คุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตรกรรม : กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นิษา คุ้ยทรัพย์[1] ณัฏฐา หังสพฤกษ์[2] และวนิดา ชูอักษร[3]

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต), ปทุมธานี 12120

โทร/โทรสาร 02-5644481

Email : [1]nisaa25@hotmail.com, [2]n_hungspreug@yahoo.com, [3]chooaksorn@yahoo.com

บทคัดย่อ: *การศึกษาคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตรกรรมในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำนองช่วงฤดูน้ำหลาก ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำ ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว เดือนมกราคม 2551 จากค่าเฉลี่ยพบว่าในคลองส่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) เท่ากับ 7.14 และ 1.15 mg/l สูงกว่าคลองระบายน้ำซึ่งมีค่า 3.09 และ 0.97 mg/l สำหรับปริมาณความขุ่น การนำไฟฟ้า (EC) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งแขวนลอย (TSS) ของแข็งละลายน้ำ (TDS) ในคลองส่งน้ำมีค่า 29.77 NTU, 256.56 □s/cm, 158.11 mg/l, 29.67 mg/l, 128.44 mg/l ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคลองระบายน้ำมีค่าเท่ากับ 41.46 NTU, 405.12 □s/cm, 234.8 mg/l , 37.10 mg/l, 197.7 mg/l ตามลำดับ ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ ในคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำมีค่าใกล้เคียงกันได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) อุณหภูมิ ฟอสเฟต (PO^{3-}_4) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3 -N) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO^-_3–N) มีค่า 7.33-7.75, 26.15-27.59 ^oC , 0.18-0.19 mg/l, 0.91-0.94 mg/l, 0.11-0.13 mg/l ในขณะที่ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความขุ่น การนำไฟฟ้า (EC) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งแขวนลอย (TSS) ของแข็งละลายน้ำ (TDS) เมื่อเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรมแล้วทำให้คุณภาพน้ำลดลง ส่วนค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) นั้นทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น สำหรับความเป็นกรด-เบส (pH) อุณหภูมิ ฟอสเฟต (PO^{3-}_4) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3 -N) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO^-_3–N) คุณภาพน้ำก่อนเข้าและหลังออกจากพื้นที่การเกษตรมีค่าไม่แตกต่างกัน คุณภาพน้ำในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาลอยู่ในเกณฑ์พอใช้และเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม ด้านการศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำพบว่าในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 67.19 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน 3 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตรได้ สำหรับในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 58.24 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาลมีค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพน้ำ 58.86 คะแนน เมื่อเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม*

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำ ภาคเกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการใช้น้ำได้เกิดขึ้น ซึ่งเกิดมาจากปัจจัยที่สำคัญซึ่งเกิดมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ เพิ่มมากขึ้น เช่น การใช้น้ำเพื่ออุปโภคและบริโภค การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว เป็นต้น ปัญหาอีกประการที่สำคัญของทรัพยากรนอกจากปัญหาเกี่ยวกับปริมาณน้ำแล้วยังมีปัญหาคุณภาพน้ำ ได้แก่ มลพิษทางน้ำที่ทราบแหล่งกำเนิดมลพิษ เช่นน้ำเสียภาคชุมชน ภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น และไม่ทราบแหล่งกำเนิด และแหล่งมลพิษที่ไม่ทราบแหล่งที่มาที่แน่นอนเป็นเหตุทำให้แม่น้ำในประเทศไทยเกิดวิกฤตจากการใช้น้ำประเภทต่างๆ จะพบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปในการเกษตรกรรม ซึ่งเป็นแหล่งน้ำไม่ทราบแหล่งกำเนิดจะมากกว่าการใช้น้ำด้านอื่นๆ เสมอ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543; Simachaya, 2002) น้ำที่ถูกใช้ไปในการเกษตรส่วนใหญ่เป็นน้ำที่ได้มาจากการชลประทาน ซึ่งจะมีคลองส่งน้ำเพื่อจำหน่ายน้ำไปยังพื้นที่ต่างๆ ที่ทำการเกษตร น้ำในที่เก็บกักและในคลองส่งเรียกว่า น้ำชลประทาน (irrigation water) เมื่อน้ำชลประทานถูกนำไปใช้ในการเกษตรกรรม น้ำบางส่วนไหลกลับสู่แหล่งน้ำที่ต่ำกว่า นั่นคือ คลองระบายน้ำ น้ำมวลนี้เรียกว่า น้ำชลประทานไหลกลับ (irrigation water return flow) และมวลน้ำนี้ที่อาจทำให้เกิดปัญหามลพิษเพราะคุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และหากคุณภาพน้ำในคลองระบายน้ำดีพอก็สามารถนำน้ำมาใช้ได้อีกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ การศึกษาคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตรกรรมในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล ซึ่งเป็นโครงการพื้นที่แก้มลิง เพื่อรับน้ำนองในฤดูน้ำหลากช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน และเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนธันวาคม-มกราคม ซึ่งน้ำลดเป็นปกติแล้ว เพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของสภาพน้ำในพื้นที่ และนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางในการบริหารจัดการโดยเฉพาะการใช้น้ำจากคลองระบายน้ำเพื่อให้มีการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

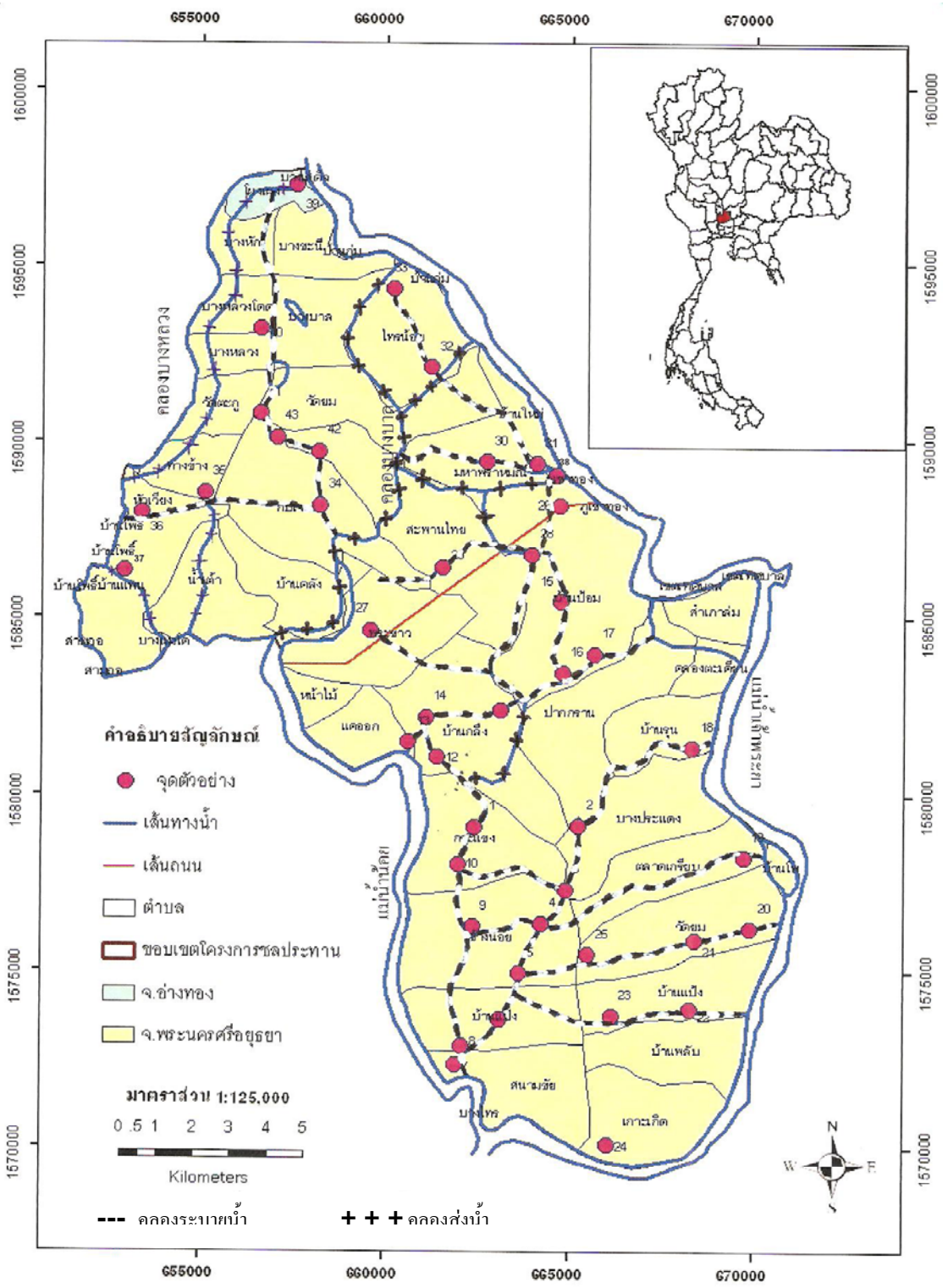
2. วิธีการศึกษา

2.1 พื้นที่การศึกษา

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล มีพื้นที่ราบลุ่มผืนใหญ่ ล้อมรอบด้วยแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำน้อย พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอบางบาล อำเภอเสนา อำเภอบางไทร อำเภอบางปะอิน อำเภออยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และมีบางส่วนอยู่ในเขตอ.ป่าโมก จ.อ่างทอง รวมเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 170,000 ไร่ สภาพของทุ่งบางบาลนั้นนอกจากจะมีแม่น้ำล้อมรอบ 2 สาย โดยเริ่มตั้งแต่คลองบางโผงเผง (บางหลวง) ซึ่งแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่บ้านโผงเผง อำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง แล้วไหลลงทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปบรรจบกับแม่น้ำน้อยที่ อำเภอเสนา จากนั้นก็ไหลเรื่อยมาจนถึง อำเภอบางไทร ซึ่งเป็นที่ที่แม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำน้อยบรรจบกัน และในท้องทุ่งนี้ยังถูกแบ่งออกเป็น 2 ตอน เนื่องจากตอนบนของทุ่งมีคลองบางบาล ซึ่งแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่วัดจุฬามณีไหลผ่านที่ตั้งตัวอำเภอ ไปบรรจบกับแม่น้ำน้อยที่บ้านสีกุกในลักษณะที่ขนานไปกับคลองบางโผงเผง (บางหลวง) โครงการฯบางบาลเป็นโครงการชลประทานประเภทสูบน้ำถาวร หัวงานตั้งอยู่ที่ อำเภอพระนครศรีอยุธยา ลักษณะงานประกอบด้วย พร้อมติดตั้งเครื่องสูบน้ำด้วยระบบไฟฟ้า ระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำและคันกั้นน้ำ งานก่อสร้างโรงสูบน้ำ โดยมีโรงสูบน้ำเข้าพื้นที่โครงการทั้งหมด 12 แห่ง (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล, 2550)

2.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การศึกษาการคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากภาคเกษตรกรรม กรณีศึกษาโครงการชลประทานบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านกายภาพและคุณภาพน้ำโดยการสุ่มตัวอย่างจาก 43 จุด (ภาพที่ 1) ครอบคลุมพื้นที่ชลประทานทั้งคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำเป็นช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว มีการระบายน้ำในนาลงสู่คลองระบายน้ำ



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (พ.ศ. 2551)

2.3 การวิเคราะห์

2.3.1 วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งทางด้านกายภาพและด้านคุณภาพน้ำ ตัวอย่างน้ำที่วิเคราะห์ในทันทีในภาคสนาม คือ ความเป็นกรด-เบส (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความขุ่น (turbidity) อุณหภูมิของน้ำ (temperature) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐาน สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ตารางที่ 1) (American Public Association, American Water Works Association and Water Environment Federation,1998) คือ ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ตะกอนแขวนลอย (TSS) ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS)

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนของการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์ (Parameter)	วิธีวิเคราะห์ (Measurement Method)
ความเป็นกรด-เบส (pH)	pH meter
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	Azide Modification
ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	Azide Modification DO และ DO final
แอมโมเนีย- ไนโตรเจน (NH_3-N)	Nesslerization
ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO^-_3-N)	Cadmium Reduction Method
ฟอสเฟต (PO^{3-}_4)	Ascorbic Method
ความขุ่น (Turbidity)	Turbidimeter
การนำไฟฟ้า (EC)	Conductivity meter
ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS)	TDS meter
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS)	โดยวิธีทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 ^oC
ของแข็งแขวนลอย (SS)	Glass Fiber Filter อบที่ 103-105 ^oC
อุณหภูมิ (Temperature)	Thermomiter

หมายเหตุ: วิธีวิเคราะห์อ้างอิงตาม American Public Association, American Water Works Association and Water Environment Federation,1998

2.3.2 วิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index :WQI)

การศึกษาครั้งนี้ได้นำสมการดัชนีคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตร (พื้นที่เพาะปลูก) (ภัทรวดี สุดชา, 2551) ในโครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ จังหวัดอุทัยธานี มาใช้ในการคำนวณ โดยขั้นตอนการจัดทำดัชนีคุณภาพน้ำแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. พิจารณาเลือกและกำหนดระดับความสำคัญ (Significant level)
2. การหาน้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์
3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคุณภาพน้ำกับค่าต่างๆ ของพารามิเตอร์

4. การประมวลคุณภาพน้ำมาเป็นค่า WQI เพื่อให้เป็นดัชนีที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตร (พื้นที่เพาะปลูก) ดังสมการที่ 1

$$WQI = \sum_{i=1}^{n} w_i I_i \qquad (1)$$

เมื่อ WQI คือ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตร (พื้นที่เพาะปลูก)

w_i คือ น้ำหนักตามระดับสำคัญของแต่ละพารามิเตอร์ (i = 1 ถึง n)

I_i คือ ค่าที่ได้จากสมการดัชนีย่อยของแต่ละพารามิเตอร์ (i = 1 ถึง n)

n คือ คุณภาพน้ำที่ใช้คำนวณทั้งหมด

การคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตรกรรม โดยใช้สมการของภัทรวดี สุดชา (2551) ดังสมการที่ 2

$$WQI\ (Agr_{10}) = 0.132\ (pH) + 0.113\ (PO_4^{3-}) + 0.113\ (NO_3^{-}) + 0.107\ (BOD) + 0.106\ (DO) + 0.106\ (NH_3) + 0.087\ (EC) + 0.082\ (SS) + 0.078\ (TS) + 0.076\ (Tur) \qquad (2)$$

เมื่อ $WQI\ (Agr_{10})$ คือ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากภาคเกษตรกรรม

5. นำคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำ

เมื่อได้คะแนนดัชนีคุณภาพน้ำโดยคำนวณจากสมการดัชนีคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เกษตร (พื้นที่เพาะปลูก) ของภัทรวดี สุดชา (2551) แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษ (2545) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

ช่วง WQI	ระดับค่า WQI	เทียบได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำประเภท
0-30	เสื่อมโทรมมาก	5
31-60	เสื่อมโทรม	4
61-70	พอใช้	3
71- 90	ดี	2
91-100	ดีมาก	1

3. ผลการศึกษา

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

ความเป็นกรด-เบส (pH) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.57 บ้านโผงเผง (BB39) มีค่าสูงสุด 7.69 และบ้านหัวเวียง (BB 36) มีค่าน้อยที่สุด 7.45 ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 7.33 คลองชุมแสง (BB22) มีค่าที่สุด 7.72 และบ้านกลึง1(BB 01) มีค่าต่ำสุด 6.84 ภาสกร สัทธานนท์ (2542) กล่าวว่า การที่ค่าความเป็นกรด - เบสมีค่าแตกต่างกันอาจ

เป็นได้ว่าเนื่องจากสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการชะล้างของดิน แต่มีความผันแปรกันน้อยมากในช่วงการเตรียมแปลง ระหว่างการเพาะปลูกและ ระหว่างการเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 2, ก)

การนำไฟฟ้า (EC) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 256.56 µs/cm โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าสูงสุด 291.67 µs/cm และบ้านหัวเวียง (BB36) มีค่าน้อยสุด 236 µs/cm ในคลองระบายน้ำมีเฉลี่ย 405.12 µs/cm บ้านภูเขาทอง1 (BB26) มีค่ามากสุด 987 µs/cm จุดเก็บตัวอย่างน้ำนิ่งมีปริมาณน้ำน้อยมาก น้ำมีสีเขียวปนเหลือง บริเวณผิวน้ำมีไข่หนอนแดงซึ่งพบได้ในแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง พื้นที่ข้างเคียงเป็นชุมชนและวัด และบางหลวงโดด (BB40) มีค่าน้อยสุด 275 µs/cm ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าแสดงถึงการแตกตัวของประจุของสารเคมีในน้ำ (ภาพที่ 2, ข)

อุณหภูมิน้ำ (Temperature)ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 27.59 ^{o}C บ้านโผงเผง (BB39) มีค่าสูงสุด 29.07 ^{o}C โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าน้อยสุด 26.80 ^{o}C ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 26.15 ^{o}C บ้านไทยน้อย (BB32) มีค่ามากสุด 29.10 ^{o}C และบ้านพระขาว (BB27) มีค่าน้อยสุด 23.57 ^{o}C อุณหภูมิน้ำไม่แตกต่างกันจากมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินกำหนดค่าอุณหภูมิให้เป็นไปตามธรรมชาติและอุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำในประเทศไทยอยู่ระหว่าง 20 - 35 ^{o}C (เกษม จันทร์แก้ว, 2525) (ภาพที่ 2, ค)

ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 7.14 mg/l บ้านโผงเผง (BB39) มีค่ามากสุด 8.30 mg/l จุดเก็บตัวอย่างอยู่ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณรอบๆ มีบ้านเรือนและหญ้าขึ้นริมคลอง และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าน้อยสุด 5.65 mg/l ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.09 mg/l บ้านไทยน้อย (BB32) มีค่ามากสุด 9.33 mg/l และบ้านภูเขาทอง1(BB26) มีค่าน้อยสุด 0.73 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำนิ่งมีปริมาณน้ำน้อยมาก น้ำมีสีเขียวปนเหลือง พื้นที่ข้างเคียงเป็นชุมชนและวัด (ภาพที่ 2, ง)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 1.15 mg/l บ้านหัวเวียง (BB36) มีค่ามากสุด 1.82 mg/l เป็นน้ำสูบมาจากคลองบางหลวงซึ่งแยกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาไหลมายังจุดเก็บ น้ำขุ่น รอบคลองมีหญ้าขึ้นรก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าน้อยสุด 0.22 mg/l ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 0.97 mg/l บ้านไทยน้อย (BB32) มีค่ามากสุด 4.70 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำเป็นคลองระบายน้ำ น้ำนิ่งตื้นเขิน มีตะไคร่น้ำริมคลอง และวัดยม2 (BB21) มีค่าน้อยสุด 0.10 mg/l (ภาพที่ 2, จ)

ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO^{-}_{3}-N) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 0.13 mg/l บ้านโผงเผง (BB39) มีค่ามากสุด 0.20 mg/l และ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) ไม่พบค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 0.11 mg/l บ้านกลึง 3 (BB14) มีค่ามากสุด 0.32 mg/l และวัดยม5 (BB43) ไม่พบค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ไนเตรทเป็นสารตัวสุดท้ายจากการออกซิเดชันของไนโตรเจน ส่วนใหญ่มาจากสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อย และปุ๋ย (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2547) และในแหล่งน้ำธรรมชาติจะพบกำหนดค่าไนเตรทไนโตรเจนประมาณ 0. 3 mg/l ถ้าในแหล่งน้ำที่มีไนเตรทมากอาจทำให้เกิดการเพิ่มประชากรของพืชน้ำอย่างรวดเร็ว (ยูโทรฟิเคชัน) สำหรับการใช้มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการเกษตร กำหนดค่าไนเตรทไนโตรเจนว่า ไม่เกินกว่า 5 mg/l (ภาพที่ 2, ฉ)

ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (PO^{3-}_{4}) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 0.19 mg/l โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่ามากสุด 0.20 mg/l ด้านข้างจุดเก็บมีบ้านเรือนและกระชังเลี้ยงปลา และบ้านโผงเผง (BB39) มีค่าน้อยสุด 0.18 mg/l ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 mg/l บ้านภูเขาทอง2 (BB31) มีค่ามากสุด 1.95 mg/l บริเวณจุดเก็บ

ตัวอย่างมีการปล่อยน้ำจากพื้นที่นาลงคลองระบายน้ำ และวัดยม2 (BB21) มีค่าน้อยสุด 0.11 mg/l ไม่มีแหล่งชุมชนที่ตั้งในเขตใกล้ ๆ พื้นที่คลอง มีพืชที่ขึ้นตามสองฝั่งคลองตลอดความยาวและหนาแน่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พอใจ ศรีสุวัฒนาสกุล (2549) ที่พบว่าพืชน้ำเหล่านี้อาจนำฟอสเฟตไปใช้ในการเจริญเติบโต เมื่อข้ามถนนดินแดงทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าวออกรวงสีเหลืองผืนใหญ่ ที่รอการเก็บเกี่ยว ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ายังไม่มีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ส่งผลต่อการพัดพาตะกอนต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ค่าฟอสเฟต - ฟอสฟอรัสต่ำ (ภาพที่ 2, ช)

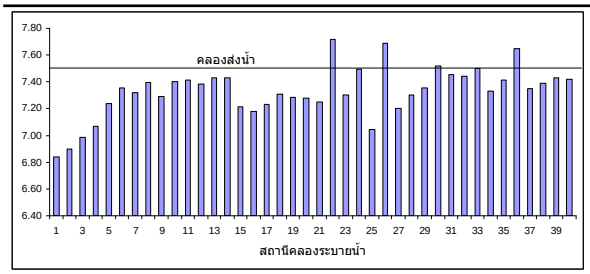
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3 -N) ในคลองระบายมีค่าเฉลี่ย 0.91 mg/l บ้านโผงเผง (BB39) มีค่าสูงสุด 1.32 mg/l และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าน้อยสุด 0.32 mg/l ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 0.18 mg/l บ้านภูเขาทอง2 (BB31) มีค่ามากสุด 1.95 mg/l และบ้านภูเขาทอง1 (BB26) มีค่าน้อย 0.08 mg/l เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2533) และ พอใจ ศรีสุวัฒนาสกุล (2549) กล่าวว่า แหล่งน้ำที่ปริมาณน้ำมากและแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ มีโอกาสสูงที่ทำให้เกิดการเจือจางความเข้มข้นของแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (ภาพที่ 2, ซ)

ความขุ่น (Turbidity) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 29.77 NTU โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล(BB38) มีค่าสูงสุด 45.5 NTU และบ้านหัวเวียง (BB36) มีค่าน้อยที่สุด 16 NTU ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 41.46 NTU คลองระบายใหญ่บางบาล3 (BB29) มีค่ามากสุด 170 NTU ช่วงที่เก็บตัวอย่างน้ำเป็นช่วงการระบายน้ำออกจากพื้นที่นา การจับสัตว์น้ำ เช่น ปลา กุ้ง นอกจากนี้ยังมีการเลี้ยงเป็ดไล่ทุ่ง รอบๆบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง จึงทำให้น้ำในคลองขุ่นมาก และวัดยม3 (BB25) มีค่าต่ำสุด 3.5 มีพืชน้ำขึ้นหนาแน่นมาก ไม่มีการทำกิจกรรมใดๆ กับน้ำในคลอง ทำให้ตะกอนดินหรือตะกอนต่างๆที่ไหลมากับน้ำตกลงสู่พื้นท้องน้ำ (ภาพที่ 2, ฌ)

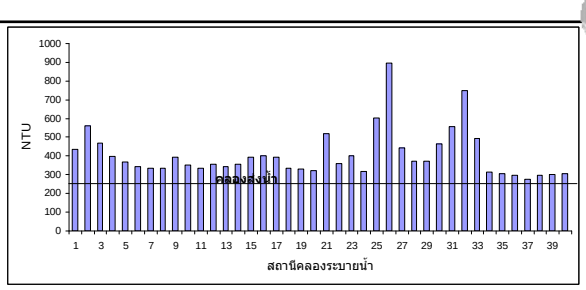
ของแข็งทั้งหมด (TS) ในคลองส่งน้ำเฉลี่ย 158.11 mg/l โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าสูงสุด 189 mg/l ด้านข้างจุดเก็บมีบ้านเรือนกระชังเลี้ยงปลาในแม่น้ำ และบ้านหัวเวียง (BB38) มีค่าน้อยสุด 142 mg/l ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 234.8 mg/l บ้านไทยน้อย (BB32) มีค่ามากสุด 442.67 mg/l จุดเก็บตัวอย่างมีน้ำปริมาณน้ำน้อยและมีการระบายน้ำจากนาทำให้น้ำมีสีขุ่น พื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่โล่งไม่มีต้นไม้ จึงทำให้มีปริมาณของแข็งมาก และตลาดเกรียบ (BB19) มีค่าน้อยสุด 130 mg/l (ภาพที่ 2, ญ)

ของแข็งแขวนลอย (TSS) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 29.67 mg/l โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าสูงสุด 42.00 mg/l และบ้านโผงเผง (BB39) มีค่าน้อยสุด 22.00 mg/l ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 37.1 mg/l บ้านไทยน้อย (BB32) มีค่ามากสุด 165 mg/l จุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณน้ำน้อยและมีการระบายน้ำจากนา พื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่โล่งไม่มีต้นไม้ และคลองเป็นคลองดินมีการพังทลายของดิน ซึ่งสอดคล้องกับ นิพนธ์ ตั้งธรรม (2527) ที่กล่าวว่าเมื่อความลาดเทมากขึ้น อัตราการพังทลายดินก็มากขึ้น เกิดการแตกตัวของเม็ดดินและง่ายต่อการพัดตะกอนลงสู่แหล่งน้ำ และจากลักษณะของพื้นที่ระดับของน้ำจากคลองระบายและคลองส่งน้ำมีระดับน้ำเดียวกัน การพังของตลิ่งคลองส่งน้ำอาจเป็นปัจจัยในการเพิ่มของแข็งแขวนลอยในแหล่งน้ำ และบ้านช้างน้อย (BB04) มีค่าน้อยสุด 3 mg/l น้ำบริเวณรอบๆ จุดเก็บใสมาก สามารถมองเห็นพื้นท้องน้ำได้ (ภาพที่ 2, ฎ)

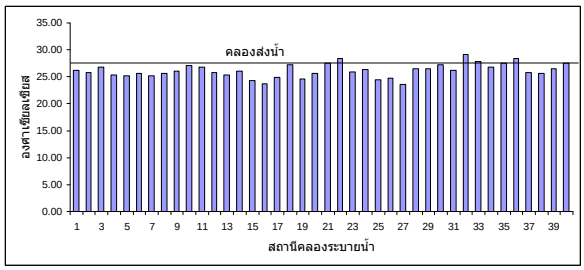
ของแข็งละลายน้ำ (TDS) ในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 128.44 mg/l โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (BB38) มีค่าสูงสุด 147.00 mg/l และบ้านหัวเวียง (BB36) มีค่าน้อยสุด 117.00 mg/l ในคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 197.90 mg/l บ้านภูเขาทอง1(BB26) มีค่ามากสุด 442.67 mg/l จุดเก็บตัวอย่างน้ำนิ่งมีปริมาณน้ำน้อยมาก น้ำมีสีเขียวปนเหลือง บริเวณโดยรอบเป็นชุมชนและวัด และบ้านขุน (BB18) มีค่าน้อยสุด 116 mg/l (ภาพที่ 2, ฏ)



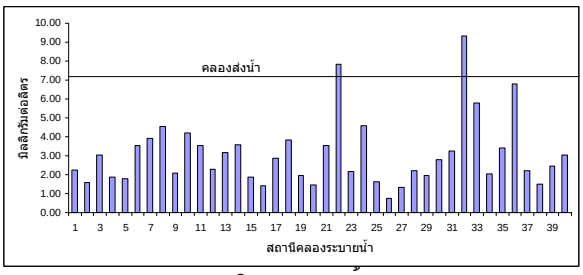
(ก) ความเป็นกรด-เบส (pH)



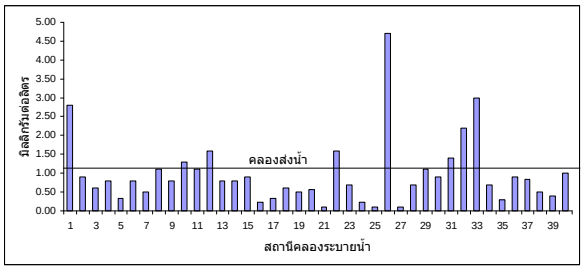
(ข) การนำไฟฟ้า (EC)



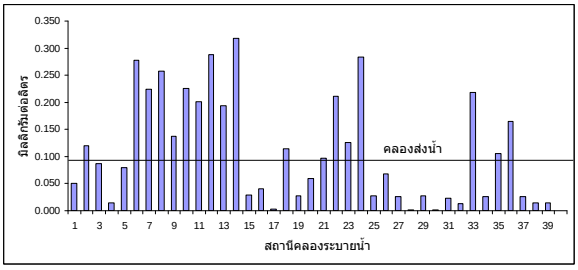
(ค) อุณหภูมิ (Temperature)



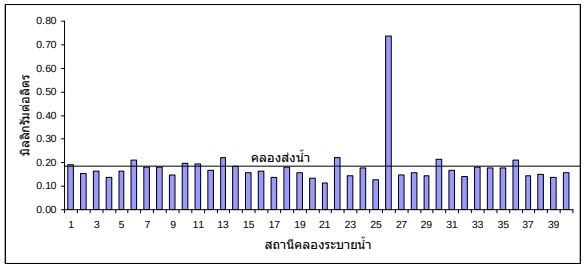
(ง) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)



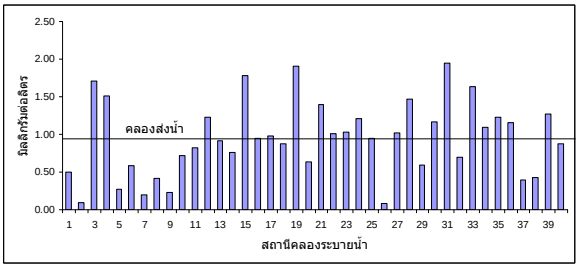
(จ) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)



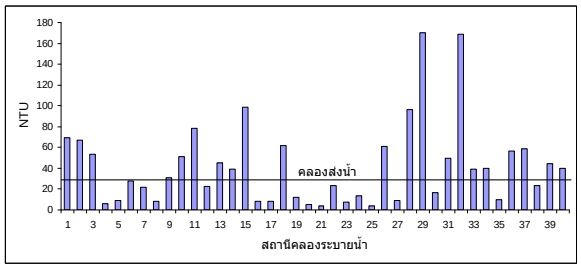
(ฉ) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NH_3 -N)



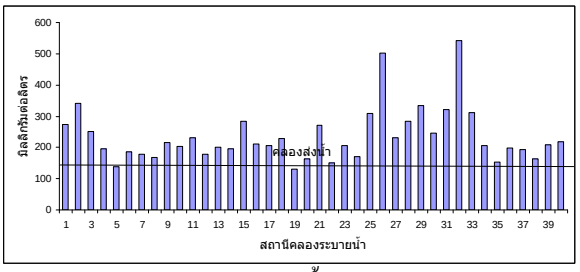
(ช) ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (PO^{3-}_4)



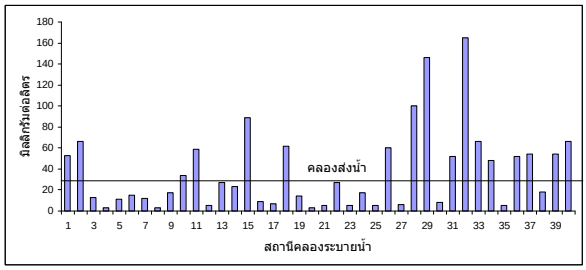
(ซ) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3 -N)



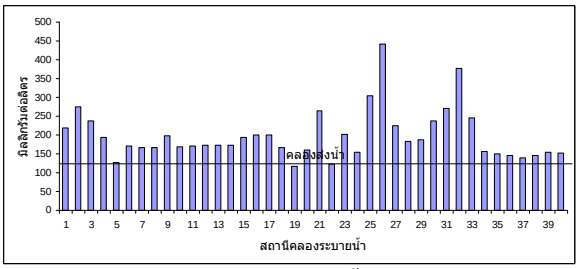
(ฌ) ความขุ่น (Turbidity)



(ญ) ของแข็งทั้งหมด (TS)



(ฎ) ของแข็งแขวนลอย (TSS)



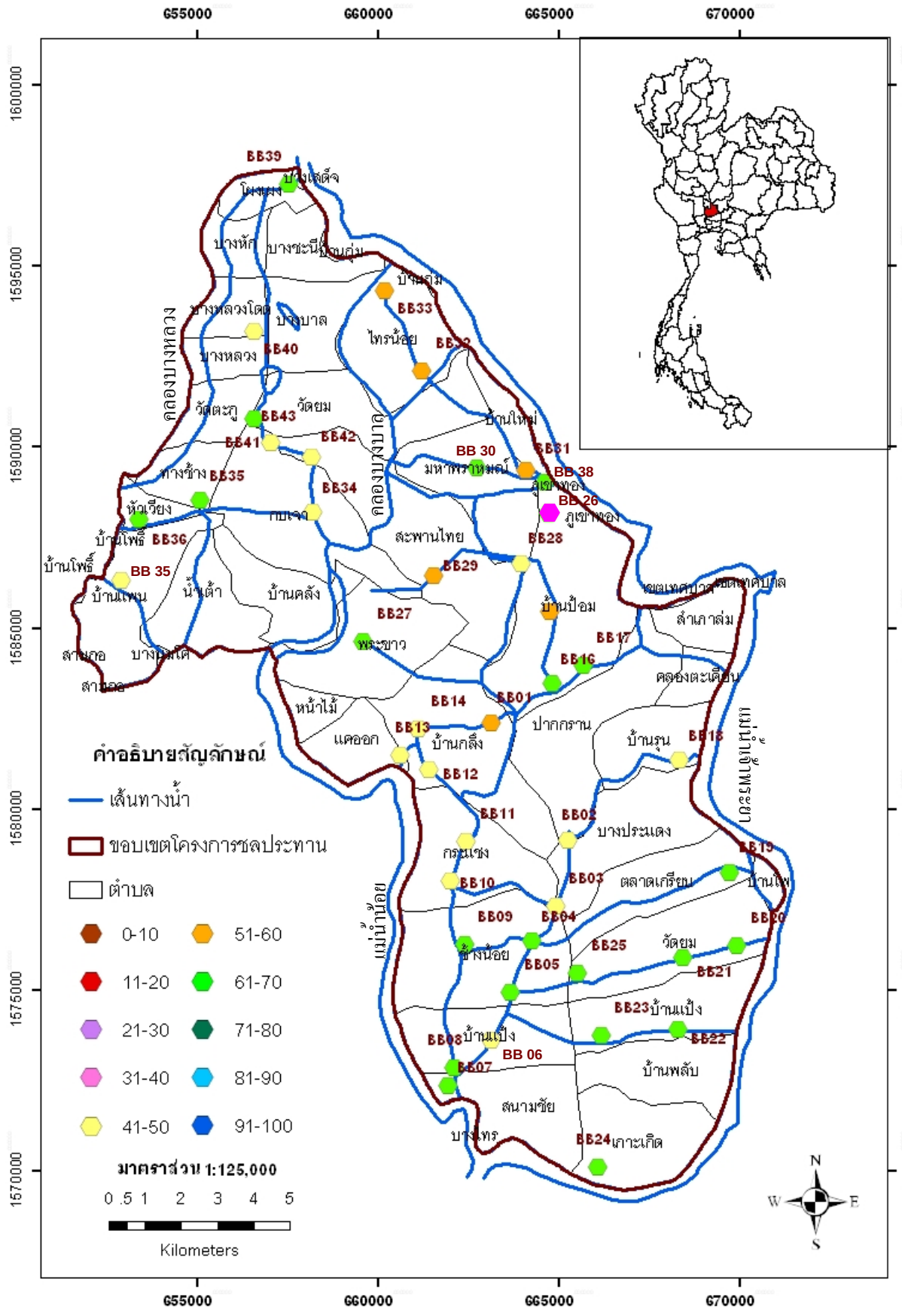
(ฏ) ของแข็งละลายน้ำ (TDS)

ภาพที่ 2 คุณภาพน้ำในคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำ (พ.ศ. 2551)

3.2 ดัชนีคุณภาพน้ำจากพื้นที่เกษตร (พื้นที่เพาะปลูก)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการดัชนีคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากภาคเกษตรกรรมมีทั้งหมด 10 พารามิเตอร์ คือค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความขุ่น (turbidity) อุณหภูมิของน้ำ (temperature) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ส่วนพารามิเตอร์ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) ออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ตะกอนแขวนลอย (TSS) ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS) จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 2 พบว่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำในคลองส่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 67.84 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 3 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร ส่วนคลองระบายน้ำมีค่าเฉลี่ย 58.24 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม คลองระบายบางบาล4 (BB07) อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีค่าสูงสุด 69.5 คะแนน ลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างเป็นคลองระบายน้ำ มีปริมาณน้ำมาก น้ำไหลเร็ว คลองติดกับบ้านเรือนและนาข้าวที่ออกรวงเหลือง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 3 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร และบ้านภูเขาทอง1 (BB26) อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีค่าต่ำสุด 35.26 คะแนน ลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างเป็นคลองระบายน้ำนิ่งมีปริมาณน้ำน้อยมาก น้ำมีสีเขียวปนเหลือง บริเวณโดยรอบเป็นชุมชนและวัด ซึ่งพารามิเตอร์ที่ทำให้ดัชนีคุณภาพน้ำที่ได้มีคะแนนต่ำสุด คือ ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และการนำไฟฟ้าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภท 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม

พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาลมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในช่วง 35.26 – 69.5 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ย 58.86 คะแนน เมื่อเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม



ภาพที่ 3 ดัชนีคุณภาพน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล (พ.ศ. 2551)

4. สรุปผลการทดลอง

4.1 คุณภาพน้ำ

ในคลองส่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) สูงกว่าคลองระบายน้ำ สำหรับปริมาณความขุ่น การนำไฟฟ้า (EC) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งแขวนลอย (TSS) ของแข็งละลายน้ำ (TDS) ในคลองส่งน้ำต่ำกว่าคลองระบายน้ำ ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ ในคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำมีค่าใกล้เคียงกันได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) อุณหภูมิ ฟอสเฟต (PO^{3-}_4) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3 -N) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO^-_3 –N) พารามิเตอร์ที่เข้าไปในพื้นที่การเกษตรแล้วทำให้คุณภาพน้ำลดลง ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความขุ่น การนำไฟฟ้า (EC) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งแขวนลอย (TSS) ของแข็งละลายน้ำ (TDS) ส่วนค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) นั้นมีคุณภาพน้ำดีขึ้น สำหรับความเป็น กรด-เบส (pH) อุณหภูมิ ฟอสเฟต (PO^{3-}_4) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3 -N) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO^-_3–N) คุณภาพน้ำก่อนเข้าและหลังออกจากพื้นที่การเกษตรมีค่าไม่แตกต่างกัน คุณภาพน้ำในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาลอยู่ในเกณฑ์พอใช้และเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม

4.2 ดัชนีคุณภาพน้ำจากพื้นที่เกษตร (พื้นที่เพาะปลูก)

ค่าดัชนีคุณภาพน้ำในคลองส่งน้ำคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 3 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร สำหรับในคลองระบายน้ำ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม คลองระบายบางบาล4 (BB07) อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 3 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร ส่วนสถานีบ้านภูเขาทอง1 (BB26) อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำต่ำสุดอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม สำหรับพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาลมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมและเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม

5. ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ในช่วงฤดูเพาะปลูก ฤดูการเก็บเกี่ยวและช่วงที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว และช่วงที่มีการผันน้ำเนื่องจากพื้นที่บางส่วนของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามีการผันน้ำเข้าพื้นที่นาข้าว เพื่อจะได้เห็นความเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลจากการทำเกษตรกรรม

2. จากพื้นที่ศึกษามีการปลูกข้าวไม่พร้อมกัน ทำให้ใส่สารปราบศัตรูพืชและวัชพืชไม่พร้อมกัน สารปราบศัตรูพืชและวัชพืชสะสมในน้ำจึงมีไม่มากนัก แต่ถ้ามีการปลูกข้าวพร้อมกันทั้งพื้นที่ควรมีการติดตามตรวจสอบสารปราบศัตรูพืชและวัชพืชอย่างใกล้ชิด

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณประเทือง จักรทอง ผู้อำนวยการโครงการ คุณวรวิทย์ บุณยเนตร ฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทานและเจ้าหน้าที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาลและทุกๆคน ที่ได้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกการเก็บตัวอย่างน้ำ ทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าของงานวิจัยทุกท่านที่ได้นำมาอ้างอิง

7. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ,2540. เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์.

เกษม จันทร์แก้ว, 2525. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. อักษรสยามการพิมพ์ กรุงเทพ.

คเนศ อภิกมลกุล , 2535. ศึกษาการพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางประกง.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการพัฒนาทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางบาล ปี พ.ศ. 2550.

นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2545. แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนใน พื้นที่ลุ่มน้ำ. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เบญจพล อินทรศรี, 2548. การใช้สัตว์พื้นท้องน้ำเป็นดัชนีประเมินคุณภาพน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543. แหล่งน้ำและปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535. กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.

พอใจ ศรีสุวัฒนาสกุล, 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยและความเข้มข้นของธาตุอาหาร (ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และฟอสเฟต) ในแม่น้ำป่าสัก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ภัทรวดี สุดชา,2551. การศึกษาการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) จากน้ำที่ระบายออกจากภาคเกษตรกรรม :กรณีศึกษาโครงการชลประทานห้วยทับเสลาใต้ จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ภาสกร สัทธานนท์, 2549. การวิเคราะห์ผลกระทบของการชลประทานต่อคุณภาพน้ำ ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและ

บำรุงรักษาท่ามะกา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, 2547. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิชญาณ เจริญกุล, 2550. การคาดการณ์ออกซิเจนละลายน้ำและความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ในแม่น้ำปากพนังโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กรณีเปิดประตูระบายน้ำอุทกวิภาชประสิทธิ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุธีลา ตุลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์, 2544. มลพิษสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์รวมสาส์น.

American Public Association,1998. American Water Works Association and Water Environment Federation. ,1998. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. United States of American.Wachington,D.C.: American Public Health Association inc.,.

Hungspreug N. , Chooaksorn W., Seangchang S. , 2007. The Impact of Long Term Flooding on Water Quality in the Chao Phraya River Basin,. Proceeding of INWEPF 4th Steering Meeting and Symposium. Bangkok.

Hungspreug N., Chooaksorn W., Sudcha P. , 2007. The Study on Water Quality of the Return Flow in Lower Tap Salao Irrigation Project,. Proceeding of INWEPF 4th Steering Meeting and Symposium. Bangkok.

Simachaya W,1986. Lesson Learned: Integrated watershed Water-Quality Management and National Environment Thailand. July.