

เครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

The PH Meter Sends Values Through the Blynk Application

สุระชัย นวลอยู่¹ และ แสนสุข โตสิน² วีระพล ประสงค์³ กนกพรรณ รัตนไพบูลย์⁴

Surachai Nuanyoo¹ and Saensuk Tosin² Theerapol Proongsak³ Kanokpan Rattanapiboon⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย ได้แก่ ช่างเทคนิคอาคารจามจุรีสแควร์ บริษัทพร้อมเทคโนโลยีโซลูชัน จำนวน 10 คน ได้มาจากการวิธีการเลือกสุ่มกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจงแบบกลุ่ม เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ แบบทดสอบประสิทธิภาพ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า ผลการออกแบบและสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ ในภาพรวมด้านความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และด้านความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ พบว่า จากการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ประสิทธิภาพในภาพรวมของ เครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ได้ร้อยละ 98.20 และเทียบกับเครื่องวัดค่า พีเอช มิเตอร์ประสิทธิภาพในภาพรวมได้ร้อยละ 98.10

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในภาพรวม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19

คำสำคัญ : เครื่องวัด, แอปพลิเคชันบลิงค์ , บ่อบำบัดน้ำเสีย

^{1,2} นักศึกษา สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

^{3,4} อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

^{1,2} Student of Electrical Technology at Phitsanulok Technical College.

^{3,4} Lecturer of the Electrical Technology Department at Phitsanulok Technical College.

Abstract

This research aims to 1) create a pH meter for wastewater treatment ponds that displays results via the Blink application 2) study the efficiency of a pH meter for wastewater treatment ponds that displays results via the Blink application 3) study the satisfaction of users towards a pH meter for wastewater treatment ponds that displays results via the Blink application The target group of the research is 10 technicians of the Chamchuri Square Building, Promtechno Service Company, obtained from a specific target group random sampling method. The research instruments include the appropriateness and feasibility assessment form, the efficiency test form, and the user satisfaction assessment form. The statistics used in the research are the mean, percentage, and standard deviation.

The research results found that the results of the design and construction of the pH meter for wastewater treatment ponds displayed via the Blink application in terms of suitability were at the highest level, with an average value of 4.37, and in terms of feasibility, were at the highest level, with an average value of 4.40.

The results of the test of the efficiency of the pH meter of the wastewater treatment pond, displayed via the Blink application, found that from the 10 tests, the overall efficiency of the pH meter of the wastewater treatment pond was 98.20 percent displayed via the Blink application.

The results of the study on the satisfaction of users with the pH meter of the wastewater treatment pond displayed via the Blink application found that the overall satisfaction was at a high level, with an average value of 4.19.

Keyword : Meter, Blink application, Wastewater treatment plant

บทนำ

ค่าความเป็นกรดต่าง พีเอช คือ ค่า PH คือ การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่างโดยการวัด ความเข้มข้นของ “ไฮโดรเจนไอออน” ในน้ำ มีค่าตั้งแต่ 1.0 ถึง 14.0 ถึงค่ามีความต่ำมากเท่าไร ยิ่งมีค่าความเป็นกรดมากเท่านั้น ในทางกลับกัน PH ยิ่งมีค่ามากเท่าไร ก็ยิ่งมีค่าความเป็นด่างมากเท่านั้น โดยค่า PH นั้นจะถูกวัดโดยลอการิทึมสเกล โดยวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H+) และ ไฮดรอกไซด์ ไอออน (OH-) ซึ่งถ้าไอออนของทั้ง 2 มีค่าความเข้มข้นเท่ากันแล้ว จะส่งผลให้มีค่า พีเอช = 7.0 หรือมีความเป็นกลาง ถ้ามีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H+) มากกว่า ก็จะมีค่าพีเอช ต่ำกว่า 7 หรือค่าเป็นกรด แต่ถ้ามีความเข้มข้นของ ไฮดรอกไซด์ ไอออน (OH-) มากกว่าก็จะมีค่าความเป็นด่าง หรือ พีเอช สูงกว่า 7 ด้วยความที่ค่า พีเอช วัดด้วยสเกลแบบลอการิทึม นั้นหมายความว่า ถ้าค่า พีเอช ต่างกัน 1 ค่าความเป็นกรด (Acidity) จะต่างจากเดิม 10 เท่า ถ้าค่า พีเอช ต่างกัน 2 ค่าความเป็นกรด จะต่างกัน 100 เท่า เป็นต้น

เนื่องจากอาคารจามจุรีสแควร์เป็นศูนย์การค้าขนาดใหญ่โดยมีร้านค้า ร้านอาหาร สำนักงานและส่วนที่เป็นที่อยู่อาศัยจึงจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียให้มีคุณภาพตามมาตรฐานและข้อกำหนดทางกฎหมายเพื่อให้สามารถปล่อยน้ำทิ้งไปตามแหล่งรองรับน้ำทิ้งอาทิเช่น ท่อระบายน้ำสาธารณะ คู คลอง แม่น้ำ หรือ หรือแหล่งน้ำสาธารณะซึ่งซึ่งค่า PH มาตรฐานของบ่อน้ำทิ้งหรือบ่อที่ 6 อยู่ระหว่าง 6.5-8.5 อาคารจามจุรีสแควร์มีบ่อบำบัดน้ำเสียอยู่ในชั้นใต้ดินของอาคารและในทุก ๆ อาทิตย์ ช่างอาคารหรือผู้ที่รับผิดชอบในการไปตักน้ำจากบ่อบำบัดมาตรวจวัดค่า พีเอช จะต้องลงไปในพื้นที่บ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งเป็นพื้นที่ที่อับอากาศถ่ายเทได้ไม่สะดวกอาจเป็นอันตรายต่อช่างอาคารผู้ที่รับผิดชอบในการไปตักน้ำจากบ่อบำบัดได้

ดังนั้น จากการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการนำเซ็นเซอร์วัดค่า พีเอช ในบ่อบำบัดน้ำเสีย ในพื้นที่อาคารจามจุรีสแควร์ เพื่อส่งสัญญาณมายังบอร์ดอาดูโน่ (Arduino ESP32) และแสดงค่าไปยัง Application Blynk แสดงผลบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดสร้าง เครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ เพื่อไม่เป็นอันตรายต่อช่างอาคารผู้ที่รับผิดชอบในการไปตักน้ำจากบ่อบำบัดได้และสะดวกต่อการเก็บค่าน้ำบ่อบำบัด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บอร์ดอีเอสพี 32 คือบอร์ด Gooouu ESP32 ใช้ชิปแปลง USB เป็น UART เบอร์ CP2102 จากบริษัท Silicon Labs สามารถเข้าโหมดอัฟโพลด์โปรแกรมแบบอัตโนมัติจัดวงจรแบบ nodemcu มีรอม 4MB (หรือ 32 Mbit) ที่ขา V5 ใช้ไอซีเรกกูเลเตอร์แบบ LDO เบอร์ AMS1117-3.3 รองรับแรงดันไฟฟ้าอินพุต 7-12 V จ่ายกระแสได้สูงสุด 700 mA และใช้พลังงานไฟฟ้าและสื่อสารผ่านพอร์ต MicroUSB ได้ มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 38 ขา เรียงขาแบบเดียวกับบอร์ด DevKitC ESP32 ข้อดีของโมดูลนี้คือ ไม่มีส่วนของเสาอากาศบนโมดูลยื่นออกมาจากบอร์ดหลัก เมื่อนำไปเสียบลงไฟโต้บอร์ด จะเหลือช่องให้ใช้งานเพียงด้านเดียว 1 ช่อง [1]
2. จอแสดงผล แอลซีดี คำว่า LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตอลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือสีขาว แล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกันจอ LCD

จะแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

2.1 Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16 x 2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

2.2 Graphic LCD เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอขึ้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด [2]

3. ซีล็คเตอร์สวิตช์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ไหลไปตามที่ต้องการ เป็นสวิตช์ที่นิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรม เช่น นำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรที่สามารถปรับเปลี่ยนโหมดการทำงานระหว่าง คนควบคุม (manual) หรือ อัตโนมัติ (automation) โดยการบิดสวิตช์เลือกโหมดที่ต้องการ รูปแบบของซีล็คเตอร์สวิตช์ 3 แบบ [3]

4. เซ็นเซอร์วัดค่า พีเอช คือ เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและค่า PH ในน้ำ โดยให้ค่า Output ออกมาเป็น RS485 ข้อระมัดระวังในการใช้ PH Sensor คือ ต้องเก็บไว้ในที่ ๆ มีความชื้นตลอดเวลา ห้ามให้หัววัดแห้ง และควร Calibrate ค่าทุก ๆ สัปดาห์ เซนเซอร์วัดค่า พีเอช ใช้สำหรับการวัดระดับความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง (ค่า พีเอช) ในของเหลวหรือสารละลาย ค่า พีเอช ส่งผลต่อกระบวนการทางเคมีและชีววิทยามากมาย ด้วยเหตุนี้ เซ็นเซอร์วัดค่า พีเอช จึงได้รับการใช้งานอย่างกว้างขวางในหลายอุตสาหกรรมและการประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ [4]

5. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ สวิตซ์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน ซึ่งการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว [5]

6. ไฟแสดงสถานะ (pilot lamp) คือ หลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องจักรในสถานะต่าง ๆ นิยมติดตั้งอยู่บริเวณตู้ควบคุม โดยมีหน้าที่หลักคือ บอกสถานะการทำงาน เช่น กำลังทำงานอยู่หยุดการทำงาน แจ้งเตือนในกรณีที่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงสถานะอื่น ๆ ได้ตามสีของหลอดไฟตามที่ผู้ออกแบบกำหนด [6]

7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตรพงษ์ เจริญจิตร และคณะ (2562 : บทคัดย่อ) [7] วิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำบนสมาร์ตโฟน พบว่า มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำโดยมีความสามารถในการบริหารจัดการวัดคุณภาพน้ำและรายงานผลคุณภาพน้ำผ่านสมาร์ตโฟนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เป็นการพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Arduino ในการเขียนชุดคำสั่งด้วยคอมพิวเตอร์ลงสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Node MCU ESP32 เพื่อรับค่าต่าง ๆ จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์และเรียกใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน ลักษณะเด่นของเครื่องมือคือสามารถใช้งานได้ง่ายดูค่าอุณหภูมิและค่า PH ของน้ำได้ทันทีไม่มีขั้นตอนที่ยุ่งยากสามารถสั่งการทำงานของอุปกรณ์ผ่านทางระยะไกลได้เพียงมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตมีการแสดงสถานะของอุปกรณ์ และกราฟแสดงอุณหภูมิและ PH ของน้ำได้ อีกทั้งยังสามารถออกรายงานค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำได้ซึ่งผลจากการพัฒนาช่วยทำให้ผู้ดูแลสัตว์น้ำสามารถบริหารจัดการดูแลสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นลดอัตราการตายเพิ่มอัตราการรอดของสัตว์น้ำได้ การประเมินคุณภาพของแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำบนสมาร์ตโฟนมีการประเมิน 2 รูปแบบ คือ การประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานผลการประเมินโดยผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องพบว่า ประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนาอยู่ในระดับที่ดี ($\bar{X} = 4.08$) ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องมือ โดยผู้ใช้งานพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.15$)

เพชรรัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์ (2559 : บทคัดย่อ) [8] วิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ พบว่า ระบบติดตามและประเมินคุณภาพน้ำถูกพัฒนาขึ้น เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือน้ำที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม ขั้นตอนการทำงานของระบบ ฯ เริ่มต้นจากบอร์ด Arduino อ่านค่าจากเซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าอุณหภูมิ ค่าออกซิเจนในน้ำและค่าความนำไฟฟ้า หลังจากนั้น NodeMCU จะเชื่อมต่อไร้สายผ่านสัญญาณ WIFI และเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลสำหรับการเรียกดูผลย้อนหลัง ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้นทางเว็บแอปพลิเคชันได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ เหตุการณ์ปกติ เฝ้าระวัง และวิกฤติ จากการทดสอบใช้งานจริง พบว่า อุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางการประเมินคุณภาพน้ำเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี

อาทิตย์ อรุณศิริกุล (2564 : บทคัดย่อ) [9] วิจัยเรื่อง เครื่องบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการเพิ่มอากาศแบบหัวพ่นควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต พบว่า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการเพิ่มอากาศแบบหัวพ่น 10 หัวโดยใช้ฟุนลอยแบบโฟมควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยมีการสั่งการเปิด-ปิด ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk สามารถสรุปการทำงาน ได้ดังต่อไปนี้ (1) สามารถใช้บำบัดสภาพน้ำที่มีค่า PH สูงกว่าปกติได้โดยพ่นน้ำออกมา (2) สามารถควบคุมการเปิด-ปิด ผ่านแอปพลิเคชัน (3) ใช้เซ็นเซอร์ตรวจรับและวัดค่าน้ำได้ (4) สามารถวัดค่าน้ำได้โดยตรงเป็นแบบเรียลไทม์สามารถจุ่มน้ำได้ตลอดเวลา (5) ควบคุมการเปิด-ปิด ผ่านแอปพลิเคชันได้ (6) สามารถรับค่าจากเซ็นเซอร์ได้

โดยใช้เวลาประมวลผล 1 วินาที เพื่อรับค่าตัวเลขจากการประมวลผลของเซนเซอร์เพื่อแสดงผ่านหน้าจอของ แอปพลิเคชัน และ (7) การจ่ายไฟของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่มีพลังงานทั้งหมด 12.7 V ระยะเวลาการใช้งานจาก พลังงานเต็มจนถึงพลังงานหมดมีระยะเวลาการใช้งาน 3 ชั่วโมง เฉลี่ย 30 นาที แบตเตอรี่จะหมดไปประมาณ 0.5 V การทำทดสอบเครื่องบำบัดน้ำเสียประสิทธิภาพที่ได้มาอยู่ในระดับดี เพราะในการทดสอบค่าความเป็น กรด-ด่าง ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจเนคิตเป็นเปอร์เซ็นต์จะอยู่ในระดับ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของเครื่องบำบัดน้ำเสียควบคุมผ่านแอปพลิเคชันจากการทำแบบสอบถามของผู้เข้าร่วมทดสอบ โดยมีหัวข้อวัดประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี 4.35

วิธีการดำเนินการ

เครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์
มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ด้านกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย ได้แก่ ช่างเทคนิคอาคารจามจุรีสแควร์ บริษัทพร้อมเทคโนโลยีโนเซอร์วิส จำนวน 10 คน ได้มาจากวิธีการเลือกสุ่มกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจงแบบกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์จำนวน 10 ข้อ โดยหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการประเมินค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ทุกข้อ

2.2 แบบทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ จำนวน 5 ข้อ โดยหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการประเมินค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ทุกข้อ

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์จำนวน 10 ข้อ โดยหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการประเมินค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ทุกข้อ

3. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ดำเนินการสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

3.1.1 ออกแบบวงจรและอัปโหลดโค้ดควบคุมบอร์ด ESP 32 ทดสอบการทำงานแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

3.1.2 เจาะรูใส่อุปกรณ์ นำอุปกรณ์มายึดใส่ตามที่ได้เจาะไว้

3.1.3 นำอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหลื้อมาจัดเรียง และต่อวงจรไฟฟ้าของระบบ

3.1.4 จัดระเบียบอุปกรณ์และตรวจสอบก่อนนำไปทดสอบการใช้งานจริง

3.2 นำเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ไปทดสอบ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ โดยใช้ตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ในวันที่ 1-31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ณ อาคารจามจุรีสแควร์

3.3 นำไปให้กลุ่มเป้าหมายใช้งาน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ โดยใช้ตารางที่ 4 ในวันที่ 20 เดือน มกราคม พ.ศ.2568 ณ อาคารจามจุรีสแควร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การออกแบบเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ใช้แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการออกแบบและสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินก่อนการสร้าง และดำเนินการสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์จนเสร็จสิ้น

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ โดยใช้แบบทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

4.3 ศึกษาความพึงพอใจ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์วิเคราะห์โดยใช้ คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ย ดังนี้ [11]

4.50 - 5.00	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 - 4.49	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.50 - 3.49	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 - 2.49	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
1.00 - 1.49	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการออกแบบและสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความเหมาะสม (Propriety)		ระดับ ความ คิดเห็น	ความเป็นไปได้ (Feasibility)		ระดับ ความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
1. แบบโครงสร้างของ เครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัด น้ำเสียแสดงผลผ่านแอป พลิเคชันบลิงค์	3.87	0.516	มาก	4.13	0.640	มาก
2. แบบวงจรเครื่องวัดค่า พี เอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผล ผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์	4.87	0.718	มากที่สุด	4.67	0.488	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.37	0.718	มาก	4.40	0.621	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการออกแบบและสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการออกแบบและสร้างในภาพรวมด้านความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และด้านความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40



ภาพที่ 1 เครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ เทียบกับค่าน้ำที่เป็นค่าต่าง ค่าปกติ และค่ากรด

ข้อประสิทธิภาพ	ครั้งที่ทดลอง										ร้อยละ
	N (ปกติ)					AB (ไม่ปกติ)					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. วัดค่าน้ำที่เป็นค่าต่าง 9.18	9.13	8.93	8.96	9.02	8.95	8.88	8.93	8.66	8.97	9.14	98.07
2. วัดค่าน้ำที่เป็นค่าปกติ 6.86	6.73	6.52	6.67	6.51	6.69	6.72	6.77	6.75	6.87	7.01	97.95
3. วัดค่าน้ำที่เป็นค่ากรด 4.00	3.95	3.92	3.78	3.66	3.79	3.54	3.91	3.97	3.68	3.75	95.10
4. การแสดงการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	100.00
5. การควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ในระยะ 3 เมตร	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	100.00
คิดเป็นร้อยละ											98.20

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์เปรียบเทียบกับค่าที่เป็นค่าต่าง ค่าปกติ และค่ากรด พบว่าจากการทดลองทดสอบเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ จำนวน 10 ครั้ง ประสิทธิภาพในภาพรวมได้ร้อยละ 98.20

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์เปรียบเทียบกับเครื่องมือวัด พีเอช มิเตอร์ ยี่ห้อ AMTAST รุ่น AMT03

ครั้งที่ทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เครื่องวัด พีเอช มิเตอร์ ยี่ห้อ AMTAST รุ่น AMT03	6.57	6.65	6.55	6.57	6.58	6.52	6.67	6.68	6.64	6.59
เครื่องวัดค่าพีเอชบ่อ บำบัดน้ำเสียแสดงผล ผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์	6.40	6.23	6.30	6.46	6.47	6.34	6.27	6.59	6.60	6.33
ร้อยละ	98.70	96.84	98.09	99.16	99.16	98.61	97.00	99.32	99.69	98.02
คิดเป็นร้อยละ	98.70									

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ เปรียบเทียบกับ เครื่องวัดค่า พีเอช มิเตอร์ ยี่ห้อ AMTAST รุ่น AMT03 พบว่า จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ ในบ่อบำบัดบ่อที่ 6 เทียบกับเครื่องวัดค่า พีเอช มิเตอร์ จำนวน 10 ครั้ง ได้ประสิทธิภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 98.70

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1. ขนาดของสิ่งประดิษฐ์เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.50	0.527	มากที่สุด
2. สิ่งประดิษฐ์เหมาะสมต่อการใช้งาน	3.90	0.738	มาก
3. การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์เหมาะสม	4.10	0.738	มาก
4. ความแข็งแรงของสิ่งประดิษฐ์เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.20	0.422	มาก
5. สิ่งประดิษฐ์สามารถใช้งานง่าย/สะดวก	4.70	0.483	มากที่สุด
6. สามารถเข้าใจต่อระบบการทำงานของสิ่งประดิษฐ์	4.20	0.632	มาก
7. สิ่งประดิษฐ์สามารถใช้งานได้จริง	4.70	0.483	มากที่สุด
8. รูปแบบของสิ่งประดิษฐ์มีความสวยงามน่าใช้งาน	4.20	0.789	มาก
9. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	3.50	0.527	มาก
10. สามารถนำไปต่อยอดได้	3.90	0.568	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.19	0.677	มาก

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในภาพรวม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19

สรุปผลการวิจัย

1) ผลการออกแบบและสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ในภาพรวมด้านความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก และด้านความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมาก

2) ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ พบว่า การทดสอบเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ จำนวน 10 ครั้ง ประสิทธิภาพในภาพรวมได้ร้อยละ 98.20 และเทียบกับเครื่องวัด พีเอช มิเตอร์ประสิทธิภาพในภาพรวมได้ร้อยละ 98.70

3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในภาพรวม อยู่ในระดับมาก

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างเครื่องวัดค่า พีเอช แจ็งเต็อนผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ได้นำให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน พบว่า ในภาพรวมด้านความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพชรรัตน์ ลิ้มสุปรีyaratน์ (2559: บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาระบบวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ พบว่า ระบบติดตามและประเมินคุณภาพน้ำถูกพัฒนาขึ้น เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือน้ำที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม ขั้นตอนการทำงานของระบบฯ เริ่มต้นจากบอร์ด Arduino อ่านค่าจากเซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าอุณหภูมิ ค่าออกซิเจนในน้ำ และค่าความนำไฟฟ้า หลังจากนั้น NodeMCU จะเชื่อมต่อไร้สายผ่านสัญญาณ WIFI และเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลสำหรับการเรียกดูผลย้อนหลัง ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้นทางเว็บแอปพลิเคชันได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ เหตุการณ์ปกติ เฝ้าระวัง และวิกฤติ จากการทดสอบใช้งานจริง พบว่า อุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางการประเมินคุณภาพน้ำเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี ระบบวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแหล่งจ่ายพลังงาน ที่ประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์

เครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ ส่วนอุปกรณ์ของระบบ ฯ ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์วัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ เซ็นเซอร์วัดความนำไฟฟ้า บอร์ดควบคุม NodeMCU และ Pocket WIFI ขั้นตอนการทำงานของระบบฯ เริ่มต้นจากบอร์ด Arduino อ่านค่าจากเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ตัว ทุก ๆ 10 นาที จากนั้น NodeMCU รับค่าจากบอร์ด Arduino ระบบจะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สายผ่านทาง WIFI เพื่อจัดเก็บค่าต่างๆ ลงฐานข้อมูลสำหรับการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังและแสดงผลแบบเรียลไทม์ พร้อมทั้งมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้นบนเว็บแอปพลิเคชันที่จัดทำขึ้น โดยเกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ปกติ เฝ้าระวัง และวิกฤติ จากผลทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ตัว พบว่า เซ็นเซอร์วัดความเป็น กรด-ด่าง เซ็นเซอร์วัดปริมาณออกซิเจน เซ็นเซอร์วัดความนำไฟฟ้า ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ระบบ ฯ สามารถทำงานได้ถึง 7 วัน หรือมากกว่าในวันที่มีแสงแดดเพียงพอ [8]

2. การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องวัดค่า พีเอช แจ็งเต็อนผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ พบว่า จากการทดสอบเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์จำนวน 10 ครั้ง ได้ประสิทธิภาพเป็นรายข้อดังนี้ 1. วัดค่าน้ำที่เป็นค่าต่าง 9.18 ประสิทธิภาพได้ร้อยละ 98.07 2. วัดค่าน้ำที่เป็นค่าปกติ 6.86 ประสิทธิภาพได้ร้อยละ 97.95 3. วัดค่าน้ำที่เป็นค่ากรด 4.00 ประสิทธิภาพได้ร้อยละ 95 4. การแสดงการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ประสิทธิภาพได้ ร้อยละ 100 5. การควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ใน ระยะ 3 เมตร ประสิทธิภาพได้ ร้อยละ 100 ประสิทธิภาพในภาพรวมของ เครื่องวัดค่า พีเอช แจ็งเต็อนผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์ได้ร้อยละ 98.20 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทิตย์ อรุณสิวกุล (2564: บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง เครื่องบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการเพิ่มอากาศแบบหัวพ่นควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาเป็นการต่อยอดและดัดแปลงนวัตกรรมหรืองานวิจัยให้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการเพิ่มอากาศแบบหัวพ่น

10 หัวโดยใช้หุ่นลอยแบบโฟมควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตรสรพสิ่งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยมีการสั่งการเปิด-ปิดผ่านแอปพลิเคชัน Blynk สามารถสรุปการทำงาน ได้ดังต่อไปนี้ (1) สามารถใช้บำบัดสภาพน้ำที่มีค่า PH สูงกว่าปกติได้โดยพ่นน้ำออกมา (2) สามารถควบคุมการเปิด-ปิด ผ่านแอปพลิเคชัน (3) ใช้เซนเซอร์ตรวจจับและวัดค่าน้ำได้ (4) สามารถวัดค่าน้ำได้โดยตรงเป็นแบบเรียลไทม์สามารถจุ่มน้ำได้ตลอดเวลา (5) ควบคุมการเปิด-ปิด ผ่านแอปพลิเคชันได้ (6) สามารถรับค่าจากเซนเซอร์ได้โดยใช้เวลาประมวลผล 1 วินาทีเพื่อรับค่าตัวเลขจากการประมวลผลของเซนเซอร์เพื่อแสดงผ่านหน้าจอของแอปพลิเคชัน และ (7) การจ่ายไฟของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่มีพลังงานทั้งหมด 12.7 V ระยะเวลาการใช้งานจากพลังงานเต็มจนถึงพลังงานหมดมีระยะเวลาการใช้งาน 3 ชั่วโมงเฉลี่ย 30 นาที แบตเตอรี่จะหมดไปประมาณ 0.5 V การทำทดสอบเครื่องบำบัดน้ำเสียประสิทธิภาพที่ได้มาอยู่ในระดับดี เพราะในการทดสอบค่าความเป็น กรด - ด่าง ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจเนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะอยู่ในระดับ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องบำบัดน้ำเสียควบคุมผ่านแอปพลิเคชันจากการทำแบบสอบถามของผู้เข้าร่วมทดสอบโดยมีหัวข้อวัดประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี 4.35 [9]

3. การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องวัดค่าพีเอชแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่ามากที่สุด ได้แก่ ข้อ 7 สิ่งประดิษฐ์สามารถใช้งานได้ง่ายจริง และข้อ 5 สิ่งประดิษฐ์สามารถใช้งานง่าย/สะดวก มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 รองลงมา ได้แก่ ข้อ 1 วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และข้อที่มีค่าน้อยที่สุด เป็นลำดับสุดท้าย ได้แก่ ข้อ 9 วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตรพงษ์ เจริญจิตร และคณะ (2562: บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำบนสมาร์ตโฟน พบว่า การพัฒนาแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำบนสมาร์ตโฟนมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำโดยมีความสามารถในการบริหารจัดการวัดคุณภาพน้ำและรายงานผลคุณภาพน้ำผ่านสมาร์ตโฟนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เป็นการพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Arduino1.8.5 ในการเขียนชุดคำสั่งด้วยคอมพิวเตอร์ลงสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Node MCU ESP8266 เพื่อรับค่าต่าง ๆ จากอุปกรณ์เซนเซอร์ และเรียกใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน ลักษณะเด่นของเครื่องมือคือสามารถใช้งานได้ง่ายดูค่าอุณหภูมิและค่า PH ของน้ำได้ทันทีไม่มีขั้นตอนที่ยุ่งยากสามารถสั่งการทำงานของอุปกรณ์ผ่านทางระยะไกลได้เพียงมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตมีการแสดงสถานะของอุปกรณ์และกราฟแสดงอุณหภูมิและ PH ของน้ำได้ อีกทั้งยังสามารถออกรายงานค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำได้ซึ่งผลจากการพัฒนาช่วยให้ผู้ดูแลสัตว์น้ำสามารถบริหารจัดการดูแลสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นลดอัตราการตายเพิ่มอัตราการรอดของสัตว์น้ำได้การประเมินคุณภาพของแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำบนสมาร์ตโฟนมีการประเมิน 2 รูปแบบ คือ การประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานผลการประเมินโดยผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องพบว่าประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนา

อยู่ในระดับที่ดี ($\bar{X} = 4.08$) ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องมือ โดยผู้ใช้งานพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.15$) [7]

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป
 - 1.1 ควรมีการเพิ่มการบันทึกค่าย้อนหลังของการวัดค่า พีเอช และอุณหภูมิ
 - 1.2 ควรบอกเวลาในการบันทึกในเวลานั้น ๆ
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป
 - 2.1 ควรมีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายของเครื่องวัดค่า พีเอช บ่อบำบัดน้ำเสียแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบลิงค์

บรรณานุกรม

- [1] Arduino All. (2558). บอร์ด ESP32 NedeMCU. <https://shorturl.asia/l61KO>
- [2] CyberTice. (2560). การใช้งานจอ Character LCD กับ Arduino แบบละเอียด. <https://www.cybertice.com/article/47/>
- [3] บริษัท มิซูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด. (2564). Selector Switch คืออะไร. <https://shorturl.asia/LPWES>
- [4] บริษัท แฟ็คโคต คอมโพเนนส์ จำกัด (2568). เซนเซอร์วัดค่า PH คืออะไร. <https://shorturl.asia/4qGRD>
- [5] บริษัท บางกอกแอบโซลูท อิเล็กทรอนิกส์แอนด์คอน จำกัด. (2568). เซอร์กิตเบรกเกอร์คืออะไร. <https://www.bangkokab.com/TH/Blog/detail/1>
- [6] บริษัท มิซูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด. (2560). ไฟแสดงสถานะคืออะไร. <https://shorturl.asia/e1i2W>
- [7] จิตรพงษ์ เจริญจิตร และคณะ. (2562). การพัฒนาแบบจำลองเครื่องมือบริหารจัดการคุณภาพน้ำบนสมาร์ทโฟน. การประชุมมหาดไทยวิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยมหาดไทย, 670-686. <https://shrturl.asia/DKUvi>
- [8] เพชรรัตน์ ลิ้มสุปรีyarat. (2559). การพัฒนาระบบวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ. สืบค้นจาก https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/3798/1/2563_294.pdf
- [9] อาทิตย์ อรุณศิริกุล (2564). เครื่องบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการเพิ่มอากาศแบบหัวพ่นควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, ปี1 (ฉบับที่ 1) 38-52. <https://shorturl.asia/pCLJM>