

การพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบไร้สายโดยใช้ซิกบี

DEVELOPMENT OF WATER QUALITY MONITORING WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM USING ZIGBEE

สรารวุฒิ บุญเกิดรัมย์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
680 ถนนนิตโย ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000

Sarawoot Boonkirdram

Faculty of Industrial Technology, Sakonnakhon Rajabhat University
680 Nittayo Road, Tambon That Choeng Chum, Amphoe Mueang Sakon Nakhon,
Sakon Nakhon, 47000, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีสื่อสารแบบไร้สายโดยใช้ซิกบี เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่วิทยุตามมาตรฐานโปรโตคอล IEEE 802.15.4 ย่านความถี่ 2.4GHz โดยใช้บอร์ดอา두โนควบคุมการทำงานของระบบและโมดูลรับรู้ส่งสัญญาณไร้สายแพร่กระจายสัญญาณจากตัวรับรู้ระดับ อุณหภูมิและค่าความเป็นกรดต่างของน้ำจากแหล่งน้ำหนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร การทดลองวัดระดับน้ำมีค่าความสูงเฉลี่ย 2.89 เมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 29.99 °C ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 และค่าความเป็นกรดต่างของน้ำเฉลี่ย 7.01 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.14 ผลการทดลองแสดงให้เห็นระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ซิกบีสามารถตรวจวัดค่าต่าง ๆ ได้ และระบบมีการทำงานไม่ซับซ้อน ราคาไม่แพง สะดวกและสามารถใช้งานได้จริงสอดคล้องกับค่าที่ต้องการตรวจวัด

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำ, ตัวรับรู้, ไดโอเล็กทริก, บอร์ดอาดูโน, ซิกบี

ABSTRACT

This research uses wireless communication technology using Sigma to develop a water quality monitoring system. The wireless communication uses the standard, IEEE 802.15.4 protocol with radio frequency of 2.4 GHz. The control board is controlled by arduino controller and modules recognize wireless transmission signal from the water level, temperature and the pH of the water from Nong Han Lake, Sakon Nakhon. The experiment measured the

water level average 2.89 meters, S.D. of 0.12, the average temperature of 29.99°C, S.D. of 1.53 and the average pH of 7.01 S.D. of 0.14. The results show that the water quality monitoring system using zigbee can measure water level, temperature and pH of water. The system is simple, inexpensive and easy to use it in accordance with the desired measurement, convenient and practical, consistent with the measurement value.

KEYWORDS: Water levels monitoring system, Sensor, Dielectric, Arduino, ZigBee

1. บทนำ

ทะเลสาบหนองหาน (Nong Han Lake) เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ใหญ่เป็นอันดับ 2 ของประเทศและใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่รวมทั้งสิ้น 123 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมเขตการปกครอง จังหวัดสกลนคร ลักษณะทางกายภาพคือน้ำขังตลอดปี ปัจจุบันหนองหานเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืด นกน้ำและเป็นแหล่งน้ำสำหรับการทำประปาของจังหวัดสกลนคร รวมทั้งเป็นแหล่งน้ำให้กับหมู่บ้านที่อยู่โดยรอบ การทิ้งสิ่งของจำนวนมากอันเป็นผลมาจากกิจกรรมของชุมชนที่อยู่รอบ ๆ ทำให้เกิดการตื้นเขินและน้ำเสีย รวมทั้งเกิดจากการทับถมของวัชพืช สาหร่าย ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตและคุณภาพน้ำ โดยนิยามของคุณภาพน้ำหมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์ คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะของธรณีวิทยา พืชพรรณธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ [1] การตรวจสอบคุณภาพของแหล่งน้ำ สามารถกระทำได้หลายวิธี แบ่งได้เป็น วิธีการทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีวภาพ วิธีการทางเคมี เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) แสดงค่าเป็นตัวเลขที่บอกถึงระดับความเป็นกรดหรือด่าง โดยมีค่าตั้งแต่ 0-14 ถ้าพีเอชมีค่าเป็น 7 แสดงว่ามีสภาวะเป็นกลาง ถ้าพีเอชมีค่า 0-7 แสดงว่ามีสภาวะเป็นกรด ตัวเลขที่ลดลงแสดงถึงความแรงของกรดที่เพิ่มขึ้น ถ้าพีเอชมีค่า 7-14 แสดงว่ามีสภาวะเป็นด่าง ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นแสดงถึงสภาวะด่าง โดยทั่วไปน้ำจะมีค่าพีเอชอยู่ประมาณ 6-8 แสดงถึงสภาวะเป็นกลาง วิธีการทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ สี กลิ่น ความขุ่น และสภาพการนำไฟฟ้า ส่วนวิธีการทางชีวภาพมีการพัฒนาใช้สิ่งมีชีวิตร่วมในการตรวจวิเคราะห์แหล่งน้ำ เนื่องจากลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสามารถบ่งชี้ถึงมลภาวะหรือการรบกวนเชิงพื้นที่ได้ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่มีวงชีวิตที่ยาว สามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเชิงระยะเวลา (temporal) ได้ [2]

การนำเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย เพื่อรับส่งข้อมูลร่วมกับตัวตรวจจับหรือตัวรับรู้ ทำให้ได้ระบบที่มีขนาดเล็ก ทนต่อการรบกวนได้ดี มีความยืดหยุ่นสูง การติดตั้งและการบำรุงรักษาทำได้

ง่ายและสะดวก [3] อีกทั้งใช้พลังงานต่ำ ทำให้สามารถใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาดเล็กได้เป็นระยะเวลานาน สามารถขยายขนาดเครือข่ายให้เป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ได้ และข้อมูลที่ได้เป็นเวลาจริง ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายมาประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบที่หลากหลาย รวมทั้งการสื่อสารไร้สายแบบ Zigbee ย่านความถี่ 2.4 GHz [4] เช่น การใช้งานที่ประสบความสำเร็จของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการเกษตรในประเทศไทย [5] การควบคุมและประหยัดน้ำระบบชลประทานด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในการเกษตร [6] การพัฒนาและการใช้งานของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในนาข้าว [7] เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกข้าวหอมมะลิ [8] การพัฒนาระบบตรวจเฝ้าระวังการให้น้ำเกลือแบบไร้สาย [9] การศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายไร้สายแบบ ZigBee-based สำหรับตรวจสอบคุณภาพแบบเรียลไทม์ [10]

จากการศึกษาถึงการตรวจสอบคุณภาพน้ำ พบว่าในการติดตั้งตัวรับรู้ต้องนำไปติดตั้งในบริเวณที่ไกลจากจุดที่นำข้อมูลมาประมวลผล โดยต้องต่อสายสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ในระยะไกล ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการต่อสายสัญญาณ และอาจเกิดการสูญเสียข้อมูลในสายสัญญาณนั้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้ ได้นำอุปกรณ์ตัวรับรู้ระดับของน้ำ ตัวรับรู้อุณหภูมิของน้ำ และตัวรับรู้ความเป็นกรดต่างของน้ำ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีการส่งข้อมูลไร้สายของซิกบี เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลแบบไร้สายได้ในระยะไกล โดยให้ซิกบีที่ติดตั้งกับตัวรับรู้ดังกล่าว และส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไร้สายไปยังที่ซิกบีที่ติดตั้งกับชุดประมวลผลที่อยู่อีกตำแหน่ง เพื่อนำไปสู่การสร้างแนวทางปฏิบัติในการวางแผนจัดการคุณภาพน้ำ และเตรียมการป้องกันผลกระทบที่เกิดจากมลพิษในแหล่งน้ำได้ นำไปข้อมูลที่ได้วิเคราะห์และใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ

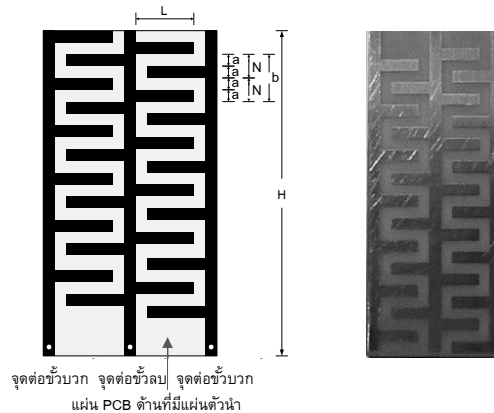
2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ซิกบี ประกอบด้วย

2.1 ตัวรับรู้ระดับของน้ำ

ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวรับรู้ระดับน้ำแบบอินเตอร์ดิจิทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบ ดังรูปที่ 1 ใช้หลักการทำงานทางไฟฟ้า สร้างโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์แบบด้านเดียวชนิดเกรด FR-4 (woven glass and epoxy) สามารถทนต่อความชื้น อุณหภูมิ ทำให้ตัวรับรู้ระดับน้ำราคาถูก การทำงานไม่ซับซ้อน เมื่อนำตัวรับรู้ไปวางในไดอิเล็กทริก (dielectric) สนามไฟฟ้าที่เกิดจากแผ่นตัวน้ำ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าต่างกัน การใช้ตัวรับรู้ระดับน้ำแบบนี้เป็นการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างวัสดุไดอิเล็กทริก 2 ชนิดคือ น้ำ (water) ดังสมการที่ 1 และอากาศ (air) ดังสมการที่ 3 โดยน้ำมีค่าไดอิเล็กทริก (ϵ_w) มากกว่าอากาศ 80.4 เท่า ดังนั้น เมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นค่าความจุไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้น ตัวแปรที่มีผลต่อ

ค่าความจุไฟฟ้าของตัวรับรู้ระดับน้ำแบบนี้ยังประกอบด้วย ความยาว (L เท่ากับ 50 มม.) ความกว้าง (a เท่ากับ 20 มม.) ช่องว่างระหว่างแผ่นตัวนำ (b เท่ากับ 20 มม.) ความสูง (H เท่ากับ 4 ม.) จำนวนซี่ (N เท่ากับ 800 ซี่) คุณสมบัติของแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีค่าความหนาของวัสดุฐานรอง (t เท่ากับ 0.764 μm) และค่าไดอิเล็กทริกของวัสดุฐานรอง (ϵ_s เท่ากับ 4.3)



รูปที่ 1 ตัวรับรู้ระดับน้ำแบบอินเตอร์ดิจิตอลคาปาซิเตอร์แหวนระนาบที่ออกแบบ

$$C_{air} = N_{air}LC_{PU1} + (N_{air} - 1)LC_{PU1} = 2N_{air}LC_{PU1} - LC_{PU1} \quad (1)$$

$$C_{PU1} = \epsilon_o \frac{\epsilon_{air} + \epsilon_s}{2} \frac{K \left[\sqrt{1 - \left(\frac{a}{b} \right)^2} \right]}{K \left[\frac{a}{b} \right]} + \epsilon_o \epsilon_{air} \frac{t}{a} \quad (2)$$

$$C_{water} = N_{water}LC_{PU2} + (N_{water} - 1)LC_{PU2} = 2N_{water}LC_{PU2} - LC_{PU2} \quad (3)$$

$$C_{PU2} = \epsilon_o \frac{\epsilon_{water} + \epsilon_s}{2} \frac{K \left[\sqrt{1 - \left(\frac{a}{b} \right)^2} \right]}{K \left[\frac{a}{b} \right]} + \epsilon_o \epsilon_{water} \frac{t}{a} \quad (4)$$

สำหรับ $K[a/b]$ เป็นฟังก์ชันของปริพันธ์เชิงวงรีของมอดุลัส (elliptic integrals of modulus) ดังสมการที่ 5 เมื่อ $C_{electrode}$ มีค่าเท่ากับค่าความจุทั้งหมดของอินเตอร์ดิเจทัลคาปาซิเตอร์แนวระนาบ

$$C_{electrode} = (N - 1)L(C_{PU1} + C_{PU2}) \quad (5)$$

2.2 ตัวรับรู้อุณหภูมิของน้ำ

การวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวรับรู้อุณหภูมิของน้ำ DS18B20 Digital Thermometer ดังรูปที่ 2 ของบริษัท Maxim เขียนโปรแกรมติดต่อสื่อสารกับบอร์ดอาดูโน อุณหภูมิในช่วง -55°C ถึง $+125^{\circ}\text{C}$ มีความแม่นยำ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิในช่วง -10°C ถึง $+85^{\circ}\text{C}$ ใช้ไฟเลี้ยงช่วง 3.0 ถึง 5.5 โวลต์



รูปที่ 2 ตัวรับรู้อุณหภูมิของน้ำ

2.3 ตัวรับรู้ความเป็นกรดต่างของน้ำ

ตัวรับรู้ความเป็นกรดต่างของน้ำ (pH Sensor; ชนิด CMOS ISFET) พร้อมกล่องวงจรขยายสัญญาณดังรูปที่ 3 สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ Analog (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ มีความแม่นยำ $\pm 0.1\text{pH}$ (25°C) ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำโดยทั่วไปจะอยู่ช่วง 0-14 ตัวรับรู้ความเป็นกรดต่างของน้ำใช้ความต้านทานระหว่างขา source กับขา drain ในการควบคุมความต่างศักย์ เมื่อตัวรับรู้สัมผัสน้ำจะเกิดความต่างศักย์ซึ่งมีค่าแปรผันตามชนิดของสารละลาย



รูปที่ 3 ตัวรับรู้ความเป็นกรดต่างของน้ำ

2.4 บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Single Board Computer: SBC) ซึ่งเป็นบอร์ดอาณูโน งานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ Raspberry Pi 2 Model B 1GB ดังรูปที่ 4 โดยต่อกับจอคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต HDMI เชื่อมต่อกับ USB Mouse/Keyboard เป็น Single Board Computer ชิป ARMv7 Quad-Core 900 MHz หน่วยความจำ LPDDR2 ขนาด 1 GB พร้อมพอร์ต USB 2.0 จำนวน 4 พอร์ต พอร์ต LAN RJ-45 10/100 Mbps จำนวน 1 พอร์ต ช่องเสียบ Micro SD Card จำนวน 1 ช่อง และคอนเน็คเตอร์เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวน 40 ขา



รูปที่ 4 บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

2.5 Mini Xbee USB

Mini Xbee USB Dongle V2 ดังรูปที่ 5 Mini-XBee Converter เป็น PCB สำหรับแปลงขาของ Xbee Series 1 และ Series 2 สามารถเสียบกับ Proto board โดยตรง พร้อมบัดกรีขา PIN Header



รูปที่ 5 Mini Xbee USB Dongle V2

2.6 โมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย

XBP24-BZ7SIT-004 ดังรูปที่ 6 เป็นโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สายย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐานโปรโตคอล ZigBee / IEEE 802.15 ใช้ไฟเลี้ยง 3.3โวลต์ รับส่งข้อมูลอัตราความเร็ว 250 Kbps รองรับเครือข่ายแบบ mesh รับส่งระยะสั้น ระยะที่ทำได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของระบบ

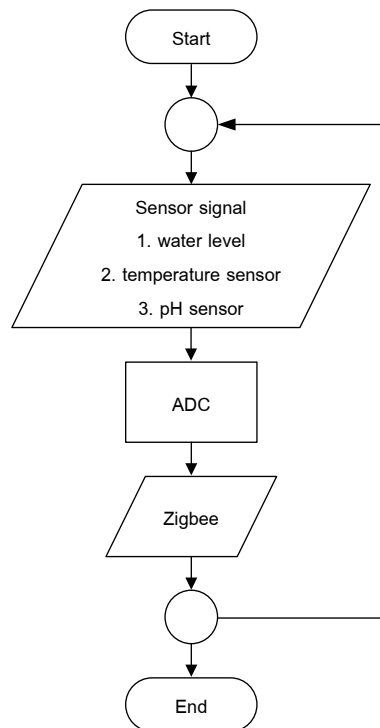
และสายอากาศ เนื่องจากความถี่เป็นย่านความถี่สูง อัตราการลดทอนสัญญาณจะสูงและสิ่งกีดขวางจะมีผลกับระยะทางที่ใช้งานได้



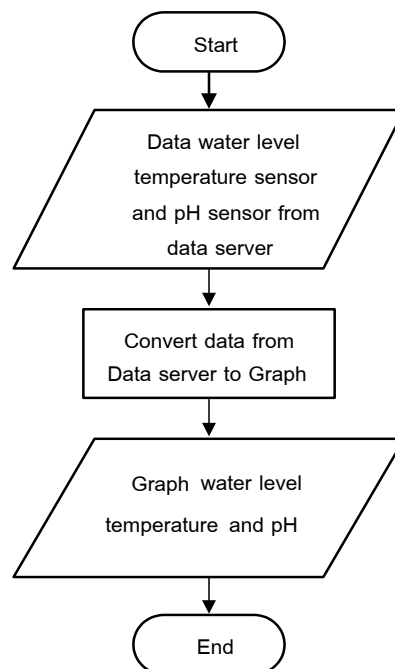
รูปที่ 6 XBP24-BZ7SIT-004

3. วิธีดำเนินการวิจัยและการทำงาน

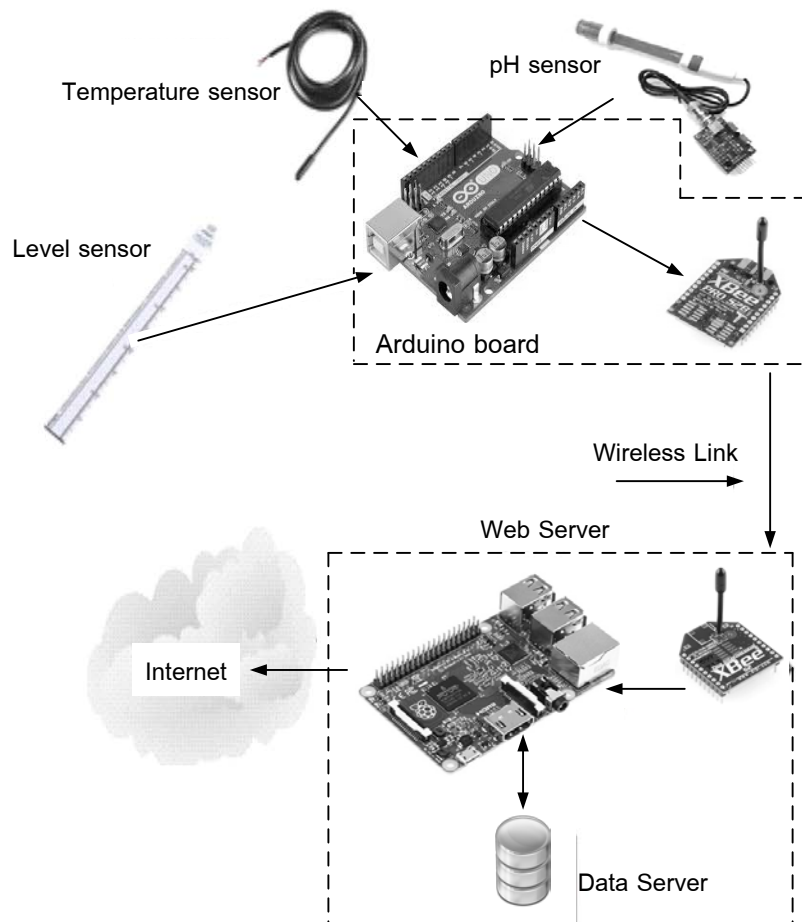
การออกแบบและการทำงานของระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิกบี ดังรูปที่ 7 และ 8 ประกอบด้วยโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย 2 ตัว บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก 1 ตัว บอร์ดรับสัญญาณจากตัวรับรู้และแปลงสัญญาณ (Converter) 1 ตัว สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิกบี ประกอบด้วย ตัวรับรู้ระดับของน้ำ ตัวรับรู้อุณหภูมิของน้ำ และตัวรับรู้ความเป็นกรดด่างของน้ำ อย่างละ 1 ตัว ระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิกบี ดังรูปที่ 9 โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้แหล่งน้ำหนองหาน การติดตั้งตัวรับรู้จะอยู่ที่บริเวณน้ำและห่างจากพื้นดินประมาณ 4 เมตร สัญญาณจากตัวรับรู้ถูกส่งผ่านสายสัญญาณเข้าบอร์ดรับสัญญาณ และแปลงสัญญาณเป็นสัญญาณดิจิทัล จากนั้นโมดูลส่งสัญญาณไร้สายตัวที่ 1 ทำหน้าที่แพร่กระจายสัญญาณแบบไร้สายไปยังโมดูลรับสัญญาณไร้สายตัวที่ 2 ทำหน้าที่รับสัญญาณแบบไร้สายแล้วส่งไปยังบอร์ดคอมพิวเตอร์ Raspberry Pi 2 Model B 1GB เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์และเก็บข้อมูลของจากตัวรับรู้ระดับไว้ในฐานข้อมูลและนำไปแสดงผลเป็นกราฟจากตัวรับรู้



รูปที่ 7 การรับสัญญาณจากตัวรับรู้และแปลงเป็นข้อมูลเพื่อส่งโดยใช้ซิกบี



รูปที่ 8 การรับสัญญาณจากซิกบีเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลและแสดงผลเป็นกราฟ



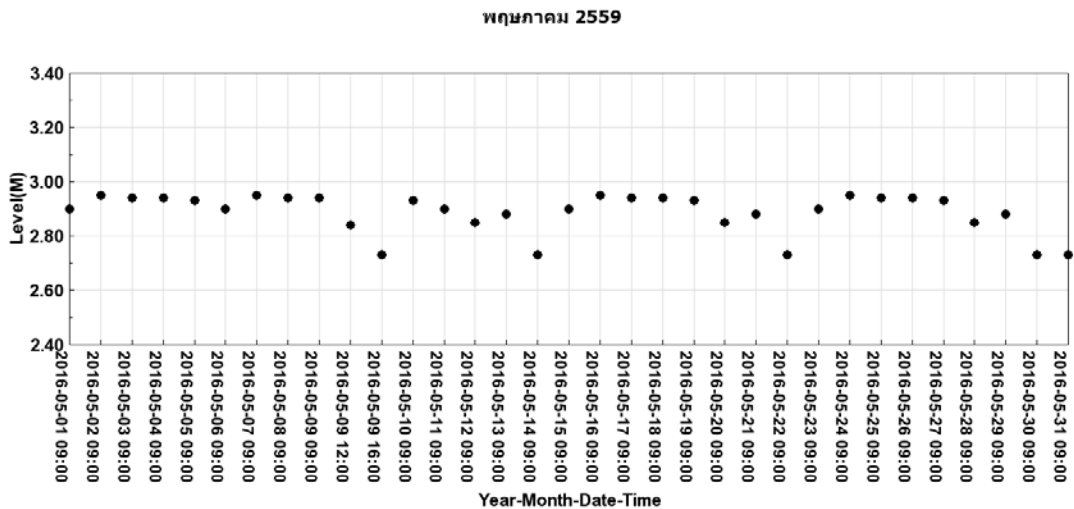
รูปที่ 9 ระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปี

4. ผลการทดลองของระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปี

การพัฒนาการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปีที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้แสดงการทดลองออก 3 ส่วน ได้แก่ ระดับของน้ำ อุณหภูมิของน้ำและความเป็นกรดต่างของน้ำ ดังนี้

4.1 ผลการทดลองวัดระดับน้ำของระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปี

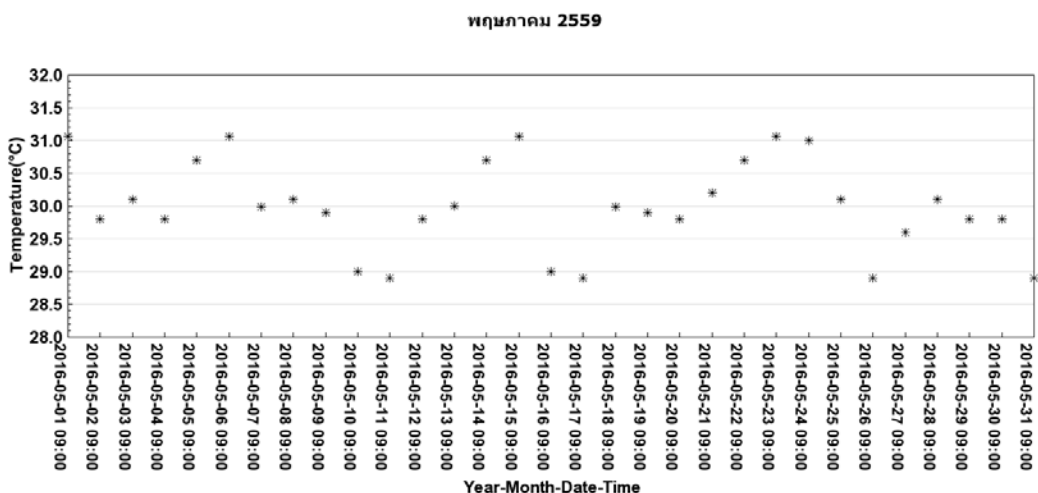
ผลการใช้ตัวรับรู้วัดระดับน้ำผ่านระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปีที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 10 แสดงเทียบกับระยะเวลา วัน เดือน ปี ที่แตกต่างกัน พบว่า ระดับน้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัด มีค่าความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 2.89 เมตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 โดยระดับน้ำที่สูงที่สุดคือความสูง 2.95 เมตร และระดับน้ำที่มีความสูงน้อยที่สุดคือ 2.73 เมตร แสดงให้เห็นว่าระดับของน้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา



รูปที่ 10 ระดับน้ำที่แสดงผลด้วยระบบชกปี เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559

4.2 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิน้ำของระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชกปี

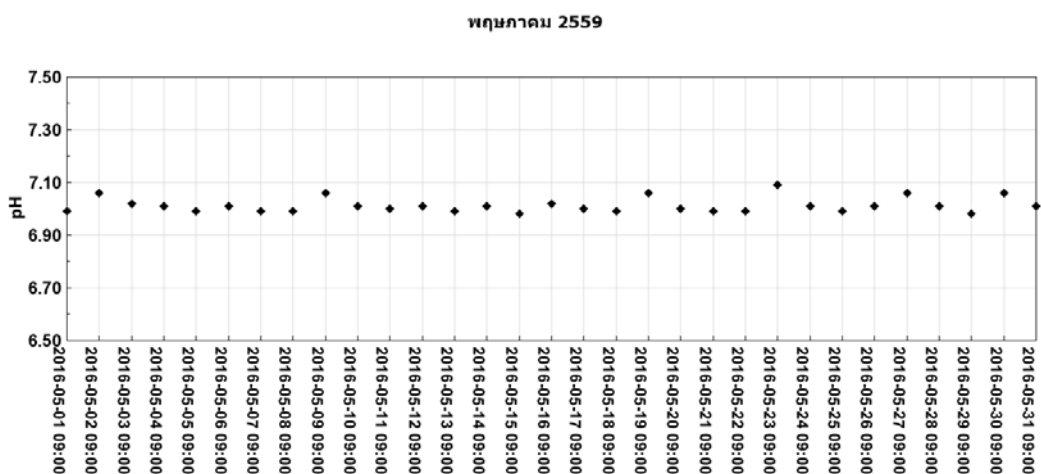
ผลการใช้ตัวรับรู้วัดอุณหภูมิน้ำผ่านระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชกปีที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 11 แสดงเทียบกับระยะเวลา วัน เดือน ปี ที่แตกต่างกัน พบว่า อุณหภูมิของน้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัด มีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 29.99 °C มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 โดยอุณหภูมิของน้ำที่สูงที่สุดคือ 31.06 °C และอุณหภูมิของน้ำที่ต่ำที่สุดคือ 28.90 °C แสดงว่าอุณหภูมิของน้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา



รูปที่ 11 อุณหภูมิน้ำที่แสดงผลด้วยระบบชกปี เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559

4.3 ผลการทดลองวัดค่าความเป็นกรดต่างน้ำของระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปี

ผลการใช้ตัวรับรู้วัดค่าความเป็นกรดต่างน้ำผ่านระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปีที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 12 แสดงเทียบกับระยะเวลา วัน เดือนและปี พบว่า ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัด มีค่าความเป็นกรดต่างของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 7.01 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.14 โดยค่าความเป็นกรดต่างของน้ำสูงที่สุดคือ 7.09 และค่าความเป็นกรดต่างของน้ำต่ำที่สุดคือ 6.98 แสดงว่าค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา



รูปที่ 12 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่แสดงผลด้วยระบบชิคปี เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ชิคปี เป็นการส่งข้อมูลโดยเครือข่ายไร้สายซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้ตัวรับรู้สามารถสื่อสารกันได้ ภายใต้มาตรฐานเครือข่ายไร้สายที่กำหนด อุปกรณ์ที่ใช้รับรู้คุณภาพของน้ำประกอบด้วย ตัวรู้ระดับ อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ ถูกติดตั้งอยู่ที่พื้นที่วิจัยคือ แหล่งน้ำหนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร สัญญาณจากตัวรับรู้ที่ได้จะถูกส่งสัญญาณไปยังตัวแสดงผลและเก็บข้อมูล โดยไม่ต้องใช้สายนำสัญญาณ ทำให้ไม่สูญเสียข้อมูลและไม่มีสัญญาณรบกวน อีกทั้งการบำรุงรักษาง่ายเนื่องจากอุปกรณ์มีจำนวนที่ไม่มาก มีขนาดเล็ก ราคาถูก ผลการทดลองวัดระดับน้ำในบริเวณที่ทำการตรวจวัด มีค่าความสูงเฉลี่ย 2.89 เมตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 ผลการวัดอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 29.99 °C มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 และค่าความเป็นกรดต่างของน้ำเฉลี่ย 7.01 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.14 ข้อมูลที่ถูกส่งมาจากตัวรับรู้สามารถเก็บเป็นฐานข้อมูล แสดงผลเป็นกราฟ และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัย ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ช่วยเหลือทางด้านข้อมูลต่าง ๆ และกรุณาให้สถานที่ในการทดลอง ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำปรึกษา เสนอแนวคิด คำแนะนำจนสำเร็จด้วยดี รวมทั้งองค์การบริหารท้องถิ่นตำบลดงมะไฟ ตำบลดงมะไฟ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ที่ได้ให้ผู้วิจัยติดตั้งและทำการทดลองงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

References

- [1] Kasem Junkaew. (1983). **Principles of water shed management**. Department of Conservation. Faculty of Forestry. Kasetsart University. Bangkok. (In Thai)
- [2] Nuttawan Iamkham. (2006). **The Development of Handbook on the Basic Test of Biological Water Quality Using Algae as Indicators for Vocational Certificate II Students**. Bangkok: Graduate School. Srinakharinwirot University. (In Thai)
- [3] T. Tapaonoi, P. Phukpattaranont W. Suntiamorntut and K. Chetpattananondh. (2012). "Interdigital Electrode Water Level Sensor". **KKU ENGINEERING JOURNAL**. Vol. 39 (3): 249–256. (In Thai)
- [4] Theppithai Kampetch and Viriya Kongratana. (2012). "Temperature Measurement Using Wireless Sensing". **Journal of Science Ladkrabang**. Vol. 21 (1): 90-100. (In Thai)
- [5] Million Mafuta. (2012). **Successful Deployment of a Wireless Sensor Network for Precision Agriculture in Malawi**. Electronic and Electrical Engineering Department, University of Strathclyde, Glasgow, UK.
- [6] Pranita A. Bhosale, V. V. Dixit. (2012). "Water Saving-Irrigation Automatic Agriculture Controller". **International Journal of Science & Technology Research**. December 2012. Cochin University of India: 118-123.
- [7] Santhosh Simon and K Paulose Jacob. (2012). "Development and Deployment of Wireless Sensor Network in Paddy Fields of Kuttanad". **International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)**. July 2012. Cochin University of India: 84-88

- [8] T. Singnan, W. Hwangkapan. (2015). "Wireless Sensor Networks for Environmental Monitoring of Jasmine Rice Field". **Phuket Rajabhat University National Conference 4th**. 22 - 24 November 2559.
- [9] Wuttichai Woranantakul and Sumet Umchid. (2013). "Development of the Wireless Monitoring System for Saline Administration". **The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok**. Vol.23 (3): 687-695. (In Thai)
- [10] Bernard Kai-Ping Koh and Peng-Yong Kong. (2006). "Performance Study on ZigBee-Based Wireless Personal Area Networks for Real-Time Health Monitoring". **ETRI Journal**. Vol. 28.

ประวัติผู้เขียนบทความ



สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์ ปัจจุบันเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์และอาจารย์ประจำสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทรศัพท์ 06-51054995 E-mail: sboonkirdram@hotmail.com สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม งานวิจัยที่สนใจ: เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เกษตรอัจฉริยะ ด้านอิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรมด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ด้านอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องมือวัด