



วิทยานิพนธ์

การศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดราชบุรี
ที่มีต่อคุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำ ในเขตฝั่งตะวันตก
ของแม่น้ำแม่กลอง

**THE STUDY ON EFFECT OF SWINE FARM SEWAGE IN
RATCHABURI PROVINCE TO WATER QUALITY AND
WATER MANAGEMENT IN THE WESTERN SIDE
OF MAE KLONG RIVER**

นางสาวดวงนภา วานิชสรรพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)

ปริญญา

วิศวกรรมชลประทาน

วิศวกรรมชลประทาน

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดราชบุรีที่มีต่อคุณภาพน้ำ
และการบริหารจัดการน้ำ ในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่กลอง

The Study on Effect of Swine Farm Sewage in Ratchaburi Province to Water Quality
and Water Management in the Western Side of Mae Klong River

นามผู้วิจัย นางสาวดวงภา วานิชสรรพ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สันติ ทองพำนัก, M.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ปัญญา ขวัญยืน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ปัญญา ขวัญยืน, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วันชัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 17 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดราชบุรีที่มีต่อคุณภาพน้ำ
และการบริหารจัดการน้ำ ในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่กลอง

The Study on Effect of Swine Farm Sewage in Ratchaburi Province to Water Quality
and Water Management in the Western Side of Mae Klong River

โดย

นางสาวดวงนภา วาณิชสรรพ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)

พ.ศ. 2551

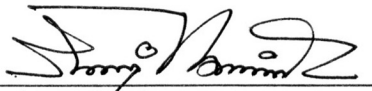
ดวงนภา วานิชสรพ์ 2551: การศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดราชบุรี ที่มีต่อคุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำ ในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่กลอง ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) สาขาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สันติ ทองพำนัก, M.Eng. 195 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ณ บริเวณ คลองทับแถบ คลองระบายน้ำสาย 4R, 5R, 6R, 7R ประดู่ (ตำแหน่งบรรจบคลองประดู่) ด้านเหนือและด้านท้ายน้ำคลองประดู่ ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาทางด้านชลศาสตร์ การแพร่กระจายของมวลสารในน้ำ และคุณภาพน้ำของคลองประดู่ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่า คุณภาพน้ำโดยรวมในคลองประดู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำธรรมชาติ ในขณะที่ดัชนีคุณภาพน้ำบางประการมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน คือ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS) จึงพอสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำท่าจากคลองระบาย ปริมาณน้ำในคลองประดู่ และพฤติกรรมการปล่อยน้ำจากฟาร์มเลี้ยงสุกรส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในคลองประดู่ ซึ่งสังเกตได้ว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงสุกร คุณภาพน้ำที่ได้ค่อนข้างต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้ทราบว่าการเสียจากฟาร์มสุกรมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำค่อนข้างชัดเจน แต่บริเวณสิ้นสุดของคลอง ซึ่งเป็นแหล่งรวมของปริมาณน้ำทั้งหมดและได้รับน้ำที่มีคุณภาพดีจากแม่น้ำแควอ้อม คุณภาพน้ำที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 พบว่า ในการสอบเทียบแบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ท้องลำนน้ำของแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.025 – 0.029 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของแบบจำลองย่อยการพา - แพร่กระจายมีค่าอยู่ระหว่าง 10-25 ตารางเมตร/วินาที และค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำซึ่งประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 0.2 วัน⁻¹ อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืชมีค่าเท่ากับ 3.5 กรัม ออกซิเจน/ตารางเมตร/วัน และอัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ 1 กรัม ออกซิเจน/ตารางเมตร/วัน จากการศึกษาพบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมมีปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการควบคุมเพื่อลดการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร และเฝ้าระวังในเรื่องของคุณภาพน้ำ รวมทั้งตรวจวัดคุณภาพน้ำ อนึ่งหากมีปัญหาคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐานในคลองระบาย ควรแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยการปล่อยน้ำลงคลองระบายน้ำเพิ่มเติม เพื่อไล่ของเสียออกจากระบบ

ดวงนภา วานิชสรพ์
ลายมือชื่อนิติ


ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก 10/ 03/ 2551

Duangnapa Vanichsan 2008: The Study on Effect of Swine Farm Sewage in Ratchaburi Province to Water Quality and Water Management in the Western Side of Mae Klong River. Master of Engineering (Irrigation Engineering), Major Field: Irrigation Engineering, Department of Irrigation Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Santi Tongpumnuak, M.Eng. 195 pages.

This study aims to evaluate the impact on water quality caused by the sewage from the swine farm by examining the water sample in Klong Thaptab, Sub-Drain 4R, 5R, 6R, 7R of Klong Pradue (near its outlet to Klong Pradue) and upstream and downstream of Klong Pradue during May, 2006 to August, 2006 and February, 2007 to May, 2007. Moreover, the MIKE 11 Model was applied in Klong Pradue for studying the hydraulic characteristic, advection-dispersion process and water quality.

The result showed that the overall water quality in Klong Pradue at all locations were within the standard of natural water resources. However, some water quality indices were higher than the standard such as BOD, EC and TDS. It may conclude that surface runoff, flow in Klong Pradue and the sewage released from swine farm may affect water quality in Klong Pradue. Moreover, it can be clearly seen that the water quality at the location near the swine farm is lower than the standard, and water quality improves continuously at the downstream location especially at the outlet to river (the downstream end of Klong Pradue) since it receives some water with good quality from Kwae - Om River. Therefore the sewage from swine farm has a direct impact on water quality in the river.

The result from the model calibration of MIKE 11 showed that appropriate value for Manning's n of hydrodynamic module were 0.025 – 0.029, the dispersion coefficient of advection-dispersion module were 10 - 25 m^2/s . The coefficients of water quality module were as follows: BOD decay coefficient was 0.2 day^{-1} , maximum oxygen production by photosynthesis was 3.5 $g\ O_2/m^2/day$, and oxygen consumption by respiration of plant and animal was 1 $g\ O_2/m^2/day$. In addition it is found that the water quality is lower than the standard in May so the sewage release from the swine farm should be controlled and the water quality should be carefully monitored during this critical time. Once there is a problem of low water quality, the extra release through the drainage system may be implemented to improve the water quality.

Duangnapa Vanichsan
Student's signature

T. Santi
Thesis Advisor's signature

10/03/2008

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สันติ ทองฟ้านัก ประธานกรรมการที่ปรึกษารองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ขวัญยืน กรรมการร่วม ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนและสร้างแนวทางในการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาและแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วิษุวัตก์ แต่สมบัติ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณเจษฎา อังสุพาณิชย์ หัวหน้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา คุณวัฒนา เหลืองกานนท์ หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำ และคุณประเสริฐ ศรีสวัสดิ์ หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และให้ความช่วยเหลือชี้แนะและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบพระคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่าน และนางสาวศุภมาส ปันปัญญา เพื่อนที่แสนดีภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษา

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ คุณแม่ คุณลุง น้องชายที่น่ารัก รวมไปถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า และนายสุประภาพร พัฒน์สิงห์เสนีย์ ซึ่งได้ให้ความกรุณาสนับสนุน รวมไปถึงการให้กำลังใจกับข้าพเจ้ามาโดยตลอดจนสามารถสำเร็จการศึกษาเป็นมหาบัณฑิตได้

ดวงนภา วานิชสรรพ

มกราคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	50
อุปกรณ์	50
วิธีการ	51
ผลและวิจารณ์	67
สรุปและข้อเสนอแนะ	125
สรุป	125
ข้อเสนอแนะ	127
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	129
ภาคผนวก	135
ภาคผนวก ก ข้อมูลภาคตัดขวางของคลองประคู	136
ภาคผนวก ข ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำในคลองประคูที่ตำแหน่งต่าง ๆ	147
ภาคผนวก ค ข้อมูลระดับน้ำในคลองประคูที่ตำแหน่งต่าง ๆ	150
ภาคผนวก ง ข้อมูลฝนรายเดือน	153
ภาคผนวก จ ข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองประคู	163
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลเกี่ยวกับสุกร	180
ภาคผนวก ช มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน	186
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	195

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรประเภท ก และ ข	9
2	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำน้ำของทางน้ำเปิด	26
3	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบริเวณปากแม่น้ำ	32
4	ตัวแปรต่าง ๆ สำหรับแต่ละระดับของแบบจำลองคุณภาพน้ำ	35
5	กระบวนการต่าง ๆ สำหรับระดับของแบบจำลองคุณภาพน้ำ	36
6	แสดงเครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	54
7	การหาความเร็วเฉลี่ยในแนวตั้งตามความลึก	58
8	แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ท้องลำน้ำ	99
9	แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์	100
10	แสดงผลการสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	103
11	แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย	103
12	แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ในแบบจำลองคุณภาพน้ำ	106
13	เงื่อนไขในการประยุกต์ใช้สมการ O'Conner & Dubbins เปรียบเทียบกับ สภาพการไหลของคลองประคู่	107
14	แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอ	109
15	แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีไอดี	109
16	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่าวิเคราะห์ดิน	115
17	ฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ได้ติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี	117
18	ประสิทธิภาพที่สามารถทำให้คุณภาพน้ำของคลองประคู่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานคุณภาพน้ำ	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก1	ข้อมูลภาคตัดขวางของคลองประคู	137
ข1	ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำในคลองประคูที่ตำแหน่งต่าง ๆ	148
ค1	ข้อมูลระดับน้ำในคลองประคูที่ตำแหน่งต่าง ๆ	151
ง1	ข้อมูลฝนรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน อำเภอวัดเพลง จังหวัดราชบุรี	154
ง2	ข้อมูลฝนรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน ลำภาษี (K.17) กิ่งอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	158
ง3	ข้อมูลฝนรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	161
จ1	ข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองประคูระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2549	164
จ2	ข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองประคูระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	170
ฉ1	ข้อมูลฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา	181
ฉ2	ข้อมูลจำนวนสุกรจำแนกตามอำเภอในจังหวัดราชบุรี	185
ช1	มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน	187

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11	22
2	ลํารายและตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหล และระดับน้ำ	24
3	ช่วงลําน้ำแสดงหน้าตัดที่กำหนดค่าอัตราการไหล	29
4	กระบวนการพื้นฐานของออกซิเจนละลายน้ำ	34
5	การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานแสดงในรูปของหี “GWP comb”	43
6	องค์ประกอบที่เกื้อหนุนต่อระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพ	44
7	แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา	49
8	แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	52
9	เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sample)	53
10	เครื่องมือวัดอุณหภูมิของน้ำ (Thermometer)	55
11	เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)	55
12	เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO Meter)	56
13	เครื่องมือวัดการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter)	56
14	แสดงการแบ่งพื้นที่หน้าตัดคลองออกเป็นพื้นที่ย่อย	58
15	เครื่องมือวัดความเร็วกระแส น้ำ (Current Meter)	59
16	ขอบเขตของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และตำแหน่งการไหลเข้าด้านข้าง	61
17	Profile คลองประดู่	62
18	แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	69
19	แสดงค่าฟอสเฟตในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	70
20	แสดงค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	72
21	แสดงค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในคลองระบายน้ำ สำหรับ เหตุการณ์ระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	แสดงค่าการนำไฟฟ้าในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	75
23	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	76
24	แสดงค่าแอมโมเนียในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	78
25	แสดงค่าไนโตรเจนรวมในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	79
26	แสดงค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำในคลองระบายน้ำ สำหรับ เหตุการณ์ ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	81
27	แสดงค่าคลอไรด์ในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	82
28	แสดงค่าอัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียมในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ ระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549	84
29	แสดงอุณหภูมิของน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	86
30	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับ เหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	88
31	แสดงค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับ เหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	90
32	แสดงค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในคลองประคู ณ ตำแหน่ง ต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
33	แสดงค่าการนำไฟฟ้าในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	94
34	แสดงค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	96
35	แสดงค่าอัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียมในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550	98
36	ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R	100
37	ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R	101
38	ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R	101
39	ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R	102
40	ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R	104
41	ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R	104
42	ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R	105
43	ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R	105
44	ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R	110

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R	110
46	ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R	111
47	ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R	111
48	ผลการสอบเทียบระหว่างบีไอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีไอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R	112
49	ผลการสอบเทียบระหว่างบีไอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีไอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R	113
50	ผลการสอบเทียบระหว่างบีไอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีไอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R	113
51	ผลการสอบเทียบระหว่างบีไอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีไอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R	114
52	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 4R	120
53	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 5R	120
54	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 6R	121
55	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 7R	121
56	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีไอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 4R	122
57	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีไอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 4R	122

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
58	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีโอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 4R	123
59	ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีโอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 4R	123
ภาพผนวกที่		
จ1	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่ บ้านนา อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี (จุดเริ่มต้นคลองประคู)	174
จ2	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่ คลองทับแถบ	174
จ3	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองวังมะนาว)	175
จ4	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองตันไทร)	175
จ5	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 4R (พื้นที่ปูน)	176
จ6	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 5R (คลองปากท่อ)	176
จ7	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 5R (วัดวันดาว)	177
จ8	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 6R (SMP อาหารสัตว์)	177
จ9	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 6R (ป่าย อบต.วัดยางงาม)	178
จ10	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 7R (คลองห้วยกรวด)	178
จ11	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 7R (วัดประคู้)	179
จ12	ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่ วัดแก้วเจริญ อ.วัดเพลง จ.ราชบุรี (จุดสิ้นสุดคลองประคู)	179

การศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดราชบุรีที่มีต่อคุณภาพน้ำ และการบริหารจัดการน้ำ ในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่กลอง

The Study on Effect of Swine Farm Sewage in Ratchaburi Province to Water Quality and Water Management in the Western Side of Mae Klong River

คำนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ามหาศาล น้ำมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช และเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ถ้าขาดน้ำเมื่อใดก็เป็นการยากที่มนุษย์ สัตว์ และพืช จะดำรงชีวิตอยู่ได้

ในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ทำให้เกิดความไม่สมดุลของการใช้ทรัพยากร เช่น ปัญหาน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2549 ทำให้ประเทศชาติต้องเสียงบประมาณในการช่วยเหลือกว่า 10,000 ล้านบาท ปัญหาน้ำแล้ง เมื่อปี พ.ศ. 2548 ทำให้ประเทศชาติต้องเสียงบประมาณในการช่วยเหลือกว่า 7,500 ล้านบาท และที่สำคัญปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำ ซึ่งนับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น จากสถานการณ์คุณภาพน้ำปี 2545 พบว่า ปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้นโดยภาพรวมนั้น มีสาเหตุมาจากการระบายของเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษต่าง ๆ โดยเฉพาะตามเมืองที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชนใหญ่ที่อยู่ริมน้ำ ทำให้ตรวจพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์มในปริมาณสูงเกินค่ามาตรฐานและปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่าระดับมาตรฐาน ได้แก่ ช่วงที่น้ำไหลผ่านชุมชนเมือง โรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมการเกษตร โดยเฉพาะฟาร์มเลี้ยงสุกร

เช่นเดียวกับคลองประคูในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำ เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำทิ้งจากชุมชน น้ำทิ้งจากภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และสาเหตุหลักจากภาคปศุสัตว์ (ฟาร์มเลี้ยงสุกร) จากปัญหาดังกล่าว ประชาชนในพื้นที่ที่ได้รับความเดือดร้อนจากน้ำเน่าเสียในคลองประคูได้มาร้องเรียนกับหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องถึงปัญหาที่เกิดขึ้น

ดังนั้นทางภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ร่วมกับสำนักชลประทานที่ 13 (สมุทรสงคราม) จึงได้ทำการศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดราชบุรีที่มีต่อคุณภาพน้ำและการบริหารจัดการน้ำ ในเขตฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่กลอง เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนและแก้ไขในเรื่องการบริหารจัดการน้ำต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการไหลของน้ำในคลองวัดประดู่ ซึ่งเชื่อมระหว่างแม่น้ำแม่กลองและแนวชายทะเลรวมทั้งคลองระบายน้ำที่เชื่อมต่อต่าง ๆ ในที่นี้ทำการศึกษาเฉพาะคลองระบายน้ำที่คาดว่าจะมีผลอันเนื่องมาจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยตรง ซึ่งอยู่ในเขตรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา
2. เพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำจากคลองระบายน้ำในเขตรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวาที่คาดว่าจะมีผลอันเนื่องมาจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยตรง ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ฟอสเฟต ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนีย ไนโตรเจนรวม คลอไรด์ ความเค็มในรูปของการนำไฟฟ้า ความเค็มในรูปของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนโซเดียม
3. เพื่อศึกษาผลกระทบน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรที่มีต่อแหล่งน้ำ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาแนวทางในการลดมลพิษและการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสม โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

ขอบเขตการศึกษา

1. ตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการของคลองระบายน้ำที่คาดว่าจะได้รับผลอันเนื่องมาจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ในเขตรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี และอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม
2. ประเมินคุณภาพน้ำของคลองระบายน้ำที่คาดว่าจะได้รับผลอันเนื่องมาจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี และอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม
3. ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการศึกษาทางด้านชลศาสตร์ การแพร่กระจายของมวลสารในน้ำและคุณภาพน้ำ และศึกษาผลกระทบน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรที่มีต่อคุณภาพน้ำ พร้อมทั้งหาแนวทางในการลดมลพิษและการบริหารจัดการน้ำ

การตรวจเอกสาร

1. ความสำคัญของน้ำ

ในภาพรวมของชาวโลก น้ำจัดว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นของขวัญที่มีคุณค่าสูงส่ง เพราะเป็นทรัพยากรที่มีประโยชน์ที่มีความสัมพันธ์กับทุก ๆ คน สัตว์ สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตทั่วไป

น้ำก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิต ดังจะเห็นว่าในการค้นหาสิ่งมีชีวิตในดวงดาวอื่น ๆ ก็มักจะใช้น้ำเป็นกุญแจค้นหาว่ามีน้ำอยู่หรือไม่ จึงมีคำพูดว่า “ไม่มีน้ำ ไม่มีชีวิต” “ขาดน้ำ ขาดอนาคต” และเนื่องจากน้ำมีบทบาทและความสำคัญมากเปรียบประดุจดัง มารดา หรือ แม่ จนได้รับการยกย่องว่า “น้ำเป็นมารดาของโลก”

แม้ว่าน้ำจะมีประโยชน์ที่ทุก ๆ คนมีความเกี่ยวข้องและรู้จักดี แต่ควรที่จะต้องคำนึงถึงความสำคัญเมื่อตนเองมีปัญหา เช่น ปัญหาน้ำเน่าเสีย ปัญหาการขาดแคลนน้ำ หรือมีน้ำมากเกินไปเข้าทำนองเมื่อเจอปัญหา “ฝนแล้ง” กับ “น้ำท่วม”

ปัญหาการขาดแคลนน้ำกำลังสืบสานเข้ามาหาทุกคน ซึ่งเรื่องน้ำนี้ไม่ใช่เกิดแต่เฉพาะในประเทศไทยเท่านั้นแต่เป็นปัญหาของโลก นั่นคือเป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรงทำให้เกิดผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อคนทั่วโลกจนกระทั่งเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2538 ธนาคารโลกได้ออกมากล่าวว่า “สงครามของคนในศตวรรษที่ผ่านมาเป็นเรื่องที่เกิดจากน้ำมัน แต่สงครามในศตวรรษปัจจุบันเป็นเรื่องที่เกิดจากน้ำ”

เพราะจะมีทั้งการแย่งชิงน้ำ และการแข่งขันทางการเมืองเพื่อแย่งกันครอบครองแหล่งน้ำระหว่างประเทศอย่างไม่สิ้นสุด ดังนั้นแต่ละประเทศจะต้องหันกลับมาและหันหน้าเข้าหากันเพื่อแก้ไขปัญหาและความเลวร้าย โดยการร่วมมือกันเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมทางธรรมชาติของน้ำที่หมุนเวียนเกิดอยู่ในสภาพต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นโลกหรือวัฏจักรของน้ำและผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

รวมทั้งการนำความรู้ด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำที่เกิดขึ้นในเวลา ปริมาณ และสถานที่เป็นตัวกำหนดวิธีการและมาตรการร่วมกันบนพื้นฐานของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

ความยุติธรรมและเสมอภาค เช่น ความร่วมมือกันระหว่างประเทศอียิปต์กับประเทศชูดาน และประเทศอิสราเอลกับประเทศจอร์แดน อันเป็นการจัดการน้ำเพื่อสันติภาพ

ปัจจุบันมีลุ่มน้ำที่อยู่ระหว่างประเทศประมาณ 300 ลุ่มน้ำ ที่เป็นบริเวณที่เกิดปัญหาข้อพิพาทเรื่องสิทธิการใช้น้ำเป็นผลทำให้การจัดการลุ่มน้ำไม่มีประสิทธิภาพ จนยูเนสโก (UNESCO) ต้องหาทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการสนับสนุนให้มีการแลกเปลี่ยน ประสานงาน การศึกษา วิทยาศาสตร์ วัฒนธรรม และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (ดิเรก และคณะ, 2545)

2. น้ำเสีย

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยและทั่วโลกเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากจึงทำให้ปัญหาน้ำเสีย ซึ่งตามมาตรา 4 ใน พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ. 2535 ได้ให้คำนิยามของ “น้ำเสีย” หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลว ทำให้ก่อให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำในแหล่งน้ำที่สำคัญของประเทศต่าง ๆ ซึ่งกำลังทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่อยู่ในบริเวณแหล่งชุมชนขนาดใหญ่รวมทั้งแหล่งอุตสาหกรรมแหล่งเกษตรกรรม ทั้งนี้เพราะของเสียส่วนใหญ่จากกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ได้ถูกระบายลงแหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัดน้ำเสีย เพราะปริมาณของการปล่อยของเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมหรือการเกษตร มีปริมาณมากเกินกว่าที่แหล่งน้ำสามารถปรับสภาพตามธรรมชาติ หรือทำความสะอาดด้วยตนเอง (Self purification) ตามธรรมชาติของแหล่งน้ำนั้น ๆ ทำให้ระบบนิเวศในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนถึงขั้นที่แม่น้ำลำคลองเน่าเสีย ทำให้ไม่สามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำเหล่านี้มาใช้อุปโภคบริโภคหรือนำมาใช้ในการเกษตรหรือเกษตรกรรมไม่ได้อีกต่อไป (สุบัณฑิต, 2548)

2.1 ชนิดและลักษณะของน้ำเสีย สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

2.1.1 น้ำเสียจากแหล่งชุมชน (Domestic wastewater)

คือ น้ำเสียที่ปล่อยจากแหล่งชุมชน บ้านเรือน ที่พักอาศัย ร้านค้า ร้านอาหาร ตลาด และโรงแรม ที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น ชำระร่างกาย การประกอบอาหาร การซักเสื้อผ้า และการขับถ่าย (ไชยยุทธ, 2536) ซึ่งมักประกอบด้วย

สารปนเปื้อนส่วนใหญ่ คือ สารอินทรีย์ขนาดต่าง ๆ (สบู่ ผงซักฟอก เศษอาหาร) และเชื้อก่อโรค เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และโพรโทซัว (Bitton, 1994; Ayaz and Saygin, 1996)

ปริมาณของเชื้อก่อโรคประมาณได้จากแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของน้ำเสียด้วยเชื้อก่อโรคที่มีแหล่งชุมชน พบว่าน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชนในสหรัฐอเมริกา ถ้าเทียบปริมาณน้ำเสียทั้งหมดคิดเป็น 75% ซึ่งคำนวณจากความสกปรกหรือสารปนเปื้อนในรูปบีโอดี หรือประมาณวันละ 200,000 กิโลกรัมต่อวัน (จรัญ, 2539)

จากข้อความข้างต้น ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำเสียจากแหล่งชุมชนเพียงแค่ประเทศเดียวยังมีปริมาณมากถึงขนาดนี้ ลองกลับไปคิดว่าถ้าทั่วทั้งโลกปริมาณน้ำเสียจากแหล่งชุมชนจะมีปริมาณมากเพียงใด ดังนั้นถ้าทุกฝ่ายไม่ให้ความร่วมมือ น้ำเสียจากแหล่งชุมชนนี้คงจะส่งผลกระทบต่อทุกคนอย่างแน่นอน

2.1.2 น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม (Industrial wastewater)

น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมนี้มักจะปนเปื้อนด้วยโลหะ หรือสารเคมีซึ่งมักจะเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้น (Delima *et al.*, 2001; Crooks and Sikes, 1990; Yan and Grant Allen, 1994; Deiez *et al.*, 1999) ยกตัวอย่างเช่น

2.1.2.1 น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานผลิตสีย้อมหรือโรงงานสิ่งทอ ที่จะมีการใช้สีในกระบวนการฟอกย้อม (Vaidya and Dartye, 1982) สีส่วนน้อยเท่านั้นที่ถูกดูดซับโดยเส้นใยของผ้าและส่วนใหญ่จะตกค้างและปะปนอยู่ในส่วนของน้ำทิ้ง (อังคณา, 2540) สีย้อมอะโซเป็นสีที่ได้รับความนิยมใช้มากที่สุดสีหนึ่งและมักพบในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมเสมอ และจากการศึกษาพบว่าสีย้อมอะโซและสารตัวกลางที่เกิดจากการย่อยสลายของสีย้อมอะโซสามารถก่อให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลองได้ (สุบัณฑิต, 2548)

2.1.2.2 น้ำเสียจากถ่านโค้ก (Coke) จะประกอบด้วยสารที่ย่อยสลายได้ยากหลากหลายในความเข้มข้นสูง ยกตัวอย่างเช่น ฟีนอล ไทโอไซยาเนต (Thiocyanate) ซัลไฟด์ (Sulfide) และกำมะถันโมเนีย นอกจากนั้นยังสามารถพบสารพอลิอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon, PAHs) ต่าง ๆ เช่น ฟลูออรีน (Fluorene) ไพรีน (Pyrene) อะซินแนปทีน (Acenaphthene) ฟีนแอนทรีน (Phenanthrene) และฟลูแรนทรีน (Fluoranthene) (Littleton and Ren, 1993)

2.1.2.3 น้ำเสียจากโรงงานที่ทำเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์และผลิตเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ มักจะปนเปื้อนด้วยโลหะหนักต่าง ๆ ปริมาณสูงน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะจะประกอบด้วยโลหะหนักและไซยาไนด์ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและมนุษย์

2.1.2.4 น้ำเสียจากโรงงานหมักกากน้ำตาล โรงงานกลั่นน้ำมันพืช โรงงานผลิตยา และโรงงานผลิตอาหารทะเล จะมีปริมาณซัลเฟตปะปนในน้ำเสียปริมาณสูงซึ่งจะมีผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะทำให้เกิดซัลไฟด์ (Len *et al.*, 1998)

2.1.3 น้ำเสียจากเทศบาล (Municipal wastewater)

ได้แก่ น้ำเสียจากน้ำที่ไหลผ่านบริเวณต่าง ๆ หรือน้ำฝนที่ชะล้างถนนและบริเวณสถานที่ต่าง ๆ เช่น ปิ๊มน้ำมัน ในบริเวณที่เป็นเขตชนบทมักจะไม่ค่อยมีการปนเปื้อนด้วยสารปนเปื้อนมากนัก ซึ่งแตกต่างกับเขตชุมชน ยกตัวอย่างเช่น บริเวณเมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส พบการปนเปื้อนด้วยสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon, PAHs) และพอลิโครโรไบฟีนิล (Polychlorobiphenyls, PCBs) ในน้ำเสียจากเทศบาลในระดับที่สูงและมีปริมาณคงที่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ต่อมาในปี ค.ศ. 2001 Blanchard *et al.* รายงานว่าในน้ำเสียที่ไหลลงสู่ระบบบำบัดในเมือง Acheres เมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส พบสาร PAHs ประมาณ 90 – 1128 ng/L และ PCBs ประมาณ 37 – 96 ng/L โดยสันนิษฐานว่า PAHs น่าจะเป็นแหล่งกำเนิดมาจากน้ำชะล้างในบริเวณชุมชนหนาแน่น ส่วน PCBs น่าจะมาจากการชะล้างสารเหล่านี้จากบรรยากาศ

นอกจากนั้นยังพบสาร PCBs ในปริมาณสูงในน้ำเสียจากเทศบาลของประเทศสวิตเซอร์แลนด์และประเทศสหรัฐอเมริกาในรัฐนิวยอร์ก (Loganathan *et al.*, 1997) ดังนั้นน้ำเสียจากเทศบาลนั้นจะมีความแตกต่างของการปนเปื้อนของของเสียชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและกิจกรรมของชุมชนนั้น ๆ

2.1.4 น้ำเสียจากเกษตรกรรม

น้ำเสียจากเกษตรกรรมมีมากมายหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น น้ำเสียจากแหล่งเพาะปลูกทั้งฟาร์มสุกร เป็ด ไก่ โค กระบือ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นสารปนเปื้อนที่พบ

ในน้ำเสียจากแหล่งน้ำประกอบด้วยปุ๋ยเคมี ยาฆ่าศัตรูพืช และมูลสัตว์ ซึ่งปัจจุบันประเทศไทย ได้มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างมาก เนื่องจากเป็นเกษตรกรรมที่ได้ผลผลิตราคาแพง (สุบัณฑิต, 2548) น้ำเสียจากเกษตรกรรมจะไม่มีระบบท่อนส่งเหมือนกับแหล่งอื่นจึงเรียกน้ำเสียแบบนี้ว่า non point source หรือปริมาณน้ำเสียที่ไม่สามารถบ่งบอกแหล่งที่มาได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างน้ำเสียจากเกษตรกรรมที่มักก่อให้เกิดปัญหา ได้แก่

ถ้ามีการปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรทิ้งลงในแม่น้ำลำคลอง จะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีฟาร์มเลี้ยงสุกรอยู่อย่างหนาแน่น เพราะน้ำเสียนี้จะมีปริมาณสารอินทรีย์ที่วัดออกมาในค่าของบีโอดีสูงในน้ำแล้งที่มีปริมาณน้ำในแม่น้ำลำคลองน้อย ซึ่งจะทำให้กระบวนการทำให้น้ำบริสุทธิ์ด้วยตนเองเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้ น้ำเสียยังมีกลิ่นเหม็น และเชื้อก่อโรคปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก ยกตัวอย่างเช่น บริเวณแม่น้ำท่าจีนและบางปะกงที่มีปัญหาน้ำเน่าเสียเนื่องมาจากการปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ยังไม่ได้รับการบำบัดที่ถูกต้อง เพราะเป็นพื้นที่ที่มีการเลี้ยงสุกรกันเป็นอย่างมาก ดังนั้นกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จึงได้ออกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ 2 ฉบับคือ เรื่องกำหนดมาตรการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ ประเภทการเลี้ยงสุกร และเรื่องกำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการควบคุมให้ฟาร์มสุกรแต่ละแห่งได้มีการบำบัดความสกปรกของน้ำเสียให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดก่อนที่จะระบายลงสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีผลบังคับตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 เป็นต้นไป น้ำเสียจากฟาร์มขนาดเล็กจนถึงฟาร์มขนาดใหญ่ก่อนที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะต้องผ่านการบำบัดจนกว่าจะมีค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) สารแขวนลอย (Suspended Solid) และสารไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) ให้ได้มาตรฐานกำหนด โดยแบ่งมาตรฐานน้ำทิ้งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ มาตรฐานประเภท ก จะใช้บังคับกับฟาร์มขนาดใหญ่ (ฟาร์มที่มีจำนวนสุกรตั้งแต่ 5,000 ตัวขึ้นไป) มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ข จะใช้บังคับกับฟาร์มขนาดกลาง (ฟาร์มที่มีจำนวนสุกรอยู่ในช่วง 500-5,000 ตัว) ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรประเภท ก และ ข

ข้อมูล	มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ก	มาตรฐานน้ำทิ้งประเภท ข
ค่าความเป็นกรด – ด่าง	5.5-9	5.5-9
บีโอดี	60 มก./ล.	100 มก./ล.
ซีโอดี	300 มก./ล.	400 มก./ล.
สารแขวนลอย	150 มก./ล.	200 มก./ล.
ไนโตรเจนในรูปที่เคเอ็น	120 มก./ล.	200 มก./ล.

ที่มา: วณิช (2544)

ส่วนฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่มีสุกรไม่เกิน 500 ตัว ยังไม่มีการบังคับใช้มาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งแต่จะใช้แนวทางมาตรฐานทางวิชาการที่จะสนับสนุนและส่งเสริมให้ฟาร์มที่ถูกดองก่อนที่จะบังคับในระยะต่อไป (วณิช, 2544) นอกจากนี้ในปัจจุบันบางฟาร์มสุกรได้นำเอามูลสัตว์เหล่านี้มาทำเป็นปุ๋ยคอกหรือนำมาผลิตก๊าซชีวภาพบางส่วนนับว่าเป็นการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อทั้งทางสิ่งแวดล้อมและทางเศรษฐกิจ (สุจินต์, 2542)

3. คุณภาพน้ำ

ภาสกร (2542) กล่าวว่า คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำ เพื่อใช้ในการกิจกรรมของมนุษย์เฉพาะกิจกรรม หรือเฉพาะกรณีไป ซึ่งคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นแตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน ตลอดจนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ น้ำมีสารแขวนลอย มีสี มีกลิ่น มีรส มีความโปร่งแสง อุณหภูมิของน้ำ และการนำไฟฟ้า เป็นต้น

2. คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ความเป็นด่าง (Alkalinity) ความกระด้าง (Hardness) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ไนเตรต (NO_3^-) แอมโมเนีย (NH_4^+) ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ความเค็ม (Salinity) เป็นต้น

3. คุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ การที่น้ำมีสิ่งเจือปนที่มีชีวิต เช่น แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ แบคทีเรีย (Bacteria) พืชน้ำ และเชื้อโรคอื่น ๆ เป็นต้น

น้ำในลำน้ำธรรมชาติทุกแห่งมีเกลือแร่เจือปนด้วยเสมอ จะผิดกันแต่ปริมาณและชนิดของเกลือแร่ที่เจือปนอยู่เท่านั้น การที่จะพิจารณาว่าน้ำเหมาะสมต่อการชลประทานหรือไม่นั้น จะต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ คุณสมบัติของดิน ประเภทของพืชที่จะปลูก สภาพภูมิอากาศ และการจัดการชลประทาน มิใช่เฉพาะคุณสมบัติของน้ำเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาว่าน้ำชนิดใดจึงเหมาะสมกับชลประทาน มีหลัก 3 ประการในการวิเคราะห์ คือ

1. Salinity ปริมาณเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยคิดปริมาณเกลือแร่ทั้งหมดที่มีอยู่ โดยไม่จำกัดชนิด

2. Sodicity ปริมาณของอนุมูลโซเดียม ซึ่งเป็นตัวการทำลายโครงสร้างของดิน โดยทำให้อัตราการซึมของน้ำช้าลง

3. Toxicity สารที่เป็นพิษต่อพืช ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ พวกละอองลอย คลอไรด์ และลิเทียม เป็นต้น

คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม อุตสาหกรรมการชลประทาน การคมนาคม และการผลิตพลังงาน มนุษย์จำเป็นต้องทำการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อประกอบในการจัดการคุณภาพน้ำได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และใช้เป็นข้อมูลที่สำคัญในการวางแผนและการพัฒนาการใช้ทรัพยากรน้ำ ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ตลอดไป (ดอน และ วีระ, 2547)

3.1 ดัชนีคุณภาพน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ดัชนีคุณภาพน้ำที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ ฟอสเฟต ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนีย ไนโตรเจนรวม คลอไรด์ ความเค็มในรูปของค่าการนำไฟฟ้า ความเค็มในรูปของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และอัตราส่วนการแลกเปลี่ยนโซเดียม

3.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อน โดยปกติน้ำธรรมชาติจะได้รับพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์และการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศและจากพื้นดิน อุณหภูมิของแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศโดยขึ้นอยู่กับตำแหน่งเส้นรุ้ง ระดับความสูง ฤดูกาล และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า รังสีความร้อนดวงอาทิตย์ ลม และการระเหยของน้ำ มีส่วนทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน

อุณหภูมิของน้ำจะมีอิทธิพลต่อการลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อกลิ่นและรสของน้ำ นอกจากนั้นยังมีอิทธิพลต่อสัตว์น้ำ คือ มีผลต่ออัตราเมตาบอลิซึมของร่างกาย สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ระดับหนึ่ง แต่ที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่มีขีดจำกัด อุณหภูมินอกจากจะมีผลโดยตรงต่อสัตว์น้ำแล้ว ยังมีผลโดยอ้อม เช่น อุณหภูมิที่สูงมักจะทำให้พิษของสารประเภทต่าง ๆ เช่น ยากำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักมีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยเร่งให้มีการดูดซึมและการแพร่กระจายของสารพิษเหล่านี้ให้เข้าสู่ร่างกายได้เร็วขึ้น

แหล่งน้ำตามธรรมชาติของประเทศไทยมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุณหภูมิสูงกว่าภาคอื่น ๆ ส่วนภูเขาทางเหนืออาจมีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส

3.1.2 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH)

เมื่อก้าวถึงสารละลายน้ำ (aqueous solution) ไม่ว่าจะเป็นสารละลายกรด เบส หรือเกลือ เรามักจะสนใจว่าสารละลายนั้นมีความเป็นกรดเป็นด่างน้อยแค่ไหน สิ่งที่ชี้บอกความเป็นกรดคือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน $[H^+]$ และสิ่งที่ชี้บอกความเป็นเบสคือ ความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน $[OH^-]$ ความเข้มข้นของ H^+ และ OH^- ในน้ำจะน้อยมาก เช่น น้ำบริสุทธิ์จะแตกตัวให้ $H^+ 10^{-7}$ ชั่วโมง/ลิตร การที่จะกล่าวถึงความเข้มข้นของ H^+ ด้วยตัวเลขดังกล่าวเป็นการไม่สะดวก จึงใช้บอกด้วยหน่วยที่เรียกว่า พีเอช (กรรณิการ์, 2544) พีเอชของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0-14 น้ำที่เป็นกลางถือว่าพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่เป็นกรดและด่างถือว่าพีเอชน้อยกว่าหรือมากกว่า 7 ตามลำดับ (มันสิน และ มันรักษ์, 2547)

พีเอชของน้ำธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 9 แต่ส่วนใหญ่ค่อนข้างจะเป็นเบสเล็กน้อย เนื่องจากมีคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต น้ำที่มีพีเอชสูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้อาจเนื่องจากถูกปะปนโดยกรดหรือด่างแก่จากน้ำทิ้งอุตสาหกรรม (กรรณิการ์, 2544)

ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่า pH ของน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำ โดยมีระดับ pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนี้

ค่า pH 4.0 หรือต่ำกว่า	เป็นจุดอันตรายที่สามารถทำให้ปลาตายได้
ค่า pH ระหว่าง 4.0-6.0	ปลาบางชนิดอาจไม่ตาย แต่มักจะทำให้ได้รับผลผลิตต่ำเนื่องจากการเจริญเติบโตช้า และทำให้การสืบพันธุ์หยุดชะงัก
ค่า pH ระหว่าง 6.5-9.0	เป็นระดับที่เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ค่า pH ระหว่าง 9.0-11.0	ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต หากปรากฏว่าสัตว์น้ำต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานาน จะทำให้ผลผลิตต่ำ
ค่า pH 11.0 หรือมากกว่า	เป็นพิษต่อปลา

กรณีการ (2544) กล่าวว่า ฟิโชนมีความสำคัญในด้านสิ่งแวดล้อมมาก ในการผลิตน้ำประปา ฟิโชนจัดเป็นแฟกเตอร์สำคัญที่จะต้องคำนึงในกระบวนการตกตะกอนทางเคมี การฆ่าเชื้อ การจัดการความกระด้าง และการควบคุมการกัดกร่อน ในการบำบัดน้ำเสีย โดยกระบวนการทางชีวจะต้องควบคุมฟิโชนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นฟิโชนยังมีความสัมพันธ์กับสภาพกรด สภาพด่างของน้ำและใช้ในการคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำอีกด้วย

3.1.3 ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

อรรถ (2545) กล่าวว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำคือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าช้อออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้น้อย ในน้ำสะอาด ออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ในช่วง 7-14.6 มล./ล. ที่อุณหภูมิ 0-35 องศาเซลเซียส ซึ่งการละลายน้ำจะลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำและเพิ่มสิ่งเจือปนในน้ำ เช่น ความเค็ม สารแขวนลอย เป็นต้น สิ่งมีชีวิตในน้ำต้องการออกซิเจนในการหายใจ ดังนั้นควรมีออกซิเจนละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 3 มล./ล.

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมากและไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำ การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความดัน อุณหภูมิและปริมาณของแข็งละลาย มั่นสิน (2543) กล่าวว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำธรรมชาติและน้ำเสียขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมี กายภาพ และกระบวนการชีวเคมีในสิ่งมีชีวิต ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีความสำคัญใช้บอกให้ทราบได้ว่า น้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

ดอน และ วีระ (2547) ระบุว่าน้ำเย็นมีออกซิเจนละลายน้ำได้มากกว่าน้ำร้อน ออกซิเจนละลายในน้ำจืด บรรยากาศปกติได้ 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 0 องศาเซลเซียส และ 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 35 องศาเซลเซียส การกำจัดออกซิเจนออกจากน้ำในอุณหภูมิปกติจึงไม่สามารถทำได้

ธรรมชาติของออกซิเจนในการละลายน้ำได้น้อยเป็นปัจจัยที่จำกัดขีดความสามารถในการทำมาสะอาดตัวเองของน้ำธรรมชาติ และเป็นเหตุผลที่ทำให้ต้องมีการบำบัดน้ำเสียชุมชนหรือน้ำเสียอุตสาหกรรมก่อนระบายทิ้งแหล่งน้ำต่าง ๆ จำนวนออกซิเจนที่ละลายน้ำมี

ความสัมพันธ์กับความสกปรกของน้ำ คือ ถ้าน้ำสกปรก จำนวนออกซิเจนที่ละลายน้ำจะถูกใช้ไปทำลายความสกปรกเหล่านั้น และน้ำสกปรกจะมีจำนวนแบคทีเรียมาก แบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตมาก ทำให้ออกซิเจนที่ละลายน้ำถูกใช้ไปมากหรือเกือบหมด ออกซิเจนจึงละลายในน้ำได้ได้น้อยกว่าน้ำจืด ด้วยเหตุนี้ออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมีปริมาณต่ำลงเมื่อน้ำในแม่น้ำไหลไปถึงปากอ่าวซึ่งเป็นน้ำกร่อย เนื่องจากน้ำกร่อยมีความสกปรกมากนั่นเอง

นักวิทยาศาสตร์ ได้สรุปอิทธิพลของออกซิเจนละลายน้ำในบ่อปลาน้ำจืดไว้ คือ

DO น้อยกว่า 1 มก./ล.	ปลาอาจถึงตายถ้าเกิดขึ้นเป็นเวลานานหลายชั่วโมง
DO น้อยกว่า 1-5 มก./ล.	ปลามีชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปลาจะเจริญเติบโตช้า และไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ดี
DO มากกว่า 5 มก./ล.	เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ แต่ไม่เกินระดับอิ่มตัว

ดังนั้น การวิเคราะห์หาค่า DO ถือเป็นกุญแจสำคัญในการควบคุมความสกปรกของน้ำและควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (กรรณิการ์, 2544)

3.1.4 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

การวิเคราะห์หาค่า BOD เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงความสกปรกของน้ำ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้นค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนนั่นเอง หาก BOD เข้มข้นมาก แสดงว่าน้ำมีความสกปรกมาก และหาก BOD เข้มข้นต่ำ แสดงว่ามีความสกปรกน้อย (มันสิน, 2543)

โดยทั่วไปการวิเคราะห์ค่า BOD จะเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา 5 วัน ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส นั่นคือ จะทำการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำในตอนเริ่มต้นและหลังจากนั้น 5 วัน ว่า ปริมาณออกซิเจนถูกใช้ไปปริมาณเท่าใด เนื่องจาก

ถ้ามีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำสูง แบคทีเรียจะทำการเพิ่มจำนวนและทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยใช้ออกซิเจน จึงมีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง นั่นคือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในตอนเริ่มต้นกับวันที่ 5 มีความแตกต่างกันมาก ค่าบีโอดีจะมีค่ามาก แสดงว่ามีปริมาณอินทรีย์สารในน้ำมากนั่นเอง

ในประเทศไทยความเข้มข้นของ BOD ของน้ำเสียชุมชนเมืองจะอยู่ที่ประมาณ 40-100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือน้อยกว่า ส่วนค่า BOD สำหรับน้ำผิวดินมีค่าต่ำกว่าของน้ำเสียมาก แหล่งน้ำผิวดินที่สะอาดต้องมี BOD ไม่เกิน 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือไม่ตรวจพบ BOD เลย ถ้าพบว่า BOD สูงถึง 3-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำผิวดินถือว่าแหล่งน้ำนั้นมีความสกปรกมาก

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดระดับ BOD ที่ยอมให้มีในแหล่งน้ำผิวดินประเภทต่าง ๆ ดังนี้

แหล่งน้ำผิวดิน	BOD (มก./ล.)	หมายเหตุ
ประเภทที่ 1	-	แหล่งน้ำธรรมชาติที่ไม่ถูกปนเปื้อนจากน้ำเสีย
ประเภทที่ 2	ไม่เกิน 1.5	ปนเปื้อนน้อยและสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้กว้างขวาง
ประเภทที่ 3	ไม่เกิน 2.0	ปนเปื้อนมาก
ประเภทที่ 4	ไม่เกิน 4.0	ใช้ได้เฉพาะวัตถุประสงค์ทางการเกษตร ไม่เหมาะสำหรับเป็นแหล่งน้ำประปา

นอกจากปริมาณ BOD มีผลต่อความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น ถ้า BOD ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ระยะฟักตัวของไข่ปลาช้าลง และยังทำให้ตัวอ่อนมีขนาดและความแข็งแรงลดลง

3.1.5 ความเค็ม (Salinity)

วิธีการหาค่าความเข้มข้นของเกลือหรือความเค็ม (Salinity) ในน้ำชลประทานทำได้ 2 วิธี คือ

1) วัดเป็นค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ซึ่งวัดความสามารถของเกลือที่อยู่ในรูปสารละลาย เพื่อการนำไฟฟ้า ค่า EC ที่สูงจะมีส่วนประกอบของเกลือมากในน้ำ และมีศักยภาพสูงสำหรับปัญหาความเค็มที่เกิดขึ้น ค่า EC จะวัดออกมาเป็นหน่วย decisemens per meter (ds/m) หรือ millimhos per centimeter (mmhos/cm)

2) วัดจำนวนของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ซึ่งเป็นผลรวมของเกลือทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำ หน่วยที่ใช้เป็นมิลลิกรัมของเกลือต่อน้ำการละลาย 1 ลิตร (mg/l) หรือเป็นส่วนต่อล้านส่วน ppm. วิธีนี้จะให้ค่าถูกต้อง เมื่อน้ำนั้นไม่มีสารละลายไบคาร์บอเนต เพราะสารไบคาร์บอเนตจะสลายตัวไปประมาณครึ่งหนึ่งเมื่อถูกความร้อน ซึ่งจะทำให้ค่า TDS ผิดไป

ดังนั้นความเค็มของน้ำจะแสดงได้ทั้งสองแนวทาง แต่วิธีการวัดเป็นค่าการนำไฟฟ้าได้รับความนิยมมากกว่า เพราะค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับค่าเปอร์เซ็นต์เกลือในดิน และค่า Osmotic Pressure

3.1.5.1 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)

เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน คุณสมบัติขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของไอออนในน้ำและอุณหภูมิ น้ำที่มีไอออนของสารต่าง ๆ อยู่ นำไฟฟ้าได้ทั้งนั้น ในสนามไฟฟ้ากระแสไอออนบวกจะเคลื่อนไปที่อิเล็กโทรดขั้วลบ และไอออนลบจะเคลื่อนที่ไปที่อิเล็กโทรดขั้วบวก กรดเบสและเกลืออนินทรีย์ เช่น HCl Na_2CO_3 และ NaCl เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะแตกตัวให้ไอออนบวกและลบ ในทางตรงกันข้ามโมเลกุลของสารอินทรีย์ เช่น ซูโครสและเบนซีน ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า ค่า Conductivity ไม่ได้เป็นค่าเฉพาะไอออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของไอออนทั้งหมดในน้ำ และค่า Conductivity นี้ไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารในน้ำ บอกแต่เพียงว่า มีการเพิ่มหรือลดของไอออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่า Conductivity เพิ่มขึ้นแสดงว่ามีสารที่แตกตัวได้ในน้ำเพิ่มขึ้น หรือถ้าค่า Conductivity ลดลง ก็แสดงว่า สารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง (กรรณิการ์, 2544) หน่วยของค่าการนำไฟฟ้า คือ ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (microscimen หรือ $\mu\text{s/cm}$) ซึ่งในอดีตเรียกว่า ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร (micromhos หรือ $\mu\text{mhos/cm}$) และนิยมวัดกันที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ดอน และ วีระ, 2547)

น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150-300 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าของแม่น้ำจะแตกต่างกันไปตามระยะทาง โดยต้นน้ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำและค่อย ๆ มีระดับสูงขึ้น เมื่ออยู่ติดกับทะเล เนื่องจากในระยะทางที่เพิ่มขึ้นจะชะล้างเอาสารต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมมนุษย์สะสมเพิ่มขึ้น (คอน และ วีระ, 2547) สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชลประทานที่จะไม่ส่งผลเสียหายต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ 750 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 3,000 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร จะมีปัญหาต่อการซึมของน้ำได้ดินเป็นอย่างมาก

3.1.5.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total Dissolved Solids, TDS)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเป็นเครื่องบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่ง ของแข็งที่ละลายน้ำ คือ ส่วนที่เหลืออยู่หลังจากการระเหยของน้ำที่ได้ผ่านการกรองโดย Millipore filter แล้วที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนที่เหลือนี้ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์หลายชนิด การหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจะทำให้ส่วนที่เป็นอินทรีย์สารถูกกำจัดออกไป รวมทั้งพวกไบคาร์บอเนต ฉะนั้นส่วนที่เหลือทั้งหมดจะเป็นอนินทรีย์สาร

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดละลายน้ำอยู่ในน้ำอาจทำได้หลาย ๆ โดยวิเคราะห์หาความนำจำเพาะ (specific conductivity) ของน้ำ ความนำไฟฟ้าจำเพาะคือส่วนกลับ (reciprocal) ของความต้านทานไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็น micromhos (1/resistance)

3.1.6 อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนโซเดียม (SAR)

พืชน้ำจืดย่อมได้รับผลกระทบจากปริมาณเกลือในน้ำไม่มากนัก และก่อให้เกิดปัญหาที่มีต่อพืชอย่างน้อย ๆ 3 ประการ คือ ปัญหาที่เกิดจากความเข้มข้นของเกลือ (salinity problem) ปัญหาที่เกิดจากดินแน่น (permeability problem) และปัญหาที่เกิดจากความเป็นพิษของเกลือ (toxicity problem) องค์ประกอบเป็นพิษที่มีอยู่ในน้ำเค็ม ได้แก่ โซเดียม คลอไรด์ และโบรอน ซึ่งมีผลทำให้พืชตาย หรือมีผลผลิตลดลง พืชแต่ละชนิดมีความไวต่อองค์ประกอบที่เป็นพิษไม่เท่ากัน แต่พืชไม่ยื้นดันส่วนมาก และไม่เนื่ออ่อนที่มีอายุหลายปีมักไวต่อองค์ประกอบที่เป็นพิษเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โซเดียม และคลอไรด์ ถ้ามีความเข้มข้นสูงจะเป็น

พืชต่อพืชได้แทบทุกชนิด อย่างไรก็ตาม ปัญหาความเป็นพิษมักจะปะปนรวมไปกันกับปัญหาความเค็ม และปัญหาดินแน่นจนแยกไม่ออก

เมื่อน้ำชลประทานซึมลงในดิน เพื่อบรรจุลงในเขตรากพืชได้ช้าลงกว่าปกติ อาจมีสาเหตุมาจากน้ำเค็มทำให้ดินแน่น (permeability problem) โดยทั่วไปเกิดในบริเวณชั้นดินบนหนา 2-3 เซนติเมตร แต่บางครั้งอาจเกิดในส่วนลึกของชั้นดิน ผลของการที่ดินแน่นตัวเมื่อเปรียบเทียบกับผลในด้านความเค็ม (salinity problem) จะเห็นได้ว่า ความแน่นตัวทำให้น้ำบรรจุลงในเขตรากพืชไม่ได้เต็มที่ และความเป็นพิษของโซเดียม (adj. SAR) ที่มีต่อพืช กล่าวคือ ถ้า (adj. SAR) น้อยกว่า 3 ไม่มีปัญหา ถ้าอยู่ในช่วง 3-9 มีปัญหาบ้าง ถ้ามากกว่า 9 มีปัญหาร้ายแรง

เมื่อน้ำชลประทานมีโซเดียมมาก จำนวนโซเดียมมีอิทธิพลต่อการทำให้ดินแน่นได้มาก ผลของโซเดียมที่กล่าวนี้ขึ้นอยู่กับเรโซอันหนึ่งที่เรียกว่า “Sodium Adsorption Ratio” (SAR) ดังสมการที่ 1

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (1)$$

เมื่อ Na, Ca และ Mg มีหน่วยเป็น meq/l

เมื่อ SAR มีค่ามากกว่า 6-9 น้ำจะทำให้เกิดดินแน่นแก่ดินที่หดรัดและพองตัวได้มาก อย่างไรก็ตามจำนวนคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนตในน้ำชลประทานก็มีส่วนทำให้ดินแน่นได้มากหรือน้อยด้วยเหมือนกัน ดังนั้นการวินิจฉัยโซเดียมจะทำให้ดินแน่นหรือไม่ จึงมีการพิจารณาถึงจำนวน “Residual Sodium Carbonate” (RSC) ประกอบกันไปด้วย ซึ่งการวินิจฉัยเช่นนี้ใช้ได้ผลมาแล้วพอสมควร

3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์

ดอน และ วีระ (2547) กล่าวว่า สภาวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยได้ระบุวิธีการเลือกเก็บตัวอย่างน้ำดังนี้

1) จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ถ้าเป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมให้เก็บตัวอย่างน้ำจากทุก ๆ จุดที่มีการปล่อยน้ำเสียออกมา และ/หรือ ที่จุดรวมของน้ำเสียก่อนระบายออกนอกโรงงาน

1. ถ้าเป็นน้ำเสียชุมชน ให้เก็บจากปลายท่อระบาย น้ำโสโครก หรือบ่อตรวจการระบายหรือจากบ่อสูบ

2. ในการตรวจคุณภาพของลำน้ำให้เก็บตัวอย่างน้ำ ดังนี้

2.1 ถ้าลำน้ำผสมกันดีให้เก็บที่ 3 ตำแหน่งห่างจากกัน และห่างจากตลิ่งเท่ากับ $W/4$ ถ้า W คือ ความกว้างของลำน้ำ ณ จุดนั้น และเก็บที่ความลึก $0.2D$ และ $0.8D$ ถ้า D คือ ความลึก ณ จุดนั้น ๆ รวมเป็น 6 ตัวอย่าง

2.2 ถ้าลำน้ำผสมกันได้ดีในแนวยาว (Longitudinal mixing) ให้เก็บที่ 3 ตำแหน่งเดิม แต่เก็บที่ $0.6D$ ณ แต่ละตำแหน่ง จะได้รวมเป็น 3 ตัวอย่าง

2.3 ถ้าลำน้ำผสมกันได้ดีในแนวขวางก็ให้เก็บที่ $0.2D$ และ $0.6D$ ที่ตำแหน่งกลางลำน้ำจะได้ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง

2.4 หากลำน้ำมีการผสมกันทั่วถึงดีทั้ง 2 ทิศทาง ให้เก็บตัวอย่างที่ $0.6D$ ตำแหน่งกลางแม่น้ำเพียงจุดเดียว

2) วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

การที่จะเก็บตัวอย่างน้ำที่มีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำเสียทั้งหมดนั้น จำเป็นต้องเลือกวิธีเก็บตัวอย่างน้ำที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

1. การเก็บแบบจ้วง (Grab Sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงเอาเลย ๆ แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าที่ต้องการทราบ ดังนั้น ตัวอย่างน้ำจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะของน้ำ ณ จุดเก็บเฉพาะเวลานั้นเท่านั้น การเก็บตัวอย่างน้ำวิธีนี้มีข้อดีในกรณีที่

1.1 น้ำเสียไม่ได้ไหลแบบต่อเนื่อง เช่น ปล่อยทิ้งเป็นครั้งเป็นคราว เนื่องจากกระบวนการผลิต เดินเครื่องเป็นช่วง ๆ

1.2 น้ำเสียมีลักษณะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

1.3 ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของน้ำเสีย ตามกรรมวิธีการผลิต ในกรณีนี้ต้องจ้วงเก็บตัวอย่างน้ำหลายตัวอย่าง ณ เวลาต่าง ๆ มาเทียบกัน

1.4 ต้องการหาลักษณะบางอย่างของน้ำเสีย ณ จุดที่เก็บ เนื่องจากค่าเหล่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น pH อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย ตะกอนหนัก หรือคลอรีนหลงเหลือ

2. การเก็บแบบผสมรวม (Composite Sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ครั้งต่อช่วงผลิต โดยแบ่งแต่ละช่วงของระยะเวลาการเก็บให้สม่ำเสมอ ปริมาณการเก็บขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำ แล้วนำมาผสมลงในถังเก็บใบเดียวกันซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ประมาณ 10 องศาเซลเซียส การเก็บวิธีนี้มีข้อดี คือ ลดจำนวนตัวอย่างน้ำที่ต้องวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายเคมีภัณฑ์และเวลาในการศึกษาได้มาก แต่ถึงอย่างไรก็มีข้อเสีย คือ ต้องใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างนานกว่าวิธีแรก

3) ปริมาณตัวอย่างน้ำ

นอกจากต้องเลือกวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำที่เหมาะสมแล้ว ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง ผู้เก็บตัวอย่างน้ำต้องตั้งจุดหมายไว้ก่อนว่าต้องการเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ค่าอะไรบ้าง เพื่อที่จะได้เก็บตัวอย่างน้ำให้มีปริมาณมากพอที่จะทำการวิเคราะห์ได้ตามต้องการ โดยกรณีการเก็บแบบผสมรวมปริมาณตัวอย่างน้ำควรจะต้องสัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำด้วย โดยทั่วไปแล้ว ควรเก็บตัวอย่างน้ำรวมแล้วปริมาณรวมไม่เกิน 5 ลูกบาศก์เดซิเมตร (ลิตร)

4. แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เป็นแบบจำลองที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัยทางด้านแหล่งน้ำของประเทศเดนมาร์ก (Danish Hydraulic Institute: DHI) ในปี ค.ศ. 1972 เพื่อใช้จำลองสภาพการไหลของการเคลื่อนตัวของตะกอน การศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำ และระบบชลประทาน แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ได้รับการพัฒนาให้ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยโครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 แสดงดังภาพที่ 1

แบบจำลองย่อยที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วย แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic (HD) Module) แบบจำลองย่อยการพา-แพร่กระจาย (Advection-Dispersion (AD) Module) และแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำ (Water Quality (WQ) Module) แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์เป็นแบบจำลองที่สามารถคำนวณการไหลแบบไม่คงที่ในทางน้ำเปิด ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและระยะทาง ส่วนแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำจะอธิบายถึงปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในลำน้ำ ซึ่งเมื่อนำมาประกอบกับแบบจำลองการแพร่กระจายก็สามารถคำนวณคุณภาพน้ำในลำน้ำได้

4.1 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model)

แบบจำลองนี้ใช้วิธี Implicit finite difference ในการคำนวณสภาพการไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady Flow) ในลำน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ โดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์สามารถอธิบายสภาพการไหลได้ทั้งการไหลแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow) และการไหลแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow) ตลอดจนสามารถคำนวณการไหลในระบบลำน้ำที่มีการไหลเข้าด้านข้าง และแสดงผลการคำนวณเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time) และสถานที่ (Space)

4.1.1 สมการพื้นฐาน

สมการพื้นฐานของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ในแบบจำลอง MIKE 11 คือ สมการ Saint Venant ซึ่งเป็นสมการที่อธิบายสภาพการไหลในลำน้ำแบบมิติเดียว (One Dimension) โดยมีสมมุติฐานเบื้องต้น คือ

1. น้ำเป็นของเหลวที่ไม่สามารถอัดได้ (Incompressible) และความหนาแน่นคงที่ตลอดการไหล
2. ความลาดชันท้องลำน้ำมีค่าน้อย (Mild Slope)
3. การไหลเป็นแบบมิติเดียว (One Dimension) ความลึกและความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของลำน้ำ
4. สภาพการไหลเป็นแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow)

รูปแบบสมการ Saint Venant จะประกอบไปด้วยสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม (Continuity and Momentum Equations) แบบมิติเดียว (One Dimension) ซึ่งรูปสมการแสดงได้ดังนี้

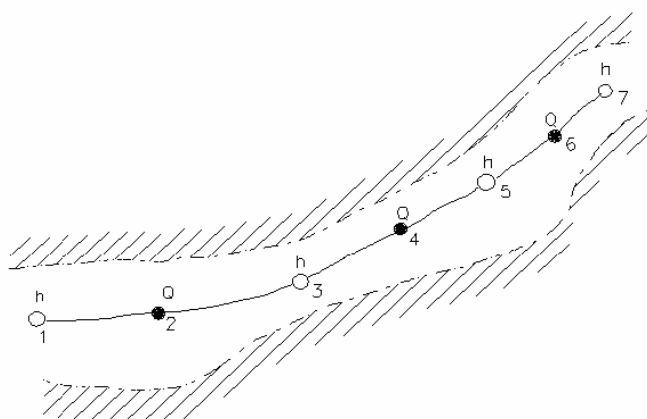
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (3)$$

เมื่อ	Q	=	อัตราการไหล (m ³ /s)
	A	=	พื้นที่หน้าตัด (m ²)
	q	=	อัตราการไหลเข้าด้านข้าง (m ³ /s/m)
	h	=	ระดับน้ำเหนือระดับอ้างอิง (m)
	C	=	Chezy Coefficient (m)
	R	=	รัศมีชลศาสตร์ (m)
	α	=	สัมประสิทธิ์โมเมนตัม

4.1.2 วิธีการคำนวณหาคำตอบ

การหาคำตอบจากสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม อาศัยวิธีการ Implicit finite difference ที่พัฒนาโดย Abbott และ Ionescu ทั้งนี้ค่าอัตราการไหล (Q) และระดับน้ำ (h) จะคำนวณที่ตำแหน่งสลับกันดังแสดงในภาพที่ 2 ตำแหน่งเหล่านี้จะกำหนดขึ้นโดยอัตโนมัติในแบบจำลองตามความต้องการของผู้ใช้ ตำแหน่งที่คำนวณค่าระดับน้ำจะอยู่ที่จุดที่กำหนดหน้าตัด ส่วนตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหลจะอยู่กึ่งกลางระหว่างตำแหน่งที่คำนวณระดับน้ำและตำแหน่งอาคารชลศาสตร์ค่าอัตราการไหลจะมีค่าเป็นบวกเมื่อน้ำไหลไปในทิศทางท้ายน้ำ



ภาพที่ 2 ลำรางและตำแหน่งที่คำนวณอัตราการไหล และระดับน้ำ

ที่มา: นุชนารถ (2545)

4.1.3 ความต้านทานที่ท้องลำนน้ำ

แบบจำลองนี้จะทำการวิเคราะห์ความต้านทานของการไหลเนื่องจากความเสียดทานที่ท้องน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการของ Chezy หรือ Manning สำหรับสมการ Chezy แสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 4

$$Q = AC\sqrt{RS} \quad (4)$$

เมื่อ	Q	=	อัตราการไหล (m ³ /s)
	A	=	พื้นที่หน้าตัด (m ²)
	R	=	รัศมีชลศาสตร์ (m)
	C	=	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Chezy

สำหรับสมการ Manning แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n}AR^{2/3}S^{1/2} = MAR^{2/3}S^{1/2} \quad (5)$$

เมื่อ	n	=	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Manning
	M	=	Manning number ซึ่งมีค่าสมมูลกับสัมประสิทธิ์ของ Strickler

ค่า M คือ ส่วนกลับของ Manning Coefficient n ($M = 1/n$) โดยค่า Manning's n มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.01 จนถึง 0.10 ดังนั้นค่า M ที่สอดคล้องกันจะมีค่าตั้งแต่ 100 ถึง 10

สัมประสิทธิ์ของ Chezy และสัมประสิทธิ์ของ Manning ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ โดย Cunge et al. (1980) แสดงได้ดังสมการที่ 6

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} = MR^{1/6} \quad (6)$$

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล (C , n หรือ M) นั้นสามารถประเมินได้โดยการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) โดยปรับเทียบระหว่างลักษณะทางกายภาพที่ได้จากแบบจำลอง และลักษณะทางกายภาพของสภาพความเป็นจริงที่ได้จากข้อมูลภาคสนาม นอกจากนี้ยังสามารถประเมินค่า Manning's n ได้จากการประมาณการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานที่ท้องลำนํ้าของทางน้ำเปิด

ชนิดทางน้ำเปิด	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน
	Manning's n
Concrete	0.012
Gravel bottom with sides	
- Concrete	0.020
- mortared stone	0.023
- riprap	0.033
Natural stream channels	
Clean, straight stream	0.030
Clean, winding stream	0.040
Winding with weeds and pools	0.050
With heavy brush and timber	0.100
Flood Plain	
Pasture	0.035
Field crop	0.040
Light brush and weeds	0.050
Dense brush	0.070
Dense trees	0.100

ที่มา: ภูวดล (2544)

4.1.4 เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)

เงื่อนไขขอบเขตที่ต้องกำหนดในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (HD Module) แบ่งออกเป็น 2 เงื่อนไขขอบเขต คือ

1. ขอบเขตด้านเหนือ (Upstream Boundary) สามารถกำหนดในแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูล

- อัตราการไหลคงที่จากอ่างเก็บน้ำ
- อัตราการไหลของกราฟน้ำท่าจากเหตุการณ์ต่าง ๆ

2. ขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream Boundary) สามารถกำหนดในแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูล

- ระดับน้ำคงที่ เช่น ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่
- ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เช่น ระดับขึ้นลงของน้ำทะเล
- โค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับและอัตราการไหล (Rating Curve)

4.1.4 เงื่อนไขเสถียรภาพ (Stability Condition)

เสถียรภาพและความถูกต้องแม่นยำของวิธีการในการแก้สมการ Finite Difference ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขดังต่อไปนี้ คือ

1. Courant Condition (Cr) โดยทั่วไปค่าของ Cr จะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15

$$C_r = \frac{\Delta t(v + \sqrt{gy})}{\Delta x} \leq 10-15 \quad (7)$$

- เมื่อ
- v = ความเร็วที่หน้าตัดการไหล (m/s)
 - g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s²)
 - y = ความลึก (m)

$$\begin{aligned} t &= \text{ช่วงเวลา (s)} \\ x &= \text{ระยะทางระหว่างกริดที่คำนวณ (m)} \end{aligned}$$

2. Velocity Condition เงื่อนไขความเร็วจะเป็นตัวกำหนดค่า time step โดยสมการที่ 8 จะเป็นสมการที่กำหนดค่า time step ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดขวาง (Cross-section) อย่างรวดเร็ว

$$\frac{v\Delta t}{\Delta x} \leq 1-2 \quad (8)$$

4.2 แบบจำลองการแพร่กระจาย (Advection-Dispersion Model)

4.2.1 สมการพื้นฐาน

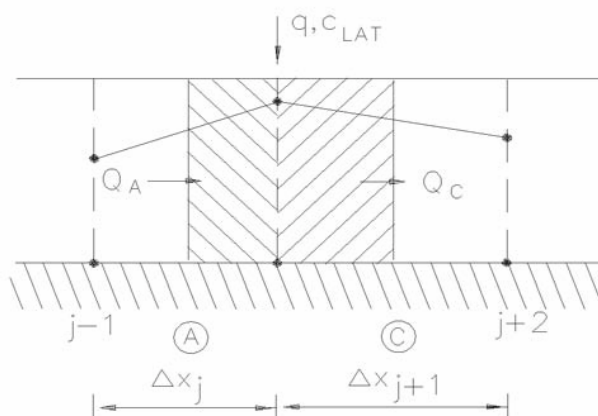
สมการพื้นฐานจากแบบจำลองการแพร่กระจาย จะอธิบายถึงลักษณะการเคลื่อนตัวของสารในลำน้ำแบบมิติเดียว ซึ่งอาศัยหลักการของกฎทรงมวล (Mass Balance) อธิบายสภาพการพาและการแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำดังสมการที่ 9

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t} + \frac{\partial(\partial C)}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + q.Cq \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } C &= \text{ความเข้มข้นของสารในน้ำ (g/m}^3\text{)} \\ D &= \text{สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (m}^2\text{/s)} \\ A &= \text{พื้นที่หน้าตัด (m}^2\text{)} \\ K &= \text{สัมประสิทธิ์การย่อยสลายแบบเส้นตรง (s}^{-1}\text{)} \\ Cq &= \text{ความเข้มข้นของสารในน้ำที่ไหลเข้าด้านข้าง (g/m}^3\text{)} \\ Q &= \text{อัตราการไหลเข้าด้านข้าง (m}^3\text{/s/m)} \\ x &= \text{ระยะระหว่างตำแหน่ง (Space Coordinate, m)} \\ t &= \text{เวลา (Time Coordinate, t)} \end{aligned}$$

4.2.2 วิธีการคำนวณคำตอบ

การคำนวณหาคำตอบของสมการความสมดุลของมวลสารในลำน้ำแบบมิติเดียวใช้วิธี Implicit finite difference เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณการแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำ โดยสมการจะพิจารณาการไหลเข้าออกของมวลสารผ่านช่วงของลำน้ำด้านเหนือและด้านท้ายจุด j ขอบเขตของช่วงลำน้ำประกอบด้วย ท้องลำน้ำ ผิวน้ำ หน้าตัดที่ตำแหน่ง $j - 1/2$ และ $j + 1/2$ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ช่วงลำน้ำแสดงหน้าตัดที่กำหนดค่าอัตราการไหล

ที่มา: ภูวดล (2544)

สมการที่พิจารณาเมื่ออยู่ด้วยกัน 2 สมการ คือ สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการการพา-แพร่กระจาย (advection-Dispersion Equation)

1. สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation)

$$\frac{V_j^{n+1/2} C_j^{n+1}}{\Delta t} - \frac{V_j^n C_j^{n+1/2}}{\Delta t} + T_{j+1/2}^{n+1/2} - T_{j-1/2}^{n+1/2} = q^{n+1/2} C_q^{n+1/2} - V_j^{n+1/2} K C_j^{n+1/2} \quad (10)$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารในน้ำ (g/m^3)

V = ปริมาตรของช่วงลำน้ำที่พิจารณา (m^3)

T	=	อัตราการไหลของมวลผ่านหน้าตัดที่พิจารณา (g/s)
q	=	อัตราการไหลเข้าด้านข้าง (m ³ /s/m)
t	=	ช่วงเวลา (s)
C _q	=	ความเข้มข้นของสารในน้ำที่ไหลเข้าด้านข้าง (g/m ³)
K	=	สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Linear Decay Coefficient, s ⁻¹)
j	=	ตำแหน่ง (grid point)
n	=	จำนวนช่วงเวลา

2. สมการการพา-แพร่กระจาย (Advection – Dispersion Equation)

$$T_{q+1/2}^{n+1/2} = Q_{j+1/2}^{n+1/2} C_{j+1/2}^* - A_{j+1/2}^{n+1/2} D \frac{C_{j+1}^{n+1/2} - C_j^{n+1/2}}{\Delta x} \quad (11)$$

เมื่อ	$Q_{j+1/2}^{n+1/2}$	=	อัตราการไหลที่หน้าตัดด้านขวาของช่วงลำน้ำ (m ³ /s/m)
	$A_{j+1/2}^{n+1/2}$	=	พื้นที่หน้าตัดด้านขวาของช่วงลำน้ำ (m ²)
	D	=	สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion Coefficient, m ² /s)
	$C_{j+1/2}^{n+1/2}$	=	ความเข้มข้นเฉลี่ยทางเหนือ (g/m ³) ซึ่งคำนวณจากสมการที่ 12

$$C_{j+1/2}^* = \frac{1}{4} (C_{j+1}^{n+1} + C_j^{n+1} + C_{j+1}^n + C_j^n) - \min \left\{ \frac{1}{6} \left(1 + \frac{\delta^2}{2} \right) \frac{1}{4\delta} \right\} (C_{j+1}^n - 2C_j^n + C_{j-1}^n) \quad (12)$$

เมื่อ $\delta = \text{Courant Number } (U\Delta t / \Delta x)$

แทนค่า $C_{j+1/2}^*$ ลงในสมการที่ 12 และจัดเทอมใหม่จะได้สมการ Implicit Finite Difference ที่สามารถคำนวณความเข้มข้นของสารในลำน้ำทั้งสามตำแหน่งกริดที่ติดกันได้ดังสมการที่ 13

$$\alpha_j C_{j-1}^{n+1} + \beta_j C_j^{n+1} + \gamma_j C_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (13)$$

เมื่อกำหนดขอบเขต (Boundary) และค่าเริ่มต้น (Initial Condition) ที่เหมาะสมก็สามารถหาคำตอบของสมการข้างต้นได้ ซึ่งจะเป็นค่าความเข้มข้นของสารในลำน้ำ (C) ที่ตำแหน่ง grid point ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลา (t)

4.2.3 สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion Coefficient)

การพิจารณาการแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำ จะพิจารณาตามความยาวของลำน้ำเป็นสำคัญ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาร่วมความเร็วการไหลแบบไม่คงที่ (Non-Uniform Velocity) และการแพร่กระจาย (Diffusion) โดยสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายจะถูกอธิบายในฟังก์ชันของความเร็วการไหล (Flow Velocity) ดังสมการที่ 14

$$D = fV^{ex} \quad (14)$$

เมื่อ D = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (m^2/s)

f = แฟกเตอร์การแพร่กระจาย

V = ความเร็วการไหล (m/s)

ex = ค่าคงที่

ถ้า $ex = 0$ ความเร็วการไหลจะไม่มีอิทธิพลต่อสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายและหน่วยของแฟกเตอร์การแพร่กระจาย (f) จะเป็นตารางเมตรต่อวินาที (m^2/s) และถ้า $ex = 1$ ความเร็วการไหลจะเป็นฟังก์ชันเส้นตรงกับสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย และหน่วยของแฟกเตอร์การแพร่กระจายจะเป็นเมตร (m)

ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในแม่น้ำโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5-10 ตารางเมตรต่อวินาที และจะเพิ่มขึ้นเป็น 15-20 ตารางเมตรต่อวินาที เมื่อเกิดอิทธิพลการไหลแบบ 2 มิติ ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบริเวณปากแม่น้ำ แสดงดังตารางที่ 3

4.2.4 เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)

เงื่อนไขขอบเขตที่จะต้องพิจารณาลำหรับแบบจำลองนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ขอบเขตเปิดการไหลออก (Open Boundary Outflow)

$$\frac{\partial^2 C}{\partial X^2} = 0 \quad (15)$$

ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายบริเวณปากแม่น้ำ

แม่น้ำ	อัตราการไหล (cfs)	ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (smpd)
Hudson River, NY	5,000	20
East River, NY	0	10
Cooper River, SC	10,000	30
South River, NJ	23	5
Houston Ship Channel, TX	900	27
Cape River, NC	1,000	2-10
Compton Creek, NJ	10	1
Wappinger and Fishkill Creek, NY	2	0.5-1
River Foyle, N.Ireland	250	5
Delaware River, upper		2-7
Delaware River, lower		7-11
Potamac River, upper		0.6-6
Potamac River, lower		6-10
Narrows of Mercey		4.4-12
San Francisco Bay, southern		0.6-6
San Francisco Bay, northern		1.5-6.2
Rio Quayas, Ecuador		25

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แม่น้ำ	อัตราการไหล (cfs)	ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (smpd)
Thames River, England, low flow		1.8-2.8
Thames River, England, high flow		11

ที่มา: ภูวดล (2544)

2. ขอบเขตเปิดการไหลเข้า (Open Boundary Inflow) สามารถใส่ความเข้มข้นของสารในลำน้ำทั้งที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา และเป็นค่าคงที่เช่นเดียวกับเงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ดังสมการที่ 16

$$C = C_{bq} + (C_{out} - C_{bf})e^{-t_{mix} \cdot k_{mix}} \quad (16)$$

เมื่อ C_{bf} = ความเข้มข้นของสารในลำน้ำที่ขอบเขต
 C_{out} = ความเข้มข้นของสารในลำน้ำที่ขอบเขตที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วก่อนเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ
 k_{mix} = time scale (hr^{-1})
 t_{mix} = เวลาตั้งแต่เกิดการเปลี่ยนทิศการไหล

3. ขอบเขตปิด (Close Boundary) คือ ไม่มีการไหลที่ขอบเขต ($Q=0$)

$$\frac{\partial c}{\partial x} = 0 \quad (17)$$

4.2.5 เงื่อนไขเสถียรภาพ

การคำนวณของแบบจำลองการพา-แพร่กระจายจะมีเสถียรภาพหรือไม่ สามารถตรวจสอบได้จากค่า P_c ดังสมการที่ 18

$$P_e = \frac{V\Delta x}{D} > 2 \quad (18)$$

เมื่อ P_e = Peclet number

V = ความเร็วการไหล (m/s)

Δx = ระยะทางระหว่างกริดที่คำนวณ (m)

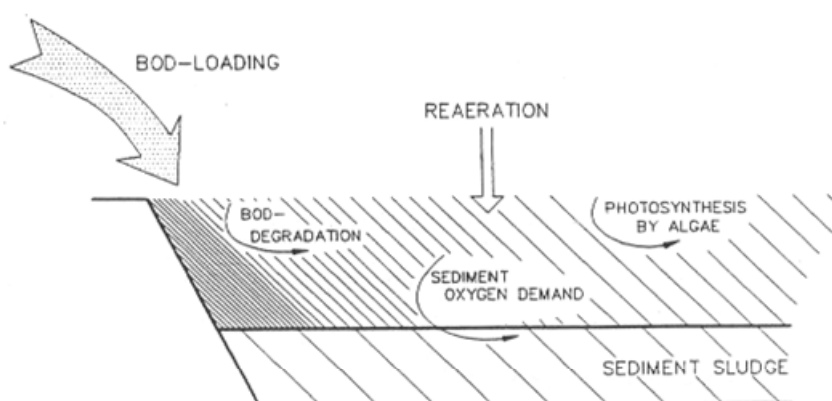
D = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (m^2/s)

ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณจะขึ้นอยู่กับค่า C_r ซึ่งต้องน้อยกว่า 1 ดังสมการที่ 19

$$C_r = \frac{V\Delta t}{\Delta x} < 1 \quad (19)$$

4.3 แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model)

แบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้อธิบายคุณภาพน้ำในแม่น้ำที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การลดลงของปริมาณออกซิเจน และระดับแอมโมเนียซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกระบายลงสู่แม่น้ำ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กระบวนการพื้นฐานของออกซิเจนละลายน้ำ

ที่มา: ภูวดล (2544)

แบบจำลองคุณภาพน้ำจะถูกคำนวณควบคู่ไปกับแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย โดยแบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้อธิบายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นในลำน้ำทั้งทางกายภาพเคมีและชีวภาพในน้ำ และแบบจำลองการพา-แพร่กระจายจะใช้จำลองกระบวนการแพร่กระจายของสารในลำน้ำ โดยแบบจำลองคุณภาพน้ำสามารถแบ่งเป็นระดับได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงการถ่ายเทของสารอินทรีย์จากพื้นลำน้ำ
3. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงกระบวนการไนตริฟิเคชัน
4. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงการถ่ายเทของสารอินทรีย์จากพื้นลำน้ำ กระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน
5. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงความต้องการออกซิเจนแบบทันทีแบบช้า ๆ และการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากพื้นลำน้ำ
6. ความสัมพันธ์ระหว่างบีโอดีและดีโอ โดยรวมถึงกระบวนการทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 4 ตัวแปรต่าง ๆ สำหรับแต่ละระดับของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

State Variable	Model Level					
	1	2	3	4	5	6
Temperature	×	×	×	×	×	×
Oxygen	×	-	×	×	×	×
Ammonia	-	-	×	×	-	×
Nitrate	-	-	×	×	-	×
BOD	×	×	×	×	-	-
Dissolved BOD	-	-	-	-	×	×

ตารางที่ 4 (ต่อ)

State Variable	Model Level					
	1	2	3	4	5	6
Suspended BOD	-	-	-	-	×	×
BOD at the bottom	-	-	-	-	×	×

ที่มา: ภูวดล (2544)

ตารางที่ 5 กระบวนการต่าง ๆ สำหรับระดับของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

Process Type	Model Level					
	1	2	3	4	5	6
Reaeration	×	×	×	×	×	×
Degradation of Organic						
a) Immediate Oxygen	×	×	×	×	-	-
b) Immediate & Delayed	-	-	-	-	×	×
Oxygen Demand						
Exchange with	-	×	-	×	×	×
Nitrification	-	-	×	×	-	×
Denitrification	-	-	-	×	-	×

ที่มา: ภูวดล (2544)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

DHI and AIT (1996) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 กับลุ่มน้ำชี – มูล โดยใช้ในการทำนายปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อนปากมูล และใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อนในการดำเนินงานของเขื่อนปากมูล นอกจากนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้ใช้ข้อมูลที่เป็นจริงของการเกิดฝนตก และข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง MIKE 11 เป็นข้อมูล ในการใช้น้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือครอบคลุมพื้นที่ 13,000 ตารางกิโลเมตรเหนือเขื่อนปากมูล ผลจากการทำนายปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อนปากมูลโดยใช้แบบจำลองจะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลจากแบบจำลองจะใช้ในการดำเนินงาน ในการปล่อยน้ำของเขื่อนปากมูลเพื่อรับน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน

DHI and Bangladesh Flood Plain Organization (1994) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 GIS ในการจัดการกับปัญหาน้ำท่วมในประเทศบังกลาเทศ ผลจากการศึกษาจะทำให้สามารถจัดทำแผนที่น้ำท่วม เพื่อเป็นข้อมูลในการควบคุมน้ำท่วม การระบายปริมาณน้ำท่วม และโครงสร้างที่ต้องใช้ในการควบคุมและป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม นอกจากนั้นแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 จะสามารถทำนาย และวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม ซึ่งเป็นข้อมูลในการเตือนภัยที่สำคัญ และเมื่อรวบรวมผลการศึกษาที่ได้จากแบบจำลองทั้งหมด ก็จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่วม และกำหนดแนวทางเลือกใน การแก้ไขปัญหา น้ำท่วม ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการกำหนดแผน และแนวนโยบายในการป้องกันน้ำท่วมต่อไป

DHI and Changjiang Water Resources (1995) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 กับลุ่มน้ำแยงซีตอนกลางของประเทศจีน บริเวณลุ่มน้ำแยงซีจะมีประชากรอาศัยอยู่มากกว่า 300 ล้านคน ซึ่งส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่บริเวณด้านท้ายน้ำของพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยมีพื้นที่ในการศึกษาประมาณ 600,000 ตารางกิโลเมตร และครอบคลุมถึงพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศจีน ผลการศึกษาจากแบบจำลอง MIKE 11 จะสามารถคำนวณปริมาณการเกิดน้ำท่วมสูงสุดในแม่น้ำแยงซี โดยปริมาณการเกิดน้ำท่วมสูงสุดในแม่น้ำแยงซีจะมีปริมาณถึง 100,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

Surachai (1995) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-5 และ MIKE 11 ในการศึกษาถึงผลกระทบของน้ำท่วมในแม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระบบลุ่มน้ำ คือ จากท้ายน้ำของเขื่อนป่าสักไปยังจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ตามแนวแม่น้ำป่าสัก และจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาไปยังอ่าวไทยตามแนวแม่น้ำเจ้าพระยา ในส่วนของ HEC-5 จะใช้ทำการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก โดยใช้รอบปี การเกิดซ้ำที่ 20 50 100 500 และ 1,000 ปี ตามลำดับ เป็นปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ในส่วนของ แบบจำลอง MIKE 11 จะใช้ทำการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในแม่น้ำป่าสักและแม่น้ำเจ้าพระยา ตอนล่าง โดยผลศึกษาสรุปได้ว่า เขื่อนป่าสักสามารถช่วยป้องกันน้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำของเขื่อน ป่าสัก แต่จะมีผลเล็กน้อยในแม่น้ำเจ้าพระยา เนื่องจากปริมาณน้ำท่วมในแม่น้ำป่าสักน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่วมในแม่น้ำเจ้าพระยา อย่างไรก็ตามเขื่อนป่าสักจะช่วยให้ช่วงเวลาของการ เกิดน้ำท่วมสูงสุดเกิดขึ้นช้าลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเตือนภัยการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำ เจ้าพระยา

Gelderland (1995) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 และ MIKE 11 GIS เพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนาประสิทธิภาพในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากน้ำท่วม ในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาดังอยู่ทางตะวันออกของประเทศเนเธอร์แลนด์ มีแม่น้ำสายหลัก 2 สาย คือ แม่น้ำไรน์ และแม่น้ำเมส แบบจำลอง MIKE 11 ถูกใช้เพื่อจำลอง สภาพการไหลที่ซับซ้อนในระบบป้องกันน้ำท่วม โดยผลจากแบบจำลองจะใช้ในการดำเนินงาน เกี่ยวกับการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ การควบคุมน้ำท่วมโดยใช้สิ่งก่อสร้างขนาดเล็ก และสิ่งก่อสร้าง ขนาดใหญ่ ในส่วนของแบบจำลอง MIKE 11 GIS จะใช้จำลองสภาพน้ำท่วมในทุ่งน้ำท่วม ผลการศึกษาจะใช้ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วม และใช้ภาพเคลื่อนไหวในการทำให้เห็นภาพ การแพร่กระจายของการเกิดน้ำท่วม

นุชนารถ (2540) ทำการศึกษาสถานะน้ำท่วมของกลุ่มน้ำปึงตอนบน โดยประยุกต์ใช้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อศึกษาถึงสภาวะการเกิดอุทกภัยในบริเวณตัวเมืองจังหวัด เชียงใหม่ โดยการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์การเกิดน้ำหลากขนาดเล็ก ที่มีการไหลเฉพาะในลำน้ำ และกราฟน้ำหลากที่มีการไหลล้นตลิ่งสู่ทุ่งน้ำท่วม จากการสอบเทียบแบบจำลองได้ค่าสัมประสิทธิ์ ความขรุขระของ Manning ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาแนวทางป้องกันและเป็นแผน ในการบรรเทาอุทกภัยตามรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ

5.2 แบบจำลองคุณภาพน้ำ

Maqsood (1996) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำรายปี ในประเทศปากีสถาน โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาคือ ต้องการแสดงให้เห็นว่าการจัดการคุณภาพน้ำเป็นนโยบายที่สำคัญ พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ และอุณหภูมิ แบบจำลองถูกประยุกต์ใช้เพื่อทำนายคุณภาพน้ำในกรณีที่มีโครงการบำบัดน้ำเสีย และกรณีที่ไม่มีโครงการบำบัดน้ำเสีย เพื่อเป็นทางเลือกในการจัดทำแผนการจัดการคุณภาพน้ำ โดยผลจากการศึกษาได้มีการเสนอทางเลือกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำแม่น้ำรายปีสองแนวทางเลือก แนวทางแรก คือ ใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียขั้นสูงที่แหล่งกำเนิดน้ำเสีย และแนวทางเลือกที่สอง คือ ใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียขั้นต่ำไปตลอดความยาวของแม่น้ำรายปี

กรมควบคุมมลพิษ (2540) ได้ทำการว่าจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ให้จัดทำแผนปฏิบัติการจัดการคุณภาพน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ในการศึกษาครอบคลุมลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล และโครงข่ายสาขา รวมพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 168,188 ตารางกิโลเมตร โดยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 กับแม่น้ำสายหลัก ได้แก่ แม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล ลำตะคอง และแม่น้ำสงคราม พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ อุณหภูมิ ในโตรเจนและฟอสฟอรัส ผลการศึกษาจากแบบจำลองจะประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำสายหลักในปี พ.ศ. 2547, 2552 และ 2562 และได้ใช้ผลการศึกษาจัดทำแผนปฏิบัติการฟื้นฟูคุณภาพน้ำแหล่งน้ำ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ และยกระดับมาตรฐานของแหล่งน้ำให้ดีขึ้นในช่วงเวลา 20 ปี ข้างหน้า

กรมควบคุมมลพิษ (2541) ได้จัดทำโครงการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก โดยได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 GIS ในการจัดทำโครงการ พื้นที่ในการศึกษาครอบคลุม 8 จังหวัด ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว นครนายก ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ประกอบด้วยแม่น้ำสายหลักทั้งสิ้น 9 สาย ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง ปราจีนบุรี นครนายก ระยอง ประแส พังราด จันทบุรี เวฬุ และตราด พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียชนิดฟีคอลโคลิฟอร์ม และแอมโมเนีย ผลที่ได้จากการศึกษา คือ สามารถกำหนดแนวทางในการควบคุมมลพิษทางน้ำจากข้อมูล GIS ที่ทำการจัดเก็บสามารถคาดการณ์สภาพคุณภาพน้ำภายใต้ภาวะมลพิษรูปแบบต่าง ๆ และสามารถจัดทำแผนปฏิบัติการคุณภาพน้ำเพื่อให้แหล่งน้ำมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

กฤษฎา (2539) ทำนายพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ คือ ออกซิเจนละลาย บีโอดี และ อุณหภูมิของแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 พบว่า แบบจำลองที่ศึกษาใช้ได้กับ แม่น้ำเจ้าพระยาโดยแสดงให้เห็นว่า คุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง เมื่อไหลผ่าน กรุงเทพมหานคร มีค่าออกซิเจนละลายและบีโอดีต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำประเภท 5 โดยเฉพาะบีโอดีที่มีค่าสูงสุดตลอดลำน้ำที่บริเวณคลองพระโขนง มีค่าเท่ากับ 6.2 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อทำการทำนายค่าบีโอดีในปี พ.ศ.2540, 2550 และ 2560 กรณีไม่มีการบำบัดใด ๆ มีค่าเท่ากับ 6.4, 9.05 และ 12.15 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และในกรณีมีการบำบัด พบว่าค่าบีโอดีลดลงเป็น 1.12, 0.84 และ 0.7 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ

ภัทรา (2541) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อทำนาย คุณภาพในแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง โดยมีขอบเขตด้านเหนือน้ำอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี และ ขอบเขตด้านท้ายน้ำอยู่ที่บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ บีโอดี ดีโอ อุณหภูมิ และความเค็ม จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเท่ากับ 0.025 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายเท่ากับ 100-300 ตาราง เมตรต่อวินาที ผลการศึกษาจากแบบจำลองพบว่า แม่น้ำแม่กลองตอนล่างในสภาพปัจจุบันมี คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 3 แต่พบความวิกฤติบางช่วงเวลาที่ค่าบีโอดี สูงกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และพื้นที่ที่มีความจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย คือ เทศบาลเมือง ราชบุรี และเทศบาลเมืองสมุทรสงคราม

อิสรา (2540) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำ บริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะ ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองสามารถประยุกต์ใช้จำลอง สภาพการไหลของน้ำและการแพร่กระจายของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ คือ ปริมาณของแข็งละลาย น้ำทั้งหมด และของแข็งแขวนลอยได้ดี ให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่วัดจริง โดยการวิเคราะห์ ค่าทางสถิติ (pair t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ภูวดล (2544) ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง โดยการประยุกต์ใช้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยในการส่วนของแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำ ได้ทำ การเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ ของแบบจำลองย่อยนี้ประกอบด้วย ผลผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืชมีค่า เท่ากับ 3.5 กรัม ออกซิเจนต่อตารางเมตรต่อวัน อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ 3.0 กรัม ออกซิเจนต่อตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนจากอากาศพิจารณาใช้สมการของ O'Connor & Dubbins และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.3 วัน⁻¹

และจากผลการศึกษายังพบว่า แหล่งมลพิษที่ทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงเสื่อมโทรมลงมากที่สุดเรียงจากมากไปน้อย คือ แหล่งมลพิษเกษตรกรรม ชุมชน และอุตสาหกรรม

6. การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน (Integrated Water Resources Management, IWRM)

การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน คือ กระบวนการในการส่งเสริมการประสานการพัฒนาและการจัดการน้ำ ดินและทรัพยากรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาซึ่งประโยชน์สูงสุดทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมอย่างทัดเทียมกัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของระบบนิเวศที่สำคัญ

ประเทศที่ประสบปัญหาในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมซึ่งมีความเกี่ยวโยงโดยตรงกับน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น การขาดแคลนน้ำ คุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมลงและผลกระทบจากน้ำท่วมเป็นปัญหาหลักที่ต้องให้ความสนใจและหาวิธีแก้ไข การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน (IWRM) เป็นกระบวนการที่สามารถช่วยประเทศเหล่านี้ในการจัดการกับปัญหาเกี่ยวกับน้ำในแบบที่ประหยัดและยั่งยืน

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติและมนุษย์

แนวคิดของการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน ซึ่งมีความแตกต่างกันพื้นฐานจากแนวคิดดั้งเดิมที่บริหารจัดการแบบแยกส่วนตรงที่ว่า การบริหารจัดการแบบผสมผสานนั้นคำนึงการจัดการทั้งด้านอุปทานและด้านอุปสงค์ ดังนั้นการผสมผสานจึงสามารถพิจารณาได้ภายใต้สองระบบหลัก

- ระบบทางธรรมชาติ ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวกับทรัพยากรที่มีอยู่และคุณภาพ
- ระบบมนุษย์ ซึ่งเป็นผู้กำหนดหรือทำให้เกิดความต้องการในการใช้ การผลิตของเสีย และการปนเปื้อนของทรัพยากร และยังเป็นผู้กำหนดลำดับความสำคัญในการพัฒนา

การผสมผสานจึงต้องเกิดขึ้นทั้งภายในและระหว่างสองระบบข้างต้น โดยปกติผู้จัดการเกี่ยวกับน้ำมักจะมองบทบาทของตนเองในฐานะ “คนกลาง” มีหน้าที่จัดการระบบธรรมชาติเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ แต่การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานจะต้องเพิ่มความตระหนักว่าการกระทำของพวกเขาเองก็มีผลต่อความต้องการน้ำ เช่น ผู้ใช้หรือผู้บริโภคสามารถเรียกร้องได้

เฉพาะผลผลิตเท่าที่มีอยู่ ซึ่งในที่นี้ได้แก่ น้ำ อย่างไรก็ตามการจัดหาน้ำให้ลำดับความสำคัญได้ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณที่ต่างกันระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน ราคาและโครงสร้างภาษีก็มีผลกระทบต่อความต้องการ

6.2 การผสมผสานระบบธรรมชาติ (Natural system integration)

การผสมผสานการบริหารจัดการปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรน้ำ

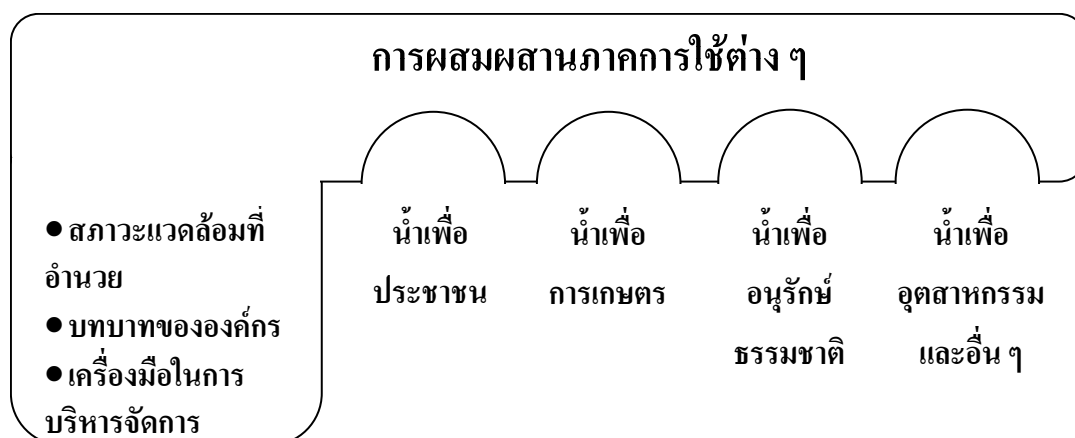
การบริหารจัดการน้ำหมายรวมถึง การจัดการน้ำที่มีปริมาณเพียงพอและคุณภาพที่เหมาะสม การจัดการคุณภาพน้ำจึงเป็นส่วนสำคัญของการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน คุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ใช้น้ำ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องพัฒนาสถาบัน/องค์กรที่มีขีดความสามารถในการผสมผสานด้านปริมาณและคุณภาพ เพื่อส่งเสริมให้สังคมมนุษย์ตระหนักถึงผลของการทำให้เกิดการลดและการกำจัดของเสีย

6.3 การผสมผสานระบบมนุษย์ (Human system integration)

การประสานการจัดการน้ำและน้ำเสีย

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีการเติมใหม่โดยธรรมชาติ (Renewable) และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reuseable) กิจกรรมที่อาศัยน้ำแต่ไม่ใช้น้ำโดยตรง (non-consumptive use) สมควรจะมีการนำน้ำกลับมาใช้ หากไม่มีการจัดการร่วมระหว่างน้ำเสียและน้ำใช้แล้ว น้ำเสียจะทำให้คุณภาพน้ำแย่ลง ลดปริมาณน้ำที่จะนำไปใช้และเพิ่มค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตน้ำประปา ดังนั้นการให้สิ่งจูงใจต่อผู้ให้นำน้ำกลับมาใช้จึงเป็นสิ่งจำเป็นถ้าจะให้ได้ผลต้องกำหนดเป็นนโยบายและมีผลทางปฏิบัติ

ความสัมพันธ์ระหว่างภาคการใช้น้ำ และบทบาทของการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานสามารถแสดงในรูปของหัว “GWP comb”



ภาพที่ 5 การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานแสดงในรูปของหวี “GWP comb”

ที่มา: อภิชาติ (2546)

6.4 หลักเกณฑ์ที่สำคัญ

การนำหลักการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานไปใช้จำเป็นต้องยึดหลักเกณฑ์สำคัญที่คำนึงถึงสภาพสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

- ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของการใช้น้ำ เนื่องจากทรัพยากรน้ำและเงินลงทุนเริ่มจะเป็นสิ่งที่ขาดแคลน ทั้งน้ำยังเป็นทรัพยากรที่มีจำกัดและเปราะบาง กอปรกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้น้ำจึงต้องใช้ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

- ความเสมอภาคทัดเทียมกัน สิทธิพื้นฐานของทุกคนที่ต้องได้รับน้ำในปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสมเพื่อการดำรงชีพที่ดี เป็นหลักการสากล

- สิ่งแวดล้อมและนิเวศที่ยั่งยืน การใช้ทรัพยากรในปัจจุบันจะต้องมีการจัดการเพื่อให้มั่นใจว่าไม่ทำลายทรัพยากรนั้น ๆ จนทำให้ชนรุ่นหลังไม่มีโอกาสได้ใช้

6.5 องค์ประกอบที่สำคัญ

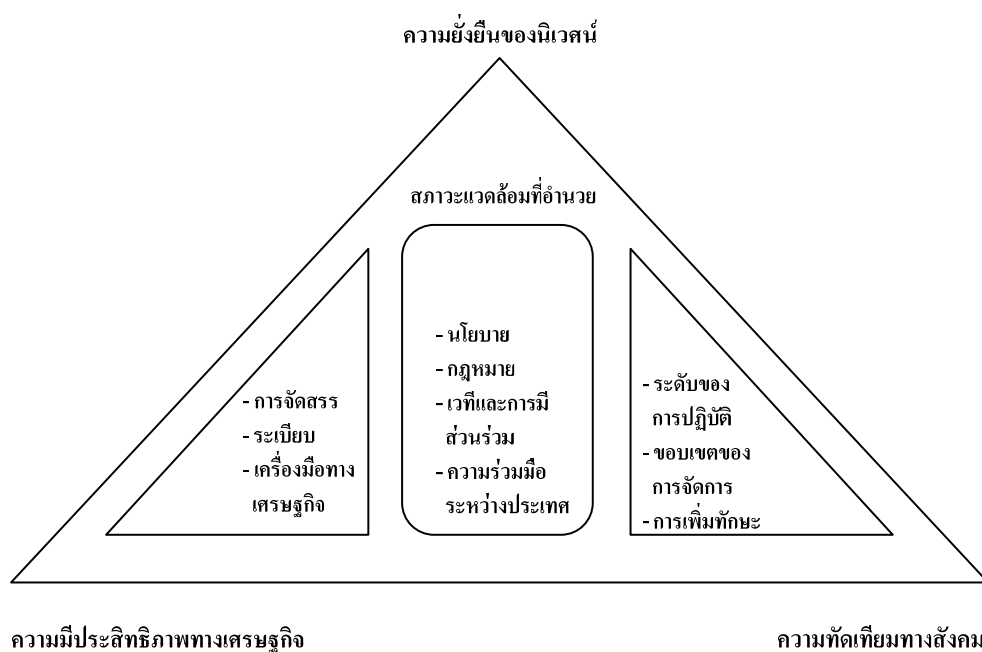
กรอบและวิธีการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกื้อหนุนต่อระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบหลักได้แก่

- สภาวะแวดล้อมที่อำนาจ อันได้แก่ กรอบนโยบายของชาติ กฎหมาย ข้อบังคับ และ ข้อมูลสำหรับการจัดการทรัพยากรน้ำของผู้มีส่วนได้เสีย

- บทบาทของสถาบัน อันได้แก่ บทบาทขององค์กรบริหารระดับต่าง ๆ และของผู้มีส่วนได้เสีย

- เครื่องมือในการบริหารจัดการ อันได้แก่ เครื่องมือหรือกลไกในการปฏิบัติเพื่อการควบคุม ติดตามผลและกำกับอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับผู้มีอำนาจตัดสินใจใช้ในการกำหนดทางเลือก ทั้งนี้แนวทางเลือกเหล่านี้ ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของนโยบายที่เป็นที่ยอมรับทรัพยากรที่มีอยู่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลพวงทางสังคมเศรษฐกิจ

องค์ประกอบที่สำคัญสามส่วนสามารถบรรยายโดยใช้ภาพดังแสดงในภาพที่ 6 ดังนี้



ภาพที่ 6 องค์ประกอบที่เกื้อหนุนต่อระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

ที่มา: อภิชาติ (2546)

7. พื้นที่ศึกษา

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี) และคณะ (2548) กล่าวว่า คลองประดู่ มีความยาวประมาณ 27.8 กิโลเมตร ตั้งแต่บริเวณ ตำบลเขาชัย อำเภอยะขอม จังหวัดเพชรบุรี ผ่านจังหวัดราชบุรี บริเวณอำเภอบางแพ อำเภอดำเนินสะดวก และไหลลงคลองแควอ้อม บริเวณวัดแก้วเจริญ ตำบลวัดประดู่ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม คลองประดู่มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี เป็นคลองที่แบ่งเขต ระหว่างจังหวัดเพชรบุรี ราชบุรี และสมุทรสงคราม มีคลองสาขาที่สำคัญที่ มาบรรจบกับคลองประดู่คือ คลองปากท่อ คลองนกน้อย คลองวันดาว คลองห้วยโรง และคลองท่งน้ำ (หนองเสือ)

คลองประดู่และคลองระบายน้ำที่ได้รับผลกระทบน้ำเสียจากฟาร์มสุกร นั่นคือ คลองระบายน้ำ 4 ขวา, 5 ขวา, 6 ขวา และ 7 ขวา ดังแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งคลองระบายน้ำเหล่านี้ตั้งอยู่ในเขตอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ซึ่งในเขตจังหวัดราชบุรีมีการทำเกษตรกรรม คือ การทำฟาร์มสุกรเป็นจำนวนมาก

คลองประดู่อยู่ในเขตความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา ซึ่งตั้งอยู่ที่เลขที่ 179 หมู่ 7 ตำบลอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี พิกัดละติจูดที่ $13^{\circ}26'40''$ เหนือ ลองจิจูด $99^{\circ}47'25''$ ตะวันออก ห่างจากจังหวัดราชบุรีระยะทางประมาณ 15 กิโลเมตร หรือห่างจากกรุงเทพฯ โดยทางรถยนต์ระยะทางประมาณ 115 กิโลเมตร สำหรับทางเข้าห้วงงานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา จากแยกห้วยชินสีห์หลักกิโลเมตรที่ 112+500 ของทางหลวงแผ่นดินเลขที่ 4 (ถนนเพชรเกษม) จากแยกเลี้ยวไปทางขวาดึงคลองชลประทาน (คลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 ขวา) จากนั้นเลี้ยวซ้ายวิ่งตามถนนบนคันคลองชลประทานรวมระยะทางประมาณ 2.50 กิโลเมตร มีอาณาเขตตามแผนที่ระหว่าง 4934I, 4935I, 4935II และ 4936II ที่พิกัดระหว่างละติจูดที่ $12^{\circ}59'431''$ ถึง $13^{\circ}31'55''$ เหนือ และลองจิจูดที่ $99^{\circ}45'45''$ ถึง $99^{\circ}57'10''$ ตะวันออก

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่ามะกามีคลองระบายน้ำ 8 ขวา-แม่กลอง เป็นแนวแบ่งเขตโครงการและแม่น้ำแม่กลองในเขตอำเภอมืองจังหวัดราชบุรี

ทิศใต้ จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี มีห้วย คลองธรรมชาติห้วยรอ และ คลองระบายน้ำสายใหญ่-บางจาก เป็นแนวแบ่งเขตโครงการในเขตอำเภอบ้านลาดและอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

ทิศตะวันออก จรดตอนบนแม่น้ำแม่กลอง เข้ามาตามแนวคลองประชาชื่น ถนนพระราม 2 คันกั้นน้ำเดิมมาเชื่อมคลองระบายน้ำสายใหญ่-ประดู่ ในเขตอำเภอบางคนทีและอัมพวา จังหวัด สมุทรสงครามตอนล่าง เชื่อมโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี ในเขตอำเภอเขาชัยและ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

ทิศตะวันตก จรดตอนบนตามแนวคลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 ขวา คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย และสายใหญ่ฝั่งขวา (ฝ่ายประสิทธิ์ชลการ) ในเขตอำเภอเมือง อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี และ อำเภอเขาชัย อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรีตอนล่าง เชื่อมตลอดแนวคลองส่งน้ำ 1ขวา-1ขวา ในเขตอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

สถานการณ์คุณภาพน้ำคลองประดู่

คลองประดู่เป็นคลองที่มีความสำคัญคลองหนึ่ง ในพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักงาน สิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี) เนื่องจากมีเรื่องร้องเรียนจากประชาชน กรณีได้รับความเดือดร้อนจาก การเน่าเสียของน้ำในคลองประดู่ โดยคาดว่าน่าจะมาจากการปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มสุกร และ โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่บริเวณใกล้เคียงลงคลองสาขาที่ไหลรวมลงคลองประดู่ ตั้งแต่ ปี 2543 จนถึงปัจจุบัน

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี) ได้มีการเก็บตัวอย่างน้ำในคลองวัดประดู่ และ คลองสาขา ครั้งแรก เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2547 จากการร้องเรียนกรณีน้ำในคลองวัดประดู่เสีย ของ อบต.วัดประดู่ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อนำผลการตรวจวัด คุณภาพน้ำ มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ จัดอยู่ในประเภทที่ 5 คือมีความเสื่อมโทรมมาก ไม่สามารถนำมาใช้อุปโภค บริโภค รวมทั้งใช้ ในการเกษตรกรรมได้ ปัญหาคุณภาพน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ค่าความสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์ (BOD) ซึ่งพบว่ามีปริมาณที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณคลองวันดาว และคลองปากท่อ จังหวัดราชบุรี

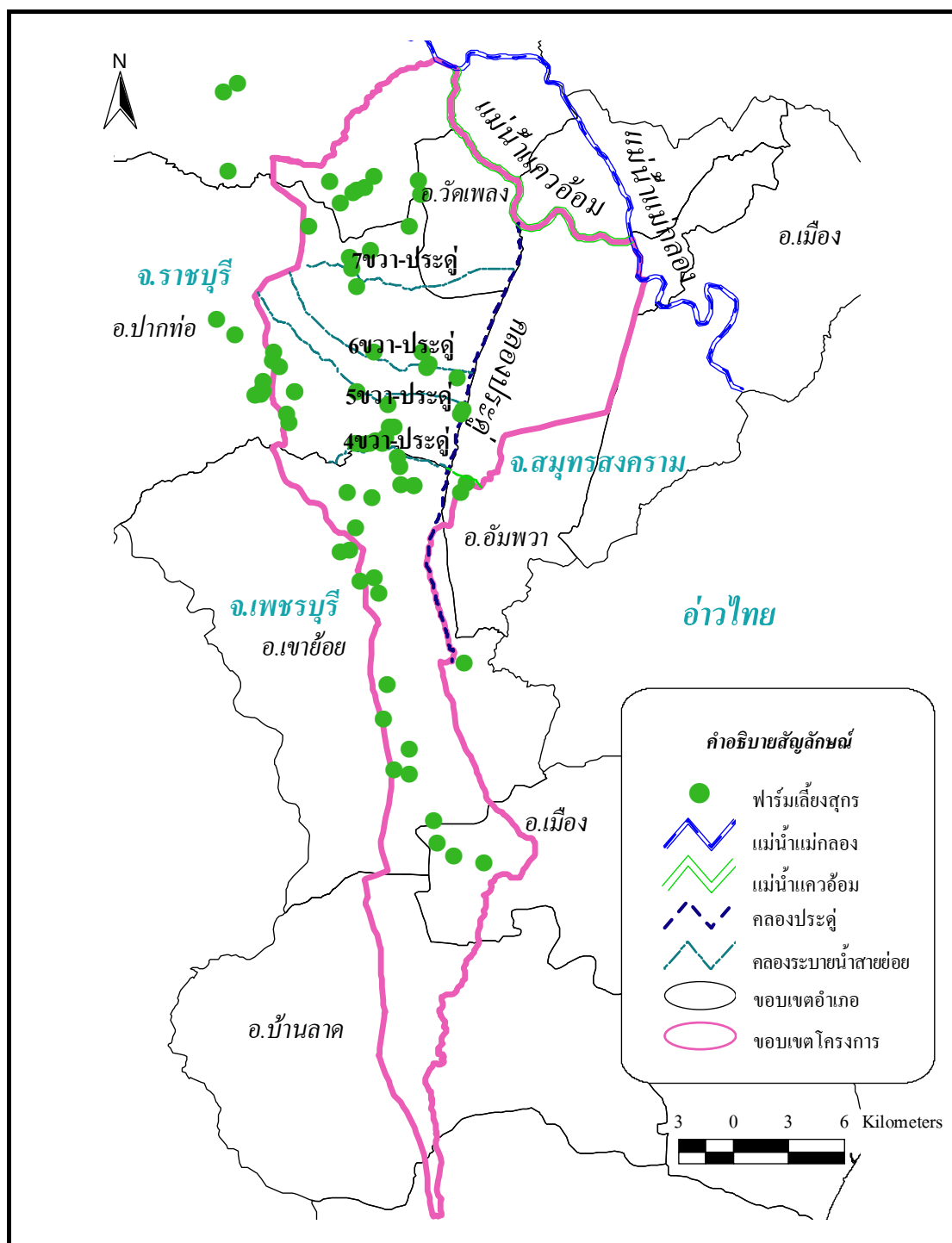
ปัญหาน้ำเสียในคลองประคู ยังคงเป็นปัญหาที่ได้รับการร้องเรียนจากประชาชน ที่อาศัยบริเวณใกล้เคียงอยู่ จนถึง ปี 2548 จังหวัดราชบุรี ในฐานะที่มีพื้นที่คลองประคูมากที่สุด จึงได้ร่วมกับจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดเพชรบุรี และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง พิจารณาดำเนินการศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำเน่าเสียในคลองวัดประคู ในเบื้องต้นได้มีการแต่งตั้งคณะทำงานฯ ร่วมกัน 3 จังหวัด ต่อมากระทรวงมหาดไทยได้มีการแต่งตั้งคณะทำงานศึกษาและเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำเน่าเสียในคลองวัดประคู อำเภอมอรวร จังหวัดสมุทรสงคราม ตามคำสั่งกระทรวงมหาดไทยที่ 337/ 2548 ลงวันที่ 14 กรกฎาคม 2548 โดยมีผู้ตรวจราชการกระทรวงมหาดไทย เขต 6 เป็นประธานคณะทำงานฯ รองผู้ว่าราชการจังหวัดราชบุรี เพชรบุรี และสมุทรสงคราม เป็นรองประธาน หัวหน้าส่วนราชการ และผู้แทนองค์กรภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องเป็นคณะทำงานฯ

กรมควบคุมมลพิษ ได้ให้การสนับสนุนแก้ไขปัญหาร่องรอยเรียน โดยการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบริเวณคลองประคู และคลองสาขา จำนวน 7 แห่ง เมื่อวันที่ 15 – 16 มิถุนายน 2548 ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินพบว่า มีคุณภาพน้ำจัดอยู่ในประเภทที่ 5 คือ มีความเสื่อมโทรมมาก เช่นเดียวกัน ปัญหาคุณภาพน้ำที่สำคัญ ยังคงเป็น ค่าบีโอดีหรือค่าความสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์ บริเวณที่มีปัญหาคุณภาพน้ำมากที่สุด คือ บริเวณคลองวันดาว และคลองปากท่อ ซึ่งเป็นคลองสาขาของคลองประคู

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี) ได้ร่วมดำเนินการสนับสนุน การแก้ไขปัญหาน้ำ ด้วยการสำรวจพื้นที่แหล่งกำเนิดมลพิษ และติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในคลองประคู และคลองสาขา เมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2548 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ พบว่า คุณภาพน้ำโดยรวม ยังคงมีความเสื่อมโทรมมาก คือเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ยังคงเป็นคุณภาพน้ำประเภทที่ 5 ไม่สามารถใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม หรือแม้แต่อุตสาหกรรมได้ใช้ประโยชน์ได้เพียงในการคมนาคม เท่านั้น บริเวณที่พบว่ามีปัญหาคุณภาพน้ำมากที่สุด คือบริเวณคลองวันดาว และคลองปากท่อ ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจาก การรองรับน้ำเสียจากฟาร์มสุกร และชุมชน

สุวรรณิ (2549) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำตามแนวคันป้องกันน้ำเค็มจังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำระหว่างประตูกันน้ำเค็มแบบปรับปรุงกับประตูแบบเก่าตามแนวคันป้องกันน้ำเค็มฝั่งตะวันตก พารามิเตอร์คุณภาพน้ำประกอบด้วย การนำไฟฟ้า อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนเตรท และความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ พบว่า

เมื่อวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าออกซิเจนละลายน้ำ คุณภาพน้ำที่ประตูกั้นน้ำเค็มแบบปรับปรุงดีกว่าที่ประตูกั้นน้ำเค็มแบบเก่า สำหรับคุณภาพน้ำในคลองฝั่งตะวันตกของแม่น้ำแม่กลอง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ยกเว้นค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพที่ไม่จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน แต่จัดว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร ประเภท ก และ ข เนื่องจากได้รับผลกระทบน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรในเขตจังหวัดราชบุรี ส่วนคุณภาพน้ำที่ประตูกั้นน้ำปากคลองแม่กลองซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในแนวป้องกันน้ำเค็มฝั่งตะวันออก พบว่าคุณภาพน้ำในคลองสุนัขหอนดีกว่าคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่เป็นแนวป้องกันน้ำเค็มฝั่งตะวันออกเหมือนกัน เนื่องจากอยู่ใกล้แม่น้ำแม่กลอง และได้รับอิทธิพลของน้ำจากแม่น้ำท่าจีน แต่คุณภาพน้ำยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน



ภาพที่ 7 แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

1.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ Pentium II 200 MHz ขึ้นไป

1.2 ชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ MIKE 11 ในที่นี้ใช้แบบจำลองย่อย ด้วย แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic (HD) Module) แบบจำลองย่อยการพา-แพร่กระจาย (Advection-Dispersion (AD) Module) และแบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำ (Water Quality (WQ) Module)

2. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำ

2.1 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)

2.2 เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (DO Meter)

2.3 ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง

2.4 เทอร์โมมิเตอร์

2.5 ถังแช่ตัวอย่างน้ำ

2.6 ขวดฉีดน้ำกลั่น

2.7 ขวดบีโอดี

2.8 ตู้อินคิวเบต

2.9 สารละลายสำหรับวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

2.10 บิวเรตต์ กระบอกตวง หลอดหยดและเครื่องมืออื่น ๆ ที่จำเป็น

วิธีการ

ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การศึกษาทางภาคสนาม จะเป็นการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

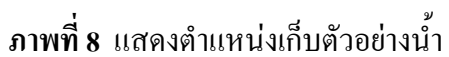
- ข้อมูลทางคุณภาพน้ำ
- ระดับน้ำ
- ความเร็วของน้ำ
- ปริมาณน้ำท่า
- ภาคตัดขวางของคลอง

1.1 ข้อมูลทางคุณภาพน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ฟอสเฟตความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) แอมโมเนีย ไนโตรเจนรวม (TKN) คลอไรด์ ความเค็มในรูปของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ความเค็มในรูปของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TDS) และอัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียม (SAR)

ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล คือ เหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 และเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 25 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550

1.1.1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1.1.1 กำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำดังแสดงในภาพที่ 8 จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า คลองระบายน้ำที่ได้รับผลกระทบจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยตรง คือ คลองระบายน้ำสาย 4R ถึง 7R ประจักษ์ ดังนั้นตำแหน่งที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ คือ ด้านเหนือน้ำคลองประจักษ์ คลองระบายน้ำสาย 4R ถึง 7R ประจักษ์ (ตำแหน่งเหนือน้ำและท้ายน้ำซึ่งเป็นตำแหน่งที่บรรจบคลองประจักษ์) และด้านท้ายน้ำคลองประจักษ์ โดยตำแหน่งใดที่มีประจักษ์ระบายน้ำจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งตำแหน่งหน้าและหลังประจักษ์ระบายน้ำ ดังแสดงในภาพผนวกที่ จ1 ถึง จ12



ภาพที่ 8 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1.1.2 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ วิธีที่เลือกใช้คือ วิธีเกร็บแซมเปิด (Grab Sample) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง เครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ คือ Water Sample แสดงในภาพที่ 9 โดยจะเก็บน้ำตัวอย่างที่ระดับกึ่งกลางของระดับความลึกน้ำในคลองระบาย



ภาพที่ 9 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sample)

ในการศึกษาครั้งนี้จะเก็บน้ำตัวอย่างจุดละ 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ลิตร บรรจุลงในขวดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ก่อนที่จะนำน้ำตัวอย่างบรรจุในขวดต้องทำการล้างขวดด้วยน้ำตัวอย่างที่จุดเก็บ 2-3 ครั้ง แล้วจึงบรรจุน้ำตัวอย่างให้เต็มโดยปราศจากฟองอากาศ ปิดจุกเกลียวได้ผิวน้ำให้สนิท ติดฉลากระบุตำแหน่งที่เก็บ จากนั้นนำไปแช่ไว้ในถังน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ทันทีเพื่อนำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการให้เสร็จภายใน 3 วัน

1.1.1.3 นำน้ำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ เครื่องมือวัดและวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงเครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	เครื่องมือวัด/วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิของน้ำ	เทอร์โมมิเตอร์
ความเป็นกรด-ด่าง	pH Meter
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ	DO Meter
บีโอดี	Dilution Method
ค่าการนำไฟฟ้า	Conductivity Meter
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ	pH/ISO Meter Model 250 ของ Denver Instrument
อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนโซเดียม	Atomic absorption
ฟอสเฟต	Spectro Photometer DR/2000 ของ Hach
แอมโมเนีย	Spectro Photometer DR/2000 ของ Hach
ไนโตรเจนรวม	Titration Method
คลอไรด์	Spectro Photometer DR/2000 ของ Hach

ดัชนีคุณภาพน้ำบางประการซึ่งได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าการนำไฟฟ้า สามารถวิเคราะห์ทันทีที่ได้เลยทางภาคสนาม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ แสดงในภาพที่ 10 ถึง 13

ผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพต่าง ๆ จะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟ พร้อมทั้งอธิบายผลในเชิงพรรณนาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำที่ได้จะนำไปใช้ในแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย (Advection – Dispersion Model) และแบบจำลองคุณภาพน้ำต่อไป โดยข้อมูลที่น่ามาใช้นั้นเป็นข้อมูลในเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ดังแสดงในตารางผนวกที่ 5 ส่วนข้อมูลในเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2549 ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 4 ที่ได้ทำการเก็บข้อมูลก่อนหน้านี้ ไม่สามารถนำมาใช้ได้เนื่องจากมีข้อจำกัดของแบบจำลองคือ ในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำนั้น จะต้องทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำท่าและข้อมูลระดับน้ำไปด้วย ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้ทำการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 10 เครื่องมือวัดอุณหภูมิของน้ำ (Thermometer)



ภาพที่ 11 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)



ภาพที่ 12 เครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO Meter)



ภาพที่ 13 เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Conductivity Meter)

1.2 ระดับน้ำ ได้จากภาคสนามเช่นเดียวกัน ในการเก็บตัวอย่างน้ำทุกครั้งจะทำการเก็บข้อมูลระดับน้ำไปด้วย

1.3 ความเร็วของน้ำ เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความเร็วน้ำ คือ เครื่องมือมาตรวัดกระแสไฟฟ้า (Current Meter) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องมือมาตรวัดกระแสน้ำรุ่น OSK 7244 HIROI'S ELECTRI CURRENT METER ของบริษัท OGAWA ค่าที่วัดได้จากเครื่องนี้จะป็นจำนวนรอบที่ใบพัดหมุน (N) ข้อกำหนดของเครื่องรุ่นนี้ คือ 1 รอบ เท่ากับ 10N

จำนวนรอบที่ได้ต้องนำไปคำนวณหาความเร็วจากสูตรของเครื่อง แสดงดังสมการที่ 20 สำหรับเครื่องรุ่น OSK 7244 HIROI'S ELECTRI CURRENT METER ของบริษัท OGAWA กำหนดให้ ค่าความเร็วเริ่มต้นที่ทำให้ใบพัดหมุน (a) มีค่าเท่ากับ 0.005 และค่าคงที่ของเครื่องวัด (b) มีค่าเท่ากับ 0.12 ดังนั้นสูตรที่ใช้คำนวณความเร็วของเครื่องรุ่นนี้แสดงในสมการที่ 21

$$V = a + bN \quad (20)$$

เมื่อ

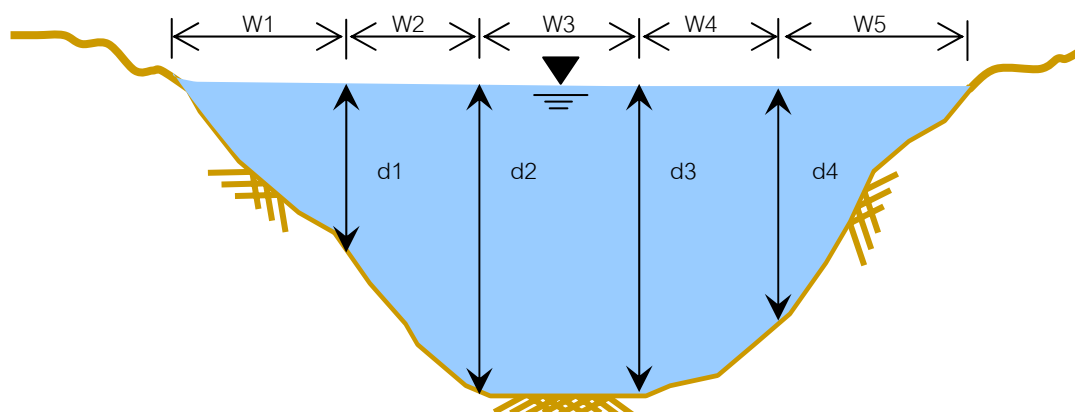
V	=	ความเร็วของน้ำ
a	=	ความเร็วเริ่มต้นที่ทำให้ใบพัดหมุน
b	=	ค่าคงที่ของเครื่องวัด
N	=	จำนวนรอบที่หมุนในเวลา 1 วินาที

ค่า a และ b อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามชนิดและขนาดของเครื่องวัด

$$V = 0.005 + 0.12N \quad (21)$$

1.3.1 ขั้นตอนหาความเร็วของน้ำ

1.3.1.1 ทำการแบ่งพื้นที่หน้าตัดของคลองออกเป็นพื้นที่ย่อยหลายส่วน จำนวนของพื้นที่ย่อยขึ้นอยู่กับความกว้างของผิวน้ำ และความละเอียดถูกต้องที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 14



เมื่อ $W_1, W_2, W_3 \dots W_n$ = ความกว้างของคลองแต่ละพื้นที่ย่อย
 $d_1, d_2, d_3 \dots d_n$ = ความลึกของน้ำ (เป็นตำแหน่งที่วัดความลึกและหย่อนเครื่องมือ)

ภาพที่ 14 แสดงการแบ่งพื้นที่หน้าตัดคลองออกเป็นพื้นที่ย่อย

1.3.1.2 ทำการวัดระดับน้ำ เพื่อกำหนดจุดความลึกที่ทำการวัดความเร็วน้ำของพื้นที่ย่อยต่าง ๆ ความเร็วน้ำที่ได้ต้องเป็นความเร็วน้ำเฉลี่ยในแนวตั้งตามความลึก การหาความเร็วเฉลี่ยในแนวตั้งตามความลึกแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การหาความเร็วเฉลี่ยในแนวตั้งตามความลึก

วิธีการวัด	ความลึกของน้ำ, D (เมตร)	จุดความลึกที่ทำการวัด	ความเร็วเฉลี่ย, $\bar{v}$
1. วัดจุดเดียว	0.30-0.60	0.6D จากผิวน้ำ	$\bar{v} = v_{0.6}$
2. วัดสองจุด	0.60-3.00	0.2D และ 0.8D	$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_{0.2} + v_{0.8})$
3. วัดสามจุด	3.00-6.10	0.2D, 0.6D และ 0.8D	$\bar{v} = \frac{1}{4}(v_{0.2} + 2v_{0.6} + v_{0.8})$

ที่มา: สันติ (2528)

เมื่อ	$V_{0.2}$	=	ความเร็วที่ 0.2 ของ D วัดจากผิวหน้า
	$V_{0.6}$	=	ความเร็วที่ 0.6 ของ D วัดจากผิวหน้า
	$V_{0.8}$	=	ความเร็วที่ 0.8 ของ D วัดจากผิวหน้า

1.3.1.3 ทำการวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องวัดความเร็วกระแสไฟฟ้า (Current Meter) แสดงดังภาพที่ 15 ค่าที่ได้จากเครื่องคือ จำนวนรอบที่ใบพัดหมุน (N) เมื่อหมุนครบ 1 รอบ เสียงสัญญาณจะดังขึ้น ให้ทำการจดบันทึก จำนวนรอบที่ได้จะนำไปคำนวณหาค่าความเร็วของน้ำ จากสูตรของเครื่องแสดงดังสมการที่ 20



ภาพที่ 15 เครื่องวัดความเร็วกระแสไฟฟ้า (Current Meter)

1.3.1.4 นำค่าความเร็วน้ำที่ได้มาคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำ ได้จากจากสมการที่ 22

$$Q = AV \quad (22)$$

เมื่อ	Q	=	อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดคลอง (m^2)
	V	=	ความเร็วของน้ำ (m/s)

2. การศึกษาจากแบบจำลอง

2.1 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model)

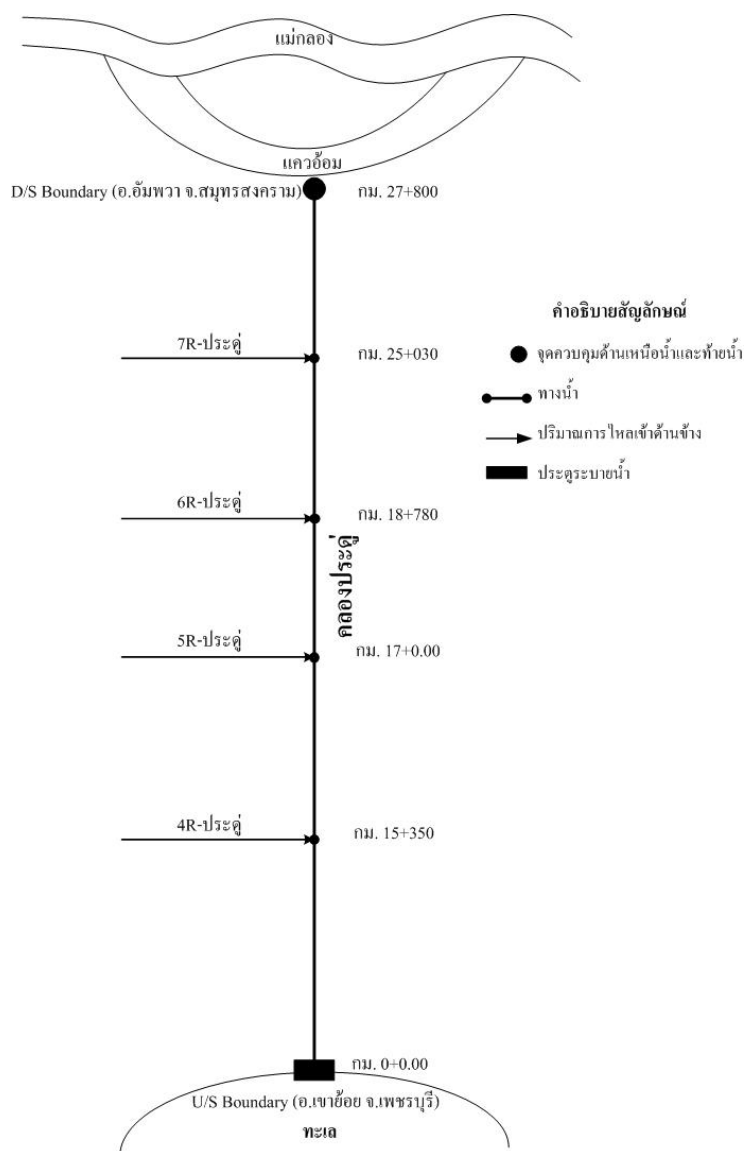
2.1.1 การรวบรวมข้อมูล

2.1.1.1 ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศของคลองประคู เพื่อสร้างเป็นแผนผังการไหลของคลองประคู ดังแสดงในภาพที่ 16 โดยทำการศึกษาจากแผนที่ 1:100,000 ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา

2.1.1.2 ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-section) ของคลองประคู รวบรวมข้อมูลได้จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา มีจำนวนทั้งสิ้น 48 ภาคตัดขวาง ซึ่งได้จากการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2530 ของกรมชลประทาน ดังแสดงในตารางผนวกที่ ก1

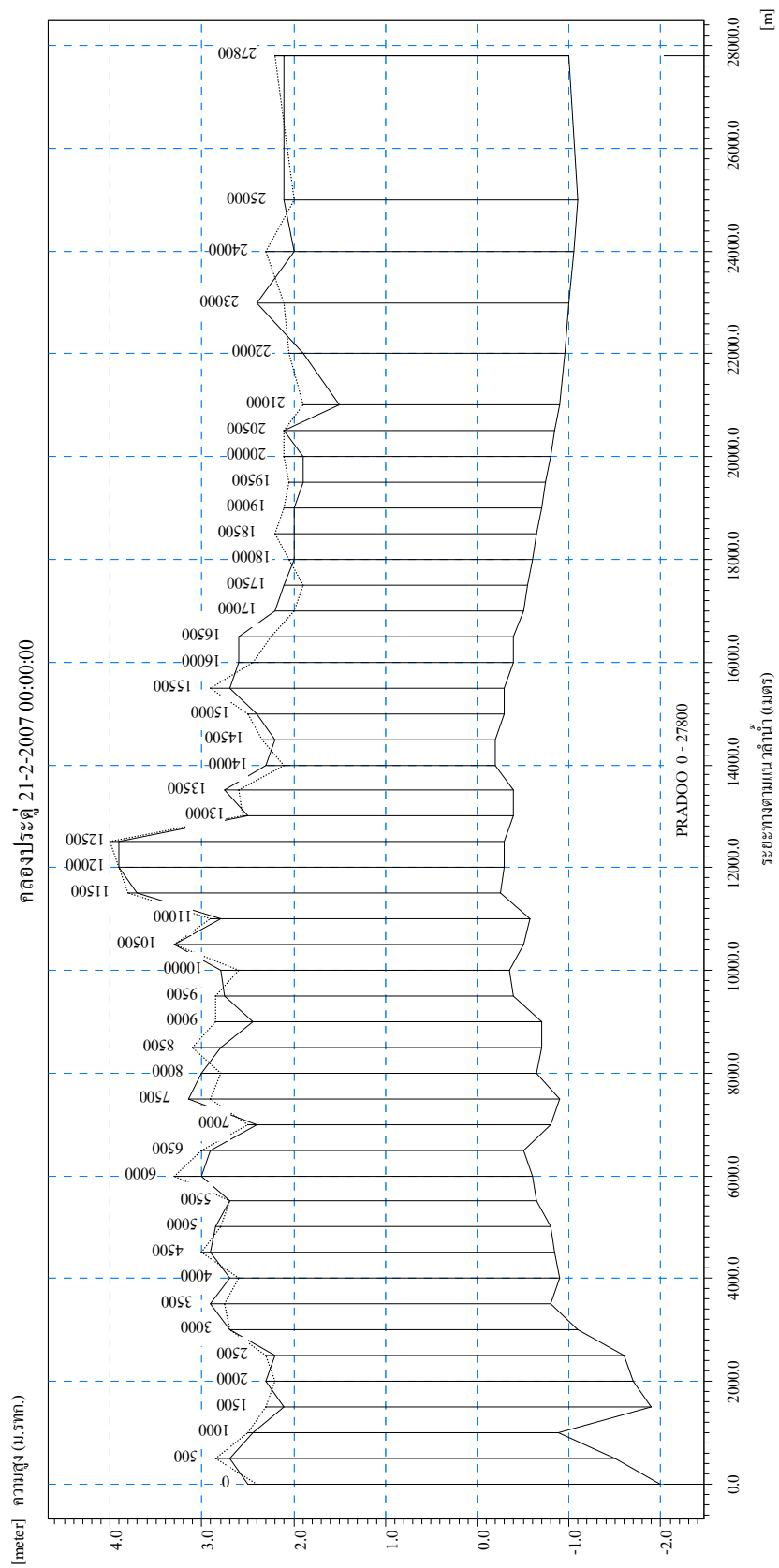
2.1.1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ทำการรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันบริเวณแนวกันน้ำเค็มบ้านนา และคลองระบายน้ำสาย 4R ถึง 7R ประคู (ตำแหน่งบรรจบคลองประคู) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ข1

2.1.1.4 ข้อมูลระดับน้ำรายวัน ข้อมูลระดับน้ำที่ทำการรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำรายวันบริเวณคลองระบายน้ำสาย 4R ถึง 7R ประคู (ตำแหน่งบรรจบคลองประคู) และตำแหน่งสิ้นสุดคลองประคู (วัดแก้วเจริญ) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค1



ภาพที่ 16 ขอบเขตของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และตำแหน่งการไหลเข้าด้านข้าง

จากภาพที่ 16 เมื่อทำการปิดประตูระบายน้ำบริเวณ อำเภอเขาชัยย้อย จังหวัด เพชรบุรี เพื่อกำหนดทิศทางการไหลของน้ำ ให้น้ำไหลจาก อำเภอเขาชัยย้อย จังหวัดเพชรบุรี ไปยังอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม



ภาพที่ 17 Profile คลองประตู

2.1.2 กำหนดขอบเขตของแบบจำลอง

การกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง จะต้องทำการกำหนดด้านเหนือน้ำ (Upstream Boundary) และขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream Boundary) โดยในการศึกษานี้คิดกรณีที่ประตูระบายน้ำที่บริเวณแนวกันน้ำเค็มบ้านนา อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี ปิด เพื่อให้ขอบเขตด้านเหนือน้ำอยู่ที่ km 0+000 บริเวณแนวกันน้ำเค็มบ้านนา อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี พิกัด 593772.78E และ 1463363.13N ข้อมูลด้านเข้า (Input Data) ที่ขอบเขตด้านเหนือน้ำ คือ อัตราการไหลรายวัน ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำจะใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวัน ที่ km 27+800 บริเวณวัดแก้วเจริญ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม พิกัด 595536.51E และ 1487046.56N เป็นขอบเขตด้านท้าย

2.1.3 การสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model Calibration)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์คือ ค่า Manning's n ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ Manning's n จะแสดงถึงความเสี่ยงต่อการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด โดยค่า Manning's n ในทางน้ำเปิดธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.020-0.050

การสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ Manning's n ในลำน้ำหลัก เพื่อให้ระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันมากกับระดับน้ำที่ทำการบันทึกไว้

2.2 แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย (Advection – Dispersion Model)

2.2.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้การรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลความเค็ม (Salinity) รายวันตามระยะทางต่าง ๆ ในคลองประคู่ ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลช่วงระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

2.2.2 ขอบเขตของแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

การกำหนดขอบเขตของแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย จะต้องมีการกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำเช่นเดียวกับแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำที่ km 0+000 บริเวณแนวคันน้ำเดิมบ้านนา อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี พิกัด 593772.78E และ 1463363.13N ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำจะอยู่ที่ km 27+800 บริเวณวัดแก้วเจริญ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม พิกัด 595536.51E และ 1487046.56N

2.2.3 การสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย (Advection – Dispersion Model Calibration)

การสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง คือ ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion coefficient) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ การแพร่กระจายจะแสดงถึงความสามารถในการแพร่กระจายของมวลสารในลำน้ำ โดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 15 ถึง 2,000 ตารางเมตรต่อวินาที

การสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย จะต้องใช้ผลการคำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์มาร่วมในการคำนวณ โดยการสอบเทียบจะทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย เพื่อให้ค่าความเค็มที่คำนวณได้จากแบบจำลอง มีความใกล้เคียงกันมากที่สุดกับค่าความเค็มที่ได้ทำการบันทึกไว้

2.3 แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model)

2.3.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้การรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลดีไอ (Dissolved Oxygen) และข้อมูล บีโอดี (Biological Oxygen Demand) รายวันที่ระยะทางต่าง ๆ ในคลองประคู ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลช่วงระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

2.3.2 ขอบเขตของแบบจำลองคุณภาพน้ำ

ขอบเขตด้านเหนือหน้าที่ km 0+000 บริเวณแนวถนนน้ำเค็มบ้านนา อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี พิกัด 593772.78E และ 1463363.13N ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำจะอยู่ที่ km 27+800 บริเวณวัดแก้วเจริญ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม พิกัด 595536.51E และ 1487046.56N

2.3.3 การสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water Quality Model Calibration)

สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำประกอบด้วย สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (k_d) อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสง (P_{max}) อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ (R_{20}) และสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (K_a)

การสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้ผลการคำนวณจากแบบจำลอง อุทกพลศาสตร์และแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย มาใช้ร่วมในการคำนวณ โดยวิธีการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำสามารถสรุปได้เป็นขั้นตอนดังนี้ คือ

- 1) ปรับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อสอบเทียบค่าบีโอดี
- 2) ปรับอัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืช (P_{max}) อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ (R_{20}) และสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (K_a) เพื่อสอบเทียบค่าดีไอ
- 3) ทำการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ เพื่อให้ค่าบีโอดีและค่าดีไอที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันมากที่สุดกับค่าบีโอดีและดีไอ ที่ได้ทำการบันทึกไว้

ช่วงเวลาที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ จะต้องเป็นช่วงเวลาเดียวกันกับช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และแบบจำลองการพา-แพร่กระจายคือ เหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

2.4 การประเมินประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

พารามิเตอร์ทางสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิผลการประยุกต์ใช้ชุดแบบจำลอง MIKE 11 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation Coefficient (r)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{oi} - \bar{Q}_o) \times \sum_{i=1}^N (Q_{ci} - \bar{Q}_c)}{\left[\sum_{i=1}^N (Q_{oi} - \bar{Q}_o)^2 \times \sum_{i=1}^N (Q_{ci} - \bar{Q}_c)^2 \right]^{0.5}} \quad (23)$$

เมื่อ Q_i คือ พารามิเตอร์ที่เวลา i ส่วน Q คือ ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ โดยที่ subscript O กับ C คือ ค่าที่ตรวจวัดได้และค่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง ตามลำดับ และ N คือ จำนวนของข้อมูล โดยค่า r มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้า r มีค่าเป็นบวกและเข้าใกล้ 1 แสดงว่าชุดข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบปฏิกิริยาโดยตรงที่ดีมาก

ผลและวิจารณ์

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ซึ่งดัชนีคุณภาพน้ำที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย 1) อุณหภูมิของน้ำ 2) ฟอสเฟต 3) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) 5) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) 6) แอมโมเนีย 7) ไนโตรเจนรวม (TKN) 8) คลอไรด์ 9) ความเค็มในรูปของค่าการนำไฟฟ้า (EC) 10) ความเค็มในรูปของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TDS) และ 11) อัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียม (SAR) สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 และเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำของคลองประคู ซึ่งปัจจุบันคลองประคูได้รับผลกระทบทางด้านปัญหาคุณภาพน้ำจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น สาเหตุน้ำทิ้งจากชุมชน น้ำทิ้งจากภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และสาเหตุหลักคือ น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร

จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ (2546) พบว่า การเลี้ยงสุกรจะทำให้เกิดปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 20, 15 และ 10 ลิตร/ตัว/วัน หากคิดเป็นปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,000 2,500 และ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับฟาร์มสุกรขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ตามลำดับ

สำหรับอำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2549 พบว่า บริเวณดังกล่าวมีการเลี้ยงสุกรอย่างหนาแน่น โดยมีจำนวนสุกรทั้งหมด 541,771 ตัว (สำนักปศุสัตว์ราชบุรี, 2549) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 เมื่อคิดเป็นปริมาณน้ำเสียและปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีจะมีค่าเท่ากับ 5926.54 ลูกบาศก์เมตร/วัน และ 241,500 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ โดยส่วนใหญ่จะเป็นฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถควบคุมการปล่อยของเสียลงสู่คลองประคูได้ ปกติของเสียที่เกิดขึ้นจะมาจากการใช้น้ำเป็นจำนวนมากในการทำความสะดวกฟาร์ม ซึ่งน้ำที่ใช้แล้วจะถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองโดยตรงไม่มีการจัดการกับของเสียก่อน และปัญหาน้ำเน่าเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในบริเวณพื้นที่ที่มีฟาร์มสุกรขนาดเล็ก กัญชลี และคณะ (2546) สรุปว่า หากไม่ทำการเก็บกวาดมูลสุกรออกก่อนทำความสะอาดฟาร์ม ค่าบีโอดีอาจจะสูงถึง 7,000-10,000 มิลลิกรัม/ลิตร และจะมีค่าบีโอดีต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อมีการจัดการมูลสุกรก่อนทำความสะอาดฟาร์ม ดังนั้นสรุปได้ว่า น้ำเสียจากฟาร์มสุกรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แหล่งน้ำหลายแห่งเสื่อมโทรม ถ้ามีการปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มทิ้งลงในแม่น้ำลำคลอง ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองประคูทั้ง 2 เหตุการณ์ สรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองประดู

1.1 สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

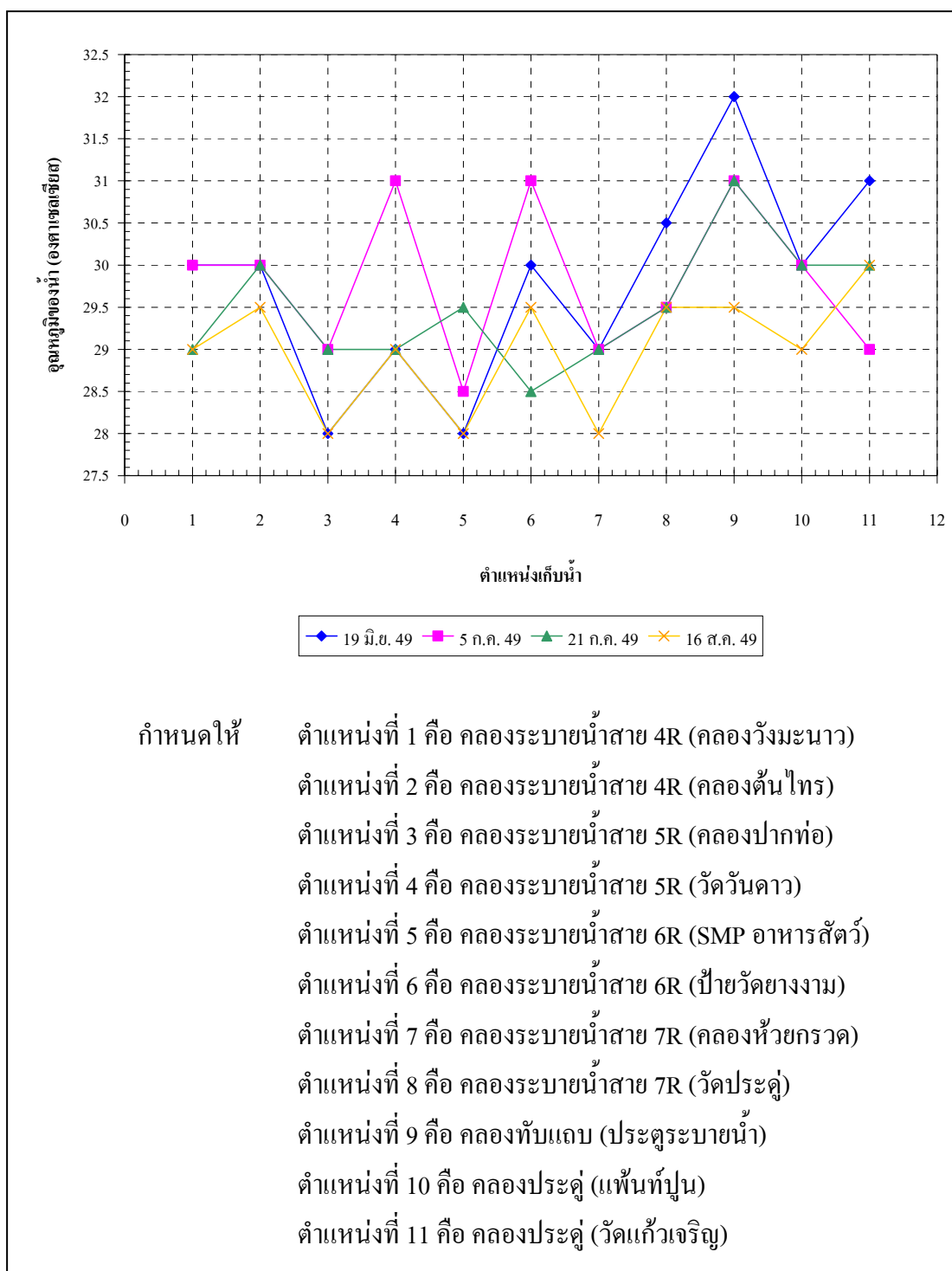
1) อุณหภูมิของน้ำ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสำหรับเหตุการณ์นี้พบว่า อุณหภูมิของน้ำในคลองระบายน้ำ มีความแตกต่างกันในพิสัย 28-32 องศาเซลเซียส โดยตำแหน่งที่มีค่าสูงสุด คือ คลองทับแถบ (ประตูระบายน้ำ) วิเคราะห์ค่าได้ 32 องศาเซลเซียส และตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากัน 3 ตำแหน่ง คือ คลองระบายน้ำสาย 5R (คลองปากท่อ) คลองระบายน้ำสาย 6R (SPM อาหารสัตว์) และคลองระบายน้ำสาย 7R (คลองห้วยกรวด) วิเคราะห์ค่าได้ 28 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 18 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทั้งหมดอยู่ในระดับปกติของอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำ คลอง และแหล่งน้ำของประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส

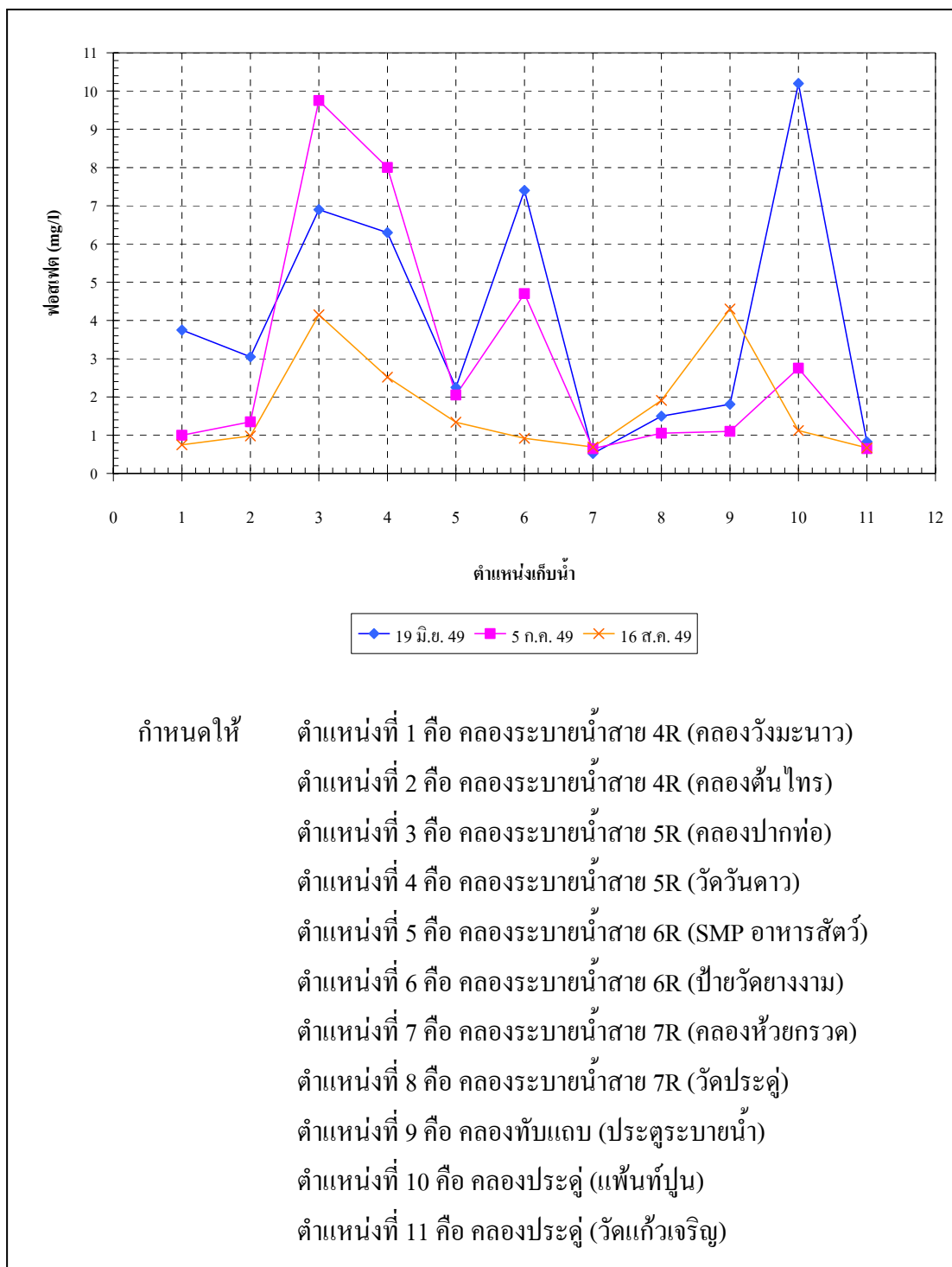
2) ฟอสเฟต

ปริมาณฟอสเฟตในน้ำเป็นดัชนีคุณภาพน้ำทางเคมีประการหนึ่ง สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงสภาพเน่าเสียของน้ำที่เกิดขึ้นได้ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ความเข้มข้นของฟอสเฟตในคลองระบายน้ำ มีค่าความแตกต่างกันในพิสัย 0.52-10.2 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าฟอสเฟตสูงสุด คือ คลองประดู (แพ้นท์ปูน) วิเคราะห์ค่าได้ 10.2 mg/l และตำแหน่งที่มีค่าฟอสเฟตต่ำสุดคือ คลองระบายน้ำสาย 7R (คลองห้วยกรวด) วิเคราะห์ค่าได้ 0.52 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 19

ค่าฟอสเฟตทุกตำแหน่งมีค่าสูง โดยปกติแหล่งน้ำควรมีค่าฟอสเฟตไม่เกิน 0.03 mg/l ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่ ซึ่งประชาชนอาศัยอยู่ริมน้ำ มีการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงสุกร ซึ่งในสิ่งขับถ่ายของสุกรจะมีปริมาณฟอสฟอรัสประมาณ 1.4-2.2 กิโลกรัมต่อตันของสิ่งขับถ่าย ดังนั้นปริมาณฟอสเฟตในแหล่งน้ำนี้มาจากน้ำทั้งจากมูลสุกรเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งเป็นเพราะไม่มีการส่งน้ำชลประทานในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม จึงทำให้ไม่มีน้ำมาชะล้างและเจือจางของเสีย เป็นเหตุให้ค่าฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้ในช่วงดังกล่าวสูงกว่าค่าฟอสเฟตในช่วงที่มีการส่งน้ำชลประทาน



ภาพที่ 18 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549



ภาพที่ 19 แสดงค่าฟอสเฟตในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

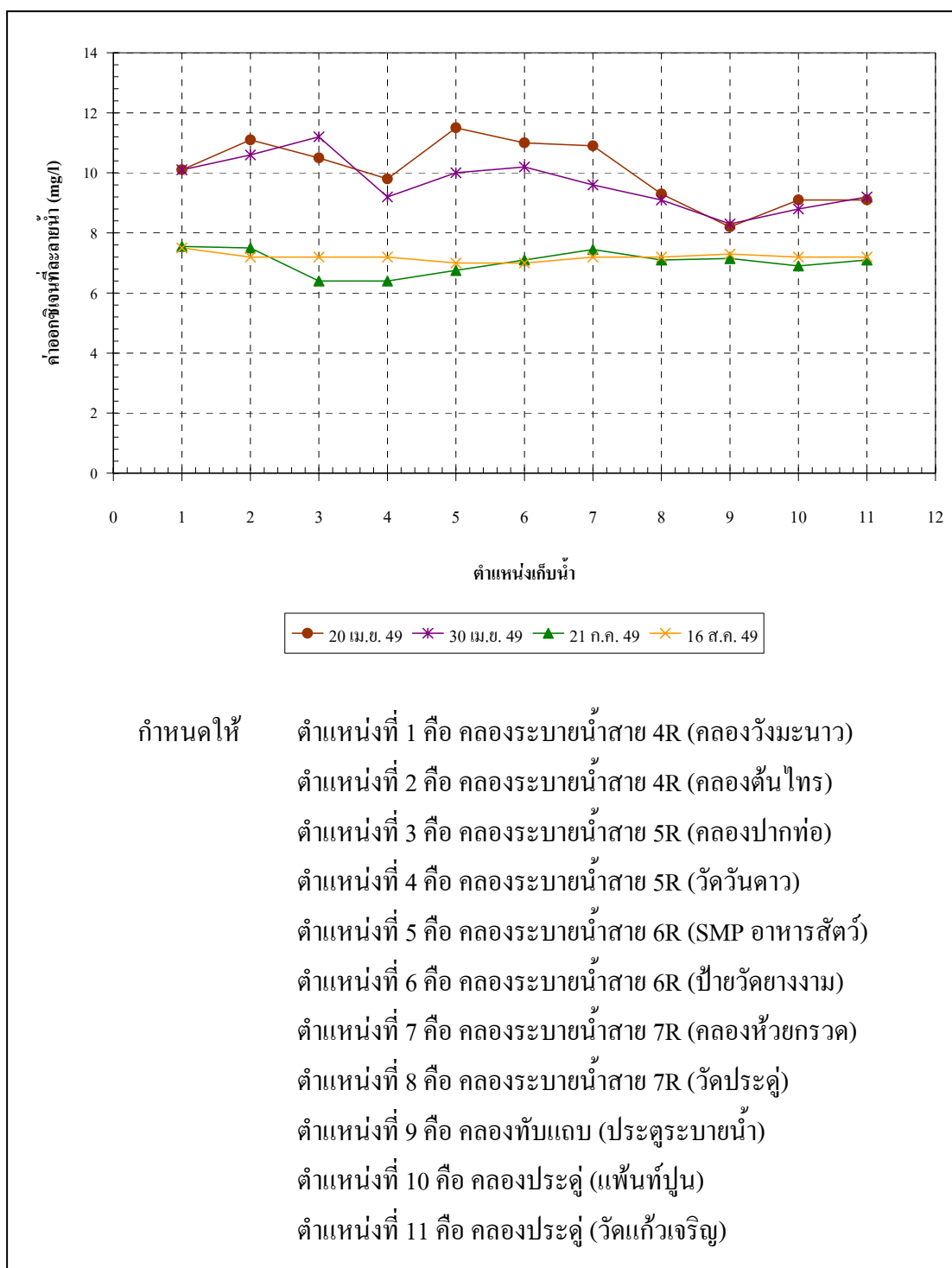
3) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในคลองระบายน้ำ มีค่าความแตกต่างกันในพิสัย 6.4-11.5 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่า DO สูงสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 6R (SPM อาหารสัตว์) วิเคราะห์ค่าได้ 11.5 mg/l และตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากัน 2 ตำแหน่ง คือ คลองระบายน้ำสาย 5R และ 6R (คลองปากท่อและปายวัดยางงาม) วิเคราะห์ค่าได้ 6.4 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 20 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 คือ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 4 mg/l เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะตำแหน่งที่ตรวจวัดคุณภาพน้ำเป็นตำแหน่งต้นคลองระบายน้ำ ความสกปรกอาจมีน้อย จึงส่งผลทำให้คุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

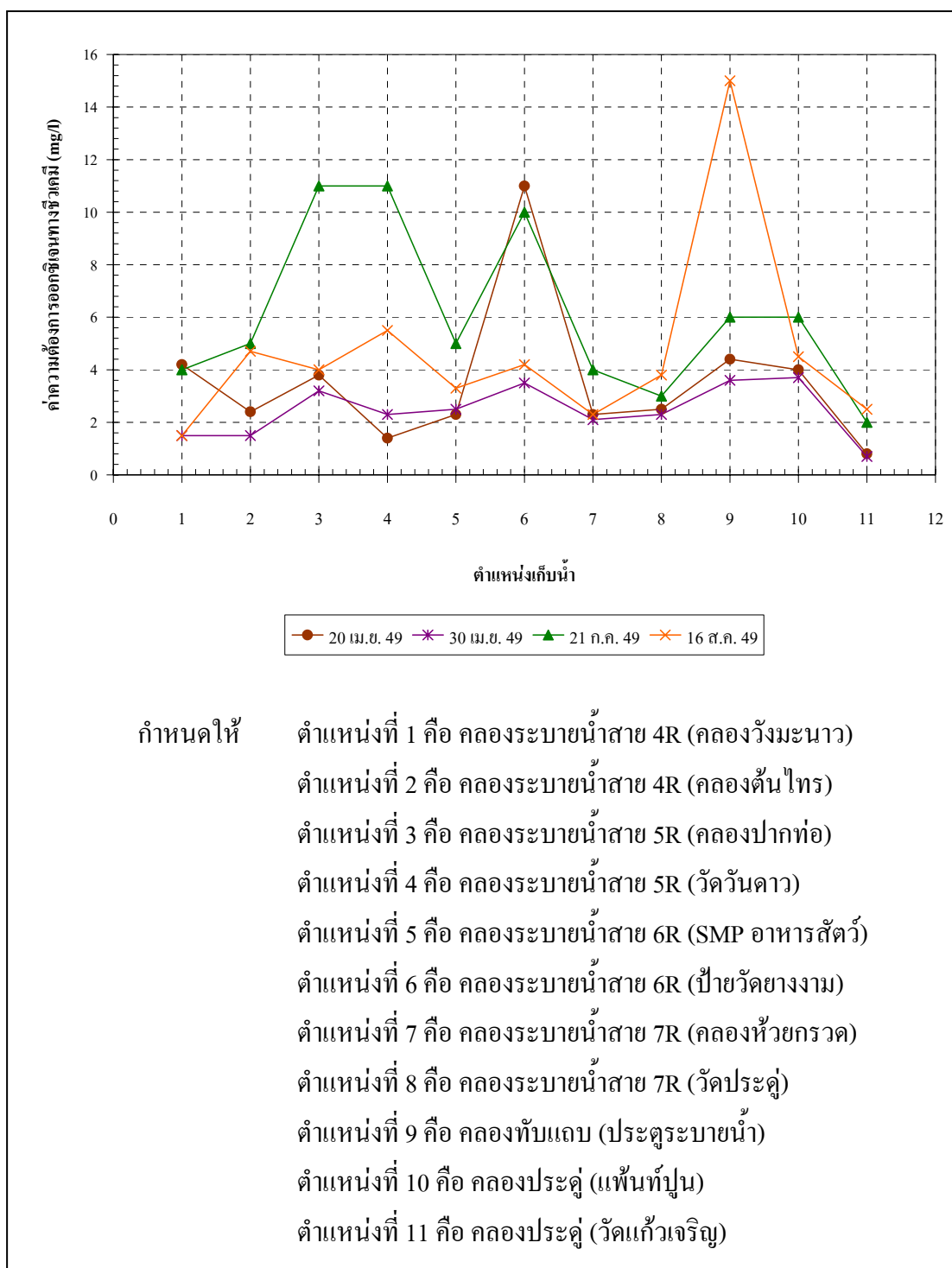
4) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

จากการผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในคลองระบายน้ำ มีความแตกต่างกันในพิสัย 0.7-15 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่า BOD สูงสุด คือ คลองทับแถบ (ประตูละบายน้ำ) วิเคราะห์ค่าได้ 15 mg/l และตำแหน่งที่มีค่า BOD ต่ำสุด คือ คลองประดู่ (วัดแก้วเจริญ) วิเคราะห์ค่าได้ 0.7 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 21

จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 กำหนดให้ค่า BOD ต้องมีค่าไม่เกิน 2 mg/l แต่ในวันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 ค่า BOD มีค่าเกินมาตรฐานอยู่มาก สาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากในวันเวลาดังกล่าวทางโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวาไม่มีการส่งน้ำชลประทานให้กับพื้นที่ศึกษา จึงทำให้ของเสียตกค้างอยู่ในลำน้ำเป็นจำนวนมาก เพราะไม่มีน้ำจากส่วนของการชลประทานมาชะล้างและเจือจางของเสียเหล่านั้นในช่วงเวลาดังกล่าว



ภาพที่ 20 แสดงค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549



ภาพที่ 21 แสดงค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่าง เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

5) การนำไฟฟ้า (EC)

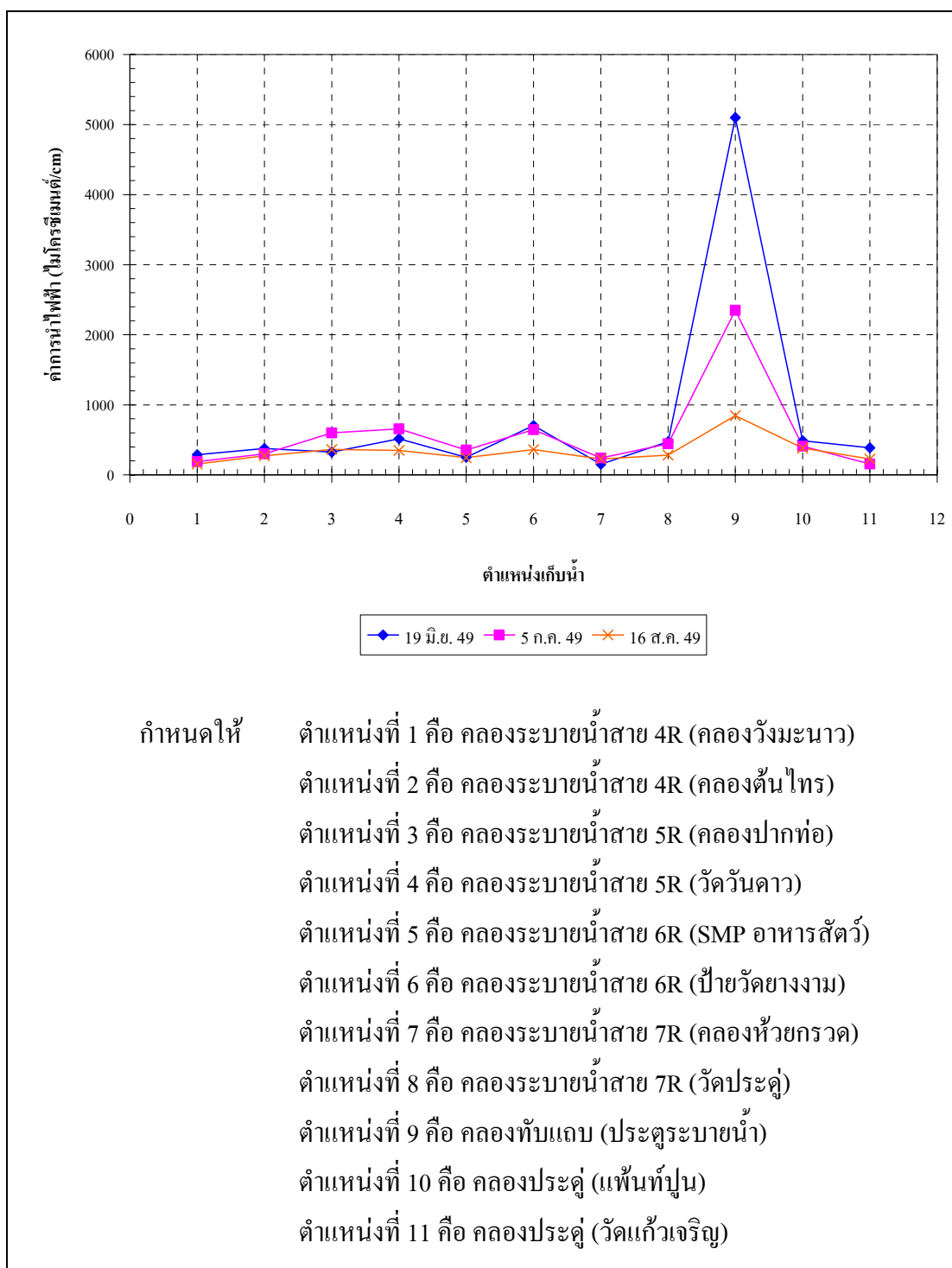
จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าในคลองระบายน้ำ มีความแตกต่างกันในพิสัย 152.2-5,100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ โดยตำแหน่งที่มีค่า EC สูงสุด คือ คลองทับแถบ (ประตูละบายน้ำ) วิเคราะห์ค่าได้ 5,100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และตำแหน่งที่มีค่า EC ต่ำสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 7R (คลองห้วยกรวด) วิเคราะห์ค่าได้ 152.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ดังแสดงในภาพที่ 22

อนึ่งค่าการนำไฟฟ้าบริเวณตำแหน่งคลองทับแถบ (ประตูละบายน้ำ) มีค่าสูงกว่าตำแหน่งอื่นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเลและเป็นตำแหน่งที่เป็นประตูละบายน้ำ ส่วนใหญ่ประตูละบายน้ำปิดและจะเปิดในกรณีที่ต้องการระบายน้ำออกเท่านั้น บางครั้งมีการรูก่ของน้ำทะเลล้นเข้ามาในฝั่งน้ำจืด เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง อีกทั้งเป็นช่วงเวลาที่ไม่มี การส่งน้ำชลประทาน (มิ.ย.-ก.ค.) จึงทำให้ความเข้มข้นของสารอนินทรีย์เพิ่มขึ้น เป็นเหตุทำให้ค่า EC ตรงตำแหน่งนี้มีค่าสูง

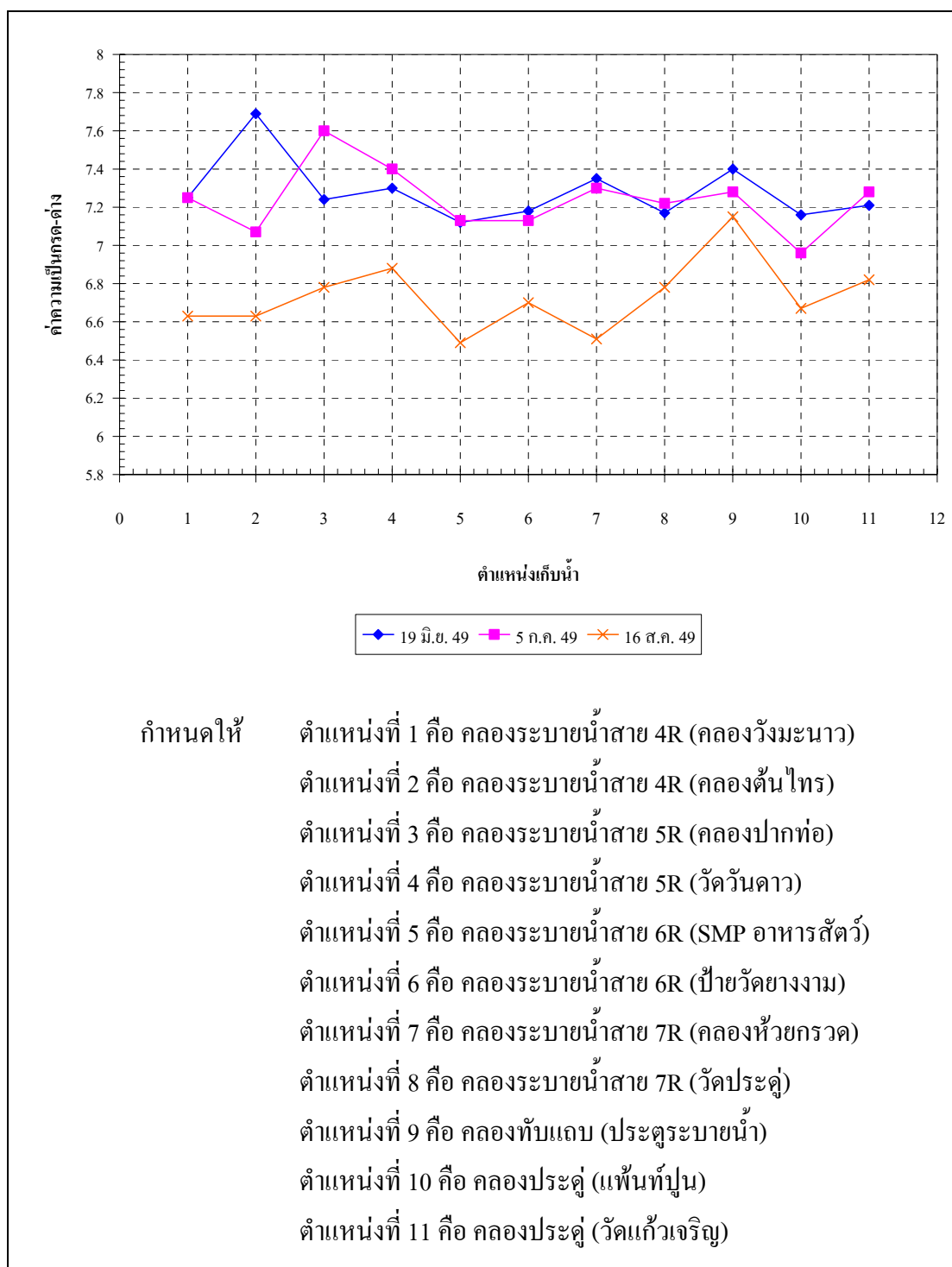
6) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของคลองระบายน้ำ มีความแตกต่างกันในพิสัย 6.49-7.69 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ คือ ต้องมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5-9 โดยตำแหน่งที่มีค่า pH สูงสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 4R ประตูละบายน้ำ (คลองตันไทร) วิเคราะห์ค่าได้ 7.69 และตำแหน่งที่มีค่า pH ต่ำสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 6R (SPM อาหารสัตว์) วิเคราะห์ค่าได้ 6.49 ดังแสดงในภาพที่ 23

สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ในวันที่ 19 มิถุนายน พ.ศ. 2549 และวันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 มีค่า pH สูงกว่าค่า pH ในวันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2549 ทั้งนี้เนื่องจาก ในช่วงแรกยังไม่มีการส่งน้ำชลประทาน จึงทำให้น้ำมีปริมาณไม่มากพอที่จะสามารถเจือจางของเสียจากมูลสุกร แต่ในเวลาต่อมาเมื่อมีการส่งน้ำชลประทาน ทำให้มีการชะล้างของเสียเกิดขึ้น ส่งผลให้น้ำเปลี่ยนสภาพเป็นกรดอ่อน (16 ส.ค. 49)



ภาพที่ 22 แสดงค่าการนำไฟฟ้าในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549



ภาพที่ 23 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

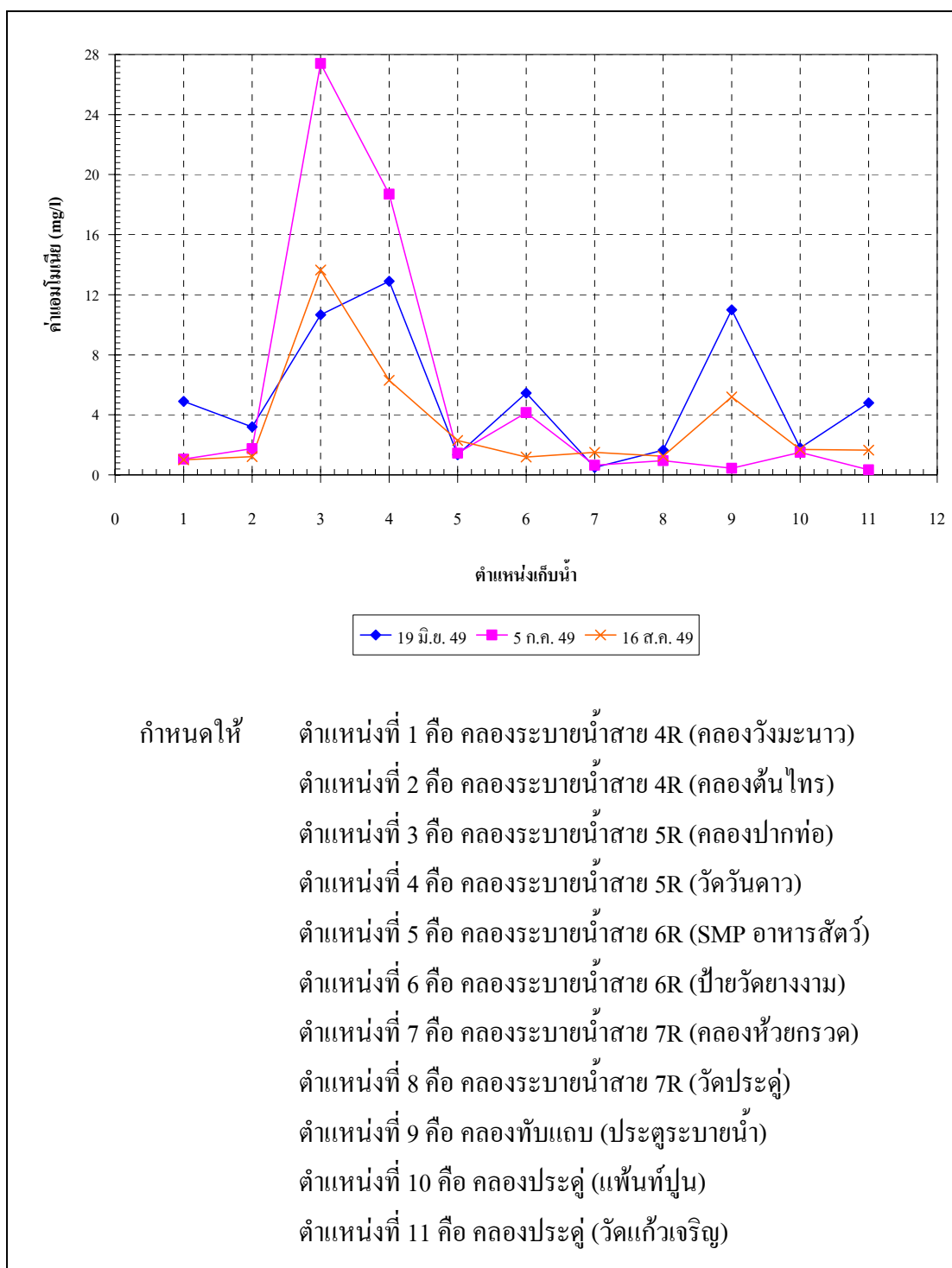
7) แอมโมเนีย

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าแอมโมเนียในคลองระบายน้ำมีความแตกต่างกันในพิสัย 0.35-27.4 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าแอมโมเนียสูงสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 5R (คลองปากท่อ) และตำแหน่งที่มีค่าแอมโมเนียต่ำสุด คือ คลองประจักษ์ (วัดแก้วเจริญ) วิเคราะห์ค่าได้ 0.35 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 24 เมื่อนำค่าแอมโมเนียที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่า มีบางตำแหน่งที่มีค่าแอมโมเนียสูงกว่าเกณฑ์ คือ มีค่าแอมโมเนียมากกว่า 0.5 mg/l ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ได้กำหนดให้ค่าแอมโมเนียต้องไม่เกิน 0.5 mg/l

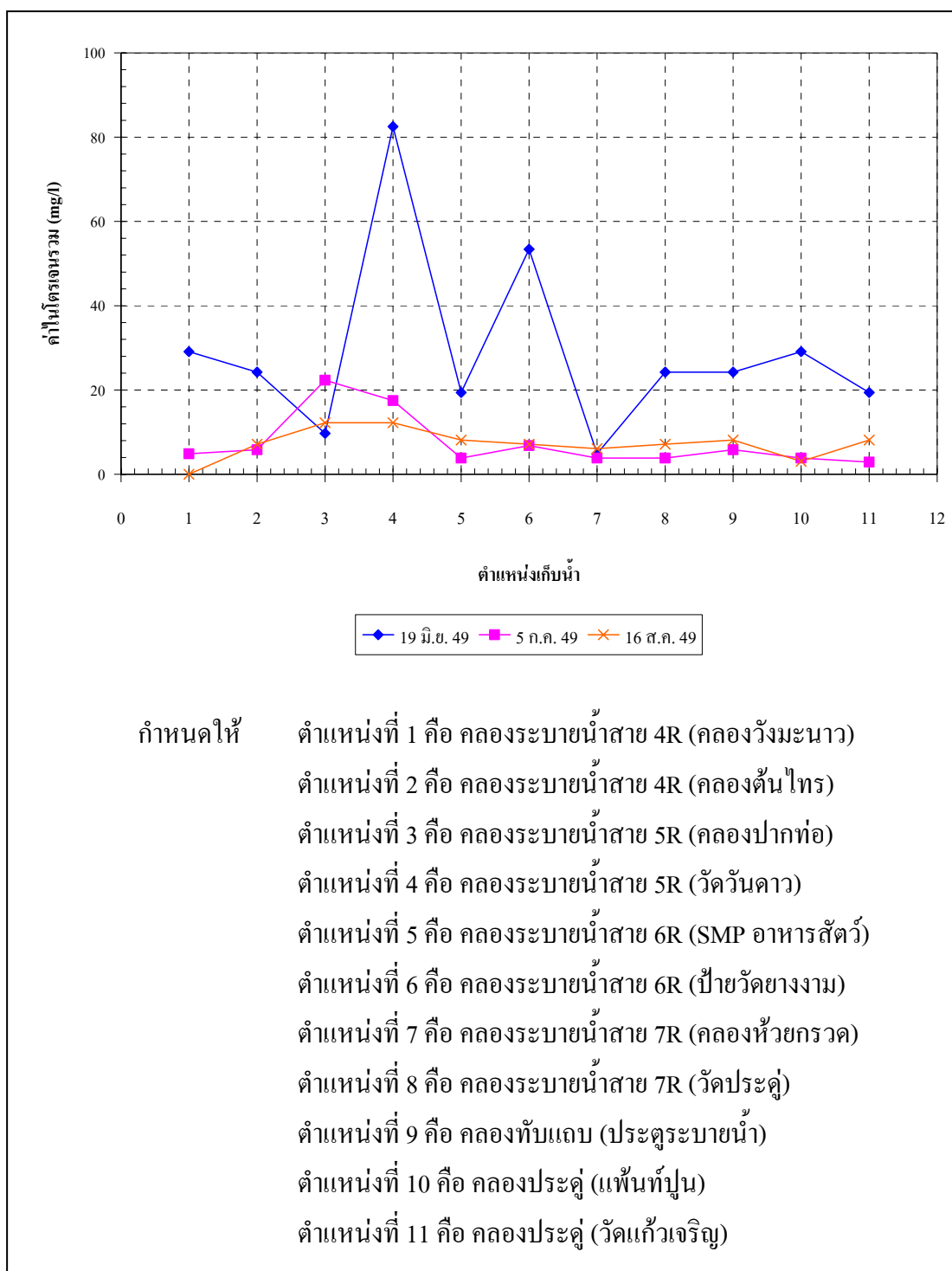
บริเวณคลองระบายน้ำสาย 5R (คลองปากท่อ) มีค่าแอมโมเนียสูงกว่าเกณฑ์อยู่มาก ทั้งนี้เนื่องจากคลองระบายน้ำดังกล่าวตั้งอยู่ในอำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นเขตที่มีการเลี้ยงสุกรเป็นจำนวนมาก ดังแสดงในตารางผนวกที่ 7 และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นบ่อเกิดของสารอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรีย โดยปกติแบคทีเรียจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในโตรเจนจนกลายเป็นแอมโมเนีย ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า การที่แหล่งน้ำมีแอมโมเนียในโตรเจนสูง เป็นการแสดงถึงแหล่งน้ำเหล่านั้นได้รับผลกระทบจากการปล่อยน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร

8) ไนโตรเจนรวม (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าไนโตรเจนรวมในคลองระบายน้ำมีความแตกต่างกันในพิสัย 0.0-82.5 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่า TKN สูงสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 5R (วัดวันดาว) วิเคราะห์ค่าได้ 82.5 mg/l และตำแหน่งที่ไม่พบค่า TKN คือ คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองวังมะนาว) ดังแสดงในภาพที่ 25 ซึ่งถ้าเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานถือว่าไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยทั่วไปค่า TKN ต้องมีค่าไม่เกิน 100 mg/l หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งน้ำที่รองรับน้ำทิ้งแต่ไม่ควรเกิน 200 mg/l



ภาพที่ 24 แสดงค่าแอมโมเนียในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549



ภาพที่ 25 แสดงค่าไนโตรเจนรวมในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

9) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TDS)

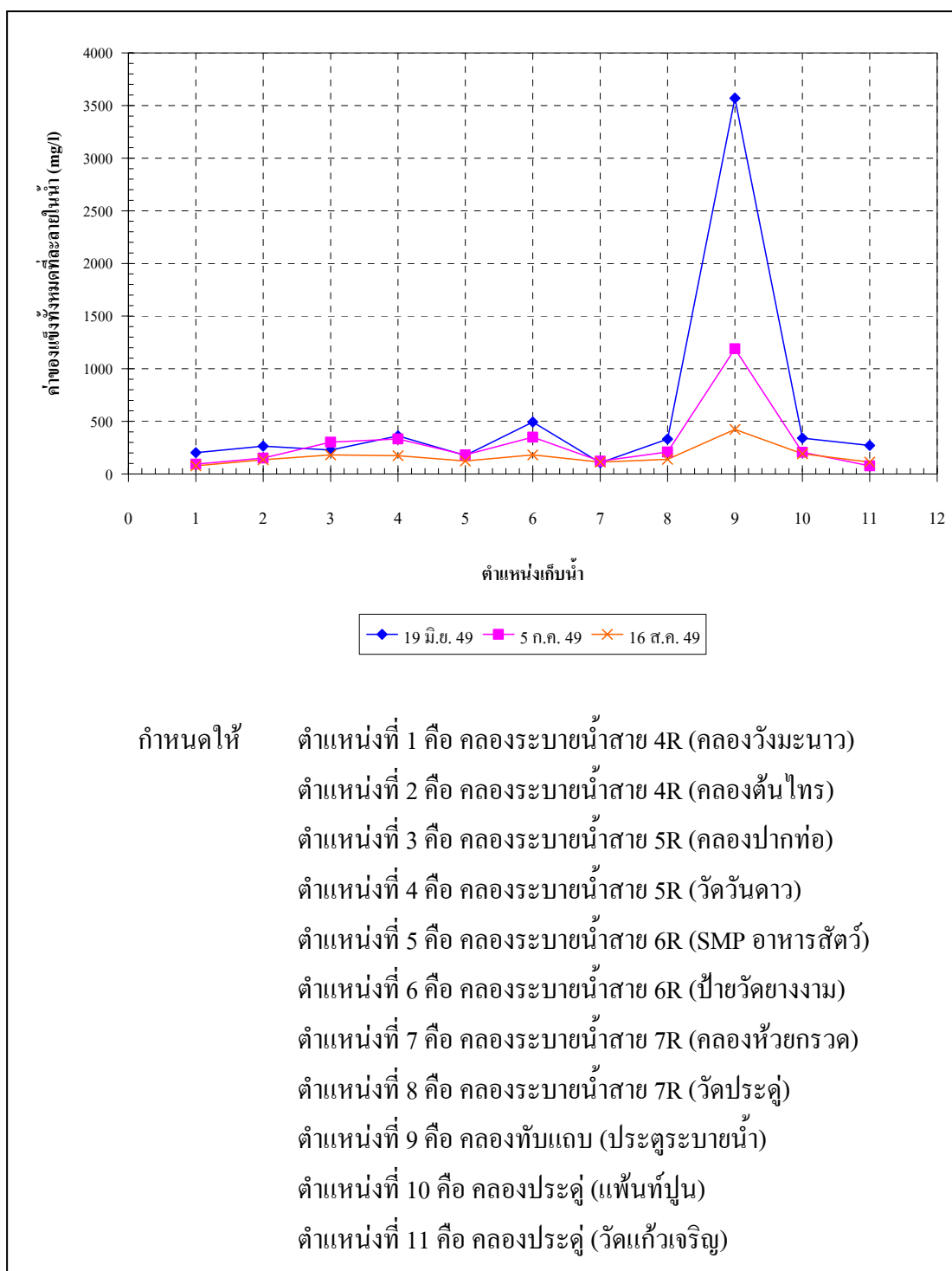
จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในคลองระบายน้ำมีค่า ความแตกต่างกันในพิสัย 77.4-3,570 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่า TDS สูงสุด คือ คลองทับแถบ (ประตูระบายน้ำ) วิเคราะห์ค่าได้ 3,570 mg/l และตำแหน่งที่มีค่า TDS ต่ำสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองวังมะนาว) ดังแสดงในภาพที่ 26

ค่า TDS ตำแหน่งต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันมากนักโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 77.4-424 mg/l เมื่อพิจารณาจากพิสัยของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในแหล่งน้ำซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 100-500 mg/l (เกษม, 2526) ถือได้ว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์ คือไม่เกิน 500 mg/l แต่มีบางตำแหน่งคือ คลองทับแถบ (ประตูระบายน้ำ) มีค่า TDS สูงถึง 3,570 mg/l ปัจจัยที่ทำให้เป็นเช่นนี้เพราะช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝน เมื่อฝนตกจะทำให้การชะล้างตะกอนและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ และเกิดการสะสม เนื่องจากเป็นช่วงที่หยุดส่งน้ำชลประทาน (ม.ย.-ก.ค.) มีผลทำให้ความเข้มข้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ณ บริเวณดังกล่าวเพิ่มขึ้นและทำให้ค่า TDS สูงขึ้นนั่นเอง

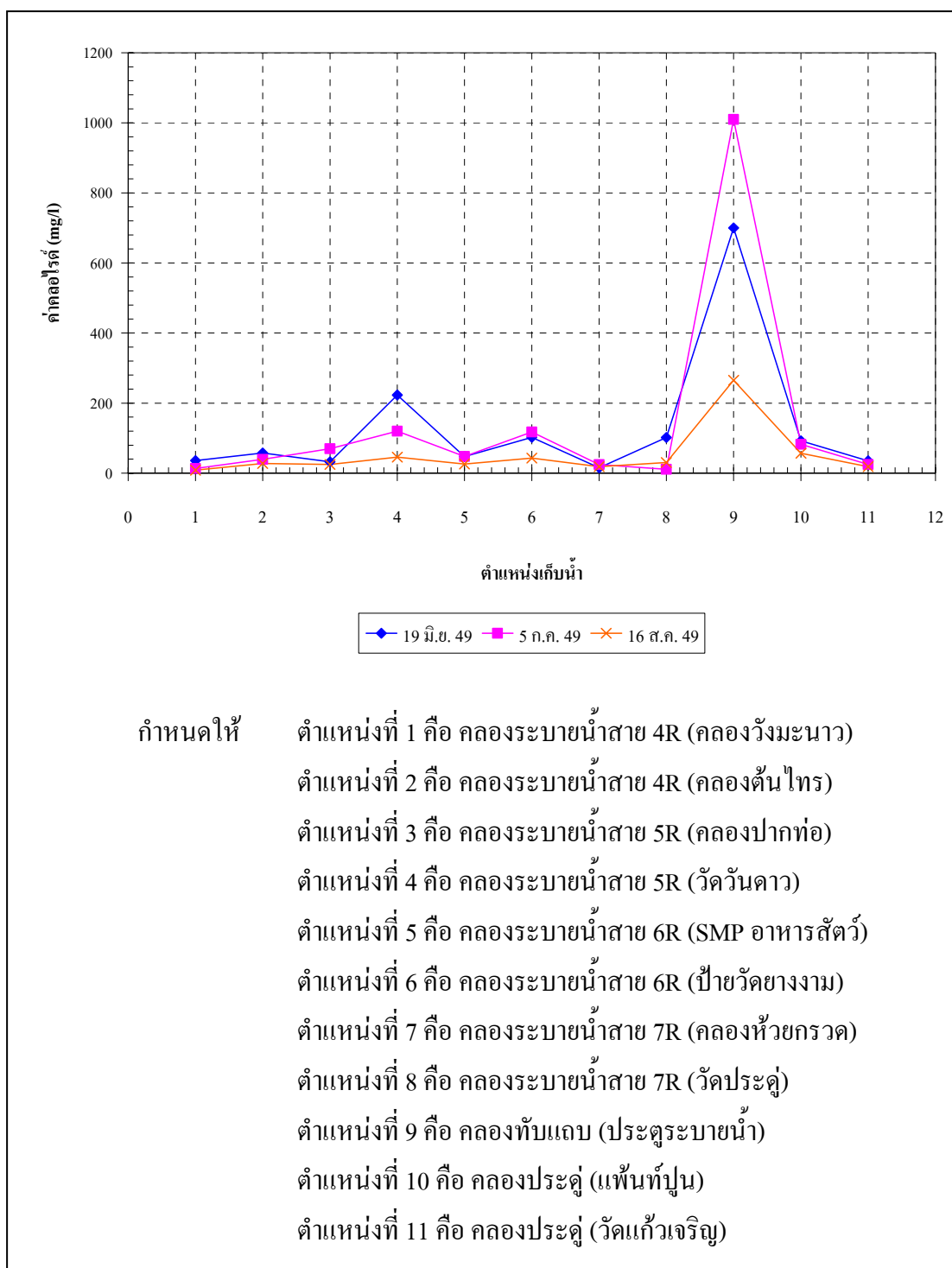
10) คลอไรด์

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าคลอไรด์ในคลองระบายน้ำมีค่าความแตกต่างกันในพิสัย 8.4-1,010 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าคลอไรด์สูงสุด คือ คลองทับแถบ (ประตูระบายน้ำ) วิเคราะห์ค่าได้ 1,010 mg/l และตำแหน่งที่มีค่าคลอไรด์ต่ำสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองวังมะนาว) ดังแสดงในภาพที่ 27

ตำแหน่งที่มีค่าคลอไรด์สูงสุดทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ คือ คลองทับแถบ (ประตูกันน้ำเค็ม) โดยมีค่าคลอไรด์สูงถึง 1,010 mg/l ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเล และเป็นตำแหน่งที่เป็นประตูระบายน้ำ ส่วนใหญ่ประตูระบายน้ำปิดและจะเปิดในกรณีที่ต้องการระบายน้ำออกเท่านั้น บางครั้งมีการรुक้าของน้ำทะเลล้นเข้ามาในฝั่งน้ำจืด เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง จึงส่งผลทำให้มีปริมาณเกลือในน้ำสูงกว่าบริเวณอื่น อีกปัจจัยหนึ่งคือเป็นช่วงเวลาที่หยุดทำการส่งน้ำชลประทาน (ม.ย.-ก.ค.) ดังนั้นจึงมีเพียงน้ำฝนเท่านั้นที่มาชะล้างคลอไรด์ในแหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำที่ไปเจือจางคลอไรด์ลดลง



ภาพที่ 26 แสดงค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

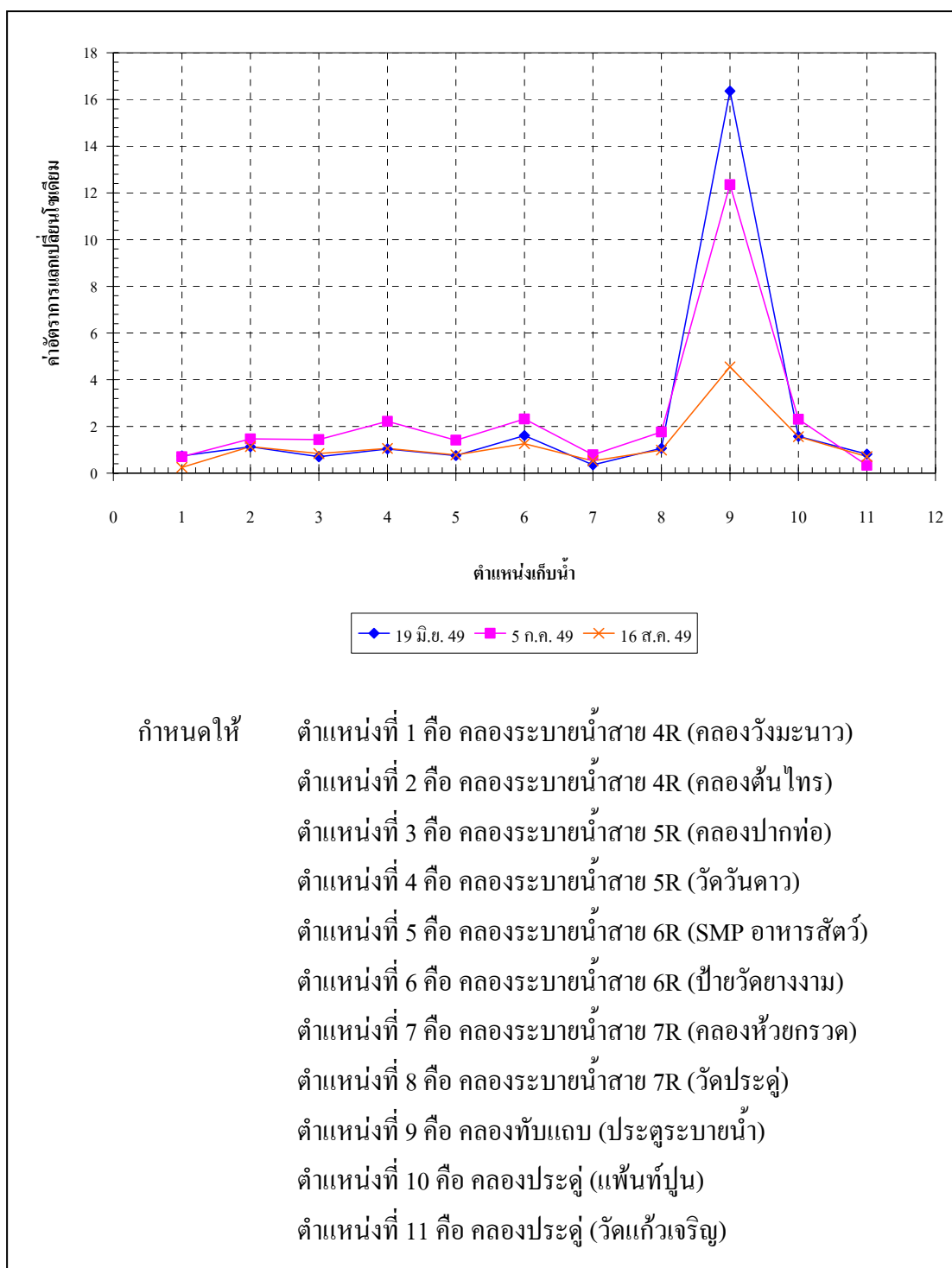


ภาพที่ 27 แสดงค่าคลอไรด์ในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

11) อัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียม (SAR)

อัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียม เป็นอีกค่าหนึ่งที่บ่งบอกถึงความเค็ม หากแหล่งน้ำใดมีค่า SAR มาก แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นถูกปนเปื้อนไปด้วยเกลือเป็นจำนวนมาก จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียมในคลองระบายน้ำมีค่าความแตกต่างกันในพิสัย 0.25-16.36 โดยตำแหน่งที่มีค่า SAR สูงสุด คือ คลองทับแถบ (ประตูละบายน้ำ) วิเคราะห์ค่าได้ 16.36 และตำแหน่งที่มีค่า SAR ต่ำสุด คือ คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองวังมะนาว) ดังแสดงในภาพที่ 28

อนึ่งตำแหน่งที่มีค่า SAR สูงสุดทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ คือ คลองทับแถบ (ประตูลักน้ำเค็ม) โดยมีค่า SAR สูงถึง 16.36 ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเล และเป็นตำแหน่งที่เป็นประตูละบายน้ำ ส่วนใหญ่ประตูละบายน้ำปิดและจะเปิดในกรณีที่ต้องการระบายน้ำออกเท่านั้น บางครั้งมีการรुक้าของน้ำทะเลล้นเข้ามาในฝั่งน้ำจืดเนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง จึงส่งผลทำให้มีปริมาณเกลือในน้ำสูงกว่าบริเวณอื่นอีกปัจจัยหนึ่งคือ เป็นช่วงเวลาที่หยุดทำการส่งน้ำชลประทาน (มิ.ย.-ก.ค.) ดังนั้นจึงมีเพียงน้ำฝนเท่านั้นที่มาชะล้างของเสียในแหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำที่ไปเจือจางของเสียลดลง



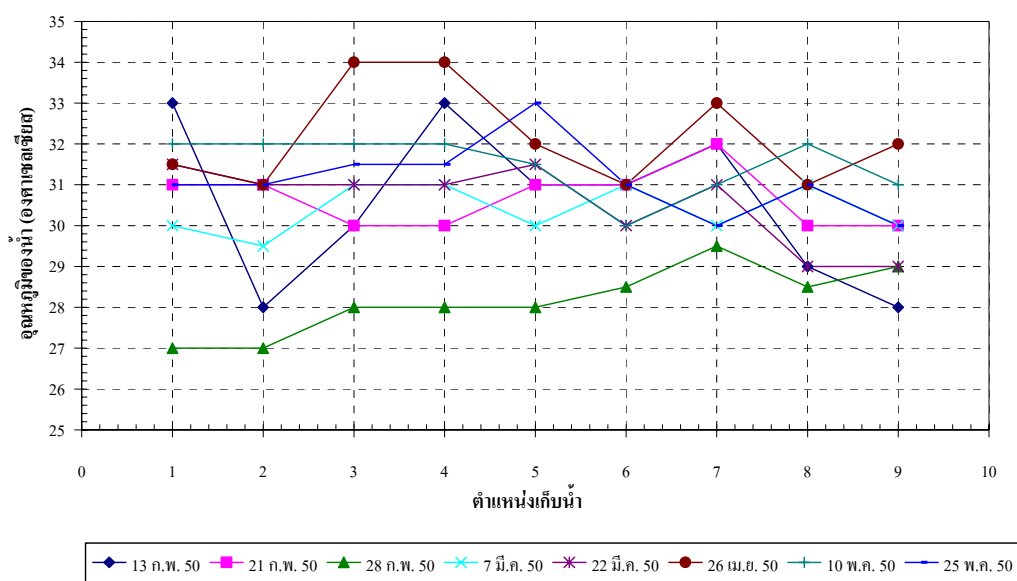
ภาพที่ 28 แสดงค่าอัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียมในคลองระบายน้ำ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือน
เมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549

1.2 สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

1) อุณหภูมิของน้ำ

จากผลการวิเคราะห์พบว่า อุณหภูมิของน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในพิสัย 27-34 องศาเซลเซียส โดยตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ คลองทับแถม (หน้าและหลังประตูระบายน้ำ) วิเคราะห์ค่าได้ 34 องศาเซลเซียส และตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากัน 2 ตำแหน่ง คือ หน้าและหลังแนวกันน้ำเค็มบ้านนาที่ km 0+0.00 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นคลองประคู วิเคราะห์ค่าได้ 28 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 29 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทั้งหมดอยู่ในระดับปกติของอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำ

ไมตรี และคณะ (2528) กล่าวว่า อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลโดยตรงและโดยอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่นและสภาพแวดล้อมต่างๆไปของแหล่งน้ำ สำหรับในประเทศไทยอุณหภูมิจะผันแปรในช่วง 20-35 องศาเซลเซียส การปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มสุกรจะทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าระดับปกติตามธรรมชาติ ซึ่งมีผลกระทบกระเทือนต่อสัตว์น้ำและระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำยังมีผลต่อสภาพแวดล้อมทางเคมี เช่น ออกซิเจนละลายในน้ำ คือ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะลดลง ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นในขณะเดียวกันขบวนการเมตาโบลิซึมและการทำงานของพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ความต้านทานโรคของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลงไป เชื้อโรคบางชนิดสามารถแพร่กระจายได้ดีในระดับอุณหภูมิที่แตกต่าง



กำหนดให้ ตำแหน่งที่ 1 คือ หน้าประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเค็มบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประคู

ตำแหน่งที่ 2 คือ หลังประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเค็มบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประคู

ตำแหน่งที่ 3 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ

ตำแหน่งที่ 4 คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ

ตำแหน่งที่ 5 คือ 4R (แพ้นท์ปูน)

ตำแหน่งที่ 6 คือ 5R (วัดวันดาว)

ตำแหน่งที่ 7 คือ 6R (ป่าย อบต.ยางงาม)

ตำแหน่งที่ 8 คือ 7R (วัดประคู)

ตำแหน่งที่ 9 คือ สิ้นสุดคลองประคู (วัดแก้วเจริญ)

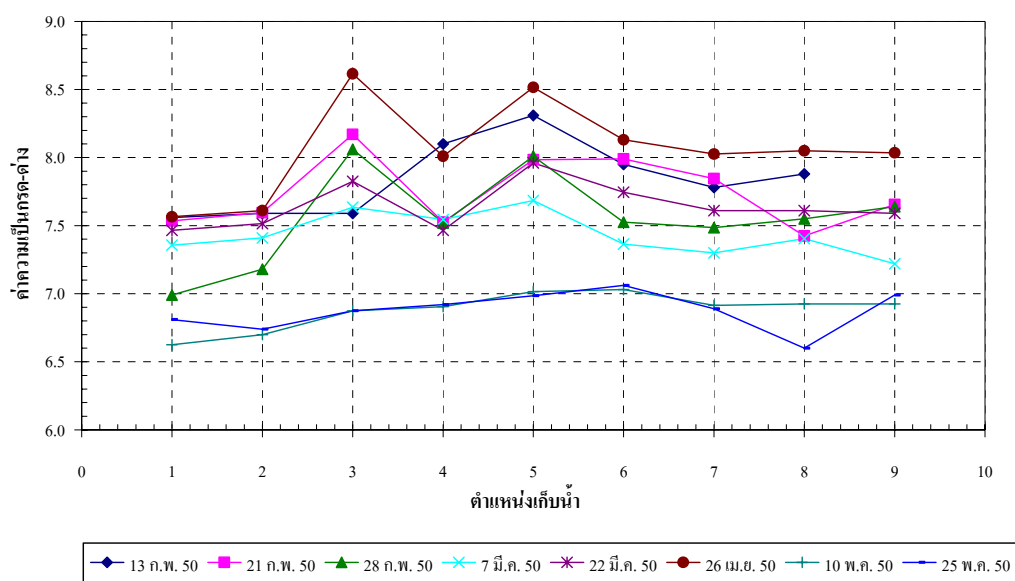
ภาพที่ 29 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

จากภาพที่ 29 พบว่า ในวันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2550 บริเวณตำแหน่งที่ 3 และ 4 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบและหลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ (ติดกับทะเล) อุณหภูมิของน้ำที่วิเคราะห์ได้มีค่าสูงกว่าตำแหน่งอื่น ๆ ในวันและตำแหน่งที่ต่างกัน เนื่องจากช่วงเวลานี้เป็นช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิอากาศสูง จึงส่งผลทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงตามไปด้วย รวมทั้งตำแหน่งที่ 3 และ 4 ไม่มีการเปิดประตูระบายน้ำ จึงทำให้ไม่มีการถ่ายเทอุณหภูมิของน้ำและไหลเวียนของน้ำ ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำจึงมีค่าสูง

2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นตัวชี้คุณภาพน้ำด้านกายภาพประการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตหรือทำให้การสืบพันธุ์หยุดชะงัก และบางชนิดตายได้ ระดับความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 14 โดย pH 7 เป็นกึ่งกลางหรือมีค่าเป็นกลาง หาก pH ต่ำกว่า 7 แสดงว่าน้ำนั้นมีสภาพเป็นกรด แต่ถ้า pH สูงกว่า 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นด่าง มั่นสิน (2543) กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 มักมีค่า pH อยู่ในช่วง 5-9 ซึ่งเป็นช่วงที่สิ่งมีชีวิตอยู่ได้ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในคลองประคูล์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีค่าความแตกต่างกันในพิสัย 6.600-8.615 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยตำแหน่งที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ วิเคราะห์ค่าได้ 8.615 และตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุด คือ ตำแหน่งเชื่อมต่อระหว่างคลองประคูล์กับคลองระบายน้ำสาย 7R ที่ km 25+030 (วัดประคูล์) วิเคราะห์ค่าได้ 6.600 ดังแสดงในภาพที่ 30 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทั้งหมดอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ผิวดินประเภทที่ 3 คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5-9

จากภาพที่ 30 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ตลอดระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล แต่ในวันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2550 บริเวณตำแหน่งที่ 3 และ 5 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ ซึ่งเป็นช่วงที่ประตูระบายน้ำปิด และตำแหน่งเชื่อมต่อระหว่างคลองประคูล์กับคลองระบายน้ำสาย 4R ที่ km 15+350 (แพ้น้ำปูน) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ได้มีค่าสูงกว่าในช่วงเวลาและตำแหน่งอื่นอย่างชัดเจน คือ เป็นด่าง ส่วนในวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 และวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ค่าความเป็นกรด-ด่างทุกตำแหน่งที่ได้มีค่าเป็นกรด แต่ทั้งนี้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้มีค่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่ยอมรับได้ ไม่ส่งผลให้กระทบต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ



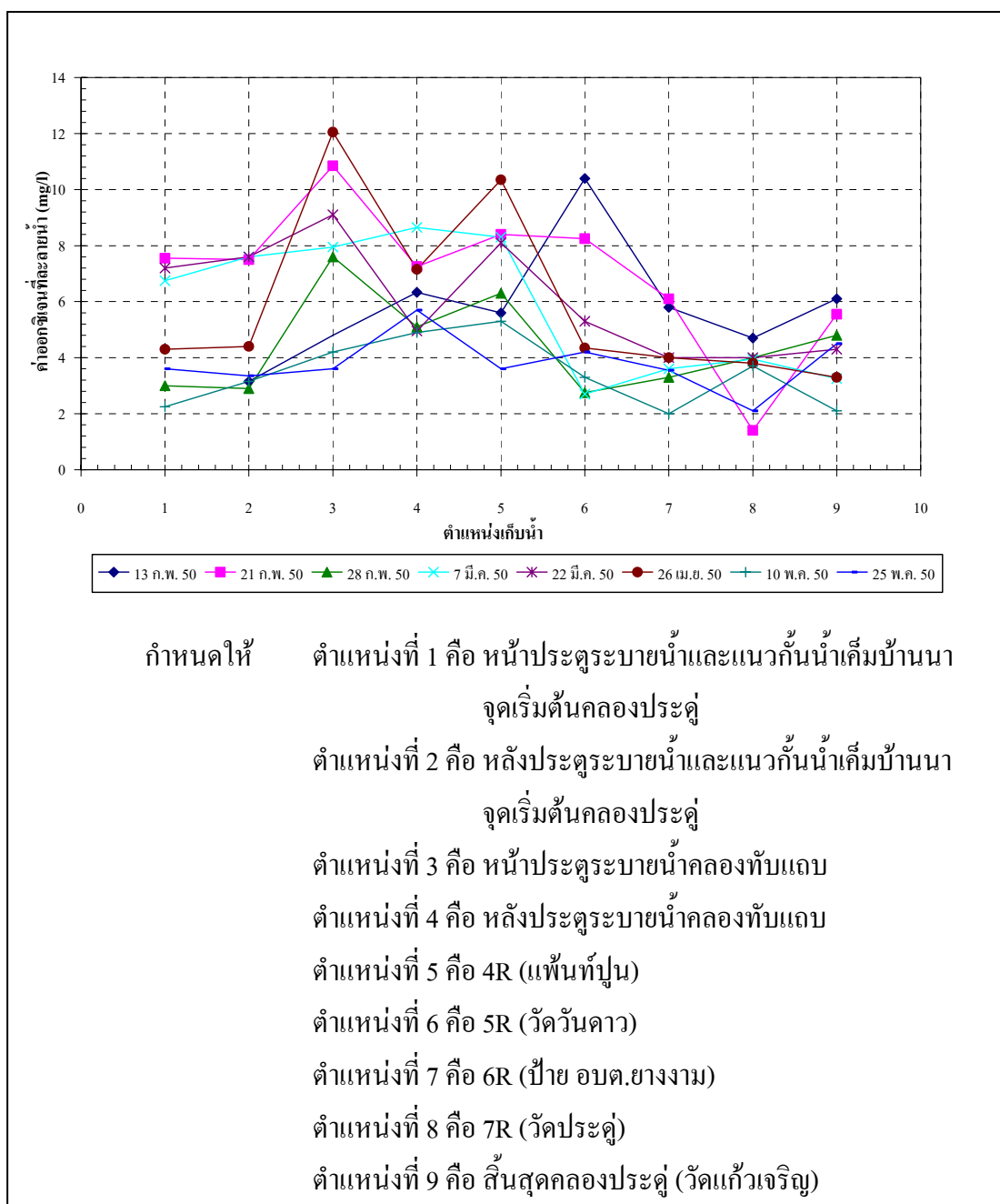
กำหนดให้ ตำแหน่งที่ 1 คือ หน้าประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประตู
ตำแหน่งที่ 2 คือ หลังประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประตู
ตำแหน่งที่ 3 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ
ตำแหน่งที่ 4 คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ
ตำแหน่งที่ 5 คือ 4R (พื้นที่ปูน)
ตำแหน่งที่ 6 คือ 5R (วัดวันดาว)
ตำแหน่งที่ 7 คือ 6R (ป่าย อบต.ยางงาม)
ตำแหน่งที่ 8 คือ 7R (วัดประตู)
ตำแหน่งที่ 9 คือ สิ้นสุดคลองประตู (วัดแก้วเจริญ)

ภาพที่ 30 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างในคลองประตู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่าง
วันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

3) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งออกซิเจนจะมีความสำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของน้ำและความกดอากาศ ในฤดูร้อนปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำน้อยลง เนื่องจากว่ามีอุณหภูมิสูงขณะเดียวกันที่การย่อยสลายและปฏิกิริยาต่าง ๆ จะเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการของออกซิเจนเพื่อใช้ในกิจกรรมเหล่านั้นสูงไปด้วย จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในพิสัย 1.40 – 12.05 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าสูงสุด คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ วิเคราะห์ค่าได้ 12.05 mg/l และตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุด คือ ตำแหน่งเชื่อมต่อระหว่างคลองประคูกับคลองระบายน้ำสาย 7R ที่ km 25+030 (วัดประคู) วิเคราะห์ค่าได้ 1.40 ดังแสดงในภาพที่ 31 จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 กำหนดให้ออกซิเจนที่ละลายน้ำจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 4 mg/l ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า บริเวณที่มีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำสุดนั้น ค่าที่ได้ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เนื่องจากว่าบริเวณดังกล่าวมีการชะล้างของเสียลงในแม่น้ำอย่างเห็นได้ชัดเจน

จากภาพที่ 31 พบว่า ในวันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2550 บริเวณตำแหน่งที่ 3 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ มีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงกว่าตำแหน่งอื่นอย่างชัดเจน ส่วนในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 บริเวณตำแหน่งเชื่อมต่อระหว่างคลองประคูกับคลองระบายน้ำสาย 7R ที่ km 25+030 (วัดประคู) ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่าตำแหน่งอื่นอย่างชัดเจนเช่นกัน เนื่องจากว่าบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งชุมชน คนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ริมแม่น้ำ ดังนั้นจึงทำให้เกิดของเสียจากชุมชนมากขึ้น รวมทั้งบริเวณนี้มีการเลี้ยงฟาร์มสุกรอย่างหนาแน่น ของเสียที่เกิดขึ้นเกิดจากพฤติกรรมของการชะล้างฟาร์มลงสู่แม่น้ำ ค่าออกซิเจนที่ได้จึงต่ำกว่าบริเวณอื่น

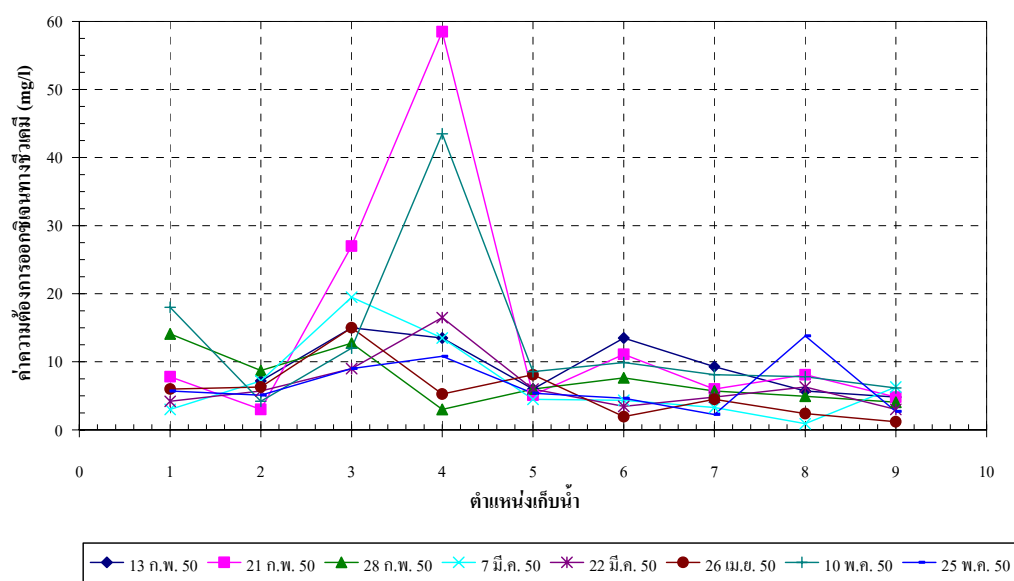


ภาพที่ 31 แสดงค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์
ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

4) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ในช่วง 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่นิยมใช้กันมากในการแสดงถึงความสกปรกมากน้อยเพียงใดของน้ำเสียจากชุมชนและจากโรงงานต่าง ๆ กล่าวคือ จะทำการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำในวันแรกของการเก็บตัวอย่างน้ำ และหลังจากนั้นอีก 5 วัน เพื่อพิจารณาว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำถูกใช้ไปเท่าใด เนื่องจากถ้ามีปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำสูง แบคทีเรียจะทำการเพิ่มจำนวน เพื่อทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำโดยใช้ใช้ออกซิเจน จึงส่งผลทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง นั่นคือ ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำวันที่ 1 กับในวันที่ 5 มีค่าที่แตกต่างกันมาก ก็จะส่งผลให้ค่า BOD มากไปด้วย แสดงว่ามีปริมาณอินทรีย์สารในน้ำมากนั่นเอง จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า BOD ในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในพิสัย 0.90-58.50 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่า BOD สูงสุด คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ วิเคราะห์ค่าได้ 58.50 mg/l และตำแหน่งที่มีค่า BOD ต่ำสุด คือ ตำแหน่งเชื่อมต่อระหว่างคลองประคูกับคลองระบายน้ำสาย 7R ที่ km 25+030 (วัดประคู) วิเคราะห์ค่าได้ 0.90 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 32 จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 กำหนดให้ค่า BOD ไม่เกิน 2 mg/l ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทราบว่าบริเวณที่ค่า BOD สูงสุดนั้น ค่าที่ได้ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

จากภาพที่ 32 พบว่า ค่า BOD มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงมีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาและตำแหน่งใดก็ตาม แต่มีบางตำแหน่งที่ค่า BOD สูงกว่าตำแหน่งอื่นอย่างชัดเจน นั่นคือ ตำแหน่งที่ 4 หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 และวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเล และเป็นตำแหน่งที่เป็นประตูระบายน้ำ ส่วนใหญ่ประตูระบายน้ำปิดและจะเปิดในกรณีที่ต้องการระบายน้ำออกเท่านั้น บางครั้งมีการรูก้ำของน้ำทะเลล้นเข้ามาในฝั่งน้ำจืดเนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง รวมทั้งในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี พ.ศ. 2550 มีฝนตกดังแสดงในตารางผนวกที่ ง1 ถึง ง3 ทำให้เกิดการนำพาของเสียและตะกอนจากบริเวณอื่นมาสะสมและที่สำคัญพฤติกรรมกรปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ยังส่งผลทำให้ความสกปรกของน้ำบริเวณนี้มากขึ้น เนื่องจากเกิดการลักลอบปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ดังนั้นจึงทำให้ค่า BOD ที่ได้ในช่วงนี้สูงกว่าปกติ และไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่ยอมรับได้



กำหนดให้ ตำแหน่งที่ 1 คือ หน้าประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประตู
ตำแหน่งที่ 2 คือ หลังประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประตู
ตำแหน่งที่ 3 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ
ตำแหน่งที่ 4 คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ
ตำแหน่งที่ 5 คือ 4R (แพ้นท์ปูน)
ตำแหน่งที่ 6 คือ 5R (วัดวันดาว)
ตำแหน่งที่ 7 คือ 6R (ป่าย อบต.ยางงาม)
ตำแหน่งที่ 8 คือ 7R (วัดประตู)
ตำแหน่งที่ 9 คือ สิ้นสุดคลองประตู (วัดแก้วเจริญ)

ภาพที่ 32 แสดงค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในคลองประตู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

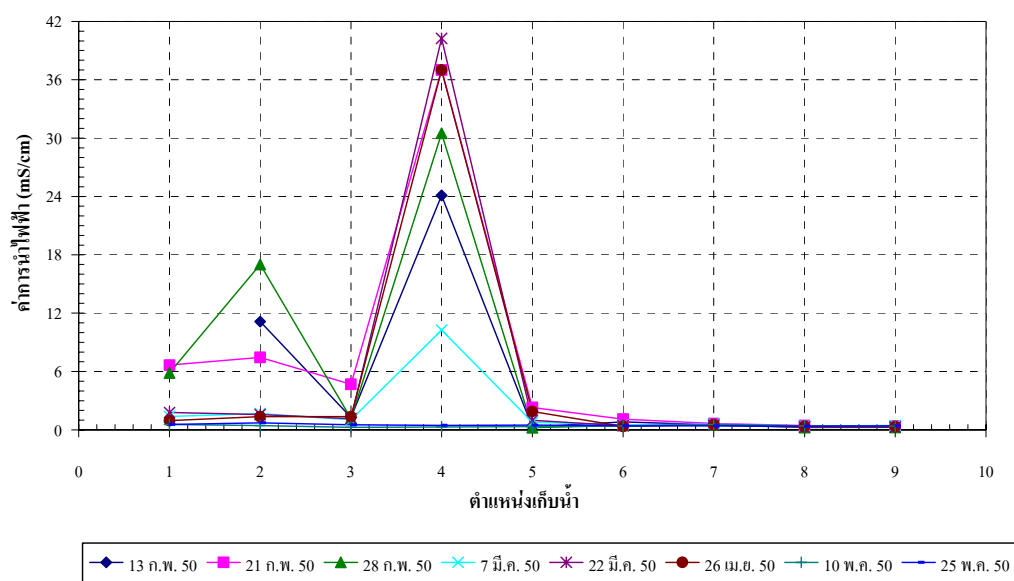
5) ความเค็ม (Salinity)

จากการศึกษาครั้งนี้ดัชนีคุณภาพน้ำที่บ่งบอกถึงความเค็มของน้ำชลประทานได้นั้น คือ ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total Dissolved Solid, TDS)

5.1 การนำไฟฟ้า (EC)

การวัดการนำไฟฟ้าสามารถอธิบายถึงความเข้มข้นของแร่ธาตุหรือสารประกอบต่าง ๆ หรือปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำได้ เป็นค่าที่วัดเพื่อแสดงถึงความเข้มข้นของเกลือทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งเป็นค่าวัดโดยรวม ไม่สามารถแยกบอกความเข้มข้นของเกลือแต่ละตัวได้ ดังนั้นการนำไฟฟ้าของน้ำจึงเป็นตัวระบุถึงระดับของสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำ ถ้ามีสารละลายปะปนอยู่ในน้ำปริมาณมากก็จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามากขึ้นด้วย ซึ่งหมายถึงว่าน้ำจะมีสารที่ทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้นด้วยเช่นกัน โดยแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีค่าการนำไฟฟ้าได้อยู่ระหว่าง 150 – 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในพิสัย 0.23 – 40.25 mS/cm โดยตำแหน่งที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ วิเคราะห์ค่าได้ 40.25 mS/cm ซึ่งถือว่าค่าที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่มาก เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล และตำแหน่งที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด คือ ตำแหน่งเชื่อมต่อบริเวณคลองประคูกับคลองระบายน้ำสาย 4R ที่ km 15+350 (พื้นที่ปูน) วิเคราะห์ค่าได้ 0.23 mS/cm ดังแสดงในภาพที่ 33

ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาและตำแหน่งใดก็ตาม แต่มีบางตำแหน่งที่ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าตำแหน่งอื่นอย่างชัดเจน คือ บริเวณตำแหน่งที่ 4 หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ ในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เนื่องจากว่าบริเวณดังกล่าวมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเล และเป็นตำแหน่งที่เป็นประตูระบายน้ำ ส่วนใหญ่ประตูระบายน้ำปิด หากทำการเปิดประตูระบายน้ำเพียงเพราะต้องการระบายน้ำออกเท่านั้น บางครั้งมีการรูกล้าของน้ำทะเลล้นเข้ามาในฝั่งน้ำจืด เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้น้ำบริเวณนี้มีความเค็มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าปกติ



กำหนดให้ ตำแหน่งที่ 1 คือ หน้าประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประดู่

ตำแหน่งที่ 2 คือ หลังประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประดู่

ตำแหน่งที่ 3 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ

ตำแหน่งที่ 4 คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ

ตำแหน่งที่ 5 คือ 4R (พื้นที่ปูน)

ตำแหน่งที่ 6 คือ 5R (วัดวันดาว)

ตำแหน่งที่ 7 คือ 6R (ป่าย อบต.ยางงาม)

ตำแหน่งที่ 8 คือ 7R (วัดประดู่)

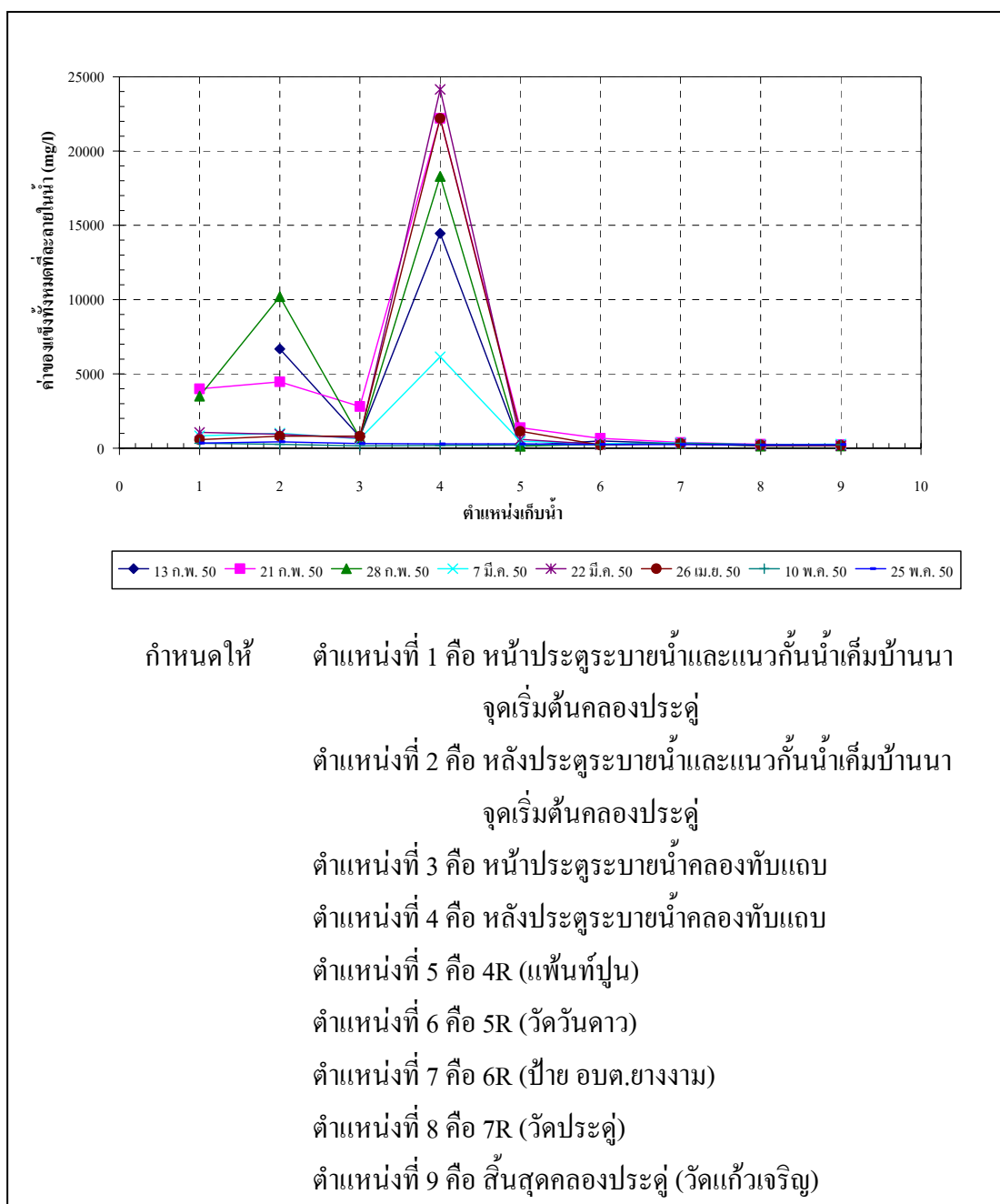
ตำแหน่งที่ 9 คือ สิ้นสุดคลองประดู่ (วัดแก้วเจริญ)

ภาพที่ 33 แสดงค่าการนำไฟฟ้าในคลองประดู่ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่าง
วันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

5.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total Dissolved Solid, TDS)

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในพิสัย 138-24,150 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ สูงสุด คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ วิเคราะห์ค่าได้ 24,150 mg/l ซึ่งถือว่าค่าที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่มาก เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล และตำแหน่งที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำต่ำสุด คือ ตำแหน่งเชื่อมต่อน้ำระหว่างคลองประคู กับคลองระบายน้ำสาย 4R ที่ km 15+350 (พื้นที่ปูน) วิเคราะห์ค่าได้ 138 mg/l ดังแสดงในภาพที่ 34

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาและตำแหน่งใดก็ตาม เช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ แต่มีบางตำแหน่งที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำสูงกว่าตำแหน่งอื่นอย่างชัดเจน คือ บริเวณตำแหน่งที่ 4 หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ ในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เนื่องจากว่าบริเวณดังกล่าวมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเล และเป็นตำแหน่งที่เป็นประตูระบายน้ำ ส่วนใหญ่ประตูระบายน้ำปิด หากทำการเปิดประตูระบายน้ำเพียงเพราะต้องการระบายน้ำออกเท่านั้น บางครั้งมีการรูก้าของน้ำทะเลล้นเข้ามาในฝั่งน้ำจืด เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้น้ำบริเวณนี้มีความเค็มและเกิดการสะสมของเกลือเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจึงสูงกว่าบริเวณอื่น

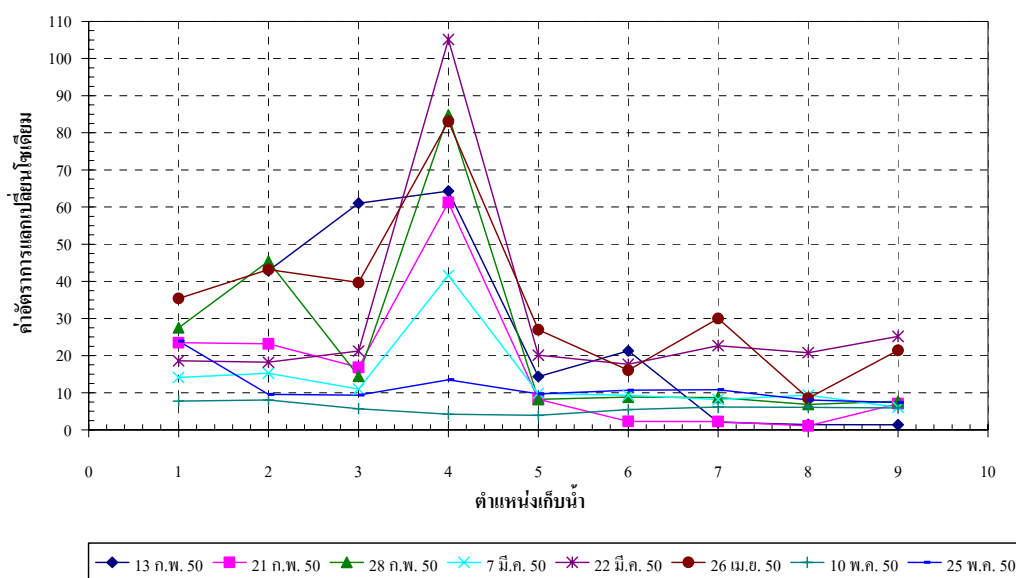


ภาพที่ 34 แสดงค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

6) อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนโซเดียม (SAR)

จากการวิเคราะห์เพื่อทำการหาค่า SAR ซึ่งแสดงถึงผลกระทบจากปริมาณเกลือในน้ำ ที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อพืชน้ำจืดอย่างน้อย 3 ประการด้วยกันคือ ปัญหาที่เกิดจากความเข้มข้นของเกลือ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากดินแน่น และปัญหาความเป็นพิษของเกลือ องค์ประกอบที่เป็นพิษที่อยู่ในน้ำเค็ม ได้แก่ โซเดียม ซึ่งมีผลทำให้พืชมีผลผลิตลดลงหรือตายได้ และพืชแต่ละชนิดมีความไวต่อองค์ประกอบที่มีพิษแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ปัญหาความเป็นพิษมักปะปนกับปัญหาความเค็ม และปัญหาดินแน่นจนไม่สามารถแยกได้ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า SAR ในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในพิสัย 1.340-105.132 โดยตำแหน่งที่มี SAR สูงสุดคือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ วิเคราะห์ค่าได้ 105.132 ซึ่งถือว่าค่าที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่มาก เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล และตำแหน่งที่มี SAR ต่ำสุดคือ ตำแหน่งสิ้นสุดคลองประคูที่ km 28+0.000 (วัดแก้วเจริญ) วิเคราะห์ค่าได้ 1.340 ดังแสดงในภาพที่ 35 ในน้ำชลประทานตามปกติจะมีค่า SAR อยู่ระหว่าง 2-4 ถ้ามากกว่า 4 จะทำให้เป็นดินด่างและดินจะแน่น การระบายน้ำทำได้ยาก

จากภาพที่ 35 พบว่า ค่าอัตราแลกเปลี่ยนโซเดียมมีแนวโน้มเพิ่มหรือลดลง มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันเช่นเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ เนื่องจากค่าอัตราแลกเปลี่ยนโซเดียมเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเค็มเช่นเดียวกับทั้งสองค่า ดังนั้นค่าที่ได้จึงมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีบางตำแหน่งที่ค่าอัตราแลกเปลี่ยนโซเดียมต่ำกว่าบริเวณอื่นอย่างชัดเจน นั่นคือ บริเวณตำแหน่งที่ 9 ตำแหน่งสิ้นสุดคลองประคูที่ km 28+0.000 (วัดแก้วเจริญ) เนื่องจากบริเวณนี้เป็นจุดไหลออกของคลองประคู ซึ่งจะไหลไปรวมกับคลองแควอ้อม จากนั้นจะไหลลงที่แม่น้ำแม่กลอง ถือได้ว่าเป็นบริเวณตำแหน่งสิ้นสุดคลองประคูนี้เป็นจุดรวมของน้ำที่ไหลมาจากคลองระบายน้ำสายอื่น ทำให้เกิดการชะล้างของเสียและน้ำเสียได้ดีที่สุด จึงส่งผลให้ค่าอัตราแลกเปลี่ยนโซเดียมมีค่าต่ำกว่าบริเวณอื่นนั่นเอง



กำหนดให้ ตำแหน่งที่ 1 คือ หน้าประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประตู

ตำแหน่งที่ 2 คือ หลังประตูระบายน้ำและแนวกันน้ำเดิมบ้านนา
จุดเริ่มต้นคลองประตู

ตำแหน่งที่ 3 คือ หน้าประตูระบายน้ำคลองทับแถบ

ตำแหน่งที่ 4 คือ หลังประตูระบายน้ำคลองทับแถบ

ตำแหน่งที่ 5 คือ 4R (แพ้นท์ปูน)

ตำแหน่งที่ 6 คือ 5R (วัดวันดาว)

ตำแหน่งที่ 7 คือ 6R (ป่าย อบต.ยางงาม)

ตำแหน่งที่ 8 คือ 7R (วัดประตู)

ตำแหน่งที่ 9 คือ สิ้นสุดคลองประตู (วัดแก้วเจริญ)

ภาพที่ 35 แสดงค่าอัตราการแลกเปลี่ยนโซเดียมในคลองประตู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับ
เหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

2. ผลการศึกษาจากแบบจำลองคณิตศาสตร์

2.1 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

ผลการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

สำหรับแบบจำลองอุทกพลศาสตร์จุดพิจารณาที่ใช้ในการสอบเทียบ คือ Upstream ของคลองประตู, คลองระบายน้ำสาย 4R ถึง 7R (ตำแหน่งเชื่อมต่อคลองประตู) และ Downstream ของคลองประตู

การสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์จะใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวัน ช่วงเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ที่เกิดขึ้นจริงสอบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ท้องลำนน้ำที่เหมาะสมของคลองประตู มีค่าอยู่ระหว่าง 0.025 ถึง 0.029 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation, r) อยู่ระหว่าง -0.244 ถึง 0.992 แสดงดังตารางที่ 8 และ 9 ตามลำดับสำหรับผลการสอบเทียบระดับน้ำของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ระหว่างค่าที่ได้จากการวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 36 ถึง 39

ตารางที่ 8 แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ท้องลำนน้ำ

จุดพิจารณา	ช่วงกิโลเมตรที่	Manning' n
Upstream ถึง 4R	0-15,350	0.029
4R ถึง 5R	15,350-17,000	0.025
5R ถึง 6R	17,000-18,780	0.029
6R ถึง 7R	18,780-25,030	0.025
7R ถึง Downstream	25,030-27,800	0.029

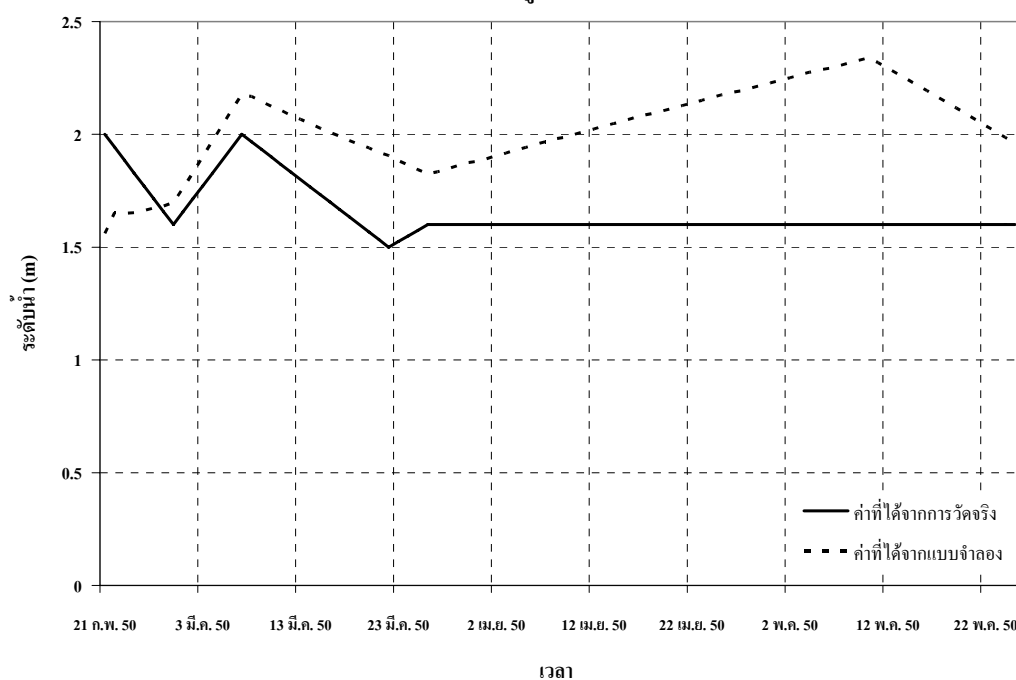
ตารางที่ 9 แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

จุดพิจารณา	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
4R	-0.224
5R	0.943
6R	0.799
7R	0.992

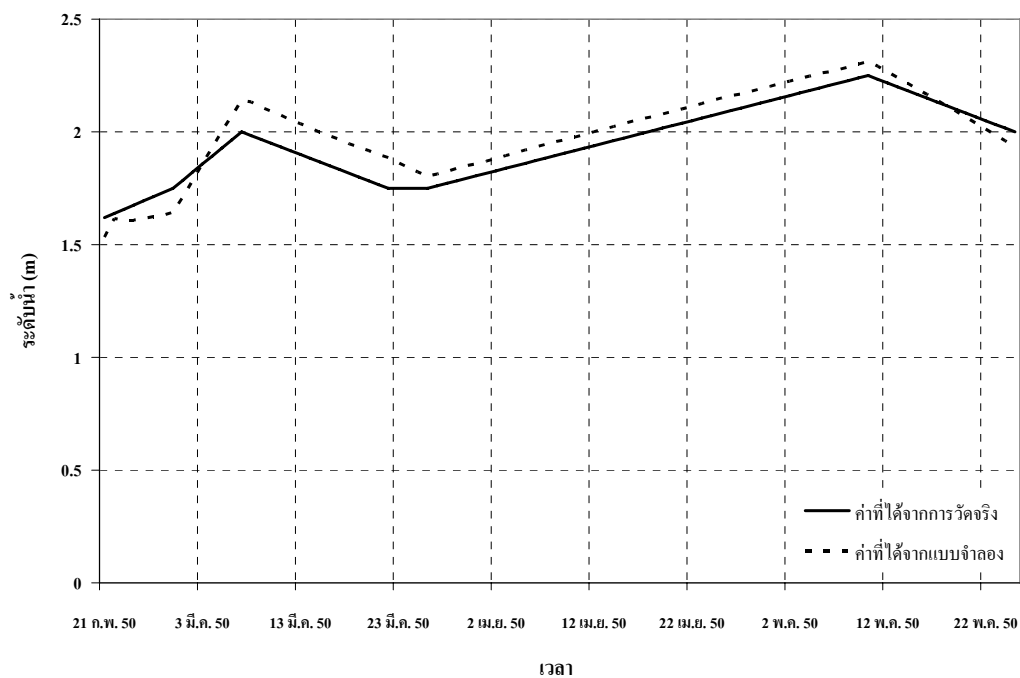
สาเหตุในช่วงกิโลเมตรที่ 0 – 17,000 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าน้อย เนื่องจาก

1. ข้อมูลรูปตัดขวางที่นำมาใช้กับแบบจำลองนั้นเป็นข้อมูลเดิม ซึ่งปัจจุบันไม่มีการสำรวจใหม่ จึงส่งผลให้กราฟที่ได้มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างต่ำ

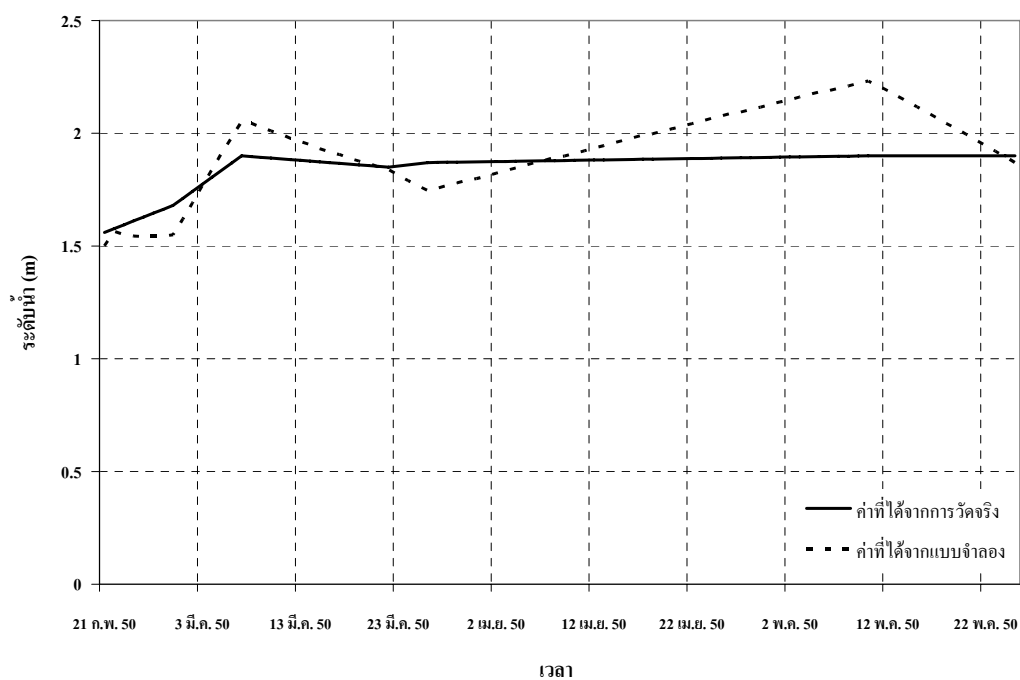
2. ได้รับอิทธิพลจากระดับน้ำทางด้านเหนือน้ำ เนื่องจากจุด 4R อยู่ใกล้บริเวณเหนือน้ำมากที่สุด และในบางช่วงเวลาประตูระบายน้ำบริเวณด้านเหนือน้ำปิด ส่งผลทำให้ทิศทางการไหลของน้ำผิดไปจากธรรมชาติ คือ ไหลจากที่ต่ำไปที่สูง



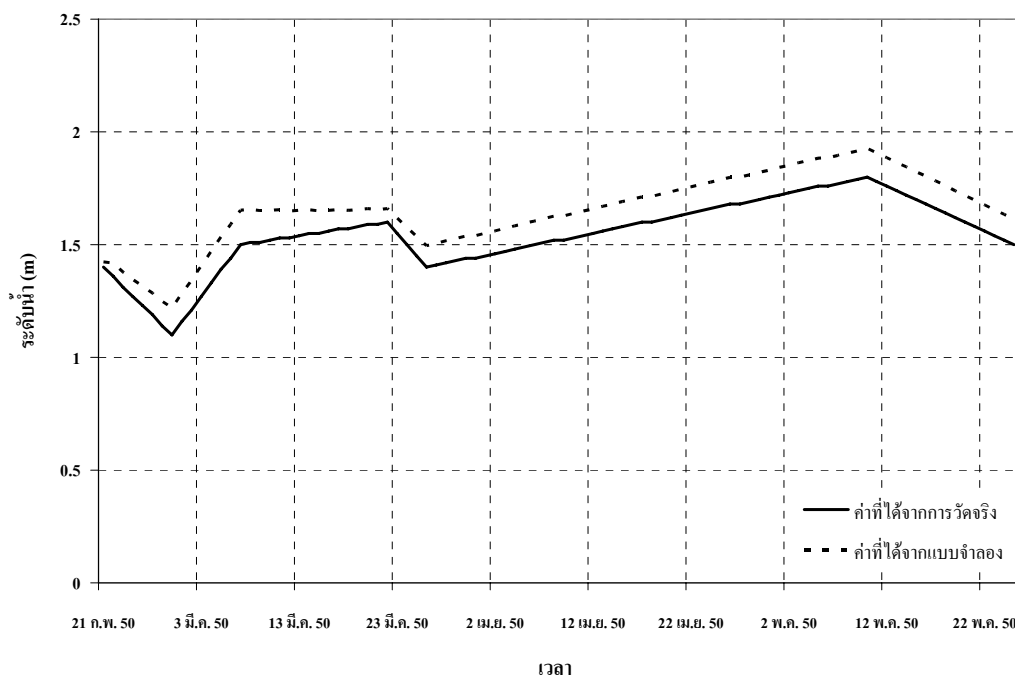
ภาพที่ 36 ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R



ภาพที่ 37 ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R



ภาพที่ 38 ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R



ภาพที่ 39 ผลการสอบเทียบระหว่างระดับน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R

จากภาพที่ 36 และ 38 พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าระดับน้ำระหว่างค่าที่ได้จากการวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองบางช่วงเวลามีความสัมพันธ์ขึ้นและลงในทิศทางตรงกันข้ามที่ระยะ 4R และ 6R แต่ในความเป็นจริงควรมีความสัมพันธ์ขึ้นหรือลงในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากความถูกต้องของข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลรูปตัดขวางของลำน้ำ ซึ่งข้อมูลที่น่ามาใช้เป็นข้อมูลเดิมเมื่อปี พ.ศ. 2530 และคลองที่ทำการศึกษาเป็นคลองดิน ดังนั้นลักษณะของลำน้ำจึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อีกปัจจัยที่ส่งผลทำให้ความสัมพันธ์ของค่าระดับน้ำระหว่างค่าที่ได้จากการวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองที่ระยะ 4R ในบางช่วงมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม คือ อิทธิพลของระดับน้ำบริเวณเหนือน้ำ การเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ รวมทั้งได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง จึงทำให้ระดับน้ำไม่คงที่ เมื่อทำการปิดประตูระบายน้ำยังทำให้ทิศทางการไหลผิดไปจากธรรมชาติอีกด้วย

2.2 แบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

ผลการสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

สำหรับแบบจำลองการพา-แพร่กระจายจุดพิจารณาที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองจะเป็นจุดเดียวกับจุดที่ใช้พิจารณาในการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

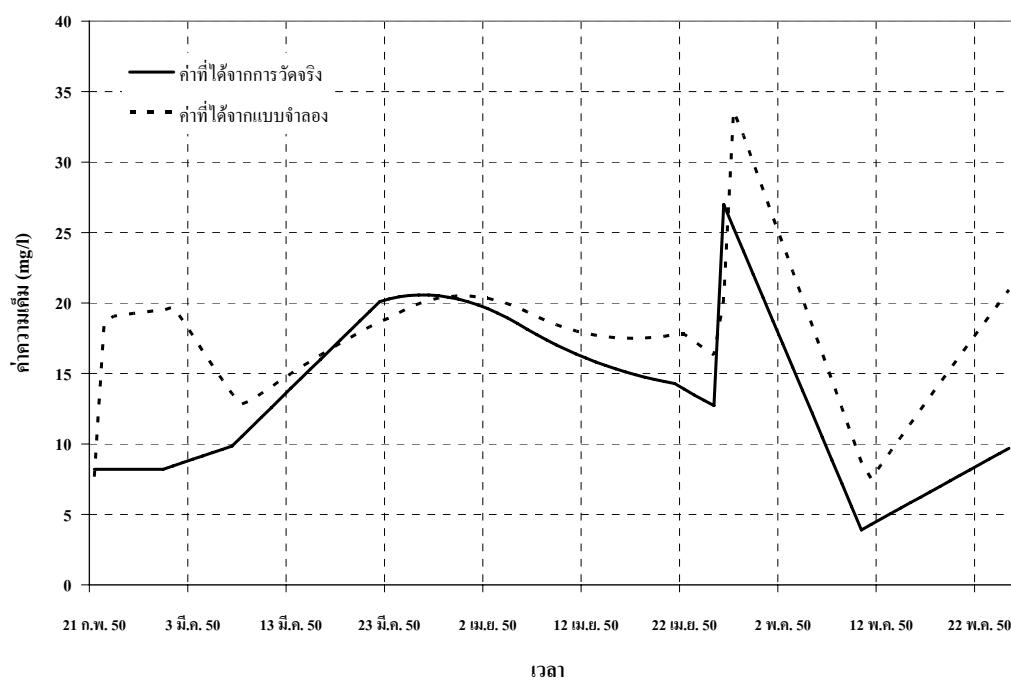
การสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจายจะใช้ข้อมูลความเค็มรายวัน ช่วงเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ที่เกิดขึ้นจริงสอบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจายพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายที่เหมาะสมของคลองประคู มีค่าอยู่ระหว่าง 10 ถึง 25 ตารางเมตร/วินาที และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation, r) อยู่ระหว่าง 0.689 ถึง 0.880 แสดงดังตารางที่ 10 และ 11 ตามลำดับ สำหรับผลการสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจายระหว่างค่าที่ได้จากการวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง แสดงดังภาพที่ 40 ถึง 43

ตารางที่ 10 แสดงผลการสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

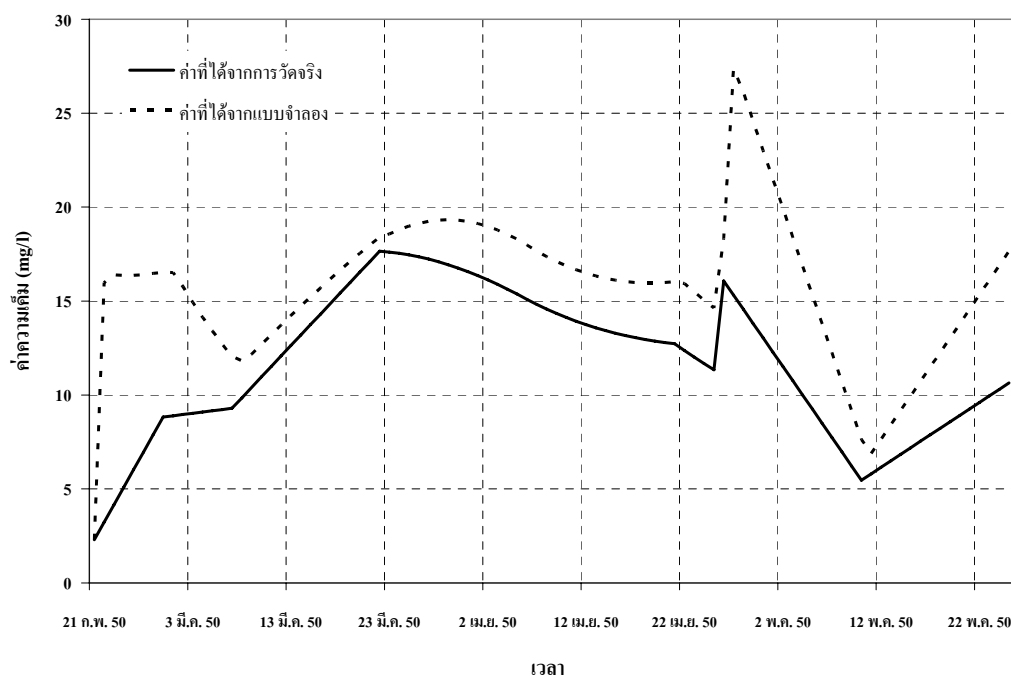
จุดพิจารณา	ช่วงกิโลเมตรที่	สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (ตารางเมตร/วินาที)
Upstream ถึง 4R	0-15,350	25
4R ถึง 5R	15,350-17,000	20
5R ถึง 6R	17,000-18,780	25
6R ถึง 7R	18,780-25,030	10
7R ถึง Downstream	25,030-27,800	10

ตารางที่ 11 แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

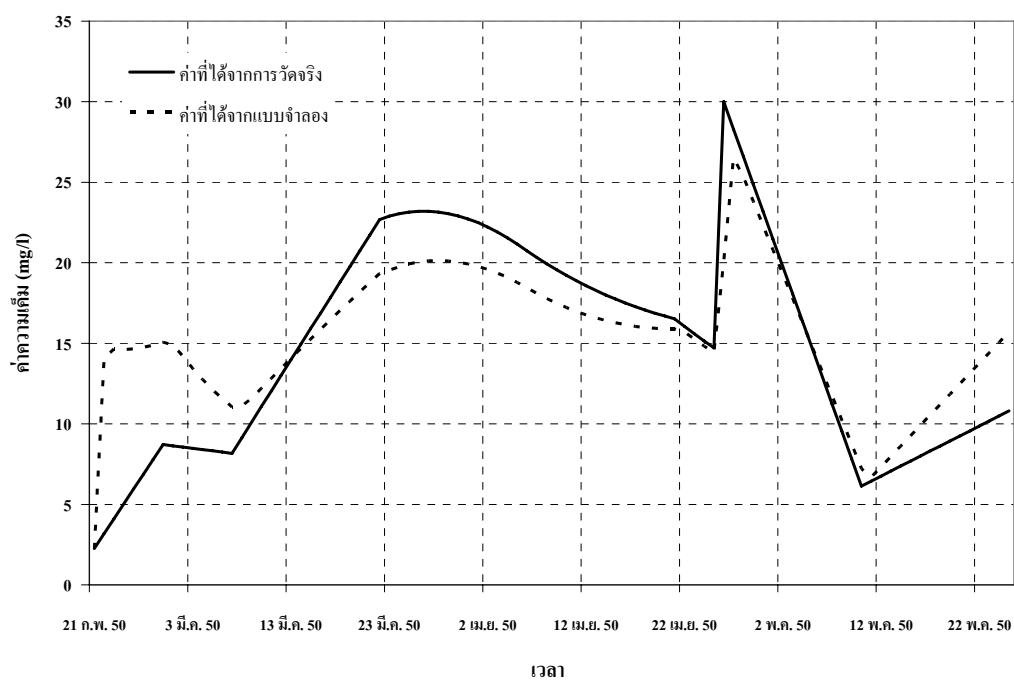
จุดพิจารณา	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
4R	0.691
5R	0.689
6R	0.880
7R	0.759



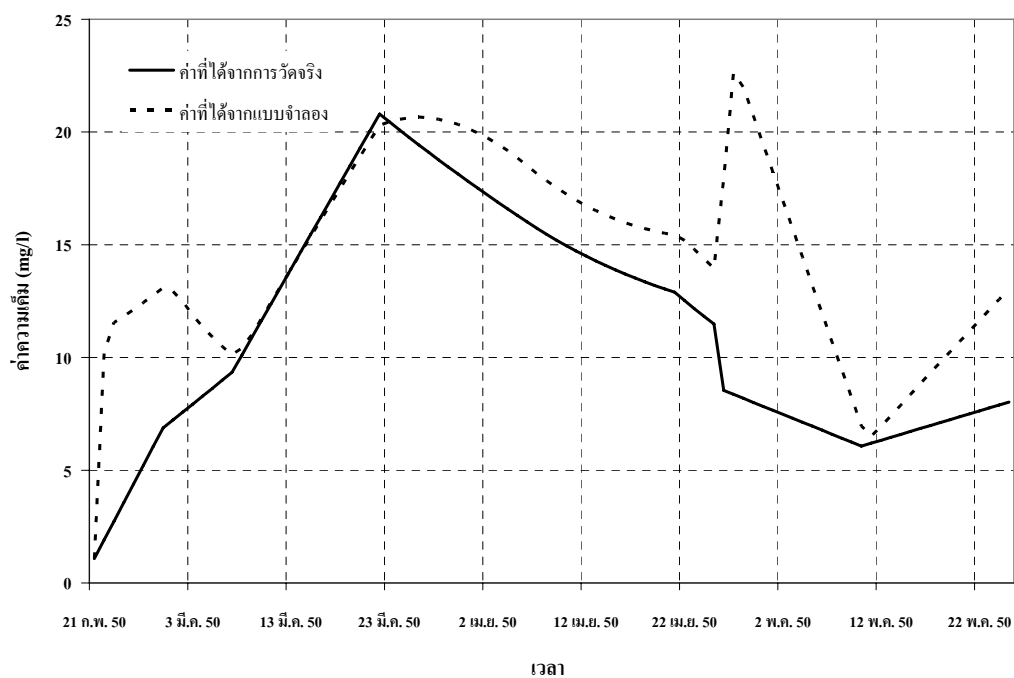
ภาพที่ 40 ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R



ภาพที่ 41 ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R



ภาพที่ 42 ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R



ภาพที่ 43 ผลการสอบเทียบระหว่างค่าความเค็มที่คำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย และค่าความเค็มที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R

2.3 แบบจำลองคุณภาพน้ำ

ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ

สำหรับแบบจำลองคุณภาพน้ำจุดพิจารณาที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองจะเป็นจุดเดียวกับจุดที่ใช้พิจารณาในการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์และแบบจำลองการพา-แพร่กระจาย

การสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำจะใช้ข้อมูลดีไอและบีไอดี ช่วงเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ที่เกิดขึ้นจริงสอบเทียบกับผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 0.2 วัน^{-1} อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืชมีค่าเท่ากับ $3.5 \text{ กรัมออกซิเจน/ตารางเมตร/วัน}$ อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ $1 \text{ กรัมออกซิเจน/ตารางเมตร/วัน}$ ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศมีค่าเท่ากับ $3.9 v^{0.5} h^{-1.5}$ โดยตารางที่ 12 แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ในแบบจำลองคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 12 แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ในแบบจำลองคุณภาพน้ำ

สัมประสิทธิ์	คล่องประจู่
1. สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ 20 องศาเซลเซียส (day^{-1})	0.2
2. อัตราการผลิตออกซิเจนสูงสุดจากการสังเคราะห์แสงของพืช ($\text{g O}_2/\text{m}^2/\text{day}$)	3.5
3. อัตราการหายใจของพืชและสัตว์น้ำที่ 20 องศาเซลเซียส ($\text{g O}_2/\text{m}^2/\text{day}$)	1
4. สัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (day^{-1})	$3.9 v^{0.5} h^{-1.5}$

สำหรับรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลองที่เลือกใช้อธิบายได้ดังนี้

1) การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์พารามิเตอร์สำหรับการศึกษาปริมาณ DO

การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE 11 WQ สำหรับการศึกษาปริมาณ DO นั้น มีพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองดังนี้คือ (1) สัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (K_a) (2) อัตราการหายใจของพืชและสัตว์ที่ 20 องศาเซลเซียส (R_{20}) และ (3) ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (P_{max})

ในการปรับค่า K_a จะใช้สมการของ O' Connor & Dubbins ซึ่งมีสมการดังนี้

$$K_a = 3.9 V^{0.5} H^{-1.5} \quad (24)$$

เมื่อ

$$K_a = \text{ค่า Reaeration ที่ } 20^\circ\text{C (วัน}^{-1}\text{)}$$

$$V = \text{ความเร็วของน้ำ (ม./วินาที)}$$

$$H = \text{ความลึกของน้ำ (ม.)}$$

สาเหตุที่เลือกใช้สมการ O'Conner & Dubbins ในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศ (K_a) เนื่องจากเป็นสมการที่เหมาะสมกับความลึกและความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้นในคลองประคู่ รวมทั้งเป็นสมการที่นิยมใช้สำหรับลำน้ำโดยทั่วไป สำหรับเงื่อนไขในการประยุกต์ใช้สมการดังกล่าวเปรียบเทียบกับสภาพการไหลของคลองประคู่แสดงดังในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เงื่อนไขในการประยุกต์ใช้สมการ O'Conner & Dubbins เปรียบเทียบกับสภาพการไหลของคลองประคู่

เงื่อนไขในการประยุกต์ใช้สมการ O'Conner & Dubbins	สภาพการไหลของคลองประคู่
1. ใช้กับความลึก (H) ปานกลางถึงลำน้ำที่มีความลึกสูง $0.3 \leq H \leq 10$ ม.	1. ความลึกโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1-4 ม.
2. ความเร็วการไหลมีค่าอยู่ในช่วง วินาที, $0.15 \leq V \leq 0.49$ เมตรต่อวินาที	2. ความเร็วการไหลอยู่ในช่วง 0.15-0.37 ม./วินาที

สมการ O'Conner & Dubbins เป็นสมการที่นิยมใช้โดยทั่วไปทั้งในและต่างประเทศ สำหรับการประยุกต์ใช้สมการดังกล่าวในประเทศไทย อาทิเช่นการศึกษาในวิทยานิพนธ์เรื่อง (1) การทำนายคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 (กฤษฎา, 2539) (2) แบบจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักตอนล่าง (พรยศ, 2539) (3) การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง (ภัทรา, 2541) และ (4) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 (ภูวดล, 2544)

เมื่อทำการปรับค่า K_d แล้ว จากนั้นจะทำการปรับ R_{20} ซึ่งใช้ค่า R_{20} เท่ากับ 1 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน ซึ่งแนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานแบบจำลอง MIKE 11 WQ ว่าควรมีค่าใกล้เคียง 1 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน (DHI, 1995)

จากนั้นจึงทำการปรับค่าผลผลิตของออกซิเจนโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (P_{max}) ซึ่งจากงานวิจัยของ Thomas and Mueller (1987) พบว่าควรมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-3 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน เมื่อการสังเคราะห์แสงปานกลาง และอาจมีค่าสูงถึง 10 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน เมื่อมีการสังเคราะห์แสงสูง ส่วนงานวิจัยของ Pescod (1973) ซึ่งทำการศึกษาค่า P_{max} ที่เหมาะสมสำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานพุทธฯ พบว่า P_{max} มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.78 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน และงานวิจัยของ ภูวดล ซึ่งทำการศึกษาค่า P_{max} ที่เหมาะสมสำหรับแม่น้ำบางปะกง พบว่า P_{max} มีค่าเท่ากับ 3.5 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ค่า P_{max} ระหว่าง 0.2-3.5 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน โดยทำการปรับแก้ค่าที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเข้ากันได้ระหว่างปริมาณ DO ที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งผลการศึกษาพบว่าค่า P_{max} ที่เหมาะสมที่สุดมีค่าเท่ากับ 3.5 กรัม ออกซิเจน/ตร.ม./วัน

2) การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์พารามิเตอร์สำหรับการศึกษาปริมาณ BOD

การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE 11 WQ สำหรับการศึกษ ปริมาณ BOD นั้น มีพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองคือ สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ (K_d ; 1st Order decay rate 20 °C) โดยในการสอบเทียบค่า K_d ที่เหมาะสมจะอ้างอิงจากงานวิจัยที่ผ่านมา เช่น งานศึกษาของ Bowie และคณะ (1985) พบว่าค่า K_d อยู่ในช่วง 0.05-0.4 ต่อวัน งานศึกษาของ Camp (1963) พบว่าค่า K_d อยู่ในช่วง 0.01-0.3 ต่อวัน งานศึกษาของ Thomas and

Mueller (1987) พบว่าค่า K_d ขึ้นอยู่กับความลึก โดยที่ความลึกน้อยกว่า 5 ฟุต ควรมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-3.0 ต่อวัน และที่ความลึกมากกว่า 5 ฟุต ควรมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.5 ต่อวัน และจากงานศึกษาของภัทรา (2541) ในงานวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง” ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างและนำมาคำนวณโดยผลการศึกษาสรุปได้ว่า K_d ของแม่น้ำแม่กลองมีค่าเท่ากับ 0.2 ต่อวัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ค่า K_d เท่ากับ 0.2 ต่อวัน โดยทำการปรับแก้ค่าที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเข้ากันได้ดีระหว่างปริมาณ BOD ที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งผลการศึกษาพบว่าค่า K_d ที่เหมาะสมที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.2 ต่อวัน

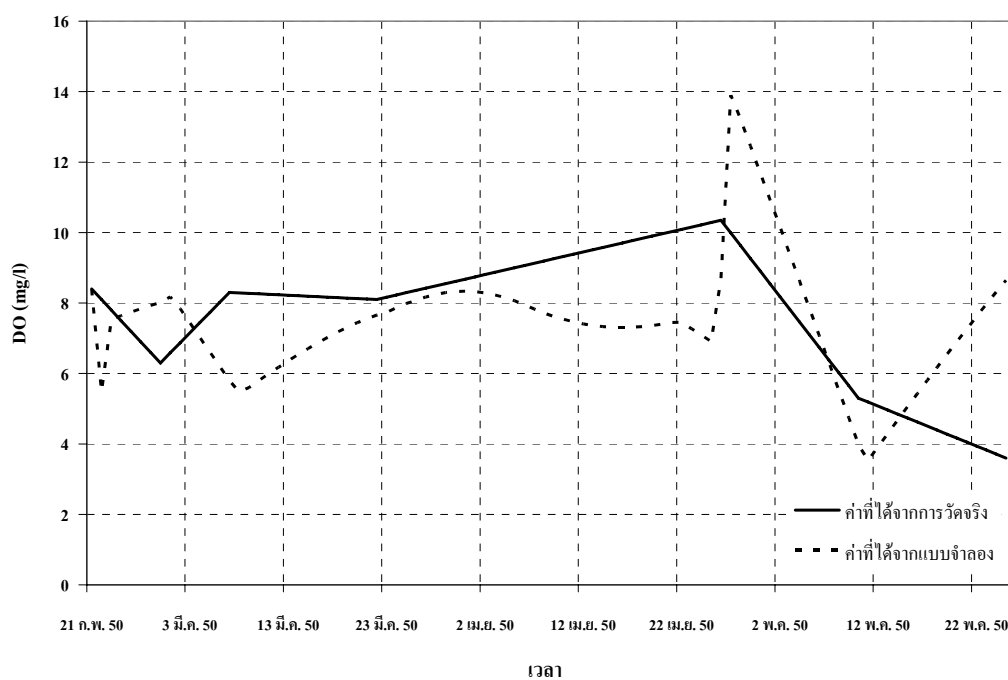
และการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำยังพบว่า ผลการสอบเทียบดีไอและบีโอดีระหว่างค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation, r) อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.66 และ 0.783 ถึง 0.961 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 14 และ 15 สำหรับผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำระหว่างค่าที่ได้จากการวัดจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองนั้น แสดงดังภาพที่ 44 ถึง 51

ตารางที่ 14 แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอ

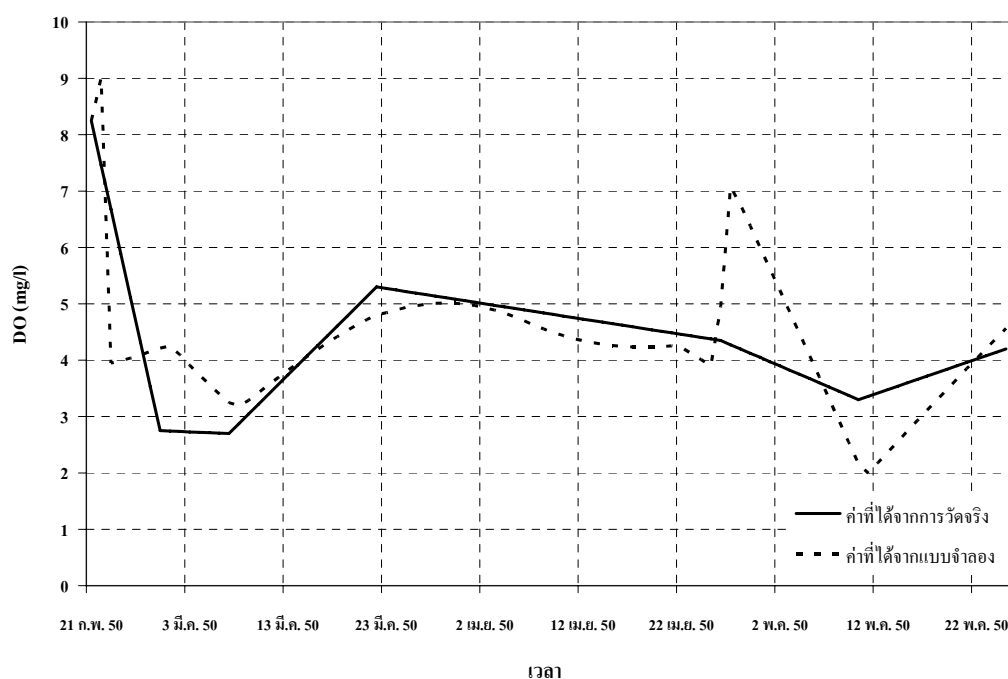
จุดพิจารณา	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
4R	0.400
5R	0.660
6R	0.660
7R	0.570

ตารางที่ 15 แสดงค่าสถิติในการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีโอดี

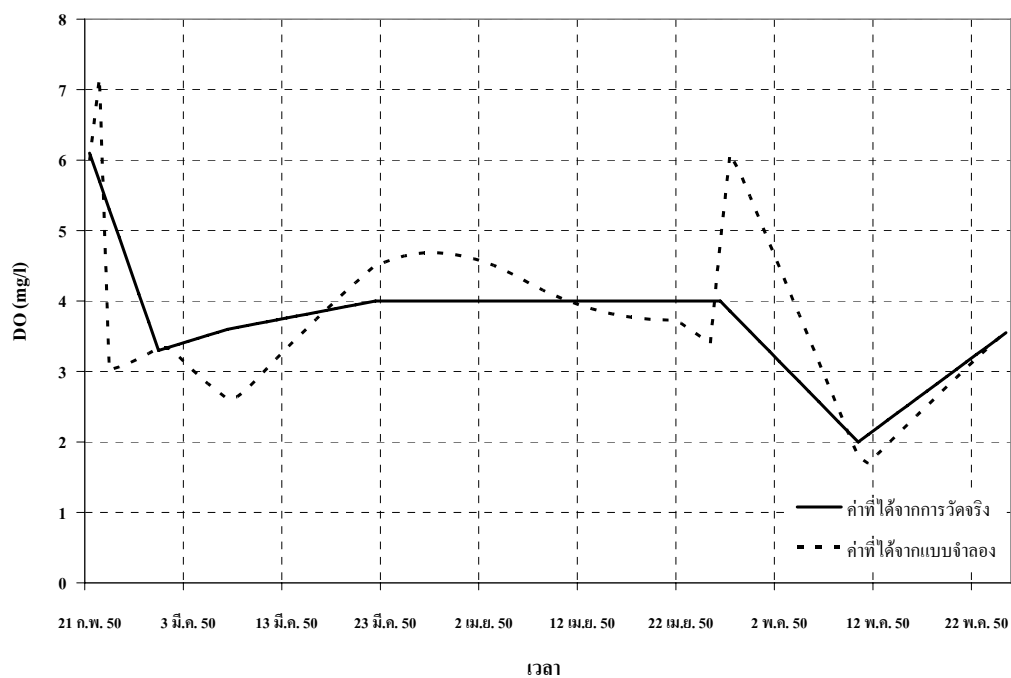
จุดพิจารณา	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
4R	0.783
5R	0.907
6R	0.840
7R	0.961



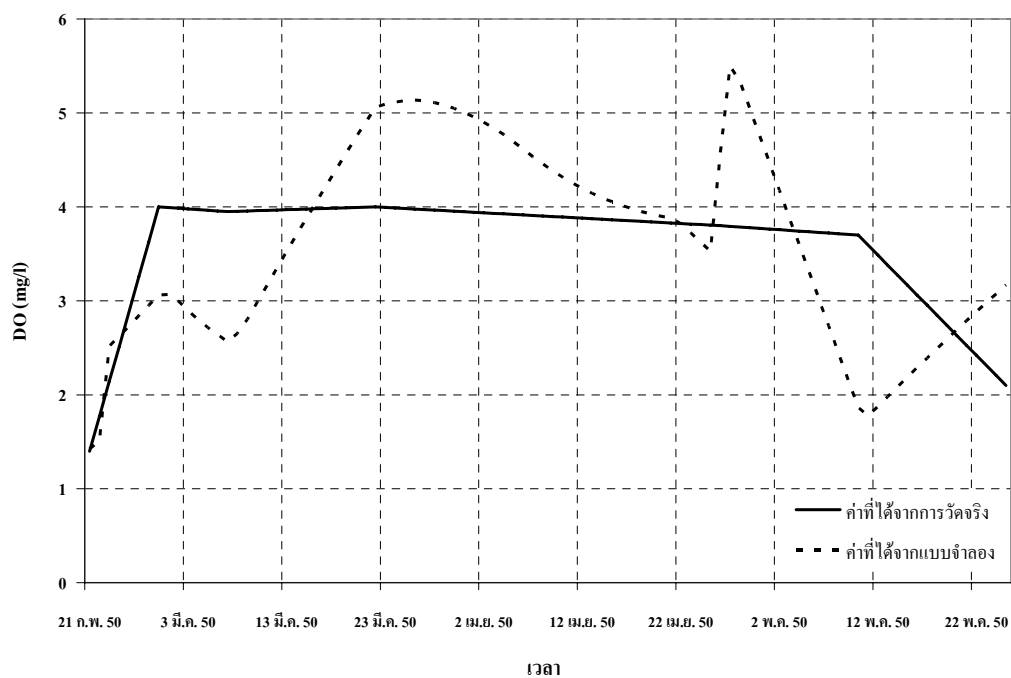
ภาพที่ 44 ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R



ภาพที่ 45 ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R

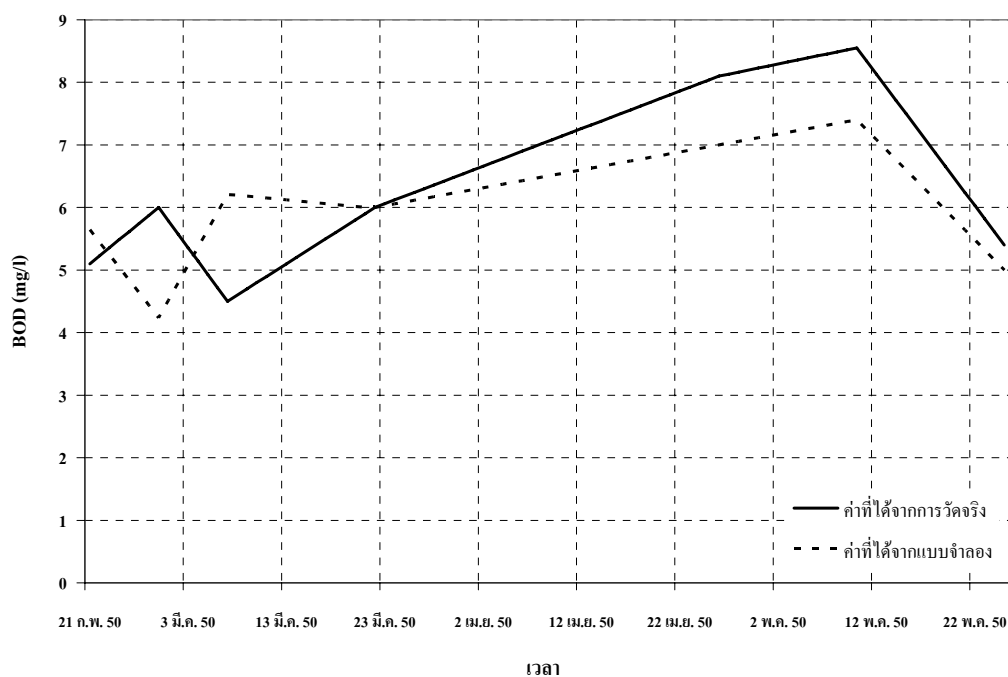


ภาพที่ 46 ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R

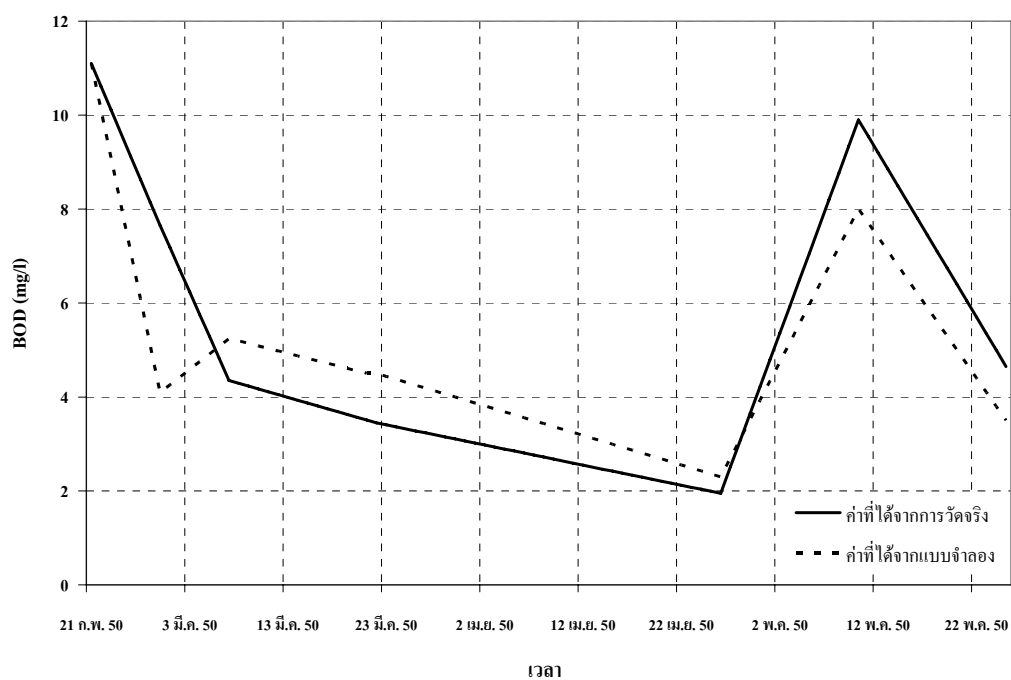


ภาพที่ 47 ผลการสอบเทียบระหว่างดีไอที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับ ดีไอที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R

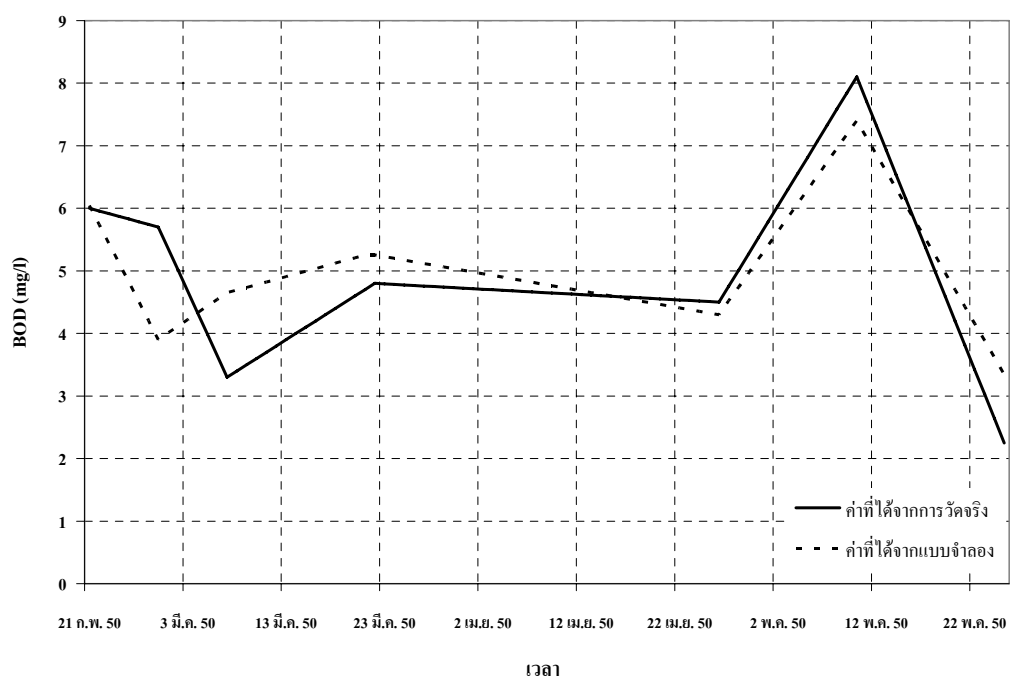
จากภาพที่ 44 ถึง 47 พบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมค่าดีไอที่ได้จากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าค่าดีไอที่ได้จากการวัดจริง ซึ่งเป็นผลมาจากการคำนวณจากแบบจำลองเกิดการแกว่งตัวเนื่องจากเกิดความไม่เสถียรภาพในการคำนวณเชิงตัวเลข ถึงแม้ว่าจะทำการทดลองเปลี่ยนค่าระยะห่างของช่วงลำนำ (Δx) และช่วงเวลาการคำนวณ (Δt) ทุกค่าแล้วก็ตาม



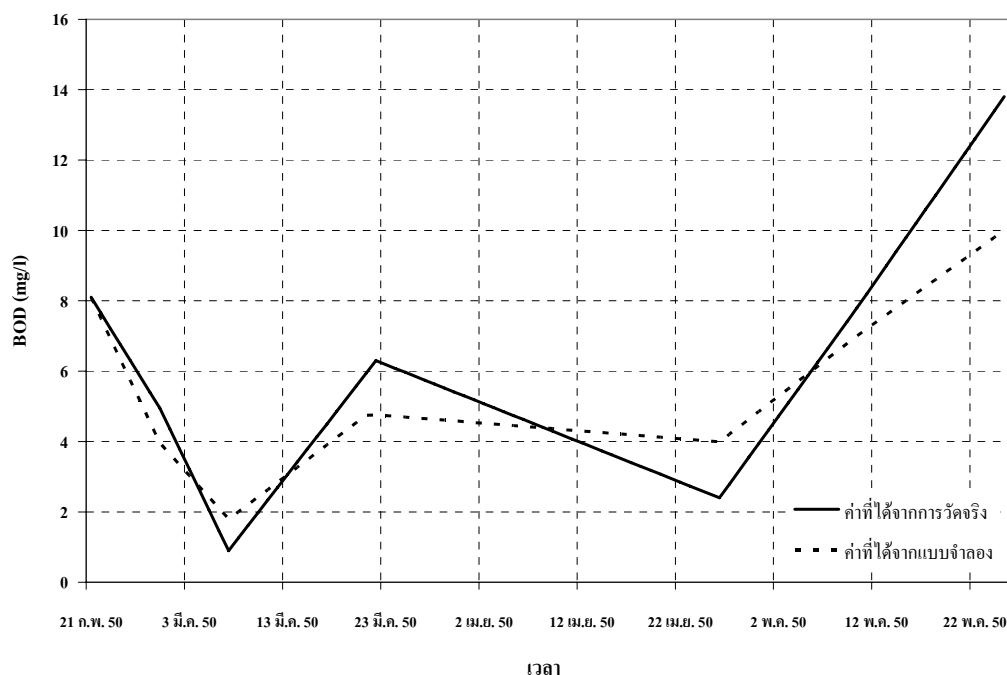
ภาพที่ 48 ผลการสอบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีโอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 4R



ภาพที่ 49 ผลการสอบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีโอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 5R



ภาพที่ 50 ผลการสอบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีโอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 6R



ภาพที่ 51 ผลการสอบเทียบระหว่างบีโอดีที่คำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำกับบีโอดีที่ได้จากการวัดจริงที่ระยะ 7R

3. ผลการวิเคราะห์ตะกอนท้องน้ำ

การวิเคราะห์ตะกอนท้องน้ำ ได้กำหนดจุดพิจารณา 3 จุด คือ 5R (วัดวันดาว) ประตูละบายน้ำคลองทับแถบ และตำแหน่งสิ้นสุดคลองประคู่ (วัดแก้วเจริญ) พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนเตรต และปริมาณแอมโมเนีย

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) มีค่าความแตกต่างกันในพิสัยอยู่ระหว่าง 0.22-0.25 % ตำแหน่งที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเป็นอันดับหนึ่ง คือ ประตูละบายน้ำคลองทับแถบ ค่าที่วิเคราะห์ได้ 0.25 % รองลงมาคือ 5R (วัดวันดาว) ค่าที่วิเคราะห์ได้ 0.24 % และตำแหน่งที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ต่ำสุด คือ ตำแหน่งสิ้นสุดคลองประคู่ (วัดแก้วเจริญ) ค่าวิเคราะห์ได้ 0.22 % ซึ่งถือว่าค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละตำแหน่งอยู่ในระดับที่มีค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) สูงถึงสูงมากเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินค่าวิเคราะห์ดิน

Level	Total N (%)
Very low	< 0.05
Low	0.05-0.075
Moderately low	-
Medium	0.075-0.125
Moderately high	-
High	0.125-0.224
Very high	> 0.224

ที่มา: FAO Project Staff and Land Classification Division (1973)

- ปริมาณไนเตรต จากการวิเคราะห์พบว่า ไม่พบปริมาณไนเตรตทั้ง 3 จุดที่ได้ทำการพิจารณา

- ปริมาณแอมโมเนีย จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณแอมโมเนียมีค่าความแตกต่างกันในพืชอยู่ระหว่าง 0.41-1.20 mg/kg ตำแหน่งที่มีปริมาณแอมโมเนียสูงสุดเป็นอันดับหนึ่ง คือ 5R (วัดวันดาว) ค่าที่วิเคราะห์ได้ 1.20 mg/kg รองลงมาคือ ตำแหน่งสิ้นสุดคลองประดู่ (วัดแก้วเจริญ) ค่าที่วิเคราะห์ได้ 0.61 mg/kg และตำแหน่งที่มีปริมาณแอมโมเนียต่ำสุด คือ ประตुरะบายน้ำคลองทับแถบ ค่าวิเคราะห์ได้ 0.41 mg/kg

4. แนวทางแก้ไข

ในช่วงฤดูฝนมีการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรลงสู่คลองประดู่เป็นจำนวนมาก สังเกตได้จากคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ได้นั้น ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ซึ่งโดยปกติแล้วคุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝนน่าจะมีแนวโน้มดีขึ้นแต่กลับตรงกันข้ามคือ ในช่วงเดือนพฤษภาคมของปีพ.ศ. 2550 มีฝนตก ดังแสดงในตารางผนวกที่ ง1 ถึง ง3 ทำให้คุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ได้โดยเฉพาะบีโอดีสูงและไม่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ จึงสรุปได้ว่า พฤติกรรมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยตรงในการชะล้างฟาร์มนั้น เป็นต้นเหตุทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย แนวทางในการแก้ไข คือ

4.1 ตรวจสอบและติดตามการระบายน้ำและของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร โดยไม่ให้มีการปล่อยน้ำเสียและของเสียลงสู่แม่น้ำ หากเป็นไปได้ฟาร์มเลี้ยงสุกรควรติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำทุกครั้ง เพื่อเป็นการลดผลกระทบทางด้านปัญหาคุณภาพน้ำที่มีต่อแม่น้ำ

4.2 ควรตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์น้ำของคลองประคู่ เพื่อที่จะสามารถบริหารจัดการน้ำในเรื่องการปล่อยน้ำดีจากคลองชลประทานในการเจือจางน้ำเสียได้ โดยเฉพาะช่วงเดือน ธ.ค.-ก.พ. เป็นช่วงวิกฤติสำหรับคลองประคู่ คือ ในช่วงเวลาดังกล่าวทางโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวาหยุดส่งน้ำชลประทาน ทำให้บริเวณคลองประคู่ได้รับผลกระทบทางด้านปัญหาคุณภาพน้ำเป็นอย่างมาก ดังนั้นในช่วงเวลานี้ควรมีการเฝ้าระวังและตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างเคร่งครัด

4.3 ควรแก้ไขในเรื่องการกำหนดมาตรฐานขนาดฟาร์มสุกร เนื่องจากมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร เมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 ของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีผลบังคับใช้กับฟาร์มขนาดกลาง (จำนวนสุกรตั้งแต่ 500-5,000 ตัว) และฟาร์มขนาดใหญ่ (จำนวนสุกรมากกว่า 5,000 ตัว) แต่บริเวณคลองประคู่ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษานั้นส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบทางด้านปัญหาคุณภาพน้ำมาจากฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดเล็ก (จำนวนสุกรไม่เกิน 500 ตัว) ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีกฏบังคับใช้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรประเภทนี้ หากเป็นไปได้ควรกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรให้สามารถบังคับใช้ได้กับฟาร์มเลี้ยงสุกรทุกประเภท คือ ครอบคลุมถึงฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดเล็กด้วย

4.4 ควรมีการควบคุมในเรื่องการปิด-เปิดน้ำ สำหรับการปิด-เปิดน้ำชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวาจะทำการส่งน้ำไปยังคลองประคู่ ในช่วงเดือน ส.ค.-พ.ย. และช่วงเดือน มี.ค.-พ.ค. หากเป็นไปได้ควรมีการจดบันทึกปริมาณน้ำชลประทานที่ทำการส่งไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ทุกครั้ง เพื่อง่ายต่อการบริหารจัดการน้ำครั้งต่อไป ยกตัวอย่างเช่น หากเดือนมีนาคมทำการส่งน้ำชลประทานแล้วคุณภาพน้ำยังไม่ดีขึ้น ครั้งต่อไปควรจะมีการเพิ่มปริมาณน้ำชลประทาน หากมีข้อมูลที่ได้ทำการจดบันทึกไว้จะเป็นการง่ายที่ทำให้ทราบว่าควรเพิ่มปริมาณน้ำชลประทานที่จะส่งจากเดิมเท่าไร

4.5 ควรทำการขุดลอกคลองระบายน้ำและคูเลนบริเวณประตูระบายน้ำ ในช่วงเวลาที่หยุดส่งน้ำชลประทาน น้ำในคลองประตูไม่เกิดการไหลเวียน ดังนั้นจึงทำให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ เกิดการตกตะกอนขึ้น โดยเฉพาะบริเวณหน้าประตูระบายน้ำซึ่งเป็นแหล่งสะสมตะกอนในช่วงที่ปิดประตูระบายน้ำ เมื่อถึงเวลาส่งน้ำชลประทานเพื่อเจือจางของเสีย ตะกอนเหล่านี้จะถูกปล่อยไปยังบริเวณต่าง ๆ หากปล่อยไปยังพื้นที่ที่ทำนาถุ้ง ตะกอนจะส่งผลกระทบต่อการใช้ถุ้งเป็นอย่างมาก ดังนั้นจำเป็นต้องทำการขุดลอกคลองและคูเลน เพื่อนำตะกอนออกและที่สำคัญการขุดลอกคลองจะทำให้น้ำไหลได้สะดวกขึ้นในช่วงเวลาที่มีการส่งน้ำชลประทาน

4.6 หากมองถึงเรื่องพลังงาน ทุกฟาร์มเลี้ยงสุกรควรมีการทำระบบก๊าซชีวภาพ โดยนำของเสียจากฟาร์มสุกรมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานในการกำเนิดกระแสไฟฟ้าใช้ในฟาร์ม ปัจจุบันฟาร์มเลี้ยงสุกรบางแห่งได้ทำการติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ อย่างเช่นฟาร์มเลี้ยงสุกรที่อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ได้ติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี

ลำดับที่	ฟาร์ม/ผู้ประกอบการ	ที่ติดต่อ/สำนักงาน
1	อภิชาติฟาร์ม	279/6 หมู่ 1 ต.ปากท่อ อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
2	หนองบัวฟาร์ม	180 หมู่ 1 ต.บ่อกระดาน อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
3	วีระชัยฟาร์ม	28 หมู่ 5 ต.วังมะนาว อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
4	วีรพันธ์ฟาร์ม	365/3 หมู่ 1 ต.ปากท่อ อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
5	ฟาร์มณรงค์ศักดิ์	1/1 หมู่ 3 ต.หนองกระทุ่ม อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
6	ปัญญาฟาร์ม	258 หมู่ 2 ต.ดอนทราย อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
7	บริษัท เอส.พี.เอ็ม. อาหารสัตว์ จำกัด	149 หมู่ 5 ต.วังมะนาว อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
8	บริษัท พิก แฟมิลี่ จำกัด	134 หมู่ 5 ต.วังมะนาว อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
9	ทรงพลฟาร์ม	61/1 หมู่ 4 ต.ห้วยยางโทน อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140
10	เค.โอ.เอส.ฟาร์ม	134 หมู่ 5 ต.วังมะนาว อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140

ที่มา: สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2550)

5. การลดมลพิษในคลองประคู

ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เป็นช่วงต่อระหว่างฤดูแล้งกับฤดูฝน มีการปล่อยของเสียลงสู่คลองประคูเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้คุณภาพน้ำในช่วงนี้มักจะเสื่อมโทรม ดังนั้นเมื่อถึงช่วงวิกฤติควรทำการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรและตรวจวัดคุณภาพน้ำ รวมทั้งทำการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ เพื่อที่จะลดมลพิษในคลองประคูให้น้อยลง

ในการลดมลพิษของคลองประคู ได้ทำการสอบเทียบแบบจำลองอีกครั้งในช่วงเวลาเดิม โดยสมมติให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร เพื่อลดปริมาณความสกปรกจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าตำแหน่งพิจารณาแต่ละตำแหน่งต้องมีการลดปริมาณความสกปรกเท่ากันตลอดทั้งเดือน แนวทางในการปรับลด คือ ทำการปรับลดปริมาณ BOD ลง 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 และ 65 เปอร์เซ็นต์จากปริมาณ BOD เดิม ผลการศึกษาพบว่า การควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรเพื่อลดปริมาณความสกปรก ทำให้คุณภาพน้ำของคลองประคูที่ตำแหน่งต่าง ๆ ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 52 ถึง 59 สำหรับปริมาณ BOD (%) ที่ต้องทำการปรับลด เพื่อให้คุณภาพน้ำของคลองประคูดีขึ้นนั้นแสดงในตารางที่ 18

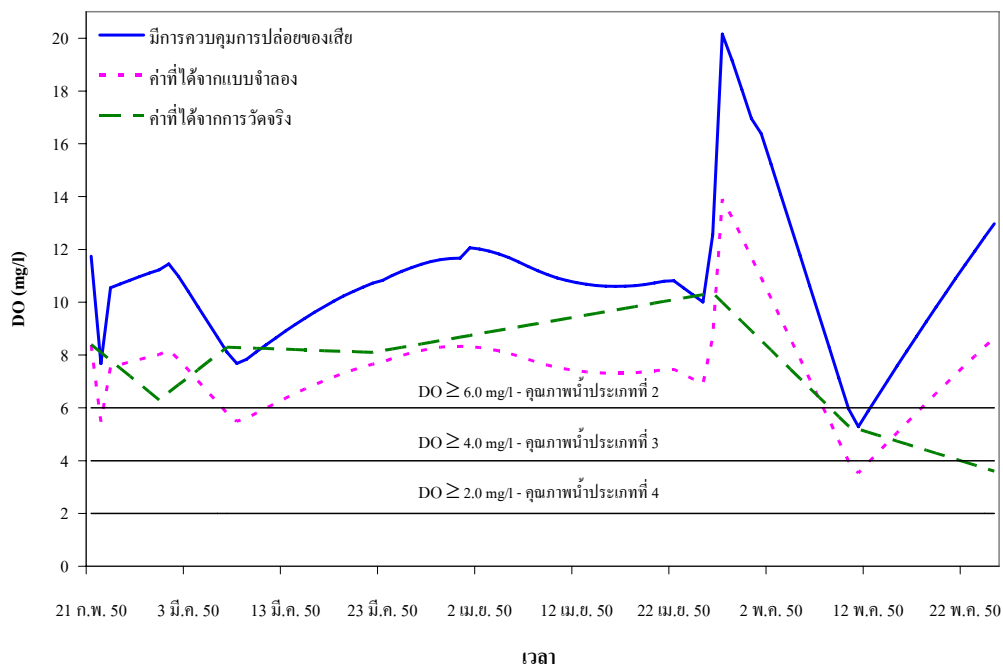
ตารางที่ 18 ปริมาณ BOD (%) ที่ปรับลด ณ ตำแหน่งต่าง ๆ

เดือน	ตำแหน่ง	ปริมาณ BOD (%) ที่ปรับลด
กุมภาพันธ์	4R	40
	5R	65
	6R	35
	7R	55
มีนาคม	4R	40
	5R	25
	6R	25
	7R	20
เมษายน	4R	45

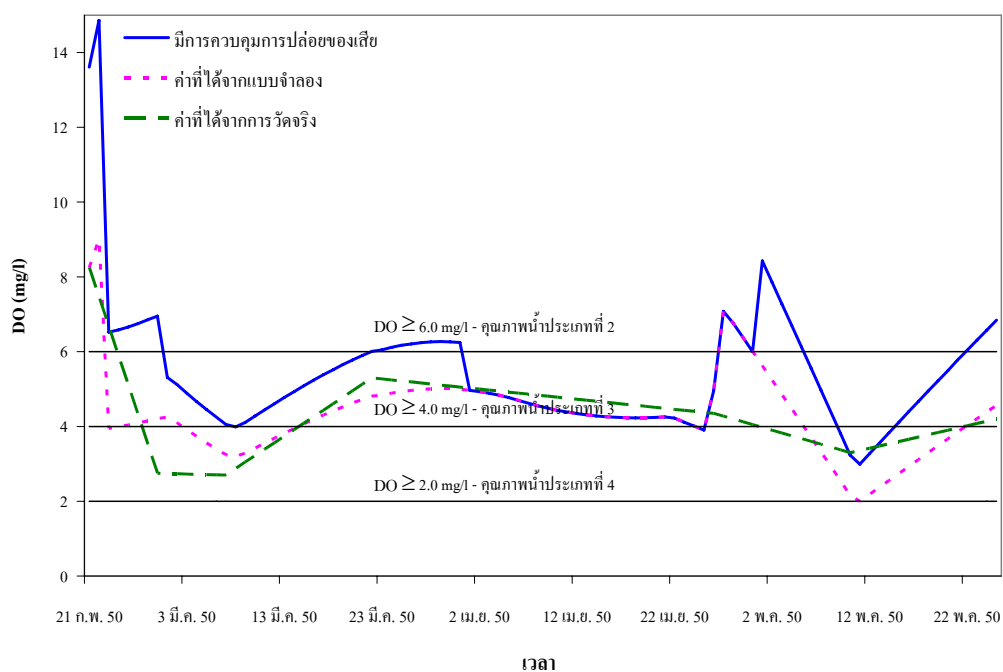
ตารางที่ 18 (ต่อ)

เดือน	ตำแหน่ง	ปริมาณ BOD (%) ที่ปรับลด
พฤษภาคม	5R	ไม่ต้องทำการปรับลดปริมาณ BOD
	6R	25
	7R	20
	4R	50
	5R	50
	6R	50
	7R	60

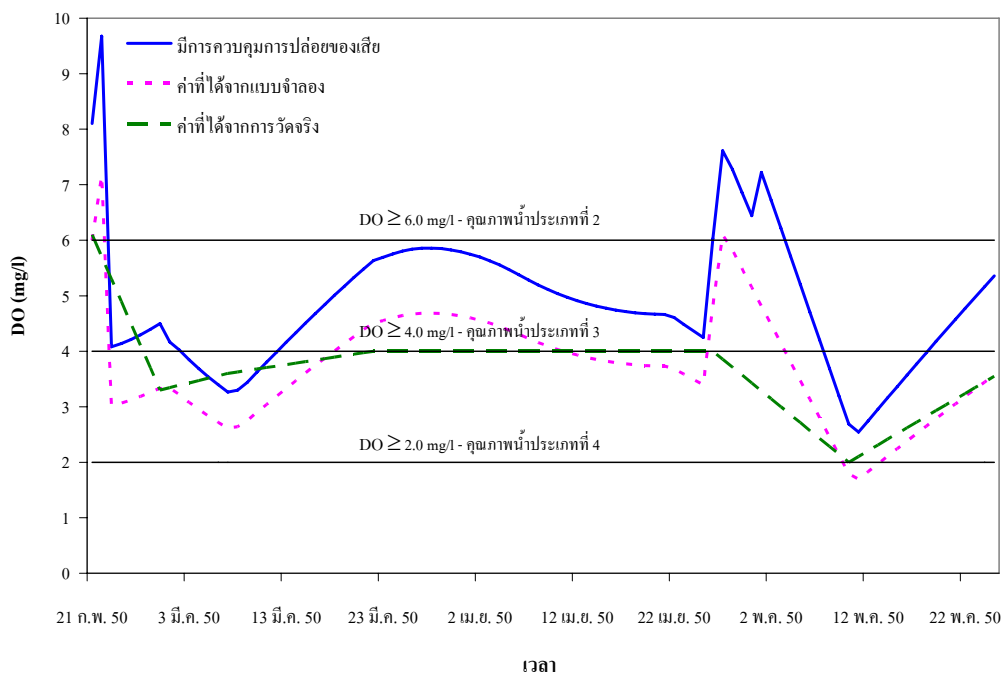
จากตารางที่ 18 พบว่า ในเดือนพฤษภาคมมีการปรับลดปริมาณ BOD มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ซึ่งปริมาณ BOD ที่ต้องปรับลดในแต่ละตำแหน่งมีปริมาณมากถึง 50% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เดือนพฤษภาคมประสบปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำมากที่สุด โดยมีสาเหตุมาจากพฤติกรรม การปล่อยของเสีย ในช่วงฤดูฝนจะมีการลักลอบปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรลงสู่คลองประคูเป็นจำนวนมาก และฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นฟาร์มระบบเปิดจึงทำให้การควบคุมปริมาณของเสียที่จะปล่อยลงสู่คลองประคูกระทำได้ยาก หากมีการควบคุมปริมาณของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร รวมทั้งเฝ้าระวังสถานการณ์คุณภาพน้ำ โดยการตรวจวัดคุณภาพน้ำในช่วงวิกฤติ คุณภาพน้ำของคลองประคูย่อมดีแน่นอน



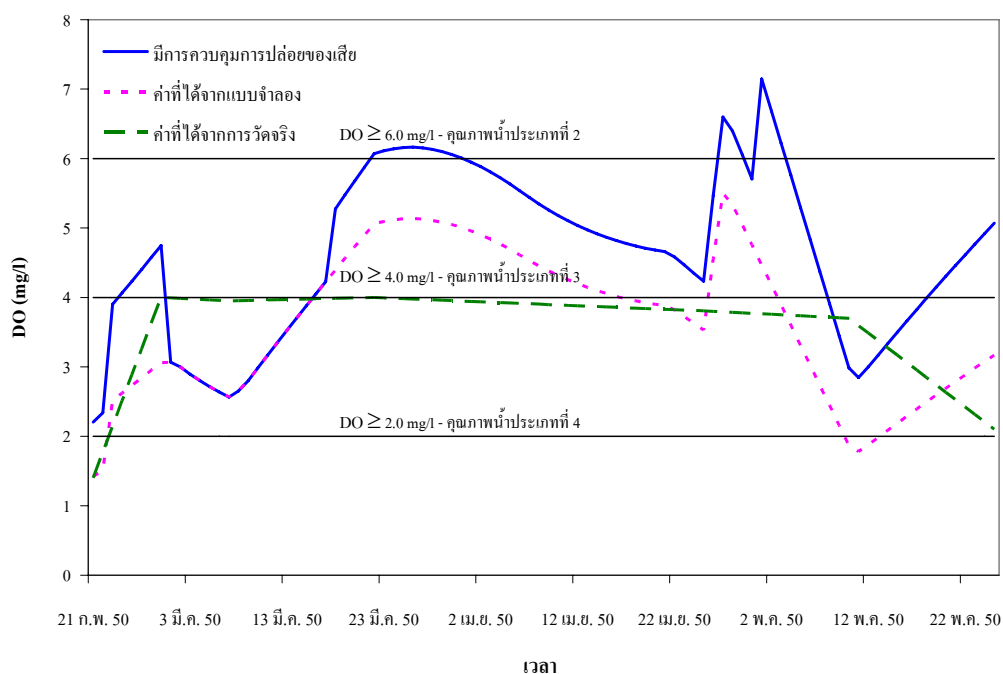
ภาพที่ 52 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 4R



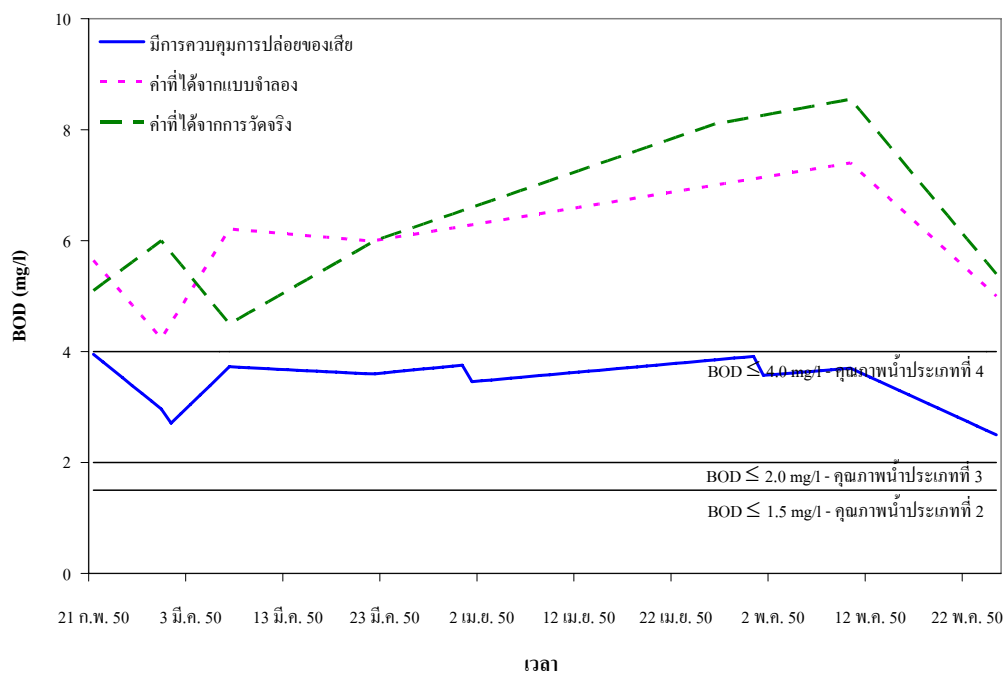
ภาพที่ 53 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 5R



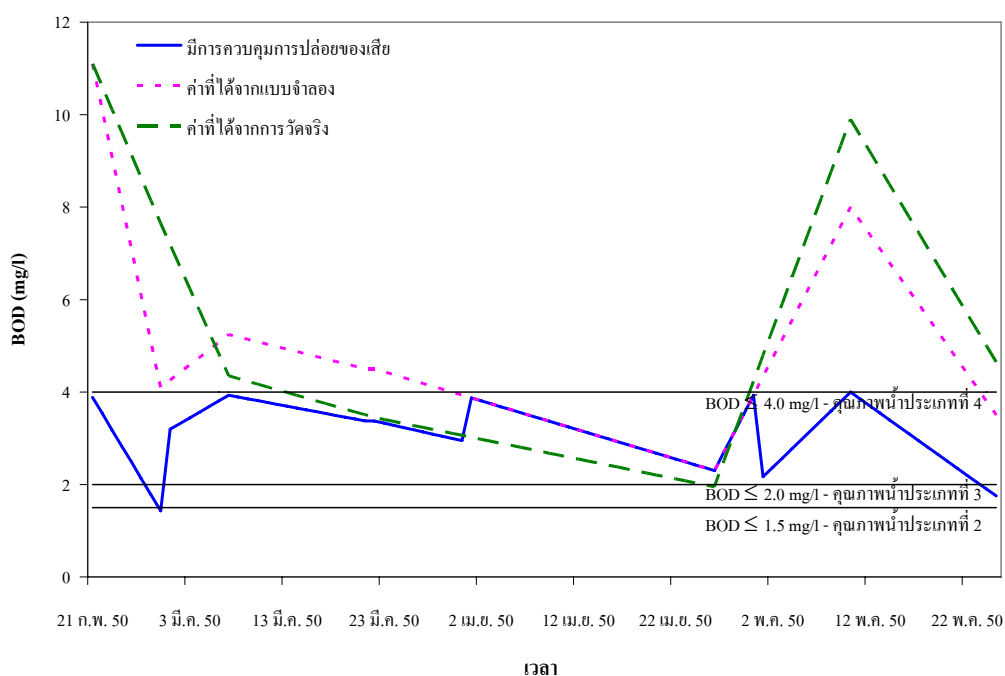
ภาพที่ 54 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 6R



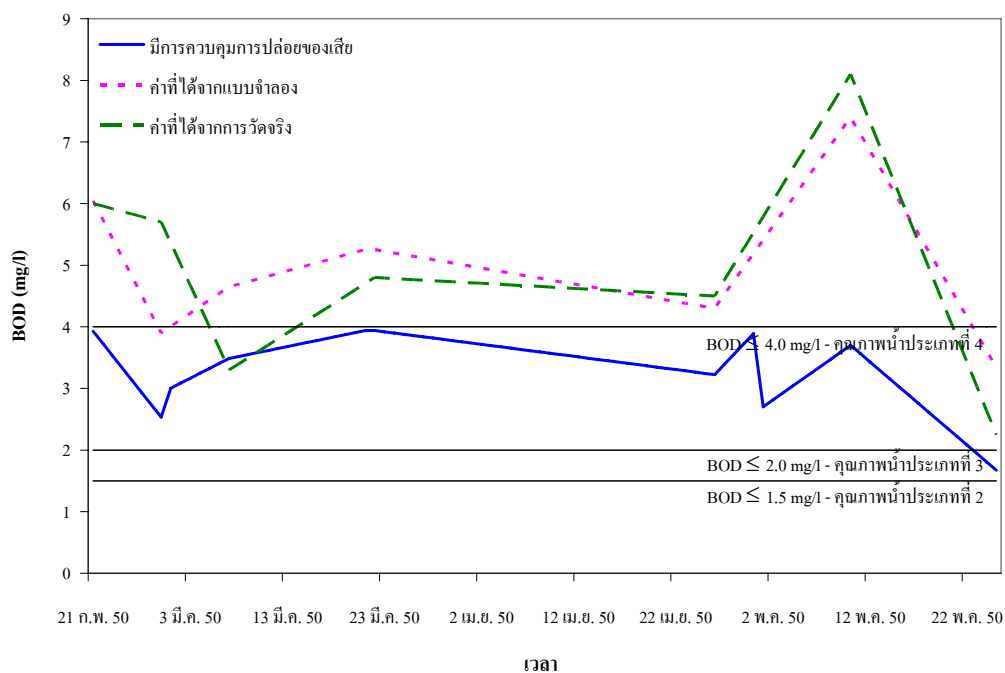
ภาพที่ 55 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 7R



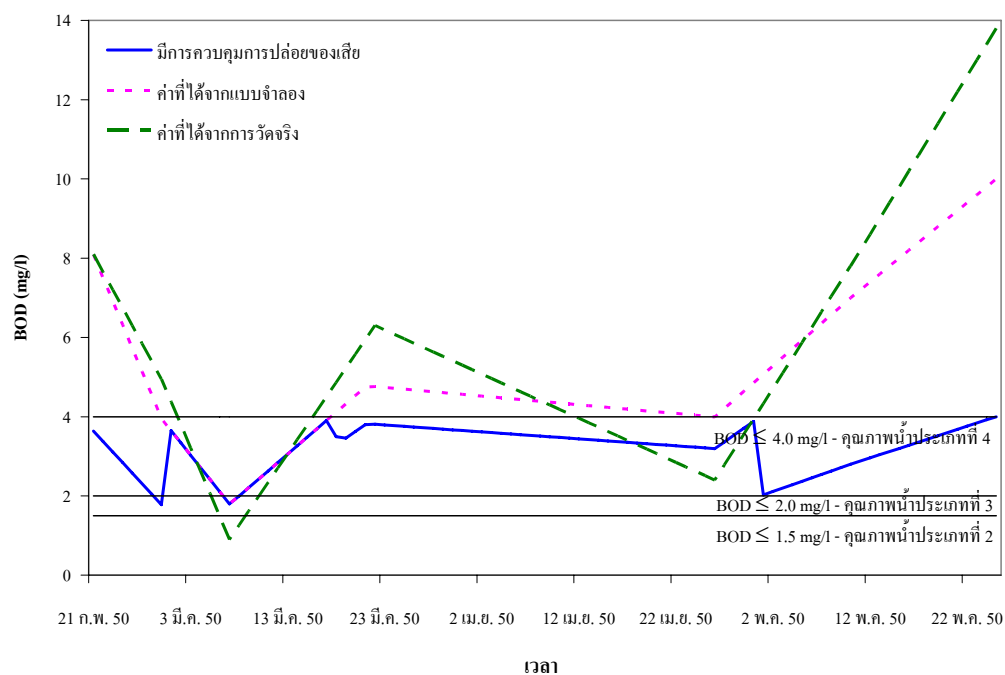
ภาพที่ 56 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีโอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 4R



ภาพที่ 57 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีโอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 5R



ภาพที่ 58 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีโอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 6R



ภาพที่ 59 ผลการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าบีโอดีเมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ที่ระยะ 7R

จากภาพที่ 52 ถึง 59 พบว่า เมื่อมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร เพื่อลดมลพิษในระยะสั้นของคลองประคู คุณภาพน้ำที่ได้ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ จะผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาเก็บข้อมูลคือ ตั้งแต่วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. ถึงวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 และช่วงฤดูฝนควรมีการเฝ้าระวังในเรื่องปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำ อันมีสาเหตุมาจาก พฤติกรรมการปล่อยของเสีย คือ ในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีการลักลอบปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรลงสู่คลองประคูเป็นจำนวนมาก และเป็นการยากที่จะควบคุมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพราะฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นฟาร์มระบบเปิด หากต้องการลดมลพิษในระยะยาว ควรแก้ไขที่ต้นเหตุ คือ การจัดการกับฟาร์มเลี้ยงสุกร ออกข้อบังคับในเรื่องมาตรฐานควบคุมน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรที่สามารถ บังคับใช้กับฟาร์มเลี้ยงสุกรได้ทุกขนาด ซึ่งปัจจุบันข้อบังคับที่ใช้ควบคุมได้เฉพาะฟาร์มเลี้ยงสุกร ขนาดกลางและขนาดใหญ่เท่านั้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ด้านคุณภาพน้ำ

จากการศึกษาผลกระทบน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรด้านคุณภาพน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 และเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 พบว่า คุณภาพน้ำในคลองประคู ณ ตำแหน่งต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ในขณะที่ยังมีดัชนีคุณภาพน้ำบางประการไม่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ทั้ง 2 เหตุการณ์ คือ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS) ตำแหน่งที่พบปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำ คือ คลองทับแถบ ด้วยปัจจัยที่ว่าตำแหน่งดังกล่าวมีประตูละบายน้ำและแนวกันน้ำเค็ม ดังนั้นจึงทำให้ตำแหน่งนี้มีคุณภาพน้ำต่ำกว่าหรือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้มาก อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ คือ ปริมาณน้ำในคลอง ซึ่งพบว่าบริเวณจุดสิ้นสุดคลองประคู (วัดแก้วเจริญ) โดยภาพรวมคุณภาพน้ำบริเวณตำแหน่งดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากอยู่ใกล้แม่น้ำแควอ้อมและแม่น้ำแม่กลองจึงทำให้ได้รับน้ำจืดจากแม่น้ำดังกล่าว ถึงแม้จะเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำ น้ำจืดจากแม่น้ำแควอ้อมและแม่น้ำแม่กลองจะช่วยเจือจางของเสียที่มาจากคลองระบายน้ำชลประทานทั้ง 4 สาย ทำให้ความเข้มข้นของของเสียลดลง

สำหรับช่วงเวลาที่ต้องเฝ้าระวังเรื่องปัญหาคุณภาพน้ำของคลองประคู เพื่อติดตามสถานการณ์คุณภาพน้ำพร้อมทั้งหาแนวทางในการบริหารจัดการน้ำต่อไป คือ ช่วงเดือนธันวาคมถึง กุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวาหยุดการส่งน้ำชลประทาน และช่วงต่อระหว่างฤดูแล้งกับฤดูฝน คือ ประมาณต้นเดือนพฤษภาคม

2. ตะกอนท้องน้ำ

การวิเคราะห์ตะกอนท้องน้ำ พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนเตรต และปริมาณแอมโมเนีย ผลการศึกษาพบว่า บริเวณที่มีปัญหาในเรื่อง

ของตะกอนท้องน้ำและต้องเผื่อระวัง คือ บริเวณ 5R (วัดวันดาว) และบริเวณประตูระบายน้ำคลองทับแถบ

3. แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

1) การสอบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11

การศึกษานี้ได้ทำการสอบเทียบแบบจำลองย่อยของแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ซึ่งประกอบด้วย 1) แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (MIKE 11 HD) 2) แบบจำลองย่อยการพา-แพร่กระจาย (MIKE 11 AD) และ 3) แบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำ (MIKE 11 WQ) โดยเลือกใช้เหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ในการสอบเทียบแบบจำลอง

การศึกษาลักษณะการไหลของคลองประคู์ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง MIKE 11 HD (ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n) ที่เหมาะสมสำหรับการไหลในคลองประคู์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.025 ถึง 0.029 โดยผลการคำนวณระดับน้ำจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับระดับน้ำที่บันทึกได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์อยู่ระหว่าง -0.224 ถึง 0.992

สำหรับการศึกษาในด้านคุณภาพน้ำนั้น ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 AD และ MIKE 11 WQ โดยใช้เหตุการณ์เช่นเดียวกับแบบจำลอง MIKE 11 HD ผลการศึกษาพบว่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง MIKE 11 AD ซึ่งหมายถึงค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย พบว่ามีค่าที่เหมาะสมระหว่าง 10-25 เมตร²/วินาที และสำหรับพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง MIKE 11 WQ ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ทั้งสิ้น 4 ตัว มีค่าดังนี้คือ 1) สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 0.2 วัน⁻¹ 2) ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงมีค่าเท่ากับ 3.5 กรัม ออกซิเจน/เมตร²/วัน 3) การใช้ออกซิเจนโดยกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ มีค่าเท่ากับ 1.0 กรัม ออกซิเจน/เมตร²/วัน และ 4) สัมประสิทธิ์การเติมอากาศใช้สมการ O'Connor & Dobbins โดยผลการคำนวณจากแบบจำลองการพา-แพร่กระจายมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าความเค็มที่บันทึกได้ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการสอบเทียบแบบจำลองการพา-

แพร่กระจาย อยู่ระหว่าง 0.689 ถึง 0.880 และผลการคำนวณจากแบบจำลองคุณภาพน้ำมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าดีไอ และบีโอดีที่บันทึกได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการสอบเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำของค่าดีไอและค่าบีโอดี อยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.66 และ 0.783 ถึง 0.961 ตามลำดับ

2) การลดมลพิษในคลองประคู

จากการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร เพื่อทำการลดมลพิษในคลองประคู สำหรับเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ทำให้ทราบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมมีปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำและต้องมีการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรมากกว่าเดือนอื่น คือ ต้องปรับลดปริมาณ BOD มากกว่า 50% ทุกตำแหน่ง สาเหตุอันเนื่องมาจากพฤติกรรมการปล่อยของเสีย ในช่วงฤดูฝนจะมีการลักลอบปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรลงสู่คลองประคูเป็นจำนวนมาก และเป็นการยากที่จะควบคุมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นเพราะฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นฟาร์มระบบเปิด จึงส่งผลทำให้คุณภาพน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการควบคุมการปล่อยของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร และเฝ้าระวังในเรื่องของคุณภาพน้ำรวมทั้งตรวจวัดคุณภาพเป็นระยะโดยเฉพาะช่วงที่วิกฤติ

สรุปโดยภาพรวมคุณภาพน้ำของคลองประคูอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ แต่ในช่วงฤดูฝน และฤดูหยุดส่งน้ำชลประทานเป็นช่วงที่คุณภาพน้ำในคลองลดลง ดังนั้นควรมีการจัดการบริหารจัดการน้ำและเฝ้าระวังในเรื่องคุณภาพน้ำเป็นอย่างดี เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในคลองประคูและคลองใกล้เคียง รวมทั้งการดำรงชีวิตของประชากรในบริเวณนั้นอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาของโครงการพบว่า ปัญหาหลักของพื้นที่ที่ทำการศึกษาที่ประสบอยู่คือ

- รูปตัดลำน้ำ ควรจะมีการสำรวจใหม่ เนื่องจากพบว่าปัจจุบันรูปตัดลำน้ำได้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดไปจากเดิม

- ข้อมูลปริมาณการไหลในลำน้ำ และข้อมูลปริมาณฝน ควรที่จะมีการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนน้ำท่าในพื้นที่โครงการ เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

- การบริหารจัดการในเรื่องการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ จากการสอบถามเกษตรกรบริเวณนั้น พบว่า การเปิด-ปิดประตูระบายน้ำของคลองประคูขึ้นอยู่กับความต้องการของเกษตรกร และไม่มีการจดบันทึกข้อมูลระดับน้ำ ความสูงของการยกบานประตูระบาย ทางโครงการควรมีการประสานงานกับเกษตรกรในเรื่องการจดบันทึกข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้ได้จำนวนข้อมูลที่มากขึ้น และมีความถูกต้องแม่นยำ

2. เนื่องจากมีข้อจำกัดในการเก็บข้อมูล จึงทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีจำนวนน้อย ดังนั้นควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถทำการเปรียบเทียบในเรื่องต่าง ๆ เช่น ผลที่ได้กับช่วงเวลาอื่นได้มากขึ้นและชัดเจน

3. เนื่องจากฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นระบบเปิด ในช่วงฤดูฝนมักจะปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำ ในส่วนนี้ไม่สามารถบริหารจัดการได้ และของเสียที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงสุกรที่เป็นสาเหตุทำให้น้ำเน่าเสีย เกิดจากการทำความสะอาดฟาร์ม ดังนั้นหากเป็นไปได้ฟาร์มเลี้ยงสุกรควรจัดการกับมูลสุกร ซึ่งมูลสุกรนี้สามารถนำมาเป็นปุ๋ย และเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานในการประกอบอาหาร หรือไม่ทุกฟาร์มสุกรควรมีระบบบำบัดน้ำเสีย หากทำเช่นนี้ได้ จะสามารถช่วยลดมลพิษทางอากาศและทางน้ำได้

4. จัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำแบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีปัญหา เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในอนาคต โดยหาวิธีลดผลกระทบและหาวิธีบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมต่อไป

5. กรณีที่มีของเสียในคลองระบายน้ำในระดับสูงกว่ามาตรฐาน ทางโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวาควรทำการปล่อยน้ำชลประทานลงคลองระบายเพิ่มเติม เพื่อเจือจางน้ำเสีย และระบายของเสียออกจากระบบ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กัญชลี นาวิกภูมิ. 2546. คู่มือการเลือกใช้ การดูแลและบำรุงรักษา ระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกร ตามแบบมาตรฐานกรมปศุสัตว์. กรมควบคุมมลพิษ ส่วนน้ำเสียเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ.
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2544. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์ บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ.
- เกษม จันทรแก้ว. 2526. การจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2540. การจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ. โรงพิมพ์กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.
- _____. 2541. โครงการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก. โรงพิมพ์กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.
- _____. 2546. คู่มือการเลือกใช้ การดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรตามแบบ มาตรฐานกรมปศุสัตว์. โรงพิมพ์กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.
- กฤษฎา มหาสันทนะ. 2539. การทำนายคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา. 2549ก. แผนผังแสดงขอบเขตพื้นที่ทำการศึกษา. [CD-ROM], ราชบุรี.
- _____. 2549ข. แผนที่แสดงตำแหน่งฟาร์มสุกร. [CD-ROM], ราชบุรี.
- จงรักษ์ จิระพันธ์. 2539. I.C. Process ทางเลือกใหม่ในการแก้ปัญหาน้ำเสีย. *Technology Journal* 23(129): 86-89.

ไชยยุทธ์ กลิ่นสุคนธ์. 2536. เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ, ใน ชงชัย และคณะ, บรรณาธิการ.

การประชุมวิชาการระดับชาติ สวสท 36 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

ดิเรก ทองอร่าม และคณะ. 2545. เหนือการเกษตร การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช.

พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทฐานการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ดอน เครือหอม และวีระ คุรุวิจักขณ์. 2547. การตรวจวัดคุณภาพน้ำในแนวป้องกันน้ำเค็ม

จ.สมุทรสงคราม. โครงการงานวิศวกรรมชลประทาน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชนารถ ศรีวงศ์ตานนท์. 2540. การศึกษาสภาพน้ำท่วมของกลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยประยุกต์ใช้แบบ

จำลอง MIKE 11. วิศวกรรมสารเกษตรศาสตร์ 12(35): 113-145.

_____. 2545. การจำลองสถานะน้ำท่วม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรยศ เทียนทอง. 2539. แบบจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักตอนล่าง. วิทยานิพนธ์

ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภัทรา เฟื่องธรรมกิริติ. 2541. การเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการคาดการณ์

คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาสกร สัตถานนท์. 2542. การวิเคราะห์ผลกระทบของชลประทานต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่ามะกา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภูวดล พรหมชา. 2544. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

MIKE 11. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มันสิน ตันทุลเวศม์. 2543. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางประมง. สถาบันน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ.

วนิช วนิชกุล. 2544. กรมควบคุมมลพิษประกาศน ก.พ. 45 คู่มือเข้มน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร. สัตว์เศรษฐกิจ 19(429): 28-31.

สันติ ทองพำนัก. 2528. หลักการวัดน้ำชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550. ฐานข้อมูลฟาร์มเลี้ยงสัตว์/ผู้ประกอบการ. แหล่งที่มา: <http://www.teenet.chiangmai.ac.th>, 5 มิถุนายน 2550.

สุจินต์ นานาปวุฒิกุล. 2542. แนวทางเลือกใหม่การบำบัดแบบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในสิ่งแวดลอม 1(1): 49-53.

สุบัณฑิต นิมรรัตน์. 2548. จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์บริษัทแอคทีฟพรินท์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

สุวรรณิ อยู่เต็มสุข. 2549. การศึกษาคุณภาพน้ำและสภาพด้านอุทกพลศาสตร์ตามแนวคันป้องกันน้ำเค็มจังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดราชบุรี. 2549. สถิติจำนวนสัตว์รายอำเภอ. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th>, 5 มิถุนายน 2550.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ราชบุรี) และคณะ. 2548. งานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันตก ปี 2548. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์มิโซคกราฟฟิค, ราชบุรี.

อังคณา ตูย์ไตรรัตน์. 2540. สุขภาพและสิ่งแวดล้อมกับการใช้สื่อนทรีย์ คัลเลอร์เวย์ 2(12): 29-30.

- อภิชาติ อนุกุลอำไพ. 2546. การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน. ม.ป.ท.
- อิสรา พิริยะพิเศษพงษ์. 2540. การเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำ
ผิวดินบริเวณโรงไฟฟ้าและบริเวณเหมืองแม่เมาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- อรทัย ขวาลภาฤทธิ์. 2545. คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย,
กรุงเทพฯ.
- Ayaz, SC and O. Saygin. 1996. Hydroponic tertiary treatment. **Water Res** 5: 1295 – 1298.
- Bitton, G. 1994. **Wastewater Microbiology**. John Wiley & Sons, Chichester.
- Blanchard, M., Teil M-J, D. Ollivon, B. Garban, C. Chesterikoff and M. Chevreuil. 2001.
Origin and distribution of polyaromatic hydrocarbons and polychlorobiphenyls in
urban effluents to wastewater treatment plants of the Paris area (France). **Wat Res**
35(15): 3679-3687.
- Bowie, G.L., W.B. Mills, D.B. Porcella, C.L. Campbell, J.R. Pagenkopf, G.L. Rupp, K.M.
Johnson, P.W.H. Chan, S.A. Gherini and C.E. Chamberlin. 1985. **Rates, Constants,
and Kinetics Formulations in Surface Water Quality Modeling**. Environmental
Protection Agency, U.S.
- Camp, T. R. 1963. **Water and Its Impurities**. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Crooks, R. and J. Sikes. 1990. Environmental effects of bleached kraft mill effluent.
Appita 43: 67-76.
- Cunge, J.A., F.M. Holly and A. Verwey. 1980. **Practical Aspects of Computational River
Hydraulics**. Pitman, Boston.

Danish Hydraulic Institute (DHI). 1995a. **MIKE 11 User Manual**. n.p.

_____. 1995b. **MIKE 11 Reference Manual**. n.p.

Danish Hydraulic Institute and Asian Institute of technology. 1996. **Flood Modeling in the Chimu River Basin, Thailand**. Available: <http://www.dhi.dk/project/thailand/chimun/chimun.html>, April 20, 2005.

Danish Hydraulic Institute and Bangladesh Flood Plain Organization. 1994. **Flood Management Model, Bangladesh**. Available: <http://www.dhi.dk/project/bangla/flood/flood.html>, April 20, 2005.

Danish Hydraulic Institute and Changjiang Water Resource. 1995. **Flood Forecasting for the Middle Yangtze River, China**. Available: <http://www.dhi.dk/project/china/yangtze/yangtze.html>, April 20, 2005.

Delima, ACF., MMM. Goncalves, M. Granato and SGF. Leite. 2001. Anaerobic sulphate - reducing microbial process using UASB reactor for heavy metals decontamination. **Environmental Technology** 22: 261-270.

Deiez, MC., MI. Mora and S. Videla. 1999. Adsorption of phenolic compounds and color from Bleached Karft Mill effluents using allophonic compounds. **Water Res** 33: 125-130.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1974. **Approaches to land classification**. n.p.

Littleton, X and Z. Ren. 1992. The treatment of wastewater from coke-over and chemical recovery plants by means of bioferric process – An innovative technique. **Wat Sci-Tech** 25(3): 143-156.

- Len, PNL., A. Visser, AJH. Janssen, Hulshoff Pol Lw and G. Letting. 1998. Biotechnological treatment of sulfacte-rich wastewater. **Critical reviews in Environ Sci Technal** 28(1): 41-88.
- Loganathan, B.G., K.N. Irvine, K. Kannan, V. Pragatheeswaran and K.S. Sajwan. 1997. Distribution of selected PCB congeners in the babcock street sewer district: a multimedia approach to identify PCB sources in combined sewer overflows (CSOs) discharging to the buffalo river, New York. **Arch Environ Contam Toxicol** 33: 130-140.
- Maqsood, I. 1996. **River water quality management in Lahore Pakistan**. M.Eng. thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Province of Gelderland. 1996. **Feasibility Study for the Province of Gelderland**, Netherlands. Available: <http://dhi.dk/project/netherland/gelder/gelder.html>, April 20, 2005.
- Surachai, L. 1995. **Effects of Pasak reservoir on the flood levels of the lower Chao Phraya river from Autthaya to Bangkok**. M.Eng. thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Thomann, R.V. and J.A. Mueller. 1987. **Principles of surface water quality modeling and control**. Harper Row, New York.
- Vaidya, A.A. and K.V. Datye. 1982. Environmental pollution during chemical processing of synthetic fibers. **Colourage**. 14: 3-10.
- Yan, G. and D. Grant Allen. 1994. Biosorption of high molecular weight organochlorine in pulpmill effluent. **Water Res** 28: 1933-1941.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลภาคตัดขวางของคลองประดู

ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลภาคตัดขวางของคลองประคู

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
1	0	593772.78	1463363.10	0.000	2.400
				0.200	-2.000
				5.200	-2.000
				10.200	-2.000
				10.450	2.500
2	500	593394.84	1463573.10	0.000	2.850
				0.425	-1.500
				5.425	-1.500
				10.425	-1.500
				10.775	2.700
3	1,000	593016.89	1464287.00	0.000	2.500
				0.250	-0.890
				5.250	-0.890
				10.250	-0.890
				10.475	2.450
4	1,500	592890.91	1465420.80	0.000	2.300
				0.150	-1.900
				5.150	-1.900
				10.150	-1.900
				10.200	2.100
5	2,000	592638.95	1465874.90	0.000	2.200
				0.100	-1.700
				5.100	-1.700
				10.100	-1.700

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
5 (ต่อ)	2,000	592638.95	1465874.90	10.250	2.300
6	2,500	592344.99	1466008.70	0.000	2.300
				0.150	-1.600
				5.150	-1.600
				10.150	-1.600
				10.250	2.200
7	3,000	592009.04	1466302.70	0.000	2.700
				0.350	-1.100
				3.350	-1.100
				6.350	-1.100
				6.700	2.700
8	3,500	591883.06	1466848.60	0.000	2.750
				0.375	-0.800
				3.375	-0.800
				6.375	-0.800
				6.825	2.900
9	4,000	591715.09	1467184.6	0.000	2.600
				0.300	-0.900
				3.300	-0.900
				6.300	-0.900
				6.650	2.700
10	4,500	591757.08	1467604.5	0.000	3.000
				0.500	-0.850
				3.500	-0.850

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
10 (ต่อ)	4,500	591757.08	1467604.5	6.500	-0.850
				6.950	2.900
11	5,000	591547.11	1467772.50	0.000	2.800
				0.400	-0.800
				3.400	-0.800
				6.400	-0.800
				6.825	2.850
12	5,500	591673.09	1468486.4	0.000	2.700
				0.350	-0.650
				3.350	-0.650
				6.350	-0.650
				6.700	2.700
13	6,000	591757.08	1469116.3	0.000	3.300
				0.650	-0.600
				3.650	-0.600
				6.650	-0.600
				7.150	3.000
14	6,500	591547.11	1469452.2	0.000	3.000
				0.500	-0.500
				3.500	-0.500
				6.500	-0.500
				6.950	2.900
15	7,000	591883.06	1470040.1	0.000	2.500
				0.250	-0.800

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
15 (ต่อ)	7,000	591883.06	1470040.1	3.250	-0.800
				6.250	-0.800
				6.450	2.400
16	7,500	591799.08	1470586	0.000	2.900
				0.450	-0.900
				3.450	-0.900
				6.450	-0.900
				7.025	3.150
17	8,000	591967.05	1470880	0.000	2.800
				0.400	-0.650
				3.400	-0.650
				6.400	-0.650
				6.900	3.000
18	8,500	592093.03	1471467.9	0.000	3.100
				0.550	-0.700
				3.550	-0.700
				6.550	-0.700
				6.950	2.800
19	9,000	592177.02	1472265.8	0.000	2.850
				0.425	-0.700
				3.425	-0.700
				6.425	-0.700
				6.650	2.450
20	9,500	592303	1472643.7	0.000	2.850

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
20 (ต่อ)	9,500	592303	1472643.7	0.425	-0.400
				3.425	-0.400
				6.425	-0.400
21	10,000	592261.01	1473273.6	0.000	2.600
				0.300	-0.350
				3.300	-0.350
				6.300	-0.350
				6.700	2.800
22	10,500	592428.98	1473567.6	0.000	3.300
				0.650	-0.500
				3.650	-0.500
				6.650	-0.500
				7.300	3.300
23	11,000	592806.92	1474155.5	0.000	2.900
				0.450	-0.570
				3.450	-0.570
				6.450	-0.570
				6.850	2.800
24	11,500	592848.92	1474659.4	0.000	2.800
				0.400	-1.250
				3.400	-1.250
				6.400	-1.250
				6.750	2.700
25	12,000	592974.9	1474995.4	0.000	2.900

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
25 (ต่อ)	12,000	592974.9	1474995.4	0.450	-1.300
				3.450	-1.300
				6.450	-1.300
				6.900	2.900
26	12,500	593058.89	1475625.3	0.000	3.000
				0.500	-1.300
				3.500	-1.300
				6.500	-1.300
				6.950	2.900
27	13,000	593226.86	1476045.2	0.000	1.550
				0.525	-1.390
				3.525	-1.390
				6.525	-1.390
				7.025	1.500
28	13,500	593310.85	1476927.1	0.000	1.600
				0.550	-1.400
				3.550	-1.400
				6.550	-1.400
				7.175	1.750
29	14,000	593352.84	1477347	0.000	1.100
				0.300	-1.200
				4.300	-1.200
				8.300	-1.200
				8.700	1.300

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
30	14,500	593478.82	1477892.9	0.000	1.350
				0.425	-1.200
				4.425	-1.200
				8.425	-1.200
				8.775	1.200
31	15,000	593646.8	1478396.9	0.000	1.500
				0.500	-1.300
				4.500	-1.300
				8.500	-1.300
				8.950	1.400
32	15,500	593898.76	1478648.8	0.000	1.900
				0.700	-1.300
				4.700	-1.300
				8.700	-1.300
				9.300	1.700
33	16,000	593520.82	1479194.7	0.000	1.450
				0.475	-1.390
				4.475	-1.390
				8.475	-1.390
				9.025	1.600
34	16,500	593730.79	1479698.7	0.000	1.250
				0.375	-1.400
				4.375	-1.400
				8.375	-1.400

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
34 (ต่อ)	16,500	593730.79	1479698.7	8.925	1.600
35	17,000	593982.75	1480076.6	0.000	1.000
				0.250	-1.500
				4.250	-1.500
				8.250	-1.500
				8.600	1.200
36	17,500	594234.71	1480496.6	0.000	0.900
				0.200	-1.550
				4.200	-1.550
				8.200	-1.550
				8.500	1.100
37	18,000	594276.7	1480958.5	0.000	1.050
				0.275	-1.600
				4.275	-1.600
				8.275	-1.600
				8.525	1.000
38	18,500	594612.65	1481714.4	0.000	1.200
				0.350	-1.650
				4.350	-1.650
				8.350	-1.650
				8.600	1.000
39	19,000	594990.6	1482470.3	0.000	1.100
				0.300	-1.700
				4.300	-1.700

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
39 (ต่อ)	19,000	594990.6	1482470.3	8.300	-1.700
				8.550	1.000
40	19,500	595116.56	1483394.1	0.000	1.050
				0.275	-1.750
				4.275	-1.750
				8.275	-1.750
				8.475	0.900
41	20,000	595200.56	1483856	0.000	1.100
				0.250	-1.800
				4.250	-1.800
				8.250	-1.800
				8.450	0.900
42	20,500	595620.5	1484360	0.000	1.100
				0.300	-1.850
				4.300	-1.850
				8.300	-1.850
				8.550	1.100
43	21,000	595662.42	1485241.8	0.000	0.900
				0.200	-1.900
				4.200	-1.900
				8.200	-1.900
				8.350	0.500
44	22,000	595914.46	1485619.8	0.000	1.050
				0.275	-1.950

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

No. Cross-Section	กิโลเมตรที่	พิกัดภูมิศาสตร์		X	Y
		X	Y		
44 (ต่อ)	22,000	595914.46	1485619.8	4.275	-1.950
				8.275	-1.950
				8.475	0.900
45	23,000	596040.44	1486081.7	0.000	1.100
				0.300	-2.000
				4.300	-2.000
				8.300	-2.000
				8.750	1.400
46	24,000	596040.44	1486837.6	0.000	1.300
				0.400	-2.050
				4.400	-2.050
				8.400	-2.050
				8.650	1.000
47	25,000	595998.44	1486921.6	0.000	1.000
				0.250	-2.100
				3.750	-2.100
				7.250	-2.100
				7.550	1.100
48	27,800	595536.51	1487046.6	0.000	1.200
				0.350	-2.000
				10.350	-2.000
				20.350	-2.000
				20.650	1.100

ภาคผนวก ข

ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำในคลองประดูที่ตำแหน่งต่าง ๆ

ตารางผนวกที่ ข1 ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำในคลองประคู้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	อัตราการไหล (m ³ /s)
Upstream (แนวกันน้ำแก้มบ้านนา)	0+0.00	21 ก.พ.2550	3.168
		28 ก.พ.2550	3.115
		7 มี.ค. 2550	3.306
		22 มี.ค. 2550	3.050
		26 เม.ย. 2550	3.134
		10 พ.ค. 2550	5.311
		25 พ.ค. 2550	3.937
คลองระบายน้ำสาย 4R บรรจบ คลองประคู้	15+350	21 ก.พ.2550	1.445
		28 ก.พ.2550	2.608
		7 มี.ค. 2550	3.066
		22 มี.ค. 2550	1.006
		26 เม.ย. 2550	0.830
		10 พ.ค. 2550	0.830
		25 พ.ค. 2550	0.830
คลองระบายน้ำสาย 5R บรรจบ คลองประคู้	17+0.00	21 ก.พ.2550	0.656
		28 ก.พ.2550	1.710
		7 มี.ค. 2550	3.548
		22 มี.ค. 2550	2.021
		26 เม.ย. 2550	2.352
		10 พ.ค. 2550	4.165
		25 พ.ค. 2550	2.591
คลองระบายน้ำสาย 6R บรรจบ คลองประคู้	18+870	21 ก.พ.2550	0.686
		28 ก.พ.2550	1.607
		7 มี.ค. 2550	3.577
		22 มี.ค. 2550	2.329

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	อัตราการไหล (m ³ /s)
คลองระบายน้ำสาย 6R บรรจบ คลองประคู	18+870	26 เม.ย. 2550	2.822
		10 พ.ค. 2550	3.042
		25 พ.ค. 2550	2.612
คลองระบายน้ำสาย 7R บรรจบ คลองประคู	25+030	21 ก.พ.2550	2.521
		28 ก.พ.2550	1.730
		7 มี.ค. 2550	2.953
		22 มี.ค. 2550	2.152
		26 เม.ย. 2550	2.633
		10 พ.ค. 2550	4.290
		25 พ.ค. 2550	3.599
Downstream (วัดแก้วเจริญ)	27+800	21 ก.พ.2550	2.521
		28 ก.พ.2550	1.730
		7 มี.ค. 2550	2.953
		22 มี.ค. 2550	2.152
		26 เม.ย. 2550	2.633
		10 พ.ค. 2550	4.290
		25 พ.ค. 2550	3.599

ภาคผนวก ค

ข้อมูลระดับน้ำในคลองประคูที่ตำแหน่งต่าง ๆ

ตารางผนวกที่ ค1 ข้อมูลระดับน้ำในคลองประคูที่ตำแหน่งต่าง ๆ

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	ระดับน้ำ (m)
Upstream (แนวกันน้ำแก้มบ้านนา)	0+0.00	21 ก.พ.2550	1.50
		28 ก.พ.2550	1.50
		7 มี.ค. 2550	1.60
		22 มี.ค. 2550	1.50
		26 เม.ย. 2550	1.60
		10 พ.ค. 2550	1.40
		25 พ.ค. 2550	1.15
คลองระบายน้ำสาย 4R บรรจบ คลองประคู	15+350	21 ก.พ.2550	2.00
		28 ก.พ.2550	1.60
		7 มี.ค. 2550	2.00
		22 มี.ค. 2550	1.50
		26 เม.ย. 2550	1.60
		10 พ.ค. 2550	1.60
		25 พ.ค. 2550	1.60
คลองระบายน้ำสาย 5R บรรจบ คลองประคู	17+0.00	21 ก.พ.2550	1.62
		28 ก.พ.2550	1.75
		7 มี.ค. 2550	2.00
		22 มี.ค. 2550	1.75
		26 เม.ย. 2550	1.75
		10 พ.ค. 2550	2.25
		25 พ.ค. 2550	2.00
คลองระบายน้ำสาย 6R บรรจบ คลองประคู	18+870	21 ก.พ.2550	1.56
		28 ก.พ.2550	1.68
		7 มี.ค. 2550	1.90
		22 มี.ค. 2550	1.85

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	ระดับน้ำ (m)
คลองระบายน้ำสาย 6R บรรจบ คลองประคู	18+870	26 เม.ย. 2550	1.87
		10 พ.ค. 2550	1.90
		25 พ.ค. 2550	1.90
คลองระบายน้ำสาย 7R บรรจบ คลองประคู	25+030	21 ก.พ.2550	1.40
		28 ก.พ.2550	1.10
		7 มี.ค. 2550	1.50
		22 มี.ค. 2550	1.60
		26 เม.ย. 2550	1.40
		10 พ.ค. 2550	1.80
		25 พ.ค. 2550	1.50
Downstream (วัดแก้วเจริญ)	27+800	21 ก.พ.2550	1.40
		28 ก.พ.2550	1.10
		7 มี.ค. 2550	1.50
		22 มี.ค. 2550	1.60
		26 เม.ย. 2550	1.50
		10 พ.ค. 2550	1.80
		25 พ.ค. 2550	1.50

ภาคผนวก ง
ข้อมูลฝนรายเดือน

ตารางผนวกที่ ๑1 ข้อมูลฝนรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดราชบุรี

Royal Irrigation Department, Thailand

Computer Center

Station 047082 A.Wat Phleng, Ratchaburi

RFL/RMONWY/3.00

Monthly Rainfall in Millimeter

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1952	109	40.2	33.1	169.5	102.2	293.4	798.4	11	0	2.6	12.5	0	1571.9	82
1953	0	14	25.8	83	101.3	62.2	39.2	28.2	0	0	0	58.5	412.2	66
1954	60	413.3	148.7	83.5	95.6	152.7	-	0	0	0	0	0	-	-
1955	0	41.3	124	142.5	37.4	228	159.8	0	34	0	5.4	9.5	781.9	64
1956	0	336.5	239.8	289.5	286.2	486.5	292.3	0	0	0	42	12.7	1985.5	103
1957	9.5	-	261.2	135.1	160.5	234.6	384	0	0	0	6	0	-	-
1958	0	130.4	72.4	112	294.4	284.4	230	50	0	0	0	1.1	1174.7	73
1959	3.3	92.4	280.9	171.1	49.1	308.1	226.1	19.8	4.1	0	0	0	1154.9	75
1960	0	108.2	77.5	124.6	39.2	69.3	583.4	163.5	0	0	3.6	0	1169.3	111
1961	90.7	77	49	121.6	154.4	54.2	82.3	31.2	12.7	0	0	39.2	712.3	125
1962	0	42.8	83.3	60	210.8	179.3	60.2	0	0	0	0	12.7	649.1	47

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1963	19.4	38.8	174.7	100.5	74	131.1	196.5	58.4	0	12.4	0	0	805.8	60
1964	0	218.1	98.5	181.4	59.5	79	124	0	0	0	0	0	760.5	61
1965	0	383	202.5	75	259.4	306.3	353.4	42	0	0	0	18.5	1640.1	77
1966	0	251.9	81.1	362.4	542.2	422	499.5	59.4	12.7	0	3.2	8.3	2242.7	93
1967	0	183.6	54.1	133.8	25.6	77.5	169.7	47.6	0	0	17.5	0	709.4	53
1968	25.2	102	318.8	91	18	159.1	210.4	4.2	0	12.1	0	0	940.8	67
1969	0	173.9	31.9	83.2	60.4	101	155.9	144.4	12.4	0	41.2	12.6	816.9	90
1970	0	69.6	56.6	68.6	57.1	74.8	110	116.9	32	0	1.4	0	587	100
1971	2.4	13	23.2	37.5	143.9	150	332.8	10.1	0	0	0	0	712.9	88
1972	67.4	29.5	70.7	74.5	118.6	253.9	192	210.7	27.5	2.4	0	0	1047.2	98
1973	0	264.3	123.9	41.4	131.2	366.8	-	78.1	0	0	0	0	-	-
1974	82.5	129.9	88.2	140.6	124.2	132.5	108.9	21.8	0	2.4	0	0	831	83
1975	0	94.1	24.4	62	144.2	187.6	184.5	48.7	0	0	0	24	769.5	98
1976	10.7	119.4	32.9	57.3	221.3	202.9	246.5	84.1	0	0	0	0	975.1	102
1977	19.7	118	156.9	157.4	142.2	191.6	175.5	30.3	0	0	0	0	991.6	105
1978	34.7	62.1	220.8	194.7	73.5	102.2	72.7	0	0	0	0	0	760.7	101

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1979	0	33.5	162.1	77.1	54.4	-	-	6.2	0	0	0	0	-	-
1980	0	-	16.5	17.4	54.4	63.9	43.8	17.6	0	0	0	0	-	-
1981	26.2	103.8	71.7	55.4	76.9	97.5	96.5	0	0	0	0	0	528	54
1982	0	-	1.8	4.6	66.9	146.2	194.1	50.8	4	0	0	9.4	-	-
1983	0	92.9	80.7	134.2	274.4	240	282.4	286.1	0	0	11	20.7	1422.4	64
1984	0	25	141.1	128.6	58.4	146.9	45.1	109	0	0	5.1	0	659.2	49
1985	54.3	167.6	-	73.9	149.3	239.8	257.6	148.1	0	0	0	1.2	-	-
1986	0	323	101.9	107.8	69.7	194.8	140.4	0	0	0	3.9	0	941.5	64
1987	35.2	16.1	32.6	37.6	61.3	229.3	365.9	187.3	0	0	6.7	1.2	973.2	76
1988	0	3.3	5.1	129.1	134.3	-	176.3	0	0	5.2	2.3	0	-	-
1989	0	30.3	87.3	29.5	89.4	62.4	54.8	66.9	0	5.2	0	0	425.8	64
1990	2.1	37.6	12.5	69.3	63.3	62.1	71.1	0	0	0	3.1	3.8	324.9	66
1991	2.1	3.7	9.2	31	-	38.3	53.3	63.4	4.3	1.2	0	0	-	-
1992	0	72.6	130.5	180.6	166.3	48.3	122.4	0	0	3.2	0	37.5	761.4	52
1993	21.4	37.4	149.7	66.1	153.5	139.5	298.6	5.1	3.8	0	0	52.9	928	71
1994	1.2	217.6	50.5	47.1	44.6	224.9	154.7	3.1	31.3	0	0	105.5	880.5	58

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1995	0	65.3	14	208.7	101.6	316.3	80.4	11.9	0	0	4.2	0	802.4	9
1996	5.3	299.4	108.9	129.1	57.8	41.5	147.9	17.9	0	0	0	0	807.8	60
1997	5.8	-	4.8	121.6	19.7	217.4	192	35.6	0	0	0	0	-	-
1998	0	22.3	143.7	59.3	51.2	74.9	123	32.4	0	1	1	0	508.8	49
1999	54.9	291.2	49.2	42.7	26.7	60.8	348.3	3.7	0	-	32.5	20	-	-
2000	142.2	96.8	127.5	80	225.2	91.5	319.1	6.4	0	0	0	119	1207.7	118
2001	0	180.7	75.1	54.9	48	250.1	265.1	25.4	14.5	0	0	0	913.8	72
2002	-	54.7	85.2	71.1	79.7	235.8	-	-	0	0	0	0	-	-
Average	17.7	121.7	96.3	104.1	117.1	173.7	209	46.7	3.8	1	4	11.1	906.3	
Rainy Days	1.6	8.7	9.4	10.7	11.3	12.9	12.4	4.1	0.5	0.3	0.6	0.8	73.3	

ตารางผนวกที่ ๖๒ ข้อมูลฝนรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน ลำภาชี (K.17) กิ่งอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

Royal Irrigation Department, Thailand

Computer Center

Station 047161 Lam Phachi (K.17), K.A. SuanPhung, Ratchaburi

RFL/RMONWY/3.00

Monthly Rainfall in Millimeter

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1966	0	-	-	-	76.7	192	208.7	88.5	38.4	0	0	13.7	-	-
1967	58.3	138.6	85.7	88.4	68.1	61.8	293.4	79.8	0	0	4.4	18	896.5	121
1968	181.1	112.5	28.4	81	30.1	226.7	195.5	12.2	1.3	2.3	0	36.1	907.2	116
1969	59.6	115.1	9.1	41.6	158.2	172.5	298.5	323.6	16	1.3	22.3	67.1	1284.9	118
1970	71.6	115.2	44.6	114	56.5	181.7	185.4	140.6	37	0	61	23.9	1031.5	138
1971	102.5	88.9	92.9	134.8	187.7	377.7	253.1	85.4	10.6	0	0	180.5	1514.1	134
1972	91.7	24.3	139.4	98.9	87.9	255.2	430.5	223.8	33.8	0	0	38.9	1424.4	152
1973	17.7	184.6	149.8	41.4	65	188.7	171	163.6	1.8	0	8.1	25	1016.7	120
1974	60.3	258	105.1	45.8	179.9	359.4	336.3	132.1	0	48.7	5	59.7	1590.3	168
1975	55.4	257	94.1	95.3	102.2	192.7	330.5	19.2	3.2	0	0.4	67.2	1217.2	143
1976	78.1	176.5	21.6	60.9	91.8	184.4	358.2	224	13.6	1.4	1.2	26.6	1238.3	131

ตารางผนวกที่ ๖2 (ต่อ)

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1977	120.9	232.2	8.5	132.1	58.6	135.6	283.9	10.8	0	8	79.8	31.7	1102.1	113
1978	85.8	209.9	38	103.8	68.7	241.1	200.8	37.1	0.8	0	1.8	0	987.8	115
1979	43.4	55.1	143.4	147	85.6	171.9	101.7	4.1	0	0	48.3	90.8	891.3	103
1980	98.5	149.4	147.4	35	114	115.5	198.2	53	0.4	0	18.1	81.8	1011.3	133
1981	60.7	131.3	154.6	48.2	135.2	150.1	208.2	296.8	2	0	11.4	38.2	1236.7	136
1982	59.3	238.8	107.9	108.3	154.5	56	225.8	64.3	28.7	0	0	17	1060.6	143
1983	38.7	89.3	42.7	142	174.3	233.4	240.7	224	11.9	1.9	11.1	8.6	1218.6	139
1984	49.4	91.2	134.7	152.7	24.3	187.1	199.4	4.5	1	15.6	1	85.4	946.3	118
1985	199.3	168.9	87.9	208.5	55.3	189.4	321.4	186.3	0	0	0	30.5	1447.5	134
1986	102.7	232.2	23.9	80	15.3	139.8	371.8	7.9	23	0	1.1	47.7	1045.4	118
1987	89.8	101.9	78.7	48.1	86.2	209.2	227.6	336	0	0	25	41.2	1243.7	128
1988	58.5	315.9	64.1	110.4	106.7	316.4	341.1	47	0	32.3	4.4	36.9	1433.7	128
1989	22.4	95.4	47.6	53.2	63.9	164.5	215.5	48.8	0	7.3	2.3	74.7	795.6	111
1990	41.5	85.8	33.1	34.2	81.3	175.6	303.9	69.3	0	0	4.2	75.6	904.5	118
1991	149.8	157.5	65.6	131.6	96	109.8	266.7	10.1	48.7	0	40.8	0	1076.6	111
1992	15.6	85.4	83.9	197	39.2	125.8	347.5	0.9	0	1.6	0	88.3	985.2	104

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1993	95.1	170.1	27.3	68.7	79.9	247.1	427.2	7.7	3	4	19.6	114.7	1264.4	9
1994	7.6	301	76.3	177.1	119.4	90.8	109.1	2	0.7	0	4.8	2.8	891.6	105
1995	91.7	154.4	124.2	65.8	172.8	253.7	259.9	11.5	0	0	10.5	54.3	1198.8	128
1996	98.8	214.6	51.5	257.5	141.3	426.1	303.6	152.5	11.5	0	2.2	40.2	1699.8	151
1997	106.9	40.8	-	81	143.3	221.5	133.2	234.3	0	0	0.6	5.8	-	-
1998	26.9	52.1	61.3	104.9	99.5	295.9	273.8	36.7	15.9	14	16.8	0	997.8	104
1999	142.7	164.9	44.3	48.4	149	105.6	507.6	94.7	8.9	7.5	54.7	82.9	1411.2	139
2000	272.1	190.1	75.5	32.8	93	127.1	292.1	0	0	1.8	4	144.2	1232.7	129
2001	54.7	51.2	118.9	61.3	108.5	317	204.7	16.3	1.2	0	58.2	87	1079	112
2002	73.8	134.8	125.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	333.7	41
Average	80.6	149.6	78.2	95.3	96.5	194.6	260.2	93.2	8.5	4	14.1	49.6	1124.4	
Rainy Days	8	14.7	14.9	15.7	17.1	19	17.2	7	1.7	0.9	1.8	4.4	122.4	

ตารางผนวกที่ 33 ข้อมูลฝนรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

Royal Irrigation Department, Thailand

Station 047252 A. SuanPhung, Ratchaburi

Computer Center

RFL/RMONWY/3.00

Monthly Rainfall in Millimeter

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1982	100.1	242.8	62.7	66.5	153.4	-	232.3	44.6	0	0	0	0	-	-
1983	68.4	96.7	75.7	130.8	146.7	164.1	214.7	192.6	0	0	0	0	1089.7	65
1985	191.5	119	94.1	210.3	64	198.5	368.5	200.1	0	0	0	18.7	1464.7	65
1986	78.8	236.9	24	68.8	13.7	128.8	357	12.3	33.6	0	0	64.9	1018.8	55
1987	131.2	104.2	101.1	51.4	86.2	188.2	234.4	343.5	0	0	27.1	38.2	1305.5	71
1988	58.9	326.1	50.5	74.3	95	298	363.8	0	0	64	2.1	69.9	1402.6	69
1989	62.3	120.5	36	84.3	53	189.3	202.3	43.7	0	0	0	72.1	863.5	53
1990	44.2	159.8	32.1	38.1	93.7	179.2	325.7	65	0	0	4.3	70.9	1013	64
1991	136.6	150.3	70.6	125.2	109.8	115.9	272.7	9.8	47.5	0	0	0	1038.4	70
1992	31.3	114.6	101.5	198.4	50.3	140.8	361.5	2.6	0	0	0	87.5	1088.5	69
1993	96.7	189.3	43.2	86.7	98.3	259.5	475.8	0	0	0	0	134.3	1383.8	78

ตารางผนวกที่ 33 (ต่อ)

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1994	15.9	290.1	102.4	178.6	154.3	116.2	119.6	0	0	0	4.5	0	981.6	81
1995	105.6	158.1	146.3	125.2	284.8	300.5	502.9	-	0	0	18.4	46.3	-	-
1996	136.3	259.6	54.2	228.4	192.5	44.7	351.4	112.6	13.7	0	0	28.8	1422.2	87
1997	73.9	61.7	28.1	76.7	133.6	180	97.8	233.6	0	0	0	0	885.4	56
1998	26	43.9	62.5	111	74	246.5	238.6	39.4	21.8	0	14.3	32.2	910.2	86
1999	149.4	155.2	39.4	52.3	151.8	105.7	507.3	78.3	0	0	69.3	84.4	1393.1	107
2000	242.2	244.2	93.3	56.2	91.6	155.9	217.2	17.1	0	0	0	116.1	1233.8	87
2001	17	49.4	100	50.9	98.7	252.9	188.4	16.7	0	0	44.8	127.8	946.6	72
2002	106.9	102.3	76.6	20	133.2	277.1	-	102.9	0	0	0	0	-	-
Average	93.7	161.2	69.7	101.7	113.9	186.4	296.4	79.7	5.8	3.2	9.2	49.6	1170.7	
Rainy Days	4.7	9.9	6.6	8.8	9.6	11.6	13.7	4.6	0.3	0.1	0.7	3	73.4	

ภาคผนวก จ
ข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองประดู

ตารางผนวกที่ ๑1 ข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองประจู่ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2549

ตำแหน่ง	ว/ด/ป	พารามิเตอร์										
		อุณหภูมิ	ฟอสเฟต	ดีโอ	บีโอดี	EC	pH	แอมโมเนีย	TKN	TDS	คลอไรด์	SAR
		(°C)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองวังมะนาว)	20 เม.ย. 49	-	-	10.1	4.2	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	10.1	1.5	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	30	3.75	-	-	288	7.25	4.9	29.12	201.6	36	0.74
	5 ก.ค. 49	30	1	-	-	189	7.25	1.05	4.85	94.2	13.5	0.7
	21 ก.ค. 49	29	-	7.55	4	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	29	0.75	7.5	1.5	155	6.63	1	0	77.4	8.4	0.25
คลองระบายน้ำสาย 4R ประจู่ระบายน้ำ (คลองตันไทร)	20 เม.ย. 49	-	-	11.1	2.4	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	10.6	1.5	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	30	3.05	-	-	378	7.69	3.2	24.27	264.6	58	1.13
	5 ก.ค. 49	30	1.35	-	-	302	7.07	1.75	5.82	151	39.5	1.47
	21 ก.ค. 49	30	-	7.5	5	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	29.5	0.98	7.2	4.7	272	6.63	1.22	7.12	136	27.5	1.14

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	ว/ด/ป	พารามิเตอร์										
		อุณหภูมิ	ฟอสเฟต	ดีโอ	บีโอดี	EC	pH	แอมโมเนีย	TKN	TDS	คลอไรด์	SAR
		(°C)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
คลองระบายน้ำสาย 5R (คลองปากท่อ)	20 เม.ย. 49	-	-	10.5	3.8	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	11.2	3.2	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	28	6.9	-	-	325	7.24	10.66	9.71	227.5	32.5	0.7
	5 ก.ค. 49	29	9.75	-	-	600	7.6	27.4	22.33	302	70	1.44
	21 ก.ค. 49	29	-	6.4	11	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	28	4.15	7.2	4	364	6.78	13.65	12.21	182	25	0.84
คลองระบายน้ำสาย 5R (วัดวันดาว)	20 เม.ย. 49	-	-	9.8	1.4	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	9.2	2.3	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	29	6.3	-	-	516	7.3	12.9	82.51	361.2	223	1.04
	5 ก.ค. 49	31	8	-	-	657	7.4	18.7	17.47	333	120	2.22
	21 ก.ค. 49	29	-	6.4	11	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	29	2.52	7.2	5.5	349	6.88	6.3	12.21	174	46	1.06

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	ว/ด/ป	พารามิเตอร์										
		อุณหภูมิ	ฟอสเฟต	ดีโอ	บีโอดี	EC	pH	แอมโมเนีย	TKN	TDS	คลอไรด์	SAR
		(°C)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
คลองระบายน้ำสาย 6R (SMP อาหารสัตว์)	20 เม.ย. 49	-	-	11.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	10	2.5	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	28	2.25	-	-	252	7.12	1.35	19.41	176.4	47.5	0.75
	5 ก.ค. 49	28.5	2.05	-	-	356	7.13	1.45	3.88	181	48	1.41
	21 ก.ค. 49	29.5	-	6.75	5	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	28	1.34	7	3.3	246	6.49	2.3	8.14	124	26.5	0.78
คลองระบายน้ำสาย 6R (ป้ายวัดยางงาม)	20 เม.ย. 49	-	-	11	11	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	10.2	3.5	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	30	7.4	-	-	706	7.18	5.45	53.39	494.2	102.5	1.61
	5 ก.ค. 49	31	4.7	-	-	646	7.13	4.15	6.8	351	117.5	2.32
	21 ก.ค. 49	28.5	-	7.1	10	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	29.5	0.92	7	4.2	360	6.7	1.19	7.12	182	43	1.26

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	ว/ด/ป	พารามิเตอร์										
		อุณหภูมิ	ฟอสเฟต	ดีโอ	บีโอดี	EC	pH	แอมโมเนีย	TKN	TDS	คลอไรด์	SAR
		(°C)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
คลองระบายน้ำสาย 7R (คลองห้วยกรวด)	20 เม.ย. 49	-	-	10.9	2.3	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	9.6	2.1	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	29	0.52		-	152.2	7.35	0.5	4.85	106.54	15.5	0.36
	5 ก.ค. 49	29	0.65		-	242	7.3	0.65	3.88	122	24.5	0.79
	21 ก.ค. 49	29	-	7.45	4	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	28	0.69	7.2	2.3	226	6.51	1.51	6.1	113	18.5	0.53
คลองระบายน้ำสาย 7R (วัดประดู่)	20 เม.ย. 49	-	-	9.3	2.5	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	9.1	2.3	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	30.5	1.5	-	-	474	7.17	1.65	24.27	331.8	102	1.07
	5 ก.ค. 49	29.5	1.05	-	-	444	7.22	0.95	3.88	209	11	1.76
	21 ก.ค. 49	29.5	-	7.1	3	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	29.5	1.91	7.2	3.8	281	6.78	1.25	7.12	140	30.5	0.99

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	ว/ด/ป	พารามิเตอร์										
		อุณหภูมิ	ฟอสเฟต	ดีโอ	บีโอดี	EC	pH	แอมโมเนีย	TKN	TDS	คลอไรด์	SAR
		(°C)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
คลองทับแถบ (ประตูละบายน้ำ)	20 เม.ย. 49	-	-	8.2	4.4	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	8.3	3.6	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	32	1.81	-	-	5100	7.4	11	24.27	3570	700	16.36
	5 ก.ค. 49	31	1.1	-	-	2350	7.28	0.45	5.82	1190	1010	12.35
	21 ก.ค. 49	31	-	7.15	6	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	29.5	4.3	7.3	15	845	7.15	5.2	8.14	424	265	4.55
คลองประคู (พื้นที่ปูน)	20 เม.ย. 49	-	-	9.1	4	-	-	-	-	-	-	-
	30 เม.ย. 49	-	-	8.8	3.7	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	30	10.2	-	-	487	7.16	1.8	29.12	340.9	92	1.58
	5 ก.ค. 49	30	2.75	-	-	411	6.96	1.5	3.88	207	82.5	2.31
	21 ก.ค. 49	30	-	6.9	6	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	29	1.12	7.2	4.5	382	6.67	1.7	3.05	192	57	1.56

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	ว/ด/ป	พารามิเตอร์										
		อุณหภูมิ	ฟอสเฟต	ดีโอ	บีโอดี	EC	pH	แอมโมเนีย	TKN	TDS	คลอไรด์	SAR
		(°C)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
คลองประดู่	20 เม.ย. 49	-	-	9.1	0.8	-	-	-	-	-	-	-
(วัดแก้วเจริญ)	30 เม.ย. 49	-	-	9.2	0.7	-	-	-	-	-	-	-
	19 มิ.ย. 49	31	0.83	-	-	388	7.21	4.8	19.41	271.6	35.5	0.82
	5 ก.ค. 49	29	0.65	-	-	156	7.28	0.35	2.91	77.6	25	0.34
	21 ก.ค. 49	30	-	7.1	2	-	-	-	-	-	-	-
	16 ส.ค. 49	30	0.67	7.2	2.5	226	6.82	1.65	8.14	113	18.5	0.71

ตารางผนวกที่ จ2 ข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองประคูระหว่างวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	พารามิเตอร์						
			อุณหภูมิ (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	ความเค็ม		
							EC mS/cm	TDS (mg/l)	SAR
Upstream (แนวกันน้ำเค็มบ้านนา)	0+0.00	21 ก.พ.2550	31.0	7.535	7.550	7.800	6.650	3990	23.481
		28 ก.พ.2550	27.0	6.990	3.000	14.100	5.850	3510	27.523
		7 มี.ค. 2550	30.0	7.356	6.750	3.000	1.375	825	14.124
		22 มี.ค. 2550	31.5	7.465	7.200	4.200	1.775	1065	18.613
		26 เม.ย. 2550	31.5	7.565	4.300	6.000	0.950	570	35.383
		10 พ.ค. 2550	32.0	6.625	2.250	18.000	0.550	330	7.748
		25 พ.ค. 2550	31.0	6.810	3.600	5.700	0.565	339	23.915
คลองระบายน้ำสาย 4R บรรจบคลองประคู	15+350	21 ก.พ.2550	31.0	7.985	8.400	5.100	2.300	1380	8.215
		28 ก.พ.2550	28.0	8.010	6.300	6.000	0.230	138	8.205
		7 มี.ค. 2550	30.0	7.685	8.300	4.500	0.775	465	9.853
		22 มี.ค. 2550	31.5	7.960	8.100	6.000	0.988	592.5	20.097
		26 เม.ย. 2550	32.0	8.515	10.350	8.100	1.900	1140	26.988

ตารางผนวกที่ จ2 (ต่อ)

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	พารามิเตอร์						
			อุณหภูมิ (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	ความเค็ม		SAR
							EC mS/cm	TDS (mg/l)	
คลองระบายน้ำสาย 4R	15+350	10 พ.ค. 2550	31.5	7.015	5.300	8.550	0.340	204	3.904
บรรจบคลองประคู		25 พ.ค. 2550	33.0	6.985	3.600	5.400	0.485	291	9.698
คลองระบายน้ำสาย 5R	17+0.00	21 ก.พ.2550	31.0	7.990	8.250	11.100	1.100	660	2.292
บรรจบคลองประคู		28 ก.พ.2550	28.5	7.525	2.750	7.650	0.468	280.5	8.829
		7 มี.ค. 2550	31.0	7.365	2.700	4.350	0.495	297	9.292
		22 มี.ค. 2550	30.0	7.745	5.300	3.450	0.430	258	17.657
		26 เม.ย. 2550	31.0	8.130	4.350	1.950	0.355	213	16.075
		10 พ.ค. 2550	30.0	7.030	3.300	9.900	0.395	237	5.462
		25 พ.ค. 2550	31.0	7.060	4.200	4.650	0.433	259.5	10.645
คลองระบายน้ำสาย 6R	18+870	21 ก.พ.2550	32.0	7.845	6.100	6.000	0.650	390	2.259
บรรจบคลองประคู		28 ก.พ.2550	29.5	7.485	3.300	5.700	0.495	297	8.716
		7 มี.ค. 2550	30.0	7.300	3.600	3.300	0.602	361.2	8.170

ตารางผนวกที่ จ2 (ต่อ)

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	พารามิเตอร์						
			อุณหภูมิ (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	ความเค็ม		SAR
							EC mS/cm	TDS (mg/l)	
คลองระบายน้ำสาย 6R	18+870	22 มี.ค. 2550	31.0	7.610	4.000	4.800	0.485	291	22.682
บรรจบคลองประคู		26 เม.ย. 2550	33.0	8.025	4.000	4.500	0.540	324	30.000
		10 พ.ค. 2550	31.0	6.915	2.000	8.100	0.560	336	6.130
		25 พ.ค. 2550	30.0	6.890	3.550	2.250	0.410	246	10.805
คลองระบายน้ำสาย 7R	25+030	21 ก.พ.2550	30.0	7.425	1.400	8.100	0.440	264	1.080
บรรจบคลองประคู		28 ก.พ.2550	28.5	7.550	4.000	4.950	0.247	148.2	6.874
		7 มี.ค. 2550	31.0	7.405	3.950	0.900	0.395	237	9.340
		22 มี.ค. 2550	29.0	7.610	4.000	6.300	0.295	177	20.801
		26 เม.ย. 2550	31.0	8.050	3.800	2.400	0.360	216	8.538
		10 พ.ค. 2550	32.0	6.925	3.700	7.800	0.410	246	6.066
		25 พ.ค. 2550	31.0	6.600	2.100	13.800	0.365	219	8.022

ตารางผนวกที่ จ2 (ต่อ)

ตำแหน่ง	กิโลเมตรที่	วันที่/เดือน/ปี	พารามิเตอร์						
			อุณหภูมิ (°C)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	ความเค็ม		SAR
							EC mS/cm	TDS (mg/l)	
Downstream (วัดแก้วเจริญ)	27+800	21 ก.พ.2550	30.0	7.655	5.550	4.800	0.380	228	7.068
		28 ก.พ.2550	29.0	7.640	4.800	4.050	0.265	159	7.667
		7 มี.ค. 2550	30.0	7.220	3.250	6.300	0.469	281.1	6.073
		22 มี.ค. 2550	29.0	7.590	4.300	3.000	0.285	171	25.160
		26 เม.ย. 2550	32.0	8.035	3.300	1.200	0.330	198	21.406
		10 พ.ค. 2550	31.0	6.925	2.100	6.150	0.390	234	5.912
		25 พ.ค. 2550	30.0	6.990	4.500	2.700	0.405	243	7.339

หมายเหตุ อุปสรรคด้านการเดินทางและการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ ทำให้ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลไม่สม่ำเสมอ ในที่นี้จึงพยายามเก็บข้อมูลในแต่ละเดือนให้ได้อย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อเป็นตัวแทนของสถานการณ์คุณภาพน้ำในเดือนนั้น



ภาพผนวกที่ จ1 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่ บ้านนา อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี (จุดเริ่มต้นคลองประดู่)



ภาพผนวกที่ จ2 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่ คลองทับแถบ



ภาพผนวกที่ จ3 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองวังมะนาว)



ภาพผนวกที่ จ4 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 4R (คลองคันไทร)



ภาพผนวกที่ จ5 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 4R (พื้นที่ปูน)



ภาพผนวกที่ จ6 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 5R (คลองปากท่อ)



ภาพผนวกที่ จ7 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 5R (วัดวันดาว)



ภาพผนวกที่ จ8 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 6R (SMP อาหารสัตว์)



ภาพผนวกที่ จ9 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 6R (ป่าข อบต.วัดยางงาม)



ภาพผนวกที่ จ10 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 7R (คลองห้วยกรวด)



ภาพผนวกที่ จ11 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่คลองระบายน้ำสาย 7R (วัดประดู่)



ภาพผนวกที่ จ12 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างที่ วัดแก้วเจริญ อ.วัดเพलग จ.ราชบุรี
(จุดสิ้นสุดคลองประดู่)

ภาคผนวก จ
ข้อมูลเกี่ยวกับสุกร

ตารางผนวกที่ ๓1 ข้อมูลฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา

ID	Name	tam_name	Amp_name	Prov_name	X	Y
1	ฟาร์มไก่	อ่างทอง	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	587178	1487746
2	โรงงาน					
	ผักกาดดอง	อ่างทอง	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	587890	1488262
3	ฟาร์มหมู	อ่างทอง	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	588047	1488432
4	ฟาร์มหมู	อ่างทอง	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	588473	1488540
5	ฟาร์มหมู	คูบัว	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	588988	1489165
6	ฟาร์มหมู	คูบัว	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	581238	1489427
7	ฟาร์มหมู	คูบัว	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	591330	1488961
8	ฟาร์มหมู	เกาะศาลพระ	วัดเพลง	ราชบุรี	591499	1488152
	(นายอรรถ)					
9	ฟาร์มหมู	คูบัว	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	590840	1486492
	(2 ฝั่งถนน)					
10	ฟาร์มหมู	บ่อกระดาน	ปากท่อ	ราชบุรี	588841	1485146
11	โรงงานทอผ้า	บ่อกระดาน	ปากท่อ	ราชบุรี	587682	1484729
12	โรงงาน	บ่อกระดาน	ปากท่อ	ราชบุรี	587840	1484147
	ผักกาดดอง					
13	โรงงาน	ป่าไก่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	588108	1483145
	อาหารสัตว์					
14	ฟาร์มหมู	ป่าไก่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	589015	1479628
15	หมู่บ้านจัดสรร	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	591949	1478988
16	ฟาร์มหมู	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	591537	1479641
17	ตลาดปากท่อ	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	591828	1478823
18	ฟาร์มหมู	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	593399	1478259
19	ฟาร์มหมู	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	593764	1476522
20	ฟาร์มหมู	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	593597	1476265
21	ฟาร์มหมู	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	589751	1476764
22	ฟาร์มหมู	ปากท่อ	ปากท่อ	ราชบุรี	590081	1475566

ตารางผนวกที่ ๑1 (ต่อ)

ID	Name	Tam_name	Amp_name	Prov_name	X	Y
23	โรงงานเพชรบุรี สตึกเกอร์	ห้วยโรง	เขาย้อย	เพชรบุรี	590400	1473423
24	โรงงานชูเปอร์ กรีฟ	ห้วยโรง	เขาย้อย	เพชรบุรี	590270	1473950
25	ฟาร์มหมู	ห้วยโรง	เขาย้อย	เพชรบุรี	591163	1472413
26	ฟาร์มหมู	ห้วยโรง	เขาย้อย	เพชรบุรี	591163	1472413
27	บ.ไทย นอนูเว่น จำกัด	ห้วยโรง	เขาย้อย	เพชรบุรี	590480	1472493
28	CAL-COMP ELECTRONICS	เขาย้อย	เขาย้อย	เพชรบุรี	589310	1466596
29	ฟาร์มหมู	เขาย้อย	เขาย้อย	เพชรบุรี	590938	1458162
30	บ. ไคร์ ฟู	เขาย้อย	เขาย้อย	เพชรบุรี	590982	1456785
31	บ. โกรเบสท์ คอรั โพเรชั่น จำกัด	เขาย้อย	เขาย้อย	เพชรบุรี	592280	1454289
32	ฟาร์มหมู	วังตะโก	เมืองราชบุรี	เพชรบุรี	594927	1452027
33	FLY NOW	ด้นมะพร้าว	เมืองราชบุรี	เพชรบุรี	593346	1452390
34	โรงงาน	ด้นมะพร้าว	เมืองราชบุรี	เพชรบุรี	592472	1453084
35	ฟาร์มหมู	หนองปรัง	เขาย้อย	เพชรบุรี	590136	1457029
36	ฟาร์มหมู บ. นันยางแปบรีค	ทับคาบ	เขาย้อย	เพชรบุรี	589612	1459749
37	จำกัด	ทับคาบ	เขาย้อย	เพชรบุรี	589739	1461671
38	บ. บิชอฟ กัมมา (ประเทศไทย) จำกัด	สระพัง	เขาย้อย	เพชรบุรี	589089	1467397
39	บ. ไทยลักซ์เอ็น เตอร์ไพรส์ จำกัด	บางเค็ม	เขาย้อย	เพชรบุรี	587247	1468790
40	ฟาร์มหมู	บางเค็ม	เขาย้อย	เพชรบุรี	587733	1468950

ตารางผนวกที่ ๓1 (ต่อ)

ID	Name	tam_name	Amp_name	Prov_name	X	Y
41	ฟาร์มหมู	บางเค็ม	เขาชัย	เพชรบุรี	588073	1470109
42	บ. เอ็มเมอร์ลด์ นอนวุ่นอิต เตอร์เนชั่นแนล จำกัด	หนองชุมพล เหนือ	เขาชัย	เพชรบุรี	588895	1471777
43	ฟาร์มหมู ไพฑูรย์	หนองชุมพล เหนือ	เขาชัย	เพชรบุรี	587613	1472057
44	ฟาร์มหมู	บางเค็ม	เขาชัย	เพชรบุรี	588309	1467211
45	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	589493	1474693
46	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	589634	1474983
47	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	589088	1474841
48	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	588807	1474696
49	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	588456	1474649
50	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	588076	1474695
51	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	589837	1475588
52	ฟาร์มหมู	คอนทราย	ปากท่อ	ราชบุรี	588123	1477468
53	ฟาร์มหมู	คอนทราย	ปากท่อ	ราชบุรี	588088	1477452
54	ฟาร์มหมู	คอนทราย	ปากท่อ	ราชบุรี	584808	1477452
55	ฟาร์มหมู	คอนทราย	ปากท่อ	ราชบุรี	584808	1477452
56	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	584540	1475789
57	ฟาร์มหมู	วังมะนาว	ปากท่อ	ราชบุรี	584418	1476250
58	ฟาร์มหมู	คอนทราย	ปากท่อ	ราชบุรี	582702	1477249
59	บ. กาญจนา อาหารสัตว์	คอนทราย	ปากท่อ	ราชบุรี	583046	1477348
60	ฟาร์มหมู	คอนทราย	ปากท่อ	ราชบุรี	583151	1477530
61	ฟาร์มหมู	หนองกระทุ่ม	ปากท่อ	ราชบุรี	583113	1477608
62	นิพัฒน์ฟาร์ม	หนองกระทุ่ม	ปากท่อ	ราชบุรี	583148	1478038

ตารางผนวกที่ ๓1 (ต่อ)

ID	Name	tam_name	Amp_name	Prov_name	X	Y
63	ฟาร์มหมู	หนองกระทุ่ม	ปากท่อ	ราชบุรี	583980	1478858
64	ฟาร์มหมู	หนองกระทุ่ม	ปากท่อ	ราชบุรี	583683	1479600
65	ฟาร์มหมู	หนองกระทุ่ม	ปากท่อ	ราชบุรี	583633	1479191
66	ฟาร์มหมู	หนองกระทุ่ม	ปากท่อ	ราชบุรี	581644	1480528
67	ฟาร์มหมู	ทุ่งหลวง	ปากท่อ	ราชบุรี	580667	1481395
68	ฟาร์มหมู	ห้วยไผ่	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	581717	1494172
69	ฟาร์มหมู	ห้วยไผ่	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	580994	1493733
70	บ.ไทยเอกมัย ห้องเย็น จำกัด	อ่าทอง	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	586609	1488875
71	ปตร.ทับเทียม	แพรกหนามแดง	อัมพวา	สมุทร สงคราม	593653	1472058
72	โรงงาน ทำกุญแจ	แพรกหนามแดง	อัมพวา	สมุทร สงคราม	593962	1472546
73	ปตร.ประคู้	เขาชัย	เขาชัย	เพชรบุรี	593832	1462798

ที่มา: โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาราชบุรีฝั่งขวา (2549)

ตารางผนวกที่ ๑๒ ข้อมูลจำนวนสุกรจำแนกตามอำเภอในจังหวัดราชบุรี

อำเภอ	พื้นเมือง		สุกรพันธุ์				สุกรขุน		สุกรทั้งหมด	
	จำนวน (ตัว)	เกษตรกร (ครัวเรือน)	พ่อพันธุ์ (ตัว)	แม่พันธุ์ (ตัว)	ลูกสุกร (ตัว)	เกษตรกร (ครัวเรือน)	จำนวน (ตัว)	เกษตรกร (ครัวเรือน)	จำนวน (ตัว)	เกษตรกร (ครัวเรือน)
เมือง	23	10	335	12,069	164	35	115,855	49	128,446	93
จอมบึง	8,906	3	6,608	17,171	39,488	35	198,485	36	270,658	53
สวนผึ้ง	311	83	59	332	526	127	2,585	24	3,813	203
ดำเนินสะดวก	181	3	168	3,016	1,354	43	17,172	35	21,891	59
บ้านโป่ง	13,206	149	834	12,173	3,192	309	57,875	98	87,280	473
บางแพ	112	40	551	8,932	22,755	61	16,124	35	48,474	100
โพธาราม	32,540	67	12,630	34,350	112,719	152	273,426	218	465,665	367
ปากท่อ	29,074	13	1,879	57,794	103,841	66	387,183	59	579,771	104
วัดเพลง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กิ่งอำเภอบ้านคา	-	-	29	103	312	22	1,854	60	2,298	72
รวม	84,353	368	23,093	145,940	284,351	850	1,070,559	614	1,608,296	1,524

ที่มา: สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดราชบุรี (2549)

ภาคผนวก ข

มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

ตารางผนวกที่ ข1 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1. สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2. อุณหภูมิ (Water Temp.)		°ซ (°C)	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		-	ธ	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	-
4. ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/}	P ₂₀	มก./ล. (mg/l)	ธ	6.0	4.0	2.0	-
5. บีโอดี (BOD)	P ₈₀	มก./ล. (mg/l)	ธ	1.5	2.0	4.0	-
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P ₈₀	MPN/100 มล.	ธ	5,000	20,000	-	-
7. แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	P ₈₀	MPN/100 มล.	ธ	1,000	4,000	-	-
8. ไนเตรต (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	5.0	5.0	5.0	-
9. แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	0.5	0.5	0.5	-
10. ฟีนอล (Phenols)		มก./ล.	ธ	0.005	0.005	0.005	-
11. ทองแดง (Cu)		มก./ล.	ธ	0.1	0.1	0.1	-

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/}				
			ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
12.นิกเกิล (Ni)		มก./ล.	๓	0.1	0.1	0.1	-
13.แมงกานีส (Mn)		มก./ล.	๓	1.0	1.0	1.0	-
14.สังกะสี (Zn)		มก./ล.	๓	1.0	1.0	1.0	-
15.แคดเมียม (Cd)		มก./ล.	๓	0.005*	0.005*	0.005*	-
				0.05**	0.05**	0.05**	-
16.โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)		มก./ล.	๓	0.05	0.05	0.05	-
17.ตะกั่ว (Pb)		มก./ล.	๓	0.05	0.05	0.05	-
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)		มก./ล.	๓	0.002	0.002	0.002	-
19.สารหนู (As)		มก./ล.	๓	0.01	0.01	0.01	-
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)		มก./ล.	๓	0.05	0.05	0.05	-
21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
- ความแรงรังสีรวมแอลฟา (α)		เบกเคอเรล/ล.	๓	0.1	0.1	0.1	-
- ความแรงรังสีรวมเบตา (β)		เบกเคอเรล/ล.	๓	1.0	1.0	1.0	-

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/}				
			ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	๐	0.05	0.05	0.05	-
23.ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	๐	1.0	1.0	1.0	-
24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha BHC)		ไมโครกรัม/ล.	๐	0.02	0.02	0.02	-
25.ดิลดริน (Dieldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๐	0.2	0.2	0.2	-
26.อัลดริน (Aldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๐	0.1	0.1	0.1	-
27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีพอกไซด์ /ค (Heptachor & Heptachlor epoxide)		ไมโครกรัม/ล.	๐	0.2	0.2	0.2	-
28.เอนดริน (Endrin)		ไมโครกรัม/ล.	๐	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการ ตรวจสอบที่กำหนด			-

- หมายเหตุ 1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติและแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า
- 2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด
- ธ เป็นไปตามธรรมชาติ
- ธ' เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 3 ° ซ
- * ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มก./ลิตร
- ** ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป CaCO_3 เกินกว่า 100 มก./ลิตร
- °ซ องศาเซลเซียส
- P₂₀ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
- P₈₀ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
- ต่อเนื่อง
- ต่อเนื่อง
- มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร
- มล. มิลลิกรัม
- MPN เอ็ม พี เอ็น หมายถึง Most Probable Number

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537

มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

1. การกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ

มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นเป้าหมายในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมนี้จะต้องอาศัยหลักวิชาการ และหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี เกี่ยวข้อง

มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเป็นมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่ง ที่วัตถุประสงค์

1. เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์และมีความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

2. เพื่ออนุรักษ์ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้นำเสนอมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ 2 ฉบับ คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ต่อคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่งฯพณฯนายกรัฐมนตรี ในฐานะประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ลงนามเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2537

หลักการสำคัญในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ได้แก่ การกำหนดค่ามาตรฐานเพื่อรักษาคุณภาพน้ำ ให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์การจัดแบ่งลักษณะการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ และการกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

2. หลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่ได้จัดทำขึ้น มีหลักเกณฑ์ที่สำคัญดังนี้

2.1 ความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีที่แหล่งน้ำนั้น มีการใช้ประโยชน์หลายด้าน (Multi Purpose) โดยคำนึงถึงการใช้ประโยชน์หลักเป็นสำคัญ ทั้งนี้ระดับมาตรฐานจะไม่ขัดแย้งต่อการใช้ประโยชน์หลายด้านพร้อมกัน

2.2 สถานการณ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำหลักของประเทศและแนวโน้มของคุณภาพน้ำที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการพัฒนาด้านต่าง ๆ ในอนาคต

2.3 คำนึงถึงสุขภาพและความปลอดภัยของชีวิตมนุษย์และสัตว์น้ำส่วนใหญ่

2.4 ความรู้สึกพึงพอใจในการยอมรับระดับคุณภาพน้ำในเขตต่าง ๆ ของประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำหลักและของประชาชนส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตามการปรับปรุงค่ามาตรฐานในอนาคต จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของระดับการลงทุนและภาวะทางเศรษฐกิจในพื้นที่ลุ่มน้ำ ที่อยู่ในแผนการพัฒนาดลจดจนความเป็นไปได้ในเทคโนโลยีในการบำบัดของเสียและสารพิษจากแหล่งกำเนิดของเสียซึ่งได้แก่ กิจกรรมที่เกิดขึ้นจากการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วย

3. วัตถุประสงค์ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ

เพื่อเป็นแนวทางการรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่คงสภาพดีเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ และฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่เสื่อมโทรม หรือมีแนวโน้มของการเสื่อมโทรมให้มีสภาพดีขึ้น

4. เป้าหมายในการกำหนดมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

4.1 เพื่อให้มีการจัดทำแบ่งประเภทแหล่งน้ำโดยมีมาตรฐานระดับที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ

4.2 เพื่อให้มีมาตรฐานคุณภาพน้ำและวิธีการตรวจสอบที่เป็นหลักสำคัญการวางโครงการต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงถึงแหล่งน้ำเป็นสำคัญ

4.3 เพื่อรักษาคุณภาพแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นต้นน้ำลำธารให้ปราศจากการปนเปื้อนจากกิจกรรมใด ๆ ทั้งสิ้น

5. แหล่งน้ำผิวดินได้แบ่งการใช้ประโยชน์ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

5.1 ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่สภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์ เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
2. การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

5.2 ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

3. การประมง

4. การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

5.3 ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

2. การเกษตร

5.4 ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

2. การอุตสาหกรรม

5.5 ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวดวงนภา วานิชสรรพ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 11 สิงหาคม 2525
สถานที่เกิด	อุตรดิตถ์
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมดินและน้ำ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนคุณภาพงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีการศึกษา 2550