

ระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบน
พื้นฐานของชุมชนผู้เลี้ยงปลาในกระชัง จังหวัดตรัง
ผ่านระบบแอปพลิเคชัน

The Information System of Water Management in fish cage farmer,
Trang Province By Community Based participation for Water
Quality Monitoring and Warning on Mobile Application

แทนทัศน์ เพียกขุนทด วิฑูรย์ คงผล ทรงศักดิ์ ชยานุเคราะห์
และอาภาพรรณ สัตยาวิบูล

Tantus Piekkoontod, Witoon Khongphol, Songsakda Chayanugara
and Arpapan Satayavibul

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Suan Dusit University

E-mail: Tantus_p@yahoo.com

Received : 1 February 2019 Revised : 29 September 2019

Accepted : 2 October 2019 Accepted online : 3 December 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบการบริหารจัดการน้ำโดยรวมข้อมูลและจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนบ้านเกาะเคียม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังชายฝั่งทะเล โดยสัมภาษณ์แบบเจาะลึก และสนทนากลุ่มในประเด็นเกี่ยวกับความคิดเห็นของชุมชน ผู้นำชุมชน การมีส่วนร่วมของชุมชนรวมถึงปัญหา อุปสรรค ความต้องการ แนวทางการแก้ไขปัญหา และแนวทางส่งเสริมการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยของชุมชน

การมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นการเข้ามามีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน เมื่อชุมชนได้รับรู้ว่าจะมีการใช้ระบบชาวบ้านมีทัศนคติที่ดีในการนำระบบดังกล่าวมาติดตั้งโดยให้ความสนใจและความประสงค์หรือ

ความมุ่งหมายในการมีส่วนร่วมเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ มีการกำหนดขั้นตอนวิธีให้ตัวแทนกลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังดูแลรักษาระบบ ชุมชนมีความเชื่อมั่นและไว้วางใจในระบบดังกล่าว แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันระหว่างชุมชน มีการปฏิสัมพันธ์โดยเข้ามาช่วยเหลือและสนับสนุนในกระบวนการติดตั้งระบบมีกระบวนการตรวจสอบข้อมูลได้อย่างโปร่งใส และเป็นอิสระผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ พร้อมทั้งมีการก้าวไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่อง โดยชุมชนใกล้เคียงมีความต้องการให้มีระบบดังกล่าวไปติดตั้งในตำบลหรือชุมชนของตน ถือเป็นการพัฒนาเครือข่ายในการมีส่วนร่วมได้ต่อไป ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุดทั้งในด้านการใช้งาน รูปแบบและภาพลักษณ์กระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชันและภาพรวมของแอปพลิเคชัน

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ คุณภาพน้ำ แอปพลิเคชัน ตรีัง

Abstract

This research aims to analyzed how to solved water management by community base participation. Data Collection and the Water Quality Monitoring and Warning Information systems have been developed. In-depth interviews and group discussions have been collected from Ban-Kiam fisherman village in South Kantang, Trang Province in term of community background, community leader, community based participation, demand of the community, the stage of the problem and how to promote The Information System of Water Management by Using Community Based participation for Water Quality Monitoring and Warning.

The results show that the community participation was involved in all stages. The villager who received the information about Water Quality Monitoring and Warning Information systems, they have a good positive approach (Attitude). Moreover, they had participated (Purpose) with researcher to configured and defined parameters. The representative people (Representation), who have the fish cages were consensus from the community right to maintain (Consensus) the system. The community has confidence and trust (Trust) in this system. Villager substituted of information and news (Information-sharing) during the community interactions (Interaction). In the process of installing system, villager help and support to operated system. In addition, Data validation and. transparency (Transparency) and independence (Independence) could be check by application on mobile phones. This pattern has been attentive by

neighborhoods and it could be moving forward (Onward-doing) when the nearby localities villager installed this system and developed of data network (Network). Surveillance of water quality and warning application show the highest satisfaction levels in terms of use, format and image, the practical installation process and understanding of application usage and the of overview application

Keyword: Information System, Water Management, Water Quality Monitoring, Warning System, Trang, Thailand

บทนำ

ลุ่มน้ำตรัง เป็นลุ่มน้ำย่อยที่มีความสำคัญลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก อยู่ในเขตจังหวัดตรัง จัดเป็น 2 ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก จากทั้งหมด 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย มีลำน้ำสำคัญ 2 สาย ได้แก่ แม่น้ำตรัง ซึ่งมีต้นกำเนิดจากเขาวังหีบเทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีความยาวประมาณ 175 กิโลเมตร มีพื้นที่รับน้ำรวม 3,449.27 ตารางกิโลเมตร และแม่น้ำปะเหลียน เกิดจากเทือกเขาบรรทัด เขตอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง มีความยาวรวมประมาณ 77 กิโลเมตร มีพื้นที่รับน้ำรวม 1,047.15 ตารางกิโลเมตร ตลอดลำน้ำส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลและบริเวณแนวชายฝั่งมีป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศเด่น ปัญหาหลักของลุ่มน้ำตรัง คือ อุทกภัย ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2555)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในช่วงที่ผ่านมา ส่งผลโดยตรงต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังของลุ่มแม่น้ำตรัง ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 เกิดการแจ้งขอความช่วยเหลือจากเกษตรกรเลี้ยงปลาในกระชังปากแม่น้ำตรัง หมู่ที่ 1 ตำบลกันตังได้ อำเภอกันตัง ประสบปัญหาปลาที่เลี้ยงไว้ลอยตายจำนวนมาก เมื่อประสานเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดเข้าตรวจสอบปากแม่น้ำตรังเพื่อวัดค่าความเค็มของน้ำทะเล หาสารแอมโมเนีย วัดค่าออกซิเจนและอื่น ๆ ปรากฏว่าค่าทุกตัวปกติ ยกเว้นค่าความเค็มของน้ำทะเลที่เพิ่มสูงเป็นประวัติการณ์ วัดได้ 30 ppt จากค่ามาตรฐานอยู่ที่ 15-20 ppt จากค่าความเค็มที่เกินมาตรฐานนั้นทำให้ปลาไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ ปลานิลและปลาตะเพียนในกระชังเริ่มเป็นแผลเน่าเปื่อยตามลำตัว หางขาด และตาบอดจากการไม่สามารถปรับสภาพให้อยู่รอด

กรมการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการในลุ่มน้ำตรังได้จัดทำยุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามการบูรณาการยังไม่ครอบคลุม การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการสามารถใช้ระบบสารสนเทศในการเก็บรวบรวมข้อมูล การแก้ไขเปลี่ยนแปลง การเรียกดูข้อมูลและการประมวลผล เพิ่มคุณค่าและการใช้ประโยชน์ข้อมูล รวมทั้งสารสนเทศที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์หรือพัฒนากระบวนการบริหารจัดการน้ำได้ต่อไป จากสภาวะดังกล่าวจำเป็นต้องมีสารสนเทศที่ทันต่อเหตุการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากสถานีโทรมาตรของหน่วยงาน เช่น กรมชลประทาน กรม

อุตุนิยมวิทยา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ และการเกษตร เข้าสู่ฐานข้อมูลร่วมกับการส่งข้อมูลจากระบบเครือข่ายของชุมชนมีระบบการนำเสนอ/เตือนภัย/ระบบช่วยในการตัดสินใจ ที่สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ผ่านทางระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ และมีการส่งข้อมูลทาง Email และ/หรือ SMS แจ้งเตือนเจ้าหน้าที่หรือผู้เกี่ยวข้องเพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยทรัพยากรน้ำในสถานการณ์ปัจจุบัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนระบบฯ

เป็นการเตรียมข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ ที่จะนำไปพัฒนาระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำและการพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวางแผนนำไปวิเคราะห์ระบบให้มีประสิทธิภาพที่ดี ได้แก่ การสำรวจพื้นที่ในการติดตั้งระบบโดยคัดเลือกพื้นที่ที่เพาะเลี้ยงของกลุ่มชาวบ้าน การศึกษาความต้องการค่าที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำของชุมชน และอุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการวัดคุณภาพน้ำ รวมไปถึงการศึกษาถึงระบบเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ที่รองรับต่อการรับส่งข้อมูลในพื้นที่การติดตั้ง เป็นต้น

การวิเคราะห์ระบบฯ

การศึกษาความต้องการค่าที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพของน้ำ การศึกษาอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการวัดคุณภาพน้ำ รวมไปถึงการศึกษาถึงระบบเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ที่รองรับต่อการรับส่งข้อมูลในพื้นที่การติดตั้ง จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการวางแผนระบบร่วมกับชาวบ้าน คุณสมบัติหลักของระบบที่ต้องการประกอบด้วย

- ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลอุณหภูมิในน้ำและในอากาศได้
- ระบบสามารถตรวจสอบค่าออกซิเจนในน้ำได้
- ระบบสามารถตรวจสอบค่าความเป็นกรดต่างในน้ำได้
- ระบบสามารถแจ้งเตือนค่าต่าง ๆ เมื่อมีค่าระดับที่อันตรายได้ โดยแจ้งเป็นสถานะแถบสี
- ระบบสามารถเปรียบเทียบระดับอุณหภูมิในน้ำ ออกซิเจนใน และความเป็นกรดต่างในน้ำในรูปแบบของกราฟได้ รวมทั้งสามารถตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ย้อนหลังได้

การออกแบบและการพัฒนาระบบฯ

การพัฒนาระบบฯ ถูกออกแบบให้ผู้ใช้งานเข้าถึงการแสดงผลและผลการวิเคราะห์ โดยอาศัยระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

อุปกรณ์ในการพัฒนาระบบฯ

ในการดำเนินการพัฒนาระบบ มีอุปกรณ์หลักในการพัฒนาประกอบด้วย

- เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 ชุด โดยใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 ขึ้นไป

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Node MCU ESP-8266
- ชุดเซนเซอร์ตรวจวัดค่า pH (ความเป็นกรด-เบส) ในน้ำ รุ่น ESEN-288
- ชุดเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำและในอากาศ รุ่น Ds-18B20
- ชุดเซนเซอร์ตรวจวัดค่าออกซิเจนในน้ำ
- ชุดปล่อยสัญญาณไวไฟ
- ระบบเซิร์ฟเวอร์ในการเก็บข้อมูล

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ปฏิบัติงานเป็นลิขสิทธิ์ของทางมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

- โปรแกรม Arduino IDE
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome
- ชุดโปรแกรมของ Microsoft office

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์นำมาจัดเตรียมข้อมูลอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปพัฒนาออกแบบระบบและแอปพลิเคชัน โดยการออกแบบและการพัฒนา ระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

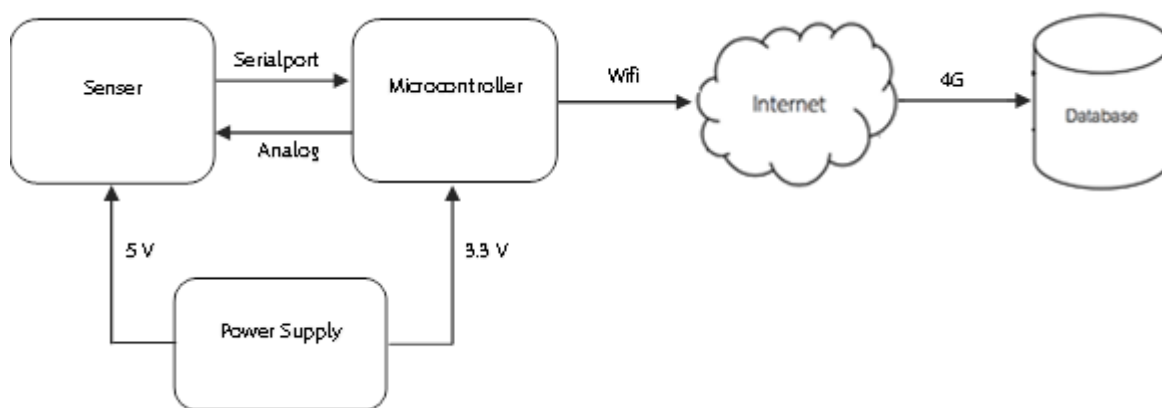
ส่วนที่ 1 การออกแบบและการพัฒนาระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำจะมีอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลหลักของระบบ โดยจะทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตั้งแต่การรับส่งคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ และรวมไปถึงการรับส่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากวัดคุณภาพน้ำไปจัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในระบบคือ Node MCU ESP 8266 เป็นแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้าง Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit และ Firmware ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่าง ๆ ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น และตัวของอุปกรณ์ยังมีโมดูล WiFi ESP 8266 เป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตทำให้การพัฒนาระบบงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับระบบของ Internet of Things (IoT) สามารถทำการพัฒนาได้ง่ายยิ่งขึ้น ในส่วนของอุปกรณ์เซนเซอร์จะทำหน้าที่ใช้วัดคุณภาพของน้ำ อุปกรณ์เซนเซอร์ทั้งหมดจะได้รับคำสั่งการทำงานจากอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่ออุปกรณ์เซนเซอร์มีคำสั่งให้ทำงาน ตัวเซนเซอร์ทั้งหมดจะทำหน้าที่ตรวจวัดค่าต่าง ๆ และจะส่งค่าที่วัดได้ไปให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลการทำงานต่อไป โดยอุปกรณ์เซนเซอร์ในการวิจัยครั้งนี้จะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ที่สำคัญคือ เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าภาวะความเป็นกรดหรือด่างในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ

ในส่วนของระบบอินเทอร์เน็ตจะเป็นตัวกลางที่ใช้ในการส่งข้อมูลค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจวัดไปจัดเก็บลงในระบบฐานข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำตัวปล่อยสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Access point) เป็นตัวเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับตัวปล่อย

สัญญาณอินเทอร์เน็ต (Access point) จะมีการเชื่อมต่อโดยผ่านระบบ Wifi และในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตระหว่างระบบฐานข้อมูล กับตัวปล่อยสัญญาณอินเทอร์เน็ต จะมีการเชื่อมต่อโดยผ่านระบบ 4G และในส่วนของการจ่ายไฟหรือจ่ายพลังงานของระบบ ได้มีการนำอุปกรณ์แบตเตอรี่ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าและนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไปจ่ายให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ โดยจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยแรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ และจ่ายให้อุปกรณ์เซนเซอร์ด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดของระบบจะเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ในการพัฒนาระบบในส่วนของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ โดยในส่วนของการไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ได้มีการพัฒนาระบบการทำงานต่าง ๆ ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ คือ ภาษา C++ (C++ Language) ซึ่งจะมีคำสั่งต่าง ๆ ไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำหน้าที่ไปสั่งงานเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ พร้อมทั้งสั่งงานให้อุปกรณ์เซนเซอร์ส่งค่าที่วัดได้มายังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป และในส่วนของการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการนำค่าที่วัดได้ไปจัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล ได้มีการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ คือ ภาษา PHP (Personal Home Page Tools) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีคำสั่งการทำงานในการอ่านเขียนข้อมูลลงฐานข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ และผู้พัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว และในระบบฐานข้อมูลได้มีการใช้ฐานข้อมูล MySQL เป็นฐานข้อมูลหลักในการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ ทั้งนี้ฐานข้อมูล MySQL มีการใช้งานง่ายและมีความรวดเร็วในการอ่านเขียนข้อมูลต่าง ๆ และเป็นระบบฐานข้อมูลที่สามารถใช้งานได้ฟรีไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ (ดังภาพที่ 1)

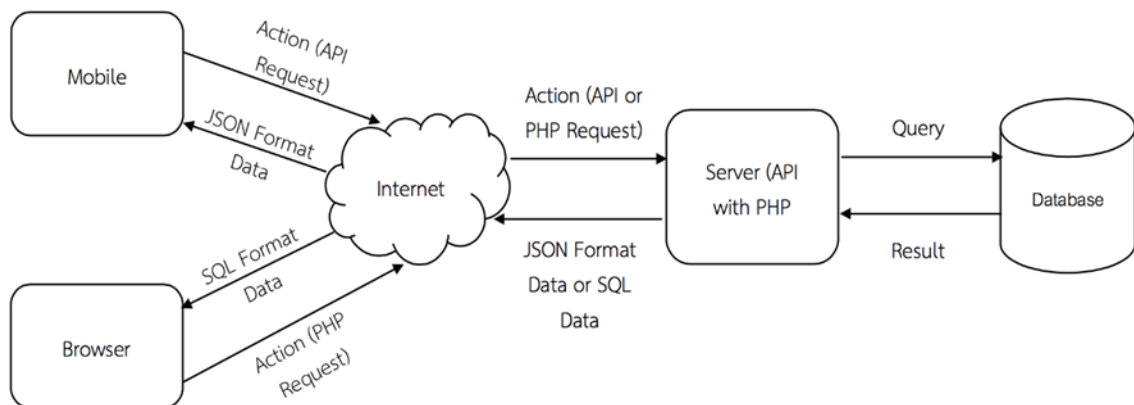


ภาพที่ 1 โครงสร้างการออกแบบระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ส่วนที่ 2 การออกแบบและการพัฒนาระบบแอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ

ระบบจะมีการจัดการฐานข้อมูลให้อยู่ในเซิร์ฟเวอร์ และติดตั้งโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลของ MySQL ซึ่งข้อดีของเซิร์ฟเวอร์ คือ จะมีระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์หากเกิดการเสียหายกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่กำลังใช้งานอยู่ระบบจะทำการย้ายให้ไปทำงานในเครื่องใหม่ทันที โดยส่วนของการทำงานบนเว็บ

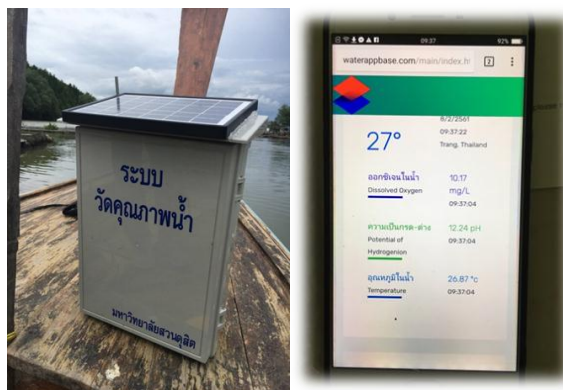
เบราว์เซอร์ มีภาษาหลัก ๆ ที่ใช้เขียนโค้ดของระบบ ประกอบด้วย HTML, PHP, jQuery, JavaScript, CSS, AJAX และติดต่อฐานข้อมูลด้วย SQL และส่วนของการทำงานบนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือมีภาษาหลัก ๆ ที่ใช้เขียนโค้ด คือ JavaScript ซึ่งจะถูกแปลงโค้ดให้เป็นแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Apache Cordova ซึ่งเมื่อมีการติดต่อกับฐานข้อมูลจะต้องทำงานผ่านชุดโปรแกรมที่เรียกว่า API (Application Programming Interface) เพื่อที่จะเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ JSON (JavaScript Object Notation) ที่เป็นรูปแบบของข้อมูลสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลให้มีขนาดเล็ก (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 โครงสร้างการออกแบบระบบในส่วนแอปพลิเคชัน

การติดตั้งระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ในการติดตั้งระบบผู้วิจัยได้นำระบบในส่วนของการตรวจวัด ซึ่งเป็นระบบที่เป็นอุปกรณ์ไปติดตั้งในพื้นที่จริง โดยได้มีการติดตั้งไว้ที่หมู่ที่ 4 บ้านเกาะเคียม ตำบลกันตังได้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง โดยได้ติดตั้งไว้บนกระชังเลี้ยงปลาของกลุ่มชาวบ้านเกาะเคียม ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากระชังเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ยังเป็นแหล่งปากแม่น้ำที่สำคัญในการเลี้ยงปลากระชัง โดยกลุ่มชาวบ้านได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการติดตั้งระบบตั้งแต่ต้นจนจบ และทางกลุ่มชาวบ้านได้มีการช่วยในการดูแลรักษาตัวระบบ อุปกรณ์ให้คงสภาพที่สมบูรณ์และพร้อมการใช้งาน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการจัดอบรมการดูแลรักษาระบบดังกล่าวให้กับกลุ่มชาวบ้านที่เลี้ยงปลากระชัง ให้สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อระบบเกิดทำงานผิดพลาด และในส่วนของแอปพลิเคชันที่ได้จากการออกแบบและพัฒนา ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ไปแนะนำวิธีการติดตั้งและใช้งานให้กับกลุ่มชาวบ้านที่เลี้ยงปลากระชัง โดยผู้วิจัยได้นำแอปพลิเคชันที่มาติดตั้งจริงลงในระบบสมาร์ตโฟนของชาวบ้านที่มีสมาร์ตโฟนที่รองรับระบบ เพื่อให้แอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาสามารถใช้งานได้จริง และจะใช้ในการของการทดสอบต่อไป (ดังภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำต้นแบบและแอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือ ได้นำเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นไปทำการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด จากสถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยเครื่องมือที่ทางสถาบันทรัพยากรธรรมชาติฯ ได้นำมาเป็นเครื่องมือสอบมาตรฐาน คือ เครื่องมือการตรวจวัดคุณภาพน้ำ รุ่น U-50 Multiparameter Water Quality Meter (ดังภาพที่ 4)

ทำการสอบเทียบค่ามาตรฐานเครื่องมือวัด 3 ค่า คือ ค่าระดับความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายในน้ำ (pH) ค่าระดับปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO) และค่าระดับอุณหภูมิในน้ำ (Water Temperature) ทำการสอบเทียบด้วยน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ในแต่ละแหล่งจำนวน 50 ครั้งแล้วนำมารายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยโดยผลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดทั้ง 3 ค่าพบว่าอยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ ผลการสอบเทียบมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 1



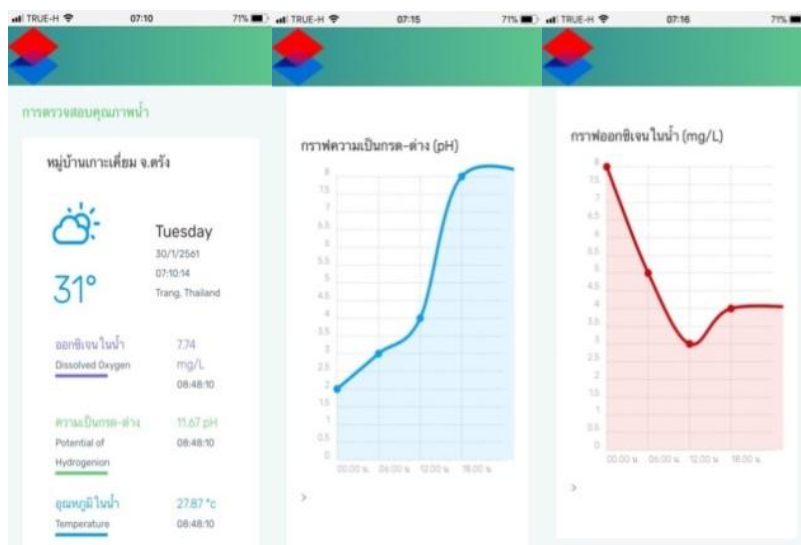
ภาพที่ 4 เครื่องมือที่ใช้สอบเทียบมาตรฐาน

ตารางที่ 1 ผลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

การตรวจวัด	มาตรฐานสอบเทียบ	ค่าการวัดของเครื่องมือวัด	เครื่องมือที่พัฒนาขึ้น	ความถูกต้อง (Accuracy)
ความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายในน้ำ (pH)	สารละลายมาตรฐาน pH = 4.00	4.00	4.25	± 0.25
	สารละลายมาตรฐาน pH = 7.00	7.1	7.3	± 0.3
	สารละลายมาตรฐาน pH = 10.00	10.2	10.4	± 0.4
	น้ำประปา	5.61	5.72	± 0.1
	น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ	8.25	8.14	± 0.09
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	สารละลายมาตรฐาน DO = 0 mg/L	0.01 mg/L	0.57 mg/L	± 0.5
	สารละลายมาตรฐาน DO = 4 mg/L	4.03 mg/L	4.57 mg/L	± 0.57
	น้ำประปา	6.26 mg/L	6.17 mg/L	± 0.09
	น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ	7.17 mg/L	7.35 mg/L	± 0.22
ระดับอุณหภูมิของน้ำ (Water Temperature)	Temp $\approx$ 25.00 °C	25.01 °C	25.50 °C	± 0.45
	Temp $\approx$ 27.00 °C	27.14 °C	28.00 °C	± 0.86
	Temp $\approx$ 34.00 °C	34.02 °C	34.50 °C	± 0.42

การทดสอบระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

นาระบบที่เป็นอุปกรณ์ไปติดตั้งในพื้นที่จริง และนำแอปพลิเคชันมาทดลองใช้งานจริงเพื่อหาข้อผิดพลาดต่าง ๆ และได้มีการนำแอปพลิเคชันไปทำการศึกษาความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อได้ทราบความต้องการที่แท้จริงจากผู้ใช้งานต่อไป โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นกลุ่มผู้เลี้ยงปลากระชัง ในหมู่บ้านเกาะเคียม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง จำนวนทั้งหมด 85 ราย เครื่องมือในการวิจัยการศึกษาความพึงพอใจ คือ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 5 การแสดงผลระบบฯ ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน

การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือในแต่ละด้าน พบว่า ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.56 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านในภาพรวมมีผลความพึงพอใจดังนี้ ด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.69 ด้านภาพรวมของแอปพลิเคชัน มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.64 ด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอปพลิเคชัน มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.64 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.84 และด้านการใช้งานของแอปพลิเคชันมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.07 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
1. กระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.63	0.51	92.69	มากที่สุด
2. ภาพรวมของแอปพลิเคชัน	4.58	0.52	91.64	มากที่สุด
3. รูปแบบและภาพลักษณ์ของแอปพลิเคชัน	4.64	0.53	92.84	มากที่สุด
4. การใช้งานของแอปพลิเคชัน	4.65	0.52	93.07	มากที่สุด
ภาพรวม	4.63	0.52	92.56	มากที่สุด

เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านตามลำดับพบว่า ด้านการใช้งานของแอปพลิเคชัน มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด รองลงมาคือด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอปพลิเคชัน กระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชันและภาพรวมของแอปพลิเคชันตามลำดับ และหากพิจารณาระดับความพึงพอใจในแต่ละข้อของแต่ละด้าน สามารถศึกษาความพึงพอใจในแต่ละข้อในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน

เมื่อพิจารณาในหัวข้อย่อยตามลำดับจะพบว่า ขั้นตอนการในการติดตั้งแอปพลิเคชัน ง่าย และเหมาะสมมีระดับความพึงพอใจในระดับมาก รองลงมาคือ ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเรียนรู้และใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงผลสามารถเข้าใจได้ง่ายและเพียงพอต่อความต้องการ สามารถเข้าใจและใช้งานแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็ว ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
1.1 ขั้นตอนในการติดตั้งแอปพลิเคชัน ง่าย และเหมาะสม	4.72	0.45	94.33	มากที่สุด
1.2 สามารถเข้าใจและใช้งานแอปพลิเคชัน ได้อย่างรวดเร็ว	4.57	0.53	91.34	มากที่สุด
1.3 สามารถเรียนรู้และใช้งาน ได้อย่างรวดเร็ว	4.66	0.51	93.13	มากที่สุด
1.4 ข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงผลสามารถเข้าใจได้ง่ายและเพียงพอต่อความต้องการ	4.60	0.52	91.94	มากที่สุด
ภาพรวม	4.63	0.51	92.69	มากที่สุด

ด้านภาพรวมของแอปพลิเคชัน

เมื่อพิจารณาในหัวข้อย่อยตามลำดับจะพบว่า ความพึงพอใจในแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานและเข้าใจได้ง่ายระดับใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก รองลงมาคือแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว มีความทันสมัยของรูปแบบและความน่าสนใจในแอปพลิเคชัน ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านภาพรวมของแอปพลิเคชัน

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
2.1 ความพึงพอใจกับความน่าสนใจในแอปพลิเคชัน	4.52	0.53	90.45	มากที่สุด
2.2 ความสามารถใช้งานและเข้าใจได้ง่าย	4.69	0.47	93.73	มากที่สุด
2.3 ความทันสมัยของรูปแบบแอปพลิเคชัน	4.54	0.56	90.75	มากที่สุด
2.4 แอปพลิเคชัน สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว	4.58	0.50	91.64	มากที่สุด
ภาพรวม	4.58	0.52	91.64	มากที่สุด

ด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอปพลิเคชัน

เมื่อพิจารณาในหัวข้อย่อยพบว่า ข้อที่มีระดับความพึงพอใจสูงสุด คือ ข้อมูลต่าง ๆ ภายในแอปพลิเคชัน รองลงมาคือ ขนาดของตัวอักษร รูปแบบของตัวอักษรและสีเส้นตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอปพลิเคชัน

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
3.1 ขนาดของตัวอักษรภายในแอปพลิเคชัน	4.67	0.47	93.43	มากที่สุด
3.2 รูปแบบของตัวอักษรภายในแอปพลิเคชัน	4.61	0.55	92.24	มากที่สุด
3.3 สีเส้นของตัวอักษรภายในแอปพลิเคชัน	4.60	0.60	91.94	มากที่สุด
3.4 ข้อมูลต่าง ๆ ภายในแอปพลิเคชัน	4.69	0.47	93.73	มากที่สุด
ภาพรวม	4.64	0.53	92.84	มากที่สุด

ด้านการใช้งานของแอปพลิเคชัน

ภาพรวมของการใช้งานของแอปพลิเคชัน โดยในภาพรวมด้านการใช้งานของแอปพลิเคชัน มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.07 ดังแสดงในตารางที่ 6

เมื่อพิจารณาในหัวข้อย่อยตามลำดับจะพบว่า ข้อที่มีระดับความพึงพอใจสูงสุด คือ ความเร็วในการตอบสนองของแอปพลิเคชัน รองลงมา คือ แอปพลิเคชันสามารถอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ถูกต้อง และความเป็นประโยชน์ของแอปพลิเคชัน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านการใช้งานของแอปพลิเคชัน

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
4.1 แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ถูกต้อง	4.60	0.49	91.94	มากที่สุด
4.2 สามารถอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล	4.61	0.58	92.24	มากที่สุด
4.3 ความเร็วของการตอบสนองของแอปพลิเคชัน	4.69	0.50	93.73	มากที่สุด
4.4 แอปพลิเคชันมีประโยชน์ต่อท่านมากน้อยเพียงใด	4.58	0.58	91.64	มากที่สุด
4.5 โดยรวมท่านมีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันในระดับใด	4.79	0.41	95.82	มากที่สุด
ภาพรวม	4.63	0.52	93.07	มากที่สุด

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ผู้ใช้งานมีความต้องการให้มีการสอนการใช้งานแอปพลิเคชันอย่างละเอียด รองลงมา คือ แอปพลิเคชันควรมีตัวอักษรที่ใหญ่และมองเห็นง่าย และควรมีการวัดความเที่ยงตรงของเซนเซอร์อยู่เป็นประจำ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ		
	จำนวน	ร้อยละ
1. ควรมีการสอนการใช้งานแอปพลิเคชันอย่างละเอียด	5	50.00
2. แอปพลิเคชันควรมีตัวอักษรที่ใหญ่ และมองเห็นง่าย	3	30.00
3. ควรมีการวัดความเที่ยงตรงของเซนเซอร์อยู่เป็นประจำ	2	20.00
ภาพรวม	10	100.00

บทสรุปผลการวิจัย

ระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผู้เลี้ยงปลาในกระชัง จังหวัดตรังผ่านระบบแอปพลิเคชัน มีกระบวนการของการพัฒนาระบบฯ ดังนี้

การวางแผนระบบฯ

คัดเลือกพื้นที่ติดตั้งระบบที่ชุมชนเพาะเลี้ยงปลาในกระชังชายฝั่งทะเล ตำบลกันตังได้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง การศึกษาความต้องการค่าที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำของชุมชน จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการวางแผนระบบร่วมกับชาวบ้าน คุณสมบัติหลักของระบบที่ต้องการประกอบด้วย ความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลอุณหภูมิในน้ำและในอากาศ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดต่างในน้ำ

การออกแบบและการพัฒนาระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำจะมีอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลหลักของระบบ โดยจะทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตั้งแต่การรับส่งคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยอุปกรณ์เซนเซอร์ในการวิจัยครั้งนี้จะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ที่สำคัญคือ เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าภาวะความเป็นกรดหรือด่างในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำและอากาศ จากนั้นนำไปจัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล ระบบอินเตอร์เน็ตจะเป็นตัวกลางที่ใช้ในการส่งข้อมูลค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจวัดไปจัดเก็บลงในระบบฐานข้อมูลและในระบบฐานข้อมูลได้มีการใช้ฐานข้อมูล MySQL เป็นฐานข้อมูลหลักในการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ ส่วนของการทำงานบนแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ JavaScript จะถูกแปลงโค้ดให้เป็นแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Apache Cordova เมื่อมีการติดต่อกับฐานข้อมูลจะต้องทำงานผ่านชุดโปรแกรมที่เรียกว่า API (Application Programming Interface) เพื่อที่จะเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ JSON (Java Script Object Notation) ที่เป็นรูปแบบของข้อมูลสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลให้มีขนาดเล็ก

รูปแบบการบริหารจัดการน้ำด้วยระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชน

สำหรับการมีส่วนร่วมของชุมชน มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ประชาชนที่เป็นบุคคลหรือคณะบุคคลเข้ามามีส่วนร่วมในขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินการพัฒนาช่วยเหลือ สนับสนุนทำประโยชน์ในเรื่องต่าง ๆ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ ร่วมดำเนินการ ร่วมรับผลประโยชน์ และร่วมประเมินผล เพื่อให้เกิดการยอมรับ และก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดกันทุกฝ่าย การมีส่วนร่วมของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง จังหวัดตรัง ในการบริหารจัดการน้ำด้วยระบบสารสนเทศ เพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ สอดคล้องกับ สมสงวน ปัสสาโก

(2553) ที่มีการให้ประชาชน องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น หน่วยงานภาครัฐเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ โดยรูปแบบการมีส่วนร่วมมีดังนี้

กลุ่มชาวบ้านเมื่อได้รับรู้ว่าจะมีการนำระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือชาวบ้านมีทัศนคติที่ดีในการนำระบบดังกล่าวมาติดตั้งโดยให้ความสนใจและความประสงค์หรือความมุ่งหมายในการมีส่วนร่วมเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ กลุ่มชาวบ้านได้มีส่วนร่วมกันดูแลรักษาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ได้มีการติดตั้งไว้ โดยทางผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 4 บ้านเกาะเคียม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ได้มีการกำหนดฉันทานุมัติให้ตัวแทน กลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังและกลุ่มบ้านบ้านที่เกี่ยวข้อง มีความเชื่อมั่นและไว้วางใจในระบบดังกล่าว และในบางครั้งระบบไม่สามารถทำงานได้หรือเกิดปัญหาขึ้นทางตัวแทนกลุ่มชาวบ้านได้มีการโทรศัพท์มาแจ้งกับผู้วิจัยเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร นอกจากนี้ตัวแทนกลุ่มชาวบ้านจะมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้วิจัยเข้ามาช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดการทำงาน ผู้ใช้งานระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยสามารถเข้าถึงข้อมูล และมีกระบวนการตรวจสอบข้อมูลได้อย่างโปร่งใสและเป็นอิสระจากแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ ผู้วิจัยเปิดโอกาสประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอจะได้เห็นได้จาก หมู่บ้านใกล้เคียง ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ที่มีการเพาะเลี้ยงปลากระชังเมื่อทราบว่าทางชุมชนบ้านเกาะเคียม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ได้มีการติดตั้งระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทางตำบลหรือชุมชนใกล้เคียงมีความสนใจเป็นอย่างมากที่ต้องการให้มีระบบดังกล่าวไปติดตั้งในตำบลหรือชุมชนของตนเอง สามารถพัฒนาระบบและการมีส่วนร่วมที่ก้าวไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่องเครือข่ายการมีส่วนร่วมจึงเป็นกระบวนการเชื่อมโยงสมาชิกในชุมชนหรือเชื่อมโยงองค์กรการมีส่วนร่วมกับสมาชิก ประชาชน และกลุ่ม/องค์กรต่าง ๆ ในชุมชนเข้าด้วยกัน เป็นการพัฒนาระบบเครือข่ายระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือต่อไปในอนาคต

ระบบมีความสามารถในการรวบรวมและนำเสนอข้อมูลสภาพแวดล้อมในระบบมือถือได้ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและการประเมินผลได้กลายเป็นสิ่งสำคัญสำหรับโปรแกรมการจัดการทรัพยากรน้ำ ระบบถูกออกแบบตามการแก้ปัญหาที่มีการวิเคราะห์ ระบบตรวจวัดสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำแบบไร้สายมีการใช้งานแพร่หลายในประเทศกำลังพัฒนา การพัฒนาต้นแบบของระบบตามฟังก์ชันการทำงานของระบบและการประยุกต์ใช้ปฏิบัติในสภาพแวดล้อมจริง เช่นเดียวกับการออกแบบของ Faustine และ Mvuma (2014) การตรวจวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0-80°C และมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.5 °C ค่าความเป็นกรดต่างวัดได้ตั้งแต่ 0-14 และมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.05 หน่วยของความเข้มข้นค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) วัดได้ตั้งแต่ 0-20 mg/l และมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.05 ใกล้เคียงกับ Jiang และคณะ (2009) ที่พัฒนาระบบอุปกรณ์ตรวจวัดเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายไร้สาย

ผลของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือในแต่ละด้าน พบว่า ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุดทั้งในด้านการใช้งานของแอปพลิเคชัน รูปแบบและภาพลักษณ์ของแอปพลิเคชัน กระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน และภาพรวมของแอปพลิเคชัน

เอกสารอ้างอิง/References

- กรรณิกา ชมดี. (2524). การมีส่วนร่วมของประชาชนที่มีต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจ: ศึกษาเฉพาะกรณีโครงการสารภี ตำบลท่าช้าง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- กฤษฎากรณ์ ยุงทอง. (2555). การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดทำแผนพัฒนาเทศบาลตำบลนาजू อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์. สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- เจิมศักดิ์ ปิ่นทอง. (2527). การระดมประชาชนเพื่อการพัฒนาชนบท การบริหารงานพัฒนาชนบท. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์.
- หัตถดาว บุญปาล. (2530). ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเข้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมทางการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือนในเขตพื้นที่ตำบลสวก อำเภอเมือง จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ ไทยาภิรมย์. (2526). การพัฒนาชุมชน: วิธีการระดมการมีส่วนร่วมของชุมชน. นิตยสารกรมประชาสัมพันธ์.
- นันท์ชพร การสมดี. (2554). การมีส่วนร่วมการพัฒนาท้องถิ่นของประชาชนในเขตเทศบาลตำบลเมืองเส้น อำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่. รายงานการวิจัย วช..
- ไพรัตน์ เตชะรินทร์. (2527). นโยบายและกลวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชน ในยุทธศาสตร์การพัฒนาปัจจุบันการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา. กรุงเทพมหานคร: ศักดิ์โสภารพิมพ์.
- อคิน รพีพัฒน์. (2527). การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาชนบทในสภาพสังคม และวัฒนธรรมไทย. กรุงเทพมหานคร: ศักดิ์โสภารพิมพ์.
- Champanis, M. & Rivett, U. (2015). Reporting Water Quality – A Case Study of a Mobile Phone Application for Collecting Data in Developing Countries. Proceedings of the Fifth International Conference on Information and Communication Technologies and Development. 105-113.
- Faustine, A., Mvuma, N.A. (2014). Ubiquitous Mobile Sensing for Water Quality Monitoring and Reporting within Lake Victoria Basin Wireless Sensor Network, (6). 257-264.

- Ferdoush, S., Li, X. (2014). Wireless Sensor Network System Design using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications. *Procedia Computer Science*. (34). 103 – 110.
- Gunda, N.S.K. Naicker, S., Shinde, S., Kimbahune, S., Shrivastava., S., & Mitra, S. (2014). Mobile Water Kit (MWK): a smartphone compatible low-cost water monitoring system for rapid detection of total coliform and E. coli. *Analytical Methods*. Issue 16.
- Jiang, P., Xia, H., He, Z., & Wang, Z. (2009). Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks. *Sensors*. (9).
- Jonoski, A., Almoradie, A., Khan, K., Popescu, I., & van Andel S. J. (2013). Google Android mobile phone applications for water quality information management. *Journal of Hydroinformatic*. 15(4).
- Kotsilieris; T., Karetsos., T.G. (2008). A Mobile Agent Enabled Wireless Sensor Network for River Water Monitoring. *The Fourth International Conference on Wireless and Mobile Communications*, 2008. 346 – 351.
- Othman, M.F., Shazali, K. (2012). Wireless Sensor Network Applications: A Study in Environment Monitoring System. *Procedia Engineering* (41) 1204 – 1210.
- Yamane,T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. 3rd ed. Newyork: Harper and Row.