

การพัฒนาระบบคลองอัตโนมัติสองพี่น้อง ระยะที่ 1 Development of Songpeenong Canal Automation System Phase 1

วิษณุ ศรีวงษา¹ และวารวุธ วุฒินิชย์²

Vich Sriwongsa¹ and Varawoot Vudhivanich²

บทคัดย่อ

ระบบคลองอัตโนมัติสองพี่น้องพัฒนาขึ้นเพื่องานทดสอบการทำงานและพัฒนาโปรแกรมใช้งานในระดับโครงการชลประทาน ใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ช่วยทำงานแบบอัตโนมัติคือ robogate ver.5 ที่มีระบบฝังตัวประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัว เขียนโปรแกรมควบคุม DCเกียร์มอเตอร์เพื่อเปิด - ปิด บาน ประตู ควบคุมการส่งน้ำอัตโนมัติแบบ upstream water level control ใช้พลังงานจากแสงแดดแปลงเป็นกระแสไฟฟ้า สถานีแม่ข่ายสามารถติดตามวิเคราะห์การส่งน้ำและสั่งปรับบานประตูในระยะไกล รับค่าตรวจวัดระดับน้ำและระยะเปิดบานประตูผ่านคลื่นวิทยุ VHF 139 MHz บันทึกข้อมูลใน data logger และ automatic upload เพื่อนำเสนอข้อมูลผ่าน internet อัตโนมัติทุก ๆ 1/2 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่องมือเพื่อทดสอบใช้งานในคลองส่งน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี จำนวน 3 สถานีคือ สถานี robogate 901 – 903 และติดตั้งสถานีแม่ข่ายที่ทำการโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง ในระยะที่ 1 ทำงานเป็นโทรมาตรทดสอบเก็บข้อมูลการตรวจวัดระดับน้ำ ระยะเปิด-ปิดประตูระบายน้ำระยะไกลระหว่าง 4 มกราคม – 8 สิงหาคม 2550 อุปกรณ์ทำงานได้ผลดี น่าพอใจขณะนี้อยู่ระหว่างเขียนโปรแกรม SPN CAS เพื่อให้ทำงานเป็นคลองอัตโนมัติที่สมบูรณ์ต่อไป

คำสำคัญ: คลองอัตโนมัติ, ส่งน้ำ, ชลประทาน, โทรมาตร

ABSTRACT

The development of Songpeenong canal automation system using for water delivery was tested and developed CAS programming at irrigation project of Thailand. Firstly, the robogate ver.5 was developed using robot and embedded technology, dual core microcontroller were installed for operating and communication. The robogates were programed for gate adjustment with DC gear motors and upstream water level control. Master station was designed for monitoring and remote via VHF 139 MHz radio. The solar cells were used as power supply for all robogate stations. The interface programming used PC for automatic data logger record and automatic internet data upload. Secondly, all devices of 3 stations were installed at canal regulators in Songpeenong Irrigation project, Suphanburi province, robogate 901-903 stations and master station at headwork office. The devices

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม

Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom

² ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม

Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom

have worked well for telemetering phase 1 field testing period 4 January – 8 August 2007. Finally, canal automation programming is developing for completely SPN CAS field working.

Key words : canal automation, water deliverly, irrigation, telemetering

E-mail : fengvww@ku.ac.th, canal_auto@yahoo.com

คำนำ

การบริหารจัดการน้ำแบบใหม่ต้องใช้วิทยาการทันสมัยและเครื่องมือสำหรับช่วยตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในเขตส่งน้ำเพื่อการตัดสินใจควบคุมอาคารบังคับน้ำในคลองส่งน้ำ การใช้ซอฟต์แวร์บริหารจัดการน้ำเป็นทางเลือกที่ดีแต่ข้อมูลที่ต้องป้อนเข้าขั้นตอนการทำงานควรเป็นข้อมูลที่ใหม่หรือเป็นข้อมูล ณ เวลาปัจจุบัน (real time) ถ้าใช้แรงงานฝีมือสำหรับงานตรวจวัดเก็บข้อมูล real time จะต้องใช้จำนวนมาก ในปัจจุบันทั้งซอฟต์แวร์บริหารจัดการน้ำและเครื่องมือตรวจวัดข้อมูลระยะไกลยังมีราคาแพงโดยส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมระยะไกลสำหรับงานชลประทาน ต้องศึกษาปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องดังแสดงใน Figure 1 รายละเอียดประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญสำหรับงานพัฒนาระบบโทรมาตร (telemetering) ซึ่งใช้ตรวจวัดระยะไกล SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition System) ใช้ตรวจวัดข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์ระยะไกลโดยผู้เชี่ยวชาญ และ canal automation คือระบบ SCADA ที่ยกระดับซอฟต์แวร์ให้มีระบบตัดสินใจทำงานเองแบบอัตโนมัติภายใต้หลักการบริหารจัดการส่งน้ำ (Ankum, 1994) ปัจจัยที่แสดงดังกล่าวมีผลอย่างมากต่อราคาอุปกรณ์ ตัวอย่างการพัฒนาใช้เครื่องมือบริหารจัดการน้ำ เช่น Clemmens *et al.* (1998) พัฒนาระบบคลองอัตโนมัติต้นทุนต่ำ ติดตั้งใช้งานได้ทันทีใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกา Sohag and Mahessar (2004) ใช้ระบบโทรมาตรเพื่องานชลประทานในประเทศปากีสถาน

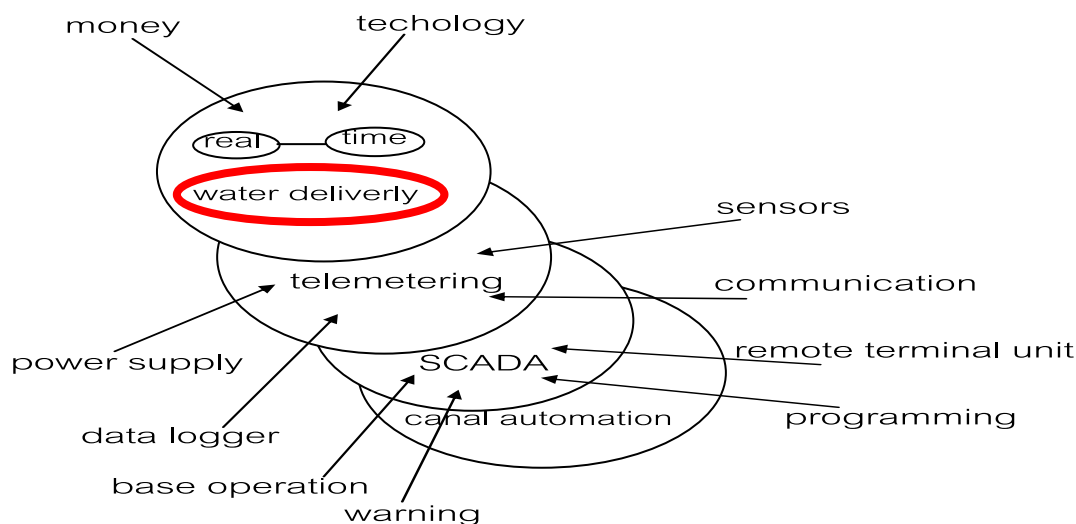


Figure 1 Factors for canal automation development

ภาควิศวกรรมการชลประทาน เริ่มพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำในคลองชลประทานระยะไกล (วิษญ์ และวรารุณ, 2546) การพัฒนาใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ควบคุมประตูระบายน้ำ เรียกว่า ประตูยนต์ (Robogate) (วรารุณ และวิษญ์, 2547) การลดต้นทุนระบบโทรมาตรให้มีต้นทุนต่ำทำโดยใช้

คลื่นวิทยุ VHF หรือใช้เครือข่ายโทรศัพท์มือถือเพื่อรับ-ส่งข้อมูล(วิชญ์และวรารุณ 2548) โดยพัฒนาอุปกรณ์ระบบโทรมาตรต้นทุนต่ำส่งข้อมูลผ่านโทรศัพท์มือถือ ติดตั้งทดลองใช้งานจริงที่ ประตูระบายน้ำกลางคลองส่งน้ำ กม.22+ 700 คลองส่งน้ำ 2L โครงการสองพี่น้อง สุพรรณบุรี และในงานวิจัยนี้เป็นงานต่อเนื่องจากงานพัฒนาระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสน (วิชญ์ และวรารุณ, 2549) เลือกโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ทดสอบใช้งานระบบคลองอัตโนมัติในระดับโครงการชลประทาน ผลการทดสอบใช้งานได้ข้อมูลระดับน้ำ ระยะเปิดประตูระบายน้ำในช่วงเวลาต่างๆ อย่างต่อเนื่อง นำไปปรับปรุงเขียนโปรแกรม SPN CAS ให้ใช้งานได้จริงและสามารถปรับใช้ได้กับโครงการชลประทานแห่งอื่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ระบบคลองอัตโนมัติของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ถูกออกแบบโดยใช้ระบบ Low Cost SCADA (Sohag and Mahessar. 2004) และระบบประตุนต์ (วรารุณและวิชญ์. 2547) ให้ทำงานร่วมกัน และถูกออกแบบในลักษณะ plug and play (Clemmens *et al.* 1998) คือเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ (ฮาร์ดแวร์) ใหม่เข้ากับอุปกรณ์เดิมจะสามารถใช้งานได้ทันที หลักการทำงานของระบบคลองอัตโนมัติ คือประตุนต์จะทำหน้าที่เป็นสถานีลูกข่าย (Remote Terminal Unit, RTU) ในการตรวจวัดระดับน้ำหน้า-ท้าย ประตู. กลางคลอง และควบคุมการเปิด-ปิด ประตู. กลางคลองเพื่อรักษาระดับน้ำในคลองให้อยู่ที่ระดับ FSL แบบอัตโนมัติ พร้อมรายงานข้อมูลเข้าสู่สถานีแม่ข่าย (Master Station) แสดงใน figure 2 ซึ่งติดตั้งที่สำนักงานที่หัวงานของโครงการ โดยระบบวิทยุสื่อสารย่าน VHF ส่วนระบบ Low Cost SCADA จะช่วยควบคุม ประตู. ปากคลองให้ส่งน้ำตามความต้องการของคลองสายนั้น หรือช่วยจัดสรรน้ำเข้าคลองตามปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ ในการทดสอบใช้งานระบบคลองอัตโนมัติที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ได้เลือกคลองส่งน้ำสาย 5L-2L ซึ่งเป็นคลองส่งน้ำสายหลักของโครงการ ติดตั้งประตุนต์รุ่น 5 จำนวน 3 ตัว ที่ กม. 3+650, 9+813 และ 20+300

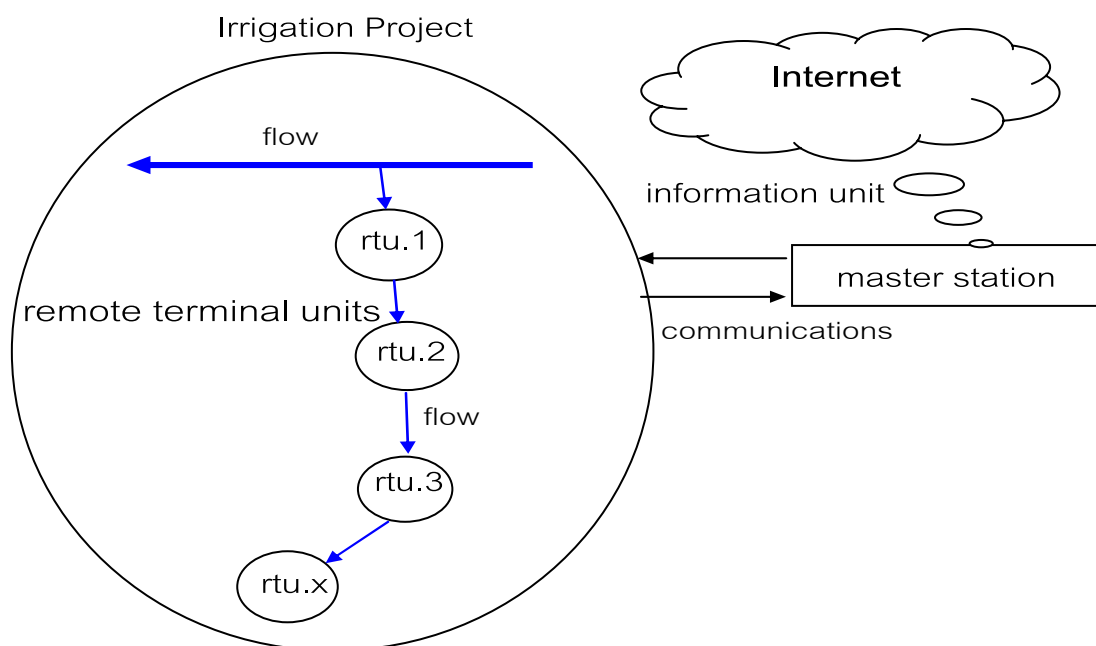


Figure 2 Songpeenong canal automation system concept

อุปกรณ์วัดระดับน้ำ จะติดตั้งในตู้เหล็ก ซึ่งตู้เหล็กดังกล่าวจะติดตั้งอยู่เหนือบ่อน้ำนิ่ง (Stilling Basin) อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำหรือ Water Level Sensor ใช้ Potensiometer ต่อพ่วงกับแกนหมุนที่ติดตั้งจานเฟืองโซ่เบอร์ 25 ที่ปลายโซ่ติดตั้งลูกลอยสำหรับวัดระดับน้ำ อีกด้านหนึ่งคือน้ำหนักถ่วง แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จะแปรผันแบบเชิงเส้นกับระดับน้ำที่ตรวจวัด ซึ่งจะส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวแรกใน Robogate 5.0 แปลงเป็นดิจิตอลเพื่อบันทึกใน Data logger และส่งให้สถานีแม่ข่ายต่อไป

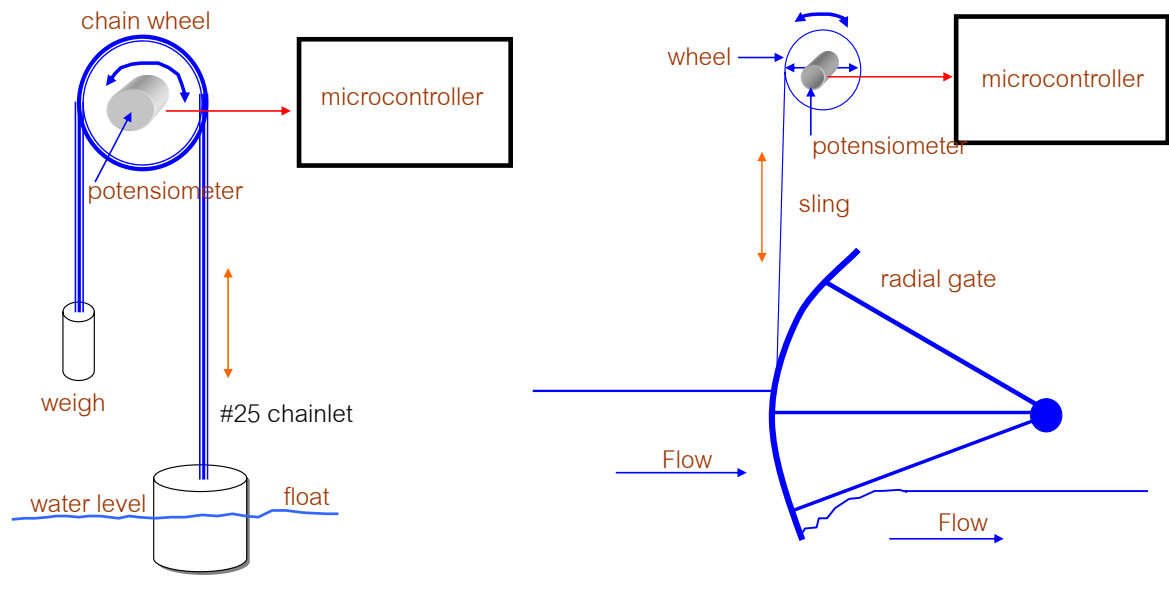


Figure 3 principle of the measurement devices

อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดระยะการเปิดประตูระบายน้ำ (Gate Position) ใช้ Potensiometer ต่อพ่วงกับแกนหมุนเครื่องกว้านยกบานประตู แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จะแปรผันแบบเชิงเส้นกับระยะเปิดบานประตู ซึ่งจะส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวแรกใน Robogate 5.0 แปลงเป็นดิจิตอลเพื่อบันทึกใน Datalogger และส่งให้สถานีแม่ข่ายในทำนองเดียวกับอุปกรณ์วัดระดับน้ำหลักการตรวจวัดทั้งสองกรณีแสดงใน Figure 3

Master station ประกอบด้วย Canal Automation Interface ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมคอมพิวเตอร์แม่ข่ายกับสถานีลูกข่าย ถูกออกแบบโดยใช้ chip PIC ขนาด 8 Kwords 1 ตัว สื่อสารกับสถานีลูกข่าย (ประตูยนต์) ผ่านระบบวิทยุสื่อสารย่าน VHF โดยใช้ความถี่ 139.00 ของกรมชลประทาน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 50 ช่องสัญญาณย่อย โดยใช้ระบบ CTSS (Continuous Tone Coded Squelch System) กำหนดให้การรับส่งข้อมูลใช้ ช่องที่ 1 ที่ 67Hz แบบ Analog เพื่อลดคลื่นรบกวนจากเครื่องส่งอื่นที่ใช้ความถี่เดียวกันเนื่องจากระบบคลอจัตโนมัติใช้วิทยุสื่อสารที่มีกำลังส่งต่ำ (5 W) Canal Automation Interface มีกำลังส่งออกอากาศ 5 W สายอากาศที่แม่ข่ายเป็นแบบ Folded Dipole 4 Steks โดยติดตั้งที่เสาอากาศต้นเดิมของโครงการ ฯ ที่มีความสูง 30 เมตร ส่วนสถานีลูกข่าย (RTU) ใช้วิทยุสื่อสารกำลังส่ง 5 W เช่นเดียวกันกับสถานีแม่ข่าย สายอากาศที่สถานีลูกข่ายเป็นแบบยาคิ (Yaki) แบบ 5E ติดตั้งบนเสาสูง 9 เมตร สถานีลูกข่ายทั้ง 3 แห่งไม่มีกระแสไฟฟ้าจึงเลือกใช้พลังงานจากแสงแดดแปลงเป็นไฟฟ้าประจุเก็บในแบตเตอรี่รถยนต์ 12V 55 Ah จ่ายกระแสไฟฟ้าได้ทั้งกลางวันและกลางคืนอย่างต่อเนื่อง โปรแกรม SPN CAS ติดตั้งที่คอมพิวเตอร์สถานีแม่ข่ายซึ่งในระยะที่ 1 นี้จะ

เรียกรับข้อมูลการตรวจวัดระดับน้ำและระยะเปิดประตูระบายน้ำทุก ๆ ½ ชั่วโมง บันทึกข้อมูลในฮาร์ดดิสแบบ data logger พร้อมกับส่งข้อมูลเข้าเครือข่าย Internet ผ่านดาวเทียม ipSTAR ใช้ internet host server เป็น data logger อีกแห่งด้วย เข้าชมข้อมูลได้ที่ <http://pirun.ku.ac.th/~g4785009> ภาพรวมการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวแล้วแสดงใน Figure 4

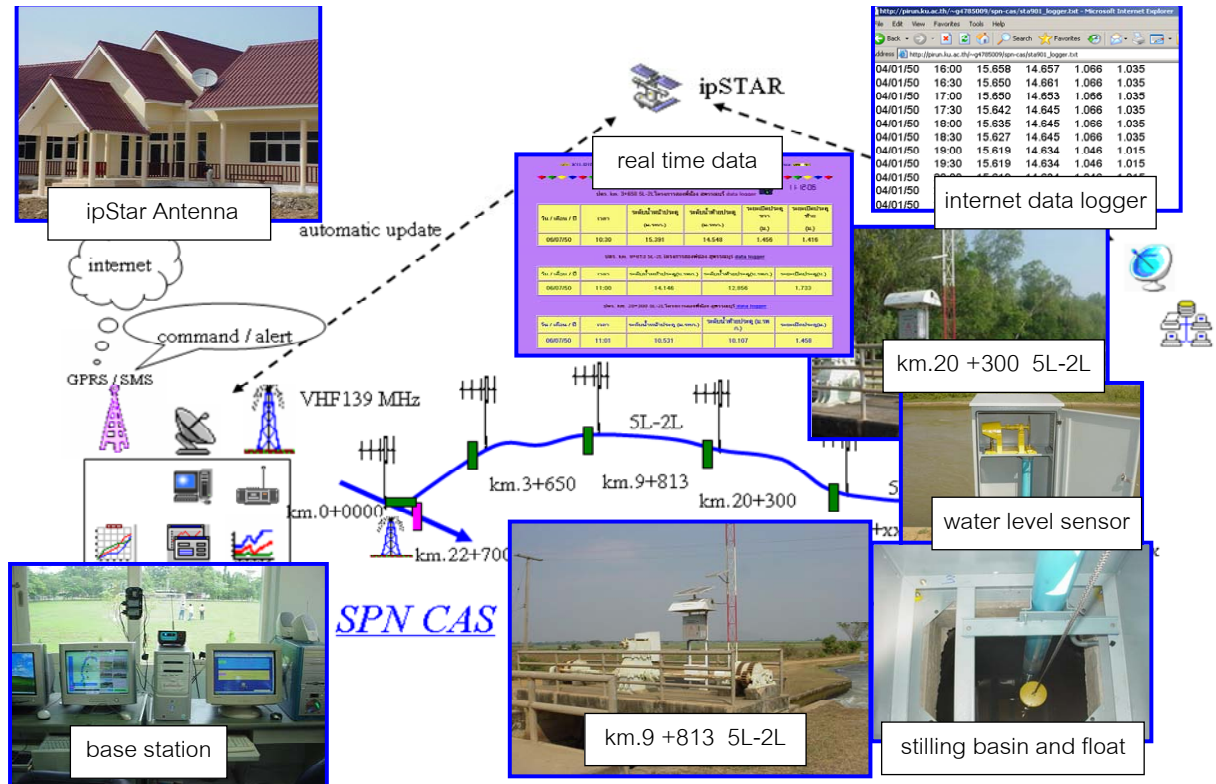


Figure 4 devices installation

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบการใช้งานระบบคลองอัตโนมัติระยะที่ 1 ซึ่งระบบคลองอัตโนมัติ จะทำงานเป็นเพียงระบบโทรมาตร (Telemetry) โดยประตูน้ำที่สถานีลูกข่ายจะตรวจวัดระดับน้ำด้านหน้าและด้านหลังบาน และระยะการเปิดบาน ของ ประตู.กลางคลองทั้ง 3 แห่ง บันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติลงใน Data Logger พร้อมส่งข้อมูลผ่านระบบวิทยุสื่อสารให้สถานีแม่ข่ายทุกครึ่งชั่วโมง ซึ่งทางฝ่ายจัดสรรน้ำสามารถใช้ข้อมูลระดับน้ำและระยะการเปิดบานประตูที่ตรวจวัดได้เป็นข้อมูลในการจัดสรรน้ำในคลอง 5L-2L คอมพิวเตอร์ที่สถานีแม่ข่ายจะส่งข้อมูลให้ internet host server ผ่านดาวเทียม ipstar เพื่อนำเสนอข้อมูลบน Internet แบบ Real Time ผลทดสอบการทำงานตรวจวัดและส่งข้อมูลระยะไกลระหว่างวันที่ 4 มกราคม – 8 สิงหาคม 2550 แสดงใน Figure 5 – 7 ซึ่งอุปกรณ์ระบบคลองอัตโนมัติทั้งสถานีแม่ข่ายและสถานีลูกข่ายทำงานส่งข้อมูลการตรวจวัดระดับน้ำ ระยะเปิดประตูระบายน้ำในระยะไกลอย่างต่อเนื่องทุกๆ ครึ่งชั่วโมงได้ดีตลอดช่วงทดสอบ ในส่วนของระบบควบคุม ปัจจุบันยังคงทดสอบใช้งานการควบคุมการปรับบาน ประตู. กลางคลอง ทั้ง 3 แห่ง โดยใช้ DCมอเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยระยะนี้จะใช้คนเปิด - ปิดในสนาม (Manual) เพื่อให้พนักงานส่งน้ำและผู้รักษาอาคารเกิดความคุ้นเคยกับระบบคลองอัตโนมัติก่อนจะทำการปรับระบบการควบคุมเป็นการควบคุมระยะไกล และพัฒนาเป็นระบบคลองอัตโนมัติแบบ CAS(Computerized Centralized Control,CCC) ที่สมบูรณ์ต่อไป

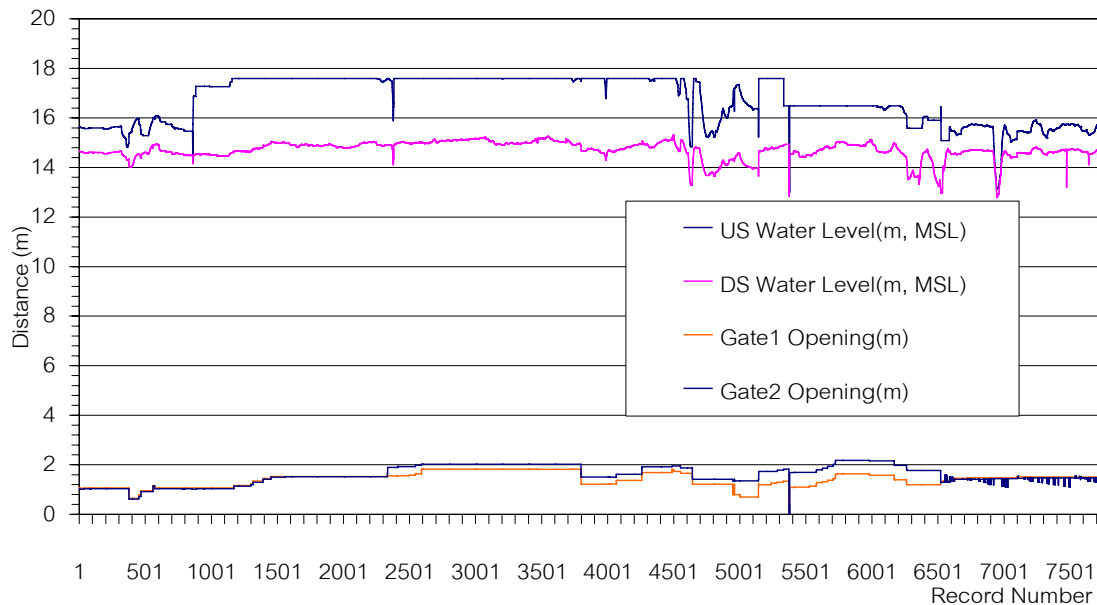


Figure 5 Water level and gate opening of cross regulator at 5L-2L Km.3+650 (Sta.901)

recorded every 30 minutes during 4 January 2007 - 8 August 2007

ที่สถานี 901 กม. 3+650 คลอง 5L-2L ระดับน้ำหน้าประตูระบายน้ำเฉลี่ย +16.726 ม.รทก. ระดับน้ำท้ายประตูระบายน้ำเฉลี่ย + 14.699 ม.รทก. ระยะเปิดประตูระบายน้ำทั้งสองบานเฉลี่ย 1.412 เมตร และ 1.588 เมตร ตามลำดับ

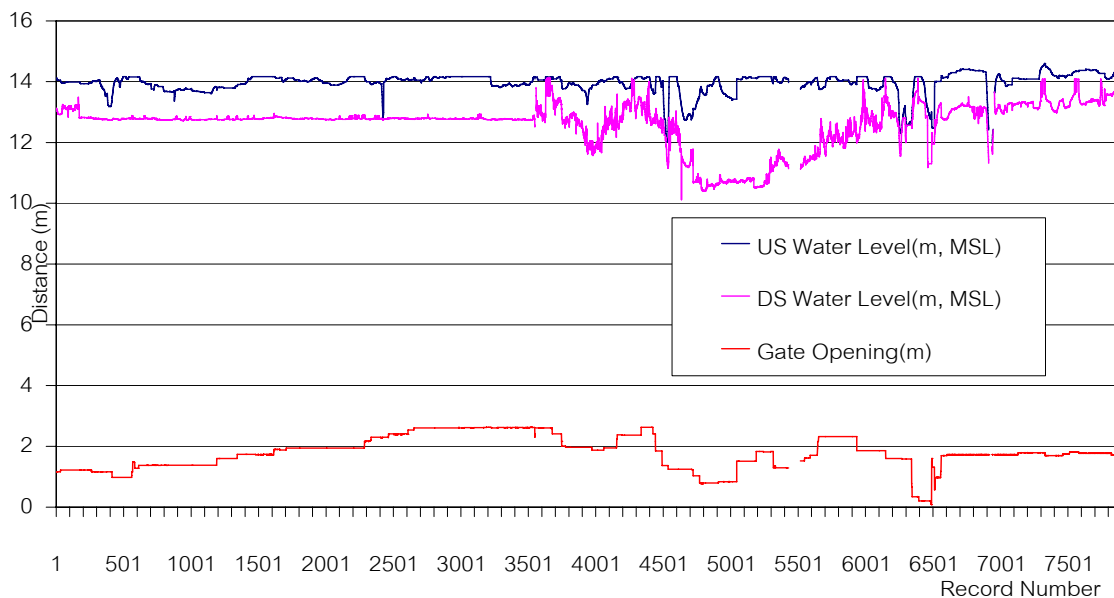


Figure 6 Water level and gate opening of cross regulator at 5L-2L Km. 9+813 (Sta.902)

recorded every 30 minutes during 4 January 2007 - 8 August 20

ที่สถานี 902 กม. 9+813 คลอง 5L-2L ระดับน้ำหน้า - ท้ายประตูระบายน้ำเฉลี่ย +13.963 ม.รทก. และ + 12.618 ม.รทก. ตามลำดับ ระยะเปิดประตูระบายน้ำเฉลี่ย 1.792 เมตร

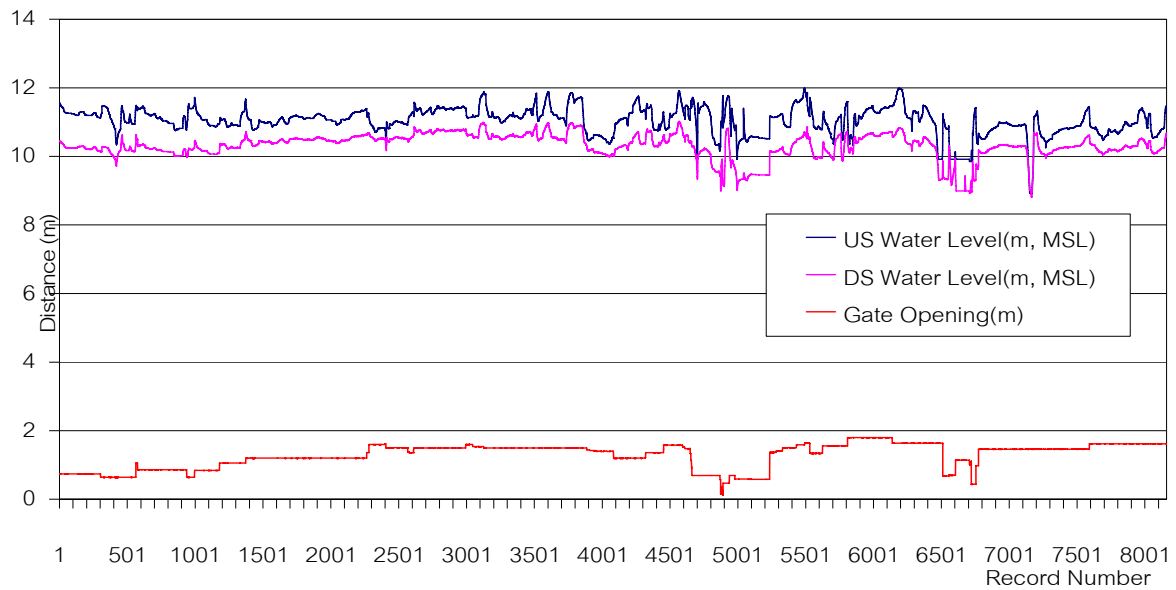


Figure 7 Water level and gate opening of cross regulator at 5L-2L Km. 20+300 (Sta.903) recorded every 30 minutes during 4 January 2007 - 8 August 2007
ที่สถานี 903 กม. 20+300 คลอง 5L-2L ระดับน้ำหน้า - ท้ายประตูระบายน้ำเฉลี่ย +11.039 ม.รทก. และ + 10.306 ม.รทก. ตามลำดับ ระยะเปิดประตูระบายน้ำเฉลี่ย 1.277 เมตร

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ช่วยยกระดับศึกษาและได้พัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการควบคุมน้ำในคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติให้ใช้งานได้จริงระดับโครงการชลประทานของไทย โดยเน้นการใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ในประเทศ และมีต้นทุนต่ำ ซึ่งในระยะที่ 1 นี้สามารถสรุปได้ว่าระดับน้ำหน้าประตูระบายน้ำทั้งสามแห่งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับ FSL. การวัดระดับน้ำที่ใช้ระบบลูกลอย เลือกระบบวิทยุสื่อสารที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการรับ-ส่งข้อมูล มีความเหมาะสมเพราะแม่ข่ายเรียกสถานีลูกข่ายได้ทุกเวลาตามต้องการ อย่างไรก็ตามการสร้างบ่อน้ำในคลองขนาดใหญ่อาจมีปัญหาเฉพาะกรณีที่ไม่สามารถปิดน้ำเพื่อทำการก่อสร้าง ได้ศึกษาการติดตั้งประตูยนต์ อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำ อุปกรณ์ตรวจวัดระยะการเปิดบานประตูระบายน้ำในคลอง การใช้แสงแดดแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับสถานีลูกข่าย 3 สถานี และระบบสื่อสารกับสถานีแม่ข่าย ตลอดจนซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงาน และ โปรแกรมสำหรับการ Upload ข้อมูล และแสดงผลข้อมูลแบบ Real Time บน Internet สำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง ซึ่งผลการทดสอบอุปกรณ์ในช่วงแรกพบว่าพบว่าประตูยนต์ และ อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานได้ดียกเว้นระบบ DC เกียร์มอเตอร์ซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องค่าดำเนินงานระยะแรกนี้จึงเลือกใช้มอเตอร์ราคาถูกคุณภาพไม่ดันทันทีอายุการใช้งานสั้น แต่การเปิด-ปิดประตูระบายน้ำอุปกรณ์ทำงานได้ผลดีพอสมควร

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปี 2549 โครงการวิจัยและพัฒนาระบบคลองอัตโนมัติ ทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม กรมชลประทาน และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- วิชญ์ ศรีวงษา และ วราวุธ วุฒิวิณิชย์. 2546. การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำระยะไกล. **การประชุมวิชาการประจำปี 2546 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วราวุธ วุฒิวิณิชย์ และวิชญ์ ศรีวงษา. 2547. ต้นแบบประตูยนต์ (Robogate). **ชลกร**. ฉบับวันเสาร์ที่ 4 มกราคม 2547. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ.
- วิชญ์ ศรีวงษา และ วราวุธ วุฒิวิณิชย์. 2548. การพัฒนาโทรมาตรต้นทุนต่ำ Development of low cost telemetering. **การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 2** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐมฯ.
- วิชญ์ ศรีวงษา และ วราวุธ วุฒิวิณิชย์. 2549. ระบบคลองอัตโนมัติกำแพงแสน KPS CAS . **การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 3**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐมฯ
- Ankum, P., 1994. **Automation of Flow Control in Irrigation Systems**. Delft University of technology. Delft. Netherland.
- Clemmens A.J., Feuer L. and Strand R.J.. 1998. **Plug and Play Canal Automation**. Research Hydraulic Engineer, U.S. Water Conservation Laboratory, Phoenix, AZ, USA.
- Sohag M.A.and Mahessar A.A. 2004. **Telemetry System in the Irrigation Network**. Sindh Irrigation & Drainage Authority, Hyderabad, Pakistan.