

ระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ Management and Detection System for Water in the Building via Mobile

จักรกริชชัย บัวสมบูรณ์¹ และ ธงรบ อักษร^{1*}

Jakkridchai Buasomboon¹ and Thongrob Auxsorn^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอ เมืองพิษณุโลก
พิษณุโลก 65000

¹Department of Information Technology, Faculty of Science and technology, Pibulsongkram Rajabhat University 156,
Moo 5, Plai Chumpon, Mueang, Phitsanulok Province, 65000

*Corresponding author E-mail: auxsorn@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ มีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาแรงดันน้ำไม่เพียงพอสำหรับอาคารที่มีความสูง อาทิเช่น คอนโดมิเนียม แฟลต หอพัก หรือป้อมทำงานหนักมากเกินไป ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำไมโครคอนโทรลเลอร์เซ็นเซอร์มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อลดภาระการทำงานของปั๊มน้ำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและเพื่อแก้ปัญหาในการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัย โดยอุปกรณ์ทั้งหมดถูกควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ ระบบการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ส่วนการตรวจสอบควบคุมและส่วนของแอปพลิเคชัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า สามารถจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัย ในการลำเลียงน้ำขึ้นไปยังแหล่งกักเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการทดลองนำไปใช้กับผู้ใช้จำนวน 20 คน และมีผลจากการสำรวจในการใช้งานของผู้ใช้อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.18 สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ซึ่งทำให้เราสามารถลดปัญหาการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : เซนเซอร์ควบคุม, ไมโครคอนโทรลเลอร์, น้ำประปา, อุปกรณ์เคลื่อนที่

Abstract

Aims of development System of management and Detection of Water in the Building via Mobile is for reducing not enough tap water use problem in high building, E.g., condominium, flat, dormitory. The researcher has the idea to use a microcontroller and sensor for design and development to reduce water pumps working too long life and solve the tap water problem. This system use microcontroller to controls all devices that are separated into two sections parts. The first part is the detection and the control part. The second is the application part. The results shown that the system could manage and verify water convey to reserve for residential buildings and experiment by 20 users. Survey results are good, and a satisfaction average score is 4.18 points, which can solve basic problems when having an undesirable accident and efficiently reducing water problems

Keywords : sensor, microcontroller, water, mobile

บทนำ

ในปัจจุบันมีอาคารที่พักอาศัย เช่น คอนโดมิเนียม แฟลต หอพัก ซึ่งจะเป็นอาคารที่มีหลายชั้นและเป็นที่นิยมในสังคมปัจจุบันของประเทศไทยเนื่องจากใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อยแต่สามารถมีที่พักอาศัยเป็นจำนวนมาก เมื่อเทียบกับที่พักอาศัยแบบบ้านชั้นเดียว อาคารพาณิชย์ ทาวน์เฮาส์ ด้วยขนาดของอาคารที่พักอาศัยที่มีหลายๆ ชั้นทำให้ต้องมีระบบการจัดการน้ำประปาเพื่อให้บริการน้ำประปาให้กับผู้พักอาศัย โดยปกติจะมีแหล่งเก็บกักน้ำไว้บนชั้นสูงสุดเช่น ดาดฟ้า การนำน้ำประปาที่เชื่อมต่อการประปาของหน่วยงานรัฐบาลไม่มีแรงดันเพียงพอต่อการนำน้ำขึ้นไปกักเก็บไว้ จึงจำเป็นต้องใช้ปั้มน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำ อาคารที่พักอาศัยที่มีขนาดใหญ่จะมีการใช้น้ำในปริมาณมากส่งผลให้ต้องมีการใช้ปั้มน้ำเพื่อส่งน้ำขึ้นไปกักเก็บไว้ใช้งานหลายๆตัว เพื่อแบ่งเบาภาระการทำงานของปั้มน้ำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยการทำงานของปั้มแต่ละตัวนั้นจะมีเวลาทำงาน เช่น สลับการทำงานตามช่วงเวลาหรือแยกส่วนพื้นที่การทำงานในการกักเก็บน้ำ จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นถ้าหากว่าปั้มน้ำเกิดการชำรุด เสียหาย หรือหยุดการทำงาน จะส่งผลให้เกิดปัญหาในการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่ลดปัญหาในการใช้งานน้ำประปา ที่เกิดจากการหยุดการทำงานของปั้มน้ำที่ทำหน้าที่ส่งน้ำขึ้นไปยังแหล่งกักเก็บน้ำบนชั้นดาดฟ้า โดยพัฒนาระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่สามารถตรวจสอบการทำงานของปั้มน้ำเพื่อทราบถึงสถานะภาพการทำงานของปั้มน้ำและสามารถแก้ไขปัญหปั้มน้ำหยุดการทำงาน ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานน้ำประปาของผู้พักอาศัย

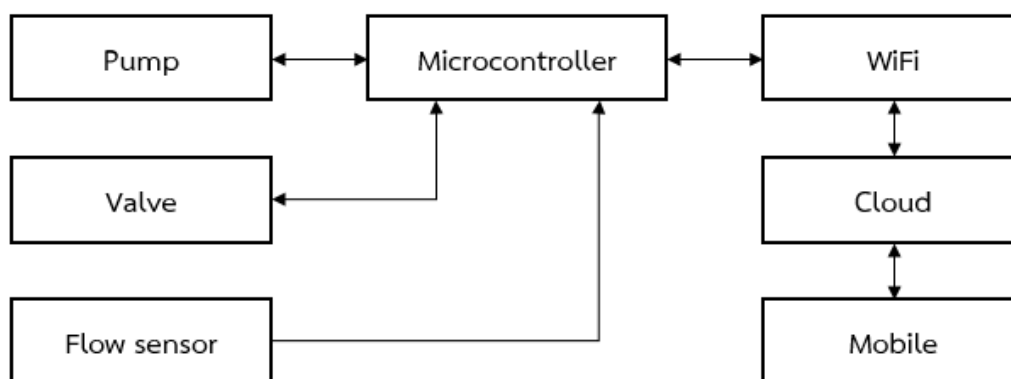
วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. สามารถลดปัญหาการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัยที่เกิดจากระบบน้ำของอาคารที่พักอาศัยขัดข้อง
2. สามารถตรวจสอบการทำงานของระบบน้ำของอาคารที่พักอาศัย
3. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและระยะเวลาในการทำงานของปั้มน้ำ

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการควบคุมตรวจสอบและป้องกันการปัญหาการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัย ที่เกิดจากการหยุดทำงานของปั้มน้ำโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์, เซ็นเซอร์การควบคุม, อุปกรณ์เคลื่อนที่เข้ามาในการพัฒนาและตรวจสอบป้องกัน

กรอบแนวความคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดการวิจัย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบสตาร์ตรถจักรยานยนต์ผ่านแอปพลิเคชัน (มงคล รอดจันทร์, อวยไชย อินทรสมบัติ, & ธาณิล ม่วงพูล 2018) ได้พัฒนาระบบสตาร์ตรถจักรยานยนต์ผ่านแอปพลิเคชัน MIT App Inventor ส่งข้อมูลผ่าน WIFI และใช้โปรแกรมภาษาจาวาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมในส่วนของบอร์ดควบคุมใช้โปรแกรม Arduino IDE ภายใต้ภาษาซี โดยการเชื่อมต่อระหว่างแอปพลิเคชันกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะอาศัยการเชื่อมต่อเครือข่ายที่ซีพี/ไอพีโดยผ่านระบบฮอตสปอตของเครื่องโทรศัพท์สำหรับการสตาร์ตรถจักรยานยนต์เป็นการเชื่อมต่อด้วยหมายเลขไอพีของโทรศัพท์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เตาเผาต้นทุนต่ำแสดงผลและควบคุมระยะไกลผ่านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Pothisatien, T., Suttikul, T., & Tangsirat, W. 2020) โดยสามารถสั่งควบคุมการทำงานและแสดงสถานะการทำงานของเตาเผาจากระยะไกลผ่านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) โดยใช้โทรศัพท์มือถือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการควบคุมระยะไกลได้โดยใช้จุดเชื่อมต่อไร้สาย (Wireless Access Point) เป็นตัวกลางในการส่งค่าอุณหภูมิปัจจุบันภายในและภายนอกเตาเผาซึ่งประกอบไปด้วยค่ากระแสไฟฟ้า ระยะเวลาที่ใช้งาน ตรวจเช็คการปิดประตูเตาเผา ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปแสดงผลและบันทึกข้อมูลบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้ามาดูและควบคุมการทำงานของเตาเผาแบบตามเวลาจริง (Real Time) ที่โทรศัพท์มือถือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล (พาขวัญ พัดเย็นใจ, & ชนุดม เอกเตชวุฒิ. 2016) พัฒนาผ่าน Ionic Framework สำหรับใช้งานบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งใช้ทั้งภาษาเฮลป์เอ็มแอล ซีเอสเอส จาวาสคริปต์ และยังมีการใช้บอร์ด Arduino UNO R3, Arduino Ethernet Shield, Relay และ DS3231 module มาพัฒนาเป็นอุปกรณ์เพื่อรองรับการทำงานของแอปพลิเคชัน

ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (นราธิป ทองปาน. 2016) ได้มีการใช้ Arduino Uno, X-BeePro, ADX-XBee, ZX-XBeeU, Real-Time Clock (RTCDS1307), Soil Moisture, Sensor Relay, SD Card และ Arduino สำหรับควบคุมวาล์วน้ำไฟฟ้า โดยการทำงานของระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบด้วย การเชื่อมต่อ X-Bee กับคอมพิวเตอร์เพื่อจะส่งข้อมูลไปยัง X-Bee ที่เชื่อมต่อกับ Arduino Uno เพื่อให้ระบบทำงานโดยอัตโนมัติผู้ใช้จึงสามารถเลือกที่จะเปิดและปิดวาล์วน้ำไฟฟ้าได้

ระบบควบคุมการให้น้ำให้นางฟ้าภูฐานแบบพ่นหมอกด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Isaranontakul, P., & Rukphong, C. 2019) ได้พัฒนาโดยใช้บอร์ด Node MCU สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เซ็นเซอร์วัดความชื้นของอากาศ บิมน้ำ คลาวด์แพลตฟอร์ม ซึ่งการทำงานจะเริ่มจากบอร์ด Node MCU อ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์จากนั้นนำค่าขึ้นไปเก็บไว้ที่คลาวด์แพลตฟอร์ม จากนั้นในส่วนของแอปพลิเคชันจะอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นมาแสดงและเมื่อมีการสั่งงานเปิดและปิดบิมน้ำ รวมถึงโหมดอัตโนมัติที่มีการตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นรวมถึงการตั้งค่าเวลาที่จะส่งคำสั่งเปิดและปิดมาที่คลาวด์แพลตฟอร์มจากนั้นบอร์ด node MCU ก็จะได้รับคำสั่งเพื่อเปิดและปิดบิมน้ำโดยการควบคุมรีเลย์

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบโทรศัพท์มือถือ (สมประสงค์ อินทรักษ์, & สุนันทา ศรีม่วง. 2017) ได้พัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าภายในบ้านผ่าน Ionic Framework สำหรับใช้งานบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ซึ่งใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส และจาวาสคริปต์ และมีการใช้บอร์ด Nodemcu, Relay, PIR Motion Sensor Module และ DS3231 module มาพัฒนาเป็นอุปกรณ์เพื่อรองรับการทำงานของแอปพลิเคชัน โดยมีการใช้ Arduino รับคำสั่งจากแอนดรอยด์เพื่อเป็นตัวขับเคลื่อนในการเปิด-ปิดอุปกรณ์

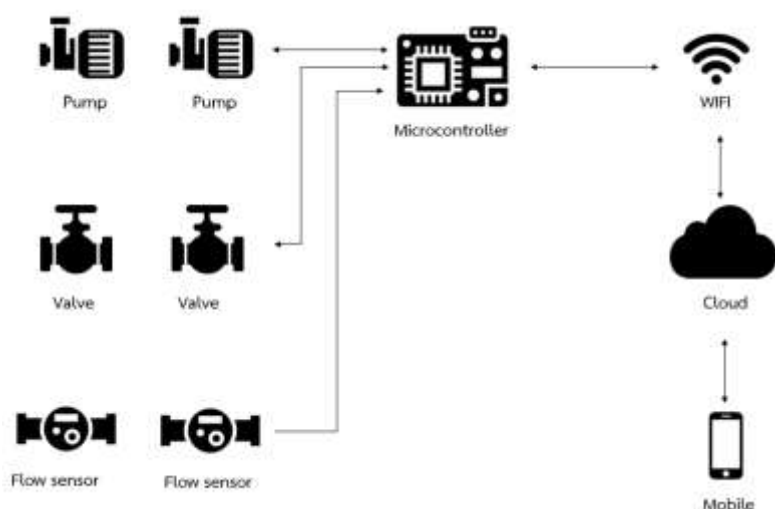
วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนศึกษาและวางแผนระบบ ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม และขั้นตอนการออกแบบหน้าจอบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ดังนี้

1. ขั้นตอนศึกษาและวางแผนระบบ

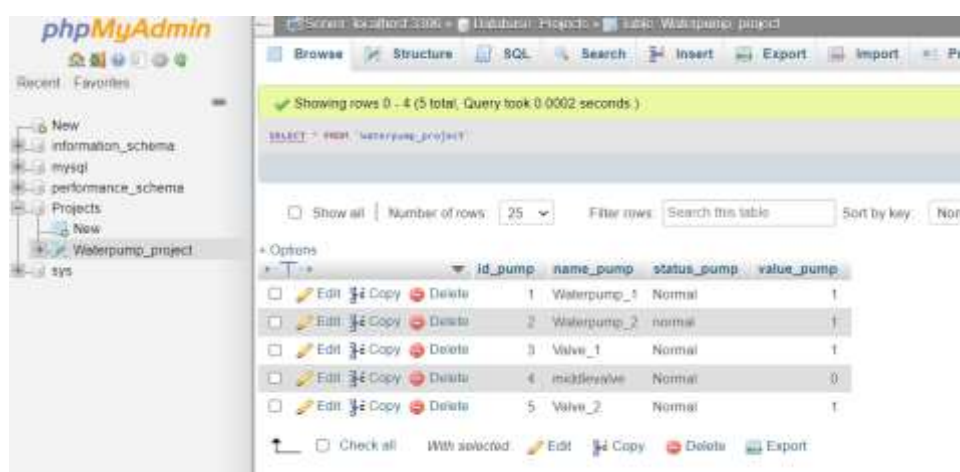
จากการศึกษาปัญหาการใช้ น้ำของผู้พักอาศัยในอาคารสูง ในกรณีศึกษาของอาคารที่พักอาศัย More Apartel Condo เป็นอาคารสูง 5 ชั้นประกอบไปด้วยห้องพักทั้งหมด 78 ห้อง มีแหล่งเก็บน้ำสำหรับใช้น้ำในอาคารอยู่บนชั้น 5 มีบิมน้ำเพื่อส่งน้ำไปยังแหล่งกักเก็บน้ำ 2 ตัว โดยเจ้าของอาคารจะสลับการทำงานเพื่อยืดอายุการใช้งานในการสลับการทำงานของบิมน้ำทำหน้าที่ส่งน้ำนั้นจะเป็นการเปิดปิดบิมน้ำด้วยแรงงานของมนุษย์ จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยพบว่าหากบิมน้ำหยุดการทำงานจะทำให้ไม่สามารถนำน้ำขึ้นไปยังแหล่งเก็บกักน้ำส่งผลทำให้เกิดปัญหาน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ของผู้พักอาศัย และเมื่อได้รับปัญหาจากผู้พักอาศัย ผู้ดูแลอาคารจะไปตรวจสอบปัญหาและสลับการทำงานของบิมน้ำ ขั้นตอนทั้งหมดในการดำเนินการแก้ปัญหาจะต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการ กว่าผู้พักอาศัยจะสามารถใช้งานได้ตามปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีเข้ามาจัดการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงต้นทุนในการพัฒนาที่มีราคาไม่สูงมาก สามารถหาอุปกรณ์ได้ง่ายและยังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR, โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve), เซ็นเซอร์การไหลของกระแสไฟฟ้า, บริการคลาวด์และแอปพลิเคชัน MIT App Inventor

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ



ภาพที่ 2 การออกแบบระบบ

จากภาพ 2. ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR 1 ตัว โซลินอยด์วาล์ว 2 ตัว เซ็นเซอร์การไหลของกระแสน้ำ 2 ตัว บริการคลาวด์และแอปพลิเคชัน MIT App Inventor โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ บอร์ด Arduino WiFi esp8266 wemos d1 r2 ทำหน้าที่ควบคุมการปิดและเปิดการไหลของน้ำด้วยโซลินอยด์วาล์วที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์การไหลของกระแสน้ำเพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาการทำงานของระบบ อีกทั้งไมโครคอนโทรลเลอร์นี้มีความสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตโดยผ่านสัญญาณ WiFi เพื่อเชื่อมต่อกับ cloud ในการพัฒนาระบบนี้ ผู้วิจัยใช้บริการ Cloud ของ Amazon AWS EC2 เพื่อเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลไปแสดงผลในอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงสามารถรับข้อมูลควบคุมการทำงานจากอุปกรณ์เคลื่อนที่ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยใช้แอปพลิเคชัน MIT App Inventor ในการพัฒนาส่วนของหน้าจอแสดงผลและการสั่งงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งมีความสามารถแสดงผลได้ทุกแพลตฟอร์ม



ภาพที่ 3 รูปภาพแสดงฐานข้อมูลใน Amazon AWS EC2 ด้วย phpMyAdmin

```

#include <ESP8266WebServer.h>

#include <EEPROM.h>

#define EEPROM_STATE_ADDRESS 0
#define ledPin 12

const char* ssid = "wifi001";
const char* password = "12345678";

ESP8266WebServer server(80);
bool ledState = false;

void setup(void) {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);

  EEPROM.begin(9600);
  ledState = EEPROM.read(EEPROM_STATE_ADDRESS) == 1 ? 1 : 0;

  WiFi.mode(WIFI_AP_STA);
  WiFi.softAP(ssid, password);

  server.on("/", HTTP_GET, handleRoot);
  server.on("/led", HTTP_GET, handleLED);
  server.onNotFound(handleNotFound);
  (A)
}

void handleLED() {
  digitalWrite(ledPin, !digitalRead(ledPin));
  server.sendHeader("Location", "/");
  server.send(303);
  EEPROM.write(EEPROM_STATE_ADDRESS, digitalRead(ledPin));
  EEPROM.commit();
}

void handleNotFound() {
  server.send(404, "text/plain", "404: Not found");
}

void loop() {
  NbTopsFan = 0;
  sei();
  delay(1000);
  cli();
  Calc = (NbTopsFan * 60 / 7.5);
  Serial.print(Calc, DEC);
  //Serial.print(" L/hour\r\n");
  (B)
}

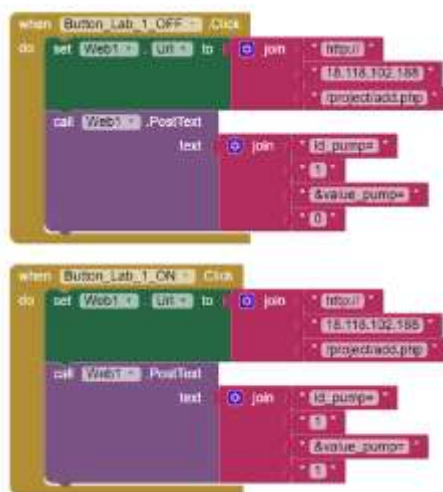
```

ภาพที่ 4 ซอร์สโค้ดคำสั่งเปิดหรือปิด 4(A) และซอร์สโค้ดคำสั่งตรวจสอบการไหลของกระแสน้ำ 4(B)

3. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมและการสร้างฐานข้อมูล

การพัฒนาระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่นั้นผู้วิจัยได้ทำการเปิดใช้บริการ Amazon AWS EC2 ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Ubuntu server 20.04 LTS (HVM), SSD Volume Type พร้อมติดตั้ง Apache ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ ติดตั้ง Mysql server เป็นฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลสถานะของปั๊มและข้อมูลควบคุม ในส่วนสุดท้ายติดตั้ง PHP กับ phpMyAdmin เพื่อทำหน้าที่เป็น Dynamic page และ ตัวจัดการฐานข้อมูล ดังภาพ 3. เขียนโปรแกรมภาษา C บนโปรแกรม Arduino IDE ที่ต่อกับ บอร์ด Arduino WiFi esp8266 wemos d1 r2 ตามกรอบแนวคิดที่ออกแบบไว้ ตัวอย่างการเขียนคำสั่งเปิดหรือปิดจะเป็นการนำข้อมูลควบคุมที่ได้จากฐานข้อมูล mysql ใน Amazon AWS EC2 ด้วยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน WiFi ดังภาพ 4(A) และคำสั่งตรวจสอบการไหลของกระแสน้ำดังภาพ 4(B)

4. ขั้นตอนการออกแบบหน้าจอบนอุปกรณ์เคลื่อนที่



ภาพที่ 5 แสดงการต่อบล็อกของปุ่มใน MIT App Inventor

จากภาพ 3. จะแสดงให้เห็นว่ามีไอดีทั้งหมด 5 ไอดี โดยเป็นไอดีของปั้มน้ำ 2 ไอดีของวาล์วอีก 2 ไอดี หลักการทำงานของฐานข้อมูลจะเป็นการรับค่าที่ได้จากแอปพลิเคชันจากอุปกรณ์เคลื่อนที่และส่งข้อมูลควบคุมต่อไปที่บอร์ด Arduino WiFi esp8266 wemos d1 r2 ผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต จากข้อมูลการทำงานผู้วิจัยได้ออกแบบแอปพลิเคชันจาก MIT App Inventor ดังภาพ 5. โดยกำหนดจุดปิดและเปิดคือ 4 จุด เป็นปั้ม 2 ตัว วาล์วอีก 2 ตัว โดยการส่งค่า 0 มีค่าเท่ากับปิด และ 1 มีค่าเท่ากับเปิด ส่วนของการต่อบล็อกเป็นการส่งค่า ID ที่ต้องการเปลี่ยนสถานะปิดและเปิด ตัวอย่าง ปั้มน้ำตัวที่ 1 ให้ส่งค่าข้อมูลควบคุมเป็น 0 ที่เท่ากับการปิด หรือ ปั้มน้ำตัวที่ 1 ให้ส่งค่าข้อมูลควบคุมเป็น 1 ที่เท่ากับการเปิดไปที่ ไอดีที่ 1 โดยส่งไปที่ไฟล์ add.php ใน Amazon AWS EC2 มีหมายเลข IP = 18.118.102.188

```
<?php
$id_pump=@$_POST['id_pump'];
$value_pump=@$_POST['value_pump'];

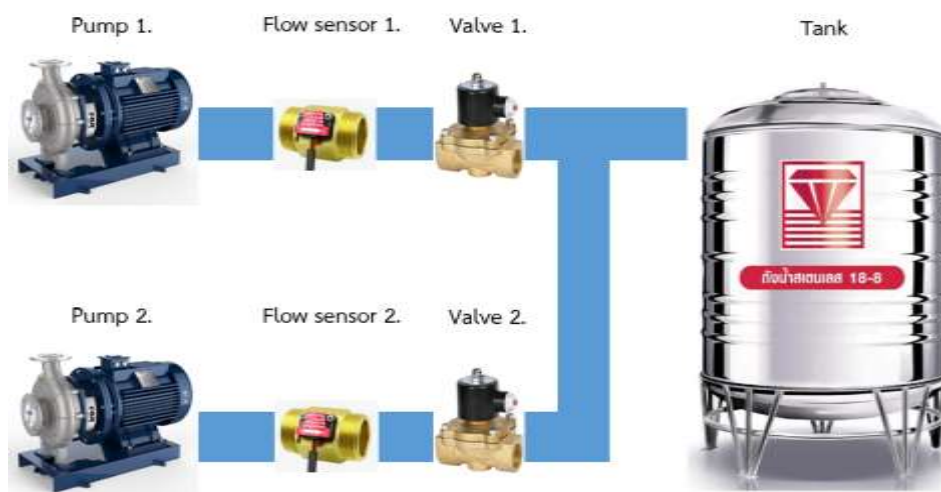
$link = mysqli_connect("localhost", "root", "12345678", "Projects");
$sql = "update Waterpump_project
set
value_pump = '$value_pump'
where id_pump = '$id_pump'";
$result = mysqli_query($link,$sql) or die(mysqli_error()."<br/>Line: ".__LINE__."<br/>$sql");
mysqli_close($link);
?>
```

ภาพที่ 6 ตัวอย่างซอร์สโค้ดในไฟล์ add.php

ไฟล์ PHP ดังภาพ 6. ทำหน้าที่รับค่าข้อมูลเพื่อส่งไปอัปเดตค่าข้อมูลการควบคุมลงฐานข้อมูล Mysql server ที่อยู่ใน Amazon AWS EC2 ที่ติดตั้ง Apache และ PHP ไว้ ซึ่งข้อมูลการควบคุมนี้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนของการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและโซลินอยด์วาล์วของบอร์ด Arduino WiFi esp8266 wemos d1 r2 ที่ถูกออกแบบไว้จะทำหน้าที่ไปดึงข้อมูลของ valve_pump ในฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ควบคุมการปิดและเปิดการทำงานของปั๊มน้ำและโซลินอยด์วาล์วในแต่ละตัว

ผลการวิจัย

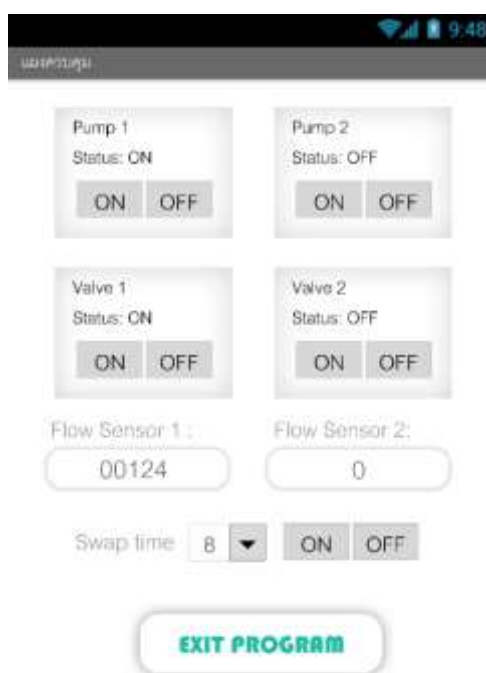
จากการศึกษาและพัฒนาระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่แบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนของการควบคุมและตรวจสอบการใช้น้ำประปาและส่วนของหน้าจอบริการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่



ภาพที่ 7 ภาพจำลองระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่

จากภาพ 7. แสดงถึงแบบจำลองของส่วนการควบคุมและตรวจสอบการใช้น้ำประปาซึ่งประกอบไปด้วยปั๊มน้ำ (Pump) ทำหน้าที่ส่งน้ำขึ้นไปแหล่งกักเก็บน้ำ (Tank) โซลินอยด์วาล์ว (Valve) ทำหน้าที่ปิดเปิดเส้นทางเดินของน้ำ เซ็นเซอร์การไหลของกระแส (Flow sensor) ทำหน้าที่ตรวจสอบการไหลของน้ำ โดยการทำงานของระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่จะเชื่อมต่อกับระบบเดิมของอาคารที่มีหน้าที่สั่งงานให้ปั๊มเริ่มทำงาน เมื่อน้ำถูกใช้ไปจนปริมาณที่น้ำในแหล่งกักเก็บน้ำถึงจุดที่กำหนดหรือต้องการเติมน้ำหรือเมื่อมีแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้ปั๊มน้ำทำงาน ระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ จะทำหน้าที่สั่งให้ Pump 1. ทำงานและ Valve 1. จะมีสถานะเปิด ในขณะเดียวกัน Pump 2. ไม่ทำงาน และ Valve 2. มีสถานะปิด น้ำประปาจะถูกส่งขึ้นไปยังแหล่งกักเก็บน้ำด้วย Pump 1. ทำให้ข้อมูลของ Flow sensor 1. ค่าไม่เท่ากับ 0 ซึ่งมีความหมายว่ามีน้ำประปาเพื่อส่งไปยังแหล่งกักเก็บน้ำและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ จะทำหน้าที่สลับการทำงานของปั๊มน้ำโดย Pump 2. ทำงานและ Valve 2. จะมีสถานะเปิด ในส่วนของ Pump 1. จะถูกเปลี่ยน

สถานะทำงานเป็นไม่ทำงาน และ Valve 1. จะถูกเปลี่ยนจากสถานะเปิดเป็นปิด ทำให้น้ำประปาจะถูกส่งขึ้นไปยังแหล่งเก็บน้ำด้วย Pump 2. ทำให้ข้อมูลของ Flow sensor 2. ค่าไม่เท่ากับ 0 การสลับการทำงานของปั๊มจะเกิดขึ้นทุกๆ 8 ชั่วโมง สามารถตรวจสอบความผิดปกติโดยการ สังเกตสถานะการทำงานของปั๊มน้ำ ค่าตัวเลขที่เกิดขึ้นของเซ็นเซอร์การไหลของกระแสน้ำ และโซลินอยด์วาล์ว หากเป็นการทำงานปกติ ยกตัวอย่างการทำงาน เช่น เมื่อ Pump 1. จะมีสถานะทำงาน และ Valve 1. จะมีสถานะเปิด ค่าตัวเลขของ Flow sensor 1. จะมีต้องค่าตัวเลขมีค่ามากกว่า 0 ในเวลาเดียวกัน Pump 2. จะมีสถานะไม่ทำงาน และ Valve 2. จะมีสถานะปิด ค่าตัวเลขของ Flow sensor 2. จะมีต้องค่าตัวเลขมีค่าเท่ากับ 0 หากมีส่วนใดไม่ตรงตามเงื่อนไขข้างต้นอาจแสดงถึงความผิดปกติของการทำงานเช่น ปั๊มน้ำเสียหรือไม่มีน้ำประปาจากท่อภายนอกเนื่องจากเกิดความผิดปกติของการจ่ายน้ำประปาของหน่วยงานของรัฐ เป็นต้น



ภาพที่ 8 หน้าจอควบคุมการทำงานของระบบ

จากภาพ 8. เป็นภาพแสดงหน้าจอบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เมื่อเริ่มต้นการทำงานของแอปพลิเคชัน ประกอบไปด้วยส่วนของปั๊มน้ำ 2 ตัว คือ Pump 1. Pump 2. ที่มี Status แสดงการทำงานของปั๊มน้ำและสามารถเปิดปิดได้โดยการกด ON หรือ OFF ส่วนของโซลินอยด์วาล์ว 2 ตัว คือ Valve 1. Valve 2. ที่มี Status แสดงการทำงานของโซลินอยด์วาล์วที่ทำงานสัมพันธ์กับปั๊มน้ำและสามารถเปิดปิดได้โดยการกด ON หรือ OFF ส่วนของเซ็นเซอร์การไหลของกระแสน้ำ 2 ตัว คือ Flow sensor 1. Flow sensor 2. ซึ่งมีค่าตัวเลขแสดงที่ได้จากการวัดกระแสน้ำที่ไหลผ่าน สุดท้ายคือส่วนการตั้งเวลาเพื่อสลับการทำงานของปั๊มน้ำและโซลินอยด์วาล์วโดยสามารถเลือกเวลาในการทำงานได้จากภาพจะมีการสลับการทำงานทุกๆ 8 ชม อีกทั้งยังสามารถยกเลิกโดยการกด OFF

การประเมินความพึงพอใจของการใช้งานระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัย ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ จำนวน 20 ผู้ใช้งาน โดยประเมินรายข้อแต่ละด้านโดยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปแปลผลโดยเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานระบบ

ระดับความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
การออกแบบให้ใช้งานง่ายเมนูไม่ซับซ้อน	4.0	0.707	ดี
กระบวนการทำงานของระบบมีความรวดเร็วในการเรียกใช้งาน	4.5	0.500	ดีมาก
รูปแบบการใช้งานระบบสะดวกและไม่ซับซ้อน	3.8	0.894	ดี
ประสิทธิภาพ/ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	3.8	0.826	ดี
มีเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน	4.8	0.447	ดีมาก
มีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน	4.2	0.836	ดี
เฉลี่ยรวม	4.18	0.700	ดี

จากตารางที่ 1. พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำ สำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.18$ S.D. = 0.700)

สรุปผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาในครั้งนี้เราได้นำเทคโนโลยีมาควบคุมการทำงานของระบบการลำเลียงน้ำประปาขึ้นไปยังอาคารที่พักอาศัยและได้พบว่า สามารถจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยในการลำเลียงน้ำขึ้นไป แหล่งกักเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทดลองนำไปใช้กับผู้ใช้จำนวน 20 คน และมีผลจากการสำรวจในการใช้งานของผู้ใช้อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.18 สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ เช่น ปั่นเสียหรือหรือไม่มีน้ำประปาจากท่อภายนอกเนื่องจากเกิดความผิดปกติของการจ่ายน้ำประปาของหน่วยงานของรัฐ ซึ่งทำให้เราสามารถลดปัญหาการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัยเนื่องจากรับรู้ถึงปัญหาและแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว หรือสามารถแจ้งแก่ผู้พักอาศัยให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติ ไม่มีน้ำประปาจากท่อภายนอกเนื่องจากเกิดความผิดปกติของการจ่ายน้ำประปาของหน่วยงานของภาครัฐ ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพิ่มในส่วนของการแจ้งเตือนเมื่อเกิดปัญหาการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัยหรือเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ส่งผลให้ไม่มีน้ำประปาไว้ในอาคารที่พักอาศัย เช่น ปั่นน้ำเสียหรือไม่มีน้ำประปาจากท่อลำเลียงน้ำประปาจากภายนอก หรือนำประยุกต์ใช้กับงานที่เกี่ยวข้องได้

เอกสารอ้างอิง

- Addoddorn, C., & Durongdumrongchai, P. (2020). แบบจำลองระบบไอโอทีสำหรับฟาร์มไก่อัตโนมัติ ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College, 7(2), 73-86.
- Pothsatien, T., Suttikul, T., & Tangsiriat, W. (2020). เตาเผาต้นทุนต่ำแสดงผลและควบคุมระยะไกลผ่าน ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ. Ladkrabang Engineering Journal, 37(1), 1-5.
- พาขวัญ พัดเย็นใจ, & ชนุดม เอกเตชวุฒิ. (2016). การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ, 2(2), 44-48.
- มงคล รอดจันทร์, อวยไชย อินทรสมบัติ, & ธาณิล ม่วงพูล. (2018). การ พัฒนาระบบสตาร์ตรถจักรยานยนต์ผ่าน แอปพลิเคชันบนมือถือ. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ, 4(2), 27-33.
- นราธิป ทองปาน. (2016). ระบบร่อนน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University, 3(1), 35-43.
- Isaranontakul, P., & Rukphong, C. (2019). ระบบควบคุมการให้น้ำเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบพ่นหมอกด้วยระบบ ปฏิบัติการแอนดรอยด์. JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 9(1), 1-8.
- สมประสงค์ อินทรรัช, & สุนันทา ศรีม่วง. (2017). การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่าน ระบบ. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ, 3(1), 57-62.