

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ

Development of A Water Quality Index Monitoring System in Water Resources

หฤทัย ดิ้นสกุล^{1*}, วิโรจน์ บัวงาม² และธานีล ม่วงพูล³

Harutai Dinsakul^{1*}, Wirot Boungam² and Thanin Muangpool³

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า^{1,2}, สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Major of Electrical Engineering^{1,2}, Major of Computer Technology² Faculty of Science and Technology at Nakhon
Pathom Rajabhat University

E-mail: harutai@webmail.npru.ac.th^{1*}, wirot@webmail.npru.ac.th², signal@webmail.npru.ac.th³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ และการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ การทำงานระบบจะทำการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งเป็นดัชนีที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยระบบจะส่งข้อมูลจากการวัดค่าพารามิเตอร์ทั้งสองผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ที่เชื่อมต่อกับเราเตอร์ไร้สาย ไปเก็บยังฐานข้อมูลที่คอมพิวเตอร์แม่ข่าย การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยติดตั้งระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ ณ แม่น้ำสาธารณะ ทำการวัดและเก็บข้อมูลทุก ๆ 60 นาที โดยเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง

ผลการวิจัยพบว่า ระบบเฝ้าระวังปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ สามารถวัดปริมาณออกซิเจนละลายและอุณหภูมิของน้ำได้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบสามารถวัดและเก็บผลของการวัด และสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่า ระบบสามารถเก็บข้อมูลสำหรับเป็นดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ, ค่าปริมาณออกซิเจนละลาย, ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ

Abstract

This paper presents the development of a water quality index monitoring system for public water resource using dissolved oxygen and temperature. The testing performance system in this research, the tool of research consists of measurement and monitoring dissolved oxygen system that transfer data over internet. The system will be measuring the amount of dissolved oxygen and the water temperature, which is an important indicator of water quality index. It will send the data from both parameters to the database stored on the host computer. The performance testing of the system by installing a water quality monitoring system at the public water resource by measuring and collecting data by measuring and sending data every 60 minutes, with always 24-hour data collection.

As a result of this research the water dissolved oxygen monitoring system near industrial plants. The measurement of dissolved oxygen and water temperature during measurement. The performance of the system can be measured and stored. The quality of the water can be monitored by comparison with standard values.

Keyword: A Water Quality Index Monitoring System, Dissolved Oxygen, Android, Water Quality Index

บทนำ

ปัญหาน้ำเสียส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำเสียการทิ้งขยะจากครัวเรือน ชุมชน สารเคมีจากการทำการเกษตร และสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ผ่านกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน อาคารจะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ วิธีตรวจสอบน้ำเสีย 3 วิธี ได้แก่ ทางกายภาพคือ ด้วยตาเปล่า ทางชีวภาพคือการตรวจวัดจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ และทางเคมีคือ การตรวจสอบค่ากรด-ด่าง การตรวจวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็มในน้ำ

ออกซิเจนเป็นแก๊สที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งต้องใช้ในกระบวนการต่างๆ ของเซลล์ภายในร่างกาย เพื่อผลิตพลังงานในการดำรงชีวิต ในบรรยากาศมีออกซิเจนประมาณ ร้อยละ 21 แก๊สออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยมาก ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในหลายด้าน เช่น ด้านอาหารเรื่อง คุณภาพและอายุของอาหาร ด้านเกษตรกรรมเรื่องการเพาะเลี้ยงสัตว์และการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ในด้านสิ่งแวดล้อมถ้าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีปริมาณไม่เหมาะสม ก็จะทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดการเน่าเสียได้ ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหรือสภาวะแวดล้อมทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และชีวเคมีหลายประการตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิของน้ำ ความดันอากาศและสิ่งเจือปนในน้ำ โดยออกซิเจนจะละลายในน้ำได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำลงและความดันอากาศมีค่ามากขึ้น และไม่มีสารเจือปน [1] น้ำในธรรมชาติทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) หรือ 5-7 ppm ถ้าค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจัดว่าน้ำในแหล่งนั้นเน่าเสีย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบอกว่าคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต [2]

งานวิจัยนี้วัดพารามิเตอร์ชี้วัดคุณภาพน้ำ จำนวน 2 พารามิเตอร์ ได้แก่ การวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำด้วยเซ็นเซอร์เชิงแสง และค่าอุณหภูมิของน้ำผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งข้อมูลดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำไปยัง rasberry pi พาย เพื่อเก็บค่าลงในฐานข้อมูล

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ
- 1.2 เพื่อทดลองใช้งานระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ [3]

2.1.1 การวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ (qualitative analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงชนิดของสารประกอบหรือธาตุที่มีอยู่ในน้ำ การวิเคราะห์ประเภทนี้ไม่คำนึงถึงปริมาณของสารประกอบหรือธาตุ

2.1.2 การวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ (quantitative analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงปริมาณของสารประกอบชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ สามารถแบ่งวิธีการวิเคราะห์ได้ตามหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้ดังนี้

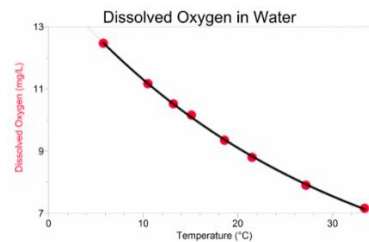
1) การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการไตเตรท (Titration method) โดยนำตัวอย่างน้ำที่ต้องการวิเคราะห์มาตรวจวัดว่า มีค่าปริมาณของตัวแปรคุณภาพน้ำที่สนใจมากหรือน้อยเพียงใด โดยการทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อให้รู้ปริมาณของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ (Titration) ตัวอย่างน้ำอาจจะต้องการทำปฏิกิริยาก่อนหรือไม่ก็ได้ แล้วถึงนำตัวอย่างน้ำนั้นมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานที่เรารู้ความเข้มข้นแน่นอน

2) การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) โดยนำตัวอย่างน้ำที่ต้องการทราบปริมาณ ไปผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองชนิดที่คู่มือวิเคราะห์ระบุไว้ ตัวอย่างที่กรองได้ ตัวอย่างที่ผ่านการกรองหรือตัวอย่างที่ไม่ต้องกรอง เมื่อนำไปอบในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิตามที่กำหนดไว้

3) การวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบความเข้มของสี (Colorimetric method) วิธีการนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะต้องทำให้เกิดสีในตัวอย่างน้ำด้วยการเติมสารเคมีที่จำเพาะลงไปตามวิธีการ ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นจะทำให้สารประกอบที่เป็นตัวแปรคุณภาพน้ำเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีเกิดขึ้น ซึ่งความเข้มของสีจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณสารที่มีในตัวอย่างแล้วนำไปวัดกับเครื่องวัดการดูดกลืนแสง เปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนของสารละลายมาตรฐานที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน

4) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้เครื่องวัดที่จำเพาะเจาะจง คุณภาพน้ำบางตัวแปรสามารถรายงานค่าปริมาณออกมาเป็นตัวเลขโดยการวัดด้วยหัววัด มาตรฐาน (scale) หรืออุปกรณ์ตรวจวัด (detector) ที่จำเพาะเจาะจงต่อคุณสมบัติทางเคมี หรือทางกายภาพบางอย่างของตัวแปรคุณภาพน้ำนั้นๆ

2.2 เซ็นเซอร์เชิงแสงวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีความเสถียรของค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำสูงกว่าการวัดแบบอื่นๆ มีเทคโนโลยีที่ชาญฉลาดและแรงดันในตัวโดยที่ใช้หลักการลูมิเนสเซนซ์ของสารเชิงซ้อน โดยใช้แสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสมกระตุ้นให้สารเชิงซ้อนที่มีสีเปล่งแสงออกมา มักจะเคลือบสารเชิงซ้อนเป็นฟิล์มบางบนวัสดุรองรับและนำมาใช้เป็นเซ็นเซอร์ [2] ดังภาพ ที่ 1



(ก) เซ็นเซอร์เชิงแสงวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

(ข) กราฟแสดงคุณสมบัติของเซ็นเซอร์

ภาพที่ 1 เซ็นเซอร์เชิงแสงวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และกราฟแสดงคุณสมบัติ

จากภาพที่ 1 ภาพ (ก) แสดงเซ็นเซอร์เชิงแสงวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งในหัววัดจะเคลือบสารเชิงซ้อนเป็นฟิล์มไว้ที่ปลายหัวเมื่อให้แสงกระตุ้นที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสม (excitation wavelength) สารเชิงซ้อนจะเกิดการเรืองแสงออกมาที่มีความยาวคลื่น (emission wavelength) เฉพาะของสารเชิงซ้อนนั้นๆ โดยปริมาณออกซิเจนมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนผกผันกับความเข้มของแสงที่เปล่งออกมาคือ เมื่อปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การเปล่งแสงของสารเชิงซ้อนลดลง เนื่องจากออกซิเจนจะไปลดการเปล่งแสงของสารเชิงซ้อน ภาพ (ข)

2.3 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 เป็นเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิในน้ำโดยให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิทัล หรือชาดิจิตัล (DQ) ภายในประกอบด้วยหน่วยความจำแบบ SRAM ขนาด 9 ไบต์ เพื่อเก็บค่าอุณหภูมิที่ได้จากการอ่าน และวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล เพื่อแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัล [4]

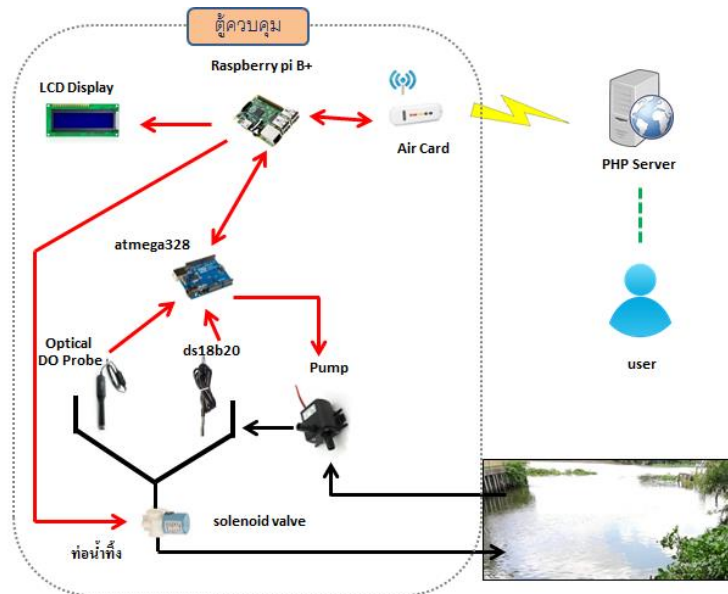
2.4 เทคโนโลยี Raspberry Pi เป็นบอร์ด Microprocessor ขนาดเล็ก หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอภาพ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานด้านอิเล็กทรอนิกส์ ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรม หรือใช้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ประจำสำนักงานขนาดเล็กได้ Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ เช่น Raspbian (Debian), Pidora (Fedora) หรือล่าสุด Windows 10 [5] [6]

2.5 NodeMCU คือแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ประกอบด้วยชุดเครื่องมือบนตัวบอร์ด และชุดโปรแกรมพื้นฐานบนบอร์ดที่สามารถใช้งานได้ฟรี ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูลเครือข่ายไร้สายไวไฟ ไวไฟใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาคือภาษาซี จึงทำให้ใช้งานร่วมกับโปรแกรมอาดิวโน ไอทีอี ได้ [7] [8]

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ แสดงการทำงานดังภาพที่ 2 แบ่งส่วนการทำงานได้ ดังนี้

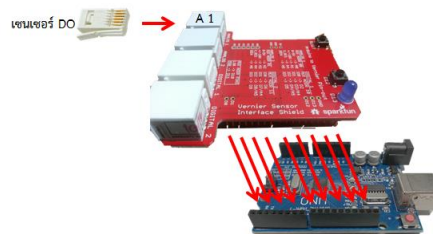


ภาพที่ 2 โดอะแกรมการทำงานของระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ

จากภาพที่ 2 จะแบ่งส่วนการทำงานออกเป็นลักษณะ ดังนี้

1.1 การอ่านค่าเซ็นเซอร์

1.1.1 การเชื่อมต่อระหว่างเซ็นเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนละลายและไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเชื่อมต่อผ่านบอร์ด Vernier Arduino Interface Shield [8] โดยการต่อขาของทั้งสองอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การต่อเซ็นเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำกับไมโครคอนโทรลเลอร์

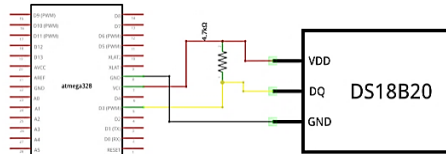
จากภาพที่ 3 แสดงการต่อเซ็นเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าแรงดันไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าออกซิเจนละลายน้ำโดยกำหนดค่า Intercept = -0.4444 และ Slope = 4.444 เป็นค่าเฉพาะของเซ็นเซอร์ชนิดนี้ โดยจะนำไปคำนวณดังสมการที่ (1)

$$DO = (m \times \text{Volt}) + C \quad (1)$$

เมื่อ Do คือ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ
m คือ ค่าความชื้นซึ่งใช้เป็นค่าคงที่เฉพาะเซ็นเซอร์ชนิดนี้เท่ากับ 4.444 Volt คือ แรงดันไฟฟ้าที่
ถูกส่งมาจากเซ็นเซอร์

C คือ จุดตัดแกนโดยใช้เป็นค่าคงที่เฉพาะเซ็นเซอร์ชนิดนี้เท่ากับ -0.4444

1.1.2 การเชื่อมต่อระหว่างเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังภาพที่ 4

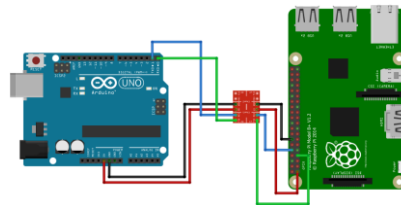


ภาพที่ 4 การต่อเชื่อมไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ DS18B20

จากภาพที่ 4 แสดงการต่อเชื่อมไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ DS18B20 โดยการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ โดยโปรแกรมจะทำหน้าที่ค้นหาไอซี DS18B20 ที่ต่ออยู่กับบัส 1-Wire และประกาศตัวแปรที่บอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ว่าหาสัญญาณของเซ็นเซอร์ถูกต่ออยู่กับขาใด จากนั้นดึงข้อมูลมาแสดงผ่าน Serial Monitor

1.2 การเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล

1.2.1 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และราสเบอร์รี่ พาย ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และราสเบอร์รี่ พาย

จากภาพที่ 5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และราสเบอร์รี่ พาย ใช้อุปกรณ์แปลงแรงดันลอจิกแบบสองทิศทาง (bi-directional Logic Level Converter) เพื่อต่อระหว่างอุปกรณ์แรงดัน 5 โวลต์เข้ากับอุปกรณ์แรงดัน 3.3 โวลต์ ซึ่งการเชื่อมต่อแต่ละขาของอุปกรณ์ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขาการเชื่อมต่อของราสเบอร์รี่ พาย และไมโครคอนโทรลเลอร์ [9]

ราสเบอร์รี่ พาย	อุปกรณ์แปลงแรงดันลอจิก		ไมโครคอนโทรลเลอร์
	ด้านแรงดันต่ำ	ด้านแรงดันสูง	
Tx (GPIO14)	Tx	Tx	Rx (D0)
Rx (GPIO15)	Rx	Rx	Tx (D1)
3.3 v	Low volt	High volt	5 v
GRD	GRD	GRD	GRD

1.2.2 การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางขา Rx และ Tx เชื่อมต่อดังตารางที่ 2 โดยฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลจากเซ็นเซอร์และรวมข้อมูลให้อยู่ในชุดเดียวกัน และส่งข้อมูลแบบอนุกรมไปยังราสเบอร์รี่ พาย

1.2.3 การรับข้อมูลของราสเบอร์รี่ พาย ผ่านพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อกับฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเปิดพอร์ตอนุกรมของราสเบอร์รี่ พาย ก่อน จึงจะสามารถใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรมได้ หลังจากนั้นจะนำมาประมวลผลและส่งข้อมูลสู่เซิร์ฟเวอร์ ในการเขียนโปรแกรมรับข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมนั้น ประกาศมอดูลที่สามารถนำมาจัดการพอร์ตอนุกรม และมอดูลจัดการเวลาของตัว ราสเบอร์รี่ พาย และกำหนดให้ ราสเบอร์รี่ พาย รู้วิธีการรับข้อมูลฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้มาอยู่ที่ฝั่ง ราสเบอร์รี่ พาย

1.2.4 การเก็บข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ โดยการสร้างพีเอชพี สคริปเก็บไว้ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ภายในสคริปประกอบด้วยรายละเอียดของสิทธิ์การเข้าใช้งานฐานข้อมูล ชื่อฐานข้อมูล และตารางที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เมื่อราสเบอร์รี่ พาย ร้องขอสคริปพีเอชพีไปยังเซิร์ฟเวอร์ เซิร์ฟเวอร์จะตอบกลับมา ราสเบอร์รี่ พาย จึงนำข้อมูลใส่ไว้ในตัวแปรที่กำหนดไว้ในสคริปพีเอชพี และส่งกลับไปเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการบันทึกข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล ตามที่กำหนดไว้ในสคริปพีเอชพี ไดอะแกรมแสดงการส่งข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์

ผลการวิจัย

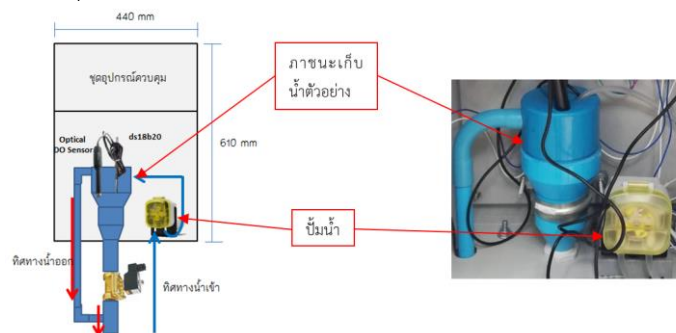
1. ผลการพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์ควบคุม และชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ ดังภาพที่ 6 และ 7 ตามลำดับ



ภาพที่ 6 ระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ และอุปกรณ์หน้าตู้ควบคุม

จากภาพที่ 6 แสดงชุดอุปกรณ์ควบคุม ด้านหน้าประกอบด้วยสวิตช์กดติดปล่อยดับ 2 ตัว ไฟแสดงสถานะ 2 ตัว คือ หลอดแอลอีดี สีน้ำเงิน แสดงสถานะ เปิด/ปิด ของระบบ และหลอดแอลอีดี สีเขียว แสดงสถานะการทำงานของระบบและส่วนแสดงผล แอลซีดี 16 ตัวอักษร แสดงดังภาพที่ 9 ไฟเลี้ยงภายในอุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วยชุดรีเลย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดวงจรลดแรงดันลอจิก และราสเบอร์รี่ พาย



ภาพที่ 7 ภาชนะเก็บตัวอย่างน้ำ และปั๊มน้ำ

จากภาพที่ 7 แสดงชุดอุปกรณ์เก็บวัดตัวอย่างน้ำมีส่วนประกอบ คือภาชนะเก็บน้ำที่ทำหน้าที่กักเก็บน้ำตัวอย่างด้วยโซลินอยด์วาล์ว ด้านบนของภาชนะจะมีท่อน้ำเกินต่ออยู่ด้วยเพื่อทิ้งน้ำที่เกินภาชนะออก และปั้มน้ำไฟฟ้ากระแสตรงระบบสุญญากาศ ขนาด 24 โวลต์ เพื่อลดการเกิดออกซิเจน โดยอุปกรณ์ 2 ชนิดนี้จะติดตั้งอยู่ที่ด้านล่างภายในตู้ควบคุม

2. ผลการทดลองใช้ระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะ

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะที่พัฒนาขึ้น ในพื้นที่คลองสาธารณะบริเวณชุมชนวัดส้มประทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม โดยติดตั้งหัววัดน้ำตัวอย่างลึกลงไปได้ผิวน้ำระยะ 30 เซนติเมตร ดังภาพที่ 12 ผลการวัดค่าออกซิเจนละลาย และอุณหภูมิของน้ำ แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ



ภาพที่ 12 บริเวณแหล่งที่เก็บผล และการติดตั้งท่อดูดน้ำให้แก่ตู้ควบคุม

ตารางที่ 2 ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ วันที่ 17 มิ.ย. 2561 ถึงวันที่ 23 มิ.ย. 2561

วันที่ เวลา	17/6/61	18/6/61	19/6/61	20/6/61	21/6/61	22/6/61	23/6/61	ค่าเฉลี่ย
0.10 น.	1.71	1.01	0.58	1.4	0.9	1.16	1.81	1.22
1.10 น.	1.47	0.82	0.73	1.49	1.29	1.47	1.27	1.22
2.10 น.	1.38	0.69	0.6	0.97	1.66	1.45	1.01	1.10
3.10 น.	1.29	0.6	0.62	1.36	1.81	1.38	0.72	1.11
4.10 น.	1.23	0.79	0.58	1.23	2.07	2.36	1.35	1.37
5.10 น.	1.27	0.71	0.6	1.64	1.64	2.05	1.9	1.40
6.10 น.	1.05	0.58	0.58	1.87	2.49	2.14	1.44	1.45
7.10 น.	1.27	0.69	0.75	1.73	2.62	2.27	1.42	1.53
8.10 น.	1.19	0.62	0.99	2.96	2.99	2.86	2.05	1.95
9.10 น.	1.01	0.64	2.21	3.16	2.66	2.16	2.51	2.05
10.10 น.	1.42	1.16	1.95	3.34	2.29	3.16	2.27	2.22
11.10 น.	1.58	1.92	5.31	3.12	3.27	3.92	3.36	3.21
12.10 น.	2.79	4.94	4.29	4.51	4.16	4.4	4.05	4.16
13.10 น.	4.01	4.25	4.03	4.96	4.88	4.73	4.34	4.45
14.10 น.	5.12	4.12	2.49	3.27	4.08	4.38	3.45	3.84
15.10 น.	4.51	2.77	2.03	2.12	3.81	3.27	3.25	3.10
16.10 น.	4.73	2.31	1.73	1.68	2.79	2.42	3.32	2.71
17.10 น.	3.92	2.27	1.23	1.58	2.64	2.36	2.25	2.32
18.10 น.	3.88	1.34	1.12	1.27	1.51	2.08	2.21	1.91
19.10 น.	3.16	1.14	0.95	1.49	1.36	1.25	1.38	1.53
20.10 น.	1.99	0.82	0.77	1.12	1.38	1.51	1.16	1.25
21.10 น.	1.66	0.77	0.92	0.75	1.03	1.29	1.79	1.17
22.10 น.	1.45	0.69	0.62	0.82	1.19	0.92	1.9	1.08
23.10 น.	1.23	0.6	0.84	1.12	1.01	1.57	1.1	1.06

จากตารางที่ 3 เป็นการเก็บข้อมูลค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในรอบ 24 ชั่วโมง โดยเว้นระยะห่างทุกๆ ชั่วโมง จำนวน 7 วัน เพื่อหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในแต่ละวันของช่วงเวลาเดียวกัน

ตารางที่ 3 ค่าอุณหภูมิ วันที่ 17 มิ.ย. 2561 ถึงวันที่ 23 มิ.ย. 2561

เวลา \ วันที่	17/6/61	18/6/61	19/6/61	20/6/61	21/6/61	22/6/61	23/6/61	ค่าเฉลี่ย
0.10 น.	29.87	30.49	29.87	31.12	29.87	29.81	32.24	30.46
1.10 น.	29.93	30.37	29.56	30.18	30.18	30.24	32.5	30.42
2.10 น.	29.99	30.24	29.37	30.31	31.49	31.87	32.5	30.82
3.10 น.	29.93	30.12	29.24	30.74	31.87	31.74	32.56	30.88
4.10 น.	29.87	29.93	29.12	30.81	31.93	31.56	32.75	30.85
5.10 น.	29.87	29.74	29.06	31.06	32.18	31.49	32.93	30.9
6.10 น.	29.74	29.62	28.87	31.56	32.06	31.68	33.12	30.95
7.10 น.	29.62	29.43	29.18	32.06	31.81	31.99	32.68	30.96
8.10 น.	29.56	29.24	30.74	32.31	31.99	31.74	31.93	31.07
9.10 น.	29.68	29.31	30.43	32.18	31.24	31.74	31.37	30.85
10.10 น.	30.06	30.87	30.18	32.12	31.12	31.81	30.99	31.02
11.10 น.	31.18	30.24	30.99	31.93	31.12	30.74	30.81	31
12.10 น.	31.24	30.87	30.93	31.49	31.24	30.62	30.49	30.98
13.10 น.	31.68	30.99	31.18	31.18	31.12	30.43	30.37	30.99
14.10 น.	31.56	31.18	31.43	30.81	30.93	30.24	30.18	30.90
15.10 น.	31.68	30.93	31.49	30.68	30.62	29.93	30.12	30.77
16.10 น.	31.49	30.93	31.24	30.56	30.37	29.87	30.06	30.64
17.10 น.	31.37	31.06	30.81	30.62	30.18	29.87	29.99	30.55
18.10 น.	31.18	30.93	30.68	30.49	30.12	29.81	29.81	30.43
19.10 น.	31.24	30.62	30.68	30.31	30.12	29.68	29.93	30.36
20.10 น.	31.18	30.43	30.62	30.18	30.12	29.81	31.56	30.55
21.10 น.	30.99	30.31	30.56	29.99	30.06	30.81	32.24	30.7
22.10 น.	30.81	30.18	30.37	29.99	29.93	31.31	32.31	30.7

ตารางที่ 4 เป็นการค่าอุณหภูมิ ในรอบ 24 ชั่วโมง โดยเว้นระยะห่างทุกๆ ชั่วโมง จำนวน 7 วัน เพื่อหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในแต่ละวันของช่วงเวลาเดียวกัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพจากแหล่งน้ำบริเวณดังกล่าวในช่วงเวลากลางคืนมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จะเริ่มกลับมาเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีในช่วงเช้าถึงกลางวัน ระหว่าง 3.5- 4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะต้นน้ำเป็นหมู่บ้าน แต่จะเริ่มกลับมาเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีในช่วงเช้าถึงกลางวันเพราะในเวลากลางวันพืชในน้ำจะสามารถสังเคราะห์แสงได้ และมีเรื่องทำให้เกิดคลื่นน้ำที่นำอากาศลงไปผสมกับน้ำ ทำให้น้ำในช่วงกลางวันกลับเป็นน้ำดี และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำ สามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่แหล่งน้ำนี้มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย อุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 31 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิจะลดต่ำลงหากมีฝนตก

ข้อเสนอแนะ

ระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแหล่งน้ำสาธารณะควรเพิ่มเซ็นเซอร์ตรวจจับดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำให้หลากหลายมากขึ้น เพราะในการวัดดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำยังมีพารามิเตอร์อื่น ๆ เช่น ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี หรือค่าบีโอดี ความต้องการออกซิเจนทางเคมี หรือค่าซีโอดี ค่าความเป็นกรดต่าง และสารเคมีทางอุตสาหกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการพิจารณาคุณภาพของน้ำได้แม่นยำตรงมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่สนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัย โดยคณะผู้วิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ในปีการศึกษา 2558 ภายใต้โครงการวิจัยมุ่งเน้นของคณะ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธรรมพันธุ์ ภาสบุตร และปฐมภรณ์ ศรีผดุงธรรม. (2554). ระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์. ใน *ECTI-CARD 2009*, (น.25-30). กรุงเทพฯ: สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคมและสารสนเทศ
- [2] ชนิศนันท์ สุขงาม, และอัจฉรา วงศ์ชัยสุวัฒน์. (2550). เซ็นเซอร์สำหรับวัดออกซิเจนที่ละลายน้ำได้. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 8(1), 32-39.
- [3] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). *มาตรฐานคุณภาพน้ำ*. สืบค้นจาก <http://www.pcd.go.th>
- [4] สุนัย กระจายศรี, ศณัฐชะพล อัดตวนิช, และกฤษฎา กลีบจำปา. (2557). ระบบตรวจวัดอุณหภูมิอัตโนมัติโดยผ่านเครือข่าย xbee โดยมีแหล่งจ่ายเป็นโซลาร์เซลล์. นครราชสีมา: สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [5] วรภา อารีราษฎร์, อภิชาติ เหล็กดี, และธเนศ ยืนสุข. (2558). ผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี โดยใช้เรสพีเบอร์รี่ไพ. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 2(2), 64-71.
- [6] ธานิล ม่วงพูล, และอวยชัย อินทรสมบัติ. (2560). การพัฒนาระบบระบายความร้อนด้วยท่อทำความเย็นแบบท่อทองแดงร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 4(2), 47-56.
- [7] พัทธนันท์ ตาดี, อติศักดิ์ แก้วบัวดี, อวยชัย อินทรสมบัติ, และธานิล ม่วงพูล. (2560). การพัฒนาระบบควบคุมกลอนประตูด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเทคโนโลยีคลาวด์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติวิจัยรำไพพรรณี ครั้งที่ 11*, (น.565-571). จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- [8] Vernier Software & Technology. (2560). *Vernier Arduino Interface Shield*. สืบค้นจาก <https://www.vernier.com/products/interfaces/bt-ard/>
- [9] SparkFun Electronics US. (2560). *Microcontroller ATmega328*. สืบค้นจาก <https://www.sparkfun.com>