ผลงานเรื่องที่ 2

การพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล (พ.ศ. 2565)

โดย

นายอุรินทร์ โสตรโยม
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการส่วน (วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ)
(ตำแหน่งเลขที่ 2255)
ส่วนบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษา
สำนักงานชลประทานที่ 4

ผลงานนี้เป็นเอกสารประกอบการประเมินผลงาน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน
(ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา) วิศวกรชลประทานเชี่ยวชาญ
(ตำแหน่งเลขที่ 19)
กรมชลประทาน

คำนำ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก รับน้ำจากแม่น้ำน่านบริเวณด้านเหนือน้ำของเขื่อนทดน้ำนเรศวรผ่านคลองส่งน้ำซี 1 จากอาคารบังคับน้ำปากคลอง กม.0+075 เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 213,049 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอพรหมพิราม อำเภอเมือง อำเภอบางระกำ อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก และบางส่วนของอำเภอเมือง อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร พร้อมทั้งส่งน้ำต่อให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อบัว ผ่านอาคารบังคับน้ำกลางคลอง กม.72+500 เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 364,262 ไร่ โดยใช้วิธีการส่งน้ำแบบรอบเวร ส่งผลให้พื้นที่การเกษตรบริเวณด้านท้ายของคลองส่งน้ำสายใหญ่ของโครงการฯ และพื้นที่การเกษตรของโครงการส่งน้ำฯ ที่รับน้ำต่อจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลได้รับน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการ ส่งผลให้เกิดปัญหาการแย่งน้ำระหว่างเกษตรกรในพื้นที่ของโครงการฯ และระหว่างโครงการส่งน้ำ ดังนั้น เพื่อให้การปฏิบัติการส่งน้ำของระบบคลองส่งน้ำซี 1 มีประสิทธิภาพดีขึ้น และสามารถส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตรทั้ง 3 โครงการได้อย่างเพียงพอ และเป็นธรรม จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงอาคารบังคับน้ำปากคลอง และอาคารบังคับน้ำกลางคลองในคลองส่งน้ำซี 1 ของโครงการส่งน้ำฯ พลายชุมพล ให้เป็นแบบอัตโนมัติเพื่อให้สามารถปรับวิธีการปฏิบัติการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำฯ พลายชุมพล ให้เป็นการส่งน้ำแบบตลอดเวลาในคลองส่งน้ำซี 1 และหมุนเวียนเป็นรอบเวรในระดับคลองซอย ตามเงื่อนไขเดิมของโครงการ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณน้ำที่ต้องรับเข้าระบบเพื่อยกระดับน้ำด้านหน้าอาคาร และช่วยให้โครงการส่งน้ำฯ ดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำฯ ท่าบัว ไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงรอบเวรของโครงการส่งน้ำฯ พลายชุมพล

การพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย ประกอบด้วย (1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครงการ (2) ศึกษาคุณสมบัติด้านชลศาสตร์ของอาคารชลประทาน (3) กำหนดรูปแบบและวิธีควบคุมระบบคลองส่งน้ำ (4) ติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือ (5) พัฒนาและติดตั้งระบบควบคุม (6) ปฏิบัติการส่งน้ำ และ (7) ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำ และจากการประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำของระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติระหว่างวันที่ 8 พฤษภาคม 2565 – 27 สิงหาคม 2565 ด้วยดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำพบว่า ดัชนีความเพียงพอเท่ากับ 0.994 (ระดับดี) ดัชนีความเป็นธรรมเท่ากับ 0.066 (ระดับดี) และดัชนีประสิทธิภาพการชลประทาน 0.659 (ค่าคะแนน = 100 เกณฑ์คะแนนขั้นสูงตามตัวชี้วัดของกรมชลประทาน)

อุรินทร์ โสตรโยม

มีนาคม 2567

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง	
ชื่อผู้ขอประเมิน/ตำแหน่งปัจจุบัน/หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งปัจจุบัน	1
ตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง/หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง	2
ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน	
1. เรื่องนำเสนอ	4
2. ระยะเวลาดำเนินการ	4
3. ความรู้ ความชำนาญ หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติ	4
4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน	5
5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)	45
6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ	46
7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ	47
8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ	48
9. ข้อเสนอแนะ	49
10. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	49
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคาร	53
ภาคผนวก ข คุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	61
ภาคผนวก ค ชุดคำสั่งระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลอง	81
ภาคผนวก ง ชุดคำสั่งระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำกลางคลอง	106

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เกณฑ์ความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน	11
2	เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำ	13
3	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทาน	25
4	สมการหาค่าความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำ	26
5	ผลการคำนวณค่าความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำโดยใช้สมการชลศาสตร์	26
6	ปริมาณน้ำส่งเข้าคลองและปริมาณความต้องการน้ำของพืช ของคลองส่งน้ำซี 1	44
7	ผลการคำนวณค่าดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำของคลองส่งน้ำซี 1	45

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แผนที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล	5
2	ผังการทำงานของแนวคิดการควบคุมแบบ Feed Forward Control	7
3	ผังการทำงานของแนวคิดการควบคุมแบบ Feedback Control	8
4	ผังการทำงานของแนวคิดการควบคุมแบบ Combination Control	8
5	ตำแหน่งของการควบคุมแบบต่าง ๆ	10
6	ความสัมพันธ์ระหว่าง Tolerance กับ Sensitivity และ Accuracy ของอาคารชลประทาน	11
7	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการพัฒนาและติดตั้งระบบระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล	16
8	ปตร.ปากคลองส่งน้ำ กม.0+075	18
9	ปตร.กลางคลองส่งน้ำ กม.10+620	19
10	ปตร.กลางคลอง กม. 25+020	20
11	ปตร.กลางคลอง กม. 40+720	21
12	ปตร.กลางคลอง กม. 52+120	22
13	ปตร.กลางคลอง กม. 58+800	23
14	ปตร.กลางคลอง กม. 72+500	24
15	จุดติดตั้งอุปกรณ์สื่อสาร และผังการเชื่อมต่อสัญญาณ	29
16	เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม แบบ Guyed-Support ความสูง 150 ฟุต	30
17	เสาอากาศโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง ความสูง 24 เมตร	31
18	อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณระยะไกลแบบ Mesh Network	32
19	อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณแบบ Point to Point (ระยะทางไม่เกิน 7 กิโลเมตร)	33
20	อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit, RTU)	34
21	เครื่องมือวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบเรดาร์	35
22	กล้องโทรทัศน์วงจรปิด IP แบบมุมมองคงที่	36
23	เครื่องวัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุน	37
24	แผนผังแสดง Algorithm ของระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ	39
25	แผนผังแสดง Algorithm ของระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ	40
26	ข้อมูลความต้องการน้ำและปริมาณน้ำส่งเข้าระบบของคลองส่งน้ำซี 1 ช่วงที่ 1	42
27	ข้อมูลความต้องการน้ำและปริมาณน้ำส่งเข้าระบบของคลองส่งน้ำซี 1 ช่วงที่ 2	42
28	ข้อมูลความต้องการน้ำและปริมาณน้ำส่งเข้าระบบของคลองส่งน้ำซี 1 ช่วงที่ 3	43

แบบการเสนอผลงาน

(ระดับเชี่ยวชาญ)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง

ชื่อผู้ขอประเมิน นายอุรินทร์ โสตรโยม

◆ **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้อำนวยการส่วน (วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ) ส่วนบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษา สำนักงานชลประทานที่ 4 (ตำแหน่งเลขที่ 2255)

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งปัจจุบัน

1. ศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลด้านอุทกวิทยา อุตุนิยมวิทยา รวมทั้งข้อมูลความต้องการใช้น้ำต่าง ๆ เพื่อวางแผนจัดสรรน้ำ การส่งน้ำ และการระบายน้ำในฤดูแล้งและฤดูฝน ทั้งระดับโครงการ ระดับจังหวัด และระดับลุ่มน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำต้นทุนและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้รับบริการ

2. ติดตาม ตรวจสอบ กำกับดูแลการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพและเป็นไปตามแผนที่กำหนด

3. ศึกษา วิเคราะห์สภาพการใช้น้ำต่าง ๆ และประเมินประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ

4. ศึกษา วิเคราะห์ พัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ หรือแบบจำลองด้านบริหารจัดการน้ำ และใช้ข้อมูลระบบโทรมาตร (Telemetering System) ในการคาดการณ์น้ำหลาก และการติดตามเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำในพื้นที่รับผิดชอบ เพื่อใช้ในการพิจารณาวางแผน เผยแพร่ และแจ้งเตือนสถานการณ์น้ำให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. ศึกษา วิเคราะห์ ความเหมาะสมของระบบชลประทาน และจัดลำดับความสำคัญของโครงการปรับปรุง ซ่อมแซม และบำรุงรักษา เพื่อจัดทำแผนงานปรับปรุง ซ่อมแซม และบำรุงรักษา ให้การบริหารจัดการน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

6. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัยและพัฒนาแนวทางการปรับปรุง ซ่อมแซม และบำรุงรักษา อาคารหัวงาน ระบบชลประทาน และอาคารชลประทานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

7. กำกับ ควบคุม พัฒนากระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วม และการยกระดับความสามารถของกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน อาสาสมัครชลประทาน และคณะกรรมการจัดการชลประทาน (JMC) ในพื้นที่รับผิดชอบ เพื่อให้ผู้ใช้น้ำทุกภาคส่วนได้เรียนรู้การใช้น้ำอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและให้โครงการชลประทาน และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามารถบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความต้องการของผู้รับบริการ

8. พิจารณาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมในการขอใช้หรือขอเช่าที่ราชพัสดุและทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่สำนักงานชลประทานรับผิดชอบ เพื่อให้เกิดการใช้พื้นที่อย่างเหมาะสมและไม่มีผลกระทบต่องานชลประทาน

9. ศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ และปริมาณน้ำต้นทุน กำหนดแนวทาง กระบวนงาน แผนงาน แก้ไขป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ แผนการใช้เครื่องจักรเครื่องมือ เครื่องสูบน้ำในช่วงเกิดอุทกภัยและภัยแล้ง รวมทั้งรักษาระบบนิเวศน์ในทางน้ำชลประทาน เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาความเดือดร้อนของประชาชน

10. พัฒนาและประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศด้านต่าง ๆ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำและการจัดการความปลอดภัยเขื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

11. วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมในเขตพื้นที่ชลประทาน เพื่อใช้วางแผนการปลูกพืชในเขตชลประทานให้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และปริมาณของน้ำต้นทุนที่มีอยู่ให้พื้นที่ชลประทานเกิดประโยชน์จากการเพาะปลูกมากที่สุด

12. ตรวจสอบข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกการเกษตร และผลผลิตตามลักษณะการพัฒนาการชลประทานประเภทต่าง ๆ เพื่อจัดทำรายงานผลการเพาะปลูกพืช และผลผลิตตามลักษณะการพัฒนาการชลประทานประเภทต่าง ๆ

13. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัยและตรวจสอบสภาพความปลอดภัยทางด้านวิศวกรรมของเขื่อนและอาคารชลประทานที่สำคัญ เพื่อจัดทำรายงานสถานะความปลอดภัยของเขื่อนและอาคารชลประทาน และผลการตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนไว้ใช้ในการปรับปรุงและซ่อมแซมให้มีความมั่นคงแข็งแรง (อาคารชลประทานที่สำคัญหมายถึงอาคารชลประทานต่าง ๆ ที่มีความเสี่ยงมีผลกระทบสูงต่อความปลอดภัย และมีการขึ้นบัญชีไว้)

14. วางแผน และควบคุมการดำเนินงานจัดหาและติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนร่วมกับโครงการต่าง ๆ ภายในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานชลประทาน โดยกำหนดลักษณะและรูปแบบของเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนให้อย่างเหมาะสมตามประเภทและพื้นที่ตั้งของเขื่อนต่าง ๆ

15. ตรวจสอบ วิเคราะห์ วางแผน และคำนวณปริมาณงานในการซ่อมแซม ปรับปรุงเขื่อนและอาคารชลประทานที่สำคัญในพื้นที่เขตความรับผิดชอบของสำนักงานชลประทานให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยคำนึงถึงความคุ้มทุน ความมั่นคงแข็งแรงและประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดียิ่งขึ้น

16. ให้คำปรึกษา แนะนำ ข้อเสนอแนะงานด้านบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษา รวมทั้งงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานในหน้าที่ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์

17. ปฏิบัติงานร่วมกับ หรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อ เพื่อให้ภารกิจของสำนักงานชลประทาน กรมชลประทาน หรือภารกิจอื่นที่ได้รับมอบหมายประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย

♦ **ตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง** ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน (ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา) วิศวกรชลประทานเชี่ยวชาญ (ตำแหน่งเลขที่ 19) กรมชลประทาน

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง

1. วางแผน ควบคุม กำกับดูแล และอำนวยการ เกี่ยวกับการจัดสรรน้ำ การระบายน้ำ และการปรับปรุงบำรุงรักษา ของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำต่าง ๆ ที่มีความยุ่งยากมาก

2. ศึกษา ติดตาม ประเมินผลการจัดสรรน้ำในแต่ละลุ่มน้ำ ตลอดจนการปรับปรุงระบบการจัดสรรน้ำให้เป็นไปตามแผนงานการจัดสรรน้ำ

3. ศึกษา พัฒนา นำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกี่ยวกับการจัดสรรน้ำและปรับปรุงบำรุงรักษาโครงการชลประทาน มาประยุกต์ใช้ในงานชลประทาน

4. ให้คำแนะนำ เกี่ยวกับการอำนวยการ การจัดสรรน้ำและปรับปรุงบำรุงรักษาแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

5. ปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน

1. เรื่อง การพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล (พ.ศ. 2565)

2. ระยะเวลาการดำเนินการ ธันวาคม พ.ศ. 2564 – กันยายน พ.ศ. 2565

3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

การพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล เป็นการพัฒนาระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ และอาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ ให้สามารถรักษาอัตราการไหล และระดับน้ำตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และสามารถทำการตรวจวัดข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และทำการปรับบานของอาคารบังคับน้ำได้เองแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานส่งน้ำเป็นไปตามแผนการส่งน้ำที่วางไว้ และช่วยลดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ที่จะต้องเข้าไปดำเนินการตรวจวัดและปรับบานของอาคารบังคับน้ำแต่ละแห่งในคลองส่งน้ำสายใหญ่ (คลองซี 1) ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล โดยการพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ได้ใช้หลักความรู้ทางด้านวิศวกรรมชลประทาน และหลักวิชาการต่าง ๆ มาประกอบการศึกษา วิเคราะห์ และพัฒนาระบบควบคุม ดังนี้

(1) ความรู้ด้านระบบควบคุมอาคารชลประทาน เพื่อให้ทราบถึง เทคนิค และวิธีการต่าง ๆ ของระบบควบคุมอาคารชลประทาน รวมถึง อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมอาคารชลประทาน

(2) ความรู้ด้านหลักชลศาสตร์และอาคารชลประทาน เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของอาคารชลประทาน เช่น ความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน ช่วงการควบคุมที่ยอมให้ ค่าสัมประสิทธิการไหลของอาคารชลประทาน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นเงื่อนไข ข้อจำกัด และข้อกำหนด ของระบบควบคุมอาคารชลประทานที่ถูกพัฒนาขึ้น

(3) ความรู้ด้านการปฏิบัติการส่งน้ำ เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบ และวิธีการส่งน้ำของระบบส่งน้ำของโครงการ ซึ่งช่วยให้ทราบถึงความเหมาะสมของรูปแบบ และวิธีการส่งน้ำของระบบส่งน้ำของโครงการสำหรับใช้ในการกำหนดรูปแบบ และวิธีการส่งน้ำของระบบควบคุมอาคารชลประทานที่ถูกพัฒนาขึ้น

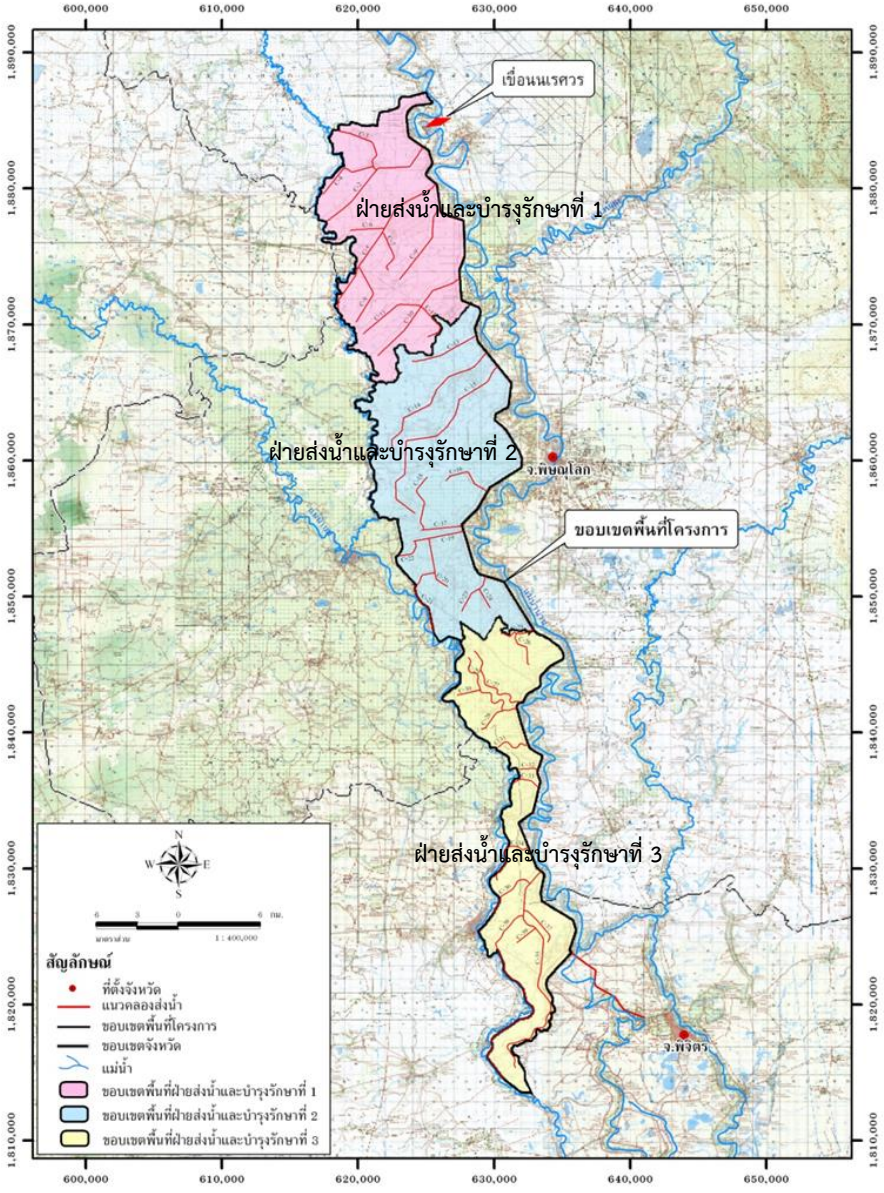
(4) ความรู้ด้านการประเมินผลสัมฤทธิ์ เพื่อให้ทราบถึงวิธีการติดตามและประเมินผลสัมฤทธิ์ของระบบควบคุมอาคารชลประทานที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถนำมาใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีตของโครงการ หรือเปรียบเทียบกับโครงการที่มีระบบส่งน้ำใกล้เคียงกันแต่ใช้ระบบควบคุมอาคารชลประทานที่แตกต่างกัน

4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

4.1 สาระสำคัญ

4.1.1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล (กรมชลประทาน, 2550) เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก รับน้ำจากแม่น้ำน่านบริเวณด้านเหนือน้ำของเขื่อนทดน้ำนเรศวรผ่านคลองส่งน้ำซี 1 จากอาคารบังคับน้ำปากคลอง กม.0+075 เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 213,049 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอพรหมพิราม อำเภอเมือง อำเภอบางระกำ อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก และบางส่วนของอำเภอเมือง อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ตามรูปที่ 1 พร้อมทั้งส่งน้ำต่อให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อบัว ผ่านอาคารบังคับน้ำกลางคลอง กม. 72+500 เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 364,262 ไร่



รูปที่ 1 แผนที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลแบ่งพื้นที่การส่งน้ำออกเป็น 3 ฝ่าย ประกอบด้วย

- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 หัวงานตั้งอยู่ที่ ต.หนองแขม อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก รับผิดชอบพื้นที่โครงการ 98,200 ไร่ มีพื้นที่ชลประทาน 76,106 ไร่
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 หัวงานตั้งอยู่ที่ ต.จอมทอง อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก รับผิดชอบพื้นที่โครงการ 96,500 ไร่ มีพื้นที่ชลประทาน 67,392 ไร่
- ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 หัวงานตั้งอยู่ที่ ต.บ้านไร่ อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก รับผิดชอบพื้นที่โครงการ 98,200 ไร่ มีพื้นที่ชลประทาน 69,551 ไร่

4.1.2 ระบบคลองส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล

ระบบคลองส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลประกอบด้วย คลองส่งน้ำสายใหญ่ จำนวน 1 สาย คลองส่งน้ำสายซอย จำนวน 19 สาย และคลองส่งน้ำสายแยกซอย จำนวน 19 สาย รวมคลองส่งน้ำทั้งสิ้น 39 สาย คิดเป็นความยาวคลองรวมทั้งสิ้น 302.282 กิโลเมตร

4.1.2.1 คลองส่งน้ำสายใหญ่และอาคารประกอบ

คลองส่งน้ำสายใหญ่ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลคือ คลองส่งน้ำซี 1 ระหว่าง กม.0+075 ถึง กม.80+075 โดยมีอาคารชลประทานตามคลองส่งน้ำสายใหญ่ จำนวน 118 แห่ง ประกอบด้วย

- ปตร. ปากคลองส่งน้ำ	จำนวน 1 แห่ง
- ปตร. กลางคลองส่งน้ำ	จำนวน 5 แห่ง
- สะพานข้ามคลองส่งน้ำ	จำนวน 35 แห่ง
- F.T.O. ฝั่งขวา	จำนวน 59 แห่ง
- อาคารระบายน้ำ	จำนวน 1 แห่ง
- อาคารระบายน้ำล้น	จำนวน 1 แห่ง
- ท่อลอดคลอง	จำนวน 2 แห่ง

4.1.2.2 คลองส่งน้ำสายซอยและอาคารประกอบ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมีคลองส่งน้ำสายซอย จำนวน 19 สาย มีความยาวรวม 129.040 กิโลเมตร โดยมีอาคารชลประทานในคลองส่งน้ำสายซอย จำนวน 340 แห่ง ประกอบด้วย

- ทรบ. ปากคลองส่งน้ำ	จำนวน 19 แห่ง
- อาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ	จำนวน 35 แห่ง
- สะพานข้ามคลองส่งน้ำ	จำนวน 10 แห่ง
- F.T.O. ฝั่งขวา	จำนวน105 แห่ง
- F.T.O. ฝั่งซ้าย	จำนวน 70 แห่ง
- อาคารระบายน้ำ	จำนวน 26 แห่ง

- ท่อลอดถนนและคลอง จำนวน 34 แห่ง
- สะพานน้ำ จำนวน 5 แห่ง
- อาคารน้ำตก จำนวน 17 แห่ง
- ทรบ. ปลายคลองส่งน้ำ จำนวน 19 แห่ง

4.1.2.3 คลองส่งน้ำสายแยกซอยและอาคารประกอบ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมีคลองส่งน้ำสายแยกซอย จำนวน 19 สาย มีความยาวรวม 93.242 กิโลเมตร โดยมีอาคารชลประทานในคลองส่งน้ำสายแยกซอย จำนวน 236 แห่ง ประกอบด้วย

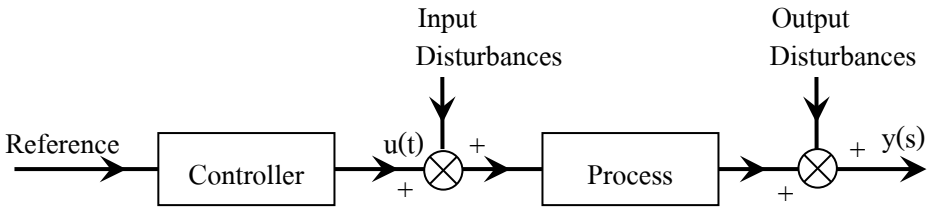
- ทรบ. ปากคลองส่งน้ำ จำนวน 19 แห่ง
- อาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ จำนวน 27 แห่ง
- สะพานข้ามคลองส่งน้ำ จำนวน 1 แห่ง
- F.T.O. ฝั่งขวา จำนวน 58 แห่ง
- F.T.O. ฝั่งซ้าย จำนวน 72 แห่ง
- อาคารระบายน้ำ จำนวน 11 แห่ง
- ท่อลอดถนนและคลอง จำนวน 26 แห่ง
- อาคารน้ำตก จำนวน 3 แห่ง
- ทรบ. ปลายคลองส่งน้ำ จำนวน 19 แห่ง

4.1.3 ระบบควบคุม

4.1.3.1 แนวคิดในการควบคุม

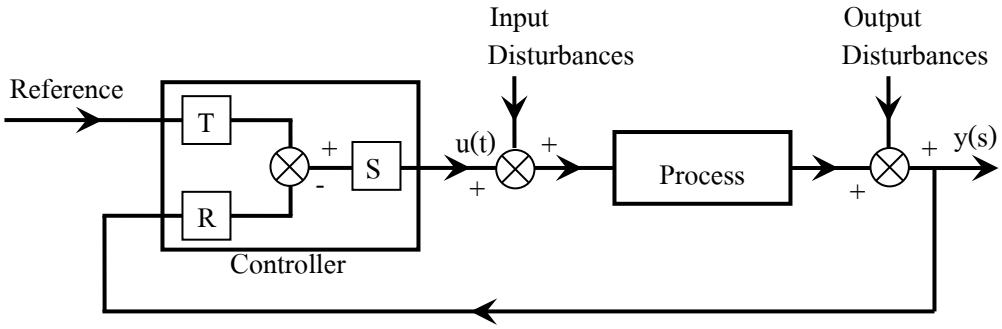
ในระบบคลองส่งน้ำสามารถแบ่งแนวคิดในการควบคุม ออกเป็น 3 ประเภท (Malaterre et al., 1998) ตามรูปแบบและทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) กับตัวแปรปฏิบัติการ (Control Action Variable) คือ Feed Forward Control, Feedback Control และ Combination Control

(1) Feed Forward Control (FF) เป็นระบบควบคุมที่ประเมินตัวแปรนำเข้าหรือตัวแปรควบคุมของระบบจากเป้าหมายของผลลัพธ์ที่กำหนด โดยไม่มีการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานมาปรับเปลี่ยนตัวแปรควบคุม ตามรูปที่ 2 ส่วนใหญ่จะใช้กับระบบที่ทราบแหล่งและขนาดของการรบกวน ซึ่งจะทำการประเมินการควบคุมจากเป้าหมาย และการรวบกวนระบบในอดีต (Ruiz et al., 1998)



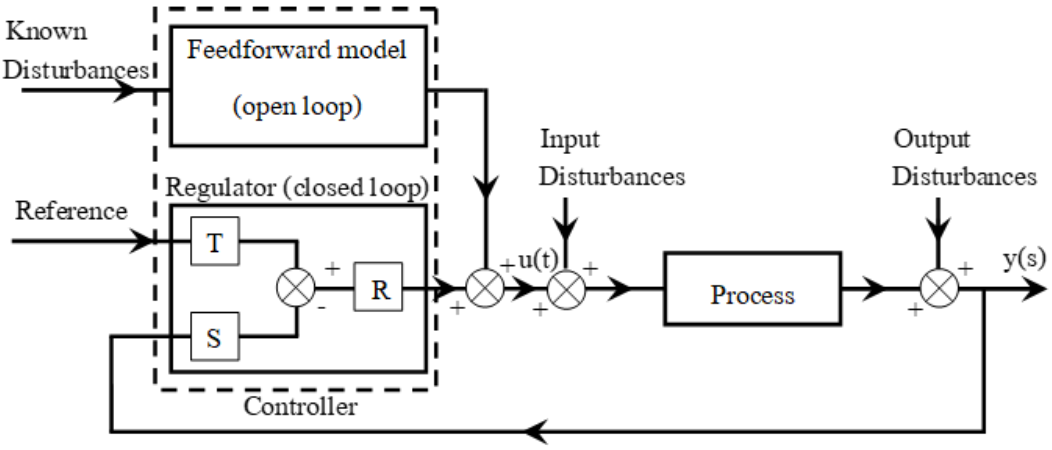
รูปที่ 2 ผังการทำงานของแนวคิดการควบคุมแบบ Feed Forward Control

(2) Feedback Control (FB) เป็นระบบควบคุมที่ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับเป้าหมาย และทำการปรับเปลี่ยนตัวแปรนำเข้าหรือตัวแปรควบคุมของระบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของระบบตามเป้าหมายที่กำหนด หรือมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในขอบเขตที่กำหนด ตามรูปที่ 3 นิยมใช้กับระบบส่งน้ำที่มีการรบกวนระบบเกิดขึ้นไม่แน่นอน และไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ แต่ระบบที่ใช้ต้องเป็นระบบที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว (Ruiz et al., 1998) ดังนั้นระบบนี้จึงไม่เหมาะสมกับการควบคุมระดับน้ำด้านท้ายอาคารบังคับน้ำกลางคลอง แต่จะให้ประสิทธิภาพในการควบคุมสูงเมื่อใช้ควบคุมระดับน้ำด้านหน้าอาคารบังคับน้ำกลางคลอง (Ooi and Weyer, 2001)



รูปที่ 3 ผังการทำงานของแนวคิดการควบคุมแบบ Feedback Control

(3) Combination Control เป็นระบบควบคุมที่ใช้ทั้งการควบคุมแบบ Feed Forward Control และ Feedback Control ผสมผสานในระบบควบคุมเดียวกันเพื่อให้ระบบควบคุมสามารถนำข้อดีของการควบคุมแบบ Feed Forward Control และ Feedback Control มาใช้ และยังช่วยลดข้อจำกัดของระบบควบคุมทั้งสอง (Malaterre et al., 1998) ตามรูปที่ 4 มักนิยมใช้กับระบบชลประทานที่มีขนาดใหญ่ เช่น การใช้ Feed Forward Control สำหรับควบคุมอัตราการไหลเข้าสู่ระบบส่งน้ำ และใช้ Feedback Control สำหรับควบคุมระดับน้ำหน้าอาคารบังคับกลางคลองส่งน้ำ



รูปที่ 4 ผังการทำงานของแนวคิดการควบคุมแบบ Combination Control

4.1.3.2 เทคนิคการควบคุม

เทคนิคการควบคุมระบบคลองส่งน้ำมีหลายชนิด (Toepfer, 2007) เช่น Monovariable Heuristical Methods, Proportional Integral Derivative (PID) Control, Smith Predictor Scheme, Pole Placement Control, Predictive Control, Fuzzy Logic Control, Model Inversion Methods, Optimization Methods, Robust Control, Adaptive Control and Nonlinear Control. สำหรับระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติโดยส่วนใหญ่ใช้เทคนิค Proportional Integral Derivative (PID) Control เป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบควบคุม โดย PID Control เป็นเทคนิคการควบคุมที่รวมข้อดีของเทคนิคการควบคุมแบบ Proportional Control, Reset or Integral Control และ Rate or Derivative Control เข้าไว้ด้วยกันส่งผลให้เทคนิคการควบคุมแบบ PID Control เป็นเทคนิคการควบคุมที่ตอบสนองต่อการเบี่ยงเบนของผลลัพธ์จากค่าที่กำหนดโดยเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ในอดีต และช่วยลดการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมที่ไม่จำเป็นได้

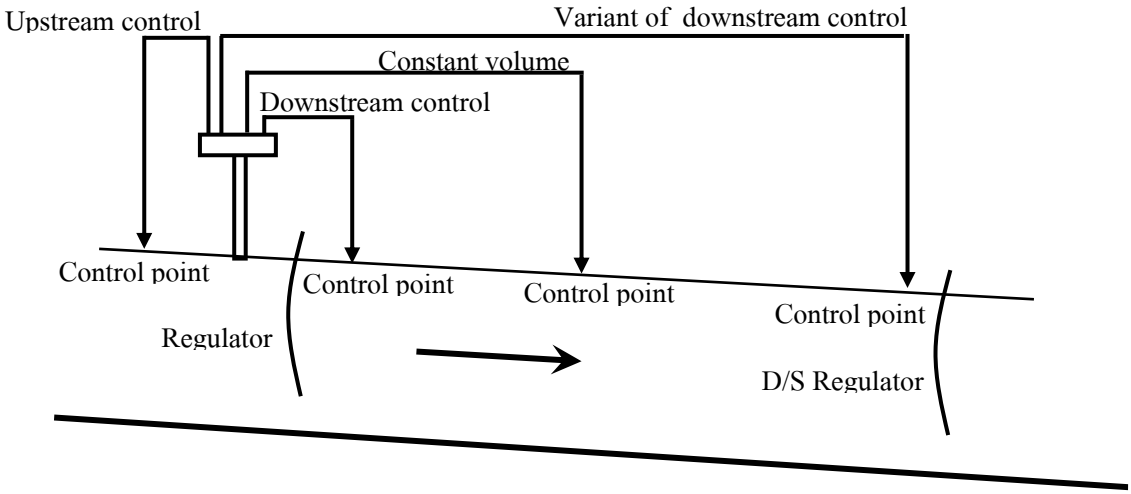
(1) Proportional Control (P) เป็นเทคนิคการควบคุมที่ตอบสนองต่อการเบี่ยงเบนของผลลัพธ์จากค่าที่กำหนด โดยทั่วไปกำหนดให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าของตัวแปรควบคุม กับตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม วิธีการควบคุมแบบนี้มีข้อเสียคือ อุปกรณ์ควบคุมอาจทำงานไม่ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ที่แท้จริง เนื่องจากมีการกำหนดวิธีการควบคุมไว้ล่วงหน้า

(2) Reset or Integral Control (I) เป็นเทคนิคการควบคุมที่ตอบสนองต่อการเบี่ยงเบนของผลลัพธ์จากค่าที่กำหนด และมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับการเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในอดีต หรือการเบี่ยงเบนสะสม ดังนั้นการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมจะขึ้นอยู่กับข้อมูลในอดีตด้วยเช่น ค่าการเบี่ยงเบนในอดีต หรือช่วงเวลาที่เกิดการเบี่ยงเบนขึ้น โดยทั่วไปเทคนิคการควบคุมแบบนี้จะถูกนำไปรวมกับเทคนิคการควบคุมแบบ Proportional Control เรียกว่า Proportional Plus Reset Control หรือ Proportional Integral (PI) Control ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีการเก็บรวบรวมการเบี่ยงเบนของผลลัพธ์ที่เกิดจากการควบคุม ทำให้มีการปรับปรุงการควบคุมเพื่อลดการเบี่ยงเบนที่จะเกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลในอดีต

(3) Rate or Derivative Control (D) เป็นวิธีการควบคุมที่ตอบสนองต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของขนาด หรือทิศทางของการเบี่ยงเบนของผลลัพธ์ต่อค่าที่กำหนด ดังนั้นวิธีการควบคุมชนิดนี้จะไม่ทำงานถ้าการเบี่ยงเบนของผลลัพธ์ต่อค่าที่กำหนดมีค่าคงที่ แต่ข้อดีของวิธีการควบคุมแบบนี้คือลดอัตราการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมได้

4.1.3.3 ตำแหน่งของการควบคุม

การกำหนดตำแหน่งของการควบคุม (Control Point) ในระบบส่งน้ำชลประทานมีวัตถุประสงค์เพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพ – ประสิทธิผล การความยืดหยุ่นในการส่งน้ำ ซึ่งต้องกำหนดให้สอดคล้องกับการออกแบบระบบส่งน้ำ โดยตำแหน่งของการควบคุมสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 แบบ คือ การควบคุมด้านเหนือน้ำ (Upstream Control) การควบคุมด้านท้ายน้ำ (Downstream Control) การควบคุมปริมาตรน้ำในช่วงคลองคงที่ (Constant Volume) และ การควบคุมด้านท้ายน้ำแบบเปลี่ยนแปลง ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตำแหน่งของการควบคุมแบบต่าง ๆ

(1) การควบคุมด้านเหนือน้ำ (Upstream Control) เป็นการกำหนดจุดควบคุมด้านหน้าอาคารบังคับน้ำ โดยจะออกแบบคันคลองขนานกับก้นคลองที่อัตราการไหลสูงสุด ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไป

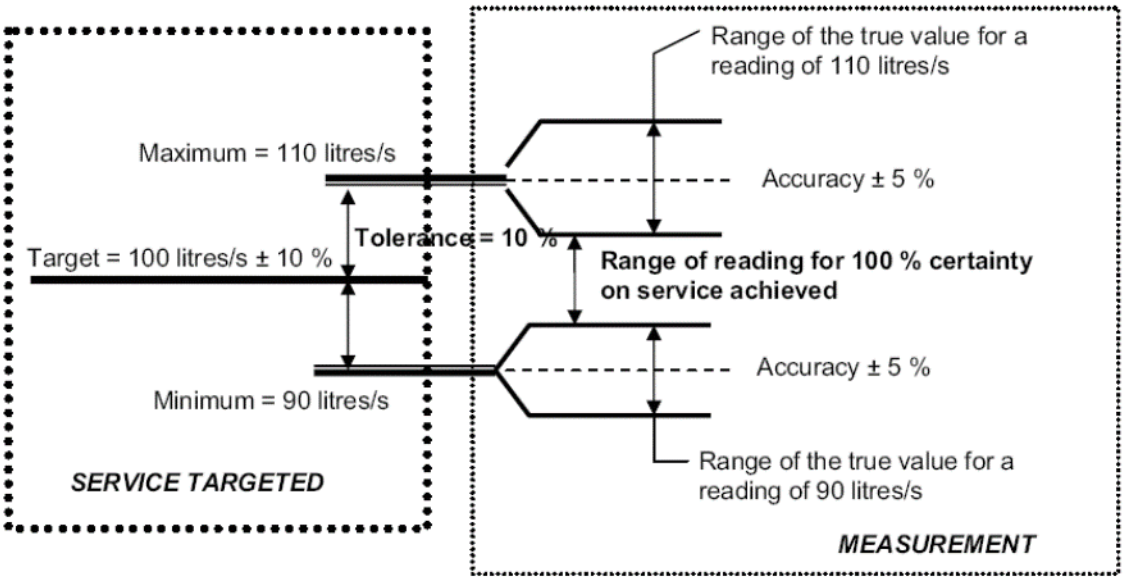
(2) การควบคุมด้านท้ายน้ำ (Downstream Control) เป็นการกำหนดจุดควบคุมด้านท้ายอาคารบังคับน้ำ การควบคุมแบบนี้ต้องออกแบบคันคลองให้อยู่ในแนวราบเพราะที่อัตราการไหลเป็นศูนย์ ระดับน้ำจะอยู่ในแนวราบ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างคลองมากขึ้น วิธีนี้จึงยังไม่มีการนำมาใช้ในประเทศไทย

(3) การควบคุมปริมาตรน้ำในช่วงคลองคงที่ (Constant Volume) เป็นการกำหนดจุดควบคุมอยู่ด้านท้ายอาคารบังคับน้ำ บริเวณกึ่งกลางช่วงคลอง ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าก่อสร้างลงเมื่อเทียบกับการควบคุมด้านท้ายน้ำ

(4) การควบคุมด้านท้ายน้ำแบบเปลี่ยนแปลง (Variant of Downstream Control) เป็นการกำหนดจุดควบคุมท้ายน้ำอยู่ปลายสุดของช่วงคลอง หรือใกล้อาคารบังคับน้ำด้านท้ายน้ำถัดไป วิธีนี้มีข้อดีคือ ทำให้ไม่ต้องเสียค่าก่อสร้างคลองเพิ่มเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีควบคุมท้ายน้ำ

4.1.4 ช่วงการควบคุมที่ยอมให้ (Tolerance)

ช่วงการควบคุมที่ยอมให้ (Tolerance) คือ ขอบเขตของความคาดเคลื่อนในการควบคุมน้ำที่ยอมรับได้ ซึ่งกำหนดจากระดับเป้าหมายในการให้บริการส่งน้ำ ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถในการควบคุมน้ำของโครงการ และความเปราะบาง (Vulnerability) ของพื้นที่รับน้ำ ค่า Tolerance และ Sensitivity ของอาคาร สามารถนำมาใช้ในการกำหนดความแม่นยำ (Accuracy) ในการควบคุมน้ำ ตามรูปที่ 6 (Molden and Gates, 1990) จากเกณฑ์ของการประเมินโครงการอย่างรวดเร็ว (FAO, 2008) กำหนดให้การควบคุมอัตราการไหลของน้ำผ่านอาคารชลประทานในระดับ +10% อยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้ (2) ถึงดี (3)



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Tolerance กับ Sensitivity และ Accuracy ของอาคารชลประทาน

4.1.5 ความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน (Irrigation Structure Sensitivity)

ความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน คือ คุณสมบัติของอาคารควบคุมน้ำ ซึ่งจะบอกถึงความไวหรือความอ่อนไหวของ Output (อัตราการไหลหรือระดับน้ำ) ต่อการเปลี่ยนแปลงของ Input (ระดับน้ำหรืออัตราการไหล) ในการวิเคราะห์ Sensitivity ของอาคารควบคุมน้ำ จะแบ่งอาคารออกเป็น 2 กลุ่ม คือ อาคารควบคุมการระบายน้ำออกจากคลอง (Offtake) และอาคารควบคุมน้ำกลางคลอง (Regulator) สามารถประเมินได้จากการตรวจวัดการไหลของน้ำผ่านอาคาร หรือ คำนวณจากสูตรทางชลศาสตร์ (Renault, 1999) ดังนี้

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{Variation of Output}}{\text{Variation of Input}} \qquad (1)$$

ค่าความอ่อนไหวของอาคารชลประทานสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ความอ่อนไหวน้อย ความอ่อนไหวปานกลาง และความอ่อนไหวมาก ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์ความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน

ค่าความอ่อนไหว	ความหมายของเกณฑ์
$S > 2$	อาคารบังคับน้ำปากคลอง/กลางคลอง มีความอ่อนไหวสูง
$1 \leq S \leq 2$	อาคารบังคับน้ำปากคลอง/กลางคลอง มีความอ่อนไหวปานกลาง
$S < 1$	อาคารบังคับน้ำปากคลอง/กลางคลอง มีความอ่อนไหวต่ำ

4.1.5.1 ความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำปากคลอง (Offtake Sensitivity)

อาคารบังคับน้ำปากคลอง (Offtake) ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลผ่านอาคารเพื่อส่งน้ำเข้าสู่ระบบคลองส่งน้ำในระดับถัดไป (Output) หรือส่งน้ำเข้าพื้นที่เพาะปลูก ให้อยู่ในอัตราการไหลที่กำหนด ในกรณีที่ระยะเปิดบานคงที่ อัตราการไหลผ่านอาคารจะแปรผันตามกับระดับน้ำด้านหน้า

อาคารควบคุมการระบายน้ำออกจากคลอง (Input) ดังนั้นค่าความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำปากคลอง (Offtake Sensitivity) สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (2)

$$S_{offtake} = \frac{\text{Variation in Discharge}}{\text{Variation in Water Depth}} \quad (2)$$

4.1.5.2 ความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำกลางคลอง (Cross Regulator Sensitivity)

อาคารบังคับน้ำกลางคลอง (Cross Regulator) ทำหน้าที่ควบคุมและรักษาระดับน้ำด้านหน้าอาคารบังคับน้ำกลางคลอง (Output) ให้อยู่ในระดับน้ำเป้าหมายที่กำหนด ในกรณีที่ระยะเปิดบานคงที่ ระดับน้ำด้านหน้าอาคารจะแปรผันตามกับอัตราการไหลที่ไหลเข้าสู่ระบบส่งน้ำด้านเหนือน้ำของอาคาร (Input) ดังนั้นค่าความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำกลางคลอง (Regulator Sensitivity) สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (3)

$$S_{offtake} = \frac{\text{Variation in Water Depth}}{\text{Variation in Discharge}} \quad (3)$$

4.1.6 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทาน

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทาน สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบการไหลของน้ำผ่านอาคารชลประทานที่สัมพันธ์กับการเปิดบานประตูของอาคาร (ฉลอง, 2538) คือ รูปแบบการไหลผ่านอาคารชลประทานเป็นการไหลแบบอิสระ (Free Flow) และ รูปแบบการไหลผ่านอาคารชลประทานเป็นการไหลแบบจม (Submerged Flow) สำหรับอาคารชลประทานในระบบคลองส่งน้ำสายใหญ่จะมีรูปแบบการไหลผ่านอาคารชลประทานเป็นการไหลแบบจม (Submerged Flow) เนื่องจากคลองส่งน้ำมีความลาดเทน้อย พื้นที่หน้าตัดการไหลของอาคารชลประทานน้อยกว่าพื้นที่หน้าตัดการไหลของคลอง และอาคารชลประทานในคลองส่งน้ำจะอยู่ห่างกันไม่มาก ส่งผลให้การควบคุมการไหลของอาคารใดอาคารหนึ่งจะมีผลกระทบต่อการไหลของอาคารชลประทานทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ดังนั้นเมื่อมีการควบคุมอาคารชลประทานด้านท้ายน้ำจะทำให้เกิด Backwater Effect ย้อนขึ้นไปถึงอาคารชลประทานด้านเหนือน้ำ จึงทำให้การไหลของน้ำผ่านอาคารชลประทานเป็นการไหลแบบจม

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทานของการไหลแบบจม U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station ได้พัฒนาสูตรสำหรับใช้คำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายกรณีที่การไหลท้ายประตูเป็นแบบ Submerge Flow (ฉลอง, 2538) ดังนี้

$$Q = C_s L h_s \sqrt{2gh} \quad (4)$$

$$C_s = a\left(\frac{h_s}{G_o}\right)^b \quad (5)$$

โดยที่ Q คือ อัตราการไหลของน้ำผ่านอาคารควบคุมน้ำ, ลูกบาศก์เมตร/วินาที

C_s คือ สัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารควบคุมน้ำ

L คือ ความกว้างของบานของอาคารควบคุมน้ำ, เมตร

h_s คือ ผลต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับระดับธรณีของอาคารควบคุมน้ำ, เมตร

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, 9.81 เมตร/วินาที^{2}

h คือ ผลต่างของระดับน้ำด้านเหนือน้ำ และท้ายน้ำของอาคารควบคุมน้ำ, เมตร

G_o คือ ระยะเปิดบานของอาคารควบคุมน้ำ, เมตร

a, b คือ ค่าสัมประสิทธิ์

4.1.6 การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำ

การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำของระบบบริหารคลองส่งน้ำจะประเมินตามสมรรถนะในการปฏิบัติงานกับการตอบสนองต่อภารกิจหลักของการบริหารคลองส่งน้ำ Molden and Gate (1990) ได้นำเสนอดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำจำนวน 3 ดัชนี ได้แก่ ดัชนีความเพียงพอ (Adequacy Index) ดัชนีประสิทธิภาพในการส่งน้ำ (Efficiency Index) และดัชนีความเป็นธรรม (Equity Index) พร้อมตัวอย่างเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของค่าดัชนีต่าง ๆ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำ

ดัชนี	กลุ่มดัชนีผลสัมฤทธิ์		
	ดี	ปานกลาง	ต้องปรับปรุง
ความเพียงพอ	0.90 – 1.00	0.80 – 0.89	< 0.80
ประสิทธิภาพในการส่งน้ำ	0.85 – 1.00	0.70 – 0.84	< 0.70
ความเป็นธรรม	0.00 – 0.10	0.11 – 0.25	>0.25

4.1.6.1 ดัชนีความเพียงพอ (Adequacy Index)

ดัชนีความเพียงพอเป็นค่าดัชนีที่บ่งบอกถึง ความสามารถในการส่งน้ำของระบบส่งน้ำให้เพียงพอกับความต้องการน้ำของพื้นที่รับน้ำในระบบส่งน้ำนั้น ๆ โดยมีสมการในหาค่าดัชนีตามสมการที่ (6) – (8)

$$P_A = \frac{1}{T}\sum_{T}\left(\frac{1}{R}\sum_{R} p_A\right) \tag{6}$$

$$p_A = \frac{Q_D}{Q_R} \quad \text{เมื่อ} \quad Q_D \le Q_R \tag{7}$$

$$p_A = 1 \quad \text{เมื่อ} \quad Q_D > Q_R \tag{8}$$

โดยที่ P_A คือ ค่าดัชนีความพอเพียงของระบบส่งน้ำ

p_A คือ ค่าดัชนีความพอเพียงในแต่ละช่วงคลอง

Q_D คือ อัตราการไหลที่ส่งเข้าไปในระบบส่งน้ำในแต่ละช่วงคลอง (cms)

Q_R คือ อัตราการไหลที่ต้องการในระบบส่งน้ำในแต่ละช่วงคลอง (cms)

R คือ จำนวนช่วงคลองในระบบส่งน้ำ

T คือ จำนวนวันที่ส่งน้ำเข้าสู่ระบบส่งน้ำ

4.1.6.2 ดัชนีประสิทธิภาพในการส่งน้ำ (Efficiency Index)

ดัชนีประสิทธิภาพในการส่งน้ำเป็นค่าดัชนีที่บ่งบอกถึง ความสามารถในการส่งน้ำของระบบส่งน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำของพื้นที่รับน้ำในระบบส่งน้ำนั้น ๆ และมีการสูญเสียเนื่องจากการส่งน้ำน้อยที่สุด โดยมีสมการในหาค่าดัชนีตามสมการที่ (9) – (11)

$$P_F = \frac{1}{T}\sum_{T}\left(\frac{1}{R}\sum_{R} p_F\right) \tag{9}$$

$$p_F = \frac{Q_R}{Q_D} \quad \text{เมื่อ} \quad Q_R \leq Q_D \tag{10}$$

$$p_F = 1 \quad \text{เมื่อ} \quad Q_R > Q_D \tag{11}$$

โดยที่ P_F คือ ค่าดัชนีความพอเพียงของระบบส่งน้ำ

p_F คือ ค่าดัชนีความพอเพียงในแต่ละช่วงคลอง

Q_D คือ อัตราการไหลที่ส่งเข้าไปในระบบส่งน้ำในแต่ละช่วงคลอง (cms)

Q_R คือ อัตราการไหลที่ต้องการในระบบส่งน้ำในแต่ละช่วงคลอง (cms)

R คือ จำนวนช่วงคลองในระบบส่งน้ำ

T คือ จำนวนวันที่ส่งน้ำเข้าสู่ระบบส่งน้ำ

4.1.6.3 ดัชนีความเป็นธรรม (Equity Index)

ดัชนีความเป็นธรรมเป็นค่าดัชนีที่บ่งบอกถึง ความสามารถในการส่งน้ำของระบบส่งน้ำให้สม่ำเสมอและทั่วทั้งพื้นที่ในระบบส่งน้ำทั้งหมด โดยมีสมการในหาค่าดัชนีตามสมการที่ (12) – (13)

$$P_E = \frac{1}{T}\sum_{T} CV_R\left(\frac{Q_D}{Q_R}\right) \tag{12}$$

$$CV_R = \frac{\sigma}{\mu} \tag{13}$$

โดยที่ P_E คือ ค่าดัชนีความเป็นธรรมของระบบส่งน้ำ

CV_R คือ ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่าง

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

μ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง

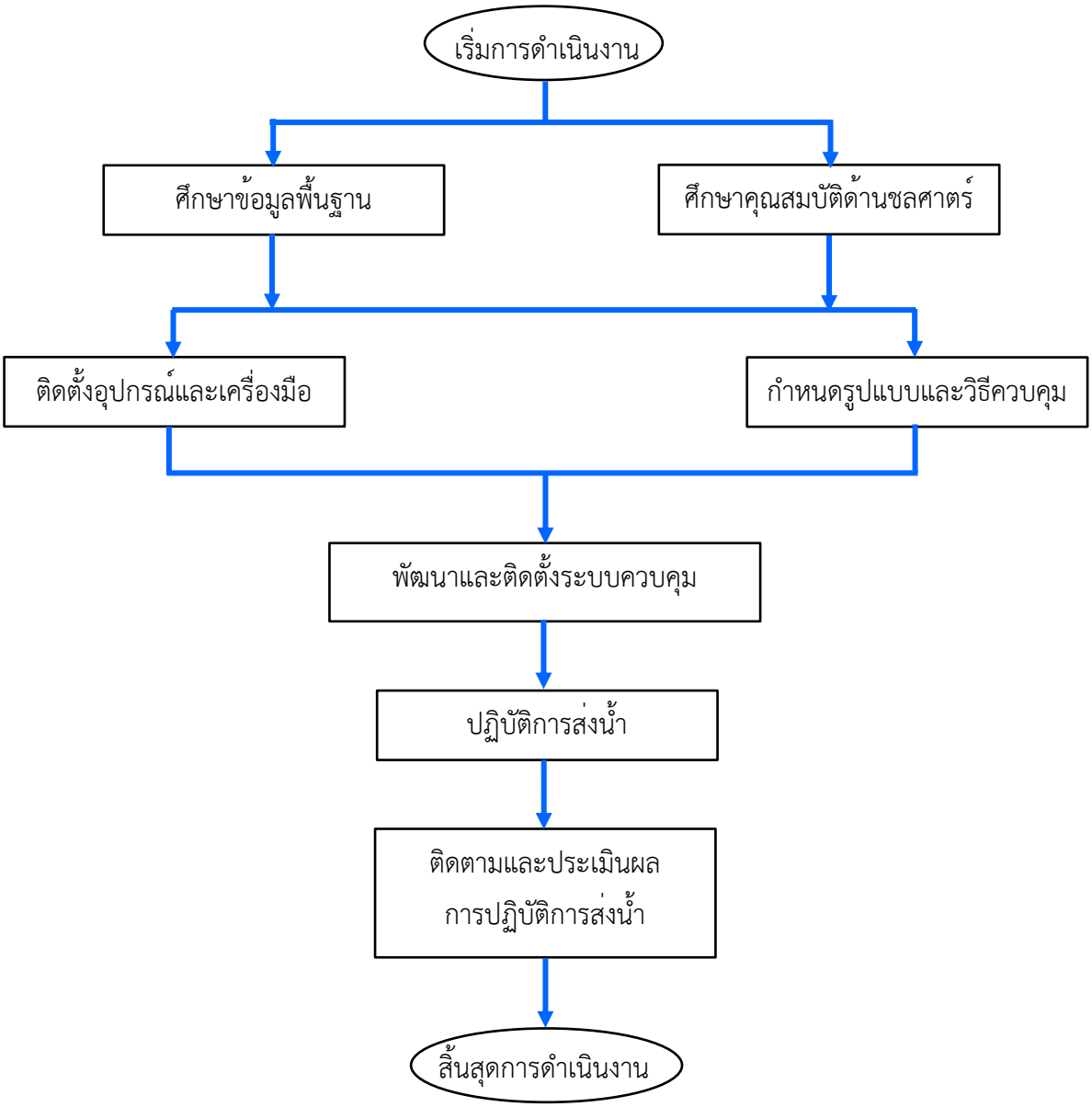
Q_D คือ อัตราการไหลที่ส่งเข้าไปในระบบส่งน้ำในแต่ละช่วงคลอง (cms)

Q_R คือ อัตราการไหลที่ต้องการในระบบส่งน้ำในแต่ละช่วงคลอง (cms)

T คือ จำนวนวันที่ส่งน้ำเข้าสู่ระบบส่งน้ำ

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การพัฒนาและติดตั้งระบบระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล มีขั้นตอนการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครงการ (2) ศึกษาคุณสมบัติด้านชลศาสตร์ของอาคารชลประทาน (3) กำหนดรูปแบบและวิธีควบคุมระบบคลองส่งน้ำ (4) ติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือ (5) พัฒนาและติดตั้งระบบควบคุม (6) ปฏิบัติการส่งน้ำ และ (7) ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำ โดยมีแผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงานตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการพัฒนาและติดตั้งระบบระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล

4.2.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

4.2.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโครงการ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ตั้งอยู่ที่พิกัด 47 QPU 288557 ระวางแผนที่ 5042 IV ของแผนที่กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ในเขตบ้านจูงนาง เลขที่ 204 หมู่ที่ 8 ตำบลท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก รับน้ำจากแม่น้ำน่านบริเวณด้านเหนือน้ำของเขื่อนทดน้ำนเรศวรผ่านคลองส่งน้ำซี 1 จากอาคารบังคับน้ำปากคลอง กม.0+075 เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 213,049 ไร่ แบ่งการบริหารงานส่งน้ำออกเป็น 3 ฝ่ายส่งน้ำ ครอบคลุมพื้นที่ 4 อำเภอของ จังหวัดพิษณุโลก และ 2 อำเภอของจังหวัดพิจิตร พร้อมทั้งส่งน้ำต่อให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อบัว ผ่านอาคารบังคับน้ำกลางคลอง กม.72+500 เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานด้านท้ายน้ำอีก 364,262 ไร่

วิธีการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลเป็นแบบรอบเวรในคลองส่งน้ำสายใหญ่ (คลองส่งน้ำซี 1) โดยแบ่งออกเป็น 3 รอบเวร ดังนี้

(1) รอบเวรที่ 1 ระยะเวลา 10 วัน จากปตร.ปากคลอง กม.0+075 ถึง ปตร.กลางคลอง กม. 25+020 เพื่อส่งน้ำให้คลองส่งน้ำสายซอยซี 2 – ซี 15 คิดเป็นพื้นที่ชลประทานรวม 97,924 ไร่

(2) รอบเวรที่ 2 ระยะเวลา 7 วัน จากปตร.กลางคลอง กม.25+020 ถึง ปตร.กลางคลอง กม. 52+120 เพื่อส่งน้ำให้คลองส่งน้ำสายซอยซี 16 – ซี 26 คิดเป็นพื้นที่ชลประทานรวม 45,802 ไร่

(3) รอบเวรที่ 3 ระยะเวลา 7 วัน จากปตร.กลางคลอง กม.52+120 ถึง ปตร.กลางคลอง กม. 72+500 เพื่อส่งน้ำให้คลองส่งน้ำสายซอยซี 27 – ซี 39 คิดเป็นพื้นที่ชลประทานรวม 69,323 ไร่

4.2.1.2 อาคารชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมีอาคารชลประทานในคลองส่งน้ำสายใหญ่ (คลองส่งน้ำซี 1) จำนวน 118 แห่ง แบ่งเป็น อาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 แห่ง อาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำสายใหญ่ 6 แห่ง และอาคารประกอบอื่น ๆ จำนวน 111 แห่ง โดยมีรายละเอียดของอาคารบังคับน้ำปากคลอง/กลางคลองส่งน้ำสายใหญ่ทั้ง 7 แห่ง ดังนี้

(1) ปตร.ปากคลองส่งน้ำ กม.0+075

ชนิด	ประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก		
ขนาด	3-) 6.00x6.34 เมตร		
อัตราการไหลสูงสุด		141.680	ลบ.ม./วินาที
ระดับธรณี		+42.499	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านเหนือน้ำ)		+47.800	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านท้ายน้ำ)		+47.499	ม. ร.ท.ก.
รูปแบบการไหล	Undershoot and Submerge Flow		
α		0.50	
β		1.66	

รูปที่ 8 ปตร.ปากคลองส่งน้ำ กม.0+075

(2) ปตร.กลางคลองส่งน้ำ กม.10+620

ชนิด	ประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก		
ขนาด	3-□ 6.00x3.00 เมตร		
อัตราการไหลสูงสุด		138.820	ลบ.ม./วินาที
ระดับธรณี		+40.974	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านเหนือน้ำ)		+46.970	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านท้ายน้ำ)		+46.274	ม. ร.ท.ก.
รูปแบบการไหล	Undershoot and Submerge Flow		
α		0.50	
β		1.66	

รูปที่ 9 ปตร.กลางคลองส่งน้ำ กม.10+620

(3) ปตร.กลางคลอง กม. 25+020

ชนิด	ประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก	
ขนาด	3-) 6.00x3.00 เมตร	
อัตราการไหลสูงสุด	131.740	ลบ.ม./วินาที
ระดับธรณี	+40.260	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านเหนือน้ำ)	+45.360	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านท้ายน้ำ)	+44.833	ม. ร.ท.ก.
รูปแบบการไหล	Undershoot and Submerge Flow	
α	0.50	
β	1.66	

รูปที่ 10 ปตร.กลางคลอง กม. 25+020

(4) ปตร.กลางคลอง กม. 40+720

ชนิด	ประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก	
ขนาด	3-) 6.00x3.00 เมตร	
อัตราการไหลสูงสุด	124.350	ลบ.ม./วินาที
ระดับธรณี	+39.099	ม. รทก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านเหนือน้ำ)	+43.749	ม. รทก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านท้ายน้ำ)	+43.409	ม. รทก.
รูปแบบการไหล	Undershoot and Submerge Flow	
α	0.50	
β	1.66	

รูปที่ 11 ปตร.กลางคลอง กม. 40+720

(5) ปตร.กลางคลอง กม. 52+120

ชนิด	ประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก	
ขนาด	3-) 6.00x3.00 เมตร	
อัตราการไหลสูงสุด	74.330	ลบ.ม./วินาที
ระดับธรณี	+38.593	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านเหนือน้ำ)	+42.844	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านท้ายน้ำ)	+42.748	ม. ร.ท.ก.
รูปแบบการไหล	Undershoot and Submerge Flow	
α	0.50	
β	1.66	

รูปที่ 12 ปตร.กลางคลอง กม. 52+120

(6) ปตร.กลางคลอง กม. 58+800

ชนิด	ประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก	
ขนาด	3-) 6.00x3.00 เมตร	
อัตราการไหลสูงสุด	70.540	ลบ.ม./วินาที
ระดับธรณี	+37.060	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านเหนือน้ำ)	+42.210	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านท้ายน้ำ)	+42.110	ม. ร.ท.ก.
รูปแบบการไหล	Undershoot and Submerge Flow	
α	0.50	
β	1.66	

รูปที่ 13 ปตร.กลางคลอง กม. 58+800

(7) ปตร.กลางคลอง กม. 72+500

ชนิด	ประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก	
ขนาด	3-□ 6.00x3.00 เมตร	
อัตราการไหลสูงสุด	65.65	ลบ.ม./วินาที
ระดับธรณี	+34.680	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านเหนือน้ำ)	+40.729	ม. ร.ท.ก.
ระดับน้ำใช้การ (ด้านท้ายน้ำ)	+40.130	ม. ร.ท.ก.
รูปแบบการไหล	Undershoot and Submerge Flow	
α	0.50	
β	1.66	

รูปที่ 14 ปตร.กลางคลอง กม. 72+500

4.2.2 ศึกษาคุณสมบัติด้านชลศาสตร์

การศึกษาคุณสมบัติด้านชลศาสตร์ของอาคารบังคับน้ำปากคลอง/กลางคลอง ในคลองส่งน้ำซี 1 จะทำการศึกษาอยู่ 2 คุณสมบัติคือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคาร และความอ่อนไหวของอาคาร

4.2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคาร

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคาร ของอาคารบังคับน้ำปากคลอง / กลางคลอง ความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารกับระดับน้ำด้านท้ายน้ำและระยะเปิดบาน เป็นไปตามสมการที่ 14 โดยมีผลของความสัมพันธ์ตามตารางที่ 3 และมีรายละเอียดการหาความสัมพันธ์ตามภาคผนวกที่ ก

$$Ln(Cs) = aLn(Hs/Go)+b \quad (14)$$

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทาน

อาคาร	ระดับธรณี (ม.รทก.)	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ 14		หมายเหตุ
		a	b	
ปตร. กม. 0+075	+42.499	-0.8496	-0.4563	R^2 = 0.9563
ปตร. กม. 10+620	+41.528	-0.9668	-0.5113	R^2 = 0.9461
ปตร. กม. 25+020	+40.638	-0.9128	-0.7385	R^2 = 0.9871
ปตร. กม. 40+720	+39.150	-1.0647	-0.5319	R^2 = 0.8781
ปตร. กม. 52+120	+38.593	-1.0892	-0.5807	R^2 = 0.8489
ปตร. กม. 58+800	+37.060	-1.1209	-0.5166	R^2 = 0.9224
ปตร. กม. 72+500	+35.129	-1.3947	+0.2578	R^2 = 0.9263

4.2.2.2 ความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน

การหาค่าความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน ด้วยวิธีสมการทางชลศาสตร์ (FAO, 2008) เป็นการใช้สมการของการไหลผ่านอาคารชลประทาน ร่วมกับสมการหาค่าความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน เพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแปรไม่ทราบค่าเพียงตัวเดียว ซึ่งสมการที่ใช้แสดงในตารางที่ 4 และได้ผลการคำนวณตามตารางที่ 5

ตารางที่ 4 สมการหาค่าความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำ

Structure	Variable Studied	Definition	Geometrical Formulation	Approximate formula (Ignoring submergence)
Offtake (Orifice)	Offtake discharge q as a function of the fluctuation in the supply water level (Δh)	$S = \frac{\Delta q/q}{\Delta h}$	$S = \frac{0.5}{h_E}$ h_E (head equivalent) includes effect of submergence	$S = \frac{0.5}{Head}$ The "Head" variable is the difference in head exerted on the structure ($h_{US} - h_{DS}$)
Offtake (Overshot)			$S = \frac{1.5}{Head}$	Overshot offtake are not frequent because they are highly sensitive
Regulator (Orifice)	Water level as a function of the relative variation in discharge Q	$S = \frac{\Delta h}{\Delta Q/Q}$	$S = 2 * h_E$	$S = 2 * head$ The "Head" variable is the difference in head exerted on the structure ($h_{US} - h_{DS}$)
Regulator (weir)			$S = \frac{head}{(3/2)}$	$S = 0.66 * head$ Head is equal to water height above weir crest if not submerged

ตารางที่ 5 ผลการคำนวณค่าความอ่อนไหวของอาคารบังคับน้ำโดยใช้สมการชลศาสตร์

อาคาร	H_{US} ม.ร.ท.ก.	H_{DS} ม.ร.ท.ก.	H_{Ref} ม.ร.ท.ก.	α	β	H_E ม.	S ม.
Km0+075	+47.800	+42.499	+42.499	0.500	1.660	5.30	0.09
Km10+620	+46.970	+46.274	+40.974	0.500	1.660	2.29	4.58
Km25+020	+45.360	+44.833	+40.260	0.500	1.660	1.90	3.81
Km40+720	+43.749	+43.409	+39.099	0.500	1.660	1.64	3.28
Km52+120	+42.844	+42.748	+38.593	0.500	1.660	1.35	2.70
Km58+800	+42.210	+42.110	+37.060	0.500	1.660	1.62	3.24
Km72+500	+40.729	+40.130	+34.680	0.500	1.660	2.24	4.48

4.2.3 กำหนดรูปแบบและวิธีควบคุมระบบคลองส่งน้ำ

4.2.3.1 กำหนดรูปแบบวิธีการส่งน้ำ

จากผลการศึกษารูปแบบวิธีการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลในอดีตพบว่า เป็นการส่งน้ำแบบรอบเวรในคลองส่งน้ำสายใหญ่ (คลองส่งน้ำซี 1) ซึ่งมีข้อเสียในการส่งน้ำ ดังนี้

(1) จำนวนวันในแต่ละรอบเวรของแต่ละช่วงคลองไม่เพียงพอกับความต้องการน้ำของพื้นที่การเกษตรเนื่องจาก ต้องเสียเวลาในการยกระดับน้ำให้อยู่ที่ระดับเก็บกักของแต่ละช่วงคลองและขนาดคลองมีความจุค่อนข้างมาก (70.54 – 141.68 ลบ.ม./วินาที)

(2) ต้องการปริมาณน้ำจำนวนมากในการยกระดับน้ำในช่วงคลองที่ 1 ซึ่งมีความจุคลองอยู่ระหว่าง 138.82 – 141.68 ลบ.ม./วินาที

(3) จากเหตุผลในข้อ (2) จึงส่งผลให้พื้นที่การเกษตรด้านปลายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ทั้งโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว ระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายใหญ่ (คลองส่งน้ำซี 1) มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากโดยใน 1 เดือนมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำประมาณ 1.00 – 1.50 เมตร ส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำของโครงการส่งน้ำฯ ทั้ง 2 มีความยุ่งยาก

ดังนั้น ฝ่ายบริหารจัดการน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษาสำนักงานชลประทานที่ 3 จึงได้เชิญเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทั้ง 3 โครงการมาหารือร่วมกัน และร่วมกันกำหนดรูปแบบวิธีการส่งน้ำ โดยได้ข้อสรุป ดังนี้

(1) ปรับรูปแบบการส่งน้ำเป็น**ส่งน้ำแบบตลอดเวลา**ในคลองส่งน้ำสายใหญ่ (คลองส่งน้ำซี 1) ตั้งแต่ กม.0+075 ถึง กม.96+900 แล้วทำการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในระดับคลองส่งน้ำสายซอย และสายแยกซอยตามความเหมาะสมของพื้นที่

(2) **ควบคุมระดับน้ำ**ที่หน้าอาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำซี 1 ให้อยู่ที่**ต่ำกว่าระดับน้ำเก็บกัก (Full Supply Water Level, F.S.L) 0.30 – 0.50 ม.** ตามคุณสมบัติของแต่ละช่วงคลอง และกำหนด**ช่วงการควบคุมที่ยอมให้เท่ากับ $\pm$0.10 ม.** ตั้งแต่อาคารบังคับน้ำกคลองส่งน้ำซี 1 กม. 10+620 ถึง กม.96+900

(3) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลใช้รูปแบบการส่งน้ำแบบรอบเวรในคลองส่งน้ำสายซอย โดยแบ่งรอบเวรการส่งน้ำในระดับคลองส่งน้ำสายซอย และสายแยกซอยออกเป็น 3 รอบเวร ประกอบด้วย

- รอบเวรที่ 1 ระยะเวลา 10 วัน คลองส่งน้ำสายซอยซี 2 – ซี 15
- รอบเวรที่ 2 ระยะเวลา 7 วัน คลองส่งน้ำสายซอยซี 16 – ซี 26
- รอบเวรที่ 3 ระยะเวลา 7 วัน คลองส่งน้ำสายซอยซี 27 – ซี 39

4.2.3.2 กำหนดวิธีควบคุมระบบส่งน้ำ

จากผลการหารือร่วมกันของทั้ง 3 โครงการส่งน้ำฯ และเจ้าหน้าที่ของฝ่ายบริหารจัดการน้ำ ได้กำหนดรูปแบบวิธีการส่งน้ำตามหัวข้อที่ 4.2.3.1 ดังนั้นเพื่อให้รูปแบบวิธีการส่งน้ำสามารถปฏิบัติการส่งน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องกำหนดวิธีควบคุมระบบส่งน้ำ ซึ่งได้กำหนดวิธีควบคุมระบบส่งน้ำ ดังนี้

(1) ใช้แนวคิดการควบคุมแบบ Combination Control โดยใช้แนวคิดการควบคุมแบบ Feed Forward Control ควบคุมอัตราการไหลที่อาคารบังคบน้ำปากคลอง และใช้แนวคิดการควบคุมแบบ Feedback Control สำหรับควบคุมระดับน้ำด้านหน้าอาคารบังคับกลางคลอง

(2) ใช้เทคนิคการควบคุมแบบ Proportional Integrated Derivative Control (PID) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีการเก็บรวบรวมผลลัพธ์ที่เกิดจากการควบคุมและทำการเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดทั้งขนาดและทิศทาง เพื่อปรับปรุงการควบคุมให้สามารถลดการเบี่ยงเบนของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ในกรณีที่ทิศทางและขนาดของการเบี่ยงเบนมีแนวโน้มเข้าสู่เป้าหมายจะไม่มีการปรับเปลี่ยนการควบคุม ดังนั้นเทคนิคนี้จะสามารถช่วยลดจำนวนครั้งและความถี่ในการปรับเปลี่ยนการควบคุม พร้อมทั้งช่วยให้ผลลัพธ์เข้าใกล้เป้าหมายได้ดี และรวดเร็วขึ้น

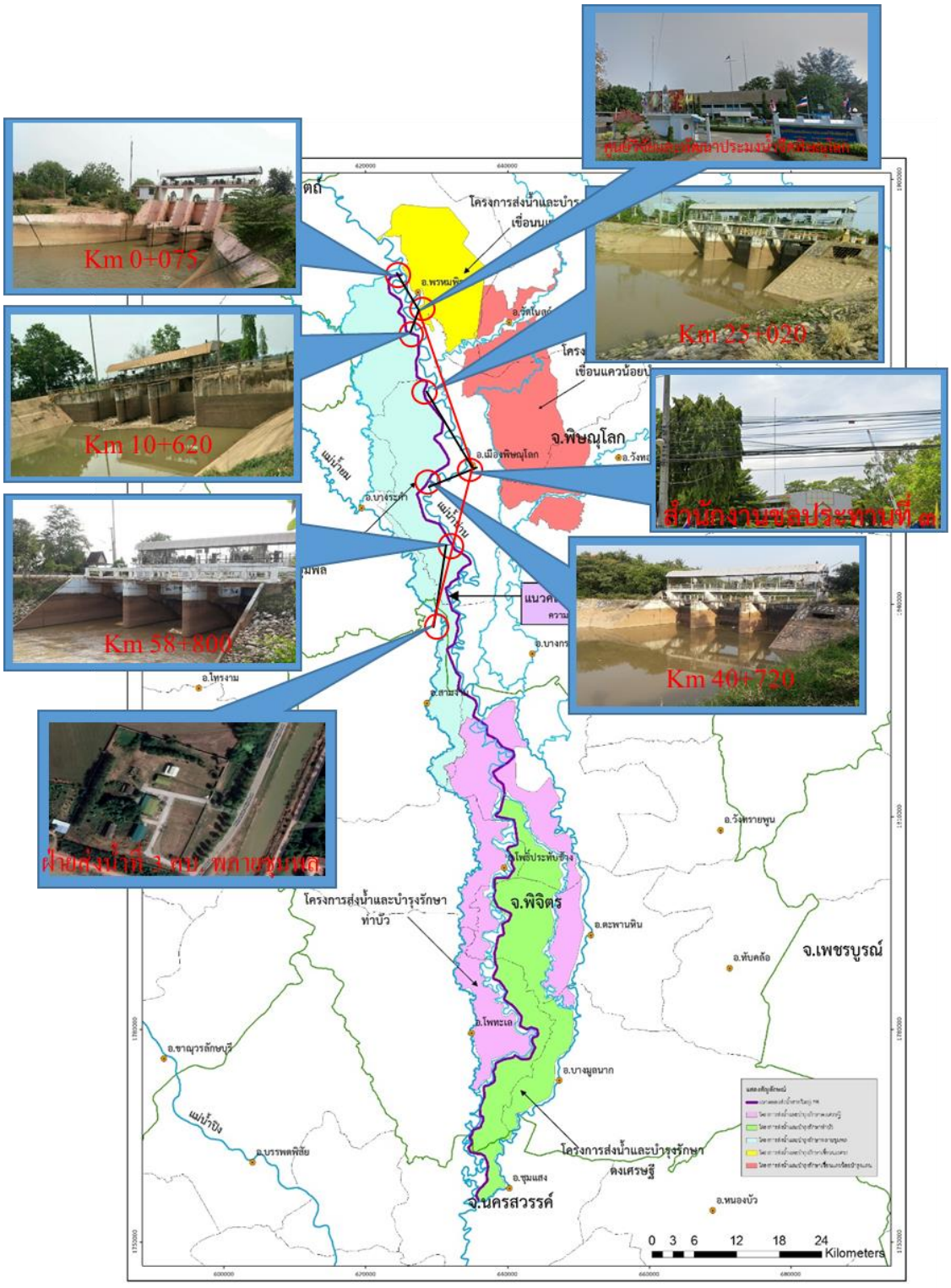
(3) กำหนดตำแหน่งการควบคุมแบบ Upstream Control สำหรับอาคารบังคับน้ำกลางคลอง (ควบคุมระดับน้ำด้านหน้าอาคารชลประทาน) และแบบ Downstream Control สำหรับอาคารบังคับน้ำปากคลอง (ควบคุมอัตราการไหลผ่านอาคารชลประทาน)

4.2.4 ติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือ

การพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือในการตรวจวัด และควบคุมบานของอาคารบังคับน้ำ พร้อมทั้งอุปกรณ์สื่อสารสำหรับ รับ – ส่ง ข้อมูลต่าง โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ อุปกรณ์สื่อสาร และเครื่องมือตรวจวัด

4.2.4.1 อุปกรณ์สื่อสาร

อุปกรณ์สื่อสารของการพัฒนาและติตตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ประกอบด้วยอุปกรณ์ 4 รายการ ได้แก่ เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม เสาอากาศโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณระยะไกลแบบ Mesh Network และ อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณแบบ Point to Point เพื่อใช้เป็นเครื่องมือรับ – ส่งข้อมูลระหว่างสถานีสนาม กับสถานีแม่ข่าย โดยมีจุดติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารตามรูปที่ 15



รูปที่ 15 จุดติดตั้งอุปกรณ์สื่อสาร และผังการเชื่อมต่อสัญญาณ

(1) เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม แบบ Guyed-Support ความสูง 150 ฟุต ตามคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทานเลขที่ S0543-0202-0150 (ภาคผนวก ข) จำนวน 1 ชุด ติดตั้งที่สถานีแม่ข่าย (สำนักงานชลประทานที่ 3) ทำหน้าที่เป็นเสาสูงสำหรับติดตั้งอุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณระยะไกลแบบ Mesh Network

รูปที่ 16 เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม แบบ Guyed-Support ความสูง 150 ฟุต

(2) เสาอากาศโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง ความสูง 24 เมตร ตามคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทานเลขที่ S0543-0104-0159 (ภาคผนวก ข) จำนวน 6 ชุด ติดตั้งที่สถานีสนาม ทำหน้าที่เป็นเสาสูงสำหรับติดตั้งอุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณแบบ Point to Point

รูปที่ 17 เสาอากาศโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง ความสูง 24 เมตร

(3) อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณระยะไกลแบบ Mesh Network (ภาคผนวก ข) จำนวน 2 ชุด ทำหน้าที่รับ – ส่งข้อมูลระหว่างสถานีทวนสัญญาณ กับสถานีแม่ข่าย และสามารถรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีทวนสัญญาณกับสถานีทวนสัญญาณหรือสถานีสนามด้วย โดยเครือข่ายการรับส่งสัญญาณสามารถกำหนดให้เป็นรูปแบบของโครงข่ายได้

รูปที่ 18 อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณระยะไกลแบบ Mesh Network

(4) อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณแบบ Point to Point (ระยะทางไม่เกิน 7 กิโลเมตร) ตามคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน (ภาคผนวก ข) จำนวน 7 ชุด ติดตั้งที่สถานีสนาม ทำหน้าที่รับ – ส่งข้อมูลกับสถานีทวนสัญญาณ หรือ สถานีแม่ข่าย

รูปที่ 19 อุปกรณ์รับ – ส่งสัญญาณแบบ Point to Point (ระยะทางไม่เกิน 7 กิโลเมตร)

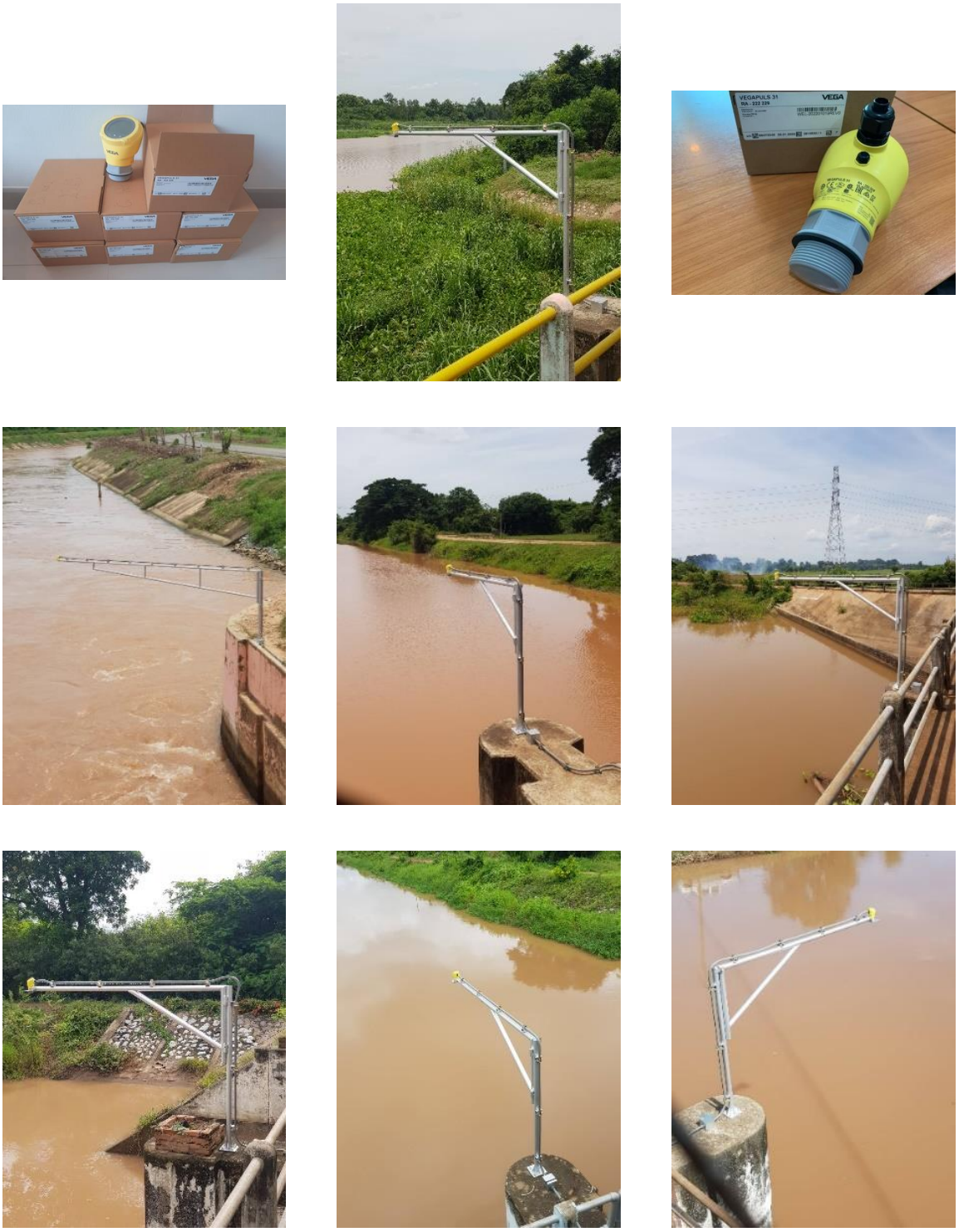
4.2.4.2 เครื่องมือตรวจวัดและควบคุม

เครื่องมือตรวจวัดและควบคุมของการพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ประกอบด้วยเครื่องมือ 4 ราย ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (RTU) เครื่องมือวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบเรดาร์ กล้องโทรทัศน์วงจรปิด IP แบบมุมมองคงที่ และเครื่องวัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุน

(1) อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit, RTU) ตามคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทานเลขที่ S0579-9999-0157 (ภาคผนวก ข) จำนวน 6 ชุด ติดตั้งที่สถานีสนาม ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รับ – ส่งข้อมูล และประมวลผลของเครื่องมือตรวจวัดและควบคุม

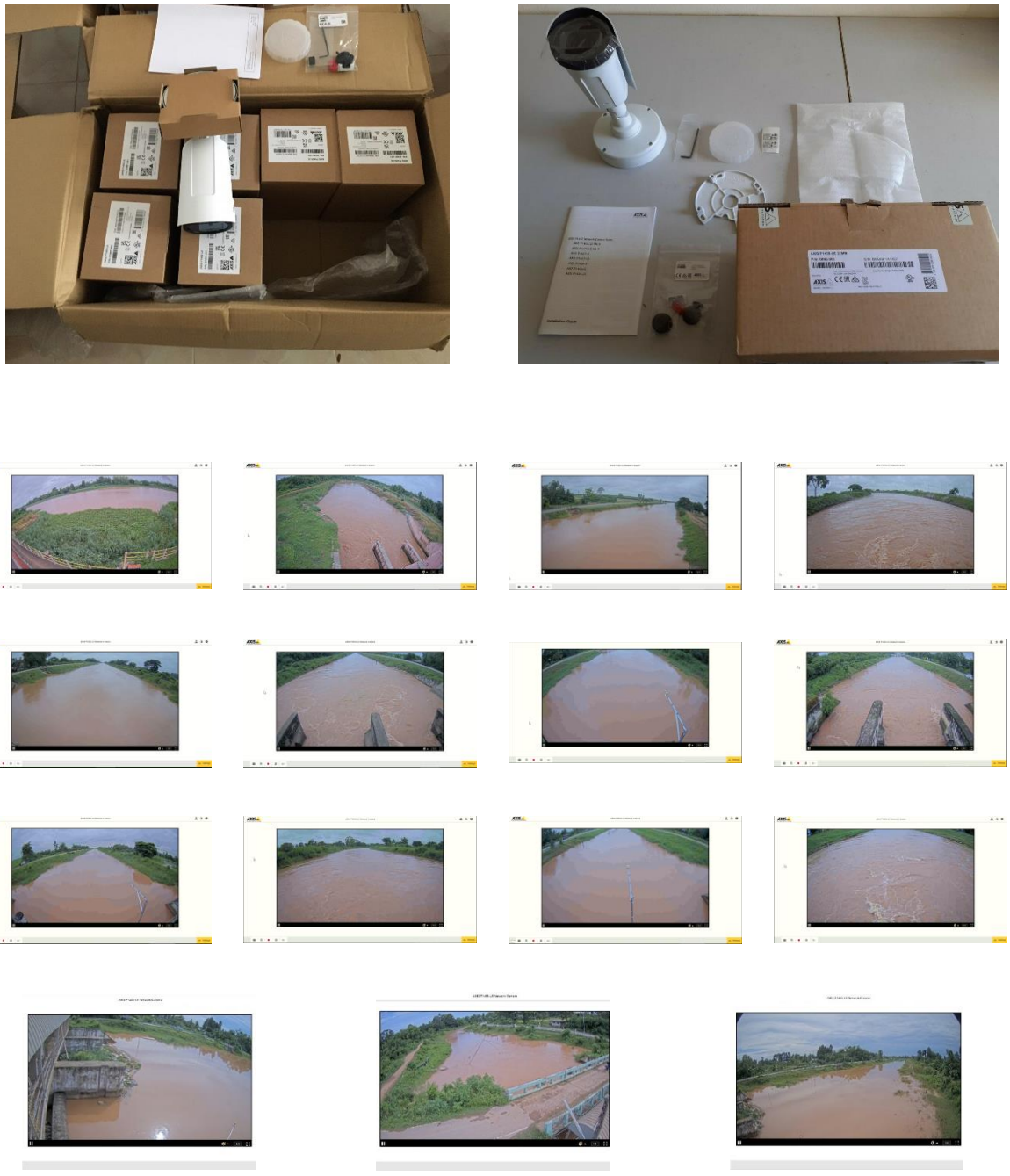
รูปที่ 20 อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit, RTU)

(2) เครื่องมือวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบเรดาร์ ตามคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทานเลขที่ DH115/2558 (ภาคผนวก ข) จำนวน 7 ชุด ติดตั้งที่ด้านเหนือน้ำ และท้ายน้ำของอาคารบังคับน้ำชลประทาน ทำหน้าที่เป็นตรวจวัดข้อมูลระดับน้ำ



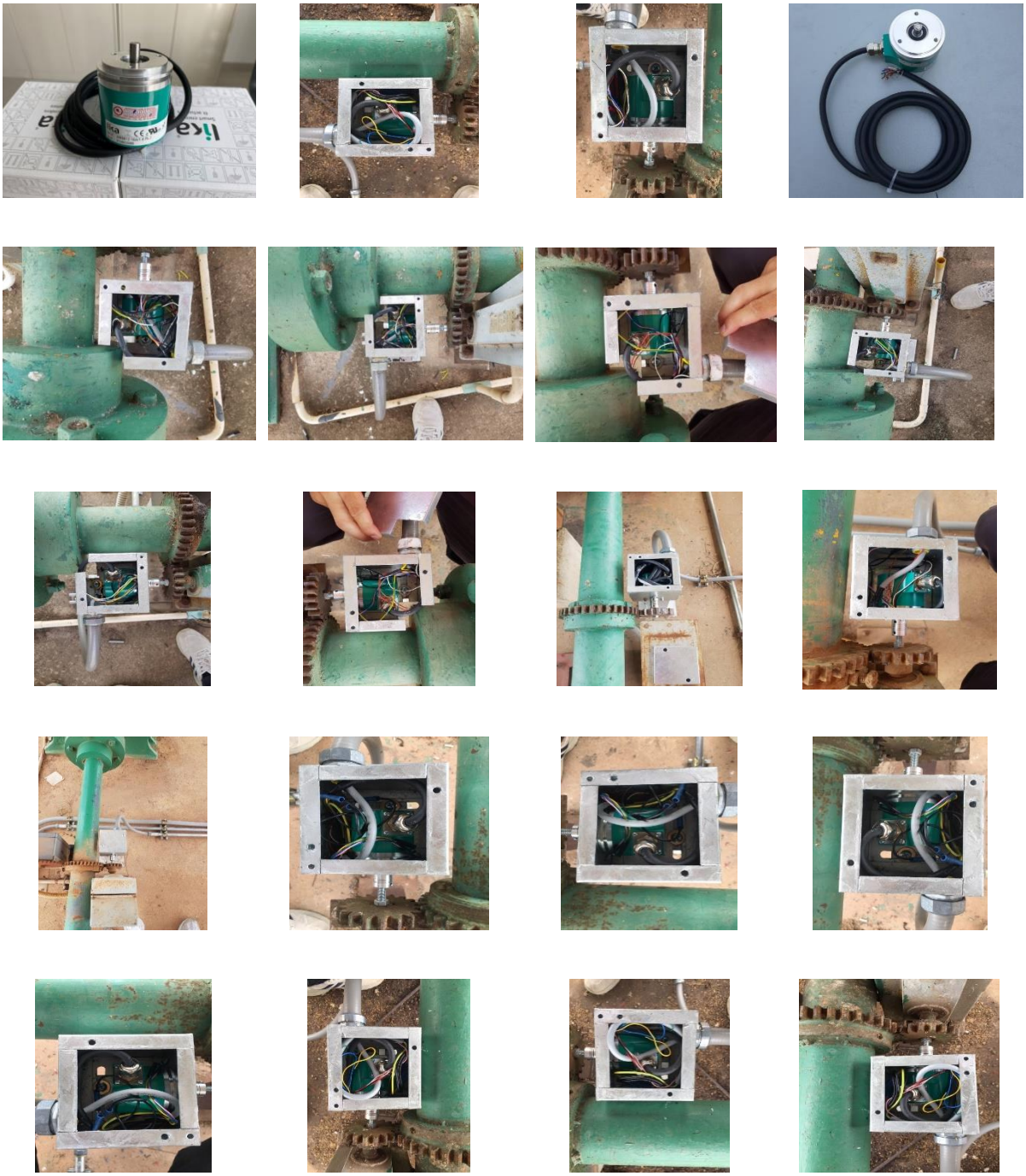
รูปที่ 21 เครื่องมือวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบเรดาร์

(3) กล้องโทรทัศน์วงจรปิด IP แบบมุมมองคงที่ ตามคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทานเลขที่ S0112-9999-0157 (ภาคผนวก ข) จำนวน 15 ชุด ติดตั้งที่สถานีสนามเพื่อติดตามผลการปรับบานของอาคารบังคับน้ำชลประทาน โดยใช้มองระดับน้ำด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของอาคารบังคับน้ำชลประทาน



รูปที่ 22 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด IP แบบมุมมองคงที่

(4) เครื่องวัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุน ตามคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทานเลขที่ DH117/2558 (ภาคผนวก ข) จำนวน 18 ชุด ติดตั้งที่สถานีสนาม เพื่อติดตามการปรับบานของอาคารบังคับน้ำชลประทาน โดยใช้ตรวจวัดและควบคุมการเปิด – ปิด บานระบายน้ำของอาคารบังคับน้ำชลประทาน



รูปที่ 23 เครื่องวัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุน

4.2.5 พัฒนาและติดตั้งระบบควบคุม

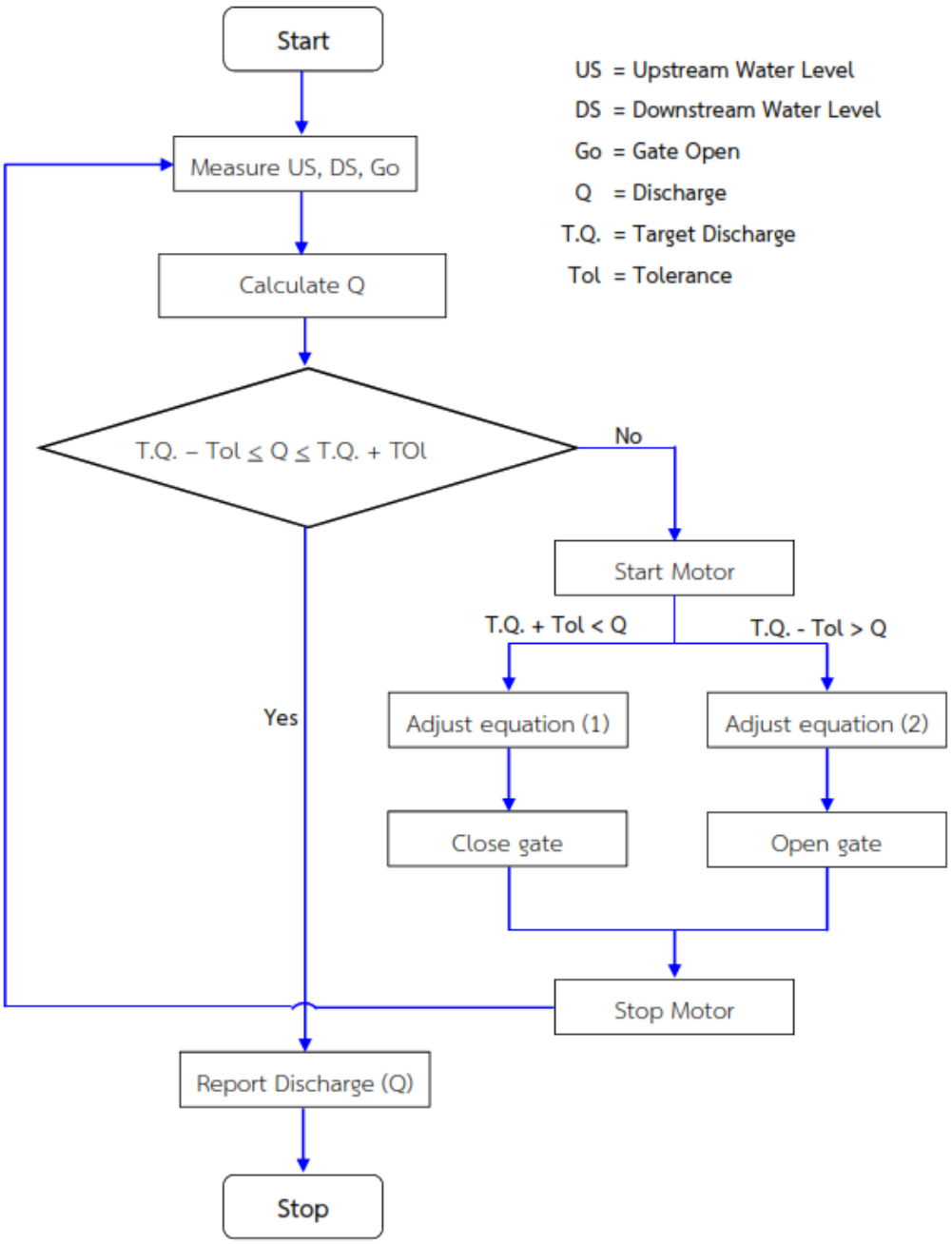
งานพัฒนาและติดตั้งระบบควบคุมเป็นการพัฒนาชุดคำสั่งให้สามารถควบคุมการปรับบานของอาคารบังคับน้ำทั้งแบบอัตโนมัติ (Automation) และแบบระยะไกล (SCADA) ให้สามารถควบคุมการปรับบานของอาคารบังคับน้ำปากคลองให้สามารถควบคุมอัตราการไหลผ่านอาคารหรือระดับน้ำให้อยู่ในเป้าหมายที่กำหนด (Target) ภายในช่วงการควบคุมที่ยอมให้ (Tolerance) พร้อมทั้งมีระบบตรวจวัดความปลอดภัยในการปิด – เปิดบาน (ระบบต้องไม่ปรับบานขึ้นเมื่อบนถูกยกขึ้นในระดับสูงสุดที่กำหนด และไม่ปรับบานลงเมื่อบนปิดสนิท) สามารถแบ่งระบบควบคุมตามประเภทของอาคารชลประทานได้ 2 ประเภท ได้แก่ อาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ (Offtake) และอาคารบังคับน้ำปลายคลองส่งน้ำ (Regulator)

4.2.5.1 อาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ

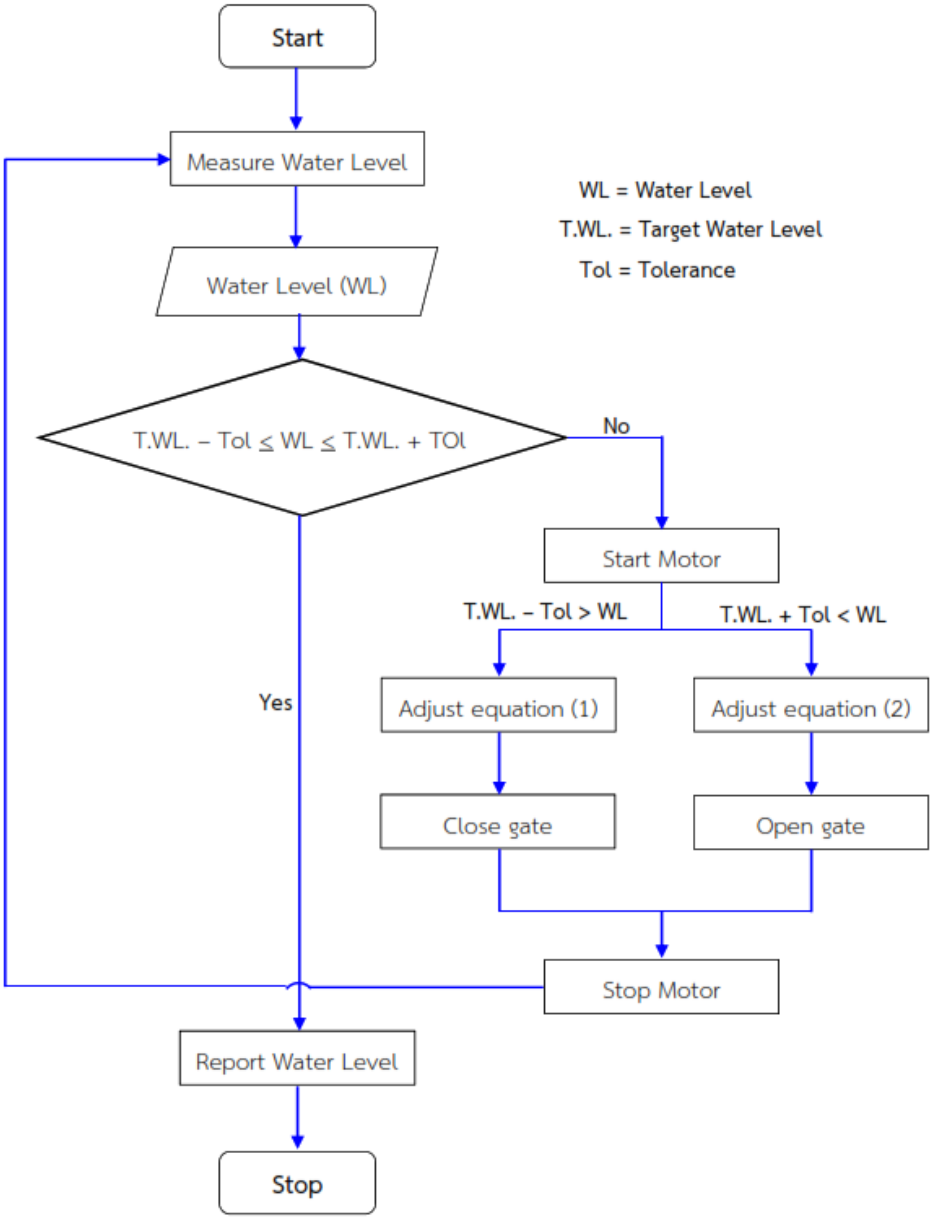
อาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำมีหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลผ่านอาคาร ดังนั้นระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นสำหรับอาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำจะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลผ่านอาคารให้อยู่ในเป้าหมายที่กำหนด (Target Discharge) ภายในช่วงการควบคุมที่ยอมให้ (Tolerance) โดยกำหนดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลไว้เท่ากับ $\pm$ 3% ของอัตราการไหลที่กำหนด โดยมี Algorithm ตามแผนผังในรูปที่ 24 และมีรายละเอียดของชุดคำสั่งแสดงไว้ในภาคผนวก ค

4.2.5.2 อาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ

อาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำมีหน้าที่ควบคุมระดับน้ำด้านหน้าอาคาร ดังนั้นระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นสำหรับอาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำจะทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำด้านหน้าอาคารให้อยู่ในเป้าหมายที่กำหนด (Target Water Level) ภายในช่วงการควบคุมที่ยอมให้ (Tolerance) โดยกำหนดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำไว้เท่ากับ $\pm$ 0.05 เมตร โดยมี Algorithm ตามแผนผังในรูปที่ 25 และมีรายละเอียดของชุดคำสั่งแสดงไว้ในภาคผนวก ค



รูปที่ 24 แผนผังแสดง Algorithm ของระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ



รูปที่ 25 แผนผังแสดง Algorithm ของระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ

4.2.6 ปฏิบัติการส่งน้ำ

การปฏิบัติการส่งน้ำเพื่อทดสอบการพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ดำเนินการระหว่างวันที่ 8 พฤษภาคม 2565 – 27 สิงหาคม 2565 และเนื่องจากการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จะเป็นการส่งน้ำต่อเนื่องให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัวด้วย ประกอบกับ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐีได้มีการพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติไว้ก่อนแล้วในปี พ.ศ. 2564 ดังนั้นจึงเห็นควรให้ทำการส่งน้ำด้วยระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติพร้อมกันทั้ง 3 โครงการ เพื่อให้การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำมีผลการประเมินที่สะท้อนกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยกำหนดรูปแบบการส่งน้ำ ดังนี้

(1) ช่วงคลองที่ 1 ระหว่าง กม.0+075 ถึง กม. 72+500 อยู่ในเขตความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 213,049 ไร่ มีพื้นที่เพาะปลูกในช่วงของการส่งน้ำจำนวน 193,542 ไร่ ใช้รูปแบบการส่งน้ำแบบตลอดเวลาในคลองส่งน้ำสายใหญ่ และแบบรอบเวรในคลองส่งน้ำสายซอยและแยกซอย

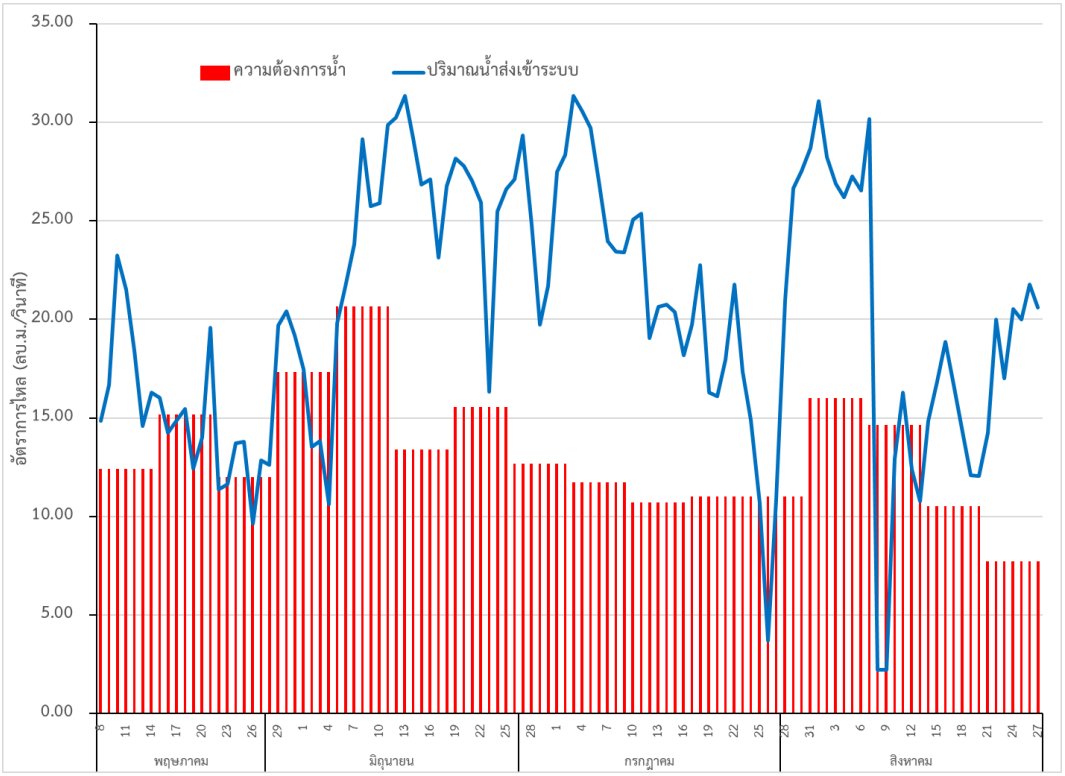
(2) ช่วงคลองที่ 2 ระหว่าง กม.72+500 ถึง กม. 96+300 อยู่ในเขตความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 168,125 ไร่ มีพื้นที่เพาะปลูกในช่วงของการส่งน้ำจำนวน 124,716 ไร่ ใช้รูปแบบการส่งน้ำแบบตลอดเวลาในคลองส่งน้ำสายใหญ่ และแบบรอบเวรในคลองส่งน้ำสายซอยและแยกซอย

(3) ช่วงคลองที่ 3 ระหว่าง กม.96+300 ถึง กม. 175+939 อยู่ในเขตความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 168,400 ไร่ มีพื้นที่เพาะปลูกในช่วงของการส่งน้ำจำนวน 156,112 ไร่ ใช้รูปแบบการส่งน้ำแบบรอบเวรในคลองส่งน้ำสายใหญ่ และสายซอย

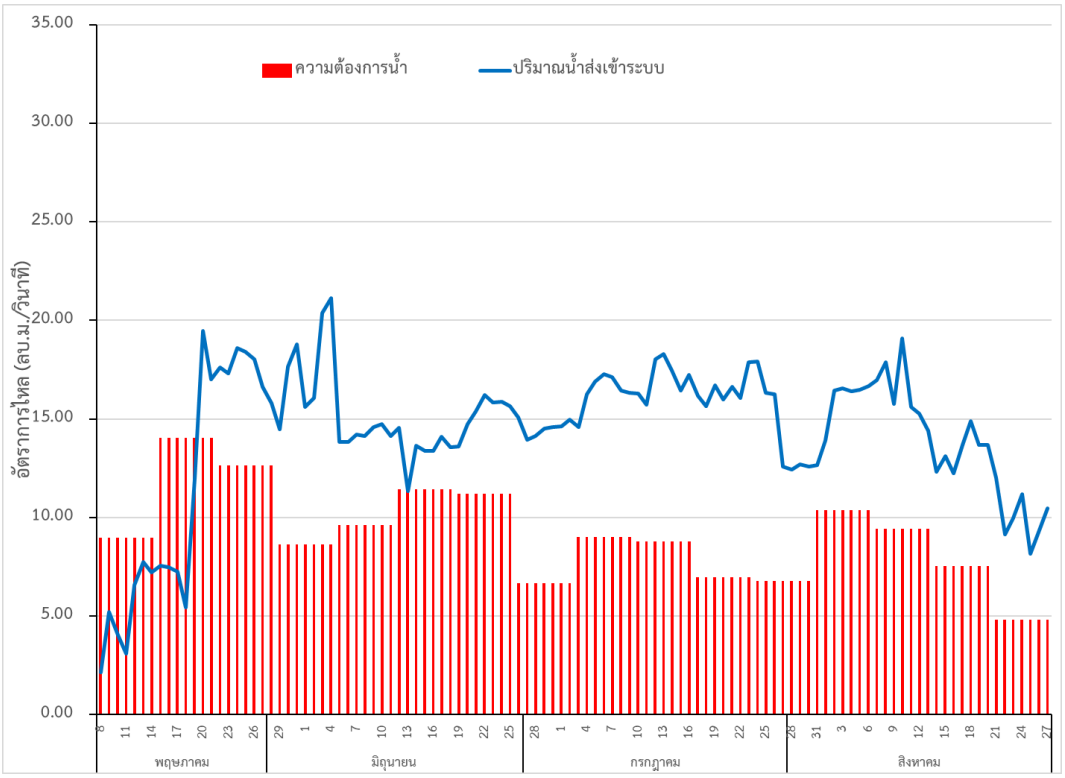
4.2.7 ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำ

4.2.7.1 ติดตามผลการส่งน้ำ

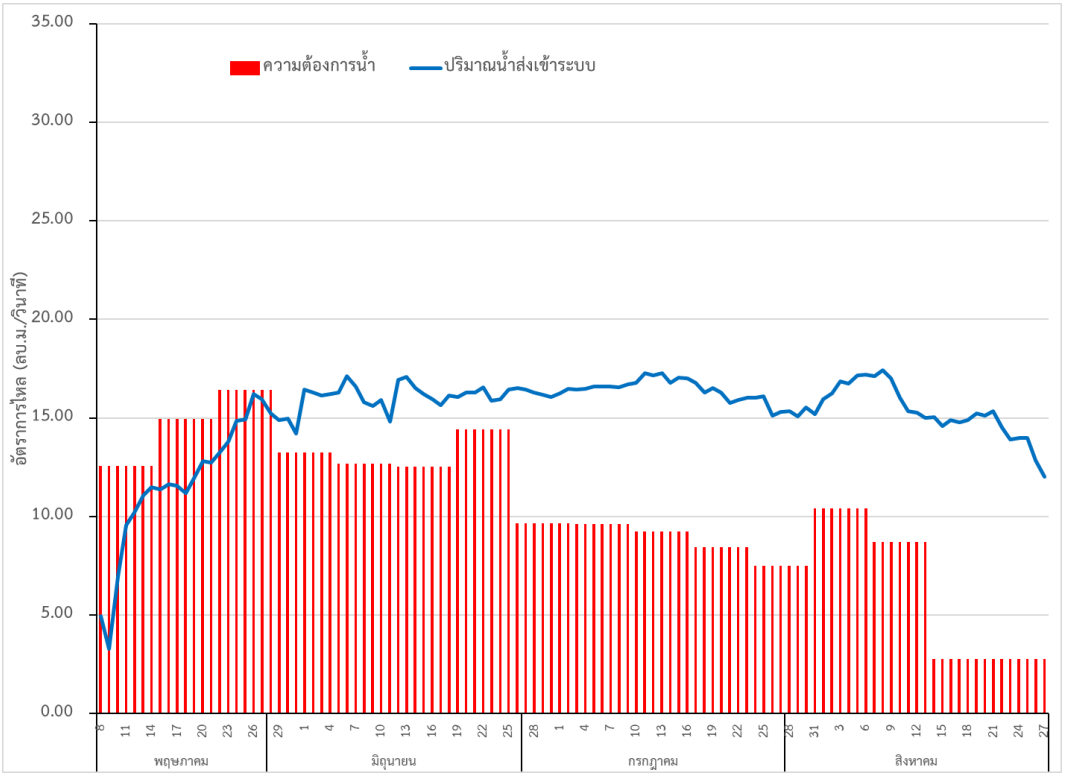
จากการเก็บสถิติข้อมูลการส่งน้ำของคลองส่งน้ำซี 1 ผ่าน ปตร.ปากคลองส่งน้ำ กม.0+075 ปตร.กลางคลองส่งน้ำ กม.72+500 และ ปตร.กลางคลองส่งน้ำ กม.96+900 เพื่อประเมินปริมาณน้ำส่งเข้าระบบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล (ช่วงคลองที่ 1) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี (ช่วงคลองที่ 2) และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว (ช่วงคลองที่ 3) ระหว่างวันที่ 8 พฤษภาคม 2565 – 27 สิงหาคม 2565 เพื่อส่งให้พื้นที่การเกษตรในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จำนวน 193,542 ไร่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี จำนวน 124,716 ไร่ และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัวจำนวน 156,112 ไร่ และทำการประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชตามคู่มือการปฏิบัติงานเรื่อง การประเมินความต้องการน้ำของพืช ของส่วนบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษา สำนักงานชลประทานที่ 3 (กรมชลประทาน, 2562) สามารถเปรียบเทียบการส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำซี 1 กับความต้องการใช้น้ำของพืชได้ตามรูปที่ 26 - 28



รูปที่ 26 ข้อมูลความต้องการน้ำและปริมาณน้ำส่งเข้าระบบของคลองส่งน้ำซี 1 ช่วงที่ 1



รูปที่ 27 ข้อมูลความต้องการน้ำและปริมาณน้ำส่งเข้าระบบของคลองส่งน้ำซี 1 ช่วงที่ 2



รูปที่ 28 ข้อมูลความต้องการน้ำและปริมาณน้ำส่งเข้าระบบของคลองส่งน้ำซี 1 ช่วงที่ 3

4.2.7.2 ประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำ

การประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำของการพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ใช้ดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำจำนวน 3 ดัชนี เป็นเครื่องมือในการประเมินประกอบด้วย ดัชนีความเพียงพอ (Adequacy Index) ดัชนีความเป็นธรรม (Equity Index) และดัชนีประสิทธิภาพในการส่งน้ำ (Efficiency Index)

จากการส่งน้ำของคลองส่งน้ำซี 1 ระหว่างวันที่ 8 พฤษภาคม 2565 – 27 สิงหาคม 2565 มีปริมาณน้ำส่งเข้าระบบคลองส่งน้ำซี 1 รวมทั้งสิ้น 525.420 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณความต้องการน้ำของพืชรวมทั้งสิ้น 803.400 ล้านลูกบาศก์เมตร รายละเอียดตามตารางที่ 6 และจากผลการคำนวณดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำของคลองส่งน้ำซี 1 ตามตารางที่ 7 ให้ผลสัมฤทธิ์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) ดัชนีความเพียงพอ (Adequacy Index) ของคลองส่งน้ำซี 1 เท่ากับ 0.958 หมายความว่า คลองส่งน้ำซี 1 มีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการส่งน้ำด้านความเพียงพออยู่ในระดับ **ดี** โดยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมีค่าดัชนีความเพียงพอ เท่ากับ 0.994 หมายความว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการส่งน้ำด้านความเพียงพออยู่ในระดับ **ดี**

(2) ดัชนีความเป็นธรรม (Equity Index) ของคลองส่งน้ำซี 1 เท่ากับ 0.066 หมายความว่า คลองส่งน้ำซี 1 มีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการส่งน้ำด้านความเป็นธรรมอยู่ในระดับ ดี

(3) ดัชนีประสิทธิภารในการส่งน้ำ (Efficiency Index) ของคลองส่งน้ำ ซี 1 เท่ากับ 0.659 หมายความว่า คลองส่งน้ำซี 1 มีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการส่งน้ำด้านประสิทธิภาพชลประทานอยู่ในระดับ **ต้องปรับปรุง** (ประสิทธิภาพการชลประทานตามตัวชี้วัดของกรมชลประทานกำหนดให้ 0.60 = 100 คะแนน) โดยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมีค่าดัชนีประสิทธิภาพในการส่งน้ำ เท่ากับ 0.681 หมายความว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลมีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการส่งน้ำด้านความเพียงพออยู่ในระดับ **ต้องปรับปรุง** แต่ถ้าคิดค่าดัชนีตามคะแนนตัวชี้วัดของกรมชลประทานจะได้ค่าคะแนน **เท่ากับ 100 คะแนน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน) เป็นเกณฑ์คะแนนขั้นสูง**

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำส่งเข้าคลองและปริมาณความต้องการน้ำของพืช ของคลองส่งน้ำซี 1

สัปดาห์	วันที่	ช่วงคลอง ที่ 1		ช่วงคลอง ที่ 2		ช่วงคลอง ที่ 3	
		Q_R	Q_D	Q_R	Q_D	Q_R	Q_D
1	8 – 14 พ.ค. 65	12.41	14.84	8.99	2.13	12.55	4.93
2	15 – 21 พ.ค. 65	15.16	16.04	14.04	7.54	14.96	11.39
3	22 – 29 พ.ค. 65	12.00	11.37	12.65	17.60	16.41	13.23
4	30 พ.ค. – 4 มิ.ย. 65	17.34	19.71	8.63	14.46	13.23	14.89
5	5 – 11 มิ.ย. 65	20.65	19.82	9.60	13.82	12.69	16.30
6	12 – 18 มิ.ย. 65	13.39	30.23	11.44	14.55	12.52	16.92
7	19 – 25 มิ.ย. 65	15.56	28.17	11.22	13.61	14.43	16.06
8	26 มิ.ย. – 2 ก.ค. 65	12.69	27.11	6.67	15.09	9.67	16.51
9	3 – 9 ก.ค. 65	11.74	31.33	9.00	14.58	9.62	16.46
10	10 – 16 ก.ค. 65	10.72	25.05	8.80	16.28	9.22	16.79
11	17 – 23 ก.ค. 65	11.02	19.73	6.97	16.18	8.44	16.80
12	24 – 30 ก.ค. 65	11.02	14.90	6.77	17.93	7.48	16.02
13	31 ก.ค. – 6 ส.ค. 65	16.00	28.69	10.38	12.67	10.42	15.21
14	7 – 13 ส.ค. 65	14.65	30.17	9.43	16.99	8.69	17.13
15	14 – 20 ส.ค. 65	10.52	14.86	7.55	12.33	2.77	15.04
16	21 – 27 ส.ค. 65	7.73	14.24	4.81	12.01	2.77	15.36
รวม		**212.60**	**346.24**	**146.95**	**217.76**	**165.87**	**239.04**

หมายเหตุ : - ปริมาณน้ำหน่วยเป็น ล้านลูกบาศก์เมตร

- Q_R คือ ปริมาณความต้องการน้ำของพืช

- Q_D คือ ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบคลองส่งน้ำในแต่ละช่วงคลอง

ตารางที่ 7 ผลการคำนวณค่าดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำของคลองส่งน้ำซี 1

สัปดาห์	วันที่	ดัชนีผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำ			หมายเหตุ
		P_A	P_E	P_F	
1	8 – 14 พ.ค. 65	0.742	0.373	0.904	
2	15 – 21 พ.ค. 65	0.812	0.217	0.964	
3	22 – 29 พ.ค. 65	0.956	0.069	0.891	
4	30 พ.ค. – 4 มิ.ย. 65	0.961	0.074	0.764	
5	5 – 11 มิ.ย. 65	0.998	0.003	0.767	
6	12 – 18 มิ.ย. 65	1.000	0.001	0.703	
7	19 – 25 มิ.ย. 65	1.000	0.000	0.753	
8	26 มิ.ย. – 2 ก.ค. 65	1.000	0.000	0.519	
9	3 – 9 ก.ค. 65	1.000	0.000	0.524	
10	10 – 16 ก.ค. 65	1.000	0.000	0.522	
11	17 – 23 ก.ค. 65	1.000	0.000	0.513	
12	24 – 30 ก.ค. 65	0.966	0.074	0.563	
13	31 ก.ค. – 6 ส.ค. 65	1.000	0.000	0.627	
14	7 – 13 ส.ค. 65	0.894	0.242	0.677	
15	14 – 20 ส.ค. 65	1.000	0.000	0.489	
16	21 – 27 ส.ค. 65	1.000	0.000	0.367	
เฉลี่ย		**0.958**	**0.066**	**0.659**	

5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

5.1 ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

(1) ระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ (ควบคุมอัตราการไหลผ่านอาคารชลประทาน) จำนวน 2 ชุด

(2) ระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ (ควบคุมระดับน้ำด้านหน้าอาคารชลประทาน) จำนวน 6 ชุด

(3) ระบบติดตามสถานการณ์น้ำในแต่ละอาคารชลประทาน จำนวน 7 ชุด

(4) ระบบแสดงผลการควบคุม และติดตามสถานการณ์น้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จำนวน 1 ระบบ

5.2 ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

(1) เกษตรกรหรือกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ และเป็นธรรม เนื่องจากระบบควบคุมเป็นแบบอัตโนมัติ สามารถปรับบานเพื่อควบคุมอัตราการไหลเข้าระบบคลองส่งน้ำให้คงที่ พร้อมทั้งสามารถปรับบานเพื่อควบคุมระดับน้ำในแต่ละช่วงคลองให้อยู่ในระดับเป้าหมายแบบตลอดเวลา ทำให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการและสถานการณ์น้ำในพื้นที่ได้อย่างทันท่วงที

(2) ช่วงลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการบริหารจัดการน้ำ ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพชลประทานในการส่งน้ำเพิ่มขึ้น

(3) ลดอัตรากำลังที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจวัด และปรับบานของอาคารบังคับน้ำต่าง ๆ ในระบบคลองส่งน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการลดอัตรากำลังของรัฐบาล

(4) ช่วยให้เจ้าหน้าที่และผู้บริหารระบบส่งน้ำ สามารถติดตามสถานการณ์น้ำ และสั่งการให้อาคารบังคับน้ำในระบบคลองส่งน้ำสามารถปรับบานได้ตลอดเวลา และจากทุกพื้นที่ ทำให้สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง หรือความต้องการใช้น้ำของเกษตรกรหรือกลุ่มผู้ใช้น้ำได้อย่างทันท่วงที

6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

6.1 การนำไปใช้ประโยชน์

การพัฒนาและติดตั้งระบบส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

(1) สามารถนำระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ มาใช้ในการปฏิบัติการส่งน้ำของคลองส่งน้ำซี 1 ได้ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2566 เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตรในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการส่งน้ำน้ำดีขึ้น ประกอบด้วย

- เพิ่มประสิทธิภาพการชลประทานในระบบส่งน้ำของคลองส่งน้ำซี 1 เนื่องจากลดการสูญเสียน้ำที่ต้องใช้ในการยกระดับน้ำให้เข้าสู่ระดับเป้าหมาย
- เพิ่มผลผลิตต่อไร่เนื่องจากได้รับน้ำเพียงพอกับความต้องการของพืช
- ช่วยลดความขัดแย้งในการแย่งน้ำระหว่างเกษตรกรเนื่องจากมีการส่งน้ำอย่างเป็นธรรมในระบบคลองส่งน้ำซี 1

(2) สามารถนำขั้นตอนตลอดจนวิธีการพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติไปขยายผลกับคลองส่งน้ำสายอื่น ๆ ของโครงการชลประทานต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการชลประทาน เพิ่มผลผลิตต่อไร่ และลดความขัดแย้งในการแย่งน้ำ พร้อมทั้งยังช่วยให้การปฏิบัติงานของโครงการมีประสิทธิภาพดีขึ้นในขณะที่อัตรากำลังเจ้าหน้าที่ของโครงการชลประทานลดลง

6.2 ผลกระทบ

การพัฒนาและติดตั้งระบบส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล มีผลกระทบที่เกิดจาการนำระบบส่งน้ำแบบอัตโนมัติไปใช้งาน ดังนี้

(1) ในระยะแรกที่เจ้าหน้าที่ และเกษตรกรยังไม่เข้าใจในการทำงานของระบบ ต้องมีการให้ข้อมูล และความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการส่งน้ำแบบอัตโนมัตินี้ เพื่อสร้างการรับรู้และเข้าในในการทำงานของระบบ ซึ่งสามารถปรับการทำงานได้ตามรูปแบบของการส่งน้ำ

(2) มีความจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ

(3) การส่งน้ำด้วยระบบส่งน้ำแบบอัตโนมัติ ระบบจะพยายามลดการรบกวนการไหล (ปรับเปลี่ยนระดับน้ำหรืออัตราการไหล) ให้น้อยที่สุด ดังนั้นการปรับเปลี่ยนความระดับน้ำหรืออัตราการไหลผ่านอาคารชลประทานแบบรวดเร็ว ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีทักษะและองค์ความรู้ด้านหลักชลศาสตร์ในการเข้ามาควบคุมระบบส่งน้ำแบบอัตโนมัติ

7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

จากการดำเนินการพัฒนาและติดตั้งระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงาน 7 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนมีความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ ดังนี้

(1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครงการ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของโครงการทั้งในรูปแบบข้อมูลทั่วไป และข้อมูลเชิงวิศวกรรมของโครงการ เช่น ขอบเขตพื้นที่ส่งน้ำ วิธีและรูปแบบในการปฏิบัติการส่งน้ำ และคุณลักษณะของอาคารชลประทาน ซึ่งความยุ่งยากและซับซ้อนคือต้องใช้องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมชลประทานในการศึกษาวิธีและรูปแบบในการปฏิบัติการส่งน้ำ การกำหนดขอบเขตพื้นที่ส่งน้ำในแต่ละคลองส่งน้ำสายซอย/สายแยกซอย ตลอดจนรอบเวรในการส่งน้ำ และใช้องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมโยธาในการศึกษาข้อมูลโครงสร้างของอาคารชลประทานเพื่อใช้ในการศึกษาคุณสมบัติด้านชลศาสตร์ต่อไป

(2) การศึกษาคุณสมบัติด้านชลศาตร์ของอาคารชลประทาน เป็นการคำนวณหาค่าความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน และค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทาน

- การคำนวณหาค่าความอ่อนไหวของอาคารชลประทานใช้ข้อมูลคุณลักษณะของอาคารชลประทานด้านชลศาสตร์มาใช้ในการคำนวณหาค่าความอ่อนไหว ซึ่งความยุ่งยากและซับซ้อนคือการกำหนดรูปแบบการไหลผ่านอาคารชลประทานเพื่อเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับอาคารชลประทานสำหรับคำนวณหาค่าความอ่อนไหวของอาคารชลประทาน

- การหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทาน เป็นการวัดอัตราการไหลในสนามเพื่อมาสร้างความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ซึ่งความยุ่งยากและซับซ้อนคือการนำความรู้ด้านวิศวกรรมชลประทานและคณิตศาสตร์มากำหนดเงื่อนไขในการปรับบาน ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ และท้ายน้ำ ให้เหมาะสมเพื่อให้สามารถวัดอัตราการไหลที่มีความสัมพันธ์ที่หลากหลายในการสร้างสมการเชิงเส้นแบบถดถอย

(3) การกำหนดรูปแบบและวิธีควบคุมระบบคลองส่งน้ำ ซึ่งความยุ่งยากและซับซ้อนคือการนำองค์ความรู้ด้านหลักวิศวกรรมควบคุมและวิศวกรรมชลประทาน มาผสมผสานกับการมีส่วนร่วมของเกษตรกรผู้ใช้น้ำ เจ้าหน้าที่ของโครงการส่งน้ำฯ กับองค์ เพื่อให้ได้รูปแบบและวิธีควบคุมระบบส่งน้ำที่สามารถให้ผลสัมฤทธิ์ในการส่งน้ำดีที่สุด และเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจ

(4) การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือ เป็นการกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือ ทั้งเครื่องมือรับ – ส่งสัญญาณ และอุปกรณ์ควบคุมและตรวจวัด ซึ่งความยุ่งยากและซ้อบคือการนำองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมสื่อสาร วิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิค และวิศวกรรมชลประทาน มาใช้ในการกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความเหมาะสมในการตรวจวัดและควบคุม พร้อมทั้งการรับ – ส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(5) การพัฒนาและติดตั้งระบบควบคุม เป็นการสร้าง Algorithm สำหรับควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลอง และอาคารบังคับน้ำกลางคลอง ที่มีหน้าที่ในการควบคุมน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งความยุ่งยากและซับซ้อนคือการนำองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมชลประทานมาใช้ในการกำหนดหน้าที่ของอาคารบังคับน้ำและรูปแบบการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำ ตามเงื่อนไข และข้อจำกัดต่าง ๆ ในพื้นที่ และใช้องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาและติดตั้งระบบควบคุม

(6) การปฏิบัติการส่งน้ำ เป็นการนำระบบระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล มาในการส่งน้ำจริงระหว่างวันที่ 8 พฤษภาคม 2565 – 27 สิงหาคม 2565 โดยการปฏิบัติการส่งน้ำจะเป็นการดำเนินการร่วมกันระหว่างระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ และเจ้าหน้าที่ของโครงการส่งน้ำฯ ซึ่งความยุ่งยากและซับซ้อนคือการสร้างการรับรู้และความเข้าใจในการดำเนินงานของระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติ ให้กับเจ้าหน้าที่และเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำเข้าใจถึงวิธีการส่งน้ำ และรูปแบบในการส่งน้ำ ซึ่งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลและกลุ่มบุคคลทำได้ค่อยข้างยาก แต่เนื่องจากมีการลงพื้นที่อย่างต่อเนื่อง และเจ้าหน้าที่พร้อมทั้งกลุ่มเกษตรกรมีความเชื่อมั่นในเจ้าหน้าที่ของฝ่ายบริหารจัดการน้ำจึงทำให้สามารถนำระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ได้

(7) การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติการส่งน้ำ เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการส่งน้ำของระบบคลองส่งน้ำอัตโนมัติ ซึ่งความยุ่งยากและซับซ้อนคือการใช้องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมชลประทานในการคำนวณหาค่าดัชนีผลสัมฤทธิ์ซึ่งเป็นเครื่องมือในการประเมิน พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลของค่าดัชนีที่คำนวณได้

8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

(1) การทำงานในระบบอัตโนมัติจำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่ในการเฝ้าดูหรือติดตามการทำงานของระบบตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งในทางปฏิบัติระบบราชการไม่เอื้อให้มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติราชการตลอด 24 ชั่วโมง

(2) การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เข้ามาปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานของเจ้าหน้าที่ มักไม่ค่อยได้รับการยอมรับ และนำเทคโนโลยีไปใช้งาน ส่งผลให้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่สามารถทำงานได้เต็มศักยภาพ

(3) เจ้าหน้าที่ชลประทานขาดองค์ความรู้ในการซ่อมแซม และบำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ต่าง ๆ รวมถึงการปรับเปลี่ยนชุดคำสั่งให้สามารถทำงานได้เมื่อมีความต้องการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในการบริหารจัดการน้ำ

9. ข้อเสนอแนะ

(1) ควรจัดหาเจ้าหน้าที่ผลัดเวรกันปฏิบัติหน้าที่ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้สามารถเปิดใช้ระบบอัตโนมัติได้ตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติได้เต็มศักยภาพ

(2) จัดอบรมให้ความรู้ และเสริมสร้างความเข้าใจในการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้สะดวกยิ่งขึ้น ลดภาระงาน และระยะเวลาในการทำงาน

(3) จัดอบรมเจ้าหน้าที่ชลประทานให้สามารถซ่อมแซม และบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ในเบื้องต้น พร้อมทั้งสนับสนุนงบประมาณในการบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ในทุกปี เพื่อให้ระบบคลองส่งน้ำแบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน

(1) นายนิรุจน์ ก้อนคง ตำแหน่ง วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ (ในขณะนั้น) ทำหน้าที่ ติดตั้งระบบรับ – ส่งสัญญาณ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการติดตามสถานการณ์น้ำและอาคารบังคับน้ำ สัดส่วนผลงานร้อยละ 20

(2) นายอุรินทร์ โสตรโยม ตำแหน่ง วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ ปฏิบัติหน้าที่หัวหน้าฝ่ายบริหารจัดการน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษา สำนักงานชลประทานที่ 3 (ในขณะนั้น) ทำหน้าที่พัฒนาและติดตั้งระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลอง และอาคารบังคับน้ำกลางคลองแบบอัตโนมัติ สอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารชลประทาน และติดตาม – ประเมินผลการควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลองและกลางคลองแบบอัตโนมัติ สัดส่วนผลงานร้อยละ 80

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) .....

(นายอุรินทร์ โสตรโยม)

ผู้ขอประเมิน

ขอรับรองว่าสัดส่วนการดำเนินการข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ (ถ้ามี)

รายชื่อผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ
นายนิรุจน์ ก้อนคง	

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) .....
(นายทวีวัฒน์ สืบสุขมั่นสกุล)
ผส.ชป.4

(ลงชื่อ) .....
(นายชูชาติ รักจิตร)
อธิบดีกรมชลประทาน

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน กระทวงเกษตรและสหกรณ์. (2550). รายงานการศึกษาความเหมาะสมโครงการปรับปรุงโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จังหวัดพิษณุโลก. กรุงเทพมหานคร : บริษัท รีซอสส์ เอนจิเนียริ่ง คอนซัลแตนทส์ จำกัด.

ฉลอง เกิดพิทักษ์. 2538. การจัดการลุ่มน้ำของประเทศไทย. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Food and Agriculture Organization. (2008). Modernization Strategy for Irrigation Management in Almatti Left Systems – KJBNL Karnataka – India.

Malaterre, P.O. and B.P. Baume. “Modeling and Regulation of Irrigation Canals: Existing Applications and Ongoing Researches.” In Proceedings of the 36th IEEE Conference on System, Man and Cybernetics. IEEE: 3850 – 3855; 1998.

Molden, D.J and Gates, T.K. “Performance Measures for Evaluation of Irrigation Water Delivery Systems.” Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 116: 804 – 823; 1990.

Ooi, S.K. and E. Weyer. “Closed Loop Identification of An Irrigation Channel.” In Proceedings of the 40th IEEE control and decision conference. IEEE: 4388 – 4343; 2001.

Renault, D. “Offtake Sensitivity, Operation Effectiveness, and Performance of Irrigation System.” Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 125 (3): 137–147; 1999.

Ruiz-Carmona, V.M., A.J. Clemmens and J. Schuurmans. “Canal Control Algorithm Formulations.” Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 124 (1): 31 – 39; 1998.

Toepfer, C. S. (2007). Instrumentation, Model Identification and Control of an Experimental Irrigation Canal. Ph.D. Thesis. Catalunya : UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

ภาคผนวก

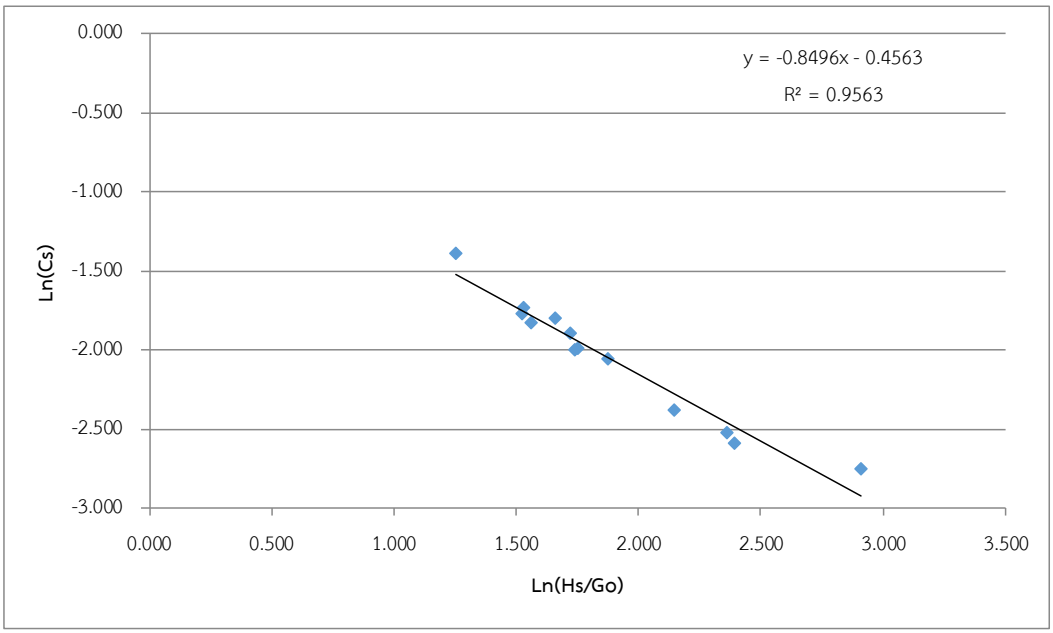
ภาคผนวก ก
ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคาร

ปตร.กลางคลอง กม. 0+075 ระดับธรณี +42.499 ม. รทก.

จำนวน 3 บาน (โค้ง) ความกว้างของบาน 6 เมตร / บาน

ครั้งที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)		Go	Qmeasure	Dh	V		Hs	Cs	Ln(Hs/Go)	Ln(Cs)
	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	(เมตร)	cms.	(เมตร)	ม./วินาที		(เมตร)			
1	47.90	46.96	0.85	57.220	0.94	4.295		4.461	0.166	1.658	-1.796
2	47.90	45.66	0.57	56.810	2.24	6.629		3.161	0.151	1.719	-1.893
3	47.90	47.09	1.00	55.980	0.81	3.987		4.591	0.170	1.524	-1.772
4	47.90	46.08	0.55	49.398	1.82	5.976		3.581	0.128	1.873	-2.054
5	47.90	47.40	1.40	68.667	0.50	3.132		4.901	0.249	1.253	-1.392
6	48.05	45.50	0.35	35.431	2.55	7.073		3.001	0.093	2.149	-2.378
7	48.10	45.78	0.30	30.006	2.32	6.747		3.281	0.075	2.392	-2.586
8	47.90	44.33	0.10	17.590	3.57	8.369		1.831	0.064	2.907	-2.752
9	47.90	46.75	0.40	29.184	1.15	4.750		4.251	0.080	2.363	-2.522
10	47.80	46.78	0.75	46.810	1.02	4.474		4.281	0.136	1.742	-1.997
11	47.80	46.54	0.70	49.640	1.26	4.972		4.041	0.137	1.753	-1.986
12	47.80	46.80	0.90	55.444	1.00	4.429		4.301	0.162	1.564	-1.822
13	47.70	46.80	0.93	57.573	0.90	4.202		4.301	0.177	1.528	-1.732

หมายเหตุ : $V = \sqrt{2g\Delta h}$ $Q = CsLHs\sqrt{2g\Delta h}$

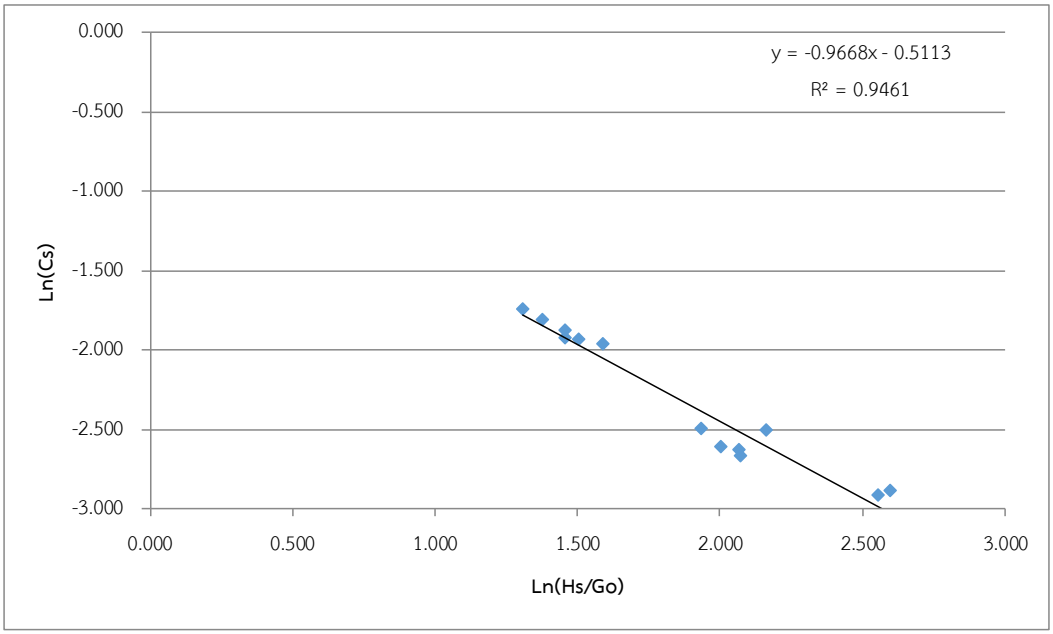


ปตร.กลางคลอง กม. 10+620 ระดับธรณี +41.528 ม. รทก.

จำนวน 3 บาน (โค้ง) ความกว้างของบาน 6 เมตร / บาน

ครั้งที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)		Go	Qmeasure	Dh	V		Hs	Cs	Ln(Hs/Go)	Ln(Cs)
	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	(เมตร)	cms.	(เมตร)	ม./วินาที		(เมตร)			
1	46.54	44.74	0.25	18.597	1.80	5.943		3.212	0.054	2.553	-2.916
2	46.50	45.20	0.75	47.122	1.30	5.050		3.672	0.141	1.588	-1.958
3	46.52	45.39	0.90	50.225	1.13	4.709		3.862	0.153	1.457	-1.874
4	46.57	45.35	0.85	48.843	1.22	4.892		3.822	0.145	1.503	-1.930
5	46.57	45.60	1.10	56.235	0.97	4.362		4.072	0.176	1.309	-1.738
6	46.40	45.29	0.95	51.740	1.11	4.667		3.762	0.164	1.376	-1.810
7	46.46	45.18	0.85	48.238	1.28	5.011		3.652	0.146	1.458	-1.921
8	46.01	45.56	0.30	12.114	0.45	2.971		4.032	0.056	2.598	-2.879
9	45.33	44.98	0.50	13.441	0.35	2.620		3.452	0.083	1.932	-2.494
10	45.74	45.11	0.45	15.762	0.63	3.516		3.582	0.070	2.074	-2.666
11	46.11	45.43	0.45	20.946	0.68	3.653		3.902	0.082	2.160	-2.505
12	46.42	45.48	0.50	22.115	0.94	4.295		3.952	0.072	2.067	-2.626
13	46.64	45.60	0.55	24.409	1.04	4.517		4.072	0.074	2.002	-2.607

หมายเหตุ : $V = \sqrt{2g\Delta h}$ $Q = CsLHs\sqrt{2g\Delta h}$

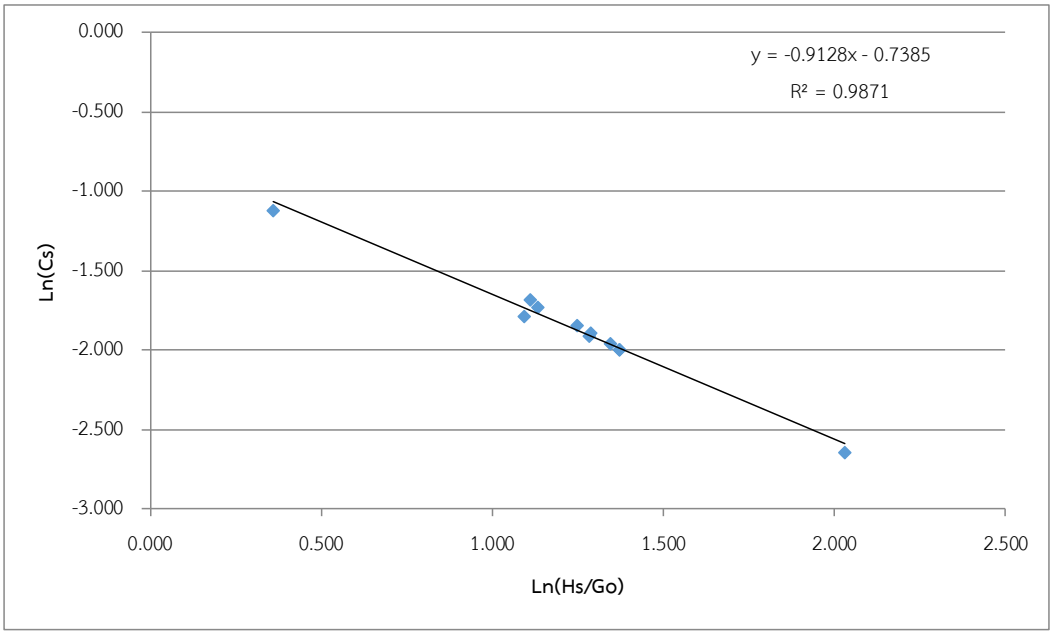


ปตร.กลางคลอง กม. 25+020 ระดับธรณี +40.638 ม. รทก.

จำนวน 3 บาน (โค้ง) ความกว้างของบาน 6 เมตร / บาน

ครั้งที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)		Go	Qmeasure	Dh	V		Hs	Cs	Ln(Hs/Go)	Ln(Cs)
	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	(เมตร)	cms.	(เมตร)	ม./วินาที		(เมตร)			
1	42.23	42.00	0.95	17.000	0.23	2.124		1.362	0.326	0.360	-1.120
2	44.67	41.40	0.10	7.800	3.27	8.010		0.762	0.071	2.031	-2.645
3	45.02	43.33	0.70	39.379	1.69	5.758		2.692	0.141	1.347	-1.958
4	45.25	43.95	0.95	47.703	1.30	5.050		3.312	0.158	1.249	-1.842
5	45.23	43.98	1.10	55.104	1.25	4.952		3.342	0.185	1.111	-1.688
6	45.05	43.40	0.70	38.398	1.65	5.690		2.762	0.136	1.373	-1.997
7	45.36	44.07	1.15	51.801	1.29	5.031		3.432	0.167	1.093	-1.792
8	45.09	43.75	1.00	50.820	1.34	5.127		3.112	0.177	1.135	-1.732
9	44.96	43.53	0.80	40.838	1.43	5.297		2.892	0.148	1.285	-1.910
10	45.32	44.08	0.95	45.813	1.24	4.932		3.442	0.150	1.287	-1.898
11	45.05	43.40	0.70	38.398	1.65	5.690		2.762	0.136	1.373	-1.997
12											
13											

หมายเหตุ : $V = \sqrt{2g\Delta h}$ $Q = CsLHs\sqrt{2g\Delta h}$

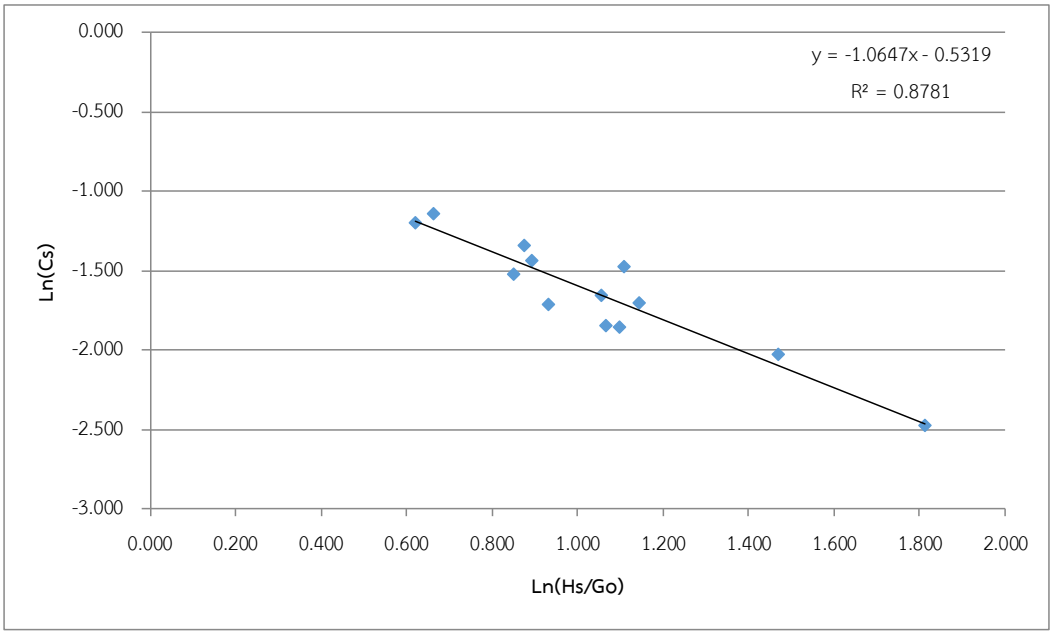


ปตร.กลางคลอง กม. 40+720 ระดับธรณี +39.150 ม. รทก.

จำนวน 3 บาน (โค้ง) ความกว้างของบาน 6 เมตร / บาน

ครั้งที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)		Go	Qmeasure	Dh	V		Hs	Cs	Ln(Hs/Go)	Ln(Cs)
	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	(เมตร)	cms.	(เมตร)	ม./วินาที		(เมตร)			
1	42.23	42.00	0.95	17.000	0.23	2.124		2.850	0.156	1.099	-1.858
2	42.82	42.45	1.35	37.930	0.37	2.694		3.300	0.237	0.894	-1.440
3	43.50	42.89	1.30	44.528	0.61	3.460		3.740	0.191	1.057	-1.654
4	43.02	42.74	1.85	48.604	0.28	2.344		3.590	0.321	0.663	-1.137
5	42.97	42.33	1.25	36.551	0.64	3.544		3.180	0.180	0.934	-1.714
6	42.80	42.20	1.05	29.776	0.60	3.431		3.050	0.158	1.066	-1.845
7	41.37	40.79	0.70	21.722	0.58	3.373		1.640	0.218	0.851	-1.523
8	42.02	41.66	0.80	21.815	0.36	2.658		2.510	0.182	1.143	-1.706
9	41.82	41.01	1.00	40.238	0.81	3.987		1.860	0.301	0.621	-1.199
10	41.91	40.89	0.40	18.429	1.02	4.474		1.740	0.132	1.470	-2.029
11	40.55	39.87	0.30	12.406	0.68	3.653		0.720	0.262	0.875	-1.339
12	43.19	42.21	0.50	20.342	0.98	4.385		3.060	0.084	1.812	-2.474
13	42.24	41.88	0.90	29.953	0.36	2.658		2.730	0.229	1.110	-1.472

หมายเหตุ : $V = \sqrt{2g\Delta h}$ $Q = CsLHs\sqrt{2g\Delta h}$

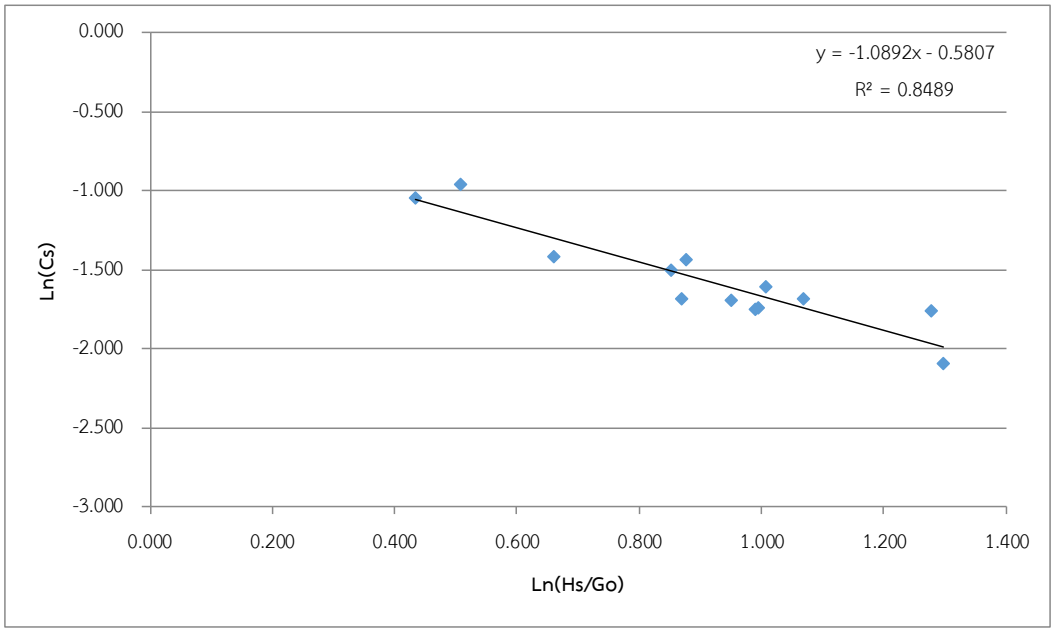


ปตร.กลางคลอง กม. 52+120 ระดับธรณี +38.593 ม. รทก.

จำนวน 3 บาน ตรง ความกว้างของบาน 6 เมตร / บาน

ครั้งที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)		Go	Qmeasure	Dh	V		Hs	Cs	Ln(Hs/Go)	Ln(Cs)
	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	(เมตร)	cms.	(เมตร)	ม./วินาที		(เมตร)			
1	42.23	42.00	0.95	22.520	0.23	2.124		3.407	0.173	1.277	-1.755
2	42.48	42.08	1.45	42.016	0.40	2.801		3.487	0.239	0.877	-1.431
3	42.10	41.64	1.30	36.561	0.46	3.004		3.047	0.222	0.852	-1.506
4	42.28	42.08	2.10	47.544	0.20	1.981		3.487	0.382	0.507	-0.961
5	40.35	39.21	0.40	18.421	1.14	4.729		0.617	0.351	0.433	-1.048
6	39.78	39.14	0.20	7.027	0.64	3.544		0.547	0.201	1.006	-1.602
7	39.92	39.56	0.50	11.185	0.36	2.658		0.967	0.242	0.660	-1.420
8	40.88	40.63	0.70	15.018	0.25	2.215		2.037	0.185	1.068	-1.688
9	41.25	40.89	0.85	19.245	0.36	2.658		2.297	0.175	0.994	-1.742
10	41.62	41.18	1.00	25.118	0.44	2.938		2.587	0.184	0.950	-1.695
11	42.04	41.42	1.05	30.849	0.62	3.488		2.827	0.174	0.990	-1.750
12	41.81	40.97	0.65	21.351	0.84	4.060		2.377	0.123	1.297	-2.096
13	41.43	40.74	0.90	26.327	0.69	3.679		2.147	0.185	0.869	-1.687

หมายเหตุ : $V = \sqrt{2g\Delta h}$ $Q = CsLHs\sqrt{2g\Delta h}$

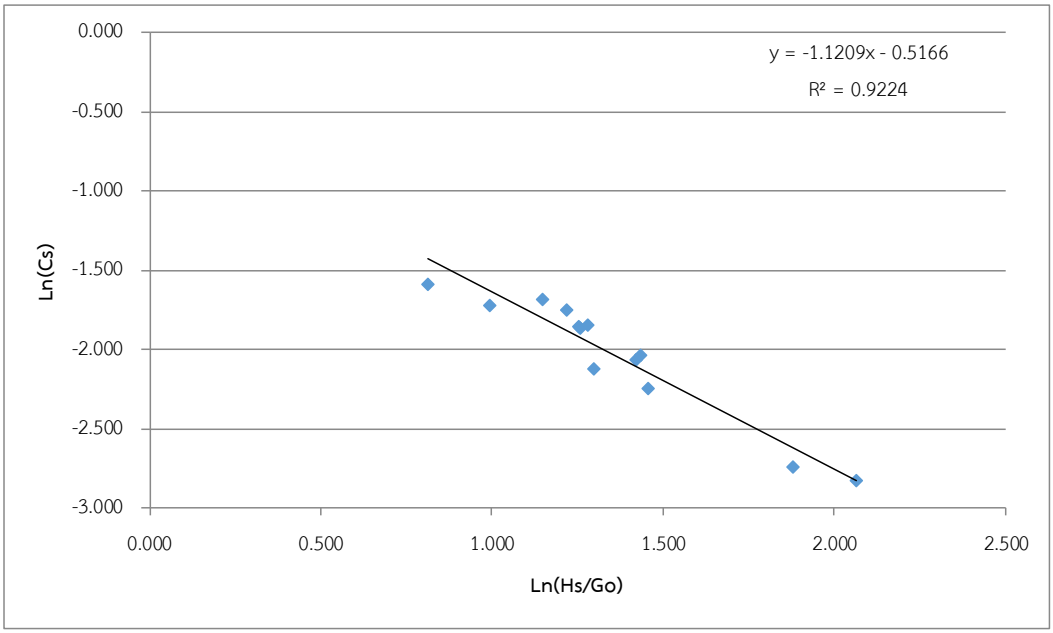


ปตร.กลางคลอง กม. 58+800 ระดับธรณี +37.060 ม. รทก.

จำนวน 3 บาน ตรง ความกว้างของบาน 6 เมตร / บาน

ครั้งที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)		Go	Qmeasure	Dh	V		Hs	Cs	Ln(Hs/Go)	Ln(Cs)
	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	(เมตร)	cms.	(เมตร)	ม./วินาที		(เมตร)			
1	41.72	40.63	0.85	38.709	1.09	4.624		3.570	0.130	1.435	-2.038
2	41.33	40.65	1.00	37.406	0.68	3.653		3.590	0.158	1.278	-1.842
3	41.16	40.53	1.10	40.603	0.63	3.516		3.470	0.185	1.149	-1.688
4	41.71	41.11	1.20	43.405	0.60	3.431		4.050	0.174	1.216	-1.751
5	41.32	41.00	0.95	22.520	0.32	2.506		3.940	0.127	1.422	-2.066
6	40.80	39.68	0.40	14.203	1.12	4.688		2.620	0.064	1.879	-2.745
7	40.44	39.42	0.30	11.251	1.02	4.474		2.360	0.059	2.063	-2.827
8	40.01	38.34	0.35	15.785	1.67	5.724		1.280	0.120	1.297	-2.123
9	38.34	37.60	0.20	6.647	0.74	3.810		0.540	0.179	0.993	-1.718
10	38.86	37.92	0.20	7.028	0.94	4.295		0.860	0.106	1.459	-2.247
11	39.15	38.64	0.70	18.439	0.51	3.163		1.580	0.205	0.814	-1.585
12	39.60	38.99	0.55	18.821	0.61	3.460		1.930	0.157	1.255	-1.854
13	39.79	39.17	0.60	20.438	0.62	3.488		2.110	0.154	1.258	-1.869

หมายเหตุ : $V = \sqrt{2g\Delta h}$ $Q = CsLHs\sqrt{2g\Delta h}$

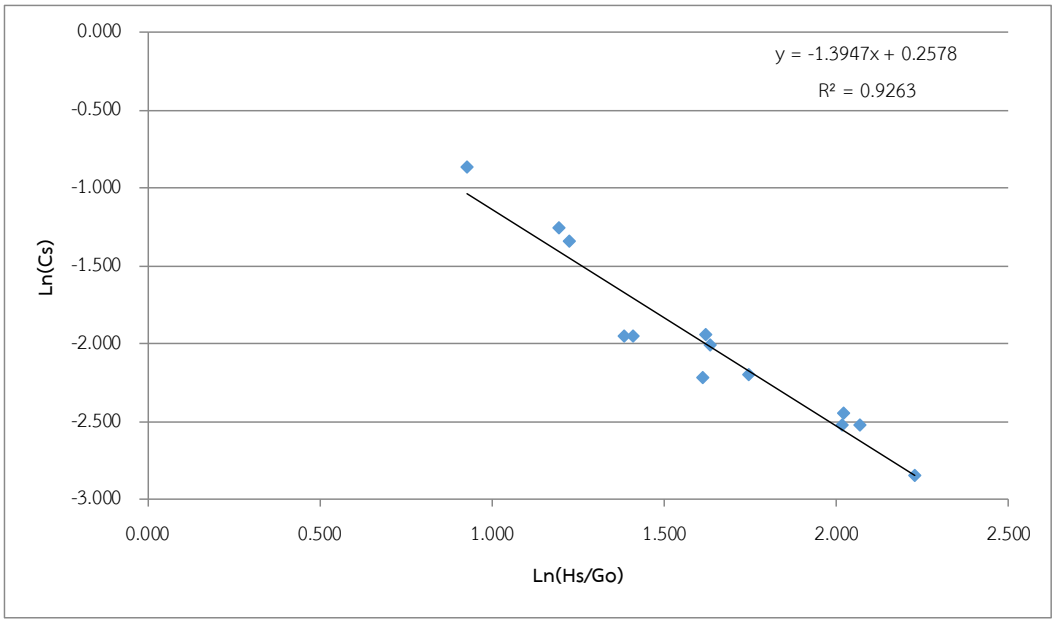


ปตร.กลางคลอง กม. 72+500 ระดับธรณี +35.129 ม. รทก.

จำนวน 3 บาน (ตรง) ความกว้างของบาน 6 เมตร / บาน

ครั้งที่	ระดับน้ำ (ม.รทก.)		Go	Qmeasure	Dh	V		Hs	Cs	Ln(Hs/Go)	Ln(Cs)
	เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	(เมตร)	cms.	(เมตร)	ม./วินาที		(เมตร)			
1	39.33	39.26	1.25	24.762	0.07	1.172		4.131	0.284	1.195	-1.258
2	40.75	39.62	0.57	30.572	1.13	4.709		4.491	0.080	2.070	-2.522
3	40.78	39.66	0.60	33.119	1.12	4.688		4.531	0.087	2.022	-2.446
4	40.76	39.46	0.47	22.849	1.30	5.050		4.331	0.058	2.228	-2.847
5	40.37	39.68	0.90	43.359	0.69	3.679		4.551	0.144	1.621	-1.939
6	39.55	39.39	1.25	35.431	0.16	1.772		4.261	0.261	1.226	-1.344
7	38.37	38.29	1.25	30.006	0.08	1.253		3.161	0.421	0.928	-0.865
8	38.20	37.92	0.70	16.760	0.28	2.344		2.791	0.142	1.383	-1.950
9	38.73	38.14	0.60	20.011	0.59	3.402		3.011	0.109	1.613	-2.221
10	38.65	38.20	0.75	23.410	0.45	2.971		3.071	0.143	1.410	-1.948
11	40.10	39.15	0.70	34.610	0.95	4.317		4.021	0.111	1.748	-2.200
12	40.70	39.26	0.55	31.725	1.44	5.315		4.131	0.080	2.016	-2.522
13	40.25	39.75	0.90	34.942	0.50	3.132		4.621	0.134	1.636	-2.009

หมายเหตุ : $V = \sqrt{2g\Delta h}$ $Q = CsLHs\sqrt{2g\Delta h}$



ภาคผนวก ข
คุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน

คุณลักษณะเลขที่ S0543-0202-0150

หน้า 1/4

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....

รายการที่.....

จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม แบบ Guyed-Support ความสูง 150 ฟุต พร้อมติดตั้ง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
1. คุณลักษณะทั่วไป	**1. คุณลักษณะทั่วไป**
1.1 ยี่ห้อ (Make):	1.1
1.2 รุ่น (Model):	1.2
1.3 ประเทศต้นกำเนิด (Country of Origin):	1.3
1.4 ประเทศที่ผลิต (Country of Manufacture):	1.4
1.5 เสาอากาศวิทยุ (Tower) ชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม ขนาด 18 นิ้ว ความสูงไม่ต่ำกว่า 150 ฟุต(45 เมตร) มีสายสเตย์ยึดโยง (Guyed-Type) ทั้งสามด้าน จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่วง ติดตั้งอยู่บนฐานคอนกรีตที่แข็งแรง เพื่อใช้ติดตั้งสายอากาศรับ-ส่ง วิทยุคมนาคม	1.5 โครงสร้างสามเหลี่ยม ขนาด18 นิ้ว ความสูง 150 ฟุต มีสายสเตย์ยึดโยงทั้ง 3 ด้าน 4 ช่วง ติดตั้งบนฐานคอนกรีต เพื่อใช้ติดตั้งสายอากาศ รับ – ส่ง วิทยุคมนาคม
1.6 โครงสร้างของเสาอากาศเป็นท่อเหล็ก ประกอบเข้าเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่ายึดต่อกันเป็นท่อน ๆ จนได้ขนาดความสูงตามต้องการ ตั้งอยู่บนฐาน คสล. มีสายสเตย์ดึงเป็นระยะจากมุมทั้งสามของโครงเหล็กเสาอากาศยึดเข้ากับหลักสมอบก คสล. อย่างแข็งแรง	1.6 โครงสร้างของเสาอากาศเป็นท่อเหล็ก ประกอบเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่ายึดต่อกันเป็นท่อน ๆ ตั้งอยู่บนฐาน คสล. มีสายสเตย์ดึงเป็นระยะจากมุมทั้งสามของโครงเหล็กเสาอากาศยึดเข้ากับหลักสมอบก คสล. อย่างแข็งแรง
2. คุณลักษณะเสาอากาศ	**2. คุณลักษณะเสาอากาศ**
2.1 โครงเหล็กเสาอากาศใช้เป็นท่อเหล็กเหนียว ขนาดไม่ต่ำกว่า 42.7มม.(OD.) หนาไม่น้อยกว่า 2.3 มม.ยาวท่อนละ 3 เมตรจำนวน 15 ท่อน นำมาประกอบเป็นโครงสร้างเหล็กของเสาอากาศรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ากว้างด้านละไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว (Center to Center) เชื่อมยึดโยงด้วยเหล็กเส้นขนาด 12. มม. ดัดเป็นรูปตัว "Z" เส้นเดียวตลอดโครงเสา 1 ท่อน ในแต่ละด้าน ทั้งสามด้านเป็นสามเหลี่ยมและช่วงเหล็กค้ำยันแต่ละช่วงห่างกัน 0.40 เมตร	2.1 โครงเหล็กเสาอากาศเป็นท่อเหล็กเหนียว ขนาด 42.7 มม. หนา 2.3 มม. ยาวท่อนละ 3 ม. จำนวน 15 ท่อน ประกอบเป็นโครงสร้างของเสารูปสี่เหลี่ยมด้านเท่ากว้างด้านละ 18 นิ้ว เชื่อมยึดด้วยเหล็กเส้นขนาด 12 มม. ดัดเป็นรูปตัว Z ในแต่ละด้าน และค้ำยันห่างกันช่วงละ 0.40 ม.
2.2 การต่อระหว่างท่อนเสาแต่ละท่อนใช้การต่อแบบหน้าแปน(Flange Type) โดยมีขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 12 มม. ขนาดสกรูยึดไม่ต่ำกว่า 12 มม. จำนวน 4 ตัว ต่อ 1 ขาเสา (12 ตัว ต่อ 1 ท่อน)	2.2 การต่อระหว่างท่อนเสาใช้การต่อแบบหน้าแปน ความหนา 12 มม. ขนาดสกรูยึด 12 มม. จำนวน 4 ตัว ต่อ 1 ขาเสา
2.3 โครงเสาอากาศท่อนล่างสุด ให้เป็นฐานกรวยปลายแหลม สูง 1 เมตร เพื่อให้เสาอากาศสามารถลดแรง Shear เมื่อมีแรงลมมากระทำต่อตัวเสา	2.3 โครงเสาท่อนล่างสุด เป็นฐานกรวยปลายแหลม สูง 1 เมตร
2.4 โครงเสาท่อนบนสุด มีเหล็กแผ่นปิด หนาไม่ต่ำกว่า 6 มม. เพื่อป้องกันน้ำที่จะเข้าในท่อเหล็กโครงเสาอากาศ	2.4 โครงเสาท่อนบนสุด มีเหล็กแผ่นปิด หนา 6 มม. เพื่อป้องกันน้ำเข้าในท่อเหล็กโครงเสาอากาศ

(นายสุวัฒน์ เสมอใจ)

คุณลักษณะเลขที่ S0543-0202-0150
หน้า 2/4

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม แบบ Guyed-Support ความสูง 150 ฟุต พร้อมติดตั้ง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
2.5 โครงเหล็กเสาอากาศทุกท่อนต้องเป็นท่อเหล็กชุบสังกะสีทั้งด้านในและด้านนอกด้วยกรรมวิธี Hot Dip Galvanized แล้วทาสีส้มสลับขาว หรือสีแดงสลับขาว ในแต่ละท่อน ๆ สีสลับกันไป โดยท่อนสีส้มหรือสีแดงอยู่บนสุด และสีที่ทาต้องเป็นสีน้ำอะคริลิก (RUST-OLEUM)	2.5 โครงเหล็กทุกท่อนเป็นท่อเหล็กชุบสังกะสีทั้งในและนอกด้วยวิธี Hot Dip Galvanized แล้วทาสีส้มหรือแดงสลับขาว ในแต่ละท่อนสลับกันไป โดยท่อสีส้มหรือแดงอยู่บนสุด และใช้สีน้ำอะคริลิก
3. คุณลักษณะของสายสเตย์ยึดเสาอากาศและสมอบก	3. คุณลักษณะของสายสเตย์ยึดเสาอากาศและสมอบก
3.1 สายสเตย์ยึดระหว่างโครงเหล็กเสาอากาศกับสมอบก เป็นลวดแร็งอาบสังกะสี จำนวนไม่น้อยกว่า 7 เส้น ขนาดใหญ่ไม่น้อยกว่าเบอร์ 14 มีความยาวตลอดไม่มีการต่อระหว่างกลาง เป็นชนิด EHS.(Extra high strenght grade) หรือดีกว่า	3.1 สายสเตย์ยึดระหว่างโครงเหล็กับสมอบก เป็นลวดแข็งอาบสังกะสี จำนวน 7 เส้น ขนาดเบอร์ 14 ไม่มีการต่อระหว่างกลาง เป็นชนิด EHS
3.2 แคล้มป์รัดเสาอากาศ (Guy Bracket) ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี วางประกบติดหรือเชื่อมติดอยู่กับโครงเสาอากาศเพื่อป้องกันไม่ให้โครงเสาอากาศถ่างออก	3.2 แคล้มป์รัดเสาอากาศ ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี วางประกบติดหรือเชื่อมติดกับโครงเสาอากาศ
3.3 ปลายข้างหนึ่งของสายเสตย์คล้องกับ (Guy Bracket) ที่ประกบติดอยู่บนโครงเสาอากาศ โดยมีห่วงหัวใจ(Thimble)รองรับยึดด้วย Preform Guyed-Grip ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้วส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของสายสเตย์คล้องยึดเข้ากับขอเกลียวเร่ง(Turn Buckle) ขนาด 5/8 นิ้ว ด้วยห่วงกลมคล้องเข้ากับสายสเตย์โดยใช้ ห่วงหัวใจ (Thumble) รองรับ และยึดด้วย U-Clamp เช่นเดียวกับปลายช่วงบน ส่วนด้านที่เป็นตะขอหรือคีมจัดยึด แผ่นประกับเกลียวเร่ง (Equalizer Plate) ชนิดเจาะรู ร้อยน้อตขนาดไม่ต่ำกว่า 1/2 x 2 นิ้ว สำหรับคล้อง Turn Buckle และอีกด้านหนึ่งของ Equalizer Plate ยึดกับเหล็กสมอบก ขนาด 3/4 นิ้ว ทางด้านที่เป็นห่วงกลมโผล่เหนือระดับดิน	3.3 ปลายข้างหนึ่งของสายเสตย์คล้องกับที่ประกบติดอยู่บนโครงเสา โดยมีห่วงหัวใจรองรับยึดด้วย Preform Guyed-Grip ขนาด ½ นิ้ว ส่วนปลายอีกข้างคล้องยึดเข้ากับขอเกลียวเร่งขนาด 5/8 นิ้ว ด้วยห่วงกลมคล้องเข้ากับสายสเตย์โดยใช้ ห่วงหัวใจรองรับและด้วย U-Clamp เช่นเดียวกับปลายช่วงบน ส่วนด้านที่เป็นตะขอจัดยึดแผ่นประกับเกลียวเร่งชนิดเจาะรู ร้อยน๊อตขนาด ½ x 2 นิ้ว สำหรับคล้อง Turn Buckle และอีกด้านหนึ่งของ Equalizer Plate ยึดกับเหล็กสมอบก ขนาด ¾ นิ้ว ทางด้านห่วงกลมโผล่
3.4 ฐานสมอบกและฐานเสาอากาศ ให้ออกแบบให้แข็งแรงตามมาตรฐานงานโครงสร้าง และรับรองแบบโดยวิศวกรโยธา ที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมด้านวิศวกรรมโยธา	3.4 ฐานสมอบกและฐานเสาอากาศ ออกแบบตามมาตรฐานงานโครงสร้าง และรับรองโดยวิศวกรโยธาระดับวุฒิวิศวกร รับรอง
3.5 ผู้รับจ้างต้องทำการ วัดค่าความตึงของสายสเตย์ด้วยเครื่องมือ tension meter เพื่อให้ได้ค่าความตึงของสายสเตย์ทุกเส้นได้ตามค่าที่วิศวกรได้คำนวณเพื่อความปลอดภัยของเสาอากาศ	3.5 โครงเสาท่อนบนสุด มีเหล็กแผ่นปิด หนา 6 มม. เพื่อป้องกันน้ำเข้าในท่อเหล็กโครงเสาอากาศ

(นายสุรพงษ์ เสมอใจ)
ผอ.กท.

คุณลักษณะเลขที่ S0543-0202-0150 ประกวดราคาสอบราคา เลขที่.....

หน้า 3/4 รายการที่.....

จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม แบบ Guyed-Support ความสูง 150 ฟุต พร้อมติดตั้ง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
4. คุณลักษณะของระบบไฟสัญญาณเตือน	**4. คุณลักษณะของระบบไฟสัญญาณเตือน**
4.1 ติดตั้งไฟยอดเสาอากาศ เป็นชนิดโคมเดี่ยวสีแดงชนิดแก้วแท้ โดยมีกรงเหล็กป้องกันการกระแทก	4.1 ติดตั้งไฟยอดเสาอากาศ ชนิดโคมเดี่ยวสีแดง ชนิดแก้วแท้ มีกรงเหล็กป้องกันการกระแทก
4.2 หลอดไฟมีขนาดไม่ต่ำกว่า 60 วัตต์ ชนิด Long Life หรือดีกว่า	4.2 หลอดไฟ 60 วัตต์ ชนิด Long Life
4.3 ติดตั้งกล่องควบคุมไฟสัญญาณที่โคนเสาอากาศ สามารถควบคุมการเปิด-ปิด โดยอัตโนมัติ ด้วยแสงแดดและควบคุมการกระพริบ มีสัญญาณไฟเตือนเมื่อหลอดไฟสัญญาณบนเสาทำงาน มีสวิทช์ขนาดไม่น้อยกว่า 10 A. สำหรับควบคุมการเปิด-ปิด การทำงานได้ เมื่อทำการซ่อมบำรุงไฟยอดเสา	4.3 ติดกล่องควบคุมไฟสัญญาณที่โคนเสา สามารถควบคุมการเปิด – ปิดอัตโนมัติ ด้วยแสงแดด และคุมการกระพริบ มีสัญญาณไฟเตือนเมื่อไฟสัญญาณทำงาน มีสวิทช์ขนาด 10 A ควบคุมการเปิด – ปิด
4.4 สายไฟที่ใช้เป็นสาย VCT ชนิดกลมดำขนาดไม่ต่ำกว่า 2x1.5 sq.mm.	4.4 สายไฟ VCT ชนิดกลมดำขนาด 2 x 1.5 sq.mm.
5. คุณลักษณะของระบบล่อฟ้า	**5. คุณลักษณะของระบบล่อฟ้า**
5.1 ติดตั้งชุดล่อฟ้าปลายแหลม ที่ปลายสุดของเสาอากาศ และเดินสายนำลงดินด้วยสายทองแดงขนาดไม่น้อยกว่า 50 sq.mm. แล้วลงกราวด์ที่โคนเสาด้วยกราวด์ร็อด ขนาดไม่ต่ำกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 3 เมตร จำนวน 1 แท่งและที่สมอบกอีกตำแหน่งละ 1 แท่ง	5.1 ติดตั้งชุดล่อฟ้าปลายแหลม ที่ปลายสุดและเดินสายนำลงดินด้วยสายทองแดงขนาด 50 sq.mm. แล้วลงกราวด์ที่โคนเสาด้วยกราวด์ร็อด ขนาด 5/8 นิ้ว ยาว 3 เมตร 1 แท่ง และที่สมอบกตำแหน่งละ 1 แท่ง
5.2 สายล่อฟ้าที่เดินลงมาตามเสาอากาศต้องใช้ลูกถ้วยฉนวนยึดจับให้แข็งแรงและป้องกันไม่ให้สายล่อฟ้ากระทบถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของเสาอากาศ	5.2 สายล่อฟ้าที่เดินลงมาตามเสาอากาศใช้ลูกถ้วยฉนวนยึดจับ
5.3 ความต้านทานดินของระบบล่อฟ้าต้องไม่มากกว่า 3 โอห์ม	5.3 ความต้านทานดินของระบบล่อฟ้า 3 โอห์ม
6. เงื่อนไขความต้องการเฉพาะ	**6. เงื่อนไขความต้องการเฉพาะ**
6.1 ผู้เสนอราคาต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี	6.1 รับประกัน 1 ปี
6.2 ผู้เสนอราคาต้องส่งแบบ เอกสารรายละเอียดโครงสร้าง พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ และคำนวณฐานราก โดยมีลายเซ็นต์รองวิศวกรโยธาไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร รับรอง	6.2 แบบเอกสารรายละเอียดโครงสร้าง พร้อมอุปกรณ์ประกอบ และคำนวณฐานราก โดยมีลายเซนต์ของวิศวกรโยธา ระดับ วุฒิวิศกร รับรอง
6.3 ระหว่างการก่อสร้างต้องมีวิศวกรโยธาที่มีใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมทางด้านโยธา ควบคุมและกำกับการก่อสร้าง	6.3 มีวิศวกรโยธาที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมด้านโยธา ควบคุมและกำกับการก่อสร้าง
6.4 ราคาที่เสนอนี้รวมค่าติดตั้งแล้วเสร็จตามพื้นที่ซึ่งกรมชลประทานกำหนด	6.4 ราคารวมค่าติดตั้งแล้ว

(นายสุรพงษ์ เสมอใจ)

ผอ.สท.

คุณลักษณะเลขที่ S0543-0202-0150
หน้า 1/4

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างสามเหลี่ยม แบบ Guyed-Support ความสูง 150 ฟุต พร้อมติดตั้ง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
ผู้เสนอราคาจำเป็นจะต้องกรอกรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะเปรียบเทียบโดยแจ้งถ้อยคำที่ปรากฏตามรายละเอียดคุณลักษณะอย่างเป็นจริงเพื่อแสดงคุณสมบัติครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคาต้องการที่จะนำเสนอในช่องว่างด้านคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอ เพื่อทำการเปรียบเทียบรายละเอียดในแต่ละรายการทุกรายการ โดยไม่บิดเบือนจากรายละเอียดคุณลักษณะของกรมชลประทาน	ผู้ขายหรือผู้รับจ้างยอมรับว่าเข้าใจเนื้อหารายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมฯ เป็นอย่างดีและหากมีการลอกเลียนข้อความในช่องรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมฯ อาจมีผลทำให้กรมฯ สงวนสิทธิ์ ไม่พิจารณารายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะนี้ได้
ลงชื่อ..... (นายภาคภูมิ อิงคปรัชญากุล) วิศวกรไฟฟ้าสื่อสาร 5 ลงชื่อ..... (นายพุธชัย นิชากร) รักษาการผู้อำนวยการส่วนสื่อสารโทรคมนาคม ลงชื่อ..... (นายลุรพงษ์ เลมอใจ) ผู้อำนวยการศูนย์สารสนเทศ 1 พ.ค. 2558	ผู้เสนอราคา..... ตำแหน่ง..... วันที่.....

คุณลักษณะเลขที่ S0543-0104-0159
หน้า 1/3

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

เสาอากาศโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง ความสูง 24 เมตร

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
รายละเอียดทั่วไป: เสาอากาศวิทยุชนิดโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง ความสูงไม่น้อย 24 เมตร ติดตั้งบนฐานคอนกรีตที่แข็งแรง พร้อมระบบไฟสัญญาณยอดเสา Ground และ ล่อฟ้า สถานที่ติดตั้งกรมชลประทานเป็นผู้กำหนด ราคารวมค่าติดตั้งแล้วเสร็จ มีรายละเอียดดังนี้	
1. ยี่ห้อ (Make) :	
2. รุ่น (Model) :	
3. ประเทศต้นกำเนิด (Country of Origin) :	
4. ประเทศที่ผลิต (Country of Manufacturer) :	
5. เสาโครงเหล็กสี่เหลี่ยม	5. เสาโครงเหล็กสี่เหลี่ยม
5.1. ใช้ท่อเหล็ก มอก.277-2532 ประกอบขึ้นรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า เชื่อมยึดโยงด้วยเหล็กเส้นกลมตัน SR24 มอก. 20-2543 ความกว้างของฐานเสาไม่น้อยกว่า 130 ซม. ยอดเสากว้างไม่น้อยกว่า 30 ซม.	5.1. ใช้ท่อเหล็ก มอก.277-2532 ประกอบขึ้นรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า เชื่อมยึดโยงด้วยเหล็กเส้นกลมตัน SR24 มอก. 20-2543 ความกว้างของฐานเสา 130 ซม. ยอดเสากว้าง 30 ซม.
5.2. เสาท่อนที่ 1 และท่อนที่ 2 มีขนาดไม่ต่ำกว่า 2 นิ้ว ความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มม. ใช้เหล็ก L ขนาด 2 นิ้ว ประกอบในลักษณะ ตัว Z ทั้งสี่ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 90 ซ.ม.	5.2 เสาท่อนที่ 1 และ 2 มีขนาด 2 นิ้ว หนา 3.0 มม. ใช้เหล็ก L ขนาด 2 นิ้ว ประกอบในลักษณะตัว Z ทั้ง ๔ ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 90 ซม.
5.3. เสาช่วงที่ 3 และท่อนที่ 4 มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 นิ้ว ความหนาไม่น้อยกว่า 2.3 มม. เหล็กไขว้เป็นเหล็กเส้นกลมขนาดไม่น้อยกว่า 15 มม. ดัดเป็นรูปตัว Z หรือ > หรือ< ทั้งสี่ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 60 ซม.	5.3 เสาท่อนที่ 3 และ 4 มีขนาด 1.5 นิ้ว หนา 2.3 มม. ใช้เหล็กไขว้ เป็นเหล็กเส้นกลมขนาด 15 มม. ดัดเป็นรูปตัว Z หรือ > หรือ < ทั้งสี่ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 60 ซม.
5.4. เสาท่อนที่ 5 และท่อนที่ 6 มีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.25 นิ้ว ความหนาไม่น้อยกว่า 2.3 มม. เหล็กไขว้เป็นเหล็กเส้นกลมขนาดไม่น้อยกว่า 12 มม. ดัดเป็นรูปตัว Z หรือ > หรือ< ทั้งสี่ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 60 ซม.	5.4 เสาท่อนที่ 5 และ 6 มีขนาด 1.25 นิ้ว หนา 2.3 มม. ใช้เหล็กไขว้ เป็นเหล็กเส้นกลมขนาด 12 มม. ดัดเป็นรูปตัว Z หรือ > หรือ < ทั้งสี่ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 60 ซม.
5.5. เสาท่อนที่ 7 และท่อนที่ 8 มีขนาดไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว ความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. เหล็กไขว้เป็นเหล็กเส้นกลมขนาดไม่น้อยกว่า 12 มม. ดัดเป็นรูปตัว Z หรือ > หรือ< ทั้งสี่ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 40 ซม.	5.5 เสาท่อนที่ 7 และ 8 มีขนาด 1 นิ้ว หนา 2.0 มม. ใช้เหล็กไขว้ เป็นเหล็กเส้นกลมขนาด 12 มม. ดัดเป็นรูปตัว Z หรือ > หรือ < ทั้งสี่ด้าน โดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 40 ซม.
5.6. การต่อระหว่างท่อนเสา แต่ละท่อนเสาใช้การต่อแบบหน้าแผ่นสี่เหลี่ยม (Flange Type) โดยมีแผ่นยึดระหว่างหน้าแผ่นสี่เหลี่ยมกับขาเสา (Stiffener) เพื่อเสริมความแข็งแรง ความหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. จำนวน 1 แผ่น	5.6 การต่อระหว่างท่อนเสา ใช้การต่อแบบหน้าแผ่นสี่เหลี่ยม โดยมีแผ่นยึดระหว่างหน้าแผ่นสี่เหลี่ยมกับขาเสา เพื่อเสริมความแข็งแรง ความหนา 6 มม. จำนวน 1 แผ่น

คุณลักษณะเลขที่ S0543-0104-0159
หน้า 2/3

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

เสาอากาศโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง ความสูง 24 เมตร

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
5.7. โครงสร้างท่อนบนสุดมีแผ่นเหล็กปิด เพื่อป้องกันน้ำเข้าและขังภายในเสา ความหนาไม่น้อยกว่า 6 มม.	5.7 โครงสร้างท่อนบนสุดมีแผ่นเหล็กปิด เพื่อป้องกันน้ำเข้าและขังภายในเสา ความหนา 6 มม.
5.8. โครงสร้างท่อนล่างสุด ยึดติดกับเสาความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร ฝังอยู่ในฐานคอนกรีตรองรับตัวเสา	5.8 โครงสร้างท่อนล่างสุด ยึดติดกับเสาความยาว 1 เมตร ฝังอยู่ในฐานคอนกรีตรองรับตัวเสา
5.9. รากฐานคอนกรีตสำหรับเสาเหล็ก มีขนาดไม่น้อยกว่า 15 มม. ขึ้นไป หรือใช้เหล็กข้ออ้อย SD 30 ตามมาตรฐาน มอก. 24-2548 คอนกรีตใช้ในการสร้างรากฐานเสา 210 ksc	5.9 รากฐานคอนกรีตสำหรับเสาเหล็ก มีขนาด 15 มม. ขึ้นไป หรือใช้เหล็กข้ออ้อย **SD30** มาตรฐาน มอก. 25-2548 คอนกรีตใช้ในการสร้างรากฐานเสา 210 **ksc**
6. งานทาสีเสา	6. งานทาสี
6.1. ใช้สีน้ำอะคริลิกสำหรับทาเสาสูง โดยผ่านมาตรฐานสหพันธ์การบินแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (FAA)	6.1 ใช้สีน้ำอะคริลิกสำหรับทาเสาสูง ผ่านมาตรฐานสหพันธ์การบินแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา **(FAA)**
6.2. ทาสีรองพื้นป้องกันสนิม 1 เที่ยว และทาสีสำหรับเสาสูงทับหน้าอีก 2 เที่ยว	6.2 ทาสีรองพื้นป้องกันสนิม 1 เที่ยว และทาสีสำหรับเสาสูงทับหน้าอีก 2 เที่ยว
6.3. ทาสีขาวสลับสีส้มหรือแดงเป็นช่วงๆ โดยช่วงยอดเสาและโคนเสาต้องมีสีส้มหรือแดง	6.3 ทาสีขาวสลับสีส้มหรือแดงเป็นช่วง ๆ โดยช่วงยอดเสาและโคนเสาต้องมีสีส้มหรือแดง
7. ระบบไฟสัญญาณ	7. ระบบไฟสัญญาณ
7.1. ติดตั้งโคมไฟสัญญาณสีแดงที่ยอดเสา จำนวน 1 โคม	7.1 ติดตั้งโคมไฟสัญญาณสีแดงที่ยอดเสา จำนวน 1 โคม
7.2. สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก เป็นแบบ VCT ขนาดไม่น้อยกว่า 2 x 1.0 มม.^{2}	7.2 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกเป็นแบบ **VCT** ขนาด **2X**1.0 มม.^{2}
7.3. มีสวิทช์แสงแดด (โฟโต้สวิทช์) ขนาดไม่น้อยกว่า 220V. 1A สำหรับเปิดไฟแสงสว่างในเวลากลางคืน และปิดไฟแสงสว่างในเวลากลางวัน	7.3 มีสวิทช์แสงแดด (โฟโต้สวิทช์) ขนาด 220 **V.** 1**A** สำหรับเปิดไฟแสงสว่างในเวลากลางคืน และปิดไฟแสงสว่างในเวลากลางวัน
7.4. มี Circuit Breaker สำหรับตัดไฟฟ้าเพื่อการซ่อมบำรุง และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรบนเสา	7.4 มี **Circuit Breaker** สำหรับตัดไฟฟ้าเพื่อการซ่อมบำรุง และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรบนเสา
8. ระบบล่อฟ้าและสายกราวด์	8. ระบบล่อฟ้า และสายกราวด์
8.1. หัวล่อฟ้าทำด้วยทองแดงปลายแหลมสามแฉก ติดตั้งบนยอดเสา และหัวล่อฟ้าอยู่สูงกว่ายอดเสาไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร	8.1 หัวล่อฟ้าทำด้วยทองแดงปลายแหลมสามแฉก ติดตั้งบนยอดเสา และหัวล่อฟ้าอยู่สูงกว่ายอดเสา 2.5 เมตร
8.2. มีสายกราวด์ต่อจากหัวล่อฟ้าเดินลงมาตามเสาด้วยลวดตีเกลียวชุบกันสนิม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 sq.mm โดยมีลูกถ้วยฉนวนเป็นตัวยึดไปยังสื่อดิน1 จุด	8.2 มีสายกราวด์ต่อจากหัวล่อฟ้าเดินลงมาตามเสาด้วยลวดตีเกลียวชุบกันสนิม ขนาด 50 **sq.mm.** โดยมีลูกถ้วยฉนวนเป็นตัวยึดไปยังสื่อดิน 1 จุด
8.3. มีสายกราวด์เชื่อมต่อจากขาเสาโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดไม่น้อยกว่า 50 sq.mm ไปยังสื่อดินอีก 1 จุด	8.3 มีสายกราวด์เชื่อมต่อจากขาเสาโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดไม่น้อยกว่า 50 **sq.mm.** ไปยังสื่อดินอีก 1 จุด

คุณลักษณะเลขที่ S0543-0104-0159
หน้า 3/3

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

เสาอากาศโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมแบบไม่มีสายยึดโยง ความสูง 24 เมตร

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
8.4. มีแท่งกราวด์ร็อดขนาดไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 6 ฟุต 8.5 การต่อสายกราวด์เข้ากับแท่งกราวด์ร็อด โดยใช้วิธีการหลอมละลาย 8.6. ระบบกราวด์ดินมีค่าความความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม 9. ผู้เสนอราคาต้องเสนอแบบที่มีความแข็งแรงถูกต้องตามหลักมาตรฐานโครงสร้างเสาอากาศและหลักวิศวกรรม รับรองโดยวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ด้าน วิศวกรรมโยธา ระดับภาคีวิศวกรขึ้นไป 10. การรับประกันเสาอากาศวิทยุพร้อมอุปกรณ์ประกอบเป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ส่งมอบงาน	8.4 มีแท่งกราว์ร็อดขนาดไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 6 ฟุต 8.5 การต่อสายกราว์เข้ากับแท่งกราวด์ร็อด ใช้วิธีการหลอมละลาย 8.6 ระบบกราวด์ดินมีค่าความต้านทาน 5 โอห์ม 9. เสนอแบบที่มีความแข็งแรงถูกต้องตามหลักมาตรฐานโครงสร้างและหลักวิศวกรรม รับรองโดยวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมด้าน วิศวกรรมโยธา ระดับ วุฒิวิศวกร 10. รับประกันเสาอากาศวิทยุพร้อมอุปกรณ์ประกอบ 2 ปี นับจากวันส่งมอบงาน
ผู้เสนอราคาจำเป็นจะต้องกรอกตารางรายละเอียดคุณลักษณะเปรียบเทียบ โดยแจ้งถ้อยคำที่ปรากฏตามรายละเอียดคุณลักษณะอย่างเป็นจริง เพื่อแสดงคุณสมบัติครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคาต้องการ ที่จะนำเสนอในช่องว่างด้านคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอ เพื่อทำการเปรียบเทียบรายละเอียดในแต่ละรายการทุกรายการ โดยครบถ้วนและไม่บิดเบือนจากรายละเอียดคุณลักษณะของกรมชลประทาน	ผู้เสนอราคายอมรับที่จะกรอกข้อความให้ครบถ้วนและจะไม่บิดเบือนรายละเอียดคุณลักษณะของกรมชลประทาน และยอมรับผลการพิจารณาโดยยึดจากรายละเอียดคุณลักษณะที่กำหนดของกรมชลประทาน
ลงชื่อ ..... (นางไขแสง วิภาโตทัย) ประธานคณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ลงชื่อ ..... (นายชัยรัตน์ เกื้ออรุณ) ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	..... (.....) ผู้เสนอราคา วันที่ .....

Spec No. S0579-9999-0157
หน้า 1/4

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit: RTU)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
ยี่ห้อ.(Make)	ยี่ห้อ.(Make) B&R
รุ่น.(Model)	รุ่น.(Model) X20CP
ประเทศต้นกำเนิด(Country of origin)	ประเทศต้นกำเนิด(Country of origin) Australia
ประเทศที่ผลิต(Country of Manufacturer)	ประเทศที่ผลิต(Country of Manufacturer) Australia
1. <u>คุณสมบัติทั่วไป</u>	1. <u>คุณสมบัติทั่วไป</u>
1.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สารบัญการตรวจวัดข้อมูลด้านอุทกวิทยาที่เรียกว่า Remote Terminal Unit (ไม่ใช่PLC) มีลักษณะ เป็น Modules ที่แยกอิสระต่อกัน ได้แก่ Power Supply Module,CPU Module ,Input/Output Module โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าวต้องเป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกัน	1.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สารบัญการตรวจวัดข้อมูลด้านอุทกวิทยาที่เรียกว่า Remote Terminal Unit(ไม่ใช่ PLC) มีลักษณะ เป็น Modeules ที่แยกอิสระต่อกัน ได้แก่ Power Supply Module, CPU Module, Input/Output Module โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าวเป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกัน
1.2 สามารถพัฒนาเพื่อรองรับการทำงานของ Data Recovery ซึ่งจะทำการนำเอาข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำที่ไม่สามารถ ส่งกลับมาที่สถานีหลักในกรณีที่การสื่อสารขัดข้องให้สามารถส่งข้อมูลกลับมาที่สถานีหลักได้โดยอัตโนมัติ เมื่อการสื่อสารปกติ	1.2 สามารถพัฒนาเพื่อรองรับการทำงานของ Data Recovery ซึ่งจะทำการนำเอาข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำที่ไม่สามารถ ส่งกลับมาที่สถานีหลักในกรณีที่การส่อสารขัดข้องให้สามารถส่งข้อมูลกลับมาที่สถานีหลักได้โดยอัตโนมัติ เมื่อการสื่อสารปกติ
1.3 Unit ต้องบรรจุอยู่ใน Housing ที่แข็งแรง ทนทานต่อสภาวะอากาศและกันน้ำ และกันแมลง ตามมาตรฐาน NEMA- 4 หรือ IP65 หรือดีกว่า	1.3 Unit บรรจุอยู่ใน Housing ที่แข็งแรง ทนทานต่อสภาวะอากาศและกันน้ำ และกันแมลง ตามมาตรฐาน NEME - 4 หรือ IP 65
1.4 จะต้องสามารถตรวจสอบการทำงานและรายงานสาเหตุของการผิดปกติโดยย่อและในรายงานจะต้องประกอบด้วย วันเวลาที่เกิดเหตุผิดปกติ	1.4 สามารถตรวจสอบการทำงานและรายงานสาเหตุของการผิดปกติโดยย่อและในรายงานประกอบด้วย วันเวลาที่เกิดเหตุผิดปกติ
1.5 สามารถรองรับการส่งสัญญาณภาพ (Image) ระดับน้ำและเสาวัดระดับน้ำ ซึ่งได้จากตรวจจับ ภาพจากกล้อง ที่สถานีตรวจวัด มาแสดงผลที่สถานีหลักได้	1.5 สามารถรองรับการส่งสัญญาณภาพ (image) ระดับน้ำและเสาวัดระดับน้ำ ซึ่งได้จากตรวจจับ ภาพจากกล้อง ที่สถานีตรวจวัด มาแสดงผลที่สถานีหลักได้
1.6 อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit: RTU) ต้องได้การรับรองมาตรฐาน CE หรือบริษัทผู้ผลิตต้องได้มาตรฐาน ISO	1.6 อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit :RTU) ได้การรับรองมาตรฐาน CE
1.7 Operating Temperature: สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ70 °C หรือดีกว่า	1.7 Operating Temperature : สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -25°C ถึง 70 °C
1.8 ต้องใช้งานได้ดีในความชื้น ได้ถึง 90 % หรือดีกว่า	1.8 ใช้งานได้ดีในความชื้น ได้ถึง 95 %
2. <u>Input / Output Unit ทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัด Sensor ต่าง ๆ ทั้งแบบ Analog และ Digital</u>	2. <u>Input / Output Unit ทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัด Sensorต่าง ๆ ทั้งแบบ Analog และ Digital</u>
ข้อมูลเฉพาะของ Digital Input (Digital Module)	ข้อมูลเฉพาะของ Digital Input (Digital Module)
2.1 ไฟสัญญาณแสดงสภาวะการทำงานของ Unit ได้	2.1 ไฟสัญญาณแสดงสภาวะการทำงานของ Unit ได้
2.2 มีช่องสัญญาณแบบ Digital input อย่างน้อย 16 channel /Unit	2.2 มีช่องสัญญาณแบบ Digital input 16 Channel / Unit
2.3 Input Type:0-5 V, Dry Contact หรือ0 –24 VDC or VACหรือดีกว่า	2.3 Input Type: 0 -24 VDC
2.4 สามารถทำงานในลักษณะ Counter เพื่อรองรับการทำงานของเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน	2.4 สามารถทำงานในลักษณะ Counter เพื่อรองรับการทำงาน ของเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน
ข้อมูลจำเพาะของ Analog Input (Analog Module)	ข้อมูลจำเพาะของ Analog Input (Analog Module)
2.5 มีช่องสัญญาณแบบ Analog input อย่างน้อย 4 channel/ Unit	2.5 มีช่องสัญญาณแบบ Analog input 8 Channel / Unit

ec No. S0579-9999-0157 ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
หน้า 2/4 รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit: RTU)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
2.6 A to D Resolution: 12 bit or better	2.6 A to D Resolution : 12 bit
2.7 Accuracy: 0.5% of full scale หรือดีกว่า	2.7 Accuracy : 0.1 % of Full scale
2.8 Input type: 4-20 mA หรือดีกว่า	2.8 Input type : 4-20mA
2.9 Unit ที่ใช้จะต้องทำการเปลี่ยน (Replace) สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องหยุดการทำงานของระบบ	2.9 Unit ที่ใช้ทำการเปลี่ยน (Replace) สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องหยุดการทำงานของระบบ
2.10 สามารถกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ (Setup) ได้ง่ายผ่านระบบสื่อสารทางไกล โดยโปรแกรมดังกล่าวจะไม่สูญหายเมื่อไฟดับ	2.10 สามารถกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ (Setup) ได้ง่ายผ่านระบบสื่อสารทางไกล โดยโปรแกรมดังกล่าวจะไม่สูญหายเมื่อไฟดับ
2.11 เงื่อนไขการรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี	2 .11 รับประกัน 1 ปี
3. <u>ส่วนประมวลผลกลาง (CPU UNIT)</u>	3. <u>ส่วนประมวลผลกลาง (CPU UNIT)</u>
3.1 CPU Unit ประกอบด้วย Microprocessor ขนาดไม่น้อยกว่า 32 Bit Clock ความเร็วไม่น้อยกว่า 166 MHz และ สามารถทำงานในลักษณะ Multi-Tasking และหน่วยความจำ Memory ไม่น้อยกว่า 10 MB เพื่อรองรับการเก็บข้อมูลราย 15 นาที เป็นเวลา 30 วัน และข้อมูลจะต้องไม่สูญหายเมื่อไฟฟ้าดับ ที่ออกแบบให้มีโปรแกรมที่ใช้สำหรับงานตรวจวัดและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะนอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อได้กับอุปกรณ์ I/O Unit ทั้งที่เป็น Analog และ Digital ได้ และจะต้องมี Port เพื่อใช้สำหรับต่อกับ Computer NoteBook ในการจัดเก็บข้อมูลหรือโปรแกรมข้อมูลกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ลงไป	3.1 CPU Unit ประกอบด้วย Microprocessor ขนาดไม่น้อยกว่า 32 Bit Clock ความเร็ว 333 MHz และ สามารถทำงานในลักษณะ Multi-Tasking และหน่วยความ จำ Memory 128 MB เพื่อรองรับการเก็บข้อมูลราย 15 นาที เป็นเวลา 30 วัน และข้อมูลไม่สูญหายเมื่อดับไฟฟ้าดับ ที่ออกแบบให้มีโปรแกรมที่ใช้สำหรับงาน ตรวจวัดและควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ โดยเฉพาะนอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อได้ กับอุปกรณ์ I/O Unit ทั้งที่เป็น Analog และ Digital ได้ และมี Port เพื่อใช้ สำหรับต่อกับ Computer Note Book ในการจัดเก็บข้อมูลหรือโปรแกรม ข้อมูลกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ลงไป
3.2 มี Battery Backup ที่สามารถเลี้ยง CPU ให้ทำงานได้ในสภาวะที่ Main Power Supply ขัดข้องได้นานไม่น้อยกว่า 30 วัน เพื่อป้องกันข้อมูลและการตั้งค่าสูญหาย	3.2 มี Battery Backup ที่สามารถเลี้ยง CPU ให้ทำงานได้ในสภาวะที่ Main Power Supply ขัดข้องได้นาน 30 วัน เพื่อป้องกันข้อมูลและการตั้งค่าสูญหาย
3.3 มีพอร์ทสื่อสารไม่น้อยกว่า 3 พอร์ท โดยกำหนดให้มีพอร์ทสื่อสารแบบอนุกรม RS-232 หรือ และ RS-485 ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลไม่น้อยกว่า 9600 bps สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ NoteBook	3.3 มีพอร์ทสื่อสาร 3 พอร์ท โดยกำหนดให้มีพอร์ทสื่อสารแบบอนุกรม RS-232 และ RS-485 ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 9600 bps สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ Note Book
3.4 ต้องรองรับโปรโตคอลในการสื่อสารที่เป็นชนิดมาตรฐาน และใช้กันแพร่หลาย เช่น MODBUS, TCP/IP เป็นอย่างน้อย	3.4 รองรับโปรโตคอลในการสื่อสารที่เป็นชนิดมาตรฐาน และใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ MODBUS, TCP/IP
3.5 มีโปรแกรม หรือชุดคำสั่งที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าปรับปรุงหรือแก้ไขได้ด้วยภาษาระดับสูง เช่น BASIC(รองรับการใช้งานฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ตัวเลขทศนิยมและการยกกำลังที่ไม่ใช่ PBP,PICBASICPRO และไม่ใช่PBASIC)	3.5 มีโปรกรม หรือชุดคำสั่งที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าปรับปรุงหรือแก้ไขได้ด้วยภาษาระดับสูง เช่น BASIC (รองรับการใช้งานฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ตัวเลขทศนิยมและการยกกำลังที่ไม่ใช่ PBP,PICBASICPRO และไม่ใช่ PBASIC)
3.6 เงื่อนไขการรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี	3.6 รับประกัน 1 ปี
4. <u>หน่วยแสดงผลข้อมูลที่แสดงถึงการตรวจวัด, ค่าระดับน้ำหน่วย m.MSL และปริมาณฝนตก(ฝนตกรายชั่วโมงและ ปริมาณฝนตกสะสม 1 วัน)</u>	4. <u>หน่วยแสดงผลข้อมูลที่แสดงถึงการตรวจวัด, ค่าระดับน้ำหน่วย m.MSL และปริมาณฝนตก(ฝนตกรายชั่วโมงและ ปริมาณฝนตกสะสม 1 วัน)</u>
4.1 ตัวเลขแสดงผลไม่น้อยกว่าจำนวน 6 หลัก	4.1 ตัวเลขแสดงผล จำนวน 6 หลัก
4.2 รับสัญญาณ RS485 หรือ RS232 Modbus RTU Protocol (Slave)	4.2 รับสัญญาณ RS485 หรือ RS232 Modbus RTU Protocol (Slave)

pec No. S0579-9999-0157
หน้า 3/4

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit: RTU)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
4.3 สามารถเชื่อมต่อกับ PC, PLC, SCADA, RTU หรือ Micro Controller ผ่านทาง RS485 หรือ RS232 เพื่อแสดงค่าที่ต้องการได้ **5.อื่น ๆ** 5.1. ต้องมีคู่มือการใช้งาน แบบภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ 5.2 ผู้เสนอราคาต้องส่งแคตตาล็อค รูปแบบ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้เสนอราคาโดยจะต้องเป็นเอกสารตัวจริง จำนวน 1 ชุด	4.3 สามารถเชื่อมต่อกับ PC, PLC, SCADA, RTU หรือ Micro Controller ผ่านทาง RS485 หรือRS232 เพื่อแสดงค่าที่ต้องการได้ **5.อื่น ๆ** 5.1 มีคู่มือการใช้งาน แบบภาษาไทยและภาษาอังกฤษ 5.2 ผู้เสนอราคาจะส่งแคตตาล็อค รูปแบบ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้เสนอราคาโดยเป็นเอกสารตัวจริงจำนวน 1 ชุด

11 มิถุนายน 2557

Spec No. S0579-9999-0157
หน้า 4/4

ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....
รายการที่.....
จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Terminal Unit: RTU)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราค
ผู้เสนอราคาจำเป็นจะต้องกรอกรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะเปรียบเทียบโดยแจ้งถ้อยคำที่ปรากฏตามรายละเอียดคุณลักษณะอย่างเป็นจริงเพื่อแสดงคุณสมบัติครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคาต้องการนำเสนอในช่องว่างด้านคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอเพื่อทำการเปรียบเทียบรายละเอียดในแต่ละรายการทุกรายการ โดยไม่บิดเบือนจากคุณลักษณะของกรมชลประทาน	ผู้เสนอราคายอมรับที่จะกรอกเข้อความโดยครบถ้วนและจะไม่บิดเบือนรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน และยอมรับผลการพิจารณาโดยยึดจากรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน
(นายจรูญ แสนสุข) วิศวกรไฟฟ้าสื่อสารชำนาญการ (นายภาคภูมิ อิงคปรัชญากุล) ผู้อำนวยการส่วนสื่อสารโทรคมนาคม (นายชัยรัตน์ เกื้ออรุณ) 11 มิ.ย. 2557 ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	

Specifications No. DH ๑๑๕/๒๕๕๘ ประกวดราคาเลขที่.....

แผ่นที่ ๑ ของ ๓ รายการที่.....

จำนวน..... เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)

ชุดอุปกรณ์วัดระดับน้ำแบบเรดาร์

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา
๑ ยี่ห้อ/รุ่น ๒ ประเทศต้นกำเนิด (Country of origin) ๓ ประเทศที่ผลิต (Country of manufacturer) หรือประเทศที่ประกอบ (Country of assembly)	1. VEGA / VEGA PLUS 31 2. GERMANY 3. GERMANY
๔ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำแบบเรดาห์ที่เสนอ เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวัดระดับน้ำที่มีความเที่ยงตรง ใช้หลักการเปรียบเทียบระดับความลึกของน้ำกับการระยะเวลาการสะท้อนคลื่นย่านเรดาห์ที่ผิวน้ำบริเวณตรวจวัด เปลี่ยนค่าระดับความลึกของน้ำเป็นค่าสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน ๔-๒๐ mA / ๐-๒๔ mA หรือ ๐-๕ VDC เพื่อส่งเป็น Output ไปยังส่วนเก็บข้อมูลอื่นที่ใช้งานร่วมกันได้อีกด้วยเช่น PLC I/O, RTU I/O ,Data Logger หรือ ระบบโทรมาตร เป็นต้น มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่ามาตรฐานประเทศพร้อมเอกสาร สหรัฐอเมริกา, ยุโรป, ออสเตรเลีย หรือได้รับรองมาตรฐานสากลพร้อมอุปกรณ์ครบชุด สามารถประกอบใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของกรมชลประทาน ประกอบด้วย	4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำแบบเรดาห์ที่เสนอ เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวัดระดับน้ำที่มีความเที่ยงตรง ใช้หลักการเปรียบเทียบระดับความลึกของน้ำกับการระยะเวลาการสะท้อนคลื่นย่านเรดาห์ที่ผิวน้ำบริเวณตรวจวัด เปลี่ยนค่าระดับความลึกของน้ำเป็นค่า สัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA / 0-24 mA หรือ 0-5 VDC เพื่อส่งเป็น Output ไปยังส่วนเก็บข้อมูลอื่นที่ใช้งานร่วมกันได้อีกด้วยเช่น PLC I/O, RTU I/O, Data Logger หรือ ระบบโทรมาตร เป็นต้น มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่ามาตรฐานประเทศพร้อมเอกสาร ยุโรป สามารถประกอบใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของกรมชลประทาน ประกอบด้วย
๔.๑ มีช่วงการวัด เป็นมาตรฐานที่ความลึกของน้ำ ๐ – ๑๕ เมตร หรือดีกว่า	4.1 มีช่วงการวัด เป็นมาตรฐานที่ความลึกของน้ำ 0-15 เมตร
๔.๒ เป็นเครื่องมือที่ใช้กับระบบโทรมาตรอุทกวิทยาโดยเฉพาะ มีอุปกรณ์ประกอบที่มีมาตรฐานสอดคล้อง เหมาะสมกับการทำงานของระบบโทรมาตรอุทกวิทยา สามารถวัดค่าระดับน้ำได้เหมาะสมตามภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม โดยสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุด	4.2 เป็นเครื่องมือที่ใช้กับระบบโทรมาตรอุทกวิทยาโดยเฉพาะ มีอุปกรณ์ประกอบที่มีมาตรฐานสอดคล้อง เหมาะสมกับการทำงานของระบบโทรมาตรอุทกวิทยา สามารถวัดค่าระดับน้ำได้เหมาะสมตามภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม โดยสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุด

Specifications No. DH ๑๑๕/๒๕๕๘

แผ่นที่ ๒ ของ ๓

ประกวดราคาเลขที่.....

รายการที่ .....

จำนวน.....เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)

ชุดอุปกรณ์วัดระดับน้ำแบบเรดาร์

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา
๔.๓ ค่าความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด ไม่มากกว่า ๐.๒% ของช่วงที่ ทำการตรวจวัด (Full Scale)	4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด ไม่มากกว่า 0.015%ของช่วงที่ ทำการตรวจวัด (Full Scale)
๔.๔ สามารถทำงานที่ช่วงอุณหภูมิแวดล้อม – ๑๐ ถึง ๖๐ องศาเซลเซียส หรือดีกว่า	4.4 สามารถทำงานที่ช่วงอุณหภูมิแวดล้อม -40°C ถึง 80°C
๔.๕ Output เป็นสัญญาณไฟฟ้า ๔-๒๐ mA หรือ ๐-๕VDCหรือตามที่คณะกรรมการกำหนด	4.5 Output เป็นสัญญาณไฟฟ้า 4-20 mA
๔.๖ สามารถต่อ ชุด จ่ายไฟฟ้าภายนอกที่ระดับแรงดัน ๙-๓๕ VDC	4.6 สามารถต่อ ชุด จ่ายไฟฟ้าภายนอกที่ระดับแรงดัน 9-35 Vdc
๔.๗ สายสัญญาณ (Signal Cable) ใช้ได้ยาวจนถึง ๓๐ เมตรหรือมากกว่า	4.7 สายสัญญาณ (Signal Cable) ใช้ได้ยาวจนถึง 30 เมตรหรือมากกว่า
๔.๘ ให้ระบุบริษัทผู้ผลิต ถ้าผลิตภายในประเทศผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งบริษัท, ห้างและร้านผู้ผลิตด้วย และจะต้องรับรองคุณภาพของเครื่องที่ผลิตและทำด้วยความประณีตเรียบร้อย	4.8 VEGA Instrument Co., Ltd. ขอรับรองคุณภาพของเครื่องที่ผลิตและทำด้วยความประณีตเรียบร้อย

Specifications No DH ๑๑๕/๒๕๕๘
แผ่นที่ ๓ ของ ๓

ประกวดราคาเลขที่.....
รายการที่.....
จำนวน.....เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)
ชุดอุปกรณ์วัดระดับน้ำแบบเรดาร์

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา
ผู้ขายจะต้องเติมข้อความเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะตามความเป็นจริง ของผลิตภัณฑ์ในช่องรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา โดยไม่ลอกเลียนข้อความในช่องรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	ผู้เสนอราคายอมรับว่า อาจจะไม่ได้รับการพิจารณา หากมีการลอกเลียนข้อความในช่องรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน ผู้เสนอราคา (.....)
เสนอ (นายสุเมธ สาสุเสน) กค.อท.	
เห็นชอบ (นายจเร ทองด้วง) ผอท.	กลุ่มงานมาตรฐานเครื่องมือ ส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา DH ๑๑๕/๒๕๕๘ วันที่ ๖ ๗ ๑ ๒๕๕๘
อนุมัติ (นายทองเปลว กองจันทร์) ผส.บอ.	

Spec No.S0112-9999-0157 ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....

หน้า 1/2 รายการที่.....

จำนวนที่ต้องการ.....15.....ชุด

กล้องโทรทัศน์วงจรปิด IP แบบมุมมองคงที่ (IP Fixed Camera) มาตรฐานทั่วไป

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
1. ยี่ห้อ (Make) :	1. AXIS
2. รุ่น (Model) :	2. P1455 - LE
3. ประเทศต้นกำเนิด (Country of Origin) :	3. สวีเดน
4. ประเทศที่ผลิต (Country of Manufacturer) :	4.
5. เป็นกล้องวงจรปิดชนิด IP/Network Camera ที่ติดตั้งด้วยมุมการมองภาพแบบคงที่ (Box Camera)	5. เป็นกล้องวงจรปิดชนิด IP/Network Camera ที่ติดตั้งด้วยมุมการมองภาพแบบคงที่ (Box Camera)
6. สามารถแสดงภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืน (Day/Night Camera)	6. Day/Night Camera
7. มีระบบการ Scan ภาพแบบ Progressive Scan หรือ Lumii Technology หรือดีกว่า	7. Scan ภาพแบบ Progessive Scan
8. มีขนาดตัวรับภาพไม่เล็กกว่า 1/3.2 นิ้ว ชนิด CCD หรือ CMOS หรือ MOS หรือ Low Light Performance หรือดีกว่า พร้อมเลนส์	8. ขนาดตัวรับภาพ 1/2.8 นิ้ว ชนิด CMOS พร้อมเลนส์
9. สามารถส่งสัญญาณภาพได้ที่ 25 FPS หรือดีกว่า	9. ส่งสัญญาณภาพได้ที่ 25/30 FPS
10. มีความละเอียดของกล้องตั้งแต่ 2.4 MegaPixels ขึ้นไป หรือ Full HD 1080p หรือดีกว่า	10. ความละเอียด HDTV 1080p
11. มีความไวแสงน้อยสุด ไม่มากกว่า 0.25 LUX สำหรับการแสดงภาพสี (Day Mode) และไม่มากกว่า 0.20 LUX สำหรับการแสดงภาพขาวดำ(Night Mode) หรือดีกว่า	11. ความไวแสง 0.07 LUX สำหรับการแสดงภาพสี ความไวแสง 0.01 LUX สำหรับภาพขาวดำ
12. สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range) หรือสามารถลดสัญญาณรบกวน (Digital Noise Reduction)	12. Wide Dynmic Range (WDR)
13. รองรับการส่งสัญญาณภาพแบบ Dual Stream หรือดีกว่า	13. Multi Streaming
14. ส่งสัญญาณภาพแบบ ONVIF H.264 หรือเทียบเท่า	14. ONVIF H.264
15. สามารถใช้งานกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากอุปกรณ์แบบ Power Over Ethernet (PoE) ได้	15. สามารถใช้งานกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออำจากอุปกรณ์แบบ Power Over Ethernet (POE)

คณะกรรมการ

8 ก.ย. 2557

Spec No.S0112-9999-0157 ประกวดราคา/สอบราคา เลขที่.....

หน้า 2/2 รายการที่.....

จำนวนที่ต้องการ.....ชุด

กล้องโทรทัศน์วงจรปิด IP แบบมุมมองคงที่ (IP Fixed Camera) มาตรฐานทั่วไป

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของผู้เสนอราคา
ผู้เสนอราคาจำเป็นจะต้องกรอกตาราง รายละเอียดคุณลักษณะเปรียบเทียบ โดยแจ้งถ้อยคำที่ปรากฏตามรายละเอียดคุณลักษณะอย่างเป็นจริง เพื่อแสดงคุณสมบัติครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคาต้องการที่จะนำเสนอในช่องว่างด้านคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอ เพื่อทำการเปรียบเทียบรายละเอียดในแต่ละรายการทุกรายการ โดยครบถ้วนและไม่บิดเบือนจากรายละเอียดคุณลักษณะของกรมชลประทาน	ผู้เสนอราคายอมรับที่จะกรอกข้อความโดยครบถ้วนและจะไม่บิดเบือนรายละเอียดคุณลักษณะของกรมชลประทาน และยอมรับผลการพิจารณาโดยยึดจากรายละเอียดคุณลักษณะที่กำหนดของกรมชลประทาน
ลงชื่อ..... (นายณรงค์พล แสงธีรกิจ) วิศวกรไฟฟ้าสื่อสารชำนาญการ รักษาการในตำแหน่งหัวหน้ากลุ่มงานโทรคมนาคม ลงชื่อ..... (นายภาคภูมิ อิงคปรัชญากุล) ผู้อำนวยการส่วนสื่อสารโทรคมนาคม ลงชื่อ..... (นายชัยรัตน์ เกื้ออรุณ) 8 ก.ย. 2557 ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	..... (.....) (ผู้เสนอราคา) วันที่.....

Specifications No. DH ๑๑๗/๒๕๕๘

แผ่นที่ ๑ ของ ๓

ประกวดราคาเลขที่.....

รายการที่.....

จำนวน.....เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)

ชุดอุปกรณ์วัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา
๑ ยี่ห้อ/รุ่น	1. LIKA/AM58
๒ ประเทศต้นกำเนิด (Country of origin)	2. อิตาลี
๓ ประเทศที่ผลิต (Country of manufacturer) หรือประเทศที่ประกอบ (Country of assembly)	3. อิตาลี
๔ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ เซ็นเซอร์วัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุนที่เสนอ เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวัดระยะเปิดบานฯ แบบจานหมุนที่มีความเที่ยงตรง โดยการวัดระยะเปิดบานฯ จะมีส่วนที่เป็นชุดเชื่อมต่อเข้ากับบานประตูฯ โดยยึดกับลวดสลิงของประตูระบายหรือเฟืองทดของประตูระบายน้ำ โดยการปรับระยะเปิด-ปิดบานฯ จะสัมพันธ์กับระยะการหมุนของส่วน pulley หรือแกนหมุนของ Shaft Encoder และเปลี่ยนค่าที่วัดได้เป็นค่าสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน ๔-๒๐ mA หรือ ๐-๒๔ mA หรือ ๐-๕ VDC หรือใช้เป็นแบบ Protocol มาตรฐานผ่านพอร์ต LAN หรือ SDI-๑๒ หรือ RS-๒๓๒ หรือ RS-๔๘๕ เพื่อส่งเป็น Output ไปยังส่วนเก็บข้อมูลอื่นที่ใช้งานร่วมกันได้อีกด้วยเช่น PLC I/O, RTU I/O ,Data Logger หรือ ระบบโทรมาตร เป็นต้น มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่ามาตรฐานประเทศพร้อมเอกสาร สหรัฐอเมริกา, ยุโรป, ออสเตรเลีย หรือได้รับรองมาตรฐานสากลพร้อมอุปกรณ์ครบชุด สามารถประกอบใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของกรมชลประทาน ประกอบด้วย ๔.๑ ครอบคลุมช่วงการวัดเปิดสูงสุดและปิดต่ำสุดของบานประตูระบายน้ำ ๔.๒ มีค่าระดับการป้องกัน (Protection Class) ไม่น้อยกว่า IP๖๕	4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ เซ็นเซอร์วัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุนที่เสนอ เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวัดระยะเปิดบานฯ จะมีส่วนที่เป็นชุดเชื่อมต่อเข้ากับบานประตูฯ โดยยึดกับลวดสลิงของประตูระบายหรือเฟืองทดของประตูระบายน้ำ โดยการปรับระยะเปิด-ปิดบานฯ จะสัมพันธ์กับระยะการหมุนของส่วน Pulley หรือแกนหมุนของ Shaft Encoder และเปลี่ยนค่าที่วัดได้เป็นค่าสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA เพื่อส่งเป็น Output ไปยังส่วนเก็บข้อมูลอื่นที่ใช้งานร่วมกันได้อีกด้วยเช่น PLC I/O, RTU I/O ,Data Logger หรือระบบโทรมาตร เป็นต้น มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่ามาตรฐานประเทศพร้อมเอกสาร ยุโรป และได้รับรองมาตรฐานสากลพร้อมอุปกรณ์ครบชุด สามารถประกอบใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของกรมชลประทาน ประกอบด้วย 4.1 ครอบคลุมช่วงการวัดเปิดสูงสุดและปิดต่ำสุดของบานประตูระบายน้ำ 4.2 มีค่าระดับการป้องกัน (Protection Class) IP67

Specifications No. DH ๑๑๗/๒๕๕๘
แผ่นที่ ๒ ของ ๓

ประกวดราคาเลขที่.....
รายการที่.....
จำนวน.....เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)
ชุดอุปกรณ์วัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา
๔.๓ ค่าความแม่นยำ (Accuracy) หรือความละเอียดในการวัด (Resolution) ไม่น้อยกว่า ๑.๐ mm หรือ ๑๒ bits หรือดีกว่า	4.3 ความระเอียดในการวัด (Resolution) = 16 bits.
๔.๔ ความสามารถในการตรวจจับ ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ mm/sec หรือ Shaft Rotation Speed ไม่น้อยกว่า ๙๐๐๐ rpm	4.4 Shaft Rotation Speed = 12,000 rpm.
๔.๕ มีอุปกรณ์แสดงผล ๗ Segment เป็นอย่างน้อย โดยสามารถแสดงได้ ๕ ตำแหน่ง หรือดีกว่า	4.5 มีอุปกรณ์แสดงผล 7 Segment เป็นอย่างน้อย โดยสามารถแสดงได้ 5 ตำแหน่ง หรือดีกว่า
๔.๖ สามารถทำงานที่ช่วงอุณหภูมิแวดล้อม –๑๐ ถึง ๖๐ องศาเซลเซียส หรือดีกว่า	4.6 สามารถทำงานที่ช่วงอุณหภูมิแวดล้อม -25 ถึง 85 องศาเซลเซียส
๔.๗ Output เป็นสัญญาณไฟฟ้า ๔-๒๐ mA หรือ ๐-๕VDC หรือใช้เป็นแบบ Protocol มาตรฐานผ่านพอร์ต SDI-๑๒ หรือ RS-๒๓๒ หรือ RS-๔๘๕ หรือตามที่คณะกรรมการกำหนด	4.7 Output เป็น 4-20 mA
๔.๘ ให้ระบุบริษัทผู้ผลิต ถ้าผลิตภายในประเทศผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งบริษัท, ห้างและร้านผู้ผลิตด้วย และจะต้องรับรองคุณภาพของเครื่องที่ผลิตและทำด้วยความประณีตเรียบร้อย	4.8 บริษัท คอมโพแม็ก จำกัด และขอรับรองคุณภาพของเครื่องที่ผลิตและทำด้วยความประณีตเรียบร้อย

Specifications No. DH ๑๑๗/๒๕๕๘
แผ่นที่ ๓ ของ ๓

ประกวดราคาเลขที่.....
รายการที่.....
จำนวน.....เครื่อง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)
ชุดอุปกรณ์วัดระยะเปิดบานประตูระบายน้ำแบบจานหมุน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน	รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา
ผู้ขายจะต้องเติมข้อความเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะตามความเป็นจริง ของผลิตภัณฑ์ในช่องรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะผู้เสนอราคา โดยไม่ลอกเลียนข้อความในช่องรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน เสนอ (นายสุเมธ สาธุเสน) กค.อท. เห็นชอบ (นายจเร ทองด้วง) ผอท. อนุมัติ (นายทองเปลว กองจันทร์) ผส.บอ.	ผู้เสนอราคายอมรับว่า อาจจะไม่ได้รับการพิจารณา หากมีการลอกเลียนข้อความในช่องรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมชลประทาน ผู้เสนอราคา (.....) กลุ่มงานมาตรฐานเครื่องมือ ส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา DH ๑๑๗/๒๕๕๘ วันที่ ๖ พ.ค. ๒๕๕๘

ภาคผนวก ค
ชุดคำสั่งระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ

```
PROGRAM _CYCLIC
	TON_01( IN:=check_T1, PT:=T#20s );
	TON_02( IN:=check_T2, PT:=T#20s );
	TON_03( IN:=check_T3, PT:=T#20s );
	TON_04( IN:=check_T4, PT:=T#20s );
	g_AVG := g_gate_position_1 + g_gate_position_2 + g_gate_position_3;
	GO := INT_TO_REAL(g_AVG) / 300;
	WLU := INT_TO_REAL(g_WL_upstream) /100;
	WLD := INT_TO_REAL(g_WL_downstream) /100;
	//GO := g_AVG1;
	//WLU := g_WL_u1;
	//WLD := g_WL_d1;
	g_m := INT_TO_REAL(g_m_cs)/10000;
	g_c := INT_TO_REAL(g_c_cs)/10000;
	L := 18.00;
	Hs := WLD - 42.499;
	Sqroot := 19.62*(WLU - WLD);
	H := SQRT(Sqroot);
	HsGo := Hs/GO;
	LnHsGo := LN(HsGo);
	LNCs := g_m * LnHsGo;
	LNCs1 := LNCs + g_c;
	base := 2.71828;
	Cs := EXPT(base, LNCs1);
	g_Cs := REAL_TO_INT(Cs*1000);
	A := Cs*L;
	B := Hs*H;
	Q := A*B;
	g_flow := REAL_TO_INT(Q*100);
	uiHReg[28] := g_G1;
	uiHReg[29] := g_G2;
	uiHReg[30] := g_G3;
	uiHReg[31] := time_min1;
```

```
IF EDGEPOS (Check_TT) THEN
	time_min1 := g_timeM2;
END_IF
IF Check_TT THEN
	IF time_msec >= 1 THEN
		time_sec := time_sec + 1;
		time_msec := 0;
	ELSE
		time_msec := time_msec + 0.1;
	END_IF
	IF time_sec >= 60 THEN
		time_min := time_min + 1;
		time_sec := 0;
	END_IF
	IF time_min <= g_timeM2 THEN
		IF time_msec1 >= 1 THEN
			time_sec1 := time_sec1 + 1;
			time_msec1 := 0;
		ELSE
			time_msec1 := time_msec1 + 0.1;
		END_IF
		IF time_sec1 >= 60 THEN
			time_min1 := time_min1 - 1;
			time_sec1 := 0;
		END_IF
	ELSE
		time_min1 := 0;
	END_IF
END_IF
```

```
g_Q1 := INT_TO_REAL(g_flow)/100;
g_Q2 := INT_TO_REAL(g_Scada_flow)/100;
g_q1 := g_Q1/g_Q2;
g_Tok1 := (100 - g_TOKM2);
g_Tok2 := INT_TO_REAL(g_Tok1)/100;
g_Tok3 := (100 + g_TOKM2);
g_Tok4 := INT_TO_REAL(g_Tok3)/100;
IF (g_q1 >= g_Tok2) AND (g_q1 <= g_Tok4)  THEN
        start_M1 := FALSE;
ELSE
        start_M1 := TRUE;
END_IF
IF (g_q1 >= g_Tok2) AND (g_q1 <= g_Tok4)  THEN
        start_M2 := FALSE;
ELSE
        start_M2 := TRUE;
END_IF
IF (Hour_min <= Hour_min_1) THEN
        Check_time := TRUE;
ELSE
        Check_time := FALSE;
        bCoils[20] := FALSE;
        bCoils[21] := TRUE;
        bCoils[16] := 0;
END_IF
```

```
//////LIMIT GATE ////////
IF (g_gate_position_1 <= g_min_g1) THEN
        limit_lowgate1 := FALSE;
ELSE
        limit_lowgate1 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_1 >= g_max_g1) THEN
        limit_upgate1 := FALSE;
ELSE
        limit_upgate1 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_2 <= g_min_g2) THEN
        limit_lowgate2 := FALSE;
ELSE
        limit_lowgate2 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_2 >= g_max_g2) THEN
        limit_upgate2 := FALSE;
ELSE
        limit_upgate2 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_3 <= g_min_g3) THEN
        limit_lowgate3 := FALSE;
ELSE
        limit_lowgate3 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_3 >= g_max_g3) THEN
        limit_upgate3 := FALSE;
ELSE
        limit_upgate3 := TRUE;
END_IF
```

```
        ///// Control gate After run /////
        IF check_after THEN
            //time Control after run//
            IF time_msec0 >= 1 THEN
                time_sec0 := time_sec0 + 1;
                time_msec0 := 0;
            ELSE
                time_msec0 := time_msec0 + 0.1;
            END_IF
            IF time_sec0 >= 60 THEN
                time_min0 := time_min0 + 1;
                time_sec0 := 0;
            END_IF
        END_IF

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
        IF g_remote_di1 AND g_auto_scada THEN
            IF g_mode2_scada THEN
                IF EDGEPOS (g_startSEQM2) THEN
                    Run := TRUE;
                END_IF
                IF g_startSEQM2 AND Check_time  THEN
                    g_stopSEQM2 := FALSE;
                    CASE gStep OF
                        0:
                    IF  Run AND start_M2 OR start_M1 AND (time_min1 <= 1) THEN
                        IF (g_Scada_flow < g_flow) AND start_M2 THEN
                            Start_low := TRUE;
                            g_f0 := (g_Q2 - g_Q1)/g_Q1;
                            IF ((g_f0 >= 0.03) AND (g_f0 <0.05)) OR ((g_f0 < 0.03)
AND (g_f0 > -0.05)) THEN
                                gate0 := 2;
```

```
                                        ELSIF ((g_f0 >= 0.05) AND (g_f0 <0.07)) OR ((g_f0
<= -0.05) AND (g_f0 > -0.07)) THEN
                                            gate0 := 3;
                                        ELSIF ((g_f0 >= 0.07) AND (g_f0 <0.09)) OR ((g_f0
<= -0.07) AND (g_f0 > -0.09)) THEN
                                            gate0 := 4;
                                        ELSEIF  (g_f0 >= 0.09) OR (g_f0 <= -0.09) THEN
                                            gate0 := 5;
                                            END_IF
                                        END_IF
                                        IF g_ready_g1 THEN
                                        g_G1 := g_gate_position_1 - gate0;
                                        g_G2 := g_gate_position_1  gate0;
                                        g_G3 := g_gate_position_1 - gate0;
                                        g_f4 := g_gate_position_1 - gate0;
                                        g_f5 := g_gate_position_1 - gate0;
                                        g_f6 := g_gate_position_1 - gate0;
                                        G_Check := FALSE;
                                        ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2 THEN
                                        g_G1 := g_gate_position_2 - gate0;
                                        g_G2 := g_gate_position_2 - gate0;
                                        g_G3 := g_gate_position_2 - gate0;
                                        g_f4 := g_gate_position_2 - gate0;
                                        g_f5 := g_gate_position_2 - gate0;
                                        g_f6 := g_gate_position_2 - gate0;
                                        G_Check := FALSE;
                                        ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2 =
FALSE AND g_ready_g3 THEN
                                        g_G1 := g_gate_position_3 - gate0;
                                        g_G2 := g_gate_position_3 - gate0;
                                        g_G3 := g_gate_position_3 - gate0;
                                        g_f4 := g_gate_position_3 - gate0;
                                        g_f5 := g_gate_position_3 - gate0;
```

```
                                    g_f6 := g_gate_position_3 - gate0;
                                    G_Check := FALSE;
                                    END_IF
                                    ELSIF (g_Scada_flow > g_flow) AND start_M2
THEN
                                     Start_up := TRUE;
                                     g_f0 := (g_Q2 - g_Q1)/g_Q1;
                                     IF ((g_f0 >= 0.03) AND (g_f0 <0.05)) OR ((g_f0 <
0.03) AND (g_f0 > -0.05)) THEN
                                           gate0 := 2;
                                     ELSIF ((g_f0 >= 0.05) AND (g_f0 <0.07)) OR ((g_f0
<= -0.05) AND (g_f0 > -0.07)) THEN
                                           gate0 := 3;
                                     ELSIF ((g_f0 >= 0.07) AND (g_f0 <0.09)) OR ((g_f0
<= -0.07) AND (g_f0 > -0.09)) THEN
                                           gate0 := 4;
                                     ELSEIF  (g_f0 >= 0.09) OR (g_f0 <= -0.09) THEN
                                           gate0 := 5;
                                           END_IF
                                     END_IF
                                     IF g_ready_g1 THEN
                                              g_G1 := g_gate_position_1 + gate0;
                                              g_G2 := g_gate_position_1 + gate0;
                                              g_G3 := g_gate_position_1 + gate0;
                                              g_f1 := g_gate_position_1 + gate0;
                                              g_f2 := g_gate_position_1 + gate0;
                                              g_f3 := g_gate_position_1 + gate0;
                                              G_Check := FALSE;
                                           ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2
THEN
                                              g_G1 := g_gate_position_2 + gate0;
                                              g_G2 := g_gate_position_2 + gate0;
                                              g_G3 := g_gate_position_2 + gate0;
```

```
                    g_f1 := g_gate_position_2 + gate0;
                    g_f2 := g_gate_position_2 + gate0;
                    g_f3 := g_gate_position_2 + gate0;
                    G_Check := FALSE;
                ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2
= FALSE AND g_ready_g3 THEN
                    g_G1 := g_gate_position_3 + gate0;
                    g_G2 := g_gate_position_3 + gate0;
                    g_G3 := g_gate_position_3 + gate0;
                    g_f1 := g_gate_position_3 + gate0;
                    g_f2 := g_gate_position_3 + gate0;
                    g_f3 := g_gate_position_3 + gate0;
                    G_Check := FALSE;
                END_IF
            ELSE
                g_G1 := g_gate_position_1;
                g_G2 := g_gate_position_2;
                g_G3 := g_gate_position_3;
                G_Check := FALSE;
            END_IF
        ELSE
            g_G1 := g_gate_position_1;
            g_G2 := g_gate_position_2;
            g_G3 := g_gate_position_3;
        END_IF
        IF Start_low AND start_M1 AND (time_min >=
g_timeM2) OR Start_low AND Run AND start_M2  THEN
            g_f := (g_Q2 - g_Q1)/g_Q1;
            IF ((g_f0 >= 0.03) AND (g_f0 <0.05)) OR ((g_f0 <
0.03) AND (g_f0 > -0.05)) THEN
                gate := 2;
            ELSIF ((g_f0 >= 0.05) AND (g_f0 <0.07)) OR ((g_f0
<= -0.05) AND (g_f0 > -0.07)) THEN
```

```
                    gate := 3;
                ELSIF ((g_f0 >= 0.07) AND (g_f0 <0.09)) OR ((g_f0
<= -0.07) AND (g_f0 > -0.09)) THEN
                    gate := 4;
                ELSEIF  (g_f0 >= 0.09) OR (g_f0 <= -0.09) THEN
                    gate := 5;
                END_IF
            END_IF
            Check_AVG := 0;
            Check_stop1 := 0;
            Check_stop2 := 0;
            Check_stop3 := 0;
            check_up1 := FALSE;
            check_up2 := FALSE;
            check_up3 := FALSE;
            check_low1 := FALSE;
            check_low2 := FALSE;
            check_low3 := FALSE;
            Check_TOK := FALSE;
            Check_TT := FALSE;
            g_C := 1;
            gStep := 2;
        ELSIF Start_up  AND start_M1 AND (time_min >=
g_timeM2) OR Start_up  AND Run AND start_M2  THEN
            g_f := (g_Q2 - g_Q1)/g_Q1;
            IF ((g_f0 >= 0.03) AND (g_f0 <0.05)) OR ((g_f0 <
0.03) AND (g_f0 > -0.05)) THEN
                gate := 2;
            ELSIF ((g_f0 >= 0.05) AND (g_f0 <0.07)) OR ((g_f0
<= -0.05) AND (g_f0 > -0.07)) THEN
                gate := 3;
            ELSIF ((g_f0 >= 0.07) AND (g_f0 <0.09)) OR ((g_f0
<= -0.07) AND (g_f0 > -0.09)) THEN
```

```
                    gate := 4;
                ELSE
                    IF  (g_f0 >= 0.09) OR (g_f0 <= -0.09) THEN
                        gate := 5;
                    END_IF
                END_IF
                Check_AVG := 0;
                Check_stop1 := 0;
                Check_stop2 := 0;
                Check_stop3 := 0;
                check_up1 := FALSE;
                check_up2 := FALSE;
                check_up3 := FALSE;
                check_low1 := FALSE;
                check_low2 := FALSE;
                check_low3 := FALSE;
                Check_TOK := FALSE;
                Check_TT := FALSE;
                g_O := 1;
                gStep := 1;
            ELSE
                IF (g_Scada_flow = g_flow) THEN
                    gStep := 0;
                END_IF
            END_IF
////STEP 1 UPPER GATE CONTROL ////
        1:  (*IF (gStep = 1) AND (check_up = FALSE) AND g_ready_g1 THEN
                g_f1 := g_gate_position_1 + gate;
                g_f2 := g_gate_position_1 + gate;
                g_f3 := g_gate_position_1 + gate;

                ELSIF (gStep = 1) AND (check_up = FALSE) AND g_ready_g1 = FALSE AND
g_ready_g2 THEN
```

```
                    g_f2 := g_gate_position_2 + gate;
                    g_f3 := g_gate_position_2 + gate;
                ELSIF (gStep = 1) AND (check_up = FALSE) AND g_ready_g1 = FALSE AND
g_ready_g2 = FALSE THEN
                    g_f3 := g_gate_position_3 + gate;
                    END_IF*)

        CASE g_O OF
        1:  IF limit_upgate1 AND g_ready_g1 THEN
            //up G1 //
                g_up_g1do1 := TRUE;
                bCoils[22] := TRUE;
                g_stop_g1do2 := FALSE;
                g_low_g1do3 := FALSE;
                bCoils[24] := FALSE;
                bCoils[23] := FALSE;
                check_up := TRUE;
                check_up1 := TRUE;
                check_T1 := TRUE;
                time_sec := 0;
                time_msec := 0;
                time_min := 0;
                trigger_q := TRUE;
                gStep := 3;
                ELSIF limit_upgate1 = FALSE OR g_ready_g1 = FALSE THEN
                    check_T1 := TRUE;
                    Check_stop1 := 1;
                    g_O := 2;
            END_IF


        2:  IF limit_upgate2 AND g_ready_g2 AND  TON_01.Q  THEN
            // up G2 //
```

```
            g_up_g1do4 := TRUE;
            bCoils[25] := TRUE;
            g_stop_g1do5 := FALSE;
            g_low_g1do6 := FALSE;
            bCoils[27] := FALSE;
            bCoils[26] := FALSE;
            check_up := TRUE;
            check_up2 := TRUE;
            check_T2 := TRUE;
            time_sec := 0;
            time_msec := 0;
            time_min := 0;
            trigger_q := TRUE;
            gStep := 3;
            ELSIF limit_upgate2 = FALSE OR g_ready_g2 = FALSE THEN
                  check_T2 := TRUE;
                  Check_stop2 := 1;
                  g_O := 3;
      END_IF
3:    IF limit_upgate3 AND g_ready_g3 AND  TON_02.Q THEN
      // up G3 //
            g_up_g1do7 := TRUE;
            bCoils[28] := TRUE;
            g_stop_g1do8 := FALSE;
            g_low_g1do9 := FALSE;
            bCoils[30] := FALSE;
            bCoils[29] := FALSE;
            check_up := TRUE;
            check_up3 := TRUE;
            time_sec := 0;
            time_msec := 0;
            time_min := 0;
            trigger_q := TRUE;
```

```
                gStep := 3;
                ELSIF limit_upgate3 = FALSE OR g_ready_g3 = FALSE THEN
                        Check_stop3 := 1;
                        gStep := 3;
                END_IF
        END_CASE

////STEP 2 LOWER GATE CONTROL ////
2:      CASE g_C OF
        1:      IF limit_lowgate1 AND g_ready_g1  THEN
                // low G1 //
                        g_low_g1do3 := TRUE;
                        bCoils[24] := TRUE;
                        g_stop_g1do2 := FALSE;
                        g_up_g1do1 := FALSE;
                        bCoils[22] := FALSE;
                        bCoils[23] := FALSE;
                        check_low := TRUE;
                        check_low1 := TRUE;
                        time_sec := 0;
                        time_msec := 0;
                        time_min := 0;
                        trigger_q := TRUE;
                        check_T3 := TRUE;
                        gStep := 3;
                        ELSIF limit_lowgate1 = FALSE OR g_ready_g1 = FALSE THEN
                                Check_stop1 := 1;
                                check_T3 := TRUE;
                                g_C := 2;
                END_IF

        2:      IF limit_lowgate2 AND g_ready_g2 AND TON_03.Q THEN
                // low G2 //
```

```
            g_low_g1do6 := TRUE;
            bCoils[27] := TRUE;
            g_stop_g1do5 := FALSE;
            g_up_g1do4 := FALSE;
            bCoils[25] := FALSE;
            bCoils[26] := FALSE;
            check_low := TRUE;
            check_low2 := TRUE;
            time_sec := 0;
            time_msec := 0;
            time_min := 0;
            trigger_q := TRUE;
            check_T4 := TRUE;
            gStep := 3;
            ELSIF limit_lowgate2 = FALSE OR g_ready_g2 = FALSE  THEN
                  Check_stop2 := 1;
                  check_T4 := TRUE;
                  g_C := 3;
      END_IF
3:    IF limit_lowgate3 AND g_ready_g3 AND TON_04.Q THEN
      // low G3 //
            g_low_g1do9 := TRUE;
            bCoils[30] := TRUE;
            g_stop_g1do8 := FALSE;
            g_up_g1do7 := FALSE;
            bCoils[28] := FALSE;
            bCoils[29] := FALSE;
            check_low := TRUE;
            check_low3 := TRUE;
            time_sec := 0;
            time_msec := 0;
            time_min := 0;
            trigger_q := TRUE;
```

```
                    gStep := 3;
                    ELSIF limit_lowgate3 = FALSE OR g_ready_g3 = FALSE THEN
                        Check_stop3 := 1;
                        gStep := 3;
                END_IF
            END_CASE
////STEP 3 STOP GATE CONTROL ////
            3:
                // Stop G1 //
                IF ((g_gate_position_1 >= g_f1) AND check_up1) OR ((g_gate_position_1 <=
g_f4)AND check_low1) OR (g_overload_g1s1di5) AND (g_stop_g1do2 = FALSE) OR
(g_gate_position_1 <= g_min_g1) AND (check_up1 = FALSE) AND g_lower_g1s1di4 OR
(g_gate_position_1 >= g_max_g1) AND (check_low1 = FALSE) AND g_upper_g1s1di3 THEN
                    g_stop_g1do2 := TRUE;
                    bCoils[23] := TRUE;
                    g_up_g1do1 := FALSE;
                    g_low_g1do3 := FALSE;
                    bCoils[22] := FALSE;
                    bCoils[24] := FALSE;
                    trigger_q := FALSE;
                    Check_stop1 := 1;
                        IF check_up1 THEN
                            trigger_q := FALSE;
                            g_O := 2;
                            gStep := 1;
                            ELSIF check_low1 THEN
                                trigger_q := FALSE;
                                g_C := 2;
                                gStep := 2;
                        END_IF
                END_IF
                // Stop G2 //
```

```
            IF ((g_gate_position_2 >= g_f2) AND check_up2) OR ((g_gate_position_2 <=
g_f5) AND check_low2) OR (g_overload_g1s1di10) AND (g_stop_g1do5 = FALSE) OR
(g_gate_position_2 <= g_min_g2) AND (check_up2 = FALSE) AND g_lower_g1s1di9 OR
(g_gate_position_2 >= g_max_g2)AND (check_low2 = FALSE) AND g_upper_g1s1di8 THEN
                    g_stop_g1do5 := TRUE;
                    bCoils[26] := TRUE;
                    g_up_g1do4 := FALSE;
                    g_low_g1do6 := FALSE;
                    bCoils[25] := FALSE;
                    bCoils[27] := FALSE;
                    trigger_q := FALSE;
                    Check_stop2 := 1;
                        IF check_up2 THEN
                            trigger_q := FALSE;
                            g_O := 3;
                            gStep := 1;
                            ELSIF check_low2 THEN
                                trigger_q := FALSE;
                                g_C := 3;
                                gStep := 2;
                        END_IF
            END_IF
        // Stop G3 //
            IF ((g_gate_position_3 >= g_f3) AND check_up3) OR ((g_gate_position_3 <=
g_f6) AND check_low3) OR (g_overload_g1s2di3) AND (g_stop_g1do8 = FALSE) OR
(g_gate_position_3 <= g_min_g3) AND (check_up3 = FALSE) AND g_lower_g1s2di2 OR
(g_gate_position_3 >= g_max_g3) AND (check_low3 = FALSE) AND g_upper_g1s2di1 THEN
                    g_stop_g1do8 := TRUE;
                    bCoils[29] := TRUE;
                    g_up_g1do7 := FALSE;
                    g_low_g1do9 := FALSE;
                    bCoils[28] := FALSE;
                    bCoils[30] := FALSE;
```

```
        trigger_q := FALSE;
        Check_stop3 := 1;
END_IF
Check_AVG := Check_stop1 + Check_stop2 + Check_stop3;
        IF (Check_AVG = 3) THEN
                trigger_q := FALSE;
                history_m2 := TRUE;
                Check_TOK := TRUE;
                Check_TT := TRUE;
                time_min1 := g_timeM2;
                time_sec1 := 0;
                time_msec1 := 0;
                start_M1 := FALSE;
                G_Check := TRUE;
                check_up := FALSE;
                check_low := FALSE;
                Start_low := FALSE;
                Start_up := FALSE;
                check_up1 := FALSE;
                check_up2 := FALSE;
                check_up3 := FALSE;
                check_low1 := FALSE;
                check_low2 := FALSE;
                check_low3 := FALSE;
                check_T1 := FALSE;
                check_T2 := FALSE;
                check_T3 := FALSE;
                check_T4 := FALSE;
                b_gate_to := FALSE;
                check_after := TRUE;
                time_sec0 := 0;
                time_msec0 := 0;
                time_min0 := 0;
```

```
                gate := 0;
                Run := FALSE;
                gStep := 0;
            END_IF
        END_CASE
END_IF

IF EDGEPOS ((g_stopSEQM2) OR (Check_time = FALSE)) THEN
        trigger_q := FALSE;
        g_stopSEQM2 := TRUE;
        g_startSEQM2 := FALSE;
        gStep := 0;
        bCoils[20] := FALSE;
        bCoils[21] := TRUE;
        uiHReg[6] := 0;
        time_min1 := 0;
        Run := FALSE;
        Set_zero_m2 := TRUE;
        gate := 0;
        Check_AVG := 0;
        Check_stop1 := 0;
        Check_stop2 := 0;
        Check_stop3 := 0;
        Check_TOK := FALSE;
        Check_TT := FALSE;
        G_Check := FALSE;
        time_sec := 0;
        time_msec := 0;
        time_min := 0;
        check_T1 := FALSE;
        check_T2 := FALSE;
        check_T3 := FALSE;
        check_T4 := FALSE;
```

```
                time_sec1 := 0;
                time_msec1 := 0;
                time_min1 := 0;
                b_gate_to := FALSE;
                check_after := FALSE;
                time_sec0 := 0;
                time_msec0 := 0;
                time_min0 := 0;
                check_up := FALSE;
                check_low := FALSE;
                g_stop_g1do2 := TRUE;
                bCoils[23] := TRUE;
                g_up_g1do1 := FALSE;
                g_low_g1do3 := FALSE;
                bCoils[22] := FALSE;
                bCoils[24] := FALSE;
                g_stop_g1do5 := TRUE;
                bCoils[26] := TRUE;
                g_up_g1do4 := FALSE;
                g_low_g1do6 := FALSE;
                bCoils[25] := FALSE;
                bCoils[27] := FALSE;
                g_stop_g1do8 := TRUE;
                bCoils[29] := TRUE;
                g_up_g1do7 := FALSE;
                g_low_g1do9 := FALSE;
                bCoils[28] := FALSE;
                bCoils[30] := FALSE;
            END_IF
END_IF
END_IF //REMOTE

            IF EDGEPOS (g_manual_scada) THEN
```

```
trigger_q := FALSE;
g_stopSEQM2 := TRUE;
g_startSEQM2 := FALSE;
gStep := 0;
Run := FALSE;
uiHReg[6] := 0;
bCoils[20] := FALSE;
bCoils[21] := TRUE;
check_T1 := FALSE;
check_T2 := FALSE;
check_T3 := FALSE;
check_T4 := FALSE;
gate := 0;
Check_AVG := 0;
Check_stop1 := 0;
Check_stop2 := 0;
Check_stop3 := 0;
Check_TOK := FALSE;
Check_TT := FALSE;
G_Check := FALSE;
time_sec := 0;
time_msec := 0;
time_min := 0;
time_sec1 := 0;
time_msec1 := 0;
time_min1 := 0;
b_gate_to := FALSE;
check_after := FALSE;
time_sec0 := 0;
time_msec0 := 0;
time_min0 := 0;

check_up := FALSE;
```

```
        check_low := FALSE;
        uiHReg[41] := 1;
        g_stop_g1do2 := TRUE;
        bCoils[23] := TRUE;
        g_up_g1do1 := FALSE;
        g_low_g1do3 := FALSE;
        bCoils[22] := FALSE;
        bCoils[24] := FALSE;
        g_stop_g1do5 := TRUE;
        bCoils[26] := TRUE;
        g_up_g1do4 := FALSE;
        g_low_g1do6 := FALSE;
        bCoils[25] := FALSE;
        bCoils[27] := FALSE;
        g_stop_g1do8 := TRUE;
        bCoils[29] := TRUE;
        g_up_g1do7 := FALSE;
        g_low_g1do9 := FALSE;
        bCoils[28] := FALSE;
        bCoils[30] := FALSE;
END_IF
IF g_elec_s2di5 = FALSE THEN
        trigger_q := FALSE;
        g_stopSEQM2 := TRUE;
        g_startSEQM2 := FALSE;
        gStep := 0;
        Run := FALSE;
        uiHReg[6] := 0;
        bCoils[20] := FALSE;
        bCoils[21] := TRUE;
        gate := 0;
        Check_AVG := 0;
        Check_stop1 := 0;
```

```
Check_stop2 := 0;
Check_stop3 := 0;
Check_TOK := FALSE;
Check_TT := FALSE;
G_Check := FALSE;
time_sec := 0;
time_msec := 0;
time_min := 0;
time_sec1 := 0;
time_msec1 := 0;
time_min1 := 0;
check_T1 := FALSE;
check_T2 := FALSE;
check_T3 := FALSE;
check_T4 := FALSE;
b_gate_to := FALSE;
check_after := FALSE;
time_sec0 := 0;
time_msec0 := 0;
time_min0 := 0;
check_up := FALSE;
check_low := FALSE;
g_stop_g1do2 := TRUE;
bCoils[23] := TRUE;
g_up_g1do1 := FALSE;
g_low_g1do3 := FALSE;
bCoils[22] := FALSE;
bCoils[24] := FALSE;
g_stop_g1do5 := TRUE;
bCoils[26] := TRUE;
g_up_g1do4 := FALSE;
g_low_g1do6 := FALSE;
bCoils[25] := FALSE;
```

```
        bCoils[27] := FALSE;
        g_stop_g1do8 := TRUE;
        bCoils[29] := TRUE;
        g_up_g1do7 := FALSE;
        g_low_g1do9 := FALSE;
        bCoils[28] := FALSE;
        bCoils[30] := FALSE;
        uiHReg[41] := 1;
END_IF
IF EDGEPOS (g_local_di2) THEN
        trigger_q := FALSE;
        g_stopSEQM2 := TRUE;
        g_startSEQM2 := FALSE;
        gStep := 0;
        bCoils[20] := FALSE;
        bCoils[21] := TRUE;
        uiHReg[6] := 0;
        time_min1 := 0;
        Run := FALSE;
        Set_zero_m2 := TRUE;
        gate := 0;
        Check_AVG := 0;
        Check_stop1 := 0;
        Check_stop2 := 0;
        Check_stop3 := 0;
        Check_TOK := FALSE;
        Check_TT := FALSE;
        G_Check := FALSE;
        time_sec := 0;
        time_msec := 0;
        time_min := 0;
        check_T1 := FALSE;
        check_T2 := FALSE;
```

```
            check_T3 := FALSE;
            check_T4 := FALSE;
            time_sec1 := 0;
            time_msec1 := 0;
            time_min1 := 0;
            b_gate_to := FALSE;
            check_after := FALSE;
            time_sec0 := 0;
            time_msec0 := 0;
            time_min0 := 0;
            check_up := FALSE;
            check_low := FALSE;
            g_stop_g1do2 := TRUE;
            bCoils[23] := TRUE;
            g_up_g1do1 := FALSE;
            g_low_g1do3 := FALSE;
            bCoils[22] := FALSE;
            bCoils[24] := FALSE;
            g_stop_g1do5 := TRUE;
            bCoils[26] := TRUE;
            g_up_g1do4 := FALSE;
            g_low_g1do6 := FALSE;
            bCoils[25] := FALSE;
            bCoils[27] := FALSE;
            g_stop_g1do8 := TRUE;
            bCoils[29] := TRUE;
            g_up_g1do7 := FALSE;
            g_low_g1do9 := FALSE;
            bCoils[28] := FALSE;
            bCoils[30] := FALSE;
        END_IF
END_PROGRAM
```

ภาคผนวก ง
ชุดคำสั่งระบบควบคุมอาคารบังคับน้ำกลางคลองส่งน้ำ

```
PROGRAM _CYCLIC
	uiHReg[24] := g_G1;
	uiHReg[25] := g_G2;
	uiHReg[26] := g_G3;
	uiHReg[27] := time_min1;
	IF EDGEPOS(Check_TT) THEN
		time_min1 := g_timeM1;
	END_IF
	IF Check_TT THEN
		IF time_msec >= 1 THEN
			time_sec := time_sec + 1;
			time_msec := 0;
		ELSE
			time_msec := time_msec + 0.1;
		END_IF
		IF time_sec >= 60 THEN
			time_min := time_min + 1;
			time_sec := 0;
		END_IF
		IF time_min <= g_timeM1 THEN
			IF time_msec1 >= 1 THEN
				time_sec1 := time_sec1 + 1;
				time_msec1 := 0;
			ELSE
				time_msec1 := time_msec1 + 0.1;
			END_IF
			IF time_sec1 >= 60 THEN
				time_min1 := time_min1 - 1;
				time_sec1 := 0;
			END_IF
		ELSE
			time_min1 := 0;
```

```
        END_IF
END_IF

T_WL1 := g_Scada_WL + g_TOK;
T_WL2 := g_Scada_WL - g_TOK;
IF (g_WL_upstream >= T_WL2) AND (g_WL_upstream <= T_WL1)  THEN
        start_M2 := FALSE;
ELSE
        start_M2 := TRUE;
END_IF
IF Check_TOK THEN
        IF (g_WL_upstream >= T_WL2) AND (g_WL_upstream <= T_WL1)  THEN
                start_M1 := FALSE;
        ELSE
                start_M1 := TRUE;
        END_IF
END_IF

//time//
Zero := 0;
Zero1 := 0;
Hour_min := STRING_TO_INT(F_STR_DAY_M);
F_STR_DAY_M := USINT_TO_STRING(HOUR);
F_STR_MONTH := USINT_TO_STRING(MINUTE);
Hour_min_1 := STRING_TO_INT(F_STR);
F_STR := INT_TO_STRING(g_hour);
F_STR_min := INT_TO_STRING(g_minute);
IF MINUTE < 10 THEN
        STR_Zero := INT_TO_STRING(Zero);
        strcat(ADR(STR_Zero),ADR(F_STR_MONTH));
        strcat(ADR(F_STR_DAY_M),ADR(STR_Zero));
        ELSE
```

```
            strcat(ADR(F_STR_DAY_M),ADR(F_STR_MONTH));
END_IF

IF g_minute < 10 THEN
    STR_Zero1 := INT_TO_STRING(Zero1);
    strcat(ADR(STR_Zero1),ADR(F_STR_min));
    strcat(ADR(F_STR),ADR(STR_Zero1));
    ELSE
        strcat(ADR(F_STR),ADR(F_STR_min));
END_IF
IF (Hour_min <= Hour_min_1)THEN
    Check_time := TRUE;
    ELSE
        Check_time := FALSE;
        bCoils[18] := FALSE;
        bCoils[19] := TRUE;
        bCoils[16] := 0;
END_IF

IF Check_time = FALSE AND uiHReg[13] = 2 AND g_remote_di1 THEN
    uiHReg[13] := 0;
END_IF
IF (Check_time = FALSE) AND (g_remote_di1 = 0) THEN uiHReg[13] := 1;
END_IF

//////LIMIT GATE ////////
IF (g_gate_position_1 <= g_min_g1) THEN
    limit_lowgate1 := FALSE;
ELSE
    limit_lowgate1 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_1 >= g_max_g1) THEN
    limit_upgate1 := FALSE;
```

```
        ELSE
                limit_upgate1 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_2 <= g_min_g2) THEN
        limit_lowgate2 := FALSE;
        ELSE
                limit_lowgate2 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_2 >= g_max_g2) THEN
        limit_upgate2 := FALSE;
        ELSE
                limit_upgate2 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_3 <= g_min_g3) THEN
        limit_lowgate3 := FALSE;
        ELSE
                limit_lowgate3 := TRUE;
END_IF
IF (g_gate_position_3 >= g_max_g3) THEN
        limit_upgate3 := FALSE;
        ELSE
                limit_upgate3 := TRUE;
END_IF

///// Control gate After run /////
IF check_after THEN
        //time Control after run//
        IF time_msec0 >= 1 THEN
                time_sec0 := time_sec0 + 1;
                time_msec0 := 0;
                ELSE
                        time_msec0 := time_msec0 + 0.1;
        END_IF
```

```
            IF time_sec0 >= 60 THEN
                time_min0 := time_min0 + 1;
                time_sec0 := 0;
            END_IF
        END_IF

        ///Control//
        IF g_remote_di1 AND g_auto_scada THEN
            IF g_mode1_scada THEN
                IF EDGEPOS (g_startSEQM1) THEN
                    Run :=  TRUE;
                END_IF
                IF g_startSEQM1 AND Check_time THEN
                    g_stopSEQM1 := FALSE;
                    CASE gStep OF
                        0:
                        IF  Run AND start_M2 OR start_M1 AND (time_min1 <= 1)
THEN
                            IF (g_Scada_WL < g_WL_upstream) AND start_M2 THEN
                                Start_up := TRUE;
                                g_level0 := (g_Scada_WL - g_WL_upstream);
                                IF ((g_level0 >= 0) AND (g_level0 <7)) OR
((g_level0 < 0) AND (g_level0 > -7)) THEN
                                    gate0 := 2;
                                    ELSIF ((g_level0 >= 7) AND (g_level0 <10))
OR ((g_level0 <= -7) AND (g_level0 > -10)) THEN
                                    gate0 := 3;
                                    ELSIF ((g_level0 >= 10) AND (g_level0 <12))
OR ((g_level0 <= -10) AND (g_level0 > -12)) THEN
                                    gate0 := 4;
                                    ELSE
                                    IF  (g_level0 >= 12) OR (g_level0 <= -12)
THEN
```

```
                                        gate0 := 5;
                                    END_IF
                                END_IF
                            IF g_ready_g1 THEN
                                g_G1 := g_gate_position_1 + gate0;
                                g_G2 := g_gate_position_1 + gate0;
                                g_G3 := g_gate_position_1 + gate0;
                                g_WL1 := g_gate_position_1 + gate0;
                                g_WL2 := g_gate_position_1 + gate0;
                                g_WL3 := g_gate_position_1 + gate0;
                                G_Check := FALSE;
                                ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2
THEN
                                g_G1 := g_gate_position_2 + gate0;
                                g_G2 := g_gate_position_2 + gate0;
                                g_G3 := g_gate_position_2 + gate0;
                                g_WL1 := g_gate_position_2 + gate0;
                                g_WL2 := g_gate_position_2 + gate0;
                                g_WL3 := g_gate_position_2 + gate0;
                                G_Check := FALSE;
                                ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2
= FALSE AND g_ready_g3 THEN
                                g_G1 := g_gate_position_3 + gate0;
                                g_G2 := g_gate_position_3 + gate0;
                                g_G3 := g_gate_position_3 + gate0;
                                g_WL1 := g_gate_position_3 + gate0;
                                g_WL2 := g_gate_position_3 + gate0;
                                g_WL3 := g_gate_position_3 + gate0;
                                G_Check := FALSE;
                            END_IF
                        ELSIF (g_Scada_WL > g_WL_upstream) AND start_M2
THEN
```

```
                    Start_low := TRUE;
                        g_level0 := (g_Scada_WL - g_WL_upstream);
                        IF ((g_level0 >= 0) AND (g_level0 <7)) OR
((g_level0 < 0) AND (g_level0 > -7)) THEN
                            gate0 := 2;
                            ELSIF ((g_level0 >= 7) AND (g_level0 <10))
OR ((g_level0 <= -7) AND (g_level0 > -10)) THEN
                            gate0 := 3;
                            ELSIF ((g_level0 >= 10) AND (g_level0 <12))
OR ((g_level0 <= -10) AND (g_level0 > -12)) THEN
                            gate0 := 4;
                            ELSE
                            IF  (g_level0 >= 12) OR (g_level0 <= -12)
THEN
                                gate0 := 5;
                            END_IF
                        END_IF
                        IF g_ready_g1 THEN
                            g_G1 := g_gate_position_1 - gate0;
                            g_G2 := g_gate_position_1 - gate0;
                            g_G3 := g_gate_position_1 - gate0;
                            g_WL4 := g_gate_position_1 - gate0;
                            g_WL5 := g_gate_position_1 - gate0;
                            g_WL6 := g_gate_position_1 - gate0;
                            G_Check := FALSE;
                            ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2
THEN
                                g_G1 := g_gate_position_2 - gate0;
                                g_G2 := g_gate_position_2 - gate0;
                                g_G3 := g_gate_position_2 - gate0;
                                g_WL4 := g_gate_position_2 - gate0;
                                g_WL5 := g_gate_position_2 - gate0;
                                g_WL6 := g_gate_position_2 - gate0;
```

```
                                        G_Check := FALSE;
                                        ELSIF g_ready_g1 = FALSE AND g_ready_g2
= FALSE AND g_ready_g3 THEN
                                            g_G1 := g_gate_position_3 - gate0;
                                            g_G2 := g_gate_position_3 - gate0;
                                            g_G3 := g_gate_position_3 - gate0;
                                            g_WL4 := g_gate_position_3 - gate0;
                                            g_WL5 := g_gate_position_3 - gate0;
                                            g_WL6 := g_gate_position_3 - gate0;
                                        G_Check := FALSE;
                                        END_IF
                                    ELSE
                                        g_G1 := g_gate_position_1;
                                        g_G2 := g_gate_position_2;
                                        g_G3 := g_gate_position_3;
                                        G_Check := FALSE;
                                    END_IF
                                ELSE
                                    g_G1 := g_gate_position_1;
                                    g_G2 := g_gate_position_2;
                                    g_G3 := g_gate_position_3;
                                END_IF
        /// CONTROL ///
        IF Start_up AND start_M1 AND  (time_min >= g_timeM1) OR Start_up AND Run  AND
start_M2  THEN
            g_level := (g_Scada_WL - g_WL_upstream);
            IF ((g_level >= 0) AND (g_level <7)) OR ((g_level < 0) AND (g_level > -7)) THEN
                trigger_wl := TRUE;
                gate := 2;
                ELSIF ((g_level >= 7) AND (g_level <10)) OR ((g_level <= -7) AND (g_level
> -10)) THEN
                    trigger_wl := TRUE;
                    gate := 3;
```

```
                    ELSIF ((g_level >= 10) AND (g_level <12)) OR ((g_level <= -10) AND
(g_level > -12)) THEN
                        trigger_wl := TRUE;
                        gate := 4;
                        ELSE
                            IF  (g_level >= 12) OR (g_level <= -12) THEN
                                trigger_wl := TRUE;
                                gate := 5;
                            END_IF
                    END_IF
                        Check_AVG := 0;
                        Check_stop1 := 0;
                        Check_stop2 := 0;
                        Check_stop3 := 0;
                        check_up1 := FALSE;
                        check_up2 := FALSE;
                        check_up3 := FALSE;
                        check_low1 := FALSE;
                        check_low2 := FALSE;
                        check_low3 := FALSE;
                        Check_TOK := FALSE;
                        Check_TT := FALSE;
                        g_O := 1;
                        gStep := 1;
        ELSIF Start_low  AND start_M1  AND (time_min >= g_timeM1) OR Start_low AND Run
AND start_M2 THEN
            g_level := (g_Scada_WL - g_WL_upstream);
            IF ((g_level >= 0) AND (g_level <7)) OR ((g_level < 0) AND (g_level > -7)) THEN
                trigger_wl := TRUE;
                gate := 2;
                ELSIF ((g_level >= 7) AND (g_level <10)) OR ((g_level <= -7) AND (g_level
> -10)) THEN
                    trigger_wl := TRUE;
```

```
                    gate := 3;
                        ELSIF ((g_level >= 10) AND (g_level <12)) OR ((g_level <= -10) AND
(g_level > -12)) THEN
                            trigger_wl := TRUE;
                    gate := 4;
                        ELSEIF  (g_level >= 12) OR (g_level <= -12) THEN
                            trigger_wl := TRUE;
                    gate := 5;
                        END_IF
                    END_IF
                        Check_AVG := 0;
                        Check_stop1 := 0;
                        Check_stop2 := 0;
                        Check_stop3 := 0;
                        check_up1 := FALSE;
                        check_up2 := FALSE;
                        check_up3 := FALSE;
                        check_low1 := FALSE;
                        check_low2 := FALSE;
                        check_low3 := FALSE;
                        Check_TOK := FALSE;
                        Check_TT := FALSE;
                        g_C := 1;
                        gStep := 2;
                    ELSEIF (g_Scada_WL = g_WL_upstream) THEN
                        gStep := 0;
                    END_IF
            END_IF
```

```
////STEP 1 UPPER GATE CONTROL ////
        1:    (*IF (gStep = 1) AND (check_up = FALSE) AND g_ready_g1 THEN
                    g_WL1 := g_gate_position_1 + gate;
                    g_WL2 := g_gate_position_1 + gate;
                    g_WL3 := g_gate_position_1 + gate;
                    ELSIF (gStep = 1) AND (check_up = FALSE) AND g_ready_g1 = FALSE AND
g_ready_g2 THEN
                        g_WL2 := g_gate_position_2 + gate;
                        g_WL3 := g_gate_position_2 + gate;
                        ELSIF (gStep = 1) AND (check_up = FALSE) AND g_ready_g1 = FALSE
AND g_ready_g2 = FALSE THEN
                            g_WL3 := g_gate_position_3 + gate;
              END_IF*)
              CASE g_O OF
              1:    IF limit_upgate1 AND g_ready_g1 THEN
                    //up G1 //
                        g_up_g1do1 := TRUE;
                        bCoils[22] := TRUE;
                        g_stop_g1do2 := FALSE;
                        g_low_g1do3 := FALSE;
                        bCoils[24] := FALSE;
                        bCoils[23] := FALSE;
                        check_up := TRUE;
                        check_up1 := TRUE;
                        time_sec := 0;
                        time_msec := 0;
                        time_min := 0;
                        gStep := 3;
                        ELSE
                            Check_stop1 := 1;
                            g_O := 2;
                    END_IF
```

```
2:    IF limit_upgate2 AND g_ready_g2 THEN
      // up G2 //
            g_up_g1do4 := TRUE;
            bCoils[25] := TRUE;
            g_stop_g1do5 := FALSE;
            g_low_g1do6 := FALSE;
            bCoils[27] := FALSE;
            bCoils[26] := FALSE;
            check_up := TRUE;
            check_up2 := TRUE;
            time_sec := 0;
            time_msec := 0;
            time_min := 0;
            gStep := 3;
            ELSE
                  Check_stop2 := 1;
                  g_O := 3;
      END_IF

3:    IF limit_upgate3 AND g_ready_g3  THEN
      // up G3 //
            g_up_g1do7 := TRUE;
            bCoils[28] := TRUE;
            g_stop_g1do8 := FALSE;
            g_low_g1do9 := FALSE;
            bCoils[30] := FALSE;
            bCoils[29] := FALSE;
            check_up := TRUE;
            check_up3 := TRUE;
            time_sec := 0;
            time_msec := 0;
            time_min := 0;
            gStep := 3;
```

```
                    ELSE
                        Check_stop3 := 1;
                        gStep := 3;
                END_IF
            END_CASE

////STEP 2 LOWER GATE CONTROL ////
            2:  (*IF (gStep = 2) AND (check_low = FALSE) AND g_ready_g1 THEN
                    g_WL4 := g_gate_position_1 - gate;
                    g_WL5 := g_gate_position_1 - gate;
                    g_WL6 := g_gate_position_1 - gate;
                    ELSIF (gStep = 2) AND (check_low = FALSE) AND g_ready_g1 = FALSE
AND g_ready_g2 THEN
                        g_WL5 := g_gate_position_2 - gate;
                        g_WL6 := g_gate_position_2 - gate;
                        ELSIF (gStep = 2) AND (check_low = FALSE) AND g_ready_g1 =
FALSE AND g_ready_g2 = FALSE THEN
                            g_WL6 := g_gate_position_3 - gate;
                END_IF*)
            CASE g_C OF
                1:  IF limit_lowgate1 AND g_ready_g1 THEN
                    // low G1 //
                        g_low_g1do3 := TRUE;
                        bCoils[24] := TRUE;
                        g_stop_g1do2 := FALSE;
                        g_up_g1do1 := FALSE;
                        bCoils[22] := FALSE;
                        bCoils[23] := FALSE;
                        check_low := TRUE;
                        check_low1 := TRUE;
                        time_sec := 0;
                        time_msec := 0;
                        time_min := 0;
```

```
            gStep := 3;
            ELSE
                  Check_stop1 := 1;
                  g_C := 2;
      END_IF
2:    IF limit_lowgate2 AND g_ready_g2 THEN
      // low G2 //
            g_low_g1do6 := TRUE;
            bCoils[27] := TRUE;
            g_stop_g1do5 := FALSE;
            g_up_g1do4 := FALSE;
            bCoils[25] := FALSE;
            bCoils[26] := FALSE;
            check_low := TRUE;
            check_low2 := TRUE;
            time_sec := 0;
            time_msec := 0;
            time_min := 0;
            gStep := 3;
            ELSE
                  Check_stop2 := 1;
                  g_C := 3;
      END_IF
3:    IF limit_lowgate3 AND g_ready_g3 THEN
      // low G3 //
            g_low_g1do9 := TRUE;
            bCoils[30] := TRUE;
            g_stop_g1do8 := FALSE;
            g_up_g1do7 := FALSE;
            bCoils[28] := FALSE;
            bCoils[29] := FALSE;
            check_low := TRUE;
            check_low3 := TRUE;
```

```
                    time_sec := 0;
                    time_msec := 0;
                    time_min := 0;
                    gStep := 3;
                    ELSE
                        Check_stop3 := 1;
                        gStep := 3;
                END_IF
        END_CASE
////STEP 3 STOP GATE CONTROL ////
        3:      // Stop G1 //
                IF ((g_gate_position_1 >= g_WL1) AND check_up1) OR ((g_gate_position_1 <=
g_WL4)AND check_low1) OR (g_overload_g1s1di5) OR (g_gate_position_1 <= g_min_g1) AND
(check_up1 = FALSE) OR (g_gate_position_1 >= g_max_g1) AND (check_low1 = FALSE) THEN
                    g_stop_g1do2 := TRUE;
                    bCoils[23] := TRUE;
                    g_up_g1do1 := FALSE;
                    g_low_g1do3 := FALSE;
                    bCoils[22] := FALSE;
                    bCoils[24] := FALSE;
                    Check_stop1 := 1;
                        IF check_up1 THEN
                            g_O := 2;
                            gStep := 1;
                            ELSIF check_low1 THEN
                                g_C := 2;
                                gStep := 2;
                        END_IF
                END_IF
                // Stop G2 //
                IF ((g_gate_position_2 >= g_WL2) AND check_up2) OR ((g_gate_position_2 <=
g_WL5) AND check_low2) OR (g_overload_g1s1di10) OR (g_gate_position_2 <= g_min_g2) AND
(check_up2 = FALSE) OR (g_gate_position_2 >= g_max_g2) AND (check_low2 = FALSE) THEN
```

```
                g_stop_g1do5 := TRUE;
                bCoils[26] := TRUE;
                g_up_g1do4 := FALSE;
                g_low_g1do6 := FALSE;
                bCoils[25] := FALSE;
                bCoils[27] := FALSE;
                Check_stop2 := 1;
                IF check_up2 THEN
                    g_O := 3;
                    gStep := 1;
                    ELSIF check_low2 THEN
                        g_C := 3;
                        gStep := 2;
                END_IF
            END_IF
        // Stop G3 //
            IF ((g_gate_position_3 >= g_WL3) AND check_up3) OR ((g_gate_position_3 <=
g_WL6) AND check_low3) OR (g_overload_g1s2di3) OR (g_gate_position_3 <= g_min_g3) AND
(check_up3 = FALSE) OR (g_gate_position_3 >= g_max_g3) AND (check_low3 = FALSE) THEN
                g_stop_g1do8 := TRUE;
                bCoils[29] := TRUE;
                g_up_g1do7 := FALSE;
                g_low_g1do9 := FALSE;
                bCoils[28] := FALSE;
                bCoils[30] := FALSE;
                Check_stop3 := 1;
            END_IF
            Check_AVG := Check_stop1 + Check_stop2 + Check_stop3;
            IF (Check_AVG = 3) THEN
                trigger_wl := FALSE;
                history_m1 := TRUE;
                Check_TOK := TRUE;
                Check_TT := TRUE;
```

```
                    time_min1 := g_timeM1;
                    time_sec1 := 0;
                    time_msec1 := 0;
                    start_M1 := FALSE;
                    G_Check := TRUE;
                    check_up := FALSE;
                    check_low := FALSE;
                    Start_up := FALSE;
                    Start_low := FALSE;
                    check_up1 := FALSE;
                    check_up2 := FALSE;
                    check_up3 := FALSE;
                    check_low1 := FALSE;
                    check_low2 := FALSE;
                    check_low3 := FALSE;
                    b_gate_to := FALSE;
                    check_after := TRUE;
                    time_sec0 := 0;
                    time_msec0 := 0;
                    time_min0 := 0;
                    gate := 0;
                    Run := FALSE;
                    gStep := 0;
                END_IF
        END_CASE
END_IF

IF EDGEPOS ((g_stopSEQM1) OR (Check_time = FALSE)) THEN
        bCoils[18] := FALSE;
        bCoils[19] := TRUE;
        g_stopSEQM1 := TRUE;
        g_startSEQM1 := FALSE;
        gStep := 0;
```

```
Set_zero_m1 := TRUE;
time_min1 := 0;
uiHReg[6] := 0;
uiHReg[40] := 1;
trigger_wl := FALSE;
G_Check := FALSE;
gate := 0;
Check_AVG := 0;
Check_stop1 := 0;
Check_stop2 := 0;
Check_stop3 := 0;
Check_TOK := FALSE;
Check_TT := FALSE;
A_STOP_1 := FALSE;
A_STOP_2 := FALSE;
A_STOP_3 := FALSE;
A_STOP_4 := FALSE;
A_STOP_5 := FALSE;
A_STOP_6 := FALSE;
time_sec := 0;
time_msec := 0;
time_min := 0;
time_min1 := 0;
time_sec1 := 0;
time_msec1 := 0;
b_gate_to := FALSE;
check_after := FALSE;
time_sec0 := 0;
time_msec0 := 0;
time_min0 := 0;
check_up := FALSE;
check_low := FALSE;
```

```
            start_M1 := FALSE;
            g_stop_g1do2 := TRUE;
            bCoils[23] := TRUE;
            g_up_g1do1 := FALSE;
            g_low_g1do3 := FALSE;
            bCoils[22] := FALSE;
            bCoils[24] := FALSE;
            g_stop_g1do5 := TRUE;
            bCoils[26] := TRUE;
            g_up_g1do4 := FALSE;
            g_low_g1do6 := FALSE;
            bCoils[25] := FALSE;
            bCoils[27] := FALSE;
            g_stop_g1do8 := TRUE;
            bCoils[29] := TRUE;
            g_up_g1do7 := FALSE;
            g_low_g1do9 := FALSE;
            bCoils[28] := FALSE;
            bCoils[30] := FALSE;
            END_IF
END_IF

            IF EDGEPOS (g_mode2_scada) THEN
                  bCoils[18] := FALSE;
                  bCoils[19] := TRUE;
                  g_stopSEQM1 := TRUE;
                  g_startSEQM1 := FALSE;
                  gStep := 0;
                  uiHReg[40] := 1;
                  uiHReg[6] := 0;
                  trigger_wl := FALSE;
                  G_Check := FALSE;
                  g_WL := 0;
```

```
gate := 0;
Check_AVG := 0;
Check_stop1 := 0;
Check_stop2 := 0;
Check_stop3 := 0;
Check_TOK := FALSE;
Check_TT := FALSE;
A_STOP_1 := FALSE;
A_STOP_2 := FALSE;
A_STOP_3 := FALSE;
A_STOP_4 := FALSE;
A_STOP_5 := FALSE;
A_STOP_6 := FALSE;
time_sec := 0;
time_msec := 0;
time_min := 0;
check_up := FALSE;
check_low := FALSE;
g_stop_g1do2 := TRUE;
bCoils[23] := TRUE;
g_up_g1do1 := FALSE;
g_low_g1do3 := FALSE;
bCoils[22] := FALSE;
bCoils[24] := FALSE;
g_stop_g1do5 := TRUE;
bCoils[26] := TRUE;
g_up_g1do4 := FALSE;
g_low_g1do6 := FALSE;
bCoils[25] := FALSE;
bCoils[27] := FALSE;
g_stop_g1do8 := TRUE;
bCoils[29] := TRUE;
g_up_g1do7 := FALSE;
```

```
        g_low_g1do9 := FALSE;
        bCoils[28] := FALSE;
        bCoils[30] := FALSE;
END_IF
END_IF

IF EDGEPOS ((g_remote_di1 = FALSE) OR (g_auto_scada = FALSE)) THEN
        bCoils[18] := FALSE;
        bCoils[19] := TRUE;
        trigger_wl := FALSE;
        g_stopSEQM1 := TRUE;
        g_startSEQM1 := FALSE;
        gStep := 0;
        Set_zero_m1 := TRUE;
        g_WL := 0;
        gate := 0;
        Check_AVG := 0;
        Check_stop1 := 0;
        Check_stop2 := 0;
        Check_stop3 := 0;
        Check_TOK := FALSE;
        Check_TT := FALSE;
        uiHReg[6] := 0;
        A_STOP_1 := FALSE;
        A_STOP_2 := FALSE;
        A_STOP_3 := FALSE;
        A_STOP_4 := FALSE;
        A_STOP_5 := FALSE;
        A_STOP_6 := FALSE;
        time_sec := 0;
        time_msec := 0;
        time_min := 0;
```

```
        check_up := FALSE;
        check_low := FALSE;
        g_stop_g1do2 := TRUE;
        bCoils[23] := TRUE;
        g_up_g1do1 := FALSE;
        g_low_g1do3 := FALSE;
        bCoils[22] := FALSE;
        bCoils[24] := FALSE;
        g_stop_g1do5 := TRUE;
        bCoils[26] := TRUE;
        g_up_g1do4 := FALSE;
        g_low_g1do6 := FALSE;
        bCoils[25] := FALSE;
        bCoils[27] := FALSE;
        g_stop_g1do8 := TRUE;
        bCoils[29] := TRUE;
        g_up_g1do7 := FALSE;
        g_low_g1do9 := FALSE;
        bCoils[28] := FALSE;
        bCoils[30] := FALSE;
END_IF

IF EDGEPOS (g_manual_scada) THEN
        bCoils[18] := FALSE;
        bCoils[19] := TRUE;
        trigger_wl := FALSE;
        g_stopSEQM1 := TRUE;
        g_startSEQM1 := FALSE;
        gStep := 0;
        time_min1 := 0;
        G_Check := FALSE;
        gate := 0;
```

```
Check_AVG := 0;
Check_stop1 := 0;
Check_stop2 := 0;
Check_stop3 := 0;
Check_TOK := FALSE;
Check_TT := FALSE;
uiHReg[6] := 0;
uiHReg[40] := 1;
A_STOP_1 := FALSE;
A_STOP_2 := FALSE;
A_STOP_3 := FALSE;
A_STOP_4 := FALSE;
A_STOP_5 := FALSE;
A_STOP_6 := FALSE;
time_sec := 0;
time_msec := 0;
time_min := 0;
time_min1 := 0;
time_sec1 := 0;
time_msec1 := 0;
b_gate_to := FALSE;
check_after := FALSE;
A_STOP_1 := FALSE;
A_STOP_2 := FALSE;
A_STOP_3 := FALSE;
A_STOP_4 := FALSE;
A_STOP_5 := FALSE;
A_STOP_6 := FALSE;
time_sec0 := 0;
time_msec0 := 0;
time_min0 := 0;
check_up := FALSE;
check_low := FALSE;
```

```
        start_M1 := FALSE;
        check_up1 := FALSE;
        check_up2 := FALSE;
        check_up3 := FALSE;
        check_low1 := FALSE;
        check_low2 := FALSE;
        check_low3 := FALSE;
        g_stop_g1do2 := TRUE;
        bCoils[23] := TRUE;
        g_up_g1do1 := FALSE;
        g_low_g1do3 := FALSE;
        bCoils[22] := FALSE;
        bCoils[24] := FALSE;
        g_stop_g1do5 := TRUE;
        bCoils[26] := TRUE;
        g_up_g1do4 := FALSE;
        g_low_g1do6 := FALSE;
        bCoils[25] := FALSE;
        bCoils[27] := FALSE;
        g_stop_g1do8 := TRUE;
        bCoils[29] := TRUE;
        g_up_g1do7 := FALSE;
        g_low_g1do9 := FALSE;
        bCoils[28] := FALSE;
        bCoils[30] := FALSE;
END_IF

IF (g_elec_s2di5 = FALSE) THEN
        bCoils[18] := FALSE;
        bCoils[19] := TRUE;
        trigger_wl := FALSE;
        A_STOP_1 := FALSE;
```

```
A_STOP_2 := FALSE;
A_STOP_3 := FALSE;
A_STOP_4 := FALSE;
A_STOP_5 := FALSE;
A_STOP_6 := FALSE;
g_stopSEQM1 := TRUE;
g_startSEQM1 := FALSE;
gStep := 0;
Set_zero_m1 := TRUE;
g_WL := 0;
gate := 0;
Check_AVG := 0;
Check_stop1 := 0;
Check_stop2 := 0;
Check_stop3 := 0;
Check_TOK := FALSE;
Check_TT := FALSE;
uiHReg[40] := 1;
uiHReg[6] := 0;
time_sec := 0;
time_msec := 0;
time_min := 0;
check_up := FALSE;
check_low := FALSE;
g_stop_g1do2 := TRUE;
bCoils[23] := TRUE;
g_up_g1do1 := FALSE;
g_low_g1do3 := FALSE;
bCoils[22] := FALSE;
bCoils[24] := FALSE;
g_stop_g1do5 := TRUE;
bCoils[26] := TRUE;
g_up_g1do4 := FALSE;
```

```
        g_low_g1do6 := FALSE;
        bCoils[25] := FALSE;
        bCoils[27] := FALSE;
        g_stop_g1do8 := TRUE;
        bCoils[29] := TRUE;
        g_up_g1do7 := FALSE;
        g_low_g1do9 := FALSE;
        bCoils[28] := FALSE;
        bCoils[30] := FALSE;
        uiHReg[13] := 1;
END_IF

IF EDGEPOS (Check_time = FALSE) THEN
        bCoils[18] := FALSE;
        bCoils[19] := TRUE;
        trigger_wl := FALSE;
        A_STOP_1 := FALSE;
        A_STOP_2 := FALSE;
        A_STOP_3 := FALSE;
        A_STOP_4 := FALSE;
        A_STOP_5 := FALSE;
        A_STOP_6 := FALSE;
        g_stopSEQM1 := TRUE;
        g_startSEQM1 := FALSE;
        gStep := 0;
        Set_zero_m1 := TRUE;
        g_WL := 0;
        gate := 0;
        Check_AVG := 0;
        Check_stop1 := 0;
        Check_stop2 := 0;
        Check_stop3 := 0;
        Check_TOK := FALSE;
```

```
        Check_TT := FALSE;
        uiHReg[6] := 0;
        time_sec := 0;
        time_msec := 0;
        time_min := 0;
        check_up := FALSE;
        check_low := FALSE;
        g_stop_g1do2 := TRUE;
        bCoils[23] := TRUE;
        g_up_g1do1 := FALSE;
        g_low_g1do3 := FALSE;
        bCoils[22] := FALSE;
        bCoils[24] := FALSE;
        g_stop_g1do5 := TRUE;
        bCoils[26] := TRUE;
        g_up_g1do4 := FALSE;
        g_low_g1do6 := FALSE;
        bCoils[25] := FALSE;
        bCoils[27] := FALSE;
        time_min1 := 0;
        g_stop_g1do8 := TRUE;
        bCoils[29] := TRUE;
        g_up_g1do7 := FALSE;
        g_low_g1do9 := FALSE;
        bCoils[28] := FALSE;
        bCoils[30] := FALSE;
        uiHReg[13] := 0;
END_IF

IF EDGEPOS (g_local_di2) OR  EDGEPOS (g_remote_di1 = FALSE) THEN
        bCoils[18] := FALSE;
        bCoils[19] := TRUE;
```

```
trigger_wl := FALSE;
A_STOP_1 := FALSE;
A_STOP_2 := FALSE;
A_STOP_3 := FALSE;
A_STOP_4 := FALSE;
A_STOP_5 := FALSE;
A_STOP_6 := FALSE;
g_stopSEQM1 := TRUE;
g_startSEQM1 := FALSE;
gStep := 0;
Set_zero_m1 := TRUE;
g_WL := 0;
gate := 0;
Check_AVG := 0;
Check_stop1 := 0;
Check_stop2 := 0;
Check_stop3 := 0;
Check_TOK := FALSE;
Check_TT := FALSE;
uiHReg[6] := 0;
time_sec := 0;
time_msec := 0;
time_min := 0;
check_up := FALSE;
check_low := FALSE;
g_stop_g1do2 := TRUE;
bCoils[23] := TRUE;
g_up_g1do1 := FALSE;
g_low_g1do3 := FALSE;
bCoils[22] := FALSE;
bCoils[24] := FALSE;
g_stop_g1do5 := TRUE;
bCoils[26] := TRUE;
```

```
            g_up_g1do4 := FALSE;
            g_low_g1do6 := FALSE;
            bCoils[25] := FALSE;
            bCoils[27] := FALSE;
            time_min1 := 0;
            g_stop_g1do8 := TRUE;
            bCoils[29] := TRUE;
            g_up_g1do7 := FALSE;
            g_low_g1do9 := FALSE;
            bCoils[28] := FALSE;
            bCoils[30] := FALSE;
            uiHReg[13] := 0;
        END_IF

END_PROGRAM
```