7.23	6.80	2.60	11,850	4,810	7,940	3,180	2.16	0.87	11.42	3.60
เฉลี่ย	27.36	33.12	7.33	7.49	3.32	2.36	5,968	4,434	3,988	2,912	1.30	4.39	7.90	8.82
	COD (mg/l)		TKN (mg/l)		TP (mg/l)		K (mg/l)		DON (mg/l)		DOC (mg/l)		DOP (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
MC1	11.59	49.28	3.81	2.54	ND	0.69	14.81	15.28	NM	0.64	NM	4.38	NM	0.42
MC2	10.15	52.18	3.18	2.54	ND	0.72	16.68	23.45	NM	0.64	NM	4.40	NM	0.53
MC3	11.59	78.26	3.18	6.36	ND	0.79	21.44	30.30	NM	0.64	NM	4.60	NM	0.55
MC4	35.51	43.38	3.81	2.54	ND	0.68	72.23	32.52	NM	ND	NM	4.00	NM	0.58
MC5	43.48	31.89	3.50	2.54	ND	0.33	76.26	26.87	NM	ND	NM	2.50	NM	0.28
เฉลี่ย	22.46	51.00	3.50	3.30	ND	0.64	40.28	25.68	NM	0.64	NM	3.98	NM	0.47



ภาคผนวก ง
คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

ตารางผนวกที่ ง1 คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

จุดเก็บ	Temp.		pH		Sal. (ppt)		EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		TDS (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
TC1	28.80	32.60	7.18	7.04	0.20	0.10	518	379	345	254
TC2	28.60	33.50	7.24	7.12	0.20	0.10	542	387	354	259
TC3	29.00	32.80	7.22	7.14	0.20	0.10	544	395	366	264
TC4	28.90	32.70	7.23	7.14	0.20	0.10	548	396	368	265
TC5	28.60	32.60	7.25	7.16	0.20	0.10	545	395	364	266
TC6	28.60	32.30	7.22	7.06	0.20	0.10	583	395	390	265
TC7	28.60	32.40	7.25	7.01	0.20	0.10	601	393	402	263
TC8	28.50	32.80	7.18	7.12	0.20	0.10	582	395	390	265
TC9	29.40	32.20	7.18	7.13	0.20	0.10	559	412	375	276
TC10	28.90	32.10	7.21	7.09	0.20	0.10	565	423	380	283
TC11	25.00	32.70	7.18	7.06	0.20	0.10	569	443	383	297
TC12	28.50	33.10	7.27	7.09	0.20	0.10	602	464	407	311
TC13	28.50	32.30	7.22	7.16	0.20	0.10	582	429	390	288
TC14	29.00	32.30	7.16	7.18	0.20	0.10	594	437	398	292
TC15	28.90	32.40	7.24	7.16	0.20	0.10	596	437	399	294
TC16	29.10	32.50	7.23	7.18	0.20	0.20	597	509	408	340
TC17	28.70	33.50	7.28	7.15	1.90	0.20	3,500	511	2,400	342
TC18	28.50	34.10	7.28	7.60	2.70	9.10	5,060	15,363	3,390	10,280
TC19	28.50	33.90	7.31	7.86	3.10	13.10	5,740	21,600	3,840	14,490
TC20	28.40	33.80	7.35	7.63	5.00	10.60	8,780	17,760	5,880	11,900
TC21	25.70	33.40	7.46	7.51	5.60	8.60	9,820	14,660	6,610	9,830
เฉลี่ย	28.41	32.86	7.24	7.22	1.02	2.06	2001	3,647	1,345	2,444

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

จุดเก็บ	DO (mg/l)		BOD (mg/l)		COD (mg/l)		DON (mg/l)		DOC (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
TC1	0.76	2.31	0.95	5.00	23.19	39.50	0.00	ND	8.62	ND
TC2	1.21	3.50	0.78	5.38	23.19	45.00	0.00	0.64	8.09	ND
TC3	1.55	2.91	0.63	5.13	37.68	19.50	0.00	ND	9.72	ND
TC4	1.35	3.04	0.27	5.12	20.29	59.00	0.00	ND	7.40	ND
TC5	1.76	2.86	0.27	4.50	20.29	73.50	0.00	ND	6.77	ND
TC6	1.29	2.10	0.61	5.00	34.78	16.50	0.00	ND	8.24	ND
TC7	1.64	1.30	1.67	3.10	28.99	13.50	0.00	ND	7.85	2.19
TC8	0.73	1.50	0.44	2.70	39.13	14.50	0.00	ND	6.92	2.54
TC9	1.49	1.54	0.50	2.90	26.09	18.50	0.64	ND	7.78	ND
TC10	1.18	1.29	1.07	2.20	20.29	41.50	2.54	ND	9.73	ND
TC11	0.63	0.83	0.93	4.25	26.09	41.50	2.54	1.27	9.43	ND
TC12	0.80	0.70	0.83	1.75	37.68	27.00	0.00	0.64	8.20	ND
TC13	0.98	2.48	0.46	2.25	52.18	28.50	1.91	1.27	8.16	ND
TC14	0.69	1.69	0.26	1.69	23.19	68.50	2.54	1.91	9.43	2.03
TC15	1.12	1.38	0.93	2.44	31.89	23.50	1.27	1.27	9.19	ND
TC16	1.21	0.91	0.99	2.50	40.58	78.26	1.27	1.91	12.27	ND
TC17	1.23	1.68	3.85	3.60	37.68	101.45	0.00	0.64	9.77	2.31
TC18	1.14	3.44	1.29	3.20	37.68	84.06	0.00	ND	16.33	ND
TC19	0.93	5.90	0.70	2.70	34.78	223.20	1.27	ND	9.18	2.14
TC20	1.05	3.49	1.51	1.60	69.57	182.62	0.00	ND	8.96	2.31
TC21	3.75	2.73	1.62	2.00	72.47	159.43	2.54	1.91	8.70	2.22
เฉลี่ย	1.26	2.27	0.98	3.29	35.13	64.72	0.79	1.27	9.08	2.25

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

จุดเก็บ	DOP (mg/l)		TKN (mg/l)		P (mg/l)		K (mg/l)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
TC1	0.04	0.03	0.00	1.27	<0.15	ND	5.80	3.96
TC2	0.08	0.02	0.00	1.91	ND	<0.15	5.93	3.67
TC3	0.04	0.03	0.00	ND	ND	<0.15	5.84	3.56
TC4	0.01	0.03	0.00	ND	<0.15	ND	5.85	3.63
TC5	0.03	0.02	0.00	2.54	<0.15	ND	6.08	3.92
TC6	0.05	0.04	0.00	1.27	<0.15	ND	6.05	3.81
TC7	0.09	0.06	0.00	1.27	ND	2.54	6.64	9.57
TC8	0.08	0.05	0.00	1.27	<0.15	<0.15	6.03	3.96
TC9	0.10	0.09	1.27	1.27	<0.15	13.20	6.23	30.48
TC10	0.12	0.11	3.81	0.64	ND	<0.15	5.66	4.33
TC11	0.14	0.19	3.81	1.91	<0.15	0.23	6.38	4.76
TC12	0.13	0.19	0.00	1.27	0.16	0.25	6.56	4.88
TC13	0.15	0.12	3.81	1.91	<0.15	0.15	6.41	4.56
TC14	0.17	0.12	3.81	2.54	0.17	<0.15	6.66	4.54
TC15	0.16	0.12	5.08	1.91	<0.15	<0.15	6.73	4.67
TC16	0.17	0.13	3.81	2.54	<0.15	0.16	6.77	5.37
TC17	0.16	0.15	0.00	1.27	0.17	0.16	23.88	5.32
TC18	0.19	0.24	0.00	0.64	0.18	0.20	32.47	109.61
TC19	0.23	0.22	3.81	1.27	0.16	<0.15	36.46	169.94
TC20	0.31	0.23	0.00	0.64	0.22	0.16	51.68	123.94
TC21	0.25	0.26	5.08	2.54	<0.15	0.22	58.23	101.24
เฉลี่ย	0.13	0.12	1.63	1.57	0.18	1.73	14.40	29.03

หมายเหตุ ND = Non Detectable

ภาคผนวก จ

ผลการคำนวณสมรรถนะการฟอกตัวและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของแม่น้ำท่าจีน

ตารางผนวกที่ จ1 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_{IT}) และอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_D) ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ช่วงลำน้ำ	T (°C)	K_{IT} (d ⁻¹)	BOD ₅ (mg/l)	L_t (mg/l)	$r_D = K_{IT}L_t$ (mg/l-d)
1	28.80	0.34	0.95	1.26	0.43
2	28.83	0.35	0.63	0.89	0.31
3	28.57	0.34	0.61	0.81	0.28
4	28.5	0.34	0.93	1.28	0.44
5	28.75	0.34	0.46	0.65	0.22
6	29	0.35	0.93	1.26	0.44
7	28.57	0.34	3.85	5.31	1.81
8	27.05	0.32	1.51	2.17	0.69
เฉลี่ย	28.51	0.34	1.23	1.70	0.58

ตารางผนวกที่ จ2 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_{IT}) และอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_D) ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ช่วงลำน้ำ	T (°C)	K_{IT} (d ⁻¹)	BOD ₅ (mg/l)	L_t (mg/l)	$r_D = K_{IT}L_t$ (mg/l-d)
1	32.97	0.42	5.00	6.21	2.59
2	32.7	0.41	5.13	7.03	2.90
3	32.5	0.41	5.00	6.24	2.55
4	32.9	0.42	4.25	5.64	2.34
5	32.3	0.40	2.25	3.13	1.27
6	32.45	0.41	2.44	3.14	1.28
7	33.83	0.43	3.60	4.75	2.06
8	33.6	0.43	1.60	2.26	0.97
เฉลี่ย	32.91	0.42	3.66	4.80	2.00

ตารางผนวกที่ จ3 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R)
ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

ช่วง	T (°C)	DO (mg/l)	v (m/s)	H (m)	K_2 (d ⁻¹)	K_{2T} (d ⁻¹)	DO _{Sat.} (mg/l)	$r_R = K_{2T}(DO_{Sat.} - DO)$ (mg/l-d)
1	28.80	0.76	0.42	7	0.14	0.17	7.55	1.15
2	28.83	1.55	0.42	8	0.11	0.14	7.55	0.83
3	28.57	1.29	0.42	8.5	0.10	0.13	7.58	0.79
4	28.5	0.63	0.42	11	0.07	0.09	7.59	0.59
5	28.75	0.98	0.42	9	0.09	0.12	7.56	0.76
6	29.00	1.12	0.42	9	0.09	0.12	7.52	0.75
7	28.57	1.23	0.42	10	0.08	0.10	7.58	0.63
8	27.05	1.05	0.42	8.5	0.10	0.12	7.79	0.82
เฉลี่ย	28.51	1.08	0.42	8.9	0.10	0.12	7.59	0.79

ตารางผนวกที่ จ4 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R)
ในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ช่วง	T (°C)	DO (mg/l)	v (m/s)	H (m)	K_2 (d ⁻¹)	K_{2T} (d ⁻¹)	DO _{Sat.} (mg/l)	$r_R = K_{2T}(DO_{Sat.} - DO)$ (mg/l-d)
1	32.97	2.31	0.3	7	0.12	0.16	7.04	2.59
2	32.7	2.91	0.3	8	0.10	0.13	7.07	2.90
3	32.5	2.10	0.3	8	0.10	0.13	7.09	2.55
4	32.9	0.83	0.3	9	0.08	0.11	7.04	2.34
5	32.3	2.48	0.3	9	0.08	0.11	7.11	1.27
6	32.45	1.38	0.3	8.5	0.09	0.12	7.10	1.28
7	33.83	1.68	0.3	9	0.08	0.11	6.94	2.06
8	33.6	3.49	0.3	6.5	0.13	0.18	6.97	0.97
เฉลี่ย	32.91	2.15	0.3	8.125	0.10	0.13	7.04	2.00

ตารางผนวกที่ จ5 ผลการคำนวณการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่มีการรองรับ
มวลน้ำ (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ช่วงที่	ช่วงที่มีรองรับมวลน้ำ			ช่วงที่ไม่ได้รองรับมวลน้ำ		
	r_D (mg/l-d)	r_R (mg/l-d)	$r_C = r_R - r_D$ (mg/l-d)	r_D (mg/l-d)	r_R (mg/l-d)	$r_C = r_R - r_D$ (mg/l-d)
1	0.43	1.15	0.72	2.59	0.75	-1.85
2	0.31	0.83	0.53	2.90	0.53	-2.36
3	0.28	0.79	0.52	2.55	0.64	-1.91
4	0.44	0.59	0.16	2.34	0.67	-1.67
5	0.22	0.76	0.54	1.27	0.49	-0.77
6	0.44	0.75	0.31	1.28	0.67	-0.61
7	1.81	0.63	-1.18	2.06	0.58	-1.48
8	0.69	0.82	0.13	0.97	0.62	-0.35
เฉลี่ย	0.58	0.79	0.22	2.00	0.62	-1.38

ตารางผนวกที่ จ6 ผลการคำนวณจุดวิกฤตของแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก
(มกราคม 2555)

ช่วงลำน้ำ	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	$DO_{Sat.}$ (mg/l)	DO (mg/l)	$D_0 = DO_{Sat.} -$ DO (mg/l)	L_0 (mg/l)	t_c (d)
1	0.34	0.17	7.55	0.76	6.79	0.95	-3.08
2	0.35	0.14	7.55	1.55	6.00	0.63	-3.29
3	0.34	0.13	7.58	1.29	6.29	0.61	-3.26
4	0.34	0.09	7.59	0.63	6.96	0.93	-0.77
5	0.34	0.12	7.56	0.98	6.58	0.46	-4.07
6	0.35	0.12	7.52	1.12	6.40	0.93	-1.42
7	0.34	0.10	7.58	1.23	6.35	3.85	2.68
8	0.32	0.12	7.79	1.05	6.74	1.51	-0.50
เฉลี่ย	0.34	0.12	7.59	1.08	6.51	1.23	-1.71

ตารางผนวกที่ จ7 ผลการคำนวณจุดวิกฤตของแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก
(เมษายน 2555)

ช่วงลำน้ำ	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	$DO_{Sat.}$ (mg/l)	DO (mg/l)	$D_0 = DO_{Sat.} - L_0$ DO (mg/l)	L_0 (mg/l)	t_c (d)
1	0.42	0.17	7.04	2.31	4.73	5.00	2.44
2	0.41	0.14	7.07	2.91	4.16	5.13	2.97
3	0.41	0.13	7.09	2.10	4.99	5.00	2.77
4	0.42	0.09	7.04	0.83	6.21	4.25	2.57
5	0.40	0.12	7.11	2.48	4.63	2.25	2.08
6	0.41	0.12	7.10	1.38	5.72	2.44	1.68
7	0.43	0.10	6.94	1.68	5.26	3.60	2.50
8	0.43	0.12	6.97	3.49	3.48	1.60	1.00
เฉลี่ย	0.42	0.12	7.04	2.15	4.90	3.66	2.25

ตารางผนวกที่ จ8 ผลการคำนวณความสามารถในการฟอกตัวของแม่น้ำท่าจีน ช่วงที่มีการรองรับ
น้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

ช่วงที่	ช่วงที่รองรับมวลน้ำ			ช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำ		
	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	$f=K_2/K_1$	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	$f=K_2/K_1$
1	0.34	0.17	0.49	0.42	0.17	0.38
2	0.35	0.14	0.40	0.41	0.14	0.31
3	0.34	0.13	0.37	0.41	0.13	0.31
4	0.34	0.09	0.25	0.42	0.09	0.26
5	0.34	0.12	0.34	0.40	0.12	0.26
6	0.35	0.12	0.34	0.41	0.12	0.29
7	0.34	0.10	0.29	0.43	0.10	0.25
8	0.32	0.12	0.38	0.43	0.12	0.42
เฉลี่ย	0.34	0.12	0.36	0.42	0.12	0.31



ภาคผนวก จ

ผลการคำนวณสมรรถนะการฟอกตัวและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ของคลองมหาสวัสดิ์
คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย

ตารางผนวกที่ ๑1 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_{IT}) และอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_D) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

คลอง	T (°C)	K_{IT} (d ⁻¹)	BOD ₅ (mg/l)	L_t (mg/l)	$r_D = K_{IT}L_t$ (mg/l-d)
มหาสวัสดิ์	28.35	0.34	5.71	7.26	2.45
ภาษีเจริญ	28	0.33	7.15	7.82	2.60
มหาชัย	27	0.32	11.86	15.32	4.86

ตารางผนวกที่ ๑2 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_{IT}) และอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ (r_D) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

คลอง	T (°C)	K_{IT} (d ⁻¹)	BOD ₅ (mg/l)	L_t (mg/l)	$r_D = K_{IT}L_t$ (mg/l-d)
มหาสวัสดิ์	33.20	0.42	11.70	13.19	5.56
ภาษีเจริญ	33	0.42	11.30	9.57	4.00
มหาชัย	32.4	0.41	6.50	7.50	3.05

ตารางผนวกที่ ๑3 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

คลอง	T (°C)	DO (mg/l)	v (m/s)	H (m)	K_2 (d ⁻¹)	K_{2T} (d ⁻¹)	DO _{Sat.} (mg/l)	$r_R = K_{2T}(DO_{Sat.} - DO)$ (mg/l-d)
มหาสวัสดิ์	28.35	2.78	0.15	3.3	0.25	0.31	7.61	1.50
ภาษีเจริญ	28	0.15	0.06	4	0.12	0.15	7.66	1.09
มหาชัย	27	0.90	0.12	8	0.06	0.07	7.80	0.49

ตารางผนวกที่ จ4 ผลการคำนวณค่าคงที่ของการเติมอากาศ (K_2) และอัตราการเติมอากาศ (r_R) ในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

คลอง	T (°C)	DO (mg/l)	v (m/s)	H (m)	K_2 (d ⁻¹)	K_{2T} (d ⁻¹)	DO _{Sat.} (mg/l)	$r_R = K_{2T}(DO_{Sat.} - DO)$ (mg/l-d)
มหาสวัสดิ์	33.20	4.67	0.1	2.8	0.27	0.36	7.01	0.85
ภาษีเจริญ	33	8.82	0.04	3	0.15	0.21	7.03	-0.37
มหาชัย	32.4	1.91	0.08	4	0.14	0.19	7.10	0.97

ตารางผนวกที่ จ5 ผลการคำนวณการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

คลอง	ช่วงที่มีการรองรับมวลน้ำ			ช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำ		
	r_D (mg/l-d)	r_R (mg/l-d)	$r_C = r_R - r_D$ (mg/l-d)	r_D (mg/l-d)	r_R (mg/l-d)	$r_C = r_R - r_D$ (mg/l-d)
มหาสวัสดิ์	2.45	1.50	-0.96	5.56	0.85	-4.71
ภาษีเจริญ	2.60	1.09	-1.51	4.00	-0.37	-4.37
มหาชัย	4.86	0.49	-4.37	3.05	0.97	-2.08

ตารางผนวกที่ จ6 ผลการคำนวณจุดวิกฤตของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555)

คลอง	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	DO _{Sat.} (mg/l)	DO (mg/l)	D ₀ = DO _{Sat.} - DO (mg/l)	L ₀ (mg/l)	t _C (d)
มหาสวัสดิ์	0.34	0.25	7.61	2.78	4.83	5.71	1.42
ภาษีเจริญ	0.33	0.12	7.66	0.15	7.51	7.15	2.60
มหาชัย	0.32	0.06	7.80	0.90	6.90	11.86	4.98

ตารางผนวกที่ ๗ ผลการคำนวณจุดวิกฤตของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

คลอง	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	DO _{Sat.} (mg/l)	DO (mg/l)	D ₀ =DO _{Sat.} - DO (mg/l)	L ₀ (mg/l)	t _c (d)
มหาสวัสดิ์	0.42	0.36	7.01	4.67	2.34	11.70	2.23
ภาษีเจริญ	0.42	0.21	7.03	8.82	-1.79	11.30	3.61
มหาชัย	0.41	0.19	7.10	1.91	5.19	6.50	2.36

ตารางผนวกที่ ๘ ผลการคำนวณความสามารถในการฟอกตัวของคลองมหาสวัสดิ์ คลองภาษีเจริญ และคลองมหาชัย ช่วงที่มีการรองรับน้ำหลาก (มกราคม 2555) และช่วงที่ไม่มีการรองรับน้ำหลาก (เมษายน 2555)

คลอง	ช่วงที่รองรับมวลน้ำ			ช่วงที่ไม่มีการรองรับมวลน้ำ		
	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	$f=K_2/K_1$	K_1 (d ⁻¹)	K_2 (d ⁻¹)	$f=K_2/K_1$
มหาสวัสดิ์	0.34	0.25	0.92	0.42	0.36	0.86
ภาษีเจริญ	0.33	0.12	0.44	0.42	0.21	0.49
มหาชัย	0.32	0.06	0.22	0.41	0.19	0.46



ภาคผนวก ข
มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

ตารางผนวกที่ ข1 มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำ ตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท	ประเภท2	ประเภท	ประเภท4	ประเภท
			1		3		5
1	สี กลิ่นและรส (Color, Odor and taste)	-	ช	ช'	ช'	ช'	-
2	อุณหภูมิ (Temperature)	-	ช	ช'	ช'	ช'	-
3	ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	ช	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	-
4	ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/}	มก./ล.	ช	6.0	4.0	2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ช	1.5	2.0	4.0	-
6	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล.	ช	5,000	20,000	-	-
7	แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Facal Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล.		1,000	4,000	-	-
8	ไนเตรท (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	ช		5.0		-
9	แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	ช		0.5		-
10	ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	ช		0.005		-
11	ทองแดง (Cu)	มก./ล.	ช		0.1		-
12	นิกเกิล (Ni)	มก./ล.	ช		0.1		-
13	แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	ช		1.0		-
14	สังกะสี (Zn)	มก./ล.	ช		1.0		-
15	แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	ช		0.005*		-
16	โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	ช		0.05		-
17	ตะกั่ว	มก./ล.	ช		0.05		-
18	ปรอททั้งหมด	มก./ล.	ช		0.002		-
19	สารหนู	มก./ล.	ช		0.01		-
20	ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	ช		0.005		-

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำ ตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท	ประเภท
			1	2	3	4	5
21	กัมมันตรังสี (Radioactivity)						-
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)	เบคเคอเรล/ล.	ร		0.1		
	- ค่ารังสีเบต้า (Beta)	เบคเคอเรล/ล.	ร		1.0		
22	สารฆ่าศัตรูพืชและ สัตว์ชนิดที่มีคลอรีน ทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	ร		0.05		-
23	ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัม/ล.	ร		1.0		-
24	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha BHC)	มก./ล.	ร		0.02		-
25	ดิลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	ร		0.1		-
26	อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	ร		0.1		-
27	เฮปตาคลอร์และเฮป ตาคลออีพอกไซด์ (Heptachor & Hepachlor epoxide)						-
28	เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	ร	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการ ตรวจสอบที่กำหนด			-

หมายเหตุ ร = ธรรมชาติ

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค และบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ ก่อนเพื่อการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน และเพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภค และบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำเพื่อการประมง และเพื่อการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภค และบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และเพื่อการเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภค และบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และเพื่อการอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ที่มา: คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวศิริขวัญ เจริญขุน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	31 กรกฎาคม พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด สุรินทร์ สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม
ทุนการวิจัยที่ได้รับ	โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ