บทที่ 4

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานของลุ่มน้ำตรัง

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำตรัง (รหัสลุ่มน้ำสาขา 25.09) มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 3,853 ตร.กม. แม่น้ำตรัง เป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดตรัง มีความยาวประมาณ 123 กิโลเมตร มีลำน้ำสาขาที่สำคัญ 8 สาย ได้แก่ คลองชี คลองท่าประดู่ คลองกะปาง คลองมวน คลองยางยวน คลองลำภูรา คลองนางน้อย และคลองสว่าง ไหลผ่านท้องที่จังหวัดตรัง 5 อำเภอ คือ อำเภอรัษฎา อำเภอห้วยยอด อำเภอวังวิเศษ อำเภอเมืองตรัง และอำเภอกันตัง แล้วไหลลงทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย ที่ปากน้ำกันตัง อำเภอกันตัง

ภาพที่ 4.1 พื้นที่ลุ่มน้ำตรัง

สภาพภูมิอากาศ พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำตรังอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังมีพายุดีเปรสชั่นและพายุไต้ฝุ่นซึ่งมาจากทะเลจีนใต้พัดผ่านเข้ามาเป็นครั้งคราว ส่งผลทำให้เกิดฤดูกาลต่างๆ ได้แก่ ฤดูฝนจะเกิดในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม และฤดูแล้งจะเกิดในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม

ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย 2,189.5 มม. ต่อปี โดยเป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน (เม.ย.-พ.ย.) ประมาณร้อยละ 85.3 ของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย และเป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้ง (ธ.ค.-มี.ค.) ประมาณร้อยละ 14.7 ของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย และเดือนที่มีปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยสูงสุดคือเดือนพฤศจิกายน

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำตรัง มีพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 77.73 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่เกษตรกรรมที่ปลูกมากที่สุด ได้แก่ ยางพารา คิดเป็นร้อยละ 67.06 ของพื้นที่ลุ่มน้ำรองลงมาได้แก่ นาข้าว ปาล์มน้ำมัน ไม้ผลผสม ตามลำดับ

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำตรัง ประกอบด้วยป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณ โดยมีอุทยานแห่งชาติ 1 แห่ง คือ อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า 1 แห่งคือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด พื้นที่ป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 16.71 พื้นที่ป่าไม้ที่มีมากที่สุด ได้แก่ ป่าดิบ คิดเป็นร้อยละ 15.37 ของพื้นที่ลุ่มน้ำรองลงมา ได้แก่ ป่าไม้ผลัดใบ โดยมีพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ร้อยละ 3.44 ของลุ่มน้ำ

ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำตรัง มีพื้นที่รับน้ำ 3,853 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำตรัง ประมาณ 3,124.99 ล้าน ลบ.ม./ปี ศักยภาพในการเก็บกักน้ำบาดาล 972 ล้าน ลบ.ม./ปี เป็นปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาใช้ได้ประมาณ 10 ล้าน ลบ.ม./ปี คิดเป็นร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนาได้ซึ่งมีค่าประมาณ 225 ล้าน ลบ.ม/ปี

ปัญหาน้ำท่วมในอดีตไม่เป็นปัญหารุนแรงมากนักแต่จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการขยายตัวของชุมชน มีแนวโน้มจะมีปัญหามากขึ้น ซึ่งจังหวัดตรังและประสบปัญหาน้ำท่วมในลักษณะการเกิดน้ำท่วมขัง จากการขยายตัวของชุมชนที่อยู่ริมลำน้ำและที่ราบริมทะเลมีระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเล ทำให้การระบายน้ำมีจำกัด หน่วยงานท้องถิ่นจะต้องมีมาตรการที่จะรักษาสภาพการระบายน้ำอย่างน้อยให้คงสภาพไว้ เพราะแนวโน้มประมาณน้ำท่าจะสูงขึ้น

จากข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 คุณภาพน้ำของแม่น้ำตรังตอนบนอยู่ในเกณฑ์ดี และแม่น้ำตรังตอนล่างช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้

ชุมชนเป้าหมาย

ชุมชนเป้าหมายคือหมู่บ้านชาวประมง ชุมชนเพาะเลี้ยงปลาในกระชังชายฝั่งทะเล ต. กันตังใต้ อ. กันตัง จ.ตรัง จากข้อมูลสำนักงานประมงจังหวัดตรังในปี 2557 มีการเลี้ยงปลาทั้งสิ้น 523 กระชัง มูลค่าการผลิตประมาณ 155 ล้านบาท โดยส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงปลากะพงในกระชังขนาด 4*4 เมตร แบบลอยสูงขึ้นจากผิวน้ำ ให้อาหารเป็นปลาสด เลี้ยงปีละ 2 ครั้งขายแบบยกกระชัง ในราคากิโลกรัมละ 150-200 บาท/ กิโลกรัม ระดับความลึกของน้ำที่เลี้ยงปลาอยู่ที่ 1.5 เมตร ปัญหาที่ชาวบ้านให้ความสำคัญมากที่สุด คือคุณภาพของน้ำ

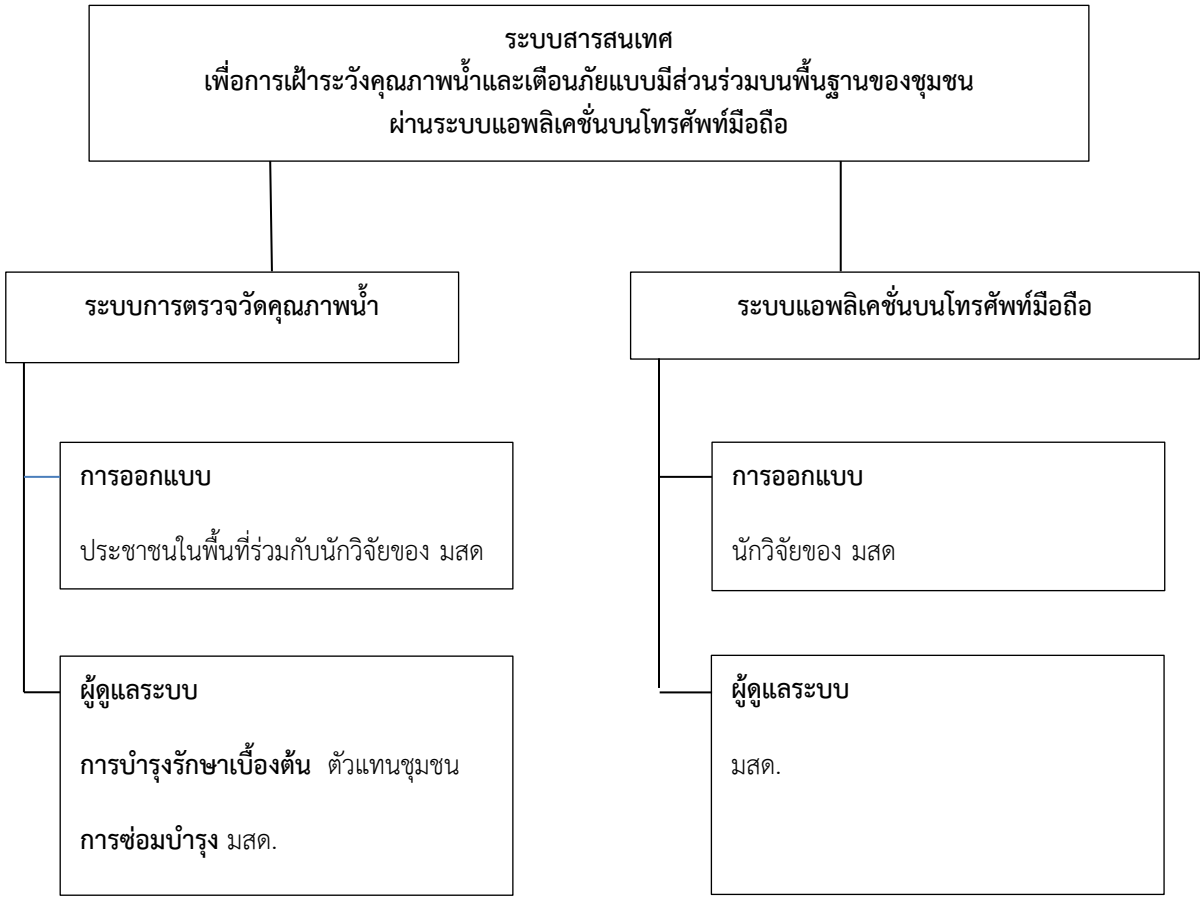
ภาพที่ 4.2 ปัญหาการตายของปลาจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

จากการสำรวจเบื้องต้นบริเวณโดยรอบมีร้านอาหารทะเลริมแม่น้ำ และทาจอดเรือประมงขนาดเล็ก กิจกรรมที่อาจสงผลกระทบตอคุณภาพน้ำ คือ น้ำทิ้งจากครัวเรือนที่ตั้งริมน้ำคอนข่างหนาแนน มีการกอสร่างบอเกรอะด่วยทอซีเมนต น้ำทิ้งจากกิจกรรมประมง และการทิ้งขยะสูแหลงน้ำ นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังประสบปัญหาน้ำจืดหลากในพื้นที่ส่งผลกระทบต่อปลาในกระชัง โดยชุมชนหรือเกษตรกรไม่สามารถคาดการณ์ความแปรปรวนของสภาพอากาศได้ด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ตนมี ขนาดพื้นที่ของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ: จากเมื่อก่อนที่ผลกระทบเกิดในพื้นที่เล็กๆ รับมือได้ในชุมชน ปัจจุบันมีแนวโน้มที่วิกฤตเกิดขึ้นในพื้นที่ที่กว้างขึ้น การรับมือกับผลกระทบต้องการการเชื่อมร้อยความช่วยเหลือในพื้นที่ที่กว้างกว่าชุมชนใดชุมชนหนึ่ง ผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งเชิงเวลาและพื้นที่: การรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต้องการการคำนึงความเชื่อมโยงของผลกระทบระยะสั้นระยะยาว

รูปแบบการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชน

จากการประชุมหารือร่วมกับผู้นำชุมชนและตัวแทนประชาชน เพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนในพื้นที่ได้อย่างตรงจุด ผู้วิจัยนำเสนอหลักการของระบบ ตลอดจนหารือกำหนดตำแหน่งติดตั้งสถานีวัดคุณภาพน้ำที่เหมาะสมร่วมกัน

ชุมชนเพาะเลี้ยงปลาในกระชังชายฝั่งทะเล ต. กันตังใต้ อ. กันตัง จ.ตรัง เป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากระชังเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัย ผู้นำชุมชนและตัวแทนประชาชน ได้กำหนดจุดดังกล่าวเป็นบริเวณติดตั้งระบบ โดยชุมชนดังกล่าวมีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ด้านคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงปลามาเป็นระยะเวลานาน ทางกลุ่มชาวบ้านสามารถใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น จากการประชุมผู้วิจัยจะทำการจัดอบรมการดูแลรักษาระบบดังกล่าวให้กับกลุ่มชาวบ้านที่เลี้ยงปลากระชัง ให้สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อระบบเกิดทำงานผิดพลาดได้ เพื่อการช่วยในการดูแลรักษาตัวระบบอุปกรณ์ให้คงสภาพที่สมบูรณ์ ทั้งนี้ ในส่วนของแอพพลิเคชั่นที่ได้จากการออกแบบและพัฒนา ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ไปแนะนำวิธีการติดตั้งและใช้งานให้กับกลุ่มชาวบ้านที่เลี้ยงปลากระชัง โดยผู้วิจัยได้นำแอพพลิเคชั่นที่มาติดตั้งจริงลงในระบบสมาร์ทโฟนของชาวบ้านที่มีสมาร์ทโฟนที่รองรับระบบ เพื่อให้แอพพลิเคชั่นที่ได้พัฒนาสามารถใช้งานได้จริง และจะใช้ในการของการทดสอบต่อไป รูปแบบการบริหารจัดการฯ ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 รูปแบบการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชน

กระบวนการของการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ

การวางแผนระบบฯ

เป็นการเตรียมข้อมูลที่สำคัญต่างๆ ที่จะนำไปพัฒนาระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำและการพัฒนาแอพพลิเคชั่น เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวางแผนนำไปวิเคราะห์ระบบให้มีประสิทธิภาพที่ดี เช่น การสำรวจพื้นที่ในการติดตั้งระบบโดยคัดเลือกพื้นที่ที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังปลาของกลุ่มชาวบ้าน การศึกษาความต้องการค่าที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำของชุมชน และอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการวัดคุณภาพน้ำ รวมไปถึงการศึกษาถึงระบบเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ที่รองรับต่อการรับส่งข้อมูลในพื้นที่การติดตั้ง เป็นต้น

การวิเคราะห์ระบบฯ

จากการนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการวางแผนนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ถึงข้อมูลที่เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบที่จะทำการออกแบบ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ออกแบบระบบเป็นข้อมูลที่ส่งผลให้ระบบบมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับความต้องการและสภาพพื้นที่การใช้งาน รวมไปถึงตรงกับความต้องการของชุมชนที่ต้องการนำผลที่ได้ไปใช้ในการตรวจสอบไปใช้งานได้จริง โดยการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ ทั้งที่เป็นฮาร์แวร์และซอฟ์แวร์ที่มีความเหมาะสมต่อระบบและทั้งนี้จะต้องมีต้นทุนที่ประหยัดและใช้งานได้มีประสิทธิภาพ การศึกษาความต้องการค่าที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพของน้ำ การศึกษาอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการวัดคุณภาพน้ำ รวมไปถึงการศึกษาถึงระบบเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ที่รองรับต่อการรับส่งข้อมูลในพื้นที่การติดตั้ง เป็นต้น จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการวางแผนระบบร่วมกับชาวบ้าน คุณสมบัติหลักของระบบที่ต้องการประกอบด้วย

1. ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลอุณหภูมิในน้ำและในอากาศได้
2. ระบบสามารถตรวจสอบค่าออกซิเจนในน้ำได้
3. ระบบสามารถตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่างในน้ำได้
4. ระบบสามารถแจ้งเตือนค่าต่างๆ เมื่อมีค่าระดับที่อันตรายได้ โดยแจ้งเป็นสถานะแถบสี
5. ระบบสามารถเปรียบเทียบระดับอุณหภูมิในน้ำ ออกซิเจนใน และ ความเป็นกรดด่างในน้ำ ในรูปแบบของกราฟได้
6. ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลต่างๆ ย้อนหลังได้เ

การออกแบบและการพัฒนาระบบฯ

การพัฒนาระบบฯ ถูกออกแบบให้ผู้ใช้งานเข้าถึงการแสดงข้อมูลและผลการวิเคราะห์ โดยอาศัยระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet network) โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

อุปกรณ์ในการพัฒนาระบบฯ

ในการดำเนินการพัฒนาระบบ มีอุปกรณ์หลักในการพัฒนาประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 ชุด โดยใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 ขึ้นไป
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Node MCU ESP-8266
3. ชุดเซนเซอร์ตรวจวัดค่า pH (ความเป็นกรด-เบส) ในน้ำ รุ่น ESEN-288
4. ชุดเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำและในอากาศ รุ่น Ds-18B20
5. ชุดเซนเซอร์ตรวจวัดค่าออกซิเจนในน้ำ
6. ชุดแผงโซล่าเซลล์
7. ชุดปล่อยสัญญาณไวไฟ
8. ระบบเครื่อง Server
9. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ปฏิบัติงาน

    9.1 โปรแกรม Arduino IDE

    9.2 โปรแกรม Sublime Text

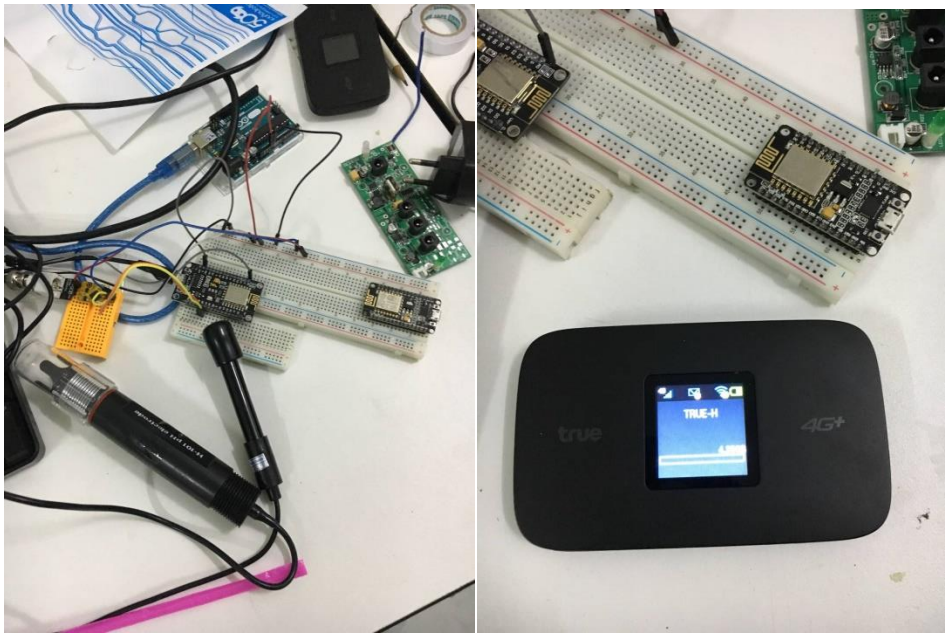
9.3 โปรแกรม Dreamweaver

9.4 โปรแกรม Adobe Photoshop

9.5 โปรแกรม Apache Cordova

9.6 โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ เช่น Google Chrome, Safari, Firefox

9.7 ชุดโปรแกรมของ Microsoft office



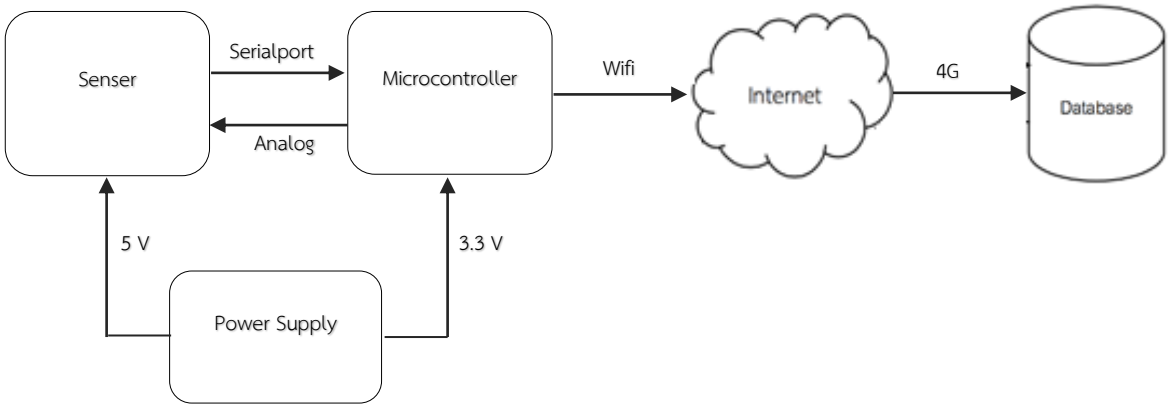
ภาพที่ 4.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบฯ

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์นำมาจัดเตรียมข้อมูลอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เพื่อที่จะนำไปพัฒนาออกแบบระบบและแอพพลิเคชั่น โดยการออกแบบและการพัฒนา ระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

การออกแบบและการพัฒนาระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำจะมีอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวประมวลผลหลักของระบบ โดยจะทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตั้งแต่การรับส่งคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ และรวมไปถึงการรับส่งข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากวัดคุณภาพน้ำไปจัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้ในระบบคือ Nodemcu Esp8266 ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit และ Firmware ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่าง ๆ ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น และตัวของอุปกรณ์ยังมีโมดูล WiFi ESP8266 ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตทำให้การพัฒนาระบบงานต่างที่เกี่ยวกับระบบของ Internet of Things (IoT) สามารถทำการพัฒนาได้ง่ายยิ่งขึ้น ในส่วนของอุปกรณ์เซนเซอร์จะทำหน้าที่ใช้วัดคุณภาพของน้ำและสภาพอากาศของพื้น ทั้งนี้อุปกรณ์เซนเซอร์ทั้งหมดจะได้รับคำสั่งการทำงานจากอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งเมื่ออุปกรณ์เซนเซอร์มีคำสั่งให้ทำงาน ตัวเซนเซอร์ทั้งหมดจะทำหน้าที่ตรวจวัดค่าต่าง ๆ และจะส่งค่าที่วัดได้ไปให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ทำการประมวลผลการทำงานต่อไป โดยอุปกรณ์เซนเซอร์ในการวิจัยครั้งนี้จะประกอบไปด้วยเซนเซอร์ที่สำคัญคือ เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าภาวะความเป็นกรดหรือด่างในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำและอากาศ

ในส่วนของระบบอินเตอร์เน็ตจะเป็นตัวกลางที่ใช้ในการส่งข้อมูลค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจวัดไปจัดเก็บลงในระบบฐานข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำตัวปล่อยสัญญาณอินเตอร์เน็ต (Access point) เป็นตัวเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต โดยการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์กับตัวปล่อยสัญญาณอินเตอร์เน็ต (Access point) จะมีการเชื่อมต่อโดยผ่านระบบ Wifi และในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตระหว่างระบบฐานข้อมูล กับตัวปล่อยสัญญาณอินเตอร์เน็ต (Access point) จะมีการเชื่อมต่อโดยผ่านระบบ 4G และในส่วนของภาคจ่ายไฟหรือจ่ายพลังงานของระบบ ได้มีการนำระบบโซล่าเซลล์มาทำหน้าที่หลักในการจ่ายพลังงานให้ระบบทั้งหมด โดยโซล่าเซลล์จะเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยจะมีการจัดเก็บพลังงานดังกล่าวลงในไปในอุปกรณ์แบตเตอรี่ ซึ่งอุปกรณ์แบตเตอรี่จะทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าและนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไปจ่ายให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ โดยจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ด้วยแรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ และจ่ายให้อุปกรณ์เซนเซอร์ด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ซึ่งแรงดันฟ้าทั้งหมดของระบบจะเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง



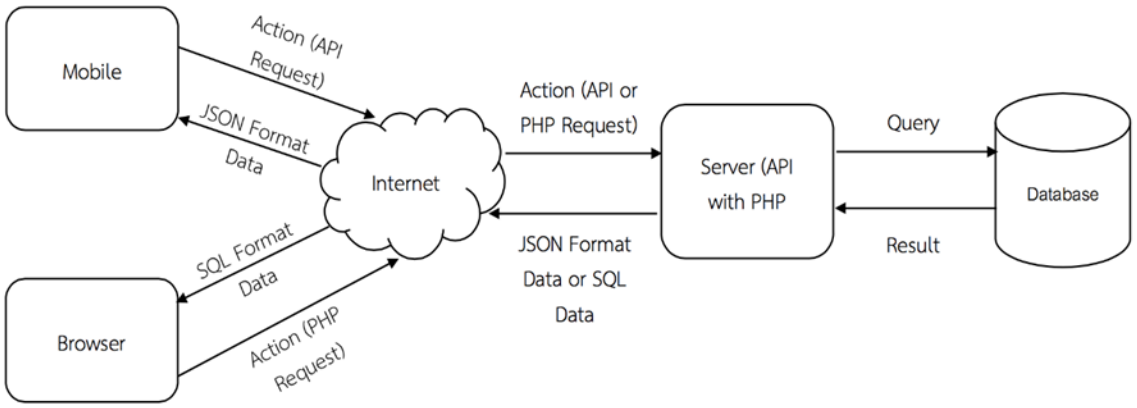
ภาพที่ 4.5 โครงสร้างการออกแบบระบบในส่วนระบบการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ในการพัฒนาระบบในส่วนของภาษาคอมพิวเตอร์ได้มีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ โดยในส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์และเซนเซอร์ได้มีการพัฒนาระบบการทำงานต่าง ๆ ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ คือ ภาษา c++ (c++ Language) ซึ่งจะมีคำสั่งต่างๆ ไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ให้ทำหน้าที่ไปสั่งงานเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ พร้อมทั้งสั่งงานให้อุปกรณ์เซนเซอร์ส่งค่าที่วัดด้มายังไมโครคอนโทรเลอร์ต่อไป และในส่วนของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการนำค่าที่วัดได้ไปจัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล ได้มีการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ คือ ภาษา PHP (Personal Home Page Tools) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีคำสั่งการทำงานในการอ่านเขียนข้อมูลลงฐานข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ และผู้พัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว และในระบบฐานข้อมูลได้มีการใช้ฐานข้อมูล MySQL เป็นฐานข้อมูลหลักในการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ ทั้งนี้ฐานข้อมูล MySQL มีการใช้งานง่ายและมีความรวดเร็วในการอ่านเขียนข้อมูลต่าง ๆ และเป็นระบบฐานข้อมูลที่สามารถใช้งานฟรีไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ

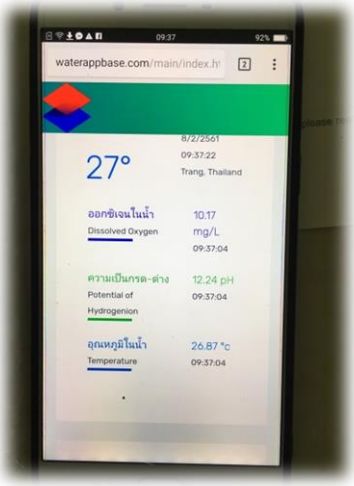
ภาพที่ 4.6 ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำต้นแบบ

การออกแบบและการพัฒนาระบบแอพพลิเคชั่นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ

ระบบจะมีการจัดการฐานข้อมูลให้อยู่ในเซิร์ฟเวอร์ และติดตั้งโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลของ MySQL ซึ่งข้อดีของเซิร์ฟเวอร์ คือ จะมีระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์หากเกิดการเสียหายกับเครื่องเซฟเวอร์ที่กำลังใช้งานอยู่ระบบจะทำการย้ายให้ไปทำงานในเครื่องใหม่ทันที โดยส่วนของการทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ มีภาษาหลัก ๆ ที่ใช้เขียนโค๊ดของระบบ ประกอบด้วย HTML, PHP, jQuery, JavaScript, CSS, AJAX และติดต่อฐานข้อมูลด้วย SQL และส่วนของการทำงานบนแอปพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ มีภาษาหลัก ๆ ที่ใช้เขียนโค๊ด คือ JavaScript ซึ่งจะถูกแปลงโค้ดให้เป็นแอพพลิเคชั่นด้วยโปรแกรม Apache Cordova ซึ่งเมื่อมีการติดต่อกับฐานข้อมูลจะต้องทำงานผ่านชุดโปรแกรมที่เรียกว่า API (Application Programming Interface) เพื่อที่จะเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ JSON (Java Script Object Notation) ที่เป็นรูปแบบของข้อมูลสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลให้มีขนาดเล็ก



ภาพที่ 4.7 โครงสร้างการออกแบบระบบในส่วนแอพพลิเคชั่นฯ



ภาพที่ 4.8 แอพพลิเคชั่นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ

การติดตั้งระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ในการติดตั้งระบบผู้วิจัยได้นำระบบในส่วนของการตรวจวัด ซึ่งเป็นระบบที่เป็นอุปกรณ์ไปติดตั้งในพื้นที่จริง โดยได้มีการติดตั้งไว้ที่หมู่ที่ 4 บ้านเกาะเคี่ยม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง โดยได้ติดตั้งไว้บนกระชังเลี้ยงปลาของกลุ่มชาวบ้านเกาะเคี่ยม ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากระชังเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ยังเป็นแหล่งปากแม่น้ำที่สำคัญในการเลี้ยงปลากระชัง โดยกลุ่มชาวบ้านได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการติดตั้งระบบตั้งแต่ต้นจนจบ และทางกลุ่มชาวบ้านได้มีการช่วยในการดูแลรักษาตัวระบบอุปกรณ์ให้คงสภาพที่สมบูรณ์และพร้อมการใช้งาน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการจัดอบรมการดูแลรักษาระบบดังกล่าวให้กับกลุ่มชาวบ้านที่เลี้ยงปลากระชัง ให้สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อระบบเกิดทำงานผิดพลาด และในส่วนของแอพพลิเคชั่นที่ได้จากการออกแบบและพัฒนา ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ไปแนะนำวิธีการติดตั้งและใช้งานให้กับกลุ่มชาวบ้านที่เลี้ยงปลากระชัง โดยผู้วิจัยได้นำแอพพลิเคชั่นที่มาติดตั้งจริงลงในระบบสมาร์ทโฟนของชาวบ้านที่มีสมาร์ทโฟนที่รองรับระบบ เพื่อให้แอพพลิเคชั่นที่ได้พัฒนาสามารถใช้งานได้จริง และจะใช้ในการของการทดสอบต่อไป

ภาพที่ 4.9 ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำและแอพพลิเคชั่นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์ในการนำเครื่องมือวัดที่ได้พัฒนาขึ้นไปทำการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด จากสถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยเครื่องมือที่ทางสถาบันทรัพยากรธรรมชาติ ฯ ได้นำมาเป็นเครื่องมือสอบมาตรฐาน คือ เครื่องมือการตรวจวัดคุณภาพน้ำ รุ่น U-50 Multiparameter Water Quality Meter เป็นเครื่องมือวัดคุณภาพของน้ำที่มีการผลิตและรับรองคุณภาพความเที่ยงตรงจากประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเครื่องมือรุ่นดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่มีมาตรฐานสูง และในตัวของเครื่องวัดสามารถทำการปรับค่าความเที่ยงได้

การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาขึ้น ทำการสอบเทียบค่ามาตรฐานเครื่องมือวัดด้วยกันจำนวน 3 ค่า คือ ค่าระดับความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายในน้ำ (pH) ค่าระดับปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO : Dissolved Oxygen) และค่าระดับอุณหภูมิในน้ำ (Temperature) โดยผลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดทั้ง 3 ค่า ทางสถาบันทรัพยากรธรรมชาติ ฯ ถือว่าอยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ และสามารถนำเครื่องมือที่พัฒนาดังกล่าวไปทำการทดสอบในพื้นที่จริงได้ โดยในการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดของค่าระดับความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายในน้ำ (pH) และค่าระดับปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO : Dissolved Oxygen) ทางสถาบันทรัพยากรธรรมชาติ ฯ ได้ทำการสอบเทียบและได้นำน้ำจากน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาทำการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด โดยผลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดในการวิจัยครั้งนี้ ตารางที่ 4.1

ภาพที่ 4.10 เครื่องมือที่ใช้สอบเทียบมาตรฐาน

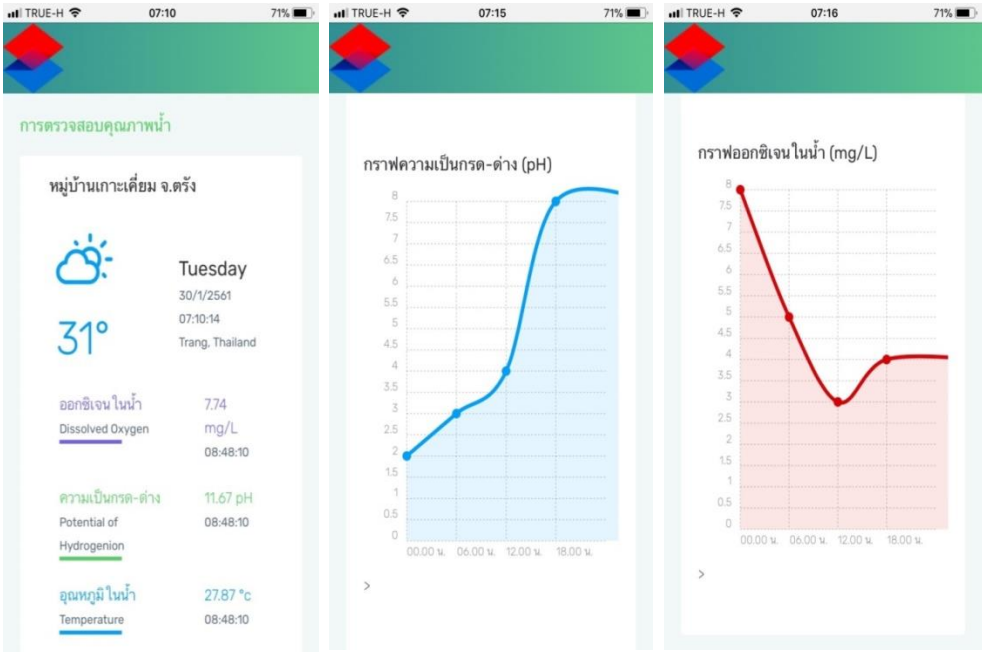
ตารางที่ 4.1 ผลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

การตรวจวัด	มาตรฐานสอบเทียบ	ค่าการวัดของเครื่องมือวัดของศูนย์ทดสอบ	ผลการสอบเทียบเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น	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
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO : Dissolved Oxygen)	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
การตรวจวัดระดับอุณหภูมิในน้ำ (Temperature)	Temp ≈ 25.00 °c	25.01 °c	25.50 °c	±0.45
	Temp ≈ 27.00 °c	27.14 °c	28.00 °c	±0.86
	Temp ≈ 34.00 °c	34.02 °c	34.50 °c	±0.42

การทดสอบระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ

นำระบบที่เป็นอุปกรณ์ไปติดตั้งในพื้นที่จริง และนำแอพพลิเคชั่นมาทดลองใช้งานจริงเพื่อหาข้อผิดพลาดต่าง ๆ และได้มีการนำแอพพลิเคชั่นไปทำการศึกษาความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อได้ทราบความต้องการที่แท้จริงจากผู้ใช้งานต่อไป โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นกลุ่มผู้เลี้ยงปลากระชัง ในหมู่บ้านเกาะเคี่ยม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรง จำนวนทั้งหมด 85 ราย เครื่องมือในการวิจัยการศึกษาความพึงพอใจ คือ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

4.11 การทดลองใช้ระบบฯผ่านแอพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ



4.12 การแสดงผลระบบฯผ่านแอพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ

การมีส่วนร่วมของชุมชน

จากนำระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ ไปติดตั้งระบบเพื่อการใช้งานจริงในชุมชนหมู่ที่ 4 บ้านเกาะเคี่ยม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อพบกับกลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังและกลุ่มชาวบ้านที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ทำการสอบถามและติดตามการใช้งานระบบ สามารถสรุปผลการตอบรับของชุมชนได้ ดังนี้

ผลกระทบด้านการนำไปใช้ประโยชน์

กลุ่มชาวบ้านเมื่อได้รับรู้ว่าจะมีการนำระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือชาวบ้านมีทัศนคติที่ดีในการนำระบบดังกล่าวมาติดตั้งโดยให้ความสนใจและมีส่วนร่วมในการกำหนดค่าพารามิเตอร์โดยชาวบ้านเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงปลา ที่ได้ติดตั้งแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือ สามารถนำผลที่ได้จากการตรวจวัดค่าต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์และคาดการณ์คุณภาพของน้ำเบื้องต้นได้ เช่น เมื่อระบบสามารถตรวจสอบค่าอุณหภูมิของน้ำที่มีค่าสูง กลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังได้ทำการหย่อนกระชังให้ลึกลงกว่าเดิมประมาณ 1-2 เมตร เพื่อให้ระดับอุณหภูมิมีความเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงปลาและเมื่อระบบสามารถตรวจสอบค่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าที่ปกติ กลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังได้ทำดึงกระชังให้สูงขึ้นเช่นเดิม หรือในกรณีที่ระดับค่าความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายในน้ำ (pH) มีค่าที่เปลี่ยนแปลงไม่อยู่ในสภาวะที่ปกติ กลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังได้มีการเพิ่มระดับการเฝ้าระวังปลามากขึ้น โดยจะมีการมาตรวจสอบปลาอยู่บ่อยครั้งเพื่อจะเฝ้าดูอาการของปลาว่ามีความผิดปกติจากเดิมหรือไม่ ซึ่งถ้าปลาในกระชังมีความผิดปกติ กลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังจะได้ทำการย้ายปลาได้ทันท่วงที

ผลกระทบด้านความร่วมมือร่วมใจ

กลุ่มชาวบ้านได้มีส่วนร่วมกันดูแลรักษาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ได้มีการติดตั้งไว้ โดยทางผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 4 บ้านเกาะเคี่ยม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ได้มีการกำหนดฉันทานุมัติให้ตัวแทนกลุ่มชาวบ้านผู้เลี้ยงปลากระชังและกลุ่มบ้านบ้านที่เกี่ยวข้อง ได้ช่วยกันดูแลรักษาระบบให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างปกติ ทั้งนี้กลุ่มชาวบ้านส่วนหนึ่งที่พอมีความเชี่ยวชาญและเข้าใจระบบการทำงาน ได้มีการเข้ามาตรวจสอบการทำงานของระบบอยู่บ่อยครั้ง รวมไปถึงได้นำอุปกรณ์เซนเซอร์ที่อยู่ในน้ำเอามาทำความสะอาด เพื่อให้อุปกรณ์เซนเซอร์สามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์เซนเซอร์ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น โดย

กลุ่มชาวบ้านที่ช่วยกันดูแลบำรุงรักษาระบบทางผู้วิจัยได้มีการสอนและแนะนำขั้นตอนการดูแลรักษาไว้ให้ในเบื้องต้นแล้วและมีความเชื่อมันและไว้วางใจในระบบดังกล่าว และในบางครั้งระบบไม่สามารถทำงานได้หรือเกิดปัญหาขึ้นทางตัวแทนกลุ่มชาวบ้านได้มีการโทรศัพท์มาแจ้งกับผู้วิจัยเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร โดยในบางครั้งผู้วิจัยได้แนะนำให้ทางตัวแทนกลุ่มชาวบ้านทำการแก้ไขตามขั้นตอน ส่งผลให้ระบบสามารถกับมาใช้งานได้อย่างปกติ หรือในบางครั้งหากระบบทางตัวแทนกลุ่มชาวบ้านไม่สามารถแก้ไขได้ ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่จริงเพื่อไปแก้ไขให้ระบบสามารถทำงานได้ปกติ ซึ่งเมื่อใดที่ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่ทางตัวแทนกลุ่มชาวบ้านจะมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้วิจัยเข้ามาช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดการทำงาน

ผลกระทบด้านความต้องการ

ทางตำบลหรือหมู่บ้านใกล้เคียงที่มีการเพาะเลี้ยงปลากระชังได้ทราบว่าทางชุมชนบ้านเกาะเคี่ยมตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ได้มีการติดตั้งระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทางตำบลหรือชุมชนใกล้เคียงได้มีความสนใจเป็นอย่างมากที่ต้องการให้มีระบบดังกล่าวไปติดตั้งในตำบลหรือชุมชนของตนเอง ตัวอย่างเช่น ตัวแทนของตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ได้มีการติดต่อประสานงานกับตัวแทนของกลุ่มชาวบ้านบ้านเกาะเคี่ยม เพื่อขอให้ช่วยประสานงานกับผู้วิจัยให้ช่วยนำระบบดังกล่าวไปติดตั้งเพิ่มในหมู่บ้านบ้านวังวน ทั้งนี้ทางผู้วิจัยได้มีการประสานงานโดยตรงกับตัวแทนของตำบลวังวน เพื่ออธิบายถึงขบวนการพัฒนารวมไปถึงการใช้งานในเบื้องต้น และงบประมาณของการพัฒนาระบบให้กับตัวแทนตำบลวังวน โดยผู้วิจัยได้ขอเวลาในการทดสอบระบบกับชุมชนบ้านเกาะเคี่ยมเพื่อเป็นต้นแบบและขอเวลาในการทดสอบคุณภาพของระบบให้มีคุณภาพที่ดีมีเสถียรภาพและมีปัญหาต่าง ๆ ให้น้อยที่สุด หากระบบดังกล่าวมีคุณภาพที่ดีมีเสถียรภาพและมีปัญหาน้อยในระยะยาว ทางผู้วิจัยจะได้ไปติดต่อตัวแทนตำบลวังวนเพื่อการติดตั้งระบบดังกล่าวให้กับชุมชนหรือตำบลที่มีความสนใจต่อไป เพื่อเป็นการพัฒนาระบบเครือข่ายระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยแบบมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของชุมชนผ่านระบบแอพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือต่อไปในอนาคต

ผลการศึกษาความพึงพอใจ

การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือในแต่ละด้าน พบว่า ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.56 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านในภาพรวมมีผลความพึงพอใจดังนี้ ด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.69 ด้านภาพรวมของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มี

ค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.64 ด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.64 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.84 และด้านการใช้งานของแอพพลิเคชั่นมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจ มีค่าร้อยละ 93.07 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ภาพที่ 4.13 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือ

ตารางที่ 4.2 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและเตือนภัยบนโทรศัพท์มือถือในแต่ละด้าน

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	**S.D.**	**ร้อยละ**	**แปลผล**
1. ด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่น	4.63	0.51	92.69	มากที่สุด
2. ด้านภาพรวมของแอพพลิเคชั่นของแอพพลิเคชั่น	4.58	0.52	91.64	มากที่สุด
3. ด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอพพลิเคชั่น	4.64	0.53	92.84	มากที่สุด
4. ด้านการใช้งานของแอพพลิเคชั่น	4.65	0.52	93.07	มากที่สุด

หากพิจารณาในแต่ละด้านตามลำดับพบว่า

ด้านที่มีระดับความพึงพอใจสูงที่สุด คือ ด้านการใช้งานของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.07

ด้านที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 2 คือ ด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอพพลิเคชั่น ค่าเฉลี่ย 4.64 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.84

ด้านที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 3 คือ ด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.69

ด้านที่มีระดับความพึงพอใจเป็นน้อยที่สุด คือ ด้านภาพรวมของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.64

และหากพิจารณาระดับความพึงพอใจในแต่ละข้อของแต่ด้าน สามารถศึกษาความพึงพอใจในแต่ละข้อในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่น

กระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่น โดยในภาพรวมด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.69 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

หากพิจารณาในหัวข้อย่อยตามลำดับจะพบว่า

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจสูงที่สุด คือ ขั้นตอนการในการติดตั้งแอพพลิเคชั่น ง่าย และเหมาะสม มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.72 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 94.33

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 2 คือ ท่านคิดว่าผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเรียนรู้และใช้งานได้อย่างรวดเร็ว มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.66 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.13

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 3 คือ ท่านคิดว่าข้อมูลต่างๆ ที่แสดงผลสามารถเข้าใจได้ง่ายและเพียงพอ มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.94

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นน้อยที่สุด คือ ท่านสามารถเข้าใจและใช้งานแอพพลิเคชั่น ได้อย่างรวดเร็ว มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.57 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.34

ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านกระบวนการติดตั้งและความเข้าใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่น

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	**S.D.**	**ร้อยละ**	**แปลผล**
1.1 ขั้นตอนการในการติดตั้งแอพพลิเคชั่น ง่าย และเหมาะสม	4.72	0.45	94.33	มากที่สุด
1.2 ท่านสามารถเข้าใจและใช้งานแอพพลิเคชั่น ได้อย่างรวดเร็ว	4.57	0.53	91.34	มากที่สุด
1.3 ท่านคิดว่าผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเรียนรู้และใช้งาน ได้อย่างรวดเร็ว	4.66	0.51	93.13	มากที่สุด
1.4 ท่านคิดว่าข้อมูลต่างๆ ที่แสดงผลสามารถเข้าใจได้ง่ายและเพียงพอ	4.60	0.52	91.94	มากที่สุด

ด้านภาพรวมของแอพพลิเคชั่น

ด้านภาพรวมของแอพพลิเคชั่น โดยในภาพรวมด้านภาพรวมของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.64 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

หากพิจารณาในหัวข้อย่อยตามลำดับจะพบว่า ข้อที่มีระดับความพึงพอใจสูงที่สุด คือ ความพึงพอใจในแอพพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานและเข้าใจได้ง่ายระดับใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.69 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.73

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 2 คือ แอพพลิเคชั่น สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.64

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 3 คือ ความทันสมัยของรูปแบบแอพพลิเคชั่น ท่านมีความพึงพอใจในระดับใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.54 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 90.75

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นน้อยที่สุด คือ ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับใดกับความน่าสนใจในแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.52 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 90.45

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านภาพรวมของแอพพลิเคชั่น

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	**S.D.**	**ร้อยละ**	**แปลผล**
2.1 ผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับใดกับความน่าสนใจในแอพพลิเคชั่น	4.52	0.53	90.45	มากที่สุด
2.2 ความพึงพอใจในแอพพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานและเข้าใจได้ง่ายระดับใด	4.69	0.47	93.73	มากที่สุด
2.3 ความทันสมัยของรูปแบบแอพพลิเคชั่น ท่านมีความพึงพอใจในระดับใด	4.54	0.56	90.75	มากที่สุด
2.4 แอพพลิเคชั่น สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว	4.58	0.50	91.64	มากที่สุด
	4.58	**0.52**	**91.64**	

ด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอพพลิเคชั่น

ด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอพพลิเคชั่น โดยในภาพรวมด้านด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.64 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.84 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

หากพิจารณาในหัวข้อย่อยตามลำดับจะพบว่า ข้อที่มีระดับความพึงพอใจสูงที่สุด คือ ข้อมูลต่างๆ ภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.69 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.73

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 2 คือ ขนาดของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.67 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.43

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 3 คือ รูปแบบของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.61 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.24

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นน้อยที่สุด คือ สีสันของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.94

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านรูปแบบและภาพลักษณ์ของแอพพลิเคชั่น

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	**S.D.**	**ร้อยละ**	**แปลผล**
1. ขนาดของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.67	0.47	93.43	มากที่สุด
2. รูปแบบของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.61	0.55	92.24	มากที่สุด
3. สีสันของตัวอักษรภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.60	0.60	91.94	มากที่สุด
4. ข้อมูลต่างๆ ภายในแอพพลิเคชั่น มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.69	0.47	93.73	มากที่สุด

ด้านการใช้งานของแอพพลิเคชั่น

ภาพรวมของด้านการใช้งานของแอพพลิเคชั่น โดยในภาพรวมด้านการใช้งานของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.07 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

หากพิจารณาในหัวข้อย่อยตามลำดับจะพบว่า ข้อที่มีระดับความพึงพอใจสูงที่สุด คือ โดยรวมท่านมีความพึงพอใจในการใช้แอพพลิเคชั่นในระดับใดมีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.79 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 95.82

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 2 คือ ผู้ใช้มีความพึงพอใจในความเร็วของในการตอบสนองของแอพพลิเคชั่น มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.69 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 93.73

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นอับดับที่ 3 คือ ผู้ใช้มีความพึงพอใจในแอพพลิเคชั่นสามารถอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.61 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 92.24

ข้อที่มีระดับความพึงพอใจเป็นน้อยที่สุด คือ แอพพลิเคชั่น มีประโยชน์ต่อ ท่านมากน้อยเพียงใด มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 และระดับความพึงพอใจมีค่าร้อยละ 91.64

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านการใช้งานของแอพพลิเคชั่น

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ			
	ค่าเฉลี่ย	**S.D.**	**ร้อยละ**	**แปลผล**
4.1 แอพพลิเคชั่นสามารถทำงานได้ถูกต้อง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับใด	4.60	0.49	91.94	มากที่สุด
4.2 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในแอพพลิเคชั่นสามารถอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล	4.61	0.58	92.24	มากที่สุด
4.3 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในความเร็วของในการตอบสนองของแอพพลิเคชั่น	4.69	0.50	93.73	มากที่สุด
4.4 แอพพลิเคชั่น มีประโยชน์ต่อ ท่านมากน้อยเพียงใด	4.58	0.58	91.64	มากที่สุด
4.5 โดยรวมท่านมีความพึงพอใจในการใช้แอพพลิเคชั่นในระดับใด	4.79	0.41	95.82	มากที่สุด

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

จากข้อเสนอแนะพบว่าผู้ใช้งานมีความต้องการให้มีการสอนการใช้งานแอพพลิเคชั่นอย่างละเอียด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาแอพพลิเคชั่นควรมีตัวอักษรที่ใหญ่และมองเห็นง่าย จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และควรมีการมาเปรียบวัดความเที่ยงตรงของเซนเซอร์อยู่เป็นประจำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ		
	จำนวน	**ร้อยละ**
1. ควรมีการสอนการใช้งานแอพพลิเคชั่นอย่างละเอียด	5	50.00
2. แอพพลิเคชั่นควรมีตัวอักษรที่ใหญ่ และมองเห็นง่าย	3	30.00
3. ควรมีการมาเปรียบวัดความเที่ยงตรงของเซนเซอร์อยู่เป็นประจำ	2	20.00