

ระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตร โดยชุมชนมีส่วนร่วม ชุมชนทับน้ำ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

แสงทอง บุญยิ่ง* และ อาคม สงเคราะห์

สาขาวิชาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

*ผู้เขียนหลัก อีเมลล์: sangtong.b@rmutsb.ac.th



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาบริบทชุมชนเกี่ยวกับพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรและปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนทับน้ำในหนึ่งรอบการผลิต 2) พัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนทับน้ำโดยชุมชนมีส่วนร่วม 3) ประเมินประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนทับน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 1) เกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวน 30 คน และผู้ปลูกมันเทศจำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนทับน้ำ 2) ผู้มีบทบาทในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนทับน้ำ จำนวน 10 ท่าน โดยการสุ่มแบบเจาะจง เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรแบบดั้งเดิมของชุมชนทับน้ำ ผลวิจัยพบว่า 1) ชุมชนทับน้ำมีเกษตรกรปลูกข้าวนาปรังจำนวน 2,939 ไร่ และปลูกมันเทศจำนวน 1,200 ไร่ โดยมีพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรจากคลองทับน้ำจำนวน 5 ฝาย ซึ่งครอบคลุมพื้นที่การเกษตรของชุมชน

สามารถกักเก็บน้ำแบบเต็มปริมาตรได้ทั้งสิ้น 495,000 ลูกบาศก์เมตร เกษตรกรในชุมชนทับน้ำใช้น้ำเพื่อทำนาปรัง 3,291,680 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อรอบการผลิต และใช้น้ำเพื่อการปลูกมันเทศ 374,400 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อรอบการผลิต รวมใช้น้ำเพื่อการเกษตรทั้งสิ้น 3,666,080 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการผลิตข้าวและมันเทศ 2) ระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมถูกพัฒนาขึ้นตามกระบวนการวงจรพัฒนาระบบโดยชุมชนมีส่วนร่วม เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และทำงานในลักษณะเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา PHP, CSS, Java script ในการพัฒนา และใช้งานโครงข่ายประสาทเทียม ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนและพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำเจ้าพระยาล่วงหน้า 60 วัน ประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำเจ้าพระยา โดยวิธีค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย เท่ากับ 0.170 3) ประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำในด้านการทำงานตรงตามความต้องการมีค่าเฉลี่ย 4.08 ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย 4.16 ด้านความสะดวกในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 4.00 ด้านความปลอดภัยของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย 4.00 ผลประเมินประสิทธิภาพรวมทั้งสี่ด้านมีค่าเฉลี่ย 4.06 สรุปได้ว่าระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วม มีประสิทธิภาพในระดับดี และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

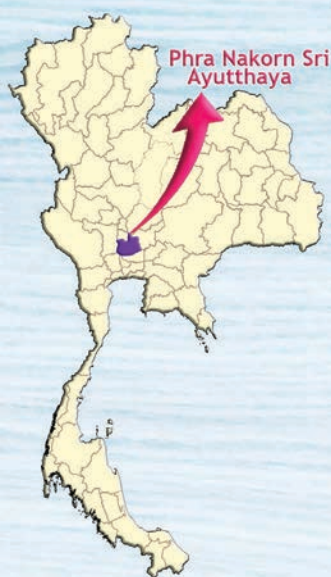
คำสำคัญ: จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ชุมชนทับน้ำ การจัดการน้ำเพื่อการเกษตร ระบบจัดการฐานข้อมูล การพัฒนาระบบแบบชุมชนมีส่วนร่วม

Database System to Support the Water Management by Community in Tub Nam Community, Phra Nakhon Sri Ayutthaya Province

Sangtong Boonying* and Arkhom Songkroh

Department of Information System and Business Computer, Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phranakhon Sri Ayutthaya District, Phranakhon Sri Ayutthaya Province, Thailand 13000

*Corresponding author's E-mail: sangtong.b@rmutsb.ac.th



Abstract

This research aims to: 1) study water storage area and amount of water for cultivation in Tub Nam sub-district, 2) develop a database system to support decision-making process for water management for agriculture with participation of the community, 3) assess the database system by experts. The results of study demonstrate as follows: First, Tub Nam sub-district has 2,939 Rai of rice fields and 1,200 Rai of sweet potato plantations. There are five weirs in Tub Nam River, which cover the agricultural area of the community. There are 495,000 cubic meters of water which can be fully stored

in the weirs. The farmers in the Tub Nam sub-district used water in average for 3,291,680 cubic meters for rice and 374,400 cubic meters for sweet potatoes per Rai per crop. Second, the database system was developed according to Community-Based System Development Life Cycle (C-BS DLC) and designed as Relational Database. The web application was designed using PHP, CSS, Java Script. In addition, there were Artificial Neural Networks to predict the amount of water in Chao Phraya River for 60 days in advance by calculating the root of the mean square error which was 0.170. Third, the efficiency assessment of the database system had appropriated level of 4.08 (mean), data accuracy level of 4.16 (mean), user friendly level of 4.00 (mean), and system security level of 4.00 (mean) which resulted in overall efficiency level of 4.06 (mean). These can be concluded that the database system had a good level of performance, certified by the experts.

Keywords: Phra Nakhon Sri Ayutthaya province, Tub Nam community, Agricultural water management, Database management system, Community-based system development life cycle

บทนำ

ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจ การดำเนินชีวิตของมนุษย์ และความสมดุลทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยประสบปัญหาการจัดการน้ำมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำมีข้อจำกัดหลายด้าน ที่สำคัญคือการขาดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการที่ดีเกี่ยวกับการนำทรัพยากรน้ำมาใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในภาคเกษตรกรรมมาโดยตลอด (แสงทอง บุญยิ่ง และคณะ, 2560) นโยบายการบริหารจัดการน้ำของภาครัฐที่ผ่านมายังไม่สามารถแก้ไขปัญหาการจัดการน้ำในชุมชนได้อย่างแท้จริง ก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในประเทศไทยมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเห็นได้จากประเทศไทยในช่วงฤดูแล้งจะประสบปัญหาย้ายแล้ง ผลผลิตทางการเกษตรได้รับความเสียหายจากการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร ส่วนในฤดูฝนประเทศไทยประสบปัญหาน้ำท่วมที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเกษตรกรรมและระบบเศรษฐกิจ น้ำจึงเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่รัฐบาลไทยต้องมีนโยบายการบริหารจัดการทั้งปริมาณและคุณภาพอย่างเป็นรูปธรรมทั้งในระยะสั้นและระยะยาวเพื่อก้าวสู่ความยั่งยืน ดังนั้นการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรทั้งในปัจจุบันและอนาคตควรมีกลไกสำคัญ ได้แก่ การมีส่วนร่วมของทุกฝ่ายในการทำงานแบบร่วมด้วยช่วยกันจึงจะบังเกิดผลสัมฤทธิ์อย่างยั่งยืนโดยไม่เกิดความขัดแย้งในสังคมและไม่เกิดการลงทุนที่สูญเปล่า โดยเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ ใช้ทุนทางสังคมและทรัพยากรที่มีอยู่เป็นต้นทุนในการแก้ปัญหา (พิทักษ์พงศ์ บัอมปราณี, 2558) จัดโครงสร้างการบริหารจัดการโดยมีองค์กรบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชาติ ระดับลุ่มน้ำ และระดับท้องถิ่นที่มีกฎหมายรองรับ รวมทั้งการมีส่วนร่วมของประชาชน องค์กรเอกชน และหน่วยงานภาครัฐ ทั้งในแง่ของการใช้น้ำ การดูแลรับผิดชอบ การอนุรักษ์แหล่งน้ำ และการตรวจสอบคุณภาพน้ำ มีกระบวนการความร่วมมือเพื่อสร้างชุดข้อมูลชุมชน ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร ข้อมูลการใช้ทรัพยากรน้ำในชุมชน และการสร้างความร่วมมือระหว่างกลุ่มคน (ดำรง โยธารักษ์, 2560) เพื่อให้ระบบการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรของประเทศมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (กรมทรัพยากรน้ำ, 2552)

ในปัจจุบัน แนวทางประชารัฐได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน สร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ประชาชน และเอกชน แทนการแก้ปัญหาแบบเดิมซึ่งเป็นการแก้ปัญหาโดยภาครัฐอย่างเดียว สกตภูมิปัญญาท้องถิ่นจากบุคลากรในชุมชนเพื่อนำมาต่อยอดในการสร้างกลไกการจัดการน้ำเพื่อการเกษตร โดยเพิ่มบทบาทของภาคประชาชนให้มีส่วนร่วมใน

การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรให้กับภาครัฐในระดับพื้นที่ ส่งเสริมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นซึ่งเป็นหน่วยงานของภาครัฐที่ใกล้ชิดกับประชาชนมากที่สุดให้มีบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจนในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรแก่ชุมชน ตามที่กฎหมายได้กำหนดให้มีการถ่ายโอนภารกิจด้านการบริหารจัดการและการบำรุงดูแลรักษาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอย่างชัดเจน (จักรวาล พิมลตรี, 2555) ส่งผลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาลตำบล เทศบาลเมือง มีหน้าที่โดยตรงในการขับเคลื่อนนโยบายการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรและการอุปโภคบริโภคในชุมชน

การสร้างกลไกการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในระดับชุมชนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดความยั่งยืนในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในภาพรวมของประเทศ เนื่องจากชุมชนเป็นรากฐานของประเทศ หากสามารถสร้างความเข้มแข็งด้านการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรให้กับทุกชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็เปรียบเสมือนการสร้างความยั่งยืนด้านการเกษตรให้คนไทยทั่วประเทศเช่นเดียวกัน ซึ่งปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการวางแผนเพื่อบริหารจัดการน้ำทางการเกษตรในชุมชน คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่และบริบทดั้งเดิมในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน หากสามารถผลักดันให้ชุมชนมีการสำรวจ ศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานชุมชนที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำในชุมชน เช่น การรวบรวมสภาพความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในแต่ละพื้นที่ของชุมชน เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการกักเก็บ หรือรวบรวมข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการน้ำในชุมชน โดยใช้เครื่องมือทางสังคมที่หลากหลายในการศึกษาสำรวจสภาพปัญหาและแบบแผนเชิงพฤติกรรมในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำ เช่น การทำแผนที่ชุมชน การทำแผนที่ฤดูกาลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรน้ำของชุมชน (บุญชัย งามวิทย์โรจน์, 2551) การทำแผนที่พื้นที่ทางการเกษตรเพื่อกำหนดพื้นที่เพาะปลูกในชุมชน การทำฐานข้อมูลพื้นฐานเพื่อการจัดการน้ำของชุมชน การประเมินศักยภาพสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่โดยการรวบรวมและประมวลผลเป็นฐานข้อมูลทั้งในส่วนของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร หรือการดำเนินการอื่นๆ เพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการสนับสนุน จะส่งเสริมให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นซึ่งเป็นหน่วยงานราชการที่ใกล้ชิดเกษตรกรรมมากที่สุด ได้มีแผนยุทธศาสตร์ในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรอย่างเป็นระบบ มีระบบจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำ ข้อมูลพื้นที่กักเก็บน้ำ และข้อมูลพื้นฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตร (อาคม สงเคราะห์ และ แสงทอง บุญยิ่ง, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วชิรศักดิ์ ปากาคิต และคณะ (2554)

ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลทรัพยากรน้ำ ปัญหาการใช้
ของชุมชน และนำมาออกแบบพัฒนาระบบสารสนเทศและระบบ
ภูมิสารสนเทศสำหรับบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อใช้สนับสนุน
การตัดสินใจและเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ รวมถึงแนวทางการ
แก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำของชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ดังแสดงในภาพที่ 1

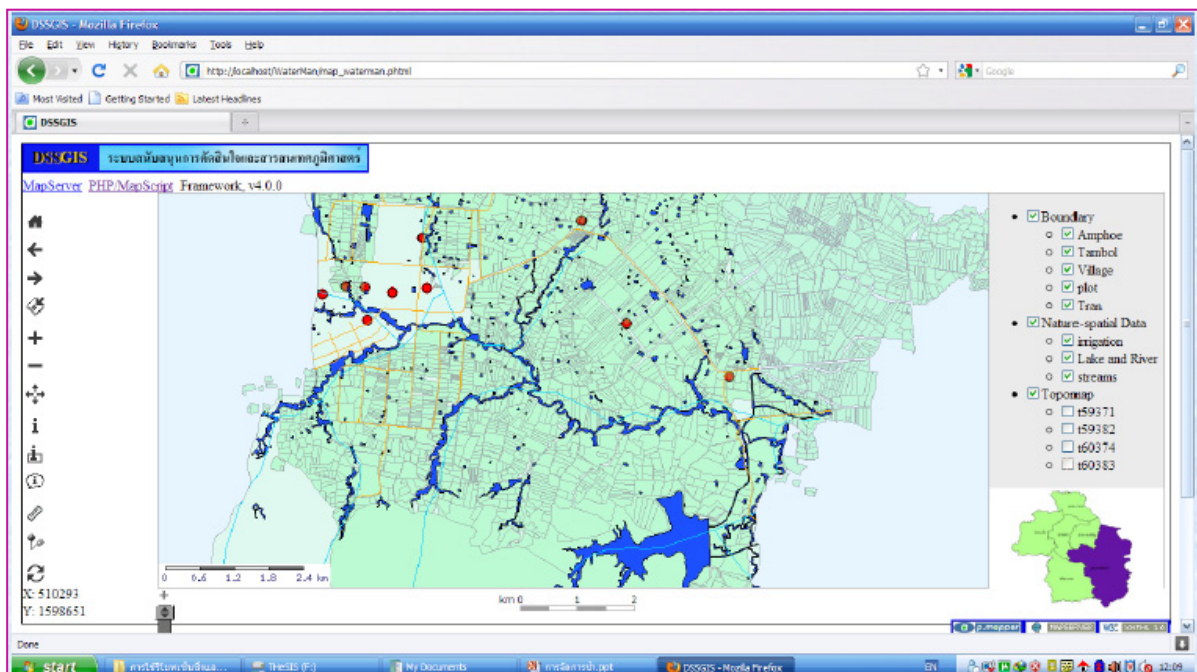
ผู้วิจัยคัดเลือกชุมชนต้นแบบ คือ ชุมชนทับน้ำ อำเภอบางปะหัน
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งประกอบด้วย 5 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1
บ้านคลองสาน หมู่ที่ 2 บ้านลำปูละ หมู่ที่ 3 บ้านกลาง หมู่ที่ 4 บ้านทับน้ำ
และหมู่ที่ 5 บ้านปลายน้ำ เพื่อศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์เกี่ยวกับ
พื้นที่ที่กักเก็บน้ำทางการเกษตรของชุมชน และวิเคราะห์ปริมาณการใช้
น้ำเพื่อการเกษตรของเกษตรกรในแต่ละรอบการผลิต เพื่อนำไปเป็น
บรรทัดฐานในการออกแบบระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ
การจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วม ด้วยกระบวนการ
พัฒนาซอฟต์แวร์แบบชุมชนมีส่วนร่วม (Community-Based
System Development Life Cycle: C-BSDLC) โดยระบบฐานข้อมูล
ที่พัฒนาทำงานในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ผู้วิจัย
ได้นำเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ในการ
พยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนและพยากรณ์
ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำเจ้าพระยาล่วงหน้า 60 วัน เพื่อเป็นวัตรกรรม
ต้นแบบในการสนับสนุนภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการตัดสินใจการ
บริหารจัดการน้ำทางการเกษตรของชุมชนให้มีประสิทธิภาพและ
ยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) ศึกษาบริบทชุมชนเกี่ยวกับพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อการเกษตร
และปริมาณการใช้น้ำทางการเกษตรของชุมชนทับน้ำในหนึ่งรอบ
การผลิต
- 2) พัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการ
น้ำทางการเกษตรของชุมชนทับน้ำโดยชุมชนมีส่วนร่วม
- 3) ประเมินประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ
การจัดการน้ำทางการเกษตรของชุมชนทับน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญ

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory
Action Research: PAR) เป็นการวิจัยที่อาศัยการกระตุ้นให้ผู้
เกี่ยวข้องร่วมพิจารณาปัญหาร่วมกันและหาแนวทางในการ
แก้ปัญหา ร่วมกัน มีกิจกรรมร่วมกันระหว่างนักวิจัยและผู้มีส่วนร่วม
อื่นๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อ
การวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล วิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำผลการวิจัย
ไปพัฒนางาน โดยวิธีการเรียนรู้จากประสบการณ์และการมีส่วนร่วม
ของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการวิจัย เป็นผลให้การวิจัยได้
ข้อมูลที่ตรงกับวัตถุประสงค์การวิจัยและสามารถนำผลวิจัยไป
แก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็น (นงนภัส คำวรัญญู เทียงกมล, 2551;
องอาจ นัยพัฒน์, 2548; ชอบ เข้มกลัด และ โกวิท พวงงาม, 2547;



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยทำแผนที่แปลงเกษตรและแหล่งน้ำบน MapServer
(ที่มา: วชิรศักดิ์ ปกาจิต และคณะ, 2554)

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2549) เน้นการผสมผสานความรู้เชิงทฤษฎี และระเบียบวิธีวิจัยของนักวิจัย ควบคู่ไปกับการศึกษาหาความรู้โดย อาศัยกลุ่มคน 3 ฝ่ายประกอบด้วย 1) บุคคลเป้าหมาย อาจเป็นผู้แทน ของกลุ่มบุคคลเป้าหมาย หรือชุมชนที่ทำการศึกษา ซึ่งถือว่าคนใน ชุมชนหรือกลุ่มนั้นเป็นผู้ที่รู้ข้อมูลเกี่ยวข้องกับตนเองดีที่สุด 2) นักวิจัย เป็นผู้แทนของนักวิชาการที่มีความสนใจในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งเป็นคนนอก นักวิจัยเป็นฝ่ายผู้รู้และเชี่ยวชาญเรื่องแนวความคิด ทฤษฎีและระเบียบวิธีการวิจัย และ 3) นักพัฒนา เป็นกลุ่มผู้มีความรู้ และมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนา ซึ่งมักเป็นผู้แทนของฝ่ายรัฐบาลหรือ องค์กรพัฒนาเอกชน (ประพันธ์พงศ์ ชิมพงษ์, 2551; สันติชัย เอื้อ จงประสิทธิ์, 2550; นงนภัส คูวรัญญู เทียงกมล, 2554) งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมโดยมีกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง 3 ฝ่าย คือ กลุ่มเกษตรกร นักวิจัย และกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการ บริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชน ประกอบด้วย นายกองค์การบริหาร ส่วนตำบลทับน้ำ ผู้นำชุมชน และเจ้าหน้าที่ของรัฐที่เกี่ยวข้อง

การสังเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree induction)

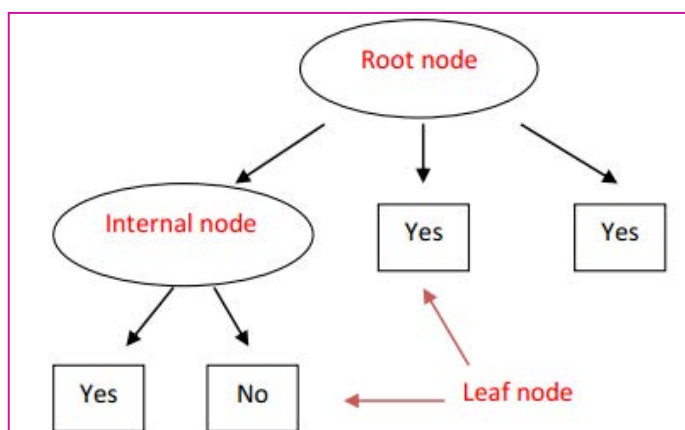
เป็นการเรียนรู้โดยการจำแนกประเภทของข้อมูล (Classification) ออกเป็นกลุ่มต่างๆ (Class) โดยใช้กฎคุณสมบัติ (Attribute) ของข้อมูล ในการจำแนกต้นไม้ตัดสินใจ มีลักษณะเป็น Flowchart เหมือน โครงสร้างต้นไม้ที่แต่ละโหนดแสดงผลที่ได้จากการเรียนรู้ โดย แสดงในรูปแบบต้นไม้ (ภาพที่ 2) ซึ่งประกอบด้วยโหนดแรก เรียกว่า โหนดราก ซึ่งแตกเป็นโหนดลูกหรือโหนดภายใน และโหนดลูกก็ จะมีลูกของตัวเอง ซึ่งโหนดในระดับสุดท้ายเรียกว่าโหนดใบ แต่ละ เส้นทางจากโหนดเริ่มต้นไปจนถึงโหนดสุดท้ายสามารถแสดงในรูป กฎ IF-THEN ได้ การสร้างต้นไม้ตัดสินใจเป็นกระบวนการค้นหา แอททริบิวต์ที่เหมาะสมจากบนลงล่าง โดยเริ่มจากการเลือก แอททริบิวต์ที่ดีที่สุดมาเป็นโหนดราก เมื่อข้อมูลผ่านการแบ่งที่ โหนดรากแล้วก็จะหาแอททริบิวต์ที่ดีที่สุดของข้อมูลที่ผ่านมาแบ่ง

มาสร้างโหนดลูกของโหนดรากนั้นต่อไป และจะวนสร้างโหนดลูก และต้นไม้ย่อยของแต่ละกิ่งไปเรื่อยๆ จนข้อมูลนั้นถูกจัดอยู่ในกลุ่ม เดียวกัน วิธีการที่นำมาใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจนั้นมีหลายวิธี ได้แก่ C4.5, ID3, CART และ Hunt's algorithm ซึ่งงานวิจัยนี้นำหลัก การสร้างต้นไม้ตัดสินใจแบบ C4.5 มาใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อให้คำแนะนำแก่เกษตรกรที่มาลงทะเบียนปลูกพืช เช่น การ แนะนำให้เกษตรกรเริ่มปลูกในกรณีที่ดินที่ระบบตัดสินใจว่าน้ำในฝาย กักเก็บน้ำมีเพียงพอ หรือห้ามเกษตรกรลงมือปลูกในกรณีที่ระบบ ตัดสินใจว่าน้ำในฝายกักเก็บน้ำไม่เพียงพอ เป็นต้น

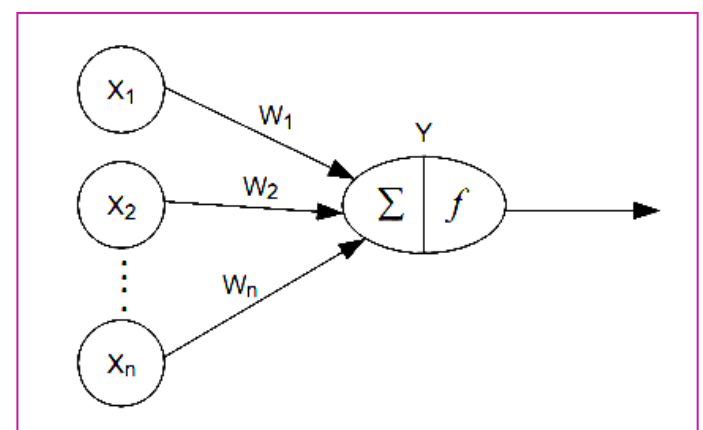
โครงข่ายประสาทเทียม (Neuron network) เป็นแนวคิด ที่เลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ โดยพยายามพัฒนา คอมพิวเตอร์ให้มีการเรียนรู้และสามารถตัดสินใจได้โดยอาศัย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วย หน่วยประมวลผล เรียกว่านิวรอน ที่เชื่อมถึงกันหลายๆ ตัว ผ่าน การเชื่อมต่อที่เรียกว่าลิงค์ แต่ละลิงค์มีค่าน้ำหนักกำกับ แต่ละ นิวรอนมีค่าสถานะภายในที่เรียกว่าระดับการกระตุ้นสัญญาณ เอาต์พุตของนิวรอนแรกที่ส่งไปยังนิวรอนถัดไปจะมาจากการ พิจารณาผลรวมทั้งหมดของค่าน้ำหนักคูณกับค่าระดับการกระตุ้น (ภาพที่ 3) สัญญาณอินพุต คือ $x_1, x_2, \dots, x_n$ ถูกป้อนให้กับนิวรอน Y สัญญาณอินพุตนี้จะถูกนำไปคูณกับค่าน้ำหนักคือ $w_1, w_2, \dots, w_n$ เมื่อรวมค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับโดยอาศัยฟังก์ชันกระตุ้น ก็จะเป็นสัญญาณเอาต์พุตของนิวรอน เป็นค่าผลรวมของสัญญาณ อินพุตคูณกับน้ำหนักดังสมการที่ 1

$$Y = x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_n w_n \quad (1)$$

ค่าสัญญาณเอาต์พุตของนิวรอน Y ได้จากสมการที่ 2



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ
(ที่มา: ประภัสสร ลิเนหะวัฒน์, 2556)



ภาพที่ 3 หลักการทำงานของนิวรอนของโครงข่ายประสาทเทียม
(ที่มา: Shrivastava et al., 2012)

$$\text{Out} = f(Y) \quad (2)$$

โดยที่ f คือฟังก์ชันกระตุ้น ซึ่งกำหนดดังนี้

$$f(Y) = \frac{1}{1 + e^{-Y}} \quad (3)$$

โครงข่ายประสาทเทียมสามารถจำแนกตามโครงสร้างของโครงข่ายได้ 2 ประเภท คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว ดังภาพที่ 4(ก) เป็นสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมที่มีอินพุตนิวรอนเชื่อมต่อกับเอาต์พุตนิวรอน และมีค่าน้ำหนักเป็นตัวปรับระดับสัญญาณอินพุตเพียงชั้นเดียว ค่าน้ำหนักแต่ละค่าเป็นอิสระต่อกันไม่ส่งผลกระทบต่อค่าปรับค่าน้ำหนักตัวอื่น จึงมักใช้กับการประมวลผลที่ไม่ซับซ้อนมากนัก และโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ดังภาพที่ 4(ข) เป็นสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมที่มีชั้นซ่อนคั่นอยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุต ซึ่งอาจจะจะมีหนึ่งหรือหลายชั้นก็ได้ ดังนั้นจำนวนของค่าน้ำหนักก็จะมีมากขึ้นตามจำนวนชั้นซ่อนที่เพิ่มขึ้น โดยทั่วไปโครงข่ายแบบหลายชั้นสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ดีกว่าโครงข่ายแบบชั้นเดียว แต่การเรียนรู้จะยากกว่า

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้หลักการของโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำของเกษตรกรในชุมชนและพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาล่วงหน้า 60 วัน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนแบบล่วงหน้า ส่งผลให้ชุมชนสามารถบริหารจัดการพื้นที่กักเก็บน้ำ (ฝาย) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรในชุมชนทั้งในปัจจุบันและอนาคต

วงจรการพัฒนาแบบชุมชนมีส่วนร่วม (Community-Based System Development Life Cycle: C-BS DLC) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1) การศึกษาบริบทเดิมของชุมชน

เพื่อเข้าใจปัญหา (Problem recognition) ขั้นที่ 2) การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ (Feasibility study) ขั้นที่ 3) การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบโดยชุมชนมีส่วนร่วม (Analysis) ขั้นที่ 4) การออกแบบระบบ (Design) ขั้นที่ 5) การพัฒนาระบบ (Construction) ขั้นที่ 6) การปรับเปลี่ยนระบบโดยชุมชน (Conversion) และขั้นที่ 7) การทดสอบการทำงานของระบบ (Testing) ซึ่งคณะผู้วิจัยใช้กระบวนการพัฒนาระบบทั้ง 7 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหา การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบ การปรับเปลี่ยนระบบให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานจริง และมีบทบาทในการทดสอบระบบก่อนนำมาใช้งานจริง ส่งผลให้ระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเป็นที่ยอมรับของชุมชนมากยิ่งขึ้น

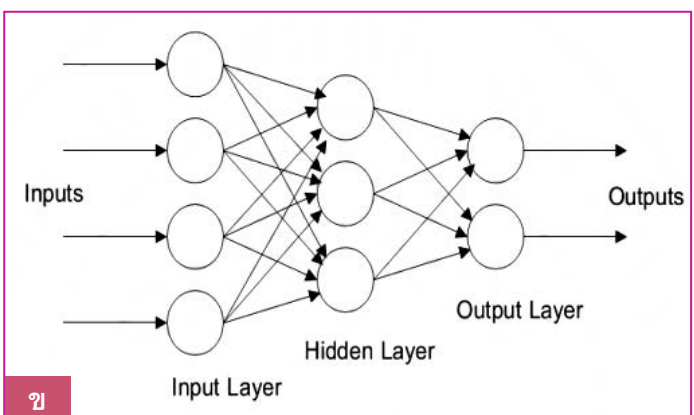
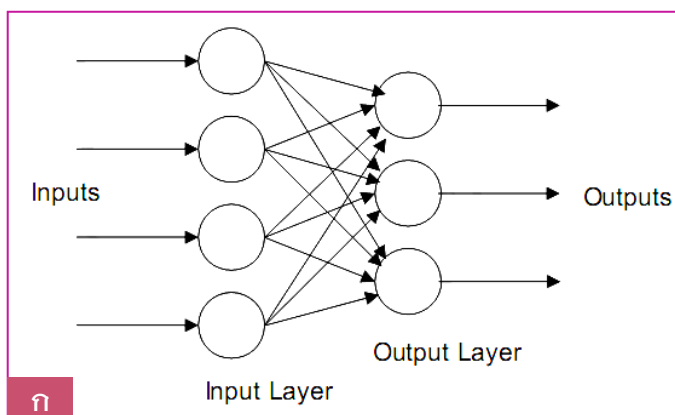
วิธีดำเนินการวิจัย

1) ขั้นตอนการวิจัย ประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาบริบทชุมชนทบทวนน้ำเกี่ยวกับพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรและปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชน ทบทวนในหนึ่งรอบการผลิตโดยการสำรวจพื้นที่จริง จุดบันทึก และการสัมภาษณ์ ดังภาพที่ 5 – 6 ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จากการวิจัยในขั้นตอนนี้ คือ ข้อมูลพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรภายในชุมชนและข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของเกษตรกรในชุมชน

ระยะที่ 2 พัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วม ด้วยกระบวนการพัฒนาระบบแบบชุมชนมีส่วนร่วม ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การศึกษาบริบทเดิมของชุมชนเพื่อเข้าใจปัญหา โดยนักวิจัยได้นำผลการศึกษาจากระยะที่ 1 มาทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบระบบ ผลการศึกษาที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ความจุของพื้นที่กักเก็บน้ำทั้งหมด



ภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม
(ที่มา: Shrivastava et al., 2012)



ภาพที่ 5 การประชุมเกษตรกรในพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตร



ภาพที่ 6 การสำรวจพื้นที่กักเก็บน้ำในเขตพื้นที่ชุมชนทับน้ำ

ในเขตพื้นที่ชุมชนทับน้ำและปริมาณการใช้น้ำต่อการผลิตของข้าวและมันเทศ

ขั้นที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ ศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคและบุคลากร เช่น เรื่องความพร้อมของระบบคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือดั้งเดิมที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนทับน้ำ รวมทั้งศักยภาพด้านการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการและพนักงานในองค์การบริหารส่วนตำบลทับน้ำ ผลการศึกษาที่ได้ในขั้นตอนนี้ คือ ข้อมูลทางเทคนิคด้านความพร้อมของระบบคอมพิวเตอร์ และศักยภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการและพนักงานในองค์การบริหารส่วนตำบลทับน้ำ

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบโดยชุมชนมีส่วนร่วม สร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนโดยการจัดประชุมเสวนาระหว่างนักวิจัยและคณะกรรมการจัดการน้ำและผู้บริหารท้องถิ่นขององค์การบริหารส่วนตำบลทับน้ำ เพื่อรับฟังความต้องการเกี่ยวกับการทำงานของระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยให้ชุมชนมีส่วนร่วม ผลที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนนี้ คือ ความต้องการของผู้ใช้งานด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรจากชุมชนซึ่งเป็นผู้ใช้ระบบ

ขั้นที่ 4 การออกแบบระบบ บูรณาการข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 1 - 3 เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยให้ชุมชนมีส่วนร่วม ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ แผนภาพบริบท แผนภาพกระแสข้อมูล แผนภาพแสดงความสัมพันธ์การออกแบบฐานข้อมูล การออกแบบข้อมูลนำเข้า การออกแบบผลลัพธ์ และการออกแบบรายงานที่ได้จากระบบ

ขั้นที่ 5 การพัฒนาระบบ เป็นขั้นตอนการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วม โดยการแปลงข้อมูลจากเอกสารที่ได้ในขั้นที่ 4 ให้เป็นระบบที่พัฒนาด้วยภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL เพื่อให้ได้ระบบฐานข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนทับน้ำที่สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของชุมชน

ขั้นที่ 6 การปรับเปลี่ยนระบบโดยชุมชน ผู้วิจัยนำระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในองค์การบริหารส่วนตำบลทับน้ำทดลองใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีนักวิจัยเป็นผู้คอยให้การช่วยเหลือและรับฟังข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานของระบบที่ทดลองใช้งาน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ปรับปรุงการทำงานของระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง

ขั้นที่ 7 การทดสอบการทำงานของระบบ นำระบบที่ผ่านการปรับเปลี่ยนให้ตรงกับความต้องการของชุมชนไปติดตั้งเพื่อใช้งานจริงในชุมชน โดยติดตั้งระบบที่สำนักปลัด องค์การบริหารส่วนตำบลทับน้ำ เพื่อทดลองใช้กับข้อมูลจริง สถานที่จริงเป็นระยะเวลา 30 วันก่อนนำไปประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมในครั้งนี้ เน้นให้ผู้บริหารองค์การบริหารส่วนตำบล ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่ของรัฐ และประชาชนบางส่วนในชุมชนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหาการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบ การปรับเปลี่ยนระบบให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานจริง และให้ชุมชนมีบทบาทในการทดสอบระบบก่อนนำมาใช้งานจริง จนนำไปสู่การได้มาซึ่งระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมี

ส่วนร่วมที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

ระยะที่ 3 ประเมินประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนตำบลน้ำ โดยชุมชนมีส่วนร่วมโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาแบบประเมินประสิทธิภาพและนำไปตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลจำนวน 3 ท่านและปรับแก้ไขแบบประเมินประสิทธิภาพตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้น ผลการศึกษาที่ได้ในขณะนี้ คือ ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลที่ได้พัฒนา

2) เครื่องมือการวิจัย

2.1) แบบสำรวจพื้นที่ เพื่อศึกษาบริบทด้านการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรและพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชน ซึ่งเป็นแบบสำรวจที่เป็นการตั้งคำถามแบบปลายเปิด เพื่อสอบถามข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ในการกักเก็บน้ำและรูปแบบการจัดการน้ำแบบดั้งเดิมของชุมชนตำบลน้ำจากคณะกรรมการจัดการน้ำของชุมชนที่มีบทบาทในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบลน้ำจำนวน 10 ท่าน

2.2) แบบสัมภาษณ์เกษตรกร เพื่อรวบรวมข้อมูลการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรของเกษตรกรในหนึ่งรอบการผลิต ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวน 30 คน และผู้ปลูกมันเทศจำนวน 30 คน เพื่อสอบถามถึงรูปแบบและกระบวนการใช้น้ำเพื่อการปลูกข้าวและมันเทศในแต่ละรอบการผลิต

2.3) ระบบฐานข้อมูล เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมที่ผู้วิจัยพัฒนาซึ่งผ่านการทดสอบและนำไปติดตั้งเพื่อใช้งานจริงที่องค์การบริหารส่วนตำบลตำบลน้ำ โดยมีเจ้าหน้าที่เกษตรขององค์การบริหารส่วนตำบลตำบลน้ำเป็นผู้ดูแลระบบ

2.4) แบบประเมินประสิทธิภาพ ระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นแบบประเมินประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลที่นักวิจัยพัฒนา

ผลการวิจัย

การวิจัยในระยะที่ 1 พบว่า ตำบลตำบลน้ำเป็นพื้นที่ราบลุ่มมีคลองผ่านทุกหมู่บ้าน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนาและปลูกมันเทศโดยมีแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรจากคลองตำบลน้ำ ซึ่งไหลผ่านทุกหมู่บ้าน โดยองค์การบริหารส่วนตำบลตำบลน้ำได้ใช้งบประมาณในการปรับปรุงคลองตำบลน้ำให้อยู่ในรูปแบบฝายกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรให้แต่ละหมู่บ้านจำนวน 5 ฝาย ประกอบด้วย

ฝายคลองसान สำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 1 ความจุ 24,000 ลูกบาศก์เมตร ฝายปู่เฒ่า สำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 2 ความจุ 127,500 ลูกบาศก์เมตร ฝายบ้านกลาง สำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 3 ความจุ 52,500 ลูกบาศก์เมตร ฝายตำบลน้ำ สำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 4 ความจุ 105,000 ลูกบาศก์เมตร และฝายปลายน้ำ สำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 5 ความจุ 150,000 ลูกบาศก์เมตร การบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในเบื้องต้น องค์การบริหารส่วนตำบลตำบลน้ำใช้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่สูบน้ำจากคลองบางกุ้งซึ่งอยู่ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาเข้ามาเก็บกักในแต่ละฝายเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้เพื่อการเพาะปลูก และจากการศึกษาพบว่า เกษตรกรในชุมชนตำบลน้ำส่วนใหญ่ปลูกข้าว คิดเป็นร้อยละ 70.77 รองลงมาคือมันเทศ คิดเป็นร้อยละ 28.90 และพืชอื่นๆ ร้อยละ 0.33 ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 60 ราย โดยแบ่งเป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าว 30 ราย เกษตรกรผู้ปลูกมันเทศ 30 ราย เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อปลูกข้าวและมันเทศในแต่ละรอบการผลิต โดยการสัมภาษณ์แบบรายตัวและหาค่าเฉลี่ยทุกรายการ ผลการศึกษาพบว่า ในหนึ่งรอบการผลิตเกษตรกรใช้น้ำเพื่อปลูกข้าว 1,120 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ดังนั้นในเขตพื้นที่ตำบลตำบลน้ำมีการปลูกข้าวจำนวน 2,939 ไร่ เกษตรกรมีความต้องการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 3,291,680 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการผลิต และเกษตรกรใช้น้ำเพื่อปลูกมันเทศต่อ 1 ไร่ต่อรอบการผลิต (ระยะปลูก 8,000 ต้นต่อไร่) โดยเฉลี่ยที่ 312 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ดังนั้นในหนึ่งรอบการผลิตของการปลูกมันเทศทั้งหมดในเขตพื้นที่ตำบลตำบลน้ำจำนวน 1,200 ไร่ เกษตรกรผู้ปลูกมันเทศมีความต้องการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 37,400 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการผลิต ดังนั้นในแต่ละรอบการผลิตเกษตรกรใช้น้ำเพื่อการเกษตรทั้งสิ้น 3,329,080 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการผลิต ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณความจุของฝายเก็บน้ำทั้ง 5 ฝายที่ไหลผ่านชุมชนตำบลน้ำ จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่าหากชุมชนสามารถบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบแล้วจะสามารถใช้พื้นที่ทั้ง 5 ฝายได้อย่างคุ้มค่าและสามารถกักเก็บน้ำได้พอเพียงกับความต้องการของเกษตรกรทั้งพื้นที่ ผลจากการศึกษาในระยะที่ 1 ถือได้ว่าเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนเป็นอย่างยิ่ง

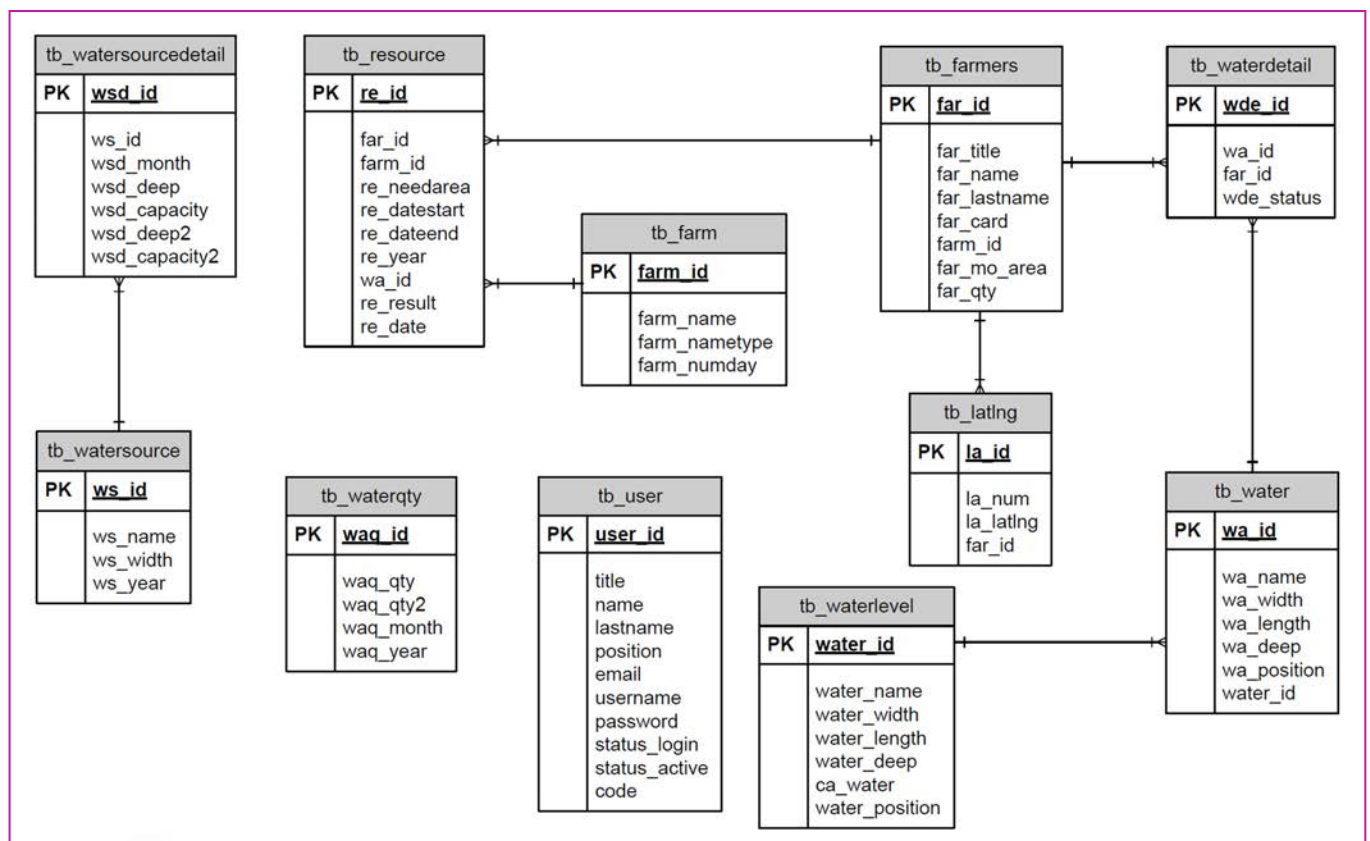
ผลการวิจัยในระยะที่ 2 ผู้วิจัยทำการออกแบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนตำบลน้ำโดยชุมชนมีส่วนร่วมด้วยแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี้ซึ่งภายในแผนภาพแสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบุคคลสถานที่ หรือเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบความสัมพันธ์ซึ่งประกอบด้วยเอนติตี้หลักของระบบ เช่น เกษตรกร ฝายเก็บน้ำชนิดพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืช พื้นที่เพาะปลูก ระดับน้ำในฝาย ผลการพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา และผู้ใช้น้ำ ซึ่งได้มาจากการศึกษาบริบทของชุมชน ดังแสดงในภาพที่ 7

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบแผนภาพบริบท เพื่อแสดงการทำงานของระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนตำบลน้ำโดยชุมชนมีส่วนร่วม ประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ 3 ส่วน คือ กลุ่มเกษตรกรที่มีบทบาทในการรายงานข้อมูลระดับน้ำในแต่ละฝ่ายผ่านไลน์กลุ่มของ อบต. เจ้าหน้าที่ อบต. ในฐานะผู้ดูแลระบบและนำข้อมูลพื้นฐานเข้าสู่ระบบ และผู้บริหารหรือเจ้าหน้าที่ผู้ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการจัดการน้ำในฐานะผู้ติดตามและนำข้อมูลจากระบบมาช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจในการเปิดปิดประตูน้ำเพื่อการเกษตร ซึ่งบทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาแสดงดังภาพที่ 8

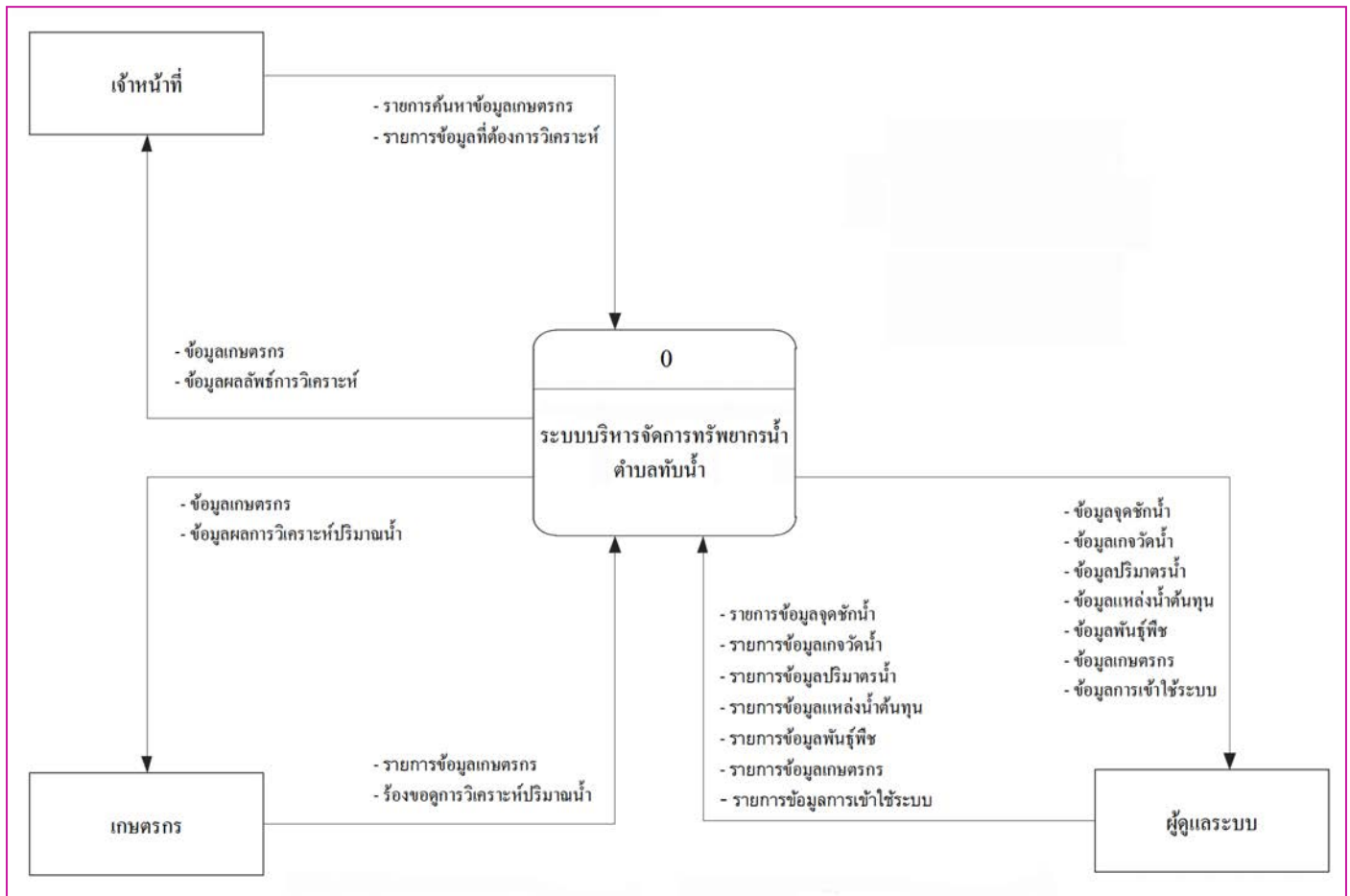
เมื่อออกแบบระบบเสร็จสิ้นจึงนำไปสู่การพัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานตามความต้องการของชุมชน เช่น การจัดการข้อมูลแหล่งกักเก็บน้ำ การจัดการข้อมูลการเพาะปลูกข้าว การจัดการข้อมูลการเพาะปลูกมันเทศ การพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในเขตพื้นที่ชุมชนตำบลน้ำและชุมชนใกล้เคียง การให้คำแนะนำและสนับสนุนการตัดสินใจในการเพาะปลูก รวมถึงการออกรายงานข้อมูลปริมาณน้ำในแต่ละฝ่ายเพื่อให้คณะ

กรรมการจัดการน้ำในชุมชนได้นำไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อสูบน้ำเข้ากักเก็บเพื่อใช้ในการเกษตรภายในชุมชนได้อย่างเหมาะสม โดยระบบฐานข้อมูลที่พัฒนา เน้นให้สามารถนำไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตัวอย่างที่ปรากฏในภาพที่ 9

ระบบที่พัฒนาในงานวิจัยนี้สามารถจัดการข้อมูลพื้นฐานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชน ได้แก่ ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลการปลูกข้าว ข้อมูลการปลูกพืช พืชดัดแปลง ปลูกพืช ข้อมูลพื้นที่กักเก็บน้ำ ปริมาณน้ำเพื่อการเกษตรที่คงเหลือในแต่ละฝ่าย ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรในแต่ละรอบการผลิต ข้อมูลการพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาและข้อมูลผู้ใช้ระบบ ซึ่งในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนต้องอาศัยข้อมูลเหล่านี้เป็นบรรทัดฐานในการตัดสินใจเพื่อการกักเก็บน้ำให้เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกร ซึ่งสอดคล้องกับสพรณษา เข้มทอง (2553) ที่ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในชุมชน โดยเน้นการใช้ข้อมูลพื้นฐานจากการใช้น้ำของชุมชนมาเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบและพัฒนา



ภาพที่ 7 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี้ของระบบการจัดการน้ำ



ภาพที่ 8 แผนภาพบริบทของระบบการจัดการน้ำ

แสดงข้อมูลจุดชักน้ำ

[+ เพิ่มข้อมูล](#) [Search](#)

#	จุดชักน้ำ	ความกว้าง	ความยาว	ความลึก	แถวต้นน้ำ	ตำแหน่ง	หมายเหตุ
1	ฝ่ายที่1	20.454	94.32	3	หนองโน	23.3455 , 244.53440	ดู แก้ไข ลบ
2	ฝ่ายที่2	46	133	4	หนองโน	23.23232 , 345.4656	ดู แก้ไข ลบ
3	ฝ่ายที่3	20	600	2	หนองไก่	32323 , 343434	ดู แก้ไข ลบ
4	ฝ่ายที่4	25	300	2.2	หนองไก่	87656 , 343434	ดู แก้ไข ลบ
5	ฝ่ายที่5	50	200	3.2	หนองไก่	424333 , 343546	ดู แก้ไข ลบ

ภาพที่ 9 ฟังก์ชันการจัดการข้อมูลแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน

ภาพที่ 10 แสดงฟังก์ชันการคำนวณปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เหลืออยู่ในเขตชุมชนที่สามารถระบายออกมามาใช้เพื่อการเกษตรในชุมชน ในกรณีที่ปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาไม่เพียงพอที่จะสูบเข้ากักเก็บในฝายกั้นน้ำของชุมชน ซึ่งเป็นการใช้พื้นที่กักเก็บน้ำในชุมชนให้เปรียบเสมือนแก้มลิงขนาดเล็กที่สามารถช่วยเหลือเกษตรกรเมื่อเกิดภาวะวิกฤตได้

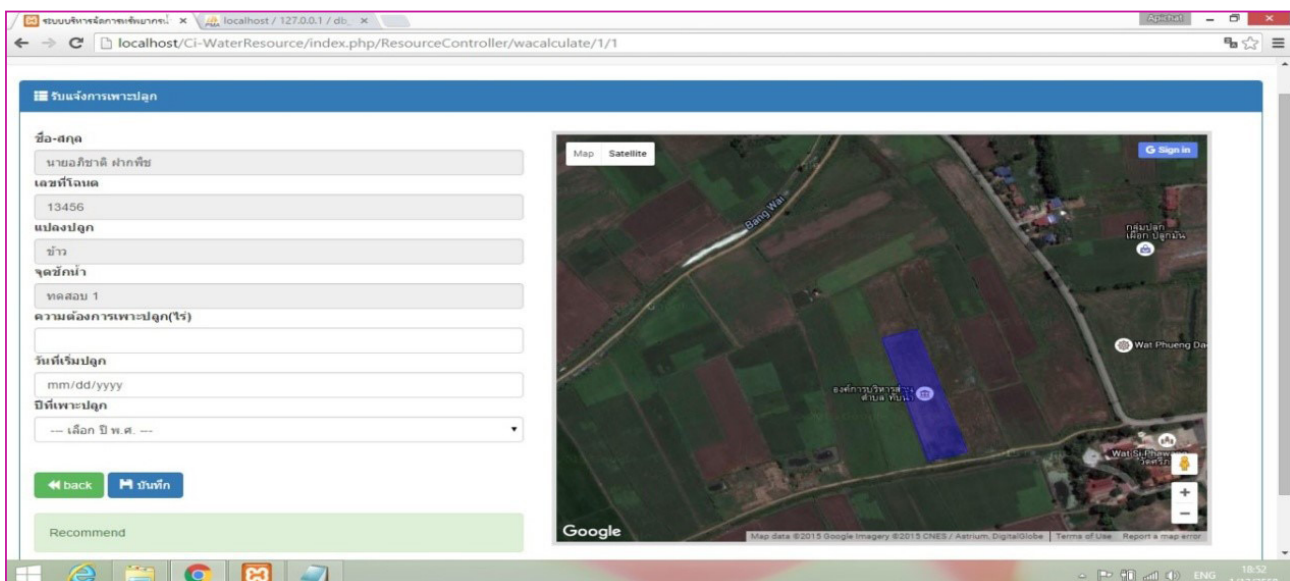
นอกจากนั้นสิ่งที่จำเป็นอีกประการของการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชน คือ การให้ข้อมูลแก่เกษตรกรเพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนในปัจจุบัน โดยระบบสามารถให้คำแนะนำแก่เกษตรกรที่มากขึ้นทะเบียนเพาะปลูกในบริเวณพื้นที่การเกษตรของชุมชนพร้อมให้เหตุผลประกอบการแนะนำว่าควรเริ่มการเพาะปลูกได้หรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 11 ซึ่งคำแนะนำดังกล่าวอ้างอิงจากปริมาณน้ำคงเหลือที่กักเก็บอยู่ในฝายกั้นน้ำ ณ ปัจจุบัน ดังภาพที่ 12

โดยการแนะนำดังกล่าวใช้ข้อมูลปริมาณน้ำในฝายกั้นน้ำของชุมชนที่มีในปัจจุบัน ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกในชุมชน และข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้จากการพยากรณ์ล่วงหน้า 60 วัน ซึ่งนำเสนอ ดังภาพที่ 13

จากภาพที่ 14 แสดงปริมาณน้ำคงเหลือในแต่ละฝายของชุมชน โดยแสดงข้อมูลในรูปแบบของร้อยละ เพื่อให้เจ้าหน้าที่หรือนายกองค์การบริหารส่วนตำบลใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตัดสินใจเพื่อสูบน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้ามากักเก็บในฝายกั้นน้ำของชุมชนที่มีระดับน้ำคงเหลือต่ำกว่าร้อยละ 40 ของความจุในแต่ละฝาย ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งฟังก์ชันที่นักวิจัยได้ออกแบบเพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนได้เห็นภาพรวมของปริมาณน้ำเพื่อการเกษตรที่ยังคงเหลือในฝายกั้นน้ำของชุมชน



ภาพที่ 10 การหาความจุของแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน



ภาพที่ 11 การรับขึ้นทะเบียนเพาะปลูกพืชจากเกษตรกรในชุมชน

ระบบบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เมนูหลัก ▾ แจ้งการเพาะปลูก ความลึกแม่น้ำเจ้าพระยา ▾ รายงาน ▾

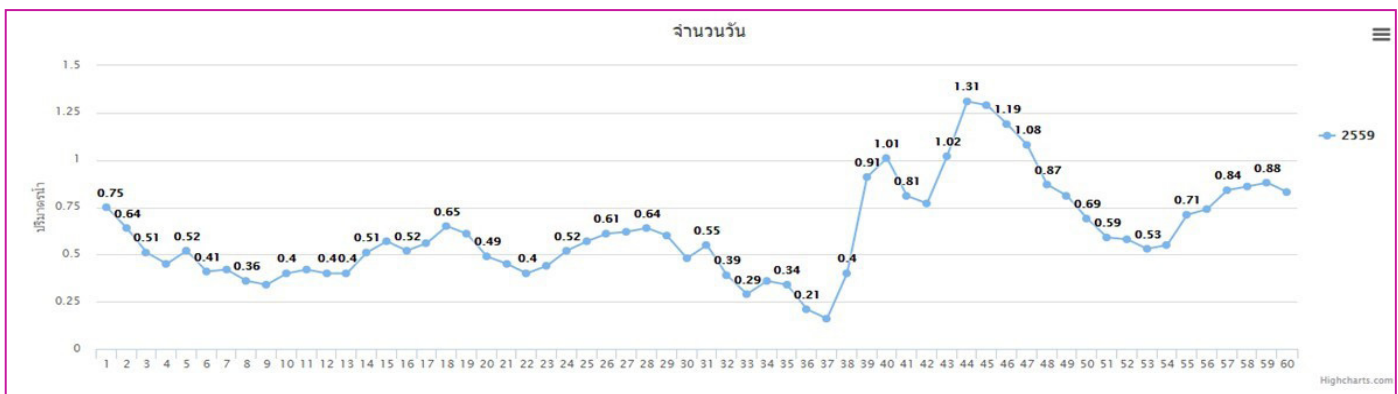
ผลการตรวจสอบปริมาณน้ำ

◀ back

ชื่อ-สกุล	นายนิกร สงเคราะห์
เลขที่โฉนด	1213333
แปลงปลูก	ข้าว
จุดชักน้ำ	ฝายที่1
ความต้องการเพาะปลูก(ไร่)	15
วันที่เริ่มปลูก	2017-04-01
วันที่สิ้นสุด	2017-07-30
ปีที่เพาะปลูก	2560

📁 สามารถทำการเพาะปลูกได้

ภาพที่ 12 การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเริ่มเพาะปลูกพืชโดยอ้างอิงจากปริมาณน้ำในฝาย แก่เกษตรกรในชุมชน



ภาพที่ 13 ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำ ณ สถานีวัดน้ำ C35 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ระบบบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เมนูหลัก ▾ แจ้งการเพาะปลูก ความลึกแม่น้ำเจ้าพระยา ▾ รายงาน ▾ นายอาคม สงเคราะห์ (ผู้ดูแลระบบ) 👤

รายงานแสดงข้อมูลปริมาณน้ำ

จุดชักน้ำ Search ระบบควบคุมเครื่องสูบน้ำ

#	จุดชักน้ำ	ปริมาณ(ลูกบาศก์เมตร)	คิดเป็น(%)
1	ฝายที่1	5,788	5.63
2	ฝายที่2	24,472	23.81
3	ฝายที่3	24,000	23.36
4	ฝายที่4	16,500	16.06
5	ฝายที่5	32,000	31.14
ปริมาณน้ำทั้งหมด		102,760	

ภาพที่ 14 แสดงปริมาณน้ำค้างเหลือสุทธิในแต่ละฝาย

ผลการวิจัยในระยะที่ 3 หลังจากที่ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมเสร็จสิ้นแล้วได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบจนเชื่อมั่นได้ว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ จึงนำระบบไปนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการฐานข้อมูลจำนวน 5 ท่าน เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตร ชุมชนตำบลน้ำ อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาพบว่า ด้านความสามารถทำงานตรงตามความต้องการมีค่าเฉลี่ย 4.08 ด้านความถูกต้องของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย 4.16 ด้านความสะดวก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับการประเมินประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ	
	ค่าเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
1. ด้านความสามารถทำงานตรงตามความต้องการ		
1.1 การบริหารจัดการข้อมูลการเพาะปลูกของเกษตรกร	4.0	ดี
1.2 การบริหารจัดการข้อมูลจุดวัดระดับน้ำและการคำนวณปริมาตรน้ำ	4.2	ดี
1.3 การบริหารจัดการข้อมูลแหล่งน้ำต้นทุนและจุดชักน้ำ	3.8	ดี
1.4 การพยากรณ์ปริมาณน้ำเพื่อให้คำแนะนำในการวางแผนปลูกพืช	4.2	ดี
1.5 การบริหารจัดการข้อมูลการเข้าสู่ระบบ	4.2	ดี
ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความสามารถทำงานตรงตามความต้องการ	4.08	ดี
2. ด้านความถูกต้องของข้อมูล		
2.1 ความถูกต้องของข้อมูลเมื่อมีการจัดการข้อมูลการเพาะปลูกของเกษตรกร	4.0	ดี
2.2 ความถูกต้องของข้อมูลเมื่อมีการจัดการข้อมูลจุดวัดระดับน้ำและคำนวณปริมาตรน้ำ	4.2	ดี
2.3 ความถูกต้องของข้อมูลเมื่อมีการจัดการข้อมูลแหล่งน้ำต้นทุนและจุดชักน้ำ	4.4	ดี
2.4 ความถูกต้องของข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณน้ำเพื่อให้คำแนะนำในการวางแผนปลูกพืช	4.4	ดี
2.5 ความถูกต้องของข้อมูลเมื่อมีการจัดการข้อมูลการเข้าสู่ระบบ	3.8	ดี
ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความถูกต้องของข้อมูล	4.16	ดี
3. ด้านความสะดวกในการใช้งาน		
3.1 ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความง่ายในการใช้งาน	4.2	ดี
3.2 ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความรวดเร็วในการประมวลผล	3.8	ดี
3.3 เมนูการใช้งานของระบบสามารถสื่อให้เข้าใจการใช้งานได้ง่ายขึ้น	3.6	ดี
3.4 การออกรายงานมีความสะดวกไม่ซับซ้อน	4.2	ดี
3.5 การสืบค้นหรือการค้นหาข้อมูลมีความสะดวกและรวดเร็ว	4.2	ดี
ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความสะดวกในการใช้งาน	4.0	ดี
4. ด้านความปลอดภัยของข้อมูล		
4.1 ระบบมีการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งาน	4.0	ดี
4.2 ระบบมีการแบ่งแยกสิทธิ์ผู้ใช้ในการเข้าถึงข้อมูล	4.0	ดี
4.3 ความปลอดภัยของข้อมูลในระบบโดยภาพรวม	4.0	ดี
ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความปลอดภัยของข้อมูล	4.00	ดี
ค่าเฉลี่ยผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยภาพรวม	4.06	ดี

ในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 4.00 ด้านความปลอดภัยของข้อมูลมีค่าเฉลี่ย 4.00 และระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งสี่ด้านมีค่าเฉลี่ย 4.06 เมื่อนำค่าเฉลี่ยดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าตามเกณฑ์ พบว่าค่าเฉลี่ยดังกล่าวอยู่ในช่วงคะแนน 3.51 - 4.50 หมายถึงมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมที่ผู้วิจัยพัฒนามีประสิทธิภาพผ่านตามเกณฑ์และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

อภิปรายและสรุปผล

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมด้วยกระบวนการวงจรการพัฒนาระบบแบบชุมชนมีส่วนร่วม เมื่อนำระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาไปผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี แสดงว่าระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยใช้จริงในชุมชนตำบลน้ำฝนจากการใช้งานระบบดังกล่าวในชุมชนได้สะท้อนให้เห็นว่า ระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำทางการเกษตรของชุมชนตำบลน้ำฝนเป็นนวัตกรรมที่พัฒนาเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนแบบดั้งเดิม ให้มีประสิทธิภาพของการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนมากยิ่งขึ้น โดยมีระบบจัดการข้อมูลพื้นฐานทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน ได้แก่ ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลการปลูกข้าว ข้อมูลการปลูกพืช พืชปลูกแปลงปลูกพืช ภาพถ่ายรายแปลงของแปลงปลูกพืช ข้อมูลพื้นที่กักเก็บน้ำ ปริมาณน้ำเพื่อการเกษตรที่คงเหลือในแต่ละฝ่าย ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรในแต่ละรอบการผลิต พยากรณ์ปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่านชุมชนตำบลน้ำฝนเป็นระยะเวลาล่วงหน้า 60 วัน ข้อมูลหลักทุกรายการถูกประมวลผลโดยระบบคอมพิวเตอร์และแปลผลโดยรายงานในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ กราฟ ค่าสถิติ หรือตาราง ซึ่งง่ายต่อการนำมาช่วยในการตัดสินใจเพื่อสั่ง เปิด-ปิด ประตูน้ำ สั่ง เปิด-ปิด เครื่องสูบน้ำเข้าฝ่าย เพื่อการกักเก็บน้ำให้เพียงพอกับพื้นที่การเกษตรในชุมชนตำบลน้ำฝนในแต่ละฤดูกาล ก่อให้เกิดนวัตกรรมที่มีประโยชน์หลายประการกับกระบวนการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนตำบลน้ำฝน เนื่องจากการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบลน้ำฝนในระยะแรกนั้นได้พึ่งพิงภูมิปัญญาท้องถิ่นจากคณะกรรมการบริหารจัดการน้ำของชุมชนตำบลน้ำฝน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคนที่มีความสามารถ

บูรณาการภูมิปัญญาร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาเรื่องขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรได้ดีในระดับหนึ่ง แต่การบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรตามหลักความเป็นจริงต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานเป็นหลัก เช่น ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลการปลูกข้าว ข้อมูลการปลูกพืช พืชปลูกแปลงปลูกพืช ข้อมูลพื้นที่กักเก็บน้ำ ปริมาณน้ำเพื่อการเกษตรที่คงเหลือในแต่ละฝ่าย ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรในแต่ละรอบการผลิต ซึ่งก่อนหน้านี้นักวิจัยเก็บในรูปแบบกระดาษ สมุดบันทึก หรือแฟ้มรูปภาพ การพยากรณ์ปริมาณน้ำที่เกษตรกรต้องการในแต่ละรอบการผลิตและการพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่านชุมชนตำบลน้ำฝนเป็นไปในรูปแบบการคาดการณ์ตามประสบการณ์ของคณะกรรมการบริหารจัดการน้ำ บางครั้งมีความคลาดเคลื่อนในการคาดการณ์ ซึ่งระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรโดยชุมชนมีส่วนร่วมที่พัฒนาขึ้นสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้สอดคล้องกับ สุพรรณษา เข้มทอง (2553) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลการนำเทคโนโลยีสารสนเทศไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในชุมชน และนอกจากนั้นกระบวนการวิจัยในครั้งนี้ยังสอดคล้องกับ กมลภรณ์ แจ่มกระจ่าง (2557) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำร่วมกันระหว่างคณะกรรมการบริหารจัดการน้ำชุมชนคลองแปด คลองเก้า คลองสิบ กับสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) ภายใต้โครงการพัฒนาพื้นที่แก้มลิงทุ่งรังสิต ตำบลบึงข่า อำเภอนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยแบ่งกระบวนการมีส่วนร่วมตามแนวคิดของ Cohen & Uphoff เป็น 4 กระบวนการ คือ 1) การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการจัดการน้ำของคณะกรรมการบริหารจัดการน้ำชุมชนกับสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) 2) การมีส่วนร่วมปฏิบัติการ 3) การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ และ 4) การมีส่วนร่วมในการประเมินผลระบบ ก่อให้เกิดความร่วมมือจากชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำให้ได้ปัญหาที่แท้จริงจากชุมชน (วงศ์ นัยวิจิตร และคณะ, 2558) จนนำไปสู่การได้มาซึ่งนวัตกรรมที่สามารถยกระดับมาตรฐานการจัดการน้ำในชุมชนและสามารถนำไปเป็นต้นแบบให้แก่ชุมชนอื่นๆ ได้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สัญญาทุนเลขที่ RDG59A0002/06 และได้รับความอนุเคราะห์ในหลายๆ ด้านจากผู้บริหารองค์การบริหารส่วนตำบลตำบลน้ำฝน ผู้นำชุมชนตลอดทั้งเจ้าหน้าที่ในชุมชนตำบลน้ำฝน ขอขอบพระคุณผู้บริหาร เจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้การช่วยเหลือและให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาดำเนินการ ส่งผลให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

- กมลลาภรณ์ แจ่มกระจ่าง. 2557. กระบวนการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำ กรณีศึกษา ชุมชนคลองรังสิต ตำบลบึงชำอ้อ อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี. ค้นคว้าอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ปทุมธานี.
- กรมทรัพยากรน้ำ. 2552. การเสริมสร้างและพัฒนากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (Participatory Action Research : PAR). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- กิตติพร ปัญญาภิรมย์. 2549. วิจัยเชิงปฏิบัติการ: แนวทางสำหรับครู. นันทพันธ์พริ้ง. เชียงใหม่.
- จักรวาล พิมลศรี. 2555. การจัดการน้ำเพื่อการเกษตร องค์การบริหารส่วนตำบลนาเพียง อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น. การค้นคว้าอิสระรัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- ชอบ เข้มกลัด และ โกวิท พวงงาม. 2547. การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมเชิงประยุกต์. คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ดำรง โยธารักษ์. 2560. การจัดการลุ่มน้ำปากพนัง. วารสารเทคโนโลยีภาคใต้. 10(1); 185-191.
- นงนภัส ศุวัญญู เทียงกมล. 2551. การวิจัยเชิงบูรณาการแบบองค์รวม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- นงนภัส ศุวัญญู เทียงกมล. 2554. การวิจัยเชิงบูรณาการแบบองค์รวม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- บุญชัย งามวิทย์โรจน์. 2551. ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำชี. รายงานการวิจัยสำนักวิจัยพัฒนาและอุทกวิทยา. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- ประพันธ์พงษ์ ชินพงษ์. 2551. อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปทุมธานี.
- ประภัสสร ลิเนะวัฒนะ. 2556. การแปลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เป็นแหล่งความรู้เพื่อใช้ในฐานะข้อมูลนิรภัย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.
- พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี. 2558. การขับเคลื่อนระบบเกษตรกรรมยั่งยืนอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านคอกช้าง ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่. 7(1); 59-73.
- วรศักดิ์ ปากสิต และคณะ. 2554. ระบบสารสนเทศการจัดการทรัพยากรน้ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศเกษตรและพัฒนาชนบท. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.
- วงศ์ นัยวินิจ และคณะ. 2558. กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำให้สามารถบริหารจัดการน้ำชลประทาน ระบบท่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตำบลบึงมะแลง อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่. 7(1); 4-18.
- สันติชัย เอื้อจงประสิทธิ์. 2550. การท่องเที่ยวกับการพัฒนาเศรษฐกิจไทย. [จุลสาร]. การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- สุพรรณษา เข้มทอง. 2553. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวางแผนการจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ตำบลสุรนารี อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. นครราชสีมา.
- แสงทอง บุญยิ่ง และคณะ. 2560. การออกแบบออนไลน์เพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน. การประชุมวิชาการการจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี ประจำปี 2560 วันที่ 30-31 มีนาคม 2559. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. สกลนคร.
- องอาจ นัยพัฒน์. 2548. วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา. กรุงเทพฯ.
- อาคม สงเคราะห์ และ แสงทอง บุญยิ่ง. 2558. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทางการเกษตรในชุมชนตำบล อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว). กรุงเทพฯ.
- Shrivastava, G. et al. 2012. Application of artificial neural networks in weather forecasting: A comprehensive literature review. *International Journal of Computer Applications*. 51(18); 17-29.