



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำและการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ
ในคลองเปรมประชากร

Study of Water Qualities and Automatic Water Quality Monitoring System
Implementation in Prem Prachakorn Canal

โดย

รวิษฐ์ ทวีทรัพย์
มนกร กี่ประเสริฐทรัพย์

แอนจิรา เจริญวงศ์

สนับสนุนโดย
สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต
2568

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัย เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำและการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในคลองเปรมประชากร สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจากผู้อำนวยการฝ่ายอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยรังสิต รศ.ดร.ธรรมศักดิ์ รุจิระยรรยง ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับติดตั้งระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ และขอขอบคุณ คุณสมหมาย โชครุ่ง และเจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัย

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงให้คำแนะนำในการดำเนินงาน การจัดทำรายงาน และอำนวยความสะดวกในการประสานงานต่าง ๆ ส่งผลให้การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วยดี

รวิษฎ์ ทวีทรัพย์



ชื่อเรื่อง: การศึกษาคุณภาพน้ำและการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในคลองเปรมประชากร

ผู้วิจัย: รวิษฐ์ ทวีทรัพย์

สถาบัน: วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์

ปีที่พิมพ์: 2568

สถานที่พิมพ์: มหาวิทยาลัยรังสิต

แหล่งที่เก็บรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: มหาวิทยาลัยรังสิต

จำนวนหน้างานวิจัย: 79 หน้า

คำสำคัญ: คลองเปรมประชากร, ระบบติดตามคุณภาพน้ำ

ลิขสิทธิ์: มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ

รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำและการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในคลองเปรมประชากร เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ มุ่งศึกษาให้ทราบคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร โดยใช้การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรายการความเป็นกรดและด่าง อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย บีโอดี แอมโมเนีย แคลท์เรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แคลท์เรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม และดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก จำนวน 4 จุด ความถี่เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึง 2565 และจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในรายการความเป็นกรดและด่าง อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย ที่มีความแม่นยำ สามารถนำไปติดตั้งใช้งานในบริเวณโครงการบ้านมั่นคงริมคลองเปรมประชากร

ผลจากการวิจัย พบว่า คลองเปรมประชากรมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรมและเสื่อมโทรมมาก เทียบได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 และ 5 ตามลำดับ คุณภาพน้ำในคลองมีความเสื่อมโทรมมากขึ้นจากด้านต้นน้ำไปท้ายน้ำ ในช่วงฤดูแล้งมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำสูงกว่าฤดูฝน อาจเป็นผลมาจากการควบคุมระดับน้ำในคลองเพื่อการระบายน้ำ ระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติที่นำไปติดตั้งในใช้งานบริเวณทางระบายน้ำหน้าอาคารวิชณรัตน์ มหาวิทยาลัยรังสิต สามารถทำงานและรายงานผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังผู้ใช้งานได้ โดยผลการตรวจวัดมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 1% ในค่าความเป็นกรดและด่าง อุณหภูมิ และต่ำกว่า 1.5% ในค่าออกซิเจนละลาย

Title: Study of Water Qualities and Automatic Water Quality Monitoring System Implementation in Prem Prachakorn Canal

Researcher: Rawit Thaweesub

Affiliation: College of Engineering

Year of Publication: 2025

Publisher: Rangsit University

Source: Rangsit University

No. of pages: 79 pages

Keywords: Prem Prachakorn Canal, Water Quality Monitoring System

Copyrights: Rangsit University

Abstract

This research is a quantitative study aimed at determining the water quality of Prem Prachakorn Canal. The study focuses on analyzing water quality based on parameters such as pH, temperature, dissolved oxygen, BOD, ammonia, total coliform bacteria, fecal coliform bacteria, and the water quality index of the Pollution Control Department. Water samples were collected at four sites in the Prem Prachakorn Canal, located in the area of the Lak Hok Subdistrict Municipality, once a month over a period of 12 months from October 2021 to October 2022. An automatic water quality monitoring system was also developed to track the pH, temperature, and dissolved oxygen levels with high accuracy, making it suitable for installation in the area of the Ban Mankong project along the canal.

The results of the study showed that the water quality index in Prem Prachakorn Canal was classified as poor and very poor, corresponding to surface water standards of categories 4 and 5, respectively. The water quality deteriorated further from upstream to downstream. During the dry season, the water quality index was higher than in the rainy season, possibly due to water level management for drainage purposes. The automatic water quality monitoring system installed at the drainage area in front of Wisanurat Building, Rangsit University, was able to function effectively and report results via an internet network to users. The measured results showed a deviation of less than 1% for pH and temperature, and less than 1.5% for dissolved oxygen.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญแผนภูมิ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
แหล่งน้ำผิวดิน	3
คุณภาพน้ำ	6
ดัชนีคุณภาพน้ำ	11
คลองเปรมประชากร	13
สถิติข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร	18
ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ	22
เทคโนโลยี Internet of Things	24
ไมโครคอนโทรลเลอร์	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	28
การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร	28
การจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ	31
บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปรายผล	49
การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร	49
การจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ	62
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง	70
ภาคผนวก	
ภาพกิจกรรมการเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร	73
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดัชนีคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.2.1-1 ผลกระทบของค่าพีเอชที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำ	6
2.3-1 สมการคิดคะแนนของแต่ละพารามิเตอร์	12
2.3-2 เกณฑ์คุณภาพน้ำของแต่ละพารามิเตอร์	13
2.3-3 เกณฑ์คุณภาพน้ำรวมของทุกพารามิเตอร์	13
2.5-1 คุณภาพน้ำเฉลี่ยของคลองเปรมประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี 2563	20
2.5-2 คุณภาพน้ำคลองเปรมประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร รายเดือน ปี 2563	21
3.2.3-1 ผลการทดสอบการทำงานของห้วัดความเป็นกรดและด่าง ชั้นที่ 1	42
3.2.3-2 ผลการทดสอบการทำงานของห้วัดอุณหภูมิ ชั้นที่ 1	43
3.2.3-3 ผลการทดสอบการทำงานของห้วัดออกซิเจนละลาย ชั้นที่ 1	43
3.2.3-4 ผลการทดสอบการทำงานของห้วัดความเป็นกรดและด่าง ชั้นที่ 2	48
3.2.3-5 ผลการทดสอบการทำงานของห้วัดอุณหภูมิ ชั้นที่ 1	48
3.2.3-6 ผลการทดสอบการทำงานของห้วัดออกซิเจนละลาย ชั้นที่ 1	48
4.1.1-1 ผลการตรวจวัดความเป็นกรดและด่าง	51
4.1.1-2 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ	52
4.1.1-3 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลาย	53
4.1.1-4 ผลการตรวจวัดบีโอดี	54
4.1.1-5 ผลการตรวจวัดแอมโมเนีย	55
4.1.1-6 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด	56
4.1.1-7 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม	57
4.1.1-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ	58
4.1.1-9 สรุปผลการวิเคราะห์ระดับคุณภาพน้ำและดัชนีคุณภาพน้ำคลองเปรมประชากร	61
4.1.1-10 ดัชนีคุณภาพน้ำจำแนกตามฤดูกาล	62
4.2.-1 ผลการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดและด่าง ในภาคสนาม	65
4.2.-2 ผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ ในภาคสนาม	66
4.2.-3 ผลการเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลาย ในภาคสนาม	66

สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
2.4-1 แนวคลองเปรมประชากร ตั้งแต่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาถึงกรุงเทพมหานคร	14
2.4-2 แนวคลองเปรมประชากร ในพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก	15
2.4-3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนาคลองเปรมประชากรของมหาวิทยาลัยรังสิต	17
2.5-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร	19
2.6-1 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ	22
2.6-2 สภาพภายในสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ	23
3.1.1-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร	29
3.1.1-2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร	30
3.2.1-1 ภาพรวมของระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ	31
3.2.1-2 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่เป้าหมายและภาพจำลองลักษณะการติดตั้งระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ	32
3.2.2-1 อุปกรณ์หลักในระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ	33
3.2.2-2 การทดลองสร้างสมการคำนวณค่าความเป็นกรดและด่าง	37
3.2.2-3 การทดลองสร้างสมการคำนวณค่าอุณหภูมิ	38
3.2.2-4 การทดลองสร้างสมการคำนวณค่าออกซิเจนละลาย	39
3.2.3-1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์หลักในระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ	40
3.2.3-2 ตู้ควบคุมและตู้ติดตั้งถังพักน้ำและหัววัด	45
3.2.3-3 การทดสอบการทำงานของระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการ	47
4.1-1 ลักษณะน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่ศึกษา	49
4.2-1 การทดสอบระบบติดตามคุณภาพน้ำในภาคสนาม	63
4.2-2 การรายงานผลคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน Telegram	67

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
3.2.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณจากหัววัด pH และค่า pH มาตรฐาน	37
3.2.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณจากหัววัดอุณหภูมิและค่าอุณหภูมิที่วัดได้	38
3.2.2-3 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณจากหัววัด DO และค่า DO ที่วัดได้	39
4.1.1-1 ผลการตรวจวัดความเป็นกรดและด่างและช่วงเวลาศึกษา	51
4.1.1-2 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิและช่วงเวลาศึกษา	52
4.1.1-3 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายและช่วงเวลาศึกษา	53
4.1.1-4 ผลการตรวจวัดบีโอดีและช่วงเวลาศึกษา	54
4.1.1-5 ผลการตรวจวัดแอมโมเนียและช่วงเวลาศึกษา	55
4.1.1-6 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและช่วงเวลาศึกษา	56
4.1.1-7 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มฟิโคไลโคลิฟอร์มและช่วงเวลาศึกษา	57
4.1.1-8 ผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำและช่วงเวลาศึกษา	58
4.2-1 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายจากระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ ในช่วงการทดสอบภาคสนาม	64
4.2-2 ผลการตรวจวัดความเป็นกรดและด่างจากระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ ในช่วงการทดสอบภาคสนาม	64
4.2-3 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิจากระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ ในช่วงการทดสอบภาคสนาม	65



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิถีชีวิตคนไทยมีความผูกพันกับสายน้ำ โดยแม่น้ำเป็นทั้งแหล่งอาหาร เป็นเส้นทางคมนาคม เป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคในครัวเรือน เป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา และใช้ในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของประชากร ตลอดจนการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ทำให้แหล่งน้ำต่างๆ ต้องรับบทบาทในการรองรับของเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้แหล่งน้ำมีความเสื่อมโทรม และย้อนกลับมาส่งผลกระทบต่อตรงต่อการดำรงชีวิตสุขภาพอนามัยของประชาชนและระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

คลองเปรมประชากรเป็นคลองสายแรกที่พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 มีพระราชดำริให้ขุดขึ้นในปี พ.ศ.2413 เพื่อเป็นคลองลัดเชื่อมแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าด้วยกัน เริ่มจากคลองผดุงกรุงเกษมบริเวณหน้าวัดโสมนัสวิหาร ไปทะเลมน้ำเจ้าพระยาที่ตำบลเกาะใหญ่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระยะทางประมาณ 50.8 กิโลเมตร ปัจจุบันคลองเปรมประชากรมีสภาพตื้นเขิน น้ำในคลองมีสีดำ เน่าเสีย มีบ้านเรือนปลูกสร้างรุกล้ำลำคลองจำนวนมาก ส่งผลให้เป็นอุปสรรคในการระบายน้ำ อีกทั้งยังมีการทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลลงในคลอง รัฐบาลจึงได้จัดทำแผนแม่บทโครงสร้างพื้นฐานระบบคลองและการพัฒนาชุมชนริมคลองเปรมประชากร เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยมอบหมายให้กรมโยธาธิการและผังเมืองดำเนินโครงการก่อสร้างบ้านมั่นคงชุมชนวัดรังสิตและเชื่อมป้องกันตลิ่งริมคลองเปรมประชากรจากคลองบ้านใหม่ถึงคลองรังสิตประยูรศักดิ์ ซึ่งได้เริ่มดำเนินการก่อสร้างในปี 2563

สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ได้ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรอย่างต่อเนื่อง เดือนละ 1 ครั้ง โดยจุดเก็บตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 8 แห่ง พบว่าในปี 2563 คุณภาพน้ำเฉลี่ยในคลองเปรมประชากรโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก ทั้งนี้ จุดที่มีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมากที่สุดอยู่ช่วงคลองเปรมประชากรตัดถนนเตชะตุ่งคะ ใกล้ สน.ดอนเมือง ซึ่งเป็นบริเวณรอยต่อกับพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก จังหวัดปทุมธานี อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่จึงเป็นเรื่องสำคัญต่อการจัดการคุณภาพน้ำ นอกจากนี้ การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องเป็นกลไกสำคัญของการจัดการคุณภาพน้ำทั้งระบบอีกประการหนึ่ง เนื่องจากการรับรู้ข้อมูลคุณภาพน้ำอย่างรวดเร็วจะทำให้ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถรับรู้สถานการณ์ปัญหาน้ำเน่าเสีย นำไปสู่การวางแผนรับมือและป้องกัน เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นได้ทันเวลาและมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงนำเสนอโครงการศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่ตำบลหลักหก จังหวัดปทุมธานี และจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในรายการปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่สามารถรายงานผลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ สำหรับนำไปติดตั้งใช้งานในคลองเปรมประชากร ซึ่งเป็นการบริการทางวิชาการ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และแก้ไขปัญหาให้กับชุมชนในละแวกใกล้เคียงมหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร
2. เพื่อพัฒนาและจัดทำระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำในคลองที่มีความแม่นยำ สามารถนำไปติดตั้งใช้งานในภาคสนามได้

1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการดำเนินงาน 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร และการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ โดยขอบเขตการวิจัยของการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรคือเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก จำนวน 4 จุด เดือนละ 1 ครั้ง ต่อเนื่อง 12 เดือน ตรวจวัดคุณภาพน้ำ 7 รายการ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดและด่าง ออกซิเจนละลาย บีโอดี แอมโมเนีย แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม และคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ สำหรับขอบเขตการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติคือ การออกแบบและจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในรายการอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดและด่าง ออกซิเจนละลาย จำนวน 1 ชุด สามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้ที่คลองเปรมประชากร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร ซึ่งสามารถนำไปวางแผนบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ประชาชนในพื้นที่หลักหกสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลคุณภาพน้ำและรับรู้สถานการณ์คุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร
3. ได้ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่มีความแม่นยำและสามารถนำไปติดตั้งใช้งานในภาคสนามได้จริง โดยสามารถนำข้อมูลไปใช้วิเคราะห์ ค่าการณ์สถานการณ์คุณภาพน้ำ และรองรับการบริหารจัดการน้ำทั้งในสภาวะปกติและในสภาวะวิกฤต รวมทั้งเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงข้อมูลไปใช้ในระบบอื่นๆ เช่น ระบบฐานข้อมูลคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาสาระของเอกสารเพื่อเป็นแนวทางในศึกษาคุณภาพน้ำและการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในคลองเปรมประชากร โดยสามารถสรุปประเด็นที่สำคัญได้ดังนี้

1. แหล่งน้ำผิวดิน
2. คุณภาพน้ำ
3. ดัชนีคุณภาพน้ำ
4. คลองเปรมประชากร
5. สถิติคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร
6. ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ
7. เทคโนโลยี Internet of Things
8. ไมโครคอนโทรลเลอร์
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แหล่งน้ำผิวดิน

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้นำเสนอมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินต่อคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบ ซึ่งนายกรัฐมนตรีในฐานะประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ลงนามเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2537 โดยได้มีการออกเป็นประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 โดยสรุปรายละเอียดเกี่ยวกับความหมายของแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำ ได้ดังนี้

แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในภายในผืนแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะที่อยู่ภายในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเล ให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ปากแม่น้ำและปากทะเลสาบให้ถือแนวเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนด

แหล่งน้ำผิวดินแบ่งตามประเภทคุณภาพน้ำได้ 5 ประเภท ประกอบด้วย

ประเภทที่ 1 แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทให้เป็นไปตามธรรมชาติและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (ก) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (ข) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (ค) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภท 2 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(ข) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(ค) การประมง

(ง) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(ข) การเกษตร

ประเภทที่ 4 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(ข) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม (กรมควบคุมมลพิษ, 2558 ก)

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินแต่ละประเภทแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.1-1

ตารางที่ 2.1-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ¹ ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			1	2	3	4	5
1	สี กลิ่น และรส	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2	อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-
4	ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/}	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	6.0	4.0	2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	1.5	2.0	4.0	-
6	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ 100 มล.	ธ	5,000	20,000	-	-
7	แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ 100 มล.	ธ	1,000	4,000	-	-
8	ไนเตรท (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	5.0	5.0	5.0	-
9	แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.5	0.5	0.5	-
10	ฟีนอล (Phenols)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.005	0.005	0.005	-
11	ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.1	0.1	0.1	-

ตารางที่ 2.1-1 (ต่อ) ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{1/} ตามการแบ่งประเภท คุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			1	2	3	4	5
12	นิเกิล (Ni)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.1	0.1	0.1	-
13	แมงกานีส (Mn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	1.0	1.0	1.0	-
14	สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	1.0	1.0	1.0	-
15	แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.005* 0.05**			-
16	โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.05	0.05	0.05	-
17	ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.05	0.05	0.05	-
18	ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.002	0.002	0.002	-
19	สารหนู (As)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.01	0.01	0.01	-
20	ไซยาไนด์ (Cyanide)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.005	0.005	0.005	-
21	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) - ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) - ค่ารังสีเบตา (Beta)	เบคเคอเรลต่อ ลิตร	ธ	0.1 1.0	0.1 1.0	0.1 1.0	-
22	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดมี คลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ธ	0.05	0.05	0.05	-
23	ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัมต่อ ลิตร	ธ	1.0	1.0	1.0	-
24	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	ไมโครกรัมต่อ ลิตร	ธ	0.02	0.02	0.02	-
25	ดิลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัมต่อ ลิตร	ธ	0.1	0.1	0.1	-
26	อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัมต่อ ลิตร	ธ	0.1	0.1	0.1	-
27	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อี พอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)	ไมโครกรัมต่อ ลิตร	ธ	0.2	0.2	0.2	-
28	เอนดริน (Endrin)	-	ธ				

หมายเหตุ

^{1/} กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ถึง 4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

^{2/} ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิมาตรฐานเกิน 3 องศาเซลเซียส

* สำหรับน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** สำหรับน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2558 ก)

2.2 คุณภาพน้ำ

2.2.1 ความเป็นกรดและด่าง

ความเป็นกรดและด่าง หรือพีเอช (pH) เป็นลักษณะสมบัติที่สำคัญมากของน้ำที่สามารถวัดได้ง่ายและมีบทบาทสำคัญไม่มากนักต่อกระบวนการต่างๆทั้งทางด้านน้ำดีและน้ำเสีย ในทางปฏิบัติถือว่าพีเอชของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 14 น้ำที่เป็นกลางถือว่าพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่เป็นกรดหรือด่างถือว่าพีเอชน้อยกว่าหรือมากกว่า 7 ตามลำดับ น้ำธรรมชาติมักมีค่าพีเอชอยู่ใกล้ 7 น้ำผิวดินมักมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 7.5 เช่นเดียวกับน้ำใต้ดิน แต่น้ำใต้ดินอาจมีพีเอชเป็นกรด เช่น ต่ำกว่า 6 เป็นต้น เนื่องจากมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำใต้ดินอยู่ในปริมาณสูง น้ำในบ่อหรืออ่างเก็บน้ำมีพีเอชสูงได้ถึง 9 หรือมากกว่าถ้ามีสาหร่าย หรือแอลจีสีเขียวเจริญเติบโต และทำการสังเคราะห์แสงภายในแหล่งน้ำนั้น ระดับพีเอชมีผลเกี่ยวพันโดยตรงกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.2.1-1

ตารางที่ 2.2.1-1 ผลกระทบของค่าพีเอชที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำ

ระดับพีเอช	ผลกระทบ
ต่ำกว่า 4	ตาย
4 - 5	ไม่สืบพันธุ์
4 - 6	เติบโตช้า
6.5 - 9	เติบโตได้ดี
9 - 11	เติบโตช้า
9.5 - 11	ไม่สืบพันธุ์
สูงกว่า 11	ตาย

ที่มา: มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์ (2551)

โดยทั่วไปมักถือว่าน้ำที่เป็นกลาง ต้องมีพีเอชเท่ากับ 7 หลักเกณฑ์นี้จะถูกต้องก็ต่อเมื่อน้ำมีอุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียสพอดี การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากค่าคงที่สมดุล (K_w) ของน้ำบริสุทธิ์ มีค่า 10^{-14} ที่อุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ค่า K_w ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้น น้ำที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (ซึ่งมีค่า K_w เท่ากับ 2.089×10^{-14}) จะเป็นกลางเมื่อพีเอชเท่ากับ 6.84 (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, 2551)

2.2.2 ออกซิเจนละลาย

ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นค่าที่มีความจำเป็นต่อการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ ปริมาณออกซิเจนละลาย มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) แหล่งน้ำที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิต การขยายพันธุ์ และการอนุรักษสัตว์น้ำ ควรมีค่า DO ไม่ต่ำกว่า 5 mg/L ทั้งนี้โดยทั่วไปสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติที่ระดับค่า DO ไม่ต่ำกว่า 3 mg/L อย่างไรก็ตาม ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำกว่า 2 mg/L จะไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ แหล่งน้ำโดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำบางแห่งอาจตรวจวัดค่า DO ได้สูงเกินกว่า 10 mg/L ในเวลากลางวันแสดงให้เห็นว่าอาจมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติของสาหร่ายในแหล่งน้ำ (Algae Bloom)

เป็นเหตุให้เกิดการผลิตค่าออกซิเจนละลายที่มากเกินไปจนเกินไป อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ทำให้เกิดโรค Gas Bubble Disease โดยจะเกิดฟองก๊าซขึ้นในระบบหมุนเวียนโลหิต ขณะที่ในช่วงเวลากลางคืน ออกซิเจนละลายเหล่านั้นจะลดต่ำลงมากเนื่องจากการหายใจของสาหร่าย ทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจน กะทันหัน ซึ่งอาจเป็นเหตุให้สัตว์น้ำขาดอากาศหายใจตายได้

ค่าออกซิเจนละลายบอกให้ทราบว่าน้ำมีความเหมาะสมเพียงใดในการดำรงชีวิตของสัตว์และพืชในน้ำ ตลอดทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำว่าอยู่ในภาวะที่มีออกซิเจน หรือที่ไม่มีออกซิเจน โดยทราบได้ที่ปริมาณการใช้ออกซิเจนและการเติมออกซิเจนยังสมดุลอยู่ แหล่งน้ำจะไม่เน่าเสีย แต่ถ้าการใช้ออกซิเจนมีมากกว่าการเติมออกซิเจน จะทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง เกิดสภาพไร้อากาศ ทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆ ดำรงอยู่ไม่ได้ ยกเว้นแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ ขณะเดียวกันในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงพอ แบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้น อนึ่ง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้จากการละลายของก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศ และจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งปริมาณการละลายออกซิเจนในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับความกดอากาศ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณคลอไรด์ในน้ำ ปริมาณการละลายของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง ความกดอากาศที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายออกซิเจนในน้ำมากขึ้น และการละลายของออกซิเจนจะค่อยๆ ลดลงเมื่อน้ำนั้นเข้าใกล้ทะเล ในทำนองเดียวกันในน้ำเสีย ค่าอิ่มตัวของออกซิเจนที่ละลายจะน้อยกว่าในน้ำสะอาด (อัจฉราภรณ์ และคณะ, 2556)

2.2.3 บีโอดี

การหาค่าบีโอดีเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารอินทรีย์ การทดสอบนี้อยู่บนพื้นฐานที่ว่า สารอินทรีย์ที่แบคทีเรียย่อยสลายได้ทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำจะถูกออกซิไดส์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยใช้โมเลกุลของออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอน ดังนั้น วิธีนี้จึงเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้โดยตรง และเป็นการวัดปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทางอ้อม

เมื่อต้องการทราบว่าแหล่งน้ำมีความสกปรกมากน้อยเพียงใด สามารถวัดได้โดยการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของบีโอดี ถ้าวัดพบบีโอดีเข้มข้นมากแสดงว่ามีความสกปรกมาก ถ้าวัดพบบีโอดีเข้มข้นต่ำแสดงว่ามีความสกปรกน้อย ความสกปรกในที่นี้หมายถึง ความสกปรกที่เกิดจากสารอินทรีย์

ปัญหาใหญ่ของน้ำเสียมักเกิดจากสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทำให้ต้องมีการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากสารอินทรีย์มักย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จึงมีความต้องการออกซิเจนเพื่อให้จุลินทรีย์ใช้ในการดำรงชีวิต นั่นคือ จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจนในการหายใจ (เหมือนกับมนุษย์หรือสัตว์อื่นๆ) ปริมาณสารอินทรีย์ที่มากเกินไป ทำให้ออกซิเจนละลายน้ำในธรรมชาติมีไม่พอเพียง สภาวะขาดอากาศจึงเกิดขึ้น และมีผลทำให้เกิดการเน่าเหม็นของแหล่งน้ำและการเสียชีวิตของสัตว์น้ำต่างๆ ที่ขาดออกซิเจน สารอินทรีย์ในน้ำจึงมีบทบาทสำคัญ

แหล่งน้ำผิวดินที่สะอาด ต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 1-2 มก./ล. หรือต้องไม่ตรวจพบบีโอดีเลย ถ้าพบว่ามีบีโอดีสูงถึง 3-5 มก./ล. ก็ถือว่ามีความสกปรกมาก (แสดงว่ามีการปนเปื้อนจากน้ำเสียอยู่ในระดับสูง) กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดระดับบีโอดีที่ยอมรับได้ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทต่างๆ แหล่งน้ำผิวดินที่สะอาดต้องมีบีโอดีไม่เกิน 1.5 มก./ล. และแหล่งน้ำที่มีบีโอดีสูงกว่า 4.0 มก./ล. ถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่สกปรก (มันสิน ตันกุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตันกุลเวศม์, 2551)

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดีใช้เวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพที่ไม่มีแสง ซึ่งโดยปกติค่าบีโอดี 5 วัน หรือ BOD_5 จะมีค่าประมาณร้อยละ 65-70 ของปริมาณออกซิเจนที่ใช้ออกซิโดสสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมด การทดสอบบีโอดินั้นเริ่มต้นที่ประเทศอังกฤษ ซึ่งแม่น้ำเกือบทั้งหมดมีระยะเวลาไหลลงสู่ทะเลน้อยกว่า 5 วัน และมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 20 องศาเซลเซียส (สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ, 2552)

2.2.4 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนในน้ำมักพบอยู่ในรูปก๊าซไนโตรเจนละลายและสารประกอบไนโตรเจน สารประกอบไนโตรเจนในน้ำจำแนกได้เป็น 4 ชนิด คือ สารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen) แอมโมเนีย (Ammonia) ไนเตรท (Nitrate) และไนไตรต์ (Nitrite) โดยผลรวมของสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนียไนโตรเจนเรียกว่า ทีเคเอ็นไนโตรเจน (Total kjeldahl Nitrogen, TKN)

ก๊าซไนโตรเจนละลายน้ำ (Dissolved Nitrogen) เป็นก๊าซเฉื่อยที่พบได้มากที่สุดในน้ำจืดและน้ำทะเล เนื่องจากในอากาศมีไนโตรเจนมากถึง 78% (ในขณะที่มีออกซิเจนในอากาศ 21 %) ก๊าซไนโตรเจนจึงละลายน้ำได้มากกว่าออกซิเจน แม้ว่าไนโตรเจนจะสามารถละลายน้ำได้ดีกว่าออกซิเจน จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดก็ไม่มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากก๊าซละลายน้ำตัวนี้ แต่ไนโตรเจนละลายอาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าก๊าซไนโตรเจนละลายอยู่ในน้ำเกินจุดอิ่มตัว อาจมีผลทำให้เกิดโรคฟองก๊าซในเลือด (Gas Bubble Disease) ขึ้นกับปลาหรือสัตว์น้ำอื่นๆ และทำให้เสียชีวิตได้ (เช่นเดียวกับออกซิเจน) เมื่อปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มีไนโตรเจนละลายน้ำสูงเกินจุดอิ่มตัวปกติ กระแสเลือดในตัวปลาจะดูดซับไนโตรเจนจากน้ำ เพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างไนโตรเจนในน้ำและในเลือด ปลาจึงมีไนโตรเจนละลายอยู่ในเลือดมากเกินไปจนเกิดระดับปกติ หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจนมีผลทำให้ไนโตรเจนบางส่วนในเลือดกลายเป็นก๊าซ ฟองก๊าซจะอุดตันหลอดเลือด ทำให้การหมุนเวียนของเลือดเกิดติดขัด ปลาจะตายได้ กรณีข้างต้นนี้ อาจเกิดขึ้นได้กับปลาที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าสันเขื่อนเก็บน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำมีความปั่นป่วนสูงมาก การถ่ายเทก๊าซต่าง ๆ จากอากาศให้กับน้ำจึงเกิดขึ้นได้อย่างดี ความปั่นป่วนทำให้น้ำที่อยู่ลึกกว่าผิวน้ำมีไนโตรเจนละลายน้ำเกินจุดอิ่มตัว ปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณหลังเขื่อนจึงมีโอกาสเกิดโรคฟองก๊าซในเลือด หรืออาจเกิดขึ้นกับนักประดาน้ำที่ดำน้ำลึกและขึ้นสู่ผิวน้ำเร็วเกินไป จนทำให้ไนโตรเจนในเลือดกลายเป็นก๊าซอุดตันหลอดเลือดมีผลทำให้นักประดาน้ำต้องเสียชีวิต

สารอินทรีย์ไนโตรเจนได้แก่ ไนโตรเจนที่พบอยู่ในสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น ยูเรีย โปรตีน และกรดอะมิโน ถั่วเหลือง มูลสัตว์ เป็นต้น แอมโมเนียในน้ำอยู่ในรูปของแอมโมเนียอิสระในสภาวะก๊าซ (NH_3) หรืออออนแอมโมเนียม (NH_4^+) โดยปกติ เมื่อน้ำมีพีเอชเป็นกลาง แอมโมเนียอยู่ในรูปอออนแอมโมเนียมมากกว่า แต่ถ้าพีเอชสูงขึ้น ก๊าซแอมโมเนียจะพบมากขึ้นและอออนจะมีน้อยลง ก๊าซแอมโมเนียสามารถหนีจากน้ำขึ้นสู่อากาศได้ รูปที่เป็นพิษคือแอมโมเนียอิสระ ในขณะที่อออนแอมโมเนียมไม่มีพิษ บ่อปลาอาจมีแอมโมเนียได้หลายสิบมิลลิกรัมต่อลิตรหรือมากกว่าโดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ทั้งนี้เพราะมีพีเอชเป็นกลาง トラバเท่าที่พีเอชเท่ากับ 7.2 หรือต่ำกว่า แอมโมเนียส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปอออนแอมโมเนียมอิสระ ดังนั้น พิษจะแทบไม่ปรากฏ แต่ถ้าเมื่อไรที่พีเอชของน้ำสูงขึ้น พิษแอมโมเนียจะปรากฏ พีเอชยิ่งสูง พิษก็ยิ่งมากตาม

จุลินทรีย์สามารถใช้ไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตและพืชสามารถนำไปใช้สร้างโปรตีน เพื่อใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ต่อไป ไนเตรทเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสียซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนภายในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียซึ่งพืชนำไปสร้างโปรตีนได้ ถ้ามีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการ แอมโมเนียจะถูกออกซิไดส์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรต์และไนเตรทต่อไป เนื่องจากไนไตรต์เป็นไอออนที่ไม่คงตัวและเปลี่ยนเป็นไนเตรทได้อย่างรวดเร็ว น้ำผิวดินและน้ำบาดาลมักมีไนไตรต์ไม่เกิน 0.1 มก./ล. ในน้ำผิวดินจะพบไนเตรทในปริมาณน้อย มักต่ำกว่า 1 มก./ล. (N) และอย่างสูงก็ไม่เกิน 5 มก./ล. (N) นอกจากไนเตรทที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้ว ยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรมและน้ำเสียด้วย น้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูงเกินไปอาจทำให้เด็กทารกเกิดโรคทารกเขียว (Methemoglobinemia)

ในอดีต ก่อนที่จะมีการพัฒนาวิธีทดสอบคุณภาพทางแบคทีเรียของน้ำ วิศวกรต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีเป็นเครื่องบอกถึงคุณภาพทางแบคทีเรียของน้ำ ยกตัวอย่างเช่น คลอไรต์ในน้ำเคยถูกใช้เป็นเครื่องบอกถึงความปนเปื้อนของน้ำเนื่องจากสารอินทรีย์หรือจุลินทรีย์ต่างๆ แต่คลอไรต์ไม่สามารถบอกได้ว่าการปนเปื้อนเกิดขึ้นเมื่อไร นักวิทยาศาสตร์พบว่า ไนโตรเจนในน้ำเป็นดัชนีที่ดีกว่าคลอไรต์ในการบอกถึงความสกปรก หรือปนเปื้อนของของน้ำ ทั้งนี้เพราะชนิดของไนโตรเจนเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่ผ่าน นับจากเริ่มมีการปนเปื้อนของน้ำเกิดขึ้น น้ำที่เพิ่งสกปรกใหม่ๆ มีสารอินทรีย์ไนโตรเจนหรือแอมโมเนีย แต่เมื่อเวลาผ่านไป ปฏิกิริยาชีวเคมีทำให้ไนโตรเจนเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์และไนเตรท ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ ข้อมูลไนโตรเจนจึงใช้ในการบอกถึงความสกปรกของน้ำว่าอยู่ในระดับใดได้อย่างคร่าวๆ ยกตัวอย่างเช่น น้ำที่มีสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนีย ถือได้ว่าเป็นน้ำที่เพิ่งสกปรกและเป็นน้ำที่ก่อปัญหาต่อสุขภาพได้มากที่สุด ส่วนน้ำที่มีไนเตรตสูงจัดว่าเป็นน้ำที่ปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกมานานแล้วและมักมีความสกปรกเหลือน้อย จึงมีแนวโน้มที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพน้อยกว่าน้ำที่เพิ่งสกปรก น้ำที่มีไนไตรต์สูงเป็นน้ำที่ถือว่าผิดปกติ และอาจก่อปัญหาต่อสุขภาพได้ จึงควรตรวจสอบว่าทำไมจึงมีไนไตรต์สูงมาก (มันสิน ตันกุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตันกุลเวศม์, 2551)

2.2.5 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ในปัจจุบัน วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำ เพื่อบอกถึงคุณภาพทางด้านแบคทีเรียของน้ำ วิธีหาโคลิฟอร์มเป็นวิธีที่ดีกว่าวิธีทางเคมีมาก เนื่องจากโคลิฟอร์มมีความสัมพันธ์กับความปนเปื้อนทางแบคทีเรียของน้ำมากกว่าไนโตรเจนหรือคลอไรด์ (มันสิน ตันกุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตันกุลเวศม์, 2551)

ปัญหาคุณภาพน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากแหล่งน้ำเสีย ชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรมซึ่งมักมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์หรือแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นไม่เพียงแต่คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีเท่านั้นที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรสัตว์น้ำ แต่คุณภาพน้ำทางชีวภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำนั้นเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากแบคทีเรียเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญ ในระบบนิเวศ การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียในน้ำ สามารถทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรง คือการตรวจหาแบคทีเรียชนิดนั้นๆ ซึ่งอาจใช้เวลาในการตรวจวัดนาน มีวิธีการที่ยุ่งยาก ซับซ้อน และมีความเสี่ยงต่อผู้วิเคราะห์ ส่วนทางอ้อม คือการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียบ่งชี้ (Bacteriological Indicator) เพราะสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ง่าย และมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้ดีซึ่งรวดเร็วกว่า โดยแบคทีเรียที่นิยมใช้เป็นแบคทีเรียบ่งชี้ความสะอาดและการปนเปื้อนของเสียจากมนุษย์

และสัตว์ คือ แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria, TCB) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform bacteria, FCB) ซึ่งเป็น แบคทีเรียที่มักพบในระบบทางเดินอาหาร สิ่งขับถ่าย ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น นอกจากนี้ยังสามารถพบได้ในดินและพืชอีกด้วย (ทิฆัมพร กรรเจียก และคณะ, 2561)

แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ประกอบด้วย แบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria, FCB) และ นอน-ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-fecal Coliform Bacteria) ฟีคัลโคลิฟอร์ม เป็นโคลิฟอร์มที่พบได้เฉพาะในระบบทางเดินอาหารและสิ่งขับถ่าย อูจจาระของสัตว์เลือดอุ่น ได้แก่ แบคทีเรียสกุล *Escherichia* ขณะที่นอน-ฟีคัลโคลิฟอร์ม เป็นโคลิฟอร์มที่พบในดินและพืชได้แก่ แบคทีเรียสกุล *Enterobacter* และ *Citrobacter*

การตรวจสอบการปนเปื้อนของแบคทีเรียในแหล่งน้ำผิวดิน จะตรวจวิเคราะห์ปริมาณ แบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม ซึ่งปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม จะเป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาด ของแหล่งน้ำนั้นและ FCB พบได้เฉพาะในอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่นเท่านั้น ดังนั้น FCB สามารถเป็น ตัวชี้วัดการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลจากมนุษย์และสัตว์ในแหล่งน้ำ สำหรับ *Escherichia coli* (*E. coli*) ซึ่ง จัดอยู่ในกลุ่มของ FCB นั้น เป็นแบคทีเรียตัวชี้วัดที่ดีของมลพิษที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ และความเสียหายของการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในแหล่งน้ำผิวดิน (เทพวิฑูรย์ ทอง ศรี, สุรัตน์ เพชรเกษม และ กัญญา ม่วงแก้ว., 2557)

ความสำคัญของการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

- 1) โคลิฟอร์มแบคทีเรียปกติมีอยู่ในอุจจาระของคนและสัตว์ถึงร้อยละ 95 และ อยู่ในดินเพียงร้อยละ 5 ดังนั้น หากมีอุจจาระปนเปื้อนอยู่จึงมีโอกาสตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่าง แน่นนอน
- 2) ในสภาวะที่เหมือนกันแหล่งน้ำชนิดเดียวกัน อุณหภูมิเท่ากัน โคลิฟอร์ม แบคทีเรียมีความทนทานได้ดีกว่า Enteric Pathogens Bacteria ตัวอื่นๆ
- 3) การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้ำเป็นเครื่องชี้ให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความ สกปรกมากน้อยเพียงใด มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้หรือไม่ กล่าวคือ ถ้าตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มากก็แสดงว่าน้ำนั้นมีความสกปรกมาก
- 4) เมื่อตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำก็ลงความเห็นว่าน้ำนั้นมียูจจาระ ของคนหรือสัตว์ปะปนอยู่ด้วย และคาดการณ์ได้ว่าอาจมีเชื้อโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารปะปนอยู่ ด้วย ทั้งนี้เพราะ โรคที่อาศัยน้ำเป็นสื่อนั้นส่วนใหญ่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารโดยธรรมชาติ และมักจะ ปะปนมาพร้อมกับอุจจาระเสมอ
- 5) เนื่องจากลักษณะบางประการของโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีความสกปรกใน ด้านการทำให้อาหารเสีย การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียจึงสามารถใช้เป็นเครื่องชี้วัดระดับความสกปรก หรือเป็นดัชนีที่บอกให้รู้ว่ำนน้ำนั้นไม่ปลอดภัยที่จะนำมาใช้ดื่ม เพราะอาจมีเชื้อโรคต่างๆที่น้ำเป็นพาหะ (waterborne disease) เจือปนอยู่ด้วย เช่น อหิวาตกโรค โรคบิด และไข้รากสาด (โอมล ศิวะบรร, เขาว ยุทธ พรพิมลเทพ และ สุวิทย์ ชุมชุมศิริวัฒน์, 2527)

2.3 ดัชนีคุณภาพน้ำ

กรมควบคุมมลพิษได้จัดทำดัชนีคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ในการอธิบายภาพรวมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ รวมทั้งใช้เปรียบเทียบระดับคุณภาพน้ำระหว่างแม่น้ำได้ เพื่อให้ผู้บริหารและประชาชนซึ่งไม่มีพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจสภาพปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2559 ข)

ดัชนีคุณภาพน้ำมีหน่วยเป็นคะแนน ตั้งแต่ 0-100 โดยพิจารณาจากรายการคุณภาพน้ำ (พารามิเตอร์) 5 รายการ ได้แก่

1) ออกซิเจนละลาย (DO) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดิน สามารถบ่งชี้ถึงความเหมาะสมในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำทั่วไปโดยรวมของแหล่งน้ำ มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้มีค่ามากขึ้นหรือน้อยลง ทั้งนี้ น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ก็เป็นปัจจัยหนึ่ง

2) บีโอดี (BOD) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดิน สามารถบ่งชี้ถึงความสกปรกของแหล่งน้ำ สาเหตุสำคัญคือ น้ำเสียของแหล่งกำเนิดจากชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม

3) แอมโมเนีย (NH_3) สามารถบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนน้ำเสียจากกิจกรรมมนุษย์ ได้แก่ การขับถ่าย ปุ๋ยจากการเกษตร อาหารสัตว์น้ำที่หลุดตกค้าง

4) การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดิน สามารถบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มจากระบบบำบัดโดยครอบคลุมถึงกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มจากสิ่งขับถ่ายในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลาน ใช้วิเคราะห์ร่วมกับ FCB

5) การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดินสามารถบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม จากสิ่งขับถ่ายในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลานที่สำคัญคือ คน และหมู สาเหตุสำคัญคือ น้ำเสียจากชุมชน ฟาร์มหมู

การคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำสามารถสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1) ตรวจสอบรายการคุณภาพน้ำ 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ออกซิเจนละลาย บีโอดี แอมโมเนีย แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB)

2) คำนวณคะแนนของแต่ละพารามิเตอร์ ตามสมการในตารางที่ 2.3-1

3) คำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้ง 5 พารามิเตอร์

4) คำนวณค่าคะแนนพิเศษ โดยเทียบเกณฑ์คุณภาพน้ำของพารามิเตอร์ที่มีคะแนนต่ำที่สุดกับเกณฑ์คุณภาพน้ำของคะแนนเฉลี่ย

- หาค่าเกณฑ์คุณภาพน้ำของแต่ละพารามิเตอร์ โดยนำคะแนนที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 2 ไปเปรียบเทียบเป็นเกณฑ์ในตารางที่ 2.3-2

- หาค่าเกณฑ์คุณภาพน้ำของคะแนนเฉลี่ย โดยนำคะแนนที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 2 ไปเปรียบเทียบเป็นเกณฑ์ในตารางที่ 2.3-2

- นำเกณฑ์คุณภาพน้ำของพารามิเตอร์ที่ต่ำที่สุดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำของคะแนนเฉลี่ย เพื่อหาค่าคะแนนพิเศษ ดังนี้

- ถ้าไม่ต่างกัน คะแนนพิเศษ เป็น 0
- ถ้าต่างกัน 1 ระดับ คะแนนพิเศษ เป็น 10 เช่น คุณภาพน้ำพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ส่วนคุณภาพน้ำค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี

- ถ้าต่างกัน 2 ระดับ คะแนนพิเศษ เป็น 15 เช่น คุณภาพน้ำพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม ส่วนคุณภาพน้ำค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี
- ถ้าต่างกัน 3 ระดับ คะแนนพิเศษ เป็น 20 เช่น คุณภาพน้ำพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม ส่วนคุณภาพน้ำค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี

5) คำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ โดยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้ง 5 พารามิเตอร์ (ค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 3) ลบกับคะแนนพิเศษ (ค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 4) และเปรียบเทียบเกณฑ์คุณภาพน้ำในตารางที่ 2.3-3

ตารางที่ 2.3-1 สมการคิดคะแนนของแต่ละพารามิเตอร์

รายการ	ค่า	หน่วย	สูตรสมการคิดคะแนน
DO	0.0- 4.0	mg/L	คะแนน = $[15.25 \times (\text{ค่า DO})] + 0.1667$
	4.1 – 6.0	mg/L	คะแนน = $[5 \times (\text{ค่า DO})] + 41$
	6.1 – 8.4	mg/L	คะแนน = $[12.083 \times (\text{ค่า DO})] - 1.5$
	8.5 – 8.9	mg/L	คะแนน = $[-78 \times (\text{ค่า DO})] + 755.2$
	9.0 – 11.2	mg/L	คะแนน = $[-13.043 \times (\text{ค่า DO})] + 177.09$
	11.3 – (≥ 15.3)	mg/L	คะแนน = $[-7.561 \times (\text{ค่า DO})] + 115.68$
BOD	0.0- 1b.5	mg/L	คะแนน = $[-19.333 \times (\text{ค่า BOD})] + 100$
	1.6 – 2.0	mg/L	คะแนน = $[-20 \times (\text{ค่า BOD})] + 101$
	2.1 – 4.0	mg/L	คะแนน = $[-15 \times (\text{ค่า BOD})] + 91$
	4.1 – (≥ 8.8)	mg/L	คะแนน = $[-6.4583 \times (\text{ค่า BOD})] + 56.833$
NH ₃	0.0- 0.22	mg/L	คะแนน = $[-131.82 \times (\text{ค่า NH}_3)] + 100$
	0.23 – 0.5	mg/L	คะแนน = $[-35.714 \times (\text{ค่า NH}_3)] + 78.857$
	0.51 – 1.83	mg/L	คะแนน = $[-22.556 \times (\text{ค่า NH}_3)] + 72.278$
	>1.83	mg/L	คะแนน = $[-6.1024 \times (\text{ค่า NH}_3)] + 42.167$
TCB	0.0 5,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[-0.0058 \times (\text{ค่า TCB})] + 100$
	5,0001 – 20,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[-0.0007 \times (\text{ค่า TCB})] + 74.333$
	20,001 – 160,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[-0.0002 \times (\text{ค่า TCB})] + 65.286$
	>160,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[8 \times 10^{-6} \times (\text{ค่า TCB})] + 32.292$
FCB	0.0- 1,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[-0.029 \times (\text{ค่า FCB})] + 100$
	1,0001 – 4,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[-0.0033 \times (\text{ค่า FCB})] + 74.333$
	4,001 – 90,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[-0.0003 \times (\text{ค่า FCB})] + 62.395$
	>90,000	MPN/100 mL	คะแนน = $[1 \times 10^{-5} \times (\text{ค่า FCB})] + 32.208$

หมายเหตุ mg/L หมายถึง มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN/100 ml หมายถึง เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ 100 มล.

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2559 ข)

ตารางที่ 2.3-2 เกณฑ์คุณภาพน้ำของแต่ละพารามิเตอร์

รายการ	เกณฑ์คุณภาพน้ำ			
	ดี	พอใช้	เสื่อมโทรม	เสื่อมโทรมมาก
DO (mg/L)	$DO \geq 4.0$	$2.5 \leq DO < 4.0$	$2.0 \leq DO < 2.5$	$0.0 \leq DO < 2.0$
BOD (mg/L)	$BOD \leq 1.5$	$2.5 \leq BOD < 1.5$	$4.0 \leq DO < 2.5$	$BOD > 4.0$
NH ₃ (mg/L)	$NH_3 \leq 0.22$	$0.5 \leq NH_3 < 0.22$	$0.5 \leq NH_3 < 1.83$	$NH_3 > 1.83$
TCB (MPN/100 mL)	$TCB \leq 5,000$	$20,000 \leq TCB < 5,000$	$TCB > 20,000$	-
FCB (MPN/100 mL)	$FCB \leq 1,000$	$4,000 \leq FCB < 1,000$	$FCB > 4,000$	-

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2559 ข)

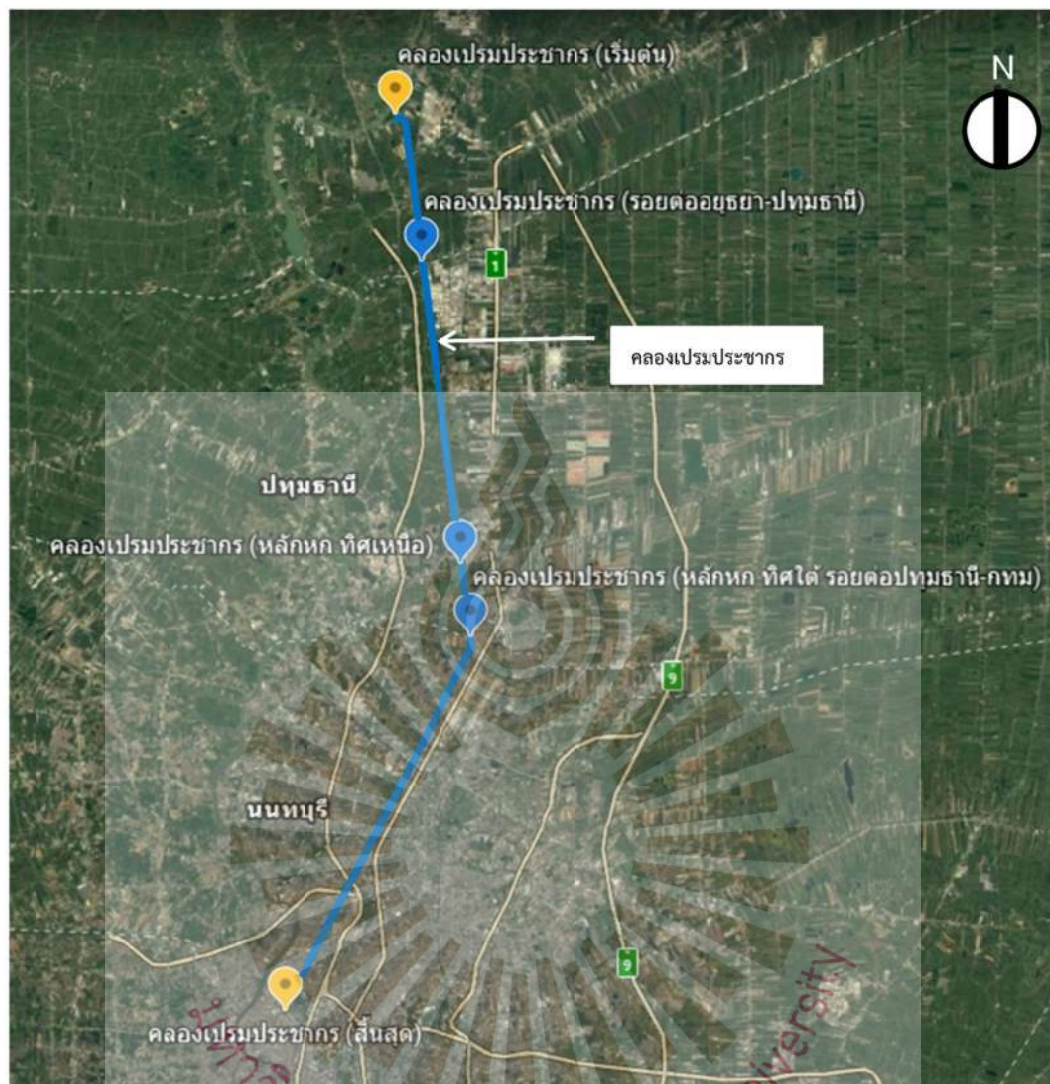
ตารางที่ 2.3-3 เกณฑ์คุณภาพน้ำรวมของทุกพารามิเตอร์

คะแนน	เกณฑ์คุณภาพน้ำ	เทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภท
91 - 100	ดีมาก	2
71 - 90	ดี	2
61 - 70	พอใช้	3
31 - 60	เสื่อมโทรม	4
0 - 30	เสื่อมโทรมมาก	5

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2559 ข)

2.4 คลองเปรมประชากร

คลองเปรมประชากรเป็นคลองสายแรกที่พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 มีพระราชดำริให้ขุดขึ้นในปี พ.ศ.2413 เพื่อเป็นคลองลัดเชื่อมแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าด้วยกัน เริ่มจากคลองผดุงกรุงเกษมบริเวณหน้าวัดโสมนัสวิหาร ไปทะลุแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลเกาะใหญ่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระยะทางประมาณ 50.8 กิโลเมตร มีความกว้างประมาณ 12 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.4-1 โดยมีพระราชประสงค์เพื่อย่นระยะทางระหว่างกรุงเทพฯ กับกรุงเก่า (อยุธยา) เนื่องจากเส้นทางแม่น้ำเจ้าพระยาเดิมเป็นทางน้ำอ้อมวกเวียนใช้เวลาเดินทางนาน และเพื่อขยายพื้นที่การทำนาริมสองฝั่งคลอง เพราะเดิมพื้นที่แถบนี้เป็นป่ารกเต็มไปด้วยโขลงช้างป่า ไม่มีใครไปบุกเบิกถากถาง เพราะไม่มีคลองน้ำ เมื่อขุดคลองขึ้นมาแล้ว ประชาชนจะได้มีความสะดวกสบาย ทั้งด้านการทำมาค้าขายและการสัญจรไปมา จึงโปรดเกล้าฯ จ้างแรงงานจีนมาขุด ใช้เวลาขุด 16 เดือน ใช้พระราชทรัพย์ส่วนพระองค์ จำนวน 2,544 ชั่ง 2 ตำลึง (ประมาณ 203,520 บาท) และพระราชทานนามว่า “คลองสวัสดิ์เปรมประชากร” (รวมพลังฟื้นฟูคลองเปรมประชากร, 2562)

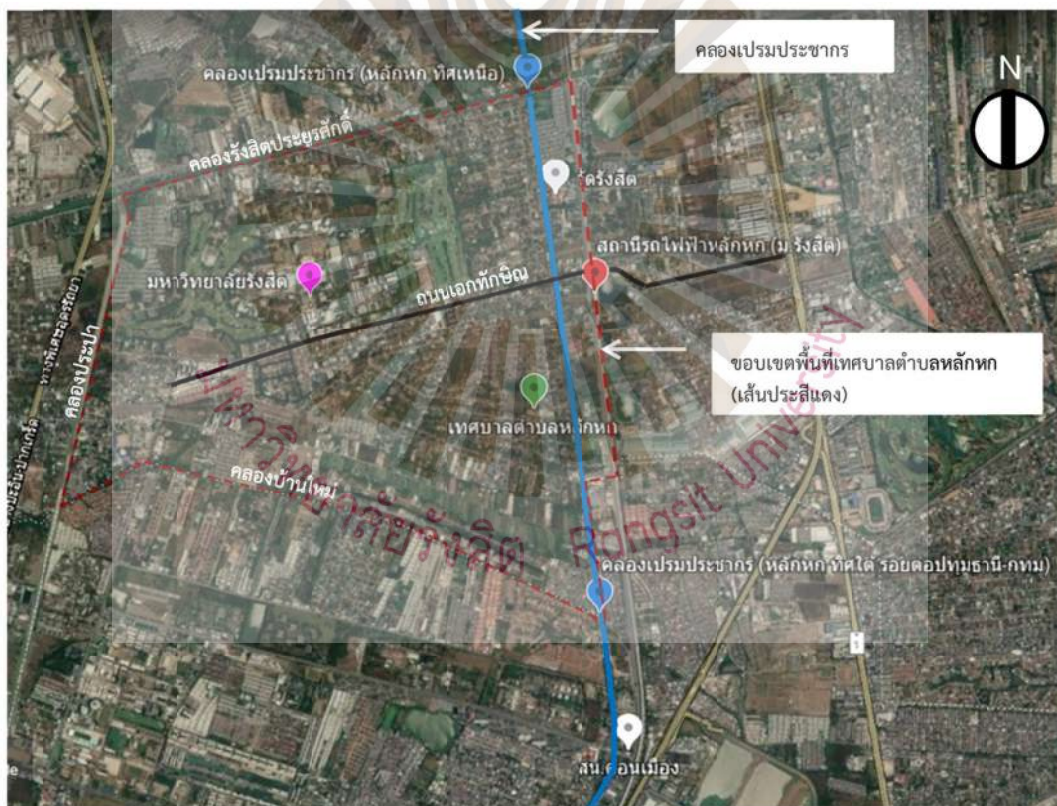


รูปที่ 2.4-1 แนวคลองเปรมประชากร ตั้งแต่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาถึงกรุงเทพมหานคร

คลองเปรมประชากรแบ่งพื้นที่ตามเขตจังหวัดออกได้ 3 ส่วน ได้แก่

- 1) เขตจังหวัดอยุธยา เริ่มต้นที่แม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณอำเภอบางปะอิน ลงมาทางทิศใต้ ผ่านอำเภอบางไทร จนถึงรอยต่อกับอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ระยะทางประมาณ 8 กิโลเมตร
- 2) เขตจังหวัดปทุมธานี เริ่มต้นที่อำเภอสามโคก ผ่านอำเภอเมืองปทุมธานี จนถึงตำบลหลักหก รอยต่อกับเขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร ระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร
- 3) เขตกรุงเทพมหานคร เริ่มต้นที่เขตดอนเมือง ลงมาทางทิศใต้ ผ่านเขตหลักสี่ จตุจักร บางซื่อ และดุสิต จนถึงคลองผดุงกรุงเกษม บริเวณตรงข้ามวัดโสมนัสสวรวิหาร ระยะทางประมาณ 22.8 กิโลเมตร (กระทรวงมหาดไทย, 2562)

สำหรับคลองเปรมประชากรในเขตพื้นที่ตำบลหลักหก อำเภอเมืองปทุมธานี ซึ่งอยู่ในพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก มีระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.4-2 เริ่มต้นที่คลองเปรมประชากรตัดกับคลองรังสิตประยูรศักดิ์ฝั่งใต้ (บริเวณประตูน้ำคลองรังสิตประยูรศักดิ์-คลองเปรมประชากร) ลงมาทางทิศใต้ ผ่านวัดรังสิต ถนนเอกทักซัน สิ้นสุดที่จุดตัดกับคลองบ้านใหม่ (ใกล้หมู่บ้านอยู่เจริญ) ซึ่งเป็นรอยต่อกับเขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 2.4-2 แนวคลองเปรมประชากร ในพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก

รัฐบาลได้มีนโยบายให้กรุงเทพมหานครและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาคลองเปรมประชากรให้มีความสะอาดสวยงาม สามารถเป็นทางสัญจร รวมทั้งใช้ประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมประเพณีได้ด้วย โดยเริ่มตั้งแต่การฟื้นฟูสภาพคลอง การปรับปรุงทัศน การสร้างการรับรู้ และการพัฒนาคลองเปรมประชากรและคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ จึงได้จัดทำแผนแม่บทโครงสร้างพื้นฐานระบบคลองและการพัฒนาชุมชนริมคลองเปรมประชากร ความยาว 50.8 กิโลเมตร ระยะเวลาดำเนินการ 9 ปี (ปี พ.ศ. 2562 – 2570) เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ทั้งชุมชนและเมือง พัฒนาด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ โดยการออกแบบวางผังพื้นที่ริมคลองให้องค์ประกอบต่าง ๆ มีความสอดคล้องกัน ได้แก่ การพัฒนาที่อยู่อาศัย การพัฒนาด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ การจัดระบบสาธารณูปโภคและ ผังเมือง การพัฒนาพื้นที่เศรษฐกิจชุมชน แผนพัฒนาจุดเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะ ล้อ – ราง – เรือ – ทางจักรยาน และแผนพัฒนาการท่องเที่ยววิถีชุมชน เป็นต้น โดยมีแนวคิดหลัก 4 ด้าน ได้แก่

1) ด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งแวดล้อมของเมือง โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ การบำบัดน้ำเสีย การพัฒนาโครงข่ายระบบคมนาคมขนส่ง การพัฒนาระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานที่จำเป็น และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของเมือง เช่น (1) โครงการก่อสร้างเขื่อนริมคลอง อุโมงค์ระบายน้ำระบบรวบรวมน้ำเสีย โรงบำบัดน้ำเสีย (2) การพัฒนาโครงข่ายระบบคมนาคมขนส่ง และการเชื่อมต่อ รถ-ราง-เรือ

2) ด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนชุมชนริมคลอง โดยการรื้อย้ายบ้านรูกกล้าเดิม และวางผังจัดระเบียบที่อยู่อาศัยใหม่ด้วยการก่อสร้างบ้านมั่นคง พร้อมระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ และการพัฒนาคุณภาพชีวิต เช่น ศูนย์เด็กเล็ก ศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ ศูนย์ฝึกอาชีพ ศูนย์การเรียนรู้ ลานกีฬา

3) ด้านการสร้าง ความเข้าใจและการมีส่วนร่วม โดยการสร้างการรับรู้และเจรจาทำความเข้าใจกับประชาชนในชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียง และการเผยแพร่หรือประชาสัมพันธ์โครงการต่อสาธารณะ

4) ด้านกฎหมายและการขับเคลื่อนงาน โดยการปรับแก้กฎหมายหรือระเบียบต่าง ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงาน การบังคับใช้กฎหมายและการดำเนินคดีต่อผู้กระทำความผิด และการขับเคลื่อนงานให้เป็นไปตามแผนแม่บทฯ

นอกจากนี้ รัฐบาลได้กำหนดแผนงานหลักระยะเร่งด่วน (2562-2565) มีจำนวนทั้งสิ้น 4 โครงการ วงเงิน 4,448 ล้านบาท ได้แก่

1) โครงการก่อสร้างเขื่อนจากถนนเทศบาลสงเคราะห์-สุดเขตกรุงเทพมหานคร วงเงิน 3,443 ล้านบาท

2) โครงการก่อสร้างเขื่อนคลองเปรมประชากรจากคลองบ้านใหม่ถึงคลองรังสิตประยูรศักดิ์ วงเงิน 780 ล้านบาท

3) โครงการขุดลอกคลองเปรมประชากรในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีจากคลองรังสิตประยูรศักดิ์ถึงคลองเชียงรากน้อย วงเงิน 16 ล้านบาท

4) โครงการขุดลอกคลองเปรมประชากรในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาจากคลองเชียงรากน้อยถึงสถานีสูบน้ำเปรมเหนือบางปะอิน วงเงิน 9 ล้านบาท (กระทรวงมหาดไทย, 2562)

มหาวิทยาลัยรังสิต เป็นสถาบันการศึกษาในพื้นที่ตำบลหลักหก ได้เข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาคลองเปรมประชากร โดยได้รับมอบหมายให้เป็นแม่งานในการออกแบบแผนแม่บทสำหรับการพัฒนาชุมชน นำร่องพัฒนาชุมชนหลักหกในอนาคต เพื่อพลิกโฉมภูมิทัศน์หลักหก นำความรู้จากห้องเรียนสู่ชุมชน ดังแสดงในภาพข่าวกิจกรรมในรูปที่ 2.4-3



รูปที่ 2.4-3 การมีส่วนร่วมในการพัฒนาคลองเปรมประชากรของมหาวิทยาลัยรังสิต
ที่มา: Rangsit University, 2020

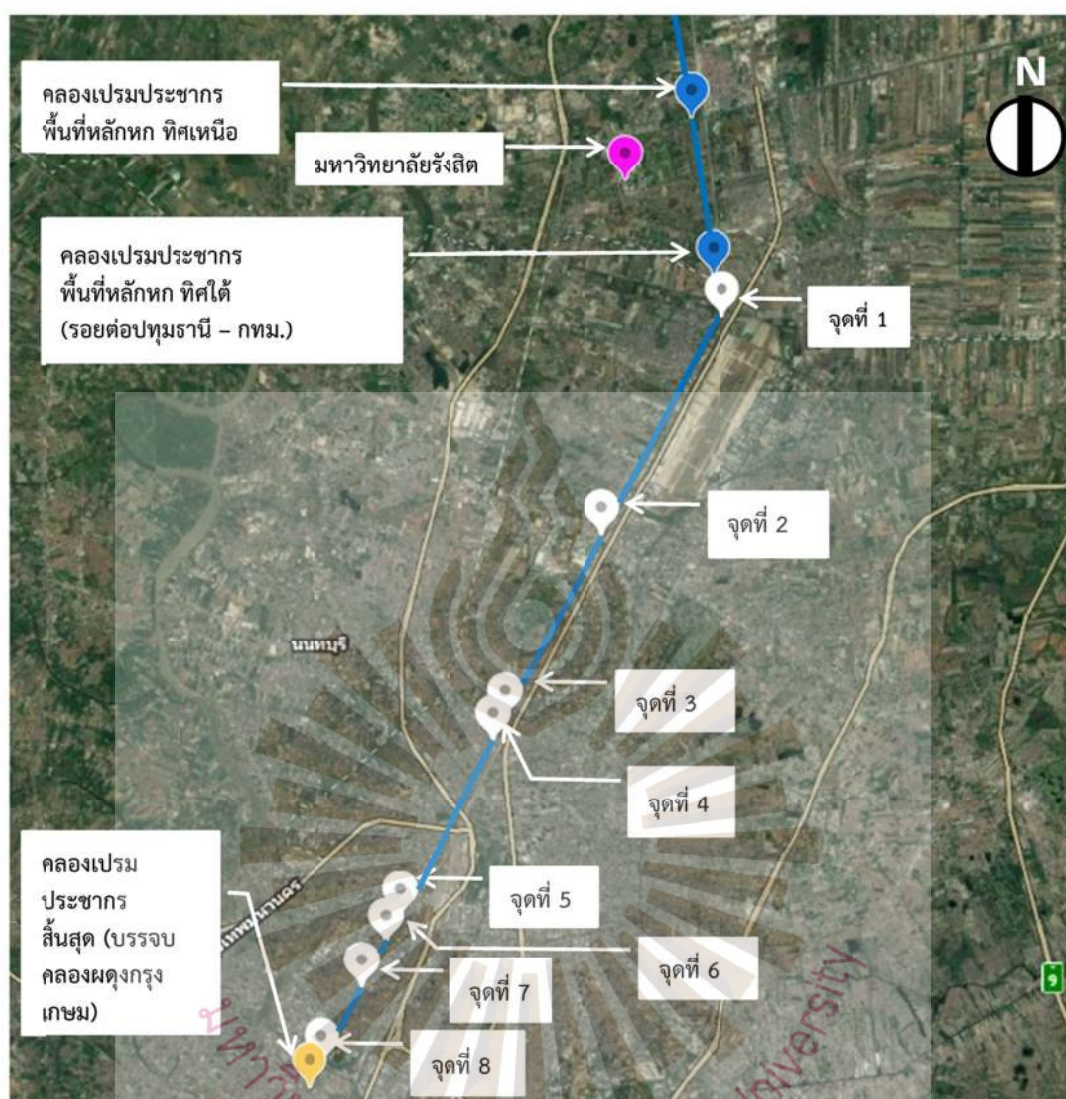
2.5 สถิติข้อมูลคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร

กรมควบคุมมลพิษเป็นหน่วยงานที่ได้ดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (น้ำจืด) ทั่วประเทศ มาเป็นเวลากว่า 20 ปี เพื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำไปประเมินสถานการณ์ของแหล่งน้ำต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การวางแผน การป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ โดยกรมควบคุมมลพิษร่วมกับสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค ได้กำหนดแผนการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำสำคัญทั่วประเทศ และทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำปีละ 4 ครั้ง (3 เดือนต่อครั้ง) โดยกำหนดให้ช่วงเดือนมกราคมถึงมิถุนายนเป็นช่วงน้ำน้อย เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคมเป็นช่วงน้ำมาก โดยมีจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 1,464 ตัวอย่าง จากจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 366 จุดเก็บตัวอย่าง ของแหล่งน้ำสำคัญ 52 แหล่งน้ำ ประกอบด้วยแม่น้ำสายสำคัญ 48 สาย และแหล่งน้ำนิ่ง 4 แหล่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) อย่างไรก็ตาม กรมควบคุมมลพิษไม่มีจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร

สำนักงานระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร มีจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากรที่อยู่ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร จำนวน 8 จุด มีพารามิเตอร์ที่ดำเนินการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 3 รายการ ได้แก่ ออกซิเจนละลาย บีโอดี และแอมโมเนีย โดยดำเนินการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกเดือน (สำนักงานระบายน้ำ, 2563) จุดเก็บตัวอย่างในคลองเปรมประชากรทั้ง 8 จุด แสดงในรูปที่ 2.5-1 โดยเรียงลำดับตามตำแหน่งจากต้นน้ำ (ทิศเหนือ) ไปท้ายน้ำ (ทิศใต้) ได้ดังนี้

- จุดที่ 1 ถนนเตชะตุระ ใกล้ สน.ดอนเมือง
- จุดที่ 2 ถนนแจ้งวัฒนะ
- จุดที่ 3 ทักษสถานวิทยุหนุ่ม (ถ.งามวงศ์วาน)
- จุดที่ 4 เทศบาลสงเคราะห์ (วัดเสมียนนารี)
- จุดที่ 5 ตลาดบางซื่อ
- จุดที่ 6 สีแยกสะพานแดง
- จุดที่ 7 ถนนเศรษฐศิริ (สะพานเกษะโกมล)
- จุดที่ 8 ถนนศรีอยุธยา (วัดเบญจมบพิตร)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรตลอดทั้งปี 2563 ดังแสดงในตารางที่ 2.5-1 คุณภาพน้ำรายเดือนดังแสดงในตารางที่ 2.5-2 และนำมาเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำของแต่ละพารามิเตอร์ในเกณฑ์ดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าเกือบทั้งหมดอยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก ยกเว้นในรายการปริมาณออกซิเจนละลายที่จุดเก็บตัวอย่างถนนศรีอยุธยา (วัดเบญจมบพิตร) เพียงจุดเดียวมีอยู่ในระดับพอใช้ และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า จุดเก็บตัวอย่างถนนเตชะตุระใกล้ สน.ดอนเมือง มีคุณภาพน้ำที่ดีที่สุด หลังจากนั้นคุณภาพน้ำในคลองมีแนวโน้มดีขึ้น ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างถนนเตชะตุระอยู่ห่างจากคลองเปรมประชากรในพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหกเพียง 1 กิโลเมตร



- | | |
|--|---------------------------------------|
| จุดที่ 1 ถนนเทศบาลบำรุง ใกล้ สน.ดอนเมือง | จุดที่ 2 ถนนแจ้งวัฒนะ |
| จุดที่ 3 วิทยาลัยนาฏศิลป์ (ถ.งามวงศ์วาน) | จุดที่ 4 เทศบาลสงคราม (วัดเสมียนนารี) |
| จุดที่ 5 ตลาดบางซื่อ | จุดที่ 6 สีแยกสะพานแดง |
| จุดที่ 7 ถนนเศรษฐศิริ (สะพานเกษะโกมล) | จุดที่ 8 ถนนศรีอยุธยา (วัดเบญจมบพิตร) |

รูปที่ 2.5-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 2.5-1 คุณภาพน้ำเฉลี่ยของคลองเปรมประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี 2563

จุด ที่	บริเวณ	ออกซิเจนละลาย		บีโอดี		แอมโมเนียในหน่วย ไนโตรเจน	
		ค่า (mg/l)	ระดับ	ค่า (mg/l)	ระดับ	ค่า (mg/l)	ระดับ
1	ถนนเตชะคุงตะ ใกล้ สน.ดอนเมือง	0.9	เสื่อมโทรม มาก	16.6	เสื่อมโทรม มาก	6.5	เสื่อมโทรม มาก
2	ถนนแจ้งวัฒนะ	1.4	เสื่อมโทรม มาก	11.5	เสื่อมโทรม มาก	4.9	เสื่อมโทรม มาก
3	พัฒนาสถานวัยหนุ่ม (ถ.งามวงศ์วาน)	1.0	เสื่อมโทรม มาก	11.1	เสื่อมโทรม มาก	3.9	เสื่อมโทรม มาก
4	เทศบาลสงเคราะห์ (วัดเสมียนนารี)	1.7	เสื่อมโทรม มาก	9.7	เสื่อมโทรม มาก	3.7	เสื่อมโทรม มาก
5	ตลาดบางซื่อ	1.4	เสื่อมโทรม มาก	8.1	เสื่อมโทรม มาก	3.4	เสื่อมโทรม มาก
6	สี่แยกสะพานแดง	1.9	เสื่อมโทรม มาก	8.8	เสื่อมโทรม มาก	3.7	เสื่อมโทรม มาก
7	ถนนเศรษฐศิริ (สะพานเกษะโกมล)	1.7	เสื่อมโทรม มาก	8.9	เสื่อมโทรม มาก	3.6	เสื่อมโทรม มาก
8	ถนนศรีอยุธยา (วัดเบญจมบพิตร)	3.0	พอใช้	7.0	เสื่อมโทรม มาก	1.6	เสื่อมโทรม มาก

หมายเหตุ

1. ตัวเลขค่าเฉลี่ยได้จากข้อมูลของสำนักระบายน้ำ
 2. ระดับคุณภาพได้จากการวิเคราะห์ของคณะผู้วิจัย
- ที่มา สำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, 2563

ตารางที่ 2.5-2 คุณภาพน้ำคลองเปรมประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร รายเดือน ปี 2563

จุดที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
ออกซิเจนละลาย (mg/l)													
1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	1.5	1.6	3.1	2.2	0.5	0.0	0.0	0.9
2	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.5	1.4	1.0	2.1	3.9	5.4	1.4
3	0.0	0.9	1.1	0.0	1.8	2.4	0.8	1.3	1.2	0.9	0.0	1.5	1.0
4	0.0	1.0	1.2	0.0	1.5	1.2	1.2	1.4	1.3	4.9	2.2	4.9	1.7
5	1.4	1.6	1.1	1.5	2.4	1.8	0.8	1.7	1.8	1.1	0.0	1.4	1.4
6	1.3	1.0	2.9	2.1	1.6	3.8	1.9	2.5	2.4	1.3	0.0	1.4	1.9
7	1.8	1.1	1.9	2.0	3.6	2.2	1.3	2.1	1.6	1.7	0.0	1.5	1.7
8	3.1	3.3	3.0	2.9	5.8	4.4	1.7	3.5	2.9	1.5	2.0	1.6	3.0
บีโอดี (mg/l)													
1	10.0	28.0	24.0	39.0	16.0	11.0	7.0	7.0	6.0	13.0	21.0	17.0	16.6
2	9.0	27.0	26.0	7.0	16.0	15.0	8.0	6.0	5.0	6.0	8.0	5.0	11.5
3	6.0	17.0	12.0	22.0	11.0	6.0	10.0	10.0	8.0	12.0	11.0	8.0	11.1
4	6.0	18.0	11.0	19.0	9.0	7.0	9.0	7.0	7.0	8.0	10.0	5.0	9.7
5	5.0	12.0	13.0	10.0	6.0	7.0	13.0	6.0	5.0	10.0	6.0	4.0	8.1
6	4.0	8.0	14.0	11.0	15.0	8.0	13.0	5.0	4.0	8.0	9.0	6.0	8.8
7	8.0	15.0	14.0	8.0	8.0	4.0	7.0	6.0	5.0	11.0	12.0	9.0	8.9
8	6.0	8.0	15.0	6.0	6.0	4.0	7.0	6.0	5.0	7.0	8.0	6.0	7.0
แอมโมเนีย (mg/l)													
1	7.0	9.8	*	14.8	3.9	6.1	0.8	4.8	3.1	5.3	8.6	7.3	6.5
2	12.9	14.8	*	2.5	2.3	7.5	2.5	4.6	3.1	1.2	2.0	0.0	4.9
3	2.0	2.8	*	5.9	6.4	3.7	1.8	3.3	3.2	4.0	4.6	4.9	3.9
4	6.7	5.6	*	5.3	4.0	3.7	1.8	3.7	3.0	1.4	3.8	2.1	3.7
5	1.7	2.2	*	5.3	3.7	3.9	0.8	4.6	2.6	4.7	4.0	4.0	3.4
6	0.3	3.9	*	4.5	7.2	2.7	2.2	5.3	1.9	2.9	5.4	4.9	3.7
7	2.5	3.4	*	4.2	1.5	3.3	2.9	4.4	2.5	3.2	6.7	5.4	3.6
8	0.0	1.7	*	2.2	2.6	0.7	0.5	0.7	0.0	2.1	4.3	3.1	1.6

หมายเหตุ

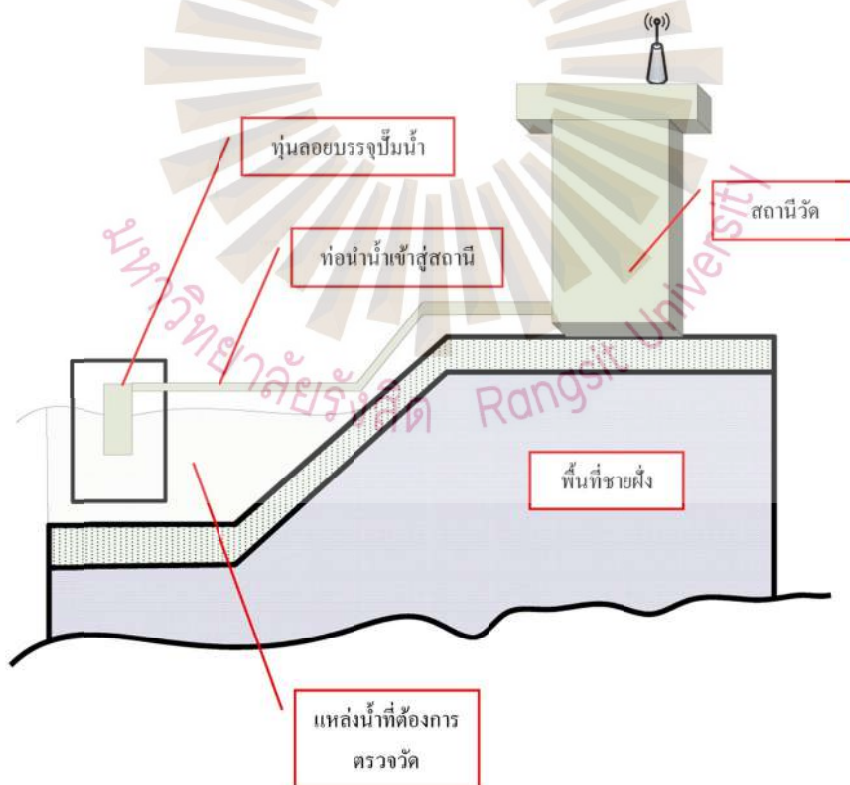
- * หมายถึง เครื่องเสีย
- จุดที่ 1 ถนนเตชะตุ้งคะ ใกล้ สน.ดอนเมือง จุดที่ 2 ถนนแจ้งวัฒนะ
- จุดที่ 3 ทัดพลสถานวิทยุหนุ่ม (ถ.งามวงศ์วาน) จุดที่ 4 เทศบาลสงเคราะห์ (วัดเสมียนนารี)
- จุดที่ 5 ตลาดบางซื่อ จุดที่ 6 สี่แยกสะพานแดง
- จุดที่ 7 ถนนเศรษฐศิริ (สะพานเกษะโกมล) จุดที่ 8 ถนนศรีอยุธยา (วัดเบญจมบพิตร)

ที่มา : สำนักการระบายน้ำ (2563)

2.6 ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นกิจกรรมที่สำคัญต่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เพื่อทราบถึงสถานภาพของแหล่งน้ำในปัจจุบัน ปัญหาหรือแนวโน้มของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งเมื่อได้ข้อเท็จจริงแล้วจะนำไปสู่การสร้างแนวทางปฏิบัติในการวางแผนจัดการคุณภาพน้ำ การแก้ไขและป้องกันผลกระทบที่เกิดจากมลพิษในแหล่งน้ำนั้นได้ทันทั่วทั้งที่ก่อนที่น้ำหรือแหล่งน้ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงไป หรือก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ประโยชน์

กรมควบคุมมลพิษได้พัฒนาสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 2.6-1 ซึ่งเป็นระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ได้ออกแบบเป็นลักษณะสถานีขนาดเล็ก ยกสูงจากพื้นเพื่อป้องกันน้ำท่วม ภายในติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำและระบบบันทึกและส่งข้อมูล โดยการตั้งค่าให้ปั๊มสุบน้ำทำการสูบน้ำตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำขึ้นมาทุก ๆ 30 นาที ตัวอย่างน้ำจะถูกส่งไปตรวจวัดคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลาย ค่าการนำไฟฟ้า และความขุ่น โดยข้อมูลตัวเลขของค่าคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดได้ จะเก็บบันทึกไว้ในเครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) และส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังอินเทอร์เน็ตเซิร์ฟเวอร์ระบบฐานข้อมูลคุณภาพน้ำในทันที ทำให้ข้อมูลที่ตรวจวัดได้สามารถเรียกดูและเผยแพร่ได้รวดเร็วขึ้นและเป็นระบบ real-time มากขึ้น โดยเรียกดูผ่านทางช่องทางของอินเทอร์เน็ต (www.wqmonline.com) และสามารถใช้งานเพื่อการแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบว่าคุณภาพน้ำผิดปกติได้แบบอัตโนมัติ ในรูปแบบสัญญาณไฟแจ้งเตือน ระบบส่งข้อความอัตโนมัติ และสัญลักษณ์แถบสีในเว็บไซต์รายงานข้อมูล



รูปที่ 2.6-1 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2557)

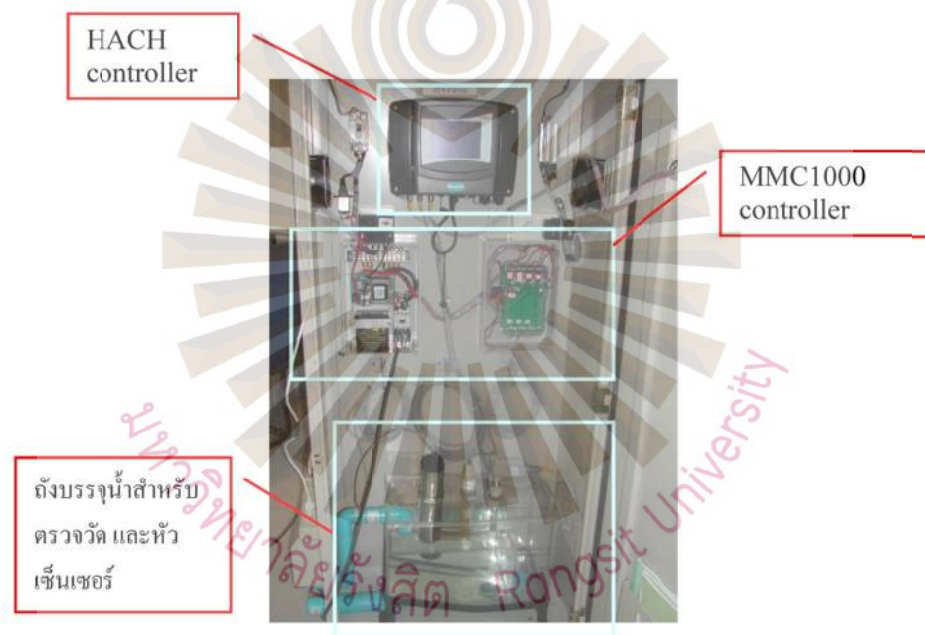
โครงสร้างภายในสถานี แสดงในรูปที่ 2.6-2 ประกอบด้วย

1) HATCH controller ทำหน้าที่ควบคุมการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ และแสดงผลบนจอภาพ ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ pH, DO, Conductivity และ Temperature การปรับตั้ง และการดูแลชุดหัววัดจะผ่านทางการควบคุมของ HACH controller ทั้งสิ้น

2) MMC1000 controller ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับ HACH ผ่านทาง MODBUS (RS485) ข้อมูลการตรวจวัดจากเซ็นเซอร์จะส่งต่อมายัง MMC1000 ผ่านทางช่องทางนี้ การควบคุมการสื่อสาร GPRS, การส่งควบคุมปั้มน้ำ, การเตือนชนิดต่างๆ จะผ่านทาง MMC1000 ทั้งสิ้น

3) ถังบรรจุน้ำสำหรับการวัดและหัวเซ็นเซอร์ ทำหน้าที่เก็บน้ำที่ไหลเข้ามายังสถานี ผ่านมาจากปั้มน้ำ ภายในถังน้ำนี้จะสัมผัสกับหัวเซ็นเซอร์ เพื่อให้สามารถอ่านค่าได้ทันที

กรมควบคุมมลพิษมีสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติ อยู่ในพื้นที่ลำนํ้าสำคัญทั่วประเทศ จำนวน 98 สถานี ทั้งนี้เป็นสถานีที่ติดตั้งโดยสำนักจัดการคุณภาพน้ำ จำนวน 71 สถานี และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค จำนวน 27 สถานี (กรมควบคุมมลพิษ, 2557)



รูปที่ 2.6-2 สภาพภายในสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2557)

2.7 เทคโนโลยี Internet of Things

Internet of Things (IoT) คือ ระบบเครือข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลายชนิด เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซ็นเซอร์ และวัตถุต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อัตโนมัติ แนวคิด Internet of Things ถูกคิดค้นขึ้นโดย Kevin Ashton ในปี 1999 เริ่มต้นจากโครงการ Auto-ID Center เป็นการพัฒนาต่อยอดมาจากเทคโนโลยี Radio Frequency Identification (RFID) เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิด ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ต่อมาในยุคหลังปี 2000 เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เริ่มมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาเป็นจำนวนมาก และยังมีการใช้คำว่า Smart เกิดขึ้น เช่น Smart Farm, Smart home, Smart device เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้ โดย Kevin ได้ให้นิยามไว้ว่า Internet-like หรือ Things ซึ่งเป็นการแทนการเรียกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ (พูนรัตน์ ราชไชย, 2561)

ความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายเข้ากับโครงข่ายอินเทอร์เน็ต จะช่วยให้สามารถตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วและทันเหตุการณ์ (real time) เมื่อผนวกเข้ากับระบบ Big Data และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence, AI) จะช่วยให้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและทันเหตุการณ์ (real time) จึงมีการประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางในหลายภาคส่วน อาทิ

ภาคการเกษตร

การเกษตรแม่นยำ (Precision Farming) อาศัยการทำงานร่วมกันของระบบเซ็นเซอร์ที่วัดความชื้น ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิ ระบบ ฐานข้อมูลพืช และระบบให้น้ำ ปรับปริมาณแสง และระบบปรับอุณหภูมิที่ทำงานสอดคล้องกัน เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุดและแม่นยำ ระบบดังกล่าวนอกจากจะช่วยให้เกษตรกรประหยัดและใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็น ยังช่วยให้ประมาณการช่วงเวลาเก็บเกี่ยวและปริมาณพืชผลที่จะได้อีกด้วย

ภาคบ้านพักอาศัย

อุปกรณ์ภายในที่อยู่อาศัยจะเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เครื่องซักผ้า กลอนประตูไฟฟ้า กล้องวงจรปิด ระบบความปลอดภัยภายในบ้าน ทำให้เราสามารถควบคุมระบบต่าง ๆ ภายในบ้านได้ผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น บ้านในอนาคตจะสามารถรับรู้ได้ว่าเรากำลังจะกลับถึงบ้าน หรือออกจากบ้านไปแล้ว และสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้โดยอัตโนมัติ เช่น เปิดปิดเครื่องปรับอากาศ หรือเปิดปิดไฟ ทำให้เราจัดการชีวิตได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะการลดเวลาในการทำงานบ้าน รวมถึงประโยชน์ในด้านการประหยัดพลังงานและการรักษาความปลอดภัยที่ดีขึ้น

ภาคอาคารธุรกิจ

ระบบการจัดการสำนักงาน (Smart Office) ส่วนหนึ่งที่ IoT จะเข้ามามีบทบาท โดยเฉพาะด้านการบริหารจัดการการใช้พลังงานและการดูแลรักษาความปลอดภัยภายในสำนักงาน นอกจากนี้ บริษัทและหน่วยงานต่างๆ สามารถประยุกต์ใช้ IoT ในการเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน (Productivity) ของพนักงานในบริษัท ไม่ว่าจะเป็นการอบรมพนักงานใหม่ด้วยระบบ Virtual reality การจัดการและติดตามเอกสาร รวมถึงการติดตามการทำงานของพนักงาน เพื่อพัฒนาระบบการทำงานให้มีประสิทธิภาพ

ยิ่งขึ้น การเข้ามาของอุปกรณ์ IoT จะสามารถทำให้บริษัทและหน่วยงานต่าง ๆ ใช้คนน้อยลง แต่ในขณะเดียวกันได้งานมากขึ้น ลดต้นทุน และเพิ่มโอกาสในการเติบโต

ภาคอุตสาหกรรม

IoT ภาคอุตสาหกรรม คือ โครงข่ายข้อมูลขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องวัด และระบบการควบคุมในระบบอุตสาหกรรมเข้าด้วยกัน การส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายจะช่วยให้อุปกรณ์และระบบต่าง ๆ มีการทำงานที่แม่นยำ สามารถทำงานสอดคล้องกันได้โดยไม่ต้องใช้แรงงานคน การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของเครื่องจักร เช่น อุณหภูมิ การสั่น การหมุน นอกจากจะช่วยตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องจักรแล้ว ยังช่วยคาดการณ์เวลาที่จำเป็นต้องเปลี่ยนอะไหล่ของอุปกรณ์เมื่อชำรุด ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอะไหล่ใหม่ที่ไม่จำเป็น

ระบบการจัดการเมืองและสาธารณูปโภค (Smart City and Utilities)

ระบบการจัดการเมืองและสาธารณูปโภคที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีการตรวจวัดที่แม่นยำ การประมวลผลในภาพรวม และการประมาณการที่มีความเชื่อถือได้ ระบบ IoT จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญต่างๆ ภายในเมือง ซึ่งจะช่วยให้ภาครัฐสามารถวางแผน และเข้าไปให้บริการประชาชนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้พลังงานและสาธารณูปโภค การบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart grid) ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้า และรวบรวมข้อมูลเพื่อประมาณการค่าอุปสงค์ (Demand forecast) การใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมการจ่ายไฟฟ้า การวางแผนสร้างโรงไฟฟ้า จัดการแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า และการคิดราคาค่าไฟฟ้าแบบสอดคล้องกับค่าอุปสงค์-อุปทาน สภาพการจราจร ความปลอดภัย การบริการสาธารณะ (Public service) ซึ่งจะช่วยให้เมืองสามารถบริหารจัดการทรัพยากรให้ตรงตามความต้องการและชีวิตความเป็นอยู่ของคนในท้องถิ่น การวัดสถานะระดับน้ำเพื่อการบริหารจัดการการระบายน้ำ แผนที่ค่าการวัดมลภาวะ และสถานะปริมาณขยะเพื่อการจัดเก็บ เป็นต้น (อิทธิพร หองคำวิฑูรย์, 2559)

2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller หรือ MCU) มาจากคำ 2 คำ คือ ไมโคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็ก และคอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (พชรรัตน์ ราชไชย, 2561)

Microcontroller ทำงานคล้ายคลึงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียงแต่ประสิทธิภาพการประมวลผลน้อยกว่า ประกอบด้วยชิปไอซีที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานได้ โดยการใช้งาน Microcontroller นั้น จำเป็นต้องนำมาประกอบกับส่วนจ่ายไฟ ชุดควบคุม พอร์ตเชื่อมต่อ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ จึงได้มีการนำ Microcontroller มาประกอบเป็นบอร์ดสำเร็จรูป หรือที่เรียกว่า Embedded board หรือ Microcontroller board (พฤษจางสานต์ เกียรติวัฒนวิพันธุ์, 2562)

ปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิด IoT ได้คือ การบรรจุอุปกรณ์สมองกลฝังตัวหรือ embedded system device เข้าไปในสิ่งของ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ มีตัวตรวจจับหรือเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจวัดค่าที่สนใจส่งต่อมายังส่วนประมวลผลกลางและฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือเรียกว่า คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (cloud server) ด้วยการนำอุปกรณ์สมองกลฝังตัวบรรจุลงในสิ่งของต่างๆ จึงทำให้สิ่งของ

เหล่านั้นทำงานในแบบอัจฉริยะได้ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ในบ้าน ในโรงงาน ในที่ทำงาน ในยานพาหนะ ล้วนแล้วแต่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวมากขึ้น ทำให้มันทำงานได้ด้วยตัวเอง และรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ เกิดการเชื่อมโยงการทำงานเป็นระบบได้ (ชนกฤต วัฒนะศุภชัย, 2559) ตัวอย่างของ Microcontroller ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น Arduino NodeMCU Raspberry Pi

บอร์ดราสเบอร์รี่ พาย (Raspberry Pi) คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีสามารถทำงาน คล้ายกับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็กที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน มีการเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word processing ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งยังสามารถเปิดไฟล์วิดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) คุณสมบัติเด่นที่สำคัญคือ มีจุดเชื่อมต่อ GPIO (General Purpose Input Output) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น บอร์ดราสเบอร์รี่พาย3 ใช้หน่วยประมวลผลที่เป็นสถาปัตยกรรม 64 บิต เพื่อให้ทำงานได้เร็วขึ้น และนำ WiFi และ BLE (Bluetooth Low Energy) ไว้ในตัวเดียวกันฝังไว้ที่บอร์ดราสเบอร์รี่พาย3 โดยไม่ต้องนำ USB WiFi มาต่อเพิ่มเติม จึงทำให้การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายง่ายและสะดวกขึ้นมาก ส่วนพอร์ต USB มีความสำคัญคือ ใช้ต่อพ่วงกับเมาส์และคีย์บอร์ด เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของบอร์ด (ชนกฤต วัฒนะศุภชัย, 2559)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมหมาย โชครุ่ง และ ดุสิต ธนเพทาย. (2552) ได้พัฒนาหัววัดออกซิเจนละลายสำหรับใช้ในระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศอัตโนมัติ เครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ได้พัฒนาวิจัยขึ้นมา มีหัววัดแบบโพลาโรกราฟิกที่ได้รับการไบอัสแบบพัลส์ นอกจากจะสามารถให้ผลการวัดที่ถูกต้องแม่นยำในระดับเดียวกันกับเครื่องวัดที่หัววัดถูกไบอัสด้วยแรงดันไฟตรงคงที่ที่มีใช้งานกันอยู่ทั่วไปแล้ว ยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า จึงเหมาะที่จะนำไปใช้งานที่ต้องการวัดระดับออกซิเจนในน้ำอย่างต่อเนื่องที่มีการจุ่มแช่ในน้ำเพื่อข้มูลอยู่ตลอดเวลา ซึ่งถึงแม้จะใช้งานอย่างต่อเนื่องนานถึง 45 วัน ก็ยังวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำด้วยค่าความผิดพลาดไม่เกิน 0.5 ppm จึงช่วยลดความถี่ในการทำความสะอาดหัววัดเล็กโทรด อันเป็นการลดภาระในการทำความสะอาดดูแลรักษาหัววัดออกซิเจนอีกด้วย

อัจฉราภรณ์ ศุกระศรี และคณะ (2556) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรจำนวน 10 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ความขุ่น ออกซิเจนละลายในน้ำ บีโอดี ซีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ และกลุ่มแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ตั้งแต่แยกสถานีรถไฟบางเขนไปจนถึงแยกวัดเสมียนนารี ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร จำนวน 3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ ทุกสัปดาห์ รวม 5 สัปดาห์ ในช่วงระหว่างวันที่ 12 ธันวาคม 2556 ถึง 16 มกราคม 2557 พบว่ามีคุณภาพน้ำอยู่ในประเภทที่ 4

พรวนา รัตนชูโชค (2562) ได้พัฒนาเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำ 3 รายการ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และค่าความขุ่น ในแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่เทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้บอร์ดอาดูยโน้ (Arduino) เป็นตัวควบคุม ระบบมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและส่งข้อมูลไปวิเคราะห์และแสดงผลบนเซิร์ฟเวอร์ เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำสามารถ ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าอุณหภูมิ และค่าความขุ่นได้ ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำเมื่อ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องมือทั่วไปและเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำสามารถแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปแบบ

ของตาราง กราฟได้ และนำไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในภาพรวมเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับมาก

ภคพงศ์ อังสุขนิรันดร์ (2564) ได้พัฒนาระบบตรวจวัดและรายงานผลค่าพีเอชในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และอินเตอร์เน็ตออฟติงส์ โดยใช้บอร์ดอาดุยโน (Arduino) เป็นตัวควบคุม ระบบมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและส่งข้อมูลไปวิเคราะห์และแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน Line Notify จากการนำเครื่องมือไปติดตั้งใช้งานบริเวณทางระบายน้ำหน้าอาคารวิชณรัตน์ มหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อทดสอบการทำงานต่อเนื่อง 30 วัน นำค่าที่หาได้จากเครื่องมือเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด พบว่าค่าที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า + 0.1 จำนวน 16 ครั้ง จากการตรวจวัด 97 ครั้ง ได้ข้อสรุปว่า เมื่อหัววัด pH Sensor หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปติดตั้งใช้งานในภาคสนาม จำเป็นต้องทำการสอบเทียบ และตรวจสอบการทำงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้ผลตรวจวัดที่มีความแม่นยำ สามารถนำไปใช้บริหารจัดการหรือแก้ไขแหล่งน้ำได้อย่างทันที่

เสนอ สะอาด และคณะ (2564) ได้พัฒนาระบบการเฝ้าสังเกตคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ราสเบอร์รี่พายและอาดุยโน สำหรับตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำประกอบด้วย ออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และค่าความนำไฟฟ้า โดยนำไปทดสอบในบ่อเพาะเลี้ยงกุ้ง ศูนย์วิจัยพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เขต 6 (สงขลา) เป็นเวลา 7 วัน และเก็บตัวอย่างเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากศูนย์วิจัย ในเวลา 13:00 น. ของทุกวัน ผลการทดสอบพบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ ที่วัดได้จากระบบมีความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 1.79 2.01 และ 1.53 ตามลำดับ ถือว่าค่าที่วัดได้มีความแม่นยำสูง

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร

3.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรดำเนินการโดยเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก จำนวนทั้งหมด 4 จุด ดังแสดงในรูปที่ 3.1.1-1 และ 3.1.1-2 ครอบคลุมตั้งแต่ต้นน้ำ (ทิศเหนือ) ถึงท้ายน้ำ (ทิศใต้) ประกอบด้วย

จุดที่ 1 บริเวณประตูน้ำคลองรังสิตประยูรศักดิ์-คลองเปรมประชากร (เรียกโดยย่อว่า ประตูน้ำ) ซึ่งเป็นจุดต้นน้ำของพื้นที่ศึกษา

จุดที่ 2 บริเวณสะพานข้ามคลอง ถนนเอกทักษิณ (เรียกโดยย่อว่า เอกทักษิณ) อยู่ห่างจากจุดที่ 1 ประมาณ 1,400 เมตร

จุดที่ 3 บริเวณสะพานข้ามคลอง ซอยเผ่าบุญธรรม (เรียกโดยย่อว่า เผ่าบุญธรรม) อยู่ห่างจากจุดที่ 2 ประมาณ 1,500 เมตร

จุดที่ 4 บริเวณสะพานข้ามคลอง หมู่บ้านอยู่เจริญ (เรียกโดยย่อว่า อยู่เจริญ) อยู่ห่างจากจุดที่ 3 ประมาณ 1,100 เมตร ซึ่งเป็นจุดท้ายน้ำของพื้นที่ศึกษา

จุดที่ 2 และ 3 ถูกกำหนดขึ้นเพื่อให้ประเมินคุณภาพน้ำในแต่ละช่วงตำแหน่งคลองได้ โดยจุดที่ 2 อยู่บริเวณช่วงกลางของคลอง (ต้นทางของโครงการถนนคนเดิน จากสถานีรถไฟฟ้าหลักหกถึงวัดรังสิต) ส่วนจุดที่ 3 เป็นจุดสุดท้ายของช่วงคลองที่รับน้ำจากพื้นที่เขตเทศบาลหลักหกเพียงแห่งเดียว หากเลยจุดนี้ไปทางทิศใต้ คือช่วงตั้งแต่จุดที่ 3 ถึง 4 จะมีน้ำจากพื้นที่เขตดอนเมืองเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (พื้นที่ริมคลองด้านทิศตะวันตกเป็นของเทศบาลหลักหก แต่ด้านพื้นที่ริมคลองด้านทิศตะวันออกเป็นเขตดอนเมือง) สรุปได้ว่า คุณภาพน้ำในจุดที่ 3 ถึง 4 เกิดจากปัจจัยภายนอกพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก ส่วนคุณภาพน้ำในจุดที่ 1 ถึง 3 เกิดจากปัจจัยภายในพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก

การเก็บตัวอย่างใช้วิธีเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (grab sampling) โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำแนวตั้ง (vertical type water sampler) ณ จุดกลางลำน้ำ (หน่วยงานทำได้โดยยื่นบนสะพานข้ามคลอง แล้วหย่อนอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ) ใส่ขวดเก็บตัวอย่างพลาสติกปริมาตร 1 ลิตร สำหรับวิเคราะห์ BOD NH₃ และขวดแก้วปริมาตร 150 มิลลิลิตร สำหรับวิเคราะห์ TCB และ FCB ในช่วงเช้า เวลาประมาณ 06:30 – 08:30 น. ดำเนินการเดือนละ 1 ครั้ง ต่อเนื่อง 12 เดือน เพื่อให้ทราบข้อมูลคุณภาพน้ำในแต่ละช่วงเวลาและฤดูกาล



รูปที่ 3.1.1-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร



จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประตุน้ำคลองรังสิตประยูรศักดิ์-คลองเปรมประชากร (ประตุน้ำ)



จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สะพานข้ามคลองเปรมประชากร ถนนเอกทักษิณ (เอกทักษิณ)



จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สะพานข้ามคลองเปรมประชากร ซอยเผ่าทรงธรรม (เผ่าทรงธรรม)



จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สะพานข้ามคลองเปรมประชากร ซอยหมู่บ้านอยู่เจริญ (อยู่เจริญ)

รูปที่ 3.1.1-2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดประกอบด้วย 7 รายการ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าออกซิเจนละลาย (DO) บีโอดี (BOD) แอมโมเนีย (NH_3) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) และแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB) โดยตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรดและด่าง และออกซิเจนละลาย ที่ภาคสนาม ส่วนรายการที่เหลือนำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ทันทีหลังจากที่เก็บตัวอย่างภาคสนามเสร็จ (ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง หลังจากเริ่มเก็บตัวอย่างที่จุดแรกจนถึงห้องปฏิบัติการ ฯ) จากนั้น นำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในรายการออกซิเจนละลาย บีโอดี แอมโมเนีย แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ไปวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ

3.2 การจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

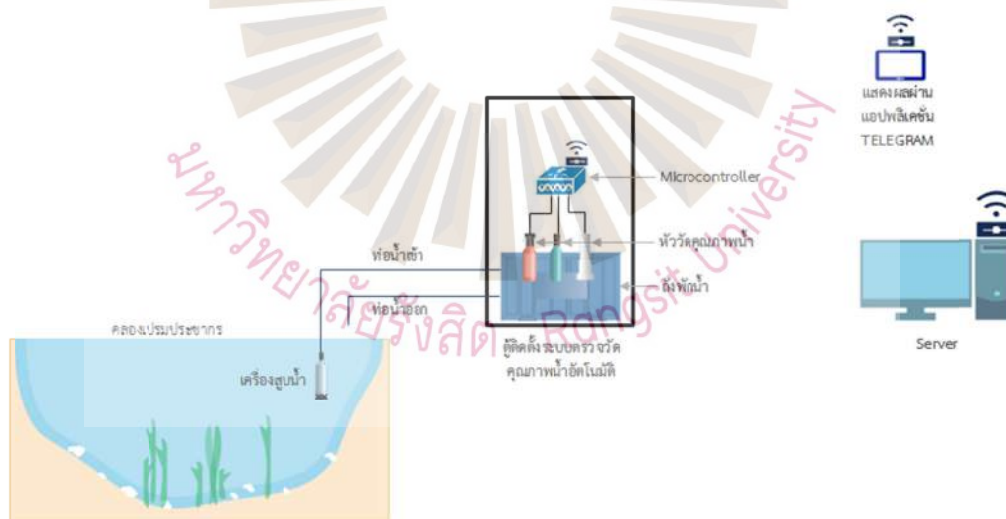
3.2.1 การออกแบบหลักการทำงานของระบบ

ระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติใช้แนวทางเดียวกับสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ โดยสูบน้ำจากคลองขึ้นมาที่ชุดตรวจวัดแทนที่การติดตั้งหัววัดคุณภาพน้ำในคลองโดยตรง เนื่องจากสามารถเพิ่มการตรวจวัดคุณภาพน้ำรายการอื่นได้ง่าย การบำรุงรักษาทำได้สะดวก และโอกาสที่หัววัดชำรุดเสียหายหรือสูญหายมีน้อยกว่า

ระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติประกอบด้วยการทำงานของอุปกรณ์ 5 ส่วน ดังแสดงรูปที่ 3.2.1-1 ได้แก่

- 1) ชุดสูบน้ำและถังพักน้ำ
- 2) ชุดหัววัด
- 3) ชุดรวมสัญญาณ
- 4) ชุดควบคุมการทำงาน
- 5) ชุดรายงานผล

ขั้นตอนการทำงานเริ่มต้นจากชุดควบคุมสั่งให้เครื่องสูบน้ำทำงาน หัววัดคุณภาพน้ำในรายการออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดและต่าง อุณหภูมิ ทำงาน ชุดควบคุมอ่านค่าและประมวลผล แล้วส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล และรายงานผลผ่านแอปพลิเคชัน 텔레แกรม (Telegram) ไปยังโทรศัพท์มือถือหรือ แท็บเล็ต (Tablet) หรือคอมพิวเตอร์ ให้ผู้ที่ต้องการทราบค่า



รูปที่ 3.2.1-1 ภาพรวมของระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

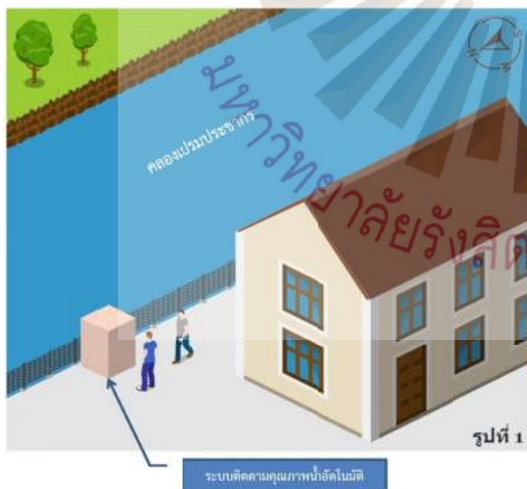
จากการสำรวจพื้นที่ก่อสร้างบ้านมั่นคงริมคลองเปรมประชากร ช่วงระหว่างวัดรังสิตและถนนเอกทกษิณ ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายในการนำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติไปใช้งาน ในช่วงเดือนตุลาคม 2564 ดังแสดงในรูปที่ 3.2.1-2 พบว่ามีการก่อสร้างอาคารและเขื่อนริมคลองไปบางส่วนแต่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ ระยะจากอาคารถึงสันเขื่อนมีความกว้างประมาณ 3 เมตร และระยะความสูงจากระดับผิวน้ำถึงสันเขื่อนมีความสูงประมาณ 2 เมตร ดังนั้น ในการออกแบบระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ จะใช้รอบพื้นที่ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร ติดตั้งใกล้แนวเขื่อนริมคลอง (หลังจากโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จ จะเป็นบริเวณทางเดินริมคลอง ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายติดตั้งระบบ ฯ) เพื่อความสะดวกในการสูบน้ำเข้าระบบ ฯ และระบายน้ำกลับลงคลอง



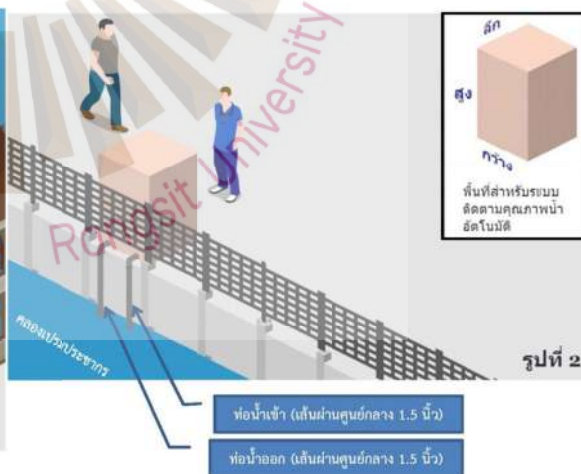
บริเวณสันเขื่อนริมคลองเปรมประชากร
กับตัวอาคารบ้านมั่นคง



มุมมองจากสันเขื่อนริมคลองไปทางสะพานข้ามคลองเปรม
ประชากร (ถนนเอกทกษิณ)



มุมมองจากฝั่งบ้านมั่นคงไปที่คลองเปรมประชากร

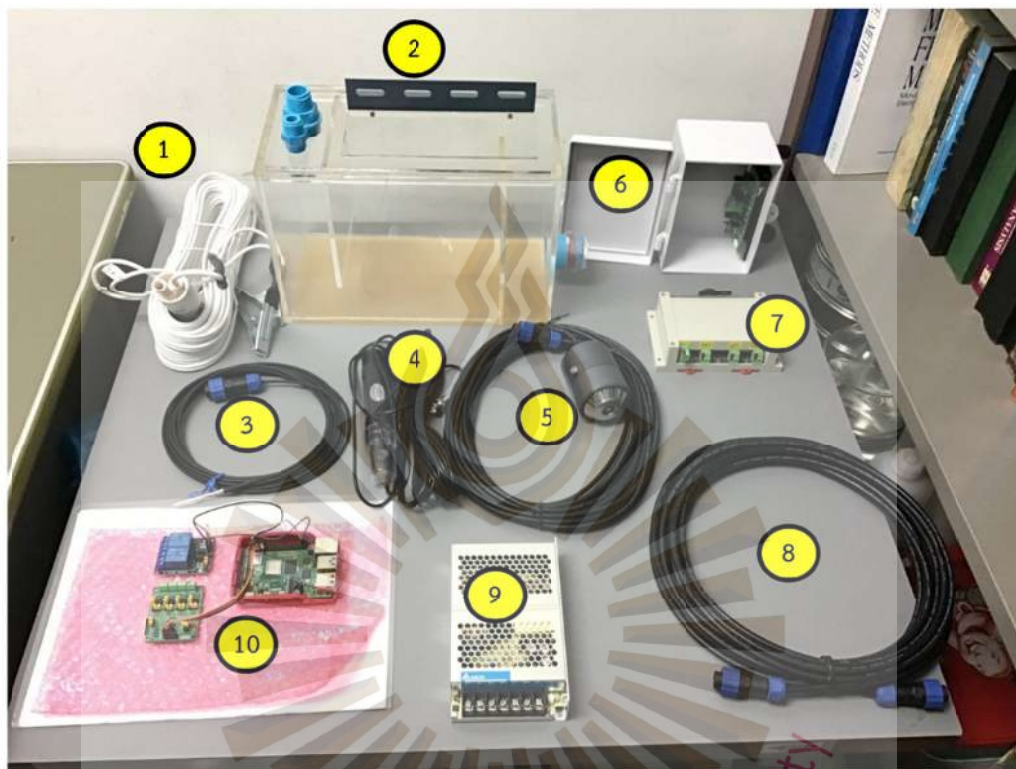


มุมมองจากคลองเปรมประชากรมาที่บ้านมั่นคง

รูปที่ 3.2.1-2 ภาพถ่ายบริเวณพื้นที่เป้าหมายและภาพจำลองลักษณะการติดตั้ง
ระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

3.2.2 การจัดทำอุปกรณ์และส่วนประกอบในระบบ

อุปกรณ์หลักในระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำ ถังพักน้ำ หัววัดคุณภาพน้ำ ชุดควบคุมการทำงาน หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.2.2-1 และมีรายละเอียดดังนี้



หมายเลข	อุปกรณ์
1	ปั๊มน้ำ
2	ถังพักน้ำ
3	หัววัดอุณหภูมิ (Temp)
4	หัววัดความเป็นกรดด่าง (pH)
5	หัววัดออกซิเจนละลาย (DO)

หมายเลข	อุปกรณ์
5	ชุดรวมสัญญาณหัววัด
7	ชุดกระจายสัญญาณหัววัด
8	สายสัญญาณ
9	หม้อแปลงไฟฟ้า
10	Microcontroller (Raspberry Pi 4)

รูปที่ 3.2.2-1 อุปกรณ์หลักในระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

1) ป้อนน้ำและถังพักน้ำ

ป้อนน้ำทำหน้าที่สูบน้ำในคลองมาที่ถังพักน้ำที่มีหัววัดติดตั้งอยู่ ป้อนน้ำที่นำมาใช้เป็นแบบแช่น้ำ (submersible pump) ชนิดใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน เสดระบบสูบน้ำแบบที่ 5 เมตร เนื่องจากระดับสันเขื่อนสูงกว่าผิวน้ำ 2 เมตร น้ำลึกประมาณ 1 เมตร เมื่อในอนาคตหากมีการขุดลอกคลองให้ลึกลงไปอีก 1 เมตร ทำให้ระยะสูบน้ำจากเครื่องสูบน้ำถึงสันเขื่อนเท่ากับ 4 เมตร ความสูงเข้าถังพักน้ำ 0.7 เมตร เสดเสียดทานในเส้นท่อประมาณ 1 เมตร รวมเสดสูบน้ำและเสดเสียดทานเป็น 5.7 เมตร เพื่ออีก 20% รวมเป็นเสดของระบบสูบน้ำเท่ากับ 6.8 เมตร จึงเลือกใช้ปั๊มที่มีอัตราสูบ 3.785 ลิตร/นาที่ เสด 9 เมตร แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ใช้งานกับน้ำอุณหภูมิสูงสุด 60 °C ซึ่งเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน

ถังพักน้ำทำจากอะคริลิก (Acrylic) มีขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร คิดเป็นปริมาตรถึง 9 ลิตร ออกแบบให้มีแผ่นกั้นน้ำ (baffle) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลลัดวงจร และใช้ฝายนํ้าล้นที่ทางน้ำไหลออกจากถัง ฝาด้านบนติดตั้งข้อต่อเกลียวนอกขนาด ½ นิ้ว และ ¾ นิ้ว สำหรับติดตั้งท่อน้ำเข้า และเหล็กฉากเจาะรูสำหรับยึดหัววัด ท่อน้ำออกจากถังมีขนาด 1.5 นิ้ว เพียงพอต่อการระบายน้ำออกจากถังพักน้ำที่อัตราสูบสูงสุด

2) หัววัดคุณภาพน้ำ ชุดรวมสัญญาณ และชุดกระจายสัญญาณ

ชุดหัววัดทำหน้าที่วัดคุณภาพน้ำ โดยแช่น้ำในถังพักน้ำตลอดเวลา หัววัดประกอบด้วย หัววัดออกซิเจนละลาย (DO) ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) และอุณหภูมิ

- หัววัดออกซิเจนใช้หัววัดชนิดโพลาโรกราฟิก (Polarographic Cell) ที่พัฒนาโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สามารถวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ตั้งแต่ 0 ถึง 20 mg/L ความแม่นยำ ± 0.2 mg/L ช่วงอุณหภูมิการทำงาน 5 ถึง 40 °C
 - หัววัดอุณหภูมิใช้หัววัดชนิดเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) สามารถวัดค่าอุณหภูมิ ตั้งแต่ -40 ถึง 110 °C ความแม่นยำ ± 0.2 °C
 - หัววัดความเป็นกรดและด่างใช้หัววัดชนิด Glass pH Electrode สามารถวัดค่าความเป็นกรดและด่าง ตั้งแต่ 0 ถึง 14 ความแม่นยำ ± 0.1
 - ชุดรวมสัญญาณ ทำหน้าที่รวมสัญญาณจากหัววัดทั้ง 3 ชุด แล้วส่งออกไปด้วยสายสัญญาณเพียงเส้นเดียว ซึ่งมีความยาว 10 เมตร ไปยังชุดกระจายสัญญาณหัววัด เพื่อแยกเป็นสัญญาณหัววัดแต่ละชุด และต่อเข้าสู่ชุดควบคุม
- การใช้ชุดรวมสัญญาณจะช่วยให้การเดินสายสะดวกขึ้น เนื่องจากรวมทั้งสายไฟฟ้ากำลังและสายสัญญาณไว้ในสายเดียวกัน (สาย 9 core) นอกจากนี้ ยังช่วยให้แยกโครงสร้างตู้สำหรับระบบติดตามคุณภาพน้ำออกจากกันเป็น 2 ส่วน คือ ตู้ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด และตู้ติดตั้งชุดควบคุม ซึ่งช่วยลดปัญหาความชื้นจากถังพักน้ำไปในชุดควบคุมการทำงาน ในกรณีติดตั้งไว้ในตู้เดียวกัน และยัง

สามารถติดตั้งตู้ควบคุมฯ กับผนังอาคารได้ ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น
ในการติดตั้งที่หน้างาน ในกรณีมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่

3) ชุดควบคุมการทำงานและการประมวลผล

ชุดควบคุมการทำงาน (microcontroller) ใช้ราสเบอร์รี่พาย 4 (rasberry pi 4) และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและรายงานผลด้วยภาษา Python โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนลำดับการทำงานและเวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้

ลำดับการทำงานของระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติโดยสรุปมีดังนี้

ลำดับที่ 1 ระบบเริ่มทำงาน

ลำดับที่ 2 ป้อนน้ำทำงาน

ลำดับที่ 3 หัววัดทำงาน

ลำดับที่ 4 ชุดควบคุมอ่านค่า ประมวลผล และรายงานผลไปยัง server และผู้ต้องการทราบค่าผ่านแอปพลิเคชัน Telegram

ลำดับที่ 5 ป้อนน้ำและหัววัดหยุดทำงาน

ลำดับที่ 6 ระบบหยุดทำงาน

ถังมีปริมาตร 9 ลิตร เมื่อเครื่องสูบน้ำที่อัตรา 3.785 ลิตรต่อนาที ที่เฮด 9 เมตร จะใช้เวลาเติมน้ำในถัง (หรือเวลาที่น้ำชุดใหม่แทนที่น้ำชุดเดิมที่อยู่ในถัง) ประมาณ 3 นาที จึงกำหนดให้ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแต่ละรอบ จะพิจารณาหลังจากเครื่องสูบน้ำทำงานไปแล้ว 5 นาที เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำทั้งหมดที่อยู่ในถังเป็นน้ำที่ถูกสูบขึ้นมาใหม่ (ในการใช้งานจริง อัตราสูบสามารถเปลี่ยนไปตามการเดินท่อ ค่าที่คำนวณอ้างอิงจากเฮดสูงสุด ซึ่งมากพอสำหรับนำไปใช้งานที่คลองเปรมประชากร ที่ประเมินเฮดไว้ 5 เมตร ส่งผลให้อัตราสูบมีค่าเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่น้ำชุดใหม่แทนที่น้ำชุดเก่าในถังลดลง การกำหนดเวลาไว้ 5 นาที จึงเพียงพอต่อการใช้งาน)

ระบบถูกออกแบบให้ทำงานเป็นรอบ (ไม่ต่อเนื่องตลอดเวลา) เพื่อประหยัดพลังงานและยืดอายุการทำงานของชุดควบคุม เนื่องจากหัววัดออกซิเจนเป็นแบบ Polarographic Cell ซึ่งต้องการเวลาอุ่นหัววัดก่อนใช้งาน จึงตั้งเวลาให้ชุดควบคุมอ่านค่าจากหัววัดทั้งหมดหลังจากเปิดใช้งานหัววัดไปแล้ว 7 นาที และรายงานผลทุก 1 นาที ต่อเนื่อง 4 ครั้ง ผ่านแอปพลิเคชัน Telegram จากนั้นระบบจะสั่งให้ปั๊มและหัววัดหยุดทำงาน คิดเป็นระยะเวลาทำงาน 10 นาทีต่อรอบ และทำงานทุก 1 ชั่วโมง ดังนี้

เวลา 0:00 นาที เปิดระบบ ป้อนน้ำและหัววัดทำงาน

เวลา 0:07 นาที ระบบประมวลผลและรายงานค่าคุณภาพน้ำ ครั้งที่ 1

เวลา 0:08 นาที ระบบประมวลผลและรายงานค่าคุณภาพน้ำ ครั้งที่ 2

เวลา 0:09 นาที ระบบประมวลผลและรายงานค่าคุณภาพน้ำ ครั้งที่ 3

เวลา 0:10 นาที ระบบประมวลผลและรายงานค่าคุณภาพน้ำ ครั้งที่ 4

และหยุดทำงาน

เมื่อชุดควบคุมจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้หัววัด หัววัดจะทำงานและวัดค่าเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งกลับมาให้ชุดควบคุม จึงต้องสร้างสมการคำนวณค่าคุณภาพน้ำจากสัญญาณที่วัดได้ก่อนที่จะส่งค่าไปรายงานผลต่อไป การทดลองและการวิเคราะห์สมการคำนวณ มีรายละเอียดดังนี้

ความเป็นกรดและด่าง

นำหัววัด pH จุ่มลงในสารละลายมาตรฐานที่มีค่า pH 4 7 และ 10 ดังแสดงภาพการทดลองในรูปที่ 3.2.2-2 และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัญญาณที่อ่านได้กับค่า pH ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3.2.2-1 สมการคำนวณค่าความเป็นกรดและด่าง คือ

$$\text{pH} = (0.000069 \times \text{SignalpH}) + 0.960853$$

เมื่อ pH คือ ค่าความเป็นกรดต่าง (ไม่มีหน่วย)

SignalpH คือ ค่าที่อ่านได้จากหัววัดความเป็นกรดและด่าง

อุณหภูมิ

นำหัววัดอุณหภูมิจุ่มลงในน้ำที่วางบนแผ่นให้ความร้อน (heater) จากนั้นปรับอุณหภูมิตั้งบน heater และตรวจวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบค่าอุณหภูมิที่แน่นอน ดังแสดงภาพการทดลองในรูปที่ 3.2.2-3 และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัญญาณที่อ่านได้กับค่าอุณหภูมิ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3.2.2-2 สมการคำนวณค่าอุณหภูมิ คือ

$$\text{Temp} = (-0.000503 \times \text{SignalTemp}) + 78.379597$$

เมื่อ Temp คือ อุณหภูมิ หน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

SignalTemp คือ ค่าที่อ่านได้จากหัววัดอุณหภูมิ

ออกซิเจนละลาย

นำหัววัดออกซิเจนละลายจุ่มลงในน้ำที่สังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่มีค่า DO ในช่วง 0-3 และ 7-8 และตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงภาพการทดลองในรูปที่ 3.2.2-4 และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัญญาณที่อ่านได้กับค่าออกซิเจนละลาย ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3.2.2-3 สมการคำนวณค่าออกซิเจนละลาย คือ

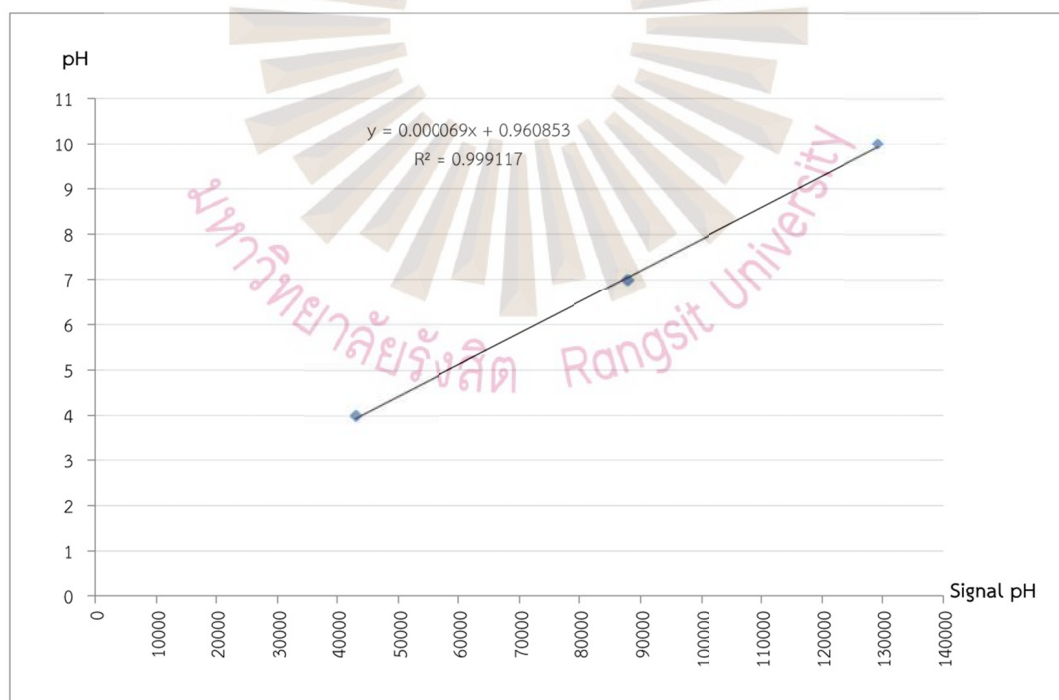
$$\text{DO} = (0.000241 \times \text{SignalDO}) - 7.414006$$

เมื่อ DO คือ ค่าออกซิเจนละลาย หน่วย mg/L

SignalDO คือ ค่าที่อ่านได้จากหัววัดค่าออกซิเจนละลาย



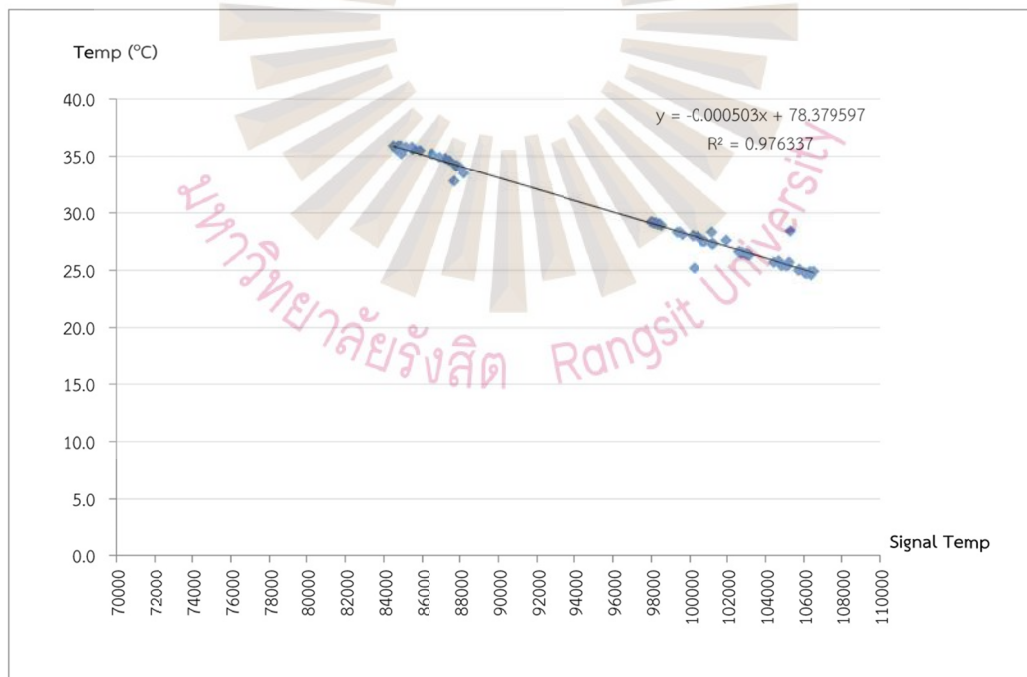
รูปที่ 3.2.2-2 การทดลองสร้างสมการคำนวณค่าความเป็นกรดและด่าง



แผนภูมิที่ 3.2.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณจากหัววัด pH และค่า pH มาตรฐาน



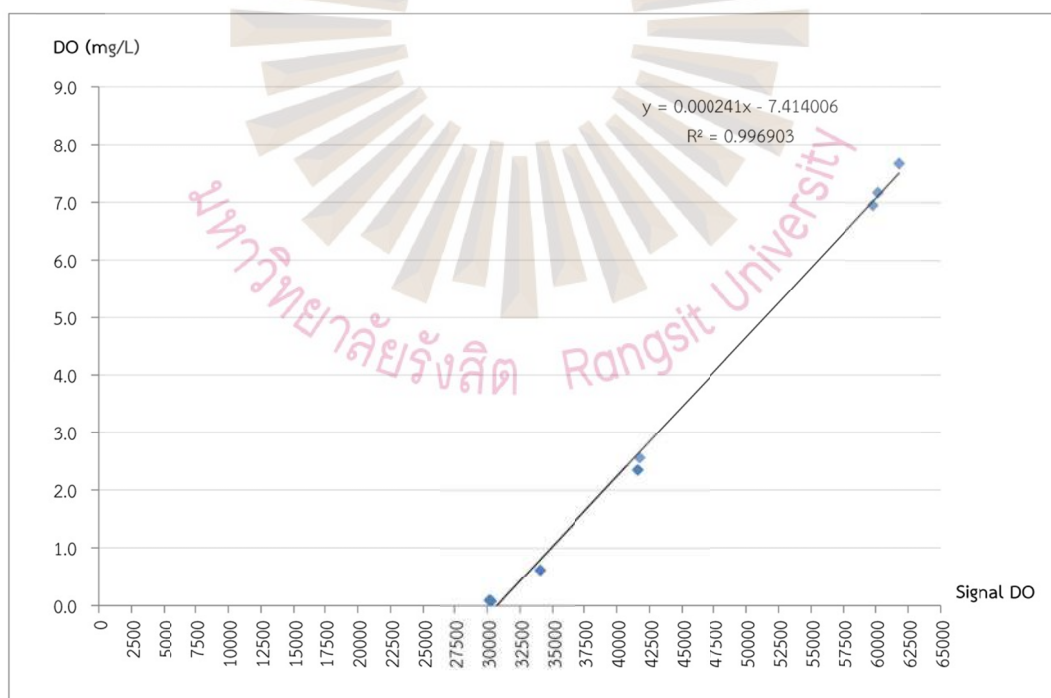
รูปที่ 3.2.2-3 การทดลองสร้างสมการคำนวณค่าอุณหภูมิ



แผนภูมิที่ 3.2.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณจากหัววัดอุณหภูมิ และค่าอุณหภูมิที่วัดได้



รูปที่ 3.2.2-4 การทดลองสร้างสมการคำนวณค่าออกซิเจนละลาย



แผนภูมิที่ 3.2.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณจากหัววัด DO และค่า DO ที่วัดได้

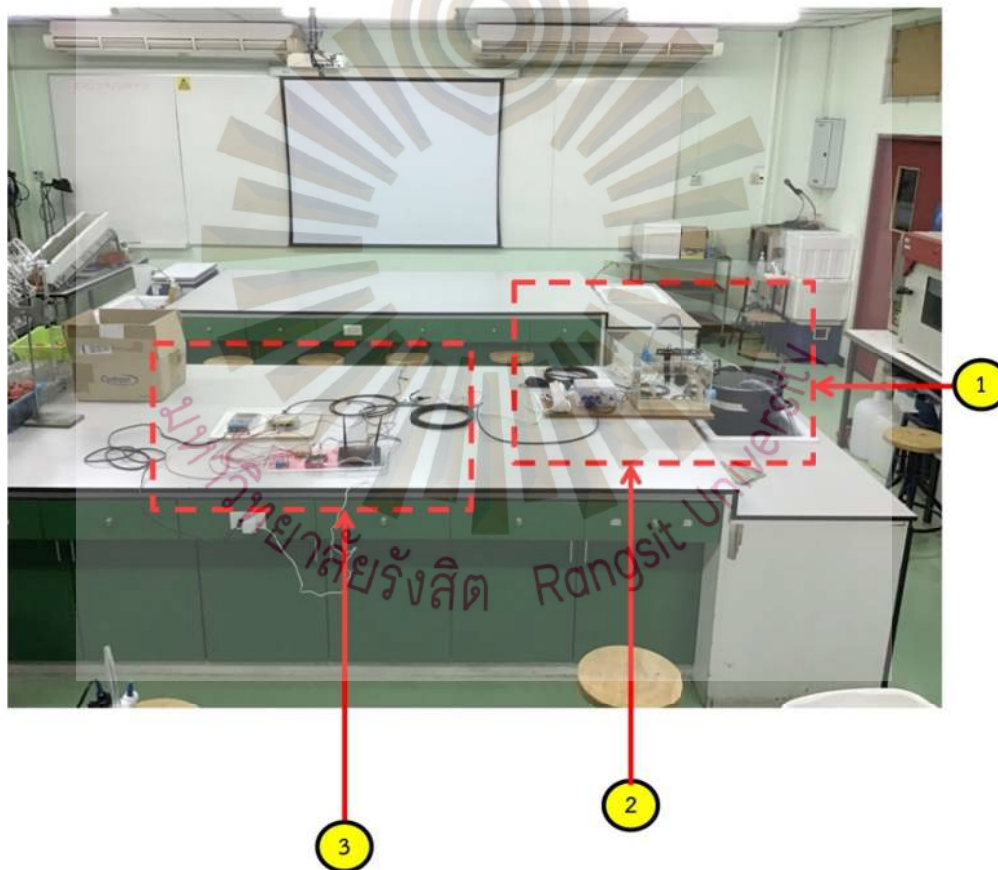
3.2.3 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบในห้องปฏิบัติการประกอบด้วยการทำงาน 2 ขั้นตอน ได้แก่

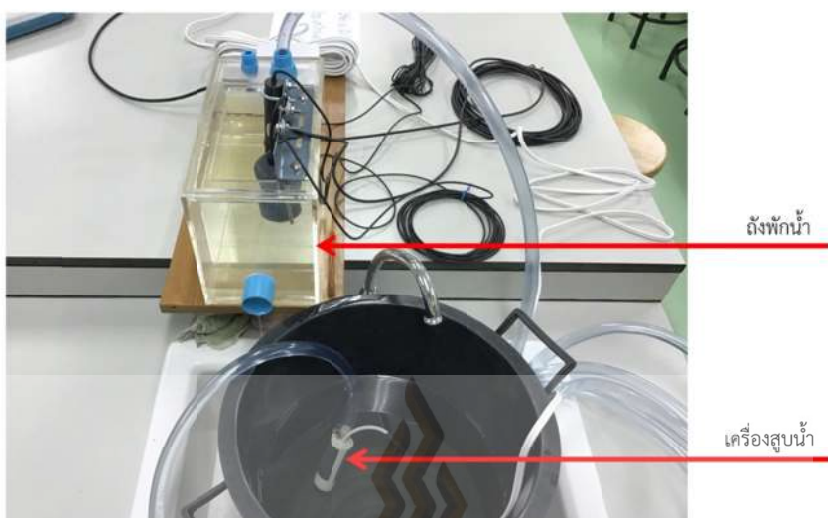
- 1) เชื่อมต่ออุปกรณ์หลักทั้งหมด และทดสอบการทำงานของปั้มน้ำและหัววัด
- 2) ติดตั้งอุปกรณ์หลักทั้งหมดในตู้ และทดสอบการทำงานของปั้มน้ำและหัววัด

การทดสอบขั้นที่ 1

นำอุปกรณ์หลักมาเชื่อมต่อกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.2.3-1 และทดสอบการทำงานของปั้มน้ำและหัววัด โดยตรวจสอบการสั่งงานปั้มน้ำ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่ามาตรฐานหรือค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ กับค่าที่ตรวจวัดได้จากชุดหัววัดและชุดประมวลผล โดยพบว่า ปั้มน้ำเปิดและปิดตามเวลาที่กำหนดไว้ ความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรดและด่าง อุณหภูมิ และออกซิเจนละลาย อยู่ในระดับต่ำและอยู่ในช่วงที่ระบุไว้ตามข้อมูลผู้ผลิต ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2.3-1 ถึง 3.2.3-3 จึงผ่านการทดสอบในขั้นที่ 1



รูปที่ 3.2.3-1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์หลักในระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

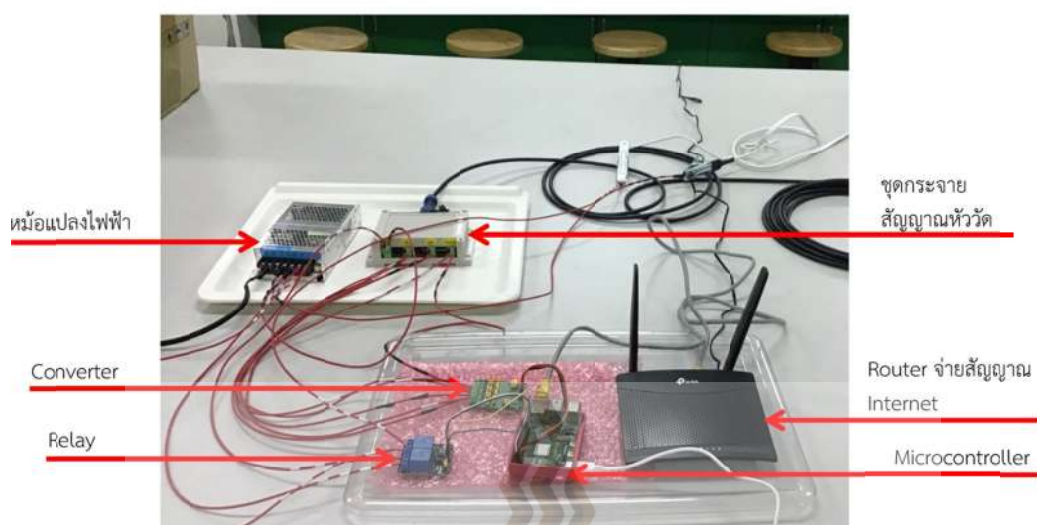


1 ส่วนเครื่องสูบน้ำไปยังถังพักน้ำ



2 ส่วนหัววัดคุณภาพน้ำในถังพักน้ำ

รูปที่ 3.2.3-1 (ต่อ) การเชื่อมต่ออุปกรณ์หลักในระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ



3

ส่วนชุดควบคุมและรายงานผล

รูปที่ 3.2.3-1 (ต่อ) การเชื่อมต่ออุปกรณ์หลักในระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

ตารางที่ 3.2.3-1 ผลการทดสอบการทำงานของหัววัดความเป็นกรดและด่าง ชั้นที่ 1

ครั้งที่	ความเป็นกรดและด่าง		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	4	3.9973	0.068
2	4	3.9960	0.099
3	4	3.9965	0.087
4	7	6.9945	0.079
5	7	6.9960	0.057
6	7	6.9965	0.050
7	10	9.9938	0.062
8	10	9.9925	0.075
9	10	9.9916	0.084
เฉลี่ย			0.073

ตารางที่ 3.2.3-2 ผลการทดสอบการทำงานของหัววัดอุณหภูมิ ชั้นที่ 1

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	35.1	35.1930	0.265
2	30.1	30.1982	0.326
3	30.2	30.2958	0.317
4	28.4	28.5031	0.363
5	28.3	28.3930	0.329
เฉลี่ย			0.320

ตารางที่ 3.2.3-3 ผลการทดสอบการทำงานของหัววัดออกซิเจนละลาย ชั้นที่ 1

ครั้งที่	ออกซิเจนละลาย (mg/L)		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	7.21	7.3386	1.115
2	7.18	7.3374	1.017
3	3.54	3.6852	0.971
4	3.55	3.6973	0.755
5	3.58	3.7228	0.893
เฉลี่ย			0.950

การทดสอบขั้นที่ 2

นำอุปกรณ์หลักไปติดตั้งในตู้สำหรับนำไปติดตั้งใช้งานในภาคสนาม ซึ่งประกอบด้วยตู้ติดตั้งถังพักน้ำและหัววัด และตู้ควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 3.2.3-2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

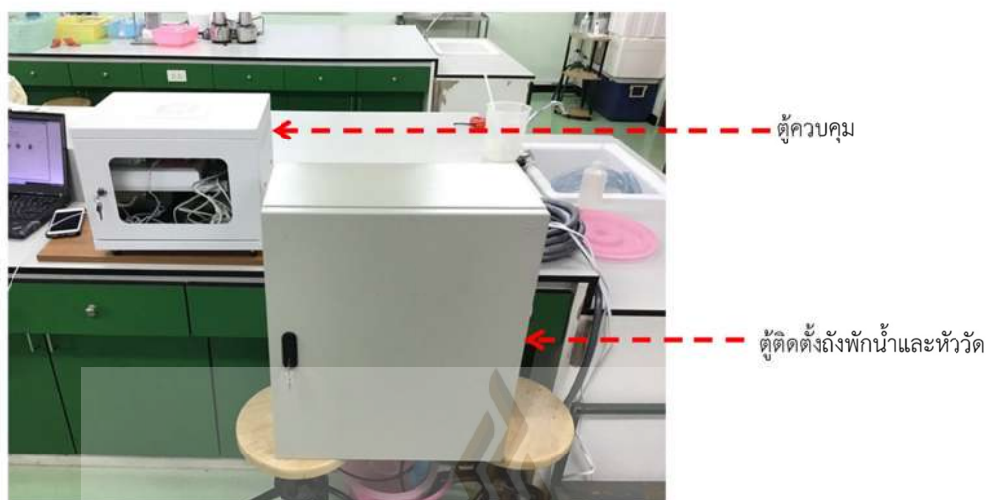
1) ตู้ติดตั้งถังพักน้ำและหัววัด เป็นตู้ชนิดติดตั้งไว้กลางแจ้ง (outdoor) ขนาดกว้าง 50 ซม. ลึก 26 ซม. สูง 60 ซม. อุปกรณ์หลักภายในตู้ประกอบด้วย

- ถังพักน้ำ
- ชุดหัววัด
- ชุดรวมสัญญาณ
- ระบบท่อน้ำเข้าและออกจากถังพักน้ำ

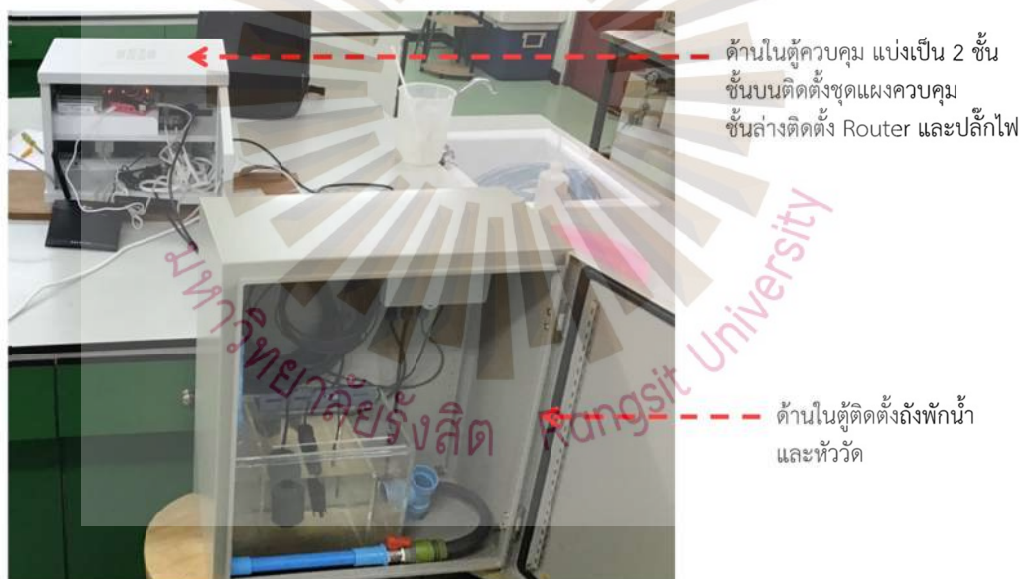
2) ตู้ควบคุม เป็นตู้ชนิดติดตั้งไว้กึ่งกลางแจ้ง (semi outdoor) ขนาดกว้าง 40 ซม. ลึก 30 ซม. สูง 30 ซม. อุปกรณ์หลักภายในตู้ประกอบด้วย

- raspberry pi
- หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์
- โมดูลรีเลย์ ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าไปยังเครื่องสูบน้ำและหัววัด
- โมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อก-ดิจิตอล (Analog-Digital)
- ชุดกระจายสัญญาณจากชุดรวมสัญญาณ
- เราเตอร์ (Router) จ่ายสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้ชุดควบคุมเชื่อมกับคอมพิวเตอร์โครงข่าย

การทดสอบทำในลักษณะเดียวกับการทดสอบขั้นตอนแรก คือ ทดสอบการทำงานของปั้มน้ำและหัววัด และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่ามาตรฐานหรือค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ กับค่าที่ตรวจวัดได้จากชุดหัววัดและชุดประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 3.2.3-3 ผลการทดสอบพบว่า ปั้มน้ำเปิดและปิดตามเวลาที่กำหนดไว้ ความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรดและด่าง อุณหภูมิ และออกซิเจนละลาย อยู่ในระดับต่ำและอยู่ในช่วงที่ระบุไว้ตามข้อมูลผู้ผลิต ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2.3-4 ถึง 3.2.3-6 สรุปได้ว่าระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติผ่านการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

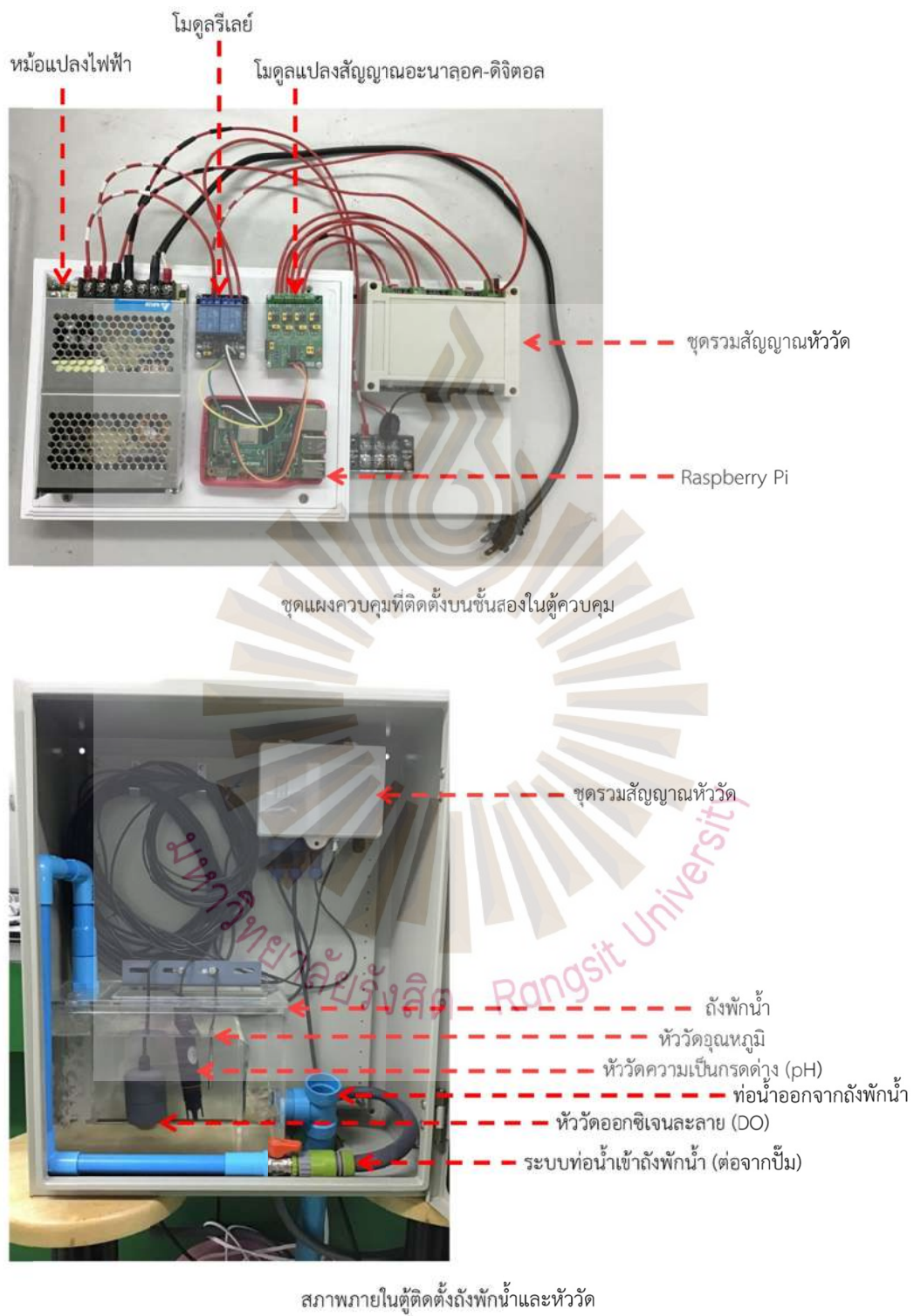


ตู้ควบคุมและตู้ติดตั้งถังพักน้ำและหัววัด มองจากด้านนอก

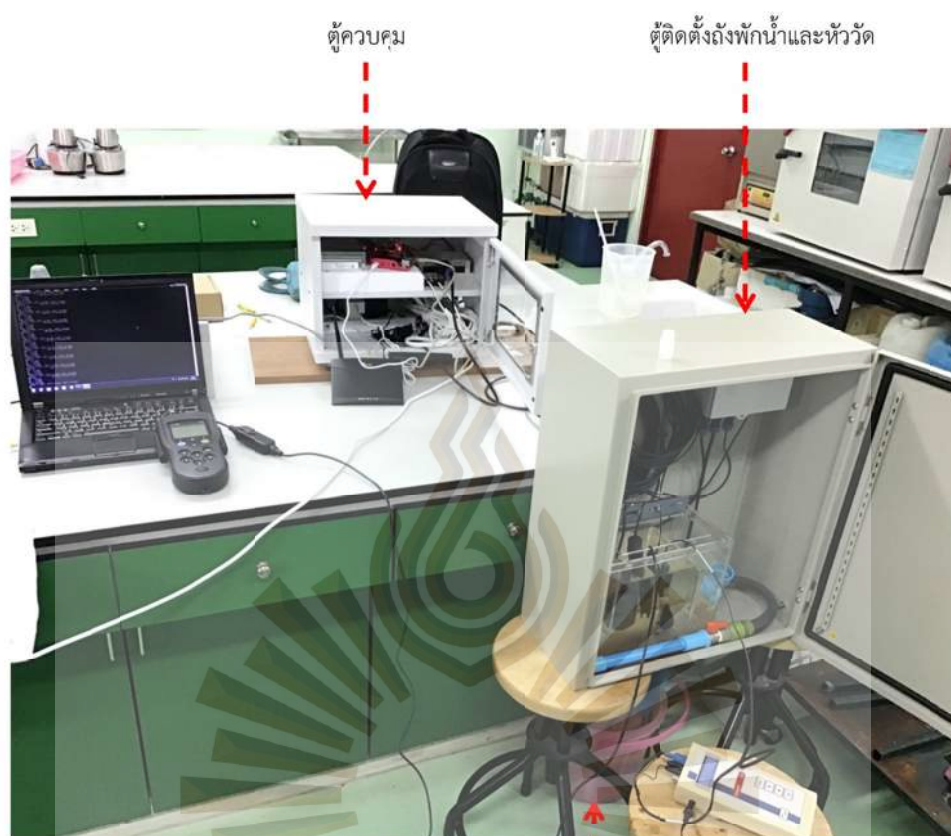


ตู้ควบคุมและตู้ติดตั้งถังพักน้ำและหัววัด เปิดฝาตู้ และมองจากด้านนอก

รูปที่ 3.2.3-2 ตู้ควบคุมและตู้ติดตั้งถังพักน้ำและหัววัด



รูปที่ 3.2.3-2 (ต่อ) ตู้ควบคุมและตู้ติดตั้งถังพักน้ำและหัววัด



ถังเก็บน้ำ จำลองเป็นคลอง ภายในถังมีปั้มน้ำและต่อท่อเข้าไปที่ถังพักน้ำในตู้ ที่ทางออกจากถังพักน้ำต่อท่อลงมาถึงถังเก็บน้ำ ทำให้น้ำวนอยู่ถัง พร้อมสำหรับการทดสอบแบบต่อเนื่องในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 3.2.3-3 การทดสอบการทำงานของระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 3.2.3-4 ผลการทดสอบการทำงานของหัววัดความเป็นกรดและด่าง ชั้นที่ 2

ครั้งที่	ความเป็นกรดและด่าง		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	7.2	7.1920	0.044
2	7.1	7.0927	0.054
3	7.1	7.0923	0.031
4	7.1	7.0899	0.045
5	7.2	7.0898	0.041
เฉลี่ย			0.043

ตารางที่ 3.2.3-5 ผลการทดสอบการทำงานของหัววัดอุณหภูมิ ชั้นที่ 2

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	26.3	26.3543	0.206
2	26.3	26.3427	0.163
3	26.3	26.4459	0.555
4	26.3	26.3830	0.316
5	26.2	26.2960	0.366
เฉลี่ย			0.321

ตารางที่ 3.2.3-6 ผลการทดสอบการทำงานของหัววัดออกซิเจนละลาย ชั้นที่ 2

ครั้งที่	ออกซิเจนละลาย (mg/L)		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	7.17	7.3123	0.640
2	7.18	7.3036	1.050
3	7.18	7.3012	0.816
4	7.17	7.2933	0.674
5	7.18	7.2988	0.816
เฉลี่ย			0.799

บทที่ 4

ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร

การเก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง จำนวนทั้งหมด 12 ครั้ง เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนตุลาคม 2565 อย่างไรก็ตาม ในเดือนกันยายน 2564 มีฝนตกหนักและน้ำท่วมในพื้นที่ตำบลหลักหกและเขตดอนเมือง ทำให้ปริมาณน้ำในคลองเปรมประชากรอยู่ในสถานการณ์ไม่ปกติ จึงเลื่อนไปเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม 2565 แทน

จุดเก็บตัวอย่างมีทั้งหมด 4 จุด ได้แก่

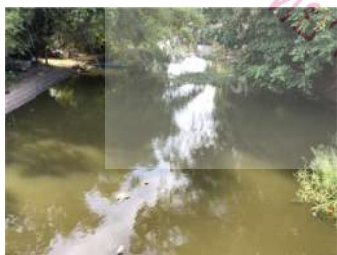
จุดที่ 1 บริเวณประตูน้ำคลองรังสิตประยูรศักดิ์-คลองเปรมประชากร (ประตูน้ำ) ซึ่งเป็นจุดต้นน้ำของพื้นที่ศึกษา

จุดที่ 2 บริเวณสะพานข้ามคลอง ถนนเอกทักษิณ (เอกทักษิณ)

จุดที่ 3 บริเวณสะพานข้ามคลอง ซอยเผ่าบุญธรรม (เผ่าบุญธรรม)

จุดที่ 4 บริเวณสะพานข้ามคลอง หมู่บ้านอยู่เจริญ (อยู่เจริญ) ซึ่งเป็นจุดท้ายน้ำของพื้นที่ศึกษา

จากการสังเกตลักษณะน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่ศึกษาพบว่า น้ำมีสีคล้ำและมึนหม่นเพิ่มขึ้นจากด้านต้นน้ำ (ประตูน้ำ) ไปด้านท้ายน้ำ (อยู่เจริญ) ความลึกของน้ำในจุดที่ 1 (ประตูน้ำ) จุดที่ 2 (เอกทักษิณ) จุดที่ 3 (เผ่าบุญธรรม) และจุดที่ 4 (อยู่เจริญ) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.4-1.5 เมตร 0.8-1.0 เมตร 1.0-1.2 เมตร และ 1.0-1.2 เมตร ตามลำดับ ขยะลอยน้ำในคลองมีปริมาณน้อยในทุกจุดเก็บตัวอย่าง แต่พบมากขึ้นในด้านท้ายน้ำ ภาพลักษณะน้ำในพื้นที่ศึกษาแสดงในรูปที่ 4.1-1



พ.ย.2564



เม.ย.2565



ต.ค.2565

จุดที่ 1 ประตูน้ำ

รูปที่ 4.1-1 ลักษณะน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่ศึกษา



พ.ย.2564



เม.ย.2565



ต.ค.2565

จุดที่ 2 เอกทักษิณ



พ.ย.2564



เม.ย.2565



ต.ค.2565

จุดที่ 3 เฝ้าทรงธรรม



พ.ย.2564



เม.ย.2565



ต.ค.2565

จุดที่ 4 อยู่เจริญ

รูปที่ 4.1-1 (ต่อ) ลักษณะน้ำในคลองเปรมประชากรในพื้นที่ศึกษา

ผลการตรวจวัดข้อมูลการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การตรวจวัดคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ความเป็นกรดและด่าง (pH) อุณหภูมิ (Temperature) ออกซิเจนละลาย (DO) บีโอดี (BOD) แอมโมเนีย (NH_3) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมด (FCB) และผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของกรมควบคุมมลพิษ (รายละเอียดผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำและวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำรายเดือนแสดงในภาคผนวก ข.)

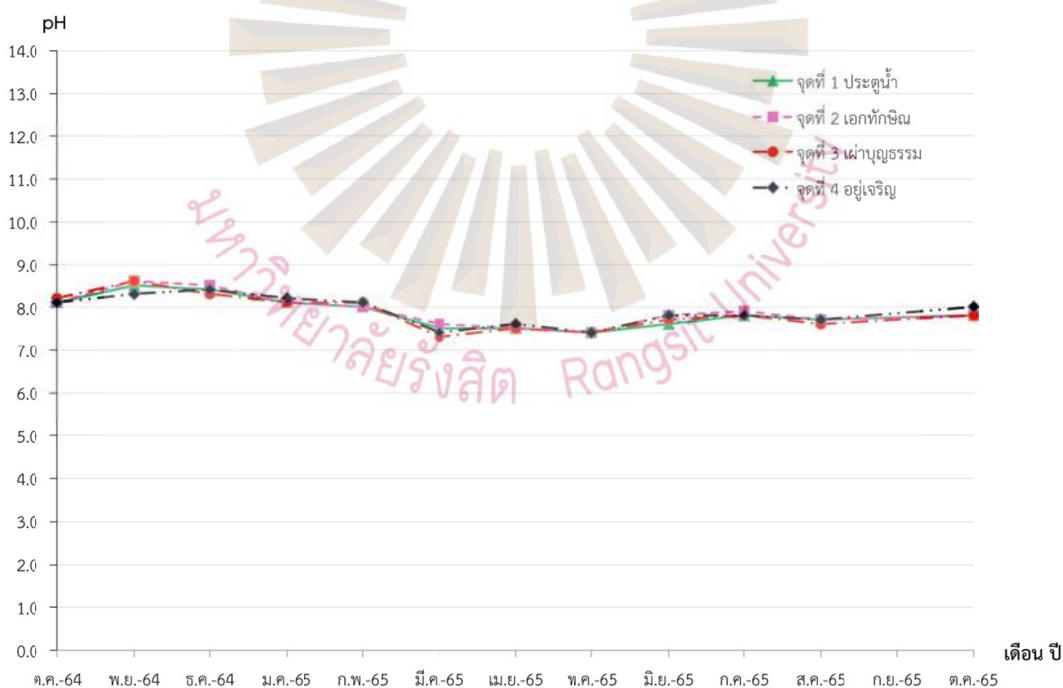
4.1.1 ผลการตรวจวัดตามพารามิเตอร์

ความเป็นกรดและด่าง

จากการตรวจวัดพบว่า ความเป็นกรดต่างของทุกจุดมีค่าอยู่ในช่วง 7.3-8.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน โดยทุกจุดตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันในช่วงเวลาตรวจวัดเดียวกัน และค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดและด่างของทุกจุดมีค่าอยู่ระหว่าง 7.7 ถึง 7.8 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4.1.1-1 และรูปที่ 4.1.1-1

ตารางที่ 4.1.1-1 ผลการตรวจวัดความเป็นกรดและด่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ความเป็นกรดและด่าง	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตูน้ํา	7.4 – 8.5	7.8 ± 0.35
จุดที่ 2 เอกทกษิณ	7.4 – 8.5	7.8 ± 0.37
จุดที่ 3 ฝ้ําทรงธรรม	7.3 – 8.6	7.7 ± 0.40
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	7.4 – 8.4	7.8 ± 0.34



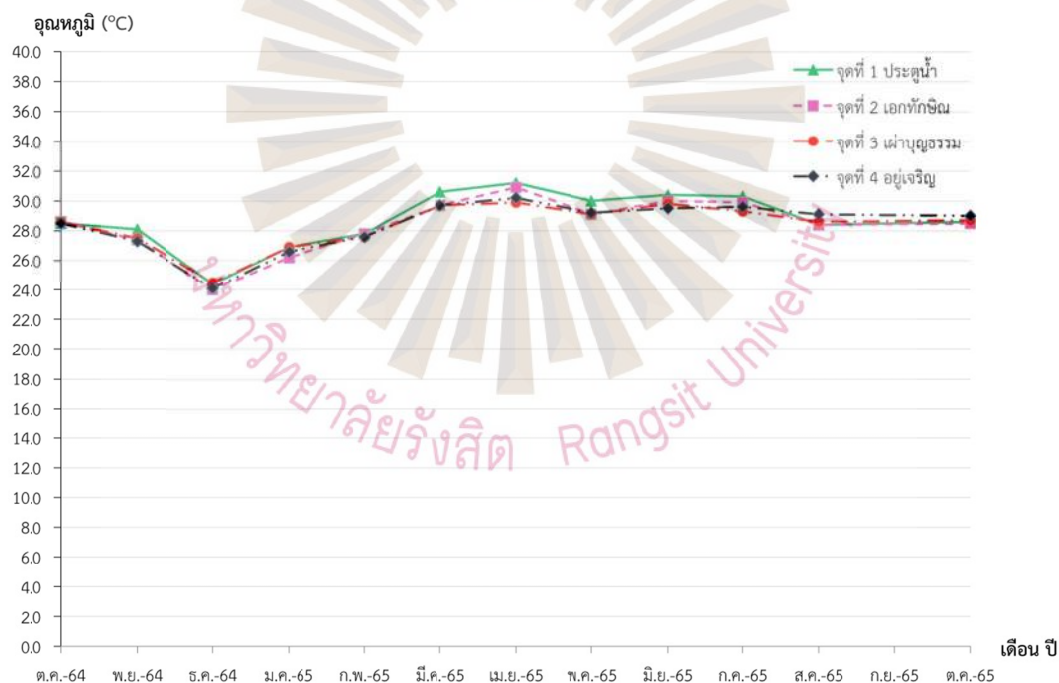
แผนภูมิที่ 4.1.1-1 ผลการตรวจวัดความเป็นกรดและด่างและช่วงเวลาศึกษา

อุณหภูมิ

จากการตรวจวัดพบว่า อุณหภูมิน้ำในคลองเปรมประชากรของทุกจุดมีค่าอยู่ในช่วง 24.0 – 30.9 °C ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน โดยทุกจุดตัวอย่างมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกันในช่วงเวลาตรวจวัดเดียวกัน ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำของทุกจุดมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 28.4 °C และ 28.8 °C ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4.1.1-2 และรูปที่ 4.1.1-2

ตารางที่ 4.1.1-2 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิ (°C)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตูนํ้า	24.4 – 31.2	28.8 $\pm$ 1.91
จุดที่ 2 เอกทกษิณ	24.0 – 30.9	28.4 $\pm$ 1.88
จุดที่ 3 เผ้าทรงธรรม	24.5 – 29.9	28.4 $\pm$ 1.54
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	24.1 – 30.2	28.4 $\pm$ 1.72



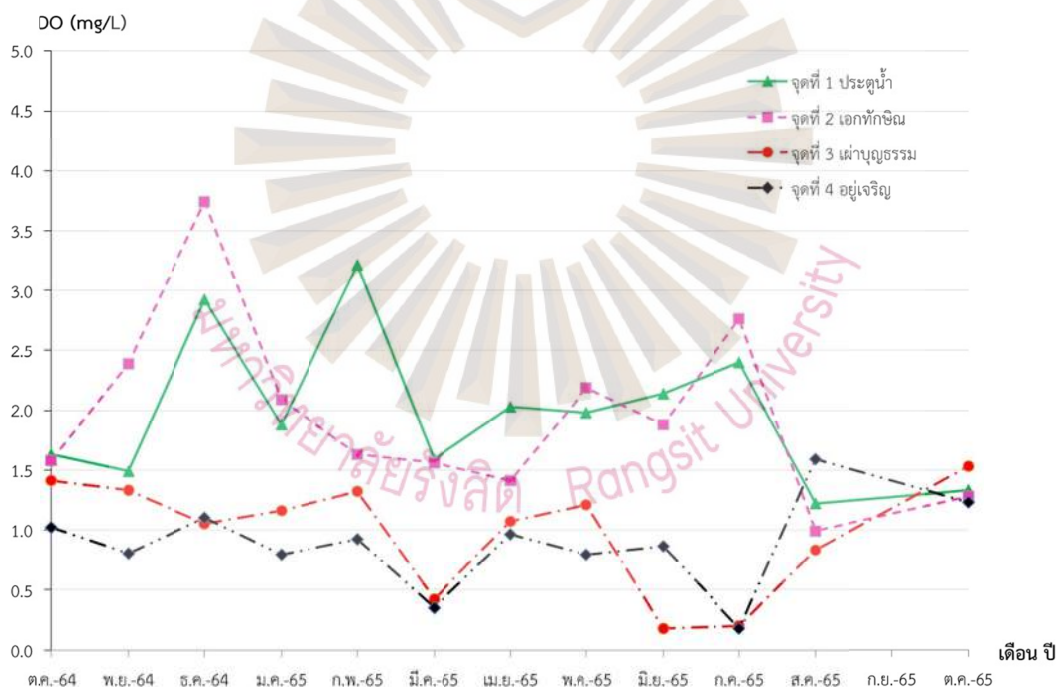
แผนภูมิที่ 4.1.1-2 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิและช่วงเวลาศึกษา

ออกซิเจนละลาย

จากการตรวจวัดพบว่า ออกซิเจนละลายของทุกจุดมีค่าอยู่ในช่วง 0.18 – 3.74 mg/L และค่าเฉลี่ยของออกซิเจนละลายมีแนวโน้มลดลงจากด้านต้นน้ำ (ประตูน้ำ) ไปท้ายน้ำ (อยู่เจริญ) คือ 1.99 ลดลงเหลือ 0.88 mg/L รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4.1.1-3 และรูปที่ 4.1.1-3

ตารางที่ 4.1.1-3 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลาย

จุดเก็บตัวอย่าง	ออกซิเจนละลาย (mg/L)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตูน้ำ	1.22 – 3.21	1.99 ± 0.61
จุดที่ 2 เอกทกษิณ	0.99 – 3.74	1.96 ± 0.75
จุดที่ 3 เผ่าทรงธรรม	0.18 – 1.53	0.98 ± 0.47
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	0.18 – 1.59	0.88 ± 0.37



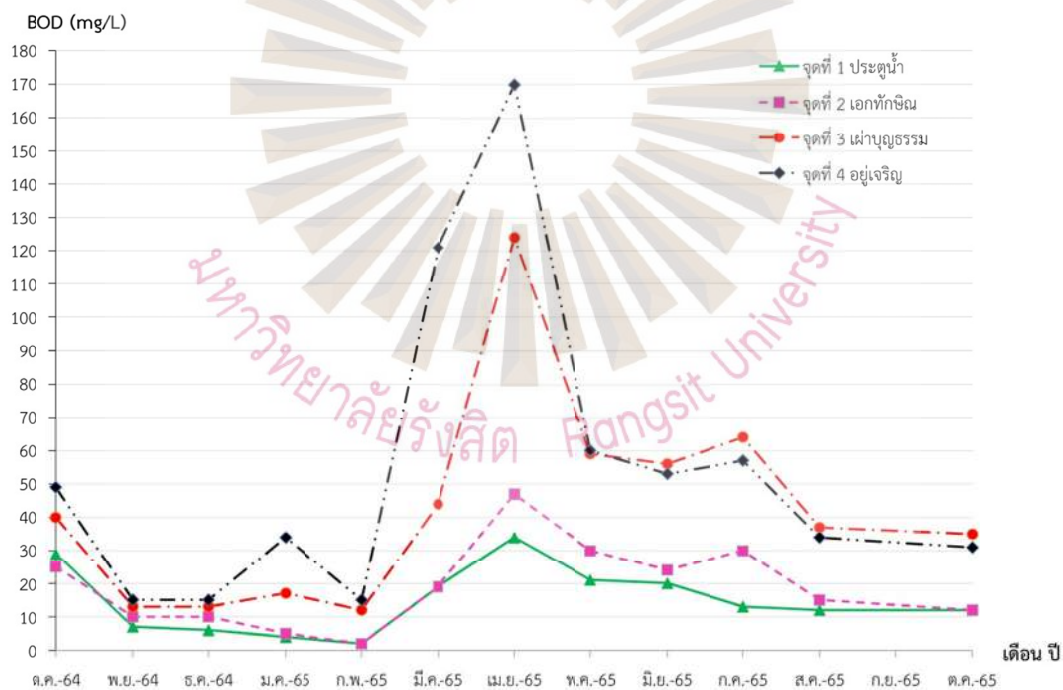
แผนภูมิที่ 4.1.1-3 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายและช่วงเวลาศึกษา

บีโอดี

จากการตรวจวัดพบว่า ค่าบีโอดีของทุกจุดมีค่าอยู่ในช่วง 2 – 124 mg/L และค่าเฉลี่ยของบีโอดีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากด้านต้นน้ำ (ประตุน้ำ) ไปท้ายน้ำ (อยู่เจริญ) คือ 15 เพิ่มขึ้นเป็น 54 mg/L ค่าบีโอดีบริเวณประตุน้ำและเอกทักซิมมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำกว่าบริเวณเฝ้าทรงธรรมและอยู่เจริญตลอดช่วงเวลาศึกษา รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4.1.1-4 และรูปที่ 4.1.1.4

ตารางที่ 4.1.1-4 ผลการตรวจวัดบีโอดี

จุดเก็บตัวอย่าง	บีโอดี (mg/L)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตุน้ำ	2 - 34	15 ± 9.96
จุดที่ 2 เอกทักซิม	2 - 34	19 ± 12.79
จุดที่ 3 เฝ้าทรงธรรม	12 - 124	43 ± 31.58
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	15 - 170	54 ± 46.62



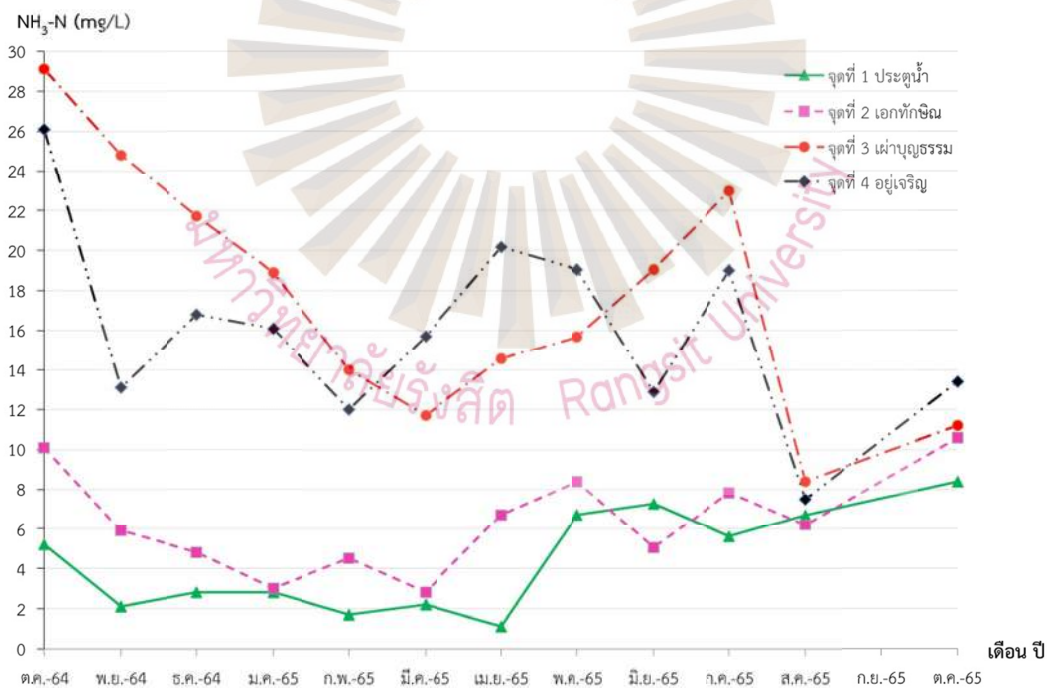
แผนภูมิที่ 4.1.1-4 ผลการตรวจวัดบีโอดีและช่วงเวลาศึกษา

แอมโมเนีย

จากการตรวจวัดพบว่า ค่าแอมโมเนียของทุกจุดมีค่าอยู่ในช่วง 1.1 – 29.1 mg/L และค่าเฉลี่ยของแอมโมเนียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากด้านต้นน้ำ (ประตุน้ำ) ไปท้ายน้ำ (อยู่เจริญ) คือ 4.4 เพิ่มขึ้นเป็น 16.0 mg/L ค่าแอมโมเนียบริเวณประตุน้ำและเอกทักษิณมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำกว่าบริเวณเผ่าทรงธรรมและอยู่เจริญตลอดช่วงเวลาการศึกษา รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4.1.1-5 และรูปที่ 4.1.1-5

ตารางที่ 4.1.1-5 ผลการตรวจวัดแอมโมเนีย

จุดเก็บตัวอย่าง	แอมโมเนีย (mg/L)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตุน้ำ	1.1 – 8.4	4.4 $\pm$ 2.30
จุดที่ 2 เอกทักษิณ	2.8 – 10.6	6.3 $\pm$ 2.24
จุดที่ 3 เผ่าทรงธรรม	8.4 – 29.1	17.7 $\pm$ 6.12
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	7.5 – 26.1	16.0 $\pm$ 4.94



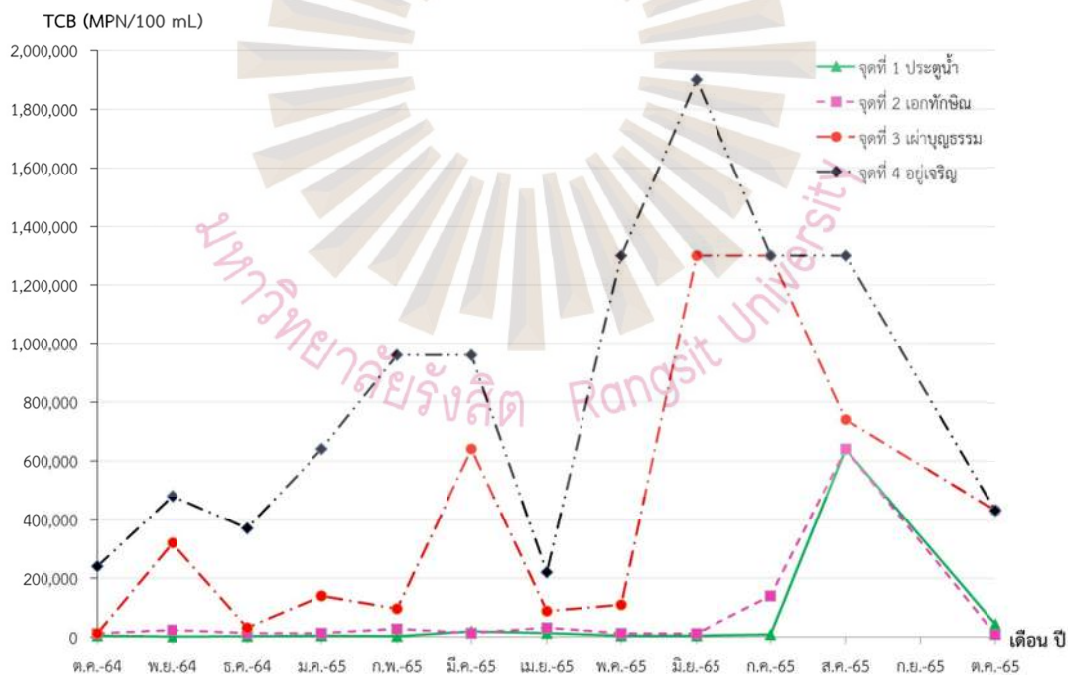
แผนภูมิที่ 4.1.1-5 ผลการตรวจวัดแอมโมเนียและช่วงเวลาศึกษา

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

จากการตรวจวัดพบว่า ค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) มีค่าอยู่ในช่วง 1,700 – 1,900,000 MPN/100 mL และค่าเฉลี่ยของ TCB มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากด้านต้นน้ำ (ประตูน้ำ) ไปท้ายน้ำ (อยู่เจริญ) คือ 62,817 เพิ่มขึ้นเป็น 841,667 MPN/100 mL ค่า TCB บริเวณประตูน้ำและเอกทักซิมมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำกว่าบริเวณเฝ้าทรงธรรมและอยู่เจริญตลอดช่วงเวลาศึกษา รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4.1.1-6 และรูปที่ 4.1.1-6

ตารางที่ 4.1.1-6 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

จุดเก็บตัวอย่าง	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100 mL)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตูน้ำ	1,700 – 640,000	62,817 $\pm$ 190,935
จุดที่ 2 เอกทักซิม	9,200 – 640,000	79,200 $\pm$ 187,625
จุดที่ 3 เฝ้าทรงธรรม	13,000 – 1,300,000	434,050 $\pm$ 491,276
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	220,000 – 1,900,000	841,667 $\pm$ 539,008



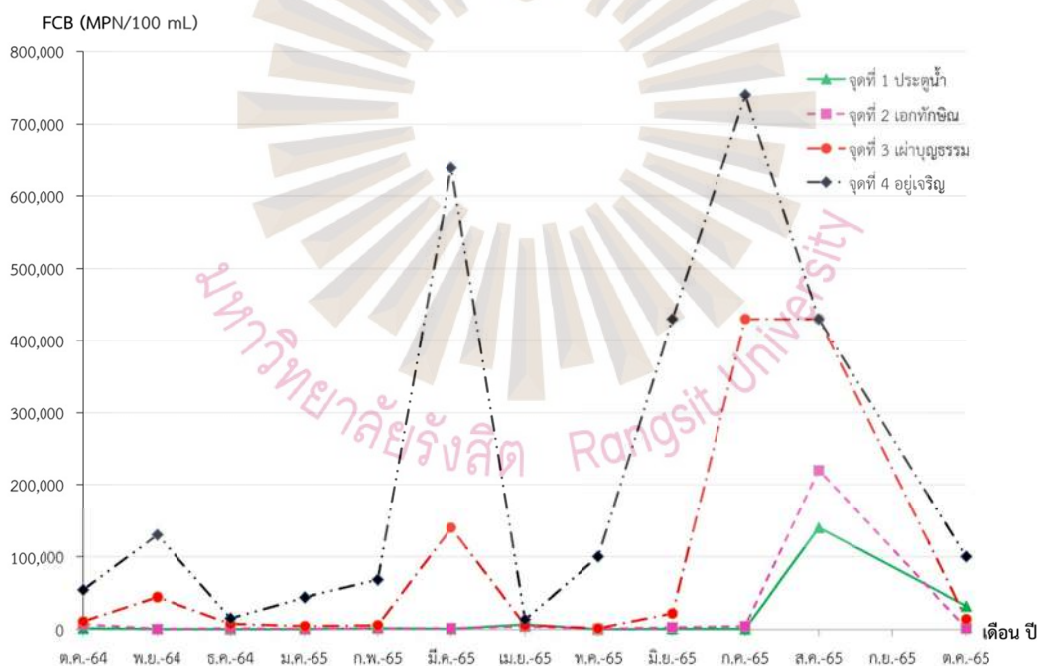
แผนภูมิที่ 4.1.1-6 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและช่วงเวลาศึกษา

แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม

จากการตรวจวัดพบว่า ค่าแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB) มีค่าอยู่ในช่วง 200 – 740,000 MPN/100 mL และค่าเฉลี่ยของ FCB มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากด้านต้นน้ำ (ประตุน้ำ) ไปท้ายน้ำ (อยู่เจริญ) คือ 15,433 เพิ่มขึ้นเป็น 230,400 MPN/100 mL ค่า FCB บริเวณประตุน้ำและเอกทักซิมมีค่าใกล้เคียงกัน และส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าบริเวณเผ่าทรงธรรมและอยู่เจริญ รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงในตารางที่ 4.1.1-7 และรูปที่ 4.1.1-7

ตารางที่ 4.1.1-7 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม

จุดเก็บตัวอย่าง	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตุน้ำ	200 – 140,000	15,433 $\pm$ 41,856
จุดที่ 2 เอกทักซิม	600 – 220,000	20,567 $\pm$ 65,602
จุดที่ 3 เผ่าทรงธรรม	1,600 – 430,000	98,025 $\pm$ 167,829
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	13,600 – 740,000	230,400 $\pm$ 267,999



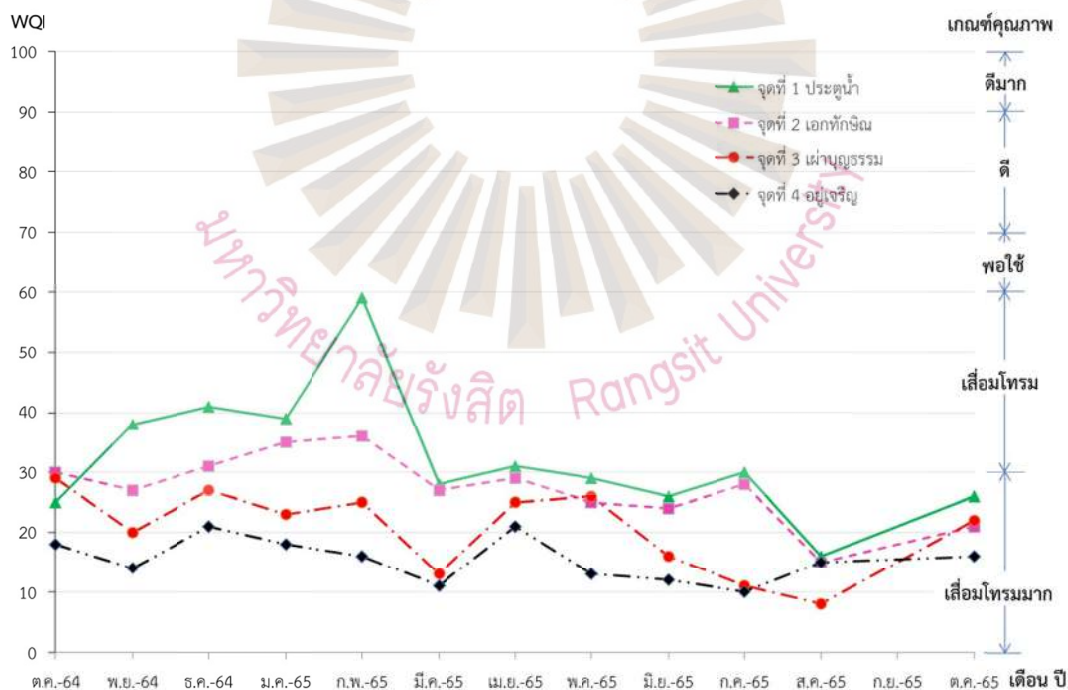
แผนภูมิที่ 4.1.1-7 ผลการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มและช่วงเวลาศึกษา

ดัชนีคุณภาพน้ำ

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) พบว่า ค่า WQI มีค่าอยู่ในช่วง 8 - 59 และค่าเฉลี่ยของ WQI มีแนวโน้มลดลงจากด้านต้นน้ำ (ประตุน้ำ) ไปท้ายน้ำ (อยู่เจริญ) คือ จาก 32 ลดลงเหลือ 15 เมื่อพิจารณาเป็นความหมายคุณภาพน้ำพบว่า บริเวณประตุน้ำมีค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม ส่วนที่เหลืออยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก รายละเอียดผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.1.1-8 และรูปที่ 4.1.1-8

ตารางที่ 4.1.1-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ

จุดเก็บตัวอย่าง	ดัชนีคุณภาพน้ำ		
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
จุดที่ 1 ประตุน้ำ	16 - 59	32	32 ± 11.21
จุดที่ 2 เอกหักฉิม	15 - 36	27	27 ± 5.68
จุดที่ 3 เฝ้าทรงธรรม	8 - 29	20	20 ± 7.17
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	10 - 21	15	15 ± 3.81



แผนภูมิที่ 4.1.1-8 ผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำและช่วงเวลาศึกษา

ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) และอุณหภูมิของทั้ง 4 จุด อยู่ในช่วงปกติ และเปลี่ยนไปตามฤดูกาล โดยค่า pH ในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าในฤดูร้อนและฤดูฝน ส่วนอุณหภูมิของน้ำในช่วงฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาว ซึ่งสอดคล้องกับสภาพแหล่งน้ำในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยที่ไม่มีปัญหาเรื่อง pH หรือ อุณหภูมิ

ออกซิเจนละลาย (DO) ของทั้ง 4 จุด มีค่าแตกต่างกัน โดยด้านต้นน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าท้ายน้ำ ค่า DO เฉลี่ยของจุดที่ 1 ประตูนํ้าและจุดที่ 2 เอกหักซิม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 1.99 และ 1.96 mg/L ตามลำดับ ในขณะที่จุดที่ 3 เฝาทรงธรรมและจุดที่ 4 อยู่เจริญ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 0.98 และ 0.88 mg/L ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินพบว่า จัดอยู่ในประเภทที่ 5 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษพบว่า ทั้ง 4 จุด อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก สาเหตุที่ค่า DO ด้านท้ายน้ำมีค่าต่ำกว่าต้นน้ำเป็นเพราะผ่านไหลบริเวณที่มีความแน่นหนาของที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรมมากขึ้น ทำให้รับน้ำเสียปริมาณสูงขึ้น เมื่อไหลลงสู่คลอง ทำให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนในน้ำเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำมากขึ้น เป็นผลทำให้ค่า DO ลดลง สำหรับค่า DO จุดที่ 2 (เอกหักซิม) มีค่าสูงกว่าจุดที่ 1 (ประตูนํ้า) ในบางช่วงเวลา อาจเป็นผลมาจากความลึกของน้ำ ซึ่งบริเวณจุดที่ 2 มีความลึกไม่ถึง 1 เมตร

บีโอดี (BOD) ของทั้ง 4 จุด มีค่าแตกต่างกัน โดยด้านต้นน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าท้ายน้ำ ค่า BOD เฉลี่ยของจุดที่ 1 ประตูนํ้า และจุดที่ 2 เอกหักซิม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 8.4 และ 10.6 mg/L ตามลำดับ ในขณะที่จุดที่ 3 เฝาทรงธรรมและจุดที่ 4 อยู่เจริญ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 29.1 และ 26.1 mg/L ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินพบว่า ทั้ง 4 จุด อยู่ในประเภทที่ 5 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษพบว่า ทั้ง 4 จุด อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก สาเหตุที่ค่า BOD ด้านท้ายน้ำมีค่าสูงกว่าต้นน้ำเป็นเพราะผ่านไหลบริเวณที่มีความแน่นหนาของที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม ทำให้รับน้ำเสียปริมาณสูงขึ้น เป็นการเพิ่มภาระความสกปรกให้กับคลอง ส่งผลให้ค่า BOD สูงขึ้น ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง อาจเป็นผลมาจากการควบคุมระดับน้ำในคลองเพื่อการระบายน้ำ (พร่องน้ำในคลอง รอรับน้ำฝน) ทำให้สัดส่วนน้ำเสียของน้ำในคลองสูงขึ้น ส่งผลให้ค่า BOD สูงขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่า จุดที่ 3 และ 4 มีความแตกต่างของค่า BOD ในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษามาก และตรวจพบค่า BOD สูงถึง 124 – 170 mg/L ในบางช่วงเวลา แสดงถึงปริมาณมลพิษที่ระบายลงคลองเปรมประชากรมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา

แอมโมเนียของทั้ง 4 จุด มีค่าแตกต่างกัน โดยด้านต้นน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าท้ายน้ำ ค่า NH_3 เฉลี่ยของจุดที่ 1 ประตูนํ้าและจุดที่ 2 เอกหักซิม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 4.4 และ 6.3 mg/L ตามลำดับ ในขณะที่จุดที่ 3 เฝาทรงธรรมและจุดที่ 4 อยู่เจริญ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 17.8 และ 16.0 mg/L ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินพบว่า จัดอยู่ในประเภทที่ 5 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษพบว่า ทั้ง 4 จุด อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก สาเหตุที่ค่า NH_3 ด้านท้ายน้ำมีค่าสูงกว่าต้นน้ำเป็นเพราะผ่านไหลบริเวณที่มีความแน่นหนาของที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรมมาก ทำให้รับน้ำเสียปริมาณสูงขึ้น เป็นการเพิ่มภาระความสกปรกให้กับคลอง ส่งผลให้ค่า NH_3 สูงขึ้น

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) และแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (FCB) ของทั้ง 4 จุด มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ด้านต้นน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าท้ายน้ำ ค่า TCB เฉลี่ยของจุดที่ 1 ประตูนํ้าและจุดที่ 2 เอกหักฉิม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 62,817 และ 79,200 MPN/100 mL ตามลำดับ ในขณะที่จุดที่ 3 เฝ้าทรงธรรมและจุดที่ 4 อยู่เจริญ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 989,050 และ 841,667 MPN/100 mL ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความหมายกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษพบว่า ทั้ง 4 จุด อยู่ในระดับเสื่อมโทรม ส่วนค่า FCB เฉลี่ยของจุดที่ 1 ประตูนํ้าและจุดที่ 2 เอกหักฉิม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 15,433 และ 20,567 MPN/100 mL ตามลำดับ ในขณะที่จุดที่ 3 เฝ้าทรงธรรมและจุดที่ 4 อยู่เจริญ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 93,025 และ 230,400 MPN/100 mL ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความหมายกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษพบว่า ทั้ง 4 จุด อยู่ในระดับเสื่อมโทรม สาเหตุที่ค่า TCB และ FCB ด้านท้ายน้ำมีค่าสูงกว่าต้นน้ำเป็นเพราะผ่านไหลบริเวณที่มีความแน่นหนาของที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรมมากขึ้น ทำให้รับน้ำเสียปริมาณสูงขึ้น เป็นการเพิ่มภาระความสกปรกให้กับคลอง ส่งผลให้ค่า TCB และ FCB สูงขึ้น

ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของทั้ง 4 จุด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยด้านต้นน้ำมีค่าสูงกว่าท้ายน้ำ ค่า WQI เฉลี่ยของจุดที่ 1 ประตูนํ้า และจุดที่ 2 เอกหักฉิม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 32 และ 27 ตามลำดับ ในขณะที่จุดที่ 3 เฝ้าทรงธรรมและจุดที่ 4 อยู่เจริญ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 10 และ 15 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความหมายกับเกณฑ์คุณภาพน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษพบว่า จุดที่ 1 อยู่ในระดับเสื่อมโทรม เทียบได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน หรือเพื่อการอุตสาหกรรม ในขณะที่จุดที่เหลืออยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก เทียบได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภท 5 แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

เมื่อพิจารณาจำนวนครั้งของระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บน้ำ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1.1-9 พบว่ามีบางช่วงเวลาที่คุณภาพน้ำในจุดที่ 1 และ 2 อยู่ในสภาพเสื่อมโทรม ในขณะที่จุดที่ 3 และ 4 อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมมากทุกช่วงเวลา เมื่อพิจารณาจำแนกตามฤดูแล้งและฤดูฝน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1.1-10 พบว่าทุกจุดมีตัวเลขค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน) สูงกว่าฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม) อาจเป็นผลมาจากการควบคุมระดับน้ำในคลองเพื่อการระบายน้ำ ซึ่งในฤดูฝนมีการพร่องน้ำในคลองเพื่อรองรับปริมาณน้ำฝน ส่งผลให้สัดส่วนน้ำเสียของน้ำในคลองสูงขึ้น คุณภาพน้ำในคลองลดลง

ตารางที่ 4.1.1-9 สรุปผลการวิเคราะห์ระดับคุณภาพน้ำและดัชนีคุณภาพน้ำคลองเปรมประชากร

จุดเก็บ ตัวอย่าง	เกณฑ์ คุณภาพน้ำ	จำนวนครั้งและสัดส่วนผลการวิเคราะห์					
		DO	BOD	NH ₃	TCB	FCB	WQI
จุดที่ 1	ดี	-	-	-	5 ครั้ง (42%)	6 ครั้ง (50%)	-
	พอใช้	3 ครั้ง (25%)	2 ครั้ง (17%)	-	5 ครั้ง (42%)	3 ครั้ง (25%)	-
	เสื่อมโทรม	2 ครั้ง (17%)	1 ครั้ง (8%)	2 ครั้ง (17%)	2 ครั้ง (16%)	3 ครั้ง (25%)	4 ครั้ง (33%)
	เสื่อมโทรม มาก	7 ครั้ง (58%)	9 ครั้ง (75%)	10 ครั้ง (83%)			8 ครั้ง (67%)
จุดที่ 2	ดี	-	-	-	-	3 ครั้ง (25%)	-
	พอใช้	2 ครั้ง (17%)	1 ครั้ง (8%)	-	7 ครั้ง (58%)	6 ครั้ง (50%)	-
	เสื่อมโทรม	3 ครั้ง (25%)	-	-	5 ครั้ง (42%)	3 ครั้ง (50%)	3 ครั้ง (25%)
	เสื่อมโทรม มาก	7 ครั้ง (58%)	11 ครั้ง (92%)	12 ครั้ง (100%)			9 ครั้ง (75%)
จุดที่ 3	ดี	-	-	-	-	-	-
	พอใช้	-	-	-	-	1 ครั้ง (8%)	-
	เสื่อมโทรม	-	-	-	12 ครั้ง (100%)	11 ครั้ง (92%)	-
	เสื่อมโทรม มาก	12 ครั้ง (100%)	12 ครั้ง (100%)	12 ครั้ง (100%)			12 ครั้ง (100%)
จุดที่ 4	ดี	-	-	-	-	-	-
	พอใช้	-	-	-	-	-	-
	เสื่อมโทรม	-	-	-	12 ครั้ง (100%)	12 ครั้ง (100%)	-
	เสื่อมโทรม มาก	12 ครั้ง (100%)	12 ครั้ง (100%)	12 ครั้ง (100%)			12 ครั้ง (100%)

หมายเหตุ 1) จุดที่ 1 คือ บริเวณประตูน้ำคลองรังสิตประยูรศักดิ์-คลองเปรมประชากร

จุดที่ 2 คือ บริเวณสะพานข้ามคลอง ถนนเอกหักชัน

จุดที่ 3 คือ บริเวณสะพานข้ามคลอง ขอยเผ่าบุญธรรม

จุดที่ 4 คือ บริเวณสะพานข้ามคลอง หมู่บ้านอยู่เจริญ

2) คุณภาพน้ำในรายการ TCB และ FCB มีการแบ่งเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย ดี พอใช้ และเสื่อมโทรม

ตารางที่ 4.1.1-10 ดัชนีคุณภาพน้ำจำแนกตามฤดูกาล

จุดเก็บตัวอย่าง	ฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.)			ฤดูฝน (พ.ค. – ต.ค.)		
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์คุณภาพ	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์คุณภาพ
จุดที่ 1 ประตูนํ้า	28 - 59	39	เสื่อมโทรม	16 - 30	25	เสื่อมโทรมมาก
จุดที่ 2 เอกทักษิณ	27 - 36	31	เสื่อมโทรม	15 - 30	24	เสื่อมโทรมมาก
จุดที่ 3 เผ่าทรงธรรม	13 - 27	22	เสื่อมโทรมมาก	8 - 29	19	เสื่อมโทรมมาก
จุดที่ 4 อยู่เจริญ	11 - 21	17	เสื่อมโทรมมาก	10 - 18	14	เสื่อมโทรมมาก

4.2 การจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

การทดสอบระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติในภาคสนาม ดำเนินการที่ทางระบายน้ำหน้าอาคาร วิศวกรรม (อาคาร 5) มหาวิทยาลัยรังสิต บริเวณตรงข้ามร้าน KFC อาคาร Student center (อาคาร 6) ดังแสดงในรูปที่ 7.15 ผิวด้านข้างของทางระบายน้ำเป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก พื้นทางระบายน้ำเป็นดิน ระดับความลึกน้ำประมาณ 60 – 80 เซนติเมตร ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่เป้าหมายในการนำระบบไปติดตั้ง (ริมคลองเปรมประชากร บริเวณบ้านมั่นคงช่วงถนนเอกทักษิณถึงวัดรังสิต) โดยทดสอบการใช้งานต่อเนื่อง 72 ชม. ในระหว่างวันที่ 27 มิถุนายน ถึง 29 มิถุนายน 2566 ผลการตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายความเป็นกรดและด่าง และอุณหภูมิ แสดงในแผนภูมิที่ 4.2-1 ถึง 4.2-3 ตามลำดับ และทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือที่ผ่านการสอบเทียบในห้องปฏิบัติการกับค่าที่รายงานโดยระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเวลา 10:00 และ 14:00 น. ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2-1 ถึง 4.2-3

ค่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เนื่องจากน้ำที่ระบายลงทางระบายน้ำนี้เป็นน้ำทิ้งจากอาคาร ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำเสียชุมชน และมีค่าอยู่ในช่วงปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน สำหรับอุณหภูมิก็อยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินเช่นกัน แต่ในแต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าค่า pH เนื่องจากได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศ ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอดวัน โดยมีค่าสูงในช่วงเวลากลางวันและมีค่าลดลงในช่วงกลางคืน เป็นเพราะพืชน้ำหรือสาหร่ายสามารถสังเคราะห์แสงในช่วงเวลากลางวัน ส่งผลให้เพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ จากการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในการใช้งานในภาคสนามพบว่า ความคลาดเคลื่อนสูงขึ้นจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ แต่ยังอยู่ในระดับต่ำ (ไม่เกิน 1.5%) การวัดค่าออกซิเจนละลายที่มีค่าต่ำกว่า 2 mg/L จะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงขึ้น

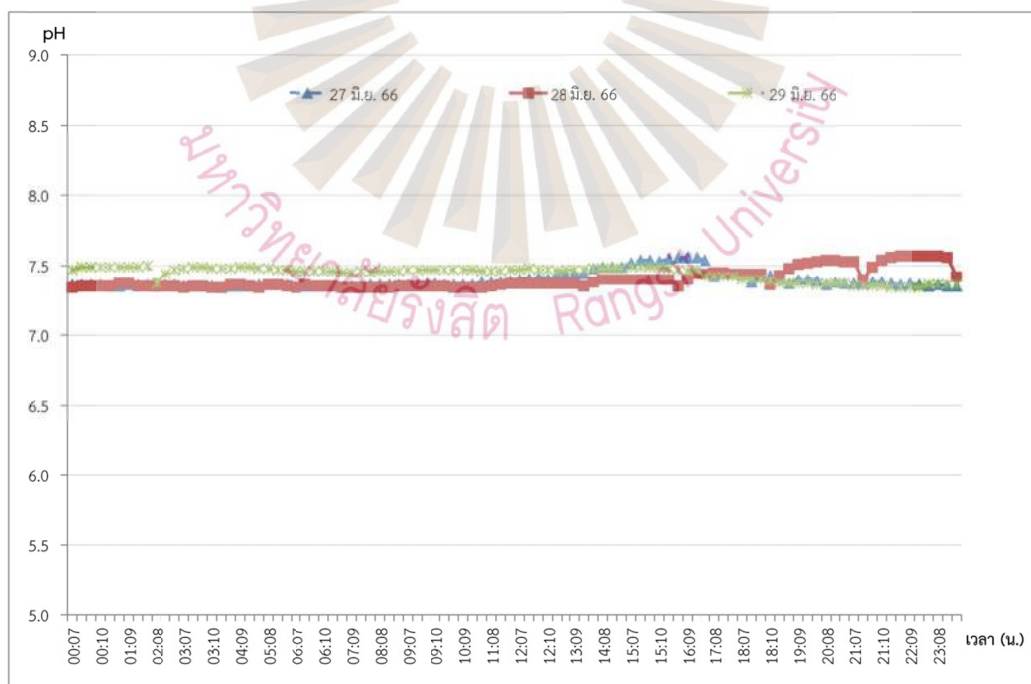
ระบบติดตามคุณภาพน้ำยังคงติดตั้งใช้งานจนถึงปัจจุบัน (28 มีนาคม 2568) โดยรายงานผลผ่านแอปพลิเคชัน Telegram ซึ่งสามารถติดตั้งในโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต (tablet) และคอมพิวเตอร์ มายังผู้ที่ต้องการทราบค่า ดังแสดงในรูปที่ 4.2-1 (เดิมใช้แอปพลิเคชัน Line Notify แต่ Line จะยุติให้บริการแบบไม่คิดค่าใช้จ่ายในวันที่ 31 มีนาคม 2568 จึงได้เลือกใช้ Telegram ที่ยังไม่มีการเก็บค่าบริการแทน)



รูปที่ 4.2-1 การทดสอบระบบติดตามคุณภาพน้ำในภาคสนาม



แผนภูมิที่ 4.2-1 ผลการตรวจวัดออกซิเจนละลายจากระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ
ในช่วงการทดสอบภาคสนาม



แผนภูมิที่ 4.2-2 ผลการตรวจวัดความเป็นกรดและด่างจากระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ
ในช่วงการทดสอบภาคสนาม



แผนภูมิที่ 4.2-3 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิจากระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ
ในช่วงการทดสอบภาคสนาม

ตารางที่ 4.2-1 ผลการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดและต่าง ในภาคสนาม

ครั้งที่	ความเป็นกรดและต่าง		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	7.4	7.3642	0.484
2	7.5	7.5328	0.437
3	7.3	7.3388	0.532
4	7.4	7.4013	0.018
5	7.5	7.4734	0.355
6	7.5	7.4876	0.165
เฉลี่ย			0.332

ตารางที่ 4.2-2 ผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ ในภาคสนาม

ครั้งที่	อุณหภูมิ (°C)		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	29.2	29.0778	0.418
2	30.6	30.721	0.395
3	29.6	29.6894	0.302
4	30.5	30.4394	0.199
5	31.6	31.4985	0.321
6	30.6	30.6024	0.008
เฉลี่ย			0.274

ตารางที่ 4.2-3 ผลการเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลาย ในภาคสนาม

ครั้งที่	ออกซิเจนละลาย (mg/L)		
	ค่าตรวจวัดโดยเครื่องมือ ในห้องปฏิบัติการ	ค่าที่อ่านได้จากระบบ ติดตามคุณภาพน้ำ	ความคลาดเคลื่อน (%)
1	1.95	1.9724	1.149
2	4.24	4.2776	0.887
3	1.61	1.5845	1.584
4	3.69	3.7165	0.718
5	1.16	1.1398	1.741
6	3.24	3.2704	0.938
เฉลี่ย			1.170



รูปที่ 4.2-2 การรายงานผลคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน Telegram

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากร จำนวน 4 จุด เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 12 เดือน เพื่อตรวจวัดค่าความเป็นกรดและด่าง อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย บีโอดี แอมโมเนีย แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม และวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ และการจัดทำระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ ในรายการออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดและด่าง และอุณหภูมิ โดยสามารถนำไปใช้งานในพื้นที่คลองเปรมประชากรบริเวณบ้านมั่นคงช่วงวัดรังสิตถึงสะพานเอกทักษิณ

การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรพบว่า

1. ค่าความเป็นกรดและด่าง ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 7.7-7.8 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4
2. อุณหภูมิ ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 28.4 – 28.9 °C อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4
3. ออกซิเจนละลาย ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 0.88 – 1.99 mg/L ทุกจุดมีค่าออกซิเจนละลายต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และบริเวณต้นน้ำมีค่าออกซิเจนละลายสูงกว่าด้านท้ายน้ำ
4. บีโอดี ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 15 – 19 mg/L ทุกจุดมีค่าบีโอดีสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และบริเวณต้นน้ำมีค่าบีโอดีต่ำกว่าด้านท้ายน้ำ
5. แอมโมเนีย ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 4.4 – 17.7 mg/L ทุกจุดมีค่าแอมโมเนียสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และบริเวณต้นน้ำมีค่าแอมโมเนียต่ำกว่าด้านท้ายน้ำ
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 62,817 – 841,667 MPN/100 mL บริเวณต้นน้ำมีค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดต่ำกว่าด้านท้ายน้ำ
7. แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 15,433 – 230,400 MPN/100 mL บริเวณต้นน้ำมีค่าแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์มต่ำกว่าด้านท้ายน้ำ
8. ดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ ค่าเฉลี่ยของทุกจุดอยู่ในช่วง 15 – 32 บริเวณต้นน้ำมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำสูงกว่าด้านท้ายน้ำ โดยจุดต้นน้ำ บริเวณประตูน้ำคลองรังสิตประยูรศักดิ์-คลองเปรมประชากร เกณฑ์คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม ในขณะที่จุดที่เหลือมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก

ค่าคุณภาพทุกรายการยกเว้นค่าความเป็นกรดและด่าง และอุณหภูมิ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานตั้งแต่ต้นน้ำ แสดงว่าคลองเปรมประชากรมีปัญหาความเสื่อมโทรมมาก่อนเข้าพื้นที่เทศบาลตำบลหลักหก จังหวัดปทุมธานี สภาพปัญหาเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นจากน้ำเสียในพื้นที่ และไหลเข้าสู่พื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติ มีลักษณะเป็นการสูบน้ำจากในคลองขึ้นมาตรวจวัดในตัวที่ติดหัววัดออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดและด่าง และอุณหภูมิ โดยใช้รหัสเบอร์รี่พายเป็นบอร์ดควบคุมการทำงานและรายงานผลผ่านแอปพลิเคชัน Telegram ผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต จากการนำไปใช้งานในภาพสนามบริเวณทางระบายน้ำหน้าอาคารวิชณรัตน์ มหาวิทยาลัยรังสิต พบว่าระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ และรายงานผลได้อย่างแม่นยำ ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1% อย่างไรก็ตาม ในกรณีออกซิเจนละลายมีค่าต่ำกว่า 2 mg/L ความคลาดเคลื่อนสูงขึ้น โดยอยู่ในระดับไม่เกิน 1.5%

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดทำโครงการฟื้นฟูน้ำในคลองเปรมประชากร เช่น การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งลงคลองเปรมประชากรไปบำบัด เนื่องจากคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรอยู่ในระดับเสื่อมโทรมและเสื่อมโทรมมาก
2. ควรติดตามคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากในช่วงดำเนินการศึกษา โครงการบ้านมั่นคงริมคลองเปรมประชากรช่วงวัดรังสิต-นางว ไกลจะดำเนินการแล้วเสร็จ ผู้เข้าพักอาศัยยังไม่เต็มพื้นที่ (ไม่ถึง 50%) แต่ในปัจจุบัน (มีนาคม 2568) มีจำนวนเพิ่มขึ้นกว่าในช่วงเวลาที่ดำเนินการศึกษา
3. ควรพิจารณาออกแบบให้ระบบติดตามคุณภาพน้ำอัตโนมัติทำงานได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อลดภาระค่าไฟฟ้าและความสะดวกในการนำไปติดตั้งใช้งานในภาคสนาม

เทพวิฑูรย์ ทองศรี, สุรัตน์ เพชรเกษม, และ กัญญา ม่วงแก้ว. (2557). การประเมินปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟิโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดิน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *Bulletin of Applied Sciences*. 3(3). 59-67.

ชนกฤต วัฒนะศุภชัย. (2559). *ระบบจัดการสวนด้วยรหัสบาร์โค้ดและสมาร์ทโฟน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พรวนา รัตนชูโชค. (2562). การพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยใช้ IoT เพื่อติดตามคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. ปีที่ 11 มกราคม - ธันวาคม 2562, 78-92.

พุมจสานต์ เกียรติวณิชพันธุ์. (2562). *สถานีตรวจวัดสภาพแวดล้อมอัจฉริยะ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พชรรัตน์ ราชไชย. (2561). *ระบบวัดระดับน้ำและส่งข้อมูลแบบไร้สาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภคพงศ์ อังสุจินันตร์. (2564). *การพัฒนาระบบตรวจวัดและรายงานผลคุณภาพน้ำอัตโนมัติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.

มันสิน ตันทุลเวศม์ และ มันรัช ตันทุลเวศม์. (2551). *เคมีวิทยาและน้ำเสีย*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รวมพลังฟื้นฟูคลองเปรมประชากร. [ออนไลน์]. 2562. แหล่งที่มา <https://web.codi.or.th>. [20 เมษายน 2562].

สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. (2552). *กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ พื้นฐานและการคำนวณออกแบบ*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: หจก.สยามสเตชันเนอรีซัพพลายส์.

สมหมาย โชครุ่ง และ ดุสิต ธนเพทาย. (2552). การพัฒนาเครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำแบบโพลาโรกราฟิกด้วยการไบอัสแบบพัลส์. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของ **มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมศาสตร์**. (หน้าที่.590-597). 17 – 20 มีนาคม 2552 กรุงเทพฯ.

เสนอ สะอาด และคณะ. (2564). ระบบการเฝ้าสังเกตคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ราสเบอร์รี่พาย ใน **รายงานการประชุมการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 10**. (หน้าที่ 2669-2684). 28-29 มกราคม 2564 จังหวัดพะเยา.

สำนักการระบายน้ำ. **คุณภาพน้ำคลองและแม่น้ำเจ้าพระยา**. [ออนไลน์]. 2563. แหล่งที่มา <https://drive.google.com/drive/folders/0B2T8BVW9hMcuYnowVWxjbDZVdX3c> [10 กุมภาพันธ์ 2564]

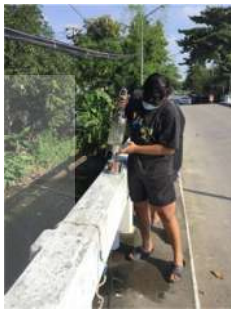
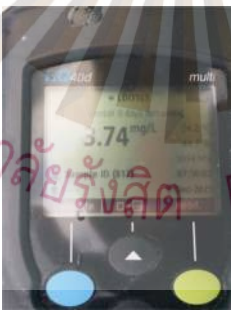
อัจฉราภรณ์ ศุกระศร, นนทพร สอนจันทร์ และ พัฒน์ธนสรณ์ เพียรสว่าง. (2556). **การศึกษาคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรเพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Rangsit University. [ออนไลน์]. 2020 แหล่งที่มา Facebook Rangsit University.[17 ธันวาคม 2020]



ภาคผนวก

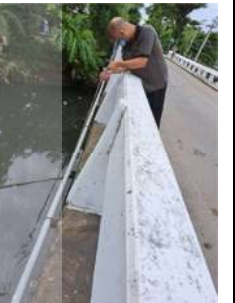
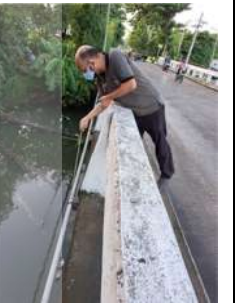
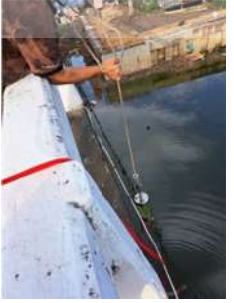
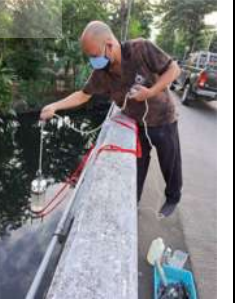
ภาคผนวก ก. ภาพกิจกรรมการเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร

เดือน/ ปี	จุดเก็บตัวอย่าง			
	จุดที่ 1 บริเวณประตูน้ำ คลองรังสิตประยูรศักดิ์- คลองเปรมประชากร	จุดที่ 2 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง ถนนเอก ทักษิณ	จุดที่ 3 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง ซอยเผ่าบุญ ธรรม	จุดที่ 4 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง หมู่บ้านอยู่ เจริญ
ต.ค. 2564				
พ.ย. 2564				
ธ.ค. 2564				
ม.ค. 2565				

ภาคผนวก ก. (ต่อ) ภาพกิจกรรมการเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร

เดือน/ ปี	จุดเก็บตัวอย่าง			
	จุดที่ 1 บริเวณประตูน้ำ คลองรังสิตประยูรศักดิ์- คลองเปรมประชากร	จุดที่ 2 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง ถนนเอก ทักษิณ	จุดที่ 3 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง ซอยเฝ้าบุญ ธรรม	จุดที่ 4 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง หมู่บ้านอยู่ เจริญ
ก.พ. 2565				
มี.ค. 2565				
เม.ย. 2565				
พ.ค. 2565				

ภาคผนวก ก. (ต่อ) ภาพกิจกรรมการเก็บตัวอย่างน้ำในคลองเปรมประชากร

เดือน/ ปี	จุดเก็บตัวอย่าง			
	จุดที่ 1 บริเวณประตูน้ำ คลองรังสิตประยูรศักดิ์- คลองเปรมประชากร	จุดที่ 2 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง ถนนเอก ทักษิณ	จุดที่ 3 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง ซอยเฝ้าบุญ ธรรม	จุดที่ 4 บริเวณสะพาน ข้ามคลอง หมู่บ้านอยู่ เจริญ
มิ.ย. 2565				
ก.ค. 2565				
ส.ค. 2565				
ต.ค. 2565				

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดัชนีคุณภาพน้ำคลองเปรมประชากร

จุดที่	DO		BOD		NH ₃		TCB		FCB		WQI	
	(mg/l)	ระดับ	(mg/l)	ระดับ	(mg/l)	ระดับ	(MPN/100 ml)	ระดับ	(MPN/100 ml)	ระดับ	คะแนน	ระดับ
เดือนตุลาคม 2564 (26 ต.ค.64)												
1	1.63	เสื่อมโทรมมาก	29	เสื่อมโทรมมาก	5.2	เสื่อมโทรมมาก	4,900	ดี	1,400	พอใช้	25	เสื่อมโทรมมาก
2	1.58	เสื่อมโทรมมาก	25	เสื่อมโทรมมาก	10.1	เสื่อมโทรมมาก	13,000	พอใช้	7,000	เสื่อมโทรม	30	เสื่อมโทรมมาก
3	1.41	เสื่อมโทรมมาก	40	เสื่อมโทรมมาก	29.1	เสื่อมโทรมมาก	13,000	พอใช้	11,000	เสื่อมโทรม	29	เสื่อมโทรมมาก
4	1.02	เสื่อมโทรมมาก	49	เสื่อมโทรมมาก	26.1	เสื่อมโทรมมาก	240,000	เสื่อมโทรม	54,000	เสื่อมโทรม	18	เสื่อมโทรมมาก
เดือนพฤศจิกายน 2564 (11 พ.ย.64)												
1	1.49	เสื่อมโทรมมาก	7	เสื่อมโทรมมาก	2.1	เสื่อมโทรมมาก	1,700	ดี	400	ดี	38	เสื่อมโทรม
2	2.39	เสื่อมโทรม	10	เสื่อมโทรมมาก	5.9	เสื่อมโทรมมาก	24,000	เสื่อมโทรม	600	ดี	27	เสื่อมโทรมมาก
3	1.33	เสื่อมโทรมมาก	13	เสื่อมโทรมมาก	24.8	เสื่อมโทรมมาก	320,000	เสื่อมโทรม	44,500	เสื่อมโทรม	20	เสื่อมโทรมมาก
4	0.80	เสื่อมโทรมมาก	15	เสื่อมโทรมมาก	13.1	เสื่อมโทรมมาก	480,000	เสื่อมโทรม	130,000	เสื่อมโทรม	14	เสื่อมโทรมมาก
เดือนธันวาคม 2564 (9 ธ.ค.64)												
1	2.92	พอใช้	6	เสื่อมโทรมมาก	2.8	เสื่อมโทรมมาก	3,200	ดี	400	ดี	41	เสื่อมโทรม
2	3.74	พอใช้	10	เสื่อมโทรมมาก	4.8	เสื่อมโทรมมาก	13,200	พอใช้	1,600	พอใช้	31	เสื่อมโทรม
3	1.05	เสื่อมโทรมมาก	13	เสื่อมโทรมมาก	21.7	เสื่อมโทรมมาก	31,600	เสื่อมโทรม	7,600	เสื่อมโทรม	27	เสื่อมโทรมมาก
4	1.10	เสื่อมโทรมมาก	15	เสื่อมโทรมมาก	16.8	เสื่อมโทรมมาก	370,000	เสื่อมโทรม	15,200	เสื่อมโทรม	21	เสื่อมโทรมมาก
เดือนมกราคม 2565 (12 ม.ค.65)												
1	1.88	เสื่อมโทรมมาก	4	เสื่อมโทรม	2.8	เสื่อมโทรมมาก	5,200	พอใช้	400	ดี	39	เสื่อมโทรม
2	2.09	เสื่อมโทรม	5	เสื่อมโทรมมาก	3.0	เสื่อมโทรมมาก	13,200	พอใช้	800	ดี	35	เสื่อมโทรม
3	1.16	เสื่อมโทรมมาก	17	เสื่อมโทรมมาก	18.9	เสื่อมโทรมมาก	140,000	เสื่อมโทรม	4,400	เสื่อมโทรม	23	เสื่อมโทรมมาก
4	0.79	เสื่อมโทรมมาก	34	เสื่อมโทรมมาก	16.1	เสื่อมโทรมมาก	640,000	เสื่อมโทรม	44,000	เสื่อมโทรม	18	เสื่อมโทรมมาก

ภาคผนวก ข (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดัชนีคุณภาพน้ำคลองเปรมประชากร

จุดที่	DO		BOD		NH ₃		TCB		FCB		WQI	
	(mg/l)	ระดับ	(mg/l)	ระดับ	(mg/l)	ระดับ	(MPN/100 ml)	ระดับ	(MPN/100 ml)	ระดับ	คะแนน	ระดับ
เดือนกุมภาพันธ์ 2565 (8 ก.พ.65)												
1	3.21	พอใช้	2	พอใช้	1.7	เสื่อมโทรม	2,800	ดี	1,600	พอใช้	59	เสื่อมโทรม
2	1.63	เสื่อมโทรมมาก	2	พอใช้	4.5	เสื่อมโทรมมาก	28,000	เสื่อมโทรม	1,600	พอใช้	36	เสื่อมโทรม
3	1.32	เสื่อมโทรมมาก	12	เสื่อมโทรมมาก	14	เสื่อมโทรมมาก	96,000	เสื่อมโทรม	5,600	เสื่อมโทรม	25	เสื่อมโทรมมาก
4	0.92	เสื่อมโทรมมาก	15	เสื่อมโทรมมาก	12	เสื่อมโทรมมาก	960,000	เสื่อมโทรม	68,000	เสื่อมโทรม	16	เสื่อมโทรมมาก
เดือนมีนาคม 2565 (15 มี.ค.65)												
1	1.59	เสื่อมโทรมมาก	19	เสื่อมโทรมมาก	2.2	เสื่อมโทรมมาก	19,600	พอใช้	800	ดี	28	เสื่อมโทรมมาก
2	1.56	เสื่อมโทรมมาก	19	เสื่อมโทรมมาก	2.8	เสื่อมโทรมมาก	13,200	พอใช้	1,600	พอใช้	27	เสื่อมโทรมมาก
3	0.42	เสื่อมโทรมมาก	44	เสื่อมโทรมมาก	11.7	เสื่อมโทรมมาก	640,000	เสื่อมโทรม	140,000	เสื่อมโทรม	13	เสื่อมโทรมมาก
4	0.35	เสื่อมโทรมมาก	121	เสื่อมโทรมมาก	15.7	เสื่อมโทรมมาก	960,000	เสื่อมโทรม	640,000	เสื่อมโทรม	11	เสื่อมโทรมมาก
เดือนเมษายน 2565 (26 เม.ย.65)												
1	2.03	เสื่อมโทรม	34	เสื่อมโทรมมาก	1.1	เสื่อมโทรม	13,200	พอใช้	6,800	เสื่อมโทรม	31	เสื่อมโทรมมาก
2	1.41	เสื่อมโทรมมาก	47	เสื่อมโทรมมาก	6.7	เสื่อมโทรมมาก	31,600	เสื่อมโทรม	400	พอใช้	29	เสื่อมโทรมมาก
3	1.07	เสื่อมโทรมมาก	124	เสื่อมโทรมมาก	14.6	เสื่อมโทรมมาก	88,000	เสื่อมโทรม	5,600	เสื่อมโทรม	25	เสื่อมโทรมมาก
4	0.96	เสื่อมโทรมมาก	170	เสื่อมโทรมมาก	20.2	เสื่อมโทรมมาก	220,000	เสื่อมโทรม	13,600	เสื่อมโทรม	21	เสื่อมโทรมมาก
เดือนพฤษภาคม 2565 (30 พ.ค.65)												
1	1.98	เสื่อมโทรมมาก	21	เสื่อมโทรมมาก	6.7	เสื่อมโทรมมาก	5,200	พอใช้	200	ดี	29	เสื่อมโทรมมาก
2	2.19	เสื่อมโทรม	30	เสื่อมโทรมมาก	8.4	เสื่อมโทรมมาก	13,000	พอใช้	800	พอใช้	25	เสื่อมโทรมมาก
3	1.21	เสื่อมโทรมมาก	59	เสื่อมโทรมมาก	15.7	เสื่อมโทรมมาก	110,000	เสื่อมโทรม	1,600	พอใช้	26	เสื่อมโทรมมาก
4	0.79	เสื่อมโทรมมาก	60	เสื่อมโทรมมาก	19.0	เสื่อมโทรมมาก	1,300,000	เสื่อมโทรม	100,000	เสื่อมโทรม	13	เสื่อมโทรมมาก

ภาคผนวก ข (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดัชนีคุณภาพน้ำคลองเปรมประชากร

จุดที่	DO		BOD		NH ₃		TCB		FCB		WQI	
	(mg/l)	ระดับ	(mg/l)	ระดับ	(mg/l)	ระดับ	(MPN/100 ml)	ระดับ	(MPN/100 ml)	ระดับ	คะแนน	ระดับ
เดือนมิถุนายน 2565 (22 มิ.ย.65)												
1	2.14	เสื่อมโทรม	20	เสื่อมโทรมมาก	7.3	เสื่อมโทรมมาก	5,200	พอใช้	800	ดี	26	เสื่อมโทรมมาก
2	1.88	เสื่อมโทรมมาก	24	เสื่อมโทรมมาก	5.0	เสื่อมโทรมมาก	12,000	พอใช้	2,800	พอใช้	24	เสื่อมโทรมมาก
3	0.18	เสื่อมโทรมมาก	56	เสื่อมโทรมมาก	19.0	เสื่อมโทรมมาก	1,300,000	เสื่อมโทรม	22,000	เสื่อมโทรม	16	เสื่อมโทรมมาก
4	0.86	เสื่อมโทรมมาก	53	เสื่อมโทรมมาก	12.9	เสื่อมโทรมมาก	1,900,000	เสื่อมโทรม	430,000	เสื่อมโทรม	12	เสื่อมโทรมมาก
เดือนกรกฎาคม 2565 (20 ก.ค.65)												
1	2.40	พอใช้	13	พอใช้	5.6	เสื่อมโทรมมาก	8,800	ดี	400	พอใช้	30	เสื่อมโทรมมาก
2	2.76	พอใช้	30	เสื่อมโทรมมาก	7.8	เสื่อมโทรมมาก	140,000	เสื่อมโทรม	4,400	เสื่อมโทรม	28	เสื่อมโทรมมาก
3	0.20	เสื่อมโทรมมาก	64	เสื่อมโทรมมาก	23	เสื่อมโทรมมาก	1,300,000	เสื่อมโทรม	430,000	เสื่อมโทรม	11	เสื่อมโทรมมาก
4	0.18	เสื่อมโทรมมาก	57	เสื่อมโทรมมาก	19	เสื่อมโทรมมาก	1,300,000	เสื่อมโทรม	740,000	เสื่อมโทรม	10	เสื่อมโทรมมาก
เดือนสิงหาคม 2565 (17 ส.ค.65)												
1	1.22	เสื่อมโทรมมาก	12	เสื่อมโทรมมาก	6.7	เสื่อมโทรมมาก	640,000	เสื่อมโทรม	140,000	เสื่อมโทรม	16	เสื่อมโทรมมาก
2	0.99	เสื่อมโทรมมาก	15	เสื่อมโทรมมาก	6.2	เสื่อมโทรมมาก	640,000	เสื่อมโทรม	220,000	เสื่อมโทรม	15	เสื่อมโทรมมาก
3	0.80	เสื่อมโทรมมาก	37	เสื่อมโทรมมาก	8.4	เสื่อมโทรมมาก	740,000	เสื่อมโทรม	430,000	เสื่อมโทรม	13	เสื่อมโทรมมาก
4	1.59	เสื่อมโทรมมาก	34	เสื่อมโทรมมาก	7.5	เสื่อมโทรมมาก	1,300,000	เสื่อมโทรม	430,000	เสื่อมโทรม	15	เสื่อมโทรมมาก
เดือนตุลาคม 2565 (26 ต.ค.65)												
1	1.33	เสื่อมโทรมมาก	12	เสื่อมโทรมมาก	8.4	เสื่อมโทรมมาก	44,000	เสื่อมโทรม	32,000	เสื่อมโทรม	26	เสื่อมโทรมมาก
2	1.28	เสื่อมโทรมมาก	12	เสื่อมโทรมมาก	10.6	เสื่อมโทรมมาก	9,200	พอใช้	1,600	พอใช้	21	เสื่อมโทรมมาก
3	1.53	เสื่อมโทรมมาก	35	เสื่อมโทรมมาก	11.2	เสื่อมโทรมมาก	430,000	เสื่อมโทรม	14,000	เสื่อมโทรม	22	เสื่อมโทรมมาก
4	1.23	เสื่อมโทรมมาก	31	เสื่อมโทรมมาก	13.4	เสื่อมโทรมมาก	430,000	เสื่อมโทรม	100,000	เสื่อมโทรม	16	เสื่อมโทรมมาก

หมายเหตุ 1) จุดที่ 1 คือ บริเวณประตูน้ำคลองรังสิตประยูรศักดิ์-คลองเปรมประชากร

จุดที่ 2 คือ บริเวณสะพานข้ามคลอง ถนนเอกทักษิณ

- 2) เนื่องจากในเดือนกันยายน 2565 มีฝนตกหนักและน้ำท่วมในพื้นที่ตำบลหลักหกและดอนเมือง ส่งผลให้ปริมาณน้ำในคลองเปรมประชากรอยู่ในสถานการณ์ไม่ปกติ คณะผู้วิจัยจึงเลื่อนการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 12 ไปเป็นเดือนตุลาคม 2565

จุดที่ 3 คือ บริเวณสะพานข้ามคลอง ซอยเผ่าบุญธรรม

จุดที่ 4 คือ บริเวณสะพานข้ามคลอง หมู่บ้านอยู่เจริญ

