การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำในคลองชลประทานระยะไกล

Development of Supervisory Control and Data Acquisition System for Canal Regulator

โดย ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์ [1] และนายวิชญ์ ศรีวงษา[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบตรวจวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิด ประตูระบายน้ำในคลองชลประทาน เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้านการส่งน้ำในสนาม โดยการพัฒนาอุปกรณ์การวัดระดับน้ำ อุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ อุปกรณ์วัดระยะการเปิดบาน อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณวิทยุ และชุดควบคุมระบบ SCADA ซึ่งทำให้สามารถตรวจวัดน้ำและควบคุมการส่งน้ำในระยะไกลได้อย่างอัตโนมัติ ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดระดับน้ำในห้องปฏิบัติการ พบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 2.3% เมื่อนำระบบ SCADAที่พัฒนาขึ้นไปติดตั้งและทดสอบการใช้งานที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือน สิงหาคม – ธันวาคม 2546 โดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำที่ ปตร. กลางคลอง 2L กม. 49+750 ทรบ.ปากคลอง 11L-2L กม.0+030 และปตร. บางเลน ซึ่งตั้งอยู่ห่างกันประมาณ 25 กม. พบว่าอุปกรณ์และระบบ SCADA ที่พัฒนาขึ้นทำงานได้ดีตลอดฤดูกาลส่งน้ำ สามารถวัดระดับน้ำและระยะการเปิดบานแล้วบันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมงลงในคอมพิวเตอร์ในลักษณะของ Datalogger ระดับน้ำที่วัดได้ต่างจากรายงานของพนักงานส่งน้ำเฉลี่ย $\pm$ 6 ซม. และระยะการเปิดบานต่างจากรายงานเฉลี่ย $\pm$ 2 ซม.

คำสำคัญ (Key words): การวัดน้ำ, การควบคุมน้ำ, ระบบคลองอัตโนมัติ, SCADA, โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

---

[1] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

[2] นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

คำนำ

กระบวนการจัดสรรน้ำประกอบด้วย การวางแผน การควบคุมและการติดตามการประเมินผลการส่งน้ำ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีความพยายามในการพัฒนาวิธีการและเครื่องมือช่วยในการจัดสรรน้ำ เช่น มีการพัฒนาโปรแกรมจัดสรรน้ำและติดตามผลการส่งน้ำด้วยคอมพิวเตอร์ (WASAM) (วราวุธและวัชระ. 2538; วราวุธและลำจวน. 2539; ภราดาและวราวุธ. 2542; Ilaco/Empire M&T. 1988) มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ระดับต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้โปรแกรม WASAM ในการจัดสรรน้ำของโครงการ มีการพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ชื่อ GATEOP เพื่อช่วยในการคำนวณปรับบาน ปตร. ในคลองชลประทาน(Vudhivanich and Roongsri. 2001) แต่เครื่องมืออุปกรณ์และเทคนิคการควบคุมการส่งน้ำในสนามยังไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร การควบคุมน้ำในคลองยังคงเป็นระบบควบคุมด้วยมือ(Manual Operation) ซึ่งต้องใช้พนักงานส่งน้ำจำนวนมาก และปัญหาที่ทุกโครงการชลประทานประสบอยู่คือขาดอัตรากำลังด้านงานส่งน้ำ ถึงแม้ว่าจะมีการนำเอาประตูน้ำอัตโนมัติแบบ Hydro-mechanical มาทดลองใช้ แต่การใช้งานยังจำกัดเฉพาะบางคลองในบางโครงการเท่านั้น เช่น โครงการคลอง ตรอนและโครงการสองพี่น้อง (วราวุธและวิชญ์. 2547)

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ชลประทานกว่า 25 ล้านไร่ ส่วนใหญ่ส่งน้ำโดยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) โดยมีระบบคลองชลประทานและระบบคูน้ำช่วยส่งและกระจายน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก มีประตูระบาย (ปตร.) ปากคลอง (Discharge Regulator) เพื่อช่วยควบคุมปริมาณน้ำให้ไหลเข้าคลองได้ตามที่กำหนด และปตร. กลางคลอง(Water Level Regulator) เพื่อควบคุมระดับน้ำในคลองให้อยู่ที่ระดับน้ำใช้การ (Full Supply Level, FSL) ตามหลักการส่งน้ำแบบควบคุมเหนือน้ำ (Upstream Control) มีพนักงานส่งน้ำทำหน้าที่ควบคุม (เปิด-ปิด-ปรับ) ปตร. ทั้ง 2 แบบ เพื่อควบคุมการส่งน้ำให้เป็นไปตามแผน แต่การควบคุม ปตร. ต่าง ๆ ด้วยมือ มักไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากความต้องการใช้น้ำของเกษตรกรมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ประกอบกับโครงการประเภททดน้ำมักประสบปัญหาการผันแปรของน้ำต้นทุน จึงทำให้ยากแก่การควบคุมระดับน้ำและปริมาณน้ำในคลอง ถ้าโครงการต้องการให้การส่งน้ำให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้น้ำที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จำเป็นต้องใช้พนักงานส่งน้ำที่มีความชำนาญเป็นจำนวนมาก เพื่อควบคุมการส่งน้ำตลอด 24 ชั่วโมง และยังต้องมีกฎเกณฑ์การใช้น้ำที่เข้มงวด จึงจะทำให้ระบบที่ควบคุมด้วยมือสัมฤทธิ์ผล

มีผู้พัฒนาวิธีการควบคุมการส่งน้ำมากมายหลายวิธี ทั้งระบบควบคุมระดับน้ำด้านเหนือน้ำ ระบบควบคุมระดับน้ำตด้านท้ายน้ำ ระบบควบคุมปริมาตรน้ำในคลอง หรือระบบควบคุม

เฉพาะจุด ระบบควบคุมเฉพาะจุดระยะไกล และระบบควบคุมจากศูนย์กลางระยะไกล (วราวุธ และวิชญ์. 2548)

ในยุคคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เริ่มมีการนำระบบการตรวจวัดและควบคุมระยะไกลหรือระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) และระบบคลองอัตโนมัติ (Canal Automation System) ซึ่งมีการใช้ไปอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ มาช่วยในการบริหารน้ำในโครงการชลประทาน เช่น โครงการ Salt River (http://www.uswcl.ars.ag.gov) และโครงการ Central Arizona (Clemmens *et. al*., 1997) ในสหรัฐอเมริกา โครงการ Canal de Provence ในประเทศฝรั่งเศส โครงการ Canal de Rocade ประเทศมอรอคโค(วราวุธ. 2536) สำหรับประเทศไทยได้เริ่มมีการนำเอาเทคโนโลยี SCADA มาช่วยในการควบคุมน้ำชลประทานเช่นที่ โครงการเขื่อนแม่กวง จ.เชียงใหม่ (ชาญศักดิ์. 2544) เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จ.ลพบุรี (กรมชลประทาน 2542) เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่ยังอาศัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งต้องเสียค่าลงทุนและค่าใช้จ่ายสูง

วราวุธและวิชญ์ (2547) ได้เสนอแนวคิดในการควบคุมการส่งน้ำในคลองแบบอัตโนมัติ และได้เริ่มพัฒนาต้นแบบประตูยนต์ (Robogate) และทดสอบการใช้งานเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้านการส่งน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพ-ประสิทธิผลในการควบคุมการส่งน้ำในคลองชลประทาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการชลประทานในประเทศไทยในอนาคต ดังนั้นจึงควรได้มีการพัฒนาและทดสอบการใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีสำหรับการตรวจวัดและควบคุมระยะไกล สำหรับคลองส่งน้ำของโครงการชลประทาน โดยเน้นการใช้วัสดุ และอุปกรณ์ที่สามารถซื้อได้ในประเทศ มีราคาไม่แพงและสามารถพัฒนาต่อไปได้เป็นเทคโนโลยีของเราเอง เพื่อประโยชน์ต่อการควบคุมน้ำชลประทานในโครงการและต่อการประเมินและวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ประสิทธิผลการส่งน้ำและการใช้น้ำชลประทานต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การพัฒนาอุปกรณ์วัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำในคลองระยะไกล ชุดควบคุม SCADA โปรแกรมเพื่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ทขนาน (Pararell Port) และโปรแกรมบันทึกข้อมูลอัตโนมัติในลักษณะของ Datalogger

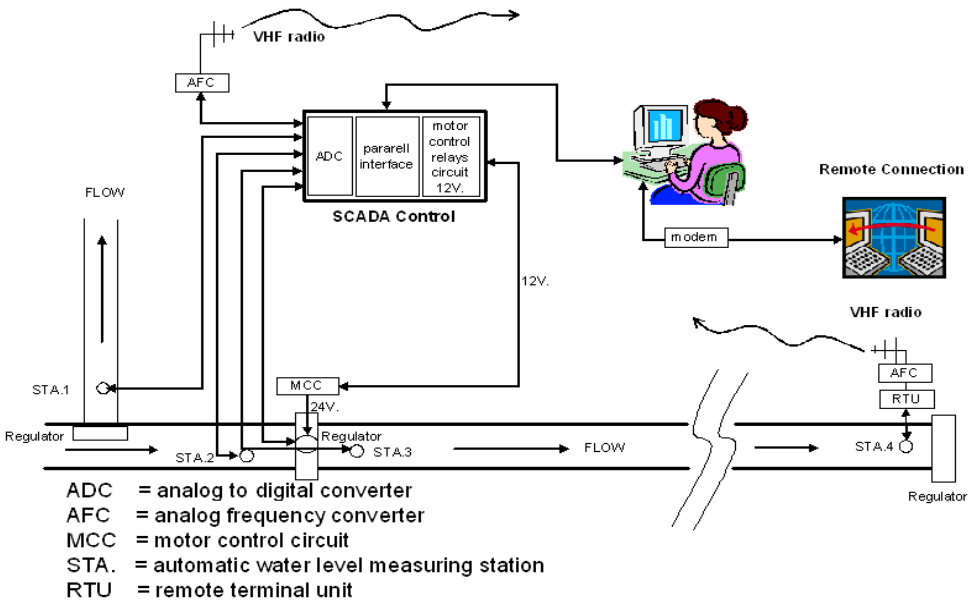
2. การสอบเทียบ (Calibration) อุปกรณ์วัดระดับน้ำในห้องปฏิบัติการ

3. การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์และระบบ SCADA ที่พัฒนาขึ้น ที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จ.นครปฐม

ผลและวิจารณ์

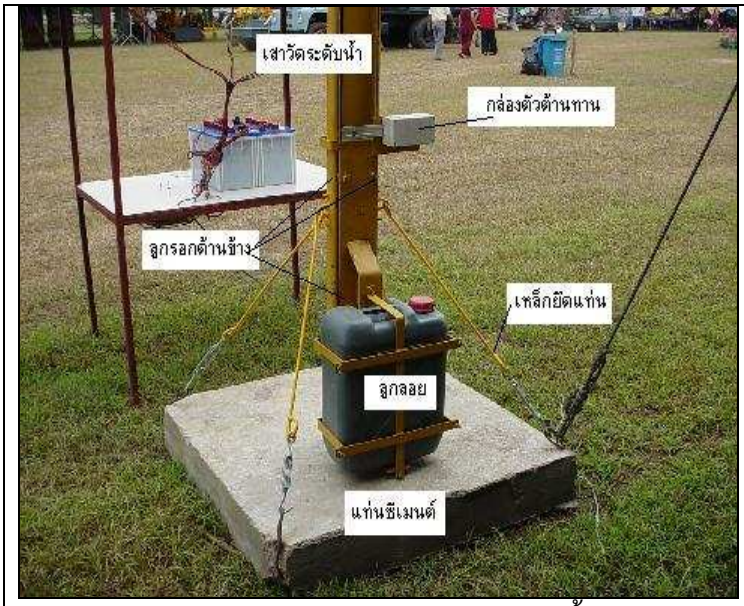
1. การพัฒนาอุปกรณ์วัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิด ประตูระบายน้ำในคลองระยะไกล

อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย อุปกรณ์วัดระดับน้ำ อุปกรณ์วัดระยะการเปิดบาน อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณวิทยุ และชุดควบคุมระบบ SCADA โดยผู้ใช้สามารถตรวจสอบระดับน้ำหรือควบคุม ปตร. ได้จากคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ที่หัวงาน หรือสามารถ Login เข้าสู่ระบบ SCADA ได้ โดยผ่านทาง Modem ดังแสดงในรูปที่ 1 อุปกรณ์ทั้งหมดที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ในท้องตลาดและมีราคาไม่แพง อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

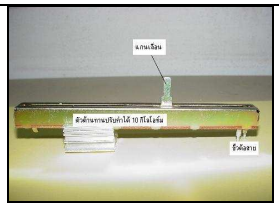


รูปที่ 1 ระบบตรวจวัดระดับน้ำและควบคุม ปตร. ในคลองส่งน้ำระยะไกล(SCADA)

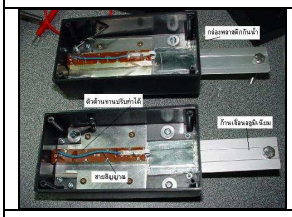
1.1 อุปกรณ์วัดระดับน้ำ เป็นแบบแอนนาลอกโดยใช้ลูกลอยเชื่อมต่อกับตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ ชนิดสไลด์ แบบ B ขนาด 10 KΩ ซึ่งติดตั้งอยู่บนสเกลเอียง (รูปที่ 2) เพื่อแปลงการขึ้นลงของระดับน้ำเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า (วิชญ์และวราวุธ.2546 ; วิชญ์. 2547; วิชญ์และวราวุธ. 2547) แล้วส่งสัญญาณตามสายไฟฟ้า(กรณีที่อุปกรณ์วัดน้ำอยู่บริเวณหัวงาน) หรือระบบวิทยุสื่อสาร (กรณีที่อุปกรณ์วัดน้ำอยู่ไกล) เข้าสู่ชุดควบคุม SCADA เพื่อส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยผ่านทางแผงวงจรเชื่อมต่อพอร์ทขนานที่พัฒนาขึ้น (รูปที่ 3(1)) เพื่อแปลงสัญญาณแอนนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิท แล้วบันทึกข้อมูลลงใน Hard Disk ในทำนองเดียวกับ Datalogger อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถรับสัญญาณแอนนาลอกแล้วแปลงเป็นดิจิตอลได้ถึง 16 ช่องสัญญาณ ติดตั้งตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ในกล่องพลาสติกกันน้ำ (รูปที่ 2(3))เพื่อป้องกันฝนและความชื้นเข้าไปในกล่องอันจะทำให้เกิดสนิมและมีปัญหาความผิดพลาดในการวัดค่าระดับน้ำ



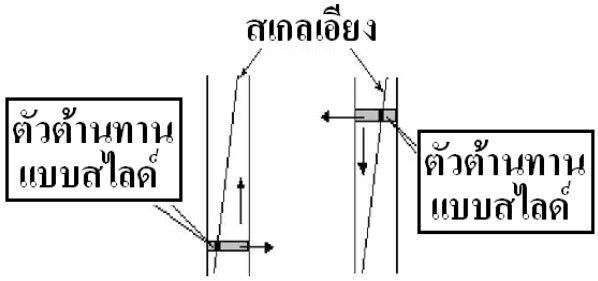
(1) รายละเอียดอุปกรณ์วัดระดับน้ำ



(2) ตัวต้านทานชนิดสไลด์แบบ B ขนาด 10 k□



(3) ประกอบตัวต้านทานในกล่องกันน้ำ



(4) ติดตั้งตัวต้านทานกับสเกลเอียง

รูปที่ 2 อุปกรณ์วัดระดับน้ำแบบแอนนาลอกโดยใช้ลูกลอย

1.2 อุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิด-ปรับ ปตร. ระยะไกล ซึ่งควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ผ่านวงจรเชื่อมต่อพอร์ทขนานและสายโทรศัพท์ โดยวงจรในชุดควบคุม SCADA จะจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V ให้กับวงจรควบคุมมอเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ IC เบอร์ ULN 2003 และ รีเลย์จำนวน 7 ตัว เพื่อควบคุมการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ให้กับมอเตอร์ เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด ของ ปตร.(รูปที่ 3(2))

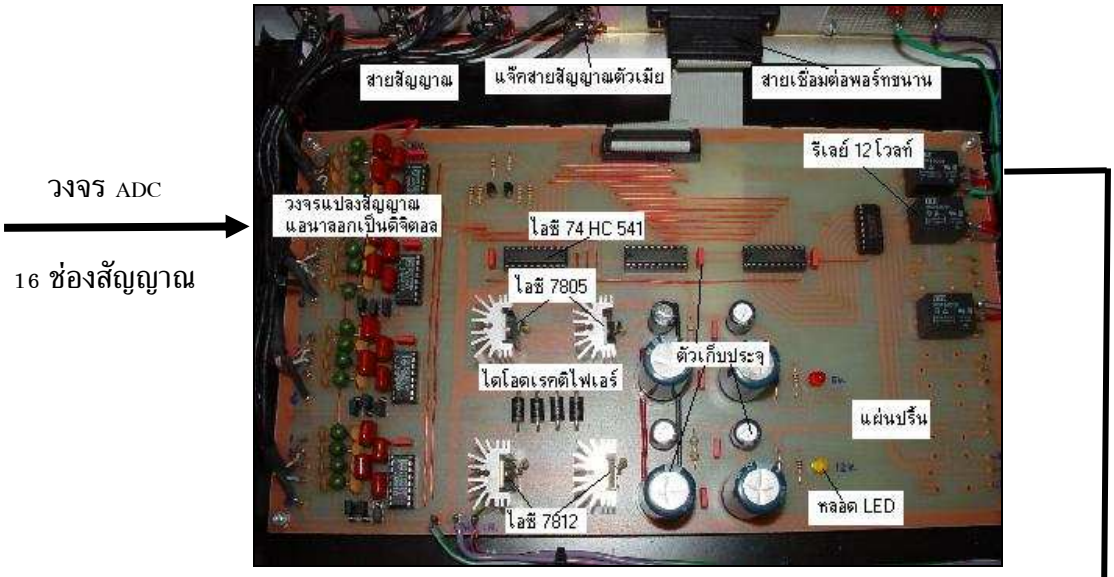
1.3 อุปกรณ์วัดระยะการเปิดบาน ปตร. แบบแอนนาลอก ซึ่งใช้หลักการเดียวกับที่ใช้ในอุปกรณ์วัดระดับน้ำ คือใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าและสเกลเอียง ซึ่งเชื่อมต่อกับตัวบาน (รูปที่ 4)

1.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณระดับน้ำระยะไกลผ่านระบบวิทยุสื่อสาร โดยวงจรที่สถานีลูกข่าย (RTU) ที่พัฒนาขึ้นจะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นพัลท์ความถี่ที่สามารถส่งผ่านระบบวิทยุสื่อสาร VHF ไปยังสถานีแม่ข่าย (รูปที่ 5) ซึ่งจะแปลงพัลท์ความถี่กลับเป็นแรงดันไฟฟ้า 0-5 โวลท์

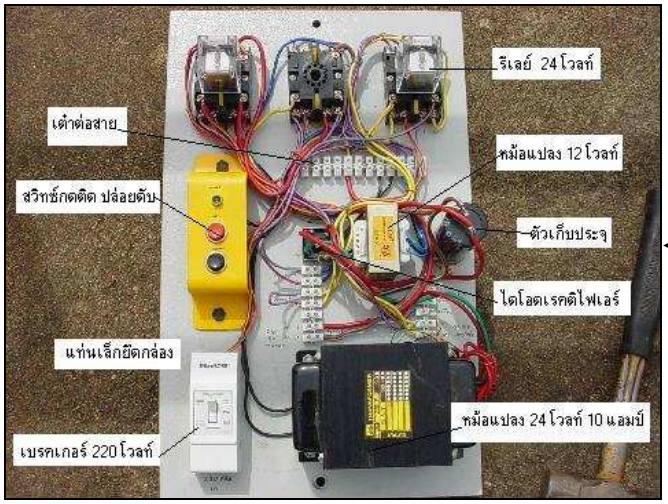
1.5 คอมพิวเตอร์โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ทขนาน และสามารถบันทึกข้อมูลจากอุปกรณ์วัดระดับน้ำ และอุปกรณ์วัดระยะการเปิดบาน แบบอัตโนมัติในลักษณะของ Datalogger โดยบันทึกข้อมูลในรูปแบบของ Text File

2. การสอบเทียบอุปกรณ์วัดระดับน้ำในห้องปฏิบัติการ

ทำการสอบเทียบอุปกรณ์วัดระดับน้ำที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 ตัว ในห้องปฏิบัติการก่อนนำไปติดตั้งและทดสอบในสนามที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน โดยการให้คนยกลูกลอยทุก ๆ ระยะ 5 ซม. พร้อมกับอ่านค่าระดับน้ำที่หน้าจอมอนิเตอร์ ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดระดับน้ำโดยอุปกรณ์วัดระดับน้ำที่พัฒนาขึ้นแสดงอยู่ในรูปที่ 6 ซึ่งพบว่าค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือและค่าจริงมีความสัมพันธ์กันดีมาก R^2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.9969-.09993 แสดงว่าอุปกรณ์มีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ดี และพบว่าถ้ารางเหล็กที่นำมาทำสเกลเอียงไม่เรียบจะทำให้การวัดระดับน้ำเกิดความคลาดเคลื่อนเพิ่มได้ อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีราคาค่อนข้างถูกและมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 2.3% แต่ถ้าต้องการให้อุปกรณ์มีความแม่นยำมากขึ้นต้องใช้ตัวต้านทานแบบโปเทนซิโอมิเตอร์ (potentiometer) ซึ่งมีความเที่ยงตรงสูงกว่า แต่มีราคาแพงกว่า

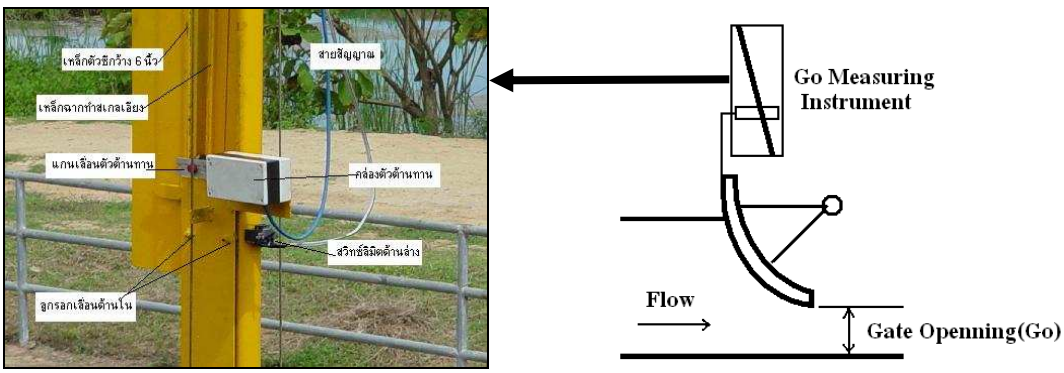


(1) วงจรชุดควบคุมระบบ SCADA ผ่าน Pararell Port

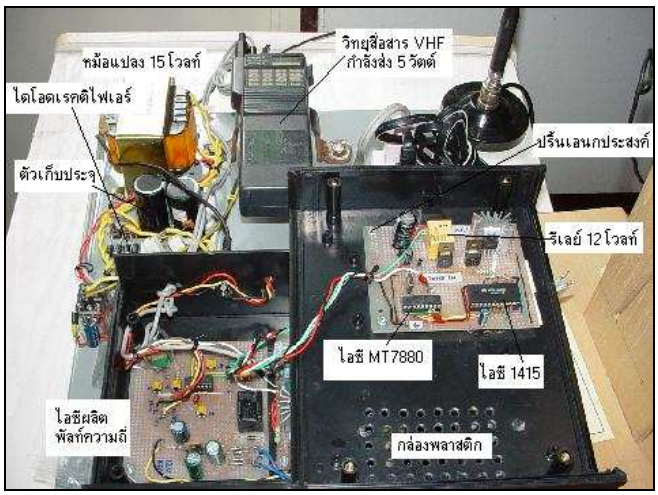


(2) วงจรควบคุมมอเตอร์

รูปที่ 3 วงจรระบบตรวจวัดและควบคุมระยะไกล



รูปที่ 4 อุปกรณ์วัดระยะการเปิดบาน ปตร.



รูปที่ 5 อุปกรณ์ส่งสัญญาณระดับน้ำที่สถานีลูกข่าย ผ่านระบบวิทยุสื่อสาร ย่าน VHF

3. การติดตั้งและทดสอบเครื่องมือในสนามที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จ.นครปฐม

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับน้ำและอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิด ปตร. ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จ.นครปฐม โดยติดตั้งอุปกรณ์วัดระดับน้ำ 4 จุด คือ (1) หน้า ปตร. กลางคลอง 2L กม. 49+750 (2) ท้าย ปตร. กลางคลอง 2L กม. 49+750 (3) ท้าย ทรบ. ปากคลองซอย 11L-2L กม. 0+030 (4) หน้า ปตร. บางเลน และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเปิด-ปิดและอุปกรณ์วัดการเปิดบานที่ ปตร. กลางคลอง 2L กม. 49+750 ดังแสดงในรูปที่ 7 อุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมระยะไกลที่ติดตั้งในคลอง 2L กม. 49+750 และ 11L-2L กม. 0+030 อยู่ใกล้หัวงานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จึงใช้สายแบบมีการ Shield เป็นสายสัญญาณส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ โดยผ่านแผงวงจรเชื่อมต่อพอร์ทขนาน ซึ่งติดตั้งอยู่ที่หัวงานโครงการ ส่วนอุปกรณ์วัดระดับน้ำที่ติดตั้งที่หน้า ปตร. บางเลน ซึ่งอยู่ห่างจากหัวงานโครงการประมาณ 25 กม. ส่งสัญญาณผ่าน RTU โดยระบบวิทยุสื่อสาร VHF เข้าสู่สถานีวิทยุแม่ข่ายที่หัวงานโครงการบางเลน เพื่อส่งสัญญาณเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูลระดับน้ำลง Hard Disk ด้วยโปรแกรม Datatogger

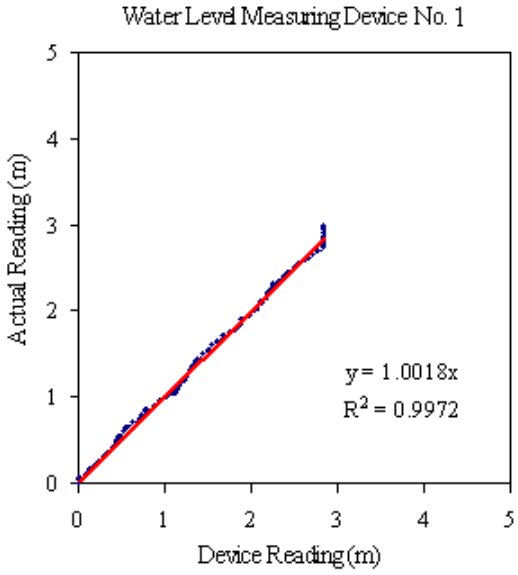
ผลการทดสอบการใช้งานระบบ SCADA และอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน ระหว่าง สิงหาคม-ธันวาคม 2546 โดยตั้งเวลาการบันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง ทำให้ทราบระดับน้ำด้านหน้าและท้าย ปตร. และ ระยะการเปิดบาน ดังแสดงในรูปที่ 8(1)-8(3) ซึ่งสามารถนำมาคำนวณปริมาณน้ำผ่าน ปตร. 2L กม. 49+750 ได้ดังแสดงในรูปที่ 8(4) ข้อมูลระดับน้ำหน้า ปตร. กลางคลอง 2L กม.49+750 ขาดหายไป ช่วงระหว่าง 26 กันยายน – 10

ตุลาคม 2546 เนื่องจากสายสัญญาณที่ฝังไว้ใต้ดิน ถูกเครื่องจักรตัดขาด ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบ SCADA ทำงานได้ดี สามารถตรวจวัดระดับน้ำ ระยะการเปิดบาน และบันทึกข้อมูลทุกชั่วโมงได้อย่างต่อเนื่องตลอดฤดูการส่งน้ำโดยไม่มีปัญหา โครงการได้รับข้อมูลระดับน้ำจาก ปตร. ที่มีตำแหน่งห่างกันหลายกิโลเมตร ทุกชั่วโมงหรือทุกช่วงเวลาที่ต้องการ ซึ่งพนักงานส่งน้ำ 1 คนไม่สามารถทำได้ จึงถือว่าระบบ SCADA และอุปกรณ์ตรวจวัดน้ำที่พัฒนาขึ้น ทำงานได้ดี และที่สำคัญคือระบบ SCADA สามารถบันทึกข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์อัตโนมัติ โดยไม่ต้องใช้คนบันทึกข้อมูล ข้อมูลที่วัดได้มีความถูกต้องแม่นยำสูง และเจ้าหน้าที่โครงการสามารถส่งสัญญาณควบคุมการปรับ ปตร. จากระยะไกลได้ตามที่ต้องการ โดยพนักงานส่งน้ำไม่ต้องมาคอยปรับ ปตร. ถ้าพบว่าระดับน้ำในคลองหรือปริมาณน้ำที่ส่งไม่เป็นไปตามที่ต้องการ เนื่องจากการผันแปรของปริมาณน้ำที่โครงการได้รับ ซึ่งช่วยให้การบริหารการส่งน้ำทำได้สะดวกยิ่งขึ้น

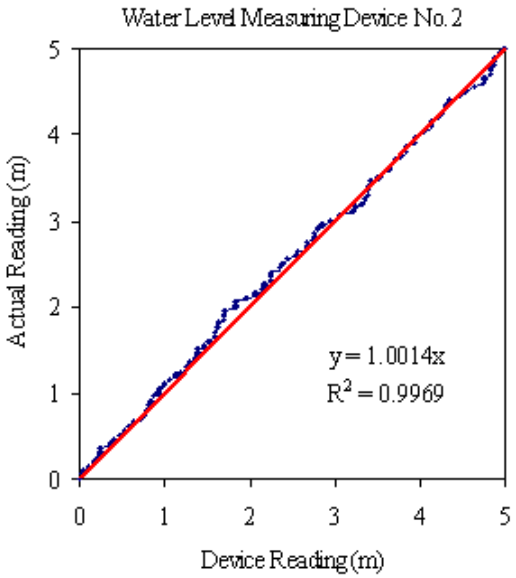
การทดสอบการตรวจวัดระดับน้ำโดยระบบ SCADA เปรียบเทียบกับรายงานการตรวจวัดน้ำของพนักงานส่งน้ำ พบว่ามีความแตกต่างเฉลี่ย $\pm$ 6 ซม. และระยะการเปิดบานแตกต่างกันเฉลี่ย $\pm$ 2 ซม. จึงถือว่าระบบ SCADA และอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น สามารถลดกำลังคนด้านการส่งน้ำ และเจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ได้ จึงเหมาะที่จะได้มีการพัฒนาและนำมาใช้ในโครงการชลประทานต่อไป

สรุป

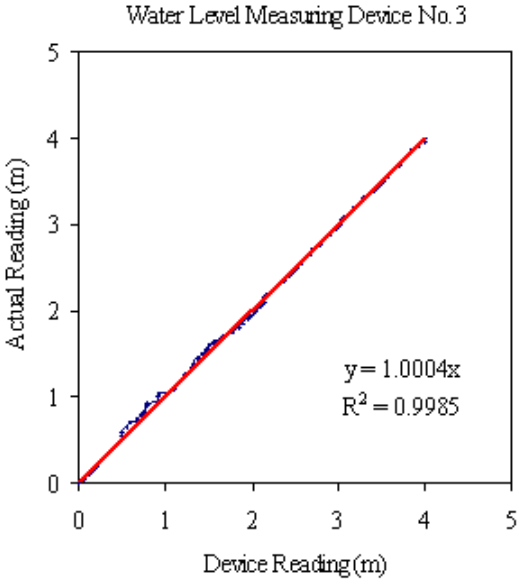
ระบบตรวจวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิด ปตร. ระยะไกล ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยอุปกรณ์การวัดระดับน้ำแบบแอนนาลอกโดยใช้ลูกลอย อุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิด ปตร. อุปกรณ์วัดระยะการเปิดบาน ปตร. อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณวิทยุ และชุดควบคุมระบบ SCADA ซึ่งสามารถ Login ผ่าน Modemได้ ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดระดับน้ำในห้องปฏิบัติการ พบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 2.3% เมื่อนำระบบ SCADAที่พัฒนาขึ้นไปติดตั้งและทดสอบการใช้งานที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือน สิงหาคม – ธันวาคม 2546 โดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำที่ ปตร.กลางคลอง 2L กม.49+750 ทรบ.ปากคลอง 11L-2L กม. 0+030 และปตร.บางเลน ซึ่งตั้งอยู่ห่างกันประมาณ 25 กม. พบว่าอุปกรณ์และระบบ SCADA ที่พัฒนาขึ้นทำงานได้ดีตลอดฤดูกาลส่งน้ำ สามารถวัดระดับน้ำและระยะการเปิดบาน แล้วบันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมงลงในคอมพิวเตอร์ในลักษณะของ Datalogger ระดับน้ำที่วัดได้ต่างจากรายงานของพนักงานส่งน้ำเฉลี่ย $\pm$ 6 ซม. และระยะการเปิดบานต่างจากรายงานเฉลี่ย $\pm$ 2 ซม.



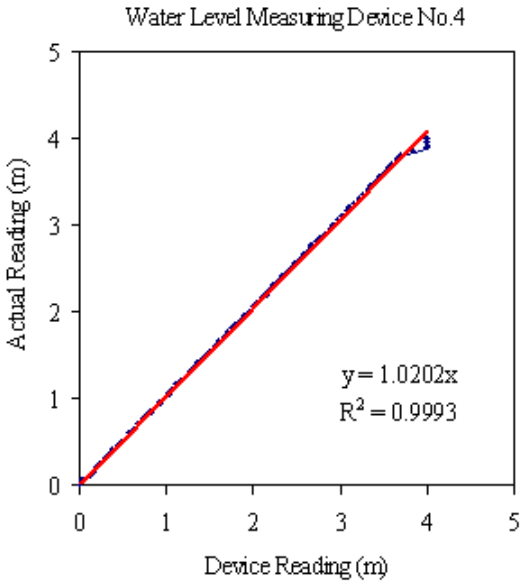
(1) For Station 1 : Downstream of Head Regulator of 11L-2L at Km. 0+030



(2) For Station 2 : Upstream of Cross Regulator of 2L at Km. 49+750

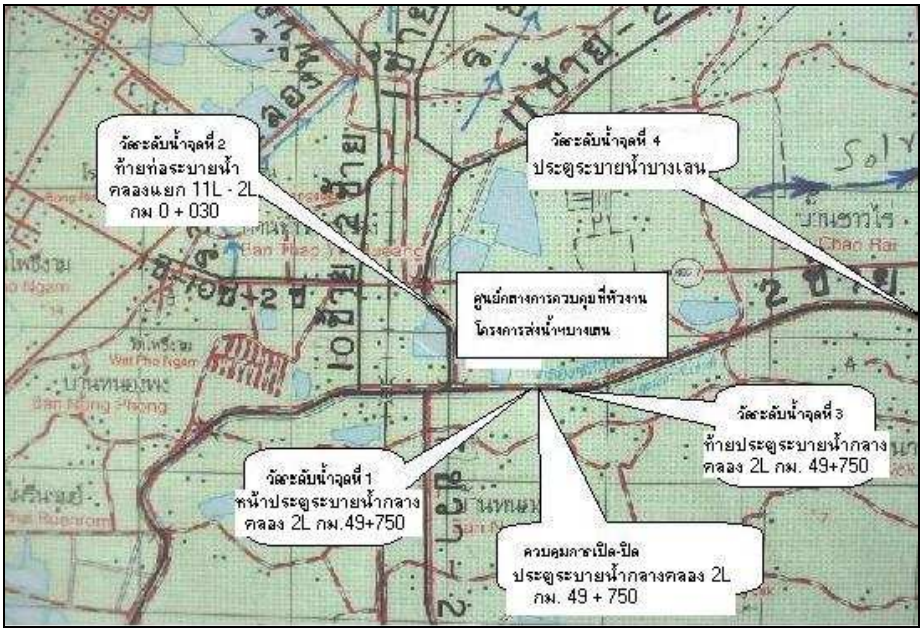


(3) For Station 3 : Downstream of Cross Regulator of 2L at Km. 49+750



(4) For Station 4 : Upstream of Tail Regulator of Bang Lane Irrigation Project

รูปที่ 6 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดระดับน้ำในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 7 จุดที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

เอกสารอ้างอิง

1. กรมชลประทาน. 2542. คู่มือโทรมาตร โครงการพัฒนาลุ่มน้ำป่าสัก. กรมชลประทาน. กรุงเทพฯ.
2. ชาญศักดิ์ โกมลเกษรักษ์. 2544. ระบบ SCADA โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวง จ.เชียงใหม่. กรมชลประทาน.
3. ภราดา มีอำพล และ วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2542. การพัฒนาโปรกรม WASAM 3.01. วันชูชาติ. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์. 4 มกราคม 2542. น.77-95.
4. วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2536. การเกษตรชลประทานในอัฟริกาเหนือและเอเชียอาคเนย์ ตอนที่ 2 : มอรอคโค. วิศวกรรมสาร มก. 25(9). น. 98-115.
5. วราวุธ วุฒิวณิชย์ และ วัชระ เสือดี. 2538. การพัฒนาโปรแกรม WASAM Version 2 วิศวกรรมสาร มก. 25(9). น. 98-115.
6. วราวุธ วุฒิวณิชย์ และ ลำจวน เขียวแก่. 2539. การพัฒนา WASAM 2.2 สำหรับโครงการส่งและบำรุงรักษามูลบน. วิศวกรรมสาร มก. 28(10). น. 59-72.
7. วราวุธ วุฒิวณิชย์ และ วิชญ์ ศรีวงษา. 2547. ประตูยนต์. วันชูชาติ. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์. 4 มกราคม 2547. น. 66-73.

8. วราวุธ วุฒิวณิชย์ และ วิชญ์ ศรีวงษา. 2548. ระบบคลองอัตโนมัติ. วันชูชาติ สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์. 4 มกราคม 2548. น. 61-70.

9. วิชญ์ ศรีวงษาและวราวุธ วุฒิวณิชย์. 2546. การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำระยะไกล. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 4 : วิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน. น. 549-559.

10. วิชญ์ ศรีวงษา. 2547. การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำระยะไกล. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

11. วิชญ์ ศรีวงษา และวราวุธ วุฒิวณิชย์. 2547. การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำในคลองระยะไกล. การประชุมวิชาการครั้งที่ 42 3-6 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 3-14.

12. Clemmens, A.J. Bautista,E. and R.J.Strand. 1997. Implementation of Canal Automation in Central Arizona. SSVII IAHR Congress. San Francisco. CA. USA. 5p.

13. http:\\www.uswcl.ars.ag.gov

14. Ilaco/Empire M&T. 1988. Water Allocation Scheduling and Monitoring at Project Level. Water Management and Operation & Maintenence Report No.5. Mae Klong Irrigation Project. Royal Irrigation Department. 109 p.

15. Vudhivanich, V. and S. Roongsri. 2001. Steady State Gate Operation Model for Mun Bon Irrigation System. Kasetsart J. (Nat. Sci) 35:85-92.