รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำเกษตรกรรมและการใช้น้ำต้นทุนที่เหมาะสม

Mathematical Modeling System of Utilizing Water Supply for Enhanced Agriculture Management

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง และคณะ

พฤษภาคม 2563

สัญญาเลขที่ SIP6230002

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำเกษตรกรรมและการใช้น้ำต้นทุนที่เหมาะสม

Mathematical Modeling System of Utilizing Water Supply for Enhanced Agriculture Management

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มรุพัชร จำนงค์วงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล โพธิ์นาค

อาจารย์ ดร. สมลักษณ์ บุญณรงค์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรธณา เทพจิต

สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

Executive Summary

การบริหารจัดการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในระบบเดิมได้มีการส่งน้ำโดยแบ่งรอบเวรการใช้น้ำในระดับตำบลตามแผนการใช้น้ำจากการประเมินพื้นที่เพาะปลูกของโครงการฯ เป็นรายสัปดาห์ ซึ่งในช่วงสภาวะวิกฤติน้ำเกษตรกรได้มีการร้องขอน้ำตามความต้องการ ทำให้การส่งน้ำของโครงการฯ เป็นได้ตามแผนได้ยาก และยังไม่มีเครื่องมือในการติดตามและประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อตัดสินใจส่งน้ำได้อย่างเหมาะสม โดยการควบคุมปริมาณน้ำผ่านอาคารใช้กำลังคนในการปฏิบัติงานและสามารถติดตามระดับน้ำได้จากแผ่นวัดระดับน้ำที่คลองส่งน้ำสายหลักเพียง 2 จุดในด้านเหนือและท้ายของ ทรบ.ท่อทองแดง ซึ่งได้ก่อให้เกิดความท้าทายในการบริหารจัดการน้ำช่วงสภาวะวิกฤติน้ำเป็นอย่างมาก

โครงการวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำชลประทานร่วมกับการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อใช้ในการติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและการประมวลสถานการณ์น้ำในการสั่งการและควบคุมปริมาณการส่งน้ำชลประทานให้เหมาะสมกับสภาพการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำปิงและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง โดยระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดภาคสนามจากเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นเครื่องมือให้แก่เจ้าหน้าที่โครงการชลประทานใช้งานในการติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรกรรม การจำลองสภาพการใช้น้ำจากความชื้นดิน การจำลองการไหลในคลองส่งน้ำ และการปฏิบัติการควบคุมประตูระบายน้ำเพื่อประเมินการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม

ระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม ประกอบด้วย ระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเป็นระบบที่เชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดจากภาคสนามเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณสภาพการใช้น้ำและการจำลองปริมาณการส่งน้ำที่เหมาะสม จากนั้นสามารถสั่งการไปยังระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำได้จากหน้าเวปไซต์ และมีการพัฒนาระบบติดตาม รายงานสภาพพื้นที่เกษตรกรรมต้นแบบสำหรับการติดตามสถานการณ์น้ำและสภาพพื้นที่เกษตรกรรมทั้งในรูปแบบเวปไซต์และแอปพลิเคชัน โดยมีเป้าหมายของโครงการในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 และการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15 สรุปผลผลิตที่ได้จากกงานวิจัยตามเป้าหมายของโครงการ ได้ดังนี้

- **การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลโดยเฉลี่ยร้อยละ 85**

การพัฒนาระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 ตามเป้าหมายของโครงการฯ ได้จัดทำแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำโดยปรับเทียบแบบจำลองตั้งแต่ 1 พ.ย. 2554 ถึง 1 พ.ย. 2562 พบว่าแบบจำลองสามารถรักษาปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำได้ร้อยละ 86.22 โดยเฉลี่ย เพิ่มขึ้นร้อยละ 29.51 เมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดหรือสภาพการบริหารจัดการน้ำในปัจจุบันที่มีปริมาณน้ำต้นทุน ณ ต้นฤดูแล้งเฉลี่ยร้อยละ 56.71 อีกทั้งการจำลองพื้นที่เพาะปลูกจากการระบายน้ำ พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีในลุ่มน้ำเจ้าพระยาขั้นต่ำ 3.15 ล้านไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังขั้นต่ำ 1.25 ล้านไร่ ต่างกับสถานการณ์จริงที่มีการงดเพาะปลูกในบางฤดูกาล

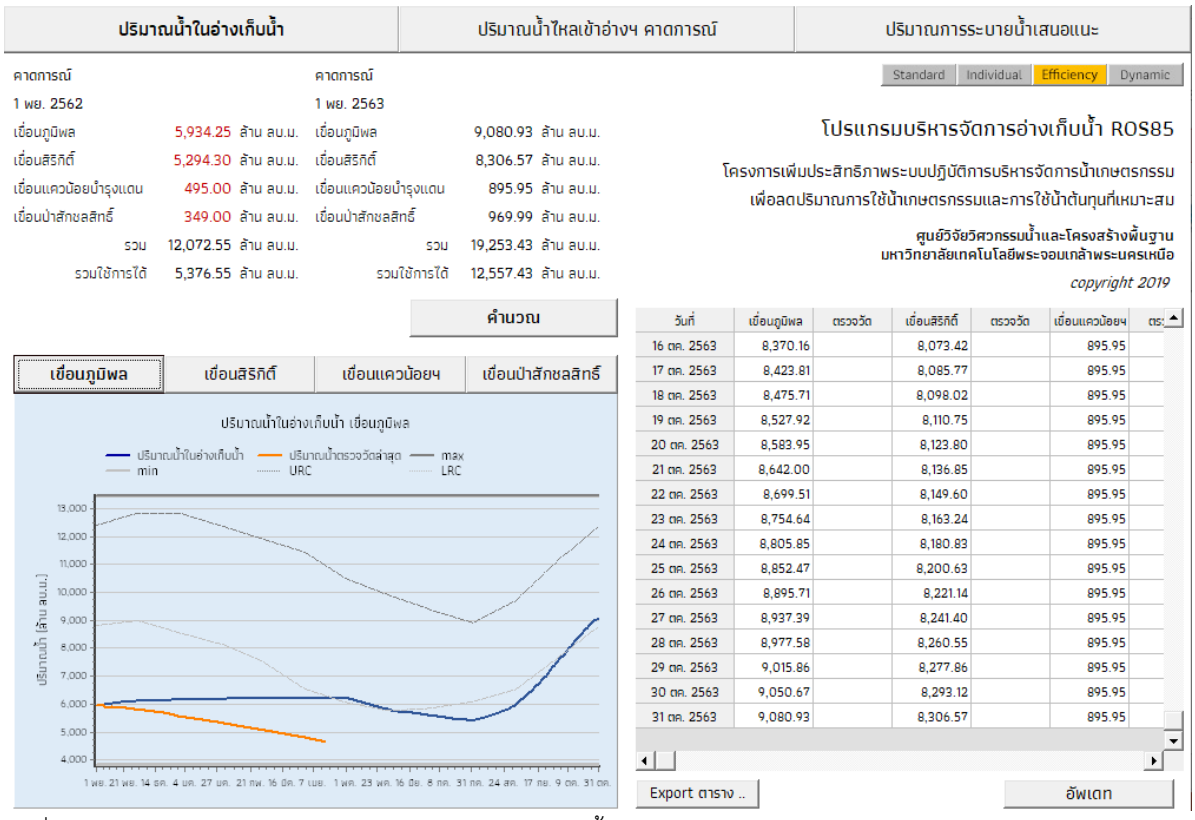
นอกจากนี้ การจัดทำโปรแกรมการจำลองการตัดสินใจระบายน้ำเป็นการนำผลการพัฒนาแบบจำลองมาจัดทำในรูปแบบโปรแกรมโดยแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) รูปแบบ Efficiency เป็นรูปแบบการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 2) รูปแบบ Standard เป็นรูปแบบการจำลองสถานการณ์โดยเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำเพื่อการเพาะปลูกตามเป้าหมายการเพาะปลูกข้าวนาปี 7 ล้านไร่ในช่วงการทำเกษตรกรรมฤดูฝน และเพาะปลูกข้าวนาปรัง 3 ล้าน

ไร่ในช่วงการทำเกษตรกรรมในฤดูแล้ง 3) รูปแบบ Dynamic เป็นรูปแบบการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแผนการบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทาน และ 4) รูปแบบ Individual เป็นรูปแบบการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยผู้ใช้งานสามารถเลือกปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ปริมาณการระบายน้ำ และปริมาณน้ำในอ่างฯ ตั้งต้น โดยการเรียกข้อมูลใน อดีตจากโปรแกรมตามสถานการณ์สมมติที่ต้องการจำลอง แสดงรูปแบบของผลผลิตที่ได้จากโครงการดังรูปที่ ก-1

การปรับเทียบแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำตามแนวคิดการจัดทำโปรแกรมการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่แบ่งออกเป็น 4 โหมด โดยทำการจำลองเริ่มต้นตั้งแต่วันที่ 1 พ.ย. 2554 ถึง วันที่ 1 พ.ย. 2561 เป็นช่วงการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการจำลองระหว่าง ROS85 และ Standard ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำรวม 4 เขื่อนต่ำสุดในฤดูแล้งคิดเป็นร้อยละ 56 และ 35 ตามลำดับ โดยการจำลองในโหมด Standard ที่มีการระบายน้ำขั้นต่ำเพื่อทำเกษตรกรรมพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีขั้นต่ำ 7 ล้านไร่ และนาปรังขั้นต่ำ 3 ล้านไร่ ทำให้เขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำลดลงไปจากโหมด ROS 85 อยู่ร้อยละ 21 ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝน พบว่า แบบจำลอง ROS 85 มีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลต่ำสุดร้อยละ 84 ในขณะที่โหมด Standard มีปริมาณน้ำต่ำสุดร้อยละ 50 ลดลงไปร้อยละ 34 สรุปผลการประเมินร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำแต่ละฤดูกาลในช่วงการปรับเทียบแบบจำลองในตารางที่ C และตารางที่ D ได้จำลองพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีและข้าวนาปรังจากผลการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ พบว่า แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำในโหมด ROS85 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังขั้นต่ำ 1.25 ล้านไร่ ข้าวนาปีขั้นต่ำ 3.15 ล้านไร่ ในขณะที่โหมด Standard มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังขั้นต่ำ 2.28 ล้านไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปี 4.06 ล้านไร่ แสดงผลการเปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างฯ แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ และพื้นที่เพาะปลูกขั้นต่ำจากแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำได้ในตารางที่ ก-1

ตารางที่ ก-1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

ฤดูกาล	ร้อยละปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างฯ วันที่ 1 พ.ย./ 1 พ.ค.				พื้นที่เพาะปลูกขั้นต่ำ (ล้านไร่)			
	Efficiency	Standard	Dynamic	ตรวจวัด	Efficiency	Standard	Dynamic	ตรวจวัด
ฤดูแล้ง 54/55	67%	52%	52%	49%	5.94	7.81	7.91	6.80
ฤดูฝน 55	86%	66%	72%	67%	7.98	8.03	5.88	7.36
ฤดูแล้ง 55/56	64%	44%	44%	38%	2.36	3.61	4.57	5.40
ฤดูฝน 56	86%	65%	69%	60%	6.65	6.10	5.13	6.85
ฤดูแล้ง 56/57	68%	44%	44%	40%	2.03	3.53	3.87	2.90
ฤดูฝน 57	85%	54%	55%	54%	4.82	7.15	6.96	7.79
ฤดูแล้ง 57/58	73%	42%	46%	42%	1.25	2.39	1.81	-
ฤดูฝน 58	85%	50%	50%	44%	3.15	4.06	5.71	7.45
ฤดูแล้ง 58/59	60%	35%	38%	34%	3.74	2.28	1.83	-
ฤดูฝน 59	84%	60%	70%	66%	5.75	6.58	4.51	7.58
ฤดูแล้ง 59/60	56%	42%	52%	44%	7.44	3.45	3.22	4.45
ฤดูฝน 60	84%	73%	81%	84%	9.69	8.68	9.59	7.60
ฤดูแล้ง 60/61	59%	50%	64%	56%	4.89	4.22	3.51	5.17
ฤดูฝน 61	84%	80%	96%	78%	7.82	6.29	5.33	7.66
ขั้นต่ำฤดูแล้ง	56%	35%	38%	34%	1.25	2.28	1.81	0.00
ขั้นต่ำฤดูฝน	84%	50%	50%	44%	3.15	4.06	4.51	6.85



รูปที่ ก-1 การจัดทำโปรแกรมการจำลองการตัดสินใจระบายน้ำ

- **การลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15**

การลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15 ทางโครงการวิจัยฯ ได้มีการจำลองรูปแบบการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทาน โดยแบ่งกลุ่มการส่งน้ำออกเป็น 20 โซนตามกลุ่มการใช้น้ำจากคลองเดียวกันที่มีการเหลื่อมเวลาการเพาะปลูกพร้อมกัน และจำลองรูปแบบการส่งน้ำตามจริงจากพฤติกรรมการใช้น้ำของเกษตรกรที่ได้จากการลงพื้นที่ภาคสนาม และทำการจำลองสภาพการใช้น้ำโดยพิจารณาข้อมูลความชื้นดินแบบ real-time จากเครื่องมือตรวจวัดในภาคสนาม โดยได้มีการติดตามสถานะความชื้นในดินและระดับน้ำร่วมกับการประเมินความต้องการน้ำชลประทานเพื่อจำลองความชื้นของพืชที่นำไปใช้ได้ ความชื้นที่พืชใช้ไปแล้ว และความชื้นที่พืชยอมให้ลดลงจนถึงจุดเหี่ยวเฉา เพื่อประเมินปริมาณการส่งน้ำตามความต้องการของพืชที่แท้จริง แสดงรูปแบบของโปรแกรมการจำลองสภาพการใช้น้ำที่เป็นผลผลิตของโครงการดังรูปที่ ก-2

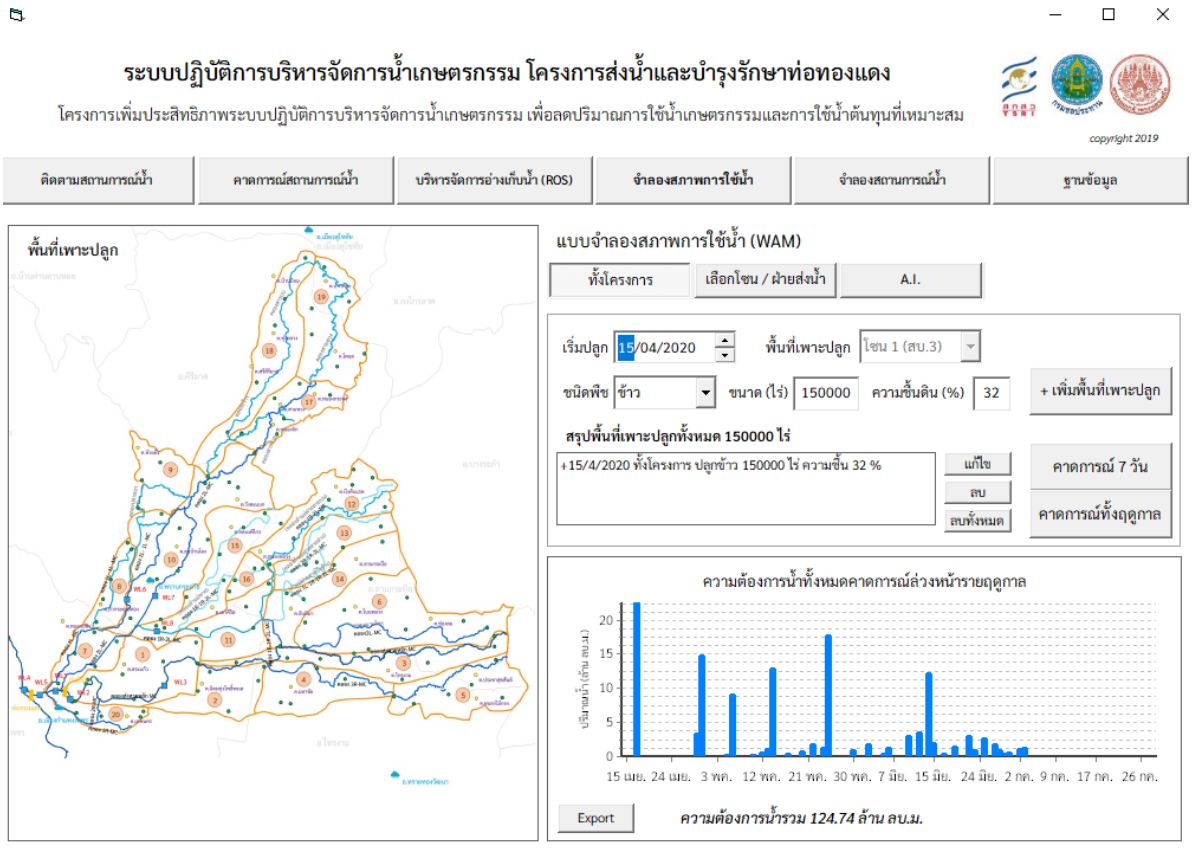
การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการจากการจำลองสถานการณ์ปริมาณการส่งน้ำจากสภาพจริงและแบบจำลอง เพื่อประเมินการลดการสูญเสียของปริมาณน้ำที่จัดสรรเข้าพื้นที่ชลประทาน ในช่วงฤดูแล้ง 60/61 และฤดูแล้ง 61/62 พบว่า ในฤดูแล้ง 60/61 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีพื้นที่เพาะปลูก 449,178 ไร่ ได้รับน้ำเข้าโครงการ 205.03 ล้าน ลบ.ม. โดยจากแบบจำลองสภาพการใช้น้ำจากโครงการวิจัยฯ ได้จำลองปริมาณการใช้น้ำจากพื้นที่เพาะปลูกคิดเป็นปริมาณ 170.96 ล้าน ลบ.ม. สามารถประหยัดน้ำจากการส่งจริงได้ 34.07 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 16.62 ส่วนในฤดูแล้ง 61/62 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีพื้นที่เพาะปลูก 492,129 ไร่ ได้รับน้ำเข้าโครงการจริง 349.57 ล้าน ลบ.ม. โดยจากแบบจำลอง WAM สามารถประหยัดน้ำเปรียบเทียบกับปริมาณการส่งจริงได้ถึง 81.37 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 23.28 จากการจำลองปริมาณการใช้น้ำตามแนวคิดของโครงการวิจัยฯ ร่วมกับความชื้นของดิน ซึ่งมีปริมาณความต้องการคิดเป็นปริมาณ 268.20 ล้าน ลบ.ม

เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ปลูกข้าว พบว่าใน ฤดูแล้ง 60/61 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีปริมาณน้ำได้รับจริง 93.62 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 344,948 ไร่ โดยจากการจำลองด้วยแบบจำลอง WAM ตาม

แนวคิดของโครงการสามารถลดการสูญเสียของน้ำได้ร้อยละ 16.47 คิดเป็นปริมาณ 15.42 ล้าน ลบ.ม. จากการจำลองปริมาณความต้องการน้ำร่วมกับความชื้นดิน ซึ่งพบว่าสามารถจัดสรรน้ำให้แก่พื้นที่เกษตรกรรมปลูกข้าวได้ที่ปริมาณ 78.20 ล้าน ลบ.ม. เพื่อลดการสูญเสียปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำได้ ส่วนในฤดูแล้ง 61/62 พบว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีปริมาณน้ำได้รับจริง 270.50 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 373,799 ไร่ โดยจากการจำลองด้วยแบบจำลองสภาพการใช้น้ำที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยฯ ตามแนวคิดของโครงการมีความต้องการน้ำคิดเป็นปริมาณ 68.17 ล้าน ลบ.ม. สามารถลดปริมาณการส่งน้ำจากการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้ร้อยละ 25.20 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการในตารางที่ ก-2

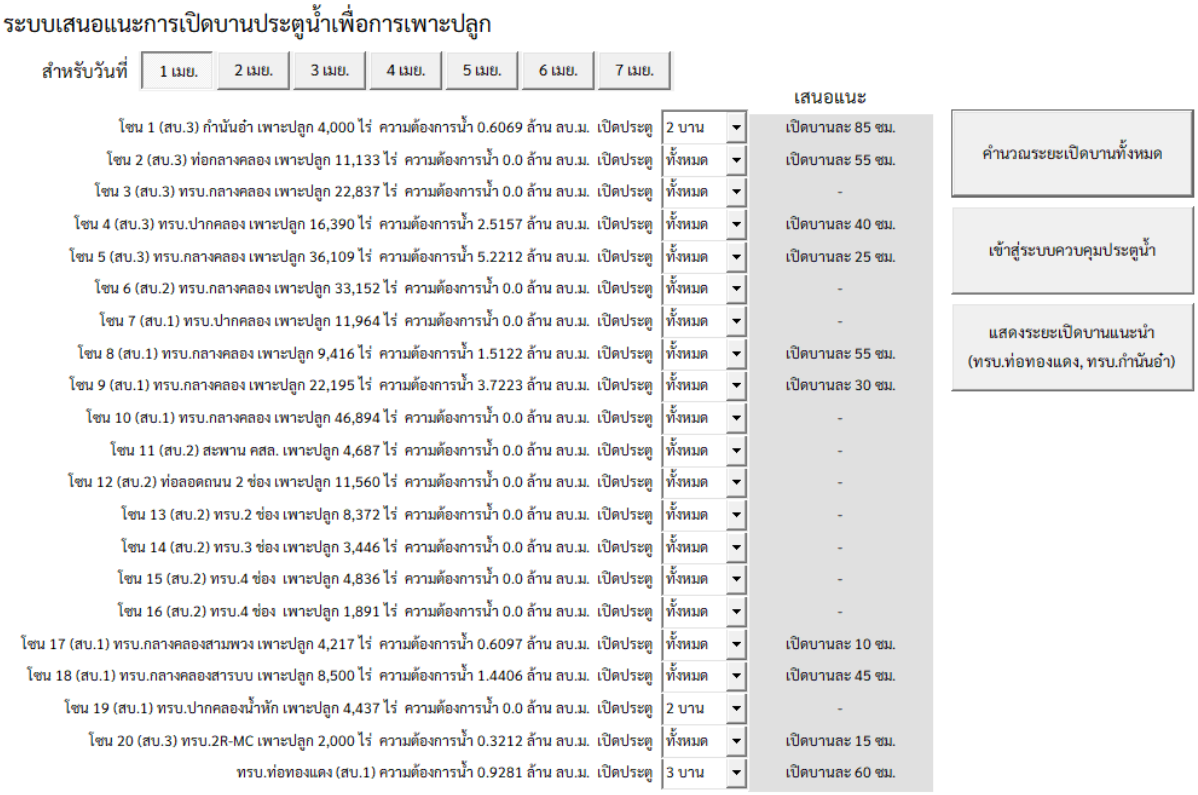
ตารางที่ ก-2 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการ

การประหยัดน้ำเชิงการบริหารจัดการ	ฤดูแล้ง 60/61	ฤดูแล้ง 61/62
ภาพรวมทั้งโครงการ		
ปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	205.03	349.57
พื้นที่เพาะปลูกจริง (ไร่)	449,178	492,129
ผลจำลองปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	170.96	268.20
ประหยัดน้ำ (%)	16.62%	23.28%
ประหยัดน้ำจากการส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	34.07	81.37
เฉพาะพื้นที่เพาะปลูกข้าว		
ปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	93.62	270.50
พื้นที่เพาะปลูกข้าว (ไร่)	344,948	373,799
ผลจำลองปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	78.20	202.33
ประหยัดน้ำ (%)	16.47%	25.20%
ประหยัดน้ำจากการส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	15.42	68.17



รูปที่ ก-2 การจำลองสภาพการใช้น้ำ

ในส่วนระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสมเป็นการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจจากผนวกระบบการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัด Real-time จากเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเข้ากับแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน โดยเป็นเครื่องมือให้กับผู้ใช้งานในการจำลองสภาพการใช้น้ำ และตัดสินใจในการปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม โดยการจำลองสภาพการใช้น้ำได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลความชื้นดินจากภาคสนามในการประเมินความต้องการน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ระบุ เพื่อทำการคำนวณปริมาณการส่งน้ำและระดับน้ำเหนือน้ำ ซึ่งในส่วนนี้ได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลระดับน้ำจากภาคสนามเข้าสู่ส่วนการจัดทำระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำ เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณและเสนอแนะระยะเปิดบานที่เหมาะสมตามปริมาณน้ำต้นทุนและการจำลองสภาพการใช้น้ำ และผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบการควบคุมปริมาณการระบายน้ำผ่าน ทรบ. ที่เสนอแนะตามจุดรับน้ำ 20 จุด ตามกลุ่มการใช้น้ำ 20 โซนที่ทางโครงการวิจัยได้แบ่งไว้ แสดงรูปแบบของระบบควบคุมที่เชื่อมโยงเข้ากับระบบสนับสนุนการตัดสินใจดังรูปที่ ก-3



รูปที่ ก-3 ระบบเสนอแนะการรับน้ำผ่าน ทรบ. ในพื้นที่ 20 โซน ที่มีการเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบควบคุม ทรบ.รับน้ำเข้าโครงการฯ

การใช้ประโยชน์ของของงานวิจัยได้มุ่งเน้นการใช้งานหลักให้แก่เจ้าหน้าที่โครงการฯ ท่อทองแดง โดยผู้ใช้งานสามารถใช้ระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำในการสั่งการเปิดปิดประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติผ่านเวปไซต์ รวมทั้งการติดตามข้อมูลฝน ปริมาณน้ำท่า อ่างเก็บน้ำ ของลุ่มน้ำปิง การติดตามระดับน้ำในคลองส่งน้ำ ปริมาณน้ำผ่าน ทรบ. และความชื้นดินทั้ง 120 จุด ของพื้นที่โครงการฯ ท่อทองแดง ผ่านระบบรายงานสภาพการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมทั้งในรูปแบบ Website และ Mobile Application และสามารถใช้งานระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรม เพื่อจำลองสภาพการใช้น้ำและเสนอแนะปริมาณการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากแม่น้ำปิง และการลดปริมาณการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้เป็นอย่างดี

บทคัดย่อ

การบริหารจัดการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในระบบเดิมได้มีการส่งน้ำโดยแบ่งรอบเวรการใช้น้ำในระดับตำบลตามแผนการใช้น้ำจากการประเมินพื้นที่เพาะปลูกของโครงการฯ เป็นรายสัปดาห์ ซึ่งในช่วงสภาวะวิกฤติน้ำเกษตรกรได้มีการร้องขอน้ำตามความต้องการ ทำให้การส่งน้ำของโครงการฯ เป็นได้ตามแผนได้ยาก และยังไม่มีเครื่องมือในการติดตามและประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อตัดสินใจส่งน้ำได้อย่างเหมาะสม โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำชลประทานร่วมกับการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดภาคสนามจากเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อใช้ในการติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา การประมวลสถานการณ์น้ำในการสั่งการและควบคุมปริมาณการส่งน้ำชลประทานให้เหมาะสมกับสภาพการเพาะปลูกพืช ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำปิงและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม ประกอบด้วย ระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเป็นระบบที่เชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดจากภาคสนามเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณสภาพการใช้น้ำและการจำลองปริมาณการส่งน้ำที่เหมาะสม จากนั้นสามารถสั่งการไปยังระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำได้จากหน้าเวปไซต์ และมีการพัฒนาระบบติดตาม รายงานสภาพพื้นที่เกษตรกรรมต้นแบบสำหรับการติดตามสถานการณ์น้ำและสภาพพื้นที่เกษตรกรรมทั้งในรูปแบบเวปไซต์และแอปพลิเคชัน โดยมีเป้าหมายของโครงการในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 และการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัยตามเป้าหมายของโครงการ มีดังนี้

จากการพัฒนาระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล พบว่าแบบจำลองสามารถรักษาปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำได้ร้อยละ 86.22 โดยเฉลี่ย เพิ่มขึ้นร้อยละ 29.51 เมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดหรือสภาพการบริหารจัดการน้ำในปัจจุบันที่มีปริมาณน้ำต้นทุน ณ ต้นฤดูแล้งเฉลี่ยร้อยละ 56.71 อีกทั้งการจำลองพื้นที่เพาะปลูกจากการระบายน้ำ พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีในลุ่มน้ำเจ้าพระยาขั้นต่ำ 3.15 ล้านไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังขั้นต่ำ 1.25 ล้านไร่ ต่างกับสถานการณ์จริงที่มีการงดเพาะปลูกในบางฤดูกาล

การลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15 ทางโครงการวิจัยฯ ได้มีการจำลองรูปแบบการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทาน โดยแบ่งกลุ่มการส่งน้ำออกเป็น 20 โซนตามกลุ่มการใช้น้ำจากคลองเดียวกันที่มีการเหลื่อมเวลาการเพาะปลูกพร้อมกัน และจำลองรูปแบบการส่งน้ำตามจริงจากพฤติกรรมการใช้น้ำของเกษตรกรที่ได้จากการลงพื้นที่ภาคสนาม และทำการจำลองสภาพการใช้น้ำโดยพิจารณาข้อมูลความชื้นดินแบบ real-time จากเครื่องมือตรวจวัดในภาคสนาม โดยจากการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการ พบว่า พบว่า ในฤดูแล้ง 60/61 สามารถประหยัดน้ำจากการส่งจริงได้ 34.07 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 16.62 ส่วนในฤดูแล้ง 61/62 สามารถประหยัดน้ำเปรียบเทียบกับปริมาณการส่งจริงได้ถึง 81.37 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 23.28 จากการจำลองปริมาณการใช้น้ำตามแนวคิดของโครงการวิจัยฯ

การใช้ประโยชน์ของของงานวิจัยได้มุ่งเน้นการใช้งานหลักให้แก่เจ้าหน้าที่โครงการฯ ท่อทองแดง โดยผู้ใช้งานสามารถใช้ระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำในการสั่งการเปิดปิดประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติผ่านเวปไซต์ รวมทั้งการติดตามข้อมูลฝน ปริมาณน้ำท่า อ่างเก็บน้ำ ของลุ่มน้ำปิง การติดตามระดับน้ำในคลองส่งน้ำ ปริมาณน้ำผ่าน ทรบ. และความชื้นดินทั้ง 120 จุด ของพื้นที่โครงการฯ ท่อทองแดง ผ่านระบบรายงานสภาพการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมทั้งในรูปแบบ Website และ Mobile Application และสามารถใช้งานระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรม เพื่อจำลองสภาพการใช้น้ำและเสนอแนะปริมาณการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากแม่น้ำปิง และการลดปริมาณการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้เป็นอย่างดี

Abstract

The water management in Thothongdaeng Operation and Maintenance Project (TTD) under Royal Irrigation Department (RID) in Thailand in the previous system distributes irrigation water to farmer by dividing irrigated area into subdistrict sectors according to weekly water plan. During drought crisis, farmers frequently ask for additional irrigation supply for as their needed that make the difficulty in preserving water distribution plan. Besides, TTD project lacked water monitoring and processing system that help operators in decision making efficiently. This research has developed decision support system for irrigation water management linking with real-time field measurement data from farmland that used for observing the hydrological changed in TTD agriculture area.

Water control and operating system for effective water delivery connects real-time data such as water level, soil moisture and gate data from fields to be input in mathematical model for calculating irrigation demand and simulate water allocation in canals to recommend gate operation control that automatically link to system via website. Furthermore, this research has developed monitoring system that can report and alert to operator and farmer in hydrological condition by website and mobile application. The research goal is to increase water efficiency from Bhumibol reservoir management by 85 percent average and decrease water allocating loss in TTD irrigation project by an average of 15 percent.

The result of this research corresponding to 85% water efficiency increasing target indicated that reservoir operation and simulation can maintain reservoir storage by 86.22% on average which is above the observed storage 29.51%. By the reservoir release, crop cultivation in-season rice is minimum estimated to be 3.15 million rai and is lowest at 1.25 million rai in off-season rice while the observed cultivation area in off-season rice is used to suspended cultivation due to less water storage in reservoir.

Another target is to reduce water allocating loss by 15%, this research has developed water allocation management model integrated with real-time soil moisture from field which can be called “WAM” by rearrange water usage sector into 20 zones following to farmer groups who use water from the same canal and start cropping at the same time. In Addition, the cropping pattern for water delivery simulation has adjusted based on usual farmer behavior obtained from site visit as well. The result of WAM simulation is demonstrated that during dry season in 2017, WAM can save irrigation water from the actual allocation by 34.07 million cubic meters or 16.62% and in dry season in 2018, WAM can conserve water delivered by 81.37 million cubic meters or 23.28% that archive research goals obviously.

The contribution of research outputs mainly focused on RID and TTD operators who are main users in operating system. The decision support system for irrigation water management developed in this research enhance operators in monitoring hydrological changed and simulating irrigation demand according to cultivated area specified by user together with real-time data to receive concrete condition in recommending proper action plan. Additionally, the gate controlling can be automatically operated coupled with decision support system through computer desktop, website and mobile application that is effective for irrigation water management plan on TTD pilot irrigation project level.

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary) ก
บทคัดย่อ (Abstract) จ
สารบัญ ช
สารบัญรูป ญ
สารบัญตาราง ถ

บทที่ 1 รายละเอียดโครงการ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ 1-1
1.2 การทบทวนรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง 1-5
1.3 วัตถุประสงค์ 1-10
1.4 เป้าหมาย 1-10
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 1-11
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อสิ้นสุดการวิจัย 1-12

บทที่ 2 แนวทางการดำเนินงาน

2.1 พื้นที่ศึกษา 2-1
2.2 ระเบียบวิธีวิจัย 2-2
2.3 แนวทางการดำเนินงาน 2-9

บทที่ 3 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา อ่างเก็บน้ำ การจัดสรรน้ำ

3.1 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
3.2 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอุทกวิทยา 3-8
3.3 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล 3-14
3.4 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการจัดสรรน้ำ ลุ่มน้ำปิง 3-18
3.5 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่โครงการชลประทาน ลุ่มน้ำปิง 3-20
3.6 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำปิง 3-22
3.7 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่ชุดดิน ลุ่มน้ำปิง 3-22
3.8 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่พื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง 3-26
3.9 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่ความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง 3-26
3.10 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่ศักยภาพน้ำใต้ดิน และบ่อบาดาล ลุ่มน้ำปิง 3-26
3.11 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่อาคารชลศาสตร์ ระบบระบายน้ำและกระจายน้ำ 3-32
3.12 ผลการจัดทำข้อมูลกลุ่มผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง 3-33

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัญหาและรูปแบบการบริหารจัดการน้ำ

4.1 สรุปผลการจัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ใช้น้ำและเกษตรกรในพื้นที่ชลประทาน 4-1
4.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ชลประทาน 4-13
4.3 ผลการวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำจากเกษตรกร กลุ่มผู้ใช้น้ำ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 4-20
4.4 สรุปข้อเสนอแนะที่ได้จากการลงสำรวจพื้นที่ รับฟังแนวทางการบริหารจัดการน้ำ 4-33

บทที่ 5 ผลการจัดทำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำและการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

5.1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า 5-1
5.1.1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าลำน้ำปิงล่วงหน้า 10 วัน 5-1
5.1.2 การคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลล่วงหน้า 10 วัน 5-2

สารบัญ (ต่อ)

5.2 แนวคิดการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่มีความเหมาะสม 5-9
5.2.1 เกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา 5-9
5.2.2 ปริมาณความต้องการน้ำของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา 5-11
5.2.3 การจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสม 5-13
5.2.4 การจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสมในสถานการณ์ปัจจุบันปี พ.ศ. 2562 5-16
5.3 การจัดทำแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล หรือ แบบจำลอง ROS85 5-17
5.4 การประเมินสมรรถนะของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โดยเฉลี่ยร้อยละ 85 5-23
5.5 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในช่วงการปรับเทียบและการทดสอบแบบจำลอง 5-24
5.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2562 5-29

บทที่ 6 ผลการจัดทำแบบจำลองสมดุลน้ำและการจัดสรรน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

6.1 หลักการประเมินความต้องการน้ำของพืชและโปรแกรมการประเมินความต้องการน้ำในปัจจุบัน 6-1
6.1.1 ทฤษฎีการประเมินความต้องการน้ำ 6-1
6.1.2 โปรแกรมวางแผนและประเมินผลการส่งน้ำ WASAM 6-4
6.1.3 โปรแกรม Cropwat 6-4
6.2 การพัฒนาแบบจำลองการประเมินความต้องการน้ำในระดับโครงการชลประทาน, WAM (Water Allocation and Management) 6-5
6.3 แนวคิดในการประหยัดน้ำจากการประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม 6-10
6.3.1 การประเมินปริมาณการส่งน้ำเข้าโครงการ 6-6
6.3.2 การประเมินความต้องการน้ำเกษตรกรรมของโครงการ 6-7
6.4 ผลการประเมินความต้องการน้ำและการขาดแคลนน้ำ 6-16
6.4.1 การแบ่งรอบเวรการใช้น้ำตามกลุ่มผู้ใช้น้ำจากคลองเดียวกัน 6-16
6.4.2 การจัดทำแบบจำลองความต้องการน้ำและการจัดสรรน้ำร่วมกับการจำลองระดับน้ำในแปลงนาและความชื้นในเขตรากพืช 6-17
6.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองความต้องการน้ำและการจัดสรรน้ำ 6-61
6.6 ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานในการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทาน โดยเฉลี่ยร้อยละ 15 6-63

บทที่ 7 ผลการจัดทำแบบจำลองการไหลในลำน้ำปิง และคลองส่งน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

7.1 การจัดทำแบบจำลองการไหลในลำน้ำปิง 7-1
7.2 การจัดทำแบบจำลองการไหลในคลองส่งน้ำสายหลักและคลองส่งน้ำสายซอย 7-3
7.2.1 การจำลองสถานการณ์การไหลในคลองส่งน้ำกรณีน้ำมาก น้ำปกติ และน้ำน้อย 7-11
7.2.2 การจำลองสถานการณ์การไหลในคลองส่งน้ำในสถานการณ์ปัจจุบันปี 2562 7-25
7.3 การจำลองสภาพการไหลของน้ำร่วมกับการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม 7-28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 8 ผลการจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำและแบบจำลองควบคุมประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน

8.1 ผลการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัด Real-time จากเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อบริหารจัดการน้ำ 8-1

8.2 ผลการจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน 8-4

8.3 ผลการจัดทำระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสมโดยเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม 8-7

8.4 ผลการจัดทำระบบฐานข้อมูลของโครงการ 8-11

8.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม 8-13

บทที่ 9 ผลการจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

ภาคผนวก คู่มือการใช้งานแบบจำลองควบคุมประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน

สารบัญรูป

รูปที่	1-1	ลักษณะโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	1-1
รูปที่	1-2	ผังการจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน	1-3
รูปที่	1-3	แผน-ผลการจัดสรรน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	1-4
รูปที่	1-4	เปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง	1-5
รูปที่	1-5	ระบบ SCADA ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา	1-8
รูปที่	1-6	ระบบ SCADA โครงการระบายน้ำบริเวณสนามบินสุวรรณภูมิ	1-8
รูปที่	2-1	พื้นที่ศึกษา	2-4
รูปที่	2-2	ขั้นตอนและการเชื่อมโยงเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในแปลงนากับเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม	2-5
รูปที่	2-3	ระเบียบวิธีวิจัย	2-6
รูปที่	2-4	หลักการสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ	2-12
รูปที่	2-5	ความแตกต่างระหว่างตรรกศาสตร์แบบเดิมกับตรรกศาสตร์แบบฟัซซี และการกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซตแบบเดิมกับฟัซซีเซต	2-14
รูปที่	2-6	ลักษณะฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในแบบต่างๆ	2-15
รูปที่	2-7	ค่าความเป็นสมาชิก (Membership Value) ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ	2-15
รูปที่	2-9	(ก) การอนุมานโดยวิธี Graphical Mamdani (max-min) Inference Method	2-16
รูปที่	2-9	(ข) การอนุมานโดยวิธี Graphical Max-Product Inference Method	2-16
รูปที่	2-10	โครงข่ายแบบจำลองนิวโรฟัซซี	
รูปที่	2-11	ผังการทำงานของเทคนิควิธีแบบ Genetic-Neurofuzzy Computing	2-20
รูปที่	2-12	รูปแบบของการพัฒนา Water Allocation Model Web Application	2-20
รูปที่	3-1	สถานีวัดปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่า	3-3
รูปที่	3-2	ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝนน้อย ปริมาณฝนเฉลี่ย และปริมาณฝนมาก รายลุ่มน้ำ	3-4
รูปที่	3-3	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย ลุ่มน้ำปิง	3-4
รูปที่	3-4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปี ลุ่มน้ำวัง	3-4
รูปที่	3-5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย ลุ่มน้ำยม	3-4
รูปที่	3-6	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปี ลุ่มน้ำน่าน	3-5
รูปที่	3-7	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	3-5
รูปที่	3-8	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปี ลุ่มน้ำสะแกกรัง	3-5
รูปที่	3-9	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำปิง	3-6
รูปที่	3-10	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำวัง	3-6
รูปที่	3-11	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำยม	3-6
รูปที่	3-12	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำน่าน	3-7
รูปที่	3-13	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	3-7
รูปที่	3-14	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำสะแกกรัง	3-7
รูปที่	3-15	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี	3-8
รูปที่	3-16	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี P.2A อ.เมืองตาก จ.ตาก	3-9
รูปที่	3-17	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร	3-9

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	3-18	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	3-9
รูปที่	3-19	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี N.12A อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์	3-10
รูปที่	3-20	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี N.5A อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร	3-10
รูปที่	3-21	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี N.67 อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์	3-10
รูปที่	3-22	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี C.2 อ.เมือง จ.นครสวรรค์	3-11
รูปที่	3-23	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี C.13 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท	3-11
รูปที่	3-24	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำปิง	3-12
รูปที่	3-25	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำวัง	3-12
รูปที่	3-26	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำยม	3-12
รูปที่	3-27	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำน่าน	3-13
รูปที่	3-28	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	3-13
รูปที่	3-29	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำสะแกกรัง	3-13
รูปที่	3-30	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล รายปี	3-16
รูปที่	3-31	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล รายฤดูกาล	3-16
รูปที่	3-32	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	3-16
รูปที่	3-33	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ รายปี	3-17
รูปที่	3-34	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ รายฤดูกาล	3-17
รูปที่	3-35	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	3-17
รูปที่	3-36	สรุปปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง รายฤดูกาล	3-19
รูปที่	3-37	เปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง รายฤดูกาล	3-19
รูปที่	3-38	เปรียบเทียบปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายเดือน ปี 2551 ถึง 2561	3-19
รูปที่	3-39	แผนที่โครงการชลประทาน ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน	3-23
รูปที่	3-40	แผนที่การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน	3-24
รูปที่	3-41	แผนที่ชุดดิน ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน	3-25
รูปที่	3-42	แผนที่พื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน	3-29
รูปที่	3-43	แผนที่ความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน	3-30
รูปที่	3-44	แผนที่ศักยภาพน้ำใต้ดิน บ่อบาดาล ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน	3-31
รูปที่	3-45	แผนที่อาคารชลศาสตร์ ระบบระบายน้ำและกระจายน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	3-43
รูปที่	3-46	กลุ่มผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	3-44
รูปที่	4-1	บรรยากาศการจัดประชุมเปิดโครงการ	4-5

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	4-2	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	4-5
รูปที่	4-3	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานพิษณุโลก	4-6
รูปที่	4-4	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายม-น่าน (เช้า)	4-6
รูปที่	4-5	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายม-น่าน (บ่าย)	4-7
รูปที่	4-6	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล	4-7
รูปที่	4-7	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานพิจิตร วันที่ 18 กรกฎาคม 2562	4-8
รูปที่	4-8	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ (วังยาง)	4-8
รูปที่	4-9	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ (หนองขวัญ)	4-9
รูปที่	4-10	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว	4-9
รูปที่	4-11	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานนครสวรรค์	4-10
รูปที่	4-12	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว	4-10
รูปที่	4-13	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี	4-11
รูปที่	4-14	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานอุตรดิตถ์	4-11
รูปที่	4-15	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานตาก	4-12
รูปที่	4-16	บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานกำแพงเพชร	4-12
รูปที่	4-17	โครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง	4-18
รูปที่	4-18	โครงการชลประทานในลุ่มน้ำน่าน	4-19
รูปที่	5-1	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.2A อ.สามเงา จ.ตาก	5-3
รูปที่	5-2	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร	5-4
รูปที่	5-3	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	5-5
รูปที่	5-4	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	5-6
รูปที่	5-5	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าเขื่อนเจ้าพระยา สถานี C.13 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท	5-7
รูปที่	5-6	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-8
รูปที่	5-7	เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-10
รูปที่	5-8	เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	5-11
รูปที่	5-9	การเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำที่สถานี C.2 ของผลการปฏิบัติการจริงและแบบจำลอง	5-15
รูปที่	5-10	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จากผลการปฏิบัติการจริงและผลจากแบบจำลอง	5-15
รูปที่	5-11	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จากผลการปฏิบัติการจริงและผลจากแบบจำลอง	5-15
รูปที่	5-12	เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลจากผลการจำลองทั้ง 2 กรณี	5-17
รูปที่	5-13	เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์จากผลการจำลองทั้ง 2 กรณี	5-17
รูปที่	5-14	เปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำระหว่างข้อมูลจากแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดรวม 4 เขื่อน	5-18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	5-15	เปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-22
รูปที่	5-16	เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-22
รูปที่	5-17	เปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	5-22
รูปที่	5-18	เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	5-22
รูปที่	5-19	เปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างฯ รวม 4 เขื่อน ระหว่างแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด	5-24
รูปที่	5-20	เปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด	5-24
รูปที่	5-21	เปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ระหว่างแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด	5-24
รูปที่	5-22	การปรับเทียบแบบจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-26
รูปที่	5-23	การปรับเทียบแบบจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	5-26
รูปที่	5-24	ปริมาณการระบายน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-28
รูปที่	5-25	ปริมาณการระบายน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	5-28
รูปที่	5-26	การจำลองปริมาณน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-28
รูปที่	5-27	การจำลองปริมาณน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	5-29
รูปที่	5-28	การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล วันที่ 1 พ.ย. 61 ถึง 31 ต.ค. 62	5-30
รูปที่	5-29	การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ วันที่ 1 พ.ย. 61 ถึง 31 ต.ค. 62	5-30
รูปที่	6-1	เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายวัน	6-6
รูปที่	6-2	เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายเดือน	6-6
รูปที่	6-3	สถานีวัดน้ำฝนและขอบเขตพื้นที่การรับน้ำฝน	6-8
รูปที่	6-4	ปริมาณฝนรายวันพื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ในปี พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562	6-9
รูปที่	6-5	ปริมาณฝนรายเดือนพื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ในปี พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562	6-9
รูปที่	6-6	ปริมาณฝนรายปีพื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ในปี พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562	6-10
รูปที่	6-7	รูปแบบการเพาะปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	6-11
รูปที่	6-8	พื้นที่การใช้น้ำและลำดับการเพาะปลูก	6-12
รูปที่	6-9	จุดเก็บตัวอย่างดิน 20 โซนในสนาม และลักษณะการขุดปิดหน้าดิน	6-13
รูปที่	6-10	ตัวอย่างของการจำลองความชื้นของข้าว มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในโซนที่ 1	6-16
รูปที่	6-11	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2558 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่ของ GISDA	6-19
รูปที่	6-12	ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 1	6-19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	6-13	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2558 จาก GISDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-20
รูปที่	6-14	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2559 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISDA	6-21
รูปที่	6-15	ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 2	6-21
รูปที่	6-16	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2559 จาก GISDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-22
รูปที่	6-17	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2560 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISDA	6-23
รูปที่	6-18	ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 3	6-23
รูปที่	6-19	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2560 จาก GISDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-24
รูปที่	6-20	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2562 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISDA	6-25
รูปที่	6-21	ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 4	6-25
รูปที่	6-22	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2562 จาก GISDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-26
รูปที่	6-23	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน	6-27
รูปที่	6-24	ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 5	6-28
รูปที่	6-25	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ กรณีปลูกเต็มพื้นที่ คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-28
รูปที่	6-26	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2558	6-29
รูปที่	6-27	ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 6	6-29
รูปที่	6-28	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2558 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-30
รูปที่	6-29	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2559	6-31
รูปที่	6-30	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 7	6-31
รูปที่	6-31	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-32
รูปที่	6-32	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2559	6-33
รูปที่	6-33	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 8	6-33
รูปที่	6-34	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2560 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-34
รูปที่	6-35	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2562	6-35
รูปที่	6-36	การจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 9	6-35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	6-37	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน	6-36
รูปที่	6-38	การแบ่งพื้นที่รับน้ำย่อยและลำดับการเพาะปลูก	6-38
รูปที่	6-39	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชของข้าวโพดจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 10	6-38
รูปที่	6-40	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2558 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-39
รูปที่	6-41	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 11	6-40
รูปที่	6-42	ปริมาณความต้องการน้ำ วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-40
รูปที่	6-43	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 12	6-41
รูปที่	6-44	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2560 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-42
รูปที่	6-45	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 13	6-43
รูปที่	6-46	ปริมาณความต้องการน้ำวิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-43
รูปที่	6-47	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 14	6-44
รูปที่	6-48	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่กรณีปลูกเต็มพื้นที่ คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-45
รูปที่	6-49	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 15	6-46
รูปที่	6-50	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2558 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-47
รูปที่	6-51	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชของพืชอื่นๆ จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 16	6-48
รูปที่	6-52	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-49
รูปที่	6-53	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 17	6-50
รูปที่	6-54	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2560 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-51
รูปที่	6-55	ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 18	6-52
รูปที่	6-56	ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS	6-53
รูปที่	6-57	การขาดแคลนน้ำรูปแบบที่ 1 ถึง 18	6-56
รูปที่	6-58	เปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการ	6-65
รูปที่	7-1	โครงข่ายแม่น้ำของการจำลองปริมาณการไหล	7-1
รูปที่	7-2	ขอบเขตการศึกษาของการจำลองปริมาณการไหล	7-2
รูปที่	7-3	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการไหลในลำน้ำ	7-3
รูปที่	7-4	ผังจำลองการปริมาณการไหลของน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง	7-5
รูปที่	7-5	โครงข่ายคลองส่งน้ำในแบบจำลองการไหลในโครงการฯ ท่อทองแดง	7-6
รูปที่	7-6	ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก MC	7-6

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	7-7	ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 1L-MC	7-6
รูปที่	7-8	ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 2L-MC	7-7
รูปที่	7-9	ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 3L-MC	7-7
รูปที่	7-10	ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 1R-MC	7-7
รูปที่	7-11	ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 2R-MC	7-8
รูปที่	7-12	ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 3R-MC	7-8
รูปที่	7-13	ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553	7-9
รูปที่	7-14	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553	7-9
รูปที่	7-15	ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน	7-9
รูปที่	7-16	ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2L-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน	7-9
รูปที่	7-17	ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3L-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน	7-10
รูปที่	7-18	ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1R-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน	7-10
รูปที่	7-19	ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2R-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน	7-10
รูปที่	7-20	ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3R-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน	7-10
รูปที่	7-21	ปริมาณน้ำผ่านอาคารฯ ปากคลองท่อทองแดงช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย	7-11
รูปที่	7-22	ปริมาณน้ำในคลอง MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน	7-11
รูปที่	7-23	ปริมาณน้ำในคลอง 1L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน	7-12
รูปที่	7-24	ปริมาณน้ำในคลอง 2L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน	7-12
รูปที่	7-25	ปริมาณน้ำในคลอง 3L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน	7-12
รูปที่	7-26	ปริมาณน้ำในคลอง 1R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน	7-12
รูปที่	7-27	ปริมาณน้ำในคลอง 2R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน	7-13
รูปที่	7-28	ปริมาณน้ำในคลอง 3R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน	7-13
รูปที่	7-29	ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย	7-14
รูปที่	7-30	ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย	7-15
รูปที่	7-31	ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย	7-15
รูปที่	7-32	ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย	7-15
รูปที่	7-33	ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย	7-15
รูปที่	7-34	ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย	7-16
รูปที่	7-35	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ช่วงวันที่ 3 ก.ค. ถึง 1 พ.ย. 2560 กรณีปีน้ำมาก	7-16
รูปที่	7-36	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ช่วงวันที่ 5 มิ.ย. ถึง 1 พ.ย. 2556 กรณีปีน้ำปกติ	7-16
รูปที่	7-37	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ช่วงวันที่ 1 พ.ค. ถึง 16 ก.ค. 2558 กรณีปีน้ำน้อย	7-17
รูปที่	7-38	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายใหญ่ MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย	7-18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	7-39	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1L-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย	7-19
รูปที่	7-40	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2L-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย	7-20
รูปที่	7-41	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 3L-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย	7-21
รูปที่	7-42	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1R-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย	7-22
รูปที่	7-43	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2R-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย	7-23
รูปที่	7-44	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 3R-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย	7-24
รูปที่	7-45	ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายใหญ่ MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562	7-25
รูปที่	7-46	ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 1L-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562	7-25
รูปที่	7-47	ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 2L-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562	7-26
รูปที่	7-48	ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 3L-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562	7-26
รูปที่	7-49	ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 1R-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562	7-26
รูปที่	7-50	ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 2R-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562	7-27
รูปที่	7-51	ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 3R-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562	7-27
รูปที่	7-52	ผลคาดการณ์ปริมาณน้ำล่วงหน้าในคลองส่งน้ำ ตั้งแต่วันที่ 12 ส.ค. ถึง 13 ก.ย. 2562	7-27
รูปที่	7-53	การจัดทำโครงข่ายคลองส่งน้ำร่วมกับการจัดแบ่งพื้นที่โซนการส่งน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง	7-28
รูปที่	7-54	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองก่อนผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน	7-29
รูปที่	7-55	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองหลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน	7-30
รูปที่	7-56	ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่	7-30
รูปที่	7-57	ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 1L-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่	7-30
รูปที่	7-58	ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 2L-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่	7-31
รูปที่	7-59	ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 3L-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่	7-31
รูปที่	7-60	ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 1R-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่	7-31
รูปที่	7-61	ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 2R-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่	7-32
รูปที่	7-62	ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 3R-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่	7-32
รูปที่	7-63	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองหลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนการส่งน้ำใหม่	7-33
รูปที่	7-64	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่	7-33
รูปที่	7-65	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1L-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่	7-33
รูปที่	7-66	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2L-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่	7-33
รูปที่	7-67	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 3L-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่	7-34
รูปที่	7-68	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1R-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่	7-34
รูปที่	7-69	ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2R-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่	7-34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	8-1	ความเชื่อมโยงขององค์ประกอบของระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม	8-2
รูปที่	8-2	การเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อบริหารจัดการน้ำ	8-3
รูปที่	8-3	รายละเอียดส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำจากการเชื่อมโยงข้อมูลเข้าสู่ระบบสนุบสนุนการตัดสินใจ	8-3
รูปที่	8-4	ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ	8-5
รูปที่	8-5	ส่วนบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ	8-5
รูปที่	8-6	การคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายเสนอแนะ	8-6
รูปที่	8-7	ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำล่วงหน้า 7 วัน	8-6
รูปที่	8-8	ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำล่วงหน้ารายฤดูกาล	8-7
รูปที่	8-9	รูปแบบการทำงานของระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม	8-8
รูปที่	8-10	ระบบเสนอแนะการรับน้ำผ่าน ทรบ. ในพื้นที่ 20 โซน	8-9
รูปที่	8-11	ระบบควบคุม ทรบ.รับน้ำเข้าโครงการฯ	8-9
รูปที่	8-12	ระบบการจำลองสถานการณ์น้ำ	8-10
รูปที่	8-13	รูปแบบของการจำลองสถานการณ์น้ำ	8-10
รูปที่	8-14	ส่วนการเข้ารหัสระบบฐานข้อมูล	8-11
รูปที่	8-15	ส่วนฐานข้อมูลปริมาณฝน	8-11
รูปที่	8-16	ส่วนฐานข้อมูลความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม	8-12
รูปที่	8-17	ส่วนฐานข้อมูลรูปตัดคลอง	8-12
รูปที่	8-18	การติดตามภาพรวมสถานการณ์น้ำ ลุ่มน้ำปิง	8-13
รูปที่	8-19	การติดตามภาพรวมสถานการณ์น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	8-14
รูปที่	8-20	การติดตามข้อมูลความชื้นดิน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	8-15
รูปที่	8-21	การติดตามข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสะสม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	8-15
รูปที่	8-22	การประเมินความต้องการน้ำของพื้นที่เพาะปลูก โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	8-16
รูปที่	8-23	การเสนอแนะปริมาณการส่งน้ำที่เหมาะสม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	8-17
รูปที่	9-1	บรรยากาศการอบรมการพัฒนาและการใช้งานโปรแกรมระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำ ในวันที่ 16 เม.ย. 2563	9-2
รูปที่	9-2	บรรยากาศการอบรมการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน ในวันที่ 17 เม.ย. 2563	9-3
รูปที่	9-3	บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 6, 12, 13, 14, 15, 16 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 8 พฤษภาคม 2563 ช่วงเช้า	9-4
รูปที่	9-4	บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 1, 7, 8, 20 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 8 พฤษภาคม 2563 ช่วงบ่าย	9-4
รูปที่	9-5	บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 2, 3, 4, 5 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 11 พฤษภาคม 2563 ช่วงเช้า	9-5

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	9-6	บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 และ 2 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 6, 10, 11, 14 และ 15 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 11 พฤษภาคม 2563 ช่วงบ่าย	9-5
รูปที่	9-7	บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 9, 10, 17, 18 และ 19 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 13 พฤษภาคม 2563 ช่วงเช้า	9-6
รูปที่	9-8	รูปแบบการพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลความชื้นดินให้แก่เกษตรกร	9-6
รูปที่	9-9	รูปแบบการส่งข้อมูลความชื้นดินผ่าน Line Notify ทุกวันเวลา 09.00 น.	9-7

สารบัญตาราง

ตารางที่	1-1	แผนการจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำปิง	1-4
ตารางที่	1-2	สรุปความเกี่ยวข้อง/ แตกต่างของงานวิจัยที่ผ่านมา	1-9
ตารางที่	2-1	รายละเอียดพื้นที่ชลประทาน	2-2
ตารางที่	2-2	สรุปข้อมูลที่ใช้	2-7
ตารางที่	2-3	แนวทางการดำเนินงาน	2-9
ตารางที่	3-1	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน และเจ้าพระยา	3-2
ตารางที่	3-2	สรุปปริมาณน้ำต้นทุน ณ วันที่ 1 พ.ย. ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	3-14
ตารางที่	3-3	ปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายเดือน	3-20
ตารางที่	3-4	พื้นที่ชลประทานในลุ่มน้ำปิง	3-20
ตารางที่	3-5	สรุปสัดส่วนการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	3-21
ตารางที่	3-6	การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำปิง	3-22
ตารางที่	3-7	ข้อมูลชุดดินตามความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง	3-27
ตารางที่	3-8	ข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง	3-27
ตารางที่	3-9	ข้อมูลความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง	3-27
ตารางที่	3-10	ศักยภาพน้ำใต้ดิน บ่อบาดาล ลุ่มน้ำปิง	3-28
ตารางที่	3-11	ข้อมูลคลองส่งน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	3-32
ตารางที่	3-12	ข้อมูลบัญชีอาคารชลศาสตร์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	3-34
ตารางที่	3-13	กลุ่มผู้ใช้น้ำและพื้นที่เกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	3-37
ตารางที่	4-1	สรุปจำนวนผู้เข้าประชุมและช่วงเวลาการจัดประชุม	4-4
ตารางที่	4-2	สรุปแบบสำรวจปัญหาการกำหนดแผนการส่งน้ำประจำฤดูกาล	4-20
ตารางที่	4-3	สรุปแบบสำรวจปัญหาการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำ	4-22
ตารางที่	4-4	สรุปแบบสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูฝน	4-23
ตารางที่	4-5	สรุปแบบสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูแล้ง	4-25
ตารางที่	4-6	สรุปแบบสำรวจปัญหาช่วงเวลาการรับน้ำ	4-26
ตารางที่	4-7	สรุปแบบสำรวจปัญหาอาคารชลประทานชำรุดเสียหาย	4-27
ตารางที่	4-8	สรุปแบบสำรวจปัญหาการรับน้ำของพื้นที่ปลายน้ำ	4-28
ตารางที่	4-9	สรุปแบบสำรวจข้อเสนอแนะ	4-30
ตารางที่	5-1	การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า	5-1
ตารางที่	5-3	สรุปข้อมูลพื้นที่แผนการเพาะปลูกตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2552 ถึง 31 ตุลาคม 2561	5-11
ตารางที่	5-4	สรุปข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำทั้งลุ่มเจ้าพระยา ตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2552 ถึง 31 ตุลาคม 2561	5-12
ตารางที่	5-5	สรุปข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำทั้งลุ่มเจ้าพระยา	5-13
ตารางที่	5-6	อัตราการระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละโซนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	5-14
ตารางที่	5-7	อัตราการระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละโซนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์	5-14
ตารางที่	5-8	การประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสม	5-16
ตารางที่	5-9	สรุปปริมาณน้ำที่ใช้ในการปรับแผนการจัดสรรน้ำ และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคาดการณ์	5-16
ตารางที่	5-10	ผลการปรับเทียบปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลอง ROS85 ในการตัดสินใจระบายน้ำ	5-20

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	5-11	ผลการปรับเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 ในการตัดสินใจระบายน้ำ	5-21
ตารางที่	5-12	ดัชนีการประเมินสมรรถนะของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ	5-23
ตารางที่	5-13	ผลการประเมินร้อยละของปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างฯ แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ	5-26
ตารางที่	5-14	ผลการประเมินพื้นที่เพาะปลูกขั้นต่ำจากแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ	5-27
ตารางที่	5-15	ผลการประยุกต์แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2562	5-29
ตารางที่	6-1	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith	6-2
ตารางที่	6-2	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith	6-2
ตารางที่	6-3	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith	6-3
ตารางที่	6-4	แสดงปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายเดือนโดยวิธีของ Penman Monteith	6-3
ตารางที่	6-5	เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้รับเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	6-7
ตารางที่	6-6	พื้นที่เพาะปลูกพืช	6-7
ตารางที่	6-7	แฟคเตอร์ปรับค่าน้ำหนัก (Weightage Factor)	6-8
ตารางที่	6-8	รูปแบบการเพาะปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	6-11
ตารางที่	6-9	พื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	6-11
ตารางที่	6-10	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน	6-14
ตารางที่	6-11	รูปแบบการประเมินความต้องการน้ำและการขาดแคลนน้ำ	6-17
ตารางที่	6-12	ช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวและความต้องการน้ำชลประทาน	6-37
ตารางที่	6-13	สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณการขาดแคลนน้ำระหว่างรูปแบบการเพาะปลูก การประเมินความต้องการน้ำแบบเดิมและแนวคิดในการประหยัดน้ำ	6-61
ตารางที่	6-14	ความต้องการน้ำของข้าวและอ้อยเฉลี่ยต่อไร่	6-62
ตารางที่	6-15	เปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการ	6-63
ตารางที่	7-1	ผลการปรับเทียบแบบจำลองการไหลในลำน้ำ	7-3
ตารางที่	7-2	รายละเอียดคลองส่งน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง	7-4
ตารางที่	7-3	สรุปค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย และผลรวมปริมาณน้ำจากผลจำลองการไหลตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553 กรณีใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างๆ	7-13
ตารางที่	7-4	พื้นที่โซนการรับน้ำจากคลองส่งน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง	7-29
ตารางที่	8-1	รายละเอียดของข้อมูลตรวจวัดที่ได้เชื่อมโยงเข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ	8-1

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงเป็นโครงการชลประทานรับน้ำนอง โดยรับน้ำจากแม่น้ำปิงเข้าพื้นที่เพาะปลูกในเขต จ.สุโขทัย พิษณุโลก และกำแพงเพชร ใช้ระบบการส่งน้ำโดยคลองธรรมชาติ มีอาคารบังคับน้ำและอาคารอัดน้ำตามคลองธรรมชาติ โดยรับน้ำเข้าโครงการผ่าน ปตร.ปากคลองท่อทองแดง ขนาด 2.00 x 2.40 เมตร จำนวน 4 ช่อง ส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานรวม 552,403.93 ไร่ ซึ่งปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ชลประทานเพิ่มขึ้นในเขต อ.วชิรบารมี จ.พิจิตร และ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก

การกำหนดแผนการส่งน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงได้กำหนดตามปริมาณน้ำที่ขึ้นอยู่กับน้ำต้นทุนของเขื่อนภูมิพลในพื้นที่ต้นน้ำและปริมาณน้ำท่าควบคุมที่สถานีน้ำท่าท้ายน้ำ P.17 ที่ อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ โดยรับน้ำเข้าโครงการชลประทานใช้การยกระดับน้ำของแม่น้ำปิงเข้าอาคาร ทรบ.ปากคลองส่งน้ำสายหลักท่อทองแดง (Main Canal, MC) เพื่อกระจายน้ำให้ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา 3 ฝ่าย โดยมีคลองส่งสายหลัก MC ท่อทองแดง จำนวน 1 สาย (สีแดง) ทำหน้าที่ในการส่งน้ำให้ฝ่ายส่งน้ำที่ 3 และมีคลองส่งน้ำสายรองและคลองส่งน้ำสายแยกซอยส่งน้ำให้ฝ่ายส่งน้ำที่ 1 และ 2 โดยลักษณะคลองส่งน้ำของ คบ.ท่อทองแดงเป็นคลองธรรมชาติ ซึ่งเกษตรกรใช้ระบบการสูบน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมและใช้ระบบเครื่องจักรกลในการควบคุมบานประตูระบายน้ำ แสดงลักษณะโครงการดังรูปที่ 1-1

รูปที่ 1-1 ลักษณะโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

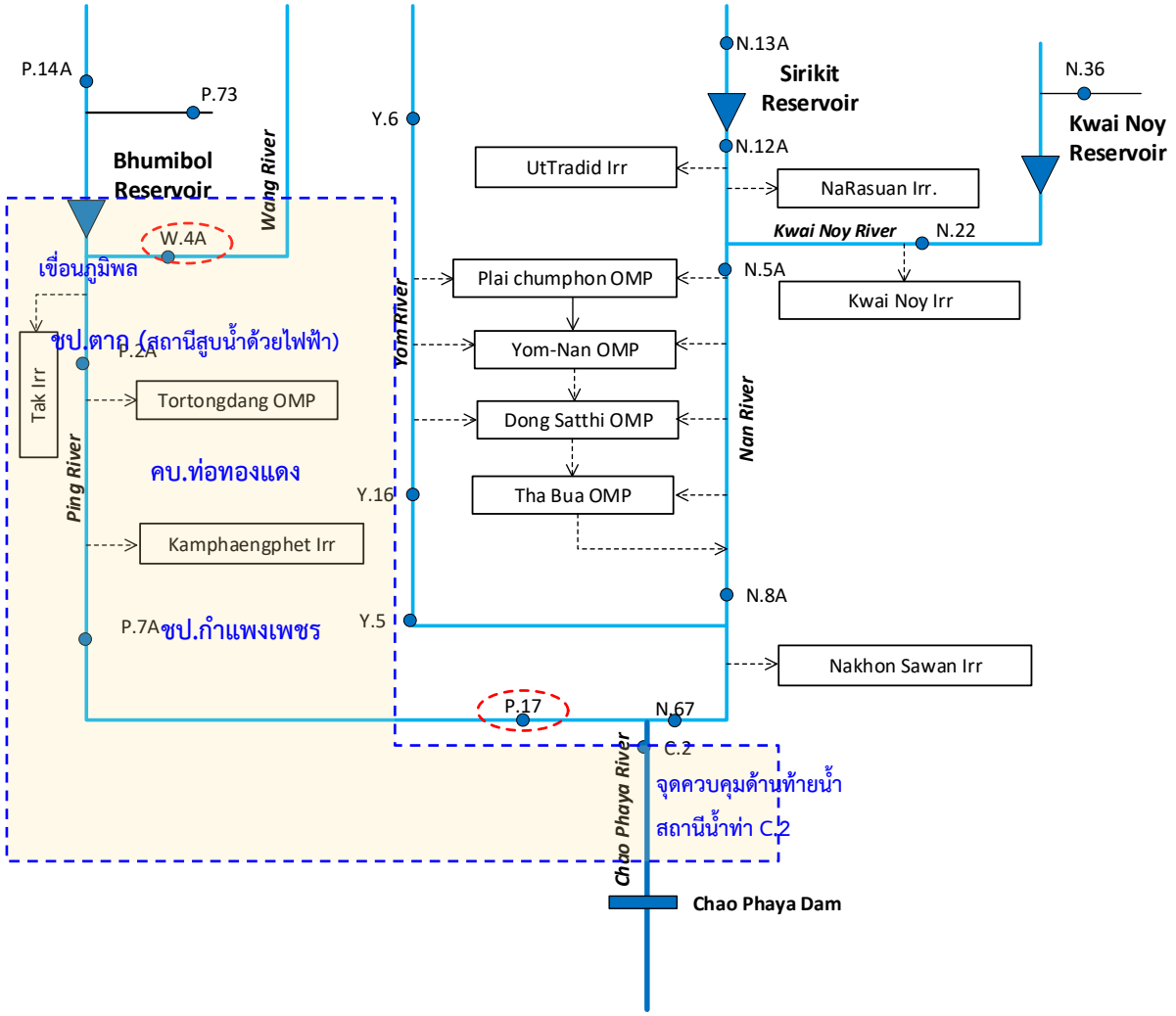
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงประสบปัญหาทางด้านการบริหารจัดการน้ำและการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความไม่แน่นอนของปริมาณฝนและปริมาณน้ำต้นทุนจากเขื่อนภูมิพล ส่งผลให้ปริมาณการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล รวมทั้งการควบคุมปริมาณน้ำในพื้นที่ท้ายน้ำมีความผันแปรสูง ทำให้การปฏิบัติการส่งน้ำเข้าพื้นที่ให้เพียงพอและเหมาะสมที่สุดมีความท้าทายและยากต่อการรับมือวางแผนให้ทันต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้การควบคุมการปิด-เปิดบานประตูส่งน้ำเข้าคลองส่งสายหลักและคลองส่งสายซอยให้ได้ระดับที่สามารถส่งน้ำให้มีปริมาณน้ำตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งปัจจุบันใช้กำลังคนในปฏิบัติงานจัดสรรน้ำตามแผนรายฤดูกาลที่วางไว้ ทำให้เกิดความซ้ำซ้อนมากขึ้นในช่วงสภาวะวิกฤติน้ำแล้งและน้ำท่วม นอกจากนี้จากสภาพคลองส่งน้ำของโครงการที่มีลักษณะเป็นคลองธรรมชาติที่มีความยาวทั้งโครงการประมาณ 200 กิโลเมตร ทำให้การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบชลประทานยังมีการพัฒนาได้น้อยมาก ส่งผลให้เกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่และปัญหาความขัดแย้งระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ทำการเกษตรอยู่ต้นคลองและปลายคลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงภาวะการขาดแคลนน้ำ จากการได้รับข้อมูลสถานการณ์น้ำที่ไม่เพียงพอ

ปัจจุบัน กรมชลประทานได้มีนโยบายในการบรรเทาปัญหาโดยการสร้างความร่วมมือของกลุ่มผู้ใช้น้ำและเกษตรกรในพื้นที่ที่ใช้น้ำร่วมกัน เพื่อให้เกษตรกรได้รับน้ำทันเวลาที่ต้องการ และได้มีการแจ้งข้อตกลงการส่งน้ำที่กรมชลประทานได้วางแผนให้เกษตรกรรับทราบ และทำการติดตามและรายงานพื้นที่เพาะปลูก รวมถึงการสำรวจราคา ผลผลิต และติดตามความพึงพอใจในการส่งน้ำ อย่างไรก็ตามในสถานการณ์การขาดแคลนน้ำที่ปริมาณน้ำมีอยู่อย่างจำกัด การใช้น้ำในพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำล้วนมีความเชื่อมโยงและมีผลกระทบถึงกัน ดังนั้น การใช้น้ำหนึ่งหน่วยให้เกิดความคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะช่วยลดความเสียหายของพื้นที่เกษตรกรรมหรือผลผลิตภาคการเกษตร ซึ่งปัจจุบันกรมชลประทานยังขาดเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในระดับแปลงนาที่สามารถใช้เป็นแนวทางหรือ Guideline ในการเสนอแนะปริมาณการระบายที่เหมาะสมเพื่อควบคุมปริมาณการส่งน้ำในระดับคลองส่งน้ำสายหลักหรือคลองส่งน้ำสายซอยที่มีความเหมาะสมทันต่อเหตุการณ์สภาพทางอุตุ-อุทกวิทยาในสภาพปัจจุบัน เพื่อให้เกิดการสูญเสียปริมาณน้ำในการส่งน้ำเพื่อการชลประทานน้อยที่สุด

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ แบ่งเป็นการพัฒนาเครื่องมือในการปฏิบัติอ่างเก็บน้ำรายสัปดาห์เพื่อการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างฯที่มีความเหมาะสมโดยการเชื่อมโยงกับแบบจำลองการประเมินความต้องการน้ำของพืชในระบบแปลงนาที่มีการพิจารณาการติดตามตรวจวัดความชื้นในดินแบบอัตโนมัติร่วมด้วย เพื่อลดการสูญเสียของปริมาณน้ำจากการส่งน้ำเกินกว่าความต้องการน้ำที่แท้จริง และการส่งน้ำที่ไม่ตรงกับเวลาที่พืชต้องการได้รับ โดยงานวิจัยนี้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถจำลองการไหลในลำน้ำตั้งแต่ท้ายเขื่อนภูมิพลไหลลงสู่แม่น้ำปิง คลองส่งน้ำสายหลักและสายซอยสู่พื้นที่เกษตรกรรม มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน ให้สามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกหรือลดการสูญเสียน้ำในระบบชลประทานได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15 เป็นการลดความเสี่ยงการขาดแคลนน้ำของพื้นที่เกษตรกรรม และได้มีการนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นไปปฏิบัติจริงโดยทำการประมวลผลเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีการตรวจวัดความชื้นดิน วัดระดับน้ำ และอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดบานประตูที่มีการทำงานแบบอัตโนมัติและทันต่อเวลาในพื้นที่ต้นแบบ ภายใต้การมีส่วนร่วมจากบุคลากรกรมชลประทาน เกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ เพื่อสร้างองค์ความรู้ให้เกิดความเข้าใจต่อเครื่องมือและเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัย สามารถนำไปประยุกต์ใช้และปฏิบัติจริงได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และเพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือให้เกิดผลสำเร็จตามเป้าหมายของงานวิจัย

การทบทวนสภาพการบริหารจัดการน้ำและการจัดสรรน้ำในปัจจุบันของลุ่มน้ำปิง ครอบคลุมพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง โครงการชลประทานจังหวัดกำแพงเพชร สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า และอื่นๆ อธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำต้นทุนของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงได้รับปริมาณน้ำจากการระบายของเขื่อนภูมิพล และปริมาณน้ำจากลุ่มน้ำวังโดยมีสถานีน้ำท่า W.4A ที่ อ.สามเงา จ.ตาก เป็นสถานีที่ใช้ในการศึกษาปริมาณน้ำจากลุ่มน้ำวังก่อนที่จะไหลเข้ามารวมกับลุ่มน้ำปิง ซึ่งมีการใช้น้ำของ 3 โครงการชลประทาน ประกอบด้วย 1) โครงการชลประทานจังหวัด

ตากทางฝั่งขวาของแม่น้ำปิงเป็นโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 2) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำปิง และ 3) โครงการชลประทานจังหวัดกำแพงเพชร ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุกรักษาวังบัว วังยาง และหนองขวัญ โดยการศึกษาปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำปิงใช้สถานีน้ำท่า P.17 ในการศึกษาปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำปิงด้านท้ายน้ำ ก่อนที่ปริมาณน้ำจะไหลรวมกับแม่น้ำน่านจากสถานี N.67 มารวมกันที่สถานี C.2 แม่น้ำเจ้าพระยา ที่ปากน้ำโพ อำเภอเมือง จ.นครสวรรค์ แสดงสภาพการจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนในรูปที่ 1-2



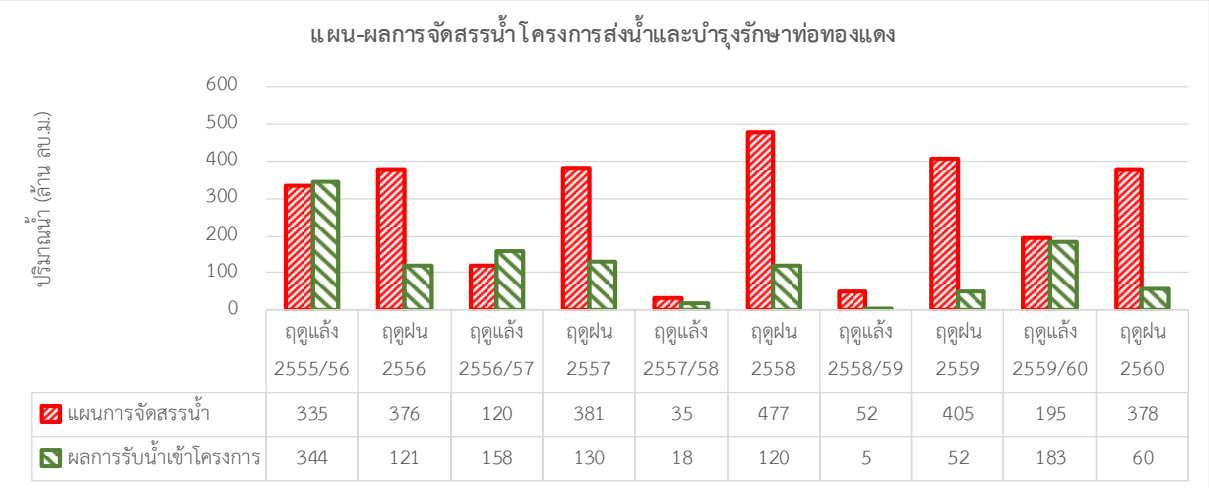
รูปที่ 1-2 ผังการจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน

ตารางที่ 1-1 ได้สรุปแผนการจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำปิงรายฤดูกาลตั้งแต่ฤดูแล้ง 2555/56 ถึง ฤดูฝน 2560 สามารถอธิบายได้ว่า คบ.ท่อทองแดงได้รับปริมาณน้ำจัดสรรเข้าโครงการเฉลี่ยในฤดูแล้ง 147 ล้าน ลบ.ม. ต่อฤดูกาล และในฤดูฝน 1,217 ล้าน ลบ.ม. ต่อฤดูกาล ซึ่งเมื่อเทียบสัดส่วนการใช้น้ำ พบว่า คบ.ท่อทองแดงมีสัดส่วนปริมาณการใช้น้ำคิดเป็นร้อยละ 26 จากแผนการใช้น้ำของลุ่มน้ำปิง โดยจากการเปรียบเทียบแผน-ผลการจัดสรรน้ำในรูปที่ 1-3 แสดงให้เห็นว่าในปีปริมาณน้ำปกติ (ปี พ.ศ. 2555 2556 และ 2559) คบ.ท่อทองแดงได้รับน้ำเข้าโครงการใกล้เคียงกับแผนการจัดสรรน้ำ ส่วนในช่วงฤดูฝนได้รับน้ำเข้าโครงการน้อยกว่าแผนการจัดสรรน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงฤดูฝนลุ่มน้ำปิงมีปริมาณน้ำไหลเข้าลำน้ำ (Side Flow) ค่อนข้างสูง เห็นได้จากรูปที่ 1-4 สัดส่วนของปริมาณน้ำที่ใช้เข้าโครงการชลประทาน (สีเขียว) มีปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับน้ำต้นทุนจากการระบายจากเขื่อนภูมิพลและปริมาณน้ำสมทบจากลุ่มน้ำวัง (สีน้ำเงินและสีฟ้าตามลำดับ) ในขณะที่ปริมาณน้ำท่าที่สถานีท้ายน้ำ (สีเหลือง) มีปริมาณมากกว่าน้ำต้นทุนทางด้านต้นน้ำมากในช่วงฤดูฝน ด้วยเหตุนี้สามารถสรุปได้ว่าโครงการชลประทานในพื้นที่กลางน้ำของลุ่มน้ำปิงนั้นมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมปริมาณน้ำในด้านท้ายน้ำที่สถานี P.17 และ C.2 ทั้งในช่วงฤดูแล้งที่มีความจำเป็นต้องรักษาปริมาณน้ำด้านท้ายและต้องบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ให้เกิดการขาดแคลน

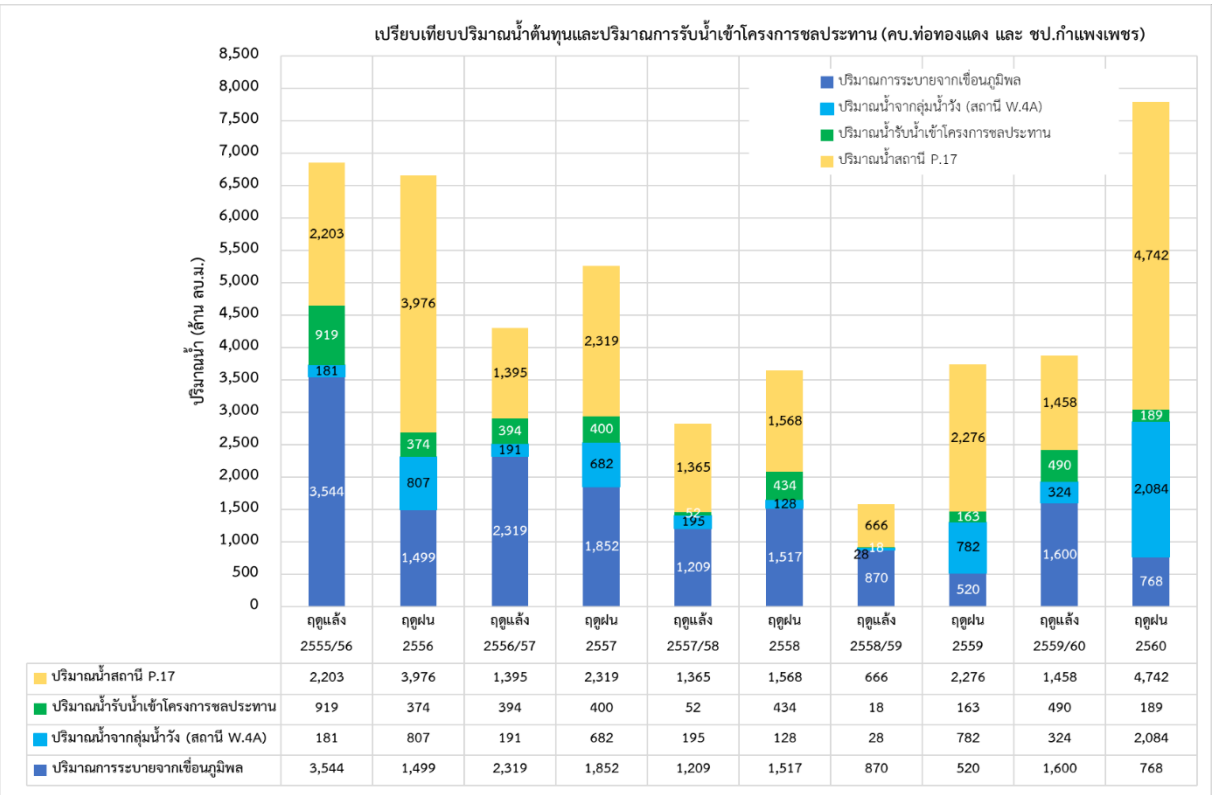
น้อยที่สุด ส่วนในช่วงฤดูฝนต้องมีการบริหารจัดการปริมาณน้ำไหลเข้าด้านข้าง หรือ SIDE FLOW ให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างคุ้มค่า เพื่อช่วยในการบรรเทาผลกระทบในด้านท้ายน้ำที่เป็นปริมาณน้ำต้นทุนสำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

ตารางที่ 1-1 แผนการจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำปิง

ฤดูกาล	แผนการจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำปิง (ล้าน ลบ.ม.)		รวม
	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	โครงการชลประทานจังหวัดตากและกำแพงเพชร	(ล้าน ลบ.ม.)
ฤดูแล้ง 2555/56	335	965	1,300
ฤดูฝน 2556	376	956	1,332
ฤดูแล้ง 2556/57	120	230	350
ฤดูฝน 2557	381	974	1,355
ฤดูแล้ง 2557/58	35	114	149
ฤดูฝน 2558	477	1,443	1,920
ฤดูแล้ง 2558/59	52	218	270
ฤดูฝน 2559	405	1,734	2,139
ฤดูแล้ง 2559/60	195	415	610
ฤดูฝน 2560	378	977	1,355
เฉลี่ยฤดูแล้ง	147	388	536
เฉลี่ยฤดูฝน	403	1,217	1,620



รูปที่ 1-3 แผน-ผลการจัดสรรน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง



	ฤดูแล้ง 2555/56	ฤดูฝน 2556	ฤดูแล้ง 2556/57	ฤดูฝน 2557	ฤดูแล้ง 2557/58	ฤดูฝน 2558	ฤดูแล้ง 2558/59	ฤดูฝน 2559	ฤดูแล้ง 2559/60	ฤดูฝน 2560
ปริมาณน้ำสถานี P.17	2,203	3,976	1,395	2,319	1,365	1,568	666	2,276	1,458	4,742
ปริมาณน้ำรับน้ำเข้าโครงการชลประทาน	919	374	394	400	52	434	18	163	490	189
ปริมาณน้ำจากลุ่มน้ำวัง (สถานี W.4A)	181	807	191	682	195	128	28	782	324	2,084
ปริมาณการระบายจากเขื่อนภูมิพล	3,544	1,499	2,319	1,852	1,209	1,517	870	520	1,600	768

รูปที่ 1-4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง

1.2 การทบทวนรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่างานวิจัยนี้ไม่มีความซ้ำซ้อนกับงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดทำแผนและการจัดทำระบบฐานข้อมูลสารสนเทศ แต่ยังขาดการจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีการบูรณาทรัพยากรน้ำตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ที่สามารถคาดการณ์และจำลองสถานการณ์โดยการประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเข้าด้วยกัน เพื่อการควบคุมสั่งการแบบอัตโนมัติและมีความทันต่อเวลา ตามเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 และการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในระบบชลประทานโดยเฉลี่ยร้อยละ 15

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานโดยการลดการสูญเสียปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง โดยที่ผ่านมาได้มีการสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ทั้งการจัดทำแนวนโยบายการจัดการน้ำของประเทศไทยจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาทางด้านการใช้ทรัพยากรแหล่งน้ำ ระบบชลประทาน และองค์ประกอบอื่นๆ ทั้งบนดินและใต้ดินที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อประเทศ โดย มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ คณะ (2544) พบว่าประเทศไทยจะต้องเผชิญกับสภาวะความขาดแคลนน้ำในอนาคตอันเนื่องมาจากอุปสงค์ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวสามารถลดลงได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านชลประทานในภาคเกษตรกรรมให้สูงขึ้นและการมีส่วนร่วมของชุมชนในภาคเกษตรกรรม และการสนับสนุนเทคโนโลยีนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการน้ำ ในปี พ.ศ. 2556 โดยคณะทำงานในการศึกษาปัญหาเรื่องน้ำ โดยการสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อหาทางออกของปัญหาร่วมกับชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองขลุง ลุ่มน้ำคลองสวนหมาก และสายน้ำสาขาของลุ่มน้ำปิงที่เกิดปัญหาน้ำท่วม น้ำหลาก และน้ำแล้งเป็นประจำ และ สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง และ คณะ (2557) ได้ทำการศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ ของท้องถิ่นแบบบูรณาการ ในพื้นที่แนวตะวันตกของจังหวัดกำแพงเพชร นอกจากนี้ เอกสิทธิ์ โฆษิตสกุลชัย และ คณะ ได้มีการทำงานวิจัยศึกษาการใช้น้ำของพืชในโครงการชลประทานขนาดใหญ่ด้วยระบบการสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม (Remote Sensing) เพื่อประเมินปริมาณการใช้น้ำของพืชร่วมกับข้อมูลเชิงภาพถ่ายดาวเทียมให้มี

ความแม่นยำมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2547 แต่พบว่าด้วยข้อจำกัดหลายด้านในการประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชทั้งในปริมาณเมฆที่มากในช่วงฤดูฝนเป็นอุปสรรคต่อวิธีสำรวจระยะไกล ต้องมีข้อมูลพื้นที่อ้างอิงที่แห้ง ซึ่งหาได้ยากในเขตชลประทานและในช่วงฤดูฝน และการนำไปประยุกต์ใช้โดยเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติเป็นไปได้ยาก เนื่องจากกระบวนการและวิธีการมีความซับซ้อนในการทำงาน และได้มีการเสนอแนะให้มีการพัฒนาเครื่องมือเป็นลักษณะของซอฟท์แวร์ในการเตรียมข้อมูลและทำการประมวลผลแบบอัตโนมัติ

พื้นที่ลุ่มน้ำปิงที่ครอบคลุมโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงเป็นพื้นที่ที่ได้มีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในเชิงของการจัดทำแผนงานและการเสนอแนะนโยบายด้านการบริหารจัดการน้ำ เนื่องจากเป็นพื้นที่กลางน้ำที่มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง และเป็นพื้นที่รับน้ำจากเขื่อนภูมิพล แหล่งน้ำต้นทุนสำคัญของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ก่อนที่ปริมาณน้ำจะไหลลงสู่นครสวรรค์ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยา แหล่งน้ำต้นทุนที่เป็นหล่อเลี้ยงประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างครอบคลุมตั้งแต่ จ.นครสวรรค์ ลงมาจนถึงกรุงเทพมหานคร ก่อนที่ปริมาณน้ำจะไหลออกสู่อ่าวไทย

การทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยสามารถสรุปความเกี่ยวข้องและความแตกต่างได้ดังตารางที่ 1 มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

- โครงการแนวนโยบายการจัดการน้ำสำหรับประเทศไทย โดย มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ คณะ (2544) ได้นำเสนอแนวทางการจัดการน้ำในประเทศไทยในลักษณะแผนแม่บท ซึ่งดำเนินการวิเคราะห์แนวทางการจัดการน้ำตามหลักเศรษฐศาสตร์ โดยมุ่งเป้าในทางสังคมศาสตร์ระดับมหภาคซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อส่วนรวมของประเทศ ซึ่งปัญหาการจัดการน้ำที่ได้ทำการศึกษาจะถูกแบ่งลงไปในหน่วยย่อย อาทิเช่น การใช้การทรัพยากรแหล่งน้ำ, ระบบการชลประทาน, ทรัพยากรและอุตสาหกรรมป่าไม้, การอุปโภคบริโภคน้ำและระบบประปาภูมิภาค ในบ้านเรือนจนกระทั่งอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งรวมระบบทรัพยากรน้ำต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นบนดินหรือใต้ดิน โดยองค์ประกอบดังกล่าวจะส่งผลต่อการดำเนินนโยบายในระดับมหภาค ผลลัพธ์จากการดำเนินด้านนโยบายทรัพยากรน้ำของประเทศไทย มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และคณะ (2544) ได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจาก World Resources Institute (WRI, 1998) พบว่าประเทศไทยจะต้องจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่จะต้องเผชิญกับสภาวะความขาดแคลนน้ำในอนาคตอันเนื่องมาจากอุปสงค์ที่เพิ่มมากขึ้น จากการนำเสนอการแก้ปัญหาจาก WRI (1998) พบว่าปัญหาความขาดแคลนน้ำดังกล่าวสามารถลดลงได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านชลประทานในภาคเกษตรกรรมให้สูงขึ้น มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และ คณะ (2544) เสนอการจัดการความมีส่วนร่วมของชุมชนในภาคเกษตรกรรม (Informed Public) การจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่ดิน การบังคับใช้กฎหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในระดับท้องถิ่นและระดับนโยบายทรัพยากรน้ำแห่งชาติ รวมไปถึงสนับสนุนการสร้างเทคโนโลยีงานวิจัยนวัตกรรมเพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการน้ำ
- โครงการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการในพื้นที่แนวตะวันตกของจังหวัดกำแพงเพชร โดยคณะทำงานโครงการ (2556) ได้ดำเนินการศึกษาปัญหาเรื่องน้ำ (น้ำหลาก น้ำท่วม น้ำแล้ง) รวมถึงการหาทางออกของปัญหาร่วมกับชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองขลุง ลุ่มน้ำคลองสวนหมาก และสายน้ำสาขา ในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำปิงการดำเนินการเน้นการสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของแกนนำ ผู้คนในชุมชน และหน่วยงานราชการในระดับท้องถิ่น ในการศึกษาปัญหาเรื่องน้ำซึ่งเป็นปัญหาซ้ำซากที่เกิดขึ้นมาอย่างยาวนานและแนวทางที่เหมาะสมในการบริหารจัดการน้ำและการจัดการภัยพิบัติของท้องถิ่น
- โครงการหาค่าการใช้น้ำของพืชในโครงการชลประทานขนาดใหญ่โดยใช้การสำรวจระยะไกล เอกสิทธิ์ โฆษิตสกุลชัย และ คณะ (2547) ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำของพืชในโครงการชลประทานขนาดใหญ่ด้วยระบบการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) การจำแนกพื้นที่และการนำข้อมูลระบบการสำรวจระยะไกลจากดาวเทียมมาทำการประเมินปริมาณการใช้น้ำของพืช โดยการประยุกต์ข้อมูลเชิงภาพถ่ายดาวเทียมส่งผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความแม่นยำ และลดข้อจำกัดในช่วงเพาะปลูกฤดูฝน โดยสัดส่วนการระเหยที่ได้ทำการศึกษาจะอยู่ในรูป ปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Radiation Net) กับพลังงานสุทธิที่พื้นผิวได้รับ (Soil Heat Flux) ในรูปแบบพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทสู่อากาศ ซึ่งส่งผลโดยตรงกับ

ปริมาณความชื้นในดิน โดยการดำเนินการประเมินการใช้น้ำของพืชระหว่างฤดูแล้งปี 2544-2545 ในพื้นที่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ (เจ้าพระยาและแม่กลอง) โดยใช้หลักสมดุลของพลังงานที่พื้นผิว พร้อมเปรียบเทียบผลลัพธ์กับการใช้น้ำของพืชที่หาจากวิธี FAO Penman-Monteith ทั้งนี้ข้อมูลหลักประกอบด้วย การสะท้อนของพื้นผิว ดัชนีพืชพรรณ และอุณหภูมิพื้นผิว วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม NOAA/AVHRR จากการศึกษาพบกว่า วิธีการหาการใช้น้ำของพืชจากภาพถ่ายดาวเทียมให้ผลในเกณฑ์น่าเชื่อถือ มีจุดเด่นคือ สามารถครอบคลุมพื้นที่กว้างได้ดีโดยมีรายละเอียดระดับปานกลางถึงดี แต่ยังคงมีข้อจำกัดคือ ปริมาณเมฆที่มากในช่วงฤดูฝนเป็นอุปสรรคต่อวิธีสำรวจระยะไกล ต้องมีข้อมูลพื้นที่อ้างอิงที่แห้ง ซึ่งหาได้ยากในเขตชลประทานและในช่วงฤดูฝน และการนำไปประยุกต์ใช้โดยเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติเป็นไปได้ยาก เนื่องจากระบวนการและวิธีการมีความซับซ้อนในการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย การจัดเตรียมข้อมูล การประมวลผล และการแปลผลลัพธ์ทั้งนี้งานวิจัยได้เสนอแนะการนำวิธีการหาการใช้น้ำของพืชโดยภาพถ่ายดาวเทียมไปใช้ปฏิบัติงานงานประจำวัน ควรมีการพัฒนาเครื่องมือเป็นลักษณะของซอฟท์แวร์ในการเตรียมข้อมูลและทำการประมวลผลแบบอัตโนมัติ

- โครงการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำของท้องถิ่นแบบบูรณาการในพื้นที่แนวตะวันตกของจังหวัดกำแพงเพชร สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง และ คณะ (2557) ได้ทำการศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ ของท้องถิ่นแบบบูรณาการ ในพื้นที่แนวตะวันตกของจังหวัดกำแพงเพชร ประกอบด้วย เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน พื้นที่ถูกน้ำท่วม น้ำท่วมซ้ำซาก พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม พื้นที่เสี่ยงแล้ง ศักยภาพสายน้ำ ศักยภาพแหล่งน้ำ โครงการด้านการจัดการน้ำที่ดำเนินการในปัจจุบัน และ อนาคต โดยดำเนินการจัดทำแผนการทำงานที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำปิง จังหวัดกำแพงเพชร เชื่อมโยงกับการทำงานของโครงการจัดการน้ำภาคประชาชนในพื้นที่ จัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเสนอแนวทางการจัดการน้ำในพื้นที่

- โครงการระบบเครือข่ายเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำแห่งประเทศไทย รอยล จิตรดอน และ คณะ (2545) ได้ประยุกต์และพัฒนาระบบสารสนเทศเครือข่ายเพื่อการจัดการน้ำประเทศไทย โดยทำการรวบรวมพัฒนาฐานคลังข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำของประเทศไทยเพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดการบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และได้พัฒนาการทำงานของเครือข่ายอินเตอร์เน็ทร่วมกับสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในระบบ 2 และ 3 มิติ ซึ่งเชื่อมต่อข้อมูลระบบภาพถ่ายทางดาวเทียม เพื่อติดตาม วางแผนนโยบายในการใช้ทรัพยากรข้อมูลร่วมกัน สำหรับการประมวลผลการตัดสินในการจัดการบริหารน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในองค์รวม โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2545) ได้จัดทำระบบเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำจากหน่วยงานต่างๆ และแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่านการให้บริการแบบ WWW ข้อมูลที่ให้บริการประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝน น้ำท่า ระดับน้ำ ข้อมูลแผนการการกระจายตัวของน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนบริเวณพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางตั้งแต่ปี 1952-1997 พร้อมข้อมูลประกอบ ข้อมูลแบบจำลองน้ำฝนจากดาวเทียม GMS-5 แบบจำลองการไหลในลำน้ำแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลของเขื่อน รูปตัดลำน้ำและข่าวสาร ประกาศ หรือเนื้อหาอื่นๆ

ปัจจุบันกรมชลประทานได้มีการติดตั้งระบบตรวจวัดและระบบควบคุมระยะไกลหรือที่เรียกว่า SCADA ย่อมาจาก SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION ซึ่งเป็นระบบสำหรับตรวจวัดระดับน้ำ ระยะเปิดบาน ปริมาณน้ำ ปริมาณฝน และระบบควบคุมอาคารชลประทาน เช่น ประตูระบายน้ำ เครื่องสูบน้ำ และระบบรวบรวมข้อมูลระยะไกล ซึ่งทำให้ผู้ปฏิบัติสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและสั่งการควบคุมอาคารได้แบบทันต่อเวลาหรือแบบ Real-time โดยคุณลักษณะของระบบ SCADA ของกรมชลประทานโดยทั่วไป มีดังนี้

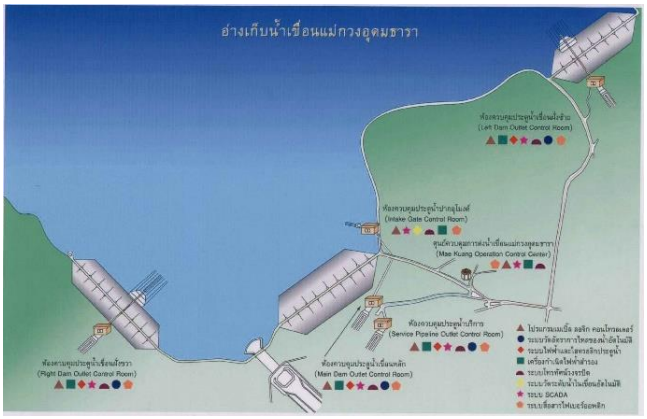
1) มีการตรวจวัดข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝน ระดับน้ำ และปริมาณน้ำระยะไกลแบบอัตโนมัติ

2) มีการควบคุมการทำงานของอาคารชลประทาน ได้แก่ ประตูระบายน้ำ สถานีสูบน้ำ โดยสามารถควบคุมจากระยะไกลทั้งโดยผู้ใช้งานหรือแบบอัตโนมัติ

3) มีระบบตรวจสอบตนเอง ระบบบันทึกข้อมูล ตรวจสอบข้อมูล วิเคราะห์ผล และแสดงผลข้อมูล

จากการทบทวนระบบ SCADA ที่มีใช้งานปัจจุบันในกรมชลประทาน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การติดตั้งระบบ SCADA และโปรแกรม SCADA ที่ใช้ควบคุมการส่งน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธาราแสดงดังรูปที่ 1-5 โดยระบบมีความสามารถ ได้แก่ สามารถควบคุมการส่งน้ำและตรวจวัดปริมาณน้ำในเขื่อนรวมทั้งข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยาโดยอัตโนมัติ สามารถตรวจวัด จัดเก็บ ประมวลผล และจัดทำรายงานโดยอัตโนมัติ สามารถตรวจสอบความผิดปกติของระบบ SCADA สามารถเตือนภัยและแจ้งเหตุฉุกเฉิน และสามารถดูภาพได้แบบ Real-time VDO

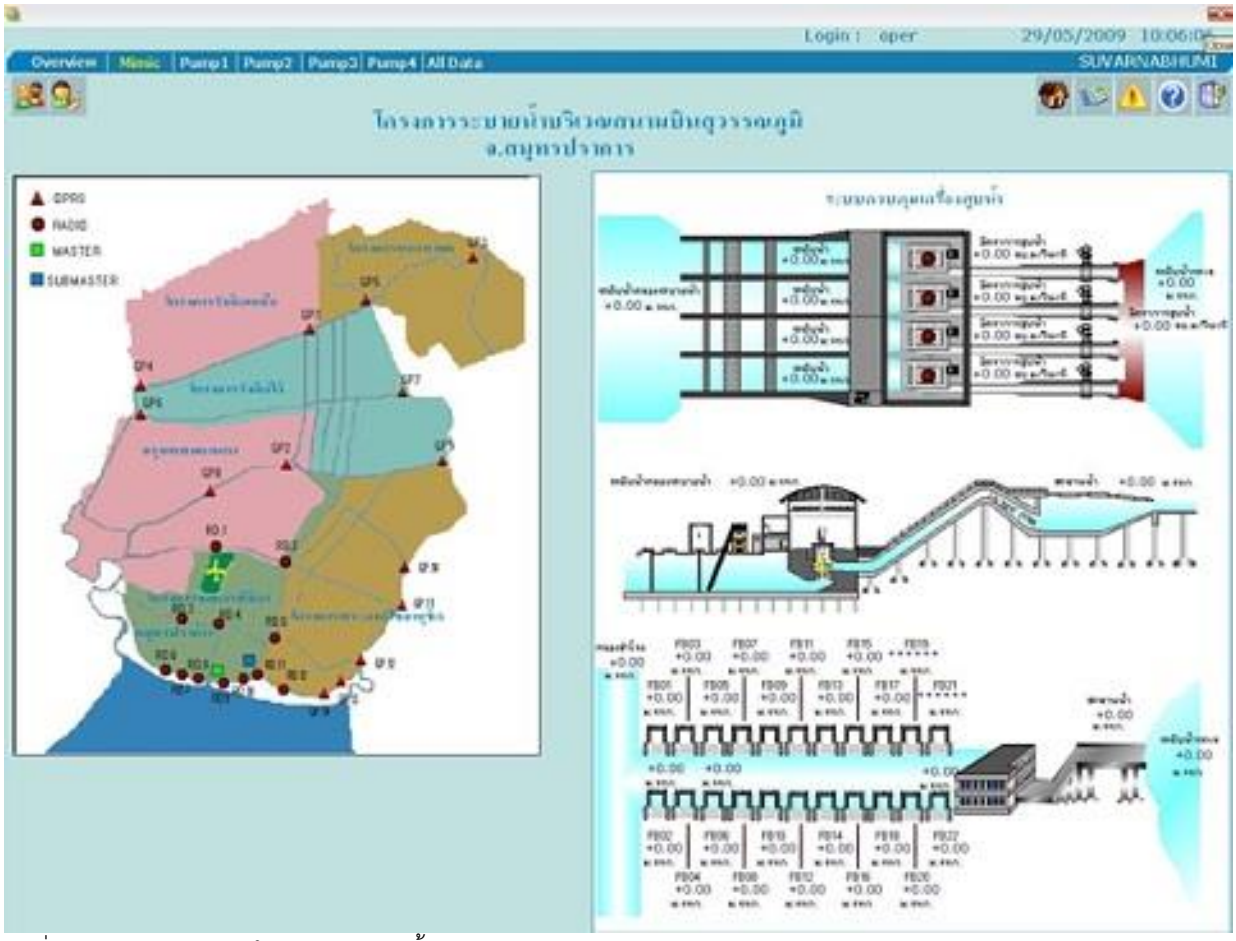


ระบบ SCADA ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

โปรแกรม SCADA ที่ใช้ควบคุมการส่งน้ำ

รูปที่ 1-5 ระบบ SCADA ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา

2) ระบบ SCADA โครงการระบายน้ำบริเวณสนามบินสุวรรณภูมิ ที่กรมชลประทานดำเนินการติดตั้งระบบ SCADA เพื่อตรวจวัดข้อมูลอุตุ-อุทก และควบคุมประตูน้ำและควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 1-6



รูปที่ 1-6 ระบบ SCADA โครงการระบายน้ำบริเวณสนามบินสุวรรณภูมิ

ตารางที่ 1-2 สรุปความเกี่ยวข้อง/ แตกต่างของงานวิจัยที่ผ่านมา

โครงการวิจัย	คณะทำงาน	รายละเอียด	ความเกี่ยวข้อง/ ความแตกต่างกับงานวิจัยนี้
โครงการแนวนโยบายการจัดการน้ำสำหรับประเทศไทย	มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด และคณะ (2544)	แผนแม่บท/ แนวทางการจัดการน้ำตามหลักเศรษฐศาสตร์โดยมุ่งเป้าในทางสังคมศาสตร์มหภาคเกี่ยวกับปัญหาการจัดการน้ำ	ประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มที่ต้องเผชิญกับสภาวะความขาดแคลนน้ำในอนาคตจาก อุปสงค์ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถลดลงได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านชลประทานในภาคเกษตรกรรมให้สูงขึ้น
โครงการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการในพื้นที่แนวตะวันตกของจังหวัดกำแพงเพชร	คณะทำงานโครงการ (2556)	กระบวนการมีส่วนร่วมของแกนนำ ผู้คนในชุมชน และหน่วยงานราชการในระดับท้องถิ่น ในการศึกษาปัญหาเรื่องน้ำหลาก น้ำท่วม น้ำแล้ง	การหาทางออกของปัญหาร่วมกับชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองขลุง ลุ่มน้ำคลองสวนหมาก และสายน้ำสาขา ที่เกิดปัญหาน้ำหลาก น้ำท่วม น้ำแล้งซ้ำซาก
โครงการหาค่าการใช้น้ำของพืชในโครงการชลประทานขนาดใหญ่โดยใช้การสำรวจระยะไกล	เอกสิทธิ์ โฆษิตสกุลชัย และ คณะ (2547)	ศึกษาการใช้น้ำของพืชในโครงการชลประทานขนาดใหญ่ด้วยระบบการสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม (Remote Sensing) เพื่อประเมินปริมาณการใช้น้ำของพืชร่วมกับข้อมูลเชิงภาพถ่ายดาวเทียมให้มีความแม่นยำมากขึ้น	งานวิจัยนี้พัฒนาเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำที่บูรณาการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ (อ่างเก็บน้ำ) พื้นที่กลางน้ำ (คลองส่งน้ำในพื้นที่ชลประทาน) พื้นที่ปลายน้ำ (จุดควบคุมด้านท้ายน้ำ) โดยจัดทำเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการและระบบประมวลผลเพื่อสั่งการควบคุมเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในระดับแปลงนา

ตารางที่ 1-2 (ต่อ) สรุปความเกี่ยวข้อง/ แตกต่างของงานวิจัยที่ผ่านมา

โครงการวิจัย	คณะทำงาน	รายละเอียด	ความเกี่ยวข้อง/ ความแตกต่างกับงานวิจัยนี้
โครงการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำของท้องถิ่นแบบบูรณาการในพื้นที่แนวตะวันตกของจังหวัดกำแพงเพชร	สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง และ คณะ (2557)	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำของท้องถิ่นแบบบูรณาการ และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเสนอแนวทางการจัดการน้ำในพื้นที่	เป็นการจัดทำแผนการทำงานที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำปิง จังหวัดกำแพงเพชร เชื่อมโยงกับการทำงานของโครงการจัดการน้ำภาคประชาชนในพื้นที่
โครงการระบบเครือข่ายเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำแห่งประเทศไทย	รอยล จิตรดอน และ คณะ (2545)	ระบบสารสนเทศเครือข่ายเพื่อการจัดการน้ำของประเทศไทย บนระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเตอร์เนตร่วมกับสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่มีการเชื่อมต่อข้อมูลระบบภาพถ่ายทางดาวเทียมเพื่อการจัดการน้ำ	เป็นการรวบรวมและพัฒนาฐานคลังข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อแสดงผลบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่านการให้บริการแบบ WWW

1.3 วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้ได้แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการบริหารจัดการน้ำ (รวมน้ำในอ่างเก็บน้ำ) และการจัดสรรน้ำของพื้นที่ชลประทานในระบบแปลงนาที่มีความเหมาะสมกับน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบทันต่อเวลา สำหรับการประมวลผลสถานการณ์น้ำของโครงการชลประทานแบบทันต่อเวลาในการปฏิบัติการควบคุมจัดสรรน้ำชลประทาน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

2) เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำชลประทานที่บูรณาการแบบจำลองทรัพยากรน้ำตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยการเชื่อมโยงข้อมูลแบบอัตโนมัติกับเครื่องมือตรวจวัดในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นการลดการสูญเสียปริมาณน้ำจากการส่งน้ำในพื้นที่ชลประทาน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

1.4 เป้าหมาย

1) เป้าหมาย: แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำและระบบแปลงนา ประกอบด้วย แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณฝน แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างฯ แบบจำลองสมดุลน้ำ แบบจำลองการไหลของน้ำ ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลและสอดรับกับเครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนโดยเฉลี่ยร้อยละ 85

ผลกระทบ: เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ โดยให้มีปริมาณน้ำในอ่างฯ รวมกัน ณ ต้นฤดูแล้งวันที่ 1 พ.ย. คิดเป็นอย่างน้อยโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 ของปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด เป็นการเพิ่มปริมาณน้ำในแหล่งน้ำต้นทุน ลดความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ

2) เป้าหมาย: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำชลประทานในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงที่สามารถประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน ประกอบด้วย การประเมินสถานการณ์ระดับน้ำในคลองส่งสายหลัก การประเมินความต้องการน้ำของพืชแบบ Real-time ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลกับเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมจากเครื่องมือวัดในภาคสนาม เพื่อลดการสูญเสียปริมาณน้ำจากการส่งน้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 15

ผลกระทบ: ลดปริมาณการใช้น้ำต้นทุนในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15 จากการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำร่วมกับเครื่องมือ/ เทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมที่สามารถลดการสูญเสียการส่งน้ำในระบบชลประทาน เป็นการลดปริมาณการใช้น้ำต่อไร่ หรือการเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมจากการจัดสรรน้ำในแปลงนาที่มีประสิทธิภาพ

3) เป้าหมาย: ระบบการเชื่อมโยงระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำแบบ Real-time ที่สามารถสั่งการ/ ควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทานไปยังพื้นที่ต้นแบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี/ เครื่องมือการบริหารจัดการเกษตรกรรม

ผลกระทบ: นำงานวิจัยไปสู่การปฏิบัติอย่างแท้จริงให้เป็นรูปธรรมที่สามารถประเมินผลและทดสอบได้ภายใต้การสร้างการมีส่วนร่วมให้แก่ชุมชน สังคม ในการเรียนรู้เทคโนโลยีเพื่อให้เกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถปรับตัวให้ทันต่อสภาพการเปลี่ยนแปลง

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เดือนที่ 1	กิจกรรม (activities)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (outputs)
3 เดือนแรก	- การลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนาม - การจัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ใช้น้ำ และเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง - การเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลทางสถิติย้อนหลัง 30 ปี - การวิเคราะห์และจัดทำแผนที่และระบบฐานข้อมูลสารสนเทศระดับโครงการชลประทาน - การจัดทำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณฝน - การจัดทำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำและการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ	- สรุปผลลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนาม การรับฟังปัญหาและแนวทางการบริหารจัดการน้ำ - สรุปผลจัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ใช้น้ำ เกษตรกร - สรุปผลการเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลทางสถิติย้อนหลัง 30 ปี - แผนที่และระบบฐานข้อมูลสารสนเทศระดับโครงการชลประทาน - แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำและการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ตามเป้าหมายการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 85
ราย 6 เดือน	- การจัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำในลำน้ำ - การจัดทำแบบจำลองสมดุลรายโครงการในระดับตำบล	- แบบจำลองการไหลของน้ำในลำน้ำ - แบบจำลองสมดุลรายโครงการในระดับตำบล - แผนการวางแผนสถานการณ์น้ำในฤดูฝนและแผนการรับมือสถานการณ์น้ำในฤดูฝนให้แก่กรมชลประทาน
ราย 9 เดือน	- การจัดทำแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทานระดับคลองส่งน้ำสายซอย - การจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน	- แบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทานระดับคลองส่งน้ำสายซอย - แบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน

	- การจัดทำแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน	- แบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน - การร่วมจำลองการปฏิบัติงานในการบริหารจัดการน้ำ กับกรมชลประทาน
ราย 12 เดือน	- การจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบแก่เจ้าหน้าที่เกี่ยวข้อง - การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา - การจัดทำรายงานสรุปผลการดำเนินโครงการ	- ผลการจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบแก่เจ้าหน้าที่เกี่ยวข้อง - ผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา - ผลการประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ต่อการบริหารจัดการน้ำโดยใช้เทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำร่วมกับพื้นที่เกษตรกรรมที่พัฒนาขึ้น - รายงานผลการดำเนินโครงการ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อสิ้นสุดการวิจัย

1) Output

- ผลวิเคราะห์ระบบเดิมของทรัพยากรน้ำระดับโครงการชลประทาน
- ผลวิเคราะห์สมดุลน้ำ และการจำลองสภาพการไหลในคลองส่งน้ำสายหลัก คลองส่งน้ำสายซอยในระดับโครงการชลประทานผ่านโครงข่ายการส่งน้ำและการระบายน้ำ
- แผนที่และระบบฐานข้อมูลสารสนเทศระดับโครงชลประทาน
- แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ
- แบบจำลองไหลของน้ำในระดับโครงชลประทาน
- แบบจำลองสมดุลรายโครงการในระดับตำบล
- แบบจำลองจัดสรรน้ำรายโครงชลประทานระดับคลองส่งน้ำสายซอย
- แบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน
- แบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน
- เครื่องมือ/ โปรแกรมการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนาเพื่อเป็นระบบปฏิบัติการ/ สั่งการควบคุมเครื่องมือการให้น้ำชลประทานแบบอัตโนมัติ
- ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำและการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมระดับโครงการชลประทานผ่านโครงข่ายการบริหารจัดการน้ำ โครงข่ายการส่งน้ำและการระบายน้ำ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ข้อมูลในอดีต AI มาพัฒนาระบบการบริหารจัดการที่มีความเหมาะสม
- ข้อเสนอแนะมาตรการการจัดน้ำที่ทำให้บรรลุเป้าหมายของโครงการที่วางไว้ (บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำและโครงการชลประทาน)

2) Outcome

- แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำและระบบแปลงนา ประกอบด้วย แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณฝน แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ แบบจำลอง

การตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างฯ แบบจำลองสมดุลน้ำ แบบจำลองการไหลของน้ำ ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลและสอดรับกับเครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนโดยเฉลี่ยร้อยละ 85

- ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำชลประทานในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงที่สามารถประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน ประกอบด้วย การประเมินสถานการณ์ระดับน้ำในคลองส่งสายหลัก การประเมินความต้องการน้ำของพืชแบบ Real-time ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลกับเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมจากเครื่องมือวัดในภาคสนาม เพื่อลดการสูญเสียปริมาณน้ำจากการส่งน้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 15

- ระบบการเชื่อมโยงระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำแบบ Real-time ที่สามารถสั่งการ/ ควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทานไปยังพื้นที่ต้นแบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี/ เครื่องมือการบริหารจัดการเกษตรกรรม

3) Impact

- ลดผลกระทบจากความเสียหายเชิงเศรษฐกิจและสังคมเกษตรกรรม จากความเสี่ยงในการขาดแคลนน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบให้ผลผลิตการเกษตรเสียหาย และการขาดรายได้ของเกษตรกร

- ลดผลกระทบจากความเสียหายเชิงเศรษฐกิจ ชุมชน และสังคม จากความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยจากปริมาณน้ำต้นทุนที่ไม่แน่นอนจากความผันผวนของสภาพภูมิอากาศ

- ลดผลกระทบจากความเสียหายเชิงชุมชนและสังคม จากการใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อเป็นแนวทางให้แก่เกษตรกรในการสร้างความมั่นคงทางน้ำนำไปสู่การพัฒนารายได้และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

บทที่ 2

แนวทางการดำเนินงาน

การพัฒนาเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนและลดการสูญเสียการใช้น้ำในระดับโครงการชลประทาน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับเป็นเครื่องมือการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำและการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา และระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำชลประทานที่สามารถประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time ในการควบคุมน้ำชลประทาน โดยมีเชื่อมโยงกับการพัฒนาเครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อนำไปปฏิบัติในพื้นที่ต้นแบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1) การทบทวนแผนงานและโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาครอบคลุมลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน เจ้าพระยา และป่าสัก และทบทวนสภาพการบริหารจัดการน้ำในปัจจุบันของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ การลงพื้นที่ภาคสนาม และการเก็บข้อมูลปฐมภูมิที่จำเป็นต่อการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

3) การพัฒนาแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณฝนในพื้นที่เหนือเขื่อน เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

4) การพัฒนาแบบจำลองสมดุลน้ำรายโครงการระดับตำบล เพื่อประเมินความต้องการน้ำของพืชแบบ Real-time โดยพิจารณาร่วมกับความชื้นของดินที่มีการติดตามแบบอัตโนมัติในระบบแปลงนา

5) การพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่มีความเหมาะสม

6) การพัฒนาแบบจำลองประเมินสถานการณ์น้ำแบบ Real-time ที่เชื่อมโยงเข้ากับเครื่องมือตรวจวัดในพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำรายสัปดาห์ที่มีความเหมาะสมกับความต้องการน้ำชลประทานในพื้นที่แปลงนา

7) การพัฒนาแบบจำลองการไหลของน้ำ และแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทาน เพื่อจำลองการไหลในลำน้ำสายหลัก คลองส่งสายหลัก และคลองส่งสายซอย เพื่อจำลองรูปตัดตามยาวการไหลในลำน้ำในการจำลองพื้นที่เพาะปลูกต่อปริมาณน้ำต้นทุนที่จัดสรร

8) การพัฒนาแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน เพื่อเป็นเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนาที่บูรณาการแบบจำลองทรัพยากรน้ำตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ

2.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาของโครงการ ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง มีที่ตั้งของโครงการอยู่ที่ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ลักษณะโครงการเป็นโครงการรับน้ำนอง มีอาคารบังคับและอาคารอัดน้ำ โดยใช้คลองธรรมชาติในส่งน้ำและกระจายน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานทั้งหมด 552,403.93 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมืองสุโขทัย กงไกรลาศ คีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก อำเภอพรานกระต่าย ลานกระบือ เมืองกำแพงเพชร ไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร รับน้ำเข้าโครงการโดยการยกระดับน้ำของแม่น้ำปิงไหลเข้าสู่คลองส่งสายหลักท่อทองแดง สามารถรับน้ำเข้าที่อัตราสูงสุด 70 ลบ.ม. ต่อวินาที การส่งน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 รับผิดชอบพื้นที่ในจังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดสุโขทัย ฝ่ายที่ 2 รับผิดชอบพื้นที่ส่งน้ำอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร และอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก และฝ่ายที่ 3 รับผิดชอบพื้นที่อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร และอำเภอไทรงาม จังหวัดพิจิตร แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาดังรูปที่ 2-1 รายละเอียดของพื้นที่โครงการสรุปในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 รายละเอียดพื้นที่ชลประทาน

อำเภอ	จังหวัด	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)
เมืองสุโขทัย	สุโขทัย	2,937.98
กงไกรลาศ	สุโขทัย	6,111.43
คีรีมาศ	สุโขทัย	56,909.65
บางระกำ	พิษณุโลก	58.32
พรานกระต่าย	กำแพงเพชร	156,828.53
ลานกระบือ	กำแพงเพชร	168,776.22
เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร	90,382.50
ไทรงาม	กำแพงเพชร	70,399.30
รวม		552,403.93

2.2 ระเบียบวิธีวิจัย

การเชื่อมโยงโครงการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำเกษตรกรรมและการใช้น้ำต้นทุนที่เหมาะสมมีส่วนการเชื่อมโยงเข้ากับโครงการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับโครงการชลประทาน โดยการรับข้อมูลตรวจวัดภาคสนามเข้าแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อหาค่าการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม และทำการประมวลผลแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์เพื่อควบคุมสั่งการเครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมโดยการปฏิบัติควบคุมการเปิด-ปิดบานประตูรับน้ำ/ ระบายน้ำที่ประตูรับน้ำเข้าคลองส่งแบบอัตโนมัติ แสดงขั้นตอนและความเชื่อมโยงดังรูปที่ 2-2 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

1) ส่วนการเชื่อมโยงข้อมูลจากเทคโนโลยีเครื่องมือตรวจวัดในพื้นที่เกษตรกรรมแบบอัตโนมัติ เพื่อนำข้อมูลตรวจวัดจากพื้นที่เกษตรกรรมแบบ Real-time ได้แก่ ระดับน้ำในคลองส่งน้ำชลประทาน ความชื้นดิน ระดับน้ำด้านเหนือและท้ายของประตูระบายน้ำเข้าสู่แบบจำลองประมวลสถานการณ์ในการจำลองสมดุลน้ำเพื่อการเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำที่เหมาะสมกับสถานการณ์

2) ส่วนการเชื่อมโยงข้อมูลจากแบบจำลอง เป็นการเชื่อมโยงผลการจำลองปริมาณน้ำซึ่งประกอบด้วย ปริมาณฝนคาดการณ์ การเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำ การจำลองการไหลในลำน้ำและการจัดสรรน้ำ เข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อควบคุมสั่งการเครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมแบบอัตโนมัติ

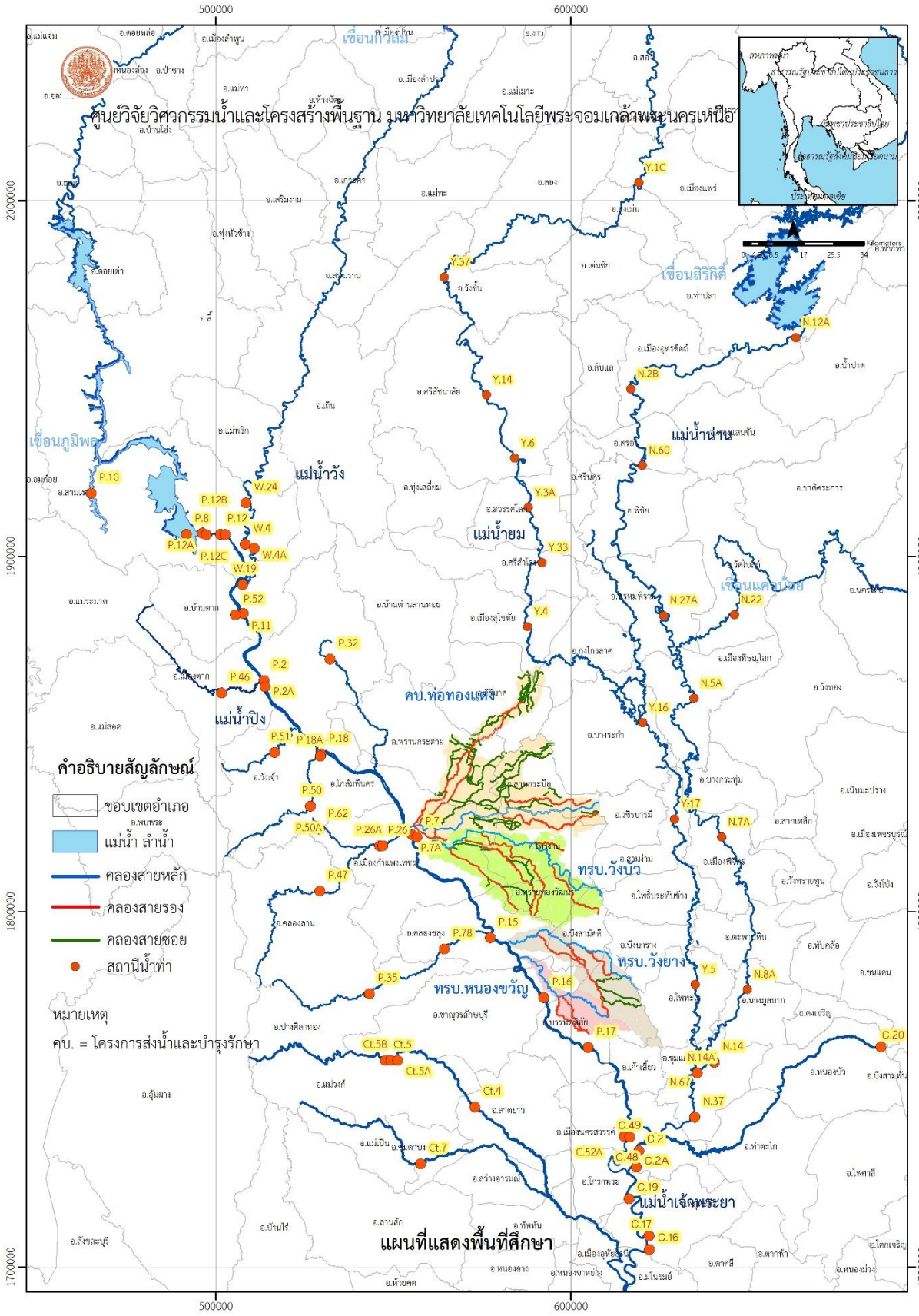
ข้อมูลที่นำมาพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลการจัดสรรน้ำ โดยการดำเนินการในส่วนนี้เป็นการเก็บข้อมูลสถิติในอดีตเพื่อจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถทำงานควบคู่ไปพร้อมกับการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดของโครงการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมฯ ในช่วงระหว่าง 6 เดือนแรกของการดำเนินโครงการ ซึ่งเมื่อการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์และการติดตั้งเครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมแล้วเสร็จ จะสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากโครงการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมฯ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลความชื้น ระดับน้ำ เข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา โดยมีแผนงานแล้วเสร็จในเดือนที่ 9 และจากนั้นจึงทำการทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการบริหารจัดการน้ำในเดือนที่ 9-12

ระเบียบวิธีวิจัยของโครงการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำเกษตรกรรมและการใช้น้ำต้นทุนที่เหมาะสมแสดงดังรูปที่ 2-3 มีเป้าหมายของงานวิจัยในการแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนาที่มีการเชื่อมโยงและสอดรับกับเครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม

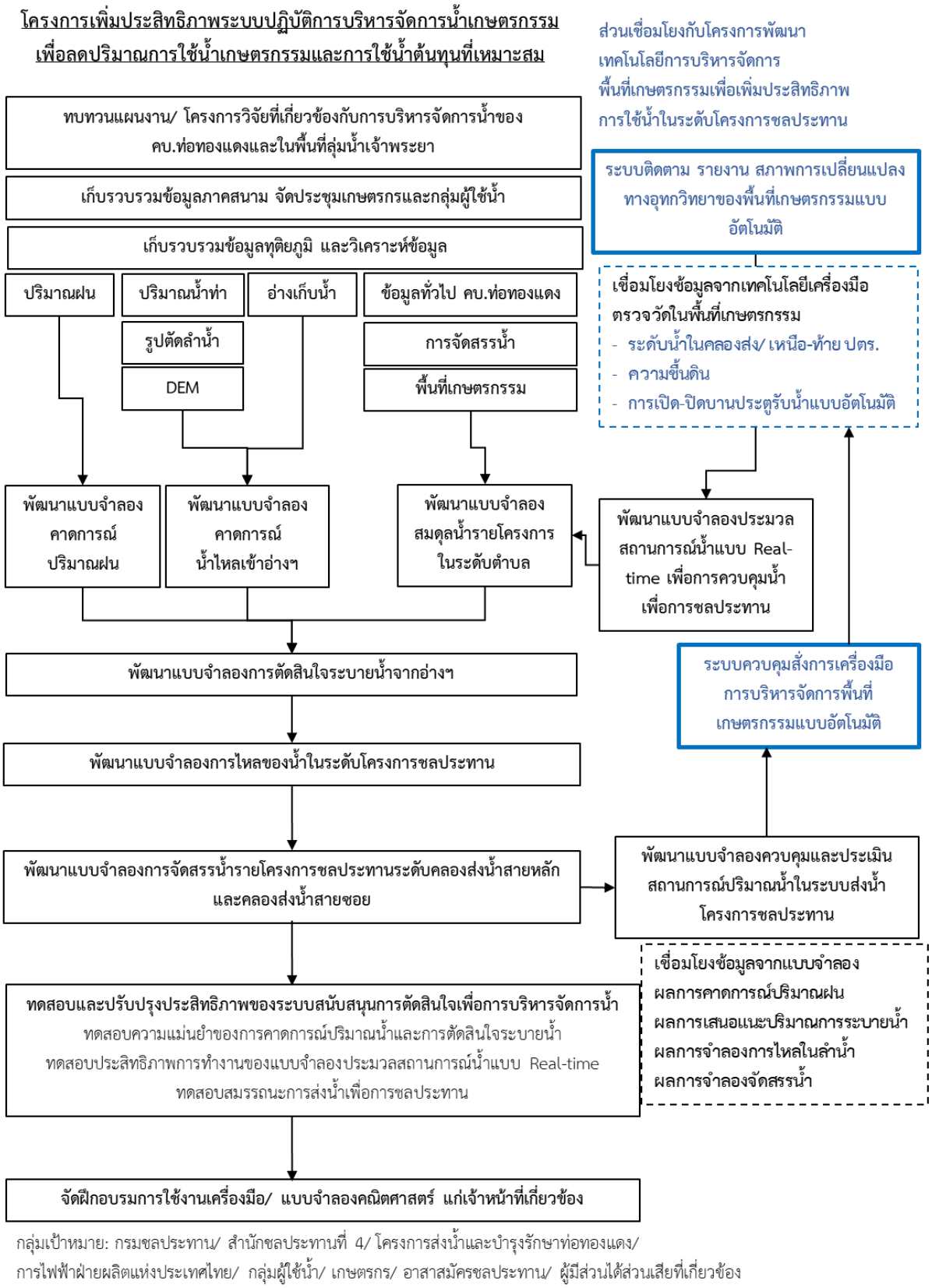
เพื่อลดการสูญเสียปริมาณน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากการส่งน้ำในพื้นที่ชลประทานท้ายอ่างเก็บน้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 15 และเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำชลประทานในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงที่สามารถประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน ประกอบด้วย การประเมินสถานการณ์ระดับน้ำในคลองส่งสายหลัก การประเมินความต้องการน้ำของพืชแบบ Real-time ที่มีการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีเครื่องมือวัดในภาคสนาม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนให้มีความเหมาะสม นำไปสู่การพัฒนาพื้นที่ต้นแบบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม โดยการเชื่อมโยงระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำแบบ Real-time ที่สามารถสั่งการ/ ควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทานไปยังพื้นที่ต้นแบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี/ เครื่องมือการบริหารจัดการเกษตรกรรม

ขั้นตอนการดำเนินโครงการเริ่มจากการเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลทางสถิติย้อนหลัง 30 ปี การลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนาม การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา ได้แก่ การจัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำและแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทาน การจัดทำแบบจำลองสมดุลน้ำรายโครงการชลประทาน แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1) การจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา ได้แก่ การจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน และการจัดทำแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน โดยการเชื่อมโยงระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำแบบ Real-time ที่สามารถสั่งการ ควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทานไปยังพื้นที่ต้นแบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการบริหารจัดการเกษตรกรรม ภายใต้การมีส่วนร่วมของเกษตรกร กลุ่มผู้ใช้น้ำ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการชลประทาน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2) จากนั้นทำการทดสอบระบบและการประเมินความคุ้มค่าและประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม และถ่ายทอดการใช้งานเครื่องมือ/ เทคโนโลยีต้นแบบและการอบรมการใช้งานเครื่องมือให้แก่เจ้าหน้าที่ชลประทาน

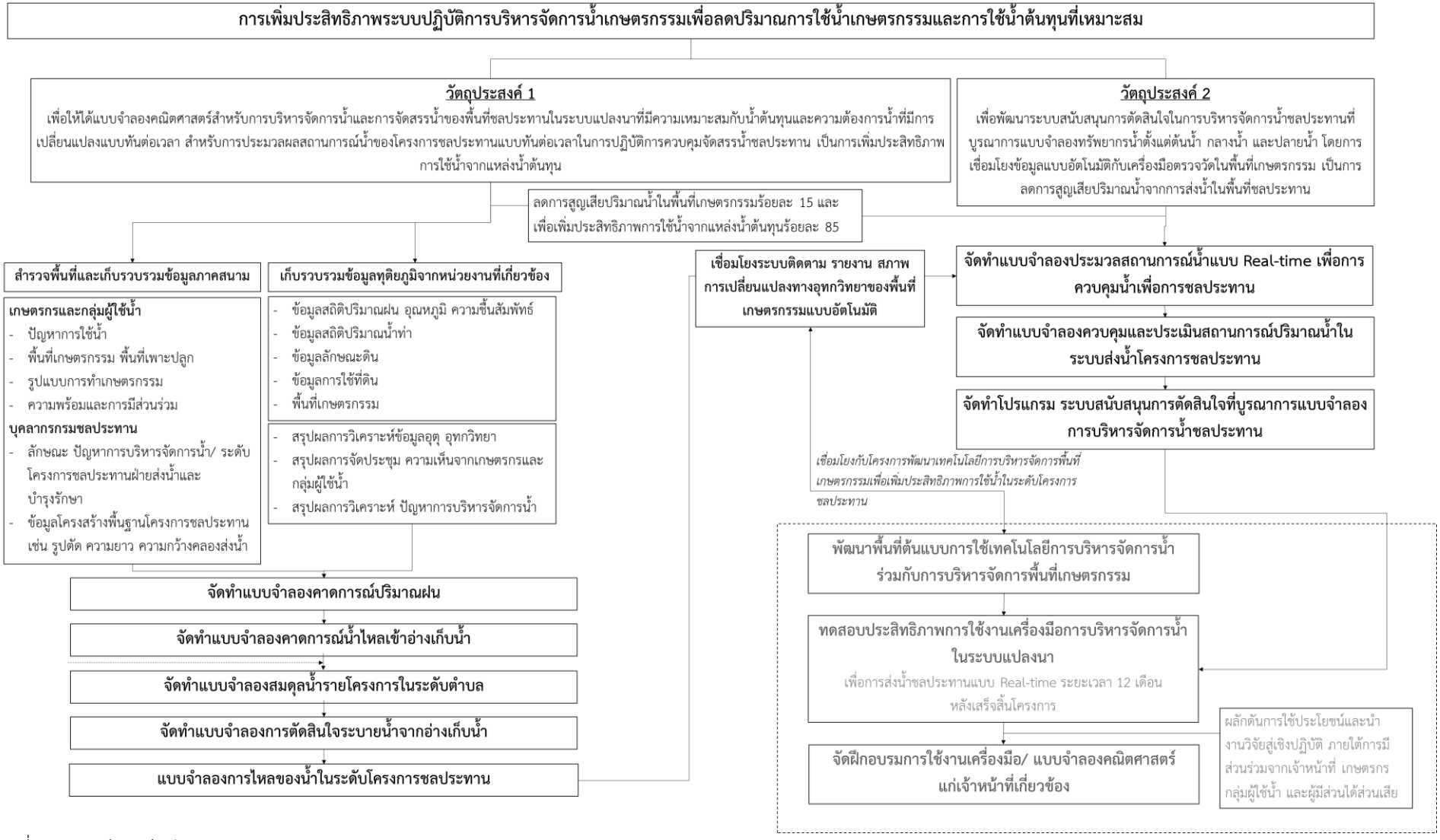
ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลสถิติ 30 ปีที่รวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ การปรับเทียบและการพิสูจน์แบบจำลองคณิตศาสตร์ และ 2) ข้อมูลจากโครงการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระ ดับโครงการชลประทาน เพื่อใช้ในการพัฒนาและทดสอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำชลประทานโดยทำการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดแบบ Real-time เข้าสู่ระบบประมวลผลสถานการณ์และระบบปฏิบัติการส่งน้ำและการจัดสรรน้ำ สามารถสรุปข้อมูลที่ใช้ แหล่งที่มา และช่วงความยาวจำแนกตามวัตถุประสงค์ของโครงการฯ ในตารางที่ 2-2



รูปที่ 2-1 พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2-2 ขั้นตอนและการเชื่อมโยงเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในแปลงนากับเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม



รูปที่ 2-3 ระเบียบวิธีวิจัย

ตารางที่ 2-2 สรุปข้อมูลที่ใช้

ข้อมูลที่ใช้	รายละเอียด	ความถี่	ช่วงข้อมูล	ที่มา
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: เพื่อให้ได้แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการบริหารจัดการน้ำและการจัดสรรน้ำของพื้นที่ชลประทานในระบบแปลงนาที่มีความเหมาะสมกับน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบทันต่อเวลา สำหรับการประมวลผลสถานการณ์น้ำของโครงการชลประทานแบบทันต่อเวลาในการปฏิบัติการควบคุมจัดสรรน้ำชลประทาน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน				
1. ปริมาณฝน	สถิติข้อมูลฝนจำนวน 84 สถานี	รายวัน/ ราย 3 ชม.	2531 ถึง ปัจจุบัน	RID
2. ปริมาณน้ำท่า/ ระดับน้ำ	สถิติข้อมูลน้ำท่า/ ระดับน้ำจำนวน 50 สถานี	รายวัน/ รายชั่วโมง	2531 ถึง ปัจจุบัน	RID
3. อ่างเก็บน้ำ	สถิติปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ปริมาณน้ำในอ่างฯ ปริมาณการระบายน้ำ ข้อมูลพื้นฐานของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	รายวัน	2531 ถึง ปัจจุบัน	EGAT
4. เขื่อนทดน้ำ	ปริมาณการระบายผ่านเขื่อนนเรศวร	รายวัน	2531 ถึง ปัจจุบัน	RID
5. ปริมาณการจัดสรรน้ำ	ปริมาณน้ำการจัดสรรน้ำจากแม่น้ำปิงผ่าน ทรบ.ท่อทองแดง	รายสัปดาห์	2531 ถึง ปัจจุบัน	RID/ RIO4
6. ลักษณะทางกายภาพของดิน/ อัตราการคายระเหยของพืช	ตามขอบเขตพื้นที่เกษตรกรรมและชนิดของพืชที่เพาะปลูก	รายสัปดาห์	ปัจจุบัน	RID/ RIO4/ LDD
7. ความสูงภูมิประเทศ	ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน และเจ้าพระยา	ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	RID/ RIO4
8. ขอบเขตพื้นที่เกษตรกรรม	ขอบเขตและชนิดของการทำเกษตรกรรม คบ.ท่อทองแดง	ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	RID/ RIO4
9. สถิติพื้นที่เพาะปลูก	ผลการรายงานพื้นที่เพาะปลูก ข้าว และพืชไร่ คบ.ท่อทองแดง	รายสัปดาห์	2531 ถึง ปัจจุบัน	RID/ RIO4
10. การใช้ที่ดิน	ประเภทการใช้ที่ดินของจังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร และนครสวรรค์	ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	LDD
11. โครงสร้างพื้นฐาน	ข้อมูลพื้นฐานโครงการชลประทานและระบบโครงสร้างพื้นฐานสาธารณูปโภคของ คบ.ท่อทองแดง	ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	RID/ RIO4
12. อาคารชลศาสตร์/ คลองส่งน้ำ	ข้อมูลพื้นฐาน ปตร., ทรบ., อาคารชลศาสตร์เพื่อส่งน้ำและกระจายน้ำของคบ.ท่อทองแดง	ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	RID/ RIO4
13. ลำน้ำ/ รูปตัดขวางลำน้ำ	ข้อมูลความยาว ความกว้าง ความลึก พิกัดของคลองส่งสายหลัก คลองส่งสายซอยและสายแยกซอยของ คบ.ท่อทองแดง	ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	RID/ RIO4

ตารางที่ 2-2 (ต่อ) สรุปข้อมูลที่ใช้

ข้อมูลที่ใช้	รายละเอียด	ความถี่	ช่วงข้อมูล	ที่มา
14. ภาพถ่ายดาวเทียมทางอากาศ	พื้นที่เพาะปลูกข้าว/ พืชไร่จากการตรวจวัด และเหตุการณ์พื้นที่น้ำท่วมในอดีตจากภาพถ่ายดาวเทียม	รายสัปดาห์	2531 ถึงปัจจุบัน	GISTDA
15. กลุ่มผู้ใช้น้ำ เกษตรกร	จำนวนกลุ่มผู้ใช้น้ำ เกษตรกร การรวมกลุ่ม และกิจกรรมการมีส่วนร่วม	ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	RID/ RIO4
16. สถิติผลผลิตและรายได้	ผลผลิตและรายได้จากการทำเกษตรกรรมแต่ละชนิดของจังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร นครสวรรค์	รายฤดูกาล	2531 ถึงปัจจุบัน	OAE
วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำชลประทานที่บูรณาการแบบจำลองทรัพยากรน้ำตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยการเชื่อมโยงข้อมูลแบบอัตโนมัติกับเครื่องมือตรวจวัดในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นการลดการสูญเสียปริมาณน้ำจากการส่งน้ำในพื้นที่ชลประทาน				
1. ปริมาณฝน	ข้อมูลปริมาณฝนจำนวน 84 สถานี	รายวัน/ ราย 3 ชม.	ปัจจุบัน	RID
2. ปริมาณน้ำท่า/ ระดับน้ำ	ข้อมูลน้ำท่า/ ระดับน้ำจำนวน 50 สถานี	รายชั่วโมง	ปัจจุบัน	RID
3. ปริมาณการระบายน้ำจากอ่างฯ	เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	รายวัน	ปัจจุบัน	EGAT
4. ปริมาณน้ำเข้า คบ.ท่อทองแดง	จากการกำหนดจุดตรวจวัดประกอบด้วย ระดับน้ำเหนือน้ำท้ายน้ำ ปริมาณการไหลผ่านทรบ.ท่อทองแดง ความชื้นดินในพื้นที่เกษตรกรรม	ราย 3 ชม.	ปัจจุบัน	เทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมฯ
5. ระดับน้ำ		ราย 3 ชม.	ปัจจุบัน	
6. ความชื้นดิน		ราย 3 ชม.	ปัจจุบัน	
7. ภาพถ่ายดาวเทียมทางอากาศ	การติดตามพื้นที่เพาะปลูกข้าวและพืชไร่ / พื้นที่น้ำท่วม	รายสัปดาห์	ปัจจุบัน	GISTDA
8. ผลการจัดสรรน้ำเข้าโครงการ	การติดตามผลการจัดสรรน้ำเข้า คบ.ท่อทองแดง	รายสัปดาห์	ปัจจุบัน	RID/ RIO4
9. รายงานผลการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์	การติดตามผลการเพาะปลูกพืชใน คบ.ท่อทองแดง ได้แก่ ข้าว และพืชไร่	รายสัปดาห์	ปัจจุบัน	RID/ RIO4

หมายเหตุ ที่มาของข้อมูล

RID หมายถึง กรมชลประทาน

RIO4 หมายถึง สำนักชลประทานที่ 4 และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

EGAT หมายถึง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

LDD หมายถึง กรมพัฒนาที่ดิน

OAE หมายถึง สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

GISTDA หมายถึง สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

เทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมฯ หมายถึง โครงการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับโครงการชลประทาน

2.3 แนวทางการดำเนินงาน

1) การเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลทางสถิติย้อนหลัง 30 ปี

การรวบรวมและบันทึกข้อมูลทางสถิติย้อนหลัง 30 ปี เป็นการรวบรวมข้อมูลสถิติที่เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย รวมถึงข้อมูลของสำนักชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา สามารถแยกรายละเอียดตามขั้นตอนของการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

ตารางที่ 2-3 แนวทางการดำเนินงาน

ขั้นตอน	การเก็บรวบรวมข้อมูล
1. การพัฒนาแบบจำลองสมดุลน้ำรายโครงการระดับตำบล เพื่อประเมินความต้องการน้ำของพืชแบบ Real-time โดยพิจารณาร่วมกับความชื้นของดินที่มีการติดตามแบบอัตโนมัติในระบบแปลงนา	- ข้อมูลสถิติอุตุนิยมวิทยาย้อนหลัง 30 ปี (ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์) - ข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรม - ข้อมูลชนิดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน - ข้อมูลทางกายภาพของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ ระบายน้ำ ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ - ข้อมูลการใช้น้ำของพืช - สภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน ข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรม - ลักษณะการทำเกษตรกรรม ผลผลิต รายได้ - แหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ (ในเขตชลประทาน/ นอกเขตชลประทาน)
2. การพัฒนาแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทานและการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำรายสัปดาห์ที่มีความเหมาะสมกับความต้องการน้ำชลประทานในพื้นที่แปลงนา	- ข้อมูลสถิติอุทกวิทยาย้อนหลัง 30 ปี (ปริมาณน้ำท่า ลักษณะลำน้ำ รูปตัดขวางลำน้ำ) - ข้อมูลสถิติการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ปริมาณการระบาย ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ย้อนหลัง 10 ปี - ข้อมูลลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ (ความจุสูงสุด ความจุต่ำสุด เกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ) - ข้อมูลการจัดสรรน้ำระดับโครงการชลประทาน - ข้อมูลระบบโครงข่ายการกระจายน้ำ - ข้อมูลพื้นฐานด้านการปกครอง เศรษฐกิจ สังคม - ข้อมูลชนิดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน
3. การพัฒนาแบบจำลองการไหลของน้ำ และแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทาน เพื่อจำลองการไหลในลำน้ำสายหลัก คลองส่งสายหลัก และคลองส่งสายซอย เพื่อจำลองรูปตัดตามยาวการไหลในลำน้ำในการจำลองพื้นที่เพาะปลูกต่อปริมาณน้ำต้นทุนที่จัดสรร	- ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ ความลาดชันของพื้นที่ - ข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรม - สภาพทางกายภาพ ลักษณะดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ ระบายน้ำ ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ - ข้อมูลดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน - ข้อมูลพื้นฐาน ตำแหน่งที่ตั้ง ความกว้าง ความยาว ความลึกของอาคารชลศาสตร์ เช่น ประตูรับน้ำ ประตูระบายน้ำ อาคารท่อระบายน้ำ รูปตัดตามยาว รูปตัดตามขวาง คลองส่งน้ำสายหลัก คลองส่งน้ำสายซอย - ความสามารถในการรับน้ำ/ ระบายน้ำของโครงสร้างในโครงการชลประทาน - ระบบส่งน้ำ/ ระบบกระจายน้ำในพื้นที่แปลงนา

ตารางที่ 2-3 (ต่อ) แนวทางการดำเนินงาน

ขั้นตอน	การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การพัฒนาแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทานเพื่อเป็นเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนาที่บูรณาการแบบจำลองทรัพยากรน้ำตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ	- ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน - ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน - ข้อมูลพื้นฐานด้านการปกครอง เศรษฐกิจ สังคม - ข้อมูลพื้นฐาน ตำแหน่งที่ตั้ง ความกว้าง ความยาว ความลึกของอาคารชลศาสตร์ เช่น ประตูรับน้ำ ประตูระบายน้ำ อาคารท่อระบายน้ำ รูปตัดตามขาว รูปตัดตามขวาง คลองส่งน้ำสายหลัก คลองส่งน้ำสายซอย - ความจุลำน้ำ ความสามารถในการรับน้ำ/ ระบายน้ำของแม่น้ำ คลองส่งน้ำ

2) การลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนาม

การลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อรับฟังปัญหาและเก็บข้อมูลภาคสนามการบริหารจัดการน้ำจากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการนำไปใช้เป็น Data Information ในการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับพื้นที่และการปฏิบัติงานจริง อีกทั้งมีการจัดประชุมรับฟังความเห็นและปัญหาการใช้น้ำจากเกษตรกร กลุ่มผู้ใช้น้ำ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อออกแบบแนวทางแก้ไขปัญ หาและจำลองสถานการณ์เพื่อลดผลกระทบจากน้ำท่วมน้ำแล้ง

การลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนามเป็นการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากการลงพื้นที่และการสำรวจรูปแบบการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ โครงการชลประทานในความรับผิดชอบของสำนักชลประทานที่ 4 โครงการชลประทานจังหวัดตาก โครงการชลประทานจังหวัดกำแพงเพชร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วังบัว วังยาง และหนองขวัญ เพื่อรับฟังลักษณะรูปแบบการบริหารจัดการน้ำในระดับโครงการชลประทาน ความคิดเห็นจากเกษตรกรและกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ชลประทาน โดยผลการดำเนินงานในการลงสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้เป็นผลสรุปปัญหาการบริหารจัดการน้ำในปัจจุบัน ความคิดเห็นต่อแนวทางแก้ไขปัญหา ผลการวิเคราะห์ สังเคราะห์ความคิดเห็นและแนวทางที่เสนอแนะ เพื่อนำไปพัฒนาแบบจำลองและระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สอดรับกับสภาพปัญหาการบริหารจัดการน้ำและความต้องการของเกษตรกร มีรายละเอียดการสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลภาคสนาม ดังนี้

- การลงพื้นที่ภาคสนาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิในพื้นที่โครงการ และรับฟังรูปแบบการบริหารจัดการน้ำ ปัญหา อุปสรรคในการปฏิบัติงานจากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ สำนักชลประทานที่ 4 โครงการชลประทานจังหวัดตาก โครงการชลประทานจังหวัดกำแพงเพชร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วังบัว วังยาง และหนองขวัญ
- การจัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ใช้น้ำ เกษตรกรในพื้นที่ชลประทาน เพื่อรับฟังปัญหาในการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำ ปัญหาการใช้น้ำในภาวะน้ำแล้งและน้ำท่วม และสำรวจรูปแบบการทำเกษตรกรรม วิถีชีวิตในการทำเกษตรกรรมในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน และเพื่อสำรวจความพร้อมของเกษตรกรในการปรับตัว การใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำและเกษตรกรในแต่ละโครงการส่งน้ำฯที่มีพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ในเขตชลประทานจำนวน 1,500 คน

3) การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา ได้แก่ การจัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำและแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทาน การจัดทำแบบจำลองสมดุลน้ำรายโครงการชลประทาน แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 1)

การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา เป็นการนำผลการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติอุตุ-อุทกวิทยามาพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ โดยการปรับเทียบและพิสูจน์แบบจำลองกับข้อมูลตรวจวัดให้มีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือ ก่อนที่จะนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง มีขั้นตอนประกอบด้วย 1) การจัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำในระดับโครงการชลประทาน 2) การจัดทำแบบจำลองสมดุลน้ำรายโครงการในระดับตำบล 3) การจัดทำแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทานระดับคลองส่งน้ำสายหลักและคลองส่งน้ำสายซอย 4) การจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน และ 5) การจัดทำแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน มีรายละเอียดของทฤษฎีที่ใช้ดังนี้

3.1) การจัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำและแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายโครงการชลประทาน

การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อจำลองลักษณะการไหลของลำน้ำ ใช้สำหรับการจำลองสภาพการไหลแบบพลศาสตร์ทั้งการไหลในแม่น้ำและพื้นที่ราบลุ่ม โดยสามารถวิเคราะห์การไหลในลำน้ำ การไหลล้นข้ามตลิ่งและการไหลในพื้นที่น้ำท่วมขัง (floodplain) ตามสภาพการไหลและการบริหารจัดการน้ำแบบต่างๆ โดยสามารถคำนวณ/พยากรณ์ระดับน้ำ และปริมาณน้ำในลำน้ำ และในพื้นที่น้ำท่วมขัง และแสดงผลแผนที่น้ำท่วม (ความลึก และขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม) มีรายละเอียดดังนี้

- แบบจำลองสามารถจำลองลักษณะการไหลของน้ำที่เป็นการไหลแบบทิศทางเดียวซึ่งคือทิศทางตามการไหลของน้ำ (One Dimension Flow) และไม่คงที่ตามเวลา (Unsteady Flow) มีความคล่องตัวสูงและมีความสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากสามารถแยกการใช้งานในแต่ละโปรแกรมย่อยต่างๆได้ รวมทั้งสามารถถ่ายโอนข้อมูลหรือผลการคำนวณระหว่างโปรแกรมย่อยได้อย่างอัตโนมัติ และสามารถคำนวณผลลัพธ์ออกมาได้อย่างรวดเร็ว มีแบบจำลองย่อยน้ำฝน-น้ำท่า และแบบจำลองย่อยอุทก โดยใช้ข้อมูลกายภาพของลำนำเป็นข้อมูลนำเข้า ประกอบด้วย โครงข่ายลำน้ำ (river network) รูปตัดขวางลำน้ำ (cross section) และเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำสามารถใช้ในการคำนวณสภาพการไหลแบบไม่คงที่ในลำน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ และสามารถอธิบายสภาพการไหลได้ทั้งในรูปแบบการไหลแบบต่ำกว่าวิกฤติ และการไหลแบบเหนือวิกฤติ รวมถึงคำนวณการไหลในลักษณะที่มีการไหลด้านข้าง (Side Flow) โดยผลการคำนวณจะแสดงในรูปของระดับน้ำ ความเร็ว และอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา และสถานที่ โดยใช้สมการสมการเซนท์-วีแนนท์ (Saint-Venant Equations) ซึ่งประกอบด้วยสมการการไหลต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation)
- แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีความสามารถในการการจำลองสภาพการไหลที่สามารถเชื่อมโยงการไหลของน้ำระหว่างลำน้ำกับพื้นที่น้ำท่วมได้เป็นอย่างดี ดังนั้นและมีความสามารถในการวิเคราะห์สภาพการไหลในกรณีเมื่อน้ำในแม่น้ำมีปริมาณมากจนไหลล้นข้ามตลิ่งออกจากแม่น้ำ ปริมาณน้ำเหล่านี้จะไหลหลากลงไปสู่ที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง หรือพื้นที่น้ำท่วมตามสภาพภูมิประเทศที่เป็นที่ลุ่มต่ำในจังหวัดต่างๆ ทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้น โดยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถคำนวณระดับน้ำท่วมในแม่น้ำและพื้นที่น้ำท่วมได้ รวมทั้งสามารถวิเคราะห์และจัดทำแผนที่น้ำท่วมสำหรับสถานการณ์น้ำต่างๆ ได้ โดยการจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์จะพิจารณาให้ครอบคลุมแม่น้ำและคลองสายหลักของลุ่มน้ำในส่วนของลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำป่าสัก จากข้อมูลรูปตัดลำน้ำที่มีอยู่ รวมทั้งพิจารณาอาคารบังคับน้ำหลักให้ครบถ้วนเพียงพอต่อการจำลองแผนบริหารจัดการน้ำได้ตามสภาพจริง

3.2) การจัดทำแบบจำลองสมดุลน้ำรายโครงการชลประทาน

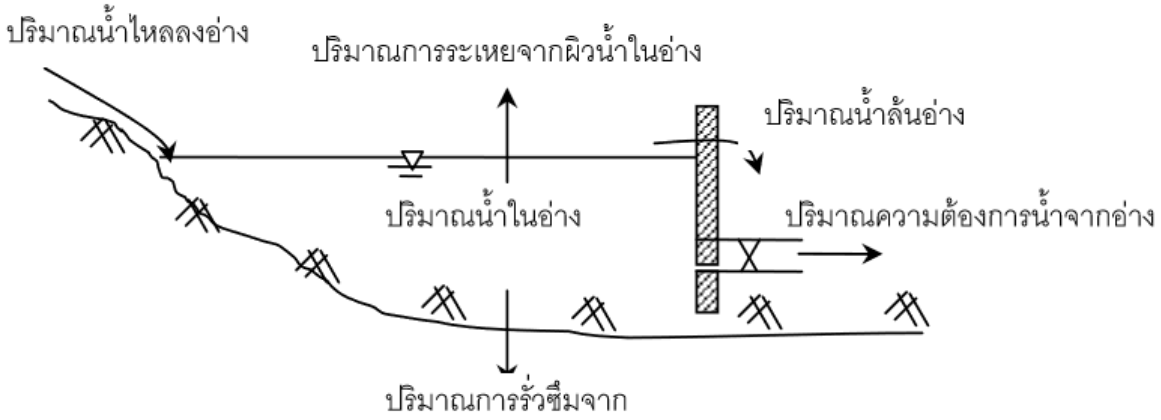
การจัดทำแบบจำลองสมดุลน้ำรายโครงการชลประทานเป็นการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อวางแผนความต้องการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งกรณีมีอ่างเก็บน้ำและไม่มีอ่างเก็บน้ำ สำหรับการคำนวณหาความต้องการน้ำรายวันเพื่อจำลองปริมาณการใช้น้ำจากข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกใช้โปรแกรม ROS ในการคิดปริมาณความต้องการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นโปรแกรมที่กรมชลประทานใช้เพื่อหาปริมาณความต้องการน้ำโดยใส่ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย ข้อมูลรายละเอียดโครงการ ข้อมูลแผนการเพาะปลูกพืช ข้อมูลปฏิทินเพาะปลูกพืช และจำนวนพื้นที่ที่เพาะปลูกพืช โดยจะได้ผลลัพธ์เป็นแผนการเพาะปลูกจากปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ สามารถแบ่งการวิเคราะห์สมดุลน้ำกรณีมีอ่างเก็บน้ำและไม่มีอ่างเก็บน้ำได้ดังนี้ (คู่มือการปฏิบัติงานคู่มือการวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ Reservoir Operation Study, กรมชลประทาน)

- กรณีที่มีอ่างเก็บน้ำ เป็นการวางแผนจากข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก แล้วจึงนำมาคิดหาปริมาณการใช้น้ำ จากนั้นจึงนำมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำในอ่างทั้งปี เพื่อคาดการณ์สถานการณ์น้ำในอ่างฯ ว่าเพียงพอต่อการเพาะปลูกหรือไม่
- กรณีที่ไม่มีอ่างเก็บน้ำ เป็นการวางแผนจากข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก แล้วจึงนำมาคิดหาปริมาณการ ใช้น้ำ จากนั้นจึงนำมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ในแต่ละวันและปริมาณน้ำส่งสะสม

3.3) การจัดทำแบบจำลองการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม

การพัฒนาแบบจำลองการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในกรณีที่ปริมาณน้ำต้นทุนมีไม่เพียงพอกับปริมาณน้ำที่ต้องการ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าการระบายที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน โดยการใช้เกณฑ์การบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดระดับกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้น้ำ และความจุของอ่างเก็บน้ำ ลดความซ้ำซ้อนในการจัดสรรน้ำ และเป็นการลดปริมาณการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ชลประทาน เนื่องจากการใช้งานโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) นั้น ในบางปีที่ปริมาณฝนผิดปกติในระยะยาว มักจะประสบปัญหาในการควบคุมให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ในช่วง Rule Curve

หลักสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างเก็บน้ำทำหน้าที่กักเก็บน้ำในยามที่ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าความต้องการ เพื่อให้มีน้ำเพียงพอสำหรับส่งให้กับความต้องการต่างๆ ในช่วงเวลาขาดแคลนน้ำ การวางแผนการใช้น้ำจากเขื่อนประจำเดือนจะทำได้โดยการวิเคราะห์สมดุลของน้ำ (Water Balance) ในอ่างเก็บน้ำ แสดงหลักการสมดุลน้ำดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 หลักการสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ

หลักการสมดุลของน้ำในอ่างคือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง – ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างทั้งหมด = ปริมาณน้ำในอ่างที่เปลี่ยนไป สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำไหลออก และปริมาณน้ำในอ่างแต่ละเดือนได้ดังนี้

ปริมาณน้ำในอ่างเมื่อสิ้นเดือน = ปริมาณน้ำในอ่างเมื่อต้นเดือน + ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างในเดือนนั้น - ปริมาณความต้องการน้ำจากอ่างเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ – ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำในอ่างเดือนนั้น - ปริมาณการรั่วซึมจากอ่างในเดือนนั้น

ถ้าปริมาณน้ำในอ่างเมื่อสิ้นเดือนที่คำนวณได้มากกว่าปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด จะถือว่ามีการไหลล้นอ่างในเดือนนั้น และปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่างจะเท่ากับ ปริมาณน้ำในอ่างเมื่อสิ้นเดือนลบด้วยปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด และปริมาณน้ำในอ่างสำหรับต้นเดือนต่อไปจะเท่ากับปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด

ในทางกลับกันถ้าปริมาณน้ำในอ่างเมื่อสิ้นเดือนที่คำนวณได้น้อยกว่าปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุดจะถือว่ามีการขาดน้ำในเดือนนั้น ปริมาณน้ำที่ส่งจากอ่างจะน้อยกว่าความต้องการน้ำทั้งหมดจากอ่าง ปริมาณน้ำที่ขาดไปเท่ากับปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุดลบด้วยปริมาณน้ำในอ่างเมื่อสิ้นเดือน ปริมาณน้ำในอ่างสำหรับต้นเดือนถัดไปจะเท่ากับปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด

การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างจะประกอบไปด้วย การประเมินปริมาณน้ำไหลลงอ่าง ปริมาณความต้องการน้ำจากอ่างทั้งหมด การสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยและการรั่วซึม แล้วนำเอามาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งและที่เหลืออยู่ในอ่าง จากปริมาณน้ำที่มีอยู่เมื่อต้นเดือนตามหลักสมดุลน้ำ การคำนวณสมดุลน้ำประจำเดือนจะทำต่อเนื่องกันไปตลอดระยะเวลาที่ใช้ในการวางแผนซึ่งปกติจะเป็น 1 ปี

สำหรับค่าการรั่วซึมของน้ำในเขื่อนนั้น หากไม่สามารถตรวจวัดได้ให้ใช้เกณฑ์เดียวกับการรั่วซึมในแปลงนาเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทานในการจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการฯเป็นภาคดังนี้คือ

- ภาคกลาง ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวัน
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวัน
- ภาคอื่นๆ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน

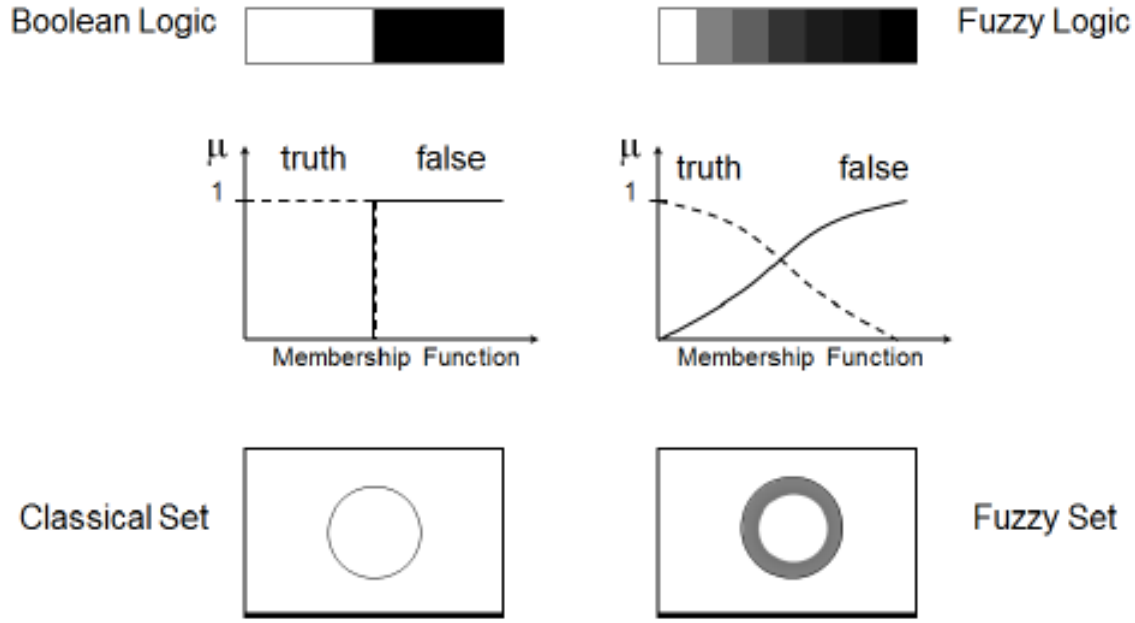
การคำนวณหาความต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำในงานวิจัยนี้ ใช้โปรแกรม ROS ในการคิดปริมาณความต้องการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาในเขตลุ่มเจ้าพระยา ซึ่งเป็นโปรแกรมที่กรมชลประทานใช้เพื่อหาปริมาณความต้องการน้ำโดยใส่ค่าชนิดพืช สัปดาห์ที่เพาะปลูก และจำนวนพื้นที่ที่เพาะปลูกพืชนั้นๆ เพื่อคำนวณปริมาณความต้องการน้ำออกมา ซึ่งในตัวโปรแกรมยังมีฐานข้อมูลฝนใช้การของข้าวและพืชไร่ ทำให้สะดวกต่อการคำนวณ

4) การจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำในระบบแปลงนา ได้แก่ การจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน และการจัดทำแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

การจัดทำแบบจำลองควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทานได้ใช้เทคนิควิธีทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent Method) โดยมีข้อได้เปรียบกว่าเทคนิควิธีการแบบเดิม อาทิ โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โปรแกรมพลศาสตร์ (Dynamic Programming) ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านการสร้างกระบวนคิดให้เกิดขึ้นในแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ หรือใช้เหตุและผลเป็นตรรกในการอนุมานสำหรับตัดสินใจหรือประมวลผลต่างๆ นั้นทำได้ยาก ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคการตัดสินใจแบบจีเนติก-นิวโรฟัซซี (Genetic-Neurofuzzy Computing) มาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ซึ่งสามารถสรุปหลักการทำงานได้ดังนี้

(1) แบบจำลองฟัซซี (Fuzzy Rule-based Model) การพัฒนาแบบจำลองฟัซซีจะเกี่ยวข้องกับหลักการของฟัซซีลอจิก และฟัซซีเซต ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้โดยฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจในการให้เหตุผลโดยเลียนแบบวิธีการคิดของมนุษย์ ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกศาสตร์แบบเดิม (Boolean logic) คือเป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial true) หรือโทนเทา (Grays) โดยค่าของความ

จริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely true) กับเท็จ (Completely false) ส่วนในตรรกศาสตร์แบบเดิมจะมีค่าเป็น จริง กับเท็จ หรือ ขาวกับดำเท่านั้น ส่วนฟัซซีเซต (Fuzzy set) จะนำมาใช้ในการดำเนินการของเซต ซึ่งสมาชิกในฟัซซีเซตมีค่าความเป็นสมาชิกได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ส่วนในเซตแบบเดิม (Classical set) สมาชิกในเซตจะมีค่าความเป็นสมาชิก เป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น รูปที่ 2-5 แสดงความแตกต่างระหว่างตรรกศาสตร์แบบเดิมกับฟัซซีลอจิก และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของการกำหนดตัวแปรแบบเซตเดิมกับฟัซซีเซต



รูปที่ 2-5 ความแตกต่างระหว่างตรรกศาสตร์แบบเดิมกับตรรกศาสตร์แบบฟัซซี และการกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซตแบบเดิมกับฟัซซีเซต (ภาณุวัฒน์, 2546)

สำหรับส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตัดสินใจแบบฟัซซี สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ใช้ ซึ่งลักษณะและรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกนั้นสามารถสร้างขึ้นจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ หรือจากหลักตรรกศาสตร์เพื่อให้มีช่วงที่เหมาะสม และครอบคลุมข้อมูลทั้งหมดที่พิจารณาโดยกำหนดให้มีการซ้อนทับกันได้ และสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการดำเนินการของระบบ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะสมมาตรหรือไม่ก็ได้ ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก แสดงดังรูปที่ 2-6 เป็นรูปสามเหลี่ยม (Triangular) สี่เหลี่ยมคางหมู(Trapezoidal) แบบเกาส์ (Guass) ตัวเอส (S-Shaped) และรูปโค้งระฆังคว่ำ (Generalized Bell)สำหรับการเลือกใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก พิจารณาตามความเหมาะสมของข้อมูลที่ใช้ โดยสามารถซ้อนทับกันได้ เพื่อให้การดำเนินการมีความต่อเนื่อง

- กระบวนการควบคุมการตัดสินใจแบบฟัซซี แสดงดังรูปที่ 2-7 ประกอบด้วยกระบวนการฟัซซีฟิเคชั่น (Fuzzification) ฐานความรู้ (Knowledge Base) กฎพื้นฐาน (Rule –Base) การอนุมาน (Inference) และกระบวนการดีฟัซซีฟิเคชั่น (Defuzzification) สามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

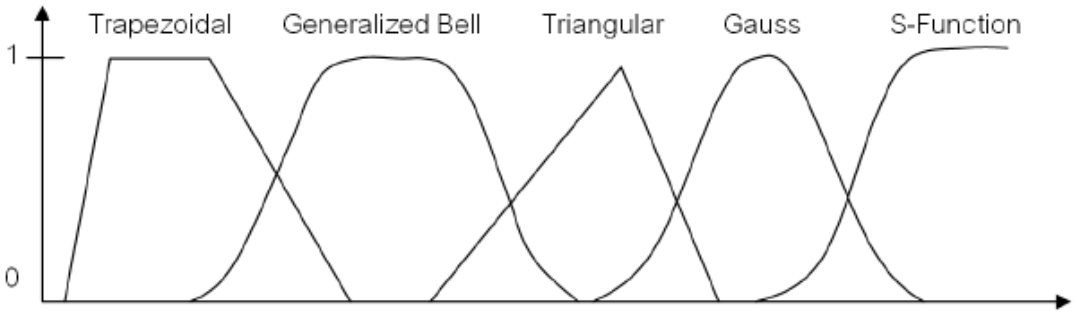
  - กระบวนการฟัซซีฟิเคชั่น (Fuzzification) เป็นกระบวนการกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ใช้ โดยการแทนตัวแปรแบบฟัซซีด้วยฟังก์ชันความเป็นสมาชิก จากรูปที่ 2-8 จะเห็นว่าค่าความเป็นสมาชิก (Membership Value) ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ 70% เป็นสมาชิกของฟัซซีเซตทั้งในช่วง Medium และ High ซึ่งมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.7 และ 0.3 ตามลำดับ

  - ฐานความรู้ (Knowledge base) ใช้ในการกำหนดแบ่งช่วง และกำหนดรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ใช้ ตลอดจนเงื่อนไขหรือกฎต่าง ๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจ

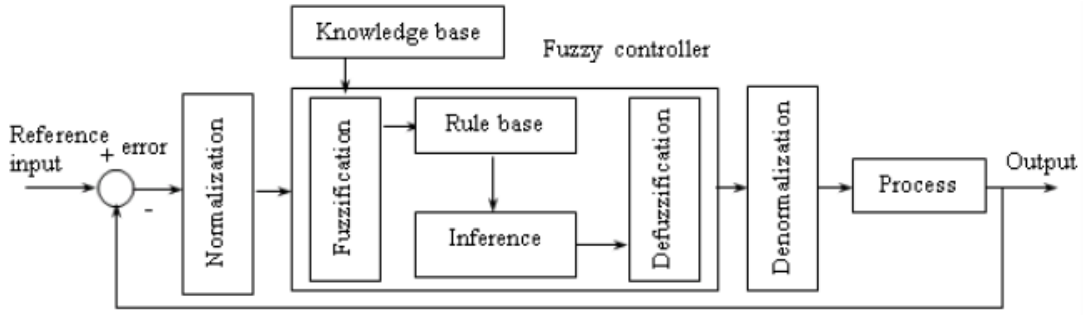
- กฎพื้นฐาน (Rule-base) เป็นการแปลงการเรียนรู้ของมนุษย์ไปยังวิธีการโดยใช้การแสดงเหตุและผลซึ่งอยู่ในรูปของตัวแปรภาษา (Linguistic variables) โดยการผสมโครงสร้างของกฎพื้นฐานคือ IF Premise (antecedent), THEN Conclusion (consequent) เช่น IF Storage high and Inflow normal THEN Release slightly more เป็นต้น

- การอนุมาน (Inference) กระบวนการตัดสินใจใช้การดำเนินการเชื่อมต่อแบบ AND, OR จากนั้นใช้การอนุมานในกรณีที่มีกฎพื้นฐานมากกว่า 1 ข้อขึ้นไปโดยจะต้องรวมกฎเข้าด้วยกัน (Aggregation) จากนั้นใช้ดีฟัซซีฟิเคชั่นในการหาค่า output ของระบบซึ่งวิธีการอนุมานมี 2 แบบ คือ (1) Max–Min method และ (2) Max–Product method แสดงดังรูปที่ 2-9

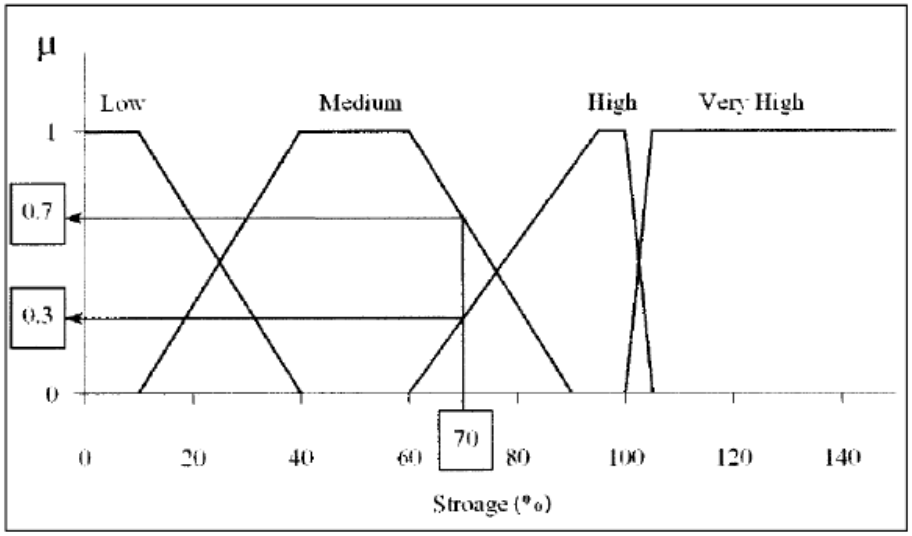
- กระบวนดีฟัซซีฟิเคชั่น (Defuzzification) เป็นกระบวนการแปลงผลการอนุมานแบบฟัซซีให้เป็นตัวเลข โดยวิธีที่ได้รับความนิยม เช่น Max-membership principle, Centroid method, และ Weighted average method



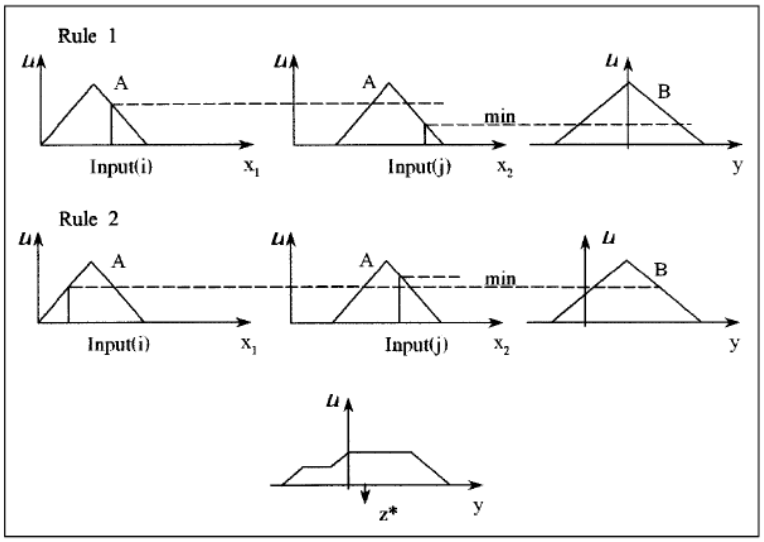
รูปที่ 2-6 ลักษณะฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในแบบต่างๆ



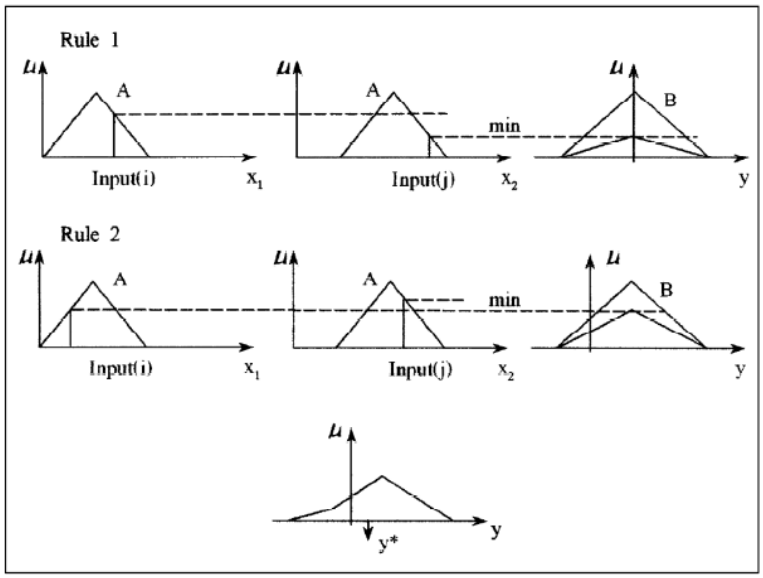
รูปที่ 2-7 กระบวนการควบคุมการตัดสินใจแบบฟัซซี (ภาณุวัฒน์ 2546)



รูปที่ 2-8 ค่าความเป็นสมาชิก (Membership Value) ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (ภาณุวัฒน์ 2546)



รูปที่ 2-9 (ก) การอนุมานโดยวิธี Graphical Mamdani (max-min) Inference Method (Ross, 2001)



รูปที่ 2-9 (ข) การอนุมานโดยวิธี Graphical Max-Product Inference Method (Ross, 2001)

(2) แบบจำลองนิวโรฟัซซี (Neurofuzzy Model)

แบบจำลองนิวโรฟัซซีเป็นการผสานการทำงานร่วมกันของโครงข่ายประสาทเทียมและกระบวนการควบคุมแบบฟัซซี โดยฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก และเกณฑ์การอนุมานแบบฟัซซีสามารถปรับให้มีค่าเหมาะสมได้โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบย้อนกลับ (Back propagation Method) ดังรูปที่ 2-10 แสดงรูปแบบโครงข่ายนิวโรฟัซซีประกอบด้วย 2 ตัวแปรนำเข้า (Input variables) xและ y กับผลลัพธ์ (Output) z โดยเกณฑ์การอนุมานแบบฟัซซีกำหนดด้วย 2 กฎ ดังนี้

$$Rule1: if\ x\ is\ A_1\ and\ y\ is\ B_1, then\ f_1 = p_1x + q_1y + r_1$$

$$Rule2: if\ x\ is\ A_2\ and\ y\ is\ B_2, then\ f_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

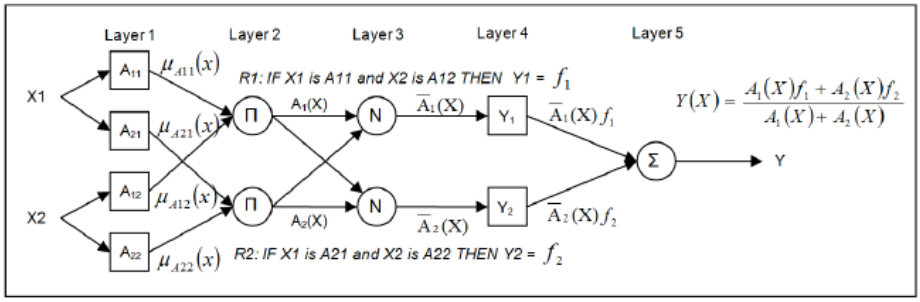
ผลลัพธ์ของโครงข่ายนิวโรฟัซซีสามารถคำนวณได้โดย

$$O = \sum_i \overline{w}_i f_i$$

เมื่อ

$$\overline{w_i} = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i = 1, 2$$
$$w_i = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(x), \quad i = 1, 2$$
$$f_i = p_i x + q_i y + r_i$$

โดยที่ fi เป็นฟังก์ชั่นเชิงเส้น wi เป็นค่าน้ำหนักของกฎเกณฑ์ที่ใช้ และ wi เป็นอัตราส่วนของค่าน้ำหนักของกฎนั้นๆ ต่อค่าน้ำหนักทั้งหมด



รูปที่ 2-10 โครงข่ายแบบจำลองนิวโรฟัซซี

(3) แบบจำลองจีเนติก-นิวโรฟัซซี (Neurofuzzy Model)

การพัฒนาแบบจำลองฟัซซีมักเกิดคำถามขึ้นว่าฟังก์ชันความเป็นสมาชิก และเกณฑ์ของฟัซซีที่ได้กำหนดขึ้นมีความเหมาะสมที่สุดแล้วหรือยัง หรือจะสามารถปรับเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้หรือไม่ ซึ่งการปรับเกณฑ์ฟัซซีและฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างมาก ในกรณีที่มีข้อมูลเพียงพอสำหรับการฝึกฝนแบบจำลองก็สามารถนำหลักของโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ร่วมกับแบบจำลองฟัซซีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาแบบจำลองให้มีมากยิ่งขึ้นได้ โครงข่ายแบบจำลองนิวโรฟัซซี โดยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ใช้แต่ละตัวในแบบจำลองฟัซซีถูกแทนที่ด้วยหน่วยในชั้นแรกของโครงข่าย

- ค่าความเป็นสมาชิกของฟังก์ชันแต่ละตัว U Aij (x) จะถูกส่งไปยังโครงข่ายชั้นที่สองซึ่งผลลัพธ์ในชั้นนี้ โดย A (X) สามารถหาได้จากการดำเนินการของฟัซซีเซตของเกณฑ์ฟัซซีที่ I โดยใช้ Min หรือ Product operation

- ชั้นที่สามเป็นการแปลงผลลัพธ์แต่ละตัวที่ได้จากโครงข่ายชั้นที่สองให้อยู่ในรูปของ Standardization,

$$\overline{A_i}(X) = A_i(X) \Big/ \sum_{i=1}^{k} A_i(X)$$

เมื่อ k เป็นจำนวนเกณฑ์ฟัซซี

- สำหรับฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของผลลัพธ์ของแบบจำลองถูกแทนที่ด้วยหน่วยที่อยู่ในโครงข่ายชั้นที่สี่ โดยผลลัพธ์ของชั้นนี้หาได้จาก

$$O_i = A_i(X) f_i$$

เมื่อ fi เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นซึ่งสัมพันธ์กับตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง

- ชั้นสุดท้ายเป็นการคำนวณหาผลลัพธ์จากกระบวนการอนุมานเกณฑ์ของฟัซซีทั้งหมดโดยใช้วิธี weighted average หรือ sum average

- การปรับเกณฑ์ฟัซซี และฟังก์ชันความเป็นสมาชิก หรือการปรับเทียบแบบจำลองนิวโรฟัซซี (Neurofuzzy Model Calibration) สามารถทำได้โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ในขั้น Forward pass พารามิเตอร์ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในโครงข่ายชั้นที่สี่จะถูกปรับโดยใช้ Least square

- สำหรับขั้น Backward pass ผลลัพธ์ของโครงข่ายจะถูกนำมาเปรียบกับผลลัพธ์ที่ต้องการเพื่อหาค่าผิดพลาดของแบบจำลอง และใช้วิธี Backpropagation ส่งค่าผิดพลาดย้อนกลับไปยังชั้นที่ 4 จนถึงชั้นที่ 1 เพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ใช้จำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ใช้มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพแบบจำลองนิวโรฟัซซี ซึ่งการกำหนดจำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ใช้สามารถหาได้จากหลายแนวทาง เช่น การลองผิด-ลองถูก (Trial and error) ประสบการณ์ (Experience) และเทคนิคการจัดแบ่งกลุ่ม (Clustering technique) เป็นต้น หากแบบจำลองประกอบด้วยตัวแปรที่ใช้หลายตัว รูปแบบโครงข่ายที่เหมาะสมอาจหาได้ค่อนข้างยาก และใช้เวลามาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงนำหลักการจีเนติกอัลกอริทึมมาช่วยในการหาจำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกให้เหมาะสมที่สุด รูปที่ 2-11 แสดงผังการทำงานของแบบจำลองจีเนติกนิวโรฟัซซี โดยเริ่มจากการสุ่ม จำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรแต่ละตัวในแบบจำลอง จากนั้นใช้ Least square หาพารามิเตอร์ของฟังก์ชันเชิงเส้น และผลลัพธ์ของโครงข่าย โดยรูปแบบโครงข่ายนิวโรฟัซซีแต่ละตัวจะถูกประเมินด้วยดัชนีชี้วัดความน่าเชื่อถือด้านการส่งน้ำ (Reliability for Water Supply Indicator, RWSI) และความน่าเชื่อถือด้านการควบคุมน้ำท่วม (Reliability for Flood Control Indicator, RFCI) สามารถกำหนดเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย ได้ดังนี้

$$\text{Max}\,(RWSI) = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} RWS_t$$

$$\text{Max}\,(RFCI) = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} RFC_t$$

เมื่อ N คือ จำนวนครั้งของการจำลอง (Time step) RWS คือ ตัวชี้วัดความสำเร็จด้านการส่งน้ำ กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อปริมาณการระบายน้ำมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำ และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อปริมาณการปล่อยน้ำมีค่าน้อยกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำ ส่วน RFC คือ ตัวชี้วัดความสำเร็จด้านการควบคุมน้ำท่วม กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อปริมาณการระบายน้ำมีค่าไม่เกินปริมาณความจุด้านท้ายอ่างเก็บน้ำที่สามารถรับได้ และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อปริมาณการปล่อยน้ำมีค่าเกินกว่าปริมาณความจุได้รับได้ของลำน้ำด้านท้ายอ่างเก็บน้ำวิธีการ Mating, Crossover และ Mutation ถูกนำมาใช้ในการเลือกรูปแบบโครงข่ายมาเป็นต้นแบบสำหรับการสืบทอดในรุ่นต่อไปเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมของโครงข่าย กระบวนการจีเนติกจะยุติลงเมื่อค่า Fitness function อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หรือเมื่อถึงจำนวนรอบที่กำหนดไว้หลังจากที่ได้รูปแบบที่เหมาะสมของโครงข่ายนิวโรฟัซซีแล้ว ชุดข้อมูลที่เตรียมไว้สำหรับการฝึกฝนจะถูกนำมาใช้อีกครั้งในการปรับเกณฑ์ฟัซซี และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดของโครงข่ายนิวโรฟัซซี การหาแนวทางการปฏิบัติการที่เหมาะสมที่พิจารณาทั้งปัจจัยด้านการควบคุมน้ำท่วมและการส่งน้ำซึ่งใช้เทคนิค Genetic Algorithm, GA ในการหาค่าที่เหมาะสม โดยหาได้จากสมการ

$$SI_i = \max \sum_{i=1}^{n} \left(w_e \frac{RWSI_i}{RWSI_{\max}} + w_p \frac{RFCI_i}{RFCI_{\max}} \right)$$

เมื่อ RWSIi และ RFCIi เป็นค่า Reliability for Water Supply Indicator และ Reliability for Flood Control Indicator ของโครงข่ายที่ดีที่สุดในแต่ละรอบ I ของจีเนติกอัลกอริทึม ค่าของ SI (Selection index) เป็นค่าความเหมาะสมของโครงข่าย ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความน่าเชื่อถือด้านการส่งน้ำ และการควบคุมน้ำท่วม ซึ่งสามารถใช้ค่า we และ wp ถ่วงน้ำหนักค่าผิดพลาดของ RWSIi และ RFCIi ตามลำดับ หากค่า we และ wt มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าในการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของโครงข่ายให้ความสำคัญกับค่าความน่าเชื่อถือทั้ง 2 กรณีเท่ากัน โดย SI (Selection index) ที่มีค่าสูงสุดที่สุดจะเป็นโครงข่ายนิวโรฟัซซีที่เหมาะสมที่สุด

การจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมเพื่อการชลประทานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนการจัดทำโปรแกรมวางแผนการส่งน้ำเพื่อการชลประทาน และโปรแกรมการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม การจัดทำโปรแกรมสำหรับคำนวณความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูก ที่สามารถจำลองสมดุลความชื้นในดิน มีความสามารถของโปรแกรมคือสามารถวางแผนการส่งน้ำจากข้อมูลการเพาะปลูก ติดตามการส่งน้ำ วิเคราะห์ผลการส่งน้ำเพื่อประเมินประสิทธิภาพการส่งน้ำและดัชนีแสดงผลการส่งน้ำรายสัปดาห์ และสามารถประเมินความต้องการน้ำของพืชแยกรายคลอง ความต้องการน้ำและช่วงเวลาที่ส่งน้ำให้กับพืช และจำลองสมดุลความชื้นในดินและฝนใช้การ

ผลผลิตในส่วนนี้ได้เป็นแบบจำลองที่สามารถประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time สำหรับการชลประทาน ที่สามารถแสดงฐานข้อมูลด้านการส่งน้ำ ประเมินความต้องการน้ำ และวางแผนการใช้น้ำด้านการเกษตร ทำให้ทราบถึงปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการควบคุมการส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม การพัฒนา Water Allocation Model Web Application เพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินความต้องการน้ำและวางแผนการส่งน้ำด้านการเกษตรให้กับกรมชลประทาน หน่วยงานในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ภาคเอกชน และประชาชนผู้สนใจ ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ประกอบด้วย

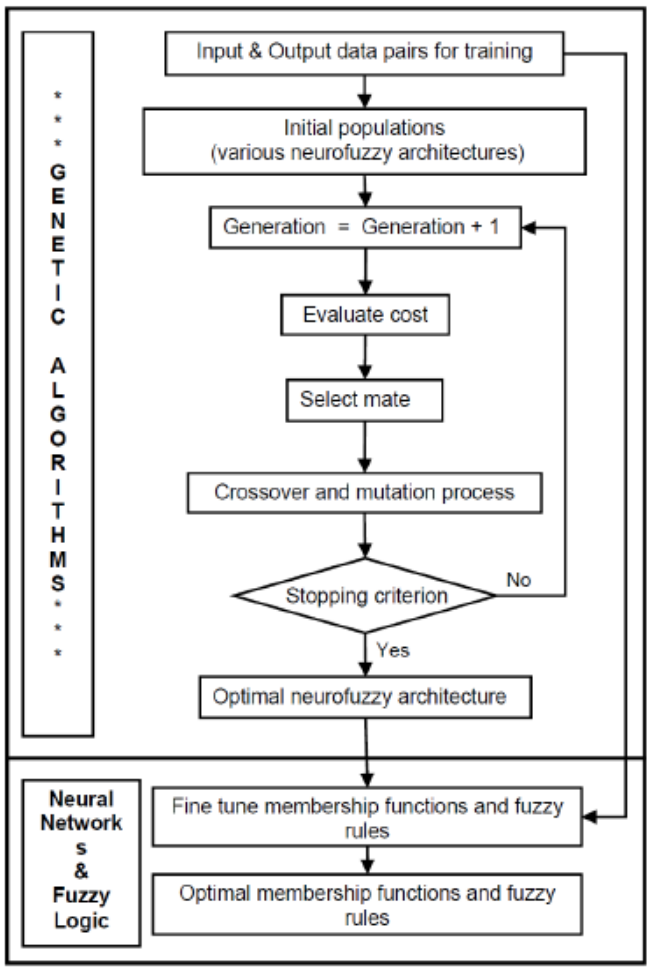
- การวิเคราะห์ปัญหา โดยดำเนินการศึกษาวิธีการประเมินความต้องการน้ำด้านการเกษตรและวางแผนการส่งน้ำแบบเดิม รวบรวมแบบฟอร์ม รายงาน เอกสาร และโปรแกรมที่ใช้งานในปัจจุบัน จากนั้นจึงวิเคราะห์ความต้องการของระบบใหม่ที่จะพัฒนาขึ้น

- การออกแบบโปรแกรม โดยดำเนินการออกแบบรูปแบบของ Application แบบฟอร์มรายงาน ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (GUI) ฐานข้อมูล ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม

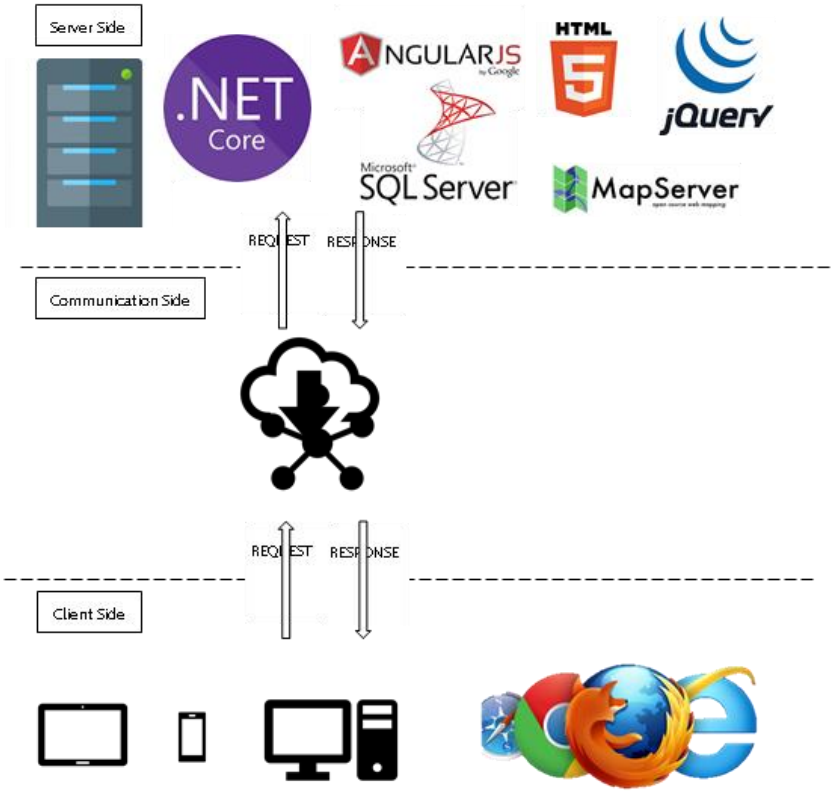
- รูปแบบของ Application เลือกแบบ Web-based Application ซึ่งเป็น Client – Server รูปแบบหนึ่ง เนื่องจากเป็นระบบที่ฐานข้อมูลถูกจัดการที่ศูนย์กลาง (server) ทำให้ง่ายต่อการจัดการข้อมูล การแบ่งปันข้อมูล การบำรุงรักษาและการปรับปรุง Application แสดงภาพรวมของการพัฒนาใช้เทคโนโลยี .NET Core ร่วมกับ Framework อื่นๆ ในการพัฒนาโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 2-12

- การเขียนโปรแกรม เป็นการ Coding โปรแกรม โดยใช้ภาษา Framework ให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

การทดสอบและการปรับปรุงโปรแกรม ดำเนินการติดตั้งโปรแกรม การจัดเตรียมข้อมูล ตรวจสอบข้อมูล ทดสอบการใช้งานในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาในพื้นที่ศึกษา ตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผล รายงานและการทำงานของระบบโดยรวม และปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม



รูปที่ 2-11 ผังการทำงานของเทคนิควิธีแบบ Genetic-Neurofuzzy Computing (ภาณุวัฒน์ และคณะ 2549)



รูปที่ 2-12 รูปแบบของการพัฒนา Water Allocation Model Web Application

5) การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการบริหารจัดการน้ำ

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการบริหารจัดการน้ำแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนการปรับเทียบและการพิสูจน์แบบจำลอง (Model Calibration and Model Validation) และ 2) ส่วนการประยุกต์ใช้แบบจำลอง (Model Application) โดยหลักการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองเป็นตัวชี้วัดถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลตรวจวัดและข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองและความแม่นยำของแบบจำลองในการปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

5.1) การประเมินประสิทธิภาพในการปรับเทียบและพิสูจน์แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำ

การปรับเทียบและการพิสูจน์แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณฝน การคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าใช้ข้อมูลสถิติรายวัน 30 ปี ที่ครอบคลุมปีน้ำมาก น้ำปกติ และน้ำน้อยในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อให้แบบจำลองสามารถใช้งานและตอบสนองต่อสถานการณ์ภัยน้ำท่วมและน้ำแล้ง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลหรือค่า Correlation Coefficient, r ในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตรวจวัดในอดีตและข้อมูลคาดการณ์ที่ได้จากแบบจำลอง หรือระหว่างตัวแปร X และตัวแปร Y ตามลำดับ โดยมี n เป็นจำนวนของข้อมูล สามารถหาค่า r ได้จากสมการ ดังนี้

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตรวจวัดและข้อมูลคาดการณ์โดยใช้ค่า r ที่คำนวณได้เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของแบบจำลองในการคาดการณ์ที่มีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยหากมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายความว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี หรือแบบจำลองการคาดการณ์มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ที่ระดับความแม่นยำเข้าใกล้ร้อยละ 100 ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้การปรับเทียบและการพิสูจน์แบบจำลองมีระดับความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยเฉลี่ยมากกว่า 0.70 หรือร้อยละ 70

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำและการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ชลประทาน ใช้การเปรียบเทียบค่าดัชนีความน่าเชื่อถือในการปล่อยน้ำ (Reliability) ปริมาณการขาดแคลนน้ำ และจำนวนวันน้ำล้นอ่างเก็บน้ำ กับผลการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของจริง โดยการปล่อยน้ำจากแบบจำลองจะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขต่างๆที่กำหนดไว้ มีหลักการคำนวณ ดังนี้

- ดัชนีความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability) เป็นดัชนีที่วัดความถี่ที่ระบบเกิดล้มเหลว ซึ่งมีสูตรคำนวณดังนี้

$$P_{Rel} = \frac{1}{N_t}\sum_{t=1}^{N_t} Z_t$$

โดยที่ N_t = จำนวนช่วงเวลาทั้งหมดที่ทำการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

Z_t = เป็น Indicator Function กล่าวคือเมื่อการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำประสบผลสำเร็จสามารถปล่อยน้ำในปริมาณที่มากกว่าหรือเท่ากับความต้องการ $Z_t = 1$ ในทางกลับกันหากล้มเหลว $Z_t = 0$

- ดัชนีความรุนแรงของการล้มเหลวของระบบ (Vulnerability) มีสูตรคำนวณดังนี้

$$P_{Vul} = \frac{1}{N_t}\sum_{t=1}^{N_t}\left(\frac{Release_t}{Demand_t}\right)$$

โดย Release t = ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ

Demand t = ปริมาณความต้องการน้ำ

ถ้า Release t ≥ Demand t ให้ Release t / Demand t = 1

ซึ่งค่า Pvul ยิ่งเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโอกาสที่ระบบเกิดการล้มเหลวนั้นน้อยลง

- ดัชนีความสามารถในการฟื้นตัวของระบบ (Resiliency) เป็นดัชนีวัดจำนวนช่วงเวลาที่ระบบเกิดความล้มเหลวต่อเนื่องกัน มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$P_{Res} = \frac{1}{N_f * N_{cf}}$$

โดยที่ N_f = จำนวนช่วงเวลาทั้งหมดที่ระบบเกิดความล้มเหลว

N_{cf} = จำนวนช่วงเวลาที่ระบบเกิดความล้มเหลวต่อเนื่องกันสูงสุด

ถ้า $N_f = 0$ ให้ $P_{Res} = 1$ ซึ่งค่า Pres จะน้อยกว่า 1 โดยลดลงตามสัดส่วนของ Nf

ซึ่งค่า P_{Res} ยิ่งเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโอกาสที่ระบบเกิดการล้มเหลวต่อเนื่องนั้นน้อยลง

5.2) การประเมินประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้แบบจำลองการบริหารจัดการน้ำ

การประยุกต์ใช้แบบจำลองการบริหารจัดการน้ำในช่วงการใช้งานและการทดสอบแบบจำลองใช้ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลคาดการณ์และข้อมูลตรวจวัด เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำหรือความเชื่อถือได้ของแบบจำลองและระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการประมวลสถานการณ์น้ำ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ความแม่นยำโดยเฉลี่ยของการประยุกต์ใช้แบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในระดับที่มากกว่าร้อยละ 80 สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

Percentage of error = abs (Model - Observed) /Observed * 100

โดยที่ Percentage of Reliable = 100 - Percentage of error

เมื่อ Model หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองการคาดการณ์

Observed หมายถึง ข้อมูลตรวจวัด

6) การทดสอบระบบและการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำ

การทดสอบและปรับปรุงการทำงานของระบบควบคุมและปฏิบัติการส่งน้ำภาคสนามแบบ Real-time เป็นการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองการบริหารจัดการน้ำในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 และการลดการสูญเสียน้ำในระบบแปลงนาโดยเฉลี่ยร้อยละ 15 สามารถนิยามได้ดังนี้

- การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 หมายถึง การใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการประมวลสถานการณ์และการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ในต้นฤดูแล้ง ณ วันที่ 1 พ.ย. ให้มีปริมาณน้ำในอ่างฯ คิดเป็นอย่างน้อยโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 ของปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด เป็นการลดความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งจากการใช้น้ำต้นทุนอย่างเหมาะสมกับความต้องการน้ำร่วมกับการประยุกต์ใช้เครื่องมือ/เทคโนโลยีเพื่อการบริหารจัดการน้ำและพื้นที่เกษตรกรรม
- การลดการสูญเสียปริมาณน้ำจากการส่งน้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 15 หมายถึง การใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการประมวลสถานการณ์และการบริหารจัดการน้ำในระดับแปลงนาที่ประเมินความต้องการน้ำที่แท้จริงหักน้ำฝนและความชื้นดินที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดจากเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม

แบบอัตโนมัติ และการเสนอแนะปริมาณการจัดสรรน้ำที่เพียงพอกับความต้องการน้ำของพื้นที่เกษตรกรรม นำไปสู่การลดปริมาณการใช้น้ำต่อไร่จากเดิมโดยเฉลี่ยร้อยละ 15

เมื่อพื้นที่ต้นแบบได้ดำเนินการแล้วเสร็จได้มีการจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบแก่เจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำ รวมถึงมีทีมวิจัยดูแลให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือและแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเป็นระยะเวลา 12 เดือน หลังเสร็จสิ้นโครงการ นอกจากนี้การประเมินความคุ้มค่าของการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำเป็นการประเมินสมรรถนะของระบบเดิมและเป้าหมายที่บรรลุหลังเสร็จสิ้นโครงการในเชิงประสิทธิภาพของการใช้น้ำในโครงการชลประทานทางด้านความคุ้มค่าของการส่งน้ำและการเพิ่มผลผลิตของพื้นที่เกษตรกรรมต่อปริมาณน้ำที่จัดสรรอย่างเหมาะสมและถูกต้องกับเวลา โดยสามารถประเมินทางเศรษฐศาสตร์ต่อมูลค่าการลงทุนจากรายได้ของเกษตรกรที่ได้รับเพิ่มขึ้น

7) การอบรมการใช้งานเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำให้แก่เจ้าหน้าที่ชลประทาน

การดำเนินงานในโครงการวิจัยได้มีเจ้าหน้าที่กรมชลประทานทั้งจากส่วนกลางและในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงเข้ามามีส่วนร่วมตั้งแต่เริ่มจนเสร็จสิ้นโครงการฯ ในการให้ข้อมูลสถิติการจัดสรรน้ำ ประสิทธิภาพเดิมของระบบ ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำเชิงพื้นที่ และปัญหาการจัดการน้ำในโครงการชลประทาน เป็นการสร้างการเรียนรู้ระหว่างการปฏิบัติงานและการมีส่วนร่วมเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์แบบทั้งใช้เชิงวิชาการและสอดคล้องกับการปฏิบัติจริง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลังเสร็จสิ้นโครงการ โดยทางโครงการวิจัยทำการอบรมการใช้งานแบบจำลองคณิตศาสตร์ของลุ่มน้ำปิงครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ท้ายเขื่อนภูมิพลถึงสถานีน้ำท่าท้ายน้ำที่สถานี C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ และระบบสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำชลประทานในระบบแปลงนาที่พัฒนาขึ้นให้แก่เจ้าหน้าที่ กรมชลประทาน สำนักชลประทาน และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา รวมถึงมีการให้คำแนะนำ การดูแลบำรุงรักษาระบบเป็นระยะเวลา 12 เดือน หลังเสร็จสิ้นโครงการ

บทที่ 3

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา อ่างเก็บน้ำ การจัดสรรน้ำ

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลในโครงการเพิ่มประสิทธิภาพระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรมเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำเกษตรกรรมและการใช้น้ำต้นทุนที่เหมาะสมได้ทำการรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีตรวจวัดปริมาณฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทานจำนวน 84 สถานี ทำการรวบรวมข้อมูลอุทกวิทยาซึ่งเป็นข้อมูลน้ำท่าของสถานีตรวจวัดน้ำท่าของกรมชลประทานจำนวน 50 สถานี และทำการรวบรวมข้อมูลอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลปริมาณการระบายน้ำ รวมถึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลการจัดสรรน้ำเข้าโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปิง ซึ่งมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา อ่างเก็บน้ำ และการจัดสรรน้ำ ดังนี้

3.1 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นสถานีวัดปริมาณฝนแสดงพื้นที่รับน้ำฝนที่ครอบคลุมลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ดังรูปที่ 3-1 โดยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนรวมเฉลี่ยของลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน และเจ้าพระยา สรุปผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 3-1 สามารถอธิบายได้ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ถึง 2561 ปริมาณฝนรวมเฉลี่ยของลุ่มน้ำปิงมีปริมาณ 1,011.44 มม. ต่อปี ลุ่มน้ำวัง 1,014.38 มม. ต่อปี ลุ่มน้ำยม 1,083.86 มม.ต่อปี ลุ่มน้ำน่าน 1,222.53 มม.ต่อปี ลุ่มน้ำเจ้าพระยา 1,139.21 มม.ต่อปี และลุ่มน้ำสะแกกรัง 1,184.30 มม.ต่อปี

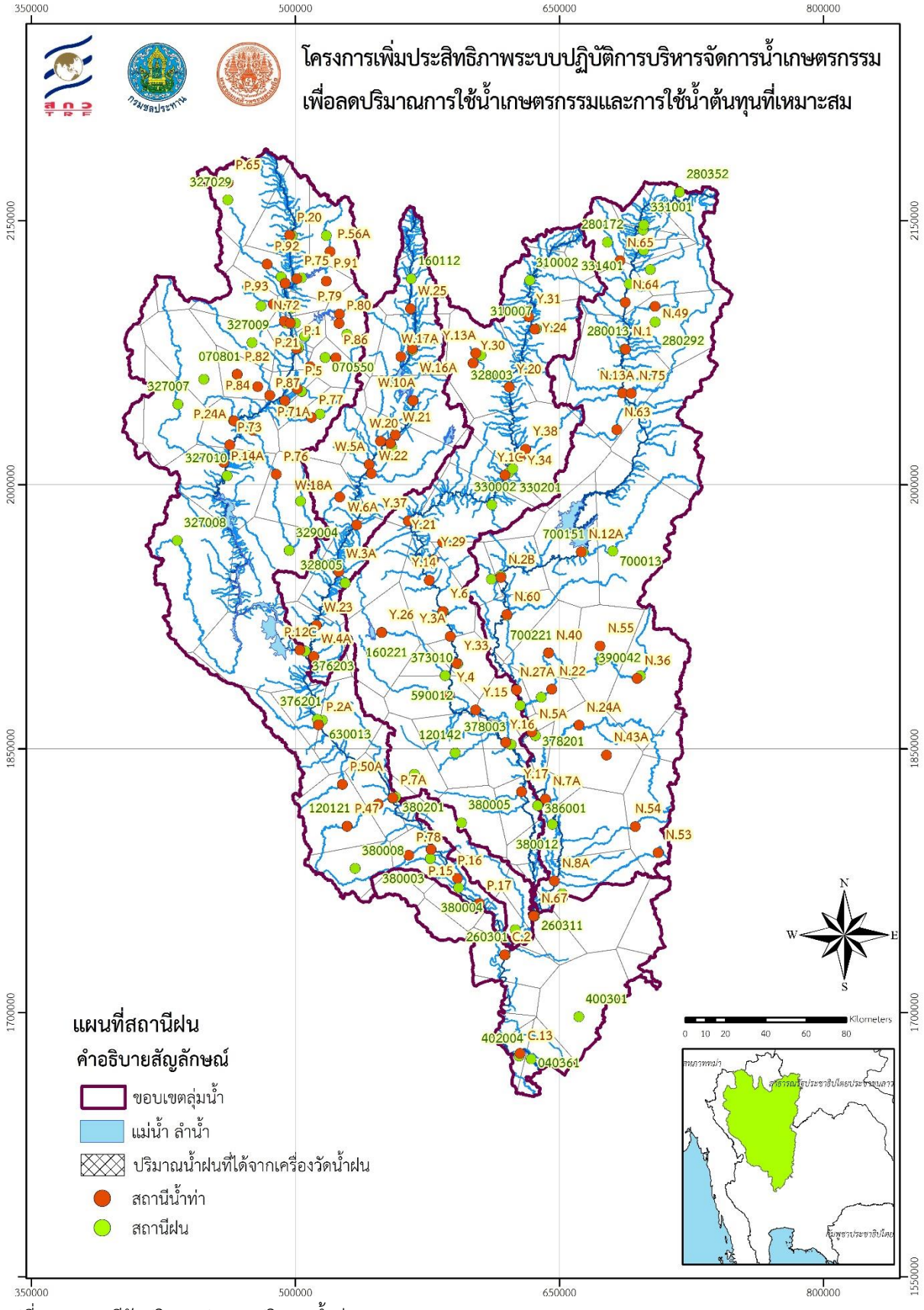
การวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปี พบว่า ปีที่มีปริมาณฝนรวมน้อยที่สุดในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนเกิดขึ้นในปี 2558 ที่ปริมาณ 594.85 มม.ต่อปี โดยมีค่าต่ำกว่า 20 เปอร์เซนต์ไทล์ของปริมาณฝน 30 ปี อยู่ร้อยละ 64 ส่วนปีที่มีปริมาณฝนรวมรายปีสูงสุดเกิดขึ้นในปี 2554 โดยมีค่าสูงกว่า 80 เปอร์เซนต์ไทล์ของปริมาณฝน 30 ปี ถึงร้อยละ 119 ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง พบว่า เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2534 โดยมีปริมาณฝนรวมเท่ากับ 836.57 มม. โดยมีค่าต่ำกว่า 20 เปอร์เซนต์ไทล์ของปริมาณฝน 30 ปี อยู่ร้อยละ 85 ส่วนปีที่มีปริมาณฝนรวมรายปีสูงสุดเกิดขึ้นในปี 2542 โดยมีค่าสูงกว่า 80 เปอร์เซนต์ไทล์ของปริมาณฝน 30 ปี ถึงร้อยละ 118 และเมื่อพิจารณาปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำ แสดงกราฟการเปรียบเทียบปริมาณฝนน้อย ปริมาณฝนเฉลี่ย และปริมาณฝนมากของแต่ละลุ่มน้ำดังรูปที่ 3-2 สามารถสรุปได้ดังนี้

- ลุ่มน้ำปิง มีปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย 30 ปี ที่ปริมาณฝน 1,011.04 มม. มีปริมาณฝนน้อยที่ 20 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 866.53 มม. และมีปริมาณฝนมากที่ 80 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,172.40 มม. โดยปริมาณฝนต่ำสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2558 ที่ปริมาณ 563.37 มม. และมีปริมาณฝนสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ที่ปริมาณ 1,365.99 มม. แสดงดังรูปที่ 3-3
- ลุ่มน้ำวัง ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย 30 ปี ที่ปริมาณฝน 1,014.38 มม. มีปริมาณฝนน้อยที่ 20 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 825.14 มม. และมีปริมาณฝนมากที่ 80 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,267.62 มม. โดยปริมาณฝนต่ำสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2558 ที่ปริมาณ 499.78 มม. และมีปริมาณฝนสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2537 ที่ปริมาณ 1,453.93 มม. แสดงดังรูปที่ 3-4
- ลุ่มน้ำยม ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย 30 ปี ที่ปริมาณฝน 1,083.86 มม. มีปริมาณฝนน้อยที่ 20 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 935.27 มม. และมีปริมาณฝนมากที่ 80 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,254.05 มม. โดยปริมาณฝนต่ำสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2558 ที่ปริมาณ 509.50 มม. และมีปริมาณฝนสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ที่ปริมาณ 1,636.39 มม. แสดงดังรูปที่ 3-5
- ลุ่มน้ำน่าน ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย 30 ปี ที่ปริมาณฝน 1,222.53 มม. มีปริมาณฝนน้อยที่ 20 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,057.29 มม. และมีปริมาณฝนมากที่ 80 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,450.17 มม. โดยปริมาณฝนต่ำสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2558 ที่ปริมาณ 806.75 มม. และมีปริมาณฝนสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ที่ปริมาณ 1,679.78 มม. แสดงดังรูปที่ 3-6

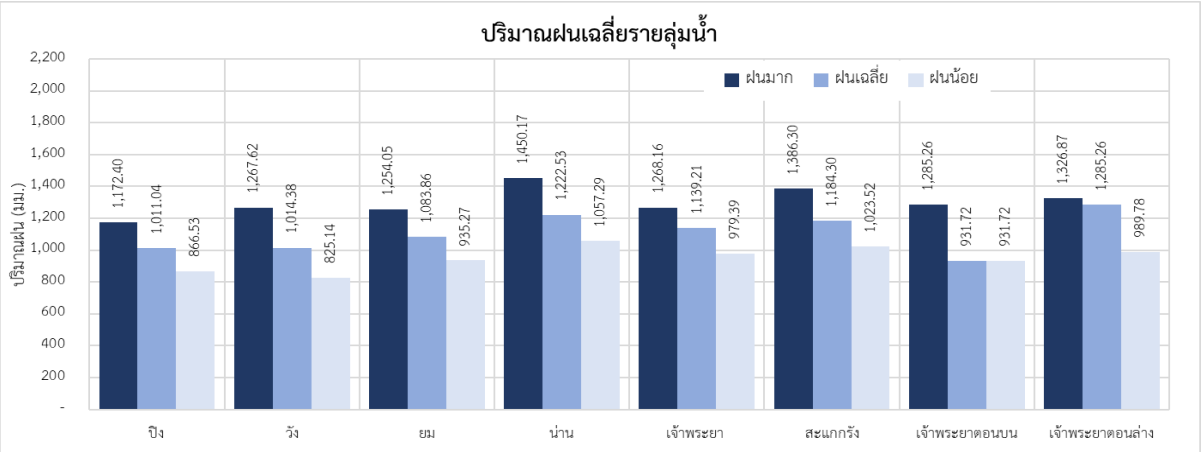
- ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย 30 ปี ที่ปริมาณฝน 1,139.21 มม. มีปริมาณฝนน้อยที่ 20 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 979.39 มม. และมีปริมาณฝนมากที่ 80 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,268.16 มม. โดยปริมาณฝนต่ำสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2534 ที่ปริมาณ 806.75 มม. และมีปริมาณฝนสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2542 ที่ปริมาณ 1,555.58 มม. แสดงดังรูปที่ 3-7
- ลุ่มน้ำน่าน ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย 30 ปี ที่ปริมาณฝน 1,222.53 มม. มีปริมาณฝนน้อยที่ 20 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,023.52 มม. และมีปริมาณฝนมากที่ 80 เปอร์เซนต์ไทล์อยู่ที่ 1,386.30 มม. โดยปริมาณฝนต่ำสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2561 ที่ปริมาณ 751.90 มม. และมีปริมาณฝนสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2542 ที่ปริมาณ 1,563 มม. แสดงดังรูปที่ 3-8

ตารางที่ 3-1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน และเจ้าพระยา

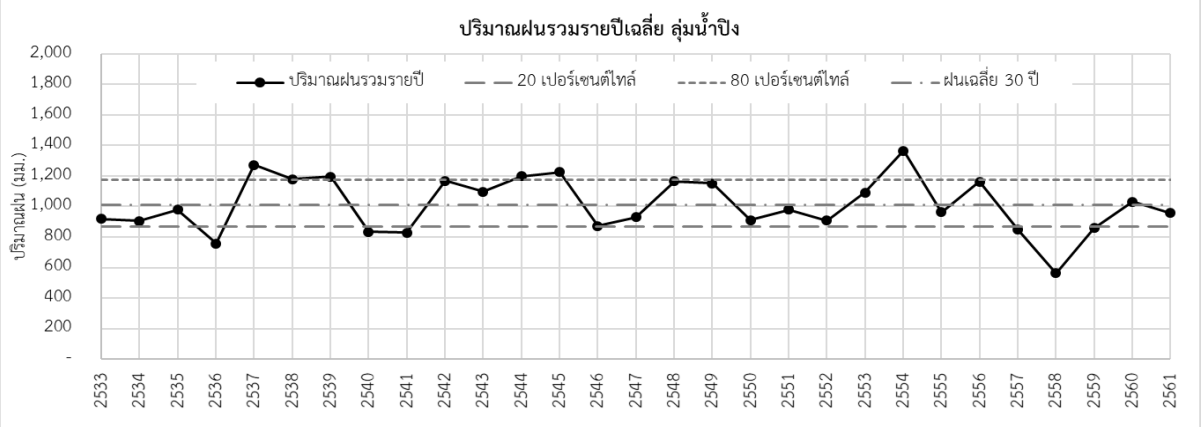
ลุ่มน้ำ/ปี	ปริมาณฝนรวมรายปี (มม. ต่อปี)					
	ปิง	วัง	ยม	น่าน	เจ้าพระยา	สะแกกรัง
2533	919.22	1,022.25	1,090.91	1,189.05	1,092.27	1,102.07
2534	904.90	856.98	986.34	1,113.60	805.67	867.47
2535	979.37	1,029.58	1,091.55	1,116.55	987.66	1,203.93
2536	757.91	896.95	871.26	1,020.96	966.99	825.43
2537	1,273.50	1,453.93	1,391.03	1,567.97	1,183.33	998.15
2538	1,178.62	1,158.58	1,321.02	1,581.53	1,323.35	1,320.08
2539	1,196.16	1,311.45	1,099.21	1,514.65	1,261.44	1,180.58
2540	833.43	836.90	982.88	1,065.79	888.25	941.13
2541	828.74	950.80	1,036.96	1,076.21	1,345.63	1,331.15
2542	1,168.25	1,337.63	1,171.46	1,493.09	1,555.58	1,563.00
2543	1,097.95	1,176.85	1,137.00	1,333.95	1,167.38	1,501.80
2544	1,199.56	1,286.88	1,336.45	1,263.46	1,114.93	1,104.68
2545	1,224.75	1,444.14	1,496.94	1,421.56	1,048.65	1,328.98
2546	871.17	952.28	978.97	1,138.40	1,178.93	1,125.56
2547	930.06	1,027.38	1,111.52	1,236.14	848.53	1,040.44
2548	1,164.67	1,254.78	1,187.79	1,268.78	1,041.70	1,286.35
2549	1,151.41	1,202.34	1,363.21	1,550.69	1,183.13	1,089.26
2550	910.36	565.60	718.19	949.99	1,091.39	1,272.50
2551	980.13	729.10	919.58	1,103.33	1,254.82	1,452.38
2552	907.48	738.80	716.54	963.67	1,157.13	1,153.70
2553	1,091.59	907.94	887.21	1,287.82	1,223.53	1,385.44
2554	1,365.99	1,425.60	1,636.39	1,679.78	1,333.32	1,190.71
2555	962.64	918.38	1,180.18	1,214.41	1,175.51	1,121.66
2556	1,162.99	974.84	945.74	1,219.05	1,278.23	1,426.88
2557	847.01	752.64	1,053.60	1,183.03	1,118.52	897.68
2558	563.37	499.78	509.50	806.75	848.91	1,075.72
2559	859.56	924.16	1,043.86	1,044.53	896.33	1,387.60
2560	1,031.91	973.05	1,209.40	1,107.53	1,532.33	1,418.54
2561	957.35	807.50	957.16	941.18	1,133.83	751.90
เฉลี่ย	1,011.04	1,014.38	1,083.86	1,222.53	1,139.21	1,184.30



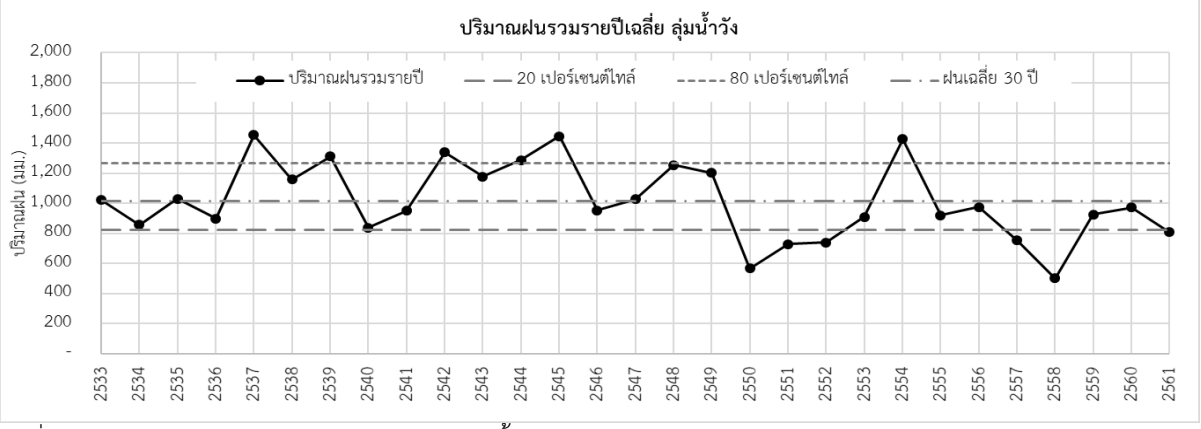
รูปที่ 3-1 สถานีวัดปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่า



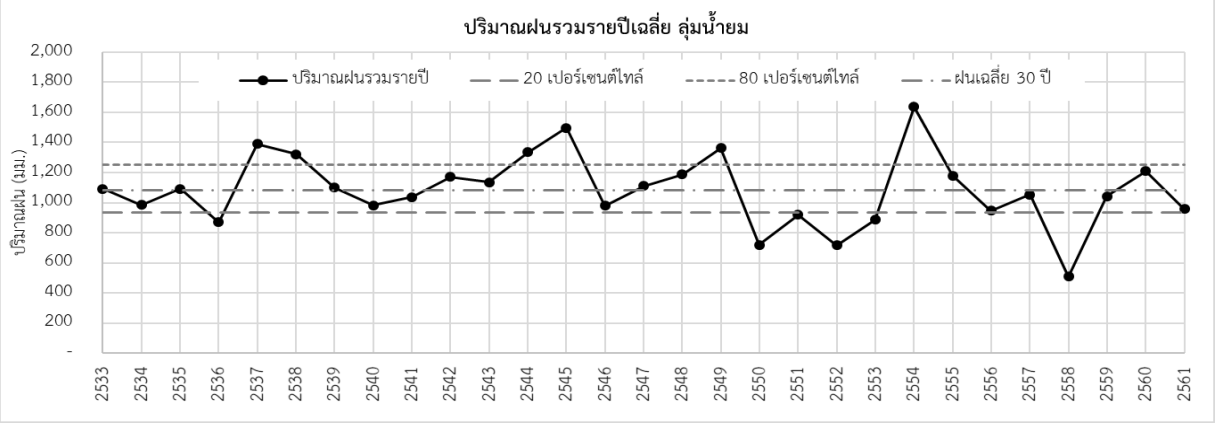
รูปที่ 3-2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝนน้อย ปริมาณฝนเฉลี่ย และปริมาณฝนมาก รายลุ่มน้ำ



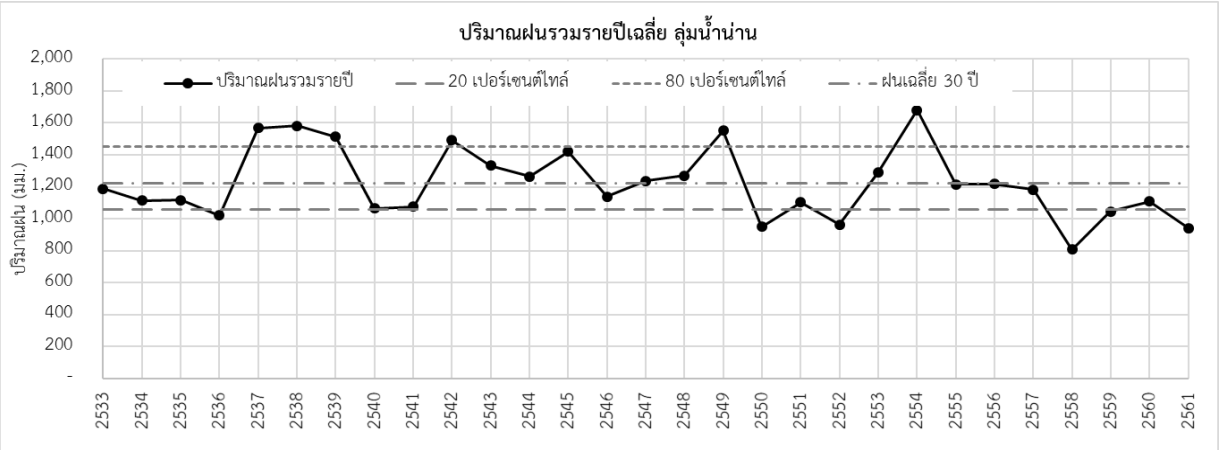
รูปที่ 3-3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย ลุ่มน้ำปิง



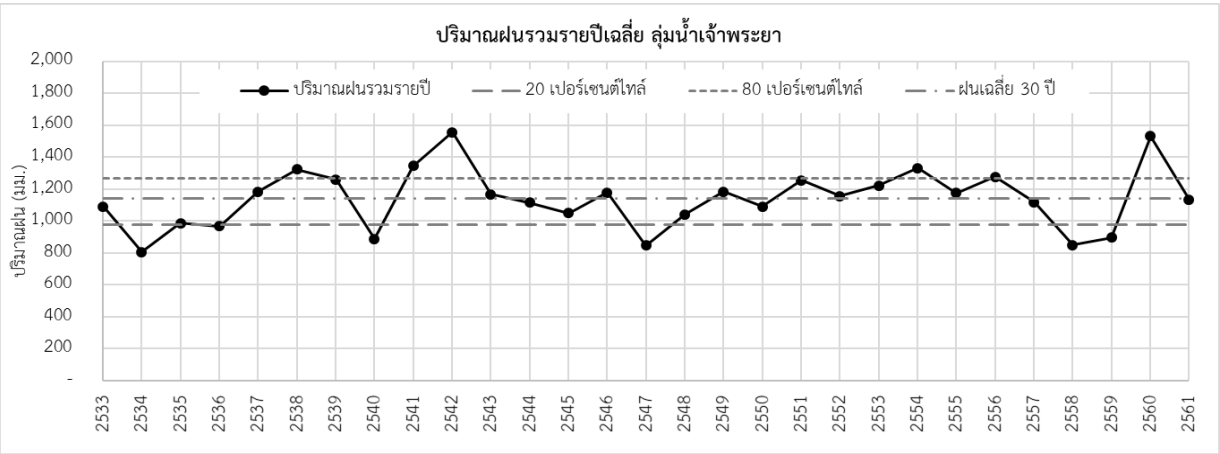
รูปที่ 3-4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปี ลุ่มน้ำวัง



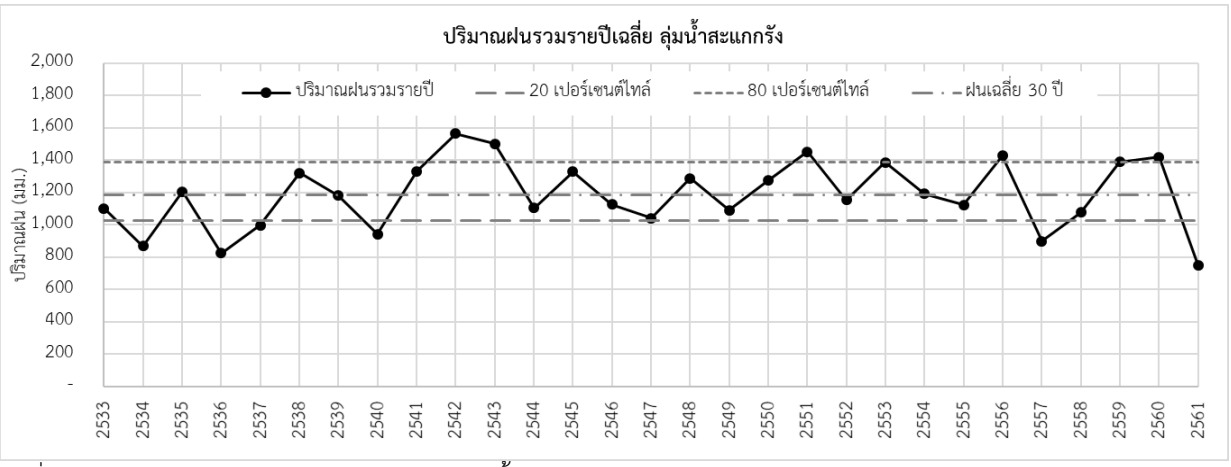
รูปที่ 3-5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย ลุ่มน้ำยม



รูปที่ 3-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปี ลุ่มน้ำน่าน

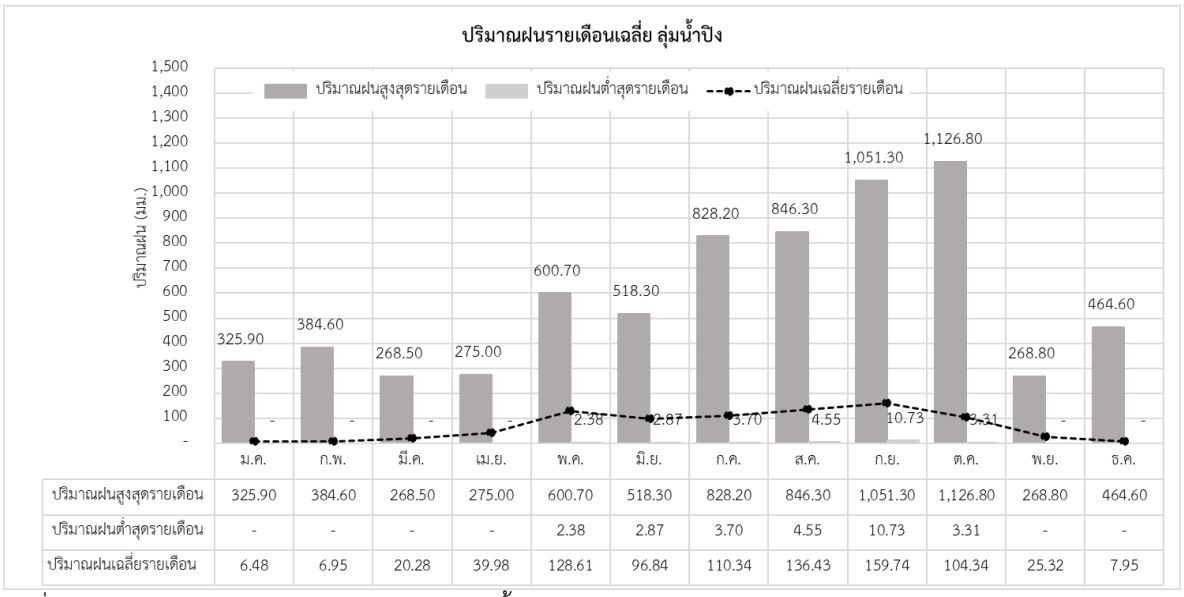


รูปที่ 3-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ย ลุ่มน้ำเจ้าพระยา



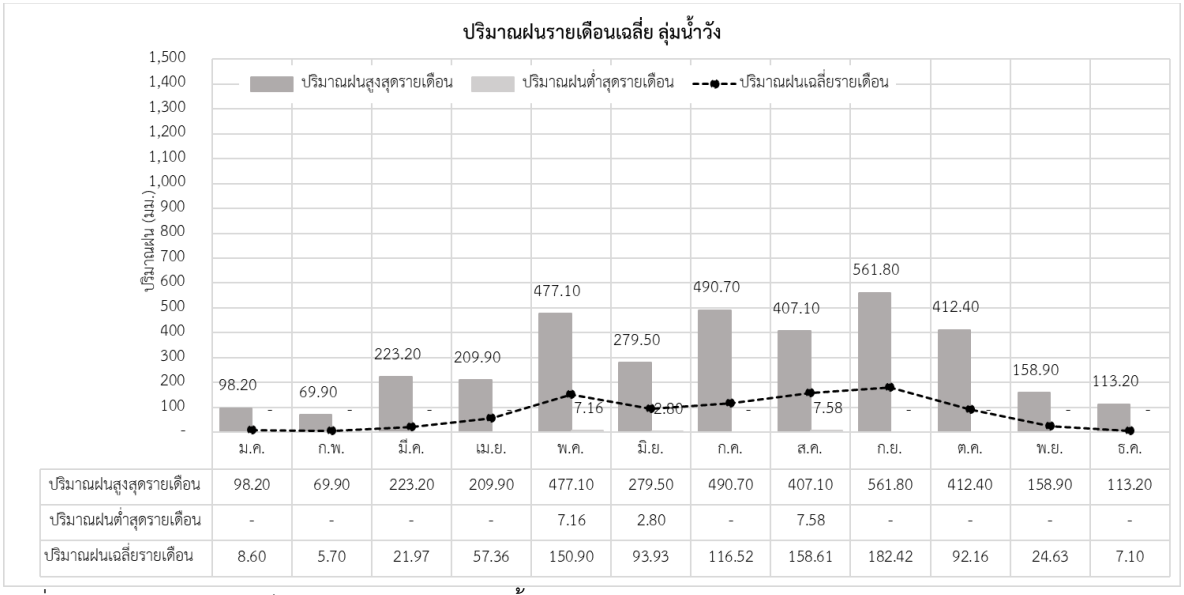
รูปที่ 3-8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายปี ลุ่มน้ำสะแกกรัง

การวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือนของลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน เจ้าพระยา และสะแกกรัง แสดงดังรูป 3-9 ถึง 3-14 ตามลำดับ โดยสามารถสรุปได้ว่า ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณฝนสูงสุดในเดือน ก.ย. ที่ปริมาณเฉลี่ย 166.47 มม.ต่อเดือน รองลงมาคือปริมาณฝนในเดือน ส.ค. และ พ.ค. ที่ปริมาณ 140 มม. และ 126.63 มม. ตามลำดับ โดยจากสถิติปริมาณฝนรายเดือน 30 ปี พบว่ามีปริมาณฝนสูงสดเฉลี่ยเกิดขึ้นในเดือน ก.ย. ที่ปริมาณ 596.96 มม. รองลงมาคือเดือน ต.ค. และ ส.ค. ที่ปริมาณ 517.30 และ 516.94 มม. ตามลำดับ ส่วนปริมาณฝนรายเดือนต่ำสุดพบว่าเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้งเดือน พ.ย. ถึง มี.ค. คือไม่มีปริมาณฝนตกเกิดขึ้น ส่วนฤดูฝน พบว่า ปริมาณฝนต่ำสุดเฉลี่ยเกิดขึ้นเดือน ต.ค. ก.ค. และ มิ.ย. เท่ากับปริมาณ 3.09 6.21 และ 7.63 มม. ต่อเดือน ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน พบว่า ลักษณะของรูปแบบการเกิดการฝนของลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณฝนเกิดขึ้นสูงสุดเดือน ก.ย. รองลงมาคือ ส.ค. และ พ.ค. ตามลำดับ



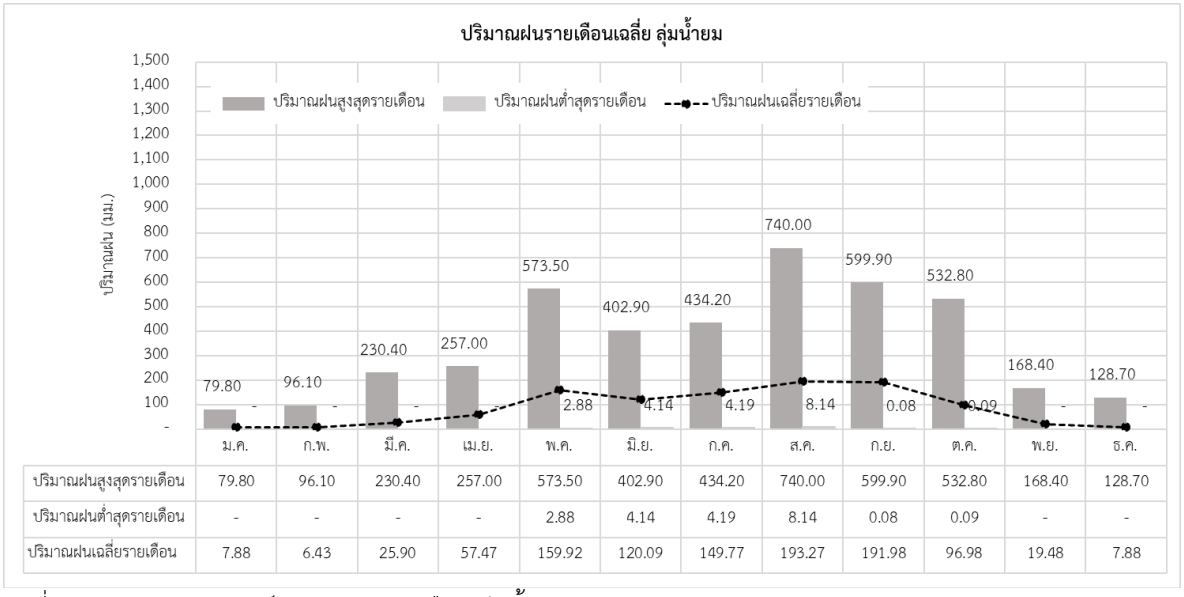
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณฝนสูงสุดรายเดือน	325.90	384.60	268.50	275.00	600.70	518.30	828.20	846.30	1,051.30	1,126.80	268.80	464.60
ปริมาณฝนต่ำสุดรายเดือน	-	-	-	-	2.38	2.87	3.70	4.55	10.73	3.31	-	-
ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน	6.48	6.95	20.28	39.98	128.61	96.84	110.34	136.43	159.74	104.34	25.32	7.95

รูปที่ 3-9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำปิง



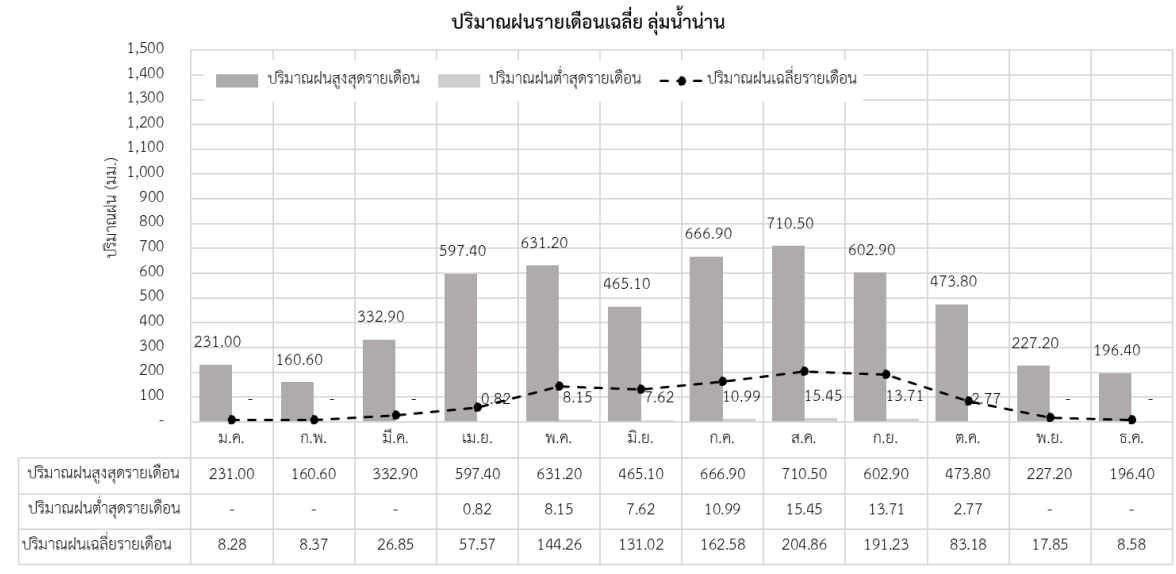
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณฝนสูงสุดรายเดือน	98.20	69.90	223.20	209.90	477.10	279.50	490.70	407.10	561.80	412.40	158.90	113.20
ปริมาณฝนต่ำสุดรายเดือน	-	-	-	-	7.16	2.80	-	7.58	-	-	-	-
ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน	8.60	5.70	21.97	57.36	150.90	93.93	116.52	158.61	182.42	92.16	24.63	7.10

รูปที่ 3-10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำวัง



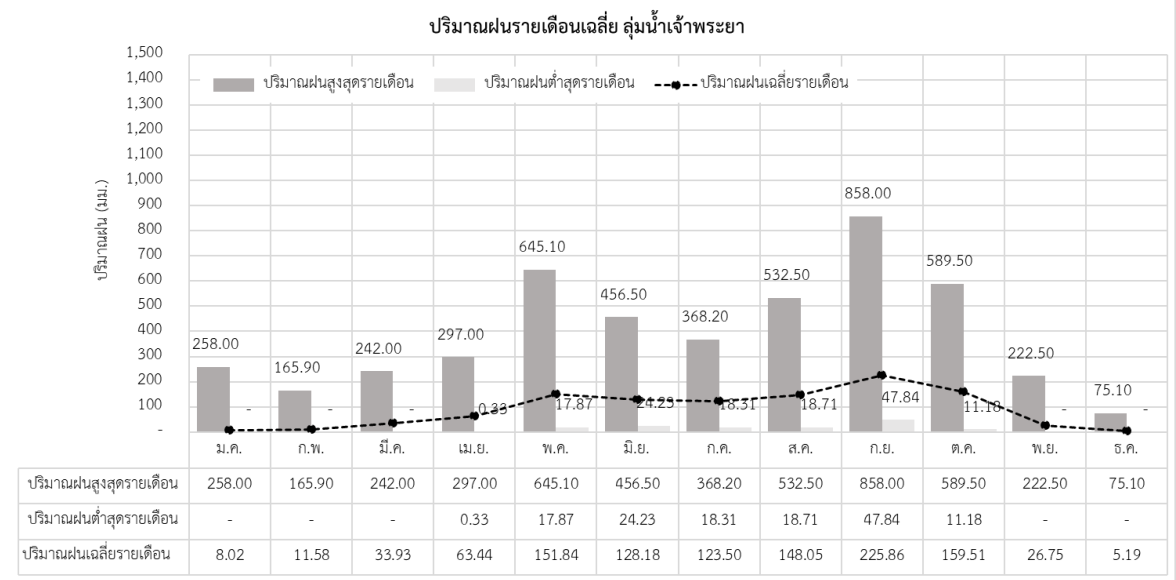
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณฝนสูงสุดรายเดือน	79.80	96.10	230.40	257.00	573.50	402.90	434.20	740.00	599.90	532.80	168.40	128.70
ปริมาณฝนต่ำสุดรายเดือน	-	-	-	-	2.88	4.14	4.19	8.14	0.08	0.09	-	-
ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน	7.88	6.43	25.90	57.47	159.92	120.09	149.77	193.27	191.98	96.98	19.48	7.88

รูปที่ 3-11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำยม



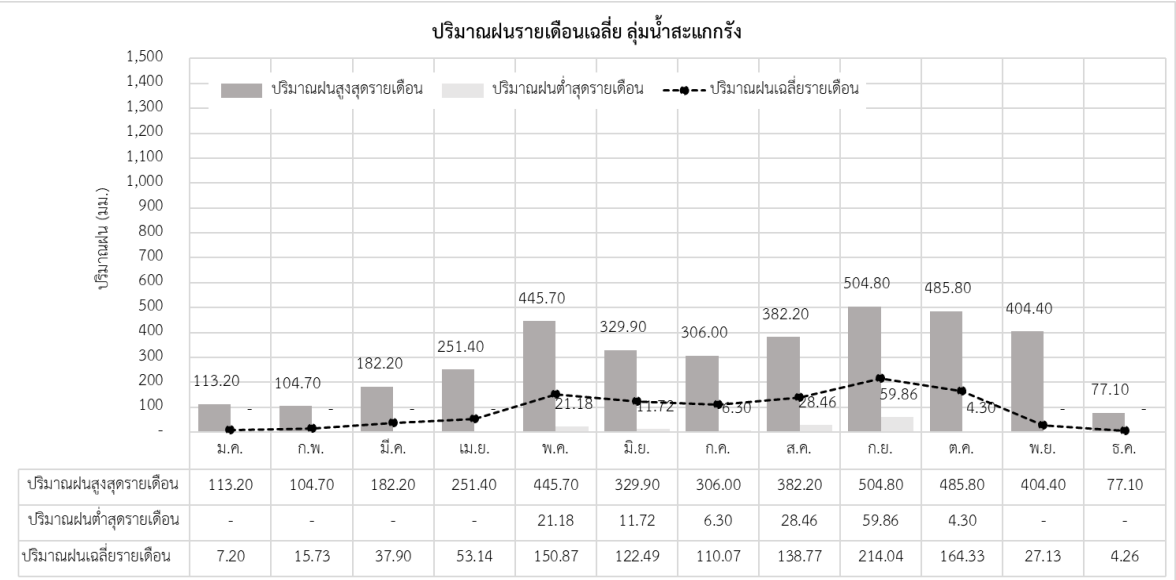
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณฝนสูงสุดรายเดือน	231.00	160.60	332.90	597.40	631.20	465.10	666.90	710.50	602.90	473.80	227.20	196.40
ปริมาณฝนต่ำสุดรายเดือน	-	-	-	0.82	8.15	7.62	10.99	15.45	13.71	2.77	-	-
ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน	8.28	8.37	26.85	57.57	144.26	131.02	162.58	204.86	191.23	83.18	17.85	8.58

รูปที่ 3-12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำน่าน



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณฝนสูงสุดรายเดือน	258.00	165.90	242.00	297.00	645.10	456.50	368.20	532.50	858.00	589.50	222.50	75.10
ปริมาณฝนต่ำสุดรายเดือน	-	-	-	0.33	17.87	24.23	18.31	18.71	47.84	11.18	-	-
ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน	8.02	11.58	33.93	63.44	151.84	128.18	123.50	148.05	225.86	159.51	26.75	5.19

รูปที่ 3-13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณฝนสูงสุดรายเดือน	113.20	104.70	182.20	251.40	445.70	329.90	306.00	382.20	504.80	485.80	404.40	77.10
ปริมาณฝนต่ำสุดรายเดือน	-	-	-	-	21.18	11.72	6.30	28.46	59.86	4.30	-	-
ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน	7.20	15.73	37.90	53.14	150.87	122.49	110.07	138.77	214.04	164.33	27.13	4.26

รูปที่ 3-14 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือน ลุ่มน้ำสะแกกรัง

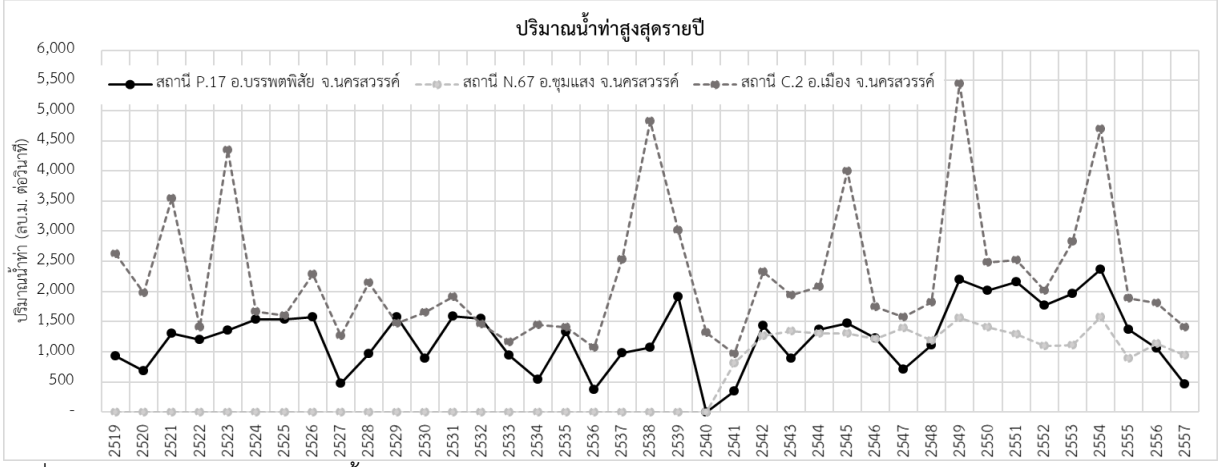
3.2 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอุทกวิทยา

การรวบรวมข้อมูลอุทกวิทยาของลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี ของสถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ สถานี N.67 อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ และสถานี C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ แสดงดังรูปที่ 3-15 จะเห็นว่าที่สถานี C.2 มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2549 ที่ปริมาณ 5,500 ลบ.ม. ต่อวินาที รองลงมาคือปี พ.ศ. 2554 ที่ปริมาณ 4,600 ลบ.ม. ต่อวินาที และปี พ.ศ. 2538 ที่ปริมาณ 4,800 ลบ.ม. ต่อวินาที สอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าจากลุ่มน้ำปิงที่สถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ ก่อนถึงจุดบรรจบแม่น้ำปิงและแม่น้ำเจ้าพระยา โดยพบว่า แม่น้ำปิงที่สถานี P.17 ในปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณสูงสุดเมื่อเทียบกับช่วงเวลาย้อนหลัง 30 ปี ถึง 2,500 ลบ.ม. ต่อวินาที รองลงมาคือปี พ.ศ. 2549 เท่ากับ 2,200 ลบ.ม. ต่อวินาที

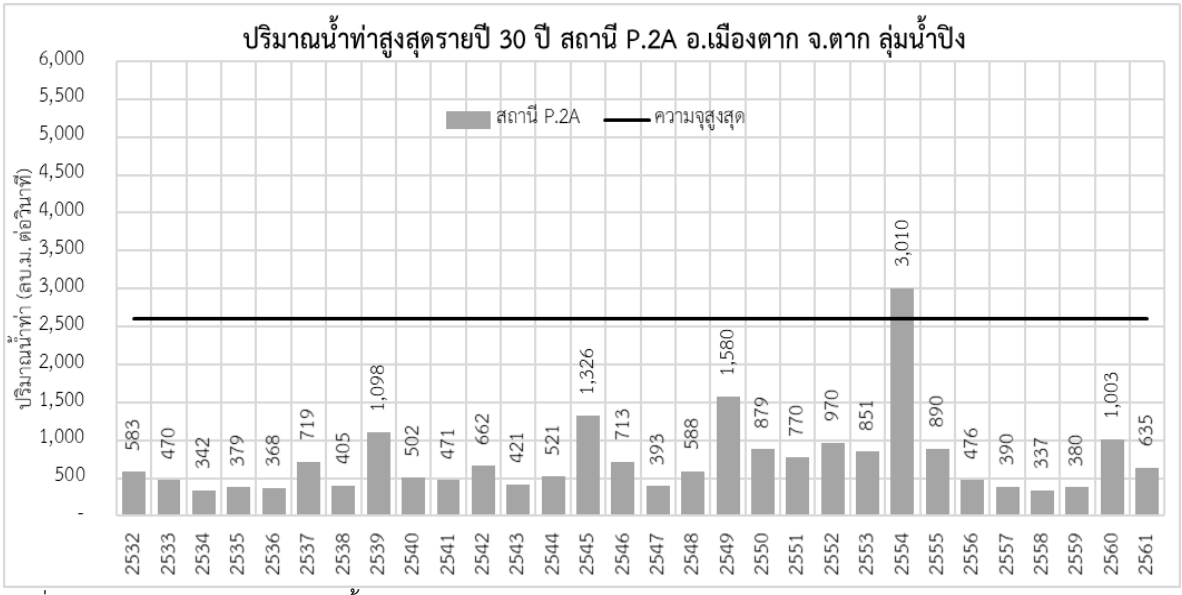
การวิเคราะห์ปริมาณการไหลสูงสุดรายปี หรือ Momentary peak ของสถานีน้ำท่าในแม่น้ำปิง แสดงดังรูปที่ 3-16 ถึง 3-18 ประกอบด้วยสถานี P.2A อ.เมืองตาก จ.ตาก สถานี P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร และสถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเทียบกับความจุลำน้ำ พบว่า สถานี P.2A มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่เกินความจุลำน้ำก่อให้เกิดน้ำไหลล้นตลิ่งที่ปริมาณ 3,010 ลบ.ม. ต่อวินาที เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 สถานี P.7A มีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 3,106 ลบ.ม. ต่อวินาทีในปี พ.ศ. 2554 และสถานี P.17 มีปริมาณการไหลสูงสุด 2,361 ลบ.ม. ต่อวินาทีในปี พ.ศ. 2554 เช่นเดียวกัน ซึ่งไม่เกินความจุลำน้ำซึ่งรับได้ 2,990 ลบ.ม. ต่อวินาที

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการไหลสูงสุดของแม่น้ำน่าน ที่สถานี N.12A อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์ แสดงดังรูปที่ 3-19 พบว่ามีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 2,781 ลบ.ม. ต่อวินาที ในปี พ.ศ. 2538 ไม่เกินความจุลำน้ำซึ่งรับได้ถึง 4,700 ลบ.ม. ต่อวินาที สถานี N.5A อ.เมือง จ.พิจิตรมีความจุลำน้ำเพียง 1,365 ลบ.ม. ต่อวินาที เกิดปริมาณการไหลที่ล้นตลิ่งในปี 2538 และ 2554 โดยมีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 2,159 ลบ.ม. ต่อวินาที และ 1,575 ลบ.ม.ต่อวินาทีตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3-19 และ 3-21 และสถานี N.67 อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ มีความจุของลำน้ำรับได้ 1,579 ลบ.ม ต่อวินาที มีปริมาณการไหลสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 1,579 ลบ.ม. ต่อวินาที

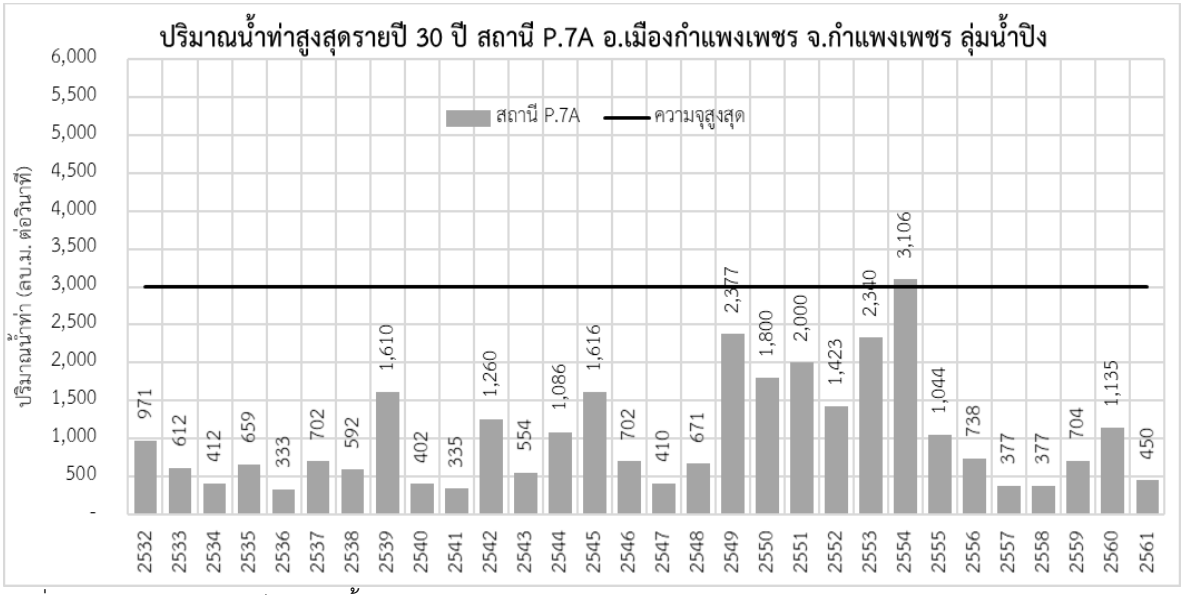
เมื่อปริมาณน้ำจากแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่านได้ไหลมารวมกันที่จังหวัดนครสวรรค์ เป็นจุดเริ่มต้นแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่า ในรอบ 30 ปี มี 4 ปีที่เกิดปริมาณการไหลล้นตลิ่ง เรียงลำดับจากมากสุดไปน้อยสุดได้แก่ พ.ศ. 2549 2538 2554 และ 2545 ที่ปริมาณ 5,454 4,820 4,689 และ 3,997 ลบ.ม. ต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ความจุลำน้ำของสถานี C.2 จ.นครสวรรค์ สามารถรับได้ 3,590 ลบ.ม. ต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 3-22 และ 3-23 แม่น้ำเจ้าพระยาจากสถานี C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ ได้ไหลสู่เขื่อนเจ้าพระยา ที่สถานี C.13 อ.สรรพยา ซึ่งเป็นเขื่อนที่ใช้สำหรับการทดน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายหลักเพื่อส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง จากการวิเคราะห์ปริมาณการไหลสูงสุด พบว่าในรอบ 30 ปีมี 5 ปีที่ปริมาณน้ำท่าเกินความจุที่รับได้ ได้แก่ ปี พ.ศ. 2539 2549 2554 2545 และ 2553 ที่ปริมาณ 4,501 4,020 3,720 3,535 และ 3,242 ลบ.ม ต่อวินาทีตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3-24 และ 3-25



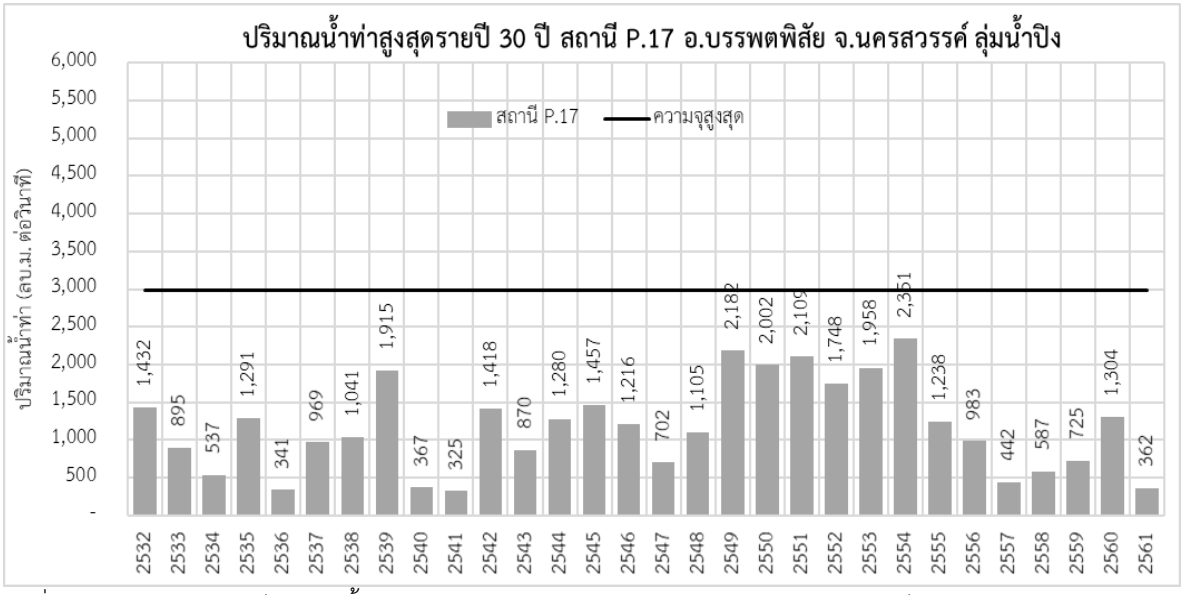
รูปที่ 3-15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี



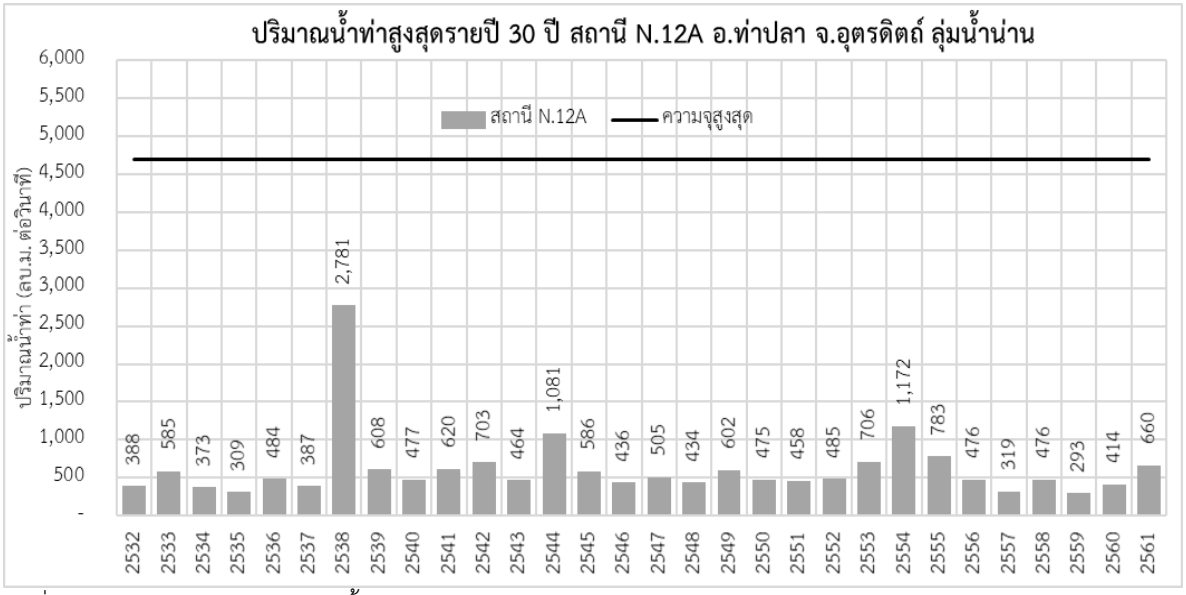
รูปที่ 3-16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี P.2A อ.เมืองตาก จ.ตาก



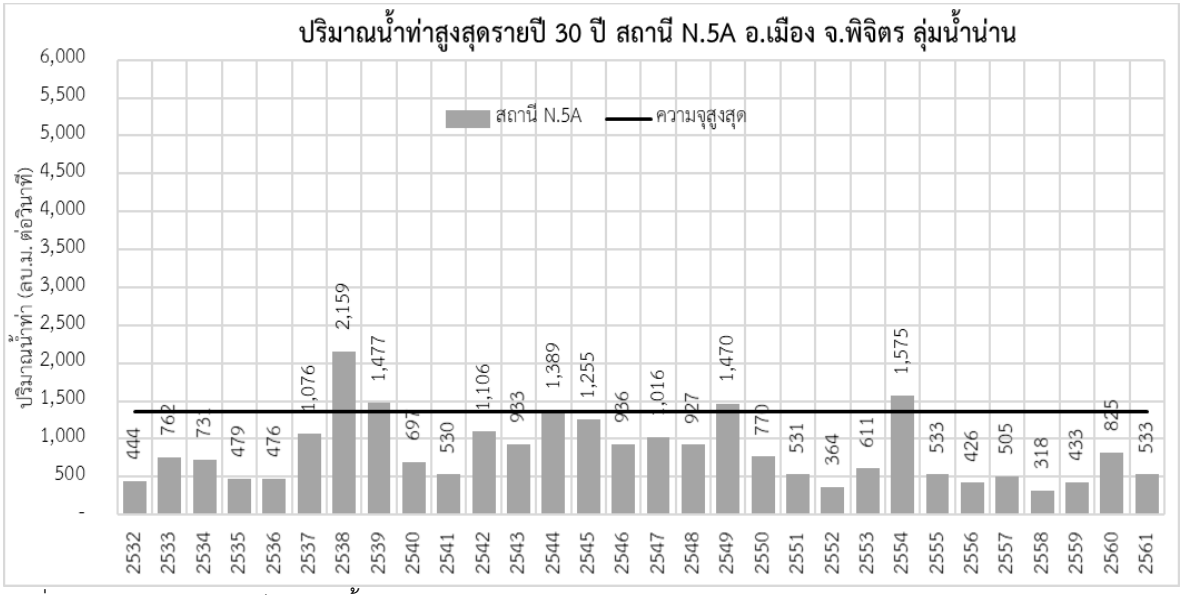
รูปที่ 3-17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร



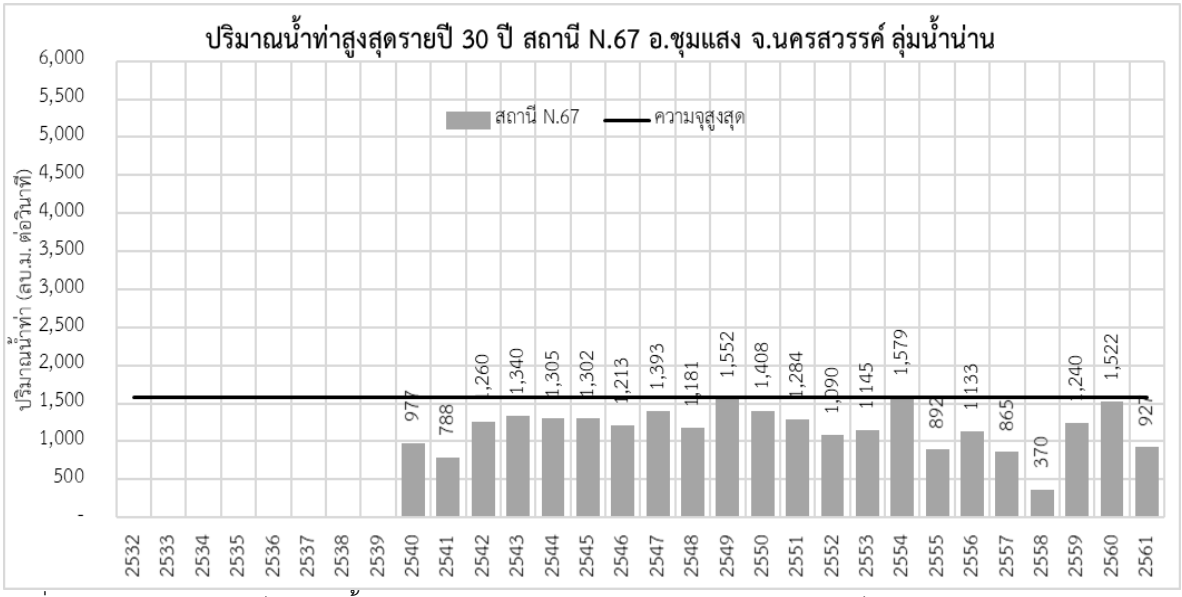
รูปที่ 3-18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์



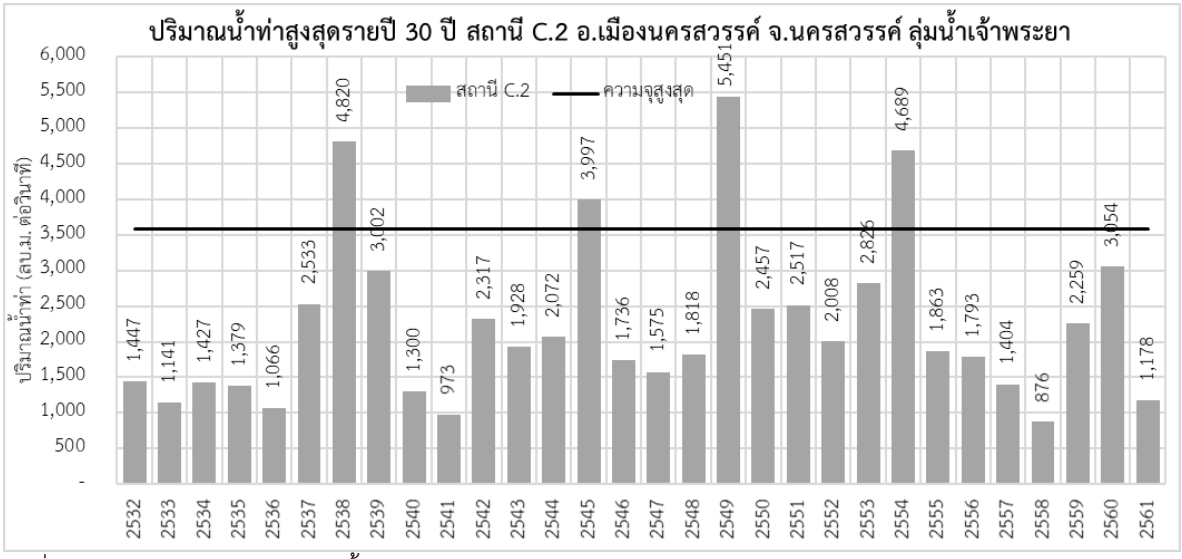
รูปที่ 3-19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี N.12A อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์



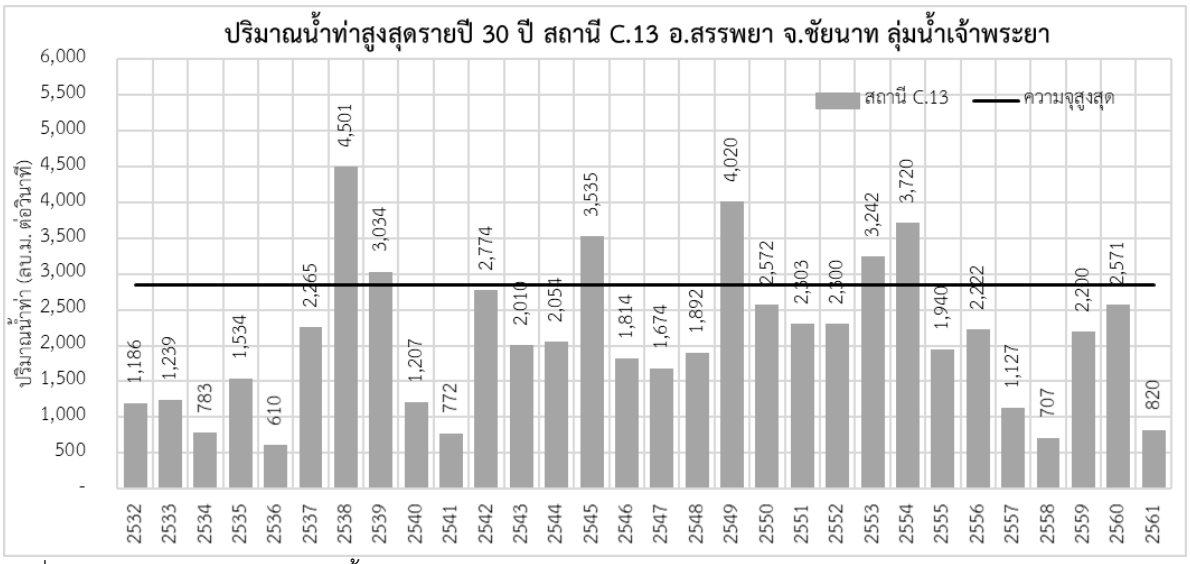
รูปที่ 3-20 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี N.5A อ.เมืองพิจิตร จ.พิจิตร



รูปที่ 3-21 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี N.67 อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์



รูปที่ 3-22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี C.2 อ.เมือง จ.นครสวรรค์

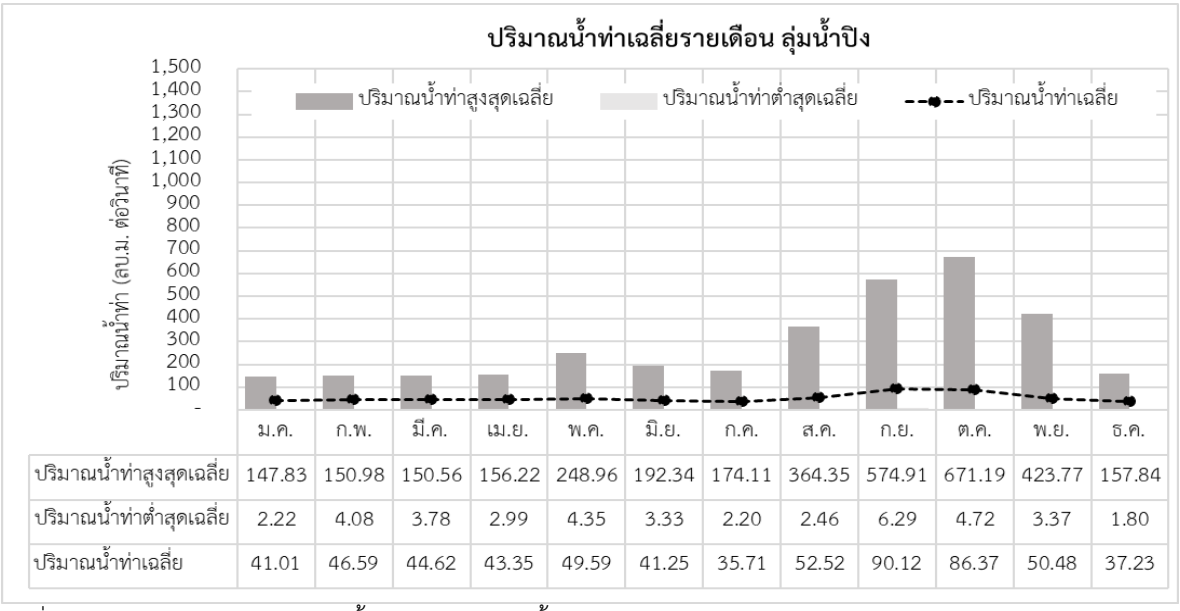


รูปที่ 3-23 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 30 ปี สถานี C.13 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำปิง พบว่ามีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ยในเดือน ต.ค. ที่ปริมาณ 671.19 ลบ.ม. ต่อวินาที ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด 1.80 ลบ.ม. ต่อวินาทีในเดือน ธ.ค. มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 35.71 ถึง 90.12 ลบ.ม. ต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 3-24 ลุ่มน้ำวัง พบว่ามีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ยในเดือน ก.ย. ที่ปริมาณ 66.16 ลบ.ม. ต่อวินาที ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด 0 ลบ.ม. ต่อวินาทีในเดือน มี.ค. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 3.20 ถึง 66.16 ลบ.ม. ต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 3-25

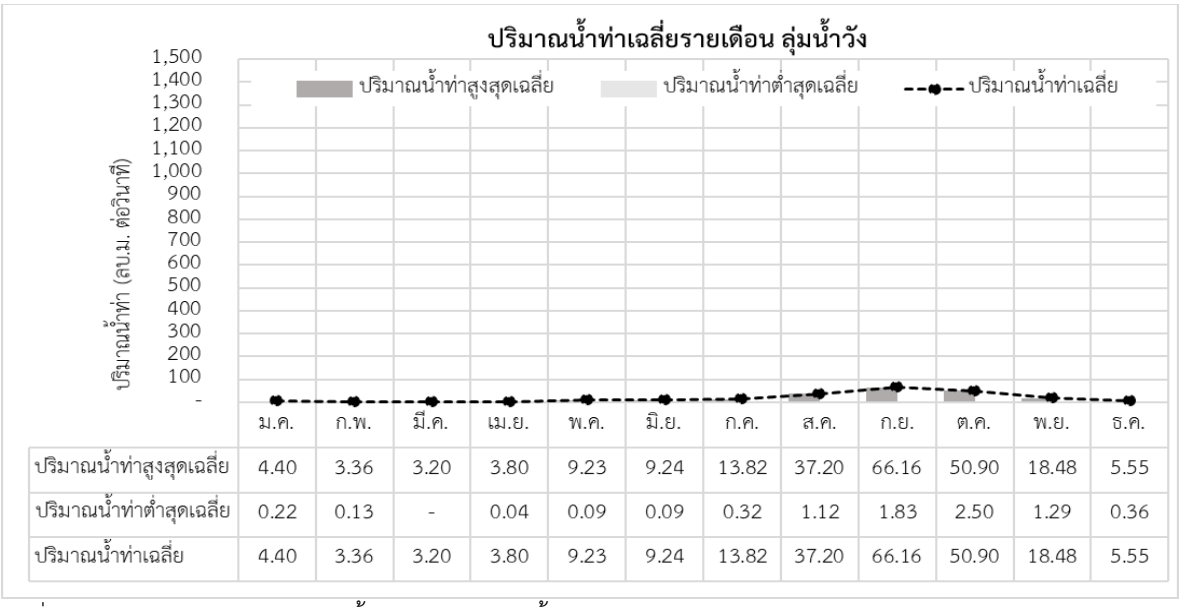
ลุ่มน้ำยม พบว่ามีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ยในเดือน ก.ย. ที่ปริมาณ 493.6 ลบ.ม. ต่อวินาที ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด 0 ลบ.ม. ต่อวินาทีในเดือน ก.พ. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 0.92 ถึง 140.09 ลบ.ม. ต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 3-26 ลุ่มน้ำน่าน พบว่ามีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ยในเดือน ก.ย. ที่ปริมาณ 849.83 ลบ.ม. ต่อวินาที ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด 15.03 ลบ.ม. ต่อวินาทีในเดือน พ.ย. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 66.32 ถึง 232.88 ลบ.ม. ต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 3-27

ลุ่มน้ำเจ้าพระยา พบว่ามีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ยในเดือน ต.ค. ที่ปริมาณ 2,447.3 ลบ.ม. ต่อวินาที ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด 29.73 ลบ.ม. ต่อวินาทีในเดือน เม.ย. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 109.10 ถึง 937.08 ลบ.ม. ต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 3-28 ลุ่มน้ำสะแกกรัง พบว่ามีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ยในเดือน ต.ค. ที่ปริมาณ 283.29 ลบ.ม. ต่อวินาที ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด 0 ลบ.ม. ต่อวินาทีในเดือน ธ.ค. ถึง เม.ย. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 0.52 ถึง 48.78 ลบ.ม. ต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 3-29



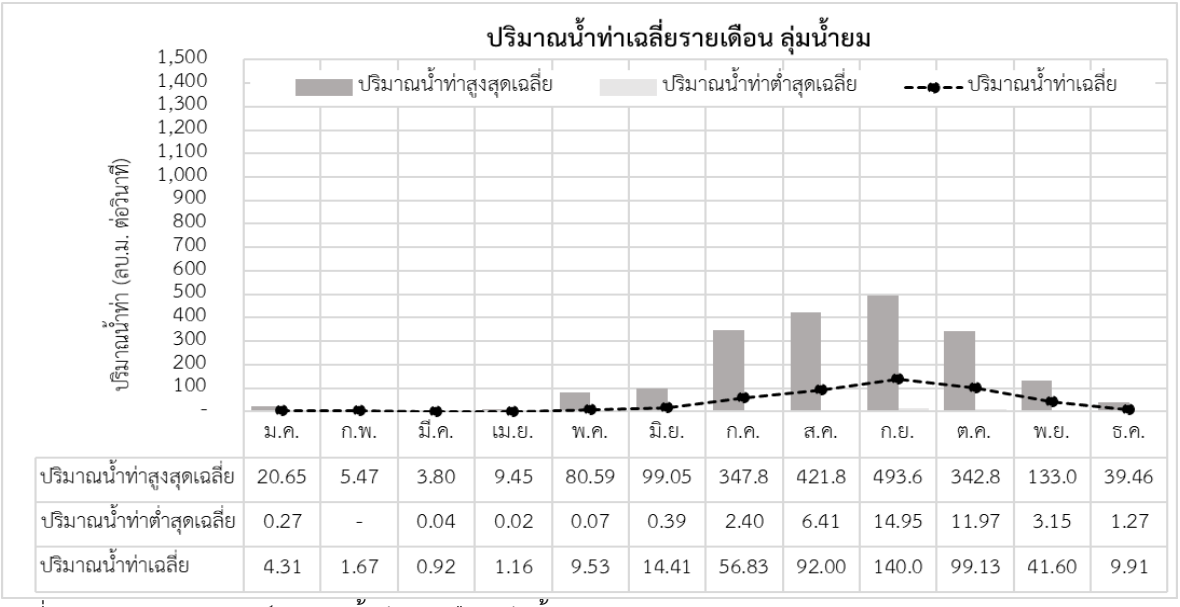
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย	147.83	150.98	150.56	156.22	248.96	192.34	174.11	364.35	574.91	671.19	423.77	157.84
ปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเฉลี่ย	2.22	4.08	3.78	2.99	4.35	3.33	2.20	2.46	6.29	4.72	3.37	1.80
ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย	41.01	46.59	44.62	43.35	49.59	41.25	35.71	52.52	90.12	86.37	50.48	37.23

รูปที่ 3-24 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำปิง



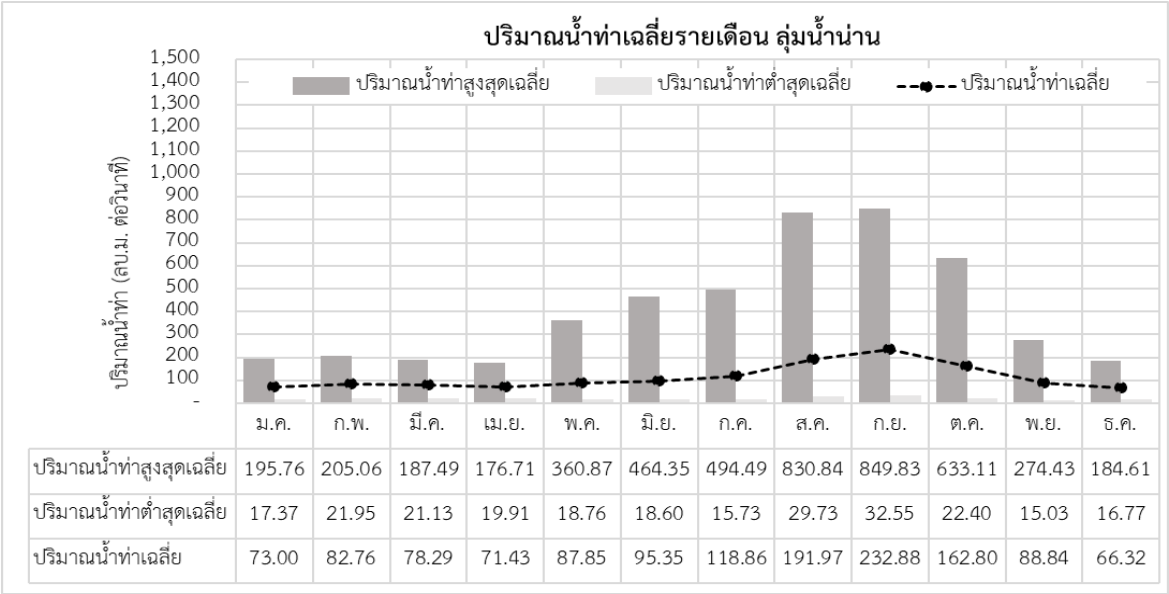
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย	4.40	3.36	3.20	3.80	9.23	9.24	13.82	37.20	66.16	50.90	18.48	5.55
ปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเฉลี่ย	0.22	0.13	-	0.04	0.09	0.09	0.32	1.12	1.83	2.50	1.29	0.36
ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย	4.40	3.36	3.20	3.80	9.23	9.24	13.82	37.20	66.16	50.90	18.48	5.55

รูปที่ 3-25 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำวัง



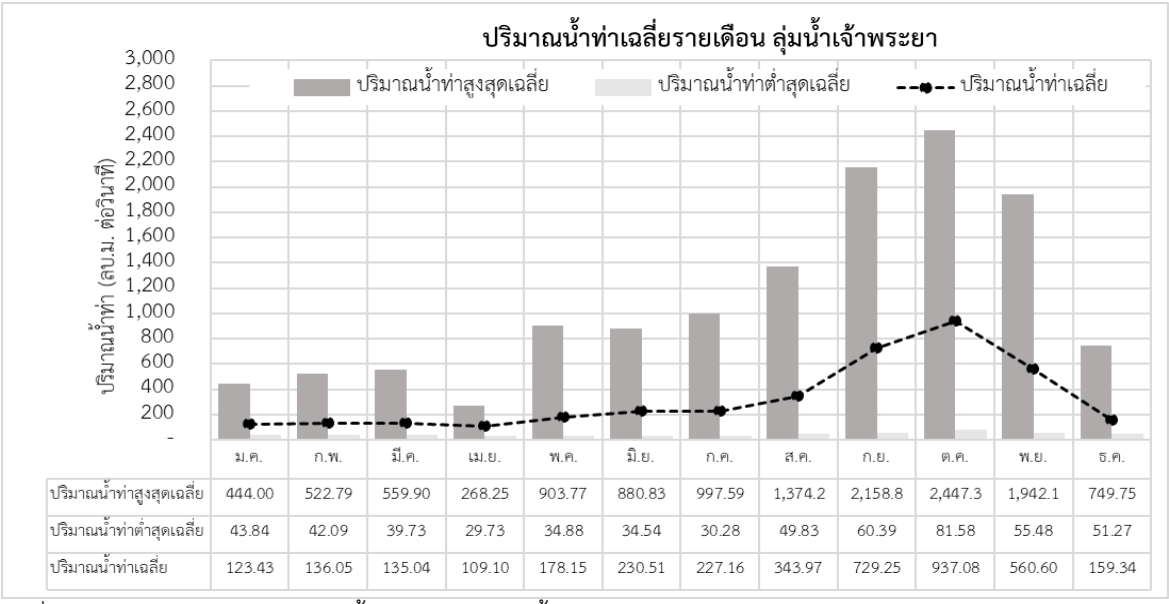
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย	20.65	5.47	3.80	9.45	80.59	99.05	347.8	421.8	493.6	342.8	133.0	39.46
ปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเฉลี่ย	0.27	-	0.04	0.02	0.07	0.39	2.40	6.41	14.95	11.97	3.15	1.27
ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย	4.31	1.67	0.92	1.16	9.53	14.41	56.83	92.00	140.0	99.13	41.60	9.91

รูปที่ 3-26 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำยม



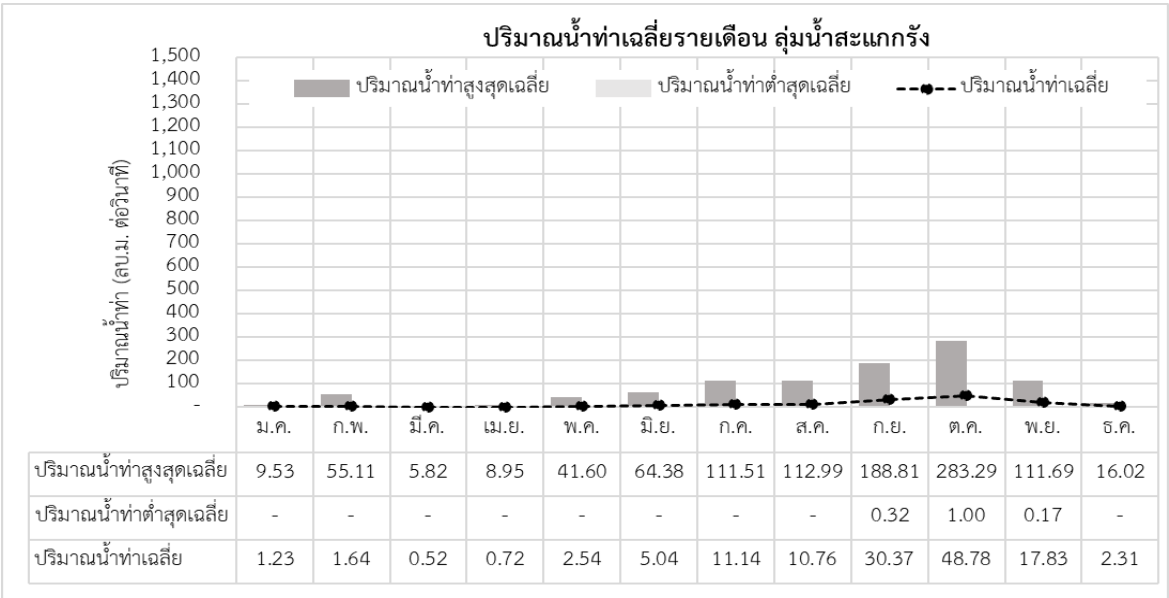
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย	195.76	205.06	187.49	176.71	360.87	464.35	494.49	830.84	849.83	633.11	274.43	184.61
ปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเฉลี่ย	17.37	21.95	21.13	19.91	18.76	18.60	15.73	29.73	32.55	22.40	15.03	16.77
ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย	73.00	82.76	78.29	71.43	87.85	95.35	118.86	191.97	232.88	162.80	88.84	66.32

รูปที่ 3-27 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำน่าน



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย	444.00	522.79	559.90	268.25	903.77	880.83	997.59	1,374.2	2,158.8	2,447.3	1,942.1	749.75
ปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเฉลี่ย	43.84	42.09	39.73	29.73	34.88	34.54	30.28	49.83	60.39	81.58	55.48	51.27
ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย	123.43	136.05	135.04	109.10	178.15	230.51	227.16	343.97	729.25	937.08	560.60	159.34

รูปที่ 3-28 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำเจ้าพระยา



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย	9.53	55.11	5.82	8.95	41.60	64.38	111.51	112.99	188.81	283.29	111.69	16.02
ปริมาณน้ำท่าต่ำสุดเฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	1.00	0.17	-
ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย	1.23	1.64	0.52	0.72	2.54	5.04	11.14	10.76	30.37	48.78	17.83	2.31

รูปที่ 3-29 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำสะแกกรัง

3.3 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

การวิเคราะห์ข้อมูลอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ย้อนหลัง 36 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ถึง 2561 โดยการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล พบว่า เขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 5,318.38 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 12,750.50 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำต่ำสุดในปี พ.ศ. 2558 เท่ากับ 1,919.42 ล้าน ลบ.ม. ส่วนปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ พบว่ามีปริมาณการระบายสูงสุดในปี พ.ศ. 2555 สืบเนื่องจากเหตุการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณมากในปี พ.ศ. 2554 ที่ปริมาณการระบาย 9,156.24 ล้าน ลบ.ม. แสดงกราฟปริมาณการระบายน้ำรายปีดังรูปที่ 3-30

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลรายฤดูกาลย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึง 2561 แสดงดังรูปที่ 3-31 พบว่า เขื่อนภูมิพลมีปริมาณการระบายน้ำเพื่อกิจกรรมการใช้น้ำเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 1,698.41 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 4,662.27 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ย 866.21 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการระบายน้ำเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 3,313.51 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ วันที่ 1 พ.ย. ของทุกปี ซึ่งเป็นต้นฤดูแล้ง พบว่า เขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือเฉลี่ยร้อยละ 67.40 โดยมีปีที่ปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือมากกว่าร้อยละ 90 ได้แก่ปี พ.ศ. 2554 2549 และ 2545 โดยมีปริมาณน้ำในอ่างฯ อยู่ร้อยละ 99.49 98.55 และ 96.96 ตามลำดับ สำหรับปีที่เขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือน้อยกว่าร้อยละ 50 ได้แก่ปี พ.ศ. 2558 2536 และ 2557 โดยมีปริมาณน้ำอ่างฯ คงเหลือเพียงร้อยละ 37.02 39.24 และ 44.75 ตามลำดับ แสดงกราฟปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำดังรูปที่ 3-32

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยของเขื่อนสิริกิติ์พบว่ามีปริมาณ 5,663.89 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี โดยมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 11,255.71 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำต่ำสุดในปี พ.ศ. 2558 เท่ากับ 3,818.46 ล้าน ลบ.ม. ส่วนปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ พบว่ามีปริมาณการระบายสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 สอดคล้องกับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณมากในปี พ.ศ. 2554 ที่ปริมาณการระบาย 9,498.29 ล้าน ลบ.ม. แสดงผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3-33

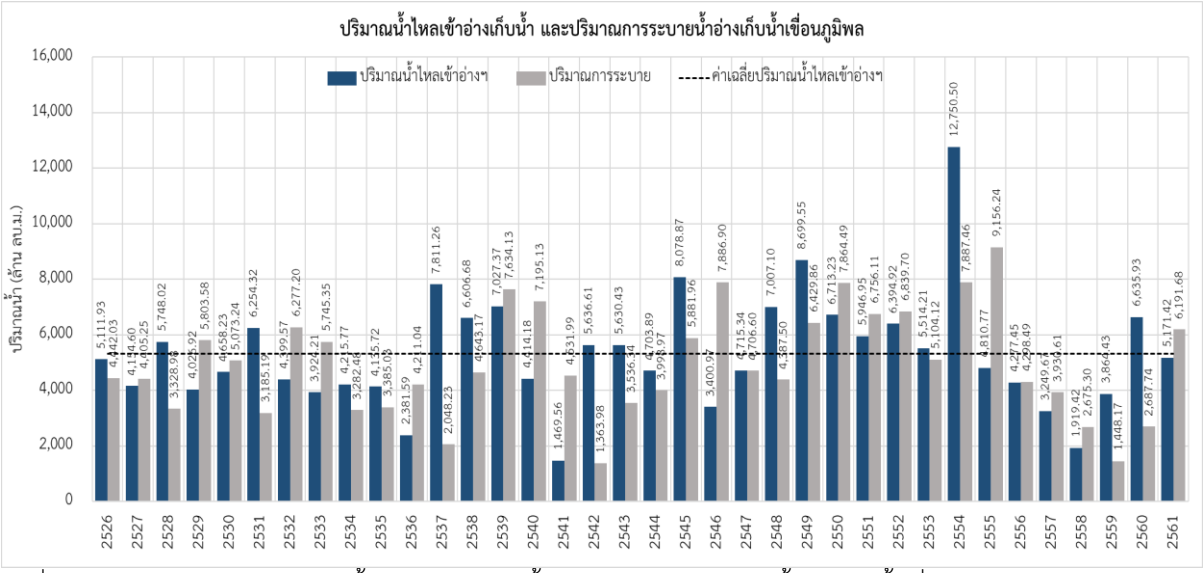
เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์รายฤดูกาลย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึง 2561 แสดงดังรูปที่ 3-33 พบว่า เขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณการระบายน้ำเพื่อกิจกรรมการใช้น้ำเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 2,294.61 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 5,043.08 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ย 891.61 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการระบายน้ำเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 3,432.54 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ วันที่ 1 พ.ย. ของทุกปี ซึ่งเป็นต้นฤดูแล้ง พบว่า เขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือเฉลี่ยร้อยละ 77.83 โดยมีปีที่ปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือมากกว่าร้อยละ 90 ได้แก่ปี พ.ศ. 2554 2549 และ 2543 โดยมีปริมาณน้ำในอ่างฯ อยู่ร้อยละ 99.84 99.43 และ 98.86 ตามลำดับ โดยปีที่เขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือใกล้เคียงร้อยละ 50 ได้แก่ปี พ.ศ. 2530 2534 และ 2558 โดยมีปริมาณน้ำอ่างฯ คงเหลือเพียงร้อยละ 50.15 51.06 และ 51.59 ตามลำดับ แสดงกราฟปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำดังรูปที่ 3-34 สรุปปริมาณน้ำต้นทุน ณ วันที่ 1 พ.ย. ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 สรุปปริมาณน้ำต้นทุน ณ วันที่ 1 พ.ย. ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

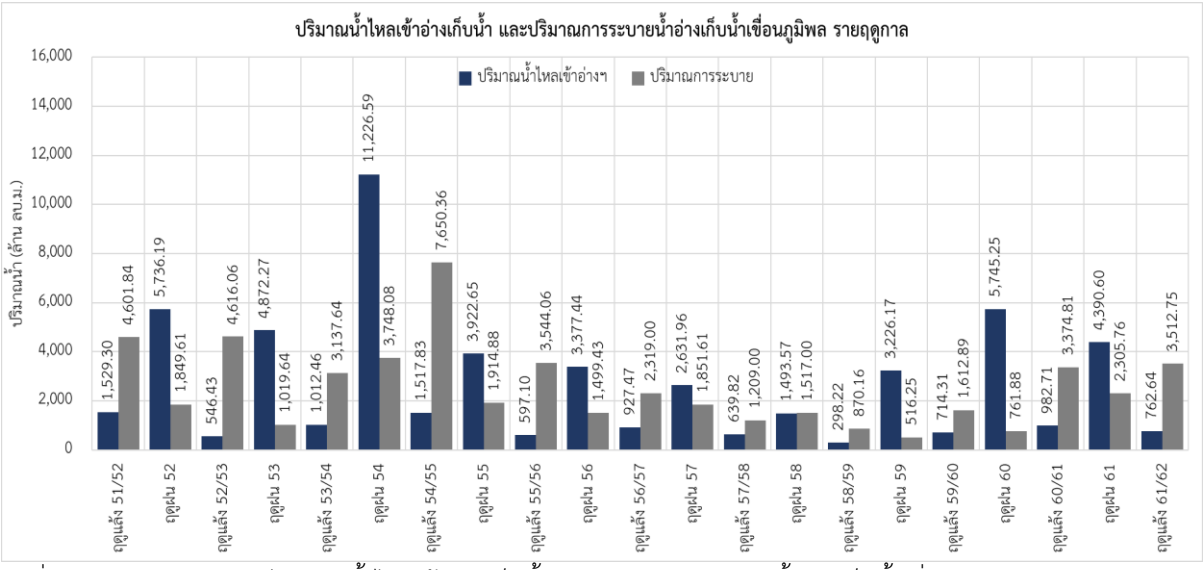
วันที่ 1 พ.ย.	ปริมาณน้ำเขื่อนภูมิพล	ร้อยละปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำเขื่อนสิริกิติ์	ร้อยละปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	ร้อยละปริมาณน้ำ
2526	8,137.09	60.44%	7,267.13	76.42%	15,404.22	67.06%
2527	8,936.68	66.38%	8,540.32	89.80%	17,477.00	76.08%
2528	9,420.96	69.98%	8,022.76	84.36%	17,443.72	75.93%
2529	9,336.64	69.36%	6,976.89	73.36%	16,313.53	71.01%

ตารางที่ 3-2 (ต่อ) สรุปปริมาณน้ำต้นทุน ณ วันที่ 1 พ.ย. ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

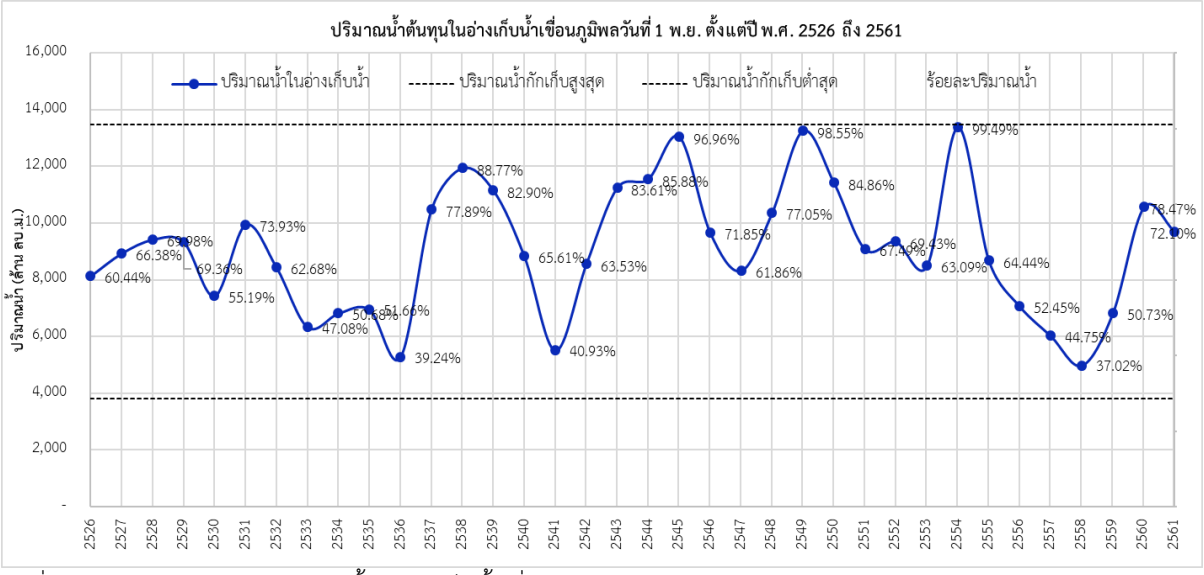
วันที่ 1 พ.ย.	ปริมาณน้ำเขื่อนภูมิพล	ร้อยละปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำเขื่อนสิริกิติ์	ร้อยละปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	ร้อยละปริมาณน้ำ
2530	7,429.11	55.19%	4,769.73	50.15%	12,198.84	53.10%
2531	9,952.75	73.93%	6,676.22	70.20%	16,628.97	72.39%
2532	8,437.67	62.68%	6,636.90	69.79%	15,074.57	65.62%
2533	6,337.33	47.08%	5,447.10	57.28%	11,784.43	51.30%
2534	6,822.49	50.68%	4,856.15	51.06%	11,678.64	50.84%
2535	6,954.42	51.66%	4,986.60	52.44%	11,941.02	51.98%
2536	5,282.01	39.24%	4,192.42	44.08%	9,474.43	41.24%
2537	10,486.15	77.89%	9,324.81	98.05%	19,810.96	86.24%
2538	11,950.02	88.77%	9,437.77	99.24%	21,387.79	93.10%
2539	11,160.48	82.90%	7,692.32	80.89%	18,852.80	82.07%
2540	8,831.79	65.61%	6,808.10	71.59%	15,639.89	68.08%
2541	5,509.65	40.93%	5,658.53	59.50%	11,168.18	48.62%
2542	8,552.19	63.53%	8,847.16	93.03%	17,399.35	75.74%
2543	11,255.48	83.61%	9,401.75	98.86%	20,657.23	89.92%
2544	11,560.61	85.88%	9,373.51	98.56%	20,934.12	91.13%
2545	13,053.04	96.96%	9,123.68	95.94%	22,176.72	96.54%
2546	9,672.32	71.85%	8,313.55	87.42%	17,985.87	78.29%
2547	8,327.03	61.86%	9,327.37	98.08%	17,654.40	76.85%
2548	10,373.04	77.05%	8,616.55	90.61%	18,989.60	82.66%
2549	13,266.29	98.55%	9,455.80	99.43%	22,722.09	98.91%
2550	11,423.50	84.86%	7,451.02	78.35%	18,874.52	82.16%
2551	9,084.91	67.49%	8,301.44	87.29%	17,386.35	75.68%
2552	9,346.83	69.43%	6,023.04	63.33%	15,369.87	66.91%
2553	8,493.57	63.09%	7,783.73	81.85%	16,277.30	70.86%
2554	13,393.55	99.49%	9,494.50	99.84%	22,888.05	99.63%
2555	8,675.39	64.44%	6,586.82	69.26%	15,262.21	66.44%
2556	7,061.47	52.45%	5,931.86	62.37%	12,993.33	56.56%
2557	6,024.80	44.75%	5,841.37	61.42%	11,866.17	51.65%
2558	4,984.25	37.02%	4,906.23	51.59%	9,890.48	43.05%
2559	6,829.00	50.73%	7,662.00	80.57%	14,491.00	63.08%
2560	10,563.85	78.47%	8,388.82	88.21%	18,952.67	82.50%
2561	9,706.40	72.10%	8,347.50	87.78%	18,053.90	78.59%



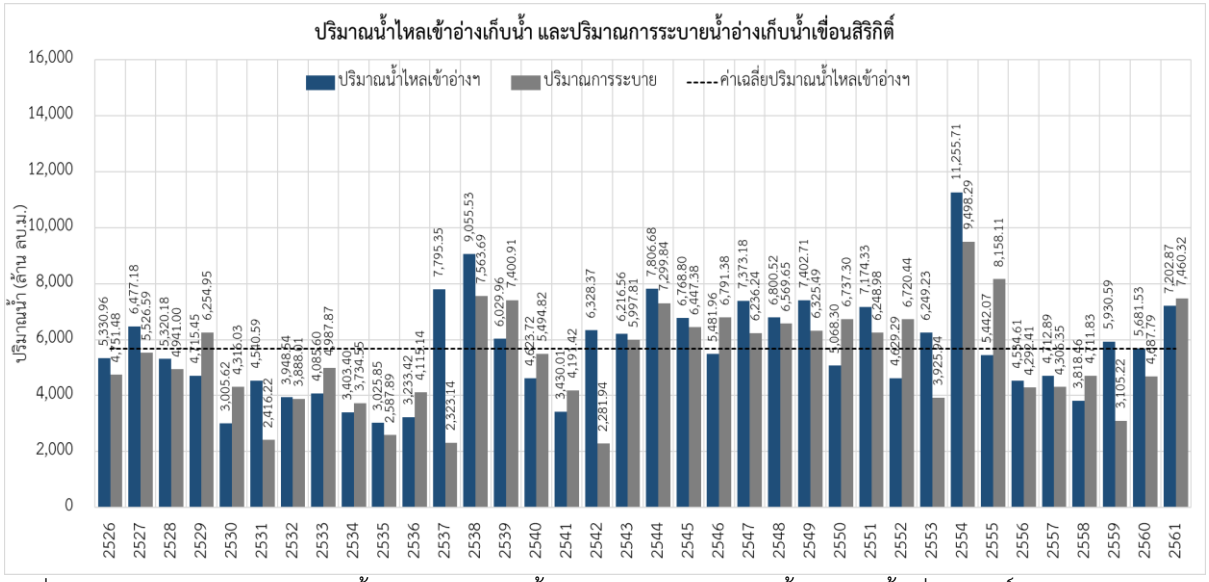
รูปที่ 3-30 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล รายปี



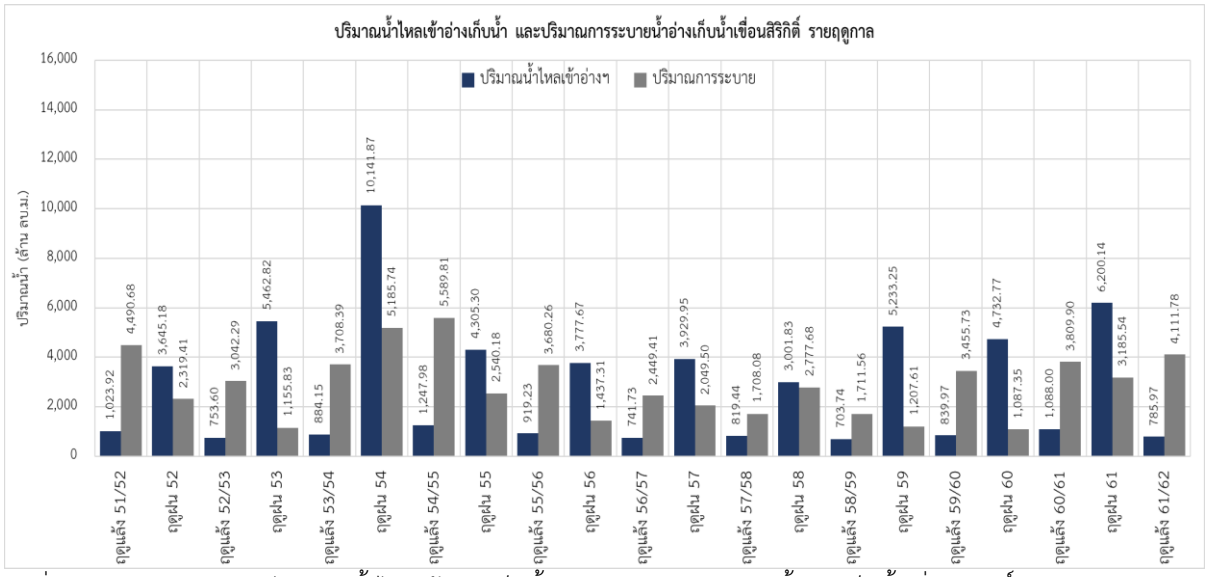
รูปที่ 3-31 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล รายฤดูกาล



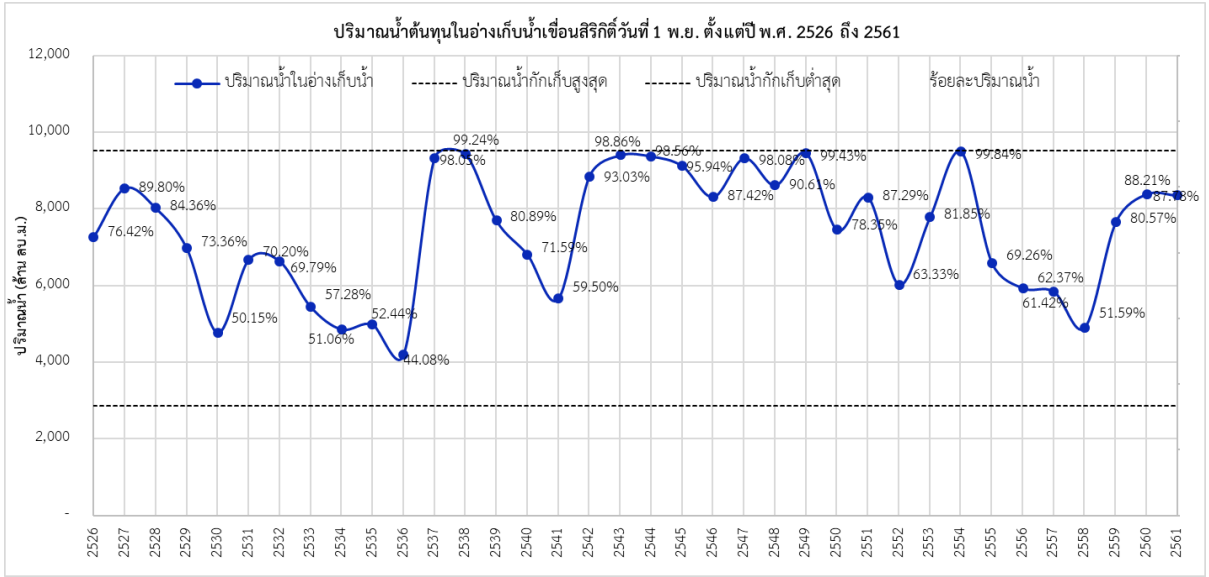
รูปที่ 3-32 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล



รูปที่ 3-33 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ รายปี



รูปที่ 3-34 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ รายฤดูกาล



รูปที่ 3-35 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์

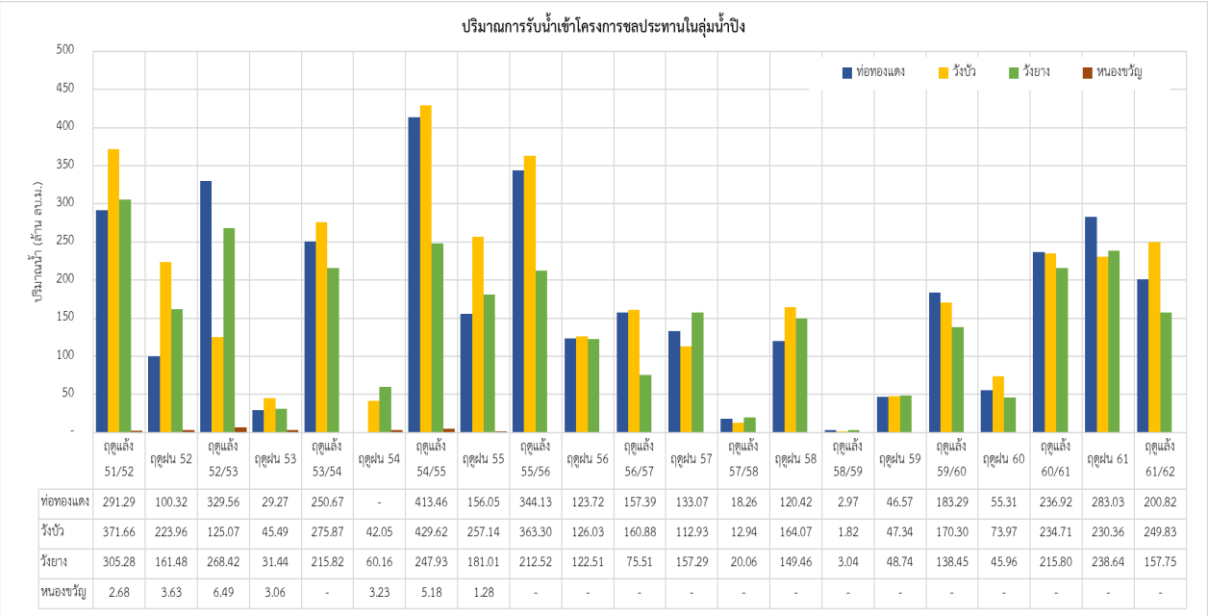
3.4 ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการจัดสรรน้ำ ลุ่มน้ำปิง

การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิงที่มีการใช้น้ำจากเขื่อนภูมิพล ประกอบด้วย โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รับน้ำจากแม่น้ำปิงผ่าน ทรบ.ท่อทองแดง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว รับน้ำผ่าน ทรบ.วังบัว และพื้นที่ชลประทานวังยาง-หนองขวัญ รับน้ำผ่าน ทรบ.วังยาง และทรบ.หนองขวัญ โดยได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำเข้าโครงการ กับปริมาณการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล ร่วมกับปริมาณน้ำจากแม่น้ำวังโดยพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่สถานีบ้านวังหมัน W.4A อ.สามเงา จ.ตาก จุดบรรจบแม่น้ำวังกับแม่น้ำปิง

จากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปสัดส่วนการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในตารางที่ 3-3 และรูปที่ 3-36 อธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำเข้าของโครงการชลประทานท้ายเขื่อนภูมิพลของ 4 โครงการฯ ตั้งแต่ฤดูแล้ง 51/52 ถึง ฤดูแล้ง 61/62 มีปริมาณน้ำเข้าโครงการฯ เฉลี่ยในช่วงฤดูฝนเท่ากับ 609.06 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำเข้าโครงการฯ เฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 357.90 ล้าน ลบ.ม.สรุปแยกแต่ละ ทรบ.รับน้ำเข้าโครงการได้ดังนี้

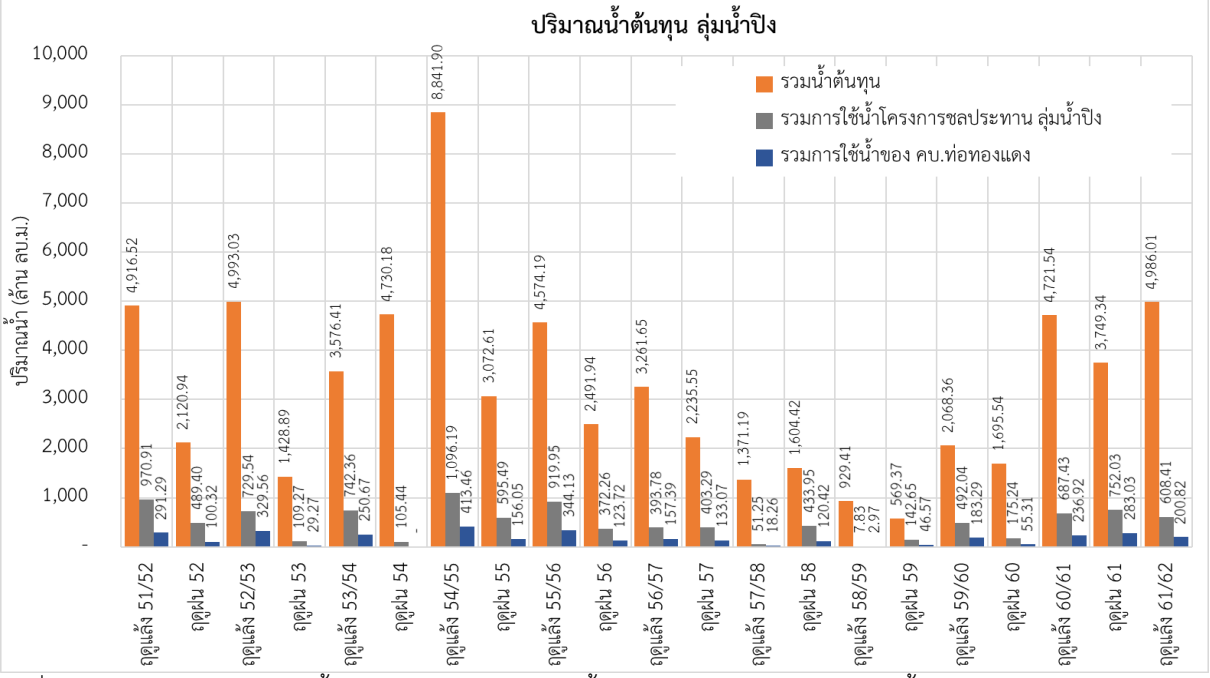
- ทรบ.ท่อทองแดง รับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง พื้นที่ชลประทาน 550,688 ไร่ ที่ปริมาณเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง เท่ากับ 220.79 ล้าน ลบ.ม. และรับน้ำเข้าโครงการเฉลี่ยช่วงฤดูฝนเท่ากับ 104.78 ล้าน ลบ.ม. จากข้อมูลย้อนหลังมีช่วงเวลาที่รับน้ำเข้าโครงการสูงสุดคือช่วงฤดูแล้ง 52/53 รับน้ำเข้าโครงการรวมทั้งสิ้น 329.56 ล้าน ลบ.ม. และมีปีที่รับน้ำเข้าโครงการต่ำสุดคือช่วงฤดูแล้ง 58/59 รับน้ำเข้าโครงการที่ปริมาณ 2.97 ล้าน ลบ.ม.
- ทรบ.วังบัว รับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว พื้นที่ชลประทาน 443,474 ไร่ ที่ปริมาณเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง เท่ากับ 217.82 ล้าน ลบ.ม. และรับน้ำเข้าโครงการเฉลี่ยช่วงฤดูฝนเท่ากับ 132.34 ล้าน ลบ.ม. จากข้อมูลย้อนหลังมีช่วงเวลาที่รับน้ำเข้าโครงการสูงสุดคือช่วงฤดูแล้ง 51/52 รับน้ำเข้าโครงการรวมทั้งสิ้น 371.66 ล้าน ลบ.ม. และมีปีที่รับน้ำเข้าโครงการต่ำสุดคือช่วงฤดูแล้ง 58/59 รับน้ำเข้าโครงการที่ปริมาณ 1.82 ล้าน ลบ.ม.
- ทรบ.วังยาง รับน้ำเข้าพื้นที่วังยาง-หนองขวัญ พื้นที่ชลประทาน 332,162 ไร่ ที่ปริมาณเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง เท่ากับ 169.14 ล้าน ลบ.ม. และรับน้ำเข้าโครงการเฉลี่ยช่วงฤดูฝนเท่ากับ 119.67 ล้าน ลบ.ม. จากข้อมูลย้อนหลังมีช่วงเวลาที่รับน้ำเข้าโครงการสูงสุดคือช่วงฤดูแล้ง 51/52 รับน้ำเข้าโครงการรวมทั้งสิ้น 305.28 ล้าน ลบ.ม. และมีปีที่รับน้ำเข้าโครงการต่ำสุดคือช่วงฤดูแล้ง 58/59 รับน้ำเข้าโครงการที่ปริมาณ 3.04 ล้าน ลบ.ม.
- ทรบ.หนองขวัญ รับน้ำเข้าพื้นที่วังยาง-หนองขวัญ พื้นที่ชลประทาน 102,249 ไร่ ที่ปริมาณเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง เท่ากับ 1.31 ล้าน ลบ.ม. และรับน้ำเข้าโครงการเฉลี่ยช่วงฤดูฝนเท่ากับ 1.12 ล้าน ลบ.ม. จากข้อมูลย้อนหลังมีช่วงเวลาที่รับน้ำเข้าโครงการสูงสุดคือช่วงฤดูแล้ง 52/53 รับน้ำเข้าโครงการรวมทั้งสิ้น 6.49 ล้าน ลบ.ม. และมีปีที่รับน้ำเข้าโครงการต่ำสุดคือช่วงฤดูแล้ง 58/59 คือไม่ได้รับน้ำเข้าโครงการ

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของปริมาณน้ำต้นทุนจากเขื่อนภูมิพลและปริมาณน้ำจากลุ่มน้ำวัง เทียบกับปริมาณการใชน้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง แสดงผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3-37 สามารถสรุปได้ว่า ลุ่มน้ำปิงมีปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ยในฤดูแล้ง 4,021.84 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ยในฤดูฝน 2,369.88 ล้าน ลบ.ม. โดยมีสัดส่วนการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิงคิดเป็นร้อยละ 15 ของปริมาณน้ำต้นทุน โดยเป็นสัดส่วนการใช้น้ำจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงร้อยละ 32 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัวร้อยละ 36 และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญร้อยละ 32 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง แสดงดังรูปที่ 3-38 และตารางที่ 3-2 สามารถสรุปได้ว่า ทรบ.ท่อทองแดงมีปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการสูงในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือน พ.ย. ถึง มี.ค. เพื่อสนับสนุนการทำนาปรังให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ โดยมีปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งอยู่ในช่วง 16.94 ถึง 52.76 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีปริมาณการส่งน้ำเข้าโครงการเพื่อเสริมน้ำฝนให้เกษตรกรได้ทำนาปีเฉลี่ย 9.38 ถึง 27.10 ล้าน ลบ.ม. โดยจากสถิติรายปีพบว่าปีที่ได้รับเข้าโครงการสูงสุดคือปี 2554 ที่ปริมาณ 569.50 ล้าน ลบ.ม. รองลงมาคือปี 2555 ที่ปริมาณ 467.86 ล้าน ลบ.ม. ส่วนปีที่ได้รับน้ำเข้าโครงการต่ำสุดคือปี พ.ศ. 2558 ได้รับน้ำเข้าโครงการเพียง 46.53 ล้าน ลบ.ม รองลงมาคือปี พ.ศ. 2557 ได้รับน้ำเข้าโครงการ 138.68 ล้าน ลบ.ม.

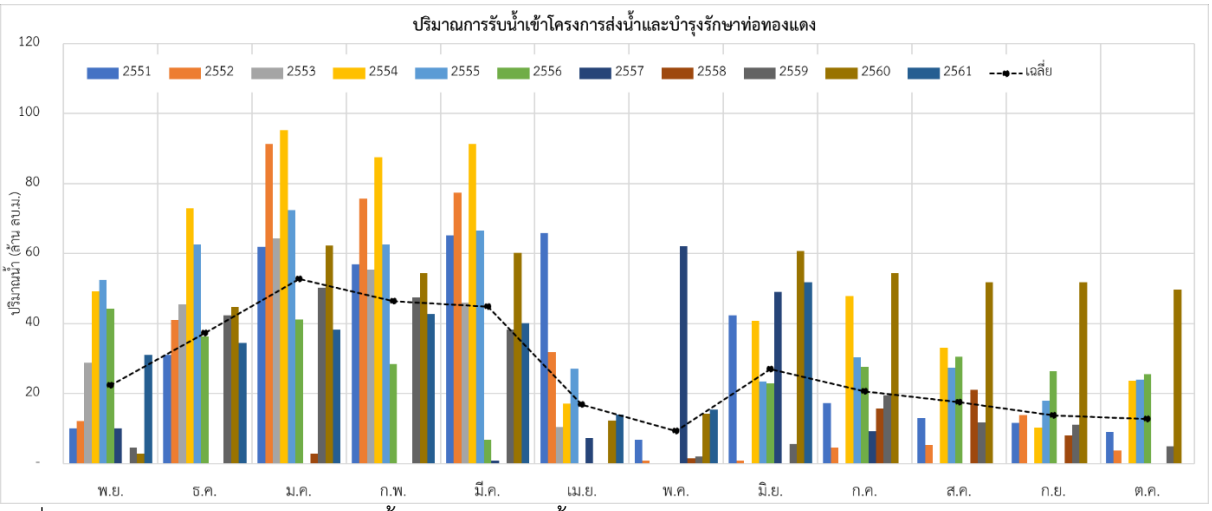


	ฤดูแล้ง 51/52	ฤดูฝน 52	ฤดูแล้ง 52/53	ฤดูฝน 53	ฤดูแล้ง 53/54	ฤดูฝน 54	ฤดูแล้ง 54/55	ฤดูฝน 55	ฤดูแล้ง 55/56	ฤดูฝน 56	ฤดูแล้ง 56/57	ฤดูฝน 57	ฤดูแล้ง 57/58	ฤดูฝน 58	ฤดูแล้ง 58/59	ฤดูฝน 59	ฤดูแล้ง 59/60	ฤดูฝน 60	ฤดูแล้ง 60/61	ฤดูฝน 61	ฤดูแล้ง 61/62
ท่อทองแดง	291.29	100.32	329.56	29.27	250.67	-	413.46	156.05	344.13	123.72	157.39	133.07	18.26	120.42	2.97	46.57	183.29	55.31	236.92	283.03	200.82
วังบัว	371.66	223.96	125.07	45.49	275.87	42.05	429.62	257.14	363.30	126.03	160.88	112.93	12.94	164.07	1.82	47.34	170.30	73.97	234.71	230.36	249.83
วังยาง	305.28	161.48	268.42	31.44	215.82	60.16	247.93	181.01	212.52	122.51	75.51	157.29	20.06	149.46	3.04	48.74	138.45	45.96	215.80	238.64	157.75
หนองขวัญ	2.68	3.63	6.49	3.06	-	3.23	5.18	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

รูปที่ 3-36 สรุปปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง รายฤดูกาล



รูปที่ 3-37 เปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง รายฤดูกาล



รูปที่ 3-38 เปรียบเทียบปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายเดือน ปี 2551 ถึง 2561

ตารางที่ 3-3 ปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายเดือน

เดือน	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
พ.ย.	10.16	12.24	28.87	49.35	52.44	44.30	10.11	-	4.65	2.89	31.10	22.37
ธ.ค.	31.09	40.98	45.56	72.90	62.72	36.45	-	-	42.44	44.72	34.56	37.40
ม.ค.	61.91	91.32	64.44	95.32	72.44	41.24	-	2.97	50.21	62.25	38.28	52.76
ก.พ.	56.92	75.68	55.36	87.52	62.72	28.50	-	-	47.63	54.48	42.68	46.50
มี.ค.	65.30	77.33	45.98	91.29	66.63	6.90	0.78	-	38.36	60.22	40.18	44.82
เม.ย.	65.90	32.01	10.45	17.08	27.19	-	7.37	-	-	12.36	14.02	16.94
พ.ค.	6.81	0.91	-	-	-	-	62.09	1.56	2.07	14.26	15.44	9.38
มิ.ย.	42.42	0.81	-	40.91	23.59	22.99	49.13	-	5.67	60.82	51.78	27.10
ก.ค.	17.30	4.65	-	47.96	30.46	27.58	9.21	15.82	19.49	54.42	-	20.63
ส.ค.	12.97	5.29	-	33.14	27.52	30.59	-	21.17	11.80	51.84	-	17.67
ก.ย.	11.70	13.92	-	10.37	18.05	26.38	-	8.01	11.24	51.84	-	13.77
ต.ค.	9.12	3.70	-	23.67	24.11	25.52	-	-	5.03	49.85	-	12.82
รวม	391.61	358.83	250.67	569.50	467.86	290.46	138.68	49.53	238.60	519.95	268.04	322.16

3.5 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่โครงการชลประทาน ลุ่มน้ำปิง

โครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิงประกอบด้วย 7 โครงการชลประทาน มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 1,669,121 ไร่ แบ่งพื้นที่รับผิดชอบหลักเป็นโครงการชลประทานตาก โครงการชลประทานกำแพงเพชร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ แสดงตำแหน่งที่ตั้งของโครงการชลประทานดังรูปที่ 3-25 สรุปพื้นที่ชลประทานในตารางที่ 3-4 ดังนี้

ตารางที่ 3-4 พื้นที่ชลประทานในลุ่มน้ำปิง

ลำดับ	โครงการชลประทาน	พื้นที่ (ไร่)
1	โครงการชลประทานตาก	56,593
2	โครงการชลประทานกำแพงเพชร	183,955
3	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	550,688
4	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว	443,474
5	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ	434,412
	- พื้นที่วังยาง	332,162
	- พื้นที่หนองขวัญ	102,250
	รวม	1,669,121

ตารางที่ 3-5 สรุปสัดส่วนการใช้น้ำของโครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ฤดูกาล	ทรบ. ท่อ ทองแดง	ทรบ. วังบัว	ทรบ. วังยาง	ทรบ. หนองขวัญ	รวมการใช้น้ำ โครงการ ชลประทาน ลุ่มน้ำปิง	ปริมาณน้ำ ลุ่มน้ำวัง สถานี W.4A	ปริมาณการ ระบายน้ำ เขื่อนภูมิพล	รวมน้ำต้นทุน (ล้าน ลบ.ม.)	สัดส่วนการใช้น้ำของ โครงการ ชลประทานในลุ่มน้ำปิง	สัดส่วนการใช้น้ำ ของ คบ.ท่อทองแดง
ฤดูแล้ง 51/52	291.29	371.66	305.28	2.68	970.91	314.68	4,601.84	4,916.52	0.20	0.30
ฤดูฝน 52	100.32	223.96	161.48	3.63	489.40	271.33	1,849.61	2,120.94	0.23	0.20
ฤดูแล้ง 52/53	329.56	125.07	268.42	6.49	729.54	376.97	4,616.06	4,993.03	0.15	0.45
ฤดูฝน 53	29.27	45.49	31.44	3.06	109.27	409.25	1,019.64	1,428.89	0.08	0.27
ฤดูแล้ง 53/54	250.67	275.87	215.82	-	742.36	438.77	3,137.64	3,576.41	0.21	0.34
ฤดูฝน 54	-	42.05	60.16	3.23	105.44	982.10	3,748.08	4,730.18	0.02	-
ฤดูแล้ง 54/55	413.46	429.62	247.93	5.18	1,096.19	1,191.54	7,650.36	8,841.90	0.12	0.38
ฤดูฝน 55	156.05	257.14	181.01	1.28	595.49	1,157.73	1,914.88	3,072.61	0.19	0.26
ฤดูแล้ง 55/56	344.13	363.30	212.52	-	919.95	1,030.13	3,544.06	4,574.19	0.20	0.37
ฤดูฝน 56	123.72	126.03	122.51	-	372.26	992.51	1,499.43	2,491.94	0.15	0.33
ฤดูแล้ง 56/57	157.39	160.88	75.51	-	393.78	942.65	2,319.00	3,261.65	0.12	0.40
ฤดูฝน 57	133.07	112.93	157.29	-	403.29	383.94	1,851.61	2,235.55	0.18	0.33
ฤดูแล้ง 57/58	18.26	12.94	20.06	-	51.25	162.19	1,209.00	1,371.19	0.04	0.36
ฤดูฝน 58	120.42	164.07	149.46	-	433.95	87.42	1,517.00	1,604.42	0.27	0.28
ฤดูแล้ง 58/59	2.97	1.82	3.04	-	7.83	59.25	870.16	929.41	0.01	0.38
ฤดูฝน 59	46.57	47.34	48.74	-	142.65	53.12	516.25	569.37	0.25	0.33
ฤดูแล้ง 59/60	183.29	170.30	138.45	-	492.04	455.47	1,612.89	2,068.36	0.24	0.37
ฤดูฝน 60	55.31	73.97	45.96	-	175.24	933.66	761.88	1,695.54	0.10	0.32
ฤดูแล้ง 60/61	236.92	234.71	215.80	-	687.43	1,346.73	3,374.81	4,721.54	0.15	0.34
ฤดูฝน 61	283.03	230.36	238.64	-	752.03	1,443.58	2,305.76	3,749.34	0.20	0.38
ฤดูแล้ง 61/62	200.82	249.83	157.75	-	608.41	1,473.26	3,512.75	4,986.01	0.12	0.33
								เฉลี่ย	0.15	0.32

3.6 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำปิง

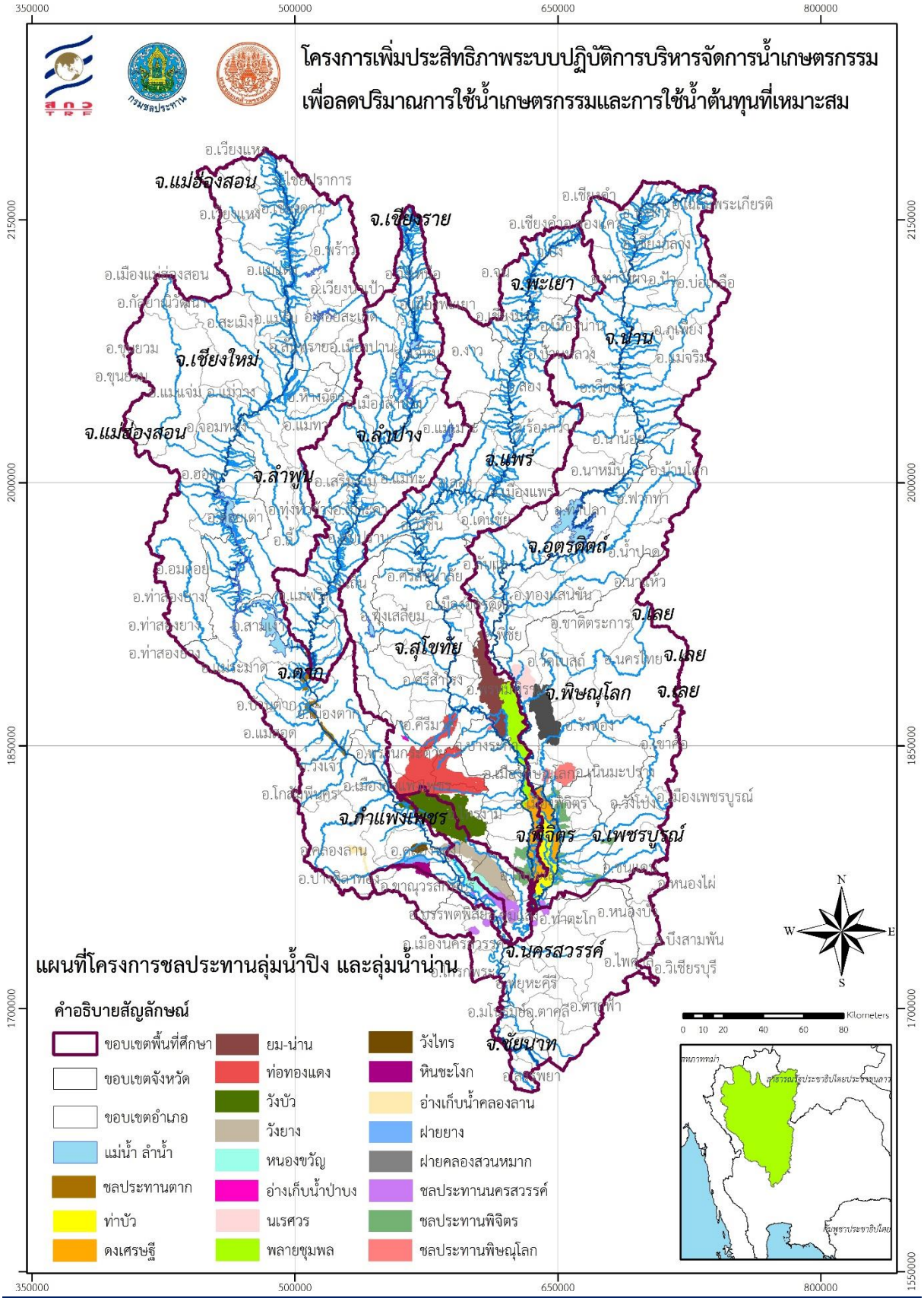
การจัดทำข้อมูลการใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำปิงในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ พบว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่พืชไร่ 4,368,513.94 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่นา 4,210,012.61 ไร่ และพื้นที่ไม้ผล 1,401,827.68 ไร่ แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังรูปที่ 3-26 และตารางที่ 3-5 สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 3-6 การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำปิง

พื้นที่ (ไร่)	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์	รวมลุ่มน้ำปิง
พื้นที่นา	492,520.07	170,174.50	159,625.30	1,328,681.66	2,059,011.09	4,210,012.61
พืชไร่	547,311.59	160,026.34	413,071.12	1,913,526.45	1,334,578.44	4,368,513.94
พืชสวน	74,236.14	7,513.70	973.62	5,888.48	26,619.50	115,231.44
ไม้ผล	696,555.29	471,707.82	63,721.08	116,276.77	53,566.72	1,401,827.68
ไม้ยืนต้น	40,336.60	29,777.59	50,618.27	157,903.72	49,704.00	328,340.17
ไร่หมุนเวียน	532,845.73	540.90	172,470.12	2,204.41	-	708,061.16
ทุ่งหญ้าและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	11,437.54	5,070.42	56,938.93	5,282.00	17,752.27	96,481.18
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	1,693.94	773.36	146.87	3,606.98	14,359.81	20,580.95
พืชน้ำ	23.88	-	-	-	7.14	31.02

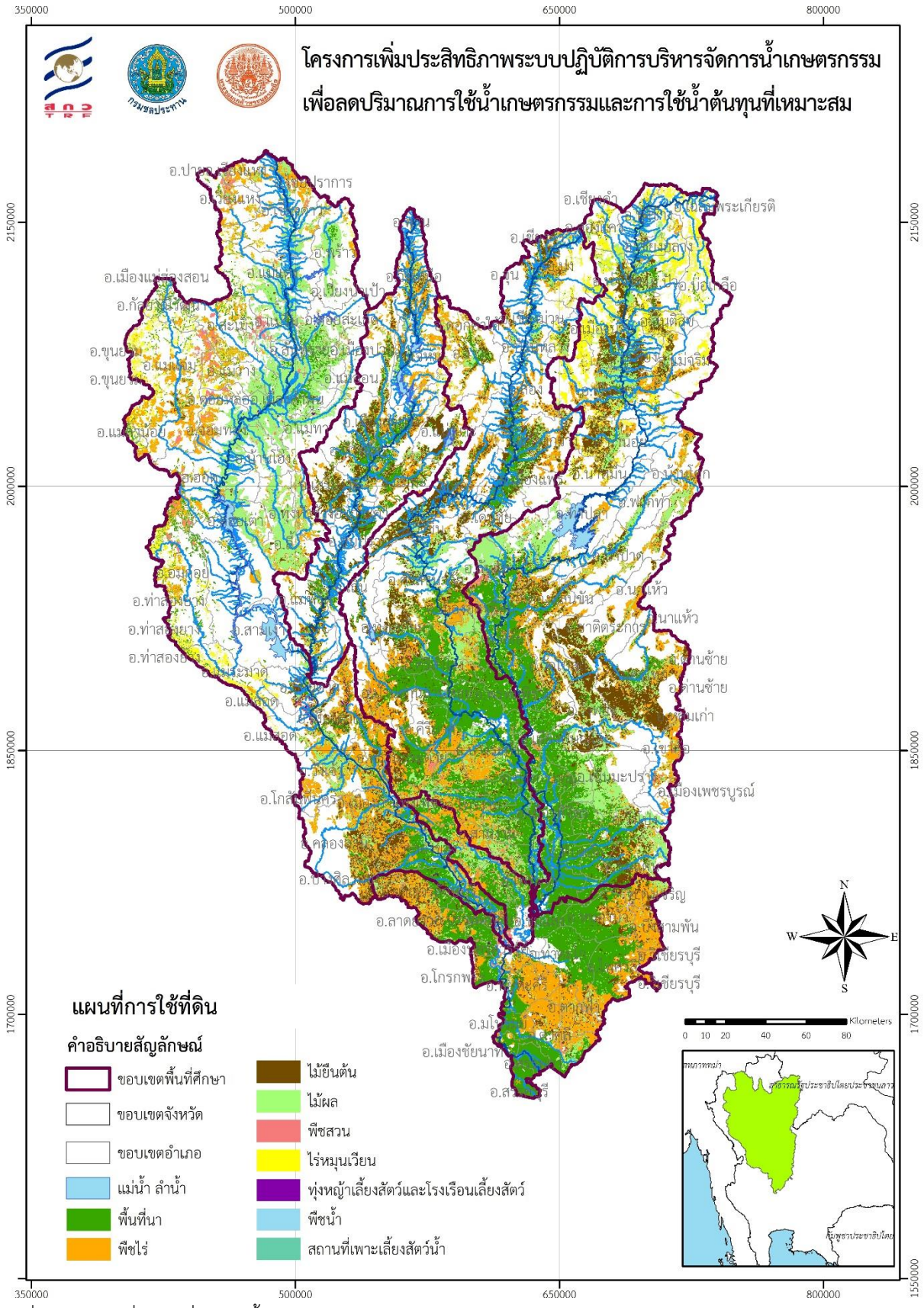
3.7 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่ชุดดิน ลุ่มน้ำปิง

การจัดทำข้อมูลชุดดินสามารถจำแนกได้เป็นข้อมูลชุดดินที่มีความเหมาะสมมากและเหมาะสมปานกลางแยกตามประเภทนาข้าว อ้อย ข้าวโพด สัปปะรด ไม้ผล โดยพบว่า พื้นที่ที่มีชุดดินเหมาะสมในการทำเกษตรกรรมปลูกข้าวส่วนใหญ่พบในจังหวัดกำแพงเพชรและนครสวรรค์ ส่วนพื้นที่เหมาะสมมากในการเพาะปลูกอ้อย ข้าวโพด ถั่ว พบในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ในขณะที่พื้นที่เหมาะสมในการเพาะปลูกสัปปะรด มันสำปะหลัง ยาสูบพบมากในจังหวัดเชียงใหม่ รองลงมาคือจังหวัดกำแพงเพชร ส่วนพื้นที่เหมาะสมในการเป็นป่าต้นน้ำลำธาร พบว่าอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่สูงสุดโดยมีพื้นที่ 8,561,634.133 ไร่ รองลงมาคือจังหวัดลำพูนมีพื้นที่เหมาะสมในการเป็นป่าต้นน้ำถึง 2,067,009.26 ไร่ โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมชุดดิน สังเกตเห็นว่า จังหวัดตากเป็นจังหวัดที่สภาพดินเหมาะสมในการทำเกษตรกรรมน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่นๆในลุ่มน้ำปิง สรุปข้อมูลข้อมูลชุดดินตามความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิงในตารางที่ 3-6 และแสดงดังรูปที่ 3-27

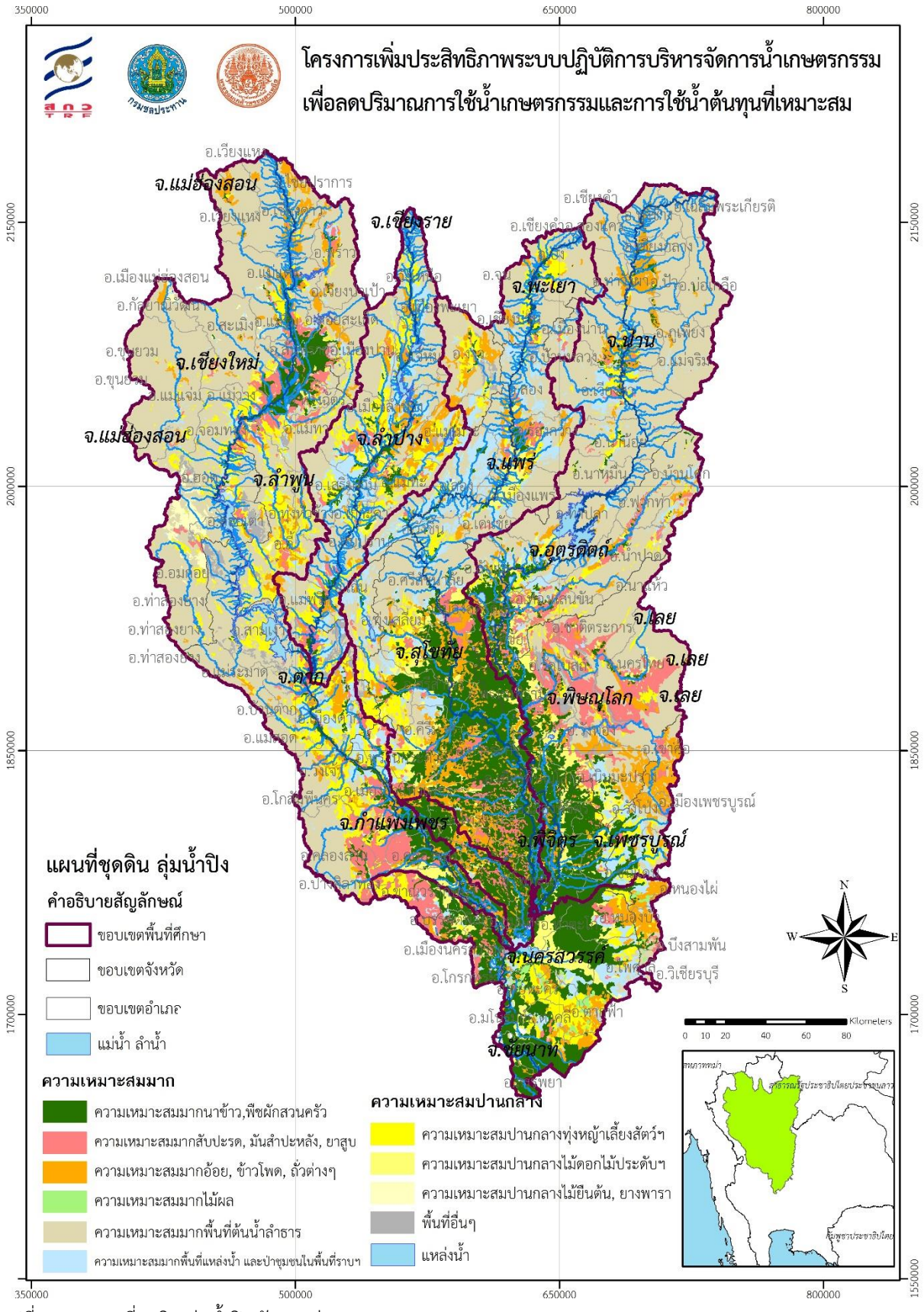


รูปที่ 3-39 แผนที่โครงการชลประทาน ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน

ที่มา กรมชลประทาน ปี พ.ศ. 2562



รูปที่ 3-40 แผนที่การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน
ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2562



รูปที่ 3-41 แผนที่ชุดดิน ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2562

3.8 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่พื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง

การจัดทำข้อมูลแผนที่พื้นที่เกษตรกรรม โดยใช้พื้นที่เพาะปลูกจริงในปี พ.ศ. 2561 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ปี พ.ศ. 2562 ประกอบด้วยพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมันสำปะหลัง โดยพบว่าในปีที่ผ่านมา ปี พ.ศ. 2561 ลุ่มน้ำปิงมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งสิ้น 2,874,614.52 ไร่ รวมทั้งในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน โดยเป็นพื้นที่ท้ายเขื่อนภูมิพลในจังหวัดตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ จำนวน 2,664,605.29 ไร่ ส่วนพื้นที่เพาะปลูกอ้อยพบว่า ทั้งลุ่มน้ำปิงมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 645,375.99 ไร่ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่พื้นที่ 186,211.05 ไร่ รองลงมาคือจังหวัดนครสวรรค์ และตากตามลำดับ ส่วนพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกเฉพาะในจังหวัดตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ มีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสิ้น 784,895.39 ไร่ พบมากในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร และตากมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยเพียง 6,560.60 ไร่ ส่วนพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังไม่พบการเพาะปลูกในจังหวัดเชียงใหม่ และพบในจังหวัดลำพูนเพียง 353.12 ไร่ สรุปข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิงในตารางที่ 3-7 และรูปที่ 3-28

3.9 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่ความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง

การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมมากและปานกลาง ในการเพาะปลูกข้าว โดยพื้นที่เหมาะสมมากในการปลูกข้าวอยู่ในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรสูงสุดที่ 475,617.56 ไร่ รองลงมาคือจังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่เหมาะสมมากในการปลูกข้าวอยู่ 466,482.42 ไร่ ส่วนพื้นที่เพาะปลูกอ้อย พบว่ามีความเหมาะสมมากในจังหวัดกำแพงเพชร รองลงมาคือจังหวัดเชียงใหม่ และนครสวรรค์ ในขณะที่พื้นที่เหมาะสมปานกลางในการปลูกอ้อยพบมากในจังหวัดกำแพงเพชรและนครสวรรค์ เช่นเดียวกันกับพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลือง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมันสำปะหลัง โดยเมื่อพิจารณาเป็นสัดส่วนของความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดในจังหวัดที่อยู่ในลุ่มน้ำปิง เห็นว่าจังหวัดกำแพงเพชรมีพื้นที่เหมาะสมในการทำการปลูกพืชเกษตรกรรมสูงสุด โดยข้าวมีพื้นที่เหมาะสมในการเพาะปลูกอยู่ในจังหวัดกำแพงเพชรและนครสวรรค์โดยเฉลี่ยร้อยละ 38 อ้อยมีพื้นที่เหมาะสมในการเพาะปลูกที่จังหวัดกำแพงเพชรโดยเฉลี่ยถึงร้อยละ 50 ถั่วเหลืองเหมาะสมในการเพาะปลูกที่ร้อยละ 75 เช่นเดียวกับข้าวโพดและมันสำปะหลังเหมาะสมในการเพาะปลูกร้อยละ 73 และ 51 ตามลำดับ สรุปข้อมูลพื้นที่เหมาะสมในการทำเกษตรกรรมในตารางที่ 3-8 และแสดงข้อมูลพื้นที่เหมาะสมในการทำเกษตรกรรมดังรูปที่ 3-29

3.10 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่ศักยภาพน้ำใต้ดิน และบ่อบาดาล ลุ่มน้ำปิง

การวิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพน้ำใต้ดินของลุ่มน้ำปิงพบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำใต้ดินมากกว่า 20 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง พบในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ตาก และกำแพงเพชร โดยพื้นที่ที่มีค่า TDS ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำบาดาล มากกว่า 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ศักยภาพ 72,137.12 ไร่ และพื้นที่ส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำใต้ดินที่ต่ำกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่พื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำใต้ดินต่ำกว่า 2 ลบ.ม ต่อชั่วโมง พบว่ามีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ รองลงมาคือ จ.กำแพงเพชร และ จ.นครสวรรค์ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีค่า TDS ต่ำกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร สรุปข้อมูลศักยภาพน้ำใต้ดินในตารางที่ 3-9 และรูปที่ 3-30

เมื่อพิจารณาพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นที่ตั้งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีศักยภาพน้ำใต้ดินน้อยกว่า 2 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง โดยคุณภาพน้ำใต้ดินมีค่าต่ำกว่า 500 รองลงมาเป็นพื้นที่ศักยภาพน้ำใต้ดินระหว่าง 2 ถึง 10 โดบมีพื้นที่ 16,867.58 ไร่ ที่มีคุณภาพน้ำใต้ดินระหว่าง 500 ถึง 1500 ส่วนพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำใต้ดินมากกว่า 20 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง มีพื้นที่ทั้งสิ้น 496,227.60 ไร่ ซึ่งมีคุณภาพน้ำใต้ดินต่ำกว่า 500 และไม่มีพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำใต้ดินมากกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตรเลย

ตารางที่ 3-7 ข้อมูลชุดดินตามความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง

พื้นที่ (ไร่)	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
ความเหมาะสมมากนาข้าว, พืชผักสวนครัว	427,080.72	71,338.95	-	1,031,128.61	356,043.53
ความเหมาะสมมากอ้อย, ข้าวโพด, ถั่วต่างๆ	437,158.34	282,815.75	-	750,514.17	24,658.04
ความเหมาะสมมากสับปะรด , มันสำปะหลัง, ยาสูบ	394,810.82	92,016.70	-	817,464.40	79,788.07
ความเหมาะสมมากไม้ผล	-	-	-	-	-
ความเหมาะสมมากพื้นที่แหล่งน้ำ และป่าชุมชนในพื้นที่ราบฯ	360,126.62	935,856.28	126.73	319,396.21	5,156.50
ความเหมาะสมมากพื้นที่ชายทะเล (พื้นที่ป่า และพื้นที่น้ำ)ฯ	-	-	-	1,926.12	-
ความเหมาะสมมากพื้นที่ต้นน้ำลำธาร	8,561,634.13	2,067,009.26	77,495.82	827,619.39	5,325.90
ความเหมาะสมปานกลางไม้ดอกไม้ประดับฯ	22,211.95	335,136.11	-	555,370.63	53,145.92
ความเหมาะสมปานกลางไม้ยืนต้น, ยางพารา	335,539.73	2,387.01	10.00	8,435.93	-
ความเหมาะสมปานกลางทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ฯ	892,629.33	207,162.10	60.32	691,893.93	14,429.69
แหล่งน้ำ	55,813.42	3,878.72	-	1,850.81	-
พื้นที่อื่น ๆ	222,377.16	54,335.61	-	4,710.60	4,383.45

ตารางที่ 3-8 ข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง

พื้นที่ (ไร่)	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์	รวมลุ่มน้ำปิง
ข้าว	140,336.73	69,138.11	57,756.30	907,135.75	1,699,713.24	2,874,080.13
อ้อย	186,211.05	70,444.37	175,949.20	23,088.65	183,699.82	639,393.09
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	-	-	6,560.60	370,007.69	408,327.10	784,895.39
มันสำปะหลัง	-	353.12	139,884.18	790,911.14	265,055.10	1,196,203.54

ตารางที่ 3-9 ข้อมูลความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง

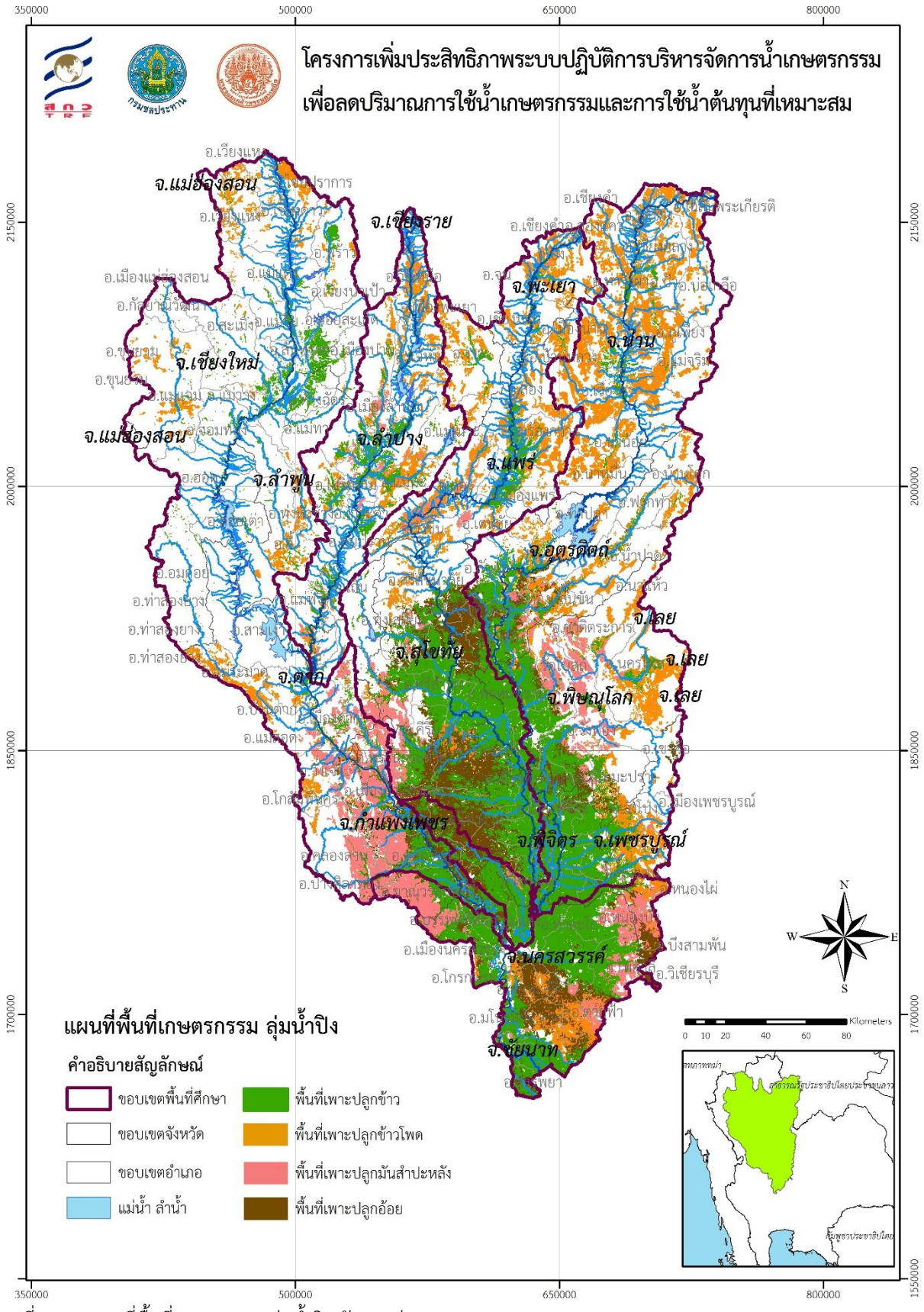
พื้นที่ (ไร่)	ความเหมาะสม	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
ข้าว	เหมาะสมมาก, S1	426,284.94	130,630.69	23,528.99	475,617.56	466,482.42
	เหมาะสมปานกลาง, S2	153,097.71	101,190.47	41,289.47	1,207,721.20	2,086,756.66
อ้อย	เหมาะสมมาก, S1	98,534.09	37,609.60	7,779.41	538,520.18	88,728.52
	เหมาะสมปานกลาง, S2	976,308.18	559,858.40	525,573.47	1,560,672.91	1,524,895.98
ถั่วเหลือง	เหมาะสมมาก, S1	28,680.06	15,313.18	18,557.39	519,091.35	110,971.62

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) ข้อมูลความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง

พื้นที่ (ไร่)	ความเหมาะสม	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
	เหมาะสมปานกลาง, S2	356,597.71	120,691.48	43,539.14	810,956.31	768,150.10
ข้าวโพด	เหมาะสมมาก, S1	77,483.12	11,411.89	26,498.66	600,968.67	105,922.72
	เหมาะสมปานกลาง, S2	1,126,653.94	935,021.09	949,934.68	1,407,323.49	1,356,656.87
มันสำปะหลัง	เหมาะสมมาก, S1	60,738.66	24,651.19	53,501.94	775,866.96	607,079.35
	เหมาะสมปานกลาง, S2	1,007,970.59	560,706.03	661,700.52	1,097,334.85	763,873.87

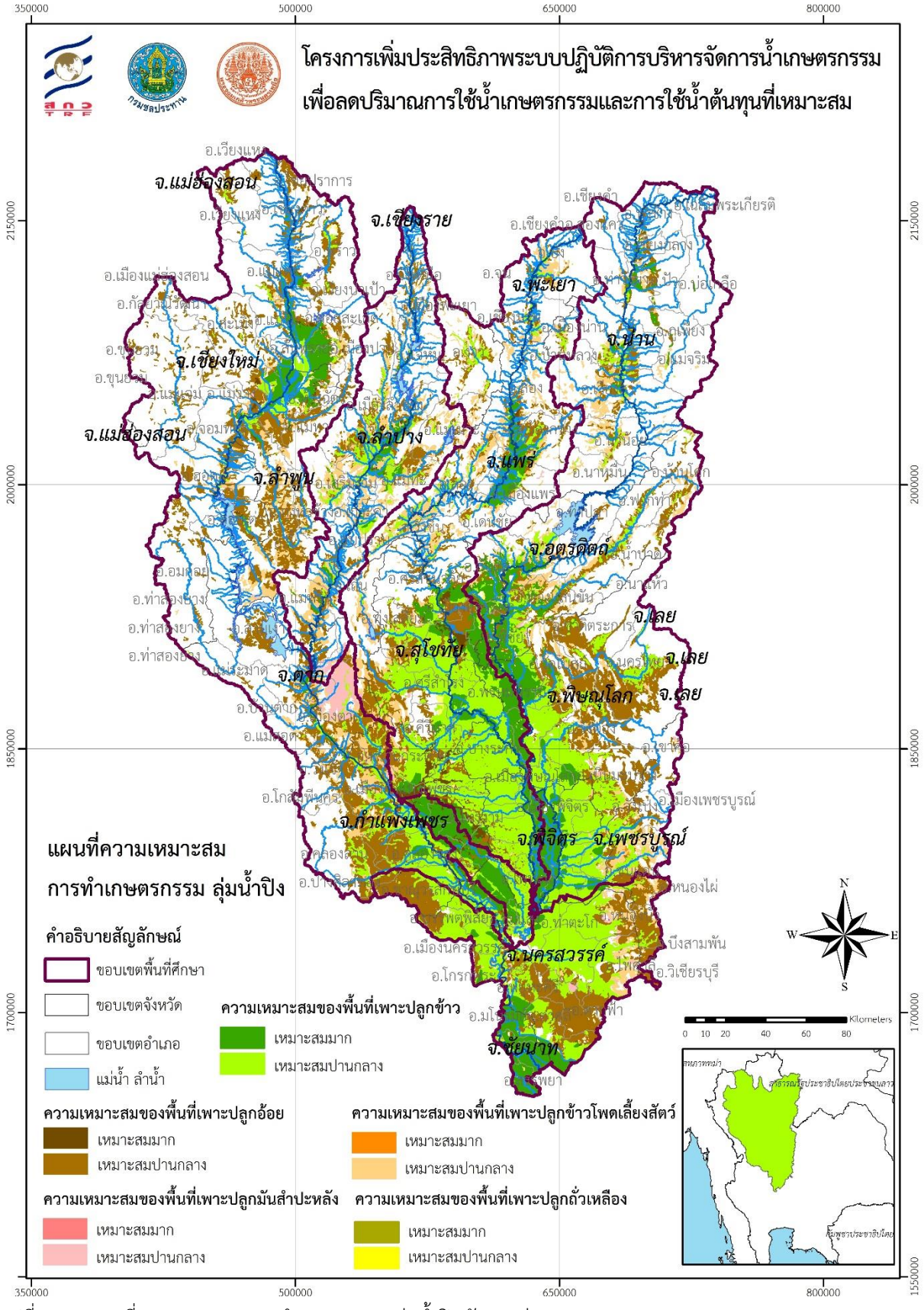
ตารางที่ 3-10 ศักยภาพน้ำใต้ดิน บ่อบาดาล ลุ่มน้ำปิง

ศักยภาพน้ำใต้ดิน, Yield (ลบ.ม. ต่อชั่วโมง) ปริมาณสารที่ละลายได้, TDS (มก.ต่อลิตร)		พื้นที่ศักยภาพ (ไร่)				
		จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
Yield <2	Tds <500	8,921,065.59	585,436.99	3,397,165.90	3,534,448.47	2,041,393.47
	Tds 500-1,500	2,755.55	6,812.32	59,357.97	64,972.72	737,494.02
Yield <5	Tds >1,500	-	-	2,836.55	730.90	409,619.98
Yield 2-10	Tds <500	1,304,133.65	1,400,763.31	62,888.47	692,552.00	563,575.94
	Tds 500-1,500	492,706.14	494,153.09	820,396.99	16,867.58	64,158.07
Yield 5-10	Tds >1,500	-	-	35,478.17	-	66,238.05
Yield 10-20	Tds <500	259,770.58	76,190.05	9,182.40	202,147.48	379,319.55
	Tds 500-1,500	299,776.28	-	22,316.87	1,915.36	67,921.03
	Tds >1,500	-	476.17	-	-	79,963.35
Yield >20	Tds <500	347,225.16	228,361.02	48,540.82	496,227.60	127,528.55
	Tds 500-1,500	5,782.97	3,551.07	17,063.94	448.71	42,653.02
	Tds >1,500	-	-	-	-	72,137.12
จำนวนบ่อบาดาล (บ่อ)		3,248	2,612	829	2,619	196



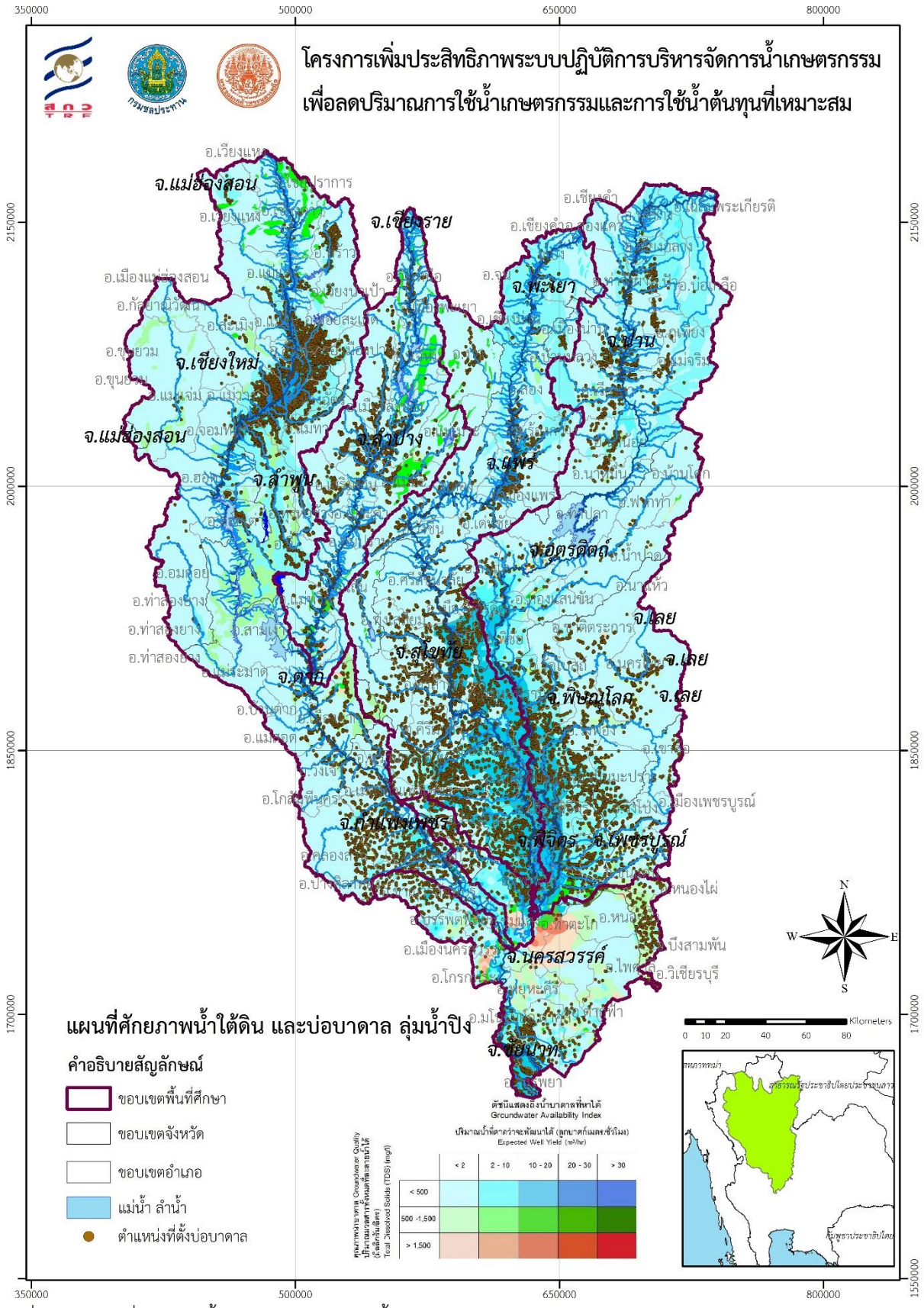
รูปที่ 3-42 แผนที่พื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน

ที่มา สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ปี พ.ศ. 2562



รูปที่ 3-43 แผนที่ความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2560



รูปที่ 3-44 แผนที่ศักยภาพน้ำใต้ดิน บ่อบาดาล ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน

ที่มา กรมทรัพยากรธรณี ปี พ.ศ. 2560

3.11 ผลการจัดทำข้อมูลและแผนที่อาคารชลศาสตร์ ระบบระบายน้ำและกระจายน้ำ

ข้อมูลแผนที่อาคารชลศาสตร์ ระบบระบายน้ำและกระจายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง แสดงดังรูปที่ 3-31 และสรุปข้อมูลบัญชีอาคารชลศาสตร์ในตารางที่ 3-10 โดยโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีคลองส่งน้ำสายหลัก MC ที่รับน้ำจากแม่น้ำปิง ผ่าน ทรบ.ท่อทองแดง มีความยาวรวม 79.83 กม. เป็นคลองดาดคอนกรีต 27.19 กม. และเป็นคลองดิน 52.637 กม. โดยมีอาคาร ทรบ. ปากคลอง 1 จุด เป็นอาคารรับน้ำเข้าโครงการ ขนาด 2.00 x 2.40 เมตร จำนวน 4 ช่อง สามารถรับน้ำเข้าโครงการที่อัตราสูงสุด 70 ลบ.ม. ต่อวินาที และมีอัตราการรับน้ำเพื่อการบริหารจัดการอยู่ที่ 45 ลบ.ม. ต่อวินาที

อาคาร ทรบ.ปากคลองส่งน้ำสายหลักท่อทองแดง (Main Canal, MC) ทำหน้าที่ในการกระจายน้ำให้ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา 3 ฝ่าย โดยมีคลองส่งสายหลัก MC ท่อทองแดง จำนวน 1 สาย ทำหน้าที่ในการส่งน้ำให้ฝ่ายส่งน้ำที่ 3 และ มี ทรบ. อำนันอำ จำนวน 4 บาน ทำหน้าที่ในการทดน้ำให้กับคลองส่งน้ำสายรองให้ฝ่ายส่งน้ำที่ 1 และ 2 เรียกว่าคลอง 1L-MC และ 2L-MC ตามลำดับ โดยคลอง 1L-MC ที่กระจายน้ำเข้าฝ่ายส่งน้ำที่ 1 มีความยาวทั้งสิ้น 36.601 กม. มีลักษณะเป็นคลองดินและมีอาคารบังคับน้ำกลางคลองจำนวน 9 จุด ส่วนฝ่ายส่งน้ำที่ 2 รับน้ำเข้าพื้นที่โดยคลอง 2L-MC มีความยาว 37.5 กม. เป็นคลองดาดคอนกรีต 2.6 กม. และเป็นคลองดิน 34.9 กม. มีอาคารบังคับน้ำกลางคลองจำนวน 21 จุด โดยลักษณะคลองส่งน้ำส่วนใหญ่ของ คบ.ท่อทองแดงเป็นคลองธรรมชาติ ซึ่งเกษตรกรใช้ระบบการสูบน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม และใช้ระบบเครื่องจักรกลในการควบคุมบานประตูระบายน้ำ สรุปข้อมูลคลองและอาคารชลศาสตร์จำนวน 207 จุดในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในตารางที่ 3-10 และ 3-11 ตามลำดับ

ตารางที่ 3-11 ข้อมูลคลองส่งน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ลำดับที่	ชื่อคลอง	ความยาว กม.	ดาดคอนกรีต	คลองดิน
1	คลอง MC	79 + 830 กม.	27 + 190 กม.	52 + 637 กม.
2	คลอง 1L-MC	36 + 601 กม.		36 + 601 กม.
3	คลอง 2L-MC	37 + 500 กม.	2 + 600 กม.	34 + 900 กม.
4	คลอง 3L-MC	26 + 200 กม.		26 + 200 กม.
5	คลอง 1R-MC	13 + 155 กม.		13 + 155 กม.
6	คลอง 2R-MC	4 + 270 กม.	4 + 200 กม.	0 + 070 กม.
7	คลอง 3R-MC	46 + 910 กม.		46 + 910 กม.
8	คลอง 1L-1L-MC	16 + 000 กม.		16 + 000 กม.
9	คลอง 1R-2L-MC	43 + 000 กม.	1 + 390 กม.	41 + 602 กม.
10	คลอง 2L-1L-MC	14 + 000 กม.		14 + 000 กม.
11	คลอง 1L-2R-MC	5 + 820 กม.	0 + 200 กม.	5 + 620 กม.
12	คลอง 1R-1L-2L-MC	9 + 000 กม.	2 + 790 กม.	6 + 210 กม.
13	คลอง 1L-1R-2L-MC	43 + 000 กม.		43 + 000 กม.
14	คลอง 1R-1R-2L-MC	4 + 030 กม.	1 + 730 กม.	2 + 300 กม.
15	คลอง 2R-1R-2L-MC	20 + 138 กม.		20 + 138 กม.
16	คลอง 1R-1R-1R-2L-MC	11 + 750 กม.	0 + 100 กม.	11 + 650 กม.
17	คลอง 1R-1L-1R-2L-1R-MC	7 + 890 กม.		7 + 890 กม.
18	คลองปลายนา	4 + 000 กม.		4 + 000 กม.
19	คลองสารบบ	42 + 021 กม.		42 + 021 กม.
20	คลองสามพวง	42 + 652 กม.		42 + 652 กม.
21	คลองกว้าง	10 + 000 กม.		10 + 000 กม.

ตารางที่ 3-11 (ต่อ) ข้อมูลคลองส่งน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ลำดับที่	ชื่อคลอง	ความยาว กม.	ดาดคอนกรีต	คลองดิน
22	คลองหร่ายหมาตาย	2 + 500 กม.		2 + 500 กม.
23	คลองนาป่าแดง – คลองมะดัน	14 + 000 กม.		14 + 000 กม.
24	คลองตุรี	18 + 000 กม.		18 + 000 กม.
25	คลองท้องแม่น้ำ	25 + 000 กม.		25 000 กม.

3.12 ผลการจัดทำข้อมูลกลุ่มผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

การจัดทำข้อมูลกลุ่มผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงแบ่งกลุ่มผู้ใช้น้ำตามขอบเขตการใช้น้ำของหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษาที่มีการใช้น้ำจากคลองส่งน้ำเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 3-32 และสรุปข้อมูลกลุ่มผู้ใช้น้ำในตารางที่ 3-12 โดยสามารถจำแนกกลุ่มผู้ใช้น้ำได้ 20 กลุ่ม แบ่งเป็น ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 จำนวน 7 กลุ่ม ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 จำนวน 7 กลุ่ม และฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 จำนวน 6 กลุ่ม โดยจากข้อมูลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรสำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชรในช่วงนาปี 2561 พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีรวม 192,830.14 ไร่ เป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวในฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 จำนวน 60,672.79 ไร่ ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 จำนวน 63,538.56 ไร่ และฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 จำนวน 68,618.80 ไร่

ตารางที่ 3-12 ข้อมูลบัญชีอาคารชลศาสตร์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2		
	คลอง MC		50	8+988	ท่อลอดถนน 1 ช่อง		**คลอง 1R-2L-MC**		154	8+725	ท่อลอดถนนดำ 2 ช่อง
1	0+115	ทรบ. กม.0+115	51	9+703	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	102	0+240	ทรบ.4 ช่อง	155	15+113	ฝาย คศล.
	คลอง 1L-MC		52	10+231	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	103	2+267	ทรบ.4 ช่อง	156	17+395	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง
2	0+000	ทรบ.ปากคลอง	53	11+696	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	104	4+218	ทรบ.4 ช่อง	157	17+810	ท่อลอดถนน 2 ช่อง
3	0+344	ทรบ.กลางคลอง	54	12+485	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	105	5+074	สะพาน คศล.	158	18+295	ทรบ.เกศกาสร 3 ช่อง
4	3+820	ท่อลอดถนนกลางคลอง	55	13+036	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	106	5+536	ทรบ.4 ช่อง	159	18+812	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง
5	4+720	ทรบ.กลางคลอง	56	13+837	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	107	6+010	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	160	19+532	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง
6	6+020	ท่อลอดถนนกลางคลอง	57	15+108	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	108	6+269	ท่อลอดถนนดำ 3 ช่อง	161	20+402	ท่อลอดถนน 2 ช่อง
7	7+240	ท่อลอดถนนกลางคลอง	58	15+595	ทรบ. 2 ช่อง	109	6+945	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	162	22+558	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง
8	20+386	ทรบ.กลางคลอง	59	17+970	ทรบ. 2 ช่อง	110	7+198	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	163	24+351	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง
9	23+963	ทรบ.กลางคลอง	60	18+740	ท่อลอดถนน. 2 ช่อง	111	7+417	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	164	25+090	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง
10	29+600	ท่อลอดถนนกลางคลอง	61	22+375	ท่อลอดถนน. 2 ช่อง	112	7+654	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	165	25+903	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง
	คลอง 2L-MC		62	22+600	ทรบ. 2 ช่อง	113	7+932	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	**ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3**		
11	0+000	ทรบ.ปากคลอง	63	32+755	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	114	8+988	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	166	5+870	ทรบ.กลางคลอง
12	0+473	ทรบ.กลางคลอง	64	36+003	ทรบ. 2 ช่อง	115	9+703	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	167	8+135	ท่อลอดถนน
13	2+005	ทรบ.กลางคลอง	65	41+816	ทรบ. 2 ช่อง	116	10+231	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	168	11+252	ท่อลอดถนน
14	2+762	ทรบ.กลางคลอง	66	42+100	ทรบ. 2 ช่อง	117	11+696	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	169	12+460	ท่อลอดถนน
15	4+938	ทรบ.กลางคลอง	67	44+850	ทรบ. 2 ช่อง	118	12+485	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	170	13+358	ท่อลอดถนน
16	7+389	ทรบ.กลางคลอง	68	46+700	ทรบ. 2 ช่อง	119	13+036	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	171	14+795	ท่อลอดถนน
17	8+396	ทรบ.กลางคลอง	**คลอง 1L-1R-2L-MC (คลองลำแม่พาย)**			120	13+837	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	172	15+410	ท่อลอดถนน
18	11+450	ทรบ.กลางคลอง	69	0+240	ทรบ.4 ช่อง	121	15+108	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	173	16+440	ทรบ.กลางคลอง
19	12+574	ทรบ.กลางคลอง	70	2+267	ทรบ.4 ช่อง	122	15+595	ทรบ. 2 ช่อง	174	16+930	ท่อลอดถนน
20	15+546	ทรบ.กลางคลอง	71	4+218	ทรบ.4 ช่อง	123	17+970	ทรบ. 2 ช่อง	175	18+980	ท่อลอดถนน
21	16+988	ทรบ.กลางคลอง	72	5+074	สะพาน คศล.	124	18+740	ท่อลอดถนน. 2 ช่อง	176	21+940	ทรบ.กลางคลอง
22	18+059	ทรบ.กลางคลอง	**คลอง 2R-1R-2L-MC (คลองแม่ฝายสายล่าง)**			125	22+375	ท่อลอดถนน. 2 ช่อง	177	22+885	ท่อลอดถนน

ตารางที่ 3-12 (ต่อ) ข้อมูลบัญชีอาคารชลศาสตร์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2		
23	20+480	ทรบ.กลางคลอง	73	0+000	ทรบ.2 ช่อง	126	22+600	ทรบ. 2 ช่อง	178	23+730	ท่อลอดถนน
24	21+550	ทรบ.กลางคลอง	74	1+555	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	127	32+755	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	179	24+940	ท่อลอดถนน
25	22+690	ทรบ.กลางคลอง	75	13+178	ท่อลอดเหลี่ยม 3 ช่อง	128	36+003	ทรบ. 2 ช่อง	180	26+110	ท่อลอดถนน
26	24+861	ท่อลอดถนนกลางคลอง		**คลอง 1R-1R-2L-MC (จันทิมา-บึงช้าง)**		129	41+816	ทรบ. 2 ช่อง	181	26+604	ท่อลอดถนน
27	26+021	ทรบ.กลางคลอง	76	0+000	ทรบ.3 ช่อง	130	42+100	ทรบ. 2 ช่อง	182	27+222	ท่อลอดถนน
28	28+200	ทรบ.กลางคลอง	77	1+638	ท่อลอดเหลี่ยม 1 ช่อง	131	44+850	ทรบ. 2 ช่อง	183	28+140	ท่อลอดถนน
29	28+670	ทรบ.กลางคลอง	78	1+680	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	132	46+700	ทรบ. 2 ช่อง	184	29+136	ท่อลอดถนน
30	24+357	ทรบ.กลางคลอง		**คลอง 1R-1R-1R-2L-MC (แม่ฝาย-บึงช้าง)**			**คลอง 1L-1R-2L-MC (คลองลำแม่พาย)**		185	29+444	ท่อลอดถนน
31	35+900	ทรบ.กลางคลอง	79	0+000	ทรบ.3 ช่อง	133	0+240	ทรบ.4 ช่อง	186	30+702	ท่อลอดถนน
	คลองสามพวง		80	1+475	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	134	2+267	ทรบ.4 ช่อง	187	37+095	ท่อกลางคลอง
32	18+450	ทรบ.กลางคลองสามพวง	81	1+972	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	135	4+218	ทรบ.4 ช่อง	188	41+555	ท่อกลางคลอง
33	42+510	ทรบ.ปลายคลองสามพวง	82	2+075	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	136	5+074	สะพาน คสล.	189	42+630	ท่อลอดถนน
	คลองสารบบ		83	3+387	ทรบ.2 ช่อง		**คลอง 2R-1R-2L-MC (คลองแม่ฝายสายล่าง)**		190	43+635	ทรบ.กลางคลอง
34	13+620	ทรบ.กลางคลองสารบบ	84	4+512	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	137	0+000	ทรบ.2 ช่อง	191	43+785	ท่อลอดถนน
35	29+276	ทรบ.กลางคลองสารบบ	85	5+795	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	138	1+555	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	192	44+593	ท่อลอดถนน
	คลองพระร่วง			**คลอง 3L-MC (มาบไทร)**		139	13+178	ท่อลอดเหลี่ยม 3 ช่อง	193	45+184	ท่อลอดถนน
36		ทรบ.นาป่าแดง	86	0+000	ทรบ.1 ช่อง		**คลอง 1R-1R-2L-MC (จันทิมา-บึงช้าง)**		194	46+026	ท่อลอดถนน
	คลองน้ำหัก		87	1+458	ท่อลอดเหลี่ยม 1 ช่อง	140	0+000	ทรบ.3 ช่อง	195	47+500	ทรบ.กลางคลอง
37		ทรบ.ปากคลองน้ำหัก	88	5+145	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง	141	1+638	ท่อลอดเหลี่ยม 1 ช่อง	196	52+218	ทรบ.กลางคลอง
ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2			89	7+220	ทรบ.ตาปรก 1 ช่อง	142	1+680	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	197	55+670	ทรบ.กลางคลอง
	คลอง 1R-2L-MC		90	8+725	ท่อลอดถนนดำ 2 ช่อง		**คลอง 1R-1R-1R-2L-MC (แม่ฝาย-บึงช้าง)**		198	59+555	ทรบ.กลางคลอง
38	0+240	ทรบ.4 ช่อง	91	15+113	ฝาย คศล.	143	0+000	ทรบ.3 ช่อง	199	63+535	ทรบ.กลางคลอง
39	2+267	ทรบ.4 ช่อง	92	17+395	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง	144	1+475	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	200	69+660	ทรบ.กลางคลอง
40	4+218	ทรบ.4 ช่อง	93	17+810	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	145	1+972	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	201	72+795	ทรบ.กลางคลอง
41	5+074	สะพาน คสล.	94	18+295	ทรบ.เกศกาสร 3 ช่อง	146	2+075	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	202	73+610	ทรบ.กลางคลอง

ตารางที่ 3-12 (ต่อ) ข้อมูลบัญชีอาคารชลศาสตร์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2			ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2		
42	5+536	ทรบ.4 ช่อง	95	18+812	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง	147	3+387	ทรบ.2 ช่อง	203	74+075	ท่อลอดถนน
43	6+010	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	96	19+532	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง	148	4+512	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	204	76+555	ทรบ.กลางคลอง
44	6+269	ท่อลอดถนนดำ 3 ช่อง	97	20+402	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	149	5+795	ท่อลอดถนน 1 ช่อง	205	78+365	ทรบ.กลางคลอง
45	6+945	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	98	22+558	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง		**คลอง 3L-MC (มาบไทร)**		206	80+190	ท่อลอดถนน
46	7+198	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	99	24+351	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง	150	0+000	ทรบ.1 ช่อง	207	80+533	ท่อลอดถนนx
47	7+417	ท่อลอดถนน 3 ช่อง	101	25+090	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง	151	1+458	ท่อลอดเหลี่ยม 1 ช่อง			
48	7+654	ท่อลอดถนน 2 ช่อง	102	25+903	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง	152	5+145	ท่อลอดเหลี่ยม 2 ช่อง			
49	7+932	ท่อลอดถนน 1 ช่อง				153	7+220	ทรบ.ตาปรก 1 ช่อง			

ตารางที่ 3-13 กลุ่มผู้ใช้น้ำและพื้นที่เกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ฝ่ายส่งน้ำ	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวปี 2561 (ไร่)	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	MC ห้วยใหญ่ ตอน 1	3	6,344.01	4, 10, 14	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				11	เทพนคร	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				2	จันทิมา	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				6	นาบ่อคำ	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				1,6,7,10,13,14	นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				11	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1,2,4,5,6,7,8,10,11,12	สระแก้ว	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
2	MC ห้วยใหญ่ ตอน 2	3	8,859.42	8	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				11	เทพนคร	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				1	คุยบ้านโอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				10	นาบ่อคำ	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,14,15,16	นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				7,8,10	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				4	ลานดอกไม้	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				8	หนองทอง	ไทรงาม	กำแพงเพชร
3	MC ห้วยใหญ่ ตอน 3	3	17,953.68	8,18	เขาคีริส	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				3,4	โนนพลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				7,9,10	ไทรงาม	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				3	จันทิมา	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				2,7	ช่องลม	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				10,14	นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				1,2,3,5,6,7,10,11	ประชาสุขสันต์	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				5,6,7,10,11,12	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				3	วังโมกข์	วชิรบารมี	พิจิตร
				3,8	หนองไม้กอง	ไทรงาม	กำแพงเพชร

ตารางที่ 3-13 (ต่อ) กลุ่มผู้ใช้น้ำและพื้นที่เกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ฝ่ายส่งน้ำ	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวปี 2561 (ไร่)	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
				7	หนองคล้า	ไทรงาม	กำแพงเพชร
4	3R-MC ห้วยน้อย ตอน 1	3	12,470.04	1,2,10	ไทรงาม	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				10	นครชุม	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				5	พานทอง	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1,3,4,7	หนองคล้า	ไทรงาม	กำแพงเพชร
5	3R-MC ห้วยน้อย ตอน 2	3	21,040.26	10	ในเมือง	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,6,8,9	ไทรงาม	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				4	ช่องลม	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				11	บึงบัว	วชิรบารมี	พิจิตร
				1,2,3,4,5,7,8,9,10,11	ประชาสุขสันต์	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				3	หนองแม่แตง	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5,6,8,9,10	หนองไม้กอง	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1	หนองคล้า	ไทรงาม	กำแพงเพชร
6	3L-MC มาบไทร	2	21,356.50	16	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5,6,7,8	โนนพลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				1,2	จันทิมา	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				1.2.3.4.5.6.7.8	ช่องลม	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				1	บึงทับแรต	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				2,3,6,10,11	ประชาสุขสันต์	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				3	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1,2,3,5,6,7,8	ลานกระบือ	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				3	วังโมกข์	วชิรบารมี	พิจิตร
7	1L-MC, 2L-MC ตอน 1	1	8,946.09	12	เทพนคร	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				10	ในเมือง	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร

ตารางที่ 3-13 (ต่อ) กลุ่มผู้ใช้น้ำและพื้นที่เกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ฝ่ายส่งน้ำ	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวปี 2561 (ไร่)	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
				2	จันทิมา	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				12	นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				6,7,10,12	สระแก้ว	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				9.10	หนองปลิง	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
8	1L-1L-MC คลองดงขวัญ	1	7,186.89	4,5,6,17	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				4,7,8,13	ถ้ำกระต่ายทอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				6,10	สระแก้ว	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				10	หนองปลิง	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				5	หนองหัววัว	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
9	2L-1L-MC คลองพระร่วง	1	14,589.26	1	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,6	คุยบ้านโอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,5,7,10,13	ถ้ำกระต่ายทอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,8	บ้านน้ำพุ	คีรีมาศ	สุโขทัย
				6	วังควง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,4,7,9	วังตะแบก	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				4	ศรีคีรีมาศ	คีรีมาศ	สุโขทัย
				1,6	หนองหัววัว	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5	ห้วยยั้ง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
10	2L-MC ตอน 2	1	28,972.97	1,2,4,5,6,7,9,13,17	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				5,7,10	คลองพิไกร	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5,6,7,8	คุยบ้านโอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,4,5,7,8,13	ถ้ำกระต่ายทอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				13	พรานกระต่าย	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				3,4	วังควง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,3,5,6,7,8,9,10	วังตะแบก	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร

ตารางที่ 3-13 (ต่อ) กลุ่มผู้ใช้น้ำและพื้นที่เกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

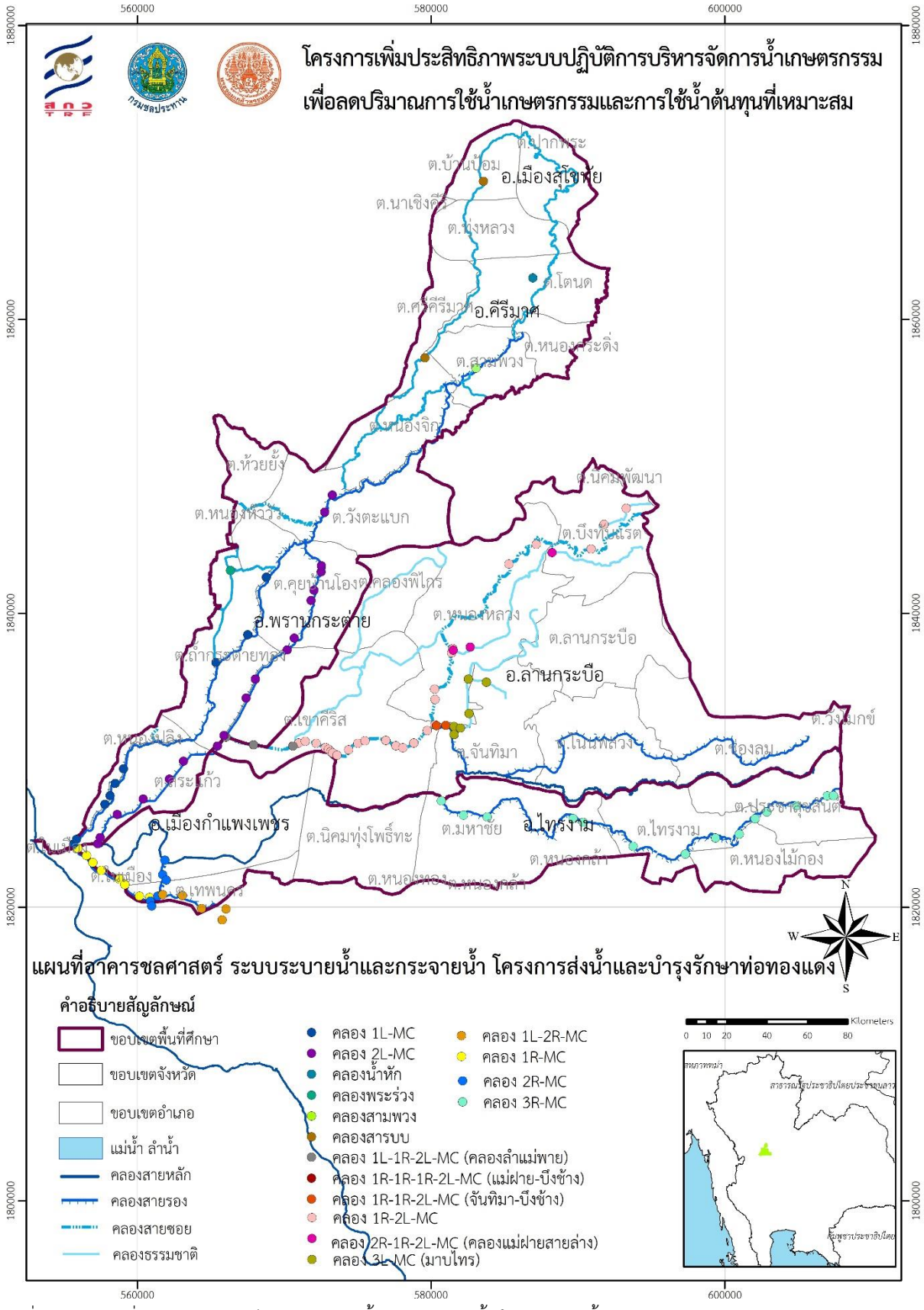
ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ฝ่ายส่งน้ำ	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวปี 2561 (ไร่)	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
				6,10,12	สระแก้ว	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				6,11	หนองจิก	คีรีมาศ	สุโขทัย
				10	หนองปลิง	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				2	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				1,3,4	ห้วยยั้ง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
11	1R-2L-MC ลำแม่ฝายสายบน ตอน 1	2	10,049.70	3,10,12,14,16,18	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				4,8	คุยบ้านโอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				3	จันทิมา	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				13	ถ้ำกระต่ายทอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				10	นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				8	พรานกระต่าย	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				4,10	สระแก้ว	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				2,3,9	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
12	1R-2L-MC ลำแม่ฝายสายบน ตอน 2	2	8,932.06	5	ทุ่งยางเมือง	คีรีมาศ	สุโขทัย
				2,3,4,5,6,7,8	บึงทับแรต	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				1,3,4,5,6,7,8,10,11,14	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
13	2R-1R-2L-MC ลำแม่ฝายสายล่าง	2	6,557.58	12	นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				1,2,5,7,8	บึงทับแรต	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				10	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				2,4,7,11	ลานกระบือ	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				10	หนองทอง	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1,3,5,6,7,8,9,12,13	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
14	3R-1R-2L-MC ลำแม่ฝายบึงช้าง	2	4,536.46	16	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				7	โนนพลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				1,3,4,5,6,7,8	จันทิมา	ลานกระบือ	กำแพงเพชร

ตารางที่ 3-13 (ต่อ) กลุ่มผู้ใช้น้ำและพื้นที่เกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

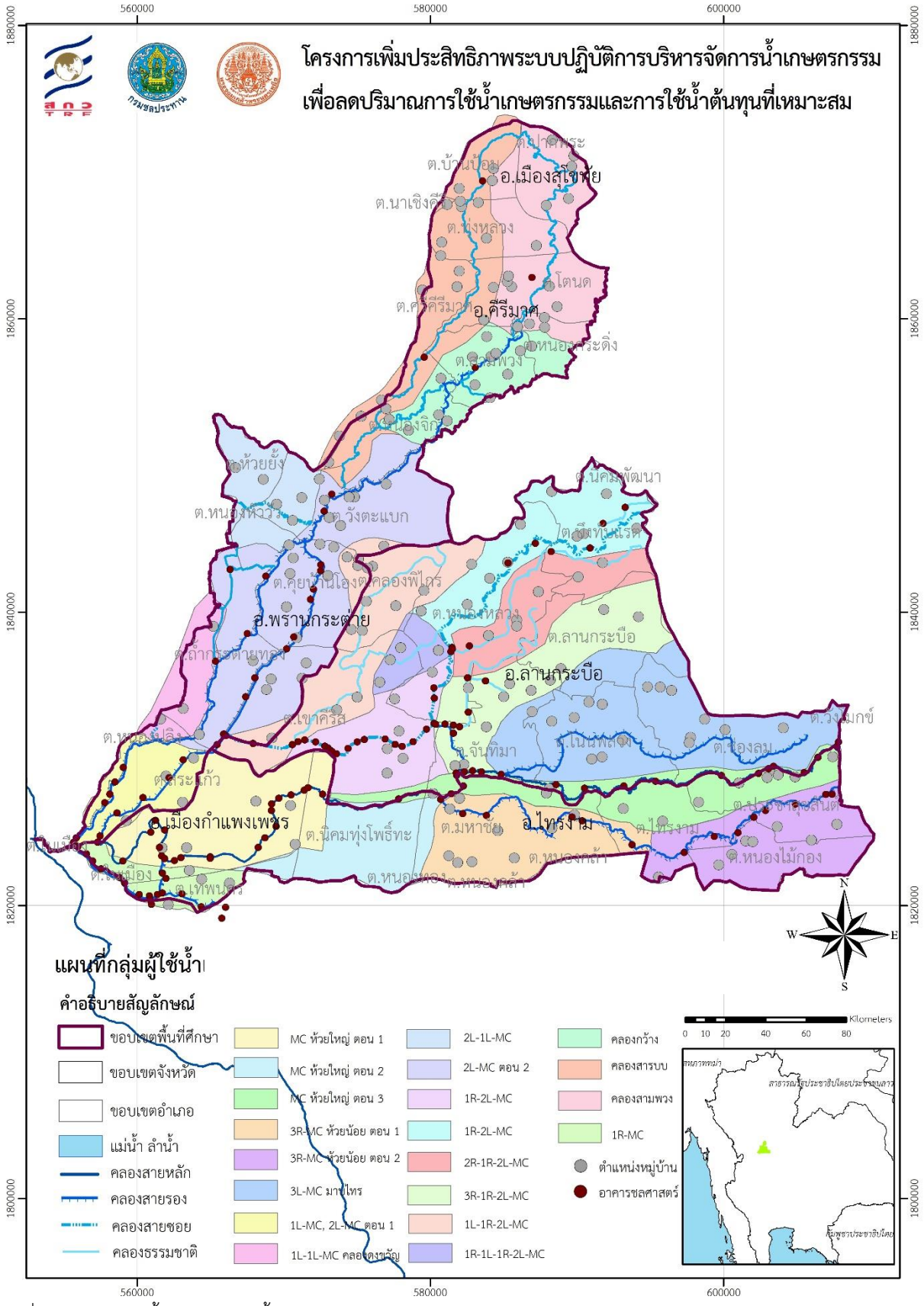
ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ฝ่ายส่งน้ำ	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวปี 2561 (ไร่)	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
				1	บึงทับแรต	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				10	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	ลานกระบือ	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				3	ลานดอกไม้	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				10	หนองปลิง	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				2,5,9	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
15	1L-1R-2L-MC ลำแม่พาย	2	9,003.71	1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14,15	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	คลองพิไกร	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				2,3,4	คุยบ้านโอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				2	ช่องลม	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				7,8	ถ้ำกระต่ายทอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				1	ท่าไม้	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				2,6,11	พรานกระต่าย	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				5	วังควง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				8	วังตะแบก	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				4	สระแก้ว	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				2,4,11,12,14	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
16	1R-1L-1R-2L-MC ลำแม่พาย	2	3,102.55	9,12,15	เขาคีริส	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				4,8	คุยบ้านโอง	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร
				3	จันทิมา	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				2,3	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
17	คลองกว้าง	1	73.00	1	ลานกระบือ	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				2	สามพวง	คีรีมาศ	สุโขทัย
				6	มหาชัย	ไทรงาม	กำแพงเพชร
18	คลองสารบบ	1	886.50	7	วังตะแบก	พรานกระต่าย	กำแพงเพชร

ตารางที่ 3-13 (ต่อ) กลุ่มผู้ใช้น้ำและพื้นที่เกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ลำดับ	ชื่อกลุ่ม	ฝ่ายส่งน้ำ	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวปี 2561 (ไร่)	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
				5,9	ศรีคีรีมาศ	คีรีมาศ	สุโขทัย
				4,7,11	หนองจิก	คีรีมาศ	สุโขทัย
19	คลองสามพวง	1	18.08	8	หนองหลวง	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
				11	ลานกระบือ	ลานกระบือ	กำแพงเพชร
20	1R-MC	3	1,951.39	1,4,5,6,7,9,12,19	เทพนคร	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				10	ในเมือง	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				11	ไตรตรึงษ์	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				6	ไทรงาม	ไทรงาม	กำแพงเพชร
				10	นครชุม	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				15	นาบ่อคำ	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
				1,6,7,8,10,12	สระแก้ว	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร
	รวม		**192,830.14**				



รูปที่ 3-45 แผนที่อาคารชลศาสตร์ ระบบระบายน้ำและกระจายน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง
ที่มา กรมชลประทาน ปี พ.ศ. 2562



รูปที่ 3-46 กลุ่มผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง
ที่มา กรมชลประทาน ปี พ.ศ. 2562

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ปัญหาและรูปแบบการบริหารจัดการน้ำ

ผลการวิเคราะห์ปัญหาและรูปแบบการบริหารจัดการน้ำเป็นการสังเคราะห์ผลที่ได้จากการประชุมรับฟังความเห็นของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่านต่อรูปแบบการใช้น้ำ วิถีชีวิตการทำเกษตรกรรม รวมถึงปัญหาในการใช้น้ำในพื้นที่โครงการชลประทาน ซึ่งทางโครงการวิจัยฯ ได้ลงพื้นที่ภาคสนามในการจัดประชุม เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการชลประทาน ทีมวิจัย และเกษตรกร เพื่อสร้างความเข้าใจ และเป็นการนำปัญหามาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและต่อยอดการทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงและมีความเหมาะสมในทางปฏิบัติงาน รวมถึงการจัดดทำแผนและข้อเสนอแนะในการใช้เทคโนโลยีร่วมกับการพัฒนาระบบชลประทานและพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อบรรเทาปัญหาการใช้น้ำในภาคเกษตรกรรมทั้งปัญหาน้ำท่วมและปัญหาการขาดแคลนน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าในปัจจุบัน

4.1 สรุปผลการจัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ใช้น้ำและเกษตรกรในพื้นที่ชลประทาน

โครงการวิจัยได้ดำเนินการจัดประชุมลงพื้นที่ภาคสนามเพื่อรับฟังความเห็นและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้กับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานชลประทานรวมทั้งหมด 16 ครั้ง รวมจำนวนผู้เข้าร่วมประชุม 1,443 ท่าน โดยในวันที่ 19 มิ.ย. 2562 โดยการจัดประชุมครั้งที่ 1 เป็นการจัดประชุมเปิดโครงการ เพื่อประชาสัมพันธ์โครงการ และชี้แจงความเป็นมา กรอบงานวิจัย แนวทาง เป้าหมาย และผลผลิตของงานวิจัยให้กับเจ้าหน้าที่ชลประทานและเกษตรกรในพื้นที่ต้นแบบโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงซึ่งเป็นผู้ใช้งานและเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรง โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวน 103 คนครอบคลุมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่าน ตั้งแต่ท้ายเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์จนถึงเขื่อนเจ้าพระยา โดยมีเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการจา ก เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เจ้าหน้าที่ชลประทานจากสำนักชลประทานที่ 3 4 และ 12 และเจ้าหน้าที่จากโครงการชลประทานจังหวัด โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ซึ่งได้รับความร่วมมืออย่างดีจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง จากการตอบรับและการแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์โดยมีความสนใจต่อเทคโนโลยีและเครื่องมือการบริหารจัดการน้ำที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัย และได้รับข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนางานวิจัยต่อยอดในพื้นที่นำร่อง โดยสรุปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในด้านปริมาณน้ำต้นทุนได้ว่า การบริหารจัดการน้ำที่มีความเหมาะสม โดยลดปริมาณการใช้น้ำต้นทุนเพื่อสำรองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ เป็นการลดความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ และควรมีการบริหารจัดการลำน้ำที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำและการระบายน้ำ และการกักเก็บน้ำในเขื่อนแม่ปิงตอนล่าง ส่วนด้านปริมาณการใช้น้ำสรุปได้ว่า การจัดสรรน้ำให้แก่เกษตรกรอย่างเสมอภาคและมีความเท่าเทียมกันในช่วงภาวะการขาดแคลนน้ำ โดยอยู่ในช่วงเวลาที่ได้รับผลกระทบน้อย รวมถึงการส่งน้ำที่มีความสอดคล้องกับแผนการบริหารจัดการและการปฏิบัติงานจริง

การจัดประชุมครั้งที่ 2 ถึง 15 เป็นการดำเนินการประชุมเจาะกลุ่มพื้นที่ในแต่ละโครงการชลประทานจังหวัด และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา การรับฟังปัญหาด้านการใช้น้ำจากเกษตรกร ปัญหาการบริหารจัดการน้ำจากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ การลงสนามสำรวจพื้นที่ปัญหา การเก็บข้อมูลการใช้น้ำในพื้นที่ได้รับผลกระทบต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แสดงความเห็นต่อที่ประชุมระหว่างการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และใช้แบบสอบถามในการสำรวจรูปแบบการทำเกษตรกรรม และปัญหาการใช้น้ำ โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นเกษตรกรผู้ใช้น้ำในพื้นที่ เจ้าหน้าที่จัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน และหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ทำหน้าที่ในการวางแผนและปฏิบัติการส่งน้ำตามเป้าหมายที่ได้รับจากแผนของกรมชลประทาน โดยช่วงเวลาของการจัดประชุมและสรุปจำนวนผู้เข้าร่วมประชุมในตารางที่ 4-1 และแสดงบรรยากาศในการประชุมพร้อมคำบรรยายใต้ภาพดังรูปที่ 4-1 ถึง 4-16 โดยสรุปรายละเอียดของแบบสำรวจ มีดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไป เป็นการสอบถามข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร และการเป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ชื่อ-นามสกุล..... หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ.....

ที่ตั้งพื้นที่ทำการเกษตรกรรมอยู่ที่ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

❑ ไม่เป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน

❑ เป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่..... โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา.....

❑ ประเภทแบบนิติบุคคล
- ❑ สหกรณ์ผู้ใช้น้ำชลประทาน ชื่อ.....
- ❑ สมาคมผู้ใช้น้ำชลประทาน ชื่อ.....
- ❑ กลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำชลประทาน ชื่อ.....

❑ ประเภทแบบไม่เป็นนิติบุคคล
- ❑ กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน ชื่อ.....
- ❑ กลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน (กลุ่มพื้นฐาน) ชื่อ.....

<u>ส่วนที่ 2</u> การบริหารจัดการน้ำเพื่อเกษตรกรรม เป็นการสอบถามปัญหาการใช้น้ำในด้านต่างๆ แบ่งออกเป็น 9 ด้าน โดยสอบถามสาเหตุ และความต้องการในการแก้ไขปัญหาจากเกษตรกร โดยสามารถแสดงข้อคิดเห็นเสนอแนะอื่นๆ

ปัญหาและอุปสรรค	ไม่มีปัญหา	มีปัญหา	กระทบกี่ไร่	สาเหตุ	ความต้องการของท่านที่จะให้แก้ไขปัญหา
1. การกำหนดแผนการส่งน้ำประจำฤดูกาล	❑	❑			
2. การแบ่งรอบเวรการใช้น้ำ	❑	❑			
3. การขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	❑	❑			
4. การขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	❑	❑			
5. ช่วงเวลาในการรับน้ำ	❑	❑			
6. อาคารชลประทานชำรุดเสียหาย	❑	❑			
7. การรับน้ำของพื้นที่ปลายน้ำ	❑	❑			
8. การขาดแคลนน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค	❑	❑			
9. สภาพปัญหาอื่น ๆ คือ					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

ส่วนที่ 3 รูปแบบการทำเกษตรกรรม เป็นการสอบถามช่วงเวลาการทำเกษตรกรรมของเกษตรกรในการเตรียมแปลง เริ่มปลูกและเก็บเกี่ยว โดยแบ่งประเภทพืชตามพืชเศรษฐกิจหลักที่มีการเพาะปลูกมากในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อยโรงงาน และปะเภทอื่นๆ โดยแบ่งช่วงเวลาการเพาะปลูกออกเป็นนาปี และนาปรัง และได้สอบถามการใช้น้ำจากคลองหรือแผล่งน้ำในพื้นที่ ช่วงเวลา/รอบเวรการรับน้ำ และสารเคมีที่ใช้ในกาทำเกษตรกรรม

เดือนเมษายน – พฤศจิกายน (นาปี)

พืช	เนื้อที่ปลูก	ขั้นตอนการเพาะปลูก	เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ใช้น้ำจากคลอง/แหล่งน้ำ	ช่วงเวลารับน้ำ สัปดาห์ที่/	สารเคมีที่ใช้		
			สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่						ชนิด/ยี่ห้อ	ปริมาณ (ลิตร/	บริเวณที่ใช้
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
ข้าวพันธุ์		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
มัน สำปะหลัง		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
อ้อย โรงงาน		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
อื่น ๆ คือ		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				

เดือนตุลาคม – พฤษภาคม (นาปรัง)

พืช	เนื้อที่ปลูก (ไร่)	ขั้นตอนการเพาะปลูก	ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค				เม.ย.				พ.ค.				ใช้น้ำจากคลอง/แหล่งน้ำ	ช่วงเวลารับน้ำ สัปดาห์ที่/เดือน	สารเคมีที่ใช้		
			สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่						ชนิด/ยี่ห้อ	ปริมาณ (ลิตร/ไร่)	บริเวณที่ใช้
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
ข้าวพันธุ์		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
มัน สำปะหลัง		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
อ้อย โรงงาน		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				
อื่น ๆ คือ		เตรียมแปลง																																				
		เริ่มปลูก																																				
		เก็บเกี่ยว																																				

ตารางที่ 4-1 สรุปจำนวนผู้เข้าประชุมและช่วงเวลาการจัดประชุม

ลำดับ	โครงการชลประทาน	วันที่	สถานที่	จำนวนผู้เข้าร่วมประชุม (คน)
1	ประชุมเปิดโครงการ	19 มิ.ย. 2562	ไม้ใหญ่รีสอร์ท จ.กำแพงเพชร	103
2	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	20 มิ.ย. 2562	คบ.ท่อทองแดง จ.กำแพงเพชร	95
3	โครงการชลประทานกำแพงเพชร	21 มิ.ย. 2562	คบ.ท่อทองแดง จ.กำแพงเพชร	45
4	โครงการชลประทานพิษณุโลก	9 ก.ค. 2562	สำนักชลประทานที่ 3 จ.พิษณุโลก	102
5	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายม-น่าน	10 ก.ค. 2562	ศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงผู้ใหญ่กฐิน และอบต.ท่านางงาม จ.พิษณุโลก	99
6	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล	11 ก.ค. 2562	สำนักชลประทานที่ 3 จ.พิษณุโลก	100
7	โครงการชลประทานพิจิตร	18 ก.ค. 2562	ชป.พิจิตร จ.พิจิตร	44
8	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง -หนองขวัญ (พื้นที่วังยาง)	22 ก.ค. 2562	ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 จ.กำแพงเพชร	70
9	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง -หนองขวัญ (พื้นที่หนองขวัญ)	23 ก.ค. 2562	ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 จ.กำแพงเพชร	156
10	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว	26 ก.ค. 2562	คบ.วังบัว จ.กำแพงเพชร	123
11	โครงการชลประทานนครสวรรค์	30 ก.ค. 2562	ที่ว่าการอำเภอบรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	101
12	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว	31 ก.ค. 2562	คบ.ท่าบัว จ.พิจิตร	108
13	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี	1 ส.ค. 2562	ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้าจังหวัดพิจิตร จ.พิจิตร	94
14	โครงการชลประทานอุตรดิตถ์	5 ส.ค. 2562	ชลประทานอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์	47
15	โครงการชลประทานตาก	6 ส.ค. 2562	ชลประทานตาก จ.ตาก	81
16	โครงการชลประทานกำแพงเพชรครั้งที่ 2	7 ส.ค. 2562	ฝายท่ากระดาน จ.กำแพงเพชร	75
รวม				1,443

รูปที่ 4-1 บรรยากาศการจัดประชุมเปิดโครงการ วันที่ 19 มิถุนายน 2562

รูปที่ 4-2 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 20 มิถุนายน 2562

รูปที่ 4-3 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานพิษณุโลก วันที่ 9 กรกฎาคม 2562

รูปที่ 4-4 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายม-น่าน (เช้า) วันที่ 10 กรกฎาคม 2562

รูปที่ 4-5 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายม-น่าน (บ่าย) วันที่ 10 กรกฎาคม 2562

รูปที่ 4-6 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล วันที่ 11 กรกฎาคม 2562

รูปที่ 4-7 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานพิจิตร วันที่ 18 กรกฎาคม 2562

รูปที่ 4-8 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ (วังยาง) วันที่ 22 กรกฎาคม .2562

รูปที่ 4-9 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ (หนองขวัญ) วันที่ 23 กรกฎาคม 2562

รูปที่ 4-10 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว วันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

รูปที่ 4-11 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานนครสวรรค์ วันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

รูปที่ 4-12 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว วันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

รูปที่ 4-13 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2562

รูปที่ 4-14 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานอุตรดิตถ์ วันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2562

รูปที่ 4-15 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานตาก วันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2562

รูปที่ 4-16 บรรยากาศการจัดประชุมเกษตรกร โครงการชลประทานกำแพงเพชร วันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2562

4.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ชลประทาน

การจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่าน ครอบคลุมทั้งพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของพื้นที่ศึกษาในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล และการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง สามารถจำแนกประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่ อธิบายได้ดังนี้

พื้นที่ลุ่มน้ำปิง จากการลงภาคสนามสำรวจพื้นที่ครอบคลุมโครงการชลประทานตาก โครงการชลประทานกำแพงเพชร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ โครงการชลประทานนครสวรรค์ แสดงตำแหน่งที่ตั้งของโครงการดังรูปที่ 4-17 พบว่า การใช้น้ำของพื้นที่ชลประทานในลุ่มน้ำปิงเป็นการสูบน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมโดยตรงจากคลองส่งน้ำสายหลักและสายซอยที่มีลักษณะเป็นคลองธรรมชาติเดิมโดยมีทั้งคลองดาดคอนกรีตและคลองธรรมชาติ ซึ่งการรับน้ำเข้าโครงการรับน้ำโดยตรงจากแม่น้ำปิง โดยใช้ฝายกั้นแม่น้ำในการยกระดับน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายหลัก ซึ่งจากการลงสำรวจพื้นที่และรับฟังปัญหาจากเกษตรกร สามารถสรุปเป็นรายโครงการได้ดังนี้

- **โครงการชลประทานตาก** เป็นโครงการชลประทานที่มีการใช้น้ำจากแม่น้ำปิงโดยใช้สถานีสูบน้ำ เป็นพื้นที่ชลประทานแรกที่ตั้งอยู่ท้ายเขื่อนภูมิพลในพื้นที่ อ.สามเงา บ้านตาก เมืองเจ้า วังเจ้า จ.ตาก มีพื้นที่ชลประทาน 67,800 ไร่ โดยรูปแบบการใช้น้ำและการทำเกษตรกรรมของเกษตรกรเป็นการเพาะปลูกข้าวและพืชไร่ โดยมีรอบเวรการใช้น้ำในช่วงเวลาที่ต่างกับพื้นที่เกษตรกรรมตอนล่าง มีช่วงเวลาการเพาะปลูกนาปีเริ่มในเดือน ส.ค. และเก็บเกี่ยวเดือน ธ.ค. และช่วงเวลาการเพาะปลูกนาปรังเริ่มในเดือน ม.ค. และเก็บเกี่ยวในเดือน เม.ย. โดยในช่วงระหว่างที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูกข้าว เกษตรกรมีการเพาะปลูกพืชไร่ ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย จากการรับฟังปัญหาการใช้น้ำในการทำเกษตร พบว่า ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจากการที่ไม่สามารถสูบน้ำเข้าพื้นที่ กรณีที่เขื่อนภูมิพลมีการระบายน้ำที่ต่ำกว่า 22 ล้าน ลบ.ม. เนื่องจากระดับของสถานีสูบน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำของแม่น้ำปิง และได้รับผลกระทบจากท่าทรายดูดทราย ทำให้ระดับท้องน้ำมีความลึกมากขึ้นส่งผลให้ระดับน้ำในแม่น้ำปิงต่ำลง เกษตรกรไกด้มีการเสนอแนะให้มีการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชที่ช่วยลดต้นทุนในการผลิตสินค้าการเกษตร และปัญหาราคาสินค้าการเกษตรระหว่างเกษตรกรและพ่อค้าคนกลาง

- **โครงการชลประทานกำแพงเพชร** ปัจจุบันมีพื้นที่ชลประทานในความรับผิดชอบในพื้นที่ฝั่งขวาแม่น้ำปิง อ.คลองลาน คลองขลุง ขาณุวรลักษบุรี จ.กำแพงเพชร มีพื้นที่ชลประทาน ประกอบด้วย โครงการประตูระบายน้ำฝายท่ากระดาน โครงการวังไทร โครงการฝายคลองสวนหมาก ฝายยางวังไทร ประตูระบายน้ำหินชะโงก อ่างเก็บน้ำห้วยป่าบง อ่างเก็บน้ำคลองน้ำไหล อ่างเก็บน้ำคลองไพร โดยการส่งน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานใช้ลำน้ำสาขาหลักของคลองธรรมชาติในการส่งน้ำเข้าพื้นที่ จากการประชุมรับฟังความเห็นของเกษตรกร โดยสรุปปัญหาการใช้น้ำและการบริหารจัดการน้ำของโครงการชลประทานกำแพงเพชร พบว่า ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำที่รุนแรงกว่าฝั่งซ้ายของแม่น้ำปิง เนื่องจากพื้นที่ชลประทานส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมน้ำฝนในการเพาะปลูกพืช อีกทั้งการพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำติดขัดปัญหาเรื่องพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต อุทยานแห่งชาติ เขตป่าอนุรักษ์ และเขตป่าสงวน นอกจากนี้ จากการที่เป็นพื้นที่ชลประทานที่ใช้ลำน้ำสาขาหลักของลำน้ำธรรมชาติในการทำเกษตรกรรม ทำให้ในช่วงฤดูฝนเมื่อเกิดปริมาณฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำไหลหลากจากพื้นที่ต้นน้ำลงมาจนเกินกว่าความสามารถของลำน้ำที่มีอยู่จะสามารถระบายได้ เกิดน้ำไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่ลุ่มต่ำตามแนวลำน้ำซึ่งปัจจุบันมีทั้งพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมตลอดแนวลำน้ำ

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง** มีพื้นที่ชลประทาน 550,688 ไร่ รับน้ำจากแม่น้ำปิงผ่านคลองส่งน้ำสายหลัก MC ท่อทองแดง สามารถรับน้ำเข้าคลองได้ 45 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ส่งน้ำให้กับฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา 3 ฝ่าย ครอบคลุมพื้นที่ อ.เมืองกำแพงเพชร ไทรงาม พรานกระต่าย ลานกระบือ จ.กำแพงเพชร อ.เมืองสุโขทัย กงไกรลาศ คีรีมาศ จ.สุโขทัย และ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก จากการรับฟังปัญหาพบว่า เกษตรกรประสบปัญหาที่แตกต่างเชิงพื้นที่โดยในฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตอนบนของพื้นที่รับน้ำผ่านคลอง 1L-MC จากการทดน้ำของ ทรบ.กำนันอ่ำในคลอง MC ประสบปัญหาน้ำเอ่อล้นท่วมเข้าพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ต้นคลองเนื่องจากมีความจุในการรับน้ำได้น้อย ส่วนฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่

2 ตอนกลางของพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รับน้ำจากคลอง 2L-MC จากการทดน้ำของ ทรบ.กำนันอ่ำใน คลอง MC เช่นเดียวกันกับฝ่ายที่ 1 ประสบปัญหาน้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง ทำให้พื้นที่ด้านท้ายประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ เช่นเดียวกับฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ท้ายน้ำ เนื่องจากคลองส่งน้ำมีความยาว มีการใช้น้ำในพื้นที่ต้นน้ำและกลางน้ำ เกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำและเกษตรกรที่มีการใช้น้ำในช่วงเวลาต่างกัน โดยสรุปปัญหาการใช้น้ำและการบริหารจัดการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงสามารถแยกได้ออกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

- ปริมาณน้ำต้นทุน จากสภาพความผันผวนของธรรมชาติทำให้เกิดปริมาณฝนทิ้งช่วงยาวนาน โดยเฉพาะเดือน พ.ค. ถึง ก.ค. ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรเริ่มทำการเพาะปลูกข้าวนาปี อีกทั้งปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการมีปริมาณไม่เพียงพอในการทำเกษตรกรรมเต็มพื้นที่ ทำให้พื้นที่ที่ได้เริ่มเพาะปลูกข้าวในช่วงต้นฤดู เกิดการขาดแคลนน้ำ ส่งผลให้ผลผลิตตกต่ำและเสียหาย
- ความต้องการน้ำ จากการใช้น้ำในการทำเกษตรกรรมของเกษตรกรที่มีช่วงเวลาการเพาะปลูกไม่ตรงกัน ทำให้ปริมาณการส่งน้ำไม่สอดคล้องกับการใช้น้ำจริงของเกษตรกร เกิดปัญหาการไม่ได้รับน้ำที่ทันช่วงเวลา และมีพื้นที่ท้ายน้ำของฝ่ายส่งน้ำที่ 2 ได้รับผลกระทบน้ำหลากในเดือน ส.ค. ซึ่งต้องกำหนดให้เพาะปลูกเดือน เม.ย. ซึ่งได้รับผลกระทบจากการได้รับปริมาณน้ำไม่เพียงพอ น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลองในช่วงต้นฤดูกาลส่งน้ำ
- อาคารอังคับน้ำ ระบบการควบคุมการเปิด-ปิดประตูส่งน้ำเข้าแปลงนา ปัจจุบันยังเป็นระบบเครื่องมือที่ควบคุมโดยคน ไม่มีระบบควบคุมอัตโนมัติ และระบบติดตามปริมาณน้ำ เพื่อการกำหนดแผนการส่งน้ำเข้าคลองส่งสายซอยที่ชัดเจนและตรงกับความต้องการของพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้เกิดปัญหาการควบคุมระบบชลประทานและปัญหาความขัดแย้งของเกษตรกรในพื้นที่ได้รับผลกระทบทั้งต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำที่แย่งชิงการใช้น้ำ
- การบริหารจัดการน้ำ ปัญหาการกำหนดแผนการส่งน้ำที่สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำจริงของเกษตรกร และการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำที่เหมาะสมกับช่วงการใช้น้ำและการรับน้ำให้ได้ปริมาณน้ำที่เพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงฝนทิ้งช่วงและน้ำต้นทุนน้อย ทำให้ปัญหาเกษตรกรได้รับน้ำไม่เพียงพอในช่วงเวรการใช้น้ำ

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว** มีพื้นที่ชลประทาน 443,474 ไร่ มีอาคารหัวงานเป็น ทรบ. ปากคลอง รับน้ำจากแม่น้ำปิงสามารถรับน้ำเข้าคลองได้ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที รับผิดชอบพื้นที่ชลประทาน อ.เมืองกำแพงเพชร ไทรงาม บึงสามัคคี คลองขลุง ทรายทองวัฒนา จังหวัดกำแพงเพชร และ อ.สามง่าม โพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร ลักษณะของโครงการรับน้ำโดยตรงจากแม่น้ำปิงผ่าน ทรบ.วังบัว เข้าระบบส่งน้ำที่เดิมเป็นคลองธรรมชาติเดิมที่ได้รับการปรับปรุงเป็นคลองส่งน้ำ MC คลอง 1L-MC และคลอง 4R-MC ที่สามารถส่งน้ำเข้าช่วยเหลือพื้นที่การเกษตรในเขต อ.สามง่าม โพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร โดยสรุปปัญหาการใช้น้ำและการบริหารจัดการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว พบว่า ปัจจุบันประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่จากปริมาณน้ำที่ส่งไปไม่ถึงปลายคลอง คลองธรรมชาติตื้นเขิน ระบบอาคารชลประทานชำรุดเสียหาย เป็นอุปสรรคต่อการส่งน้ำและระบายน้ำในพื้นที่ ซึ่งได้มีการเสนอให้มีการพัฒนาให้เป็นคลองดาดคอนกรีต พัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำกักเก็บน้ำต้นทุนในพื้นที่ สร้างความร่วมมือของกลุ่มผู้ใช้น้ำในการพัฒนาขุดลอกคลองส่งน้ำ และสนับสนุนให้มีการใช้เทคโนโลยีในการควบคุมปฏิบัติประตูระบายน้ำแบบอัตโนมัติเพื่อลดปัญหาความขัดแย้งในพื้นที่ต้นน้ำ และปลายน้ำ นอกจากนี้ได้มีการเสนอแนะให้ขยายพื้นที่ชลประทานใน ต.บึงสามัคคีให้สามารถรับน้ำจากโครงการฯวังยาง เนื่องจากมีคลองธรรมชาติที่เชื่อมถึงกัน

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ** เดิมเป็นฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 ของโครงการชลประทานกำแพงเพชร อยู่ในพื้นที่ จ.กำแพงเพชร และ จ.พิจิตร ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเป็นโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา มีพื้นที่รับผิดชอบรวม 434,412 ไร่ เป็นพื้นที่วังยางที่รับน้ำโดยตรงจากแม่น้ำปิงผ่านจาก ทรบ.วังยาง จำนวน 332,162 ไร่ และพื้นที่หนองขวัญ รับน้ำโดยตรงจากแม่น้ำปิงเช่นเดียวกันผ่าน ทรบ.หนองขวัญ จำนวน 102,250 ไร่ และมีแผนงานในการปรับปรุงระบบชลประทานครอบคลุมจังหวัดนครสวรรค์ ในพื้นที่ ต.หนองตางู หนองกรด บึงปลาทู และด่านช้าง โดยโครงการวิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อรับฟังปัญหาแยกเป็น 2 พื้นที่ สามารถสรุปได้ดังนี้

- พื้นที่วังยาง มีอาคารหัวงานเป็น ทรบ. ปากคลองรับน้ำจากแม่น้ำปิงสามารถรับน้ำเข้าคลองได้ 25 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปัจจุบันในพื้นที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง และมีปริมาณน้ำเข้าคลองไม่สม่ำเสมอ จากคลองส่งน้ำธรรมชาติมีลักษณะตื้นเขินและแคบลงทำให้ประสิทธิภาพในการส่งน้ำและระบายน้ำเป็นไปได้ยาก โดยได้เสนอแนะให้มีการขุดลอกคลองและทำแก้มลิงสำรองน้ำในคลองวังยาง คลองตาด้วง บึงปลาทู และให้มีการพัฒนาระบบชลประทานที่เต็มรูปแบบมีฝายทดน้ำในคลองส่งน้ำเพื่อส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมในแต่ละช่วง
- พื้นที่หนองขวัญ อาคารหัวงานเป็น ทรบ. ปากคลองรับน้ำจากแม่น้ำปิงสามารถรับน้ำเข้าคลองได้ 12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปัจจุบันประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำต้นทุน เริ่มการเพาะปลูกได้ในเดือน มิ.ย. และไม่สามารถใช้น้ำจากคลองธรรมชาติ เนื่องจากคลองธรรมชาติเป็นดินทรายไม่สามารถกักเก็บน้ำ อยากให้มีการพัฒนาระบบชลประทานที่เต็มรูปแบบ และเสนอแนะให้พัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ และฝายกักเก็บน้ำ

- **โครงการชลประทานนครสวรรค์** ในพื้นที่ที่มีการใช้น้ำจากลุ่มน้ำปิงในความรับผิดชอบของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 รับผิดชอบพื้นที่ชลประทานใน อ.ชุมแสง บรรพตพิสัย เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์ ซึ่งเป็นพื้นที่ชลประทานที่รับน้ำจากแม่น้ำปิงโดยมีอาคาร ทรบ.คลองกระถิน ทำหน้าที่ส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรม โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้น้ำโดยการสูบน้ำเข้าพื้นที่ จากการสำรวจรูปแบบการทำเกษตรกรรมและการรับฟังปัญหาการใช้น้ำ พบว่า เกษตรกรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจากปัญหาน้ำต้นทุน และระบบชลประทานที่ไม่สามารถส่งน้ำไปให้ถึงพื้นที่ปลายน้ำ จากปัญหาการอุดตันของฝาย ลำคลองตื้นเขิน โดยได้เสนอแนะให้มีการบำรุงรักษาระบบและอาคารชลประทาน เพื่อการส่งน้ำที่มีประสิทธิภาพ และเสนอแนะให้มีแหล่งกักเก็บน้ำที่เป็นแก้มลิงในพื้นที่ เพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำในภาวะฝนน้อยและฝนทิ้งช่วง

การลงสนามสำรวจพื้นที่และรับฟังปัญหาการใช้น้ำจากเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านครอบคลุมโครงการชลประทานอุตรดิตถ์ โครงการชลประทานพิษณุโลก โครงการชลประทานพิจิตร โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายมน่าน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว โดยมีพื้นที่ครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน แสดงตำแหน่งที่ตั้งของโครงการดังรูปที่ 4-3 พบว่า ในพื้นที่โครงการชลประทานจังหวัดมีการใช้น้ำโดยใช้สถานีสูบน้ำจากแม่น้ำน่านและมีการใช้น้ำจากระบบชลประทานที่ได้รับแหล่งน้ำต้นทุนจากเขื่อนสิริกิติ์ และการทดน้ำของเขื่อนนเรศวรเข้าคลองส่งน้ำสายหลัก C-1 ซึ่งเป็นคลองสายหลักทำหน้าที่ในการส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานทั้งพลายชุมพล ดงเศรษฐี และท่าบัว โดยเป็นระบบชลประทานเต็มรูปแบบ มีประตูรับน้ำทำหน้าที่ส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมผ่านคลองส่งน้ำสายซอยและสายแยกซอยเข้าพื้นที่ นอกจากนี้มีพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายม-น่านที่เป็นพื้นที่ต้นแบบบางระกำโมเดลในการปรับวิถีชีวิตและรูปแบบการทำเกษตรกรรมในช่วงฤดูน้ำหลาก โดยสามารถสรุปประเด็นปัญหาจากเกษตรกร เป็นรายโครงการได้ดังนี้

- **โครงการชลประทานอุตรดิตถ์** มีพื้นที่ชลประทาน 239,560 ไร่ รับผิดชอบพื้นที่ชลประทานใน อ.ท่าปลา เมืองอุตรดิตถ์ ตรอน พิชัย ฟากท่า น้ำปาด ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์ เป็นการใช้น้ำจากแม่น้ำน่านโดยสถานีสูบน้ำ 88 แห่ง และจากลำน้ำสาขาจำนวน 32 แห่ง รวมทั้งหมด 120 แห่ง ซึ่งเป็นการสูบน้ำจากคลองสายใหญ่เข้าพื้นที่ชลประทาน แตกต่างกับระบบส่งน้ำและระบบกระจายน้ำในพื้นที่ชลประทานตอนล่าง จากการรับฟังรูปแบบการใช้น้ำและการทำเกษตรกรรม พบว่า มีพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้น้ำจากสถานีสูบน้ำโดยตรงจากแม่น้ำน่านในพื้นที่ ต.บ้านเกาะ โดยมีรูปแบบการทำเกษตรกรรมนาปีเริ่มทำในเดือน ก.ค. หลังจากที่เริ่มมีการประกาศเข้าสู่ฤดูฝน โดยสามารถใช้น้ำชลประทานได้เมื่อเขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณการระบายมากกว่า 18 ล้าน ลบ.ม. ระดับน้ำในแม่น้ำน่านจึงจะถึงระดับที่สามารถทำการสูบน้ำเพื่อการเกษตรกรรมได้ นอกจากนี้พบว่ามีเกษตรกรที่ใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่เฉย ซึ่งเป็นแหล่งต้นทุนสำรองในพื้นที่ สามารถช่วยส่งน้ำให้กับพื้นที่เกษตรกรรมได้โดยไม่พบปัญหาน้ำท่สมหรือน้ำหลาก แต่พบปัญหาภัยแล้งจากปริมาณฝนที่ตกล่าช้า และจากปริมาณการระบายน้ำจากเขื่อนที่ไม่เพียงพอของระดับสูบน้ำ และปัญหาต้นทุนค่าสูบน้ำที่สูง โดยเกษตรกรให้ความสนใจในการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดต้นทุนการทำเกษตรกรรมในพื้นที่

- **โครงการชลประทานพิษณุโลก** มีพื้นที่ชลประทาน 395,850 ไร่ รับผิดชอบพื้นที่ อ.เมืองพิษณุโลก บางกระทุ่ม บางระกำ พรหมพิราม วังทอง วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก จากการรับฟังรูปแบบการบริหารจัดการน้ำ พบว่า พื้นที่ชลประทานในจังหวัดพิษณุโลกได้รับน้ำต้นทุนจากเขื่อนสิริกิติ์และเขื่อนนเรศวรอย่างเพียงพอ โดยเกษตรกรในลุ่มน้ำน่านมีโอกาสในการเผชิญกับภาวะภัยแล้งจากปริมาณน้ำต้นทุนไม่เพียงพอที่น้อยกว่าลุ่มน้ำปิง แตกต่างจากเกษตรกรในลุ่มน้ำยม และลุ่มน้ำน่านบางส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยวังทองและคลองชมพู ซึ่งไม่แหล่งกักเก็บน้ำต้นทุนในพื้นที่ต้นน้ำ เกษตรกรประสบปัญหาภัยแล้งในภาวะช่วงฝนทิ้งช่วงในฤดูเริ่มทำการเพาะปลูกข้าวนาปี และประสบปัญหาน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มต่ำช่วงเดือน ส.ค. ในพื้นที่เสี่ยงได้แก่ อ.เมืองพิษณุโลก บางระกำ บางกระทุ่ม และพรหมพิราม ซึ่งเกษตรกรมีความต้องการให้ปรับการส่งน้ำให้เริ่มฤดูกาลเพาะปลูกเร็วขึ้นในเดือน เม.ย. เพื่อให้เก็บเกี่ยวได้ทันก่อนเดือน ส.ค. เป็นการลดความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมพื้นที่เกษตรกรรมที่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยวผลผลิต และต้องการให้มีการประชาสัมพันธ์และกระจายข่าวสารให้อย่างทั่วถึง เพื่อให้เกษตรกรได้เตรียมตัววางแผนการทำเกษตรกรรมล่วงหน้า นอกจากนี้ยังสนับสนุนให้มีการพัฒนาแก้มลิงรองรับน้ำหลากสำหรับสำรองน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งในพื้นที่เนื่องจากเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำรับน้ำหลากเป็นประจำทุกปี

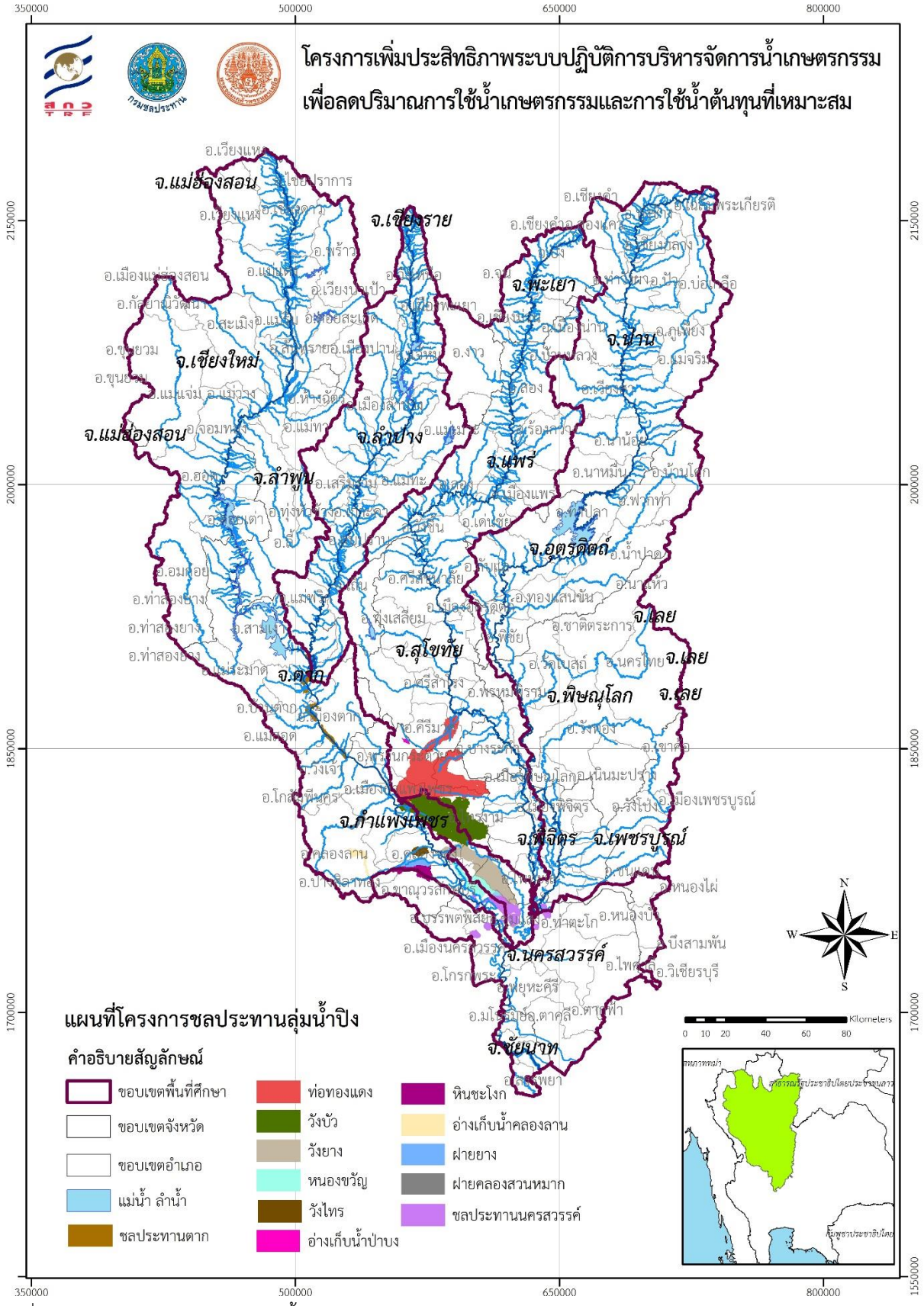
- **โครงการชลประทานพิจิตร** มีพื้นที่ชลประทาน 372,229 ไร่ แบ่งพื้นที่ตามสภาพภูมิประเทศออกเป็น 3 พื้นที่ตามสภาพภูมิประเทศ ประกอบด้วย พื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำยม พื้นที่ราบลุ่มระหว่างแม่น้ำน่านและแม่น้ำยม และพื้นที่ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำน่าน มีแม่น้ำธรรมชาติไหลผ่านพื้นที่ได้แก่ แม่น้ำยม แม่น้ำพิจิตร และแม่น้ำน่าน โดยมีคลองข้าวตอกที่เชื่อมระหว่างแม่น้ำพิจิตรและแม่น้ำน่าน ปัจจุบันโครงการชลประทานพิจิตรรับผิดชอบพื้นที่ชลประทานใน อ.เมืองพิจิตร ตะพานหิน บางมูลนาก ดงเจริญ สามง่าม และโพทะเล จ.พิจิตร โดยมีสถานีสูบน้ำจากแม่น้ำน่าน 38 แห่ง และจากแม่น้ำยม 26 แห่ง จากการรับฟังรูปแบบการบริหารจัดการน้ำและสภาพการใช้น้ำของพื้นที่เกษตร พบว่า เกษตรกรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจากการไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนและแหล่งน้ำธรรมชาติสำรองในพื้นที่ ซึ่งทำให้ไม่สามารถทำการเกษตรกรรมเพาะปลูกข้าวนาปีในเดือน เม.ย. โดยต้องรอการประกาศเข้าสู่ฤดูฝน ซึ่งในภาวะฝนมาช้าหรือฝนทิ้งช่วงทำให้เกษตรกรเริ่มทำการเพาะปลูกล่าช้าและไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ทันในช่วงฤดูน้ำหลาก และมีปัญหาระบบอาคารบังคับน้ำในคลองส่งน้ำที่บริการจัดการได้ยาก มีการชำรุดเสียหาย ทำให้ในช่วงฤดูน้ำหลากไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำ ส่งผลกระทบให้พื้นที่ได้รับความเสียหาย

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายมน่าน** เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำในเขตชลประทานมีพื้นที่ 382,000 ไร่ รับผิดชอบพื้นที่ในเขตชลประทาน อ.พรหมพิราม เมืองพิษณุโลก บางระกำ วัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก และ อ.กงไกรลาศ จ.สุโขทัย จากการสำรวจรูปแบบการบริหารจัดการน้ำ พบว่าในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายมน่าน เกษตรกรมีการปรับตัวต่อรูปแบบการทำเกษตรกรรมในพื้นที่รับน้ำหลาก โดยเริ่มทำการเพาะปลูกนาปีในเดือน เม.ย. เพื่อทำการเก็บเกี่ยวก่อนเดือน ส.ค. เพื่อเตรียมรับน้ำหลากเข้าพื้นที่ลุ่มต่ำ และทำการประมงในช่วงฤดูน้ำหลากซึ่งได้รับการสนับสนุนจากกรมประมงในการปล่อยพันธุ์ปลา โดยเกษตรกรในพื้นที่มีองค์ความรู้ต่อรูปแบบการทำเกษตรกรรมแบบปราณีต การทำนาเปียกสลับแห้งที่ช่วยลดต้นทุนค่าสูบน้ำ และมีรายได้เสริมจากการทำประมง โดยเกษตรกรได้เสนอแนะให้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าว ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืชที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกร และให้มีการกำหนดนโยบายด้านราคาสินค่าการเกษตรที่ทันต่อเวลาและเหมาะสมกับช่วงเวลาการเริ่มทำการเกษตรกรรมของเกษตรกร นอกจากนี้ได้สนับสนุนให้มีการพัฒนาเครื่องมือในการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแปลงเกษตรกรรมตัวอย่างในการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร และเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำที่สามารถติดตามระดับน้ำและปริมาณฝนในโครงข่ายระบบส่งน้ำและกระจายน้ำของพื้นที่ยม-น่าน

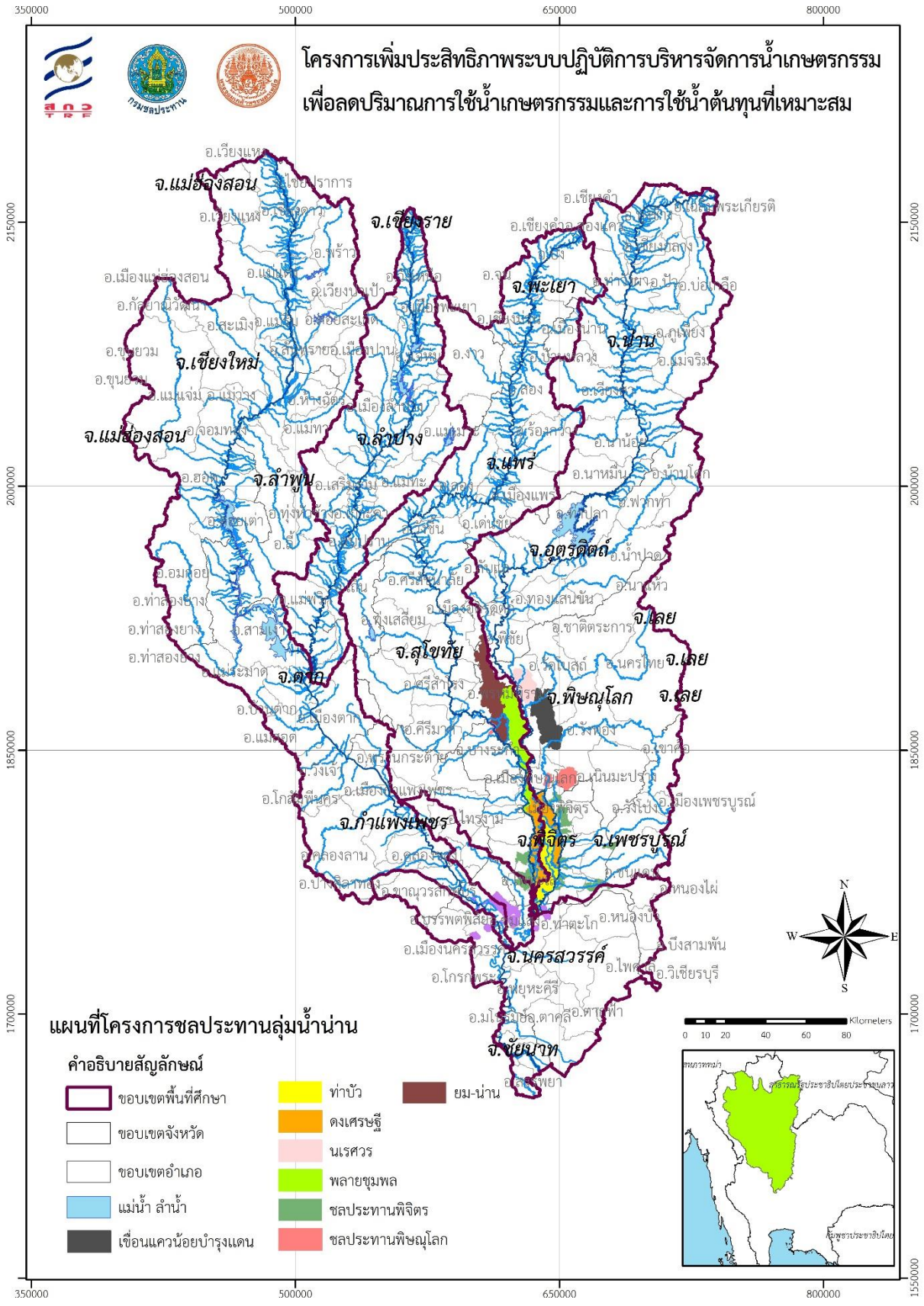
- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล** มีพื้นที่ชลประทาน 211,476 ไร่ สภาพพื้นที่มีภูมิประเทศที่ลาดเอียงจากตะวันออกสู่ตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมือง บางระกำ บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก และบางส่วนของ อ.เมืองพิจิตร สามง่าม จ.พิจิตร มีแหล่งน้ำต้นทุนคือเขื่อนสิริกิติ์ โดยรับน้ำจากการทดน้ำของเขื่อนนเรศวรเข้าคลองส่งน้ำ C.1 ซึ่งเป็นคลองส่งน้ำสายหลักของโครงการ จากการสำรวจรูปแบบการทำเกษตรกรรมและปัญหาการใช้น้ำ พบว่ามีพื้นที่เกษตรกรรมที่ขาดแคลนน้ำจากปัญหาการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำที่มีช่วงการใช้น้ำที่สั้นเกินไป น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง อาคารชลประทานที่

ชำรุดเสียหายทำให้การส่งน้ำไม่เต็มประสิทธิภาพ สภาพภูมิประเทศที่เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำมีพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำ ระบบส่งน้ำชลประทานและระบบกระจายน้ำในแปลงนาตื้นเขิน รวมถึงปัญหาความไม่ร่วมมือกันของกลุ่มผู้ใช้น้ำในการบำรุงรักษาคลองส่งน้ำ อีกทั้งยังมีพื้นที่ที่น้ำท่วมหลากเดือน ส.ค. เช่นเดียวกับพื้นที่บางระกำ แต่ไม่ได้รับน้ำเพื่อทำการเพาะปลูกในเดือน เม.ย. ทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทันน้ำหลากเข้าท่วมพื้นที่เกษตรกรรม

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี** มีพื้นที่ชลประทาน 280,359 ไร่ ปัจจุบันรับผิดชอบพื้นที่ชลประทานครอบคลุมพื้นที่ อ.เมืองพิจิตร บึงนาราง โพธิ์ประทับช้าง โพทะเล ตะพานหิน วังทรายพูน จ.พิจิตร มีแหล่งน้ำต้นทุนหลักจากเขื่อนสิริกิติ์ รับน้ำเข้าโครงการผ่านคลองส่งน้ำสายหลัก C.1 ต่อจากโครงการฯพลายชุมพล จากการสำรวจรูปแบบการทำเกษตรกรรมและรับฟังปัญหาการใช้น้ำจากเกษตรกร พบว่า มีพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมน้อย แต่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจากการที่มีสิ่งกีดขวางทางน้ำธรรมชาติทำให้น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง และปัญหาเรื่องลำคลองและหนองน้ำตื้นเขิน โดยได้มีการเสนอแนะให้ฟื้นฟูทางน้ำ พัฒนาเส้นทางน้ำธรรมชาติให้สามารถกักเก็บน้ำ รวมถึงการบำรุงรักษาระบบชลประทานให้สามารถใช้งานได้ดี เพื่อเป็นการประสิทธิภาพในการส่งน้ำและการระบายน้ำ
- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว** มีพื้นที่ชลประทาน 201,739 ไร่ เป็นโครงการชลประทานสุดท้ายที่ตั้งอยู่ระหว่างแม่น้ำน่านและแม่น้ำยม ปัจจุบันรับผิดชอบพื้นที่โครงการใน อ.เมืองพิจิตร โพธิ์ประทับช้าง โพทะเล ตะพานหิน บางมูลนาก จ.พิจิตร และ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ พื้นที่โครงการประด้วยคลองส่งน้ำ 34 สาย คลองระบาย 27 สาย รับน้ำเข้าโครงการผ่านคลอง C.1 ที่รับน้ำต่อจากโครงการฯพลายชุมพลและดงเศรษฐี จากการสำรวจรูปแบบการทำเกษตรกรรมและปัญหาการใช้น้ำ พบว่าเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำจากน้ำที่ส่งไปไม่ถึงปลายคลอง และมีปัญหาในการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำจากปริมาณน้ำที่ส่งในช่วงเวลาที่ไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม และไม่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอจากปัญหาปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอย่างจำกัด และเกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำที่แย่งชิงการใช้น้ำ โดยได้มีการเสนอแนะให้ขุดลอกคลองและพัฒฯแหล่งน้ำสำรองในช่วงฤดูน้ำหลาก เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนน้ำ



รูปที่ 4-17 โครงการชลประทานในลุ่มน้ำปิง



รูปที่ 4-18 โครงการชลประทานในลุ่มน้ำน่าน

4.3 ผลการวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำจากเกษตรกร กลุ่มผู้ใช้น้ำ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

จากแบบสำรวจการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม และรูปแบบการทำเกษตรกรรมจากเกษตรกร สามารถสรุปความต้องการของเกษตรกรและกลุ่มผู้ใช้น้ำ แยกเป็นประเด็นปัญหาใน 9 หัวข้อที่ได้มีการสำรวจ ดังนี้

- **การกำหนดแผนการส่งน้ำประจำฤดูกาล**

การสำรวจแผนการส่งน้ำประจำฤดูกาล พบว่า เกษตรกรประสบปัญหาปริมาณน้ำที่ได้รับจัดสรรไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำ ปัญหาน้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลองเนื่องจากมีปริมาณน้ำเข้าคลองส่งสายหลักไม่เพียงพอที่จะไปถึงปลายน้ำ การส่งน้ำที่ไม่ตรงตามแผน และปัญหาการควบคุมการเปิด-ปิด ปตร. ที่ยังไม่เป็นระบบ โดยได้มีการเสนอแนะให้มีการพัฒนาระบบส่งน้ำชลประทาน ขุดลอกทางน้ำ ขยายทางน้ำ กำหนดแผนการส่งน้ำในแต่ละกลุ่มในแต่ละรอบเวรใช้น้ำให้มีความชัดเจน และติดตั้งระบบควบคุมประตูระบายน้ำอัตโนมัติเพื่อลดความซับซ้อนในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่โดยเฉพาะในช่วงสภาวะวิกฤติการขาดแคลนน้ำ สรุปแบบสำรวจปัญหาหารกำหนดแผนการส่งน้ำประจำฤดูกาลในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 สรุปแบบสำรวจปัญหาการกำหนดแผนการส่งน้ำประจำฤดูกาล

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ลุ่มน้ำปิง		
ตาก	- น้ำส่งไปไม่ถึง ขาดแคลนน้ำ	- พัฒนาระบบส่งน้ำชลประทาน
กำแพงเพชร	- การขาดแคลนน้ำ ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ	- พัฒนาระบบส่งน้ำชลประทานและแหล่งกักเก็บน้ำ ให้มีพื้นที่เก็บน้ำไว้หน้าฝายท่ากระดาน
ท่อทองแดง	- การจัดสรรน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ - บล็อกส่งน้ำระบายไม่ทัน ทำให้น้ำท่วมพื้นที่เกษตร - ปริมาณน้ำที่ส่งไปไม่ถึงปลายคลอง - ระดับท่อส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมอยู่สูงกว่าระดับน้ำในคลองส่งน้ำ	- ปรับปรุงคลองส่งน้ำ/ ขยายให้ระบายน้ำได้ทัน และส่งน้ำให้ทันต่อเวลา - เริ่มการเพาะปลูกเดือน มี.ค. – เม.ย. เพื่อทำนาให้เก็บเกี่ยวก่อนที่น้ำจะท่วมเดือนกันยายน - ติดตั้งวัดความชื้น หมู่ 3 ต.มหาชัย1 จุดตรงฝายนายแล - ติดตั้ง ปตร. อัตโนมัติ ม.6 ต.มหาชัย
วังบัว	- น้ำส่งไปไม่ถึงพื้นที่ท้ายน้ำ จากการวางแผนที่ไม่แน่นอน - น้ำส่งไปไม่ถึงตามกำหนดเวลา - น้ำไม่ถึงพื้นที่ปลายน้ำเนื่องจากคลองตื้นเขิน	- ให้เจ้าหน้าที่มีมาตรการในการจัดสรรที่ชัดเจนกว่านี้ - มีการจัดการคลองส่งน้ำที่ดี - ต้องการปริมาณน้ำที่ส่งเข้าคลองเพิ่มขึ้น
วังยาง-หนองขวัญ	- ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ - การส่งน้ำไม่เป็นไปตามแผนและไม่ตรงตามกำหนดเวลา - ไม่มีแผนการส่งน้ำที่แน่ชัด	- พัฒนาแหล่งน้ำต้นทุนสำรอง - พัฒนาบ่อบาดาล - พัฒนาแผนการจัดการให้เป็นระบบ - พัฒนาระบบชลประทาน

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
		- ผลักดันโครงการพัฒนาฝายหนองขวัญ
นครสวรรค์	- การปฏิบัติการควบคุมการเปิด-ปิด ปตร.คลองกระถิน - แผนการส่งน้ำ การควบคุม ปตร. ยังไม่มีความชัดเจน	- ให้มีการควบคุมการเปิด-ปิด ตามแผนที่ได้ตกลงกัน - เสริมฝายหน้าคลองกระถินให้สูงขึ้น - เพิ่มระยะเวลารอบเวรการใช้น้ำ 7-10 วัน
ลุ่มน้ำน่าน		
อุตรดิตถ์	- ขาดแคลนน้ำ ได้รับน้ำไม่เพียงพอ	- พัฒนาระบบชลประทาน แหล่งน้ำสำรอง - ระดับการสูบน้ำจากแม่น้ำน่าน
พิษณุโลก	- แผนการส่งน้ำยังไม่มีความชัดเจนและล่าช้า - ไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนสำรอง	- เพิ่มความชัดเจนของแผนการส่งน้ำ - ปรับการส่งน้ำเริ่มทำนาเดือน เม.ย. ในพื้นที่ลุ่มต่ำ - พัฒนาแหล่งน้ำต้นทุนสำรอง คลองชมภู - ขุดลอกวัชพืช
พิจิตร	- รอบเวรการส่งน้ำยังไม่ชัดเจน และมีความไม่แน่นอน - ปริมาณน้ำต้นทุนไม่เพียงพอ	- กำหนดแผนการส่งน้ำในแต่ละกลุ่มในแต่ละรอบเวรใช้น้ำให้มีความชัดเจน
ยม-น่าน	- ปริมาณน้ำที่ได้รับไม่เพียงพอ	- ให้มีการขุดลอกคลองที่ตื้นเขิน - ให้มีการประสานงานและประชาสัมพันธ์การแบ่งรอบเวรการส่งน้ำที่ชัดเจน
พลายชุมพล	- ปริมาณน้ำที่ส่งไปไม่ถึงคลองส่งน้ำ CL.2 และ CL.3 เนื่องจากมีระดับที่สูง - แผนที่กำหนดไว้ได้รับน้ำไม่เพียงพอ และน้ำไปไม่ถึงปลายคลอง - มีการจัดรอบเวรการส่งน้ำน้อยวัน ส่งน้ำเข้าคลองไม่ถึงระดับ - แผนส่งน้ำนาปรังมีปัญหา เพราะเป็นนาปีชาวนายังเก็บเกี่ยวไม่หมด - คูส่งน้ำเข้าแปลงนาตื้นเขิน	- ต้องการให้ช่วยขุดลอกคลอง เพื่อที่จะให้น้ำไหลผ่านได้สะดวก - จัดรอบเวรการส่งน้ำและขยายเวลาการส่งน้ำ - ปรับการส่งน้ำนาปรังให้เริ่มเดือน ม.ค. - จัดรูปที่ดิน และขุดลอกคลอง
ดงเศรษฐี	ไม่มี	ไม่มี
ท่าบัว	- ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ - ส่งน้ำล่าช้า	- ใช้น้ำบาดาลมาเสริม - เพิ่มปริมาณการส่งน้ำเข้าระบบให้เพิ่มมากขึ้น

- **การแบ่งรอบเวรการใช้น้ำ**

การสำรวจปัญหาด้านการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำในลุ่มน้ำปิงมีพื้นที่ประสบปัญหาในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วังบัว และชลประทานนครสวรรค์ โดยพบว่า เกษตรกรประสบปัญหาการได้รับน้ำที่ไม่ตรงกับช่วงเวลาการใชน้ำ และจำนวนวันที่ได้รับน้ำ หรือรอบเวรมีระยะเวลาไม่เพียงพอสำหรับการใช้น้ำ และการส่งน้ำไปถึงพื้นที่ปลายคลอง และเห็นว่าการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำระหว่างพื้นที่ต้นคลองและปลายคลองมีความไม่เหมาะสม โดยมีความต้องการให้แก้ไขปัญหาโดยการขยายระยะเวลาการส่งน้ำและการรับน้ำให้เพิ่มขึ้นเป็น 7-10 วัน และให้มีการประชาสัมพันธ์กระจายข่าวสารให้ทั่วถึง โดยให้เจ้าหน้าที่ดูแลรอบเวรการใช้น้ำอย่างเข้มงวดมากขึ้น สำหรับเกษตรกรในลุ่มน้ำน่าน พบว่า มีพื้นทีประสบปัญหาในโครงการชลประทานพิษณุโลก โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล ดงเศรษฐี และท่าบัว โดยเกษตรกรประสบปัญหาเดียวกับพื้นที่ในลุ่มน้ำปิง จากการได้รับรอบเวรการใช้น้ำที่ไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการน้ำ และไม่ได้รับการประชาสัมพันธ์ข่าวสารอย่างทั่วถึง ซึ่งได้มีการเสนอแนะให้สร้างการมีส่วนร่วมของเกษตรกรก่อนที่จะจัดรอบเวรการใช้น้ำ และให้เพิ่มการกระจายข่าวสารให้ทั่วถึง สรุปแบบสำรวจปัญหาการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 สรุปแบบสำรวจปัญหาการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำ

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	**สาเหตุ**	**แนวทาง**
ลุ่มน้ำปิง		
ตาก	ไม่มี	ไม่มี
กำแพงเพชร	ไม่มี	ไม่มี
ท่อทองแดง	- การส่งน้ำที่ไม่ตรงกับเวลาการใช้น้ำ และจำนวนวันในการรับน้ำ หรือรอบเวรการใช้น้ำน้อย ไม่เพียงพอ - ขาดมาตรการและการประชาสัมพันธ์ในการส่งน้ำและการแบ่งรอบการใช้น้ำที่ชัดเจน	- การตั้งคณะกรรมการและผู้ประสานงานให้รับผิดชอบเป็นรูปธรรม - การรักษาระดับนอนคลอง โดยการส่งน้ำที่มีปริมาณสม่ำเสมอและต่อเนื่อง
วังบัว	- พื้นที่ต้นคลองไม่แบ่งน้ำตามความเหมาะสม - การควบคุม ปตร.ที่ไม่เป็นไปตามแผน/รอบการส่งน้ำ	- ขยายระยะเวลาการส่งน้ำ/ รับน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 7-10 วัน - ให้เจ้าหน้าที่เข้ามาดูแลรอบการใช้น้ำ - กำหนดการเปิด-ปิด ปตร.ให้เป็นไปตามแผน
วังยาง-หนองขวัญ	ไม่มี	ไม่มี
นครสวรรค์	- การใช้น้ำในพื้นที่ต้นคลอง ทำให้น้ำไม่เพียงพอถึงพื้นที่เกษตรกรรมด้านท้าย - ปริมาณน้ำต้นทุนไม่เพียงพอ	- ส่งน้ำให้กับพื้นที่ปลายน้ำก่อน - ขยายรอบเวรการส่งน้ำ เพื่อระยะเวลาการใช้น้ำ - ควบคุมการส่งน้ำตามข้อตกลง
ลุ่มน้ำน่าน		
อุตรดิตถ์	ไม่มี	ไม่มี

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
พิษณุโลก	- การปฏิบัติการเปิด-ปิด ปตร.ยังไม่เป็นระบบ	- เพิ่มเวลาการส่งน้ำเข้าพื้นที่ให้สามารถใช้น้ำได้อย่างเพียงพอ
พิจิตร	ไม่มี	ไม่มี
ยม-น่าน	ไม่มี	ไม่มี
พลายชุมพล	- รอบเวรการส่งนี้ช่วงเวลาที่น้อย ไม่เพียงพอกับปริมาณการใช้น้ำ	- ขยายรอบเวรการส่งน้ำให้มีช่วงเวลา 7-9 วัน
ดงเศรษฐี	- ปริมาณน้ำไม่เพียงพอใช้ โดยเฉพาะในพื้นที่ปลายน้ำ	- พัฒนาระบบควบคุม ปตร. แบบอัตโนมัติและให้มีความเหมาะสม
ท่าบัว	- ไม่ได้รับการประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึง	- เพิ่มการกระจายข่าวให้ทั่วถึง ให้ทุกคนรับทราบและเข้าร่วมประชุม - ให้มีการแบ่งรอบเวรการใช้น้ำที่แน่นอน

- **การขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)**

การสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูฝน พบว่า เกษตรกรในลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่านประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำเกษตรกรรมที่ค่อนข้างสูง และได้รับน้ำชลประทานเสริมไม่เพียงพอ ทำให้ขาดแคลนน้ำสำหรับการทำเกษตรกรรมในฤดูนาปี โดยมีความต้องการให้พัฒนาระบบชลประทานให้สามารถส่งน้ำเข้าคลองซอยและต้องการปริมาณการส่งน้ำที่มีความสม่ำเสมอเพื่อให้มีน้ำนอนคลอง รวมถึงเสนอแนะให้ทำ ปตร.กักเก็บน้ำ ปรับปรุงระบบสูบน้ำเพื่อส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม พัฒนาแก้มลิงกักเก็บน้ำ การใช้น้ำบาดาล และการขุดลอกคลองธรรมชาติ เพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำสำรอง สรุปแบบสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูฝนในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 สรุปแบบสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูฝน

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ลุ่มน้ำปิง		
ตาก	- ปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อนภูมิพลน้อย ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำปิงต่ำ ไม่สามารถสูบน้ำเข้าระบบชลประทาน	- ปรับปรุงระบบสูบน้ำเพื่อส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม
กำแพงเพชร	- ฝนทิ้งช่วง ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ	- เพิ่มแก้มลิงเก็บน้ำ ขยายความจุแหล่งกักเก็บน้ำ - การใช้น้ำจากบ่อบาดาล - ขุดลอกคลองธรรมชาติ

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ท่อทองแดง	- ได้รับปริมาณน้ำไม่เพียงพอในช่วงต้นฤดูการทำนาปี ทำให้เก็บเกี่ยวไม่ทันน้ำหลาก - ฝนทิ้งช่วง แล้งยาวนาน - ได้รับน้ำที่จัดสรรไม่เพียงพอ	- เริ่มการส่งน้ำในช่วงต้นฤดูกาลเพาะปลูกนาปี เดือน เม.ย. ให้ทันก่อนฤดูน้ำหลาก เดือน ส.ค.
วังบัว	- ฝนทิ้งช่วง ไม่ตกตามฤดูกาล - ปริมาณน้ำต้นทุนไม่เพียงพอ	- เพิ่มปริมาณน้ำส่งเข้าพื้นที่
วังยาง-หนองขวัญ	- ฝนทิ้งช่วง ไม่ตกตามฤดูกาล - ปริมาณน้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง	- เพิ่มปริมาณน้ำส่งเข้าพื้นที่ - ขุดลอกคลอง
นครสวรรค์	- ฝนทิ้งช่วง ไม่ตกตามฤดูกาล	- ให้มีการส่งน้ำนอนคลองอย่างสม่ำเสมอ
ลุ่มน้ำน่าน		
อุตรดิตถ์	- ฝนทิ้งช่วง ไม่สามารถทำการเกษตรกรรมได้	- ให้มีน้ำชลประทานเสริมน้ำฝนในการทำเกษตรกรรม
พิษณุโลก	- ฝนทิ้งช่วง ได้รับน้ำชลประทานไม่เพียงพอ - เริ่มทำนาช้า ทำให้เก็บเกี่ยวไม่ทัน - ฝายตื้นเขินไม่สามารถกักเก็บน้ำ	- ขุดลอกคลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำ - สร้างอ่างเก็บน้ำคลองชมภูเพื่อเป็นแหล่งน้ำต้นทุนสำรอง
พิจิตร	- การเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ	- การควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำให้มีความเหมาะสม
ยม-น่าน	- ไม่มี ปตร.ในคลองส่งน้ำ ได้รับน้ำชลประทานไม่ถึง	- พัฒนาระบบชลประทานให้สามารถส่งน้ำเข้าคลองซอย ทำ ปตร.กักเก็บน้ำ
พลายชุมพล	- น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง เนื่องจากระดับน้ำเข้าคลองสายหลักไม่เพียงพอ	- ขยายรอบเวรการส่งน้ำ
ดงเศรษฐี	ไม่มี	ไม่มี
ท่าบัว	- ฝนทิ้งช่วง ปริมาณน้ำชลประทานไม่เพียงพอ	- ส่งน้ำให้พื้นที่ปลายคลองก่อน - รักษาระดับน้ำในคลองสายหลัก เพื่อให้ส่งน้ำให้คลองสายซอยได้ทุกพื้นที่ โดยแบ่งรอบเวรการใช้น้ำให้เหมาะสม

- **การขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)**

การสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูแล้ง พบว่า เกษตรกรไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนสำหรับกักเก็บน้ำฝนเพื่อการนำน้ำมาใช้ในฤดูแล้ง ได้รับน้ำชลประทานที่ไม่เพียงพอในช่วง ธ.ค. ถึง ม.ค. ซึ่งเป็นต้นฤดูกาลการทำนาปรัง และปัญหาคลองตื้นเขิน ไม่สามารถเก็บกักน้ำในช่วงฤดูฝนได้ โดยเสนอแนะให้แก้ไขปัญหาโดยการพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำ แก้ไขระบบชลประทานและประตูระบายน้ำให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รักษาระดับนอนคลองโดยการส่งน้ำที่มีปริมาณ

สม่ำเสมอและต่อเนื่อง และขุดลอกคลองและวัชพืช รวมถึงการพัฒนาระบบชลประทานให้มีความสมบูรณ์ สรุปแบบสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูแล้งในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 สรุปแบบสำรวจปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในฤดูแล้ง

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ลุ่มน้ำปิง		
ตาก	- พืชสวนขาดแคลนน้ำ	- พัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำสำรองสำหรับการปลูกพืชสวนในฤดูแล้ง
กำแพงเพชร	- น้ำเก็บกักสำรองไม่เพียงพอ	- พัฒนาแก้มลิงเก็บกักน้ำ
ท่อทองแดง	- เกษตรกรปลายน้ำได้รับน้ำไม่ทั่วถึง ขาดแคลนน้ำในพื้นที่ปลายคลอง เดือน พ.ย. ถึง ม.ค. น้ำไปถึงปลายคลองไม่ทัน - คลองตื้นเขิน ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ - การส่งน้ำไปพื้นที่ปลายคลองล่าช้า เกษตรกรขาดน้ำทำนาเดือน ธ.ค. ถึง ม.ค.	- แก้ไขระบบชลประทาน ปตร. ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ - การรักษาระดับนอนคลอง โดยการส่งน้ำที่มีปริมาณสม่ำเสมอและต่อเนื่อง - ขุดลอกคลองและวัชพืช และพัฒนาระบบชลประทานเป็นคลองดาด - เพิ่มปริมาณการส่งน้ำในเดือน ธ.ค. ถึง ม.ค.
วังบัว	- ไม่มีแหล่งน้ำต้นทุนที่สามารถกักเก็บในคลอง - น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง	- เพิ่มแหล่งน้ำต้นทุนกักเก็บน้ำ - ส่งน้ำให้เพิ่มขึ้น
วังยาง-หนองขวัญ	- ขาดแคลนน้ำชลประทาน - น้ำต้นทุนไม่เพียงพอ - ไม่มีการระบายน้ำตามแผน - น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง	- เพิ่มปริมาณการส่งน้ำในเดือน มี.ค. ถึง พ.ค. - ปรับปรุงคลองเพื่อกักเก็บน้ำ - พัฒนาบ่อบาดาลและโซลาร์เซลล์
นครสวรรค์	ไม่มี	ไม่มี
ลุ่มน้ำน่าน		
อุตรดิตถ์	ไม่มี	ไม่มี
พิษณุโลก	- ขาดแคลนน้ำใช้การทำเกษตร - บล็อกย่อมไม้แดงไม่มีประตูปิดเปิดน้ำ ช่วงน้ำลดเกษตรกรต้องช่วยกันอุดน้ำด้วยไม้ยูคา กระสอบทราย เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้	- ขุดลอกดินตะกอนออกจากหน้าฝาย - สร้างอ่างเก็บน้ำคลองชมภูเพื่อเป็นแหล่งน้ำต้นทุนสำรอง
พิจิตร	- การเปิด-ปิด ปตร. ที่ไม่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำ	- ควบคุมการเปิด-ปิด ปตร. ให้มีความเหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการ - พัฒนาระบบควบคุมประตูระบายน้ำอัตโนมัติ

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ยม-น่าน	- คลองส่งน้ำสายเก่ายม-น่าน มีปริมาณน้ำน้อยมาก	- ขุดลอกคลองซอยทำ ปตร.เพื่อกักเก็บและควบคุมปริมาณน้ำ - ให้มีการระบายน้ำอย่างสม่ำเสมอในปริมาณที่เพียงพอ
พลายชุมพล	- น้ำส่งไปไม่ถึงปลายคลอง เนื่องจากระดับน้ำเข้าคลองสายหลักไม่เพียงพอ	- ขยายรอบเวรการส่งน้ำ - ขุดลอกคูคลองเพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำ
ดงเศรษฐี	- ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ	- พัฒนาแหล่งน้ำต้นทุนเสริม
ท่าบัว	- คลองตื้นเขินเป็นอุปสรรคต่อการส่งน้ำระบายน้ำ	- ขุดลอกคูคลองในพื้นที่ - ใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลเสริม

- **ช่วงเวลาในการรับน้ำ**

การสำรวจปัญหาช่วงเวลาการรับน้ำ พบว่า ปัจจุบันยังขาดประชุมชี้แจงช่วงเวลาการรับน้ำให้เกษตรกรรับทราบและเตรียมตัว และปัญหาการส่งน้ำที่ไม่ตรงกับช่วงเวล่การใช้น้ำ เนื่องจากเกษตรกรแต่ละพื้นที่มีช่วงเวลาการเพาะปลูกที่ไม่ตรงกัน และปริมาณการส่งน้ำในช่วงต้นฤดูกาลมีปริมาณไม่เพียงพอ โดยเกษตรกรต้องการให้มี การแก้ไขปัญหาโดยการประชุมผู้ใช้น้ำถึงช่วงเวลาและรอบเวรการใช้น้ำอย่างจริงจัง และให้มีการปรับช่วงเวลาการส่งน้ำให้เหมาะสมตามสภาพพื้นที่ดอน และพื้นที่ลุ่มให้ส่งน้ำให้เริ่มเพาะปลูกได้ทัน เพื่อเก็บเกี่ยวก่อนน้ำท่วม สรุปแบบสำรวจปัญหาช่วงเวลาการรับน้ำในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 สรุปแบบสำรวจปัญหาช่วงเวลาการรับน้ำ

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ลุ่มน้ำปิง		
ตาก	- ขาดการประชุมชี้แจงช่วงเวลาในการส่งน้ำ	- ประชุมผู้ใช้น้ำถึงช่วงเวลาและรอบเวรการใช้น้ำอย่างจริงจัง
กำแพงเพชร	- ขาดการประสานงาน แจ้งข่าวสารถึงช่วงเวลาการรับน้ำให้เกษตรกรรับทราบ	- มีการพูดคุย ประสานงานมากขึ้น
ท่อทองแดง	- เกษตรกรมีช่วงเวลาการเพาะปลูกที่ไม่พร้อมกัน - ปริมาณน้ำที่ส่งให้ช่วงต้นฤดูนาปีและนาปรังไม่เพียงพอ เกิดการขาดแคลนช่วง พ.ค.-ก.ค./ธ.ค.-ม.ค.	- ส่งน้ำให้เหมาะสมตามสภาพพื้นที่ดอนและพื้นที่ลุ่ม - ส่งน้ำให้เริ่มเพาะปลูกได้ทัน เพื่อเก็บเกี่ยวก่อนน้ำท่วม
วังบัว	- ปริมาณน้ำไม่มาตามกำหนด	- ต้องการรับน้ำเดือน พ.ค. เป็นต้นไป
วังยาง-หนองขวัญ	- ปริมาณน้ำที่ส่งไม่สม่ำเสมอ	- ปรับช่วงเวลาการส่งน้ำให้เหมาะสม
นครสวรรค์	ไม่มี	ไม่มี

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ลุ่มน้ำน่าน		
อุตรดิตถ์	ไม่มี	ไม่มี
พิษณุโลก	- ปตร.ชำรุด เปิด-ปิดไม่ได้	- บำรุงรักษาและซ่อมแซม
พิจิตร	ไม่มี	ไม่มี
ยม-น่าน	- เก็บเกี่ยวช้า เนื่องจากน้ำชลประทานไปไม่ถึงในช่วงต้นฤดูกาลเพาะปลูก	- พัฒนาระบบชลประทาน คลองส่งน้ำในพื้นที่
พลายชุมพล	- ขยายช่วงเวลาในการรับน้ำ	- ช่วงเวลาการรับน้ำที่เหมาะสม7-9 วัน
ดงเศรษฐี	- ช่วงเวลาในการรับน้ำน้อยเกินไป	- ขยายช่วงเวลาในการรับน้ำ
ท่าบัว	- ช่วงเวลาในการรับน้ำไม่ตรงกับการใช้น้ำ - ช่วงเวลาการรับน้ำน้อยเกินไป	- กำหนดช่วงเวลาการรับน้ำให้สอดรับกับฤดูกาลและช่วงเวลาการใช้น้ำ - ขยายช่วงเวลาการรับน้ำ

- **อาคารชลประทานชำรุดเสียหาย**

การสำรวจปัญหาอาคารชำรุดเสียหายในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง พบว่าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วังบัว และชลประทานนครสวรรค์มีปัญหาอาคารชำรุดเสียหาย ได้แก่ ฝาย อาคารทดน้ำ ประตูระบายน้ำเก่าและชำรุด โดยเกษตรกรต้องการให้มีการเข้าดำเนินซ่อมแซม เพื่อให้สามารถใช้งานได้ดี ส่วนโครงการชลประทานในลุ่มน้ำน่าน พบว่า มีปัญหาประตูชำรุดเสียหาย และปัญหาคลองตื้นเขิน เต็มไปด้วยวัชพืช ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการส่งน้ำและระบายน้ำ สรุปแบบสำรวจปัญหาอาคารชลประทานชำรุดเสียหายในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 สรุปแบบสำรวจปัญหาอาคารชลประทานชำรุดเสียหาย

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ลุ่มน้ำปิง		
ตาก	ไม่มี	ไม่มี
กำแพงเพชร	ไม่มี	ไม่มี
ท่อทองแดง	- อาคารชลประทาน ฝาย อาคารทดน้ำชำรุด - คลองตื้นเขิน	- ดำเนินการบำรุงรักษาและแก้ไขอาคารให้สามารถใช้งานได้ดี - ขุดลอกคูคลอง
วังบัว	- ประตูชำรุดเสียหาย	- ซ่อมแซมบำรุงให้ดีขึ้น
วังยาง-หนองขวัญ	ไม่มี	ไม่มี
นครสวรรค์	- อาคารชลประทานเก่า ชำรุดเสียหาย	- เจ้าหน้าที่เข้าดำเนินการซ่อมแซม
ลุ่มน้ำน่าน		

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
อุตรดิตถ์	ไม่มี	ไม่มี
พิษณุโลก	ไม่มี	ไม่มี
พิจิตร	- ประตูระบายชำรุดเสียหาย	- ซ่อมแซมบำรุงให้ดีขึ้น
ยม-น่าน	ไม่มี	ไม่มี
พลายชุมพล	- หัวคลองที่ 20 มีปัญหา และมีทางแคบมาก - คลอง 25-26 ท่อลอดมีมาก (ท่อผี) - คลองส่งน้ำตื้นเขิน ชำรุด วัชพืชมาก - คลอง C.23 ชำรุด - ประตู C.35 ชำรุดปิดไม่อยู่	- ให้เจ้าหน้าที่เข้ามาช่วยเหลือซ่อมแซมอาคารชลประทานที่ชำรุด
ดงเศรษฐี	ไม่มี	ไม่มี
ท่าบัว	- มีการซ่อมแซม ปตร. ในช่วงการรับน้ำของเกษตรกร เป็นอุปสรรคต่อการส่งน้ำ - อาคารชลประทาน คลอง C-105 ชำรุด	- ให้มีการตรวจสอบอาคารชลประทานอย่างสม่ำเสมอก่อนถึงฤดูกาลส่งน้ำ - ซ่อมแซมอาคารชลประทานให้ใช้งานได้ดีอยู่เสมอ

- **การรับน้ำของพื้นที่ปลายน้ำ**

การสำรวจการรับน้ำของพื้นที่ปลายน้ำของลุ่มน้ำปิง พบว่า ในช่วงน้ำน้อย เกษตรกรประสบปัญหาน้ำส่งไปไม่ถึงพื้นที่เกษตรกรรมปลายคลอง ส่วนในช่วงน้ำหลาก พื้นที่เกษตรกรรมปลายคลองประสบปัญหาน้ำท่วมการระบายน้ำของพื้นที่ต้นคลอง ซึ่งเกษตรกรต้องการให้มีการขุดลอกคลองและกำจัดวัชพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำและการระบายน้ำ และให้มีการพัฒนาระบบส่งน้ำชลประทาน และจัดสรรน้ำให้เหมาะสมกับระยะเวลาเดินทางของน้ำไปถึงปลายคลอง เช่นเดียวกันกับลุ่มน้ำน่าน เกษตรกรต้องการให้มีการแก้ไขปัญหาโดยการขุดลอกดินตะกอนและประตูระบายน้ำ ให้มีการจัดรอบการใช้น้ำที่ส่งน้ำให้กับพื้นที่ปลายคลองเพื่อรับน้ำอย่างเหมาะสม สรุปแบบสำรวจปัญหาการรับน้ำของพื้นที่ปลายน้ำในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 สรุปแบบสำรวจปัญหาการรับน้ำของพื้นที่ปลายน้ำ

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
ลุ่มน้ำปิง		
ตาก	ไม่มี	ไม่มี
กำแพงเพชร	- น้ำน้อย ส่งไปไม่ถึงปลายน้ำ	- ขุดลอกคลองและกำจัดวัชพืช
ท่อทองแดง	- น้ำส่งไปไม่ถึงปลายน้ำ ในช่วงต้นฤดูกาลเพาะปลูก	- พัฒนาระบบส่งน้ำชลประทาน และจัดสรรน้ำให้เหมาะสมกับระยะเวลาเดินทางของน้ำไปถึงปลายคลอง

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ	แนวทาง
	- น้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำ ในช่วงน้ำหลาก จากการระบายน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ	- ประชาสัมพันธ์ข่าวสาร และชี้แจงข้อมูลให้ทันต่อเวลา
วังบัว	- คลองส่งน้ำรก มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น - ขาดการบริหารจัดการที่ดี - ปลายน้ำขาดแคลนน้ำ น้ำส่งไปไม่ถึง	- ขุดลอกคลองกำจัดวัชพืช - เพิ่มปริมาณการส่งน้ำ
วังยาง-หนองขวัญ	- ปริมาณน้ำส่งไปถึงช้า - น้ำไปไม่ถึงปลายคลอง	- พัฒนาฝายกั้นน้ำหนองขวัญ - เพิ่มปริมาณการส่งน้ำ
นครสวรรค์	- แผนการควบคุมการเปิด-ปิด ปตร. ยังไม่มีความชัดเจน	- ให้มีการจัดรอบเวรการใช้น้ำที่มีความชัดเจน
ลุ่มน้ำน่าน		
อุตรดิตถ์	- น้ำส่งไปไม่ถึง	- พัฒนาระบบชลประทานคลองส่งน้ำเพื่อกระจายน้ำให้พื้นที่เกษตรกรรม
พิษณุโลก	- น้ำส่งไปไม่ถึงปลายน้ำ เนื่องจากมีตะกอน	- ขุดลอกดินตะกอนและประตูระบายน้ำ
พิจิตร	- พื้นที่ท้ายน้ำระบายไม่ทัน ประสบปัญหาน้ำท่วม	- ขุดลอกคลองเพื่อให้ระบายน้ำได้เร็ว
ยม-น่าน	- พื้นที่ปลายน้ำได้รับน้ำช้า และได้รับน้ำน้อย	- ให้มีการขยายต้นคลองส่งน้ำเพื่อการส่งน้ำที่เร็วขึ้น
พลายชุมพล	- น้ำส่งมาไม่ถึงปลายคูส่งน้ำ - คลอง C.15 น้ำไม่ถึงปลายคลอง - คลองส่งน้ำตื้นเขิน และมีวัชพืชและสิ่งกีดขวางกลบทางน้ำ - คลองตื้นเขินมีรอยรั่วฝังท่อรอดเล็กๆและน้ำไปไม่ถึงปลายคลอง - ไม่มีแหล่งน้ำสำรองและที่กักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง	- อยากให้แบ่งน้ำมาให้ช่วงปลายมากขึ้น - ให้มีการปรับบานทดน้ำให้เหมาะสม - ขุดลอกคูคลอง - ให้มีการจัดสรรและวางแผนการส่งน้ำที่เหมาะสม
ดงเศรษฐี	- พื้นที่ปลายน้ำไม่ได้รับน้ำ	- พัฒนาแหล่งน้ำต้นทุนสำรอง
ท่าบัว	- ได้รับน้ำไม่ถึงปลายน้ำ เนื่องจากช่วงเวลาการส่งน้ำสั้นเกินไป - มีการปฏิบัติที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลง มีการลักลอบใช้น้ำในเวลากลางคืน	- เข้มงวดกับรอบเวรการใช้น้ำ - กำหนดรอบเวรการส่งน้ำให้ถึงปลายน้ำ

- **ข้อเสนอแนะ**

การสำรวจความคิดเห็นของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่านทั้งหมด 13 โครงการชลประทาน สามารถสรุปข้อเสนอแนะในตารางที่ 4-9 โดยพบว่าเกษตรกรในแต่ละโครงการชลประทานมีความต้องการให้แก้ไขปัญหาที่

แตกต่างกัน สังเกตได้ว่า โครงการชลประทานที่อยู่ท้ายเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำมีรอบเวรการเพาะปลูกที่แตกต่างกับเกษตรกรในพื้นที่ท้ายน้ำ เละไม่ประสบปัญหาน้ำท่วมในช่วงน้ำหลาก โดยเริ่มทำการเพาะปลูกข้าวนาปีในเดือน มิ.ย. ปัญหาที่ประสบส่วนใหญ่เป็นปัญหาการขาดแคลนน้ำจากการที่ไม่สามารถสูบน้ำในลำน้ำเนื่องจากปริมาณการระบายน้ำจากเขื่อนมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะยกระดับน้ำในแม่น้ำให้ถึงระดับสูง ส่วนเกษตรกรในพื้นที่กลางน้ำของลุ่มน้ำปิง พบว่า เกษตรกรประสบปัญหาเรื่องน้ำขาดแคลนไม่เพียงพอที่ส่งไปให้พื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ปลายคลอง โดยเกษตรกรที่มีพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ปลายคลองประสบทั้งปัญหาน้ำหลากท่วมพื้นที่และการขาดแคลนน้ำ และยังพบปัญหาการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำที่ไม่เป็นระบบของเกษตรกรตามความต้องการซึ่งเกิดจากช่วงเวลาการใช้น้ำที่ไม่พร้อมกัน ในขณะที่เกษตรกรในพื้นที่กลางน้ำของลุ่มน้ำน่านซึ่งระบบชลประทานส่วนใหญ่เป็นคลองดาดคอนกรีต พบว่า ประสบปัญหาเรื่องรอบเวรการใช้น้ำที่ไม่ได้รับการกระจายข่าวสารอย่างทั่วถึง และรอบเวรการใช้น้ำที่มีระยะเวลาสั้นเกินไปที่จะได้รับน้ำอย่างเพียงพอ โดยสามารถสรุปความต้องการของเกษตรกรในการแก้ไขปัญหาดังนี้

ตารางที่ 4-9 สรุปแบบสำรวจข้อเสนอแนะ

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	**สาเหตุ**
ลุ่มน้ำปิง	
ตาก	อยากให้มีหน่วยงานชลประทานมีการจัดประชุมร่วมรับฟังความคิดเห็น และสร้างความเข้าใจถึงรูปแบบและรอบเวรการใช้น้ำจากคลองชลประทานที่มีความแตกต่างกันในแต่ฤดูกาลเพาะปลูก
กำแพงเพชร	อยากให้พัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำหน้าฝาย เพื่อเป็นแก้มลิงเก็บน้ำให้เพียงพอใช้ในฤดูแล้ง
ท่อทองแดง	อยากให้มีการติดตั้งเครื่องวัดน้ำที่หน้าประตูน้ำบ้านประดาบึงกอก ปรับปรุงคลองและ ปตร. ในฝ่ายส่งน้ำที่ 2 ที่ผ่านมามีปัญหาในเรื่องของการส่งน้ำเนื่องจากฝายที่ตะทุ่งมหาศาลเสริมคอนกรีต แต่ปัจจุบันได้ทำข้อตกลงกัน ขอลดฝายที่เสริมในปัจจุบันทำให้ส่งน้ำได้ดีขึ้น คลองส่งน้ำของหมู่ 6 เป็นท่อเหลี่ยม 1.2 x 1.2 เมตร ไม่มีประตูปิด-เปิด เวลาถึงฤดูฝนน้ำมามาก ทำให้น้ำไปท่วมพืชผลการเกษตรของหมู่ 5 ประมาณ 2,000 ไร่ จึงขอให้มีการบริหารจัดการการปิด-เปิดประตูน้ำ บริเวณปากท่า หมู่6 ติดตั้งเครื่องวัดความชื้นติดตั้งตรงโรงสีชุมชน หมู่ 6 ต.มหาชัย 1 จุด ให้มีการประชาสัมพันธ์และการสื่อสารอย่างทั่วถึง และให้มีการส่งน้ำ 15 เม.ย. เพื่อเริ่มเพาะปลูก และให้เก็บเกี่ยวก่อนน้ำท่วมในเดือน ก.ย. โดยให้มีการติดตามสถานการณ์น้ำและกำหนดวันปิด-เปิด ติดตั้งเครื่องมือติดตามระดับน้ำ เพื่อการประเมินและคำนวณการส่งน้ำที่เหมาะสม เพิ่มระยะทางคลองดาดคอนกรีตเพื่อส่งน้ำให้ไปถึงปลายทางได้เร็วขึ้น
วังบัว	เจ้าหน้าที่เข้ามาควบคุมดูแลประตูระบายน้ำ ขุดลอกคลองซอยต่างๆ น้ำจะได้ไหลอย่างทั่วถึง ให้มีเพิ่ม ปตร. ควบคุมปริมาณน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม ให้กำกับการใช้น้ำในพื้นที่ต้นคลอง ให้มีปริมาณน้ำส่งมาถึงปลายคลอง ให้เปิด ปตร. ไว้ 20-30 เซนติเมตรอย่างสม่ำเสมอ น้ำจะได้ถึงพื้นที่ปลายน้ำ

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ
	ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงที่ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ผลผลิตข้าวเสียหาย ให้มีการสำรวจแก้ไขประตูทุกบาน เนื่องจากชำรุด จัดการปัญหาวัชพืชตามคลองส่งน้ำในสายต่างๆ ให้เป็นประจำทุกปี เพื่อลดปัญหาการส่งน้ำ
วังยาง-หนองขวัญ	ต้องการให้มีการเริ่มฤดูการส่งน้ำในช่วง เม.ย. ถึง ธ.ค. ของทุกปี ศึกษาการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล การพัฒนาระบบการบริหารจัดการน้ำชลประทานให้เป็นระบบ เพื่อประโยชน์ของผู้ใช้น้ำ สำรวจการใช้น้ำของพืชไร่ และพื้นที่นา เพื่อการส่งน้ำให้ตรงตามความต้องการของเกษตรกรทั้งในช่วงวิกฤติแล้งฝนทิ้งช่วง ต้องการอาคารชลประทานควบคุมปริมาณน้ำเข้าคลองส่งน้ำ เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในพื้นที่ ต้องการให้ศึกษาจุดบริเวณที่ก่อตั้งฝายหนองขวัญให้มีความเหมาะสม
นครสวรรค์	ต้องการให้เสริมฝายให้สูงขึ้นเพื่อให้ระดับน้ำเข้าคลองกระถิน ให้กรมชลประทานเริ่มส่งน้ำตั้งแต่ 1 เมษายนของทุกปีและปิดการส่งน้ำ 1 มีนาคมของปีถัดไป เพื่อให้พื้นที่ปลายน้ำเช่น ตำบลบางเคียน อำเภออุบแสงเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนฤดูฝนใหญ่ ทำให้ได้ผลผลิตดี เพราะพื้นที่นี้เหมือนแก้มลิงของนครสวรรค์ ให้เปิด-ปิดน้ำตามข้อตกลง ให้ทำฝายกั้นน้ำแม่น้ำปิงที่มีอยู่เดิม ให้เจ้าหน้าที่ช่วยซ่อมแซมเหมือนของวังยาง วังเรียงไม่มีการขุดลอกคลองและไม่มีแม่น้ำเข้าถึง อยากให้เจ้าหน้าที่เข้ามาช่วยขุดลอกคลองและลงพื้นที่สำรวจ เนื่องจากปล่อยให้เป็นปัญหาคาราคาซังมานาน
ลุ่มน้ำน่าน	
อุตรดิตถ์	ไม่มี
พิษณุโลก	อยากให้ขุดลอกเอาดินตะกอนออกจากหน้าฝายออก เพื่อจะได้เก็บกักน้ำได้เยอะ และให้ขุดลอกดินตะกอน คลองส่งน้ำ และถนนชำรุด อยากให้สนับสนุนงบประมาณขุดลอกหน้าฝาย เพราะปัจจุบันนี้หน้าฝายตื้นเขิน ไม่มีที่กักเก็บน้ำ เหลือแต่เป็นทางน้ำประมาณ 10 เมตรเท่านั้น เพราะกลุ่มผู้ใช้น้ำเดือดร้อนมาก ต้องการให้หน่วยของชลประทานมาทำการก่อสร้างเขื่อนชมภู เพื่อที่เกษตรกรจะได้มีน้ำต้นทุนไว้ใช้หน้าแล้งและจะได้มีน้ำทำการเกษตรช่วงหน้าแล้ง ต้องการให้สร้างเขื่อนคลองชมภูจึงจะมีน้ำใช้ในการเกษตรและการอุปโภคบริโภคและการประมงอย่างยั่งยืน แม่น้ำแควงทองจะแห้งระหว่างเดือนเมษายน เนื่องจากไม่มีน้ำต้นทุน อ่างเก็บน้ำ อยากให้ส่งน้ำเดือน เม.ย.-มิ.ย. เพราะที่ทุ่งสานจะเกิดน้ำท่วมเป็นพื้นที่ลุ่ม ผันน้ำจากเขื่อนแควน้อยลงแควงหลังช่วง หมู่ 1 บ้านวังประดู่ ต.วังพิกุล อ.วังหลัง จ.พิษณุโลก ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน

โครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	สาเหตุ
	เกษตรกรอยากให้สร้างอ่างเก็บน้ำที่ตำบลชมภู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก เกษตรกรจะได้มีน้ำการเกษตรในหน้าแล้ง ต้องการให้ทางภาครัฐลงมาแก้ไขปัญหาที่ยังไม่สามารถก่อสร้างอ่างเก็บน้ำคลองชมภูได้เป็นการเร่งด่วน ระยะที่มีความต้องการน้ำในการทำนา ขอเป็น 2 รอบที่เคยปฏิบัติกันมา คือ นาปีประมาณต้นเดือนพฤษภาคม นาปรังประมาณปลายเดือนพฤศจิกายนหรือต้นเดือนธันวาคม
พิจิตร	พัฒนาป่าต้นน้ำ เพื่อเพิ่มน้ำฝน น้ำต้นทุนในอนาคต ติดตั้งระบบการติดตามน้ำที่คลองทองแดง เพื่อการนำน้ำมาใช้ได้ การกำหนดแผนการส่งน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ควรมีความแตกต่างกัน และให้มีความชัดเจน ตามรูปแบบความต้องการของเกษตรกร ขุดลอกคลองลำปะดาและขุดลอกธรรมชาติที่รกร้าง ตื้นเขินให้เชื่อมโยงกับแม่น้ำพิจิตร เพื่อการกักเก็บน้ำและการระบายน้ำในพื้นที่
ยม-น่าน	อยากให้สำรวจพื้นที่ที่ยังมีน้ำชลประทานเข้าไม่ถึง และทำคลองส่งน้ำเพื่อเกษตรกรจะได้เก็บเกี่ยวพร้อมกัน เพื่อให้ปล่อยน้ำเข้าทุ่งได้ตามกำหนดและไม่เกิดผลกระทบเสียหาย อยากให้ช่วยกักเก็บน้ำ เพื่อป้องกันน้ำท่วม โดยมีระดับกำหนดให้ไม่สูงจนเกิดปัญหาน้ำท่วมสูงเข้าพื้นที่การทำไร่นาสวนผสม หรือพื้นที่เลี้ยงวัว ขุดลอกคลอง ซอย ทำประตูปิด-เปิดน้ำเพื่อกักเก็บน้ำ
พลายชุมพล	ชาวบ้านที่ทำนาอยู่ปลายน้ำ (C2) ใช้น้ำคลอง แต่อยู่ปลายน้ำใช้น้ำคลอง (C4) ปัจจุบันได้รับน้ำไม่เพียงพอ ต้องการให้เจ้าหน้าที่ที่ดูแลช่วยส่งน้ำ - ขุดลอกคูส่งน้ำใหม่ในส่วนที่ตื้นเขิน - ปรับปรุงคลองชลประทาน C14 ส่งน้ำมาให้เกษตรกรตั้งแต่ปี 2525 ถึงวันนี้เป็นเวลา32ปี ขณะนี้คลองไส้ไก่ส่งน้ำไม่มีแล้ว มีแต่คลองทิ้งน้ำเกษตรกร - ต้องใช้เครื่องสูบน้ำจากคลองน้ำทิ้ง จึงเกิดปัญหาท่อผี แต่ไม่ได้ลักน้ำใช้ ใช้คลองไส้ไก่ส่งน้ำไม่ได้ จึงทำให้เกิดปัญหาการรับน้ำของพื้นที่ปลายน้ำ
ดงเศรษฐี	- ให้มีการส่งเสริมการทำนาข้าว เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ไม่สามารถเพาะปลูกพืชชนิดอื่นได้ - ให้เพิ่มปริมาณการส่งน้ำในช่วงต้นฤดูกาลส่งน้ำ
ท่าบัว	- ขุดลอกขยายคลองส่งน้ำสายหลัก เพื่อให้ได้รับน้ำปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นในปีที่สามารถส่งน้ำเข้าโครงการฯ ได้มาก

4.4 สรุปข้อเสนอแนะที่ได้จากการลงสำรวจพื้นที่ รับฟังแนวทางการบริหารจัดการน้ำ

จากการลงพื้นที่ภาคสนามที่ได้รับฟังรูปแบบการบริหารจัดการน้ำจากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการของโครงการชลประทาน การรับฟังรูปแบบและปัญหาการใช้น้ำจากเกษตรกรและกลุ่มผู้ใช้น้ำ รวมถึงการสำรวจรูปแบบวิถีชีวิตการทำเกษตรกรรมที่มีความแตกต่างกันเชิงพื้นที่ ทางโครงการวิจัยฯ ได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ประเด็นปัญหาที่รวบรวมร่วมกับความต้องการและข้อเสนอแนะของเกษตรกรในการพัฒนาพื้นที่และการแก้ไขปัญหาทั้งจากการประชุมและข้อสรุปจากแบบสำรวจ สามารถสรุปเป็นแนวทางและข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบการบริหารจัดการน้ำและการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมในแต่ละพื้นที่การใช้น้ำของลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่าน

พื้นที่ชลประทานที่อยู่ในลุ่มน้ำปิงเป็นระบบชลประทานที่เดิมเป็นคลองธรรมชาติ มีลักษณะคลองที่ยาวและมีสภาพเป็นดินทราย เสนอแนะให้เริ่มทำการเพาะปลูกข้าวนาปีในเดือน พ.ค. และเริ่มเพาะปลูกนาปรังในเดือน พ.ย. โดยให้เริ่มการส่งน้ำกลางเดือน เม.ย. และให้มีปริมาณน้ำที่สม่ำเสมอเพื่อให้สามารถส่งน้ำไปถึงปลายคลอง นอกจากนี้ช่วงฤดูฝน ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงซึ่งมีพื้นที่ลุ่มต่ำรับน้ำหลากติดกับ อ.บางระกำ ส่วนนี้ให้ส่งน้ำให้ถึงปลายคลองได้ใช้น้ำในการเพาะปลูกก่อน พื้นที่ต้นคลองเพื่อให้เก็บเกี่ยวได้ทันก่อน ส.ค. โดยการติดตั้งระบบตรวจวัดและติดตามระดับน้ำ และระบบควบคุม ปตร.อัตโนมัติ เพื่อให้มีข้อมูลที่ชัดเจน ลดความขัดแย้งของเกษตรกรต้นคลองและปลายคลอง และเพื่อการตัดสินใจส่งน้ำที่มีประสิทธิภาพ การหาแหล่งน้ำต้นทุนสำรองเสนอแนะให้พัฒนาอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่เชื่อมโยงโครงข่ายคลองธรรมชาติในพื้นที่ เพื่อเป็นแหล่งน้ำต้นทุนสำรองในช่วงฝนทิ้งช่วง และการขาดแคลนน้ำ รวมถึงการสร้างกลุ่มผู้ใช้น้ำที่ใช้น้ำจากคลองเดียวกัน โดยให้รวมกลุ่มเพื่อการดูแลรักษาคลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำ การส่งน้ำ และการระบายน้ำ

พื้นที่ชลประทานที่อยู่ในลุ่มน้ำน่านเป็นระบบชลประทานแบบคลองส่งน้ำและระบายน้ำ ฝั่งซ้ายของแม่น้ำน่านมีการรับน้ำของโครงการชลประทานที่ใช้คลองสายหลักเส้นเดียวกัน มีพื้นที่ลุ่มต่ำที่รับน้ำหลากเป็นประจำทุกปี เสนอแนะให้เริ่มส่งน้ำเข้าพื้นที่ในเดือน มี.ค. เพื่อให้น้ำไปถึงปลายน้ำทันในเดือน เม.ย. โดยการส่งน้ำให้มีปริมาณสม่ำเสมอ และรักษาระดับน้ำให้สามารถส่งไปถึงปลายคลอง โดยสร้างกลุ่มเกษตรกรที่มีความเข้มแข็งและร่วมมือการใช้น้ำให้ตรงตามรอบเวร ส่วนการหาแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ เสนอแนะให้ฟื้นฟูคลองธรรมชาติ เพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก และสำรองน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง นอกจากนี้เสนอแนะให้บำรุงรักษาระบบชลประทาน และคลองส่งน้ำให้สามารถใช้งานได้ดี มีประสิทธิภาพในการส่งน้ำ ส่วนพื้นที่ยม-น่าน พบว่าเกษตรกรมีการปรับตัวในการทำเกษตรกรรรมและมีการรวมกลุ่มเข้มแข็ง ควรส่งเสริมระบบการผลิตโดยการลดต้นทุน การส่งเสริมองค์ความรู้ในรูปแบบการทำเกษตรกรรม การใช้เทคโนโลยีเพื่อลดการใช้พลังงาน และการติดตั้งระบบตรวจวัดปริมาณน้ำในระบบโครงข่ายการกระจายน้ำยม-น่านเพื่อการติดตามปริมาณน้ำให้ทันต่อสถานการณ์ โดยสรุปข้อเสนอแนะเป็นรายโครงการ ดังนี้

- **โครงการชลประทานตาก**
  - การประชาสัมพันธ์และสร้างความเข้าใจถึงรูปแบบและรอบเวรการใช้น้ำจากคลองชลประทานที่มีความแตกต่างกันในแต่ฤดูกาลเพาะปลูก
  - ส่งเสริมและสนับสนุนการลดต้นทุนการผลิตในการทำเกษตรกรรม
- **โครงการชลประทานกำแพงเพชร**
  - การขุดลอกและปรับปรุงลำน้ำ และการก่อสร้างอาคารบังคับน้ำในแต่ละช่วงของลำน้ำ คลองวังเจ้า คลองวังชมภู คลองสวนหมาก คลองขลุง
  - การปรับปรุงระบบชลประทาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำให้สามารถรองรับปริมาณน้ำหลากและเพื่อเป็นเป็นประโยชน์ในการกักเก็บน้ำช่วงฤดูแล้ง
  - การพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำและชะลอน้ำหลาก

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง**
  - การประเมินระยะเวลาเดินทางของน้ำที่สัมพันธ์กับรอบเวรการใช้น้ำ
  - การเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำ ขยายคลองส่งน้ำ
  - ระบบติดตามและปฏิบัติการควบคุมอาคารบังคับน้ำ/ เทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำ
  - การประชาสัมพันธ์ข้อมูลสถานการณ์น้ำ
  - อาคารชลศาสตร์ ฝาย ประตู สำหรับกักเก็บน้ำหลากในคลอง
  - ขุดลอกวัชพืชในลำน้ำ
- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว**
  - การพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำสำรองในคลองธรรมชาติ และการขุดลอกและฟื้นฟูคลองธรรมชาติ
  - การพัฒนาอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กในพื้นที่โครงข่ายคลองธรรมชาติในพื้นที่ และที่เชื่อมโยงกันระหว่างโครงการส่งน้ำฯ วังบัว และวังยาง-หนองขวัญ เช่น อ่างเก็บน้ำหนองยาง
- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ**
  - การพัฒนาแก้มลิง การกักเก็บน้ำในคลองธรรมชาติและพื้นที่เกษตรกรรม
  - การพัฒนาระบบชลประทานให้มีความสมบูรณ์เพื่อการส่งน้ำที่มีประสิทธิภาพ
  - การวิเคราะห์ปริมาณการส่งน้ำเข้าโครงการที่พิจารณาภาพรวมทั้งระบบการใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำปิง
- **โครงการชลประทานนครสวรรค์**
  - การพัฒนาระบบชลประทานให้มีความสมบูรณ์และการบำรุงรักษาระบบชลประทาน เพื่อการส่งน้ำที่มีประสิทธิภาพ
  - การพัฒนาแก้มลิงเก็บน้ำในห้วย หนอง คลอง บึง เพื่อเป็นแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่
- **โครงการชลประทานอุตรดิตถ์**
  - การประชาสัมพันธ์สร้างการรับรู้ข่าวสารของเกษตรกรต่อสถานการณ์ฝนและน้ำต้นทุน
  - การบูรณาการความช่วยเหลือจากหลายหน่วยงานในการพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำสำรอง การใช้น้ำบาดาล การใช้พลังงานสำรองในการลดต้นทุนการสูบน้ำ
  - การกำหนดเงื่อนไขประกาศภัยพิบัติในพื้นที่นาน้ำฝนและพื้นที่ชลประทาน ซึ่งมีปัจจัยเสี่ยงและความรุนแรงต่อภาวะภัยแล้งที่แตกต่างกัน
- **โครงการชลประทานพิษณุโลก**
  - การพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำสำรอง และการพัฒนาแหล่งน้ำต้นทุน
  - การประชาสัมพันธ์และการกระจายข่าวสารให้แก่เกษตรกรอย่างทั่วถึง
- **โครงการชลประทานพิจิตร**
  - การพัฒนาระบบโครงข่ายทางน้ำ การคืนทางน้ำธรรมชาติเดิม เพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำสำรองในช่วงฤดูน้ำหลาก สำหรับการใช้น้ำเพื่อการทำเกษตรกรรมนาปีในเดือน เม.ย.
  - การพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการน้ำเพื่อการติดตามปริมาณน้ำ และการใช้เครื่องมือการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อการควบคุมปริมาณน้ำที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ลดพื้นที่เสียหายจากน้ำท่วมและการขาดแคลนน้ำ

- การพัฒนาองค์กร/กลุ่มที่สามารถเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างเกษตรกรและโรงสีข้าว เพื่อการกำหนดนโยบายด้านราคาสินค้าการเกษตรกรให้มีความเหมาะสม

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายม-น่าน**

  - การพัฒนาพันธุ์ข้าว ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดต้นทุนการผลิต
  - การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการสูบน้ำเข้าพื้นที่ชลประทาน เพื่อลดต้นทุนค่าสูบน้ำ
  - การพัฒนา แหล่งน้ำสำรองในพื้นที่เกษตรกรรม และการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำในคลองส่งน้ำธรรมชาติ
  - การพัฒนาเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำที่สามารถติดตามระดับน้ำและปริมาณฝนในโครงข่ายระบบส่งน้ำและกระจายน้ำของพื้นที่ยม-น่าน
  - การประชาสัมพันธ์ และการสร้างองค์ความรู้พื้นที่บางระกำโมเดลให้แก่เกษตรกร

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล**

  - พื้นที่ลุ่มต่ำให้เริ่มทำการเพาะปลูกพร้อมกับพื้นที่บางระกำโมเดล เพื่อลดความเสี่ยงน้ำท่วมหลาก
  - การซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบโครงสร้างพื้นฐาน การวางท่อ การทำถนน การจัดรูปที่ดิน
  - การปรับรอบเวรการใช้น้ำให้แต่ละพื้นที่มีช่วงเวลายาวนานขึ้นแต่ลดปริมาณน้ำส่งเข้าพื้นที่ให้มีความสม่ำเสมอ โดยมีรูปแบบการส่งและกระจายน้ำตามสภาพภูมิประเทศของพื้นที่

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดงเศรษฐี**

  - การฟื้นฟูทางน้ำธรรมชาติเดิม เพื่อเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำเป็นแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่
  - การบำรุงรักษาระบบชลประทาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำและการระบายน้ำ

- **โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว**

  - การพัฒนารูปแบบการส่งน้ำ และปรับรอบเวรการส่งน้ำที่สอดคล้องกับรูปแบบการใช้น้ำจริงในพื้นที่เกษตรกรรม อัตราการส่งน้ำ ความยาวคลองส่งน้ำ สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ และระยะเวลาการเดินทางของน้ำที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่
  - การรักษาระดับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำที่มีปริมาณสม่ำเสมอ และเพียงพอกับการส่งน้ำถึงปลายคลอง โดยการวางรูปแบบการใช้น้ำให้แก่เกษตรกร ตามกลุ่มเกษตรกรที่ใช้น้ำจากคลองเดียวกัน

บทที่ 5
ผลการจัดทำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำและการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

การจัดทำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำ เป็นการจัดทำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำปิงล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน และการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล 10 วันล่วงหน้า และรายฤดูกาล เพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์ส่งน้ำที่เหมาะสมกับน้ำต้นทุนจากเขื่อนภูมิพลและปริมาณน้ำที่ด้านท้ายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง โดยการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้ารายฤดูกาลได้นำไปจัดทำแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์เป็นการจัดทำแบบจำลองหาปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่มีความเหมาะสมโดยพิจารณาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของปีที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ น้อย ปกติ และมาก เพื่อเป็นการปรับเทียบแบบจำลอง มีแนวคิดและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำให้ได้ร้อยละ 85 โดยเฉลี่ยในทุกวันที่ 1 พ.ย. ซึ่งเป็นปริมาณน้ำเริ่มต้นในฤดูแล้ง และคำนึงถึงปริมาณความต้องการน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาและการระบายน้ำที่ควบคุมน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำ โดยในบทนี้ ประกอบด้วยรายละเอียดของการคาดการณ์ปริมาณน้ำ แนวคิดการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่มีความเหมาะสม การจัดทำแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล และการประเมินสมรรถนะของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

5.1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า

5.1.1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและปริมาณน้ำท่าในลำน้ำปิงล่วงหน้า 10 วัน

การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าลำน้ำปิงล่วงหน้า 10 วัน เป็นการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี P.2A P.7A P.17 C.2 และ C.13 ซึ่งเป็นสถานีวัดปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำปิงตั้งแต่ท้ายเขื่อนภูมิพลถึงจุดบรรจบแม่น้ำเจ้าพระยาและเขื่อนเจ้าพระยา โดยการจัดทำแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำได้พิจารณาจากปริมาณฝน และปริมาณน้ำท่าในสถานีที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการไหลมาทำการปรับเทียบแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลรายวันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง 2561 ซึ่งครอบคลุมทั้งปีน้ำน้อย น้ำปกติ และน้ำมาก โดยจากผลการปรับเทียบแบบจำลองพบว่า ความแม่นยำของการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน มีความแม่นยำของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จากการประเมินจากประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้ดัชนีวัดความเชื่อมั่นทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-SQUARE) สรุปรายชื่อสถานีที่ทำการคาดการณ์ปริมาณน้ำล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน ในตารางที่ 5-1 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5-1 สถานีคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าลำน้ำปิง

ลำดับ	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	อำเภอ	จังหวัด	ความจุสูงสุด (ลบ.ม. ต่อวินาที)
1	P.2A	บ้านท่าแค	เมือง	ตาก	2,600
2	P.7A	ต.ในเมือง	เมือง	กำแพงเพชร	3,000
3	P.17	บ้านท่างิ้ว	บรรพตพิสัย	นครสวรรค์	2,990
4	C.2	ค่ายจิรประวัติ	เมืองนครสวรรค์	นครสวรรค์	3,590
5	C.13	เขื่อนเจ้าพระยา	สรรพยา	ชัยนาท	2,840

ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.2A อ.เมืองตาก จ.ตาก ล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน แสดงดังรูปที่ 5-1 โดยจากประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือค่า R ในช่วงการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่ามีค่า R สูงสุดที่การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 วัน เท่ากับ 0.85 รองลงมาคือการคาดการณ์ล่วงหน้า 2 วัน และ 3 วัน เท่ากับ 0.84 และ 0.82 ตามลำดับ โดยมีค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่ำสุดอยู่ที่ 0.72 และมีค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือ R-SQUARE ของการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี P.2A อยู่ที่ 0.70

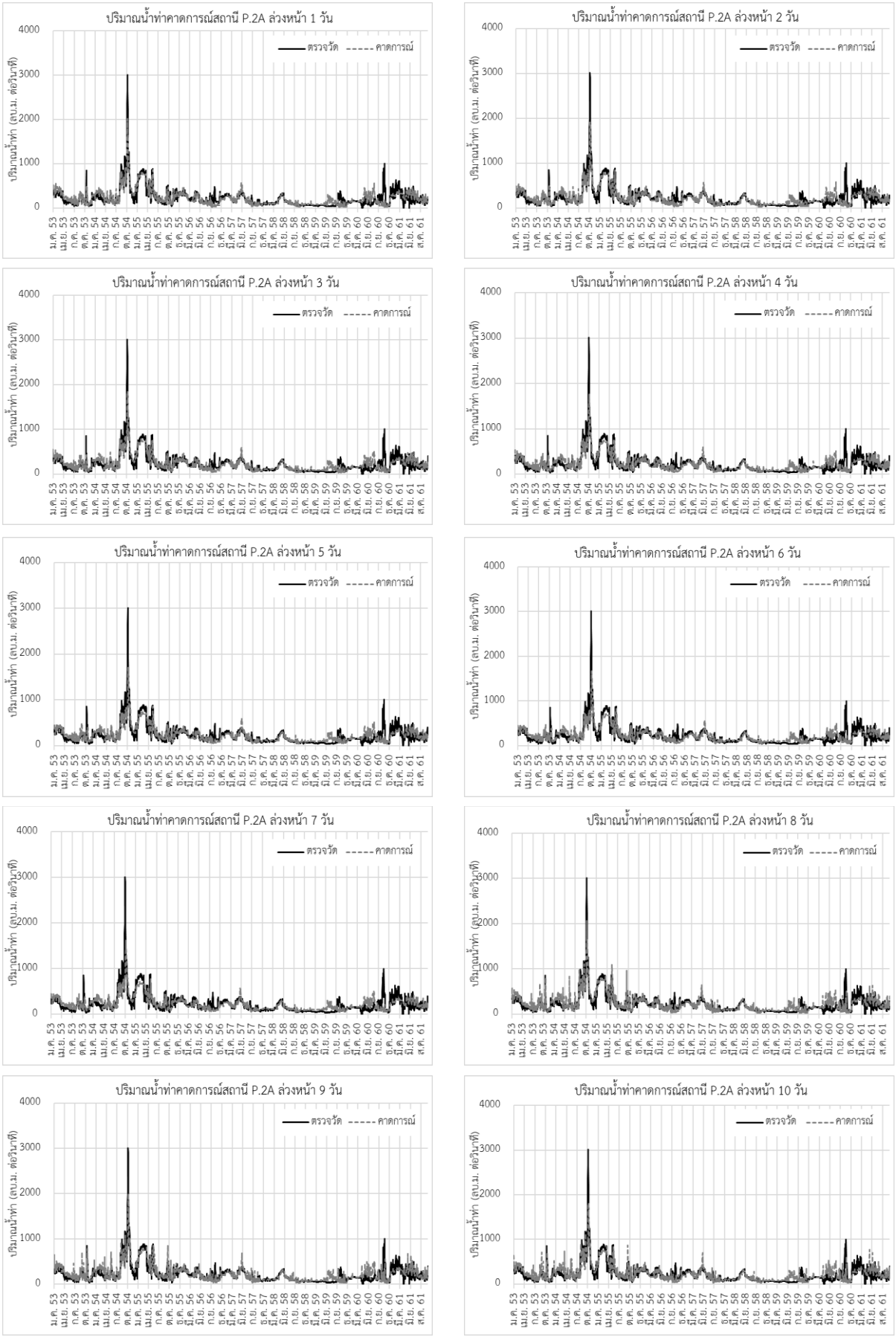
ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร ล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน แสดงดังรูปที่ 5-2 โดยจากประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือค่า R ในช่วงการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่ามีค่า R สูงสุดที่การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 วัน เท่ากับ 0.94 รองลงมาคือการคาดการณ์ล่วงหน้า 2 วัน และ 3 วัน เท่ากับ 0.92 และ 0.89 ตามลำดับ โดยมีค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่ำสุดอยู่ที่ 0.73 และมีค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือ R-SQUARE ของการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี P.7A อยู่ที่ 0.84

ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ ล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน แสดงดังรูปที่ 5-3 โดยจากประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือค่า R ในช่วงการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่ามีค่า R สูงสุดที่การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 วัน เท่ากับ 0.96 รองลงมาคือการคาดการณ์ล่วงหน้า 2 วัน และ 3 วัน เท่ากับ 0.94 และ 0.92 ตามลำดับ โดยมีค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่ำสุดอยู่ที่ 0.79 และมีค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือ R-SQUARE ของการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี P.17 อยู่ที่ 0.88

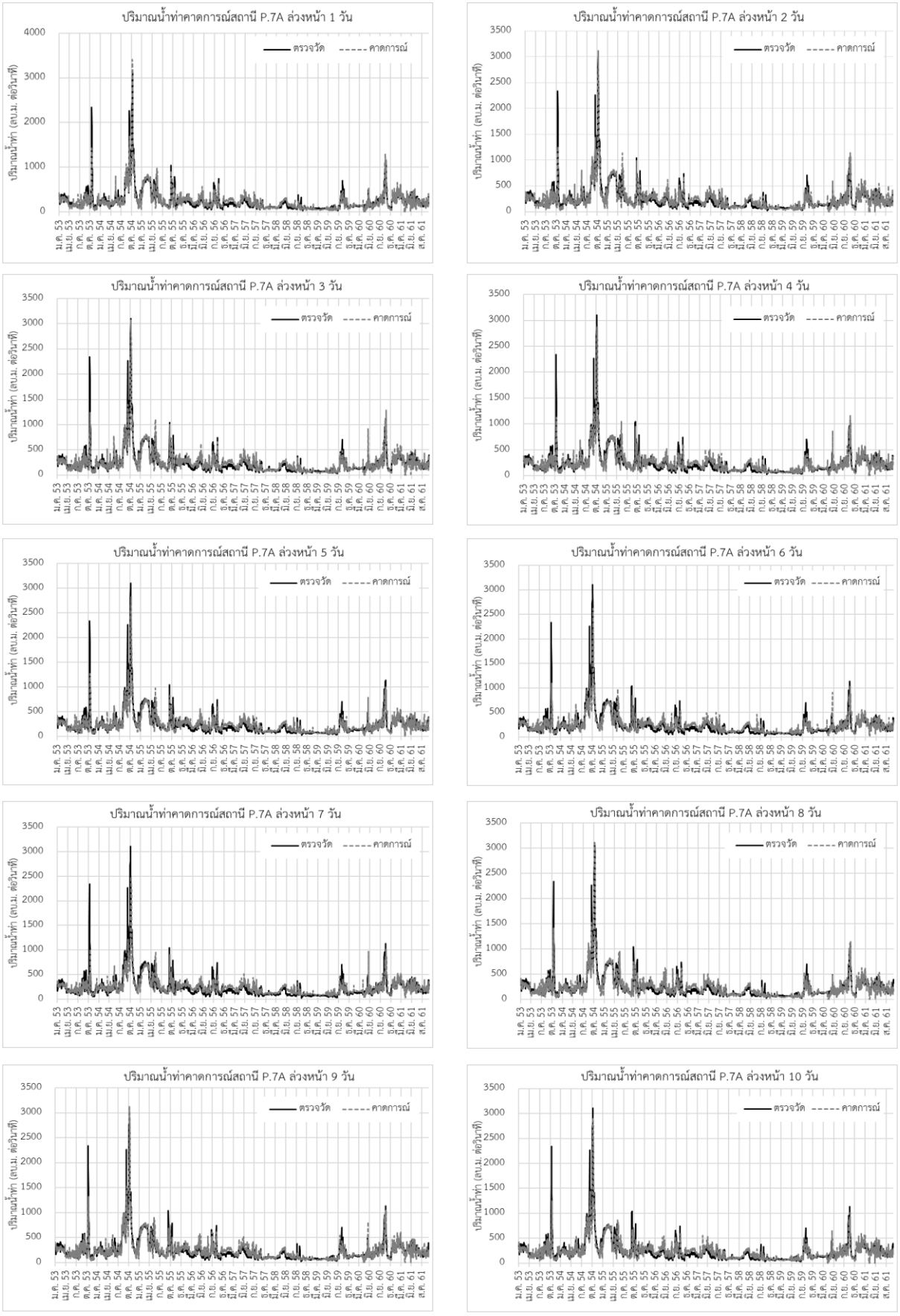
ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ ล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน แสดงดังรูปที่ 5-4 โดยจากประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือค่า R ในช่วงการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่ามีค่า R สูงสุดที่การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 วัน เท่ากับ 0.97 รองลงมาคือการคาดการณ์ล่วงหน้า 2 วัน และ 3 วัน เท่ากับ 0.96 และ 0.91 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือ R-SQUARE ของการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.2 อยู่ที่ 0.90

ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าเขื่อนเจ้าพระยา สถานี C.13 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท ล่วงหน้า 1 ถึง 10 วัน แสดงดังรูปที่ 5-5 โดยจากประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือค่า R ในช่วงการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่ามีค่า R สูงสุดที่การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 1 วัน เท่ากับ 0.97 รองลงมาคือการคาดการณ์ล่วงหน้า 2 วัน และ 3 วัน เท่ากับ 0.96 และ 0.94 ตามลำดับ โดยมีค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่ำสุดอยู่ที่ 0.92 และมีค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือ R-SQUARE ของการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.13 อยู่ที่ 0.92

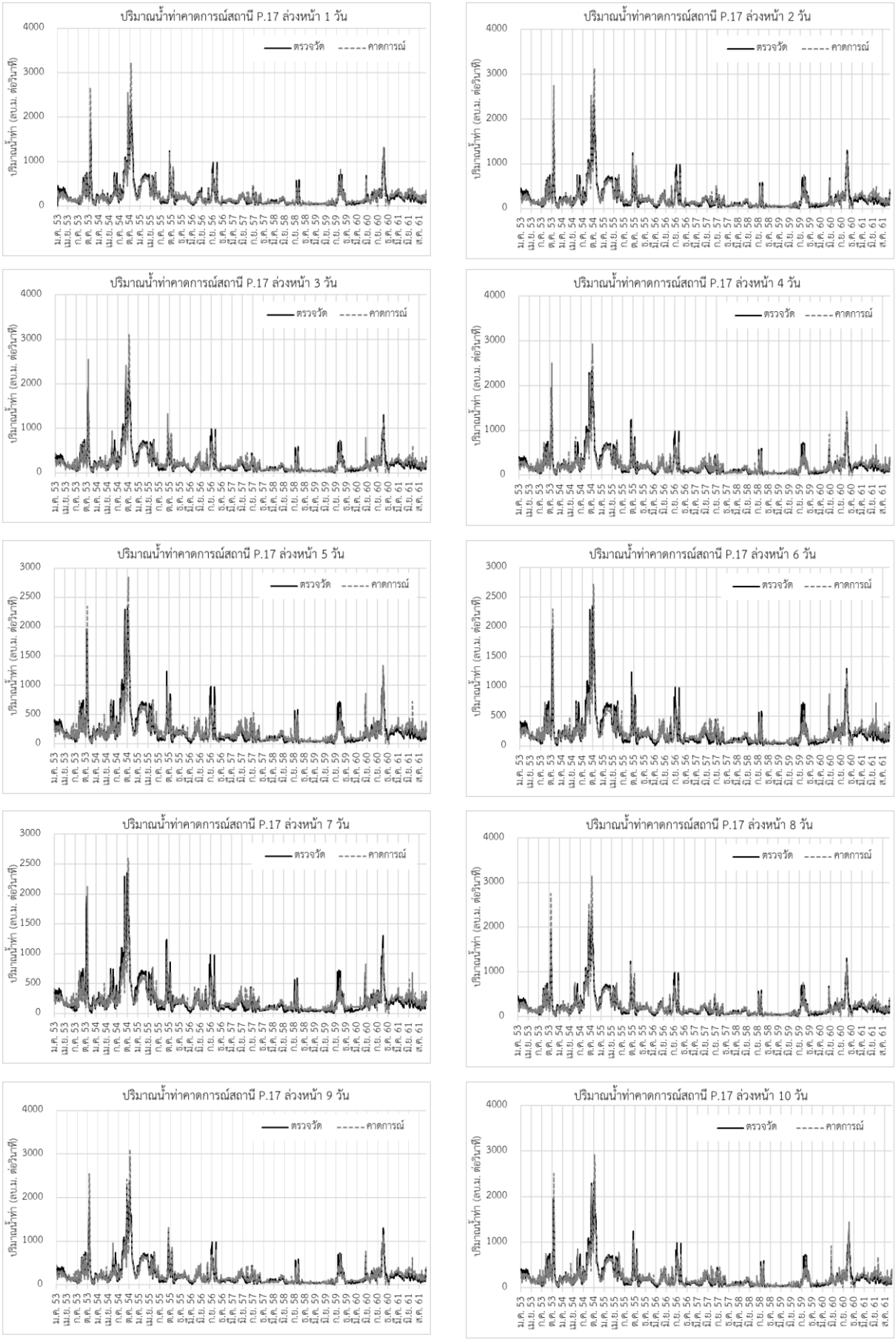
ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลพิจารณาใช้สถานีฝนที่มีพื้นที่รับน้ำครอบคลุมเหนือเขื่อนภูมิพล โดย ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในช่วงปี พ.ศ. 2560-2561 พบว่า มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์จากการประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลองอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 0.76 สูงสุดที่การคาดการณ์ล่วงหน้า 1 วัน มีความแม่นยำจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือค่า R อยู่ที่ 0.91 รองลงมาเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้า 2 วัน และ 3 วันมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ 0.85 และ 0.78 ตามลำดับ แสดงกราฟการเปรียบผลการคาดการณ์และผลการตรวจวัดดังรูปที่ 5-6



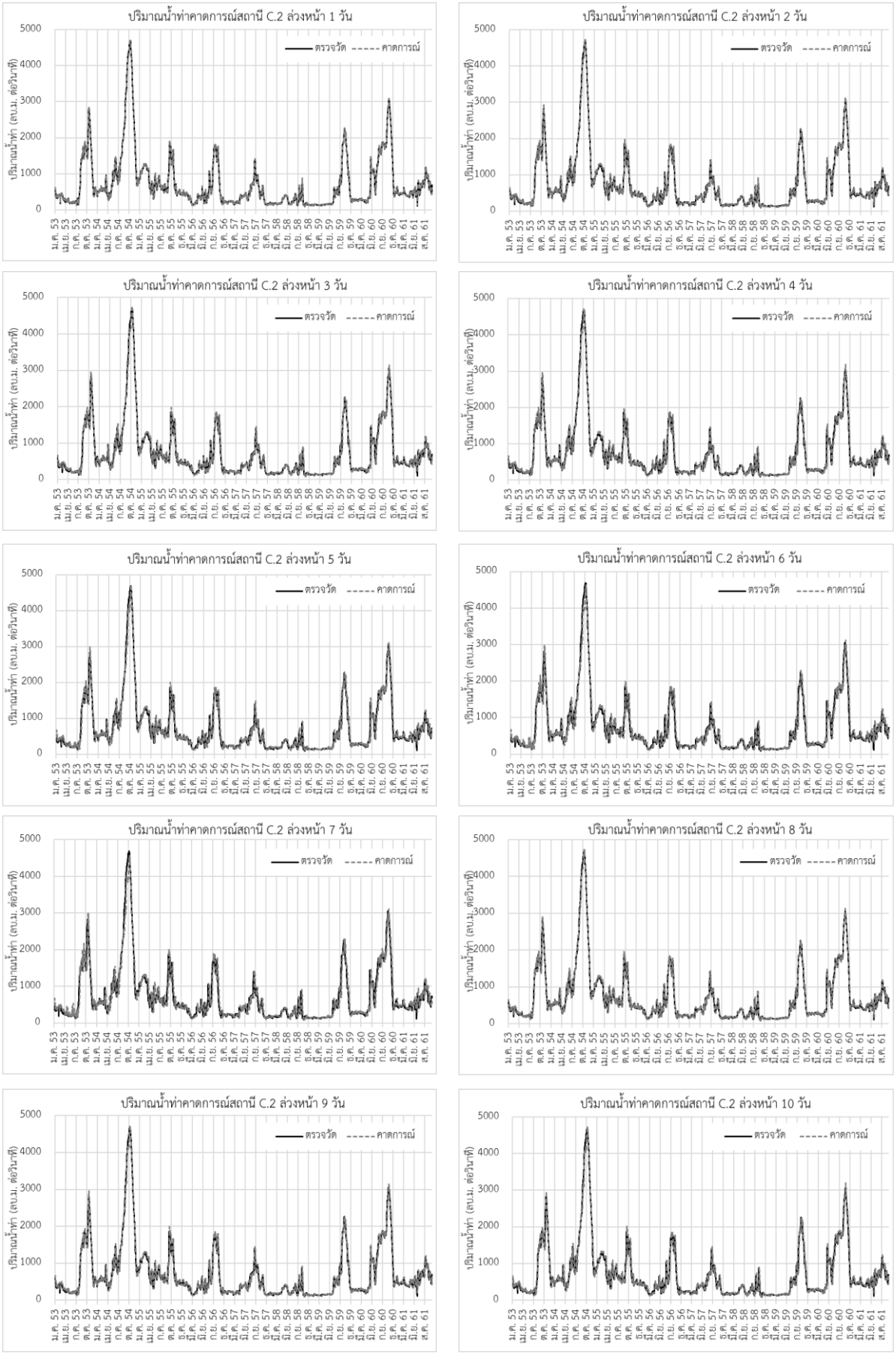
รูปที่ 5-1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.2A อ.สามเงา จ.ตาก



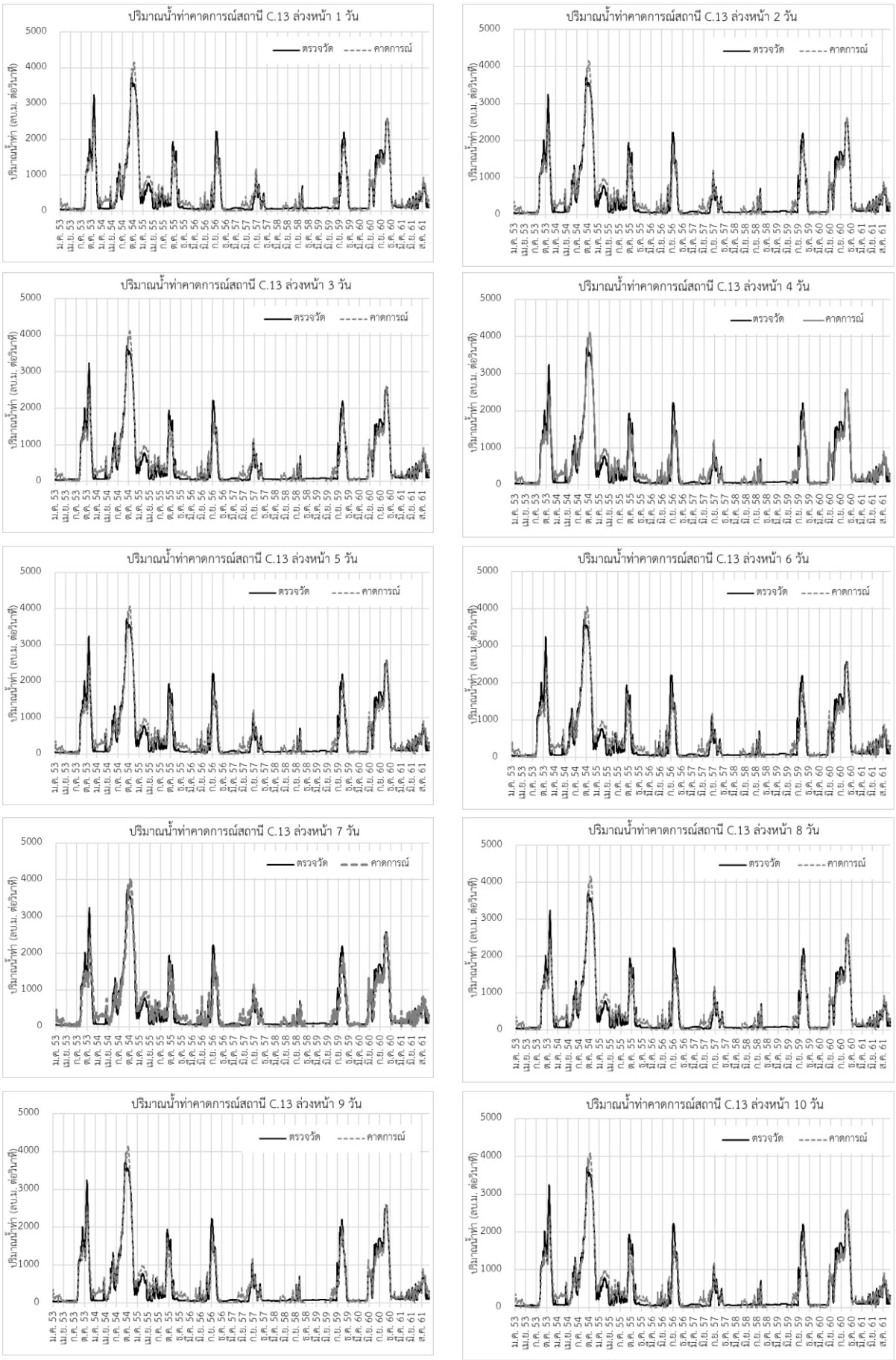
รูปที่ 5-2 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร



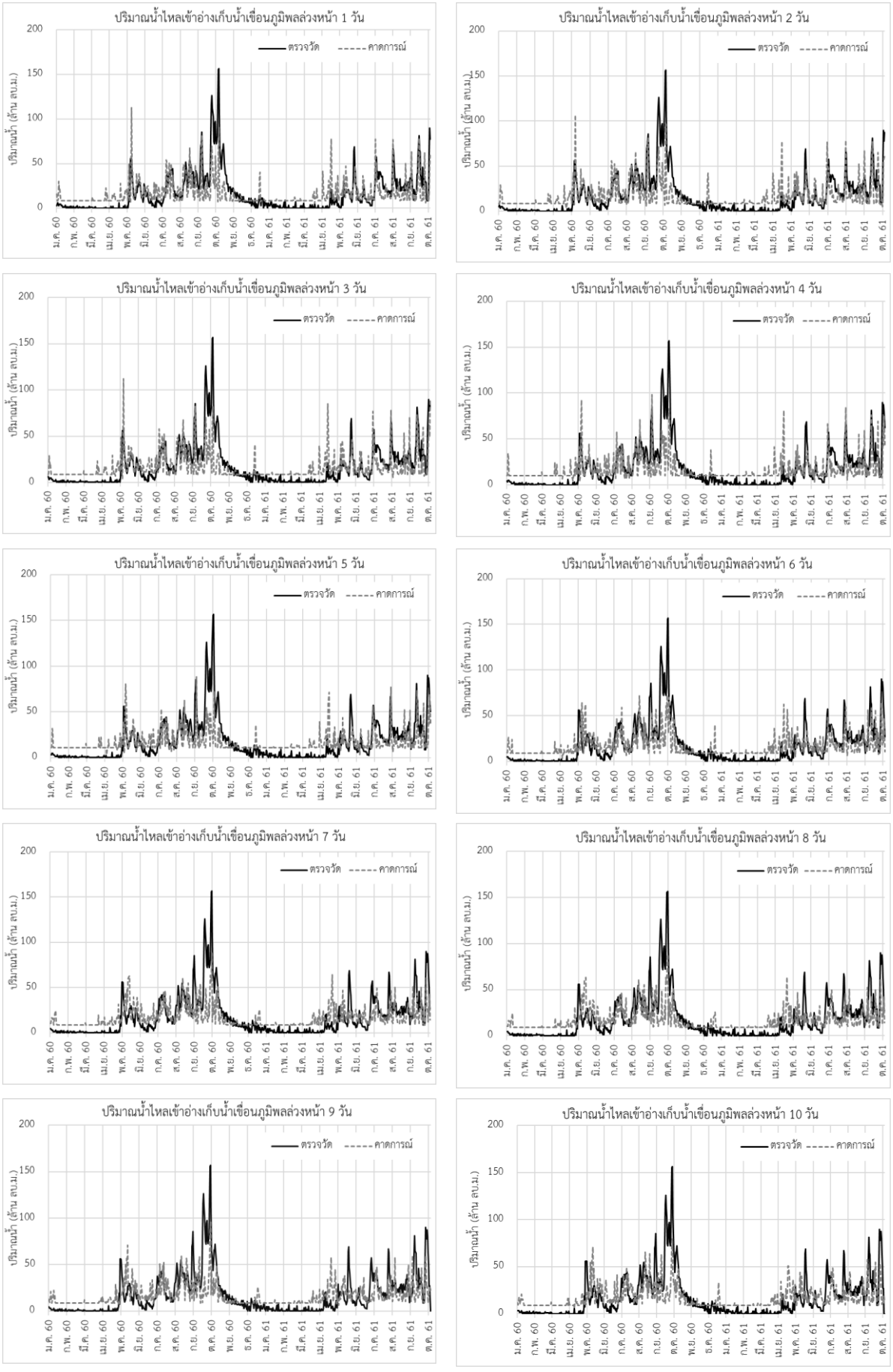
รูปที่ 5-3 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์



รูปที่ 5-4 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าสถานี C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์



รูปที่ 5-5 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าเขื่อนเจ้าพระยา สถานี C.13 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท



รูปที่ 5-6 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

5.2 แนวคิดการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่มีความเหมาะสม

5.2.1 เกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

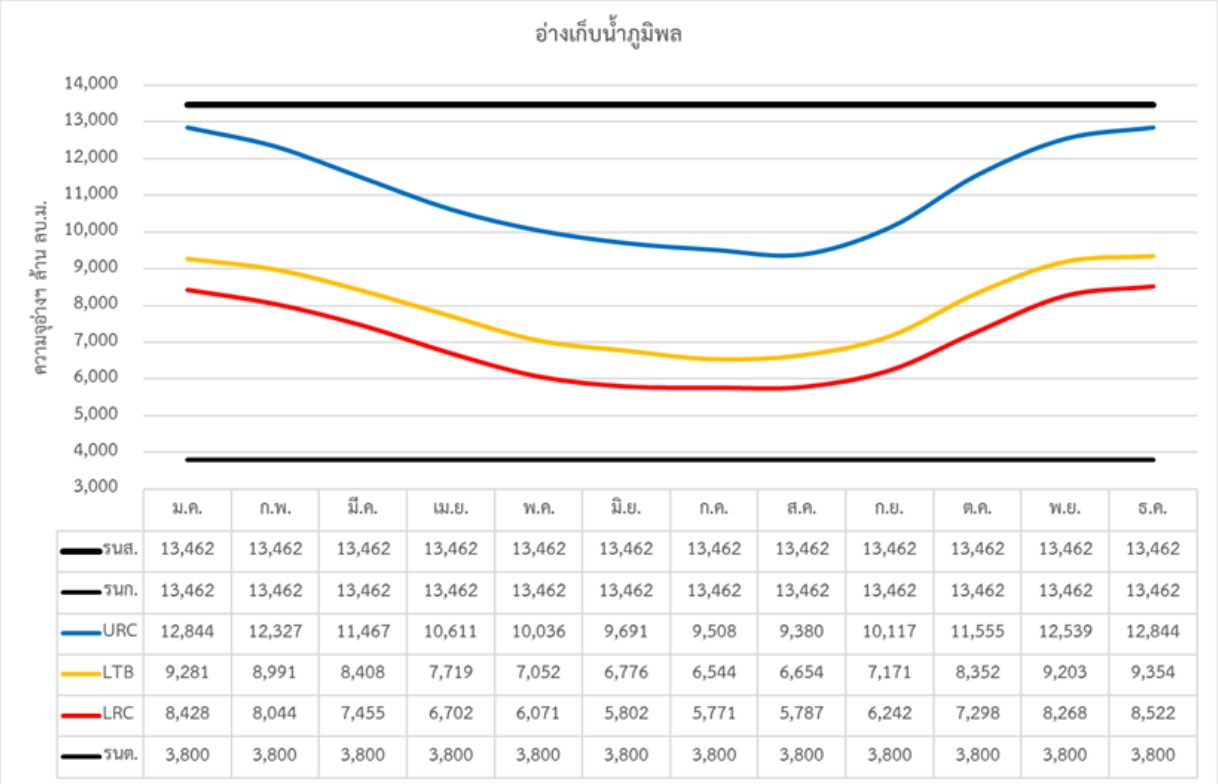
ปัจจุบันจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ซึ่งทำให้ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเกิดปริมาณน้ำฝน ช่วงเวลาฝนตกแตกต่างไปจากในอดีต รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดิน ทำให้ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานที่เพิ่มสูงขึ้น และการเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูกข้าวจากในอดีตที่ทำการเพาะปลูกข้าวทำเฉพาะนาปีโดยใช้น้ำฝนเป็นหลักและใช้น้ำชลประทานเสริมน้ำฝน ได้ปรับรูปแบบการปลูกข้าวเป็นการปลูกข้าวปีละ 2 ครั้ง (นาปี และนาปรัง) ซึ่งในบางพื้นที่ทำการปลูกข้าว 5 ครั้งใน 2 ปี อีกทั้งการขยายฐานการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม การเพิ่มขึ้นของประชากร การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ และการรุกตัวของน้ำเค็ม ทำให้ปริมาณความต้องการน้ำทุกภาคส่วนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาภัยแล้งในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง 2559 ซึ่งเป็นปีที่ประเทศไทยมีปริมาณฝนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยติดต่อกันถึง 2 ปี ทำให้กรมชลประทานขอความร่วมมือจากเกษตรกรงดการเพาะปลูกข้าวนาปรัง โดยจะส่งน้ำเพื่อการเกษตรเฉพาะพืชต่อเนื่องนอกจากปัญหาการขาดแคลนน้ำแล้ว ในขณะที่แหล่งน้ำหลักในลุ่มเจ้าพระยานั้นมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งแหล่งน้ำที่สำคัญที่ใช้ในการหล่อเลี้ยงลุ่มเจ้าพระยาคืออ่างเก็บน้ำหลักทั้ง 4 แห่งได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีการจัดการน้ำต้องมีความสอดคล้องระหว่างการบริหารจัดการน้ำต้นทุน (Supply Management) และการบริหารจัดการความต้องการใช้น้ำ (Demand Management) ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation) เพื่อให้สามารถจัดสรรน้ำได้อย่างทั่วถึง เป็นธรรม และมีความมั่นคงทางด้านน้ำนั้น จำเป็นต้องทำการพิจารณาการตัดสินใจระบายน้ำที่เหมาะสมสำหรับระบบอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดทั้งในเชิงภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อม และสภาพทางอุตุ-อุทกวิทยาที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้สามารถหาแนวทางการจัดสรรปริมาณน้ำให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อจำกัดต่างๆและลดการขาดแคลนน้ำให้ได้มากที่สุด สำหรับการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำนั้นกรมชลประทานยังคงใช้หลักการของ เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) หรือที่นิยมเรียกสั้นๆว่า Rule Curve ซึ่งหลักการของการพัฒนา Rule Curve คือ ในฤดูฝนจะพร่องน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นปริมาณเท่าใด เพื่อให้มีปริมาตรว่างสำหรับรับปริมาณน้ำหลากที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ โดยไม่เกิดการไหลล้นอ่างหรือเกิดน้อยที่สุด และขณะเดียวกันต้องรักษาปริมาณน้ำในอ่างสำหรับใช้ในฤดูแล้ง [1] ทองเปลว (2546)

การพัฒนา Rule Curve นั้นมีหลายวิธีที่นิยมใช้ได้แก่ วิธีทางสถิติเช่น วิธี Vacancy – Minimum Storage Requirement Rule Curve, วิธี Probability Base Rule Curve เป็นต้น ซึ่งใช้ข้อมูลทางสถิติของอ่างเก็บน้ำมาใช้ในการสร้าง Rule Curve เพื่อบริหารจัดการน้ำ ตัวอย่างเช่น [2] อารียา และ วราวุธ (2545) ศึกษาการพัฒนาเกณฑ์ในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำมูลบน - ลำแชะซึ่งใช้ 2 วิธีดังกล่าวเปรียบเทียบกับวิธี Standard Operating Policy พบว่าทั้ง 2 วิธีนั้นสามารถลดความรุนแรงในการขาดแคลนน้ำ และน้ำล้นอ่างได้ดีกว่าวิธี Standard Operating Policy [3] Chaleeraktrakoon et al., (2001) ได้ศึกษาการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์ ให้เป็นไปตามเส้นโค้งกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดยเลียนแบบวิธีการทางสถิติ (Stochastic Simulation Study) ด้วยข้อมูลน้ำท่ารายเดือนที่สังเคราะห์มาจากแบบจำลอง HEC-4 จากผลการศึกษาพบว่าสามารถลดระยะเวลาการขาดแคลนน้ำได้ [4] ทรงศักดิ์ 2560 ได้ศึกษาเกณฑ์เกณฑ์ปฏิบัติงานระบบอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์เพื่อการป้องกันอุทกภัย ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยใช้วิธี Vacancy Rule Curve ซึ่งอ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์สามารถรักษาปริมาณน้ำหลากของแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดนครสวรรค์ไม่เกินเกณฑ์ควบคุมที่ 3,600 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์นั้น หากระบายน้ำสูงสุดที่ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะไม่ล้นตลิ่ง แต่ช่วงปลายฤดูฝนมีแนวโน้มปริมาณน้ำต่ำกว่า LRC ร้อยละ 37.5 แต่ถ้าระบายน้ำสูงสุดที่ 800 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะเกิดน้ำล้นตลิ่งในพื้นที่ลุ่มต่ำ แต่เป็นระยะเวลาไม่นานนัก แต่ลดโอกาสเกิดปริมาณน้ำน้อย LRC เหลือร้อยละ 18.8 [5] วิษณุกรณ์ (2553) ศึกษาการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำสิรินธรและอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์ [6] รัตนา (2554) ศึกษาการพัฒนาโค้งควบคุมโดยใช้วิธีดิฟเฟอร์เรนเชียลเอฟโวลูชั่น [7] จิดาภา (2547) ศึกษาความเหมาะสมสูงสุดสำหรับการจัดการอ่างเก็บน้ำแม่งัดสมบูรณ์ชลด้วย Genetic

Algorithm [8] จักรพงษ์ (2547) ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและประยุกต์ใช้ วิธีเจเนติกอัลกอริทึ่มเพื่อหาโค้งปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม กรณีศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา จังหวัดอุทัยธานี จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า Rule Curve ที่ได้จากเทคนิค Optimization Models เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ Rule Curve เดิมที่ใช้อยู่ พบว่าสามารถลดการขาดแคลนน้ำและน้ำล้นอ่างได้เป็นอย่างดี

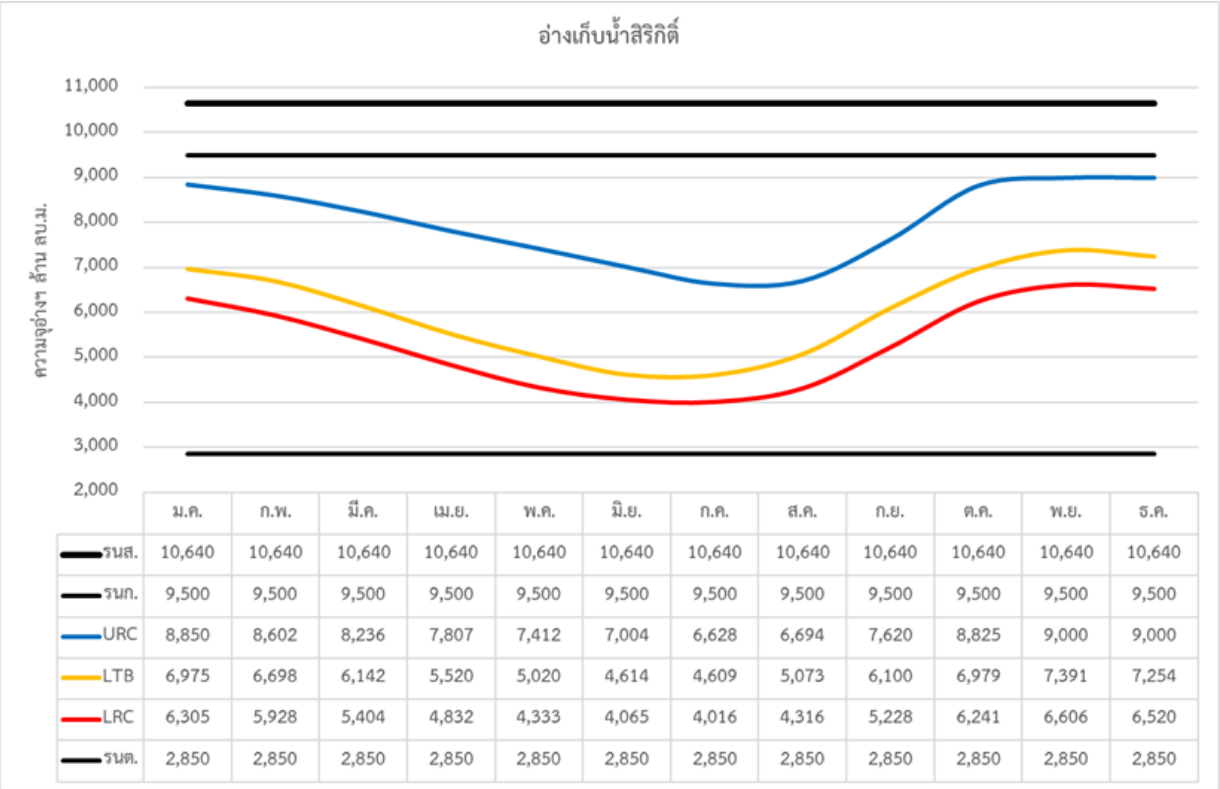
การปรับปรุง Rule Curve ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2562 โดยกรมชลประทาน ได้มีการปรับปรุง Rule Curve ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน อ่างเก็บน้ำภูมิพลสร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2507 ตั้งอยู่บนแม่น้ำปิงที่ อ.สามเงา จ.ตาก มีพื้นที่รับน้ำ 26,386 ตร.กม. และมีความจุที่ระดับเก็บกักปกติ 13,462 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 30 ปีย้อนหลัง (2532 - 2561) เท่ากับ 5,381 ล้าน ลบ.ม. หรือเท่ากับ 40% ของปริมาตรความจุ โดยปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยมากกว่า 65% เกิดขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม แสดงโค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลรูปที่ 5-7



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
รนส.	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462
รนก.	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462	13,462
URC	12,844	12,327	11,467	10,611	10,036	9,691	9,508	9,380	10,117	11,555	12,539	12,844
LTB	9,281	8,991	8,408	7,719	7,052	6,776	6,544	6,654	7,171	8,352	9,203	9,354
LRC	8,428	8,044	7,455	6,702	6,071	5,802	5,771	5,787	6,242	7,298	8,268	8,522
รนต.	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800

รูปที่ 5-7 เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์สร้างแล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2514 ตั้งอยู่บนแม่น้ำน่านที่ อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์ พื้นที่รับน้ำ 13,130 ตร.กม. ความจุที่ระดับเก็บกักปกติ 9,510 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 30 ปีย้อนหลัง (2532 - 2561) เท่ากับ 5,816 ล้านลบ.ม. หรือเท่ากับ 61% ของปริมาตรความจุ โดยปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำมากกว่า 51% เกิดขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน แสดงโค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ดังรูปที่ 5-8



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
รนส.	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640	10,640
รนก.	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500
URC	8,850	8,602	8,236	7,807	7,412	7,004	6,628	6,694	7,620	8,825	9,000	9,000
LTB	6,975	6,698	6,142	5,520	5,020	4,614	4,609	5,073	6,100	6,979	7,391	7,254
LRC	6,305	5,928	5,404	4,832	4,333	4,065	4,016	4,316	5,228	6,241	6,606	6,520
รนต.	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850	2,850

รูปที่ 5-8 เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์

5.2.2 ปริมาณความต้องการน้ำของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

การศึกษานี้ได้พิจารณาแนวทางการระบายน้ำโดยมีแนวคิดคือ อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ เป็นแหล่งจัดสรรน้ำหลักของลุ่มเจ้าพระยา โดยมีอ่างเก็บน้ำเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนเป็นส่วนเสริม และอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เป็นส่วนเสริมและเป็นแหล่งน้ำหลักที่ใช้ในการผลักดันน้ำเค็ม เพื่อควบคุมความเค็มสำหรับการผลิตน้ำประปาที่สำแล โดยได้แบ่งแนวทางการศึกษาไว้ 2 วิธีคือ 1) การจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละช่วงของเส้น Rule Curve ของทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำในลุ่มเจ้าพระยา และ 2) การจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสมเพื่อให้แต่ละอ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้ำวันที่ 1 พฤษจิกายน ในแต่ละปี มีปริมาณน้ำอยู่ที่ประมาณ 85% ของความจุ และพิจารณาปริมาณความต้องการน้ำด้านต่างๆ จากพื้นที่เพาะปลูกพืชต่างๆ สรุปในตารางที่ 5-3 ซึ่งสามารถสรุปปริมาณความต้องการน้ำด้านต่างๆ สรุปในตารางที่ 5-4 และเมื่อหักปริมาณน้ำไหลเข้าลำน้ำจะเป็นปริมาณน้ำที่ต้องส่งจริง สรุปในตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-3 สรุปข้อมูลพื้นที่แผนการเพาะปลูกตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2552 ถึง 31 ตุลาคม 2561

ปี	พื้นที่เพาะปลูก (ล้านไร่)							
	ข้าว	พืชไร่-พืชผัก	อ้อย	ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	บ่อปลา	บ่อกุ้ง	อื่นๆ	รวม
2552/53	6.85	0.07	0.25	0.44	0.24	0.06	0.04	7.95
2553	6.56	0.08	0.25	0.44	0.24	0.07	0.06	7.7
2553/54	6.59	0.08	0.26	0.39	0.25	0.07	0.06	7.69
2554	7.31	0.05	0.26	0.39	0.26	0.07	0.07	8.41
2554/55	7.67	0.09	0.29	0.41	0.26	0.09	0.06	8.89
2555	7.85	0.04	0.37	0.37	0.24	0.08	0.05	9.01
2555/56	7.24	0.05	0.33	0.35	0.24	0.05	0.05	8.32
2556	7.85	0.06	0.32	0.39	0.26	0.09	0.07	9.04
2556/57	6.36	0.05	0.3	0.36	0.25	0.06	0.06	7.45

ตารางที่ 5-3 (ต่อ) สรุปข้อมูลพื้นที่แผนการเพาะปลูกตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2552 ถึง 31 ตุลาคม 2561

ปี	พื้นที่เพาะปลูก (ล้านไร่)							
	ข้าว	พืชไร่-พืชผัก	อ้อย	ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	บ่อปลา	บ่อกุ้ง	อื่นๆ	รวม
2557	8.11	0.06	0.3	0.34	0.27	0.09	0.06	9.24
2557/58	3.72	0.06	0.31	0.34	0.27	0.09	0.07	4.84
2558	8.16	0.06	0.39	0.35	0.26	0.09	0.06	9.37
2558/59	2.02	0.06	0.4	0.37	0.27	0.09	0.06	3.26
2559	6.99	0.13	0.4	0.4	0.24	0.06	0.04	8.27
2559/60	5.79	0.12	0.4	0.37	0.25	0.07	0.06	7.05
2560	8.83	0.16	0.4	0.32	0.25	0.07	0.05	10.1
2560/61	6.42	0.06	0.4	0.3	0.23	0.05	0.08	7.55
2561	8.66	0.12	0.42	0.3	0.31	0.08	0.09	9.97

ตารางที่ 5-4 สรุปข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำทั้งลุ่มเจ้าพระยา ตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2552 ถึง 31 ตุลาคม 2561

ปี	ปริมาณความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)					
	การเกษตร	อุปโภค-บริโภค	อุตสาหกรรม	ระบบนิเวศ	อื่น ๆ	รวม
2552/53	8,200	1,142	0	980	1,077	11,399
2553	6,867	80	80	141	333	7,501
2553/54	8,897	1,142	0	980	977	11,996
2554	7,495	189	55	613	623	8,975
2554/55	8,383	1,100	0	1,590	2,070	13,143
2555	8,218	171	131	614	1,516	10,650
2555/56	8,574	1,100	0	1,100	700	11,474
2556	7,947	84	47	743	1	8,822
2556/57	7,927	1,100	5	1,100	245	10,378
2557	7,929	658	128	243	221	9,179
2557/58	5,470	1,100	15	1,100	285	7,970
2558	7,462	699	161	378	275	8,975
2558/59	5,201	1,100	15	1,400	385	8,101
2559	6,604	834	130	1,276	387	9,231
2559/60	7,691	1,100	15	1,100	335	10,241
2560	8,515	1,100	25	73	387	10,100
2560/61	8,286	1,100	15	1,100	335	10,836
2561	8,660	1,140	14	1,100	335	11,249

ตารางที่ 5-5 สรุปข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำทั้งลุ่มเจ้าพระยา

ปี	ปริมาณความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	ปริมาณความต้องการน้ำ	ปริมาณน้ำไหลเข้าลำน้ำ	ปริมาณการระบายน้ำที่ต้องส่ง
2552/53	11,399	543	10,856
2553	7,501	4,188	3,313
2553/54	11,996	1,075	10,922
2554	8,975	6,809	2,166
2554/55	13,143	418	12,726
2555	10,650	3,951	6,699
2555/56	11,474	139	11,335
2556	8,822	2,909	5,912
2556/57	10,378	356	10,022
2557	9,179	2,951	6,228
2557/58	7,970	445	7,525
2558	8,975	1,468	7,507
2558/59	8,101	25	8,076
2559	9,231	4,494	4,737
2559/60	10,241	395	9,846
2560	10,100	7,090	3,010
2560/61	10,836	631	10,206
2561	11,249	3,213	8,036

5.2.3 การจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสม

การจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละช่วงของเส้น Rule Curve ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ มีหลักการการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยพิจารณาเป็นสัดส่วนของปริมาณน้ำใช้การได้ทั้ง 4 อ่างฯ รวมกันเทียบกับปริมาณความต้องการน้ำรวมของลุ่มเจ้าพระยาในแต่ละวัน แบ่งโซนการระบายน้ำ 4 โซนดังนี้

1) เกณฑ์การระบายน้ำในช่วงระดับเก็บกักน้ำปกติ ถึง Upper Rule Curve
2) เกณฑ์การระบายน้ำในช่วง Upper Rule Curve ถึง Long Term Benchmark
3) เกณฑ์การระบายน้ำในช่วง Long Term Benchmark ถึง Lower Rule Curve
4) เกณฑ์การระบายน้ำในช่วง Lower Rule Curve ถึง ระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

โดยในการศึกษานี้จะกำหนดมีการรายละเอียดของการกำหนดอัตราการระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละโซนของแต่ละอ่างเก็บน้ำ ซึ่งในการศึกษานี้จะมีแนวทางระบายน้ำ 3 รูปแบบ คือ

1) ระบายน้ำเท่ากับค่าการระบายน้ำที่กำหนดให้ในแต่ละอ่างเก็บน้ำ
2) ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ คือ พิจารณาระบายน้ำ = (ปริมาณน้ำใช้การอ่างนั้นๆ / ผลรวมปริมาณใช้การได้รวมทั้ง 4 อ่าง) * ปริมาณความต้องการน้ำรวมทั้งลุ่มน้ำเจ้าพระยา
3) ระบายน้ำอยู่ระหว่างระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ และ ปริมาณน้ำสูงสุดในช่วงเวลานั้น คือ พิจารณาระบายน้ำเป็นรูปแบบ Linear โดยระบายน้ำขั้นต่ำเริ่มต้นเท่ากับสัดส่วนความต้องการน้ำ ในช่วงปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขั้นต่ำสุดในช่วงที่พิจารณา และจะระบายน้ำปริมาณน้ำสูงสุด ในช่วงปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขั้นสูงสุดในช่วงที่พิจารณา วันที่ 1 สิงหาคม มีปริมาณน้ำเท่ากับ 6,000 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งอยู่ในช่วง Upper Rule Curve ถึง Long Term Benchmark (6,694 – 5,073 ล้าน ลบ.ม.) และสัดส่วนความต้องการน้ำในช่วงเวลานั้น เท่ากับ 10 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวจะสูงสุดไม่เกิน 50 ล้าน ลบ.ม. จะพิจารณาการระบายน้ำ = 10 + (50-10)*(6,000 -5,073)/(6,694 - 5,073) = 32.87 ล้าน ลบ.

ม. เป็นต้นซึ่งจากการศึกษาสามารถสรุปอัตราการระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละโซนของแต่ละอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ในตารางที่ 5-6 และ 5-7 ตามลำดับ

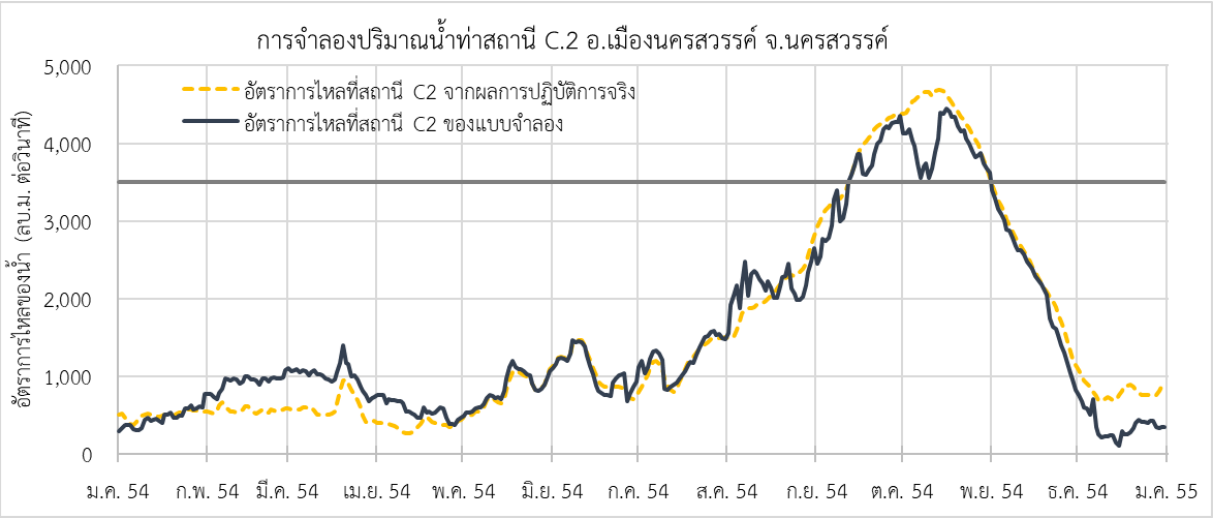
ตารางที่ 5-6 อัตราการระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละโซนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

ช่วงปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ	อัตราการระบายน้ำ	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ระดับเก็บกักน้ำปกติ ถึง Upper Rule Curve	ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	35 ล้าน ลบ.ม.
Upper Rule Curve ถึง Long Term Benchmark	ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	ในช่วงเดือน ก.ค. - ก.ย. ระบายน้ำอยู่ระหว่าง ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ และ 50 ล้าน ลบ.ม.
Long Term Benchmark ถึง Lower Rule Curve	ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	
Lower Rule Curve ถึง ระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด	ระบายน้ำอยู่ระหว่าง ระบายน้ำตามสัดส่วนการระบายน้ำขั้นต่ำ จนถึง ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	

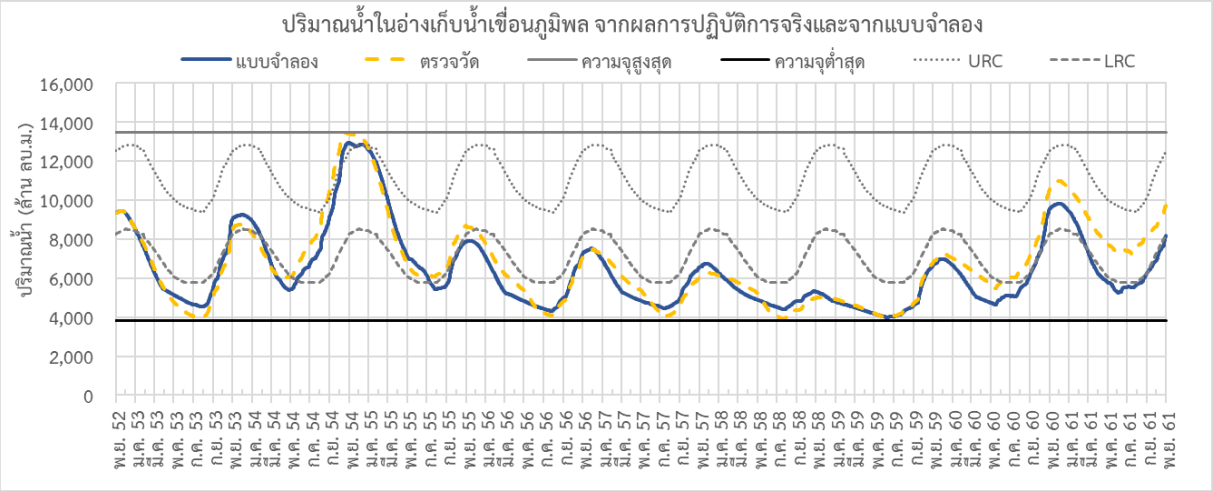
ตารางที่ 5-7 อัตราการระบายน้ำที่เหมาะสมในแต่ละโซนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์

ช่วงปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ	อัตราการระบายน้ำ	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ระดับเก็บกักน้ำปกติ ถึง Upper Rule Curve	ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	1) ถ้าinflow >50 ล้าน ลบ.ม. ระบายน้ำ = 50 ล้าน ลบ.ม.
		2) ถ้าinflow <50 ล้าน ลบ.ม. ระบายน้ำอยู่ระหว่าง ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ และ 35 ล้าน ลบ.ม.
Upper Rule Curve ถึง Long Term Benchmark	ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	ถ้า inflow สะสมคาดการณ์ล่วงหน้า 7วัน > 300 ล้าน ลบ.ม. และอยู่ในช่วงเดือน ก.ค. - ก.ย. ระบายน้ำอยู่ระหว่าง เกณฑ์การระบายน้ำเพื่อการเกษตร และ 35 ล้าน ลบ.ม.
Long Term Benchmark ถึง Lower Rule Curve	ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	
Lower Rule Curve ถึง ระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด	ระบายน้ำระหว่าง ปริมาณการระบายน้ำตามสัดส่วนการระบายน้ำขั้นต่ำของทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ ถึง ระบายน้ำตามสัดส่วนความต้องการน้ำ	

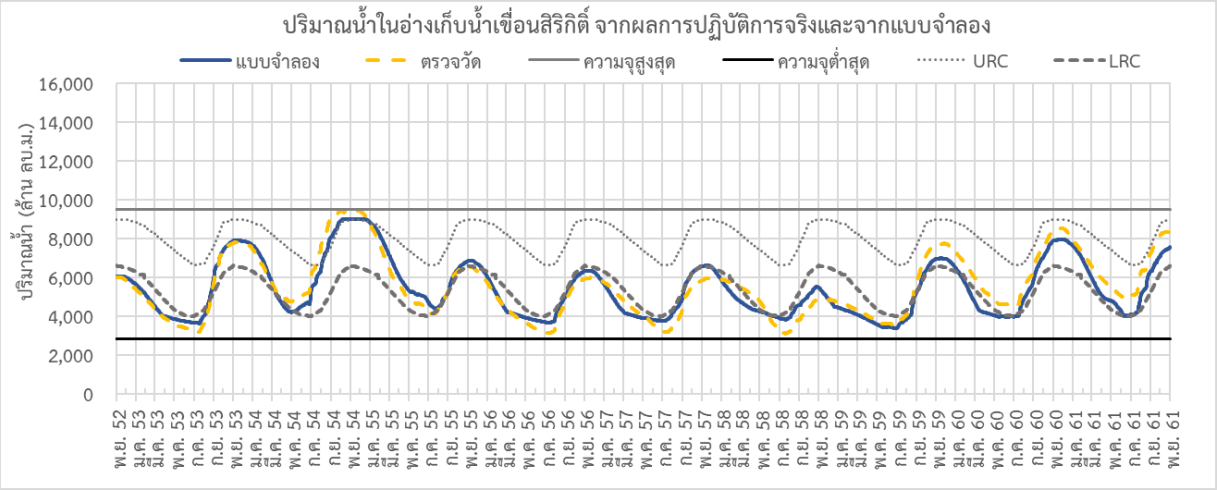
จากการจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสม พบว่า แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำสามารถควบคุมปริมาณน้ำท่าที่เกินความจุลำน้ำที่สถานี C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ ให้ลดลงได้ในปี พ.ศ. 2554 แสดงในรูปที่ 5-9 โดยมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 4,449 ลบ.ม. ต่อวินาที ลดลงจากปี พ.ศ. 2554 ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 4,689 ลบ.ม.ต่อวินาที คิดเป็นปริมาณน้ำท่าที่ลดลงไปได้ร้อยละ 44 อีกทั้ง การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการจำลอง พบว่าไม่เกินความจุสูงสุดในช่วงเวลาการปรับเทียบแบบจำลองตั้งแต่วันที่ 1 พ.ย. 52 ถึง 31 ต.ค. 61 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำระหว่างแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ดังรูปที่ 5-10 และ 5-11 ตามลำดับ



รูปที่ 5-9 การเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำที่สถานี C.2 ของผลการปฏิบัติการจริงและแบบจำลอง



รูปที่ 5-10 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จากผลการปฏิบัติการจริงและผลจากแบบจำลอง



รูปที่ 5-11 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จากผลการปฏิบัติการจริงและผลจากแบบจำลอง

จากการจำลองเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสมได้ทำการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ดัชนีวัดสมรรถนะของระบบเปรียบเทียบผลการปฏิบัติการจริงและผลการปฏิบัติการของแบบจำลองสรุปในตารางที่ 5-8 พบว่า การใช้เกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำด้านความเชื่อถือของระบบในการส่งน้ำเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำท้ายน้ำ โดยประเมินความน่าเชื่อถือหรือความสำเร็จของระบบโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองได้ร้อยละ43 เทียบกับผลปฏิบัติการจริงที่มีความน่าเชื่อถือของระบบร้อยละ 35 โดยแบบจำลองมีผลรวมการขาดแคลนน้ำ 581 ล้าน ลบ.ม. ประเมินเป็นความรุนแรงของระบบได้ 19 ล้าน ลบ.ม. ต่อครั้ง ในขณะที่การปฏิบัติการจริงมีผลรวมการขาดแคลนน้ำของระบบ 1,098 ล้าน

ลบ.ม. ประเมินเป็นความรุนแรงของระบบได้ 20 ล้าน ลบ.ม. ต่อครั้ง ส่วนการฟื้นตัวของระบบ เมื่อแบบจำลองมีการระบายน้ำที่น้อยกว่าความต้องการน้ำ พบว่า แบบจำลองมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 15 ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดมีความสามารถในการฟื้นตัวของระบบอยู่ที่ร้อยละ 10

ตารางที่ 5-8 การประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสม

รายการ	ผลการปฏิบัติการจริง	ผลการปฏิบัติการของแบบจำลอง
ปริมาณความต้องการน้ำรวม	139,120.57 ล้าน ลบ.ม.	
ปริมาณน้ำที่ระบาย	127,804 ล้าน ลบ.ม.	139,350 ล้าน ลบ.ม.
ปริมาณการขาดแคลนน้ำ	44,204 ล้าน ลบ.ม.	28,195 ล้าน ลบ.ม.
จำนวนวันในช่วงเวลาปฏิบัติการ (N_t)	1 พ.ย.52 ถึง 31 ต.ค. 61 = 3,288 วัน	
จำนวนวันที่ส่งน้ำได้ไม่ขาดแคลน (N_s)	1,212 วัน	1,518 วัน
จำนวนวันที่เกิดการขาดแคลนน้ำ (f_d)	2,076 วัน	1,770 วัน
ผลรวมการขาดแคลนสูงสุด ($\sum max(S_{jth})$)	1,098	581
จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนต่อเนื่อง (f_s)	214 ครั้ง	271 ครั้ง
Reliability (N_s/N_t)	35%	43%
Vulnerability ($\sum max(S_{jth})/ f_s$)	20 ล้าน ลบ.ม./ครั้ง	19 ล้าน ลบ.ม./ครั้ง
Resilience (f_s/f_d)	10%	15%

5.2.4 การจำลองหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสมในสถานการณ์ปัจจุบันปี พ.ศ. 2562

จากแนวทางการระบายน้ำดังกล่าวหากนำมาปรับใช้ในการระบายน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานในปัจจุบัน โดยใช้ในช่วง 1 พฤษภาคม – 21 กรกฎาคม 2562 จะใช้ปริมาณการระบายน้ำจากอ่างฯ เป็นปริมาณความต้องการน้ำจริง เนื่องจากแผนการจัดสรรน้ำที่วางไว้ พิจารณาตามที่กรมอุตุนิยมวิทยาคาดการณ์ว่าปริมาณฝนจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 10% แต่ผลการตรวจวัดจริงพบว่าปริมาณฝนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 20% ทำให้เกิดฝนทิ้งช่วงไม่มีปริมาณน้ำฝนมาช่วยเหลือในการเพาะปลูกพืชในฤดูฝน ทำให้ต้องใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำมากกว่าที่วางแผนจัดสรรน้ำในครั้งแรก สำหรับปริมาณความต้องการน้ำในช่วง 22 กรกฎาคม ถึง 31 ตุลาคม 2562 ใช้ตามแผนการจัดสรรน้ำที่ปรับการจัดสรรน้ำใหม่ ซึ่งสรุปปริมาณความต้องการน้ำดังที่แสดงในตารางที่ 5-9 โดยกรมชลประทานใช้ปริมาณฝนคาดการณ์ปี 2558 เป็นพื้นฐานในการปรับแผนการจัดสรรน้ำใหม่ เนื่องจากเป็นปีที่เกิดการขาดแคลนน้ำอย่างหนักเช่นปี 2562 ในทำนองเดียวกันสำหรับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในช่วง 1 พฤษภาคม ถึง 21 กรกฎาคม 2562 ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำตรวจวัด และในวันที่ 22 กรกฎาคม ถึง 31 ตุลาคม 2562 ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปี 2558 สรุปปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างในตารางที่ 5-9 โดยจะแบ่งการจำลองเป็น 2 กรณี ดังนี้ 1) การจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแผนการจัดสรรน้ำของกรมชลประทาน และ 2) การจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแบบจำลองการหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสม

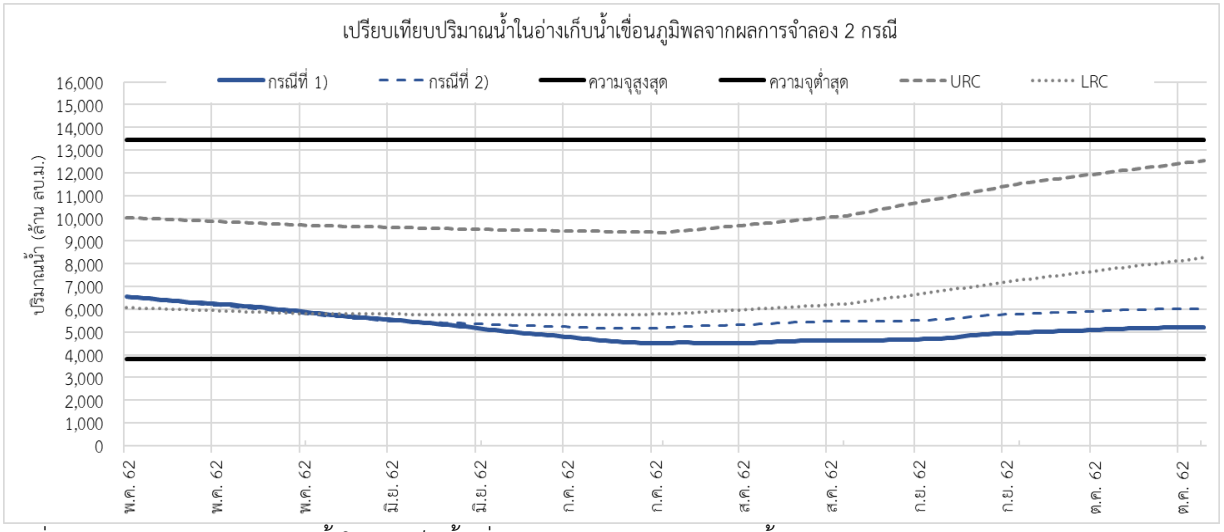
ตารางที่ 5-9 สรุปปริมาณน้ำที่ใช้ในการปรับแผนการจัดสรรน้ำ และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคาดการณ์

เดือน	แผนการจัดสรรน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)			ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	เขื่อนภูมิพล	เขื่อนสิริกิติ์	รวม 4 เขื่อน	เขื่อนภูมิพล	เขื่อนสิริกิติ์	รวม 4 เขื่อน
พ.ค. 62	651	727.52	1,512.65	69.88	85.33	166.81
มิ.ย. 62	663.4	620.11	1,357.89	17.86	134.57	167.47
ก.ค. 62	701	576.58	1,356.26	143.37	271.66	494.06
ส.ค. 62	431	286	792.33	538.43	953.51	1,742.62

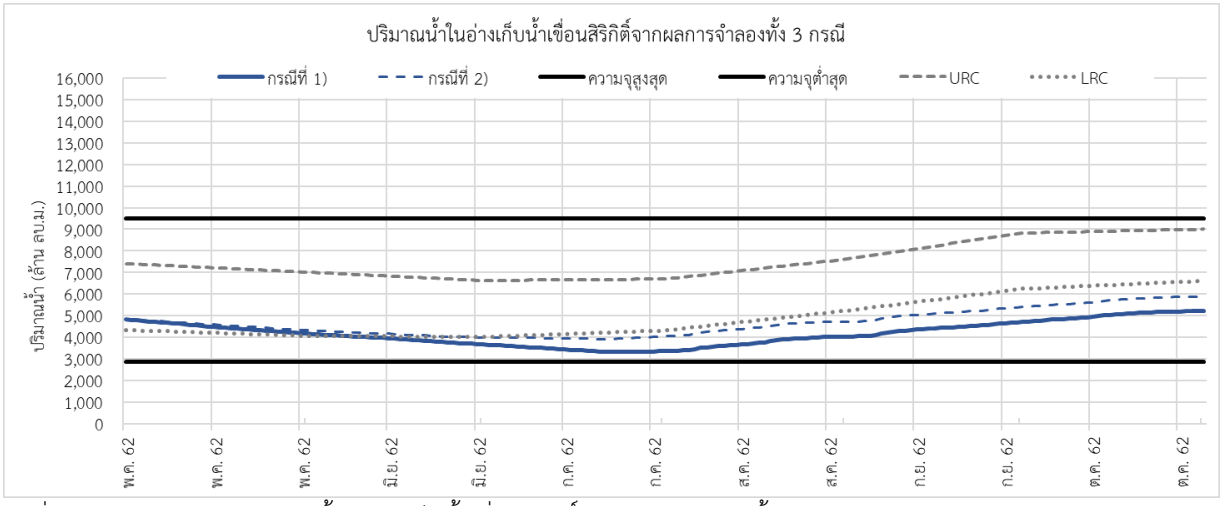
ตารางที่ 5-9 (ต่อ) สรุปปริมาณน้ำที่ใช้ในการปรับแผนการจัดสรรน้ำ และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคาดการณ์

เดือน	แผนการจัดสรรน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)			ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	เขื่อนภูมิพล	เขื่อนสิริกิติ์	รวม 4 เขื่อน	เขื่อนภูมิพล	เขื่อนสิริกิติ์	รวม 4 เขื่อน
ก.ย. 62	97	121.39	270.7	441.37	810.9	1,499.95
ต.ค. 62	93	120.17	266.49	332.91	624.91	1,489.21
รวม	2,636.40	2,451.77	5,556.32	1,543.82	2,880.88	5,560.12

จากผลการจำลองทั้ง 2 กรณีพบว่ากรณีที่ 1) ที่มีการจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแผนการจัดสรรน้ำของกรมชลประทาน สามารถระบายน้ำได้ตามแผนการจัดสรรน้ำรวมทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำที่ 5,556.23 ล้านลบ.ม. และมีปริมาณน้ำรวมทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำเท่ากับ 11,505.50 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่กรณีที่ 2) การจำลองคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแบบจำลองการหาเกณฑ์การระบายน้ำที่เหมาะสม พบว่าระบายน้ำรวมทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำที่ 5,393.68 ล้าน ลบ.ม. ต่ำกว่าแผน 162.64 ล้าน ลบ.ม. แต่มีปริมาณน้ำรวมทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำเท่ากับ 11,985.27 ล้าน ลบ.ม. มากกว่ากรณีที่ 1) อยู่ 479.77 ล้าน ลบ.ม. แสดงการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ดังรูปที่ 5-12 และ 5-13 ตามลำดับ



รูปที่ 5-12 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลจากผลการจำลองทั้ง 2 กรณี



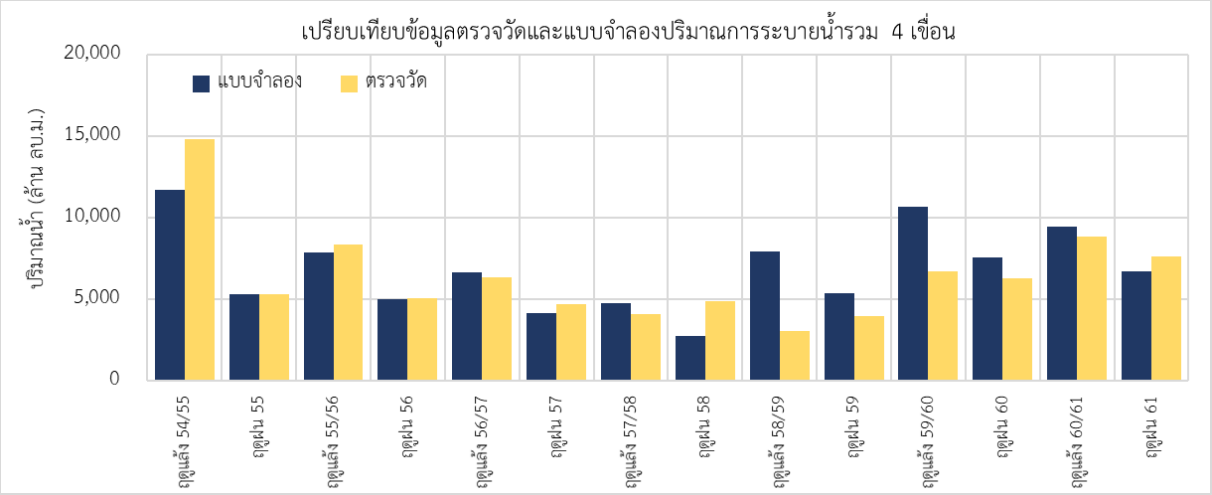
รูปที่ 5-13 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์จากผลการจำลองทั้ง 2 กรณี

5.3 การจัดทำแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล หรือ แบบจำลอง ROS85

การจัดทำแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำที่เหมาะสมมีแนวคิดในการหาค่าการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ เขื่อนภูมิพล การจัดทำแบบจำลองการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำได้กำหนดเงื่อนไขการระบายน้ำ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตั้งต้น และปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ สิ้นสุดฤดูกาล และความต้องการน้ำสำหรับ

การอุปโภคบริโภค ระบบนิเวศ และการเกษตรกรรมของลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยการปรับเทียบแบบจำลองตั้งแต่วันที่ 1 พ.ย. 2554 ถึง 31 ต.ค. 2560 เพื่อจำลองปริมาณการระบายน้ำที่เหมาะสม และจำลองสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ เพื่อประเมินสมรรถนะของแบบจำลองในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนอย่างน้อยร้อยละ 85 ในวันที่ 1 พ.ย. ซึ่งเป็นต้นฤดูแล้งของทุกปี โดยในงานวิจัยใช้ชื่อเรียกว่า แบบจำลอง ROS85

การจำลองปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำ สรุปข้อมูลจากการปรับเทียบแบบจำลอง ROS85 ในตารางที่ 5-10 จะเห็นว่า ในช่วงการปรับเทียบแบบจำลองทั้งหมด 14 ฤดูกาลมี 6 ฤดูกาลที่แบบจำลองเสนอแนะให้มีการระบายน้ำที่น้อยกว่าข้อมูลตรวจวัด ได้แก่ ช่วงฤดูแล้ง 54/55 มีปริมาณการระบายน้ำแนะนำจากแบบจำลองน้อยกว่าตรวจวัดอยู่ถึง 3,098.48 ล้าน ลบ.ม. ต่อมาในเป็นช่วงฤดูแล้ง 55/56 ฤดูฝน 56 ฤดูฝน 57 ฤดูฝน 58 และฤดูฝน 61 ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์น้ำจากการที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำน้อย ทำให้แบบจำลองเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำที่ช่วยรักษาปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำ โดยผลต่างของการระบายน้ำจากแบบจำลองที่น้อยกว่าข้อมูลตรวจวัดมีค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 43 และต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 1 แต่เมื่อพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยผลต่างการระบายน้ำทั้ง 14 ฤดูกาลในช่วงการปรับเทียบแบบจำลองแล้วพบว่าในช่วงฤดูฝน แบบจำลองได้เสนอแนะปริมาณการระบายรวม 4 เขื่อนที่มากกว่าแบบจำลองเฉลี่ย 134.19 ล้าน ลบ.ม. ต่อฤดูกาล สำหรับการเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำในช่วงฤดูแล้งจากแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองมีการตัดสินใจระบายน้ำที่สูงกว่าข้อมูลตรวจวัดโดยเฉลี่ยร้อยละ 971.64 ล้าน ลบ.ม. ต่อฤดูกาล โดยมีผลต่างของการระบายน้ำจากแบบจำลองที่มากกว่าข้อมูลตรวจวัดสูงสุดที่ร้อยละ 157 และต่ำสุดที่ร้อยละ 0.04 แสดงกราฟเปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำรวม 4 เขื่อนดังรูปที่ 5-14



รูปที่ 5-14 เปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำระหว่างข้อมูลจากแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดรวม 4 เขื่อน

การจำลองปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำจากเขื่อนภูมิพล แสดงผลการตัดสินใจระบายน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัดดังรูปที่ 5-15 โดยพบว่า เขื่อนภูมิพล จากแบบจำลองให้ค่าการระบายน้ำที่สูงกว่าข้อมูลตรวจวัดในช่วงฤดูฝนอยู่ที่โดยเฉลี่ย 274.73 ล้าน ลบ.ม. ต่อฤดูกาล และให้ค่าการระบายน้ำจากแบบจำลองที่สูงกว่าข้อมูลตรวจวัดในช่วงฤดูแล้งเช่นเดียวกัน ที่ปริมาณเฉลี่ย 100.13 ล้าน ลบ.ม. ต่อฤดูกาล โดยจากการปรับเทียบแบบจำลองตั้งแต่ฤดูแล้ง 54/55 ถึง สิ้นสุดฤดูฝน 61 พบว่า มี 7 ฤดูกาลที่แบบจำลองตัดสินใจระบายน้ำที่ต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัด โดยมีผลต่างการระบายของแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 37 หรือ 2,855.25 ล้าน ลบ.ม. ในฤดูแล้ง 54/55 หลังจากเหตุการณ์อุทกภัยปี 54 ที่มีปริมาณน้ำตั้งต้นฤดูกาลเต็มอ่างเก็บน้ำที่ความจุร้อยละ 99.82 ส่วนผลต่างการระบายต่ำสุดระหว่างแบบจำลองและตรวจวัดมีปริมาณเท่ากับ 65.74 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 3 ในช่วงฤดูแล้ง 56/57 นอกจากนี้ แบบจำลองให้ค่าการตัดสินใจระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพลในช่วงสถานการณ์ภัยแล้งปี 58 ที่สูงกว่าข้อมูลตรวจวัด โดยพบว่าในช่วงฤดูแล้ง 58/59 โดยเขื่อนภูมิพลมีปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลองที่สูงกว่าตรวจวัดถึง 1,218.03 ล้าน ลบ.ม. ต่อเนื่องถึงฤดูฝน 59 ฤดูแล้ง 59/60 และ ฤดูฝน 60 ที่แบบจำลองให้ค่าการระบายน้ำที่สูงกว่าตรวจวัดที่ปริมาณ 896.80 2,156.40 และ 1,920.85 ล้าน ลบ.ม. ต่อฤดูกาล ตามลำดับ

การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลตั้งแต่ช่วงฤดูแล้ง 54/55 ถึงสิ้นสุดฤดูฝน 2561 ซึ่งในวันที่ 1 พ.ย. 2554 ปริมาณน้ำใน 4 เขื่อนหลักลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำรวม 24,848.05 ล้าน ลบ.ม. จากปริมาณน้ำที่สามารถจุได้รวมกัน 24,892 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 99.82 จากการปรับเทียบแบบจำลอง ROS85 ในช่วงเวลาต่อเนื่องกัน พบว่า ในวันที่ 1 พ.ย. ของทุกปี แบบจำลองมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 86.69 โดยในฤดูแล้งปี 55/56 มีปริมาณน้ำ 4 เขื่อนรวมกันตั้งต้นร้อยละ 85.95 และสามารถกักเก็บน้ำต้นทุนในฤดูแล้งปี 56/57 ให้มีปริมาณน้ำร้อยละ 85.61 จนถึงสิ้นสุดฤดูแล้งปี 61/62 มีปริมาณน้ำร้อยละ 84.45 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากข้อมูลตรวจวัดที่ผ่านมา พบว่า ณ วันที่ 1 พ.ย. อ่างเก็บน้ำ 4 เขื่อนมีปริมาณน้ำเฉลี่ยเพียงร้อยละ 69.16 แสดงผลการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลดังรูปที่ 5-15

การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล พบว่าแบบจำลองสามารถรักษาปริมาณน้ำต้นทุน ณ วันที่ 1 พ.ย. ของทุกปีตั้งแต่ฤดูแล้ง 54/55 ถึงสิ้นสุดฤดูฝน 2561 ที่ร้อยละโดยเฉลี่ย 87.88 ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดมีปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ยร้อยละ 62.43 ตลอด 14 ฤดูกาลที่ได้ทำการปรับเทียบแบบจำลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากเขื่อนภูมิพลได้ถึงร้อยละ 25.44 และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนของ 4 เขื่อนได้ร้อยละ 17.53 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ได้จากข้อมูลตรวจวัดและแบบจำลองในตารางที่ 5-11

การจำลองปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำจากเขื่อนสิริกิติ์ แสดงผลการตัดสินใจระบายน้ำจ ากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัดดังรูปที่ 5-17 พบว่าเขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลองเฉลี่ยในฤดูแล้ง 3,465.67 ล้าน ลบ.ม. สูงกว่าปริมาณการระบายน้ำจากข้อมูลตรวจวัดซึ่งมีปริมาณเฉลี่ย 3,200.68 ล้าน ลบ.ม. อยู่ร้อยละ 8 ในขณะที่ช่วงฤดูฝนแบบจำลองมีปริมาณการระบายน้ำเฉลี่ย 2,156.13 ล้าน ลบ.ม. สูงกว่าข้อมูลตรวจวัดร้อยละ 6 ซึ่งมีปริมาณการระบายน้ำเฉลี่ย 2,040.74 ล้าน ลบ.ม. จะเห็นได้ว่า แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำให้ค่าการระบายน้ำที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลตรวจวัดค่อนข้างมาก โดยไม่ได้ทำให้เกิดผลกระทบต่อการขาดแคลนน้ำในด้านอุปโภคบริโภค และระบบนิเวศแต่อย่างใดและยังทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากการรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดการขาดแคลนน้ำได้อีกด้วย

การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ ดังรูปที่ 5-18 ในวันที่ 1 พ.ย. 2554 เขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณน้ำในอ่างฯ 9,494.50 ล้าน ลบ.ม. หลังจากการจำลองการตัดสินใจระบายน้ำโดยใช้แนวคิดการเพิ่มประสิทธิภาพน้ำต้นทุนตลอด 14 ฤดูกาล พบว่า เขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือ 7,634.01 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดมีปริมาณน้ำคงเหลือในอ่างฯจริงสูงกว่า โดยมีปริมาณ 8,347.50 ล้าน ลบ.ม. แต่เมื่อพิจารณารายฤดูกาลตั้งแต่ฤดูแล้ง 54/55 ถึง ฤดูฝน 62 พบว่า ข้อมูลตรวจวัดของเขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณน้ำในอ่างฯ ลดลงต่ำสุดในฤดูแล้ง 58/59 ที่ปริมาณ 4,906.23 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 52 ของความจุอ่างเก็บน้ำ ในขณะที่แบบจำลองมีปริมาณน้ำในอ่างฯ ต่ำสุดในปีฤดูแล้ง 60/61 ที่ปริมาณ 7,582.46 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 79.73 สรุปได้ว่าการใช้แบบจำลอง ROS85 ในการตัดสินในระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำได้ถึงร้อยละ 28 เมื่อเทียบกับการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในอดีตที่ผ่านมา

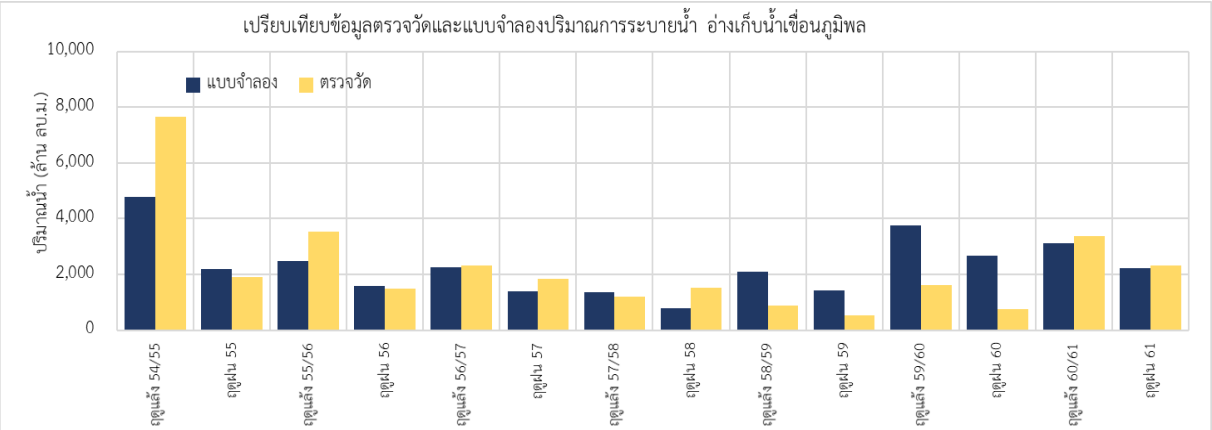
จากการจำลองปริมาณการระบายน้ำและปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลอง ROS85 มีประสิทธิภาพในการเสนอแนะปริมาณการระบายที่เหมาะสมได้ตรงตามเป้าหมาย โดยสามารถรักษาปริมาณน้ำต้นทุนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ ณ ต้นฤดูแล้ง วันที่ 1 พ.ย. ได้ที่ร้อยละ 85 โดยเฉลี่ย เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำให้แก่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และยังให้ค่าการตัดสินใจระบายน้ำที่สูงกว่าข้อมูลตรวจวัดในปีที่เกิดสถานการณ์ภัยแล้ง และยังให้ค่าการตัดสินใจระบายน้ำที่ต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัดในปีที่มีปริมาณฝนมากและมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตั้งต้นที่มากเพียงพอ เป็นการรักษาความมั่นคงทางน้ำและลดความเสี่ยงต่อการเกิดสถานการณ์การขาดแคลนน้ำได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 5-10 ผลการปรับเทียบปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลอง ROS85 ในการตัดสินใจระบายน้ำ

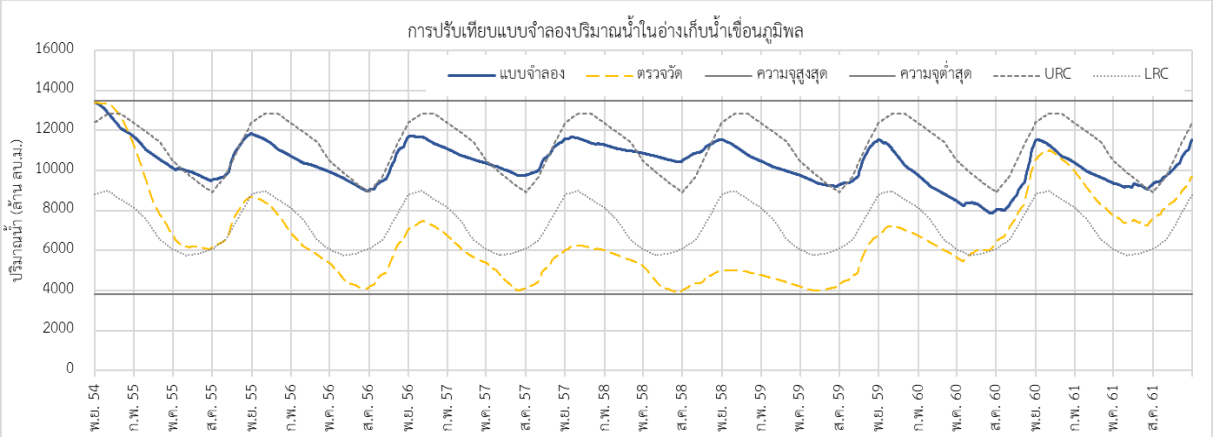
ปริมาณการระบายน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	เขื่อนภูมิพล		เขื่อนสิริกิติ์		รวม 4 เขื่อน		ผลต่างการระบายน้ำ (แบบจำลอง-ตรวจวัด)
	แบบจำลอง	ตรวจวัด	แบบจำลอง	ตรวจวัด	แบบจำลอง	ตรวจวัด	
ฤดูแล้ง 54/55	4,795.11	7,650.36	4,897.04	5,589.81	11,726.41	14,824.89	-3,098.48
ฤดูฝน 55	2,192.08	1,914.88	2,238.67	2,540.18	5,360.71	5,338.13	22.57
ฤดูแล้ง 55/56	2,493.26	3,544.06	2,946.41	3,680.26	7,874.42	8,381.07	- 506.65
ฤดูฝน 56	1,596.26	1,499.43	1,886.38	1,437.31	5,041.45	5,091.28	-49.83
ฤดูแล้ง 56/57	2,253.26	2,319.00	2,957.35	2,449.41	6,688.07	6,339.76	348.31
ฤดูฝน 57	1,400.47	1,851.61	1,838.09	2,049.50	4,156.84	4,713.40	-556.56
ฤดูแล้ง 57/58	1,362.13	1,209.00	2,439.81	1,708.08	4,753.27	4,112.31	640.96
ฤดูฝน 58	793.26	1,517.00	1,420.86	2,777.68	2,768.14	4,894.79	-2,126.65
ฤดูแล้ง 58/59	2,088.19	870.16	3,537.96	1,711.56	7,939.14	3,086.23	4,852.91
ฤดูฝน 59	1,413.05	516.25	2,394.08	1,207.61	5,372.29	3,999.21	1,373.08
ฤดูแล้ง 59/60	3,769.29	1,612.89	3,251.81	3,455.73	10,697.28	6,718.45	3,978.83
ฤดูฝน 60	2,682.73	761.88	2,314.43	1,087.35	7,613.62	6,275.87	1,337.75
ฤดูแล้ง 60/61	3,118.16	3,374.81	4,229.35	3,809.90	9,480.70	8,895.09	585.61
ฤดูฝน 61	2,212.09	2,305.76	3,000.39	3,185.54	6,725.82	7,665.49	- 939.67
เฉลี่ย 14 ฤดูกาล	2,297.81	2,210.51	2,810.90	2,620.71	6,871.30	6,452.57	

ตารางที่ 5-11 ผลการปรับเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 ในการตัดสินใจระบายน้ำ

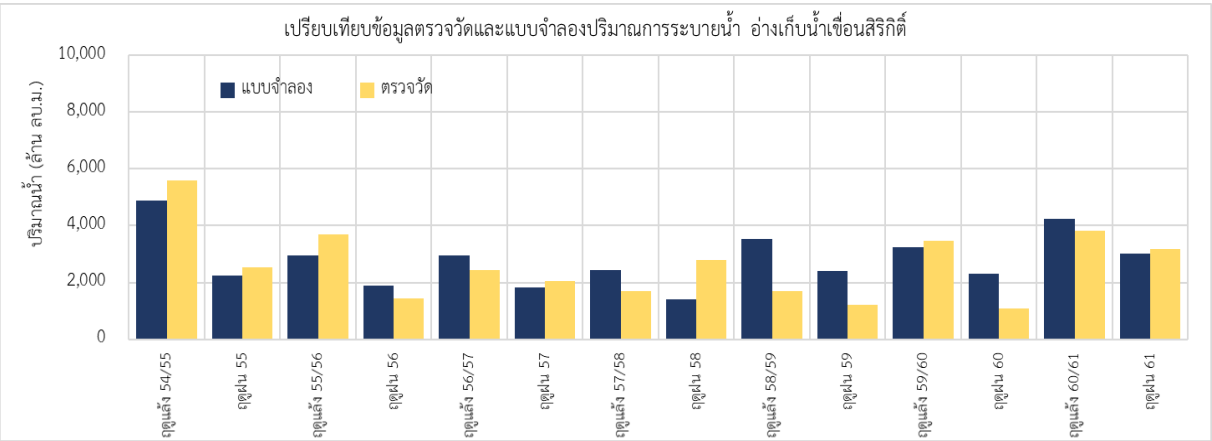
ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	เขื่อนภูมิพล		เขื่อนสิริกิติ์		รวม 4 เขื่อน		ร้อยละ	
	แบบจำลอง	ตรวจวัด	แบบจำลอง	ตรวจวัด	แบบจำลอง	ตรวจวัด	แบบจำลอง	ตรวจวัด
น้ำตั้งต้น 1 พ.ย. 54	13,393.55	13,393.55	9,494.50	9,494.50	24,848.05	24,848.05	99.82%	99.82%
1 พ.ย. 55	11,836.78	8,675.39	7,917.28	6,586.82	21,394.16	16,770.73	85.95%	67.37%
1 พ.ย. 56	11,692.77	7,061.47	7,774.53	5,931.86	21,310.88	14,849.32	85.61%	59.65%
1 พ.ย. 57	11,586.69	6,024.80	7,643.98	5,841.37	21,107.75	13,472.77	84.80%	54.12%
1 พ.ย. 58	11,558.34	4,984.25	7,599.41	4,906.23	21,046.33	10,943.50	84.55%	43.96%
1 พ.ย. 59	11,534.71	6,829.00	7,586.98	7,662.00	21,009.60	16,431.00	84.40%	66.01%
1 พ.ย. 60	11,507.99	10,563.85	7,582.46	8,388.82	20,900.09	20,875.67	83.96%	83.86%
1 พ.ย. 61	11,527.58	9,706.40	7,634.01	8,347.50	21,020.66	19,535.90	84.45%	78.48%



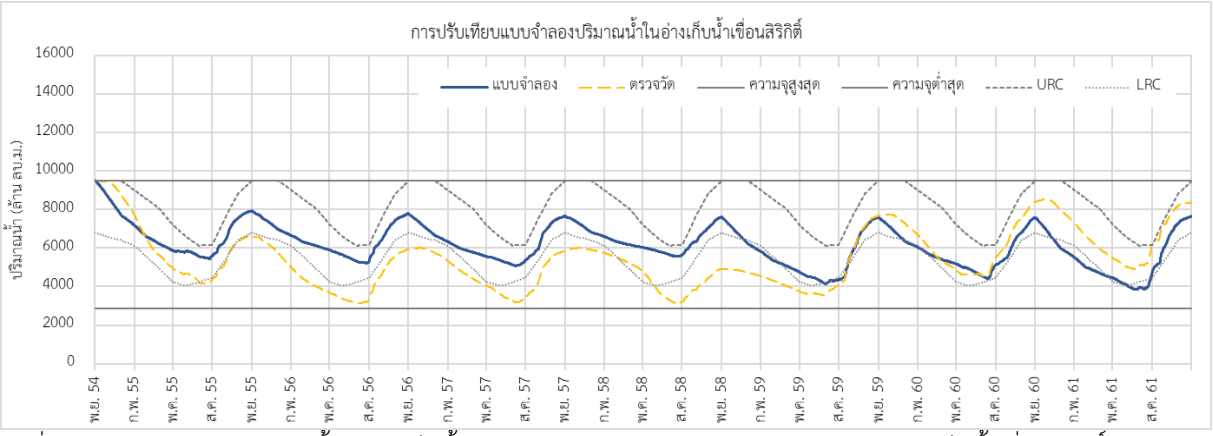
รูปที่ 5-15 เปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล



รูปที่ 5-16 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล



รูปที่ 5-17 เปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์



รูปที่ 5-18 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์

5.4 การประเมินสมรรถนะของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โดยเฉลี่ยร้อยละ 85

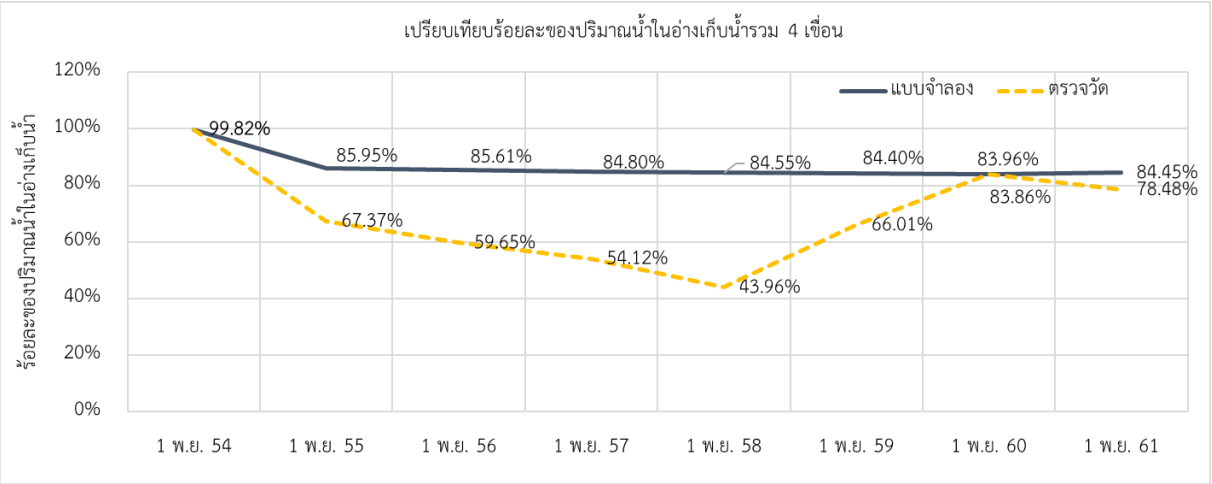
การประเมินสมรรถนะของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำใช้ดัชนีในการประเมิน ประกอบด้วย 1) ความน่าเชื่อถือในการตัดสินใจระบายน้ำ (Reliability, Rel.) ซึ่งได้กำหนดนิยามตามเป้าหมายของการจัดทำแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำ สามารถอธิบายได้ว่าความน่าเชื่อถือหรือความสำเร็จของระบบเป็นการรักษาปริมาณน้ำต้นทุนในวันที่ 1 พ.ย. ที่ร้อยละ 85 ของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ 2) ความรุนแรงของระบบ (Vulnerability, Vul.) ได้นิยามความรุนแรงของระบบจากผลต่างของปริมาณน้ำในอ่างฯ ณ วันที่ 1 พ.ย. ที่ร้อยละ 85 เพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นในการรักษาปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำ และ 3) ความสามารถในการฟื้นตัวของระบบ (Resiliency, Res) เป็นการประเมินช่วงเวลาของระบบที่ล้มเหลวหรือการที่มีปริมาณน้ำในอ่างฯไม่ถึงร้อยละ 85 ณ วันที่ 1 พ.ย. ในช่วงระหว่างการปรับเทียบแบบจำลอง

จากการประเมินสมรรถนะของระบบสรุปในตารางที่ 5-12 จะเห็นว่า แบบจำลอง ROS85 ในการตัดสินใจระบายน้ำจากทั้ง 4 เขื่อน มีค่าความน่าเชื่อถือของระบบที่ 0.38 หรือร้อยละ 38 จากการที่มีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเกินร้อยละ 85 ในช่วงฤดูแล้ง 54 ถึงสิ้นสุดฤดูฝน 56 เมื่อเปรียบเทียบกับสมรรถนะของระบบจากข้อมูลตรวจวัดเดิมพบว่ามีประสิทธิภาพของระบบอยู่ที่ 0.13 หรือเพียงร้อยละ 13 เนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างฯเกินร้อยละ 85 ในช่วงเวลาเดียวในฤดูแล้งปี 54/55 หลังเหตุการณ์อุทกภัยที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 เขื่อนเป็นปริมาณมาก ความรุนแรงของระบบจากการจำลองปริมาณการระบายน้ำของทั้ง 4 เขื่อน พบว่า แบบจำลองมีความรุนแรงของระบบที่ 0.02 หรือร้อยละ 2 ต่างกับข้อมูลตรวจวัดที่มีความรุนแรงของระบบถึง 0.16 แสดงให้เห็นว่า จากข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำในอ่างฯ รวม 4 อ่างฯ ณ ต้นฤดูแล้งมีปริมาณที่ต่ำกว่าร้อยละ 85 อยู่ถึงร้อยละ 16 ในขณะที่จากแบบจำลองให้ค่าปริมาณน้ำที่ต่ำกว่าร้อยละ 85 อยู่เพียงร้อยละ 2 ซึ่งถือว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก สำหรับความสามารถในการฟื้นตัวของระบบ พบว่า การตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 เขื่อนที่ได้จากแบบจำลองมีความสามารถในการฟื้นตัวหรือการกลับคืนของระบบอยู่ที่ร้อยละ 24 ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดไม่มีการฟื้นตัวของระบบ ซึ่งหมายถึง ไม่มีช่วงเวลาที่ระบบกลับคืนสู่การที่มีปริมาณน้ำในอ่างฯ ณ สิ้นสุดฤดูฝนที่ร้อยละ 85 อยู่เลย แสดงผลการเปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำรวม 4 เขื่อนระหว่างแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดดังรูปที่ 5-19

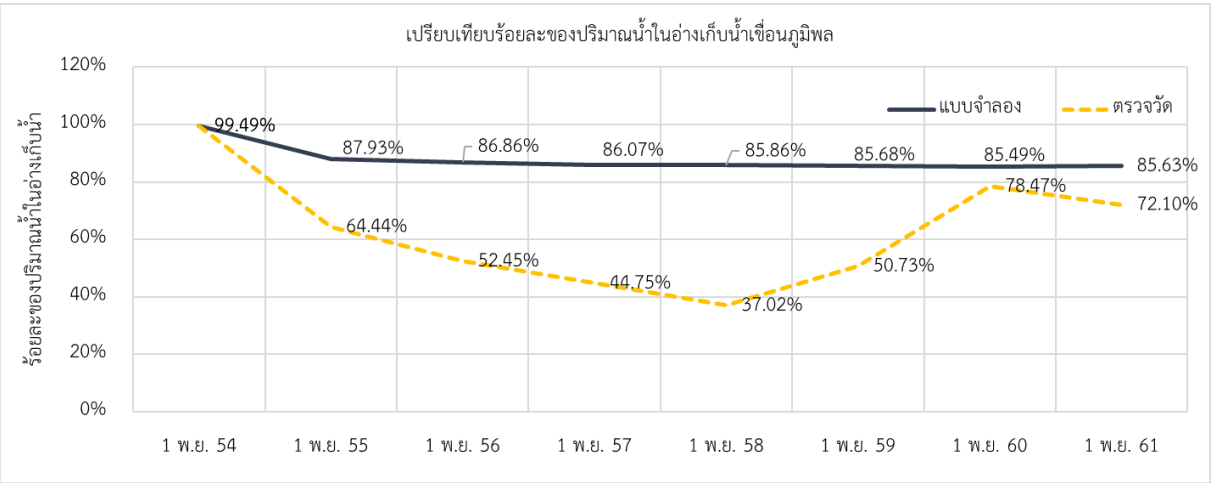
ตารางที่ 5-12 ดัชนีการประเมินสมรรถนะของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

ดัชนีการประเมินสมรรถนะของแบบจำลอง (ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ร้อยละ 85)	รวม 4 เขื่อน	
	แบบจำลอง	ตรวจวัด
ความน่าเชื่อถือของระบบ, Reliability	0.38	0.13
ความรุนแรงของระบบ, Vulnerability	0.02	0.16
ความสามารถในการฟื้นตัวของระบบ, Resiliency	0.25	0

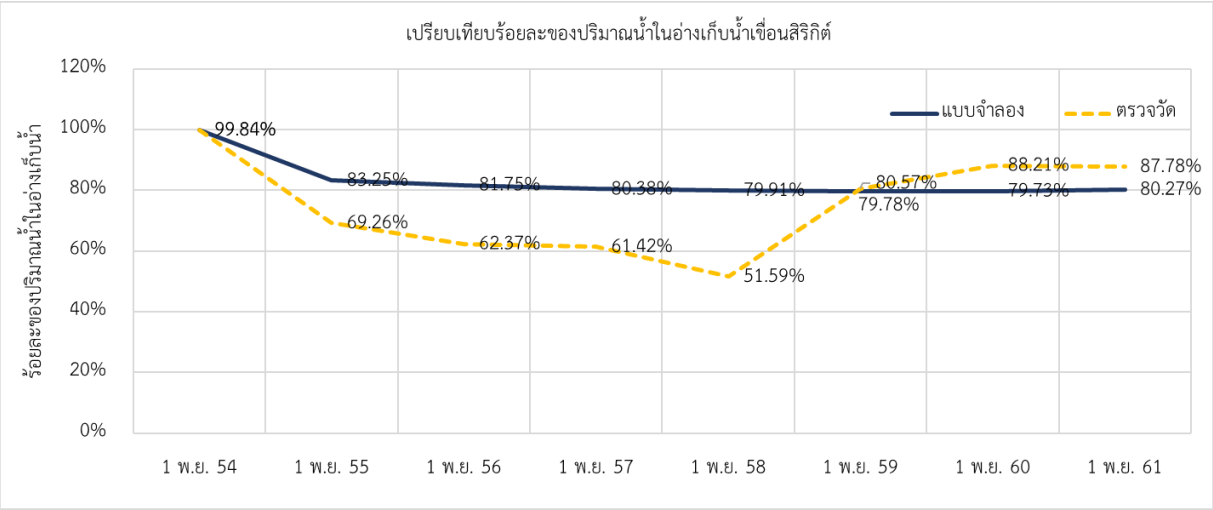
ผลการเปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ระหว่างแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดดังรูปที่ 5-20 และรูปที่ 5-21 จะเห็นว่า การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลจากแบบจำลองให้ค่าร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่สูงกว่าข้อมูลตรวจวัดตลอด 14 ฤดูกาลที่ทำการจำลอง โดยมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 87.88 เทียบกับข้อมูลตรวจวัดที่มีปริมาณน้ำในอ่างฯร้อยละ 62.43 ส่วนเขื่อนสิริกิติ์ พบว่าจากผลจำลองมีปริมาณน้ำในอ่างฯ สูงกว่าข้อมูลตรวจวัดในปี 2554 ถึง 2559 และมีปริมาณน้ำต่ำกว่าแบบจำลองตั้งแต่ปี 2559 ถึง 2562 แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำในอ่างฯ โดยเฉลี่ยตลอด 14 ฤดูกาลพบว่า แบบจำลองมีการตัดสินใจระบายน้ำที่ให้ค่าปริมาณน้ำในอ่างฯ เฉลี่ยร้อยละ 83.11 ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดมีปริมาณน้ำในอ่างฯ เฉลี่ยร้อยละ 75.13



รูปที่ 5-19 เปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างฯ รวม 4 เขื่อน ระหว่างแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด



รูปที่ 5-20 เปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด



รูปที่ 5-21 เปรียบเทียบร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ระหว่างแบบจำลอง ROS85 และข้อมูลตรวจวัด

5.5 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในช่วงการปรับเทียบและการทดสอบแบบจำลอง

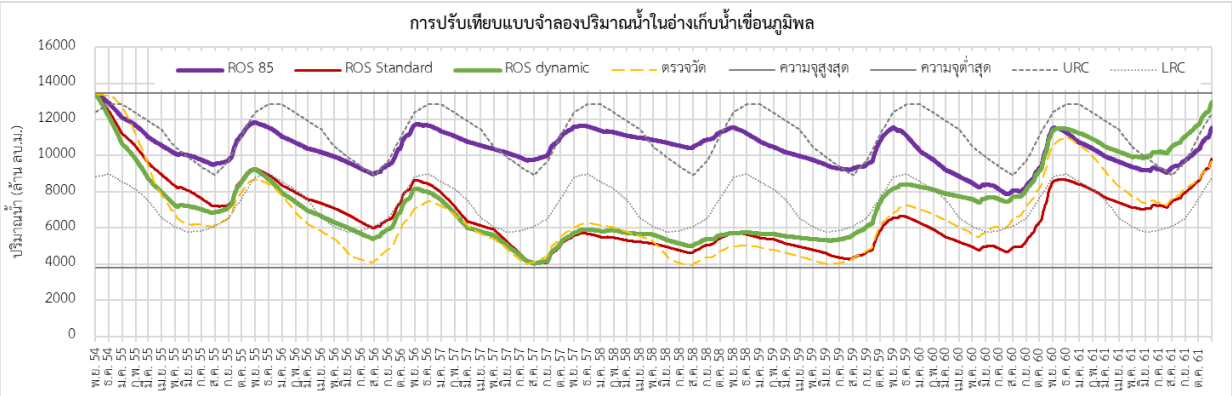
การจัดทำโปรแกรมการจำลองการตัดสินใจระบายน้ำเป็นการนำผลการพัฒนาแบบจำลองมาจัดทำในรูปแบบโปรแกรมโดยแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) รูปแบบ Efficiency เป็นรูปแบบการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ROS85 2) รูปแบบ Standard เป็นรูปแบบการจำลองสถานการณ์โดยเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำเพื่อการเพาะปลูกตาม

เป้าหมายการเพาะปลูกข้าวนาปี 7 ล้านไร่ในช่วงการทำเกษตรกรรมฤดูฝน และเพาะปลูกข้าวนาปรัง 3 ล้านไร่ในช่วงการทำเกษตรกรรมในฤดูแล้ง 3) รูปแบบ Dynamic เป็นรูปแบบการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแผนการบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทาน และ 4) รูปแบบ Individual เป็นรูปแบบการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยผู้ใช้งานสามารถเลือกปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ปริมาณการระบายน้ำ และปริมาณน้ำในอ่างฯ ตั้งต้น โดยการเรียกข้อมูลในอดีตจากโปรแกรมตามสถานการณ์สมมติที่ต้องการจำลอง

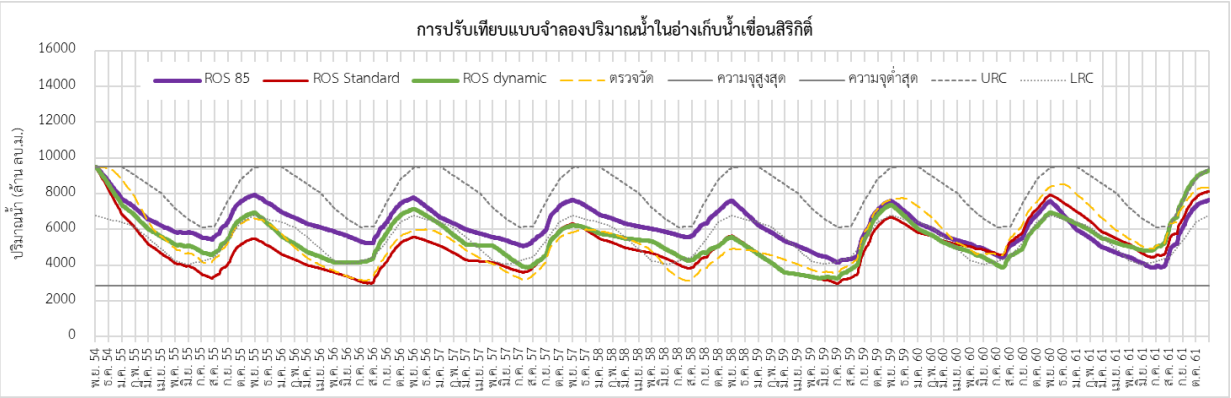
การปรับเทียบแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างก็บน้ำตามแนวคิดการจัดทำโปรแกรมการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่แบ่งออกเป็น 4 โหมด แสดงผลการปรับเทียบแบบจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำรวม 4 เขื่อน ดังรูปที่ A และ B ตามลำดับ โดยทำการจำลองเริ่มต้นตั้งแต่วันที่ 1 พ.ย. 2554 ถึง วันที่ 1 พ.ย. 2561 เป็นช่วงการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการจำลองระหว่าง ROS85 และ Standard ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำรวม 4 เขื่อนต่ำสุดในฤดูแล้งคิดเป็นร้อยละ 56 และ 35 ตามลำดับ โดยการจำลองในโหมด Standard ที่มีการระบายน้ำขั้นต่ำเพื่อทำเกษตรกรรมพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีขั้นต่ำ 7 ล้านไร่ และนาปรังขั้นต่ำ 3 ล้านไร่ ทำให้เขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำลดลงไปจากโหมด ROS 85 อยู่ร้อยละ 21 ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝน พบว่า แบบจำลอง ROS 85 มีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลต่ำสุดร้อยละ 84 ในขณะที่โหมด Standard มีปริมาณน้ำต่ำสุดร้อยละ 50 ลดลงไปร้อยละ 34 สรุปผลการประเมินร้อยละของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำแต่ละฤดูกาลในช่วงการปรับเทียบแบบจำลองในตารางที่ 5-13 และตารางที่ 5-14 ได้จำลองพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีและข้าวนาปรังจากผลการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ พบว่า แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำในโหมด ROS85 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังขั้นต่ำ 1.25 ล้านไร่ ข้าวนาปีขั้นต่ำ 3.15 ล้านไร่ ในขณะที่โหมด Standard มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังขั้นต่ำ 2.28 ล้านไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปี 4.06 ล้านไร่

เมื่อพิจารณาโหมด Dynamic ซึ่งเป็นโหมดการบริหารจัดการน้ำตามแผนของกรมชลประทานเปรียบเทียบกับค่าตรวจวัดที่มีการปฏิบัติจริงพบว่า ในช่วงการปรับเทียบแบบจำลองทั้ง 2 โหมดนี้ โหมดตามแผนการบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทาน หรือ โหมด Dynamic มีปริมาณน้ำต้นทุนรวม 4 เขื่อนใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดคือมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำต่ำชำสุดในช่วงฤดูแล้งร้อยละ 38 และ 34 ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำต่ำสุดร้อยละ 50 และ 44 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกขั้นต่ำที่เกิดขึ้นจากการจำลอง พบว่า แบบจำลองในโหมด Dynamic มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังต่ำสุด 1.81 ล้านไร่ ในขณะที่จากการตรวจวัด พบว่าในฤดูแล้ง 57/58 และ 58/59 ที่เป็นปีที่เกิดภัยแล้งลุ่มน้ำเจ้าพระยาไม่สามารถทำการเพาะปลูก หรือ มีพื้นที่เพาะปลูกต่ำสุดเท่ากับ 0 ล้านไร่ ส่วนในฤดูฝน โหมด Dynamic มีพื้นที่เพาะปลูกต่ำสุด 4.51 ล้านไร่ ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดจากการทำเกษตรกรรมจริงมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีขั้นต่ำ 6.85 ล้านไร่

จากแนวคิดการจำลองการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำในรูปแบบการปฏิบัติการทั้ง 4 โหมด สรุปได้ว่า การบริหารจัดการน้ำในโหมด Efficiency สามารถรักษาปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำได้สูงสุด โดยมีน้ำต้นทุนต่ำสุดร้อยละ 84 และในฤดูแล้งต่ำสุดร้อยละ 54 ทำให้สามารถเพาะปลูกข้าวนาปีขั้นต่ำได้ 3.15 ล้านไร่ และนาปรัง 1.25 ล้านไร่ โดยมีพื้นที่ต่ำกว่าโหมด Standard ที่มีการระบายน้ำสูงกว่า และมีปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างฯ ได้ต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบโหมด Efficiency และโหมด Standard พบว่าปริมาณน้ำต่ำสุดที่เหลือในอ่างฯ ยังคงมีปริมาณมากกว่าสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และยังสามารถรับประกันพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีและนาปรังของเกษตรกรในทุกฤดูกาลเพาะปลูก โดยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีอย่างน้อย 4.06 ล้านไร่ และนาปรังอย่างน้อย 2.28 ล้านไร่ ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดจากสถานการณ์จริงพบว่าในฤดูแล้ง 57/58 และ 58/59 มีปริมาณน้ำในอ่างฯ ไม่เพียงพอในการทำเกษตรกรรม ทำให้ไม่สามารถเพาะปลูกข้าวนาปรังได้เลย อีกทั้งยังมีปริมาณน้ำในอ่างฯ รวม 4 เขื่อนลดลงต่ำสุดในฤดูแล้งเหลือเพียงร้อยละ 34 และในฤดูฝนเหลือเพียงร้อยละ 44



รูปที่ 5-22 การปรับเทียบแบบจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล



รูปที่ 5-23 การปรับเทียบแบบจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์

ตารางที่ 5-13 ผลการประเมินร้อยละของปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างฯ แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

ฤดูกาล	ร้อยละปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างฯ วันที่ 1 พ.ย./ 1 พ.ค.			
	Efficiency	Standard	Dynamic	ตรวจวัด
ฤดูแล้ง 54/55	67%	52%	52%	49%
ฤดูฝน 55	86%	66%	72%	67%
ฤดูแล้ง 55/56	64%	44%	44%	38%
ฤดูฝน 56	86%	65%	69%	60%
ฤดูแล้ง 56/57	68%	44%	44%	40%
ฤดูฝน 57	85%	54%	55%	54%
ฤดูแล้ง 57/58	73%	42%	46%	42%
ฤดูฝน 58	85%	50%	50%	44%
ฤดูแล้ง 58/59	60%	35%	38%	34%
ฤดูฝน 59	84%	60%	70%	66%
ฤดูแล้ง 59/60	56%	42%	52%	44%
ฤดูฝน 60	84%	73%	81%	84%
ฤดูแล้ง 60/61	59%	50%	64%	56%
ฤดูฝน 61	84%	80%	96%	78%
ขั้นต่ำฤดูแล้ง	56%	35%	38%	34%
ขั้นต่ำฤดูฝน	84%	50%	50%	44%

ตารางที่ 5-14 ผลการประเมินพื้นที่เพาะปลูกขั้นต่ำจากแบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

ฤดูกาล	พื้นที่เพาะปลูกขั้นต่ำ (ล้านไร่)			
	Efficiency	Standard	Dynamic	ตรวจวัด
ฤดูแล้ง 54/55	5.94	7.81	7.91	6.80
ฤดูฝน 55	7.98	8.03	5.88	7.36
ฤดูแล้ง 55/56	2.36	3.61	4.57	5.40
ฤดูฝน 56	6.65	6.10	5.13	6.85
ฤดูแล้ง 56/57	2.03	3.53	3.87	2.90
ฤดูฝน 57	4.82	7.15	6.96	7.79
ฤดูแล้ง 57/58	1.25	2.39	1.81	-
ฤดูฝน 58	3.15	4.06	5.71	7.45
ฤดูแล้ง 58/59	3.74	2.28	1.83	-
ฤดูฝน 59	5.75	6.58	4.51	7.58
ฤดูแล้ง 59/60	7.44	3.45	3.22	4.45
ฤดูฝน 60	9.69	8.68	9.59	7.60
ฤดูแล้ง 60/61	4.89	4.22	3.51	5.17
ฤดูฝน 61	7.82	6.29	5.33	7.66
ขั้นต่ำฤดูแล้ง	1.25	2.28	1.81	0.00
ขั้นต่ำฤดูฝน	3.15	4.06	4.51	6.85

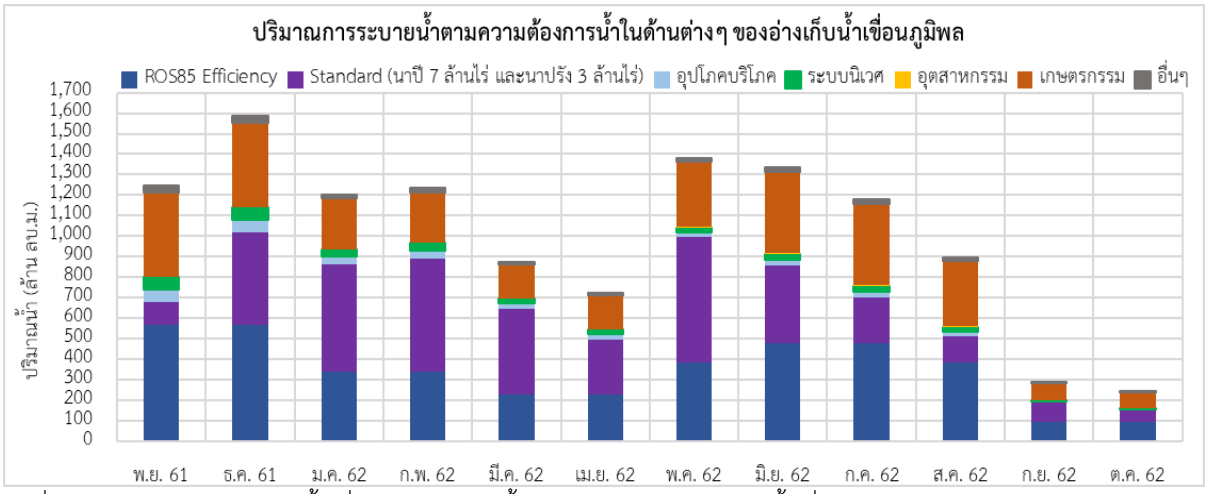
ผลการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามรูปแบบ Efficiency และรูปแบบ Standard ในปี 2561 ถึง 2562 ในช่วงการพิสูจน์แบบจำลอง ได้แสดงให้เห็นความแตกต่างของปริมาณการระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ดังรูปที่ 5-24 และ 5-25 โดยจะเห็นว่าความต้องการน้ำส่วนใหญ่นั้นเป็นความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม แต่ความสำคัญในการระบายน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคนั้นมีความสำคัญเป็นอันดับแรก รองลงมาคือการระบายน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ โดยการระบายน้ำเพื่อการเกษตรกรรมนั้นมีความแตกต่างกันระหว่างรูปแบบ Efficiency และรูปแบบ Standard จากผลการจำลองตั้งแต่ปี พ.ย. 61 ถึง ต.ค. 62 พบว่า ในรูปแบบ Efficiency เขื่อนภูมิพลมีปริมาณการระบายน้ำในฤดูแล้ง 2,277.02 ล้าน ลบ.ม. ใกล้เคียงกับรูปแบบ Standard ที่มีปริมาณการระบายน้ำในฤดูแล้ง 2,319 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดมีปริมาณการระบายจริงที่สูงกว่าความต้องการน้ำมากที่ปริมาณ 3,512.75 ล้าน ลบ.ม. ส่วนการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำกรณีมีการใช้น้ำเฉพาะด้านอุปโภคบริโภคและระบบนิเวศจะเห็นว่าปริมาณน้ำในอ่างฯ มีปริมาณที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักและมีแนวโน้มที่จะเกิดน้ำล้นอ่างฯ

อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ พบว่า รูปแบบ Efficiency มีปริมาณการระบายน้ำในฤดูแล้ง 2,168.04 ล้าน ลบ.ม. น้อยกว่ารูปแบบ Standard ที่มีปริมาณการระบายน้ำในฤดูแล้ง 2,449.41 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดมีปริมาณการระบายจริงเพียง 2,018.97 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งในกรณีนี้สามารถใช้เป็นเกณฑ์ได้ว่า กรณี Efficiency ที่มีปริมาณการระบายน้ำต่ำกว่า Standard อาจจะไม่สามารถส่งน้ำเพื่อการทำเกษตรกรรมนาปรังได้เต็มพื้นที่ 3 ล้านไร่ เนื่องจากมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ น้อย ต้องมีการสำรองปริมาณน้ำเพื่อลดความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในฤดูกาลต่อไป

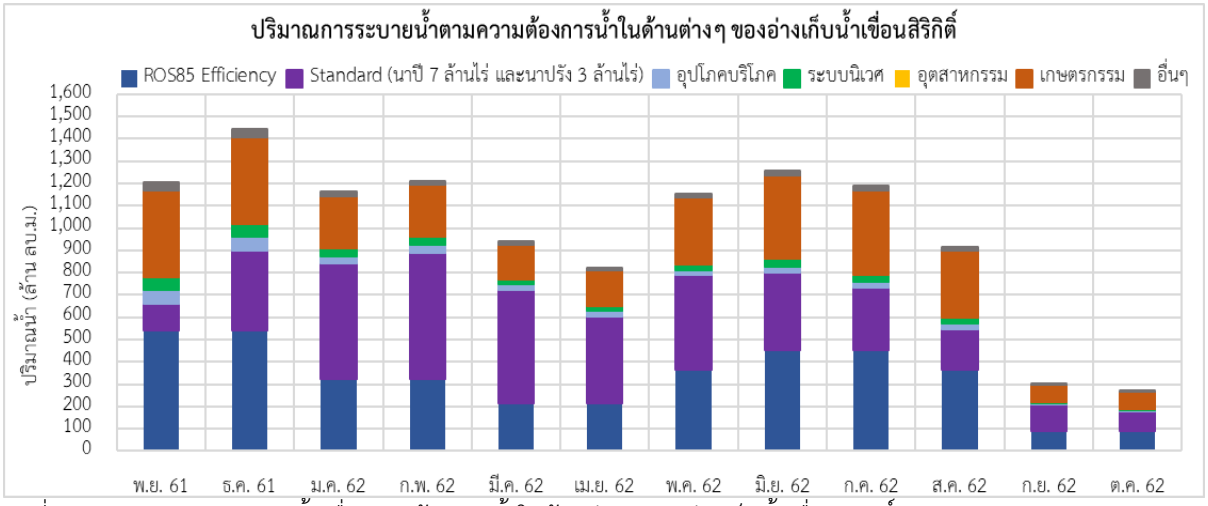
ส่วนการระบายน้ำในช่วงฤดูฝนของทั้งรูปแบบ Efficiency และรูปแบบ Standard พบว่าเขื่อนภูมิพลมีปริมาณการระระบายที่ต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัดจริงอยู่สูงสุดร้อยละ 35 และเขื่อนสิริกิติ์มีปริมาณการรระบายที่ต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัดจริงอยู่สูงสุดร้อยละ 52 โดยผลต่างของการระบายน้ำระหว่างรูปแบบ Efficiency และรูปแบบ Standard อยู่ที่ร้อยละ 27 โดยการจัดทำโปรแกรมการจำลองการบริหารจัดการน้ำในแต่ละรูปแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเพื่อการระบายน้ำใน

การตอบสนองความต้องการน้ำในด้านต่างๆ เมื่อปฏิบัติจริง แสดงผลการจำลองปริมาณน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ดังรูปที่ 5-26 และ 5-27 ตามลำดับ

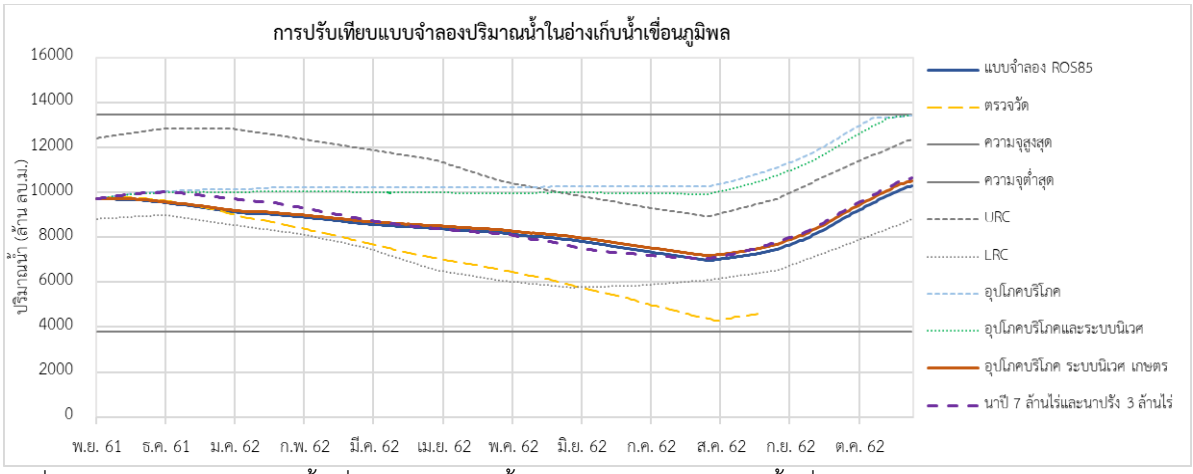
ทางโครงการวิจัยฯ ได้พัฒนาโปรแกรมการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถใช้งานในการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และได้มีการเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่มีความเหมาะสมเพื่อรักษาปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำให้ได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 85 และสามารถจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเพื่อการติดตามสถานการณ์น้ำได้รายวัน



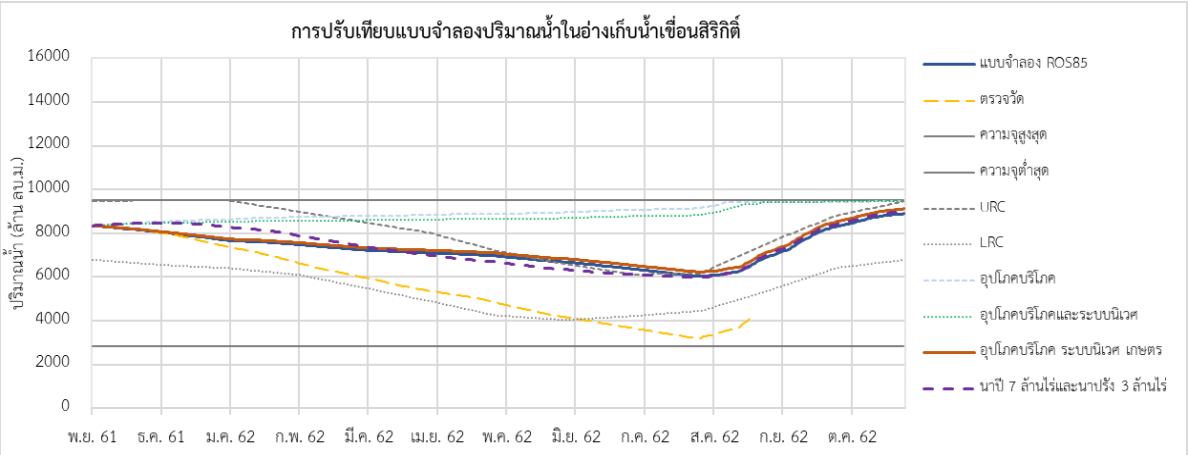
รูปที่ 5-24 ปริมาณการระบายน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล



รูปที่ 5-25 ปริมาณการระบายน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์



รูปที่ 5-26 การจำลองปริมาณน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล



รูปที่ 5-27 การจำลองปริมาณน้ำเพื่อความต้องการน้ำในด้านต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์

5.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2562

การประยุกต์ใช้แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำใช้แบบจำลองหาค่าการระบายน้ำที่เหมาะสมที่เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลที่ร้อยละ 85 หรือแบบจำลอง ROS85 ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากงานวิจัยฯ นี้ มาทำการจำลองสถานการณ์ปัจจุบันในปี พ.ศ. 2562 ตั้งแต่วันที่ 1 พ.ย. 2561 ถึง 31 ต.ค. 2562 โดยได้มีการอัปเดตข้อมูลปัจจุบันถึงวันที่ 30 ส.ค. 2562 เพื่อเป็นข้อมูลตรวจวัดเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์จริงและการวางแผนตัดสินใจระบายน้ำที่ได้จากแบบจำลอง ROS85

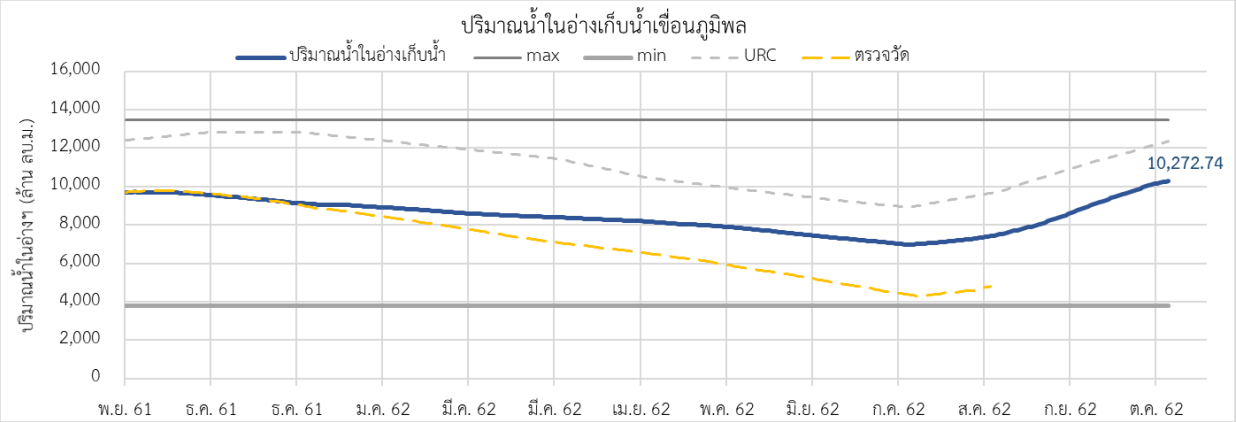
ผลการประยุกต์แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2562 จะเห็นว่า แบบจำลอง ROS85 มีการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่ให้ค่าปริมาณน้ำในอ่างฯ ภูมิพล ณ สิ้นสุดฤดูฝน 2562 หรือต้นฤดูแล้ง 62/63 ในวันที่ 1 พ.ย. 2562 รวม 4 เขื่อนที่ร้อยละ 84.68 คิดเป็นปริมาณน้ำรวม 4 เขื่อนเท่ากับ 21,077.45 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัด พบว่ามีปริมาณน้ำในอ่างฯ รวม 4 เขื่อนอยู่ที่ร้อยละ 46.20 คิดเป็นปริมาณน้ำรวม 4 เขื่อนเท่ากับ 11,499.17 ล้าน ลบ.ม. โดยมีค่าปริมาณการระบายน้ำที่แตกต่างกันในช่วงฤดูแล้ง 61/62 ซึ่งที่ผ่านมาจากข้อมูลตรวจวัดมีปริมาณการระบายน้ำในฤดูแล้ง 8,599.01 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่แบบจำลอง ROS85 มีการเสนอแนะให้มีการระบาย 5,820.29 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งมีส่วนต่างการระบายน้ำอยู่ถึงร้อยละ 32.31 หรือคิดเป็นปริมาณ 2,778.72 ล้าน ลบ.ม. ส่วนในช่วงฤดูฝน 62 ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัจจุบัน แบบจำลองได้เสนอแนะให้มีการระบายน้ำ 4,884.37 ล้าน ลบ.ม. ต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัดที่มีการระบายน้ำตลอดฤดูฝนไปแล้วที่ปริมาณ 4,229.58 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นผลต่างระบายน้ำของแบบจำลองที่ต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัดอยู่ที่ 654.79 ล้าน ลบ.ม. หรือต่ำกว่าร้อยละ 15.47 สรุปผลการประยุกต์แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2562 ในตารางที่ 5-15

ตารางที่ 5-15 ผลการประยุกต์แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2562

ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	แบบจำลอง			ตรวจวัด 30 ส.ค. 2562*		
	ปริมาณการระบาย		ปริมาณน้ำในอ่างฯ	ปริมาณการระบาย		ปริมาณน้ำในอ่างฯ
ฤดูกาล	ฤดูแล้ง 61/62	ฤดูฝน62	1 พ.ย. 62	ฤดูแล้ง 61/62	ฤดูฝน62	30 ส.ค.62
เขื่อนภูมิพล	2,277.02	1,910.86	10,272.74	3,512.75	2,018.97	4,803.78
เขื่อนสิริกิติ์	2,168.04	1,819.41	8,895.41	4,111.78	2,184.04	4,615.89
รวม 4 เขื่อน	5,820.29	4,884.37	21,077.45	8,599.01	4,864.84	9,687.67
ร้อยละ(รวม 4 เขื่อน)			84.68%			38.91

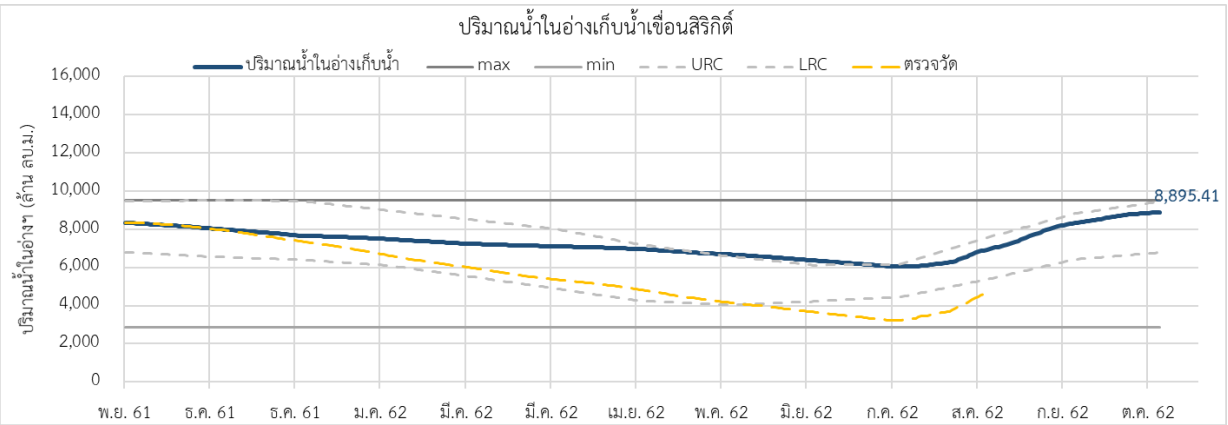
หมายเหตุ* อัปเดตข้อมูลตรวจวัดถึงวันที่ 30 ส.ค. 62

ผลการประยุกต์แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำในปี พ.ศ. 2562 พบว่าจากแบบจำลอง ROS85 มีการคาดการณ์ปริมาณน้ำของเขื่อนภูมิพลในวันที่ 1 พ.ย. 62 ที่ปริมาณ 10,272.74 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 76.31 ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดถึงปัจจุบันวันที่ 30 ส.ค. 62 อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือเพียง 4,803.78 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 35.68 โดยเมื่อเทียบปริมาณการระบายจากแบบจำลองกับข้อมูลตรวจวัดจริงพบว่ามีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมาก โดยแบบจำลองมีปริมาณการระบายที่ต่ำกว่าตรวจวัดในฤดูแล้งอยู่ร้อยละ 35.17 และมีปริมาณการระบายที่ต่ำกว่าฤดูฝนอยู่ร้อยละ 5.35 แสดงผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลดังรูปที่ 5-28



รูปที่ 5-28 การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล วันที่ 1 พ.ย. 61 ถึง 31 ต.ค. 62

ผลการประยุกต์แบบจำลองการตัดสินใจระบายน้ำในปี พ.ศ. 2562 พบว่าจากแบบจำลอง ROS85 มีการคาดการณ์ปริมาณน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ในวันที่ 1 พ.ย. 62 ที่ปริมาณ 8,895.41 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 93.53 ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดถึงปัจจุบันวันที่ 30 ส.ค. 62 อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลมีปริมาณน้ำในอ่างฯ คงเหลือเพียง 4,615.89 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 48.54 โดยพบว่า ปริมาณการระบายจากแบบจำลองเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงพบว่ามีปริมาณที่แตกต่างกันมาก โดยแบบจำลองมีปริมาณการระบายที่ต่ำกว่าตรวจวัดในฤดูแล้งอยู่ร้อยละ 47.27 และมีปริมาณการระบายที่ต่ำกว่าฤดูฝนอยู่ร้อยละ 16.67 แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการระบายรวม 4 เขื่อนของแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดกลับพบว่ามีค่าต่างกันไม่มาก โดยแบบจำลองมีปริมาณการระบายน้ำรวม 4 เขื่อนในฤดูฝน 62 ที่ปริมาณ 4,884.37 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ข้อมูลตรวจวัดมีปริมาณการระบายน้ำรวมถึงวันที่ 30 ส.ค. 62 ที่ปริมาณ 4,864.84 ล้าน ลบ.ม. โดยมีค่าต่างกันเพียง 19.53 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 0.03 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แบบจำลอง ROS85 มีการตัดสินใจระบายน้ำโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการรักษาปริมาณน้ำต้นทุนโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 และมีการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำแบบร่วมกันได้เป็นอย่างดีโดยการรักษาปริมาณน้ำในอ่างฯ เพื่อลดความเสี่ยงการขาดแคลนน้ำยังสามารถตอบสนองความต้องการน้ำตามลำดับความสำคัญในด้านอุปโภคบริโภค และระบบนิเวศได้ โดยไม่ได้ก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ท้ายน้ำ แสดงผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ดังรูปที่ 5-29



รูปที่ 5-29 การจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ วันที่ 1 พ.ย. 61 ถึง 31 ต.ค. 62

บทที่ 6

ผลการจัดทำแบบจำลองสมดุลน้ำและการจัดสรรน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

การจัดทำแบบจำลองการประเมินความต้องการน้ำ เป็นการวิเคราะห์สมดุลน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงจากสภาพการส่งน้ำและสภาพการใช้น้ำจากรูปแบบการทำเกษตรกรรมข้าวนาปีในสภาพปัจจุบัน โดยใช้สถานการณ์สมมติของปริมาณน้ำต้นทุนในการจำลองสมดุลน้ำครอบคลุมปีปริมาณฝนปกติ พ.ศ. 2556 ปีปริมาณฝนมาก พ.ศ. 2560 และปีปริมาณฝนน้อย พ.ศ. 2558 เพื่อทำการวิเคราะห์ระบบการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำในระดับโครงการชลประทาน ในการกำหนดแนวคิดการลดการสูญเสียปริมาณการส่งน้ำ และทำการจำลองสมดุลน้ำที่เหมาะสมในระดับโครงการชลประทาน ทั้งนี้โครงการวิจัยฯ ได้ทำการจำลองการขาดแคลนน้ำของพื้นที่ชลประทานของโครงการฯ ในสถานการณ์ปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2562 ที่ได้เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานในเดือน พ.ค. ถึง ก.ค. และจำลองปริมาณการขาดแคลนน้ำที่ลดลงจากปริมาณการจัดสรรที่ได้จากแนวคิดของโครงการ เพื่อวิเคราะห์สมดุลน้ำต่อปริมาณการส่งน้ำที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางเสนอแนะให้แก่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในการจัดสรรน้ำที่สามารถลดการสูญเสียปริมาณการส่งน้ำ

6.1 หลักการประเมินความต้องการน้ำของพืชและโปรแกรมการประเมินความต้องการน้ำในปัจจุบัน

6.1.1 ทฤษฎีการประเมินความต้องการน้ำ

วิบูลย์ (2526) กล่าวว่า ปริมาณการใช้น้ำของพืช คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากแปลงเพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การคายน้ำ (Transpiration) และการระเหย (Evaporation) มีหลายวิธี แต่ละวิธี มีความแตกต่างกันออกไป ทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ ค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปสามารถแบ่งวิธีการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชออกได้เป็น 2 วิธี ประกอบด้วย

1) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการตรวจวัด

การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการตรวจวัดมีหลายวิธีแต่โดยหลักคือวัดปริมาณน้ำที่หายไปเนื่องจากการใช้น้ำของพืช ทั้งนี้การตรวจวัดปริมาณน้ำดังกล่าวอาจวัดโดยตรงหรือวัดโดยอ้อม เช่น การวิเคราะห์จากน้ำหนักของถังทดลองที่เปลี่ยนแปลงไป การศึกษาจากค่าความชื้นในดิน การศึกษาจากแปลงทดลอง เป็นต้น

2) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศ

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) ปัจจุบันประเทศไทยนิยมใช้สูตร Penman Monteith เนื่องจากเป็นสูตรที่นำปัจจัยทางภูมิประเทศและภูมิอากาศต่างๆ มาใช้ในการคำนวณซึ่งให้ค่าที่มีความถูกต้องแม่นยำใกล้เคียงกับความต้องการใช้น้ำของพืชจริง แสดงสมการของ Penman-Monteith ดังนี้

$$ETo = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + r\frac{900}{T+273}U_2(e_a - e_d)}{\Delta + 8(1 - 0.34U_2)}$$

โดยที่ ETo คือ Reference Crop Evapotranspiration (mm.d.-1)
Rn คือ Net Radiation at Crop Surface (MJ.m.-2d.-1)
G คือ Soil Heat Flux (MJ.m-2d.-1)
T คือ Average Temperature (oC)
U2 คือ Wind Speed Measured at 2 m. height (m.s.-1)
(ea-ed) คือ Vapor Pressure Deficit for measurement at 2 m. height (kPa.)

Δ คือ Slope Vapor Pressure Curve (kPa.oC-1)

r คือ Psychometric Constant (kPa.oC-1)

900 คือ Coefficient for the Reference Crop

0.34 คือ Wind Coefficient for the Reference Crop

สามารถหาปริมาณการใช้น้ำของพืชเปรียบเทียบกับพืชอ้างอิง ได้ดังสมการ

$$ETc = Kc\ x\ ETo$$

โดยที่ ETc คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบมีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อวัน

Kc คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient) ดังแสดงในตารางที่ 4 5 และ 6

ETo คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อวัน

ซึ่งคำนวณจากข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยา โดยใช้สูตร Penman-Monteith สรุปในตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith

สัปดาห์ที่	ข้าว กข.	ข้าวนาหว่านน้ำตม	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ข้าวโพดหวาน	แตงโม	คะน้า	มะเขือเทศ	หอมแดง
1	1.03	0.80	0.63	0.65	1.02	0.54	0.73	0.72
2	1.07	1.05	0.72	0.68	1.14	0.60	0.82	0.82
3	1.12	1.25	0.86	0.84	1.60	0.68	0.91	0.94
4	1.29	1.40	1.13	0.99	1.90	0.72	1.01	1.05
5	1.38	1.50	1.35	1.16	2.10	0.78	1.12	1.15
6	1.45	1.55	1.52	1.22	1.90	0.83	1.21	1.20
7	1.50	1.60	1.61	1.21	1.73	0.73	1.30	1.20
8	1.48	1.63	1.63	1.15	1.44	0.67	1.36	1.15
9	1.42	1.68	1.58	0.96	1.03		1.41	1.08
10	1.34	1.60	1.50	0.72	0.75		1.41	0.92
11	1.23	1.50	1.38	0.61	0.65		1.37	0.77
12	0.94	1.36	1.15		0.52		1.31	0.67
13	0.86	1.08	0.90				1.22	
14		0.65	0.67				1.08	
15							0.92	

ที่มา: กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 6-2 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith

เดือนที่	ฝ้าย	อ้อย	ละหุ่ง	หน่อไม้ฝรั่ง	เผือก	กุหลาบ	กล้วยน้ำว้า	กล้วยหอม
1	0.88	0.65	0.76	0.68	1	0.89	0.76	1.94
2	1.19	0.86	0.86	1.1	1.23	0.95	1.10	1.74
3	1.34	1.13	1.01	1.42	2.14	1.46	1.45	1.78
4	1.15	1.35	1.02	1.48	2.27	1.49	1.64	1.96
5	0.85	1.56	1.01	1.29	1.66	1.16	2.30	2.07
6	0.62	1.29	0.89	1.08	1.5	1.33	2.11	2.18

ตารางที่ 6-2 (ต่อ) สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith

เดือนที่	ฝ้าย	อ้อย	ละหุ่ง	หน่อไม้ฝรั่ง	เผือก	กุหลาบ	กล้วยน้ำว้า	กล้วยหอม
7		1.20	0.70	0.83		2.07	2.38	2.18
8		0.93	0.47	0.66		1.79	2.29	1.88
9		0.63		0.55		2.17	3.28	1.86
10		0.52		0.61		2.25	3.19	2.21
11				0.76		1.73	3.39	2.02
12				0.74		1.90	3.39	2.22

ที่มา: กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 6-3 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith

เดือน	มะม่วง	ส้มโอ	ขนุน	มะลิ
ม.ค.	1.69	1.62	1.29	2.35
ก.พ.	1.61	1.45	1.01	1.35
มี.ค.	1.27	1.12	1.29	1.49
เม.ย.	1.24	1.02	1.59	1.08
พ.ค.	1.19	1.13	1.73	1.84
มิ.ย.	2.10	1.97	1.77	1.46
ก.ค.	2.46	2.44	1.38	0.90
ส.ค.	2.53	2.36	1.58	1.74
ก.ย.	2.28	1.97	1.83	2.18
ต.ค.	2.29	1.96	0.84	2.32
พ.ย.	2.50	1.90	0.65	2.19
ธ.ค.	1.90	1.74	1.27	2.56

ที่มา: กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 6-4 แสดงปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายเดือนโดยวิธีของ Penman Monteith

สถานี	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
กำแพงเพชร	3.26	3.91	4.35	5.01	4.45	3.92	3.5	3.41	3.55	3.48	3.34	3.11

ที่มา : ฝ่ายเผยแพร่การใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ (2554)

3) การประเมินปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้กับพืช

การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งทั้งหมดให้กับพืช สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง} = \frac{ET_c + P - Re + Lp}{\text{ประสิทธิภาพการชลประทาน}}$$

โดยที่ ETc คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ (มิลลิเมตรต่อวัน)

P คือ อัตราการรั่วซึมในแปลงนา (มิลลิเมตร) มีค่าอยู่ระหว่าง 1-2 มิลลิเมตรต่อวัน

Re คือ ปริมาณฝนใช้การ (มิลลิเมตรต่อวัน)

LP คือ ปริมาณน้ำสำหรับเตรียมแปลง (มิลลิเมตรต่อวัน)

6.1.2 โปรแกรมวางแผนและประเมินผลการส่งน้ำ WASAM

ภราดาและวราวุธ (2542) กล่าวว่า โปแกรม Water Allocation Scheduling and Monitoring Release 3.0 หรือ WASAM Release 3.0 (Version Database) เป็นโปรแกรมที่ปรับปรุงเพิ่มเติมจาก WASAM 3.0 ซึ่งพัฒนาต่อจาก WASAM 2.2 (วราวุธและลำจวน 2539) เพื่อให้มีระบบจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระบบฐานข้อมูลมาตรฐาน สามารถใช้คำนวณการจัดสรรน้ำ รายงานการจัดสรรน้ำประจำสัปดาห์ และประเมินผลการใช้น้ำในรูปของประสิทธิภาพการชลประทานและดรรชนีแสดงผลการส่งน้ำ มีสมการที่ใช้ในการคำนวณความต้องการน้ำ

$$RW = \frac{(ETNWxCF) + LP + Correct - RENW}{SUEx\frac{Area}{378{,}000}}$$

โดยที่ RW คือ ปริมาณความต้องการน้ำรายสัปดาห์

ETNW คือ ความต้องการน้ำของพืชอ้างอิงในสัปดาห์ถัดไป

LP คือ ปริมาณน้ำสำหรับเตรียมแปลง

Correct คือ ค่าปรับแก้ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ปรับแก้จากค่า Field wetness หรือ ความแตกต่างระหว่างฝนคาดการณ์และฝนตกจริง)

RENW คือ ปริมาณฝนใช้การในสัปดาห์ถัดไป

SUE คือ ประสิทธิภาพการชลประทานของระบบชลประทานทั้งหมด

Area คือ พื้นที่เพาะปลูกพืช

ลักษณะเด่นของโปรแกรม WASAM

- สามารถประมวลผลความต้องการน้ำในระดับโครงการ ฝ่ายส่งน้ำฯ โซนส่งน้ำและคลองได้
- วิเคราะห์ประสิทธิภาพและดรรชนีแสดงผลการส่งน้ำได้
- ข้อมูลถูกจัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูลทำให้สามารถในข้อมูลไปวิเคราะห์เพิ่มเติมได้
- ข้อจำกัดของโปรแกรม WASAM
- ไม่สามารถคำนวณความต้องการน้ำกรณีส่งน้ำแบบรอบเวรได้
- ไม่สามารถคำนวณความต้องการน้ำกรณีที่ฤดูกาลส่งน้ำมีช่วงเวลาข้ามปีได้
- ไม่สามารถใช้งานกับ WINDOWS ที่ใหม่กว่า Windows XP ได้
- เนื่องจากการออกแบบ Canal system เป็นแบบ reach to reach ทำให้มีข้อจำกัดสำหรับโครงการชลประทานที่มีระบบส่งน้ำซับซ้อน เช่น บางพื้นที่รับน้ำจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 2 คลองเป็นต้น
- ไม่รองรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชบางชนิดที่เป็นแบบขึ้นอยู่กับเดือน เช่น ไม้ผล ส้ม เป็นต้น

6.1.3 โปรแกรม Cropwat

Cropwat เป็นโปรแกรมสำหรับคำนวณความต้องการน้ำของพืชและความต้องการน้ำชลประทานโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานประกอบด้วย ดิน ภูมิอากาศ และข้อมูลพืช พัฒนาโดย Land and Water Development Division of FAO ปัจจุบันพัฒนาถึงเวอร์ชั่นที่ 8

ลักษณะเด่นของโปรแกรม Cropwat

- สามารถคำนวณความต้องการน้ำของพืชและความต้องการน้ำชลประทานได้
- สามารถคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากข้อมูลภูมิอากาศ

- เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล Climwat ได้
- คำนวณฝนใช้การได้หลากหลายวิธี
- สามารถจำลองความชื้นในดินได้
- สามารถประเมินผลผลิตและผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำได้

ข้อจำกัดของโปรแกรม Cropwat

- สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแบ่งเป็นช่วงเวลาการเติบโตของพืชทำให้ความละเอียดในการคำนวณความต้องการน้ำของพืชลดลง
- ไม่รองรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแบบขึ้นอยู่กับเดือน เช่น มะม่วง ส้มโอ เป็นต้น
- รองรับรูปแบบการเพาะปลูกพืช (Cropping pattern) ได้สูงสุดไม่เกิน 20 ชนิดภายใต้สมมติฐานการเพาะปลูกกระทำบนแปลงเพาะปลูกเดียวกัน (ลักษณะดิน รูปแบบการให้น้ำ การใช้น้ำของพืชอ้างอิงเหมือนกัน) ทำให้กรณีใช้กับโครงการชลประทานขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนของการเพาะปลูกพืชจะต้องแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ และคำนวณทีละครั้งและนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพิ่มเติม
- การคำนวณความต้องการน้ำแบบ Schedule ซึ่งเป็นการจำลองความชื้นที่ดินที่มีความละเอียดสูงกว่าการคำนวณแบบมาตรฐาน แต่คำนวณได้ครั้งละ 1 รูปแบบการเพาะปลูกเท่านั้น

6.2 การพัฒนาแบบจำลองการประเมินความต้องการน้ำในระดับโครงการชลประทาน, WAM (Water Allocation and Management)

แบบจำลอง WAM (Water Allocation and Management) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถใช้คำนวณความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชและการชลประทานโดยใช้สมการที่ปรับปรุงจาก FAO ในรูปแบบการจำลองความชื้นในดิน แบบจำลองรองรับตั้งแต่การเพาะปลูกชนิดเดียว ระดับแปลงของเกษตร ที่ไม่มีความซับซ้อน ไปจนถึงระดับโครงการ ระดับลุ่มน้ำ ระดับการวางแผนที่มีการเพาะปลูกที่ซับซ้อน รองรับรูปแบบการเพาะปลูกไม่จำกัดจำนวน รองรับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชทุกรูปแบบที่ใช้ในประเทศไทย รวมทั้งจาก FAO โครงสร้างของข้อมูลดิน พืช การใช้น้ำของพืชอ้างอิง ฝน ถูกแยกการนำเข้าออกจากกันอย่างอิสระ ทำให้การคำนวณมีความแม่นยำ สอดคล้องกับการเพาะปลูกพืชที่มีความแตกต่างกัน ทำให้แบบจำลอง WAM มีความแม่นยำสูงและสามารถลดความต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกและการชลประทานได้ สมการพื้นฐานที่ใช้คำนวณความต้องการน้ำของพืชในแบบจำลอง WAM มีดังนี้

$$Dr_i = Dr_{i-1} + (P - RO)_i - I_i + ETc_i + DP_i$$

โดยที่ Dr_i คือ ความชื้นที่ลดลงในเขตรากพืชวันที่ i (มม.)
Dr_{i-1} คือ ความชื้นที่ลดลงในเขตรากพืชวันก่อนหน้า (มม.)
P_i คือ ฝนวันที่ i (มม.)
RO_i คือ ปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินวันที่ i (มม.)
I_i คือ ปริมาณน้ำชลประทานวันที่ i (มม.)
ETc_i คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิงวันที่ i (มม.)
DP_i คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการไหลเลยเขตรากพืชวันที่ i (มม.)

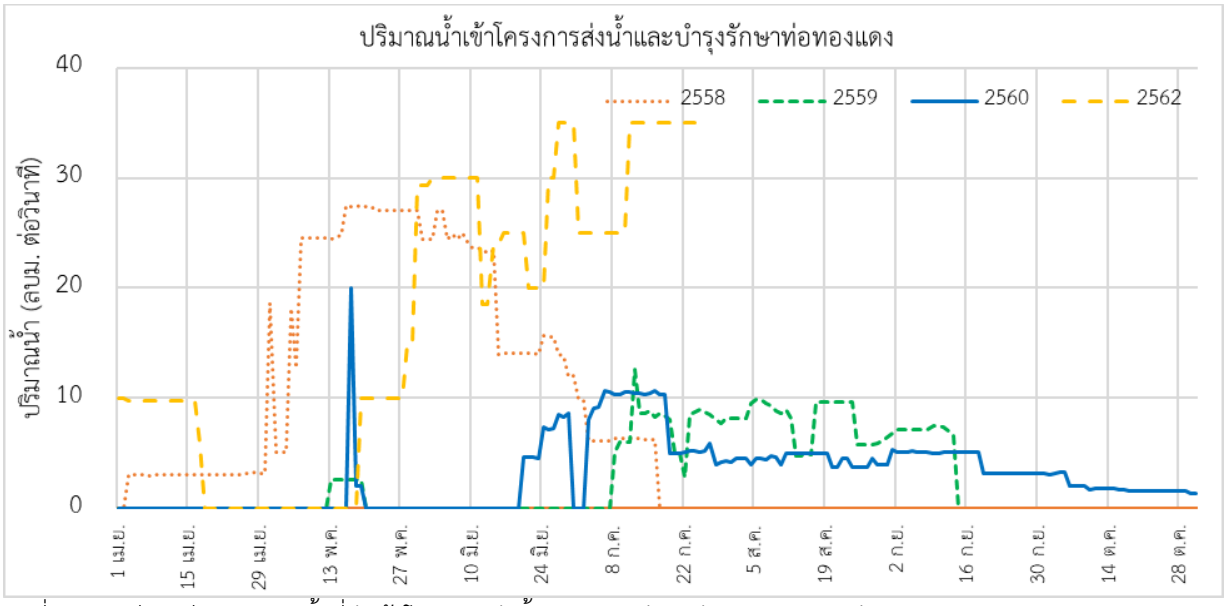
$$I_i = Dr_i$$

โดยที่ I_i คือ ปริมาณน้ำชลประทานวันที่ i (มม.)
Dr_i คือ ความชื้นที่ลดลงในเขตรากพืชวันที่ i (มม.)

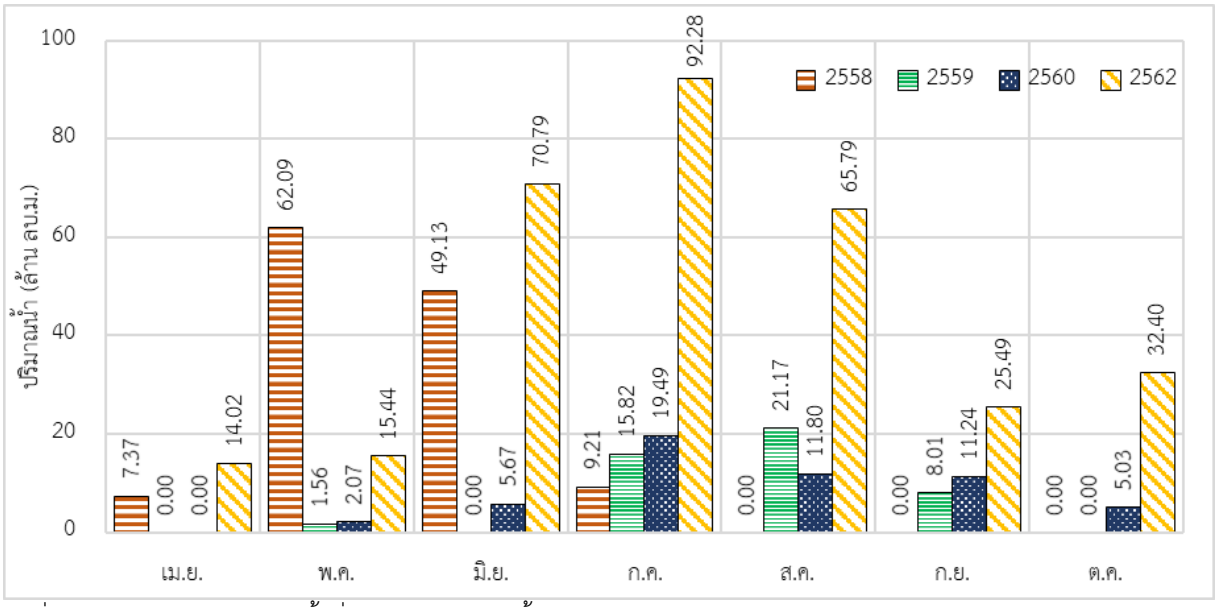
6.2.1 การวิเคราะห์ระบบสมดุลน้ำในสภาพปัจจุบัน

1) การประเมินปริมาณการส่งน้ำเข้าโครงการ

ปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง เป็นการประเมินปริมาณน้ำต้นทุนจากแม่น้ำปิงที่รับเข้าคลองส่งน้ำสายหลัก MC หรือคลองห้วยใหญ่ผ่าน ทรบ.ท่อทองแดง ซึ่งสามารถรับน้ำได้สูงสุด 70 ลบ.ม. ต่อวินาที เพื่อส่งให้กับพื้นที่ชลประทานทั้ง 3 ฝ่ายของโครงการ จากสภาพการบริหารจัดการน้ำที่ผ่านมาในปีปริมาณฝนปกติ พ.ศ. 2556 ปีปริมาณฝนมาก พ.ศ. 2560 และปีปริมาณฝนน้อย พ.ศ. 2558 พบว่า ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน ถึง 31 ตุลาคม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงได้รับปริมาณน้ำจัดสรรเข้าโครงการในปริมาณ 127.78 ล้าน ลบ.ม. ในปีฝนน้อย 2558 และได้รับปริมาณน้ำเข้าโครงการ 46.57 และ 55.31 ล้าน ลบ.ม. ในปีฝนปกติ 2559 และปีฝนมาก 2560 ส่วนการบริหารจัดการน้ำในสถานการณ์ฤดูฝน 2562 พบว่ามีปริมาณน้ำส่งเข้าโครงการชลประทานวันที่ 1 เม.ย. ถึง 31 ต.ค. 62 ตามแผนการส่งน้ำของกรมชลประทาน 164.19 ล้าน ลบ.ม. แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงรายวันดังรูปที่ 6-1 และรายเดือนดังรูปที่ 6-2 และสรุปข้อมูลปริมาณน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในตารางที่ 6-5



รูปที่ 6-1 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายวัน



รูปที่ 6-2 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รายเดือน

ตารางที่ 6-5 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้รับเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

เดือน	ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)			
	ปีฝนน้อย 2558	ปีฝนปกติ 2559	ปีฝนมาก 2560	ปีปัจจุบัน 2562
เม.ย.	7.37	-	-	14.02
พ.ค.	62.09	1.56	2.07	15.44
มิ.ย.	49.13	-	5.67	70.79
ก.ค.	9.21	15.82	19.49	63.94
ส.ค.	-	21.17	11.80	-
ก.ย.	-	8.01	11.24	-
ต.ค.	-	-	5.03	-
รวม	127.78	46.57	55.31	164.19

6.2.2 การประเมินความต้องการน้ำเกษตรกรรมของโครงการ

การประเมินความต้องการน้ำสำหรับการทำเกษตรกรรมของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในสภาพปัจจุบันซึ่งกรมชลประทานมีแผนการส่งน้ำเพื่อให้เกษตรกรเริ่มทำการเพาะปลูกฤดูนาปรังในวันที่ 1 มิถุนายน ถึง 31 ตุลาคม 2562 มีเกษตรกรลงทะเบียนพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีกับสำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชรในพื้นที่โครงการฯ จำนวน 192,830.14 ไร่ ซึ่งการประเมินความต้องการน้ำเกษตรกรใช้ข้อมูลประกอบการประเมินดังนี้

- พื้นที่เพาะปลูกพืชจำนวน 4 ชนิดประกอบด้วยข้าว มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและปรับแก้ข้อมูลร่วมกับข้อมูลจากกรมชลประทาน พื้นที่เพาะปลูกพืชทั้ง 4 ชนิด สรุปข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกในตารางที่ 6-6 โดยจะเห็นว่า ในปี 2560 มีปริมาณการเพาะปลูกข้าวใน คบ.ท่อทองแดงสูงสุด 379,091.50 ไร่ รองลงมาเป็นปีปัจจุบัน 2562 ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวสะสมถึงเดือน ก.ค. มีพื้นที่ 351,634.33 ไร่ ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกอ้อยมีปริมาณการเพาะปลูกสูงสุดในปีฝนปกติ 2559 มีพื้นที่ 107,578.44 ไร่ มันสำปะหลังมีพื้นที่เพาะปลูกสูงสุด 15,970.90 ไร่ในปี 2560 และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการเพาะปลูกสูงสุดในปีฝนน้อย 2558 ที่ปริมาณ 16,083.57 ไร่ โดยจะเห็นว่าปริมาณการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในแต่ละปีฝน จากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำเกษตรกรรมของเกษตรกรตามปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละปี

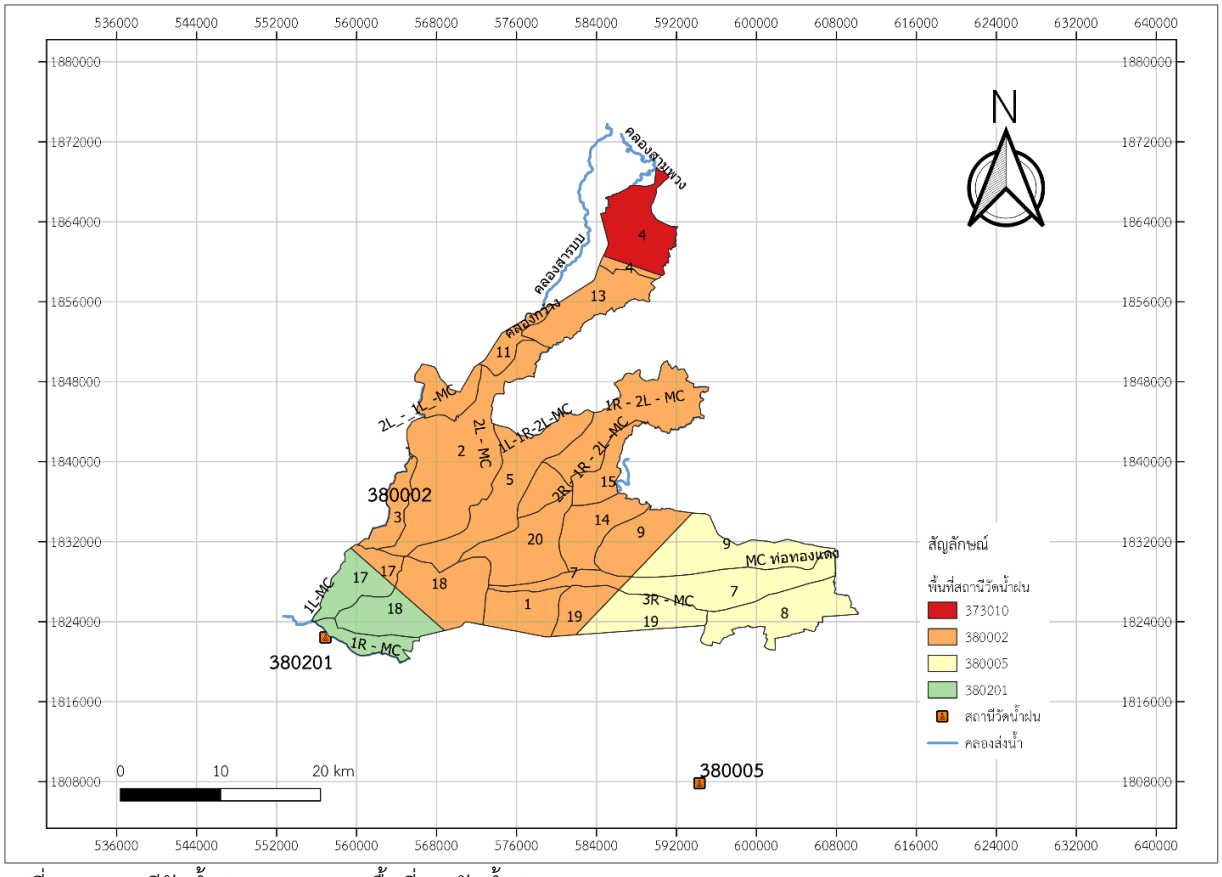
ตารางที่ 6-6 พื้นที่เพาะปลูกพืช

ที่	พ.ศ.	พื้นที่เพาะปลูกข้าวฤดูฝน ช่วง 1 มิ.ย. - 31 ต.ค. (ไร่)				
		ข้าว	อ้อย	มันสำปะหลัง	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	รวม
1	2558	314,518.26	92,648.21	5,984.43	16,083.57	429,234.46
2	2559	303,150.72	107,578.44	2,605.04	11,812.97	425,147.17
3	2560	379,091.50	71,279.78	15,970.91	2,503.19	468,845.38
4*	2562	351,634.33	87,924.51	277.03	793.29	440,629.18

หมายเหตุ : * ข้อมูลการเพาะปลูกข้าวสะสม ณ เดือนกรกฎาคม 2562

- ฝนรายวันใช้การใช้ข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดของจากกรมชลประทานในปีฝนน้อย พ.ศ. 2558 ปีฝนปกติ พ.ศ. 2559 และปีฝนมาก พ.ศ. 2560 โดยคิดปริมาณฝนใช้การเท่ากับร้อยละ 80 ของปริมาณที่ตกจริง โดยใช้ข้อมูลฝนจำนวน 4 ปี ประกอบด้วย พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562 ใช้ข้อมูลฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วยสถานี 373010 380002 380005 และ 380201 กระจายปริมาณฝนไปยังแต่ละโซนใช้วิธีทิสเสน (Thiessen Polygon Method) ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนและขอบเขตพื้นที่การรับน้ำฝนแสดงดังรูปที่ 6-3 และแฟคเตอร์ปรับค่าน้ำหนัก (Weightage

Factor) แสดงดังตารางที่ 6-7 โดยพบว่า พ.ศ. 2560 มีปริมาณฝนสูงสุดเท่ากับ 1,815 มิลลิเมตร และ พ.ศ. 2562 มีปริมาณฝนน้อยที่สุดเท่ากับ 703 มิลลิเมตร แสดงปริมาณฝนรายวัน รายเดือน และสะสมรายปีของสถานีในจังหวัดกำแพงเพชร ดังรูปที่ 6-4 ถึง 6-6 ตามลำดับ



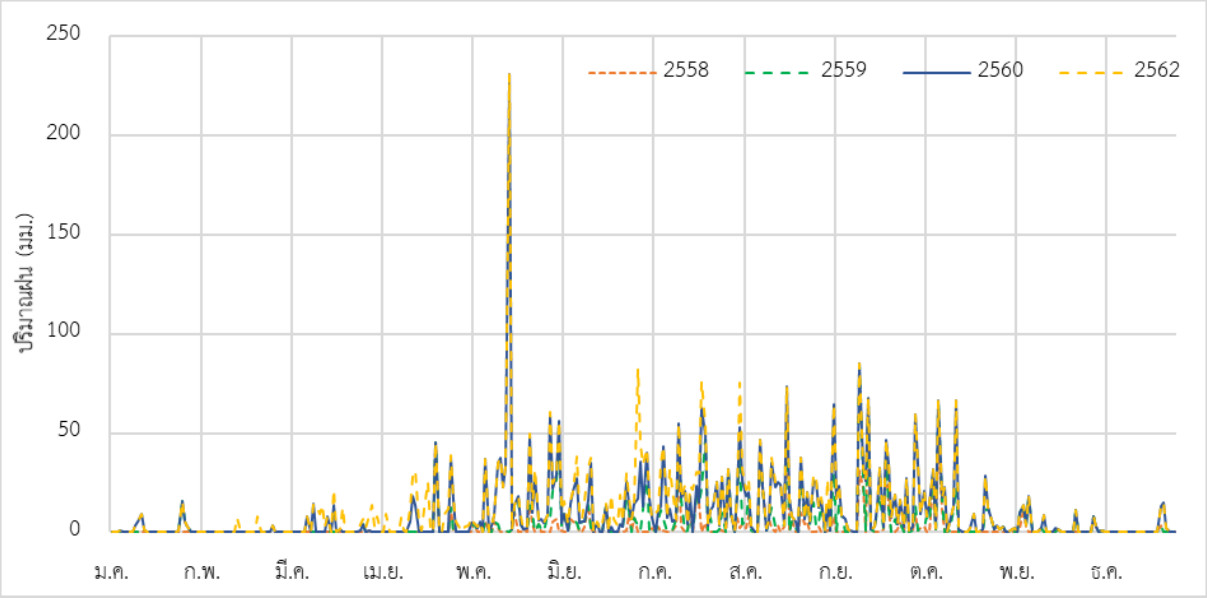
รูปที่ 6-3 สถานีวัดน้ำฝนและขอบเขตพื้นที่การรับน้ำฝน

ตารางที่ 6-7 แฟคเตอร์ปรับค่าน้ำหนัก (Weightage Factor)

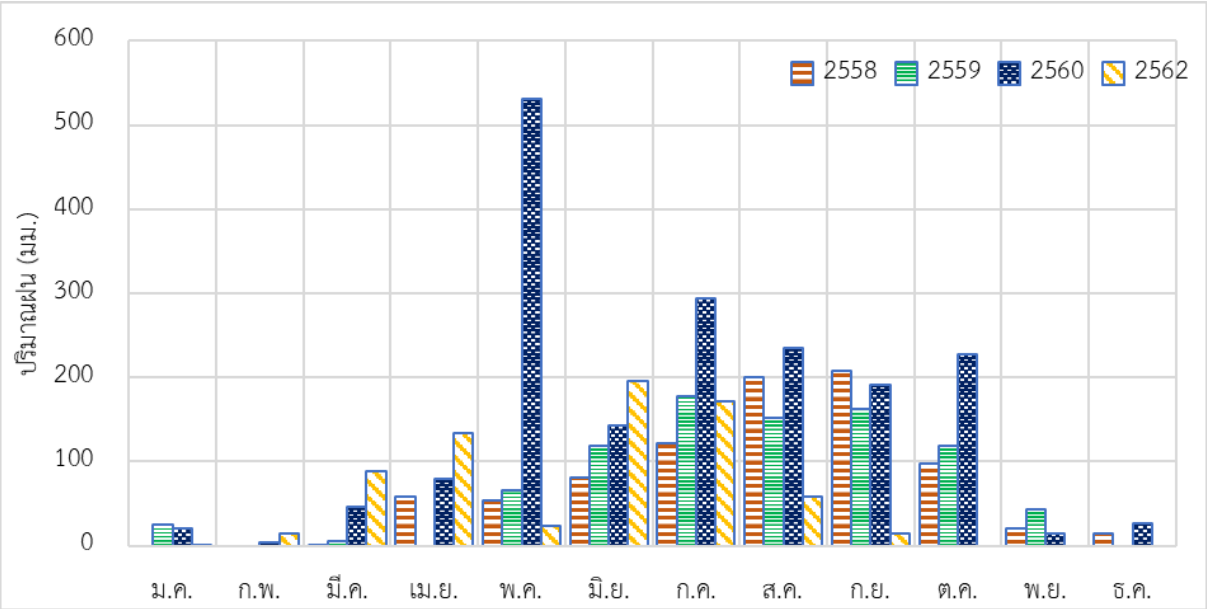
พื้นที่	ค่าถ่วงน้ำหนักแฟคเตอร์ปรับค่าน้ำหนัก (Weightage Factor)				รวม
	373010	380002	380005	380201	
ทั้งโครงการ	0.23	0.31	0.1	0.36	1.00
โซน 1	-	0.60	-	0.40	1.00
โซน 2	-	1.00	-	-	1.00
โซน 3	-	0.21	0.79	-	1.00
โซน 4	-	0.36	0.64	-	1.00
โซน 5	-	-	1.00	-	1.00
โซน 6	-	0.37	0.63	-	1.00
โซน 7	-	0.27	-	0.73	1.00
โซน 8	-	1.00	-	-	1.00
โซน 9	-	1.00	-	-	1.00
โซน 10	-	1.00	-	-	1.00
โซน 11	-	1.00	-	-	1.00
โซน 12	-	1.00	-	-	1.00

ตารางที่ 6-7 (ต่อ) แฟคเตอร์ปรับค่าน้ำหนัก (Weightage Factor)

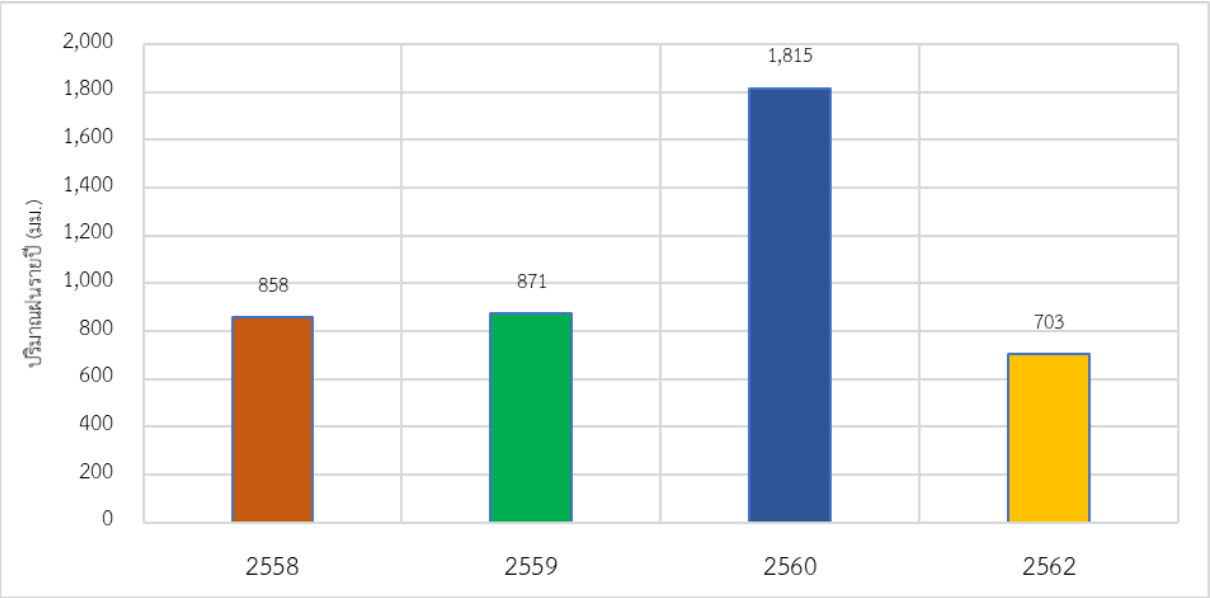
พื้นที่	ค่าถ่วงน้ำหนักแฟคเตอร์ปรับค่าน้ำหนัก (Weightage Factor)				รวม
	373010	380002	380005	380201	
โซน 13	-	1.00	-	-	1.00
โซน 14	-	1.00	-	-	1.00
โซน 15	-	1.00	-	-	1.00
โซน 16	-	1.00	-	-	1.00
โซน 17	-	1.00	-	-	1.00
โซน 18	-	1.00	-	-	1.00
โซน 19	0.91	0.09	-	-	1.00
โซน 20	-	-	-	1.00	1.00



รูปที่ 6-4 ปริมาณฝนรายวันพื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ในปี พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562



รูปที่ 6-5 ปริมาณฝนรายเดือนพื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ในปี พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562



รูปที่ 6-6 ปริมาณฝนรายปีพื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ในปี พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562

6.3 แนวคิดในการประหยัดน้ำจากการประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม

6.3.1 การแบ่งรอบเวรการใช้น้ำตามกลุ่มผู้ใช้น้ำและรูปแบบการเพาะปลูกพืช

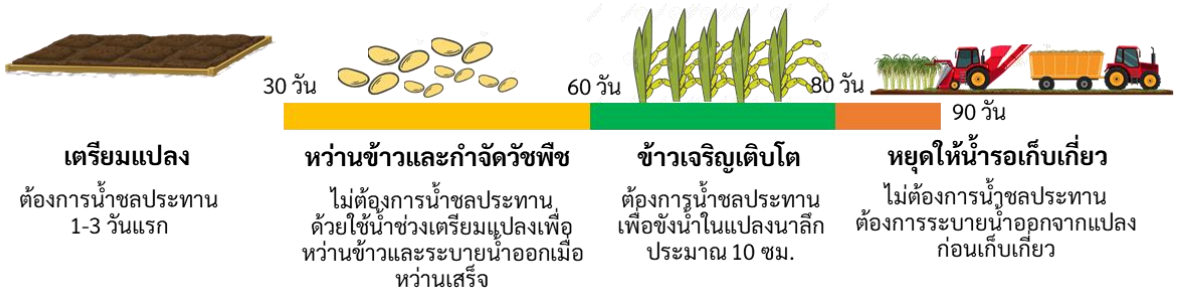
จากการประเมินสภาพการใช้น้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในปัจจุบันซึ่งมีการแบ่งกลุ่มผู้ใช้น้ำตามตำบลออกเป็น 29 กลุ่ม ทางโครงวิจัยฯ จึงได้มีแนวคิดในการลดการสูญเสียปริมาณการส่งน้ำในระบบชลประทาน โดยคำนวณความต้องการน้ำและประเมินการส่งน้ำตามกลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีการใช้น้ำจากคลองเดียวกัน รวมทั้งกำหนดรอบเวรการส่งน้ำตามกลุ่มการเพาะปลูกพืชชนิดเดียวกัน ซึ่งทางโครงการวิจัยฯ ได้ลงพื้นที่จัดประชุมเกษตรกรใน 3 ฝ่ายส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ในการสำรวจรูปแบบการทำเกษตรกรรมที่มีอยู่เดิม เพื่อนำไปพัฒนาแบบจำลองการประเมินความต้องการน้ำที่สอดรับกับรูปแบบการทำเกษตรกรรมที่เกิดขึ้นจริง

จากข้อมูลที่ได้รับจากการลงพื้นที่ภาคสนาม พบว่า เกษตรกรมีช่วงเวลาที่ต้องการรับน้ำสำหรับการเพาะปลูกข้าวนาปี แตกต่างจากของการประเมินความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูกข้าวซึ่งมีสมมติฐานว่าข้าวมีความต้องการน้ำในตลอดช่วงเวลาการเพาะปลูก และต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอในทุกช่วงเวลาของการเพาะปลูกตั้งแต่การเตรียมแปลงจนถึงการเก็บเกี่ยว ซึ่งในทางปฏิบัติเกษตรกรไม่ได้มีความต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกข้าวตลอดเวลา ในบางช่วงเกษตรกรต้องการระบายน้ำออกจากแปลง บางช่วงเกษตรกรมีการปล่อยให้น้ำในแปลงนาแห้งโดยไม่ต้องการน้ำชลประทานเพิ่มแต่อย่างใด โดยสามารถสรุปช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวและความต้องการน้ำชลประทานแสดงดังตารางที่ 6-8 และรูปที่ 6-7

การกำหนดรอบเวรการใช้น้ำของโครงการวิจัยฯ ได้กำหนดจากการแบ่งกลุ่มของเกษตรกรที่ใช้น้ำจากคลองเดียวกัน และช่วงเวลาการเริ่มต้นเพาะปลูกที่มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ดอนและพื้นที่ลุ่มรับน้ำหลากในเดือน ก.ย. ซึ่งเป็นพื้นที่อยู่ติดกับ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก ได้รับผลกระทบจากน้ำหลากในปลายฤดูฝน ทั้งนี้ เพื่อลดภาระของระบบกระจายน้ำจึงมีการปรับวันเริ่มเพาะปลูก ได้กำหนดแผนการส่งน้ำได้กำหนดให้มีพื้นที่ส่งน้ำ 20 พื้นที่ แสดงดังรูปที่ 6-8 โดยให้พื้นที่ส่งน้ำย่อยที่ 12 เริ่มรับน้ำก่อนในวันที่ 1 เม.ย. เพื่อให้เก็บเกี่ยวได้ทันก่อนน้ำหลาก พื้นที่ส่งน้ำย่อย 3 5 6 18 19 เริ่มปลูกและส่งน้ำวันที่ 1 พฤษภาคม พื้นที่ส่งน้ำย่อย 4 9 10 14 17 เริ่มปลูกและส่งน้ำวันที่ 4 พฤษภาคม พื้นที่ 1 2 7 8 11 15 16 เริ่มปลูกและส่งน้ำวันที่ 7 พฤษภาคม สรุปข้อมูลการเพาะปลูกพืชรวมของ คบ.ท่อทองแดงในตารางที่ 6-9 โดยพบว่าช่วงเวลาที่มีการเริ่มเพาะปลูกข้าวเป็นจำนวนมากคือระหว่างวันที่ 19 พฤษภาคม ถึง 3 มิถุนายน และมีการเริ่มเพาะปลูกข้าวครั้งสุดท้ายวันที่ 27 กรกฎาคม โดยรูปแบบการส่งน้ำในแต่ละพื้นที่ส่งน้ำย่อยคือส่งน้ำต่อเนื่อง 3 วัน หยุดส่งน้ำ 6 วันสลับกัน จนกระทั่งสิ้นสุดฤดูกาลส่งน้ำ

ตารางที่ 6-8 รูปแบบการเพาะปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

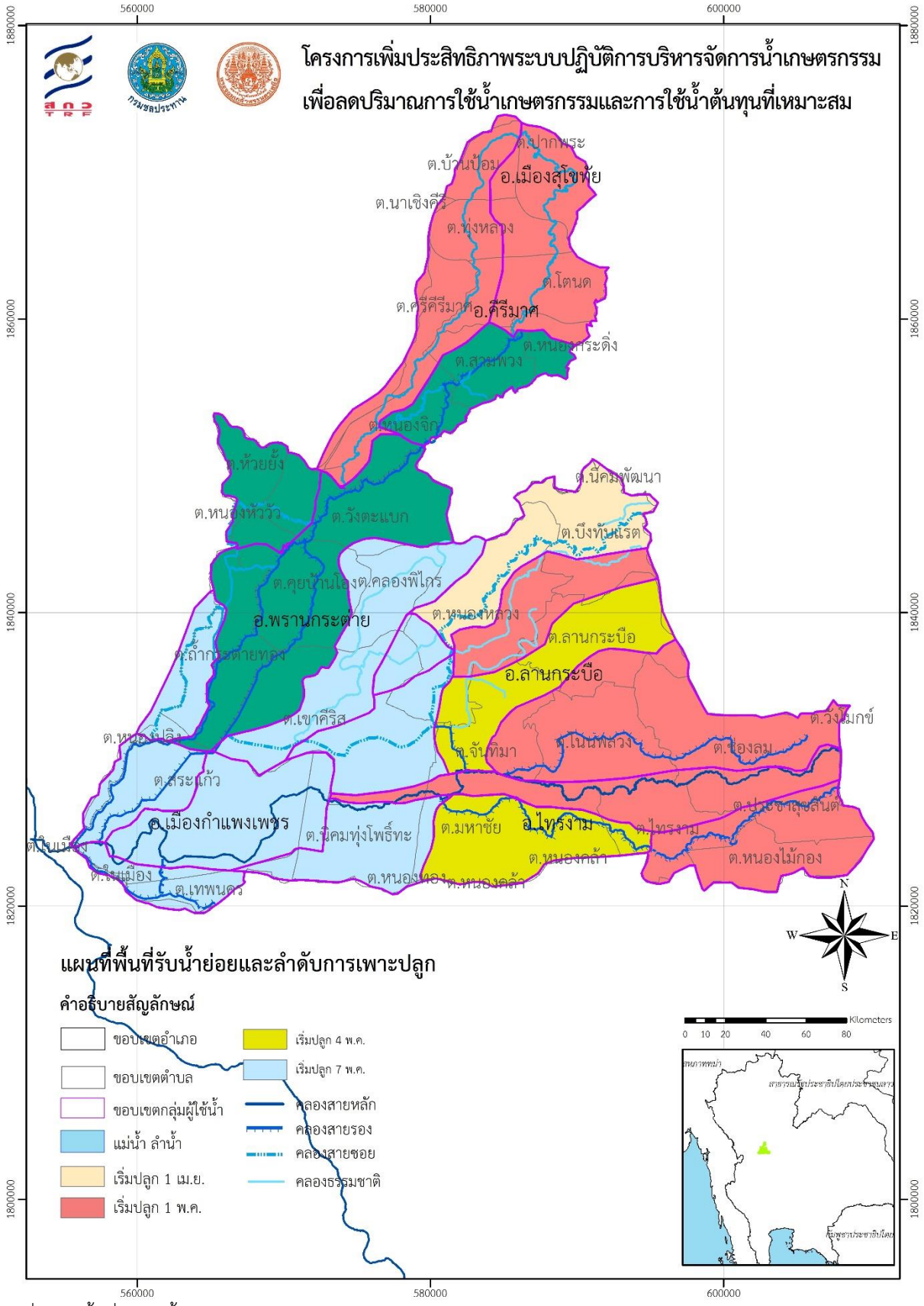
ที่	ช่วงการเพาะปลูก	ระยะเวลา	ความต้องการน้ำชลประทาน
1	**เตรียมแปลง** เกษตรกรจะสูบน้ำเข้าแปลงนา ใช้เวลา 1-3 วัน จากนั้นจึงเตรียมแปลงและทิ้งไว้ให้ตกตะกอนก่อนหว่านข้าว	0-7 วัน	ต้องการน้ำชลประทาน 1-3 วันแรก
2	**หว่านข้าวและกำจัดวัชพืช** ระยะนี้เกษตรกรจะหว่านข้าวหลังจากนั้นจะระบายน้ำออกจากแปลงนาให้แห้งและฉีดสารเคมีควบคุมหรือกำจัดวัชพืช	14-21 วัน	ไม่ต้องการน้ำชลประทานเนื่องจากใช้น้ำจากช่วงเตรียมแปลงในการหว่านข้าวและระบายน้ำออกหลังจากหว่านเสร็จ
3	**ข้าวเจริญเติบโต** เกษตรจะขังน้ำในแปลงนาลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ใช้เวลาในการสูบน้ำ 1-3 วัน	50-60 วัน	ต้องการน้ำชลประทานเพื่อขังน้ำในแปลงนาลึกประมาณ 10 เซนติเมตร
4	**หยุดให้น้ำรอเก็บเกี่ยว** เกษตรจะขังน้ำไว้ประมาณ 10 เซนติเมตรและหยุดให้น้ำจนกระทั่งเก็บเกี่ยวข้าว โดยดินจะแห้งพอดีในช่วงเก็บเกี่ยว	ก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน	ไม่ต้องการน้ำชลประทาน ต้องการระบายน้ำออกจากแปลงก่อนเก็บเกี่ยว



รูปที่ 6-7 รูปแบบการเพาะปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

ตารางที่ 6-9 พื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เดือน	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			
	ปีฝนน้อย 2558	ปีฝนปกติ 2559	ปีฝนมาก 2560	ปีปัจจุบัน 2562
เมษายน	10,607.00	36,926.17	32,015.77	38,951.58
พฤษภาคม	102,401.17	167,910.93	133,640.93	159,854.58
มิถุนายน	261,971.53	173,920.05	303,188.63	241,823.01
กรกฎาคม	2,267.41	46,389.99	-	-
สิงหาคม	51,987.40	-	-	-
รวม	429,234.49	425,147.13	468,845.33	440,629.18

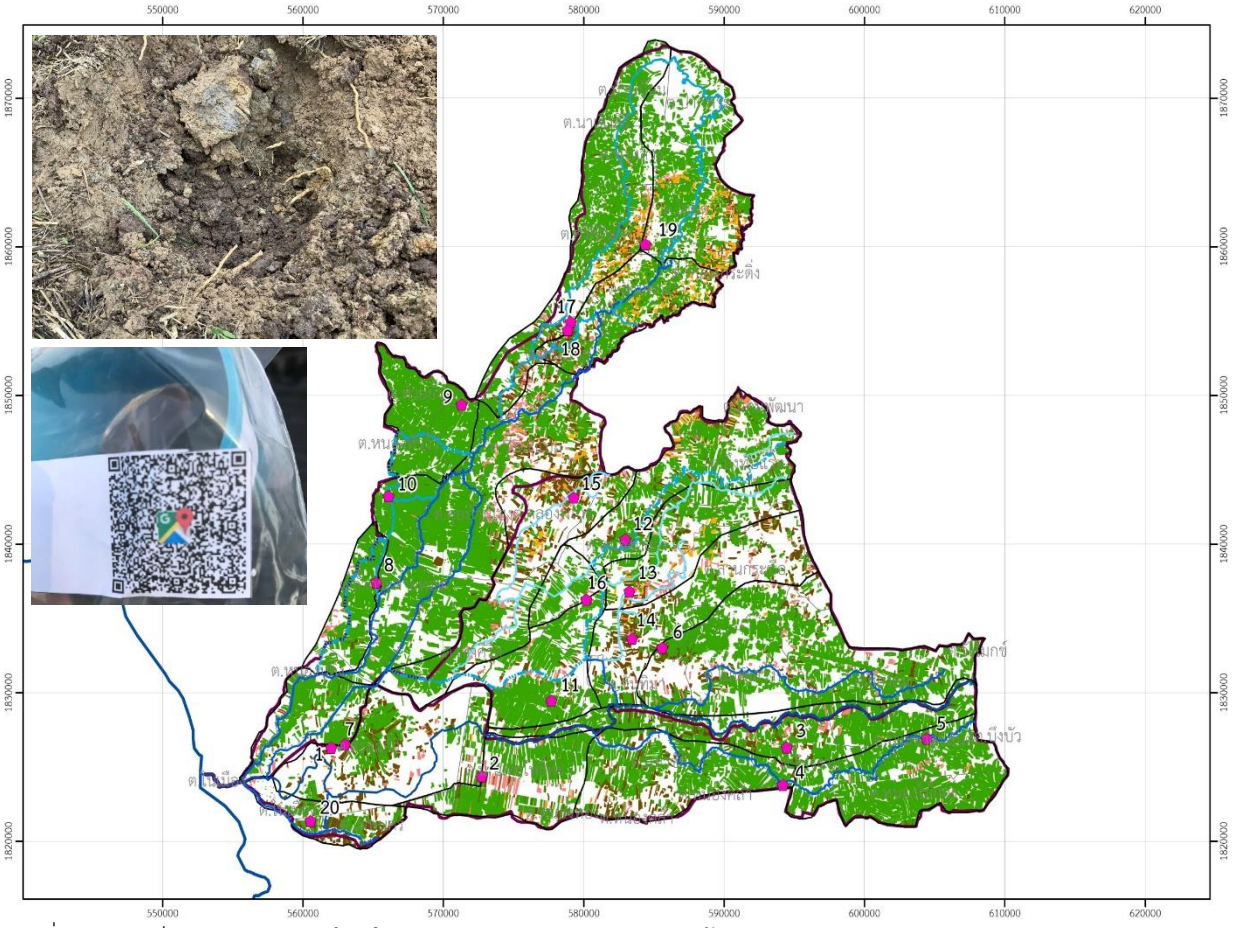


รูปที่ 6-8 พื้นที่การใช้น้ำและลำดับการเพาะปลูก

6.3.2 การจัดทำแบบจำลองความต้องการน้ำและการจัดสรรน้ำร่วมกับการจำลองระดับน้ำในแปลงนาและความชื้นในเขตรากพืช

1) การวิเคราะห์ความชื้นชลประทานของดินในสนาม

การเก็บตัวอย่างดินเริ่มจากการสุ่มตำแหน่งเพื่อเลือกจุดที่เป็นตัวแทนในแต่ละ 20 โซน แสดงดังรูปที่ 6-9 โดยขุดเปิดหน้าดินลึกประมาณ 30 เซนติเมตร จากนั้นเก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์ปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ความหนาแน่นรวม และสำหรับสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยการเก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density) ใช้ท่อพีวีซีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 6-9 กดลงไปในดินจากนั้นใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการต่อไป



รูปที่ 6-9 จุดเก็บตัวอย่างดิน 20 โซนในสนาม และลักษณะการขุดปิดหน้าดิน

จากการจำแนกประเภทดินจากดินตัวแทนจำนวน 20 จุด สรุปในตารางที่ 6-10 พบว่าส่วนใหญ่ดินเป็นประเภท clay จำนวน 10 จุด รองลงไปคือ silty clay จำนวน 6 แห่ง และ clay loam มีจำนวนน้อยสุดคือ 3 แห่ง ส่วนค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ระหว่าง 1.00-1.67 g/cm^3 จากลักษณะของดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวและมีความหนาแน่นรวมค่อนข้างสูงทำให้ดินสามารถอุ้มน้ำได้ดี เหมาะกับการทำนา หรือพืชที่ต้องการน้ำขัง แต่ดินลักณะดังกล่าวมักพบปัญหาการระบายน้ำรวมถึงการขยายเขตรากพืช ถ้าให้น้ำมากเกินหรือฝนตกติดต่อระยะนานอาจทำให้ผลผลิตพืชเสียหายได้

ตารางที่ 6-10 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

ที่	โซน	พืชที่ปลูก	ชนิดดิน	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	น้ำหนักภาชนะ (g)	น้ำหนักดินแห้ง (g)	Available Soil Moisture (g)	θ_{FC+qWP} (% by weight)	Bulk density (g/cm3)	θ_{FC+qWP} (% by volume)
1	Zone1	ข้าว	siltyclay	3362	2964	1200	1764	398	22.56	1.26	28.49
2	Zone2	ต้นรัก	siltyclay	3883	3414	1200	2214	469	21.18	1.41	29.87
3	Zone3	ข้าว	siltyclay	3786	3199	1200	1999	587	29.36	1.54	45.11
4	Zone4	ข้าว	clay	3405	2746	1200	1546	659	42.63	1.00	42.61
5	Zone5	ข้าว	clay	3451	2934	1200	1734	517	29.82	1.44	42.98
6	Zone6	อ้อย	clay	3589	3080	1200	1880	509	27.07	1.58	42.73
7	Zone7	ข้าว	clay	4002	3446	1200	2246	556	24.76	1.44	35.69
8	Zone8	ข้าว	clay	3418	3178	1200	1978	240	12.13	1.67	20.30
9	Zone9	ข้าว	siltyclayloam	3580	2967	1200	1767	613	34.69	1.32	45.63
10	Zone10	ข้าว	clay	3747	3192	1200	1992	555	27.86	1.43	39.87
11	Zone11	อ้อย	siltyclay	3877	3172	1200	1972	705	35.75	1.36	48.53
12	Zone12	ข้าว	siltyclay	3863	3287	1200	2087	576	27.60	1.58	43.56
13	Zone13	อ้อย	siltyclayloam	3986	3504	1200	2304	482	20.92	1.61	33.68
14	Zone14	อ้อย	siltyclayloam	3869	3393	1200	2193	476	21.71	1.58	34.26
15	Zone15	อ้อย	siltyclay	3903	3375	1200	2175	528	24.28	1.43	34.74
16	Zone16	ข้าว	clay	4659	4169	1200	2969	490	16.50	1.73	28.48
17	Zone17	N/A	clayloam	4935	4496	1200	3296	439	13.32	1.23	16.40
18	Zone18	อ้อย	clayloam	4506	3988	1200	2788	518	18.58	1.55	28.74
19	Zone19	ข้าว	clay	4250	3601	1200	2401	649	27.03	1.45	39.25
20	Zone20	ต้นรัก	clay	4478	3869	1200	2669	609	22.82	1.50	34.33

2) การหาปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

การหาปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เป็นการจำแนกประเภทดินสำหรับงานวิจัยครั้งนี้จำแนกตามการกระจายและขนาดของเม็ดดินโดยวิเคราะห์สัดส่วนของทราย (sand) ตะกอนทราย (silt) และ ดินเหนียว (clay) ตามวิธีของ David และคณะ (2011) เพื่อทำการหาความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เป็นความชื้นที่อยู่ระหว่างความชื้นชลประทาน (Field capacity: FC) และความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent wilting point: PWP) โดยเริ่มจากการทำให้ดินอยู่ในสภาวะอิ่มตัวไปด้วยน้ำ (saturate) โดยการแช่น้ำ และปล่อยให้ดินมีความชื้นอยู่ในระดับชลประทานโดยการผึ่งในสภาพอากาศปกติ 3 วัน ชั่งน้ำหนักก่อนอบ อบดินตัวอย่างด้วยอุณหภูมิ 105 °c เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักหลังอบ และคำนวณปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ดังสมการ

$$\text{ความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้} = \frac{(m_{wet} - m_{dry})}{m_{dry}}$$

โดยที่ mwet คือ น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)
mdry คือ น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)

3) การวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density)

ค่าความหนาแน่นรวมของดินเป็นมวลแห้งของดินต่อปริมาตรทั้งหมด ขั้นตอนการหาความหนาแน่นรวมของดินมีขั้นตอนเริ่มจากการใช้มีดตัดแต่งดินตัวอย่างให้เต็มท่อพีวีซีเก็บตัวอย่างดินให้พอดี วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและความยาวของท่อพีวีซี คำนวณปริมาตรของดินตัวอย่าง นำดินออกจากพีวีซีอบด้วยอุณหภูมิ 105 °c เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักหลังอบ และคำนวณความหนาแน่นรวมของดินตามสมาการที่ 2 (Jim, NA.) โดยสามารถหาค่า Bulk Density ได้จากสมการ

$$\rho_{bulk} = \frac{m_{dry}}{volume}$$

โดยที่ ρ_{bluk} คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
m_{dry} คือ น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)
volume คือ ปริมาตรของดินตัวอย่าง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

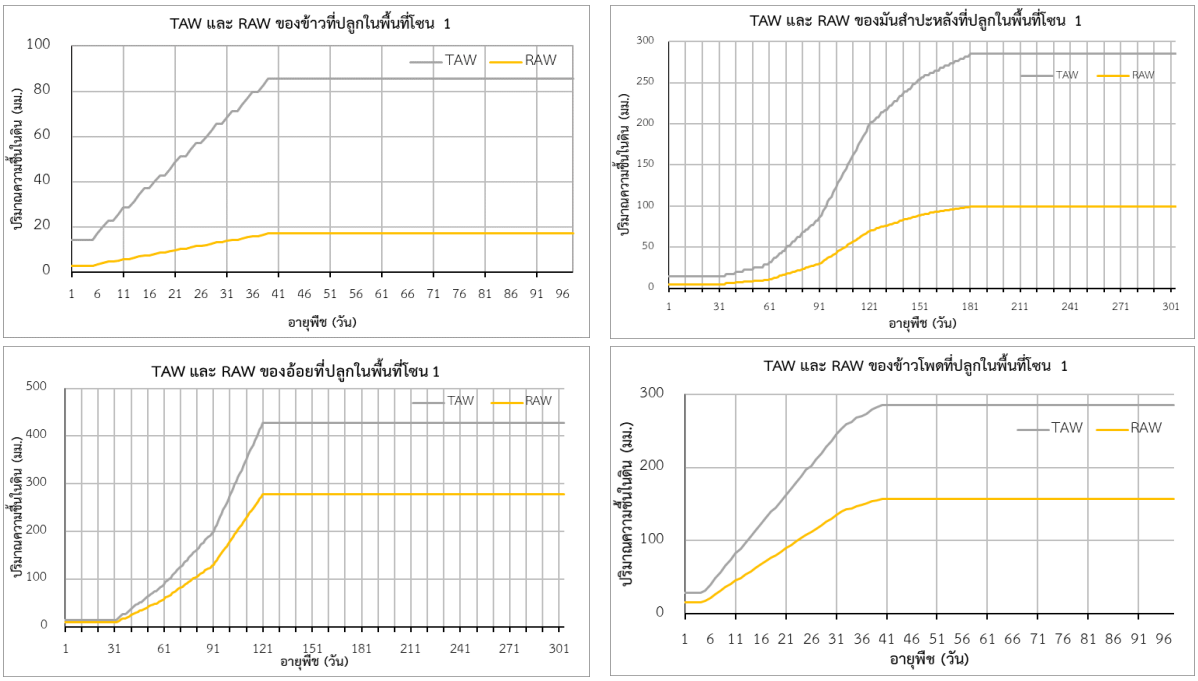
4) การจำลองระดับน้ำในแปลงนาและความชื้นในเขตรากพืชตามพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน

การศึกษาความสามารถในการเก็บน้ำของดินในเขตรากพืช ประกอบด้วย การประเมินปริมาณน้ำในเขตรากพืชที่พืชสามารถนำไปใช้ทั้งหมด (Total available water: TAW) เป็นปริมาณน้ำในเขตรากพืชของดินที่มีความชื้นอยู่ระหว่างความชื้นชลประทาน (Field capacity) ถึงความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent wilting point)

นอกจากนี้ ยังมีปริมาณน้ำในเขตรากพืชที่พืชสามารถนำไปใช้ได้โดยพืชไม่ขาดน้ำ (Readily available water: RAW) เป็นปริมาณน้ำในเขตรากพืชของดินที่มีความชื้นอยู่ระหว่างความชื้นชลประทาน (Field capacity) ถึงที่ระดับความชื้นที่จุดวิกฤติ (Critical Point) โดยทั่วไปแล้วเมื่อระดับความชื้นในดินมีระดับต่ำกว่า RAW พืชจะเริ่มมีอาการขาดน้ำ ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าของ TAW โดยตรงคือลักษณะของดิน และความยาวรากพืชในแต่ละช่วงเวลา โดยดินที่ค่าความชื้นชลประทานสูง ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวรต่ำและพืชที่มีรากยาวจะให้ค่า TAW สูง ส่วนค่า RAW ยังขึ้นอยู่กับชนิดพืชและคุณสมบัติพืชในด้านความทนต่อการขาดแคลนน้ำ โดยทั่วไปหากปลูกพืชต่างชนิดกันบนดินที่มีคุณสมบัติเหมือนกันจะพบว่าพืชไร่มีความทนทานต่อการขาดแคลนน้ำมากกว่าพืชผักหรือข้าวจะทำให้ค่า RAW ของพืชไร่เข้าใกล้ค่า TAW มากกว่าพืชผักหรือข้าว

ผลการประเมินค่า TAW และ RAW ของพืชจำนวน ชนิดจัดกลุ่มพืชตามรายงานข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน โดยใช้ข้อมูลคุณสมบัติดินจากดินตัวอย่างจำนวน 20 โซนพบว่าการปลูกอ้อยในโซนที่ 11 ให้ค่า TAW สูงสุดเท่ากับ 727.95 มม. มากกว่าการปลูกรูปแบบอื่น ส่วนปลูกข้าวในโซนที่ 17 ให้ค่า TAW สูงสุดน้อยกว่ารูปแบบการเพาะปลูกทั้งหมดเท่ากับ 49.2 มม. ในขณะที่ค่า RAW การปลูกอ้อยในโซนที่ 11 ให้ค่า RAW สูงสุดเท่ากับ 473.17 มม. มากกว่าการปลูกรูปแบบอื่น ส่วนปลูกข้าวในโซนที่ 17 ให้ค่า RAW สูงสุดน้อยกว่ารูปแบบการเพาะปลูกทั้งหมดเท่ากับ 9.84 มม. จากข้อมูลดังกล่าวควรนำไปวิเคราะห์รอบเวรการส่งน้ำ การจัดลำดับความสำคัญการส่งน้ำกรณีขาดแคลนน้ำ เนื่องจากรูปแบบการเพาะปลูกที่ให้ค่า RAW ต่ำมีแนวโน้มที่จะต้องส่งน้ำถี่กว่าและหากขาดน้ำจะต้องรีบส่งน้ำก่อนเมื่อเทียบกับรูปแบบการเพาะปลูกที่มีค่า RAW สูง แสดงตัวอย่างของการจำลองความชื้นพืชแต่ละชนิดในโซนที่ 1 ดังรูปที่ 6-10



รูปที่ 6-10 ตัวอย่างของการจำลองความชื้นของข้าว มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในโซนที่ 1

6.4 ผลการประเมินความต้องการน้ำและการขาดแคลนน้ำ

6.4.1 รูปแบบการประเมินความต้องการน้ำและการขาดแคลนน้ำ

การประเมินความต้องการน้ำและการขาดแคลนน้ำ ประเมินโดยใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2558 2559 2560 และ 2562 ใช้ข้อมูลจาก 3 แหล่ง ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA การเพาะปลูกเต็มพื้นที่วิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากการสำรวจโดยกรมชลประทาน ข้อมูลปริมาณน้ำที่ส่งเข้าโครงการชลประทานท่อทองแดงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลผ่านประตูระบายน้ำท่อทองแดงจากกรมชลประทาน การวิเคราะห์ความต้องการน้ำใช้แบบจำลอง WAM วิเคราะห์ในโหมดมาตรฐานและโหมด sms (soil moisture simulation) รวมการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 18 รูปแบบแสดงดังตารางที่ 6-111

ตารางที่ 6-11 รูปแบบการประเมินความต้องการน้ำและการขาดแคลนน้ำ

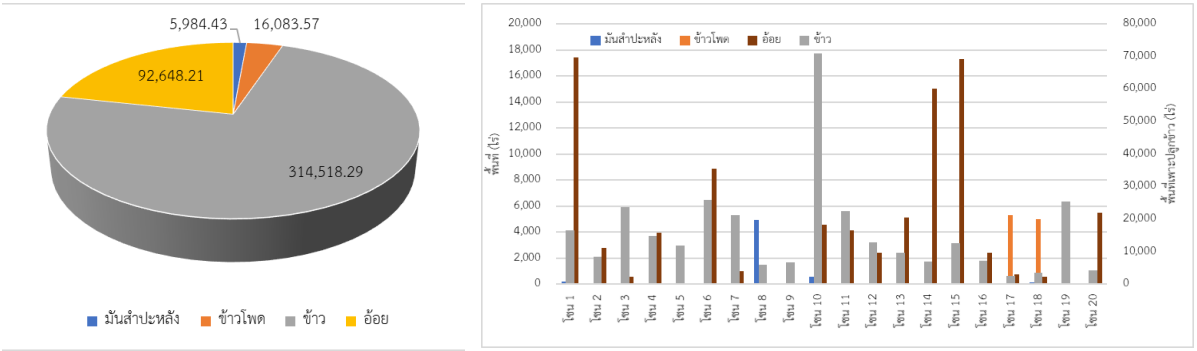
ที่	รูปแบบ	พื้นที่เพาะปลูก	การจัดการการเพาะปลูกและการคำนวณความต้องการน้ำโดยแบบจำลอง WAM
1	GISTDA-2558-standard	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2558	แบบมาตรฐาน
2	GISTDA-2559-standard	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2559	แบบมาตรฐาน
3	GISTDA-2560-standard	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2560	แบบมาตรฐาน
4	GISTDA-2562-standard	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2562	แบบมาตรฐาน
5	Fullarea-standard	เพาะปลูกเต็มพื้นที่วิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน	แบบมาตรฐาน
6	RID-2558-standard	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2558	แบบมาตรฐาน
7	RID-2559-standard	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2559	แบบมาตรฐาน
8	RID-2560-standard	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2560	แบบมาตรฐาน
9	RID-2562-standard	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2562	แบบมาตรฐาน
10	GISTDA-2558-sms	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2558	sms
11	GISTDA-2559-sms	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2559	sms
12	GISTDA-2560-sms	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2560	sms
13	GISTDA-2562-sms	วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2562	sms
14	Fullarea-sms	เพาะปลูกเต็มพื้นที่วิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน	sms
15	RID-2558-sms	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2558	sms
16	RID-2559-sms	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2559	sms
17	RID-2560-sms	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2560	sms
18	RID-2562-sms	ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ.2562	sms

6.4.2 การประเมินความต้องการน้ำเกษตรกรรมของโครงการโดยวิธีมาตรฐาน

การประเมินปริมาณความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงในฤดูฝน (ส่งน้ำตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน ถึง 31 ตุลาคม) เริ่มปลูกข้าวตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน คำนวณโดยโปรแกรม WAM โหมดคำนวณโดยวิธีมาตรฐาน โดยใช้ข้อมูลประกอบการประเมินได้แก่ ข้อมูลการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) จากกรมชลประทาน ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (Kc) จากกรมชลประทาน ข้อมูลระยะเวลาการเตรียมแปลง 1 สัปดาห์ ปริมาณน้ำสำหรับเตรียมแปลงของข้าว 250 มิลลิเมตร และพืชไร่ 60 มิลลิเมตร ข้อมูลอัตราการรั่วซึมจากคู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน กรมชลประทานเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน และข้อมูลประสิทธิภาพการชลประทาน 60 เปอร์เซ็นต์

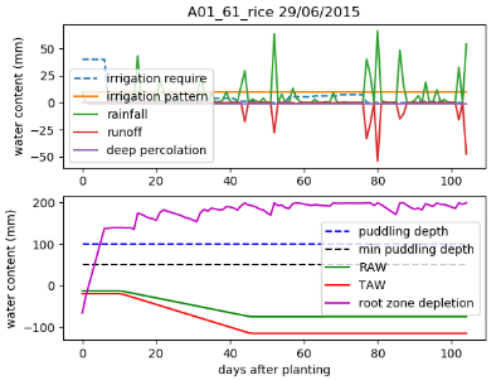
1) รูปแบบที่ 1 (GISTDA-2558-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2558 มีพื้นที่เพาะปลูกพืช 4 ชนิดประกอบด้วย ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 429,234.49 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุดเท่ากับ 341,518.29 ไร่ อ้อย เท่ากับ 92,648.21 ไร่ ข้าวโพด เท่ากับ 16,083.57 ไร่ และ มันสำปะหลังเท่ากับ 5,984.43 ไร่ ดังรูปที่ 6-11 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 10 เท่ากับ 76,254.36 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 9 เท่ากับ 6,623.84 ไร่

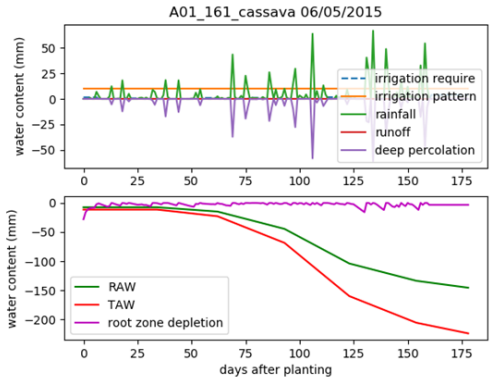


รูปที่ 6-11 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2558 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่ของ GISTDA

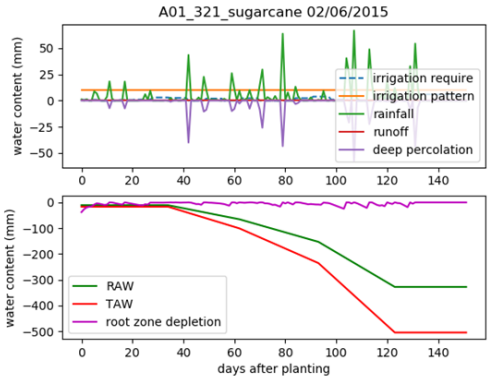
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝน พ.ศ. 2558 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-12 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 600.26 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน มีความต้องการน้ำเท่ากับ 229.91 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 118.56 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-13



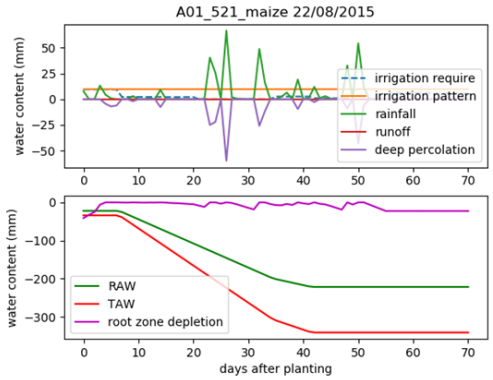
ข้าว



มันสำปะหลัง

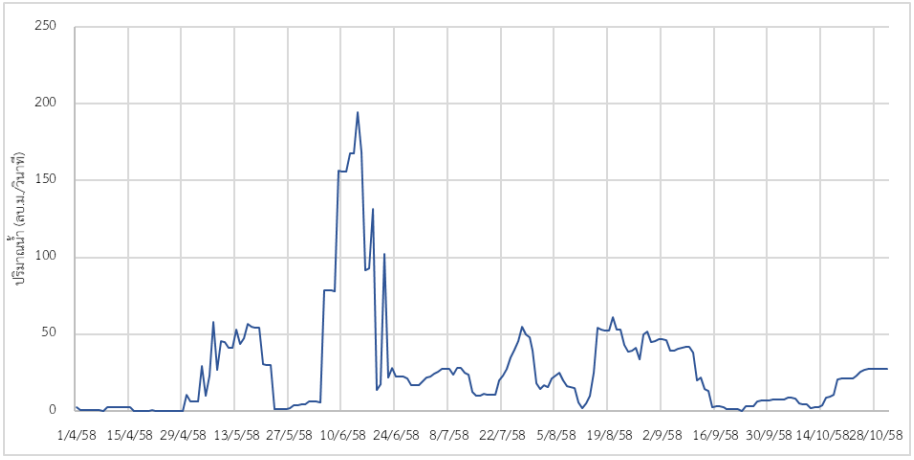


อ้อย

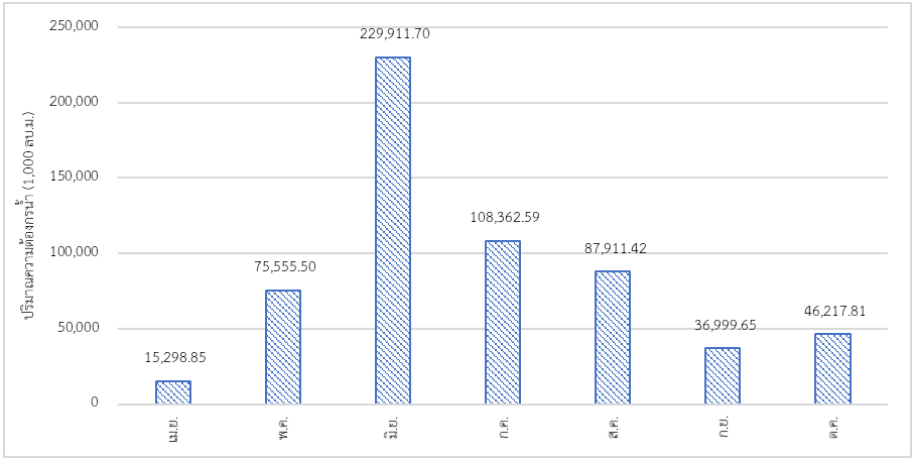


ข้าวโพด

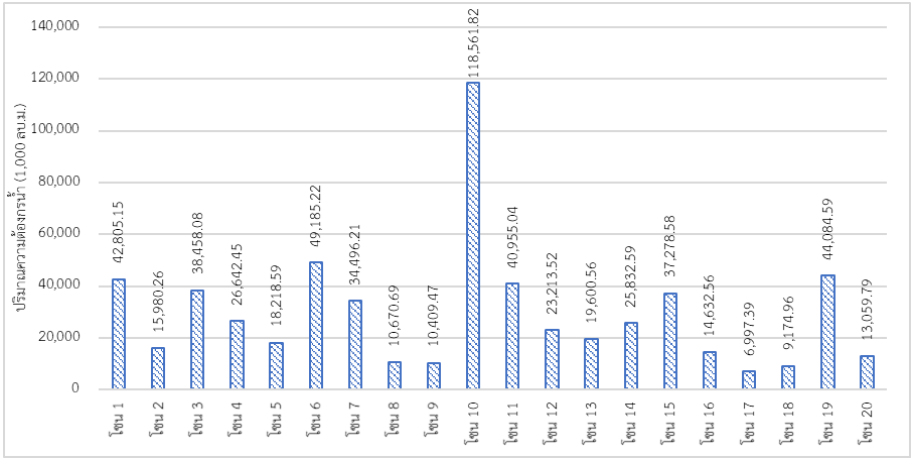
รูปที่ 6-12 ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 1



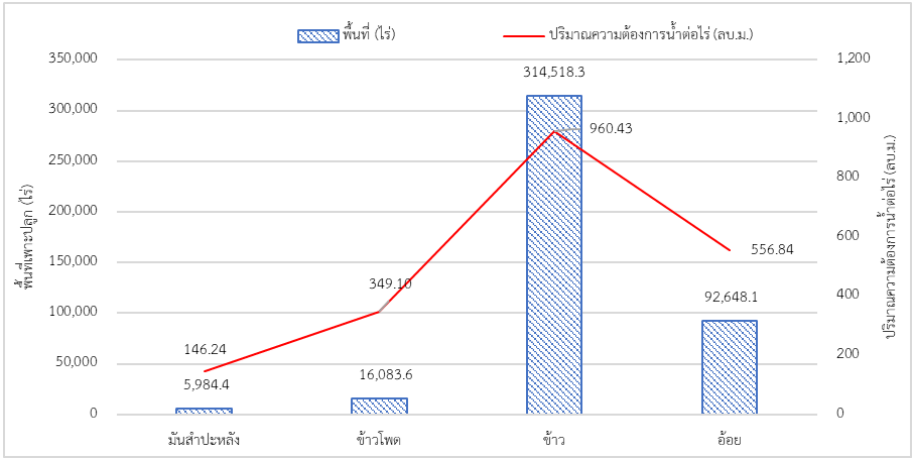
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

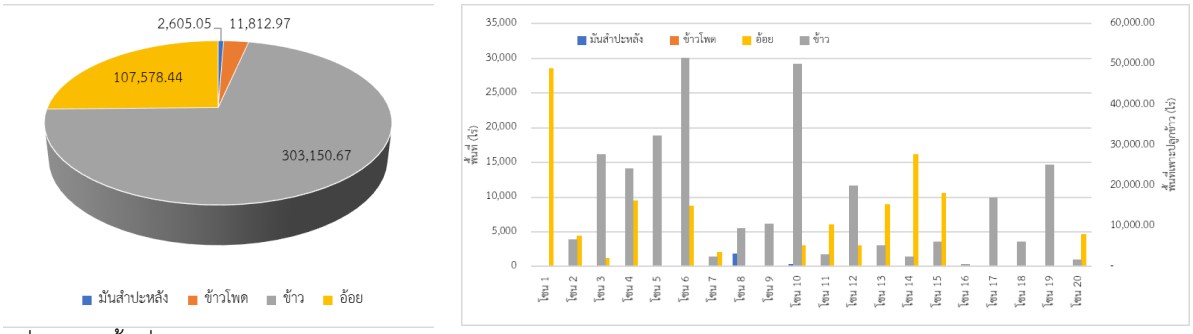


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-13 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2558 จาก GISTDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

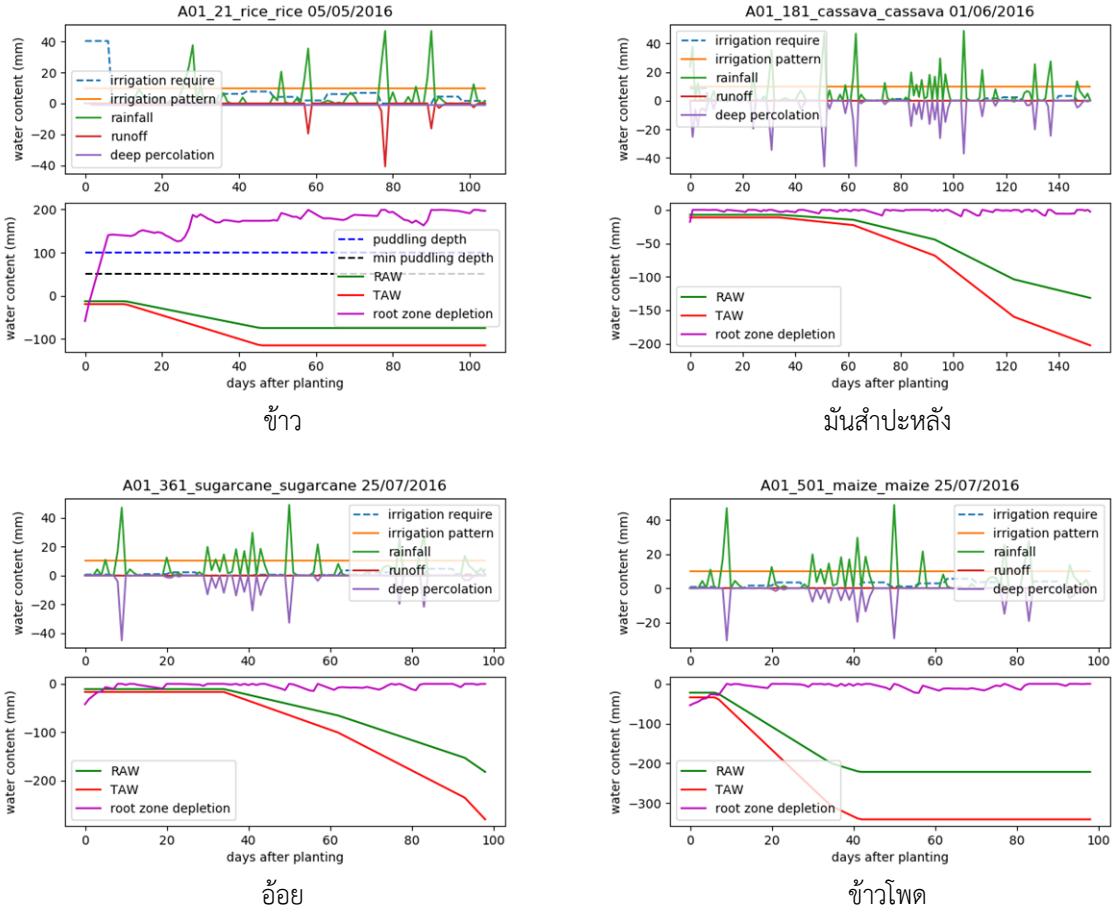
2) รูปแบบที่ 2 (GISTDA-2559-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2559 มีพื้นที่เพาะปลูกพืช 4 ชนิดประกอบด้วย ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 425,147.14 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุดเท่ากับ 303,150.67 ไร่ อ้อย เท่ากับ 107,578.44 ไร่ ข้าวโพด เท่ากับ 11,812.97 ไร่ และ มันสำปะหลัง เท่ากับ 2,605.05 ไร่ (รูปที่ 20-21) พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 6 เท่ากับ 60,299.70 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 16 เท่ากับ 608.53 ไร่ ดังรูปที่ 6-14



รูปที่ 6-14 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2559 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA

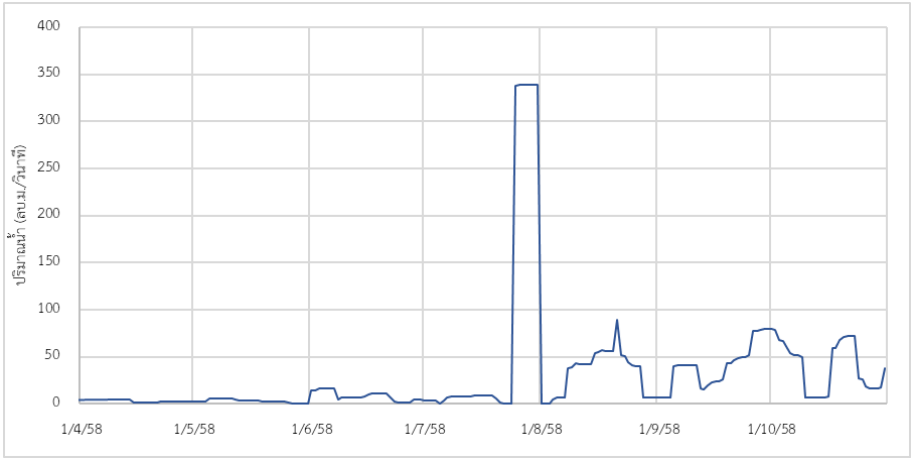
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝน พ.ศ. 2559 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-15 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 552.71 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 215.85 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 5 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 84.14 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-16



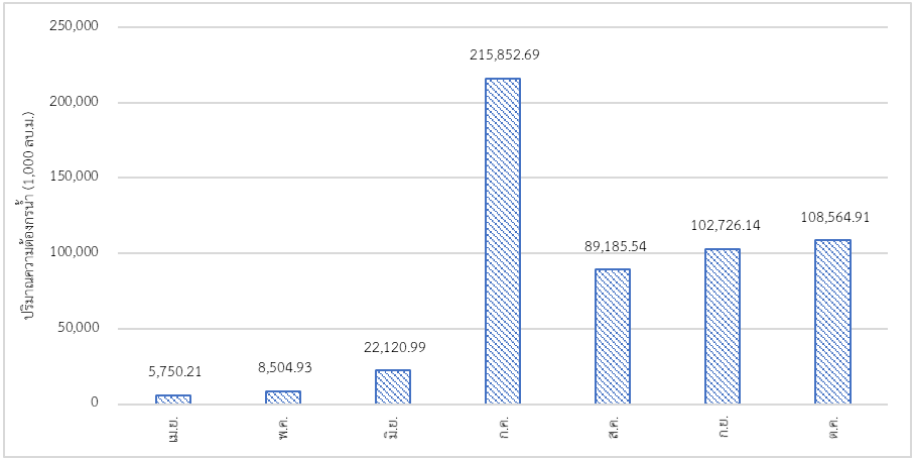
ข้าว มันสำปะหลัง

อ้อย ข้าวโพด

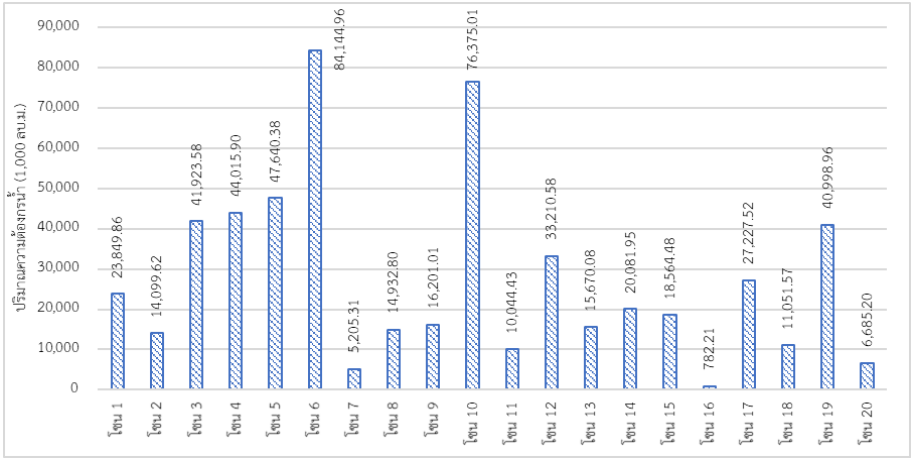
รูปที่ 6-15 ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 2



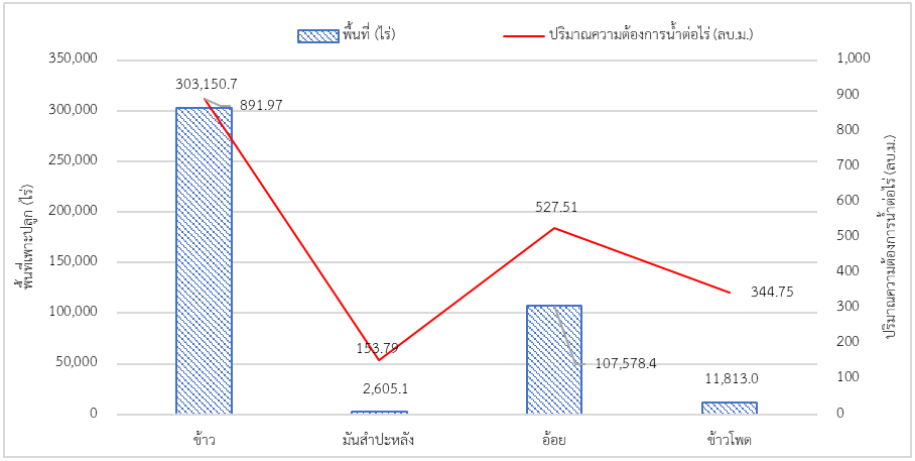
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

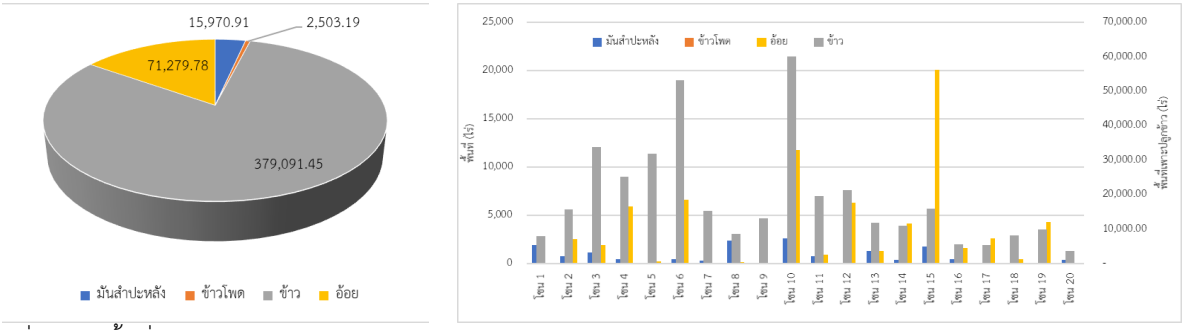


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-16 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2559 จาก GISTDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

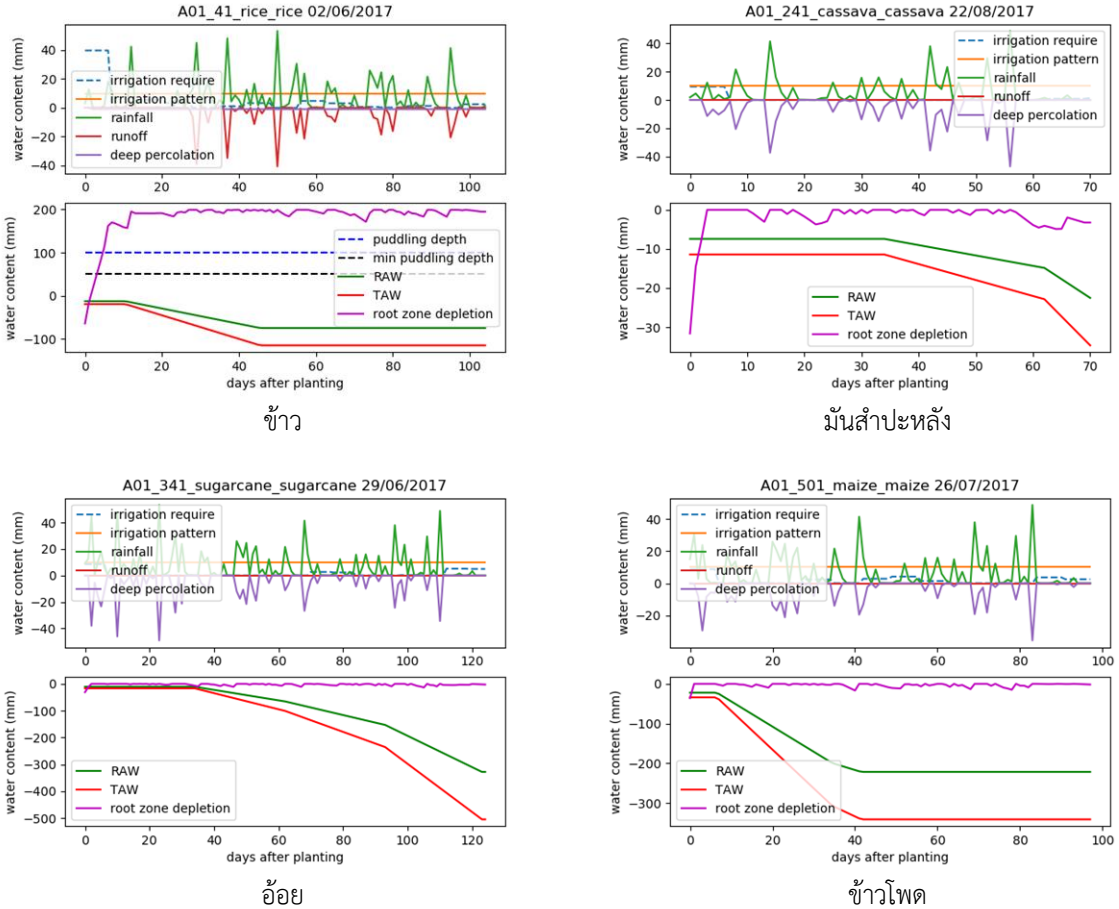
3) รูปแบบที่ 3 (GISTDA-2560-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2560 มีพื้นที่เพาะปลูกพืช 4 ชนิดประกอบด้วย ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 468,845.33 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุดเท่ากับ 379,091.45 ไร่ อ้อย เท่ากับ 71,279.78 ไร่ ข้าวโพด เท่ากับ 2,503.19 ไร่ และ มันสำปะหลัง เท่ากับ 15,970.91 ไร่ รูปที่ 6-17 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 6 เท่ากับ 60,368.32 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 20 เท่ากับ 4,537.38 ไร่ ดังรูปที่ 6-17

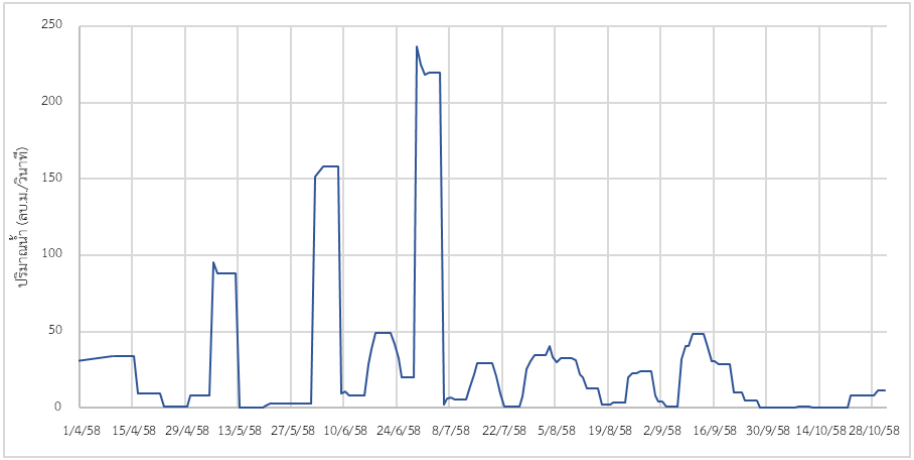


รูปที่ 6-17 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2560 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA

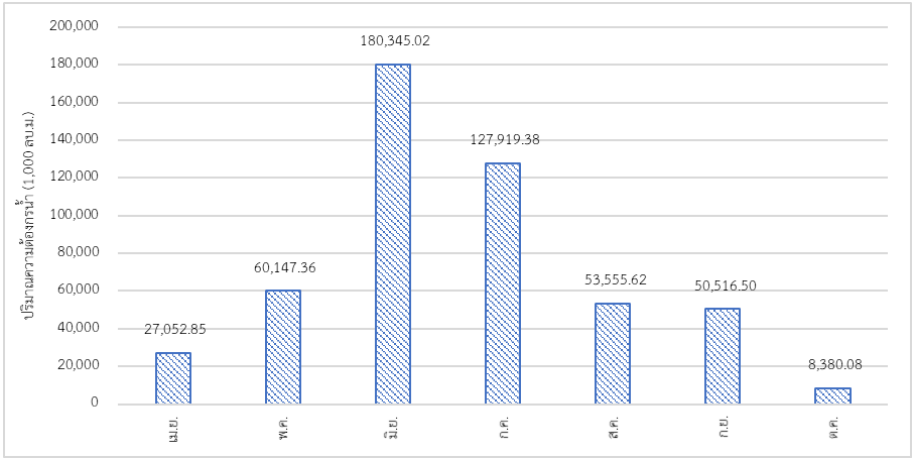
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝน พ.ศ. 2560 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-18 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 507.92 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน มีความต้องการน้ำเท่ากับ 180.35 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 79.65 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-19



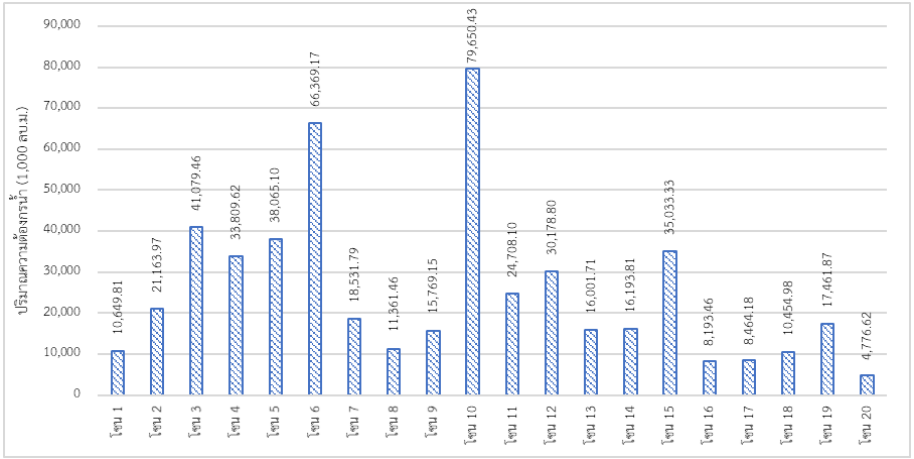
รูปที่ 6-18 ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 3



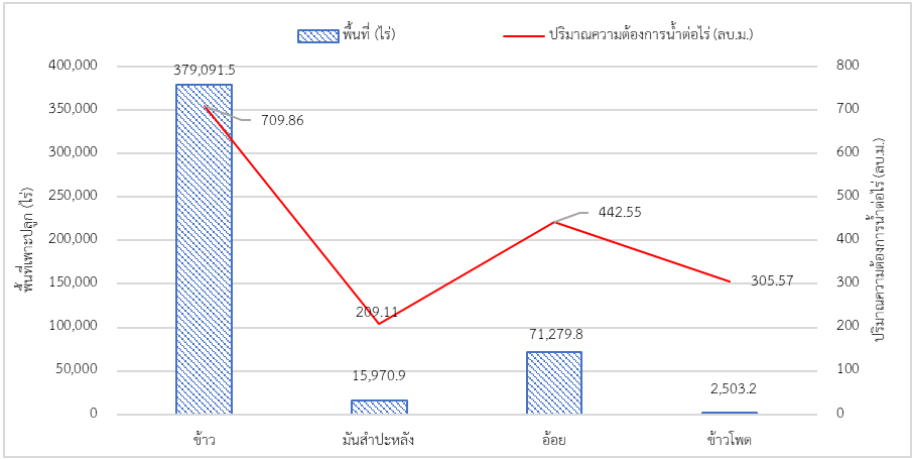
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

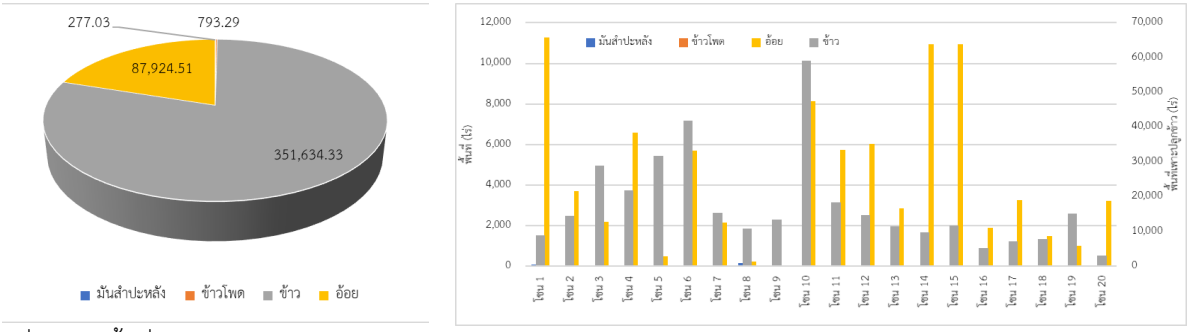


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-19 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2560 จาก GISTDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

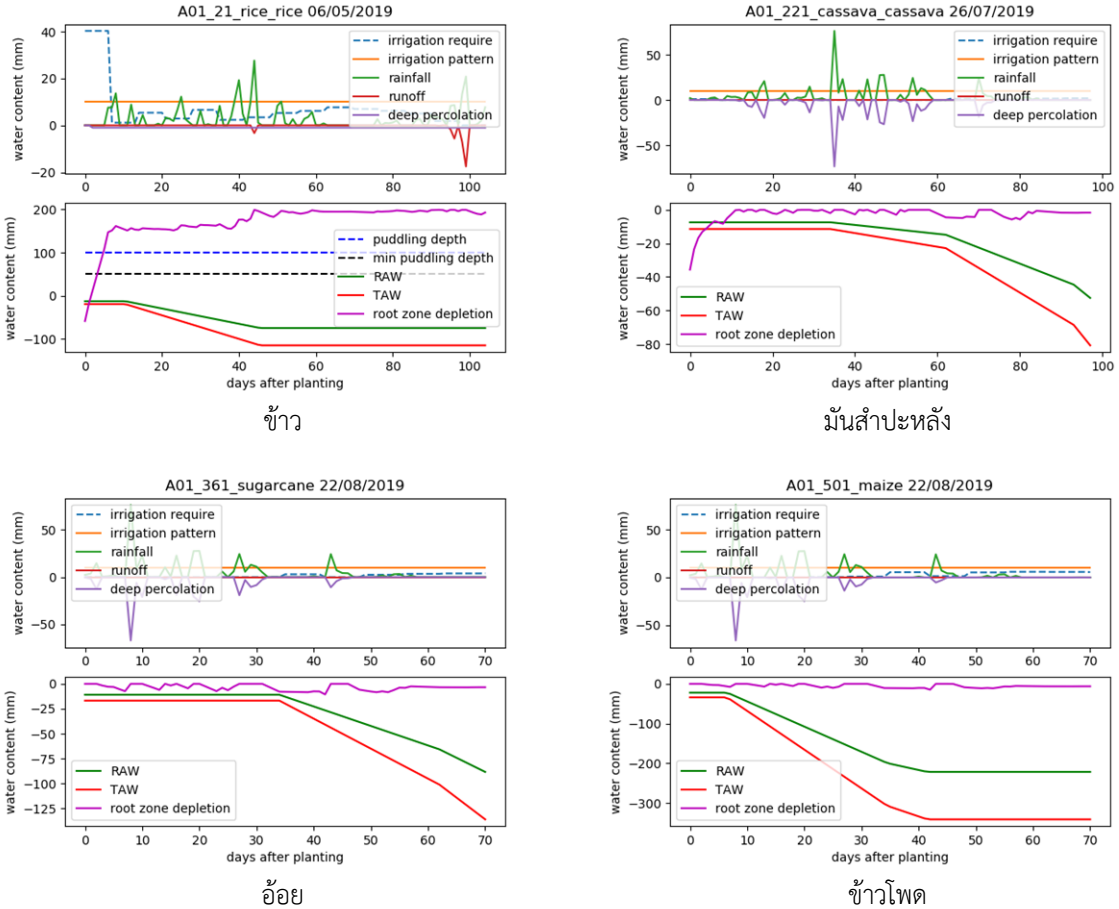
4) รูปแบบที่ 4 (GISTDA-2562-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA พ.ศ. 2562 มีพื้นที่เพาะปลูกพืช 4 ชนิดประกอบด้วย ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 440,629.18 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุดเท่ากับ 351,634.33 ไร่ อ้อย เท่ากับ 97,924.51 ไร่ ข้าวโพด เท่ากับ 793.29 ไร่ และ มันสำปะหลัง เท่ากับ 277.03 ไร่ ดังรูปที่ 6-20 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 10 เท่ากับ 67,337.99 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือ โซน 20 เท่ากับ 6,432.94 ไร่



รูปที่ 6-20 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน พ.ศ. 2562 และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจาก GISTDA

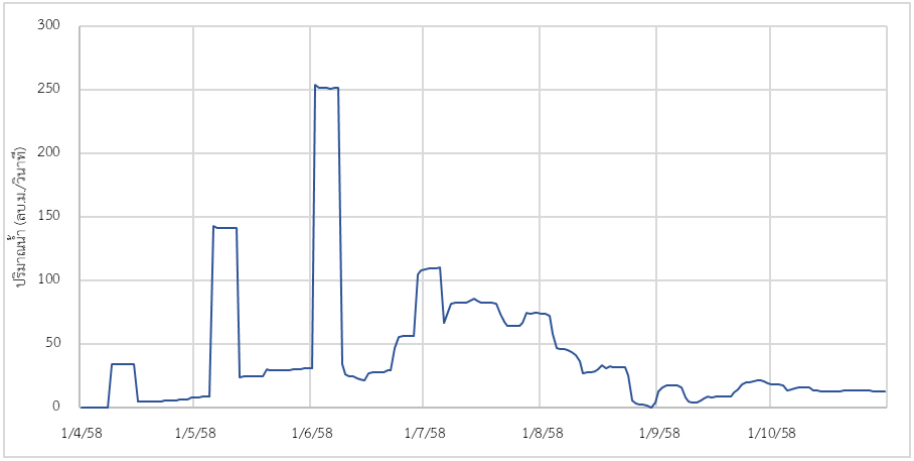
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝน พ.ศ. 2562 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-21 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 776.57 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน มีความต้องการน้ำเท่ากับ 234.08 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 122.99 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-22



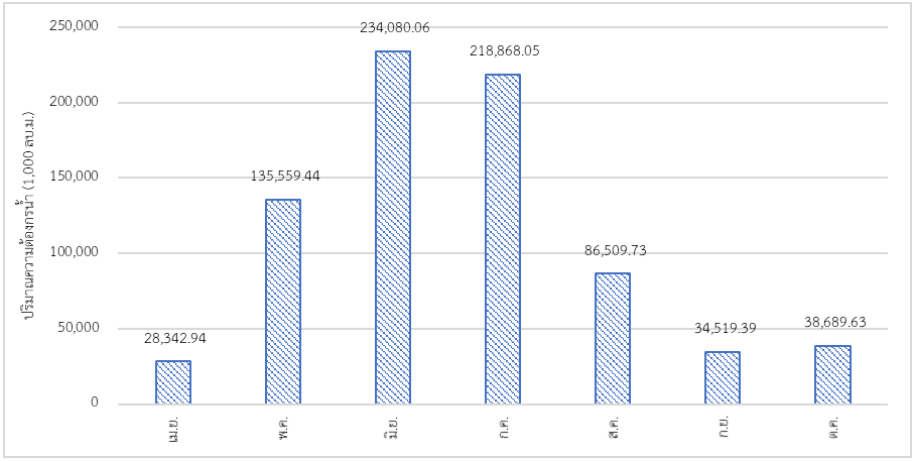
ข้าว มันสำปะหลัง

อ้อย ข้าวโพด

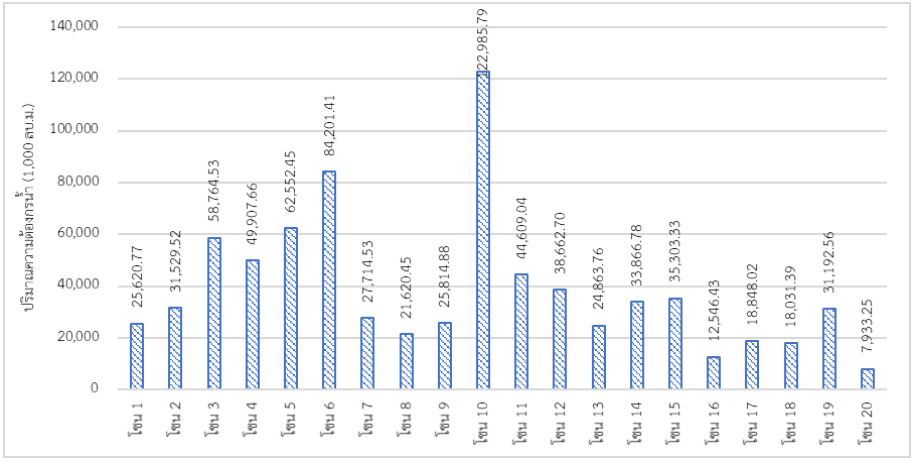
รูปที่ 6-21 ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 4



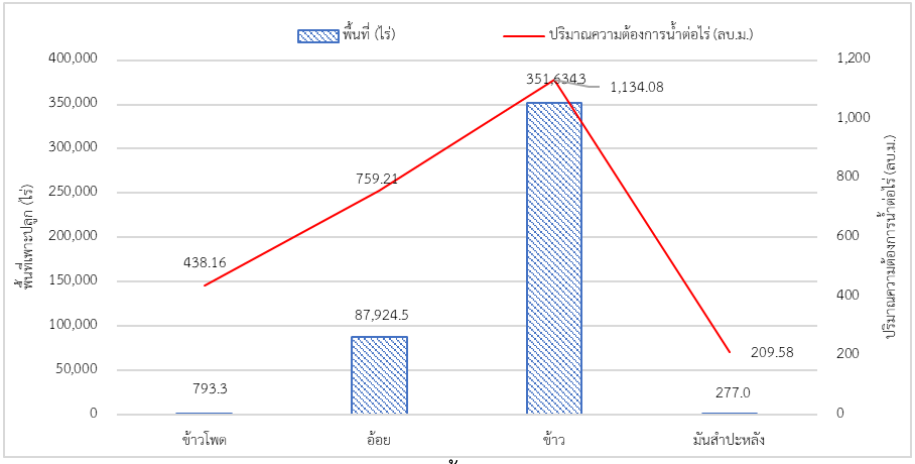
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

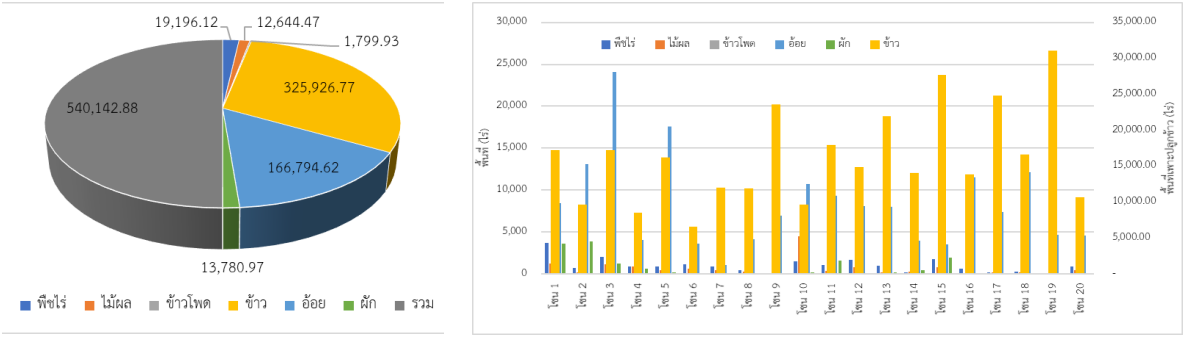


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-22 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูก พ.ศ. 2562 จาก GISTDA คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

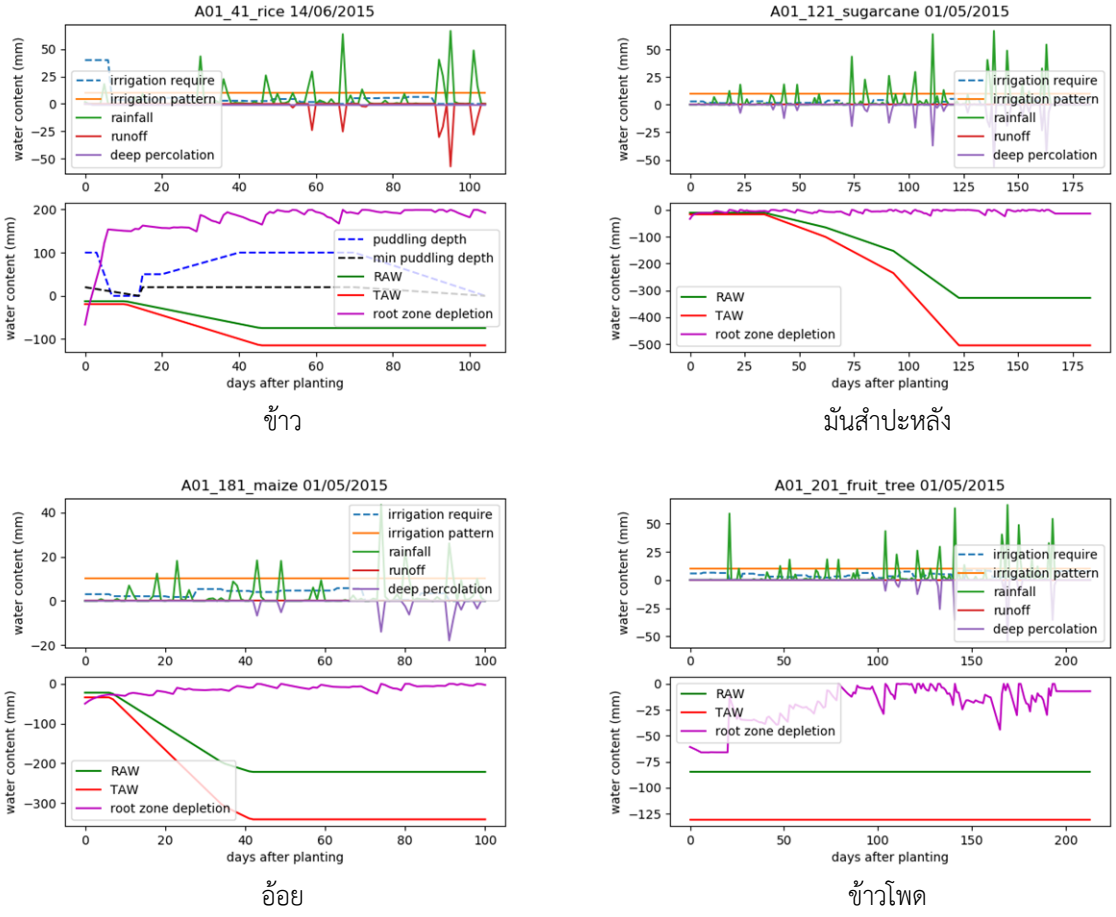
5) รูปแบบที่ 5 (Fullarea-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน และจัดกลุ่มการเพาะปลูกพืชออกเป็น 7 ชนิดประกอบด้วย พืชไร่ บ่อปลา ไม้ผล ข้าว อ้อย ข้าวโพด ผัก รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 540,142.88 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุดเท่ากับ 325,926.77 ไร่ อ้อย เท่ากับ 166,794.62 ไร่ ข้าวโพดเท่ากับ 1,799.93 ไร่ พืชไร่ เท่ากับ 19,196.12 ไร่ ไม้ผล เท่ากับ 12,644.47 ไร่ ผัก เท่ากับ 13,780.97 ไร่ รูปที่ 6-23 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 3 เท่ากับ 45,733.68 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 6 เท่ากับ 12,065.15 ไร่



รูปที่ 6-23 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน วิเคราะห์ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน

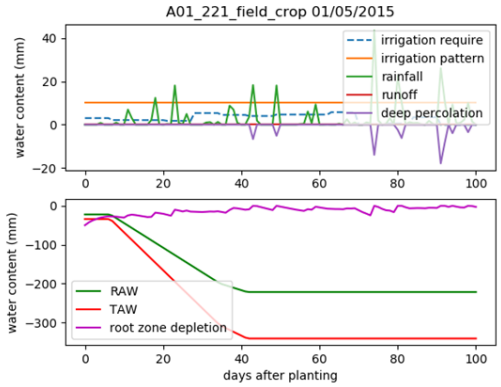
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนกรณีปลูกเต็มพื้นที่ โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-24 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 710.12 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน มีความต้องการน้ำเท่ากับ 251.92 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 3 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 55.12 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงปริมาณความต้องการน้ำ ดังรูปที่ 6-25



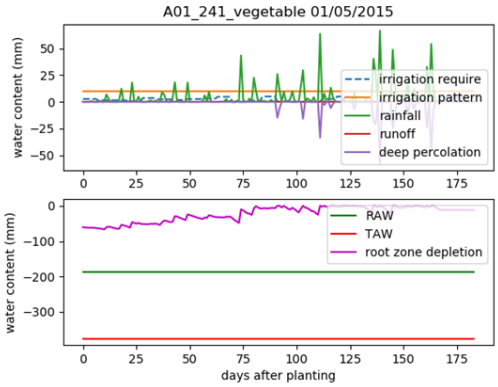
ข้าว มันสำปะหลัง

อ้อย ข้าวโพด

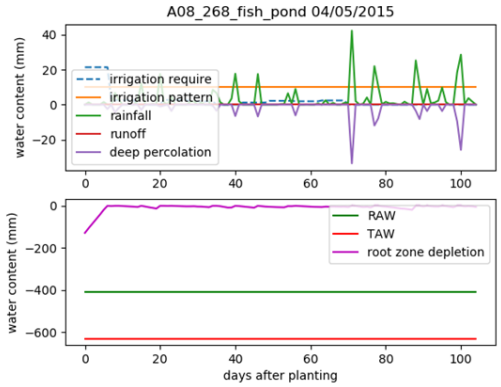
รูปที่ 6-24 ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 5



พืชไร่

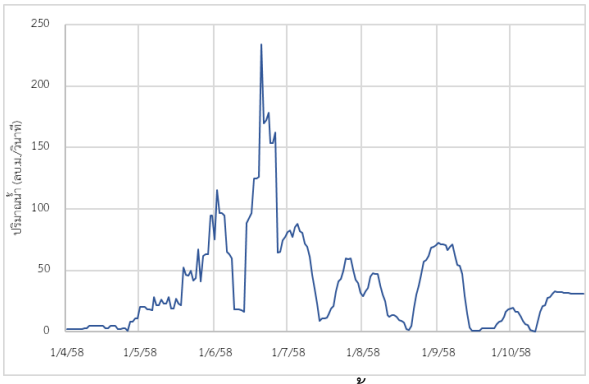


พืชผัก

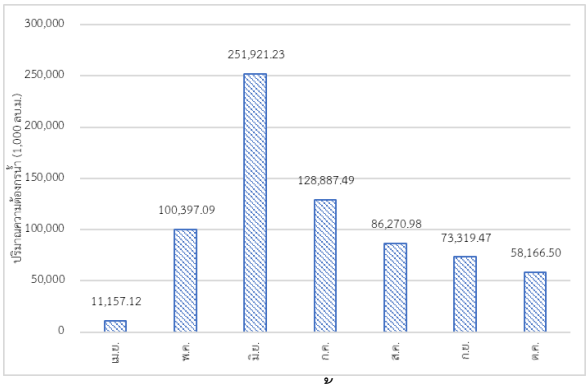


บ่อปลา

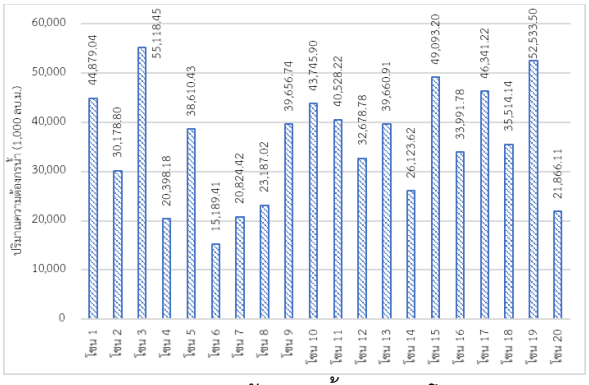
รูปที่ 6-24 (ต่อ) ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 5



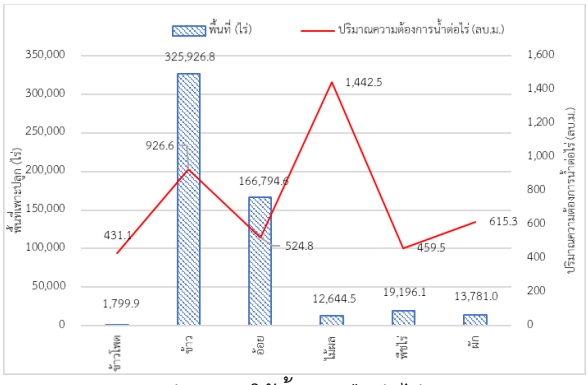
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

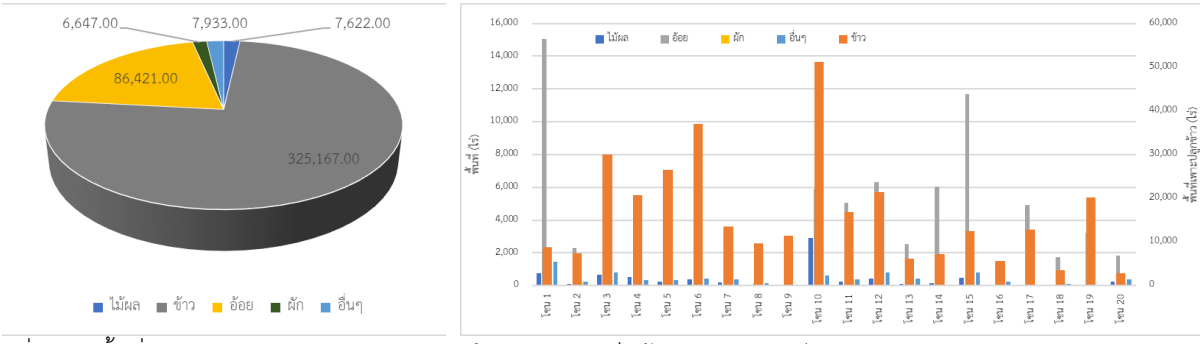


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-25 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ กรณีปลูกเต็มพื้นที่ คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

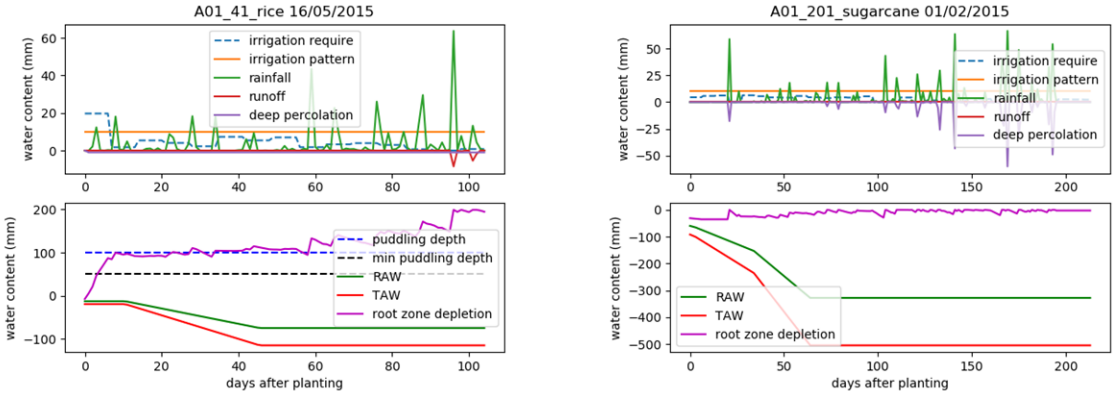
6) รูปแบบที่ 6 (RID-2558-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการสำรวจของกรมชลประทานแบ่งการเพาะปลูกพืชออกเป็น 5 ชนิดประกอบด้วย ไม้ผล ข้าว อ้อย ผัก และอื่นๆ รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 433,790 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุด เท่ากับ 325,167 ไร่ อ้อย เท่ากับ 86,421 ไร่ ไม้ผล เท่ากับ 7,622 ไร่ ผัก เท่ากับ 6,647.00 ไร่ และอื่นๆ เท่ากับ 7,933 ไร่ รูปที่ 6-26 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 10 เท่ากับ 60,977.15 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 20 เท่ากับ 5,407.49 ไร่

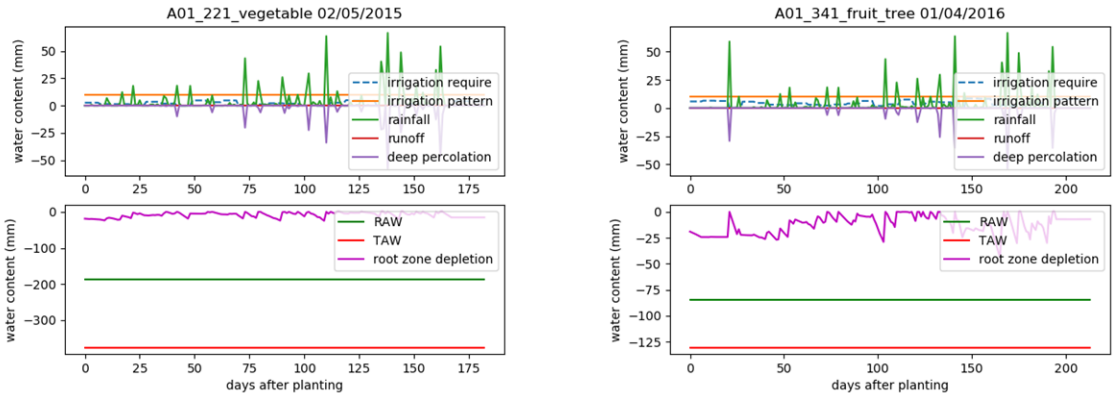


รูปที่ 6-26 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2558

ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2558 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-27 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 465.78 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน มีความต้องการน้ำเท่ากับ 109.26 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 63.34 ล้านลูกบาศก์เมตร รูปที่ 6-28

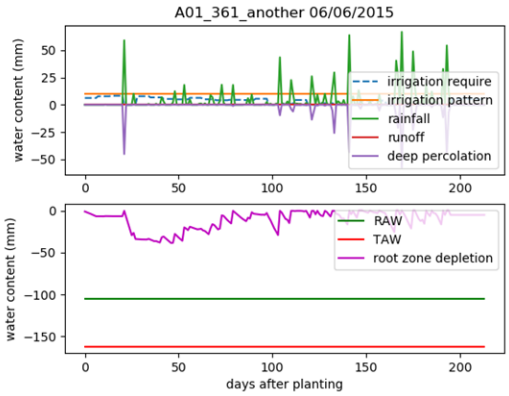


ข้าว อ้อย



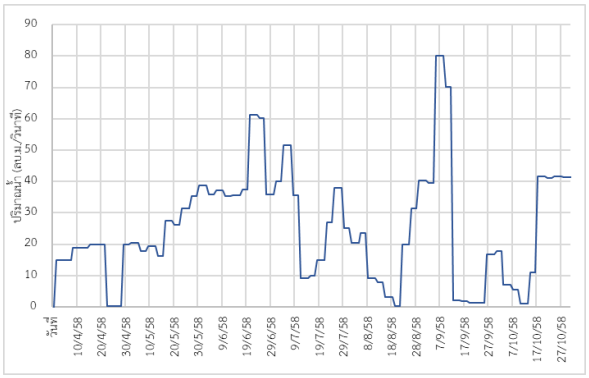
พืชผัก ไม้ผล

รูปที่ 6-27 ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 6

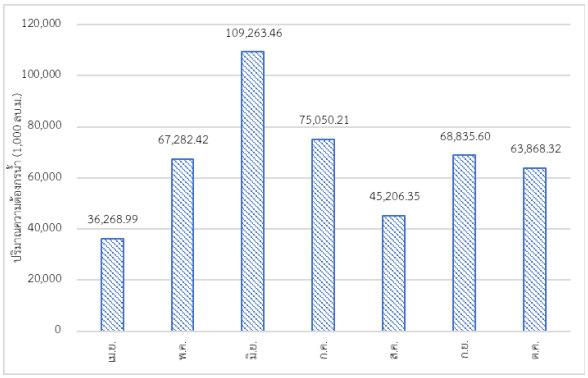


พืชอื่นๆ

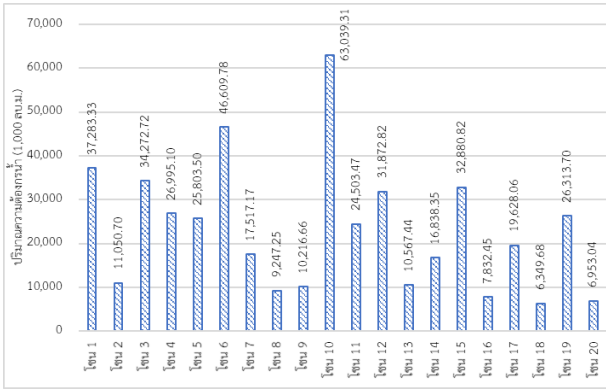
รูปที่ 6-27 (ต่อ) ผลการจำลองระดับน้ำจากแบบจำลอง WAM คำนวณในโหมดมาตรฐาน รูปแบบที่ 6



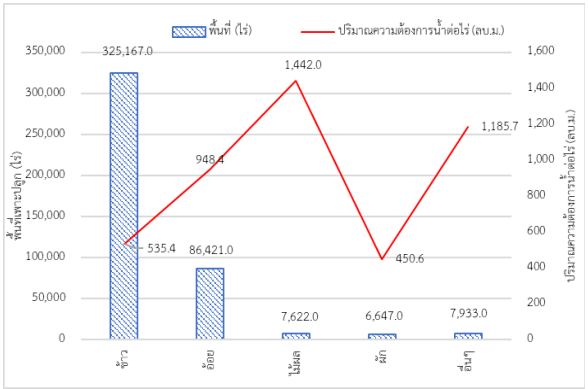
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

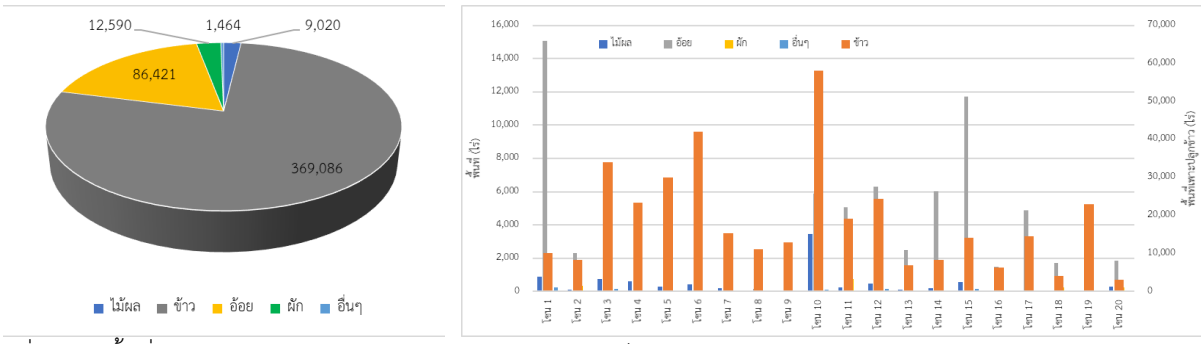


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-28 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2558 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

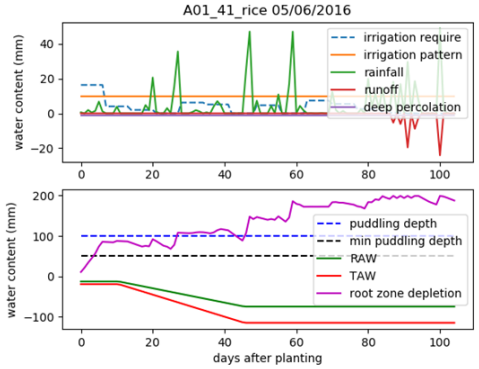
7) รูปแบบที่ 7 (RID-2559-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการสำรวจของกรมชลประทานแบ่งการเพาะปลูกพืชออกเป็น 5 ชนิดประกอบด้วย ไม้ผล ข้าว อ้อย ผัก และอื่นๆ รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 478,581 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุด เท่ากับ 369,086 ไร่ อ้อย เท่ากับ 86,421 ไร่ ไม้ผล เท่ากับ 9,020 ไร่ ผัก เท่ากับ 12,590 ไร่ และอื่นๆ เท่ากับ 1,464 ไร่ รูปที่ 6-29 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 10 เท่ากับ 68,335 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 20 เท่ากับ 5,645 ไร่

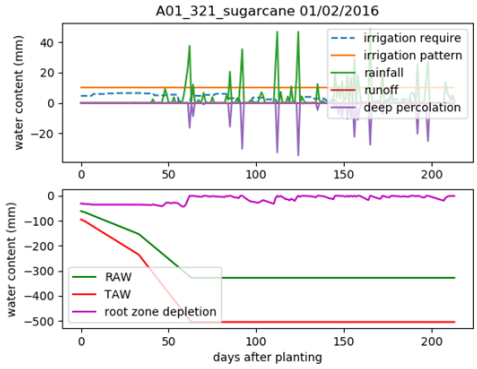


รูปที่ 6-29 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2559

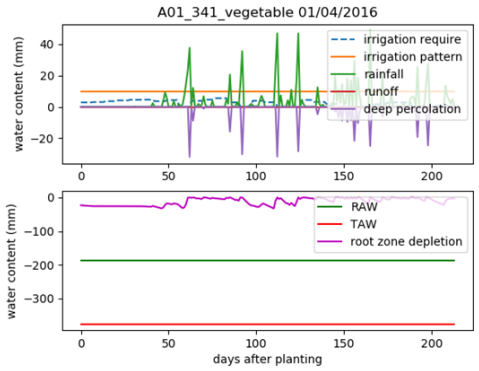
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2559 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-30 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 492.16 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนสิงหาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 103.59 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 68.97 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-31



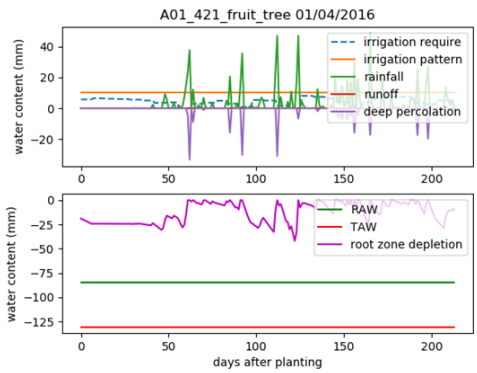
ข้าว



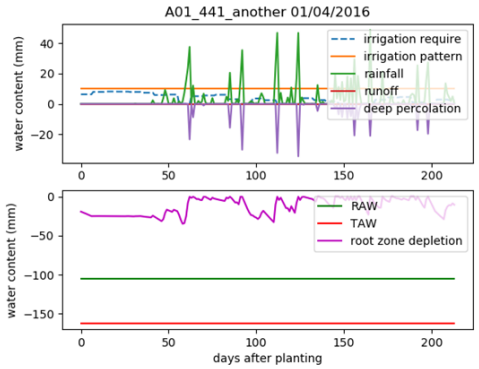
อ้อย



พืชผัก

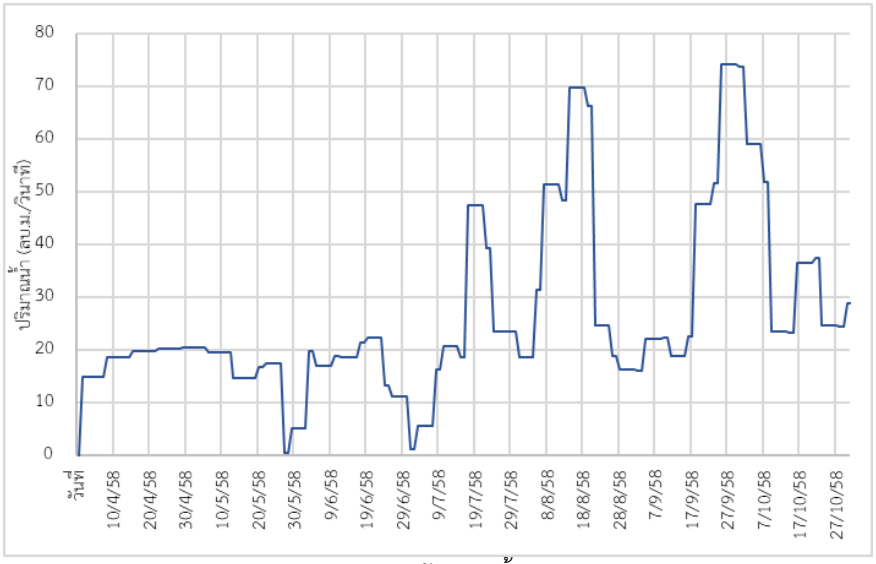


ไม้ผล

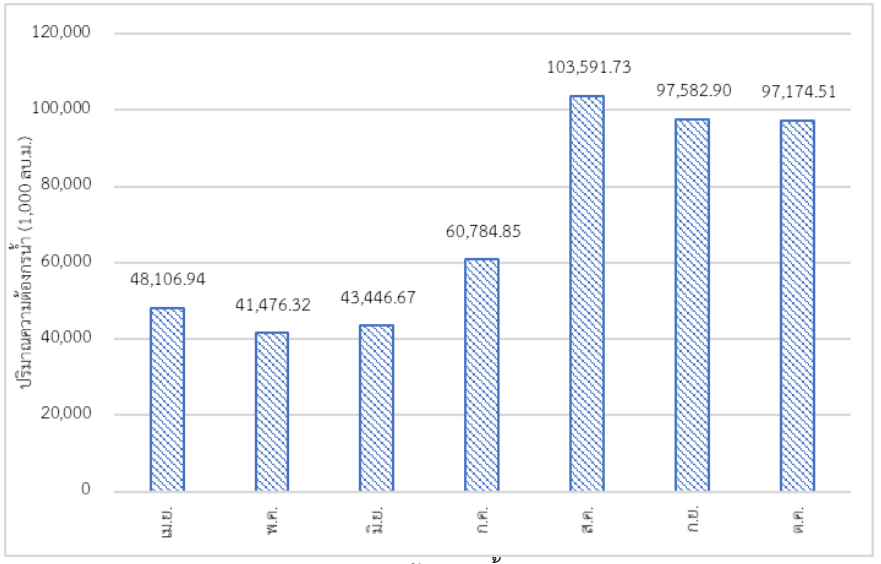


พืชอื่นๆ

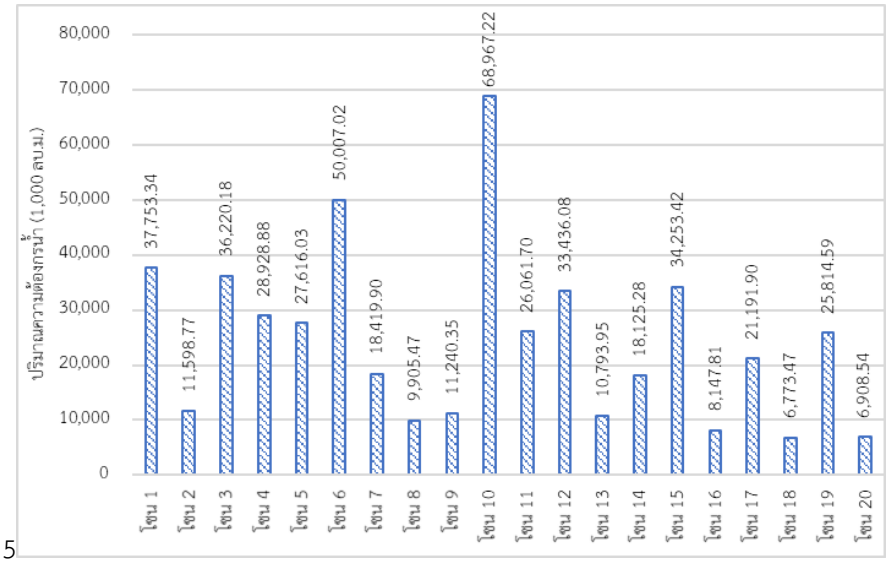
รูปที่ 6-30 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 7



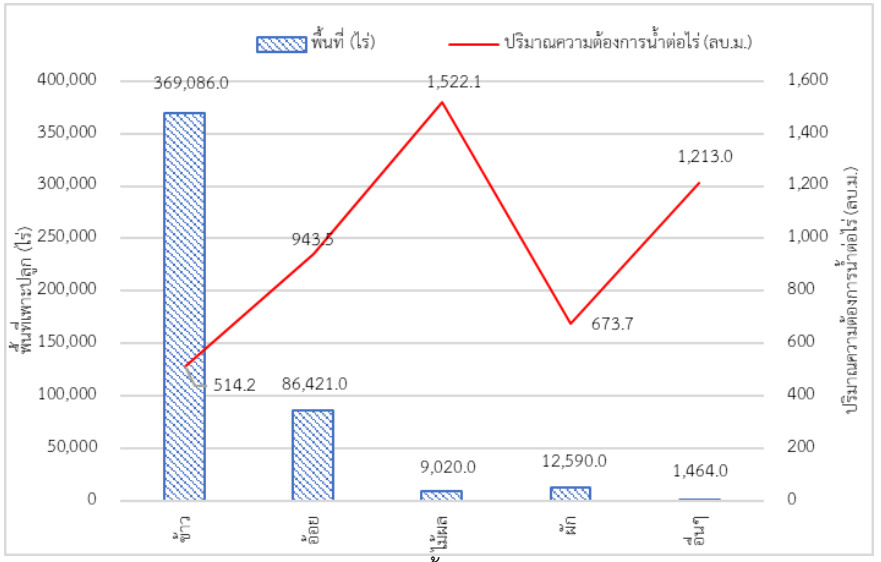
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน

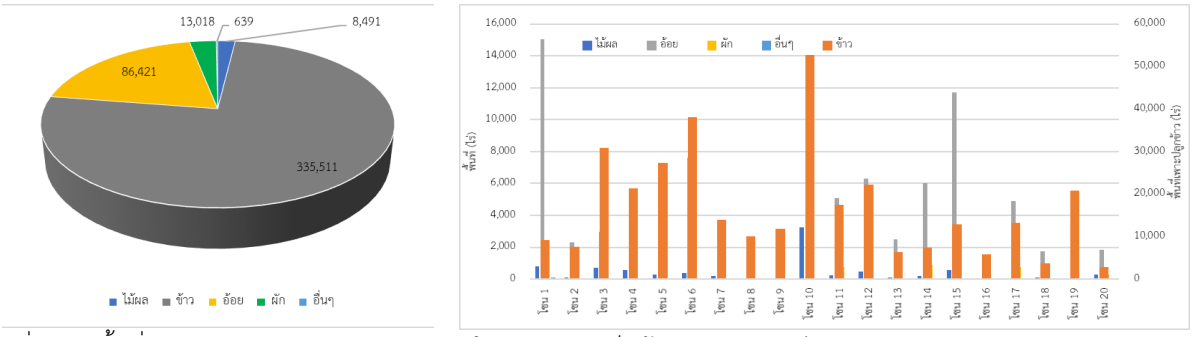


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-31 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

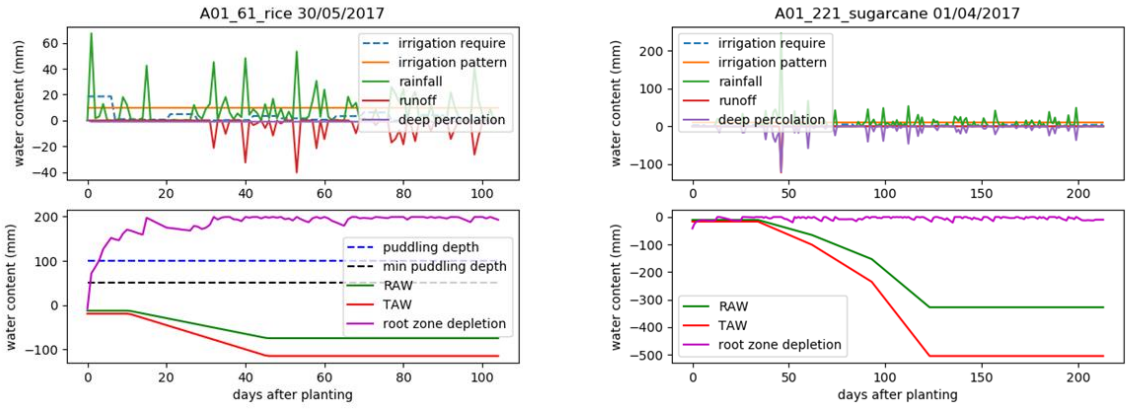
8) รูปแบบที่ 8 (RID-2560-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการสำรวจของกรมชลประทานแบ่งการเพาะปลูกพืชออกเป็น 5 ชนิดประกอบด้วย ไม้ผล ข้าว อ้อย ผัก และอื่นๆ รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 444,080 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุด เท่ากับ 335,511 ไร่ อ้อย เท่ากับ 86,421 ไร่ ไม้ผล เท่ากับ 8,491 ไร่ ผัก เท่ากับ 13,018 ไร่ และอื่นๆ เท่ากับ 639 ไร่ รูปที่ 6-32 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 10 เท่ากับ 62,819.62 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 20 เท่ากับ 5,308.30 ไร่

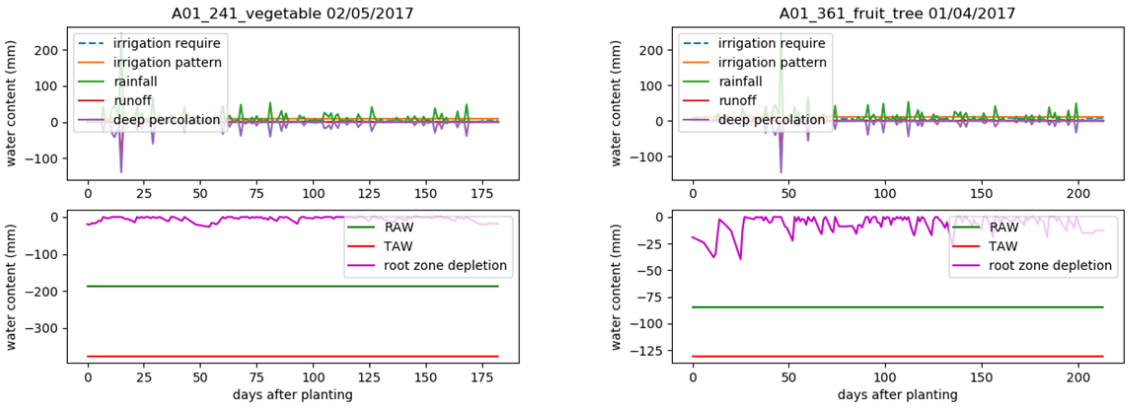


รูปที่ 6-32 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2559

ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2560 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-33 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 356.14 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคมม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 128.39 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 55.72 ล้านลูกบาศก์เมตร รูปที่ 6-39

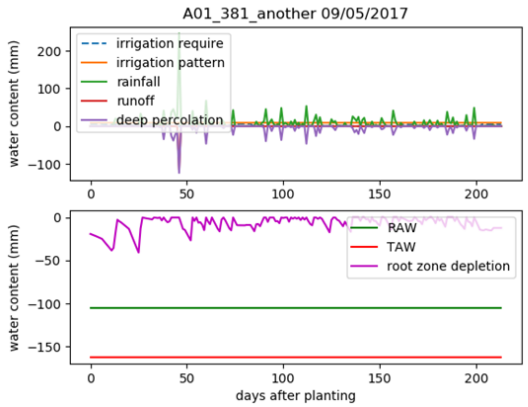


ข้าว อ้อย



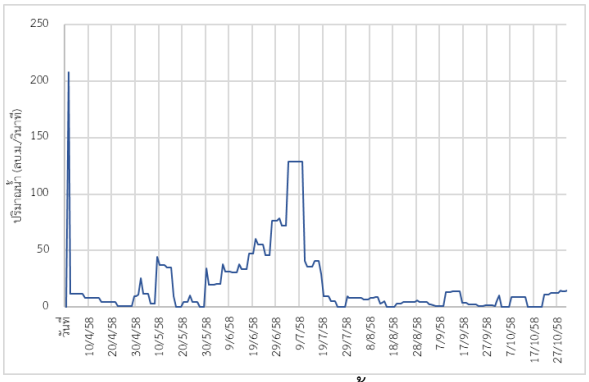
พืชผัก ไม้ผล

รูปที่ 6-33 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 8

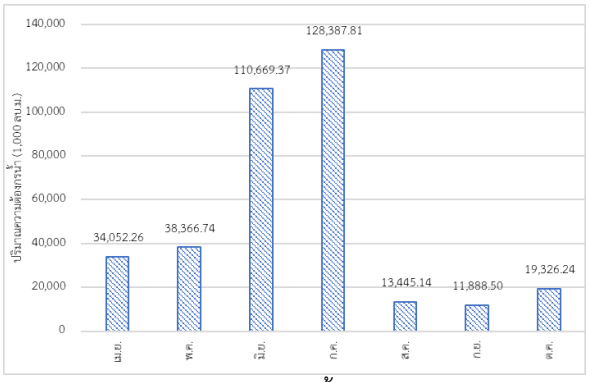


พืชอื่นๆ

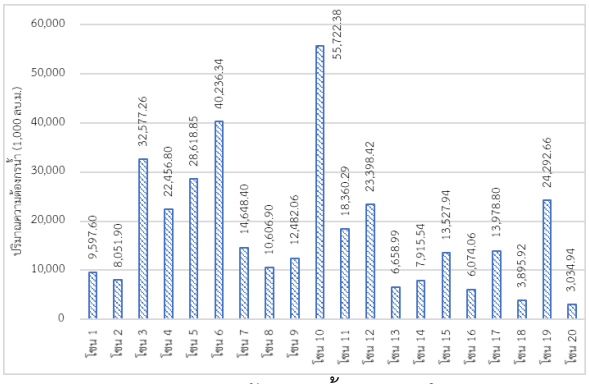
รูปที่ 6-33 (ต่อ) ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM



ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายเดือน



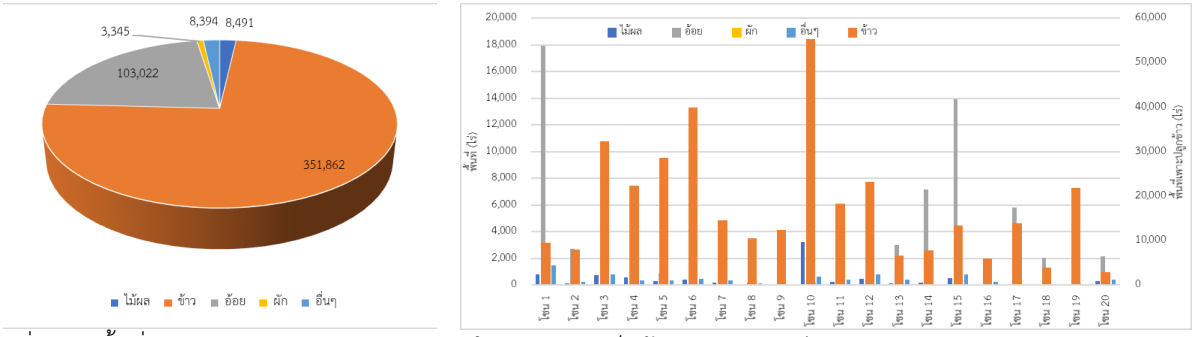
ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-34 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2560 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

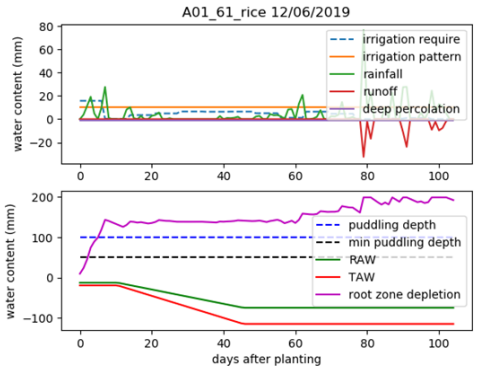
9) รูปแบบที่ 9 (RID-2562-standard)

พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนจากการสำรวจของกรมชลประทานแบ่งการเพาะปลูกพืชออกเป็น 5 ชนิดประกอบด้วย ไม้ผล ข้าว อ้อย ผัก และอื่นๆ รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 475,114 ไร่ ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกมากที่สุด เท่ากับ 351,862 ไร่ อ้อย เท่ากับ 103,022 ไร่ ไม้ผล เท่ากับ 8,491 ไร่ ผัก เท่ากับ 3,345 ไร่ และอื่นๆ เท่ากับ 8,394 ไร่ รูปที่ 6-35 พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดคือ โซน 10 เท่ากับ 66,446.10 ไร่ โซนที่มีการเพาะปลูกน้อยที่สุดคือโซน 20 เท่ากับ 5,970.63 ไร่

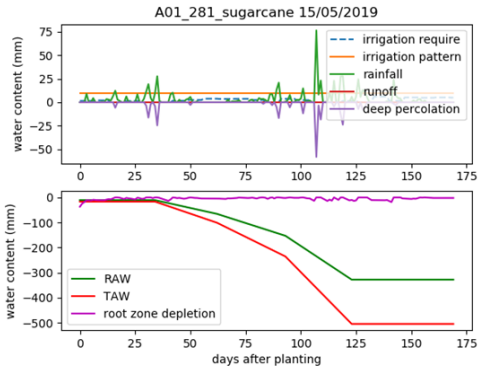


รูปที่ 6-35 พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน และแบบแยกรายโซน จากการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ของกรมชลประทาน พ.ศ. 2562

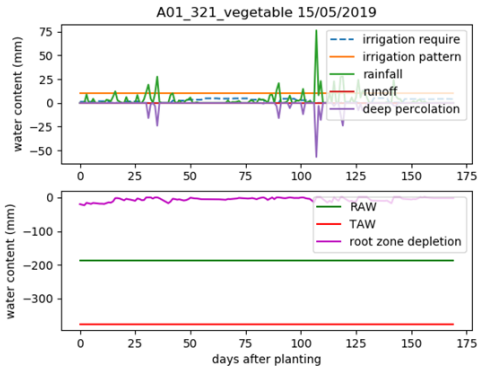
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2562 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-36 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 622.26 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 180.85 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 92.72 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-37



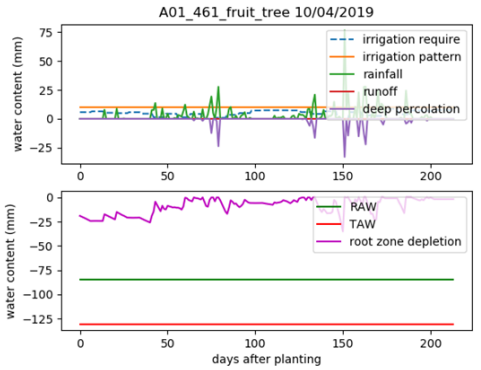
ข้าว



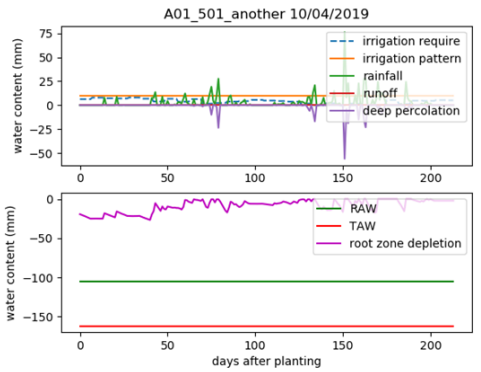
อ้อย



พืชผัก

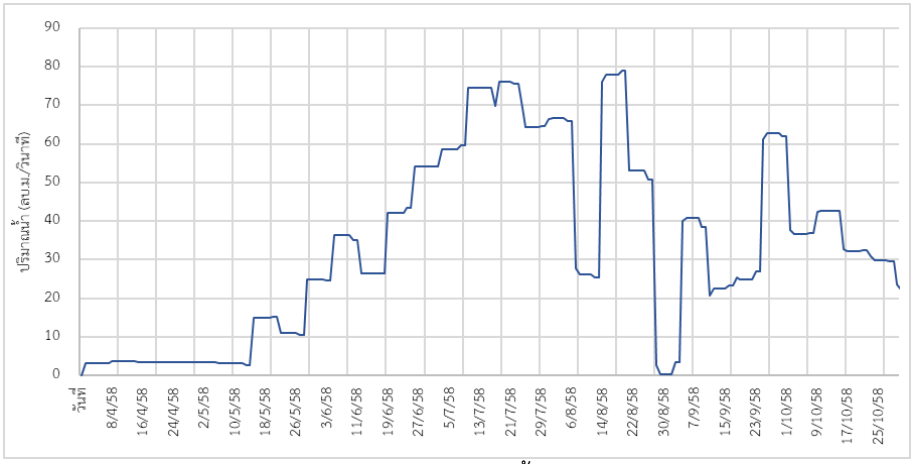


ไม้ผล

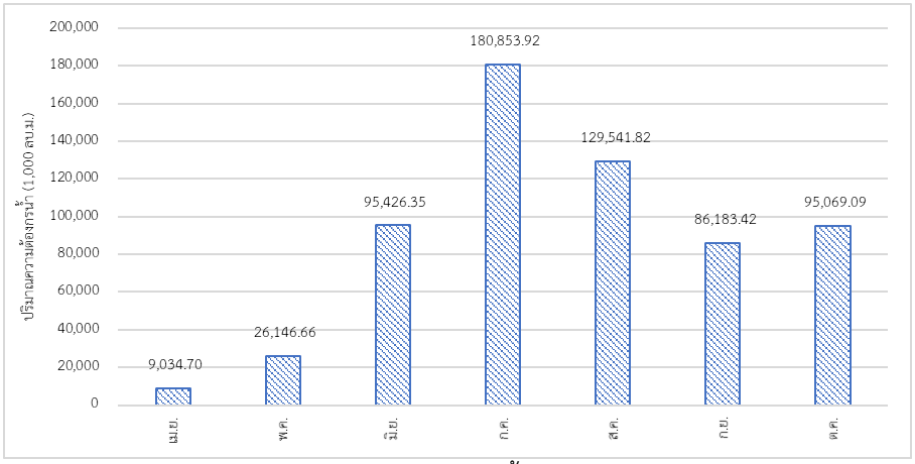


พืชอื่นๆ

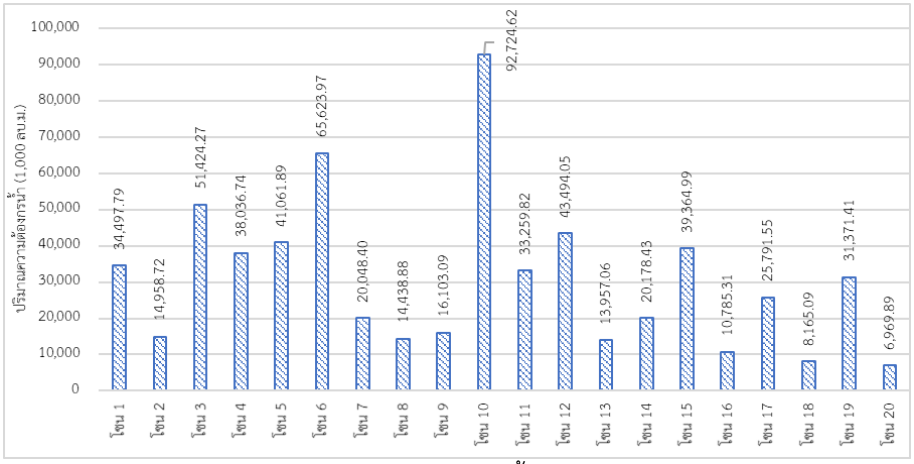
รูปที่ 6-36 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 9



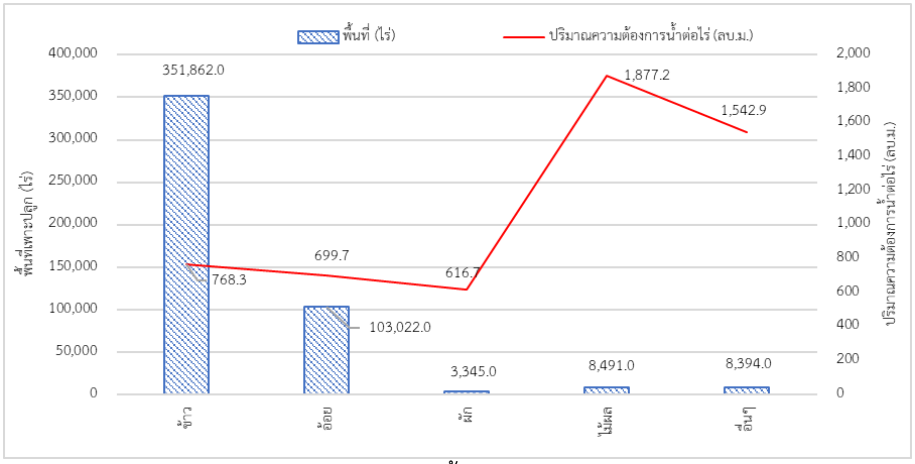
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน



อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-37 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมดมาตรฐาน

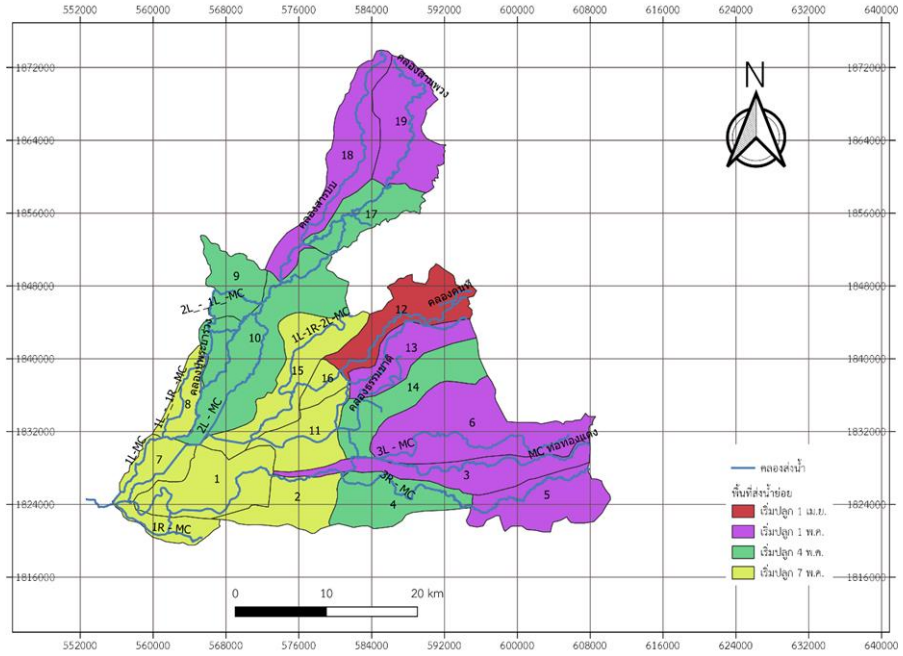
6.4.3 การประเมินความต้องการน้ำเกษตรกรรมของโครงการภายใต้แนวคิดการประหยัดน้ำโดยแบบจำลอง WAM

โดยปกติแล้วการประเมินความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูกข้าวมีสมติฐานคือ ข้าวมีความต้องการน้ำตลอดเวลาและได้รับน้ำอย่างเพียงพอและการให้น้ำเป็นแบบการให้น้ำตลอดเวลา แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรไม่ได้ต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกข้าวตลอดเวลา ในบางช่วงเกษตรกรต้องการระบายน้ำออกจากแปลง บางช่วงเกษตรกรปล่อยให้น้ำในแปลงนาแห้งโดยไม่ต้องการน้ำชลประทานเพิ่มแต่อย่างใด จากการสอบถามเกษตรกรที่ใช้น้ำจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงสามารถสรุปช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวและความต้องการน้ำชลประทานแสดงดังตารางที่ 6-12

ตารางที่ 6-12 ช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวและความต้องการน้ำชลประทาน

ที่	ช่วงการเพาะปลูก	ความต้องการน้ำชลประทาน	หมายเหตุ
1	**เตรียมแปลง** (ระยะเวลา 7 วัน) เกษตรกรจะสูบน้ำเข้าแปลงนาใช้เวลา 1-3 วัน จากนั้นจึงเตรียมแปลงและทิ้งไว้ให้ตกตะกอนก่อนหว่านข้าว	ต้องการน้ำชลประทาน 1-3 วันแรก	
2	**หว่านข้าวและกำจัดวัชพืช** (ระยะเวลา 14-21 วัน) เกษตรกรจะหว่านข้าวหลังจากนั้นจะระบายน้ำออกจากแปลงนาให้แห้งและฉีดสารเคมีควบคุมหรือกำจัดวัชพืช	ไม่ต้องการน้ำชลประทานเนื่องจากใช้น้ำจากช่วงเตรียมแปลงในการหว่านข้าวและระบายน้ำออกหลังจากหว่านเสร็จ	ระยะเวลามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการของเกษตรกร
3	**ข้าวเจริญเติบโต** (ระยะเวลา 50-60 วัน) เกษตรจะขังน้ำในแปลงนาลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ใช้เวลาในการสูบน้ำ 1-3 วัน	ต้องการน้ำชลประทานเพื่อขังน้ำในแปลงนาลึกประมาณ 10 เซนติเมตร	ระยะเวลามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการของเกษตรกรและพันธุ์ข้าว
4	**หยุดให้น้ำรอเก็บเกี่ยว** (ระยะเวลาก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 20 วัน) เกษตรจะขังน้ำไว้ประมาณ 10 เซนติเมตรและหยุดให้น้ำจนกระทั่งเก็บเกี่ยวข้าว โดยดินจะแห้งพอดีในช่วงเก็บเกี่ยว	ไม่ต้องการน้ำชลประทาน ต้องการระบายน้ำออกจากแปลงก่อนเก็บเกี่ยว	

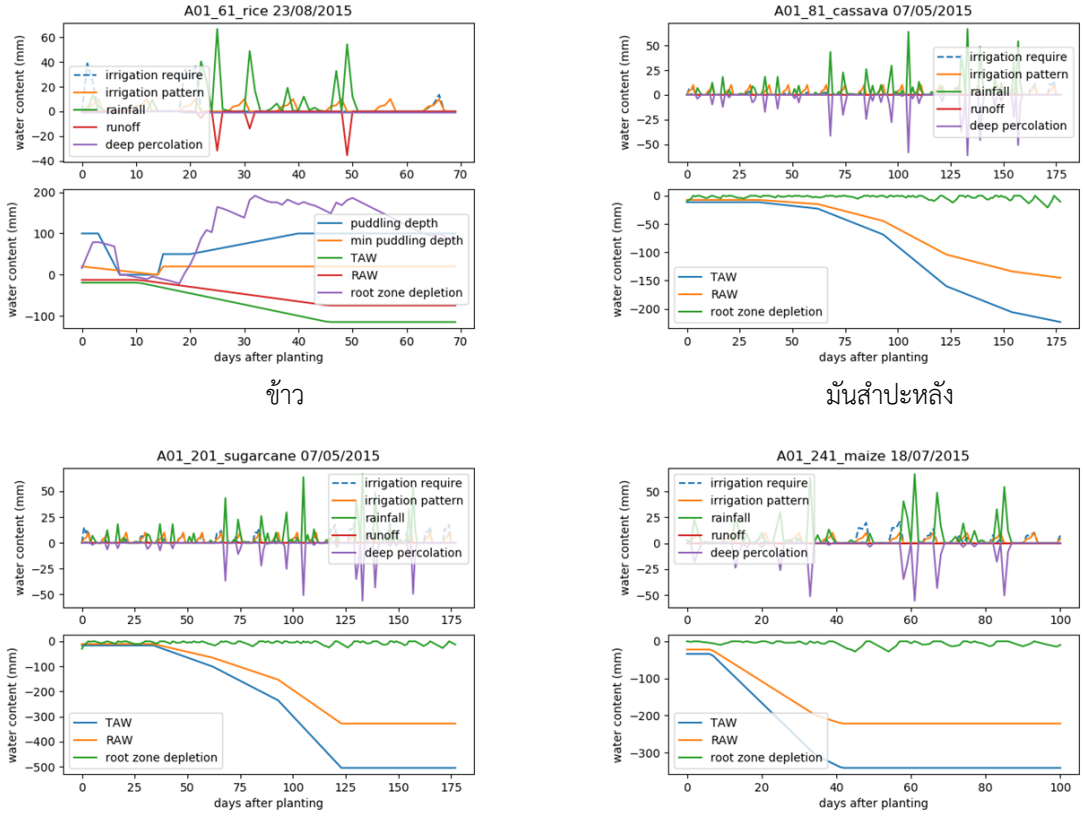
เมื่อปรับแผนการส่งน้ำใหม่โดยให้พื้นที่ส่งน้ำย่อยเป็น 20 พื้นที่ รูปที่ 6-38 โดยให้พื้นที่ปลายคลองส่งน้ำเริ่มรับน้ำก่อน พื้นที่ส่งน้ำย่อยที่ 12 เริ่มเพาะปลูกและส่งน้ำวันที่ 1 เมษายน พื้นที่ส่งน้ำย่อย 3 5 6 18 19 เริ่มปลูกและส่งน้ำวันที่ 1 พฤษภาคม พื้นที่ส่งน้ำย่อย 4 9 10 14 17 เริ่มปลูกและส่งน้ำวันที่ 4 พฤษภาคม พื้นที่ 1 2 7 8 11 15 16 เริ่มปลูกและส่งน้ำวันที่ 7 พฤษภาคม รูปแบบการส่งน้ำในแต่ละพื้นที่ส่งน้ำย่อยคือส่งน้ำต่อเนื่อง 3 วัน หยุดส่งน้ำ 6 วันสลับกันจนกระทั่งสิ้นสุดฤดูกาลส่งน้ำ ข้อมูลการเพาะปลูกใช้จำนวนพื้นที่เพาะปลูกเช่นเดียวกับกรณีการคำนวณความต้องการน้ำแบบมาตรฐานแต่ปรับวันที่เริ่มปลูกให้สอดคล้องกับวันที่เริ่มต้นส่งน้ำของแต่ละโซน การประเมินความต้องการใช้แบบจำลอง WAM ในโหมดการคำนวณ SMS (soil moisture simulation)



รูปที่ 6-38 การแบ่งพื้นที่รับน้ำย่อยและลำดับการเพาะปลูก

1) รูปแบบที่ 10 (GISTDA-2558-sms)

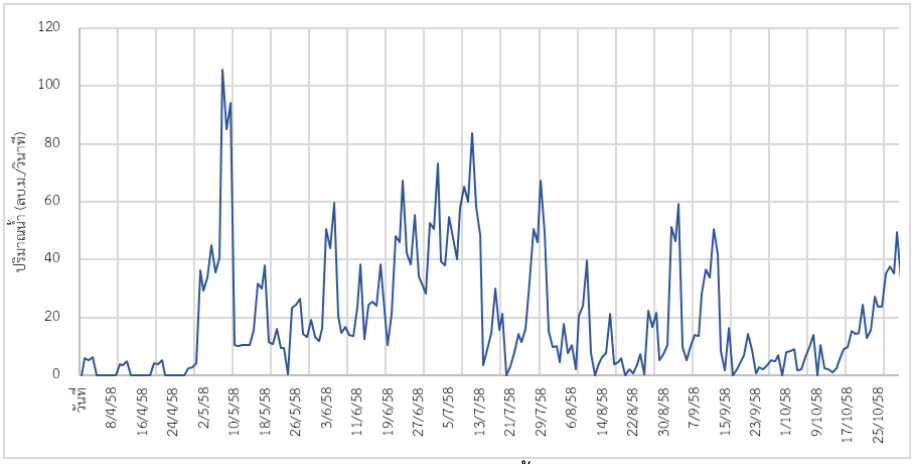
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูก GISTDA พ.ศ. 2558 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-39 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 368.40 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 97.40 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 36.77 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-40



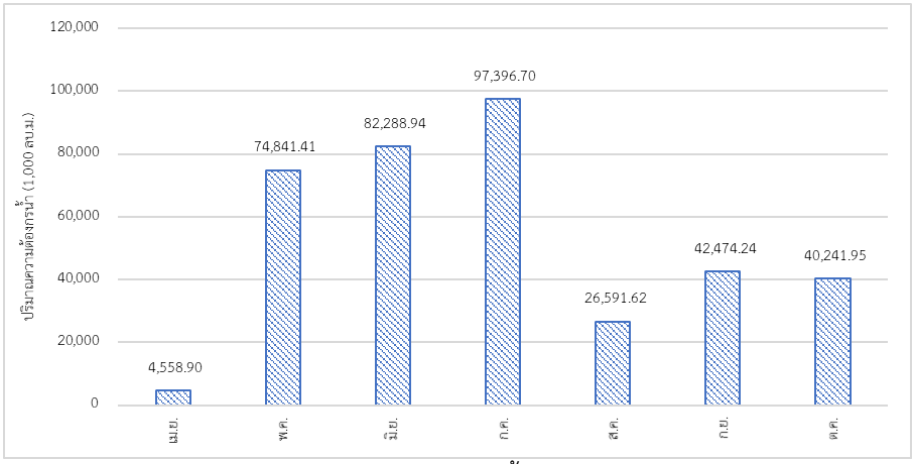
ข้าว มันสำปะหลัง

อ้อย ข้าวโพด

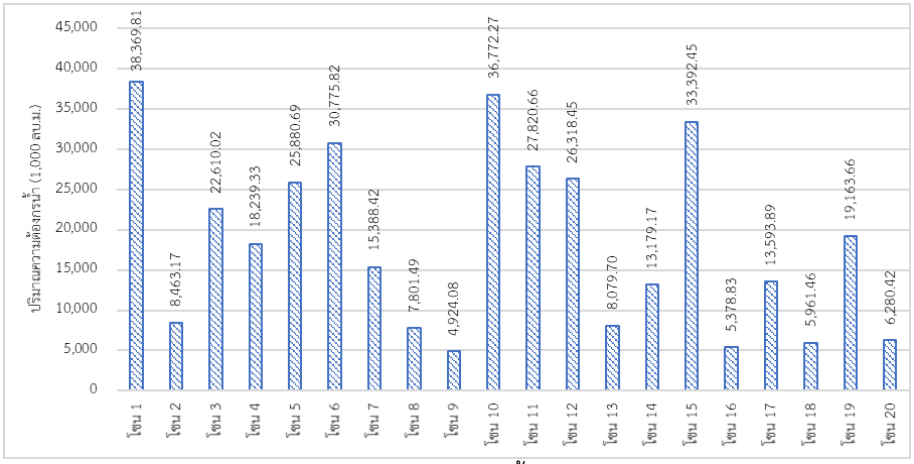
รูปที่ 6-39 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชของข้าวโพดจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 10



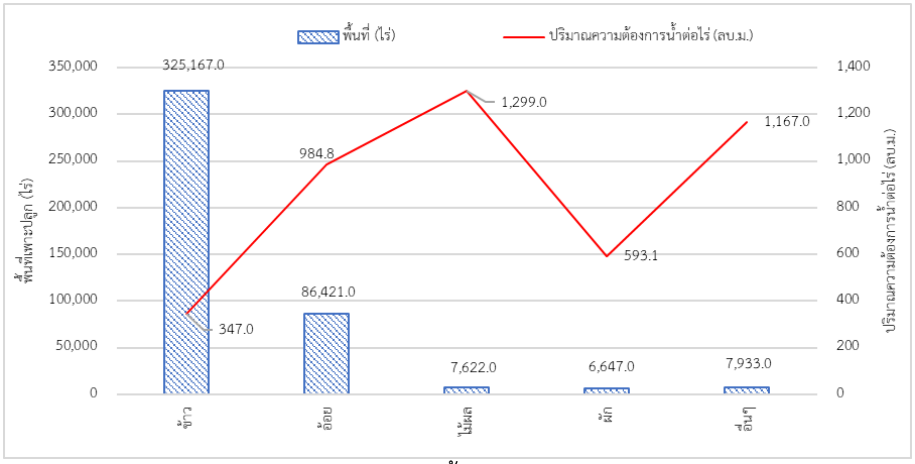
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน

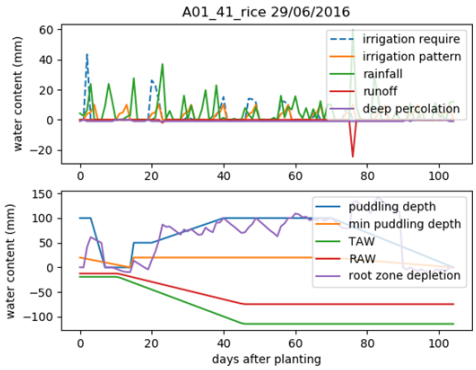


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

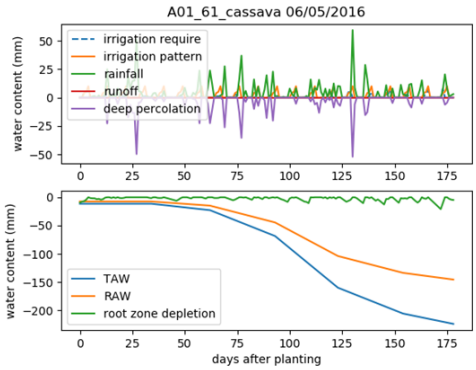
รูปที่ 6-40 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2558 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

2) รูปแบบที่ 11 (GISTDA-2559-sms)

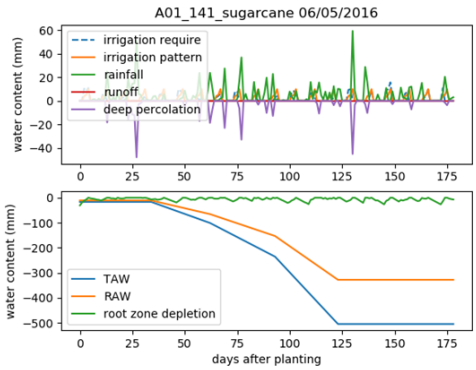
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝน พ.ศ. 2559 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-41 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 329.32 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนสิงหาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 101.76 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 44.09 ล้านลูกบาศก์เมตร



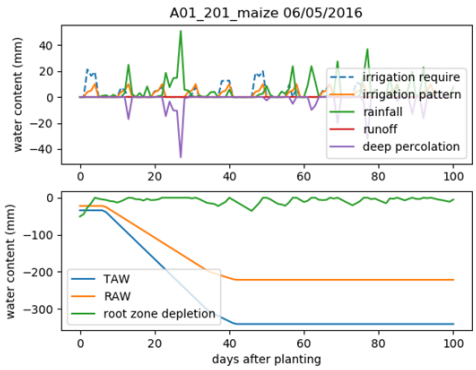
ข้าว



มันสำปะหลัง

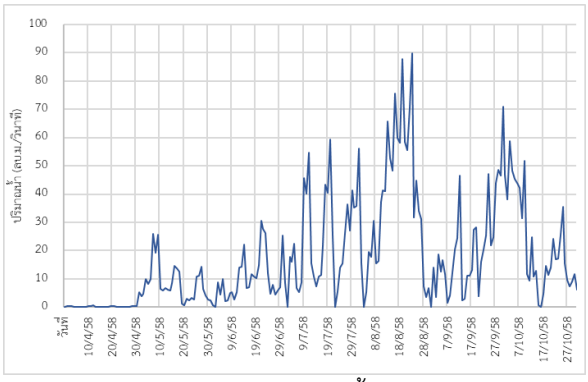


อ้อย

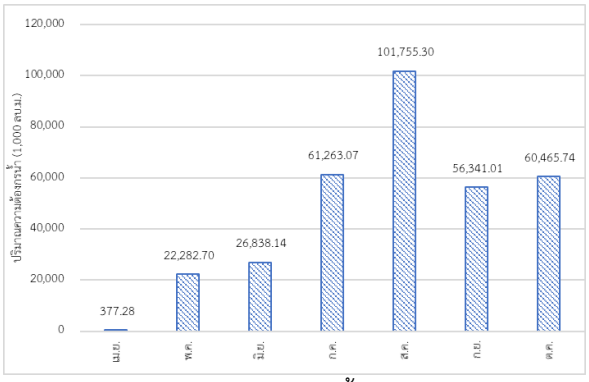


ข้าวโพด

รูปที่ 6-41 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 11

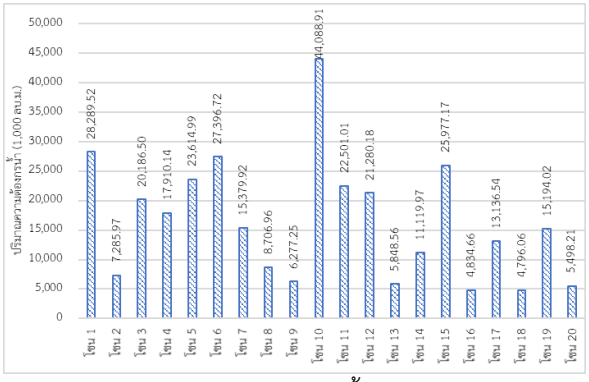


ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน

รูปที่ 6-42 ปริมาณความต้องการน้ำ วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS



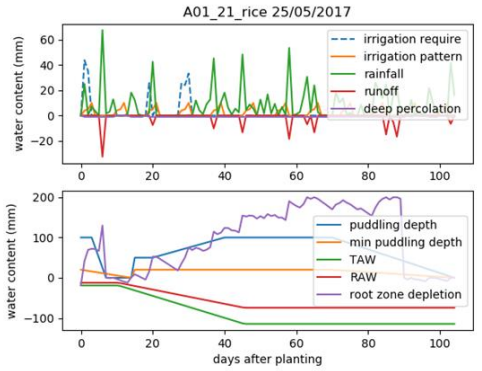
ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน

อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

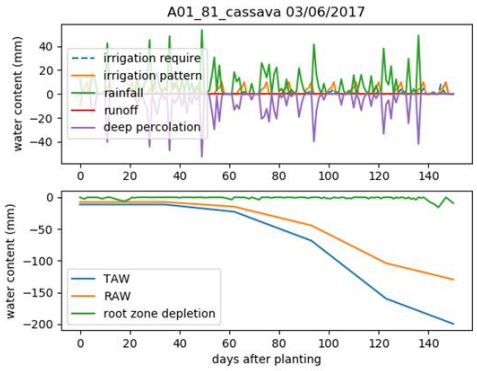
รูปที่ 6-42 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

3) รูปแบบที่ 12 (GISTDA-2560-sms)

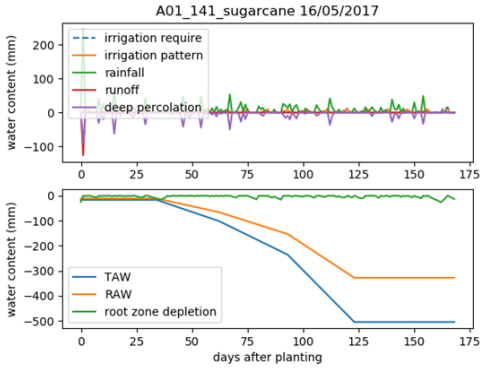
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝน พ.ศ. 2560 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-43 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 168.06 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน มีความต้องการน้ำเท่ากับ 50.94 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 24.05 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-44



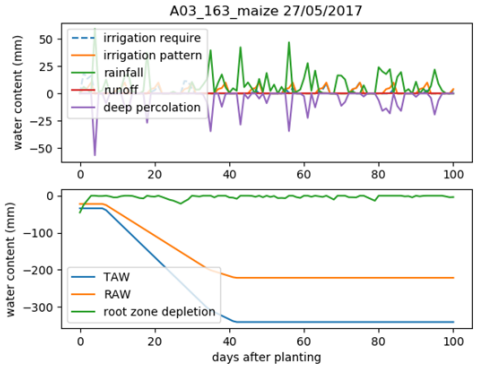
ข้าว



มันสำปะหลัง

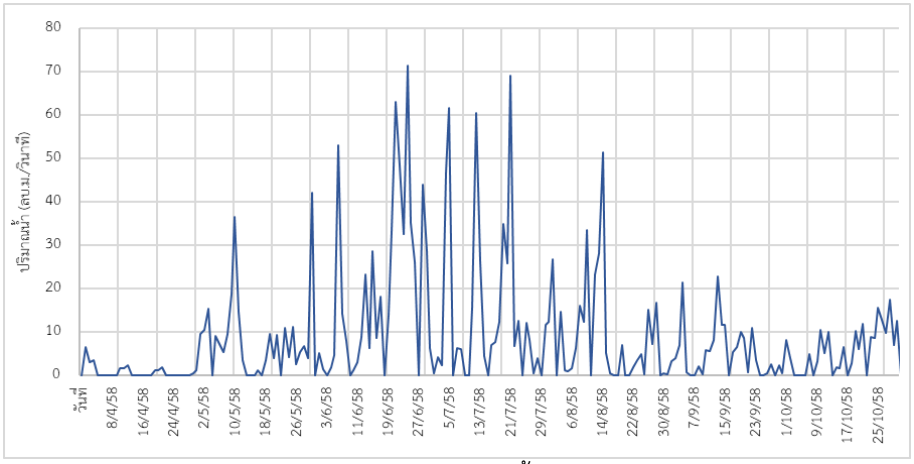


อ้อย

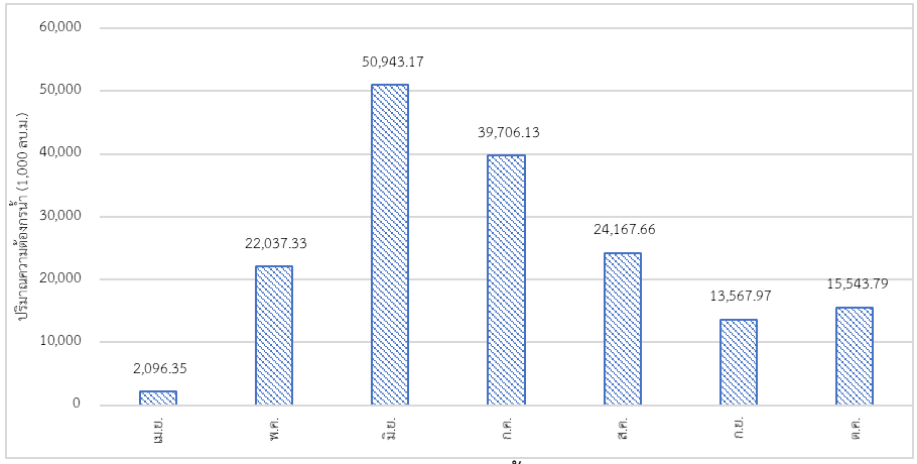


ข้าวโพด

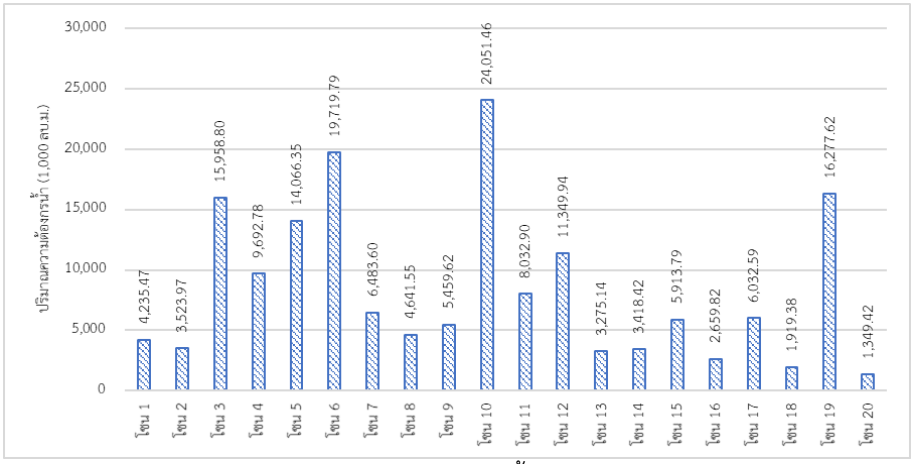
รูปที่ 6-43 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 12



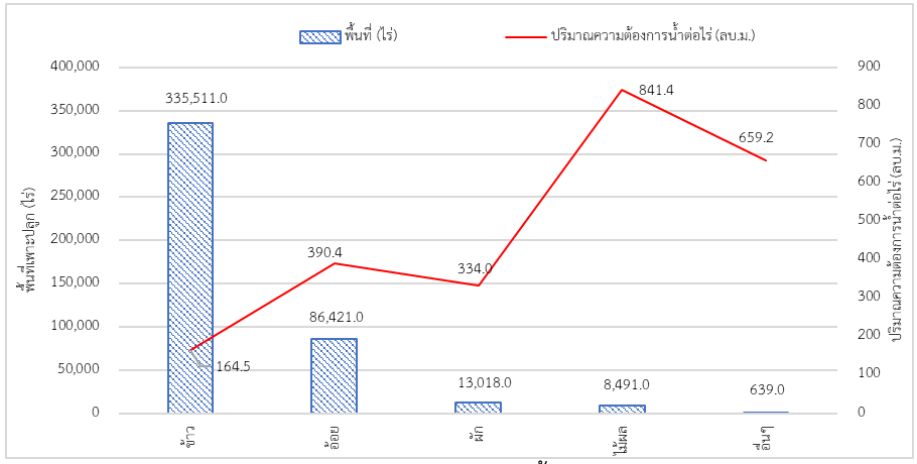
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน

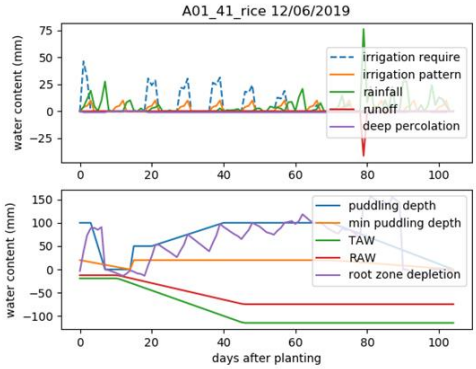


ปริมาณความต้องการน้ำราย

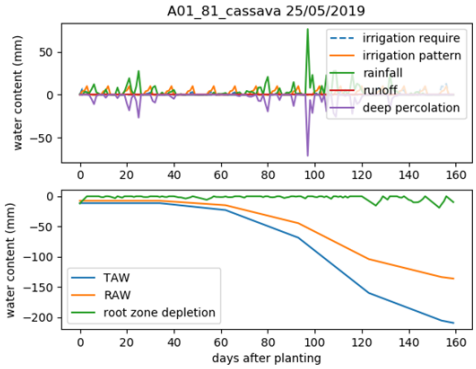
รูปที่ 6-44 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2560 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

4) รูปแบบที่ 13 (GISTDA-2562-sms)

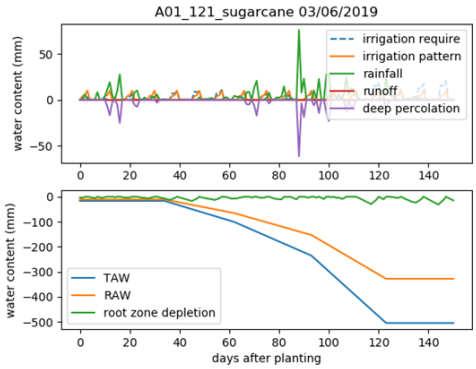
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝน พ.ศ. 2562 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-45 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 524.50 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 183.41 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 69.95 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-46



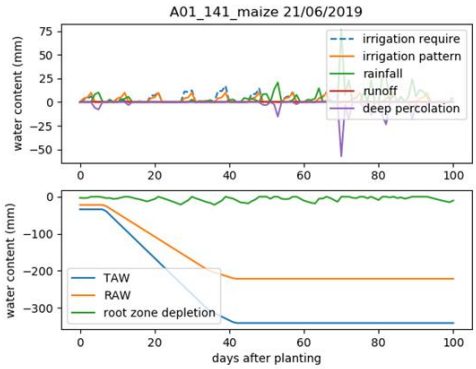
ข้าว



มันสำปะหลัง

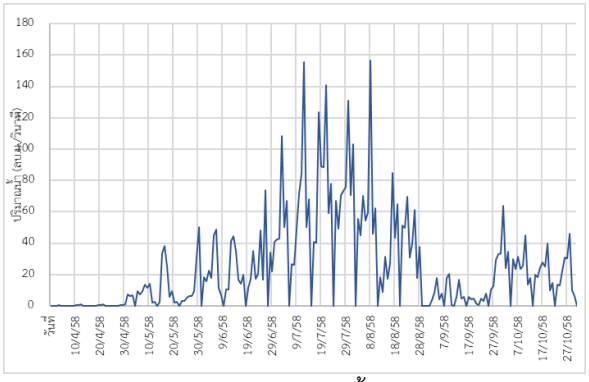


อ้อย

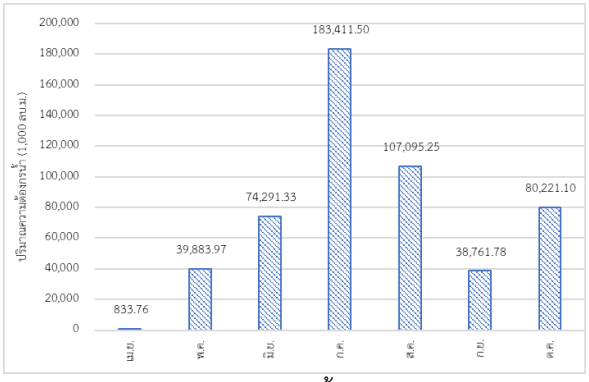


ข้าวโพด

รูปที่ 6-45 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 13

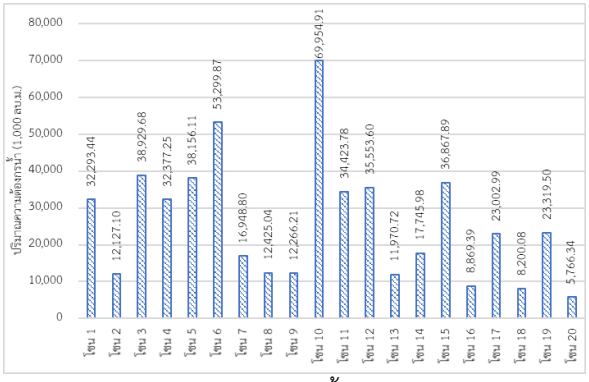


ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน

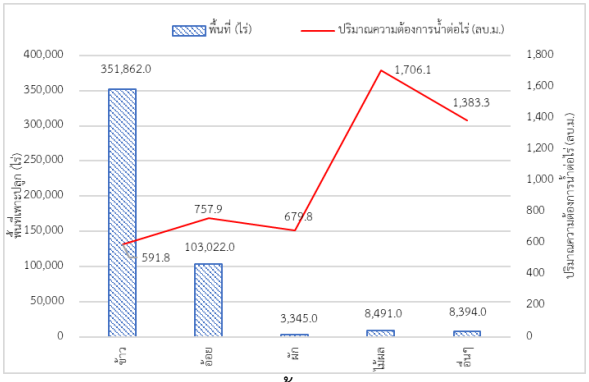


ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายเดือน

รูปที่ 6-46 ปริมาณความต้องการน้ำวิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

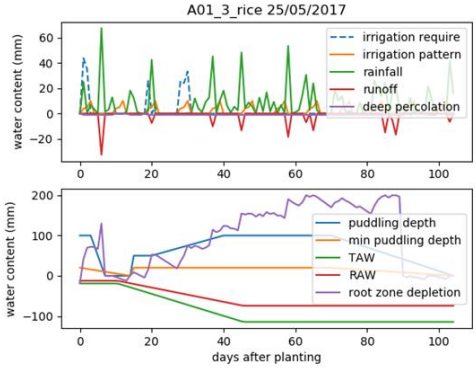


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

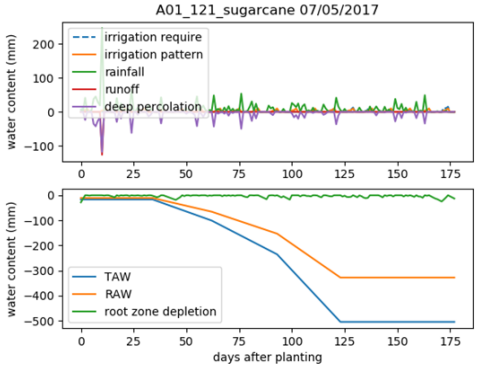
รูปที่ 6-46 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่วิเคราะห์ข้อมูลการเพาะปลูกจาก GISTDA พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

5) รูปแบบที่ 14 (Fullarea-sms)

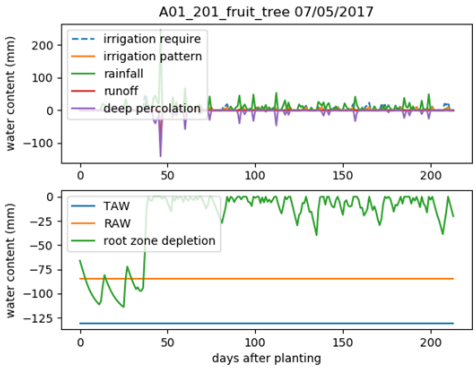
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนกรณีปลูกเต็มพื้นที่ โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-47 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 463.40 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 164.38 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 4 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 43.98 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-48



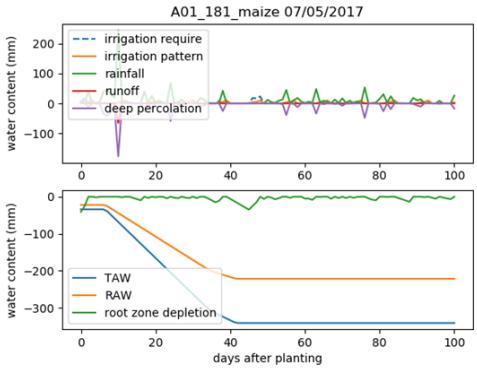
ข้าว



อ้อย

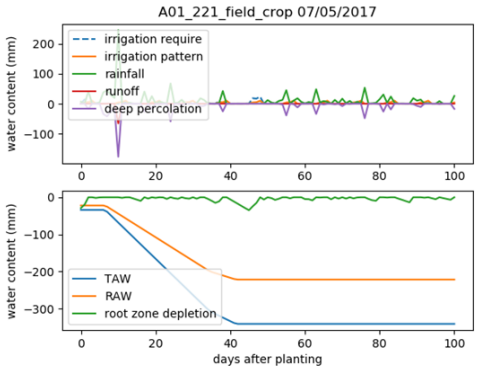


ไม้ผล

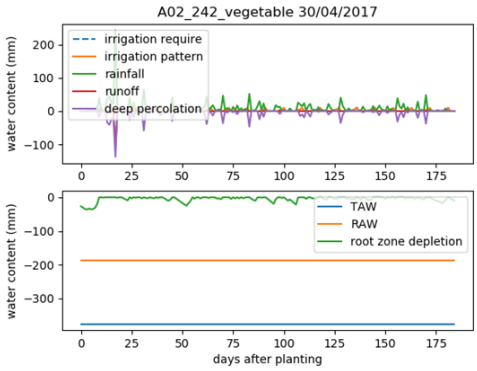


ข้าวโพด

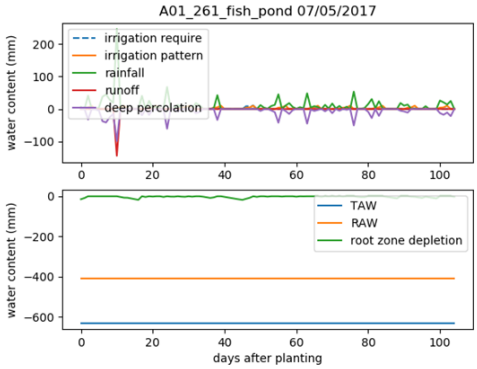
รูปที่ 6-47 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 14



พืชไร่

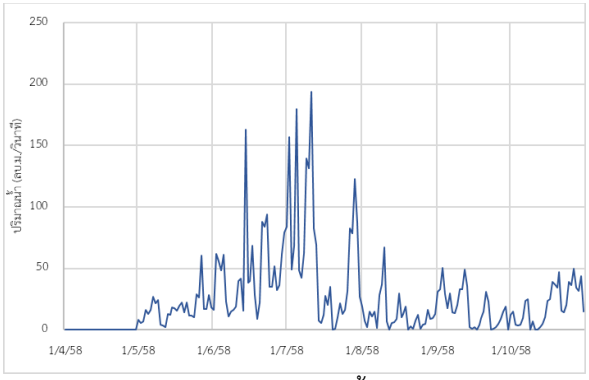


พืชผัก

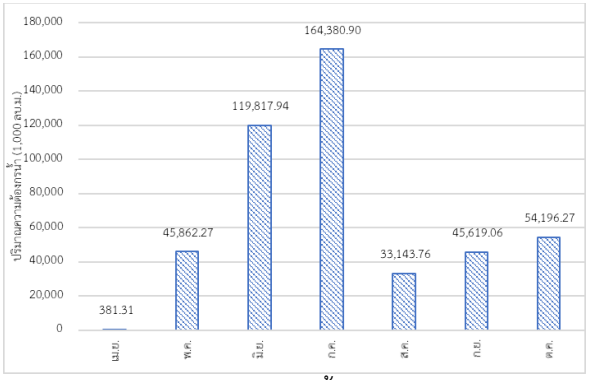


บ่อปลา

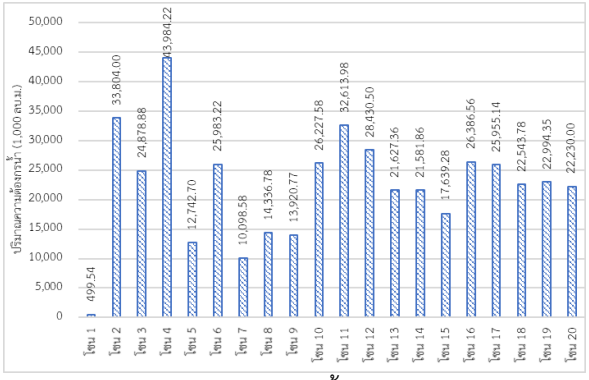
รูปที่ 6-47 (ต่อ) ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 14



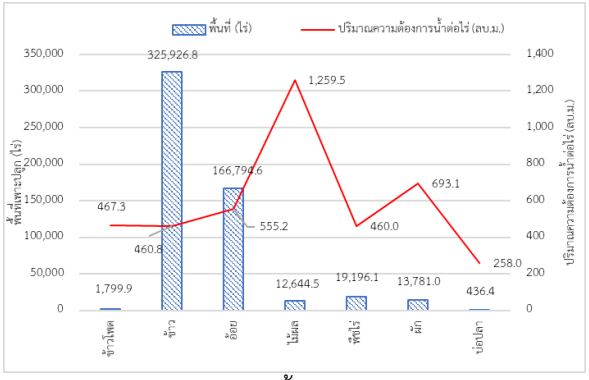
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำแยกรายโซน

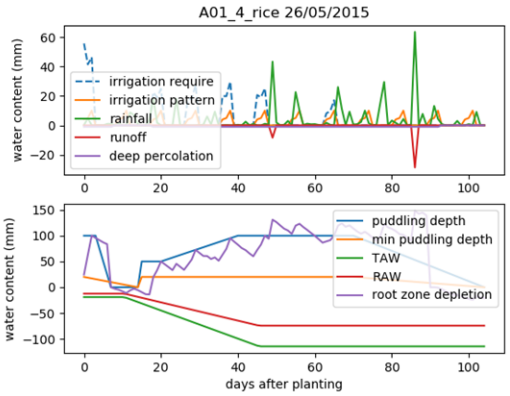


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

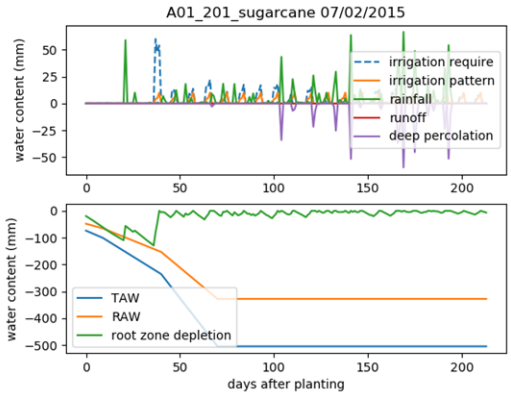
รูปที่ 6-48 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่กรณีปลูกเต็มพื้นที่ คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

6) รูปแบบที่ 15 (RID-2558-sms)

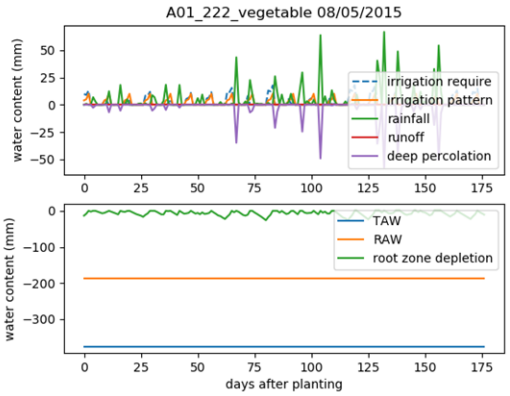
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2558 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-49 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 463.40 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 164.38 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 4 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 43.98 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2558 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS ดังรูปที่ 6-50



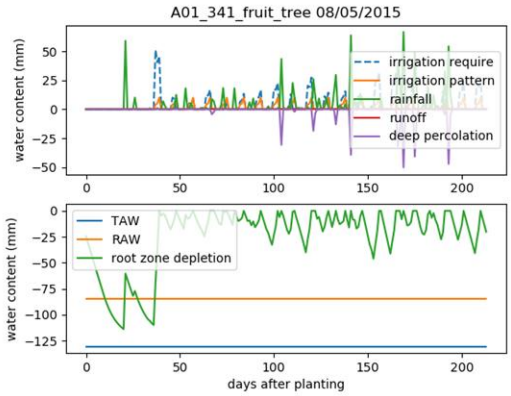
ข้าว



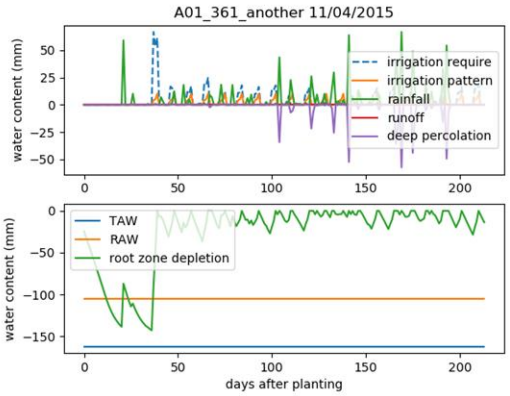
อ้อย



พืชผัก

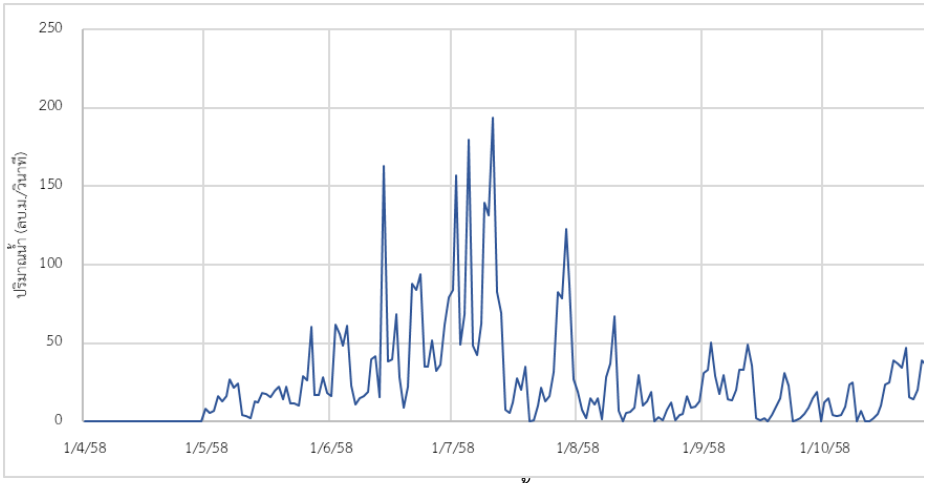


ไม้ผล

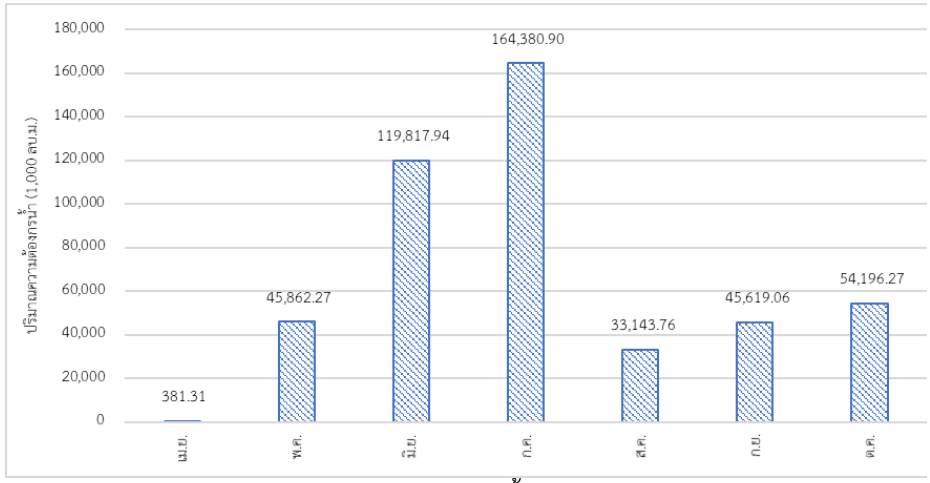


พืชอื่นๆ

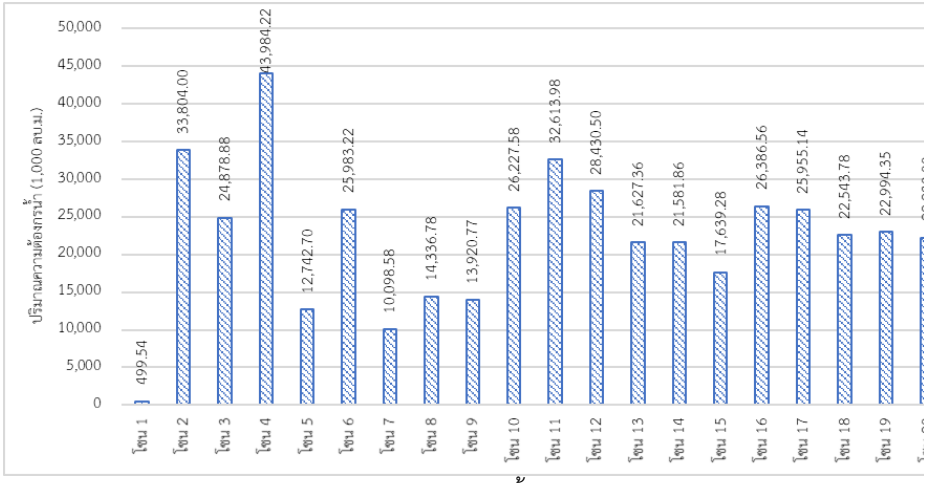
รูปที่ 6-49 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชจากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 15



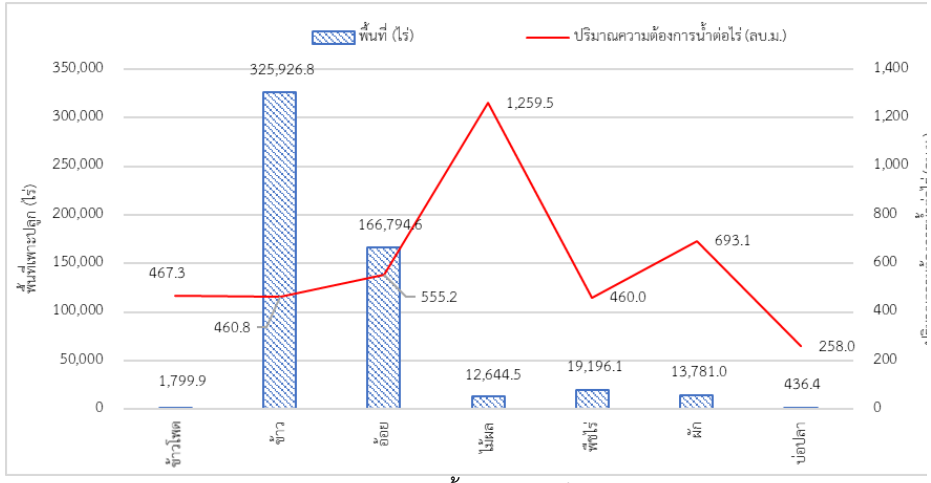
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน

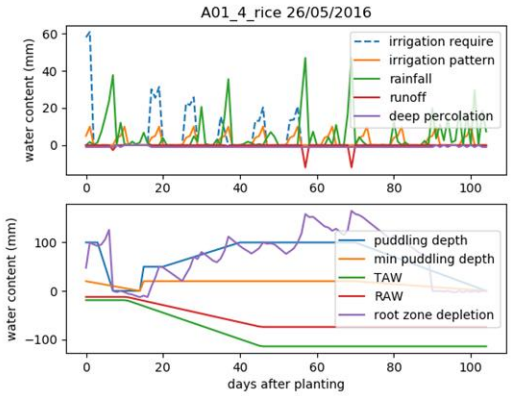


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

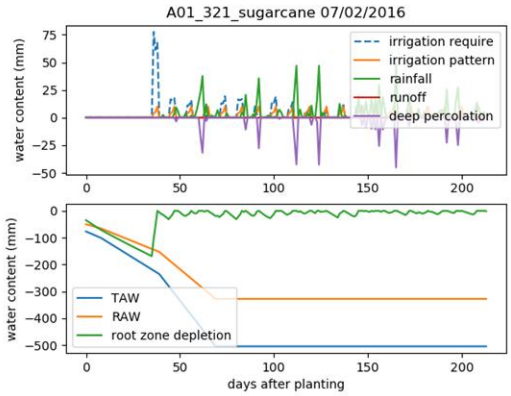
รูปที่ 6-50 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2558 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

7) รูปแบบที่ 16 (RID-2559-sms)

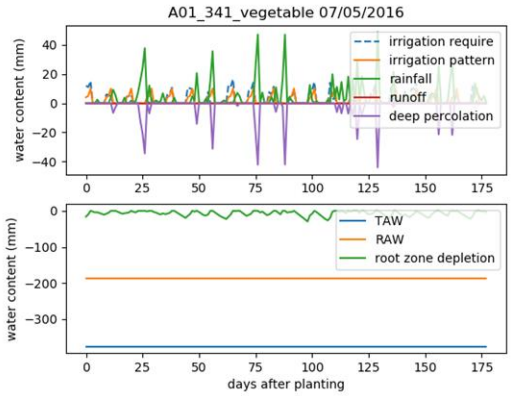
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2559 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-51 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 329.32 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนสิงหาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 101.76 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 44.09 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS ดังรูปที่ 6-52



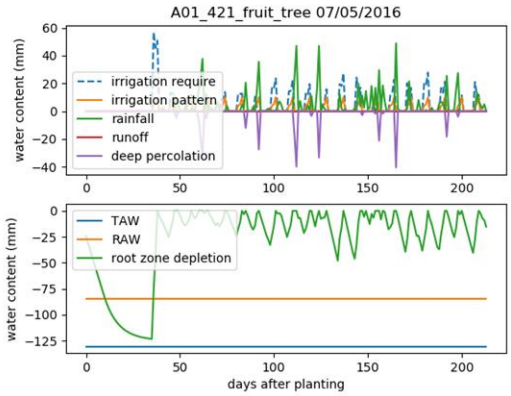
ข้าว



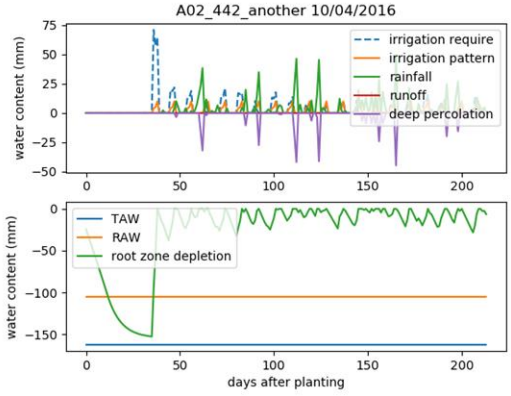
อ้อย



พืชผัก

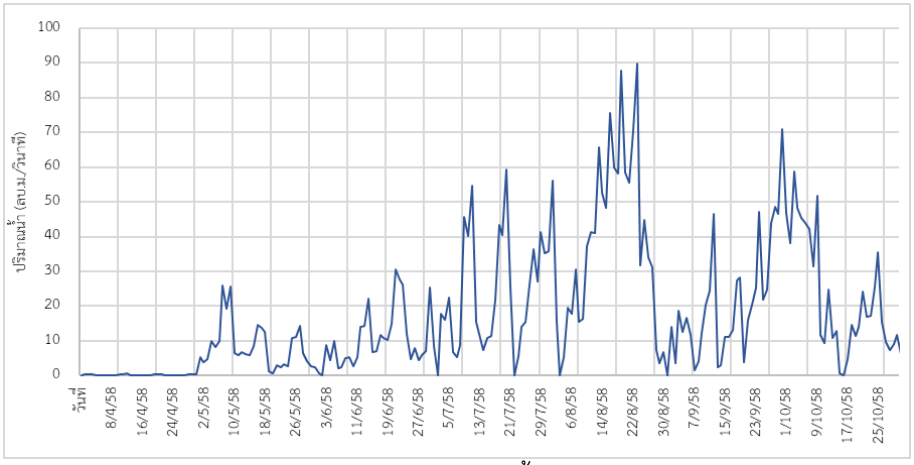


ไม้ผล

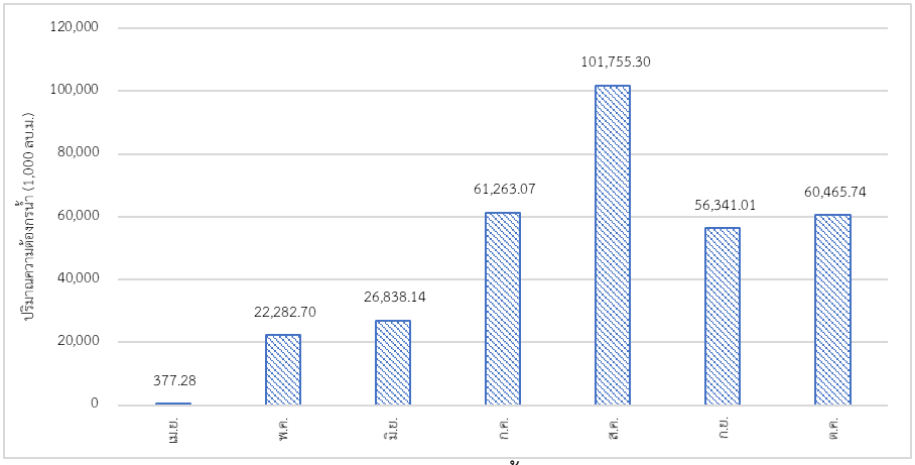


พืชอื่นๆ

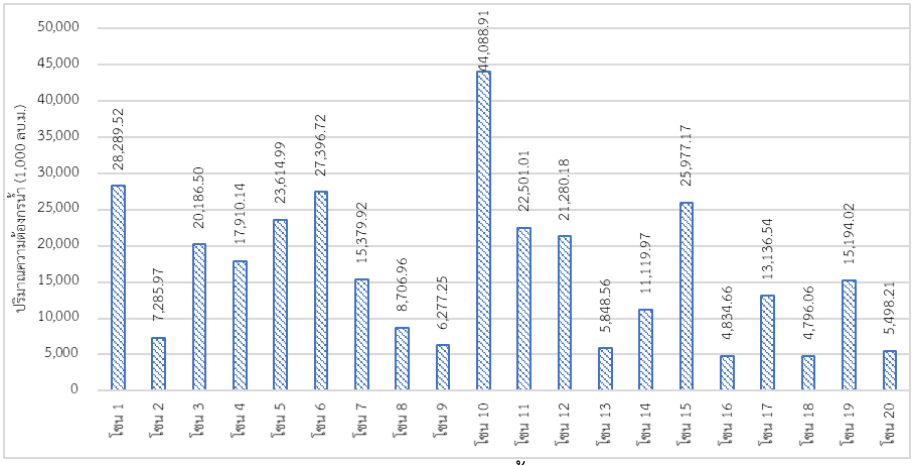
รูปที่ 6-51 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืชของพืชอื่นๆ จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 16



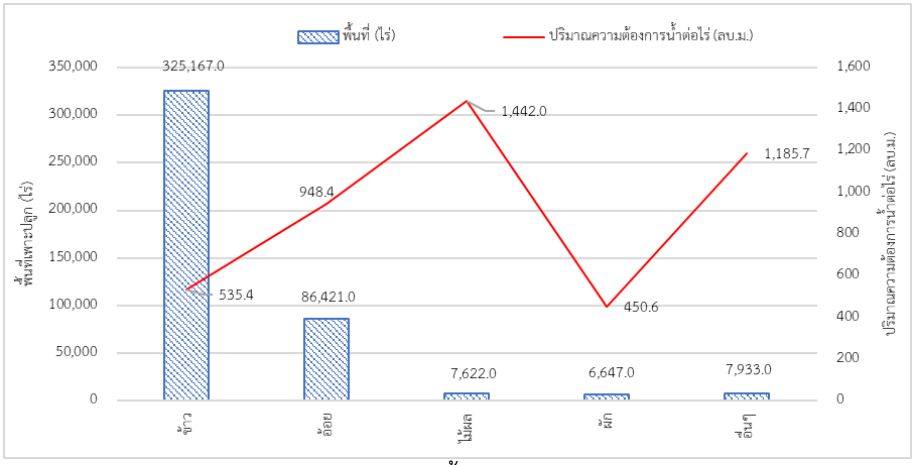
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน

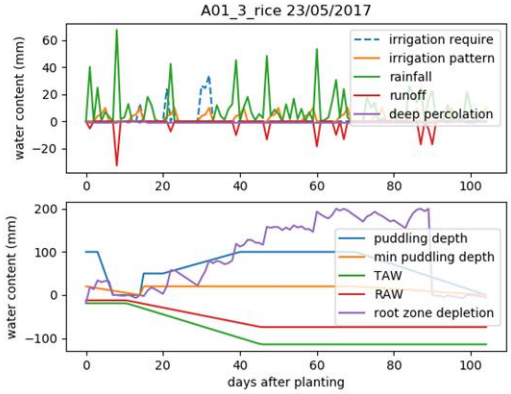


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

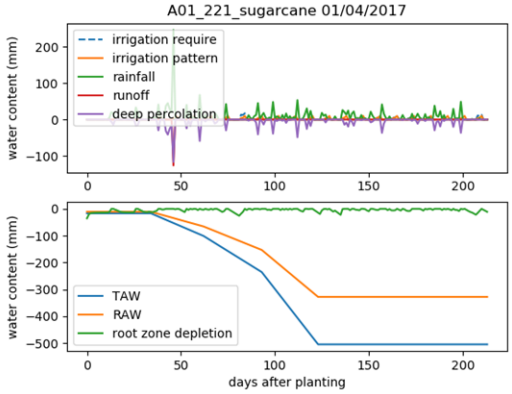
รูปที่ 6-52 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2559 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

8) รูปแบบที่ 17 (RID-2560-sms)

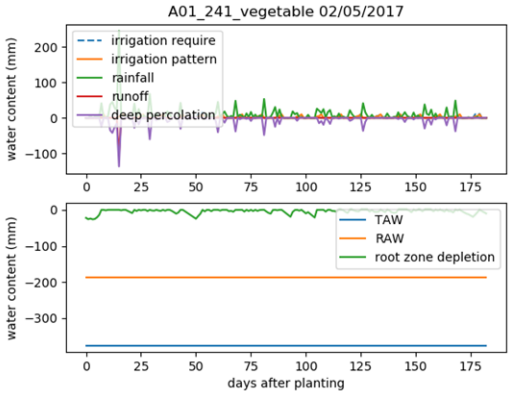
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2560 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-53 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 168.06 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน มีความต้องการน้ำเท่ากับ 50.94 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 24.05 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2560 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS ดังรูปที่ 6-54



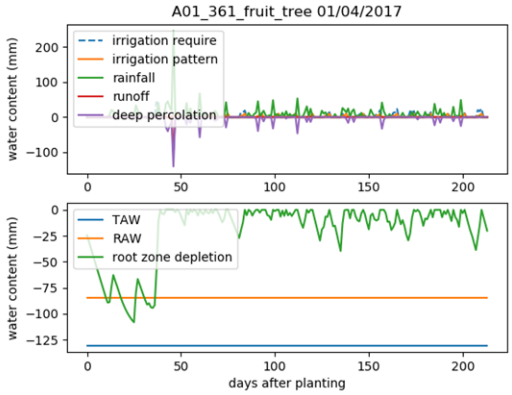
ข้าว



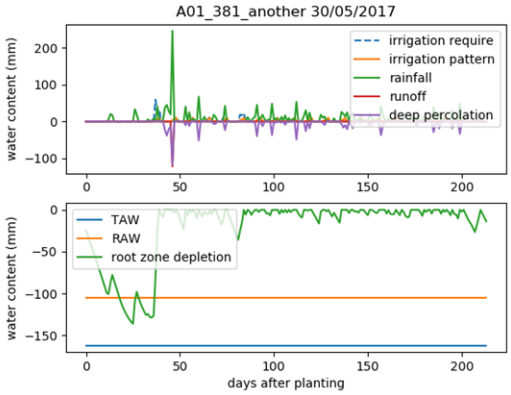
อ้อย



พืชผัก

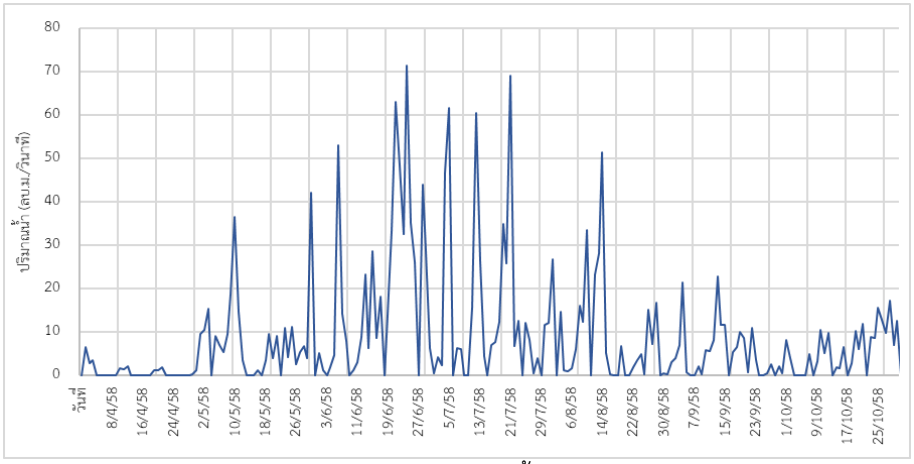


ไม้ผล

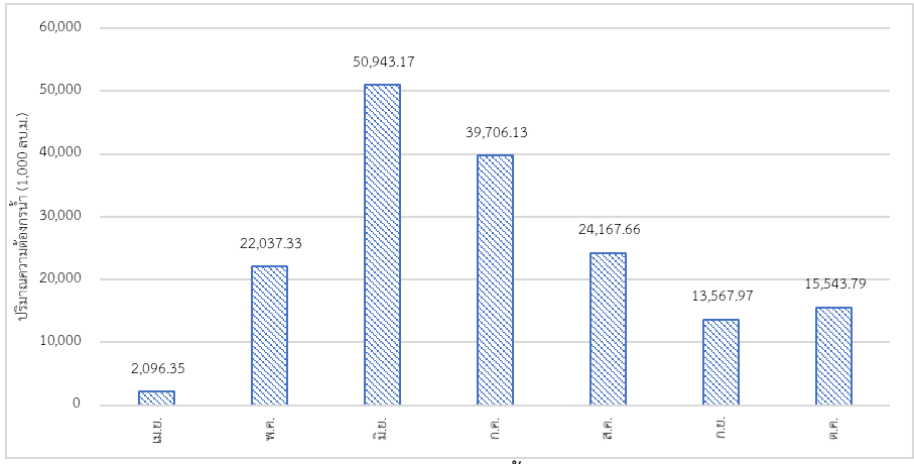


พืชอื่นๆ

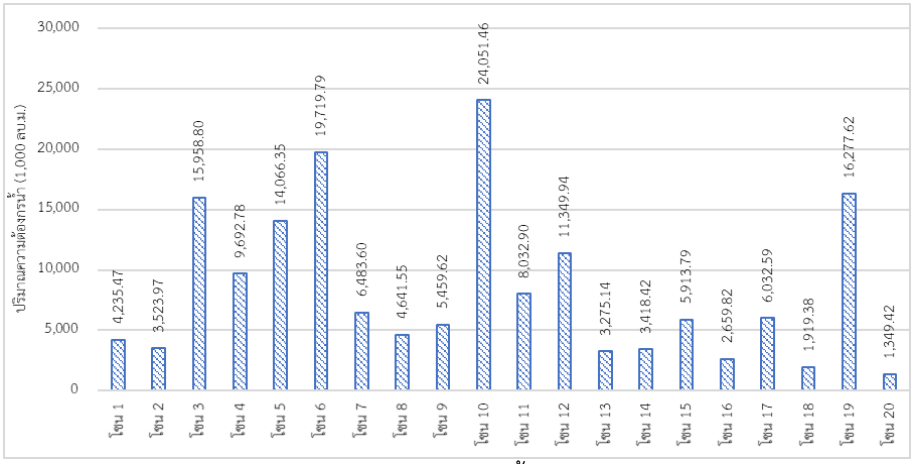
รูปที่ 6-53 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 17



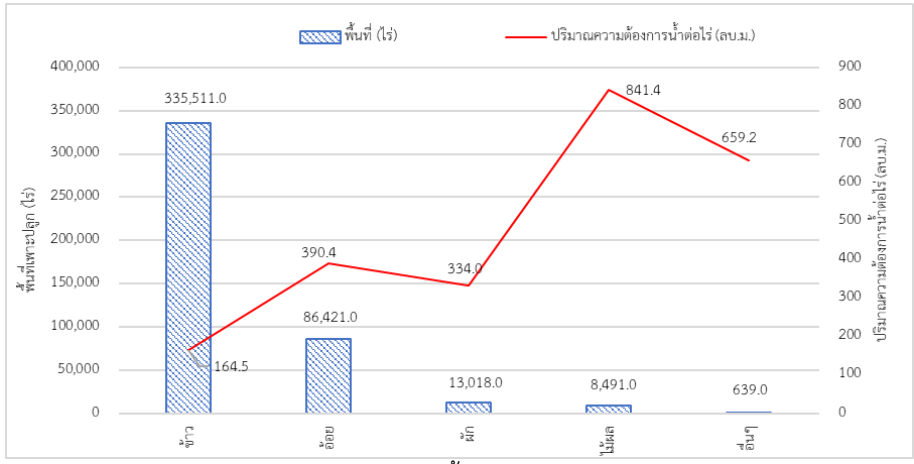
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน

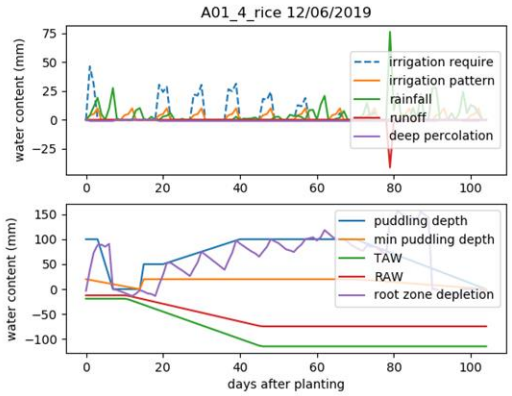


อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

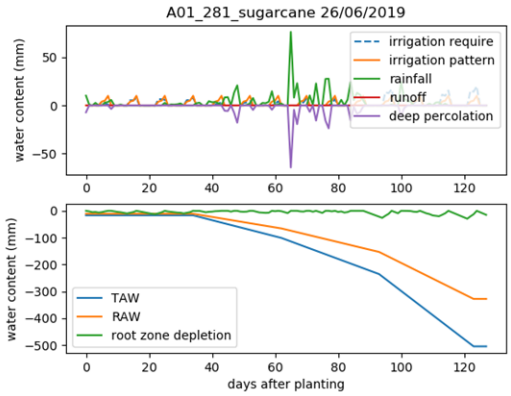
รูปที่ 6-54 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2560 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

9) รูปแบบที่ 18 (RID-2562-sms)

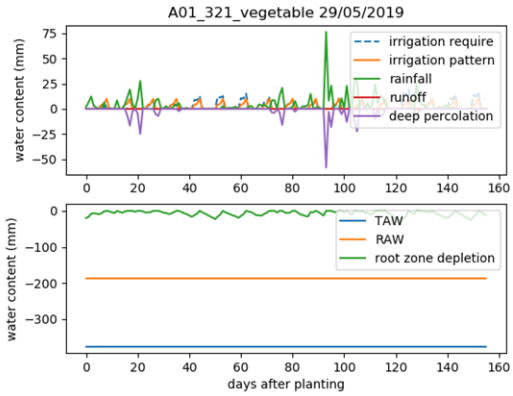
ผลการประเมินความต้องการน้ำฤดูฝนจากข้อมูลการเพาะปลูกของกรมชลประทาน พ.ศ. 2562 โดยแบบจำลอง WAM แสดงดังรูปที่ 6-55 ปริมาณความต้องการน้ำทั้งโครงการทั้งฤดูกาลเท่ากับ 524.50 ล้านลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำมากที่สุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม มีความต้องการน้ำเท่ากับ 183.41 ล้านลูกบาศก์เมตร โซนที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด คือ โซน 10 มีความต้องการน้ำเท่ากับ 69.95 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS ดังรูปที่ 6-56



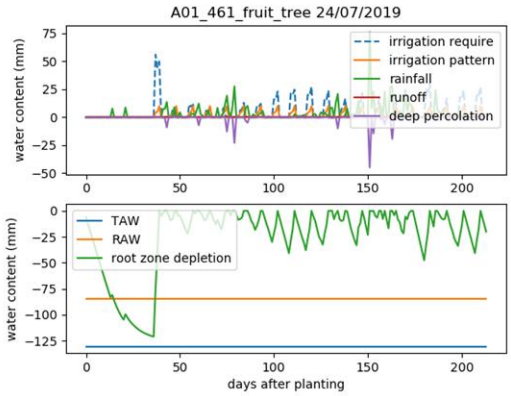
ข้าว



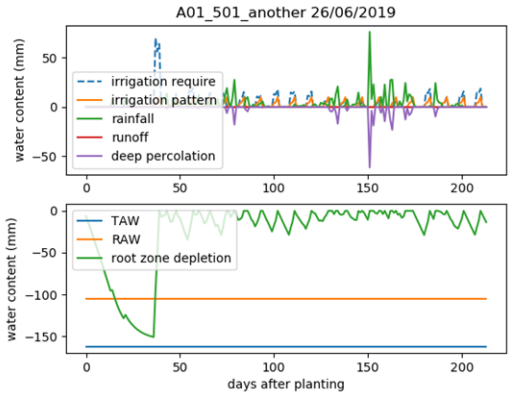
อ้อย



พืชผัก

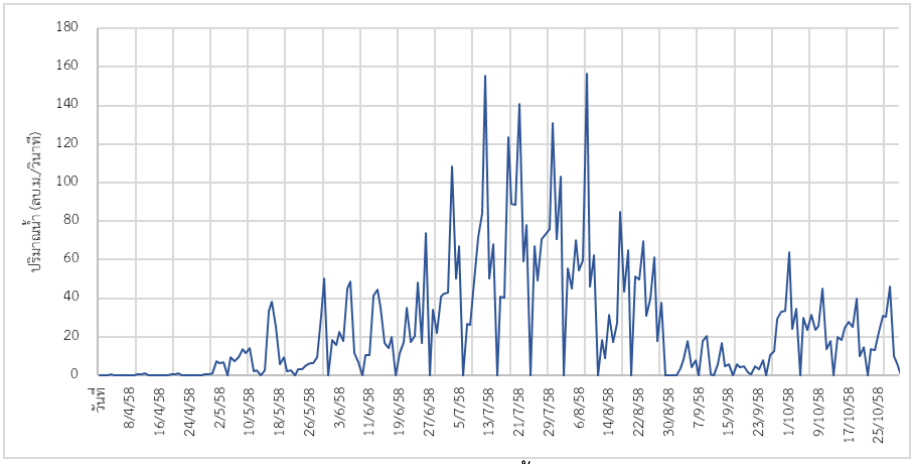


ไม้ผล

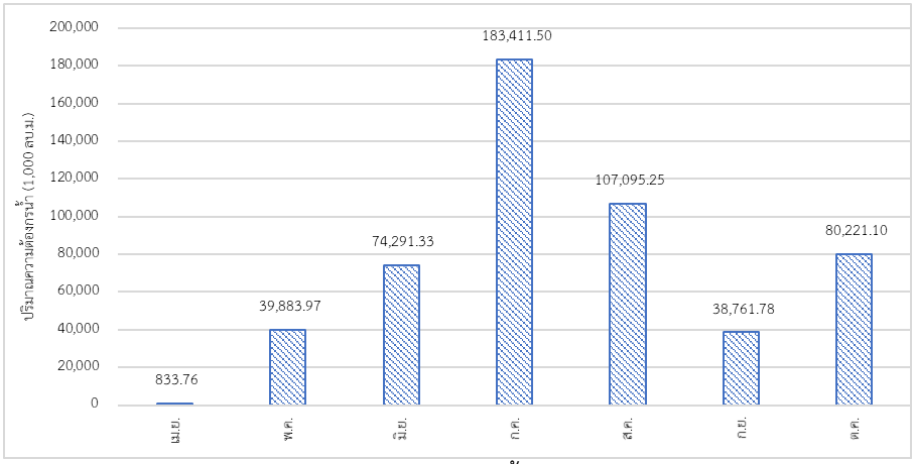


พืชอื่นๆ

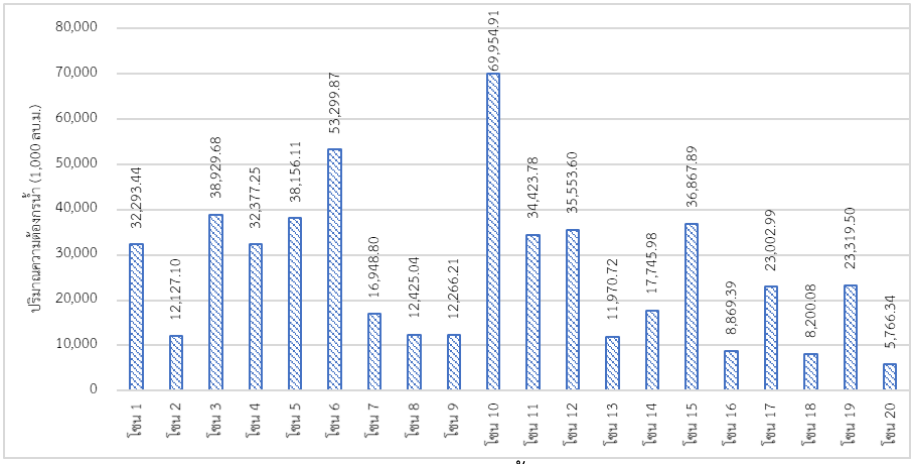
รูปที่ 6-55 ผลการจำลองความชื้นในเขตรากพืช จากแบบจำลอง WAM รูปแบบที่ 18



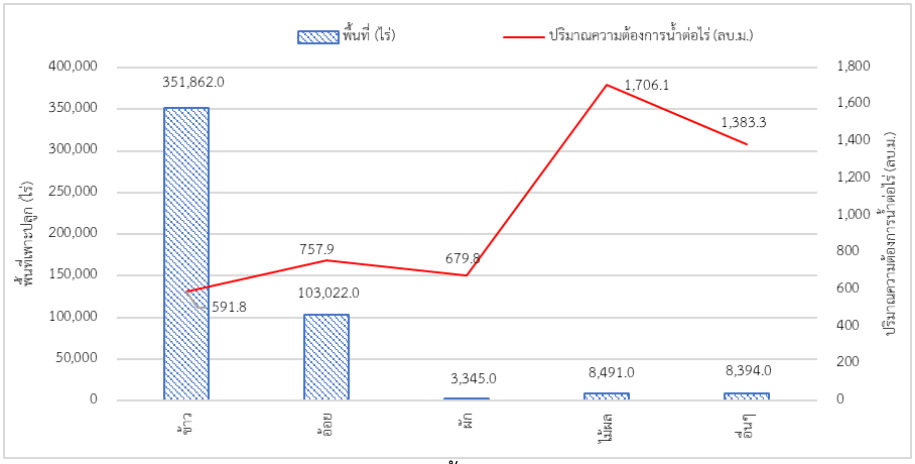
ปริมาณความต้องการน้ำรายวัน



ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน



ปริมาณความต้องการน้ำรายโซน



อัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่

รูปที่ 6-56 ปริมาณความต้องการน้ำและอัตราการใช้น้ำของพืชต่อไร่ใช้ข้อมูลการเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน พ.ศ. 2562 คำนวณโดยแบบจำลอง WAM ในโหมด SMS

6.4.4. การวิเคราะห์สมดุลน้ำ

1) รูปแบบที่ 1 (GISTDA-2558-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 472.47 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 108.79 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน เมษายนเท่ากับ 7.93 ล้านลูกบาศก์เมตร ตั้งแต่ เดือน สิงหาคม - ตุลาคม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงหยุดส่งน้ำ ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 1

2) รูปแบบที่ 2 (GISTDA-2559-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 506.14 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 200.03 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน เมษายนเท่ากับ 5.75 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 2

3) รูปแบบที่ 3 (GISTDA-2560-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 452.61 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 174.67 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน ตุลาคมเท่ากับ 3.35 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 3

4) รูปแบบที่ 4 (GISTDA-2562-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 460.36 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 163.29 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน ตุลาคมเท่ากับ 6.29 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 4

5) รูปแบบที่ 5 (Fullarea-standard) เดือนเมษายนได้รับน้ำมากกว่าต้องการทำให้ไม่เกิดการขาดแคลนน้ำ เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 396.78 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 181.13 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน สิงหาคมเท่ากับ 20.48 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 5

6) รูปแบบที่ 6 (RID-2558-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 337.99 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกันยายนเท่ากับ 68.84 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน เมษายนเท่ากับ 28.90 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 6

7) รูปแบบที่ 7 (RID-2559-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 445.60 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกันยายนเท่ากับ 89.57 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน พฤษภาคมเท่ากับ 39.92 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 7

8) รูปแบบที่ 8 (RID-2560-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 300.83 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 108.90 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน กันยายนเท่ากับ 0.65 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 8

9) รูปแบบที่ 9 (RID-2562-standard) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 311.04 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 88.58 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน พฤษภาคมเท่ากับ 10.70 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 9

10) รูปแบบที่ 10 (GISTDA-2558-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนมิถุนายน - ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 271.45 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 95.86 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือน สิงหาคมเท่ากับ 29.01 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนเดือนเมษายนและพฤษภาคมไม่เกิดการขาดแคลนน้ำดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 10

11) รูปแบบที่ 11 (GISTDA-2559-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำ (ยกเว้นเดือนกรกฎาคม) ทั้งสิ้น 268.69 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนตุลาคมเท่ากับ 112.13 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนเมษายนเท่ากับ 0.57 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 11

12) รูปแบบที่ 12 (GISTDA-2560-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 145.94 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 61.13 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนกันยายนเท่ากับ 3.08 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 12

13) รูปแบบที่ 13 (GISTDA-2562-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำ (ยกเว้นเดือนกันยายน) ทั้งสิ้น 250.46 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 61.13 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 114.13 ล้านลูกบาศก์เมตรดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 13

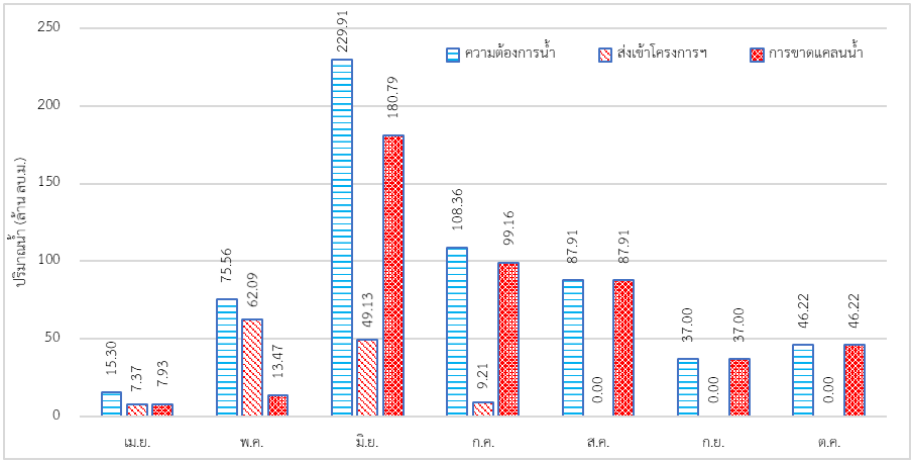
14) รูปแบบที่ 14 (Fullarea-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำ (ยกเว้นเดือนสิงหาคม) ทั้งสิ้น 193.48 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 72.11 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนกันยายนเท่ากับ 20.13 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 14

15) รูปแบบที่ 15 (RID-2558-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 243.42 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 88.19 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 12.75 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 15

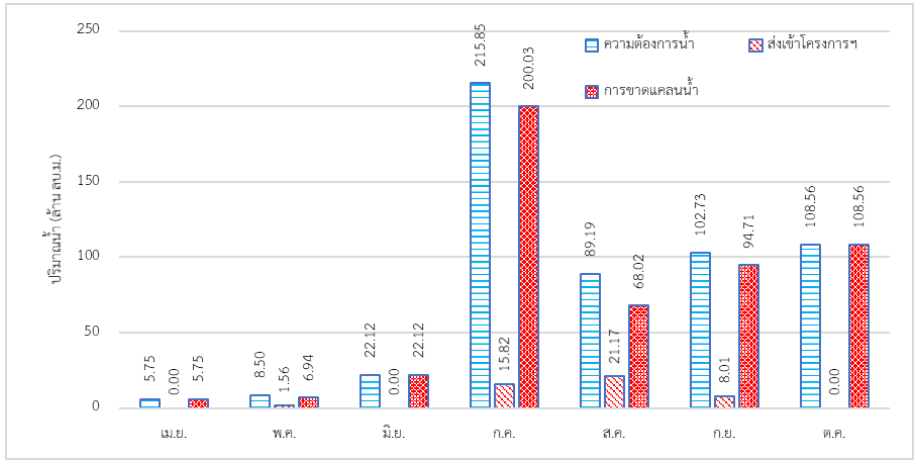
16) รูปแบบที่ 16 (RID-2559-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 282.76 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนสิงหาคมเท่ากับ 80.59 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนเมษายนเท่ากับ 0.38 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 16

17) รูปแบบที่ 17 (RID-2560-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 112.75 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 45.27 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนเมษายนเท่ากับ 2.11 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 17

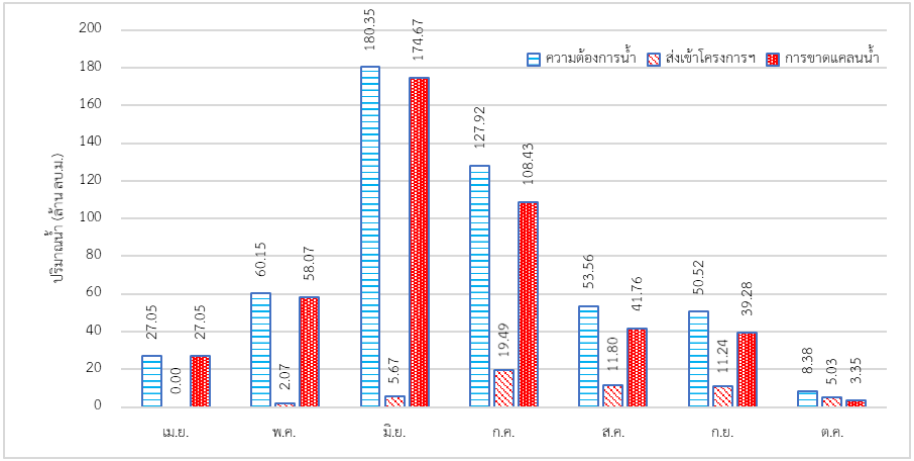
18) รูปแบบที่ 18 (RID-2562-sms) เกิดการขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – ตุลาคมรวมการขาดแคลนน้ำทั้งสิ้น 221.48 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 91.14 ล้านลูกบาศก์เมตร เดือนที่ขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 3.50 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6-57 รูปแบบที่ 18



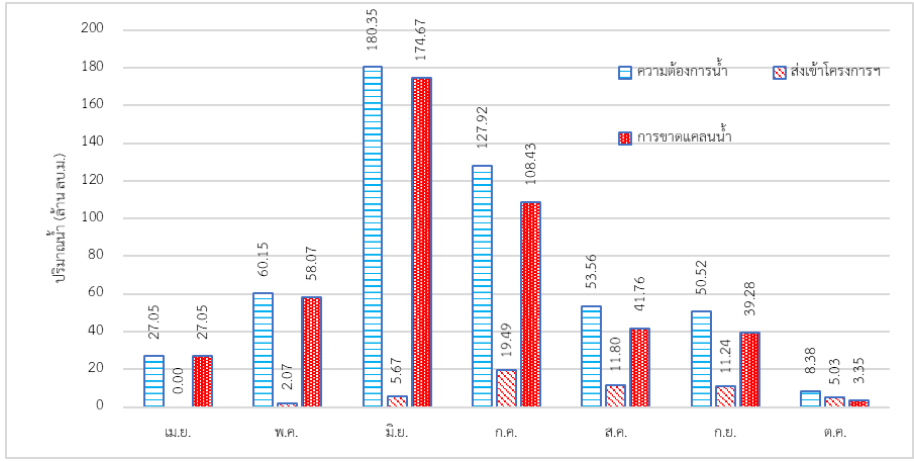
รูปแบบที่ 1 (GISTDA-2558-standard)



รูปแบบที่ 2 (GISTDA-2559-standard)

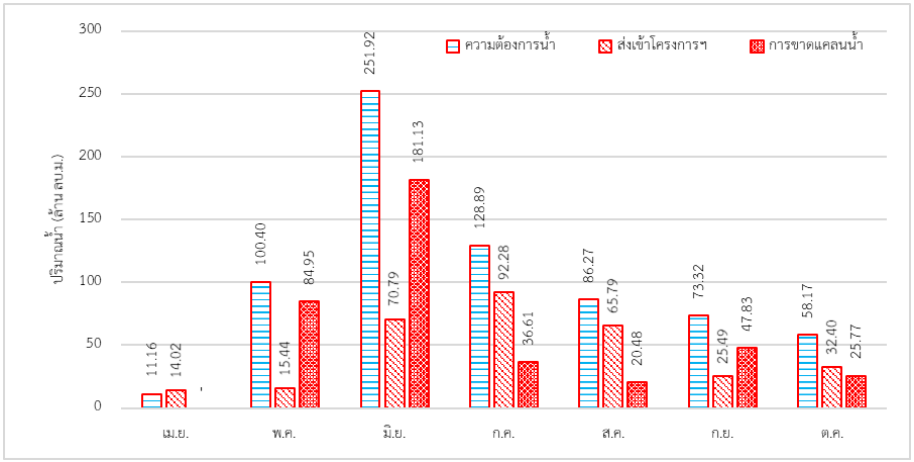


รูปแบบที่ 3 (GISTDA-2560-standard)

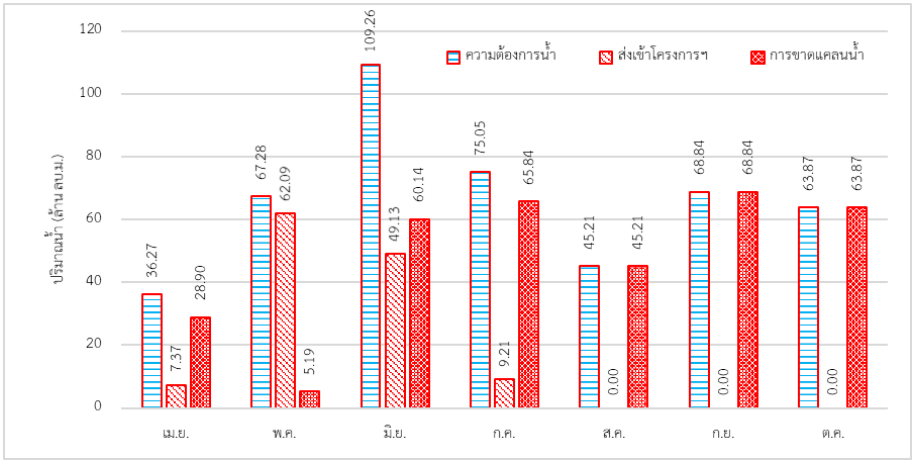


รูปแบบที่ 4 (GISTDA-2562-standard)

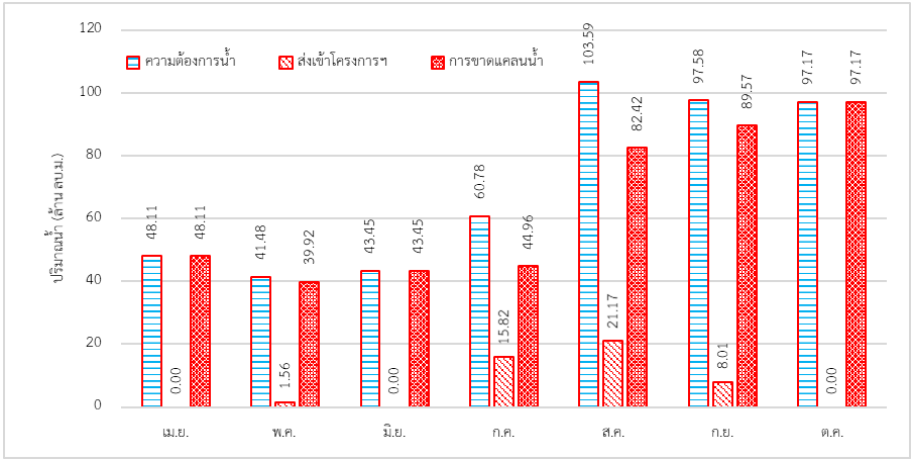
รูปที่ 6-57 การขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคม ที่เกิดขึ้นกับรูปแบบที่ 1 ถึง 4



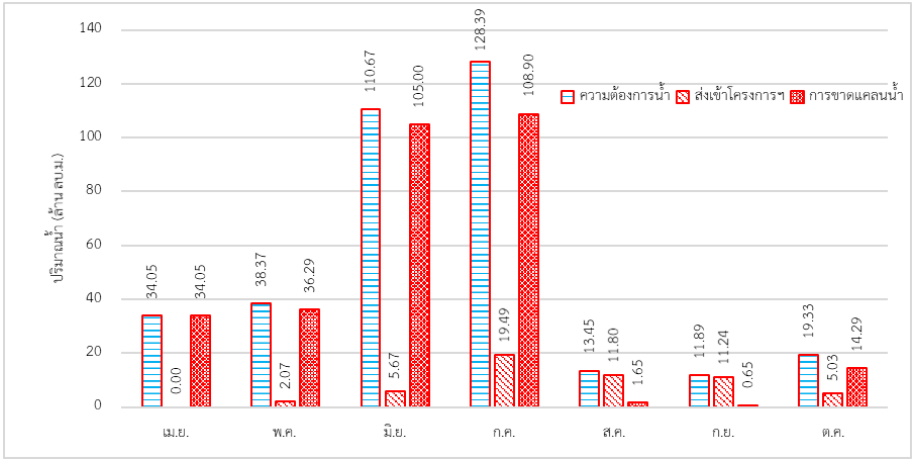
รูปแบบที่ 5 (Fullarea-standard)



รูปแบบที่ 6 (RID-2558-standard)

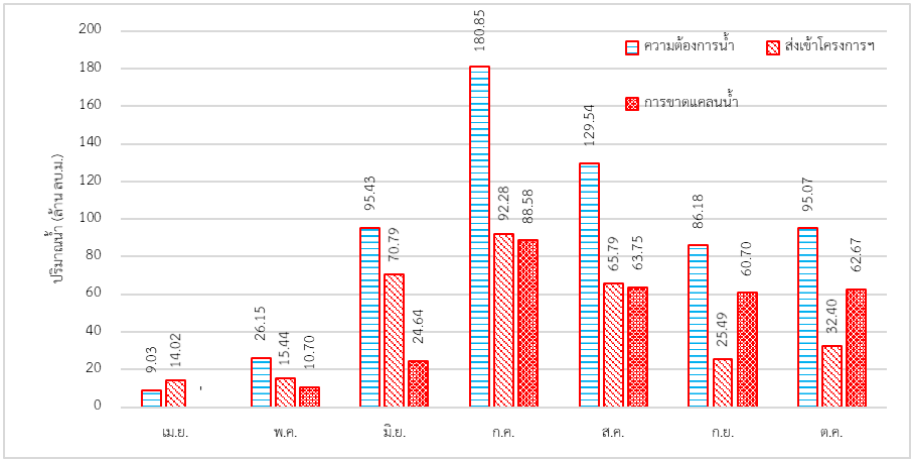


รูปแบบที่ 7 (RID-2559-standard)

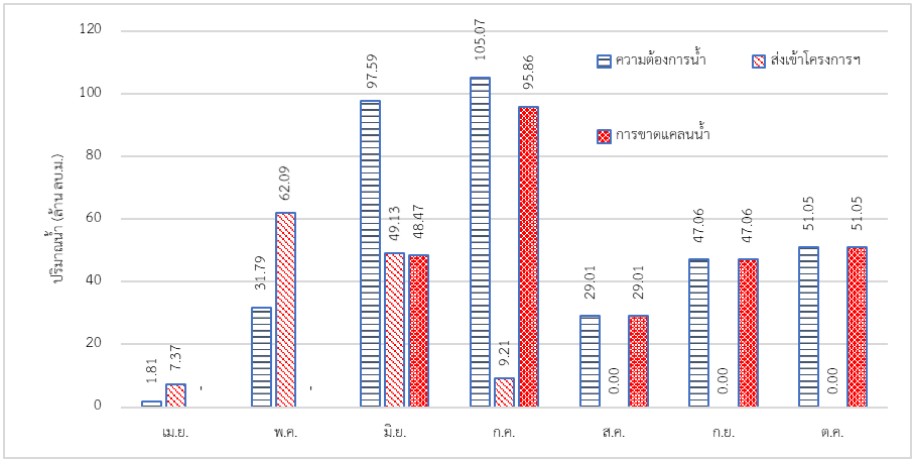


รูปแบบที่ 8 (RID-2560-standard)

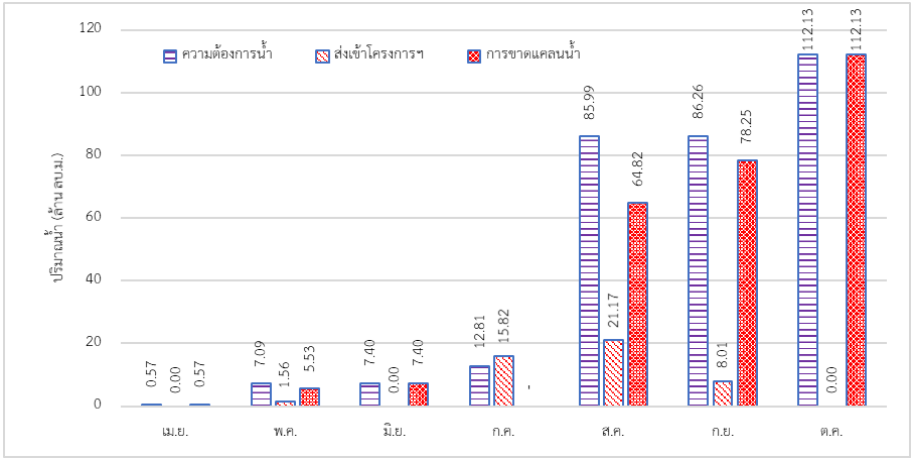
รูปที่ 6-57 (ต่อ) การขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคม ที่เกิดขึ้นกับรูปแบบที่ 5 ถึง 8



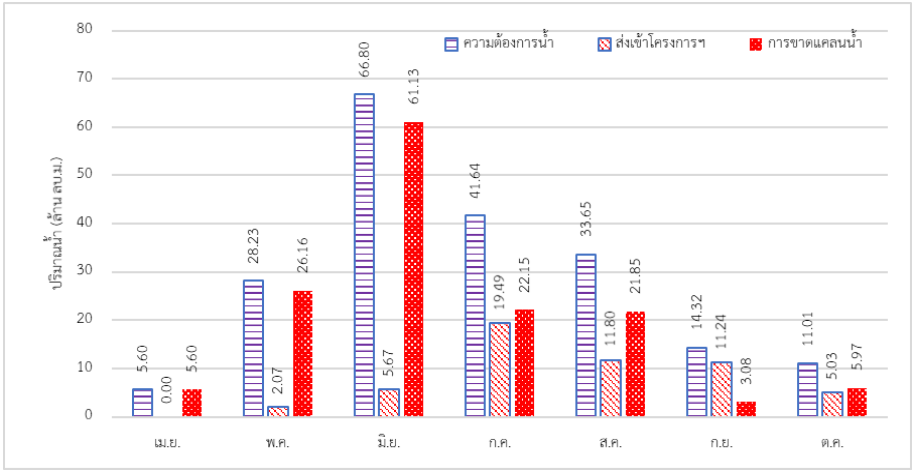
รูปแบบที่ 9 (RID-2562-standard)



รูปแบบที่ 10 (GISTDA-2558-sms)

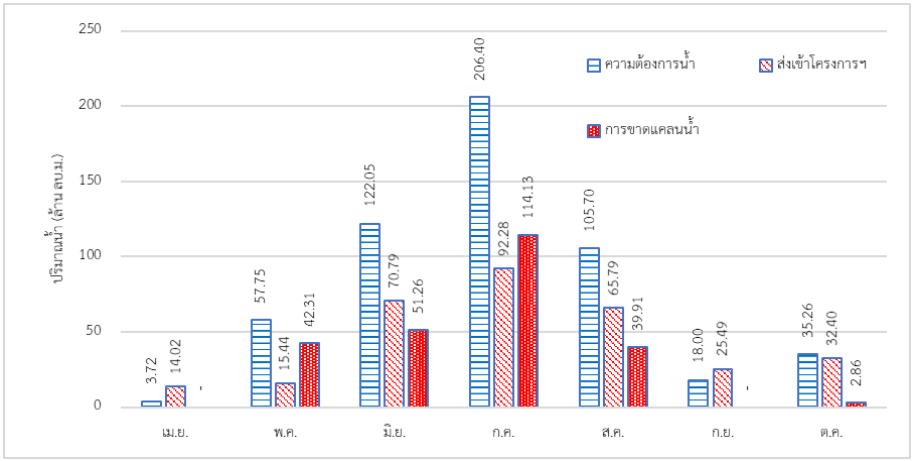


รูปแบบที่ 11 (GISTDA-2559-sms)

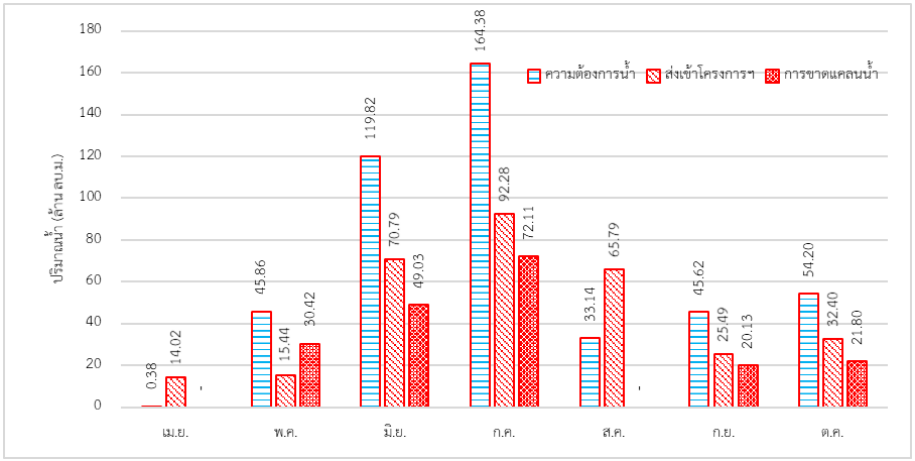


รูปแบบที่ 12 (GISTDA-2560-sms)

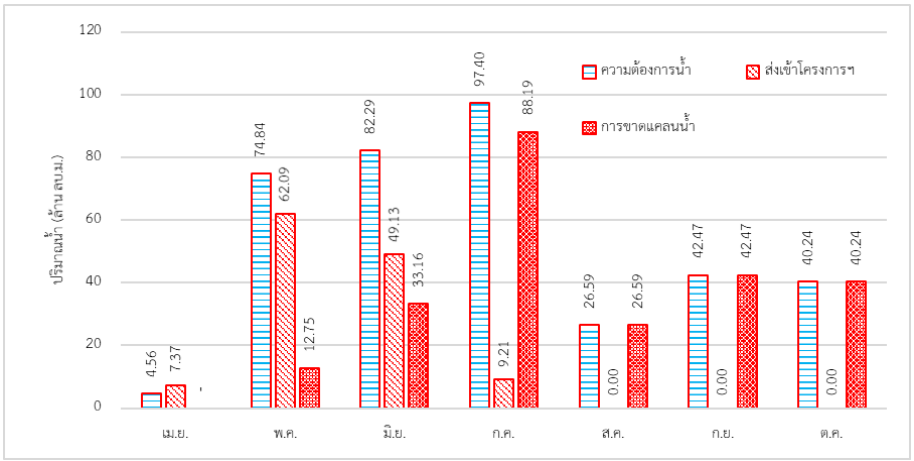
รูปที่ 6-57 (ต่อ) การขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคม ที่เกิดขึ้นกับรูปแบบที่ 9 ถึง 12



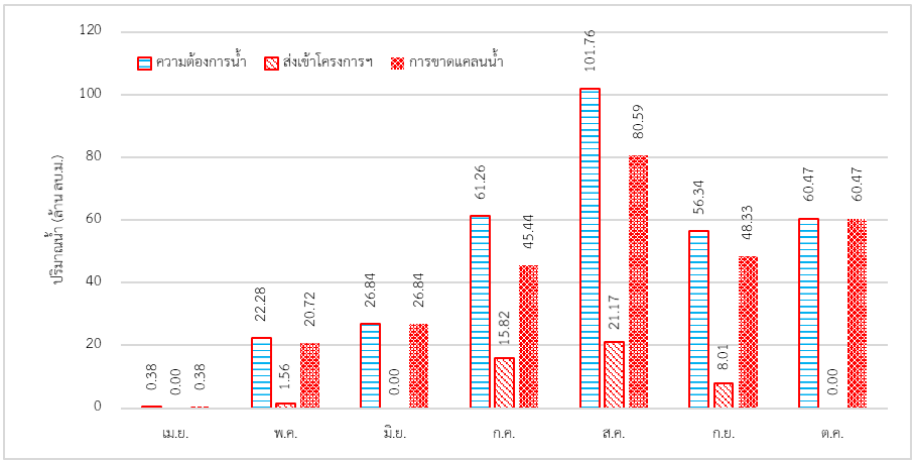
รูปแบบที่ 13 (GISTDA-2562-sms)



รูปแบบที่ 14 (Fullarea-sms)

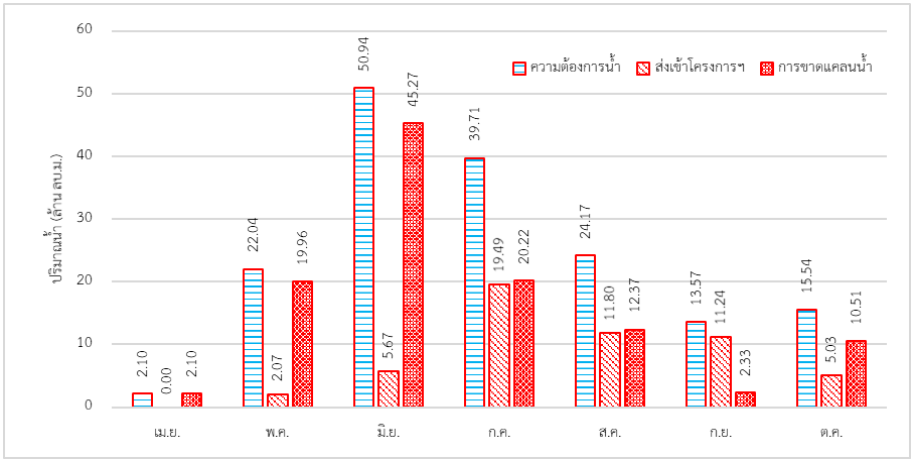


รูปแบบที่ 15 (RID-2558-sms)

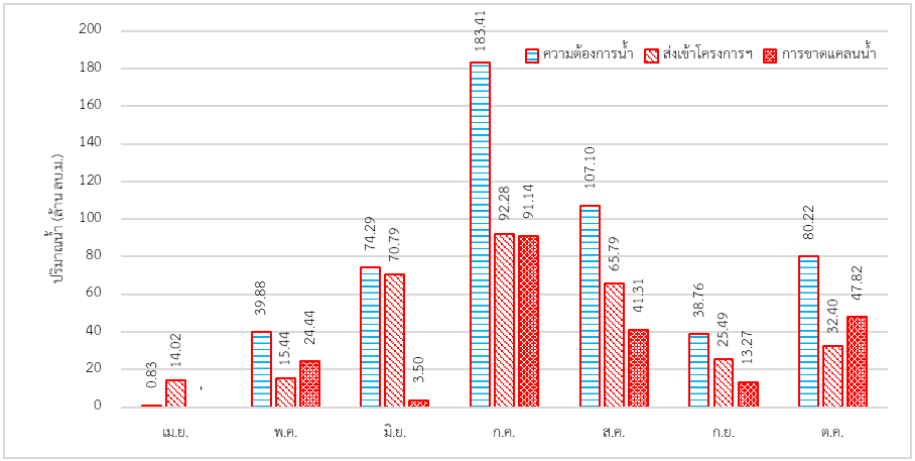


รูปแบบที่ 16 (RID-2559-sms)

รูปที่ 6-57 (ต่อ) การขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคม ที่เกิดขึ้นกับรูปแบบที่ 13 ถึง 16



รูปแบบที่ 17 (RID-2560-sms)



รูปแบบที่ 18 (RID-2562-sms)

รูปที่ 6-57 (ต่อ) การขาดแคลนน้ำตั้งแต่เดือนเมษายน – ตุลาคม ที่เกิดขึ้นกับรูปแบบที่ 17 และ 18

6.4.5 สรุปผล

เมื่อมีการปรับแผนการส่งน้ำจากเดิม 1 มิถุนายน ถึง 31 ตุลาคม เป็น 1 เมษายน ถึง 31 ตุลาคม และปรับกระบวนการประเมินความต้องการน้ำภาคเกษตรให้สอดคล้องกับการปฏิบัติจริงของเกษตรโดยแบบจำลอง WAM จากตารางที่ 6-13 พบว่า พ.ศ. 2558 ปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 337.42-472.47 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 243.42-271.45 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ. 2559 ปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 445.60-506.14 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 268.69-282.76 ล้านลูกบาศก์เมตรพ.ศ. 2560 ปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 300.83-452.61 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 112.75-145.94 ล้านลูกบาศก์เมตร และ พ.ศ. 2562 มีปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 311.04-460.36 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 221.48-250.46 ล้านลูกบาศก์เมตร และกรณีเพาะปลูกเต็มพื้นที่ แบบจำลอง WAM จะมีประสิทธิภาพแตกต่างจากการคำนวณความต้องการน้ำแบบมาตรฐานมากยิ่งขึ้นเมื่อปริมาณฝนตกมาก ดังเช่นกรณี พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นปีฝนมากแบบจำลอง WAM สามารถลดการขาดแคลนน้ำได้ถึง 67.76%

ผลการวเคราะห์ความต้องการน้ำของข้าวและอ้อยซึ่งเป็นพืชที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมากในเขตพื้นที่โครงการพบกว่าข้าวมีความต้องการน้ำต่อไร่มากที่สุดอยู่ระหว่าง 447.58 - 1,134.08 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกเดิมและการประเมินความต้องการน้ำแบบมาตรฐาน และ 164.49 - 739.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวคิดในการประหยัดน้ำและประเมินความต้องการน้ำแบบจำลองความชื้นในดิน ในขณะที่อ้อยมีความต้องการน้ำอยู่ระหว่าง 442.55 - 948.41 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกเดิมและการประเมินความต้องการน้ำแบบมาตรฐาน และ 390.35 - 984.77 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวคิดในการประหยัดน้ำและประเมินความต้องการน้ำแบบจำลองความชื้นในดิน

ตารางที่ 6-13 เปรียบเทียบปริมาณการขาดแคลนน้ำระหว่างรูปแบบการเพาะปลูก การประเมินความต้องการน้ำแบบเดิมและแนวคิดในการประหยัดน้ำ

รูปแบบ	ปริมาณการขาดแคลนน้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตร)		เปอร์เซ็นต์การลดลงของการขาดแคลนน้ำ
	รูปแบบการเพาะปลูกและการประเมินความต้องการน้ำแบบมาตรฐาน	รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวคิดในการประหยัดน้ำและประเมินความต้องการน้ำแบบจำลองความชื้นในดิน	
วิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกจากข้อมูล GISTDA			
2558	472.47	271.45	42.55
2559	506.14	268.69	46.91
2560	452.61	145.94	67.76
2562	460.36	250.46	45.60
เพาะปลูกเต็มพื้นที่			
	396.78	193.48	51.24
ข้อมูลเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน			
2558	337.99	243.42	27.98
2559	445.60	282.76	36.54
2560	300.83	112.75	62.52
2562	311.04	221.48	28.79

ตาราง 6-14 ความต้องการน้ำของข้าวและอ้อยเฉลี่ยต่อไร่

รูปแบบ	ปริมาณความต้องการน้ำสำหรับเพาะปลูกต่อไร่(ลูกบาศก์เมตร)			
	รูปแบบการเพาะปลูกและการประเมินความต้องการน้ำแบบมาตรฐาน		รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวคิดในการประหยัดน้ำและประเมินความต้องการน้ำแบบจำลองความชื้นในดิน	
	ข้าว	อ้อย	ข้าว	อ้อย
วิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกจากข้อมูลGISTDA				
2558	960.43	556.84	517.84	548.78
2559	891.97	527.51	463.94	402.05
2560	709.86	442.55	237.46	393.72
2562	1,134.08	759.21	739.16	784.46
เพาะปลูกเต็มพื้นที่				
	926.65	524.83	460.77	555.18
ข้อมูลเพาะปลูกรายสัปดาห์จากกรมชลประทาน				
2558	535.45	948.41	346.99	984.77
2559	514.18	943.48	344.30	597.37
2560	447.58	943.48	164.49	390.35
2562	768.25	699.66	591.85	757.88

6.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองความต้องการน้ำและการจัดสรรน้ำ

จากการจัดทำแบบจำลองความต้องการน้ำร่วมกับการประเมินความชื้นในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ โดยมีรูปแบบการให้น้ำและการใช้น้ำตามกลุ่มผู้ใช้น้ำจากคลองเดียวกันสอดคล้องกับการปฏิบัติจริงของเกษตรโดยใช้แบบจำลอง WAM ที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัย สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง พบว่า พ.ศ. 2558 ปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 337.42 ถึง 472.47 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 243.42 ถึง 271.45 ล้านลูกบาศก์เมตร พ.ศ. 2559 ปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 445.60 ถึง 506.14 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 268.69 ถึง 282.76 ล้านลูกบาศก์เมตรพ.ศ. 2560 ปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 300.83 ถึง 452.61 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 112.75 ถึง 145.94 ล้านลูกบาศก์เมตร และ พ.ศ. 2562 มีปริมาณการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 311.04 ถึง 460.36 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 221.48 ถึง 250.46 ล้านลูกบาศก์เมตร และกรณีเพาะปลูกเต็มพื้นที่ แบบจำลอง WAM จะมีประสิทธิภาพแตกต่างจากการคำนวณความต้องการน้ำแบบมาตรฐานมากยิ่งขึ้นเมื่อปริมาณฝนตกมาก ดังเช่นกรณี พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นปีฝนมากแบบจำลอง WAM สามารถลดการขาดแคลนน้ำได้ถึงร้อยละ 67.76 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณการขาดแคลนน้ำระหว่างรูปแบบการเพาะปลูก การประเมินความต้องการน้ำแบบเดิมและแนวคิดในการประหยัดน้ำในตารางที่ 6-13

ผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำของข้าวและอ้อยซึ่งเป็นพืชที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมากในเขตพื้นที่โครงการพบกว่าข้าวมีความต้องการน้ำต่อไร่มากที่สุดอยู่ระหว่าง 447.58 ถึง 1,134.08 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกเดิมและการประเมินความต้องการน้ำแบบมาตรฐาน และ 164.49 ถึง 739.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวคิดในการประหยัดน้ำและประเมินความต้องการน้ำแบบจำลองความชื้นในดิน ในขณะที่อ้อยมีความต้องการน้ำอยู่ระหว่าง 442.55 ถึง 948.41 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกเดิมและการประเมินความต้องการน้ำแบบมาตรฐาน และ 390.35 ถึง 984.77 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อใช้รูปแบบการเพาะปลูกตามแนวคิดในการประหยัดน้ำและประเมินความต้องการน้ำแบบจำลองความชื้นในดิน สรุปความต้องการน้ำของข้าวและอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ในตารางที่ 6-14

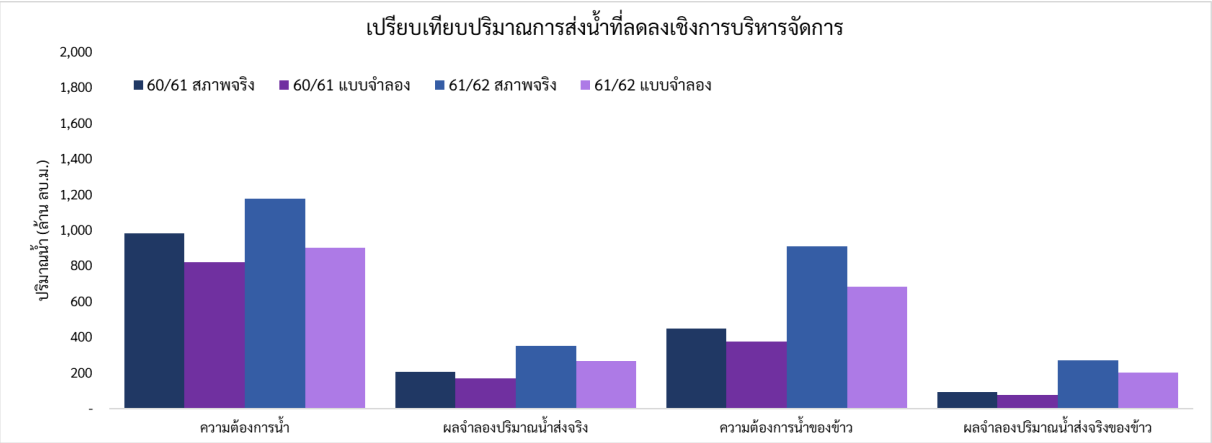
6.6 ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานในการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทาน โดยเฉลี่ยร้อยละ 15

การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการได้ใช้แบบจำลอง WAM ที่พัฒนาขึ้นจากโครงการวิจัยฯ ในการจำลองสถานการณ์ปริมาณการส่งน้ำจากสภาพจริงและแบบจำลอง เพื่อประเมินการลดการสูญเสียของปริมาณน้ำที่จัดสรรเข้าพื้นที่ชลประทาน ในช่วงฤดูแล้ง 60/61 และฤดูแล้ง 61/62 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการในตารางที่ 6-16 และรูปที่ 6-58 โดยจากผลการทดสอบการใช้งานแบบจำลอง พบว่า ในฤดูแล้ง 60/61 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีพื้นที่เพาะปลูก 449,178 ไร่ ได้รับน้ำเข้าโครงการ 205.03 ล้าน ลบ.ม. โดยจากแบบจำลอง WAM ได้จำลองปริมาณการใช้น้ำจากพื้นที่เพาะปลูกคิดเป็นปริมาณ 170.96 ล้าน ลบ.ม. สามารถประหยัดน้ำจากการส่งจริงได้ 34.07 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 16.62 ส่วนในฤดูแล้ง 61/62 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีพื้นที่เพาะปลูก 492,129 ไร่ ได้รับน้ำเข้าโครงการจริง 349.57 ล้าน ลบ.ม. โดยจากแบบจำลอง WAM สามารถประหยัดน้ำเปรียบเทียบกับปริมาณการส่งจริงได้ถึง 81.37 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 23.28 จากการจำลองปริมาณการใช้น้ำตามแนวคิดของโครงการวิจัยฯ ร่วมกับความชื้นของดิน ซึ่งมีปริมาณความต้องการคิดเป็นปริมาณ 268.20 ล้าน ลบ.ม.

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ปลูกข้าว พบว่าใน ฤดูแล้ง 60/61 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีปริมาณน้ำได้รับจริง 93.62 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 344,948 ไร่ โดยจากการจำลองด้วยแบบจำลอง WAM ตามแนวคิดของโครงการสามารถลดการสูญเสียของน้ำได้ร้อยละ 16.47 คิดเป็นปริมาณ 15.42 ล้าน ลบ.ม. จากการจำลองปริมาณความต้องการน้ำร่วมกับความชื้นดิน ซึ่งพบว่าสามารถจัดสรรน้ำให้แก่พื้นที่เกษตรกรรมปลูกข้าวได้ที่ปริมาณ 78.20 ล้าน ลบ.ม. เพื่อลดการสูญเสียปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำได้ ส่วนในฤดูแล้ง 61/62 พบว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีปริมาณน้ำได้รับจริง 270.50 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 373,799 ไร่ โดยจากการจำลองด้วยแบบจำลอง WAM ตามแนวคิดของโครงการมีความต้องการน้ำคิดเป็นปริมาณ 68.17 ล้าน ลบ.ม. สามารถลดปริมาณการส่งน้ำจากการลดปริมาณการสูญเสียน้ำในการจัดสรรน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานได้ร้อยละ 25.20

ตารางที่ 6-15 เปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการ

การประหยัดน้ำเชิงการบริหารจัดการ	ฤดูแล้ง 60/61	ฤดูแล้ง 61/62
ภาพรวมทั้งโครงการ		
ปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	205.03	349.57
พื้นที่เพาะปลูกจริง (ไร่)	449,178	492,129
ผลจำลองปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	170.96	268.20
ประหยัดน้ำ (%)	16.62%	23.28%
ประหยัดน้ำจากการส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	34.07	81.37
เฉพาะพื้นที่เพาะปลูกข้าว		
ปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	93.62	270.50
พื้นที่เพาะปลูกข้าว (ไร่)	344,948	373,799
ผลจำลองปริมาณน้ำส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	78.20	202.33
ประหยัดน้ำ (%)	16.47%	25.20%
ประหยัดน้ำจากการส่งจริง (ล้าน ลบ.ม.)	15.42	68.17



รูปที่ 6-58 เปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำที่ลดลงเชิงการบริหารจัดการ

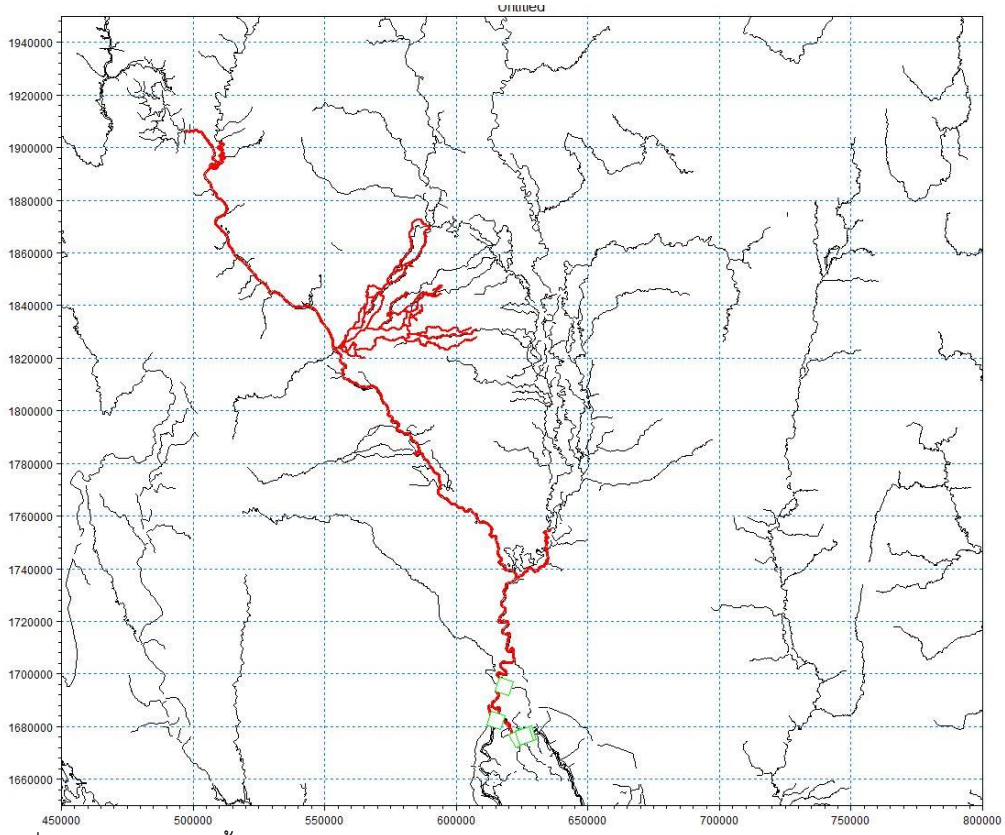
บทที่ 7

ผลการจัดทำแบบจำลองการไหลในลำน้ำปิง และคลองส่งน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

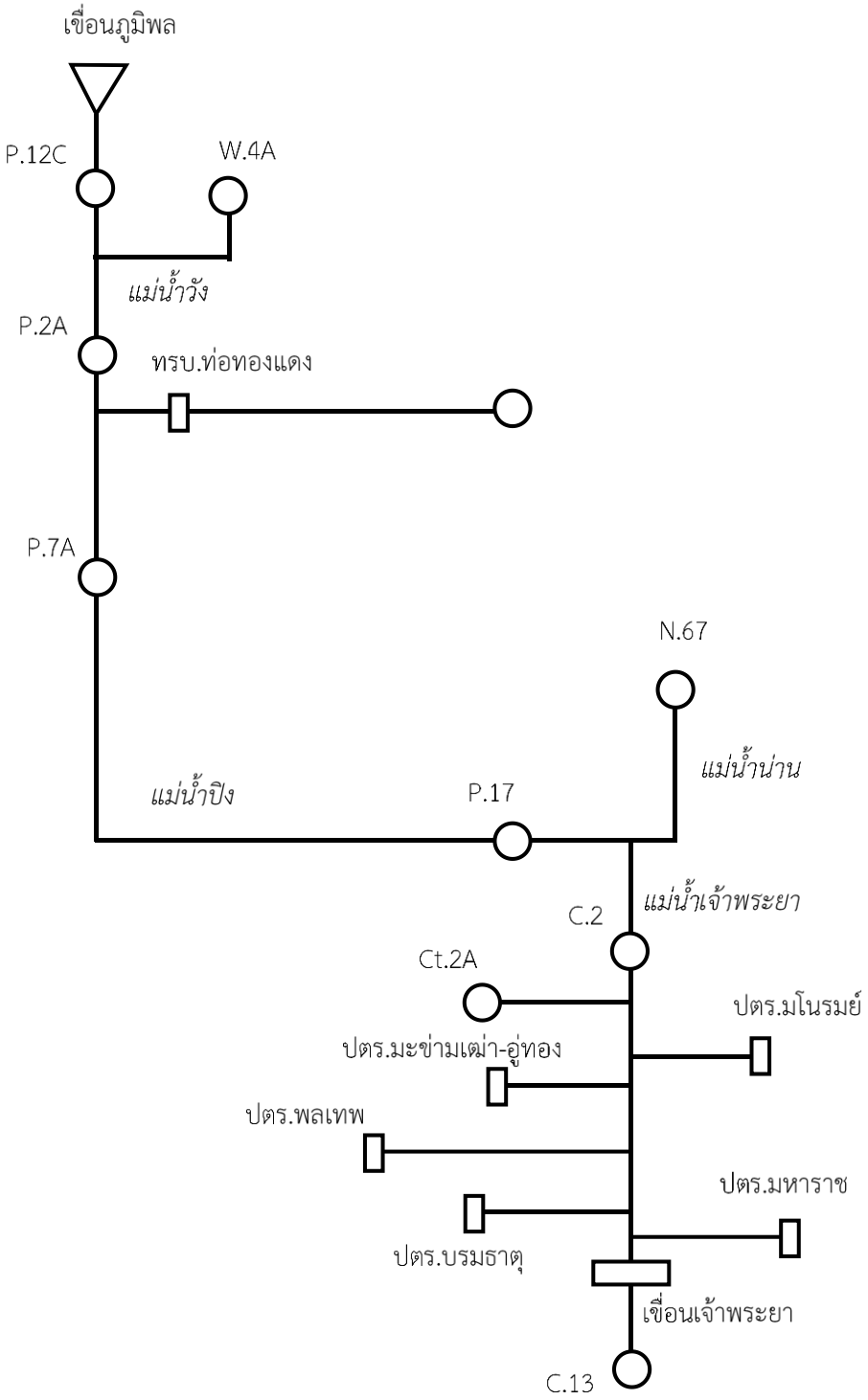
การจัดทำแบบจำลองการไหลในแม่น้ำปิง และคลองส่งน้ำสายหลักของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ประกอบด้วย การจัดทำแบบจำลองการไหลในลำน้ำปิง ซึ่งเป็นผลการปรับเทียบปริมาณน้ำท่าของสถานีน้ำท่าในลำน้ำหลัก โดยใช้แบบจำลอง MIKE11HD ในการจำลองสภาพการไหล จากนั้นได้ทำการจำลองการไหลในคลองส่งน้ำสายหลัก ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ซึ่งประกอบด้วยการจำลองการไหลในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC, 2L-MC, 3L-MC, 1R-MC, 2R-MC, และ 3R-MC รวม 6 สาย และได้ทำการจำลองสถานการณ์การไหลในคลองส่งน้ำในสถานการณ์ปัจจุบันปี 2562 รวมถึงการจำลองสภาพการไหลของน้ำร่วมกับการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม ซึ่งเชื่อมโยงกับบทที่ 7 จากแนวคิดในการประหยัดการใช้น้ำชลประทานของโครงการวิจัยฯ โดยมีรายละเอียดดังนี้

7.1 การจัดทำแบบจำลองการไหลในลำน้ำปิง

การศึกษาสภาพการไหลของน้ำในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 HD เพื่อวิเคราะห์สภาพการไหลที่ส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำคลอบคลุมกรณีปีน้ำปกติ น้ำน้อย และน้ำปกติในปีพ.ศ. 2556 2558 และ 2560 ตามลำดับ โดยจะนำไปสู่การเชื่อมโยงกับแบบจำลองจัดสรรน้ำของโซนการใช้น้ำต่างๆ การระบายน้ำและผันน้ำไปยังพื้นที่ใกล้เคียง รวมทั้งการเชื่อมโยงกับระบบตัดสินใจและการส่งน้ำอัตโนมัติของโครงการฯ การศึกษาสภาพการไหลในส่วนนี้ ได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาเริ่มต้นจากท้ายเขื่อนภูมิพลในลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวังเริ่มต้นที่สถานี W4A ลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่านใช้ตัวแทนปริมาณน้ำจากสถานี N.67 และกำหนดสถานี C.13 ด้านท้ายเขื่อนเจ้าพระยาเป็นขอบเขตด้านท้ายของการศึกษาแบบจำลอง แสดงโครงข่ายแม่น้ำที่กำหนดในแบบจำลองการไหลและขอบเขตการศึกษาของการจำลองปริมาณการไหลดังรูปที่ 7-1 และรูปที่ 7-2 ตามลำดับ



รูปที่ 7-1 โครงข่ายแม่น้ำของการจำลองปริมาณการไหล



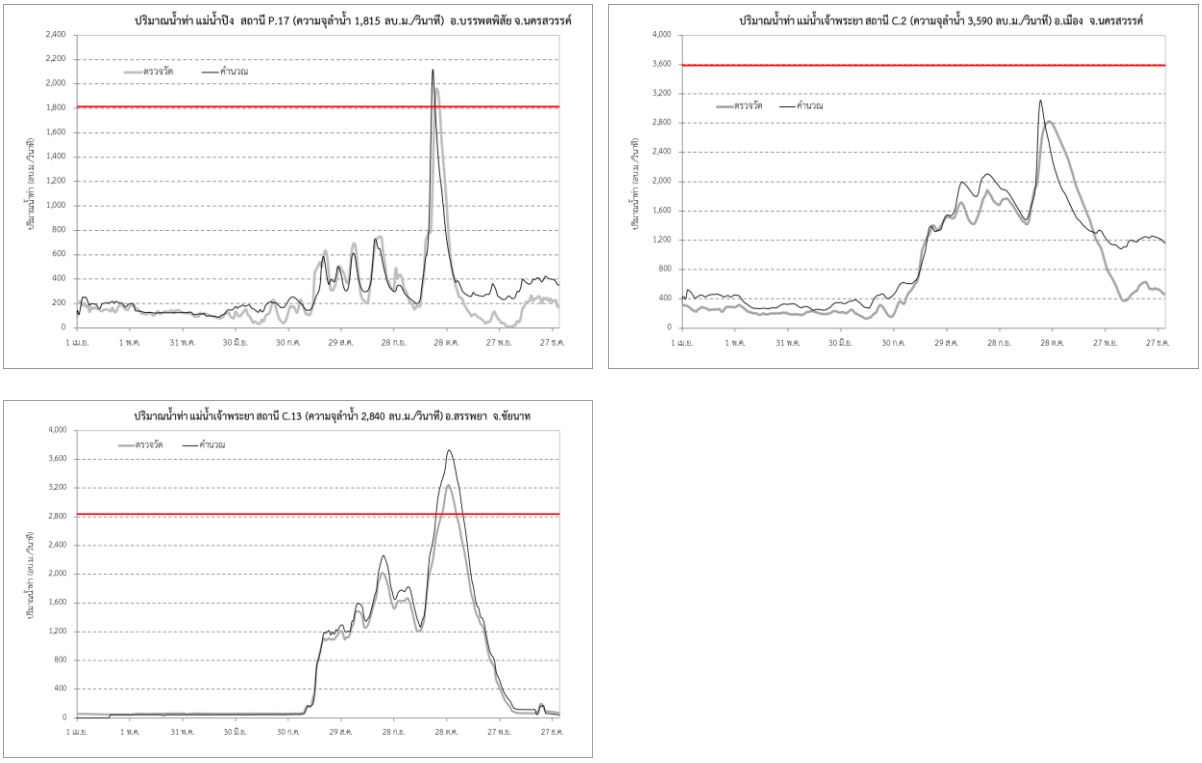
รูปที่ 7-2 ขอบเขตการศึกษาของการจำลองปริมาณการไหล

ผลการปรับเทียบแบบจำลองการไหลในลำน้ำ ในปี 2553 ที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดน้ำท่าในแม่น้ำปิง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน และแม่น้ำเจ้าพระยา แสดงในรูปที่ 7-3 พบว่าปริมาณการไหลในลำน้ำที่สถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ สถานี C.2 อ.เมือง จ.นครสวรรค์ สถานี C.13 อ.สรรพยา จ.ชัยนาท สถานี C.7A อ.เมืองอ่างทอง จ.อ่างทอง และสถานี N.67 อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ มีค่าปริมาณการไหลที่ได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดจริง โดยมีค่า

สัมประสิทธสหสัมพันธ์ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่ำสุดที่ร้อยละ 87.7 และสูงสุดที่ร้อยละ 93.5 ซึ่งมีค่าสูงกว่าร้อยละ 80 ถือว่าแบบจำลองมีความแม่นยำเป็นที่ยอมรับได้ สรุปผลการปรับเทียบแบบจำลองการไหลในลำน้ำในตารางที่ 7-1 แสดงผลการปรับเทียบรายสถานีในปี พ.ศ. 2553 ดังรูปที่ 7-3

ตารางที่ 7-1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการไหลในลำน้ำ

สถานีน้ำท่า	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation, R	ค่าดัชนีวัดประสิทธิผล Efficiency Index, EI	ค่าผลต่างความคลาดเคลื่อน (ลบ.ม. ต่อวินาที) Root Mean Square Error, RMSE
P.17	87.7%	76.7%	142.7
C.2	93.2%	82.8%	314.3
C.13	92.9%	97.0%	144.8



รูปที่ 7-3 ผลการปรับเทียบแบบจำลองการไหลในลำน้ำ

7.2 การจัดทำแบบจำลองการไหลในคลองส่งน้ำสายหลักและคลองส่งน้ำสายซอย

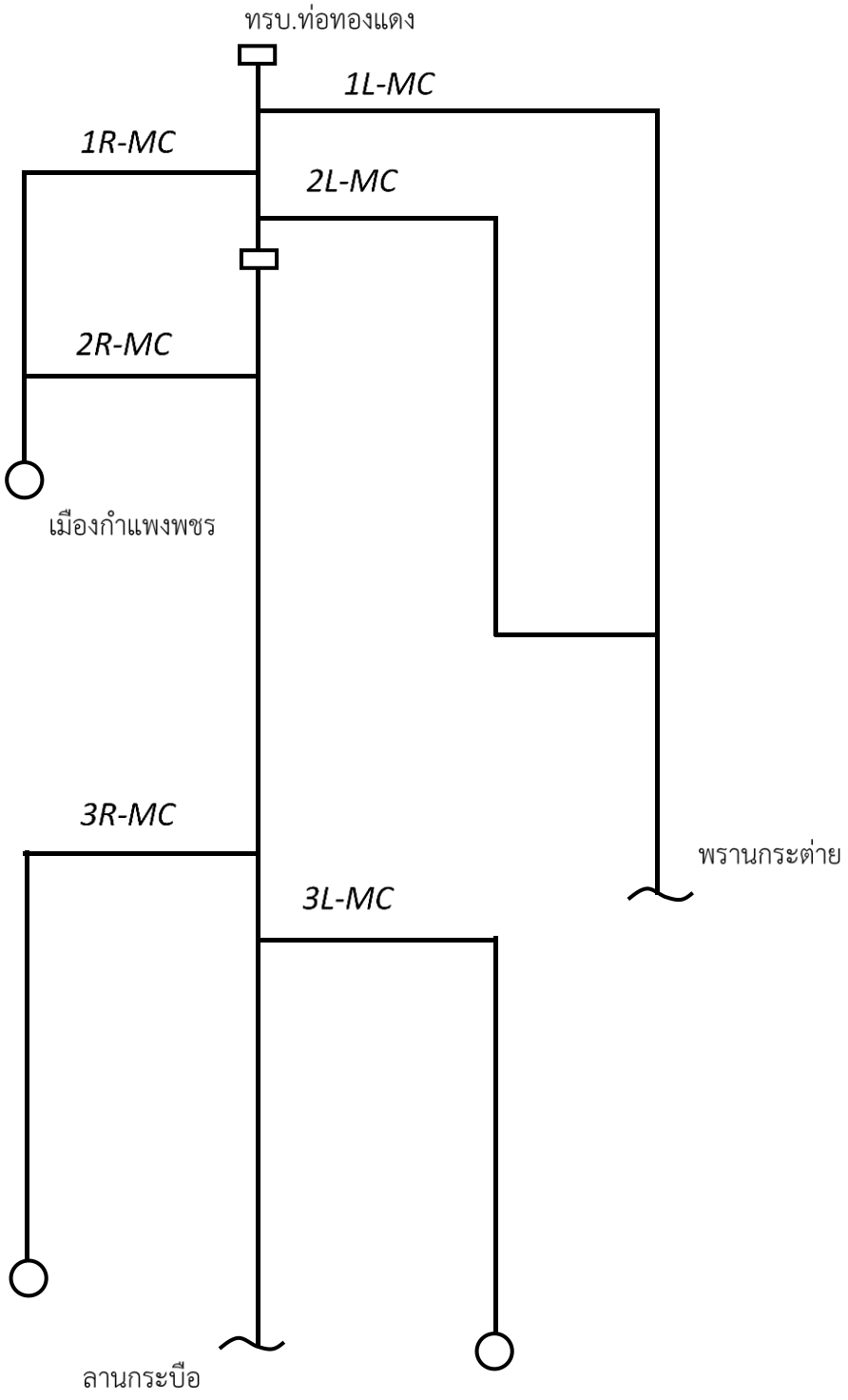
โครงการฯ ท่อทองแดงรับน้ำจากแม่น้ำปิง ผ่านอาคารปากคลอง ขนาด 2.90 x 3.00 เมตร จำนวน 5 ช่อง ออกแบบให้สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 70 ลบ.ม./วินาที ผ่านคลองส่งน้ำสายใหญ่ (MC) และกระจายน้ำต่อไปยัง 3 ฝ่ายส่งน้ำ ผ่านคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC, 2L-MC, 3L-MC, 1R-MC, 2R-MC, และ 3R-MC รวม 6 สาย และส่งต่อไปยังคลองส่งน้ำสายแยกซอยรวม 10 สาย สรุปรายละเอียดในตารางที่ 7-2 ผังจำลองการไหลของน้ำในโครงการแสดงดังรูปที่ 7-4 โดยปลายคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC อยู่ในพื้นที่อำเภอพรานกระต่าย และปริมาณน้ำส่วนเกินจะระบายลงไปยังพื้นที่อำเภอบางระกำ ซึ่งอยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำยม ส่วนปลายคลองส่งน้ำสายซอย 3L-MC และ 3R-MC อยู่ในพื้นที่อำเภอลานกระบือ และปลายคลองส่งน้ำสายใหญ่ MC สามารถที่จะระบายน้ำลงไปยังพื้นที่เชื่อมต่อกับโครงการฯ วังยาง และพื้นที่ลำน้ำสาขาของแม่น้ำยมในพิจิตรได้

จากผังการจำลองปริมาณน้ำ สามารถสร้างโครงข่ายการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำได้ดังรูปที่ 7-5 ซึ่งใช้ร่วมกับข้อมูลผลสำรวจรูปตัดทางน้ำ และสภาพภูมิประเทศ รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งอาคารบังคับน้ำต่างๆ ผลการจำลองเพื่อศึกษาปริมาณการไหลของน้ำในโครงการใช้ข้อมูลปี 2553 ปรับเทียบแบบจำลองจากกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคลองที่มี

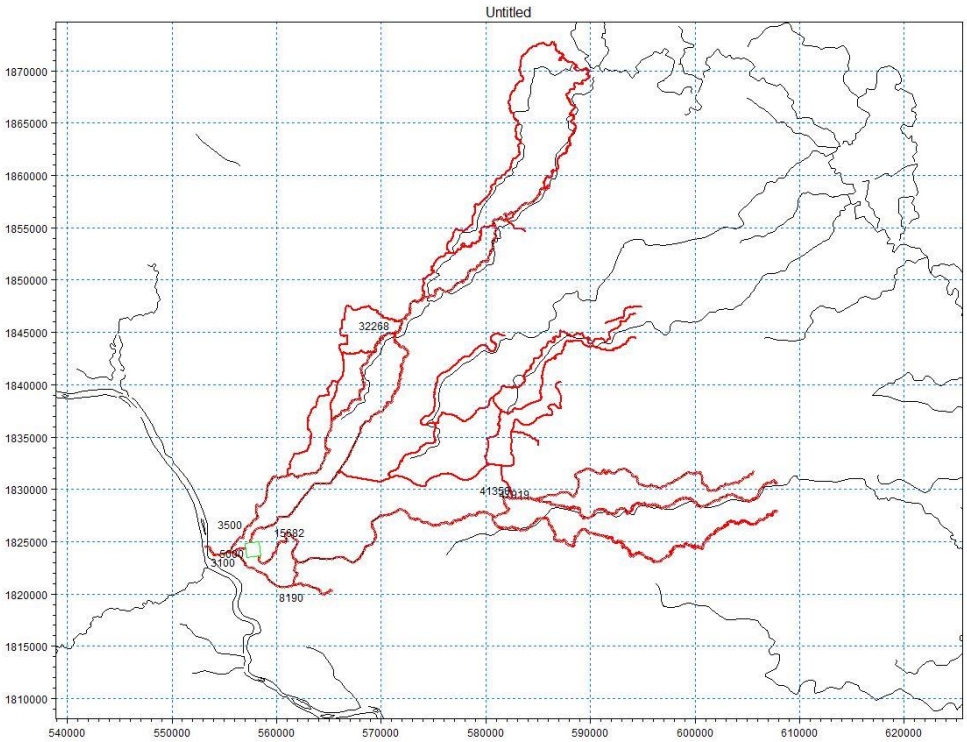
การดาดคอนกรีตเท่ากับ 0.028 และกำหนดคลองที่ไม่ได้ดาด หรือคลองดิน เท่ากับ 0.033 ผลการจำลองสภาพการไหลในคลองส่งน้ำสายหลัก MC และคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC, 2L-MC, 3L-MC, 1R-MC, 2R-MC, และ 3R-MC แสดงดังรูปที่ 7-6 ถึง 7-12 ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าปริมาณการไหลปกติของน้ำในคลองสายหลักอยู่ในระดับที่ต่ำ การผันน้ำเข้าสู่คลองสายซอยทำได้โดยการปรับควบคุมอาคารทดน้ำต่างๆ ที่อยู่ในโครงการ ซึ่งในทางปฏิบัติจึงเป็นภาระและอุปสรรคมาก

ตารางที่ 7-2 รายละเอียดคลองส่งน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง

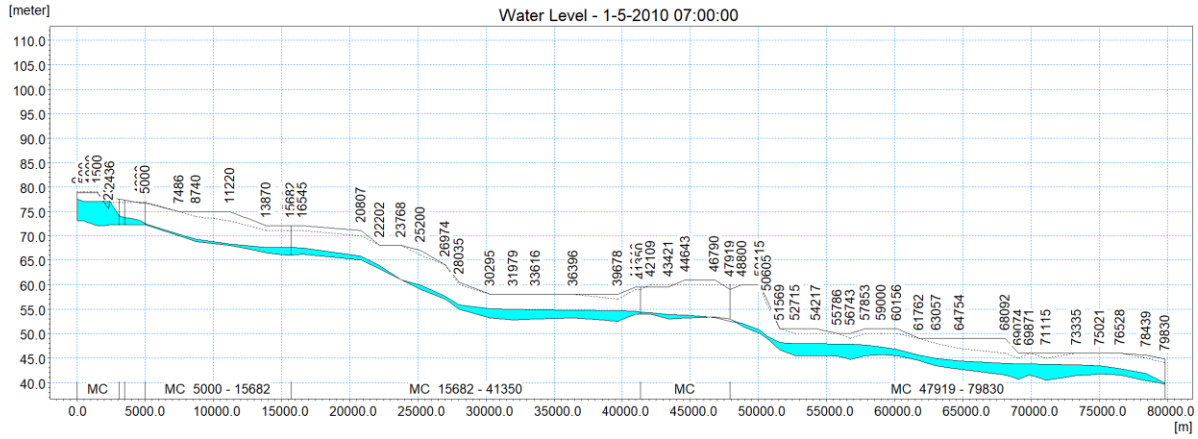
ลำดับที่	ชื่อคลอง	ความยาว กม.	ดาดคอนกรีต	คลองดิน
1	คลอง MC	79 + 830	27 + 190	52 + 637
2	คลอง 1L-MC	36 + 601		36 + 601
3	คลอง 2L-MC	37 + 500	2 + 600	34 + 900
4	คลอง 3L-MC	26 + 200		26 + 200
5	คลอง 1R-MC	13 + 155		13 + 155
6	คลอง 2R-MC	4 + 270	4 + 200	0 + 070
7	คลอง 3R-MC	46 + 910		46 + 910
8	คลอง 1L-1L-MC	16 + 000		16 + 000
9	คลอง 1R-2L-MC	43 + 000	1 + 390	41 + 602
10	คลอง 2L-1L-MC	14 + 000		14 + 000
11	คลอง 1L-2R-MC	5 + 820	0 + 200	5 + 620
12	คลอง 1R-1L-2L-MC	9 + 000	2 + 790	6 + 210
13	คลอง 1L-1R-2L-MC	43 + 000		43 + 000
14	คลอง 1R-1R-2L-MC	4 + 030	1 + 730	2 + 300
15	คลอง 2R-1R-2L-MC	20 + 138		20 + 138
16	คลอง 1R-1R-1R-2L-MC	11 + 750	0 + 100	11 + 650
17	คลอง 1R-1L-1R-2L-1R-MC	7 + 890		7 + 890
18	คลองปลายนา	4 + 000		4 + 000
19	คลองสารบบ	42 + 021		42 + 021
20	คลองสามพวง	42 + 652		42 + 652
21	คลองกว้าง	10 + 000		10 + 000
22	คลองหร่ายหมาตาย	2 + 500		2 + 500
23	คลองนาป่าแดง – คลองมะดัน	14 + 000		14 + 000
24	คลองตุรี	18 + 000		18 + 000
25	คลองท้องแม่น้ำ	25 + 000		25 + 000
	รวม	584 + 420	40+200	537 + 030



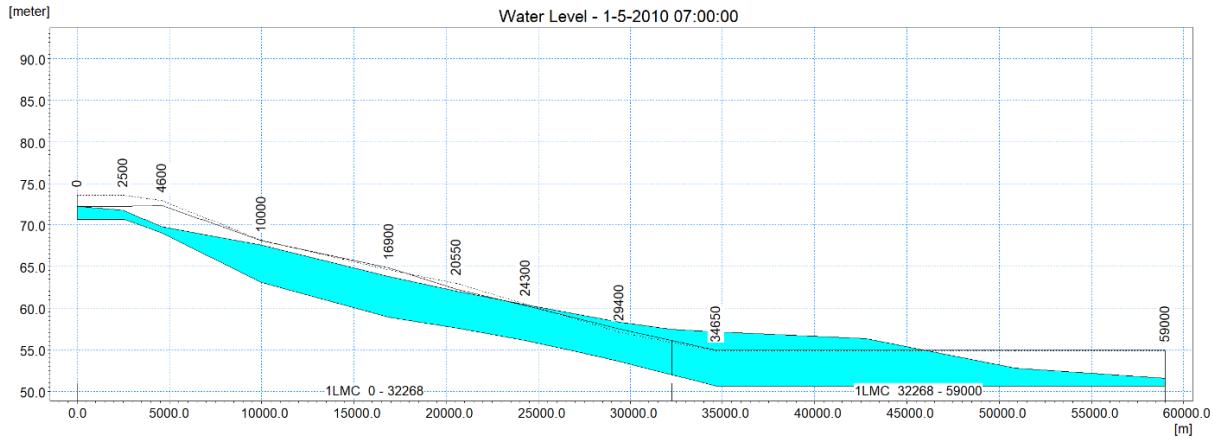
รูปที่ 7-4 ผังจำลองการปริมาณการไหลของน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง



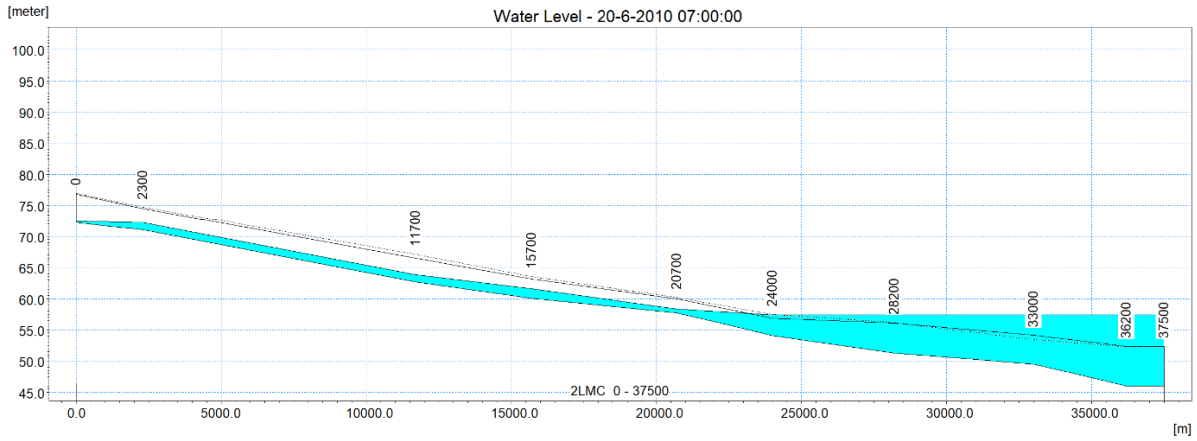
รูปที่ 7-5 โครงข่ายคลองส่งน้ำในแบบจำลองการไหลในโครงการฯ ท่อทองแดง



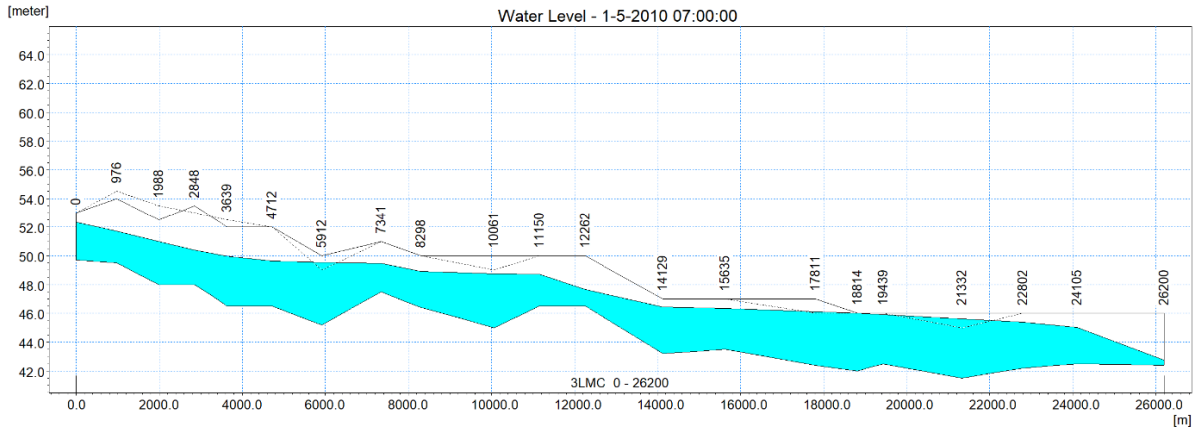
รูปที่ 7-6 ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก MC



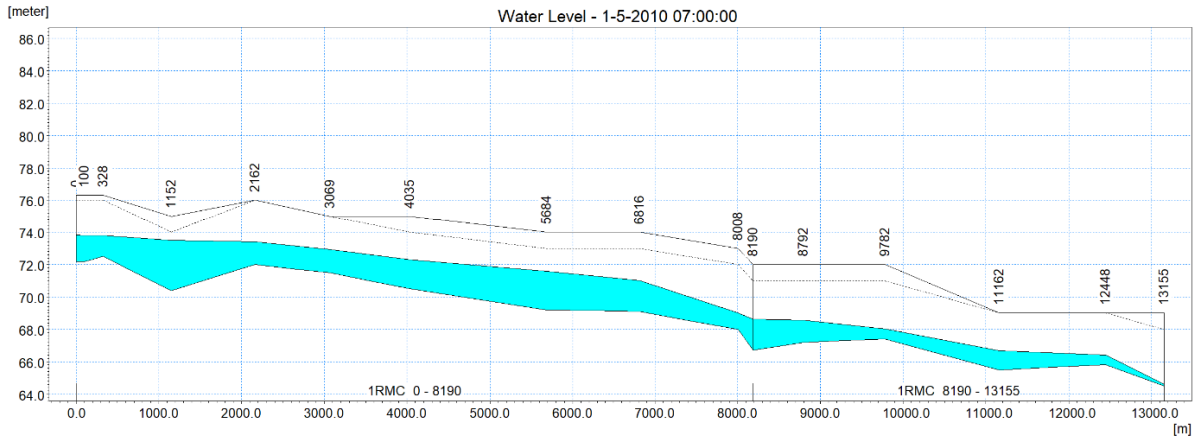
รูปที่ 7-7 ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 1L-MC



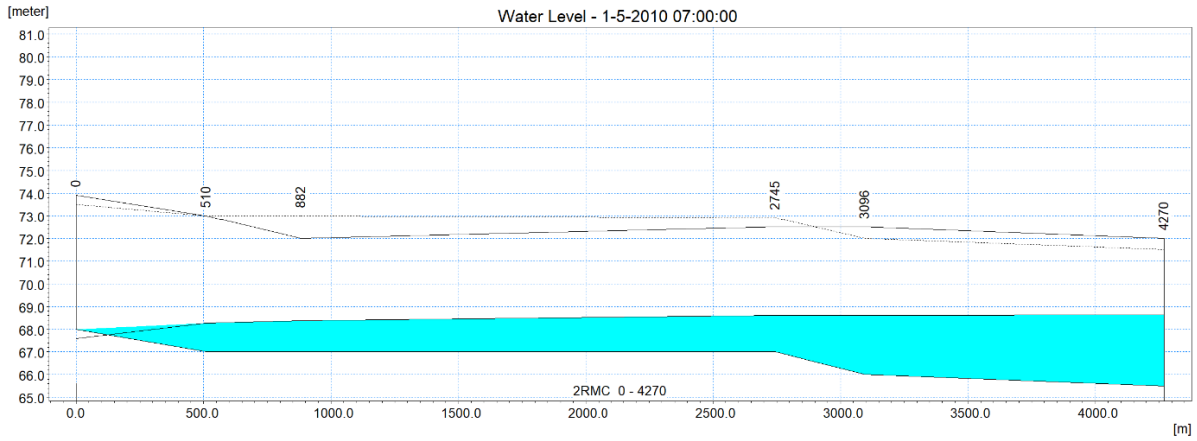
รูปที่ 7-8 ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 2L-MC



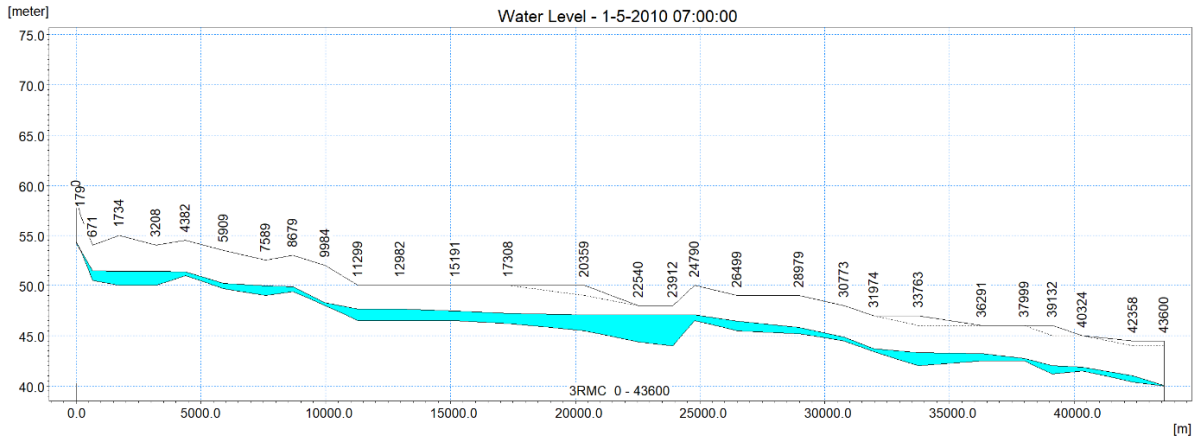
รูปที่ 7-9 ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 3L-MC



รูปที่ 7-10 ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 1R-MC



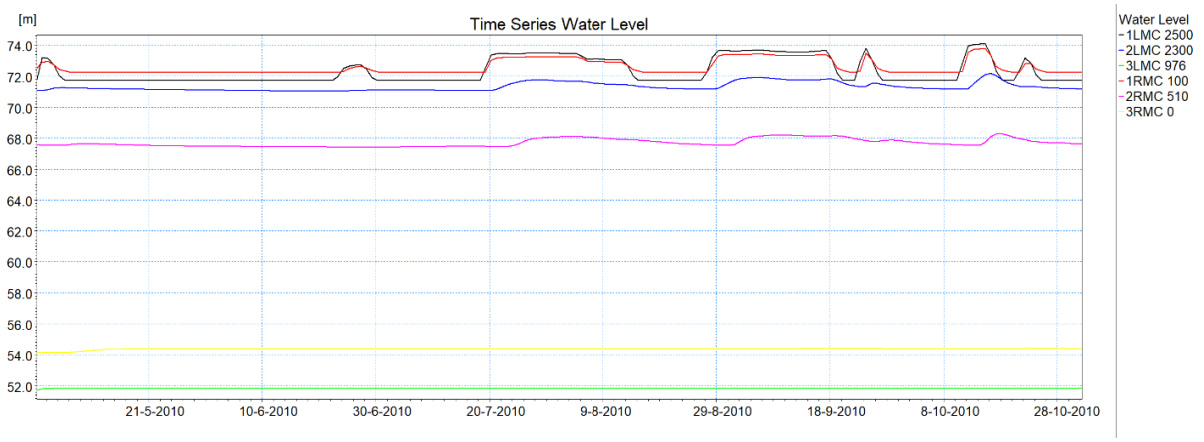
รูปที่ 7-11 ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 2R-MC



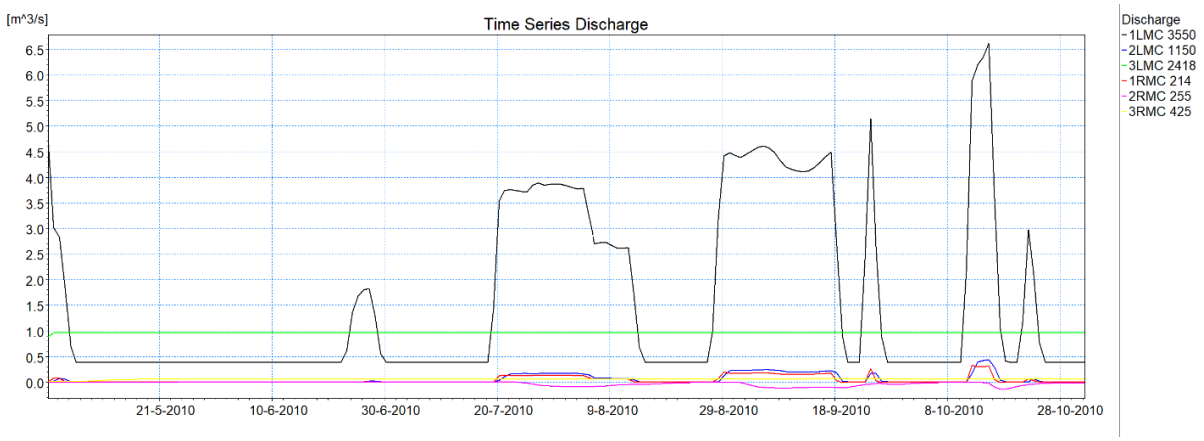
รูปที่ 7-12 ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก 3R-MC

ผลการจำลองปริมาณน้ำที่ไหลเข้าโครงการฯ ท่อทองแดงในช่วงเวลา 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553 มีค่าเฉลี่ยและค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.47 และ 7.73 ลบ.ม./วินาที โดยคลองส่งน้ำสายซอยฝั่งซ้าย 1L-MC และ 3L-MC มีปริมาณน้ำไหลเข้ามากกว่าคลองส่งน้ำสายอื่น ส่วนคลองส่งน้ำสายซอยฝั่งขวาจะเห็นว่ามีระดับน้ำในคลองต่ำกว่ามากโดยเฉพาะคลองส่งน้ำสายซอย 3R-MC รูปที่ 7-13 และ 7-14 แสดงผลจำลองระดับน้ำ และปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ซึ่งเริ่มส่งน้ำในเดือน พ.ค. และปริมาณการส่งน้ำส่วนใหญ่เริ่มในเดือน ก.ค.

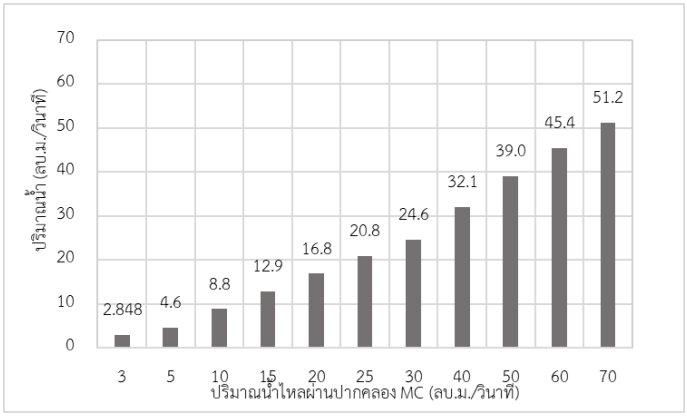
การจำลองปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารปากคลองท่อทองแดง 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, และ 70 ลบ.ม./วินาที แสดงค่าปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC, 2L-MC, 3L-MC, 1R-MC, 2R-MC, และ 3R-MC ดังรูปที่ 7-15 ถึง 7-20 ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าคลอง 1L-MC มีปริมาณน้ำเข้าพื้นที่มากที่สุด รองมาเป็นคลอง 2L-MC และเมื่อมีการส่งน้ำในต้นคลองท่อทองแดงมาก ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลถึงคลอง 3L-MC และ 3R-MC ที่อยู่ปลายคลองท่อทองแดงได้น้อย กรณีนี้ชี้ให้เห็นว่าสภาพปัจจุบันหากต้องการส่งน้ำไปยังพื้นที่ตอนท้ายของโครงการฯ จะต้องควบคุมปริมาณน้ำไม่ให้ไหลเข้าไปยังพื้นที่ต้นคลองส่งน้ำสายใหญ่



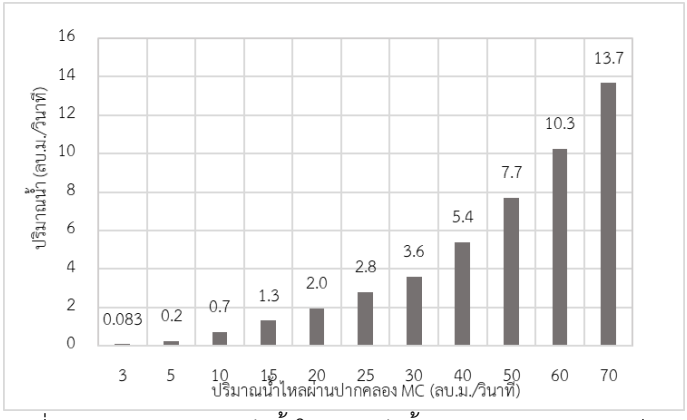
รูปที่ 7-13 ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553



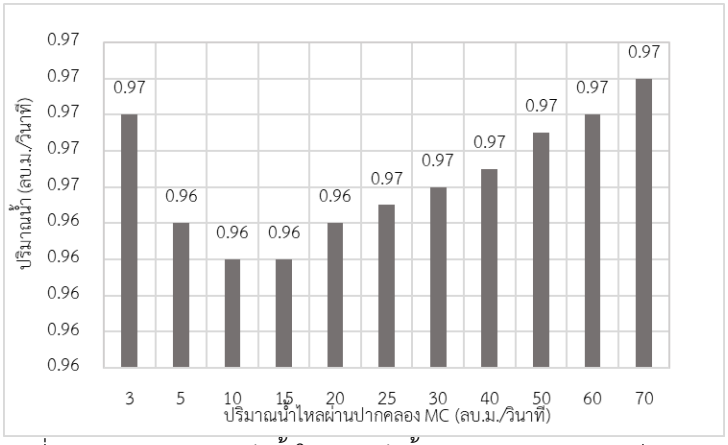
รูปที่ 7-14 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553



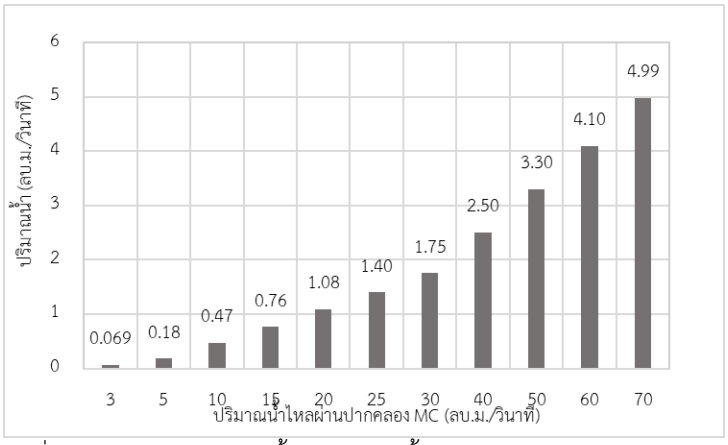
รูปที่ 7-15 ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน



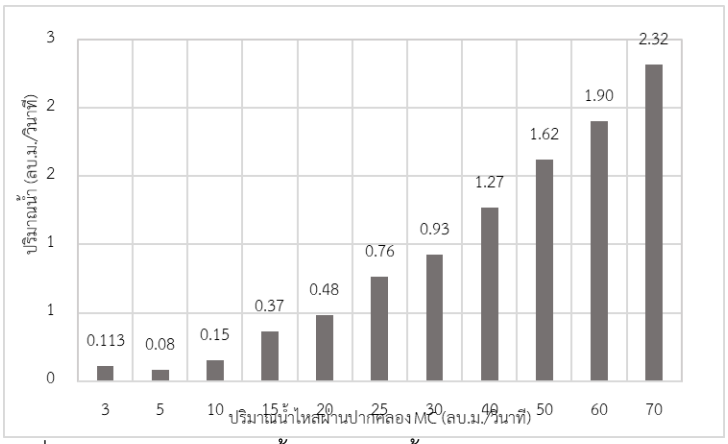
รูปที่ 7-16 ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2L-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน



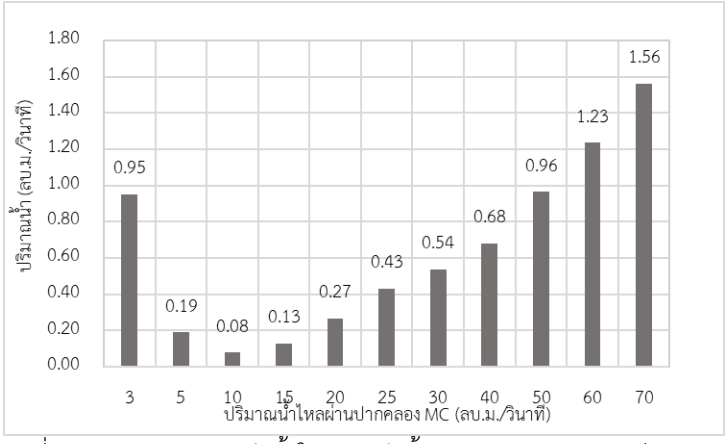
รูปที่ 7-17 ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3L-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน



รูปที่ 7-18 ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1R-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน



รูปที่ 7-19 ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2R-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน



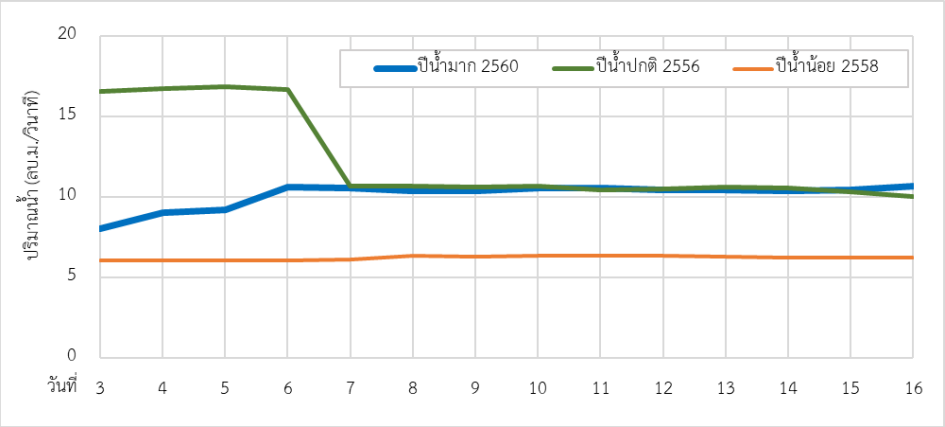
รูปที่ 7-20 ผลจำลองระดับน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3R-MC กรณีปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารรับน้ำต่างกัน

7.2.1 การจำลองสถานการณ์การไหลในคลองส่งน้ำกรณีน้ำมาก น้ำปกติ และน้ำน้อย

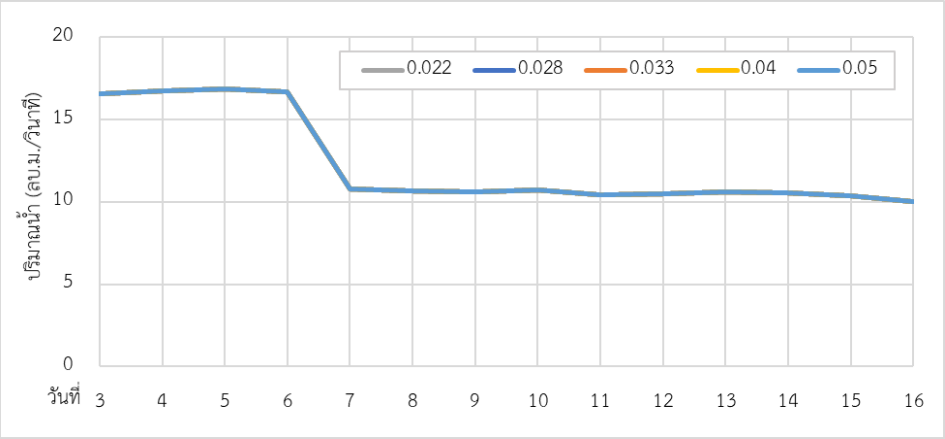
การบริหารจัดการน้ำของโครงการฯ ในช่วงฤดูฝน จะส่งน้ำเข้าสู่คลองต่างๆ เสริมปริมาณน้ำฝนที่ไม่เพียงพอในพื้นที่และเป็นไปตามแผนการส่งน้ำประจำสัปดาห์ของกรมชลประทาน ส่วนในฤดูแล้ง จะส่งน้ำเข้าสู่คลองต่างๆ ตามสัดส่วนพื้นที่การเพาะปลูก จากข้อมูลปริมาณน้ำที่รับเข้าโครงการช่วงเวลาเดียวกันในวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก น้ำปกติ และน้ำน้อย แสดงดังรูปที่ 7-21 ซึ่งจะเห็นว่าในปี 2560 ซึ่งมีปริมาณฝนตกมาก จึงมีความต้องการใช้น้ำในพื้นที่น้อยกว่าปี 2556 ซึ่งเป็นปีฝนปกติ ส่วนในปี 2558 ซึ่งมีปริมาณฝนตกน้อย จึงมีความจำเป็นต้องส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกได้ลดลง

การวิเคราะห์สภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายใหญ่ และคลองส่งน้ำสายซอยกรณีกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน ใช้ข้อมูลปี 2556 แสดงผลการจำลองดังรูปที่ 7-22 ถึง 7-28 จะเห็นว่าความขรุขระของลำน้ำจะมีผลกระทบต่อการไหลของน้ำในกรณีมีปริมาณน้ำน้อยเท่านั้น ตารางที่ 7-3 สรุปค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และปริมาณน้ำรวมที่ได้จากการจำลองการไหลในช่วงวันที่ 15 มิ.ย. ถึง 1 พ.ย. 2556

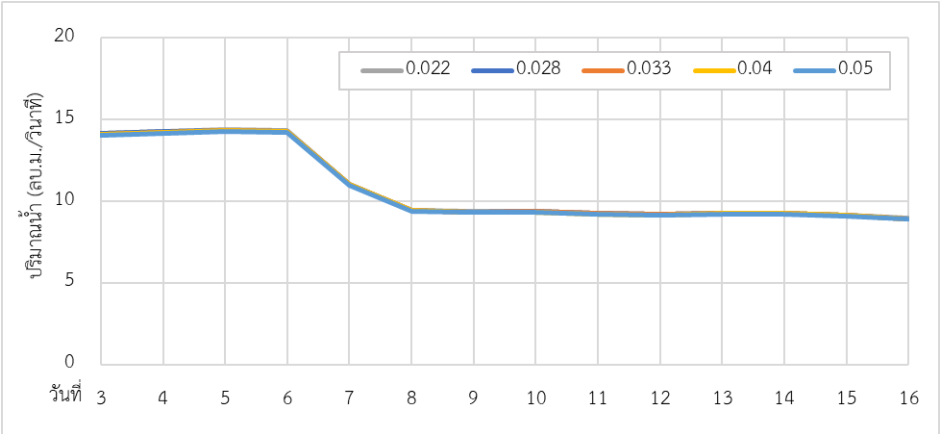
การจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองกรณีน้ำมาก น้ำน้อย และน้ำปกติ กำหนดสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำในกรณีที่มีการดาดคอนกรีตเท่ากับ 0.028 และคลองที่ไม่ได้ดาดคอนกรีตหรือคลองดิน เท่ากับ 0.033 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในช่วงเวลาเดียวกันในวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. กรณีปีน้ำมาก น้ำปกติ และน้ำน้อย ในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC, 2L-MC, 3L-MC, 1R-MC, 2R-MC, และ 3R-MC แสดงดังรูปที่ 7-29 ถึง 7-34 ตามลำดับ



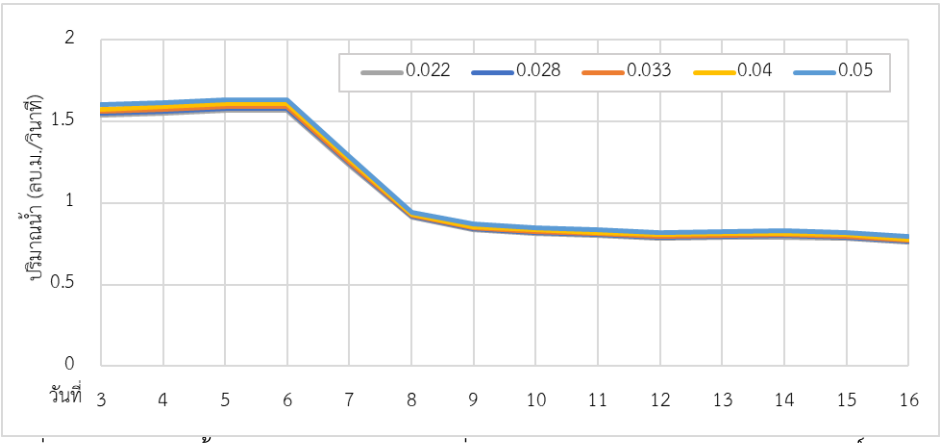
รูปที่ 7-21 ปริมาณน้ำผ่านอาคารฯ ปากคลองท่อทองแดงช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย



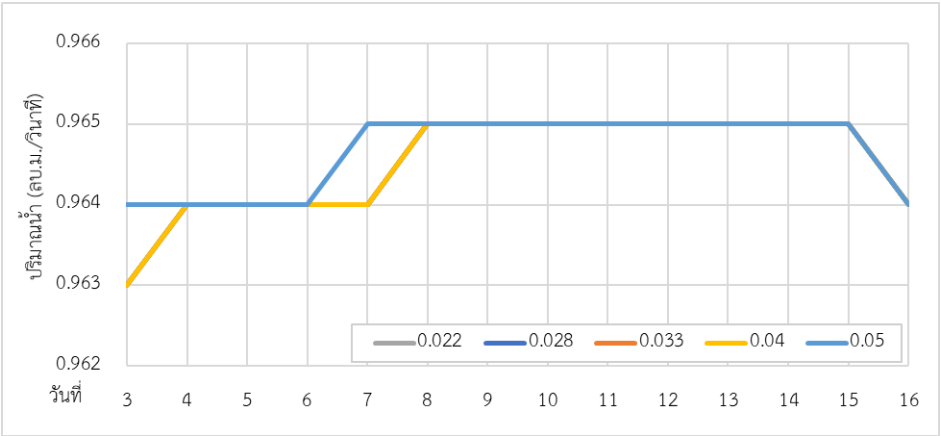
รูปที่ 7-22 ปริมาณน้ำในคลอง MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน



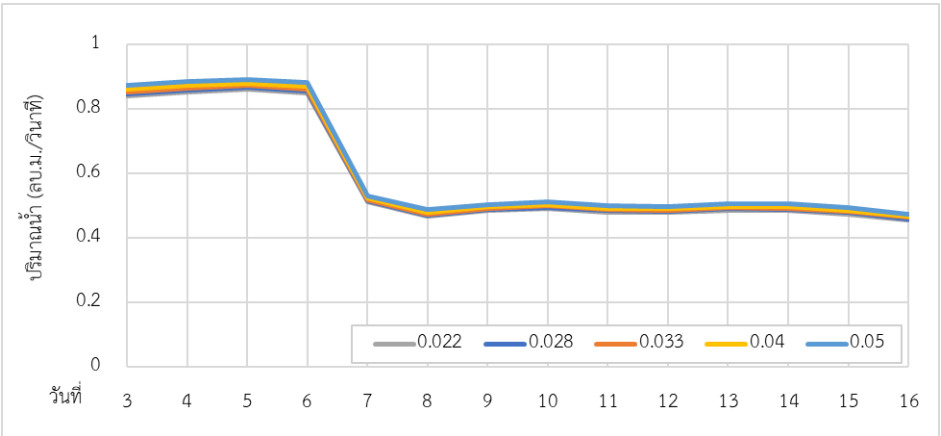
รูปที่ 7-23 ปริมาณน้ำในคลอง 1L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน



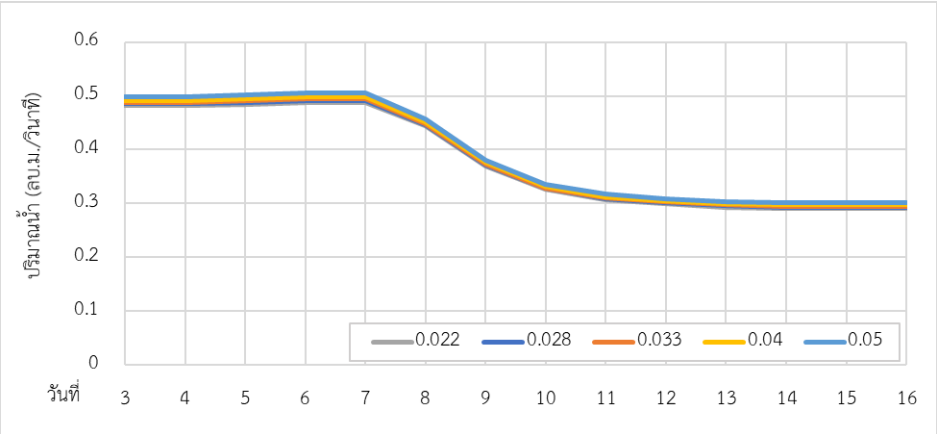
รูปที่ 7-24 ปริมาณน้ำในคลอง 2L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน



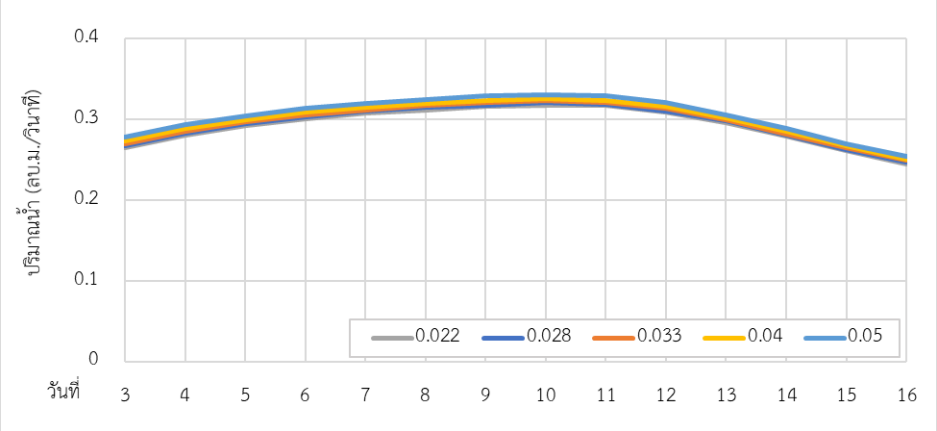
รูปที่ 7-25 ปริมาณน้ำในคลอง 3L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน



รูปที่ 7-26 ปริมาณน้ำในคลอง 1R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน



รูปที่ 7-27 ปริมาณน้ำในคลอง 2R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน



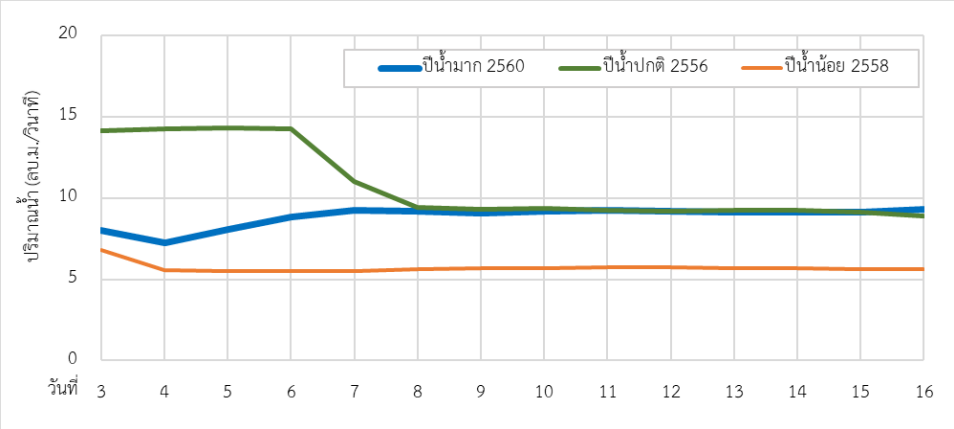
รูปที่ 7-28 ปริมาณน้ำในคลอง 3R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. 2556 กรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างกัน

ตารางที่ 7-3 สรุปค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย และผลรวมปริมาณน้ำจากผลจำลองการไหลตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553 กรณีใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างๆ

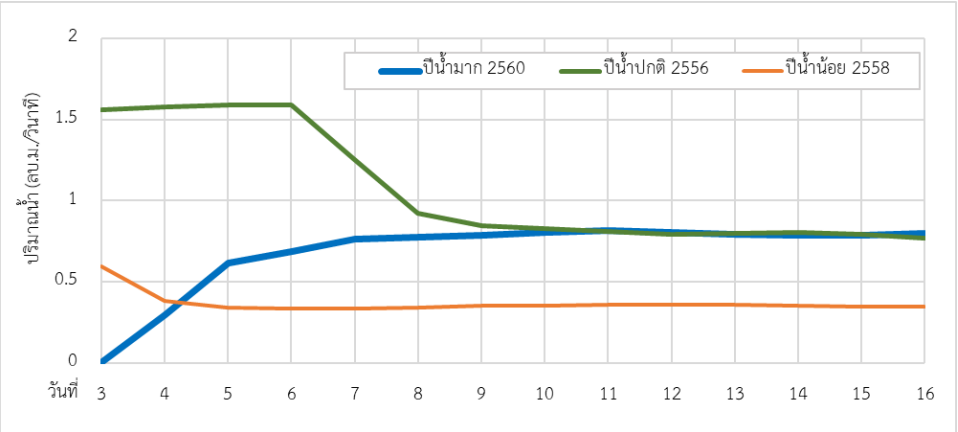
คลอง MC	**0.022**	**0.028**	**0.033**	**0.04**	**0.05**
Min (m^3/s)	4.922	4.922	4.922	4.922	4.922
Max (m^3/s)	16.838	16.838	16.838	16.838	16.838
Avg (m^3/s)	9.590	9.590	9.590	9.590	9.590
Vol. (mcm)	124.293	124.293	124.293	124.293	124.293
คลอง 1LMC					
Min (m^3/s)	4.531	4.524	4.519	4.513	4.504
Max (m^3/s)	14.373	14.354	14.337	14.313	14.275
Avg (m^3/s)	7.449	7.439	7.430	7.418	7.399
Vol. (mcm)	109.501	109.369	109.249	109.092	107.850
คลอง 2LMC					
Min (m^3/s)	0.002	0.014	0.002	0.001	0.000
Max (m^3/s)	1.567	1.579	1.591	1.607	1.633
Avg (m^3/s)	0.700	0.707	0.713	0.721	0.733
Vol. (mcm)	9.069	9.158	9.237	9.339	9.501
คลอง 3LMC					
Min (m^3/s)	0.885	0.880	0.890	0.890	0.895

ตารางที่ 7-3 (ต่อ) สรุปค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย และผลรวมปริมาณน้ำจากผลจำลองการไหลตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. ถึง 31 ต.ค. 2553 กรณีใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระต่างๆ

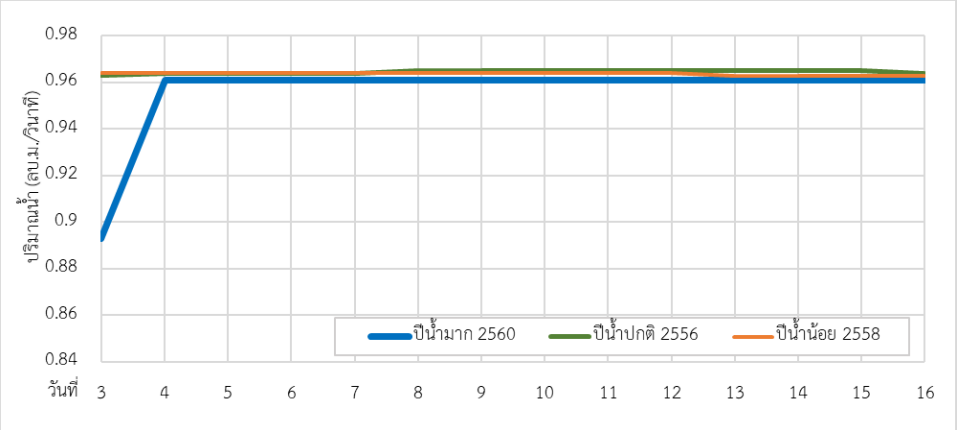
Max (m^3/s)	0.965	0.965	0.965	0.965	0.965
Avg (m^3/s)	0.962	0.962	0.962	0.962	0.962
Vol. (mcm)	12.472	12.469	12.471	12.471	12.472
คลอง 1RMC					
Min (m^3/s)	0.002	0.004	0.005	0.001	0.010
Max (m^3/s)	0.868	0.874	0.879	0.887	0.899
Avg (m^3/s)	0.431	0.435	0.438	0.443	0.450
Vol. (mcm)	5.587	5.636	5.680	5.737	5.827
คลอง 2RMC					
Min (m^3/s)	0.000	0.006	0.005	0.003	0.007
Max (m^3/s)	0.488	0.492	0.495	0.499	0.505
Avg (m^3/s)	0.253	0.256	0.257	0.260	0.264
Vol. (mcm)	3.279	3.314	3.337	3.365	3.421
คลอง 3RMC	**0.022**	**0.028**	**0.033**	**0.04**	**0.05**
Min (m^3/s)	0.063	0.002	0.012	0.015	0.016
Max (m^3/s)	0.318	0.321	0.323	0.326	0.331
Avg (m^3/s)	0.154	0.150	0.153	0.154	0.157
Vol. (mcm)	1.995	1.945	1.977	2.000	2.036



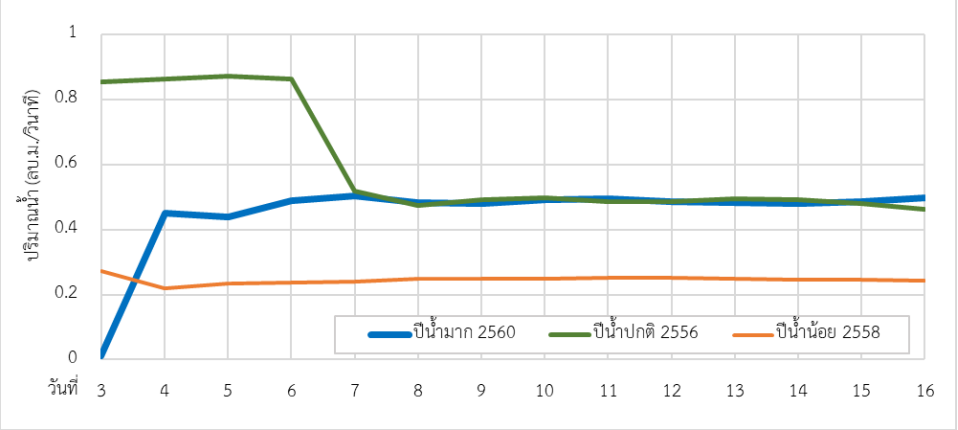
รูปที่ 7-29 ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย



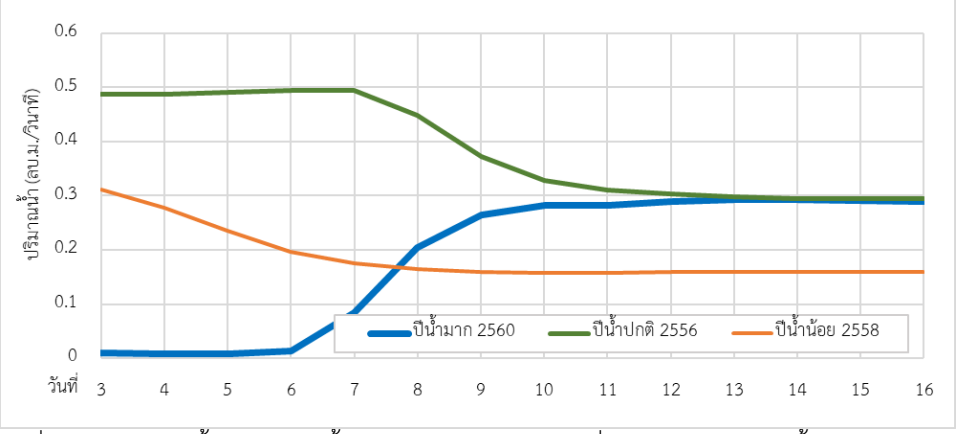
รูปที่ 7-30 ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย



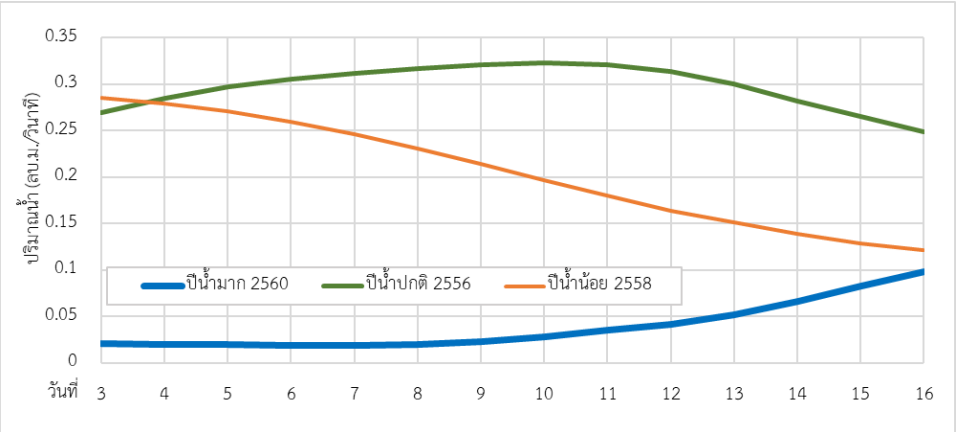
รูปที่ 7-31 ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3L-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย



รูปที่ 7-32 ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย

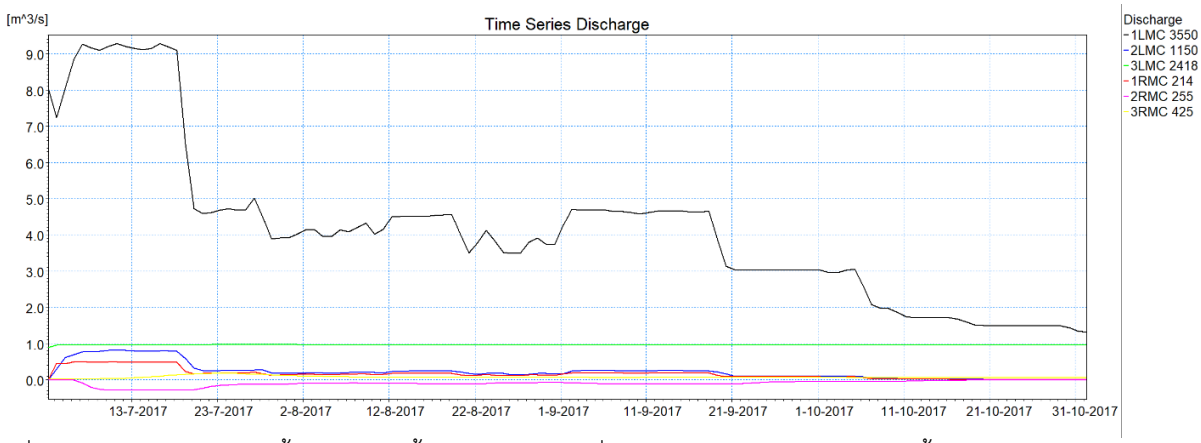


รูปที่ 7-33 ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 2R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย

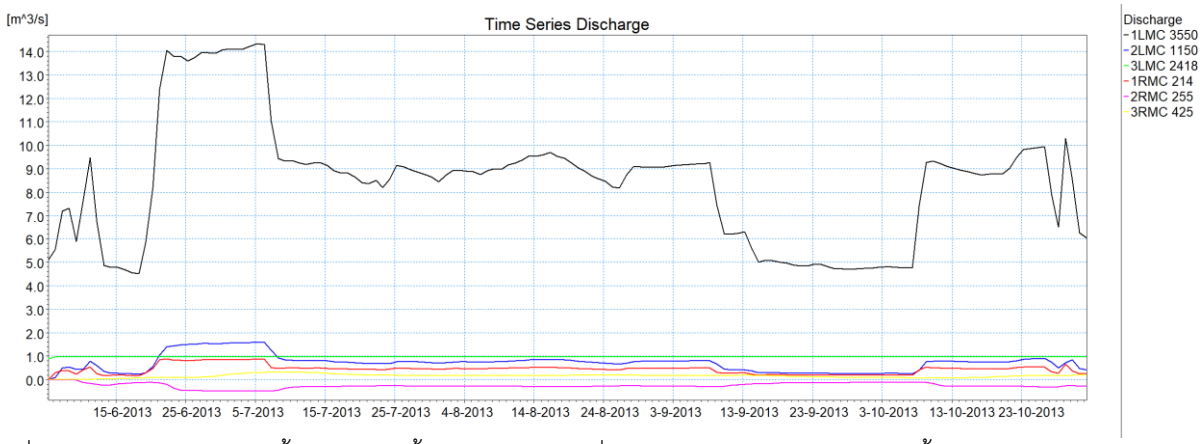


รูปที่ 7-34 ปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 3R-MC ช่วงวันที่ 3 ถึง 16 ก.ค. ในปีน้ำมาก ปกติ และน้อย

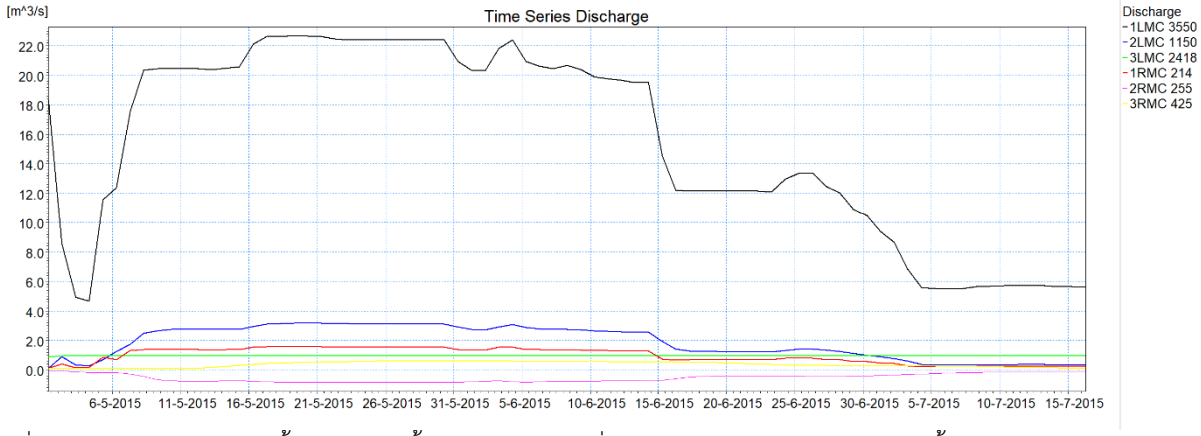
ผลการจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย 1L-MC, 2L-MC, 3L-MC, 1R-MC, 2R-MC, และ 3R-MC ของกรณีปีน้ำมากในช่วงวันที่ 3 ก.ค. ถึง 1 พ.ย. 2560 แสดงดังรูปที่ 7-35 และผลจำลองปริมาณน้ำกรณีปีน้ำปกติในช่วงวันที่ 5 มิ.ย. ถึง 1 พ.ย. 2556 และกรณีปีน้ำน้อยในช่วงวันที่ 1 พ.ค. ถึง 16 ก.ค. 2558 แสดงดังรูปที่ 7-36 และ 7-37 ตามลำดับ



รูปที่ 7-35 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ช่วงวันที่ 3 ก.ค. ถึง 1 พ.ย. 2560 กรณีปีน้ำมาก

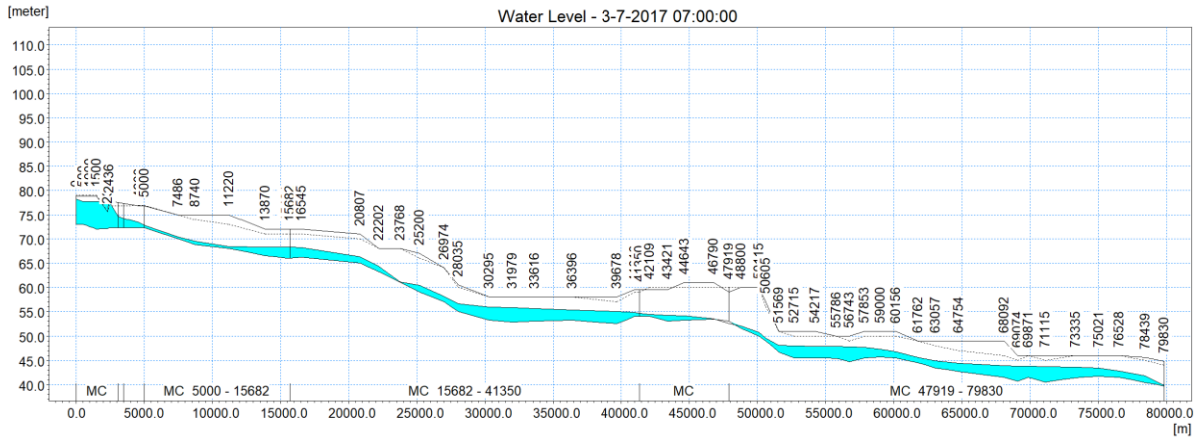


รูปที่ 7-36 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ช่วงวันที่ 5 มิ.ย. ถึง 1 พ.ย. 2556 กรณีปีน้ำปกติ

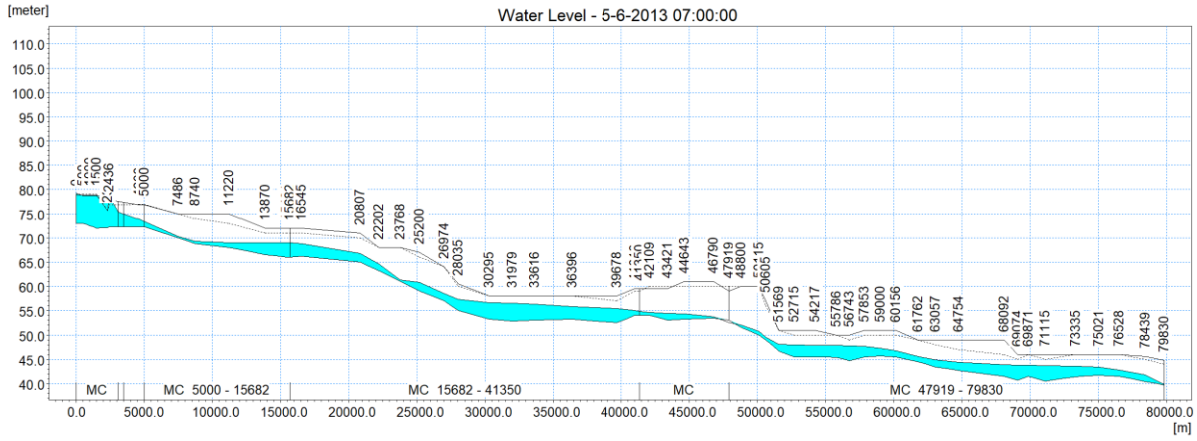


รูปที่ 7-37 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายซอย ช่วงวันที่ 1 พ.ค. ถึง 16 ก.ค. 2558 กรณีปีน้ำน้อย

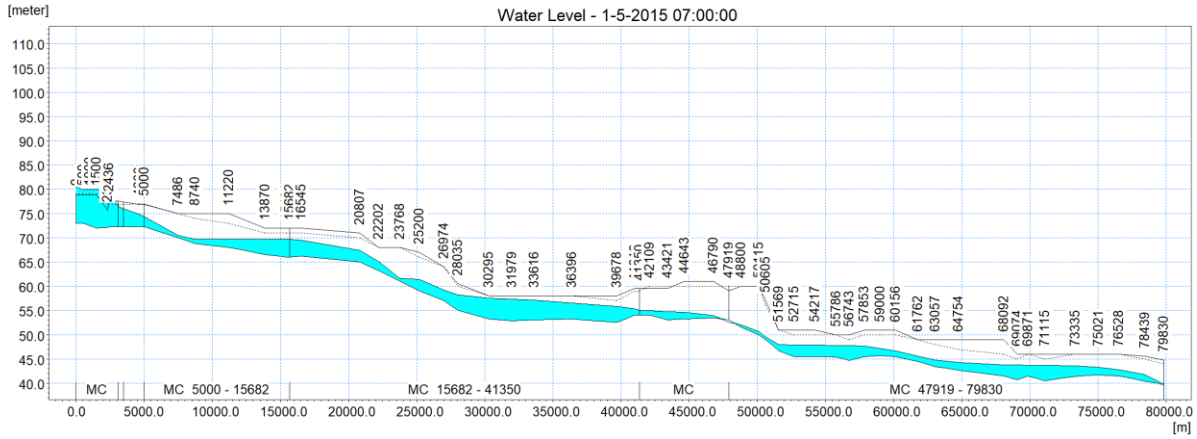
ผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก MC ในกรณีปีน้ำมาก ปกติ และน้อย แสดงดังรูปที่ 7-38 (ก) ถึง (ค) และผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายซอยทั้ง 6 สาย แสดงดังรูปที่ 7-39 ถึง 7-44 โดยจะเห็นว่า คลอง 1L-MC หากได้รับน้ำเกิน 7 ลบ.ม./วินาที จะทำให้พื้นที่กลางคลองเกิดน้ำท่วมเข้าพื้นที่เกษตรกรรมได้ ในกรณีนี้ในทางปฏิบัติจะใช้ประตูควบคุมบานเปิดปิดระบายน้ำกลางคลองท่อทองแดงเป็นตัวควบคุมเพื่อให้มีปริมาณน้ำส่งเข้าคลอง 1L-MC ในปริมาณเหมาะสม คลอง 2L-MC บริเวณปลายคลองมีความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมหากคลอง 1L-MC มีระดับน้ำสูง และช่วงปลายคลองหลังจากที่ผันไปยังพื้นที่เกษตรกรรมแล้ว สามารถรับน้ำได้ไม่เกิน 5 ลบ.ม./วินาที คลอง 1R-MC หากมีปริมาณน้ำเกิน 1 ลบ.ม./วินาทีจะทำให้เกิดน้ำท่วมและเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อพื้นที่เมืองกำแพงเพชร คลอง 2R-MC เป็นคลองส่งน้ำสั้นๆ สามารถส่งต่อไปยังโครงการฯ วังบัวได้ โดยมีความลาดชันของคลองไม่มาก จึงต้องการระดับน้ำที่สูงเพิ่มขึ้นเพื่อยกตัวให้สามารถผันเข้าสู่คลองส่งน้ำสายแยกซอยได้ต่อไป



(ก)

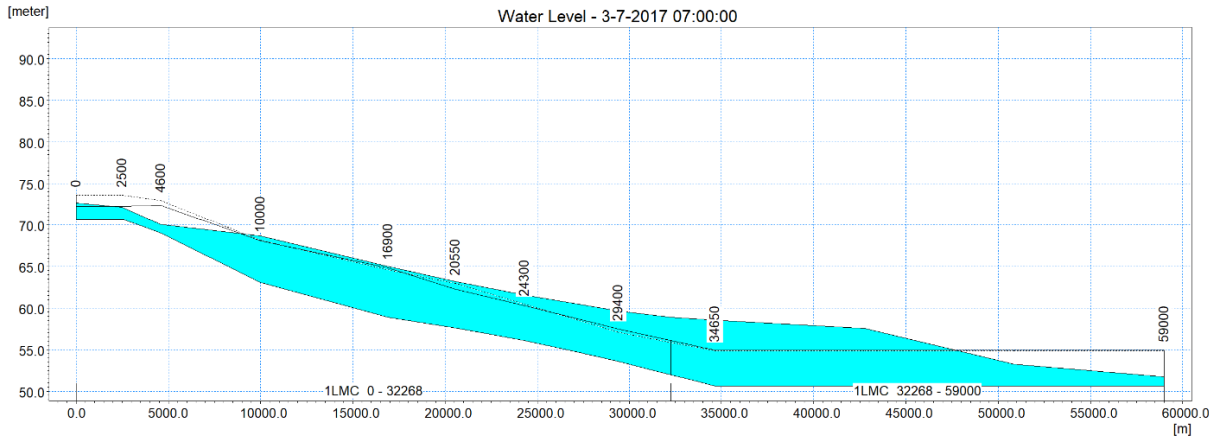


(ข)

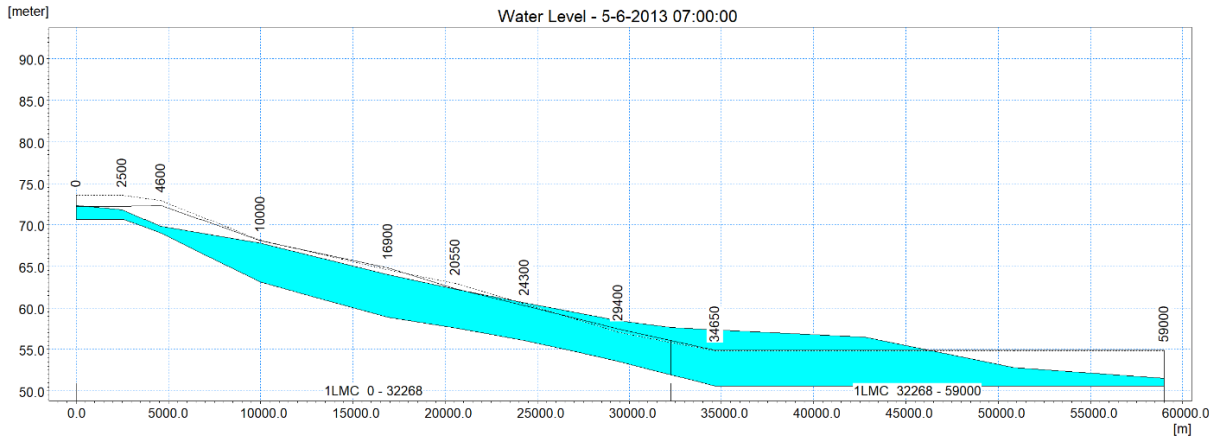


(ค)

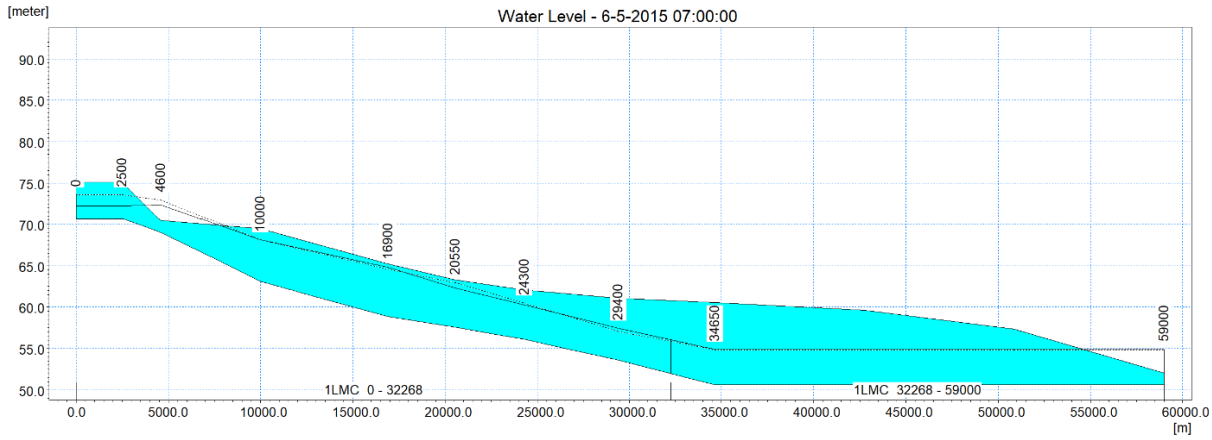
รูปที่ 7-38 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายใหญ่ MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย



(ก)

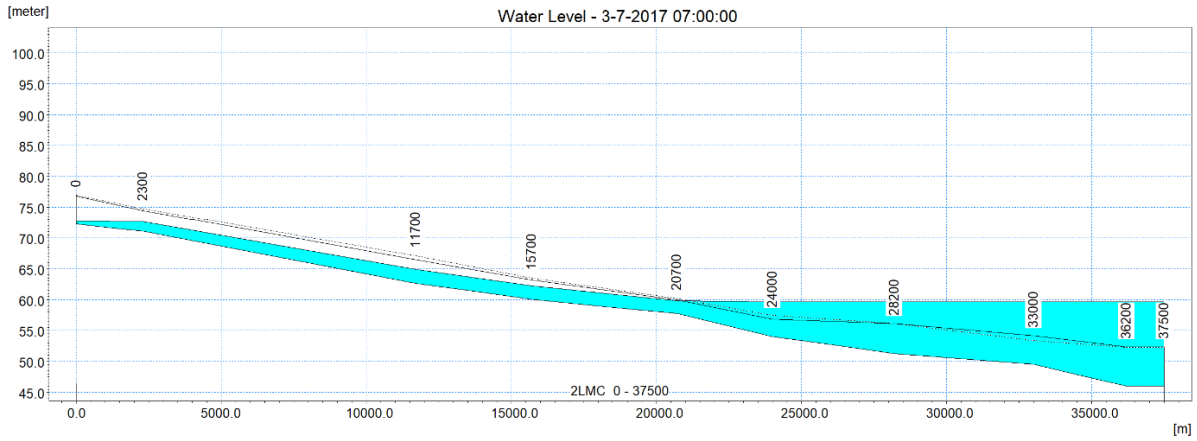


(ข)

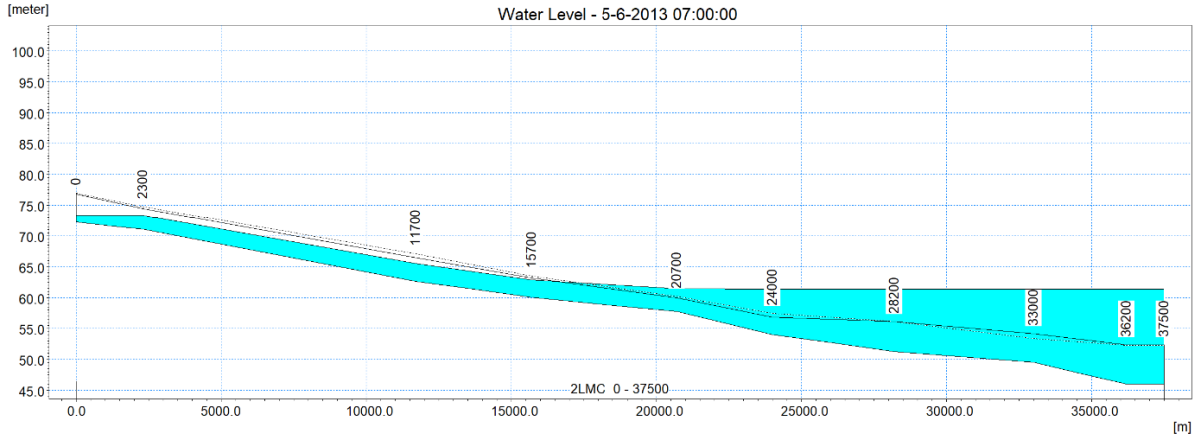


(ค)

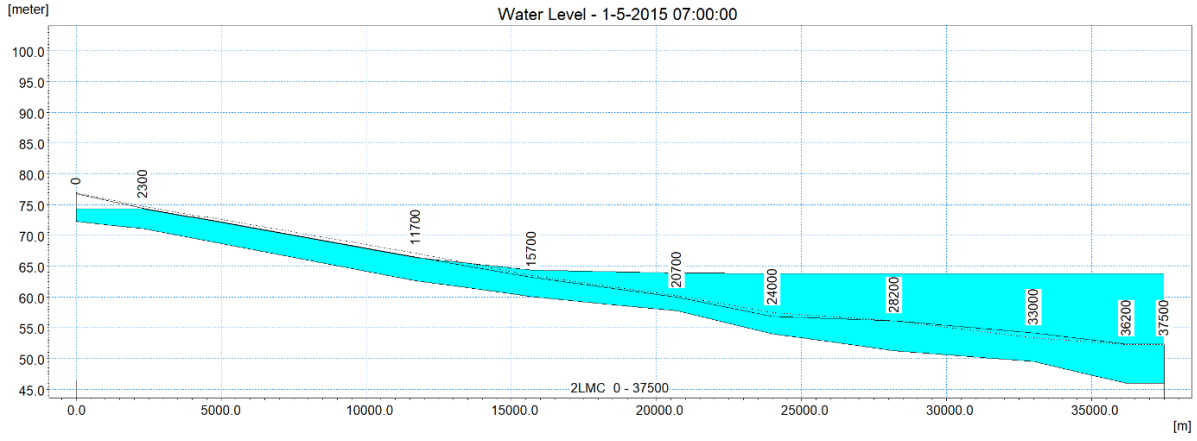
รูปที่ 7-39 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1L-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย



(ก)

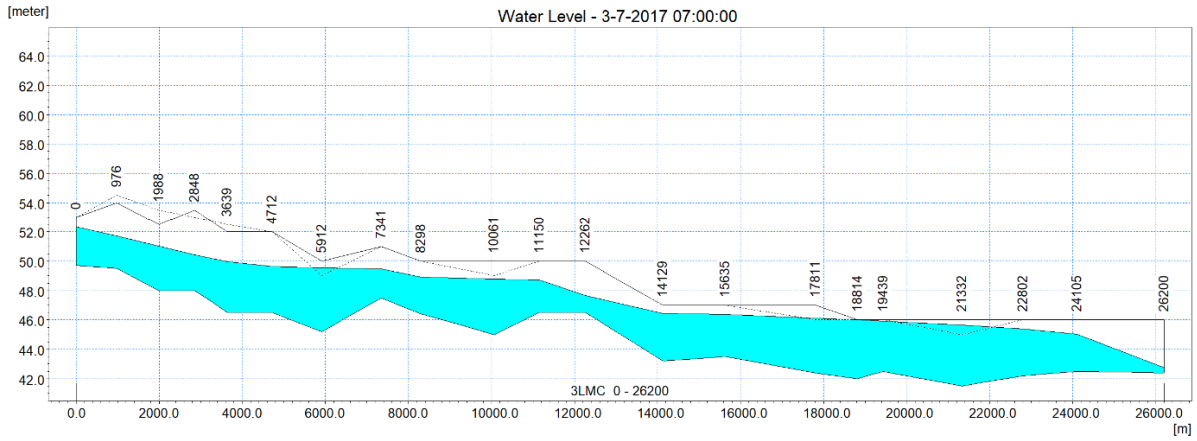


(ข)

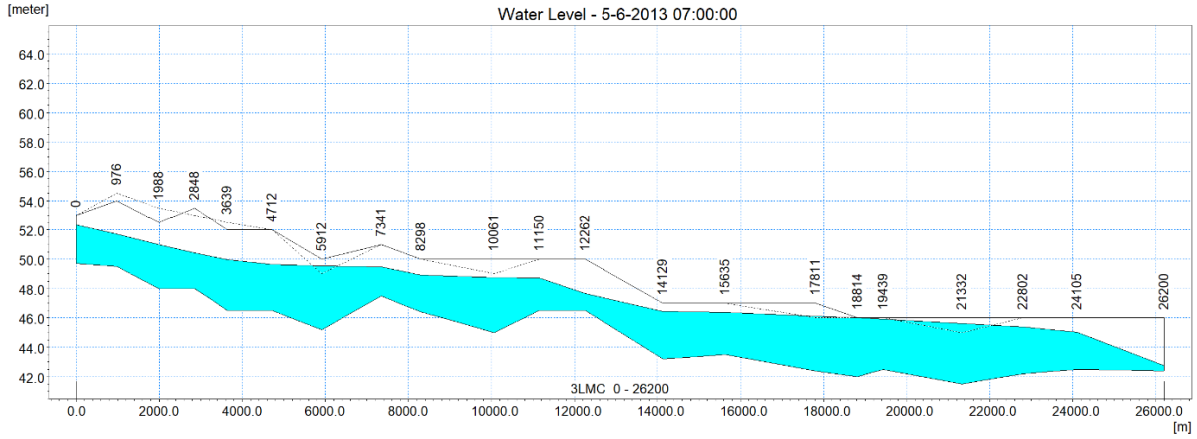


(ค)

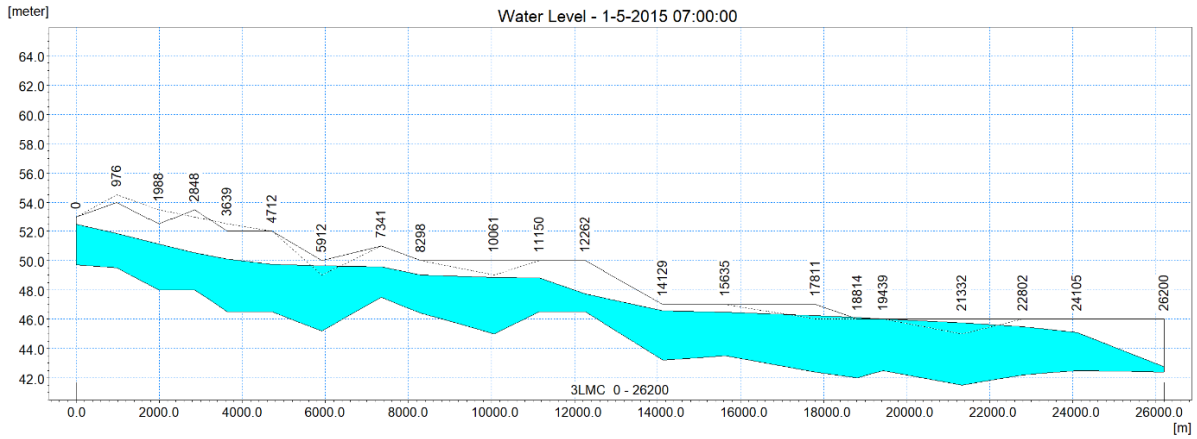
รูปที่ 7-40 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2L-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย



(ก)

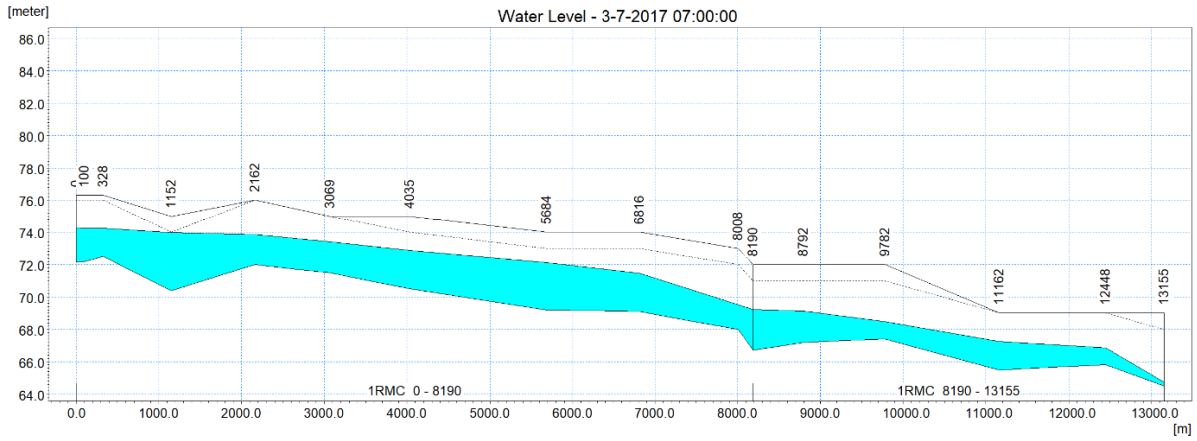


(ข)

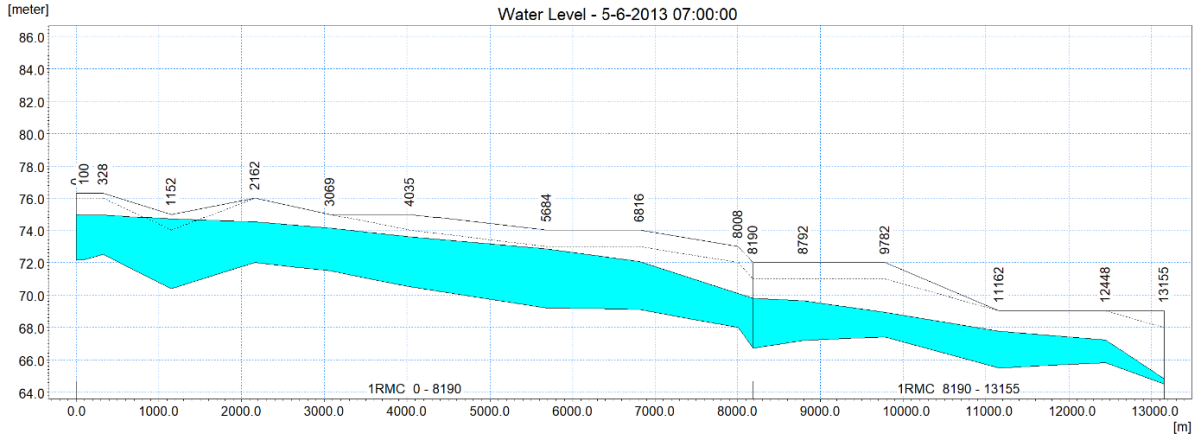


(ค)

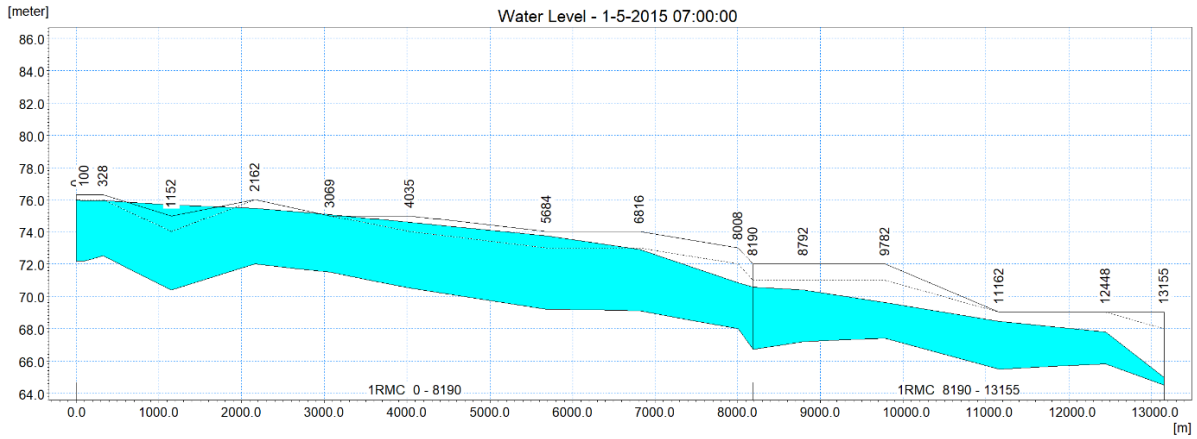
รูปที่ 7-41 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 3L-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย



(ก)

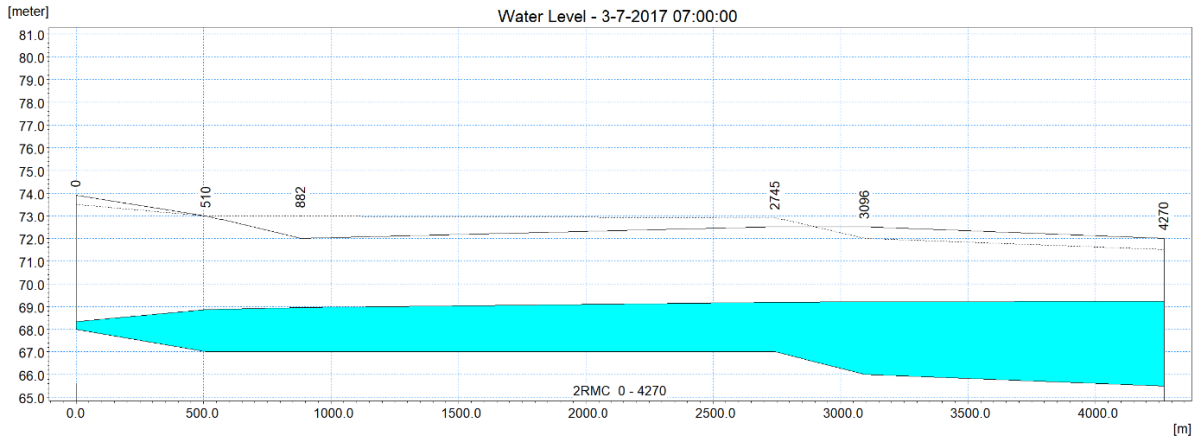


(ข)

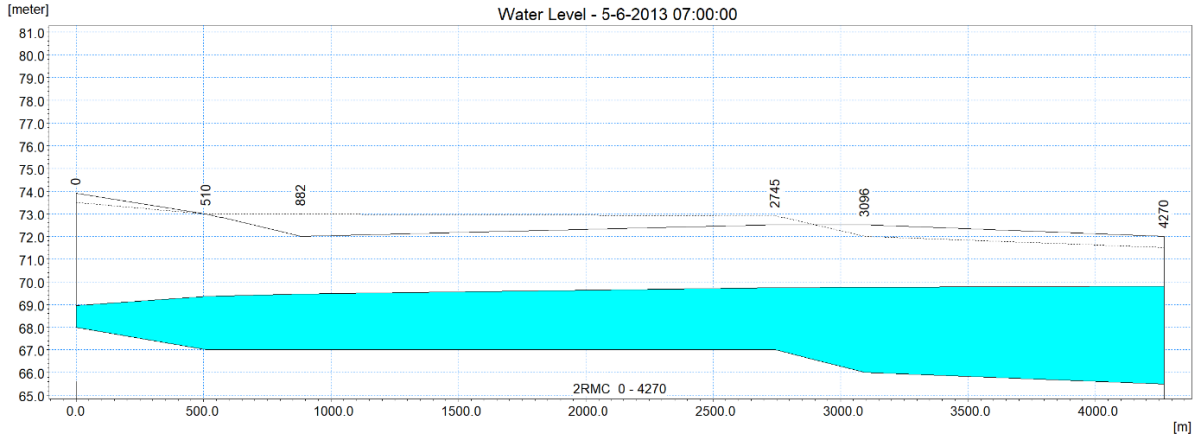


(ค)

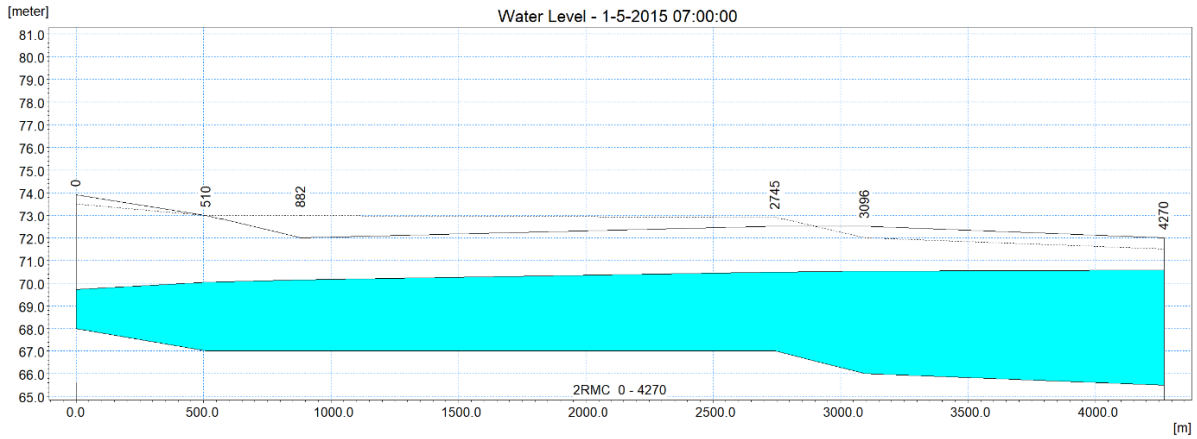
รูปที่ 7-42 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1R-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย



(ก)

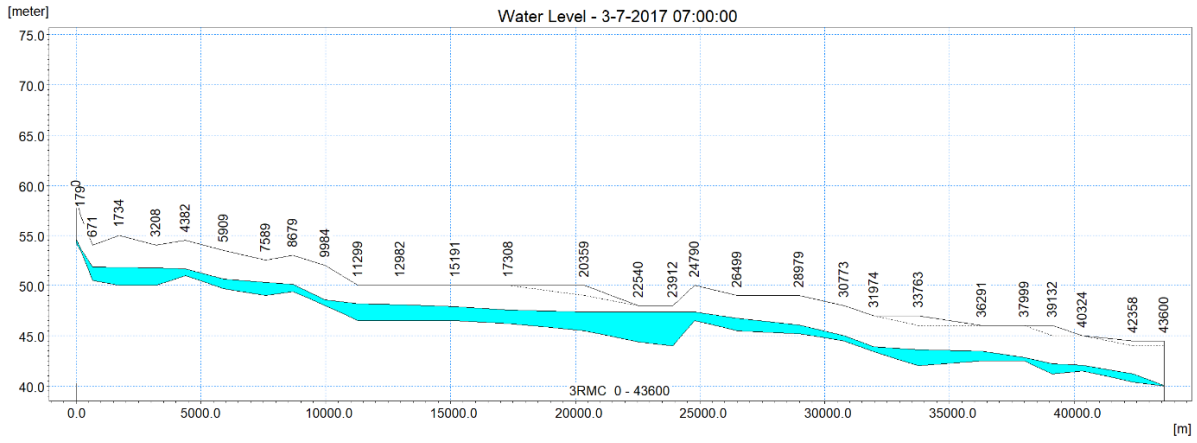


(ข)

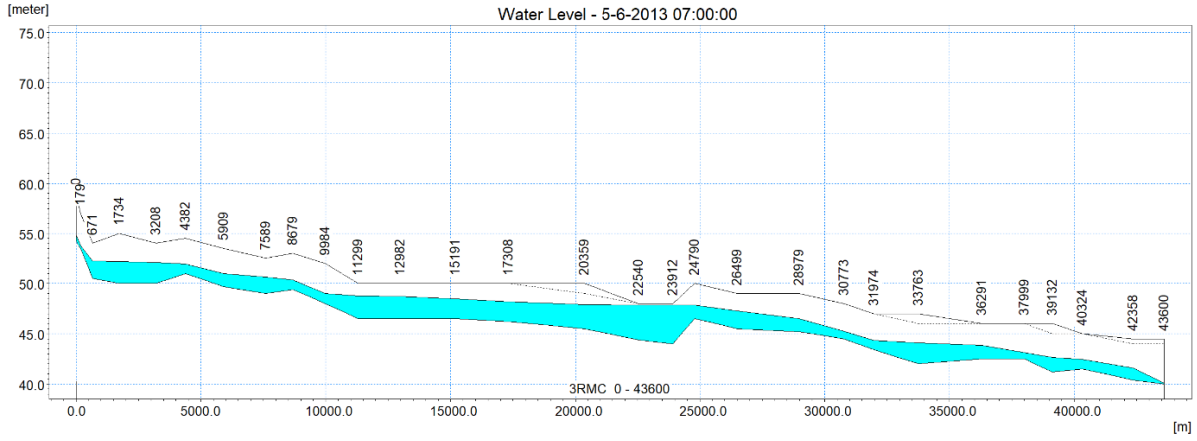


(ค)

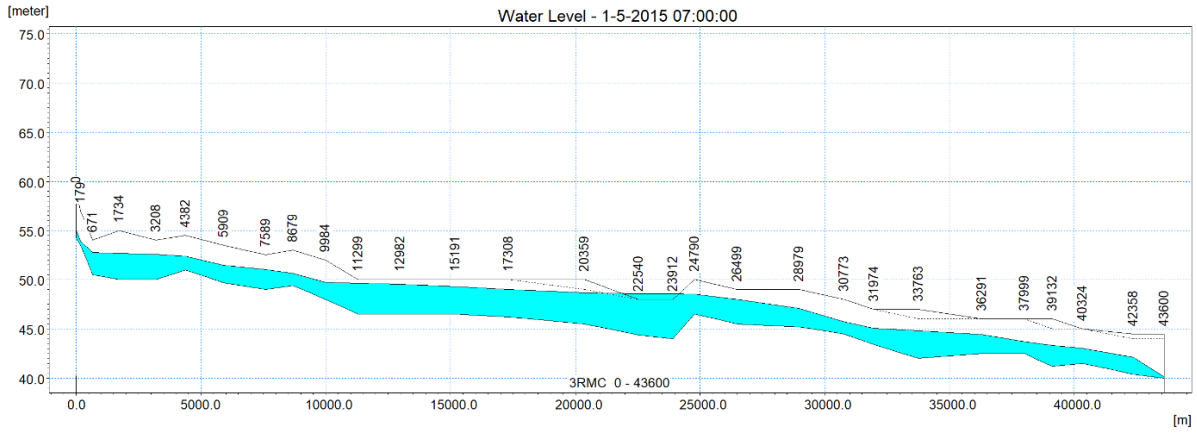
รูปที่ 7-43 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2R-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย



(ก)



(ข)

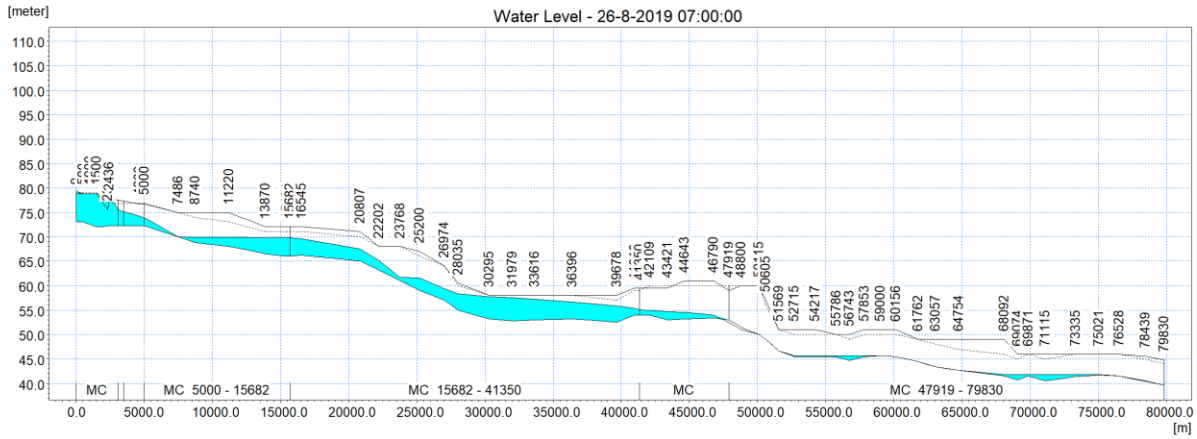


(ค)

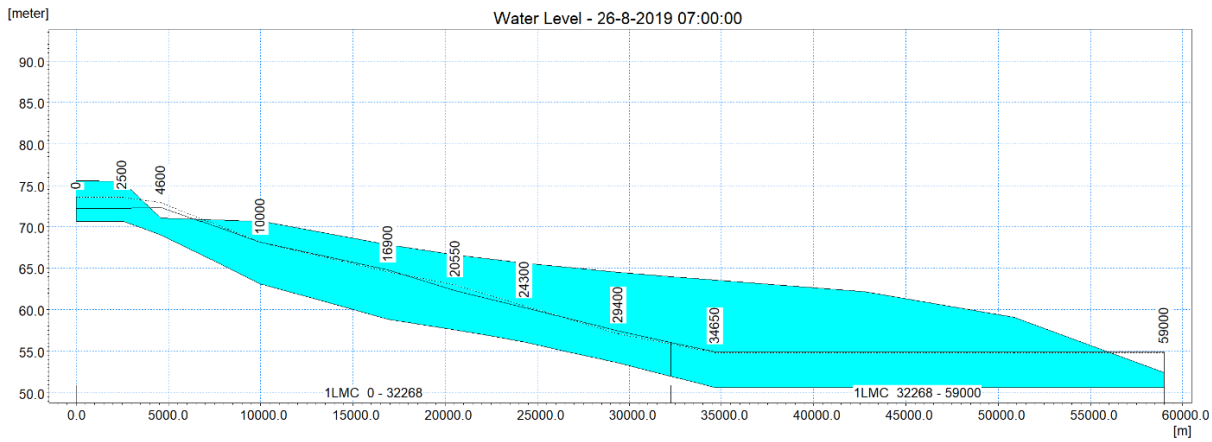
รูปที่ 7-44 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 3R-MC กรณีปี (ก) น้ำมาก (ข) น้ำปกติ และ (ค) น้ำน้อย

7.2.2 การจำลองสถานการณ์การไหลในคลองส่งน้ำในสถานการณ์ปัจจุบันปี 2562

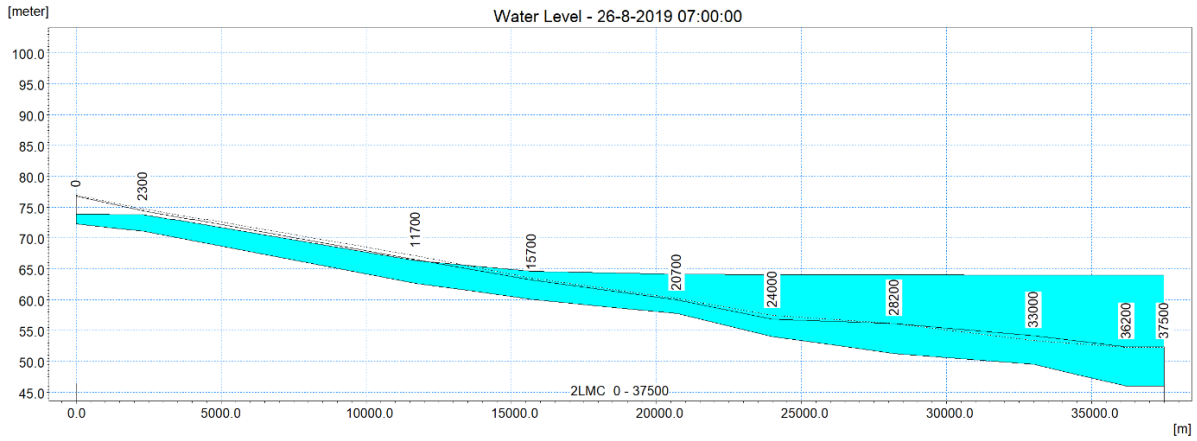
การจำลองสถานการณ์น้ำในส่วนนี้เป็นการจัดทำแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ล่วงหน้าของสภาพการไหลของน้ำในคลองส่งน้ำสายใหญ่ MC และคลองส่งน้ำสายซอยต่างๆ สำหรับรองรับสถานการณ์น้ำที่อาจประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่โครงการฯ ท่อทองแดง โดยใช้ข้อมูลร่วมกับแผนการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพลและแผนการส่งน้ำเข้าพื้นที่โครงการ จากรูปที่ 7-45 จะเห็นว่าปลายคลองส่งน้ำสายใหญ่ MC มีปริมาณน้ำเหลือเพียงก้นคลองเท่านั้น เกษตรกรผู้อาศัยอยู่พื้นที่บริเวณนี้ไม่สามารถใช้น้ำจากปลายคลองสายใหญ่ได้ ขณะที่ปริมาณน้ำส่วนใหญ่ไหลผ่านคลอง 1L-MC และ 2L-MC เข้าไปยังฝ่ายส่งน้ำที่ 1 และ 2 มีปริมาณมาก แสดงดังรูปที่ 7-46 และ 7-47 สำหรับฝ่ายส่งน้ำฯ ที่ 3 ซึ่งรับน้ำจากคลองสายใหญ่ MC ตั้งแต่บริเวณกลางคลองเป็นต้นไปสามารถผันเข้าไปยังคลอง 3R-MC ได้โดยระดับน้ำในคลองอยู่ในเกณฑ์ดี เช่นเดียวกับปริมาณน้ำในคลอง 3L-MC แสดงดังรูปที่ 7-48 ถึง 7-51



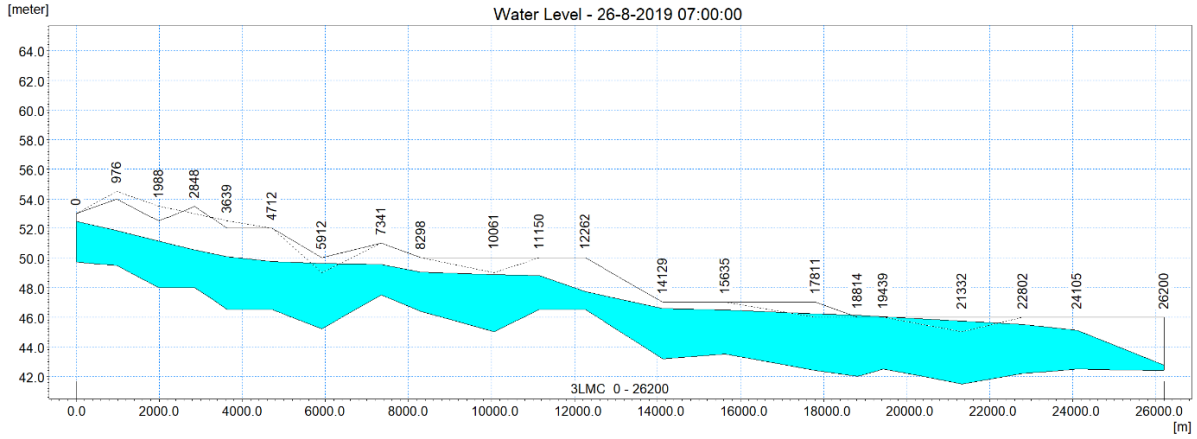
รูปที่ 7-45 ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายใหญ่ MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562



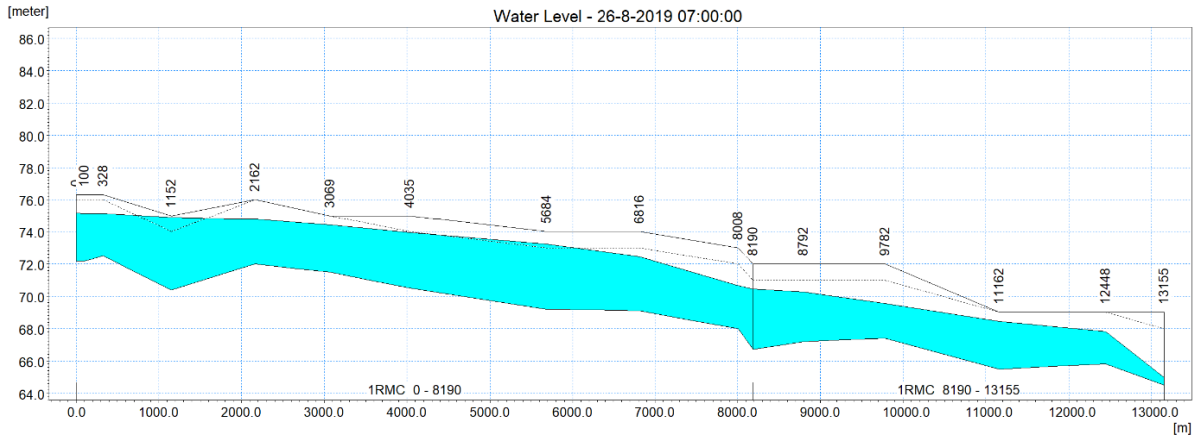
รูปที่ 7-46 ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 1L-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562



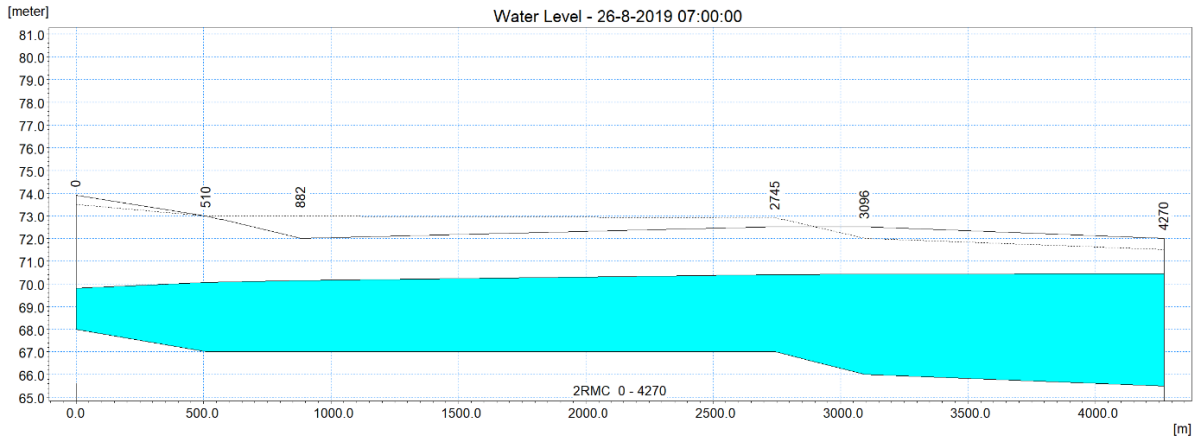
รูปที่ 7-47 ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 2L-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562



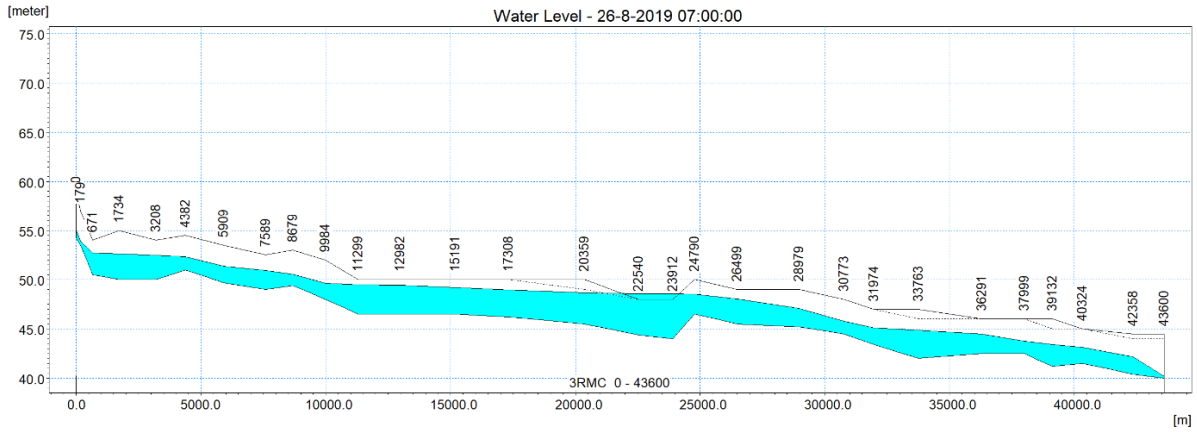
รูปที่ 7-48 ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 3L-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562



รูปที่ 7-49 ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 1R-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562

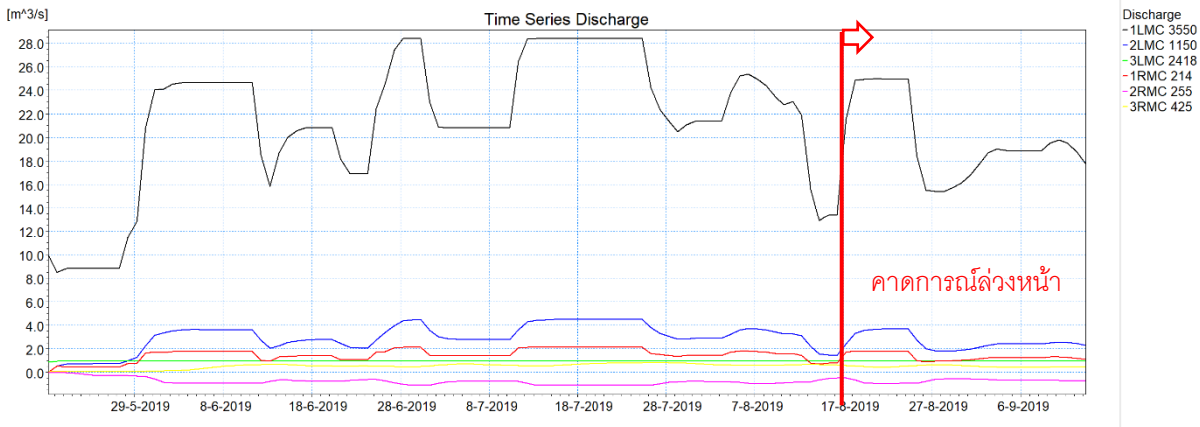


รูปที่ 7-50 ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 2R-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562



รูปที่ 7-51 ผลคาดการณ์สภาพการไหลของคลองสายซอย 3R-MC ช่วงวันที่ 26 สิงหาคม 2562

ผลจำลองปริมาณน้ำล่วงหน้าในช่วงวันที่ 12 ส.ค. ถึงวันที่ 13 ก.ย. 2562 พบว่าปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายใหญ่และคลองส่งน้ำสายซอยมีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการใช้น้ำเกษตรกรรมในพื้นที่โครงการฯ ท่อทองแดง แสดงดังรูปที่ 7-52

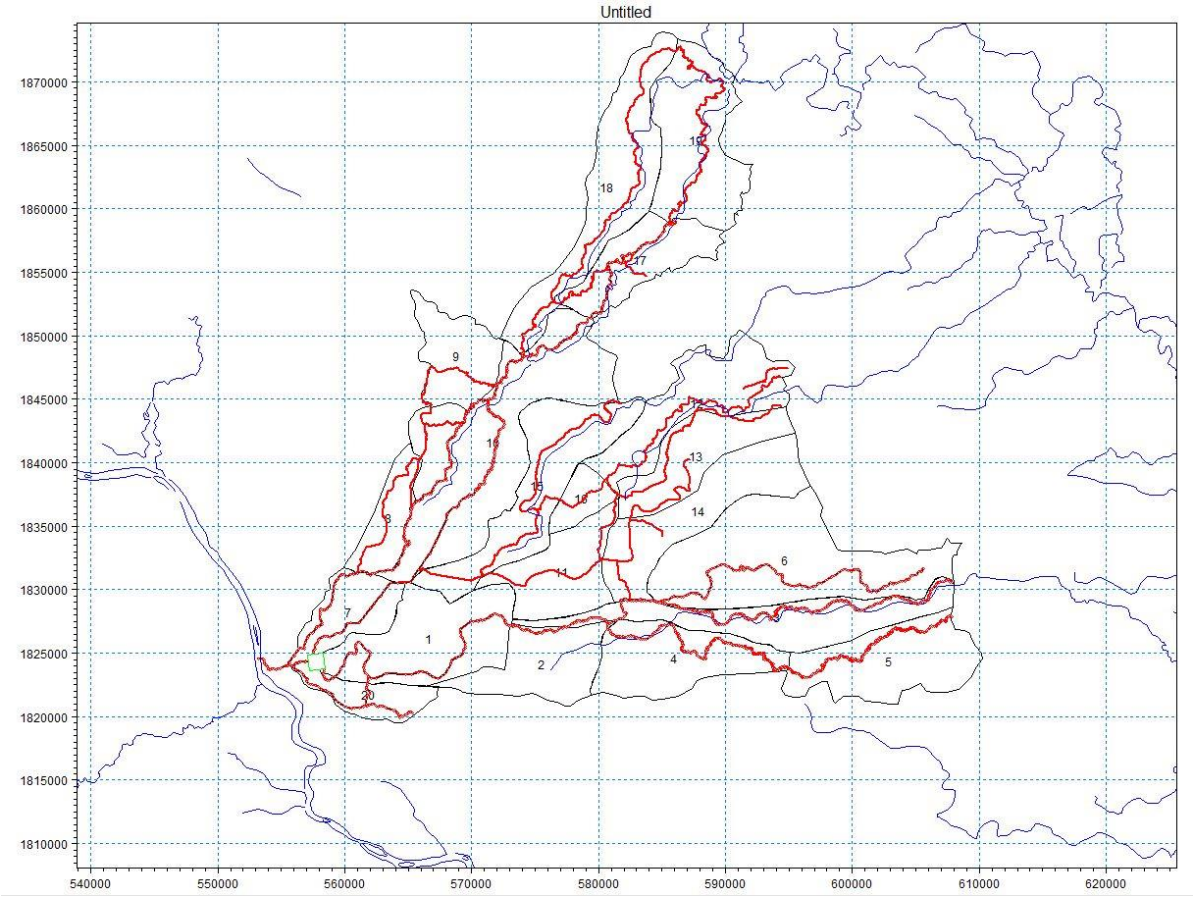


รูปที่ 7-52 ผลคาดการณ์ปริมาณน้ำล่วงหน้าในคลองส่งน้ำ ตั้งแต่วันที่ 12 ส.ค. ถึง 13 ก.ย. 2562

7.3 การจำลองสภาพการไหลของน้ำร่วมกับการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม

จากผลการจำลองสถานการณ์น้ำล่วงหน้า สามารถนำผลการจำลองปริมาณน้ำในคลองมาใช้ร่วมกับผลการคำนวณการใช้น้ำและสมดุลน้ำในพื้นที่โครงการฯ ได้ โดยหากกำหนดพื้นที่ในการส่งน้ำทั้งหมด 20 พื้นที่แสดงดังรูปที่ 7-53 สามารถสรุปพื้นที่ตามความยาวของคลองส่งน้ำได้ในตารางที่ 7-4 โดยพื้นที่รับน้ำโซนที่ 1 ถึง 3 รับน้ำโดยตรงจากคลองสายใหญ่ MC ส่วนพื้นที่โซน 4 ถึง 10 พื้นที่โซน 17 และพื้นที่โซน 19 ถึง 20 รับน้ำโดยตรงจากคลองส่งน้ำสายซอย จะมีเพียงพื้นที่รับน้ำโซน 11 ถึง 16 และพื้นที่โซน 18 เท่านั้นที่จะได้น้ำจากผ่านคลองส่งน้ำสายแยกซอย จากคลองส่งน้ำสายซอย 2L-MC

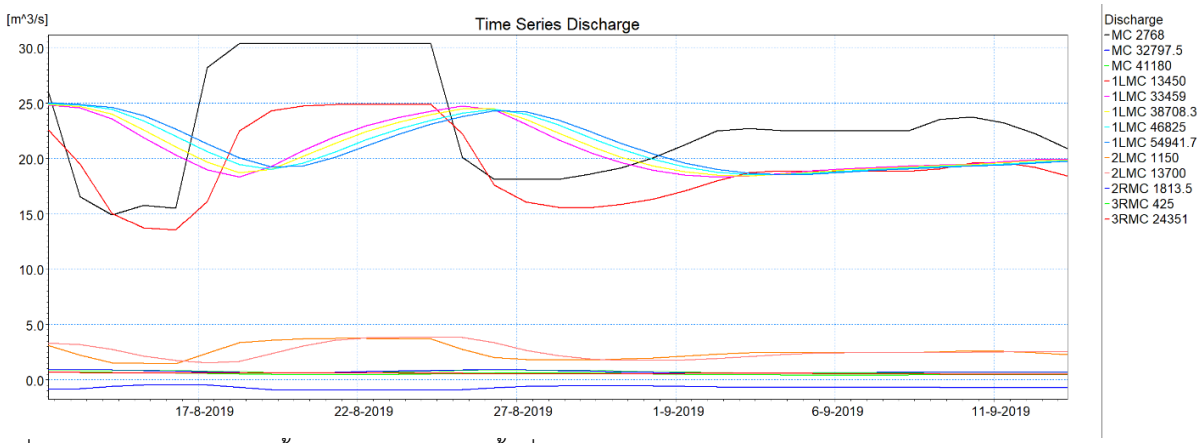
ผลปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายต่างๆ ที่จุดรับน้ำเข้าพื้นที่เพาะปลูก แสดงดังรูปที่ 7-54 เมื่อจำลองปริมาณการใช้น้ำจากแผนการเพาะปลูกของโครงการฯ ตามแผนการใช้น้ำในตารางที่ 7-5 พบว่าปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำในโครงการลดลง แสดงดังรูปที่ 7-55 เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำก่อนผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม รูปที่ 7-56 ถึง 7-62 แสดงผลจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลองของวันที่ 28 ส.ค. 2562 เมื่อเทียบกับผลจำลองก่อนผันน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมากโดยเฉพาะปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายหลัก MC ที่เห็นได้ชัดว่าน้ำแห้งในก้นคลอง และคลองส่งน้ำสายซอย 3R-MC ไม่มีน้ำเหลืออยู่ในคลองเลย (รูปที่ 7-62)



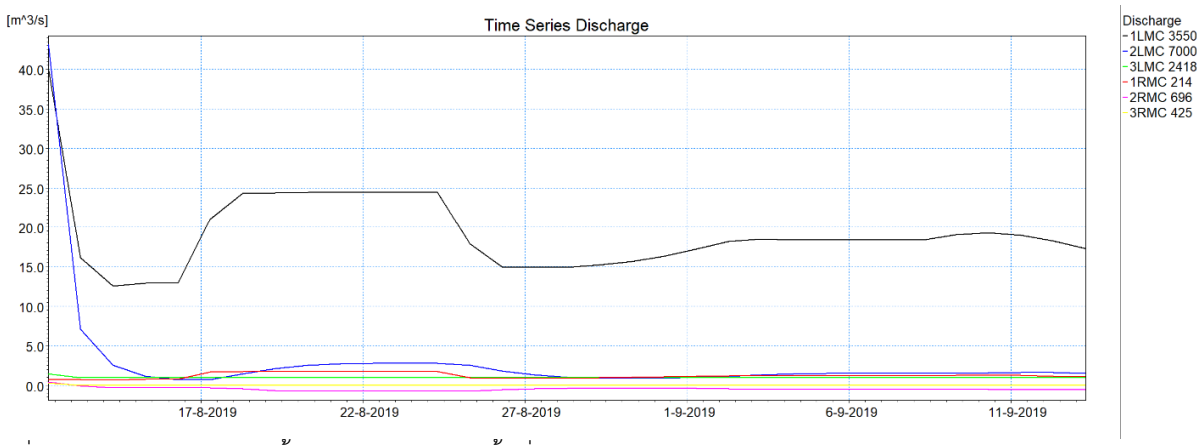
รูปที่ 7-53 การจัดทำโครงข่ายคลองส่งน้ำร่วมกับการจัดแบ่งพื้นที่โซนการส่งน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง

ตารางที่ 7-4 พื้นที่โซนการรับน้ำจากคลองส่งน้ำในโครงการฯ ท่อทองแดง

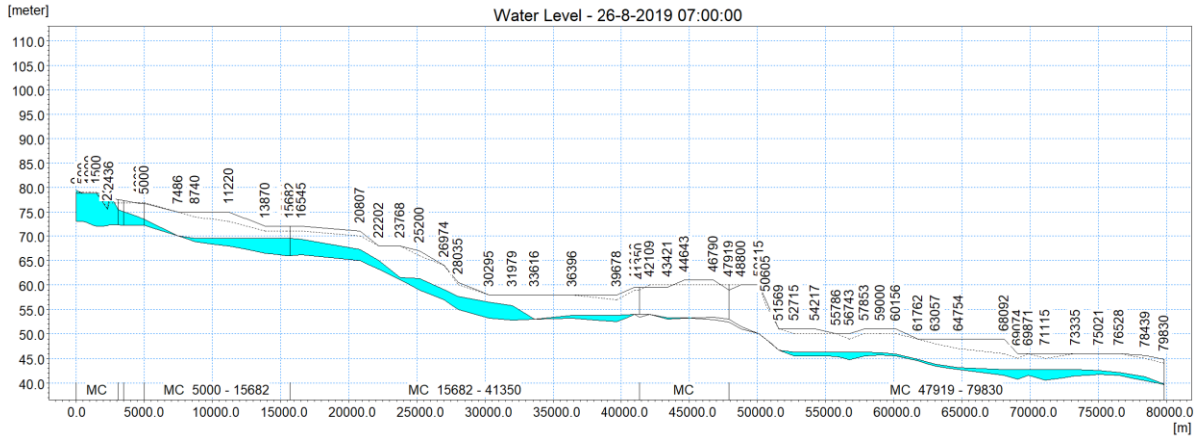
พื้นที่โซนรับน้ำ	คลองส่งน้ำ	ระยะเริ่มต้น (ม.)	ระยะสิ้นสุด (ม.)	แผนใช้น้ำ (ลบ.ม./วินาที)	ข้อเสนอปรับแผนใช้น้ำ (ลบ.ม./วินาที)
1	MC	5,800	31,979	0.62	0.23
2	MC	31,979	40,835	0.87	0.32
3	MC	40,835	79,830	1.77	1.01
4	3R-MC	286	22,746	1.23	0.39
5	3R-MC	22,746	43,600	2.07	0.07
6	3L-MC	232	26,200	2.10	0.07
7	2L-MC	0	11,765	0.88	0.33
8	1L-MC	11,765	20,253	0.71	0.26
9	1L-MC	32,656	33,715	1.43	0.46
10	2L-MC	13,787	37,500	2.85	0.91
11	2L-MC	15,199		0.99	0.37
12	2L-MC	15,199		0.88	-
13	2L-MC	15,199		0.64	0.02
14	2L-MC	15,199		0.45	0.14
15	2L-MC	15,199		0.89	0.33
16	2L-MC	15,199		0.31	0.11
17	1L-MC	45,981	58,028	0.01	-
18	1L-MC	38,055		0.09	-
19	1L-MC	58,028	59,000	-	-
20	2R-MC	1,252	4,270	0.19	0.07



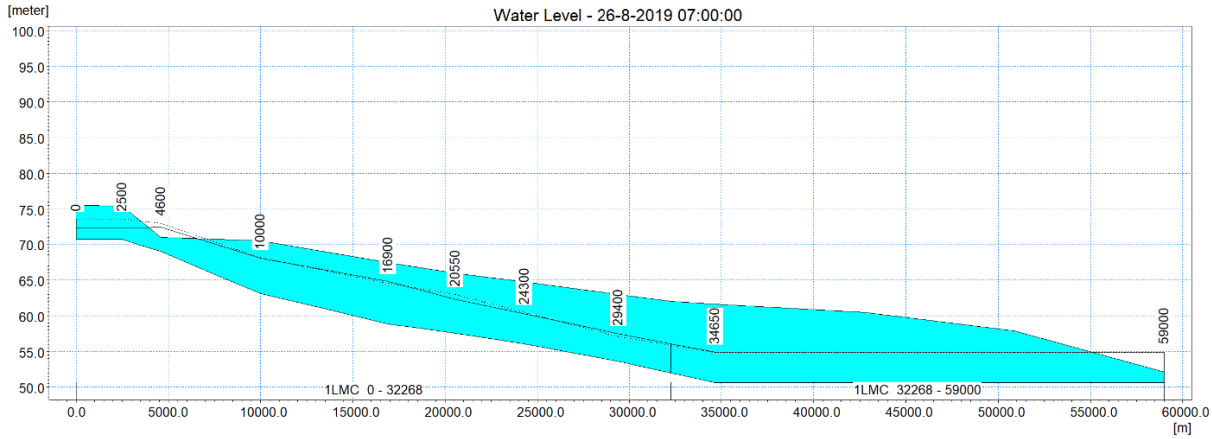
รูปที่ 7-54 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองก่อนผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน



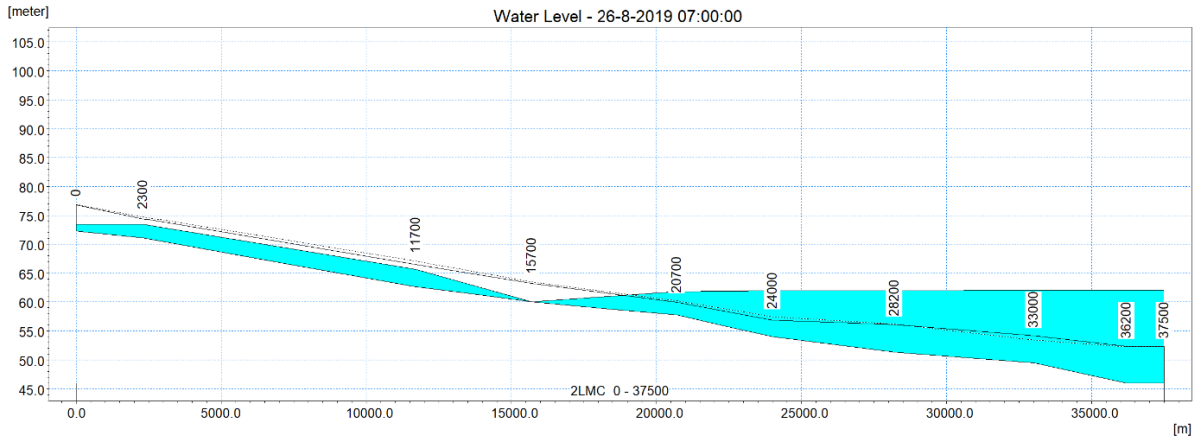
รูปที่ 7-55 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองหลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน



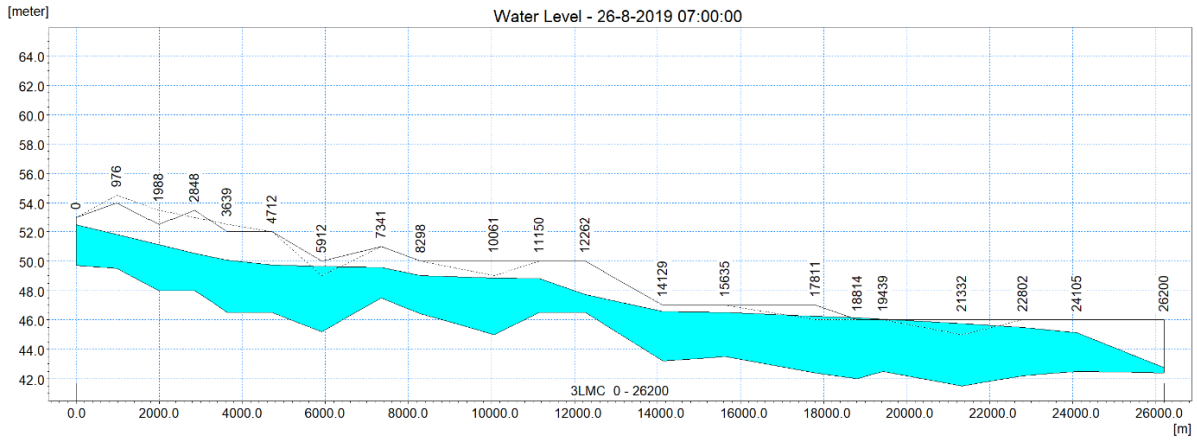
รูปที่ 7-56 ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่



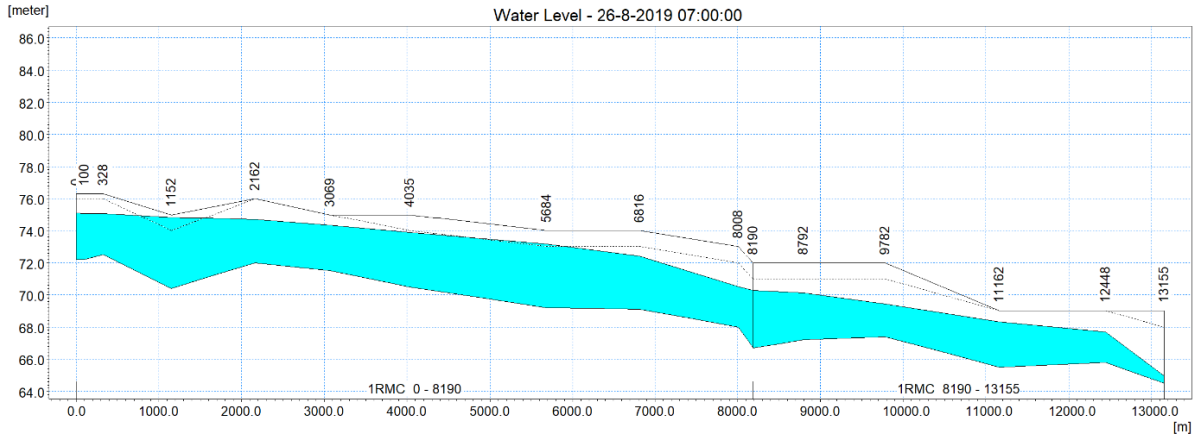
รูปที่ 7-57 ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 1L-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่



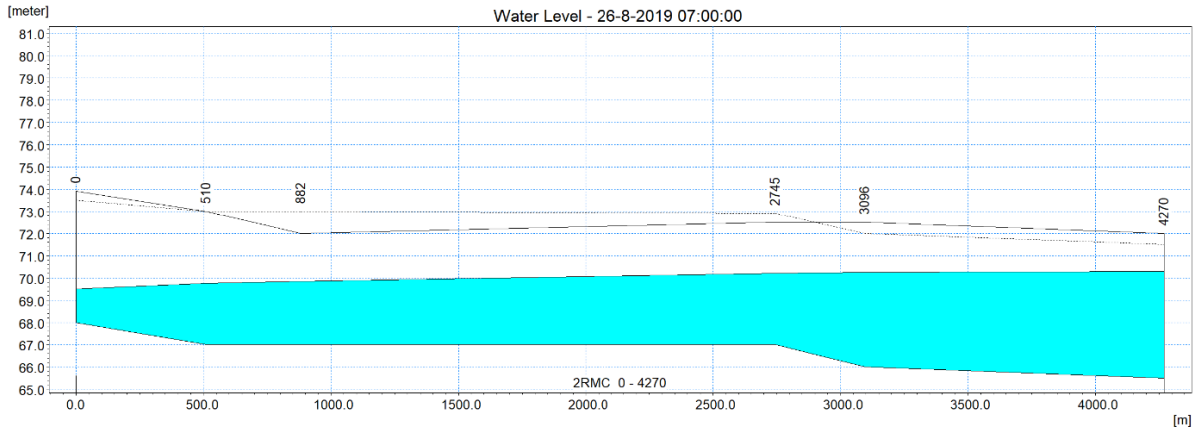
รูปที่ 7-58 ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 2L-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่



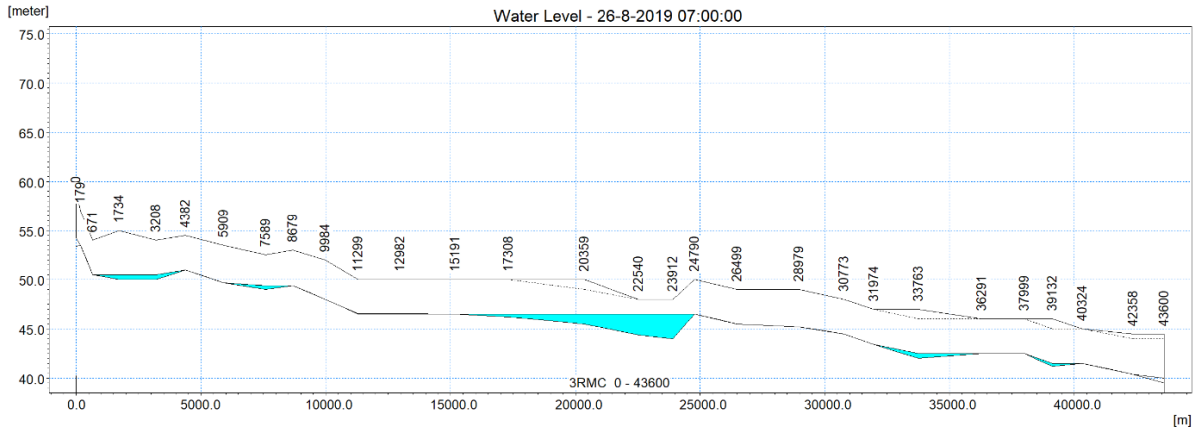
รูปที่ 7-59 ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 3L-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่



รูปที่ 7-60 ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 1R-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่



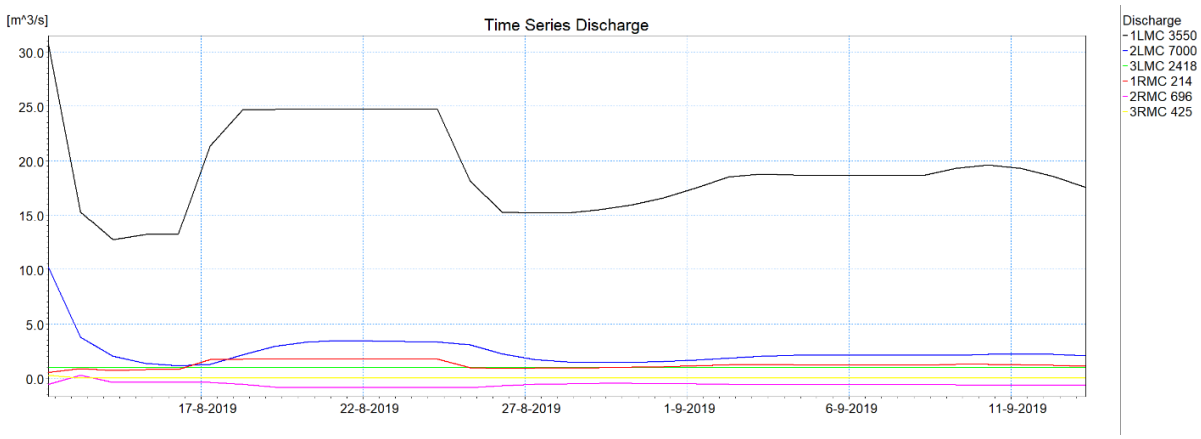
รูปที่ 7-61 ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 2R-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่



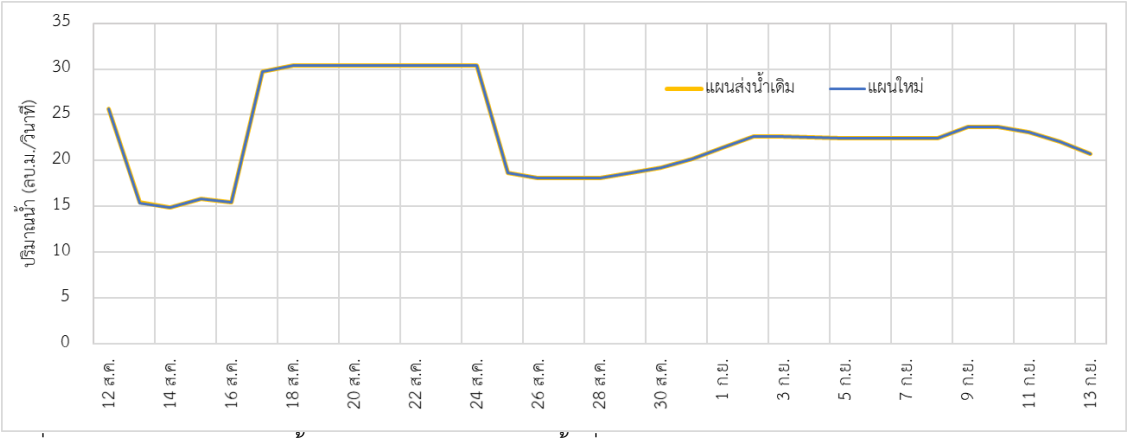
รูปที่ 7-62 ผลจำลองสภาพการไหลของคลองสายใหญ่ 3R-MC ของวันที่ 26 สิงหาคม 2562 หลังส่งน้ำเข้าพื้นที่

สำหรับการนำเสนอในส่วนนี้เป็นแนวทางเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การเชื่อมโยงการทำงานร่วมกันของแบบจำลองการไหลแบบจำลองสมดุลน้ำ และแบบจำลองการตัดสินใจปฏิบัติการน้ำร่วมกับข้อมูลภาคสนามแบบ Real-time โดยผลการจำลองนี้ได้ใช้รูปแบบใหม่ในการส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมโดยเน้นให้แผนการส่งน้ำ ตรงกับแผนการใช้น้ำให้มากที่สุด จากการสอบถามเกษตรในการประชุมภาคสนามภายใต้การใช้น้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งฝั่งแม่น้ำปิง และแม่น้ำน่าน โดยเฉพาะในพื้นที่โครงการฯ ท่อทองแดง พบว่าเกษตรกรมีความสามารถในการยอมรับการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและภาวะการขาดแคลนน้ำได้ โดยทั้งนี้ ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงท้ายเขื่อนภูมิพล สามารถใช้น้ำในเดือน พ.ค./ มิ.ย./ ก.ค. ได้ในพื้นที่ราบสูง ยกเว้นเฉพาะในส่วนทางด้านท้ายของโครงการได้แก่ พรานกระต่าย และลานกระบือ ซึ่งอยู่ในเขตติดต่อกับพื้นที่ลุ่มต่ำน้ำท่วมบางระกำและพิจิตร

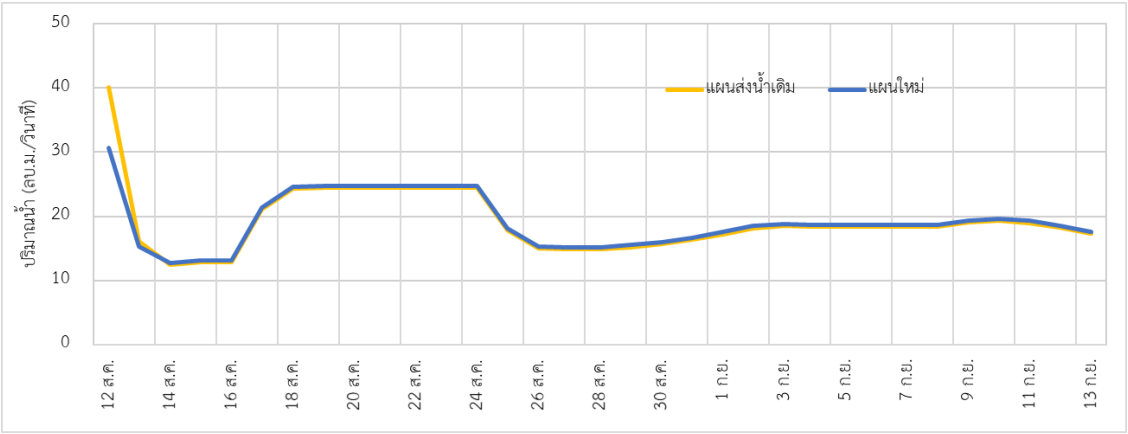
รูปที่ 7-63 แสดงให้เห็นว่าการปรับแผนการเพาะปลูกใหม่ส่งผลให้ระดับน้ำในคลองมีค่าสูงมากขึ้น ซึ่งนอกจากเป็นประโยชน์ต่อการกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูกาลต่อไป ยังทำให้เกิดการประหยัดน้ำในโครงการได้เป็นอย่างดีด้วย รูปที่ 7-64 ถึง 7-69 โดยจะเห็นว่าปริมาณน้ำในคลองส่งสายซอย 2L-MC, 1R-MC และ 2R-MC มีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นหลังจากการปรับแผนการส่งน้ำใหม่



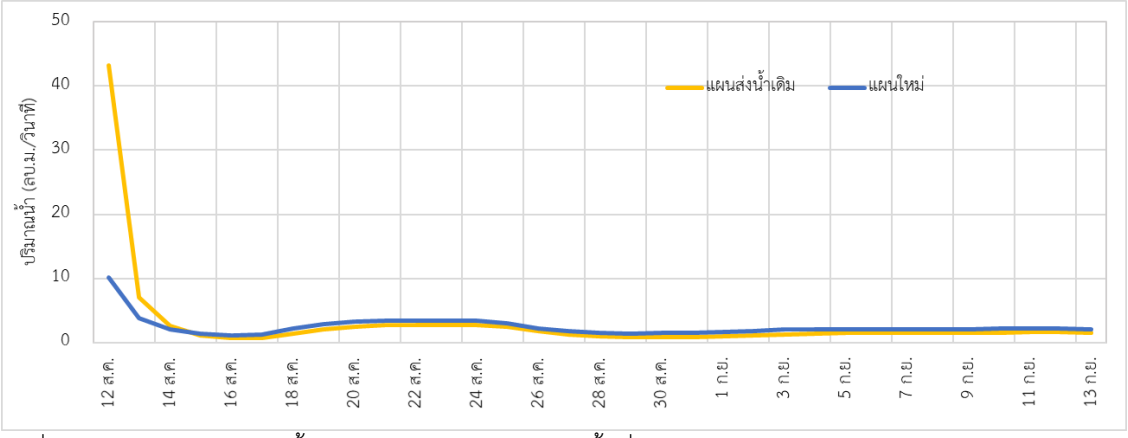
รูปที่ 7-63 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลองหลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนการส่งน้ำใหม่



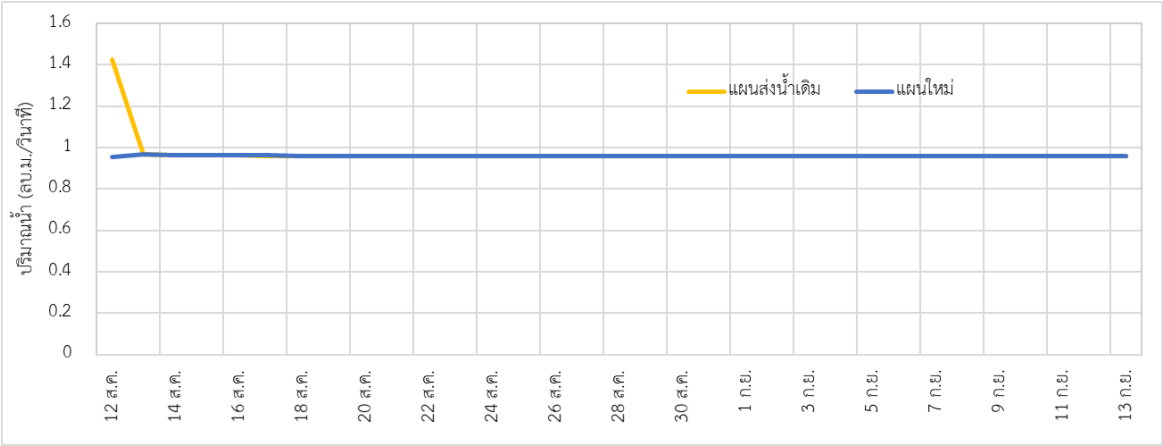
รูปที่ 7-64 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่



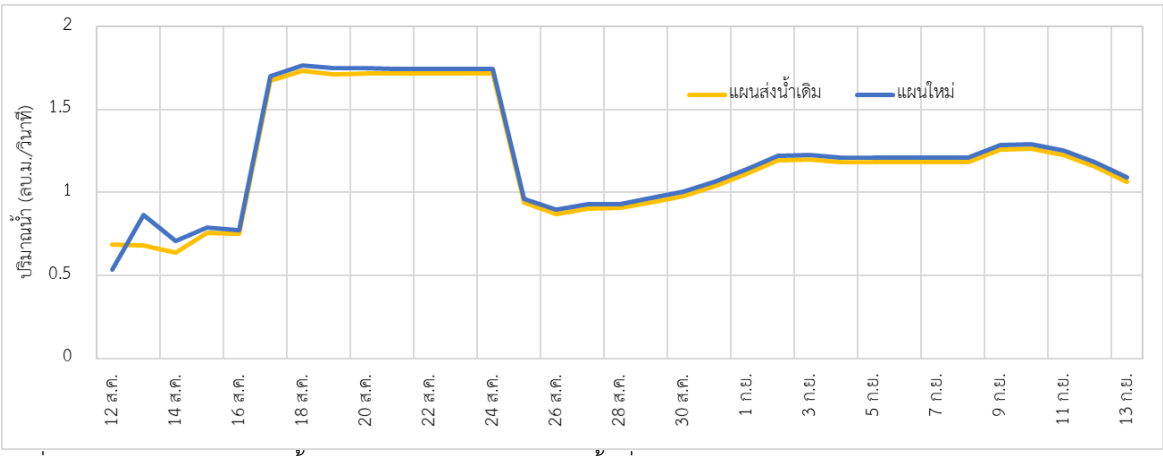
รูปที่ 7-65 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1L-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่



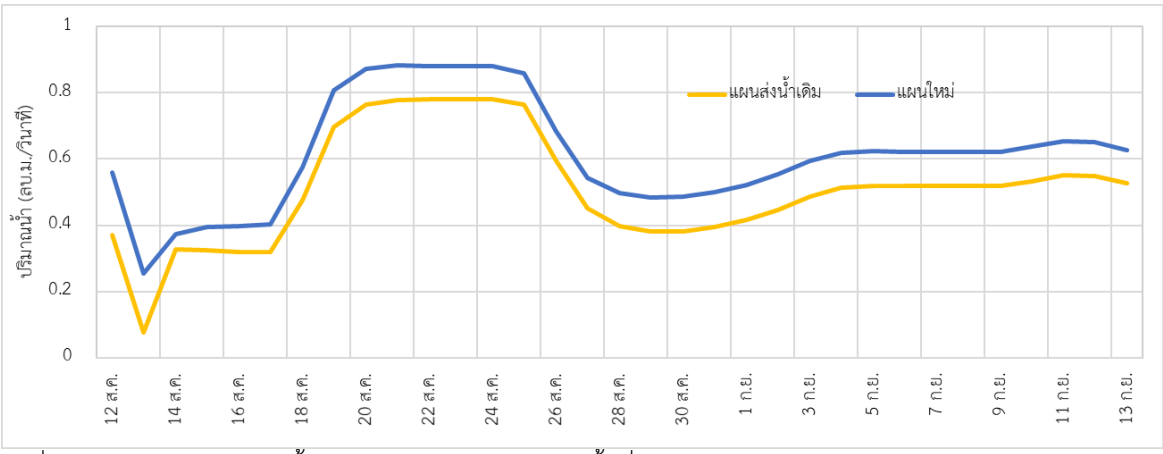
รูปที่ 7-66 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2L-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่



รูปที่ 7-67 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 3L-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่



รูปที่ 7-68 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 1R-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่



รูปที่ 7-69 ผลจำลองปริมาณน้ำในคลอง 2R-MC หลังผันเข้าพื้นที่เกษตรกรรม 20 โซน ตามแผนเดิมกับใหม่

บทที่ 8

ผลการจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำและแบบจำลองควบคุมประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน

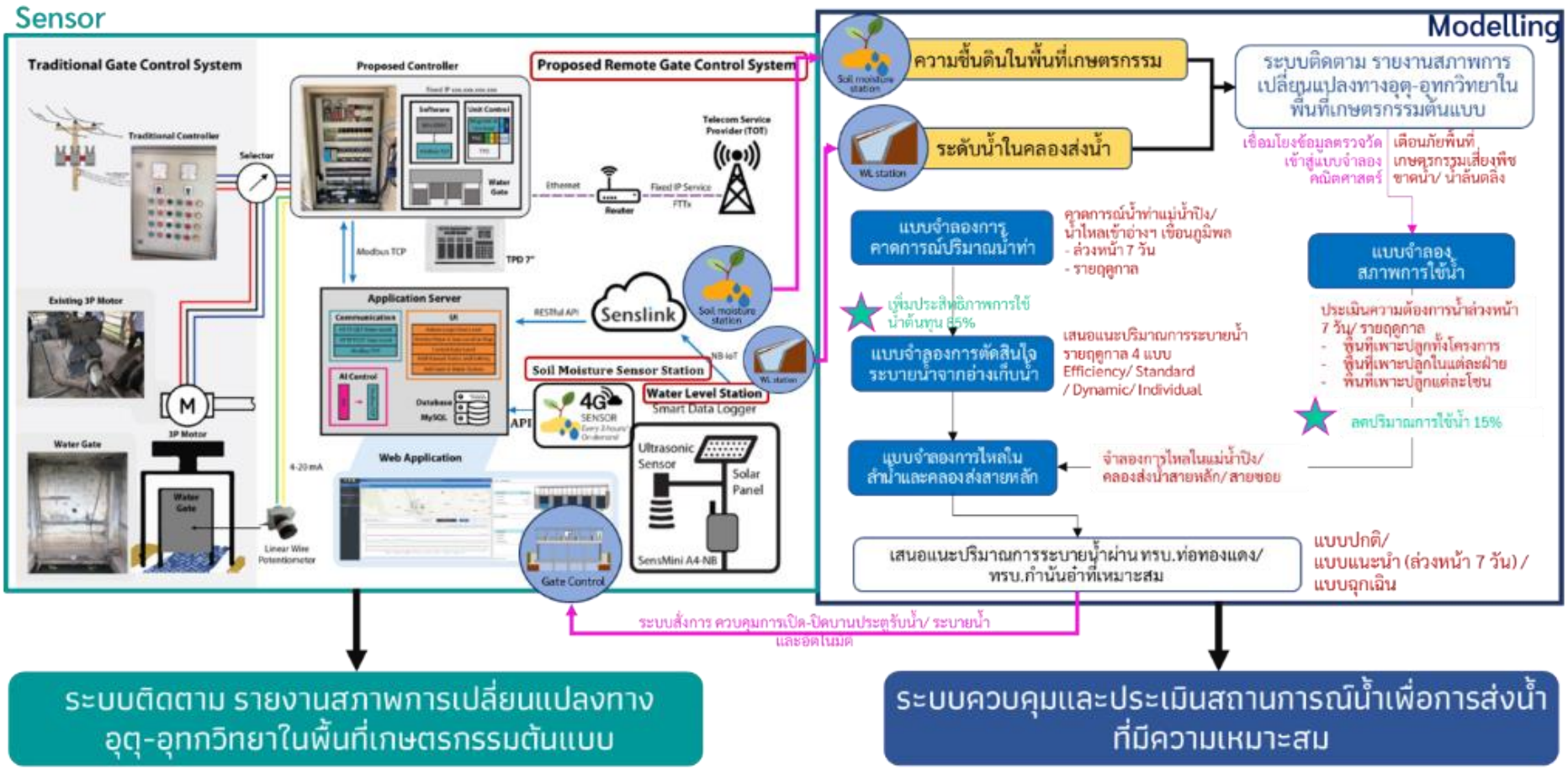
การจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำและแบบจำลองควบคุมประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำในระบบส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดภาคสนามที่ได้จากการติดตั้งเครื่องมือหรือเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำผ่านประตูรับน้ำ ข้อมูลระดับน้ำ และข้อมูลความชื้นดิน โดยได้นำมาใช้ในการเชื่อมโยงเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความต้องการน้ำและเสนอแนะแผนการปฏิบัติการส่งน้ำ โดยการควบคุมการเปิด-ปิด ทรบ. ให้สอดคล้องกับน้ำต้นทุนในโครงการส่งน้ำฯ และความต้องการน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งทางโครงการวิจัยฯ ได้ผนวกเอาแบบจำลองแบบจำลองสมดุลน้ำร่วมกับแบบจำลองการไหลในคลองส่งน้ำในการจำลองการจัดสรรน้ำ ซึ่งสุดท้ายได้จัดทำเป็นโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการควบคุมการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม สอดรับกับเป้าหมายของโครงการในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนและการลดการสูญเสียน้ำในระบบส่งน้ำชลประทาน

8.1 ผลการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัด Real-time จากเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อบริหารจัดการน้ำ

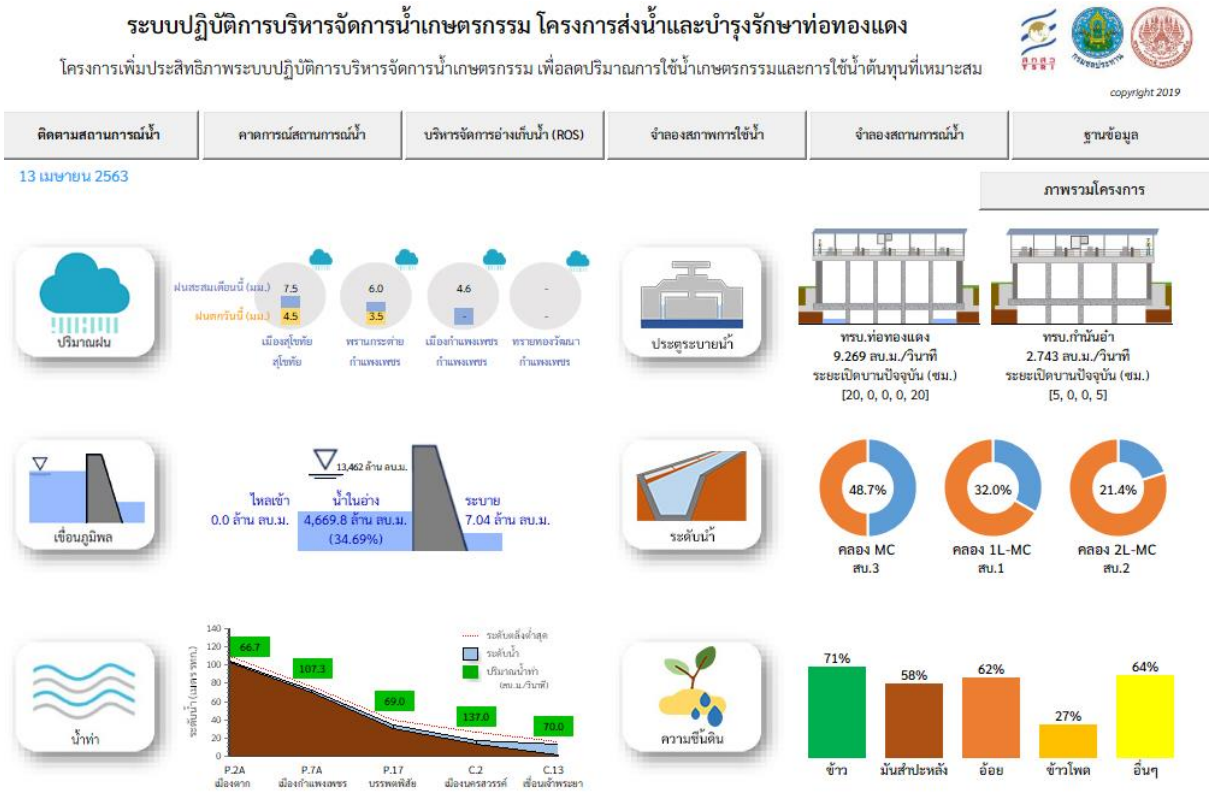
การเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีการรายงานข้อมูลเป็นรายวัน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากกรมชลประทาน และข้อมูลอ่างเก็บน้ำจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และ 2) ข้อมูลตรวจวัด real-time จากภาคสนามที่มีการติดตั้งในโครงการวิจัยจากเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตกรรรม ได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำ 8 จุด ข้อมูลปริมาณการรับน้ำเข้าโครงการและระยะเปิดบานของ ทรบ. ท่อทองแดงและ ทรบ.กำนันอำที่มีการรายงานทุก 5 นาที และข้อมูลความชื้นดิน 120 จุดที่ติดตั้งครอบคลุมทั้งโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงที่มีการรายงานทุก 3 ชั่วโมง โดยการเชื่อมโยงข้อมูลดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง สรุปรายละเอียดของข้อมูลตรวจวัดที่ได้มีการเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในตารางที่ 8-1 และแสดงองค์ประกอบของระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสมดังรูปที่ 8-1 โดยมีรูปแบบของการรายงานผลการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดที่นำมาใช้ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และส่วนการติดตามสถานการณ์จากการเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดและข้อมูลจากภาคสนามดังรูปที่ 8-1 และ 8-2 ตามลำดับ

ตารางที่ 8-1 รายละเอียดของข้อมูลตรวจวัดที่ได้เชื่อมโยงเข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

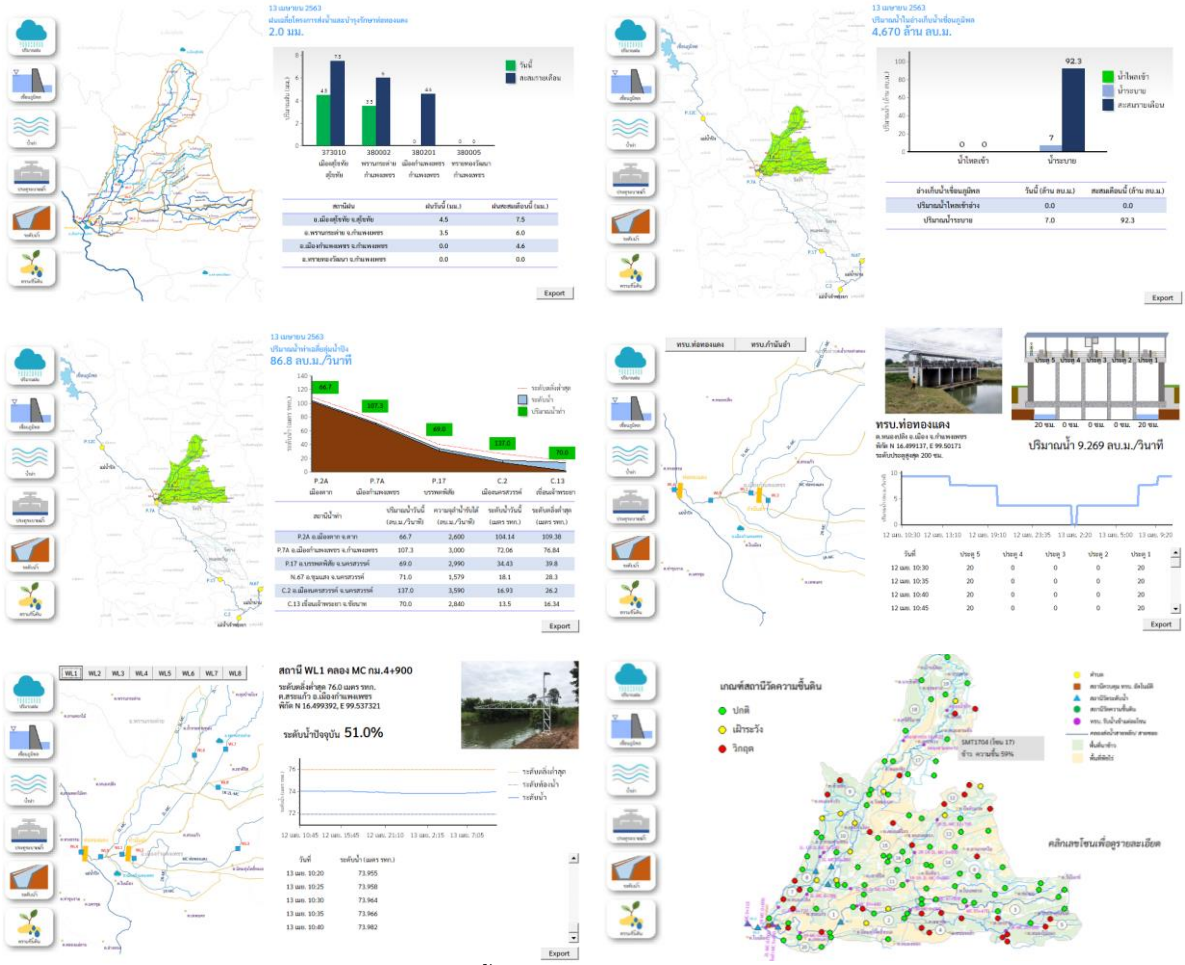
ลำดับ	ข้อมูล	หน่วยงาน	พื้นที่	ความถี่
1.	ระดับน้ำ 8 จุด (WL1 – WL8)	จากโครงการพัฒนาเทคโนโลยีการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในระดับโครงการชลประทาน	คบ.ท่อทองแดง	ราย 5 นาที
2.	ปริมาณน้ำผ่าน ทรบ. 2 จุด		คบ.ท่อทองแดง	ราย 5 นาที
3.	ความชื้นดิน 120 จุด		คบ.ท่อทองแดง	ราย 3 ชั่วโมง
4.	ปริมาณฝน	กรมอุตุนิยมวิทยา	คบ.ท่อทองแดง	รายวัน
5.	ปริมาณน้ำท่า/ ระดับน้ำ	กรมชลประทาน	แม่น้ำปิง	รายวัน
6.	อ่างเก็บน้ำ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ	เขื่อนภูมิพล	รายวัน



รูปที่ 8-1 ความเชื่อมโยงขององค์ประกอบของระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม



รูปที่ 8-2 การเชื่อมโยงข้อมูลตรวจวัดเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อบริหารจัดการน้ำ

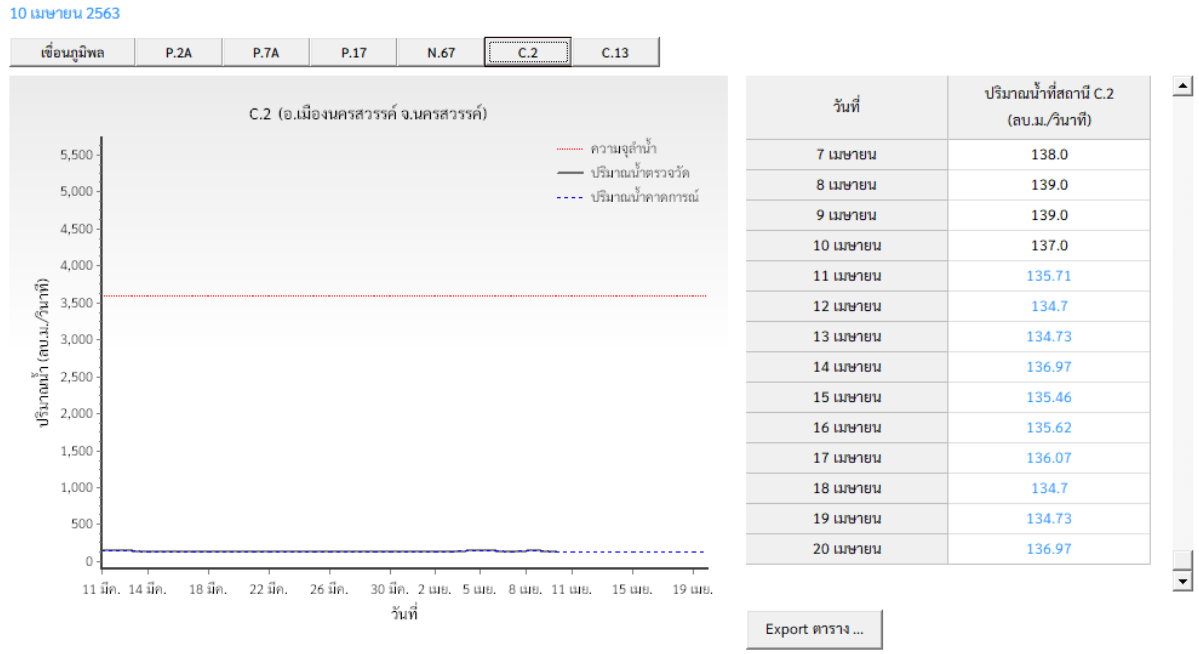


รูปที่ 8-3 รายละเอียดส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำจากการเชื่อมโยงข้อมูลเข้าสู่ระบบสนุบสนุนการตัดสินใจ

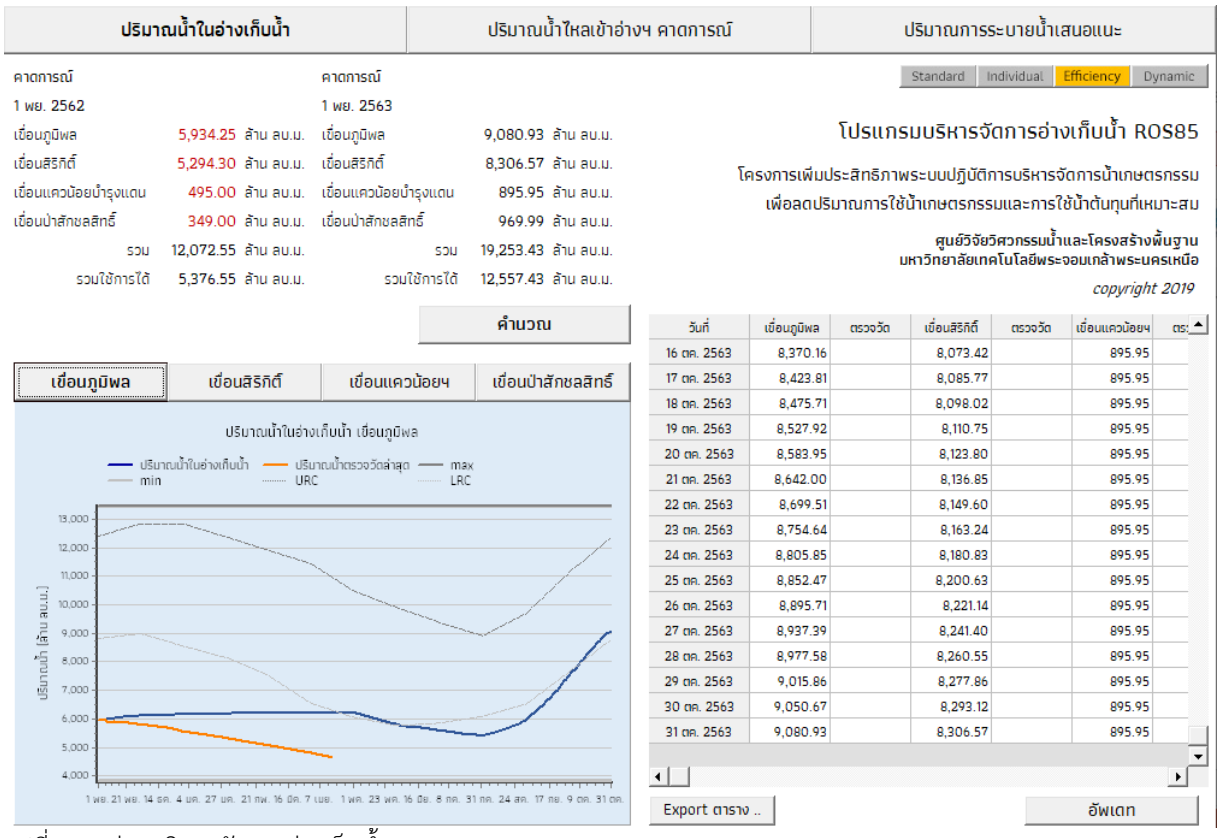
8.2 ผลการจัดทำแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน

แบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time เพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน เป็นการพัฒนาแบบจำลองในการประเมินปริมาณน้ำต้นทุนและจำลองสภาพการใช้น้ำจากความต้องการน้ำของโครงการชลประทานเพื่อประเมินปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าไปในระบบในช่วงเวลาและปริมาณที่เหมาะสม ตามเป้าหมายการลดการสูญเสียปริมาณการส่งน้ำเข้าระบบชลประทาน โดยส่วนการประมวลสถานการณ์น้ำ ประกอบด้วย ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำล่วงหน้า 10 วัน ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ มีรายละเอียดของแต่ละส่วน ดังนี้

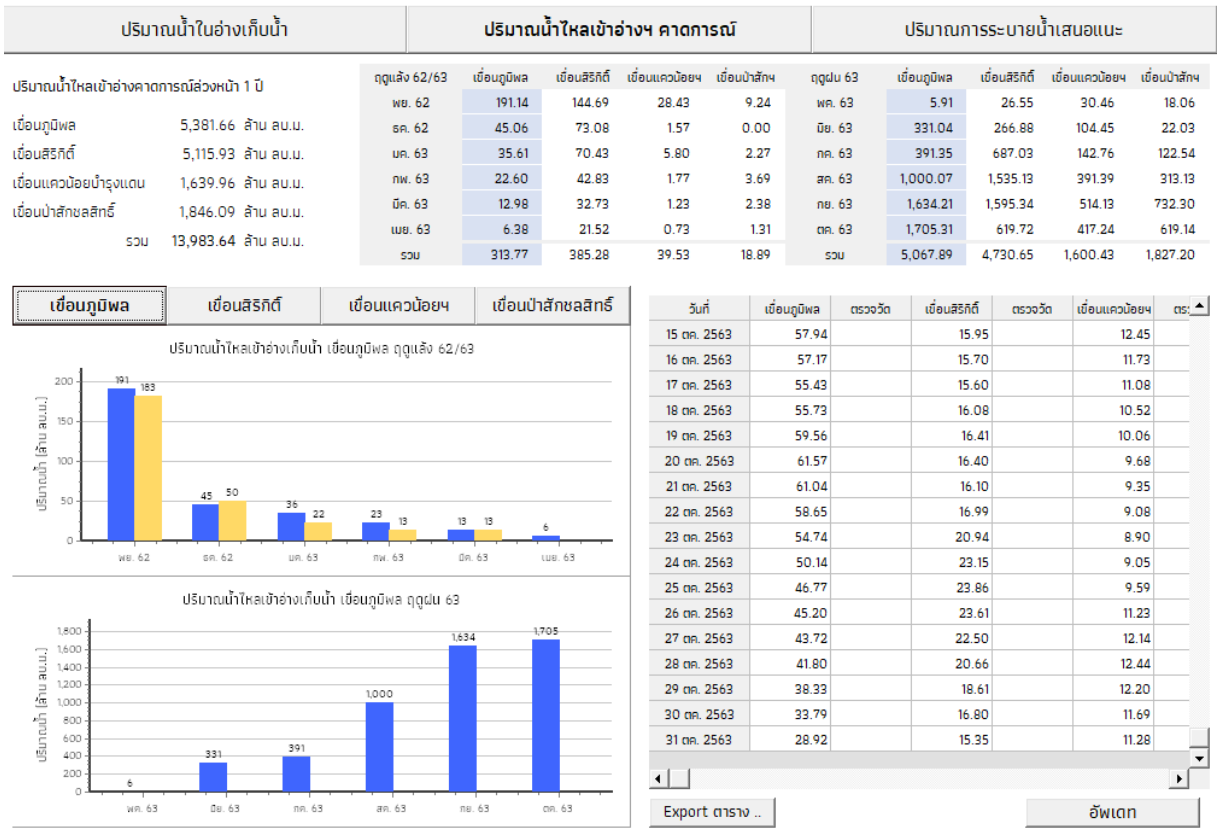
- ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ เป็นการคาดการณ์สถานการณ์น้ำล่วงหน้า 10 วันของสถานีน้ำท่าที่อยู่ในลุ่มน้ำปิง น่าน และเจ้าพระยา ประกอบด้วย ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล สถานีน้ำท่า P.2A อ.เมืองตาก จ.ตาก สถานีน้ำท่า P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร สถานีน้ำท่า P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ สถานีน้ำท่า N.67 อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ สถานีน้ำท่า C.2 อ.เมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ และสถานีน้ำท่า C.13 เขื่อนเจ้าพระยา อ.สรรพยา จ.ชัยนาท แสดงส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำเพื่อการประมวลสถานการณ์น้ำท่าล่วงหน้า 1-10 วันดังรูปที่ 8-4
- ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ เป็นการจัดทำโปรแกรมเพื่อเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำตามปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคาดการณ์ และการรักษาปริมาณน้ำต้นทุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำตามเป้าหมายของโครงการ แบ่งออกเป็น 4 โหมดการปฏิบัติการ ได้แก่ 1) โหมด Standard เป็นโหมดใช้สำหรับการเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำในโหมดการระบายขั้นต่ำทางอุปโภคบริโภค ระบบนิเวศน์ และการเกษตรกรรม โดยกำหนดให้มีการเพาะปลูกข้าวนาปี 7 ล้านไร่ และข้าวนาปรัง 3 ล้านไร่ 2) โหมด Individual เป็นโหมดที่สามารถให้ผู้ใช้งานเลือกปีที่ต้องการจำลองสถานการณ์ทั้งปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ปริมาณการระบายน้ำจากอ่างฯ และปริมาณน้ำตั้งต้น โดยสามารถ customized เลือกปี เพื่อจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำสำหรับการประกอบการตัดสินใจในปีน้ำน้อย น้ำปกติ และน้ำมากได้ 3) โหมด Efficiency เป็นโหมดที่โปรแกรมทำการเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ณ ต้นฤดูแล้ง 1 พ.ย. ได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 85 โดยประเมินจากข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ คาดการณ์ และปริมาณการระบายเสนอแนะตามลำดับความสำคัญของการใช้น้ำ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลและนำข้อมูลออกไปวิเคราะห์ต่อได้ และโหมดสุดท้ายคือโหมด Dynamic ในส่วนนี้เป็นโหมดการเสนอแนะปริมาณการระบายน้ำตามน้ำต้นทุนคาดการณ์และแผนการใช้น้ำจากกรมชลประทาน แสดงส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำดังรูปที่ 8-5 และการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายเสนอแนะดังรูปที่ 8-6
- ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ เป็นการคำนวณความต้องการน้ำจากแบบจำลองโดยได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลความชื้นดินจากพื้นที่ภาคสนามในการประเมินความต้องการน้ำจากการระบุพื้นที่ทำการเกษตรกรรมตามโซนที่เลือกในแต่ละโซน 20 โซนโดยผู้ใช้งาน เพื่อให้โปรแกรมสามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำที่ต้องการในระบบส่งน้ำล่วงหน้า 7 วัน และล่วงหน้ารายฤดูกาล แสดงส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำดังรูปที่ 3 แบ่งออกเป็น 3 โหมด ได้แก่ 1) ทั้งโครงการ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกพื้นที่เพาะปลูกทั้งโครงการที่ต้องการประเมินความต้องการน้ำและปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบชลประทานเพื่อให้โปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำทั้งโครงการ 2) เลือกโซน/ฝ่ายส่งน้ำ ผู้ใช้งานสามารถเลือกโซน/ ฝ่ายส่งน้ำเพื่อระบุพื้นที่เพาะปลูกในการประเมินความต้องการน้ำรายโซน และ 3) เสนอแนะโดย A.I. ในส่วนนี้โปรแกรมทำการคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกให้อัตโนมัติจากการประเมินน้ำต้นทุนรายฤดูกาล โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกส่วนนี้ในการคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกรายฤดูกาลเพื่อประเมินปริมาณน้ำในการจัดสรรเข้าระบบชลประทานตลอดฤดูกาล แสดงส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำล่วงหน้า 7 วัน ดังรูปที่ 8-7 และรูปที่ 8-8 แสดงส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำล่วงหน้ารายฤดูกาล



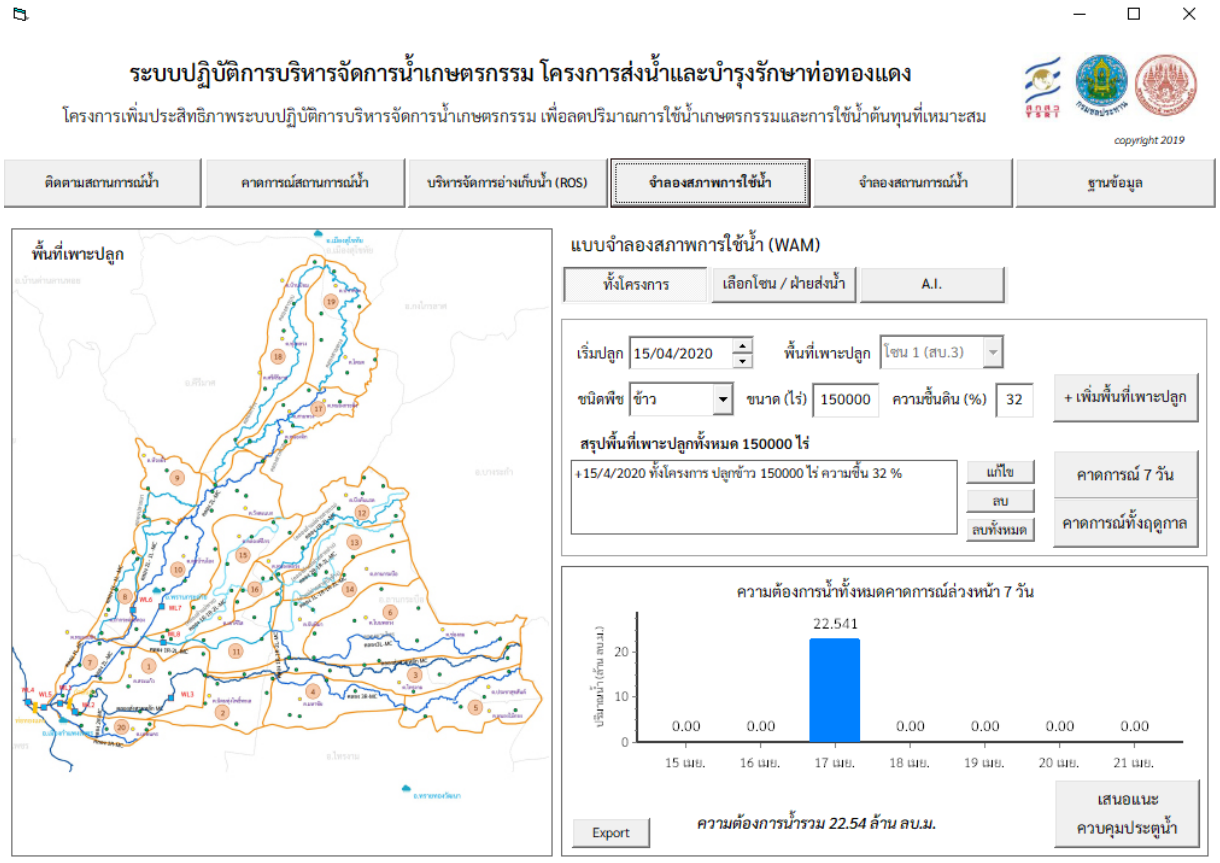
รูปที่ 8-4 ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ



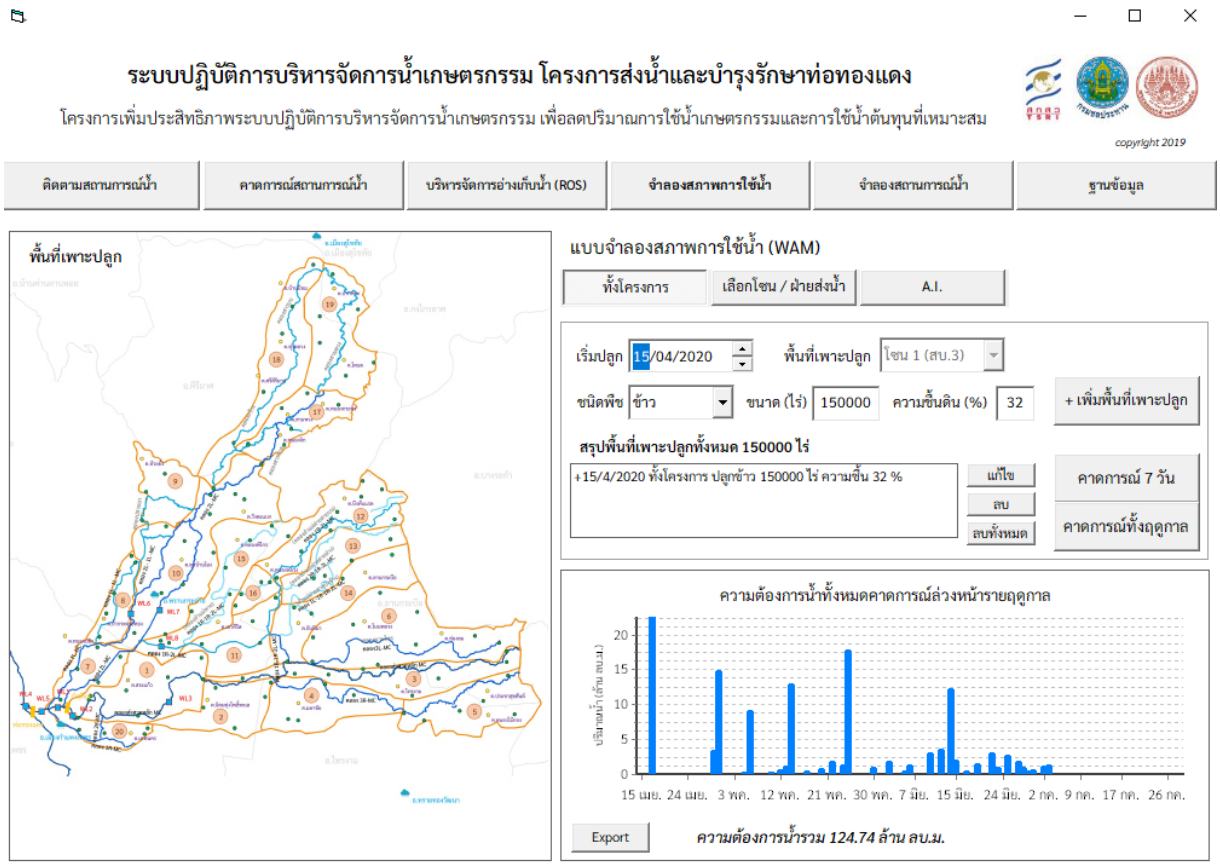
รูปที่ 8-5 ส่วนบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 8-6 การคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและปริมาณการระบายเสนอแนะ



รูปที่ 8-7 ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำล่วงหน้า 7 วัน



รูปที่ 8-8 ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำล่วงหน้ารายฤดูกาล

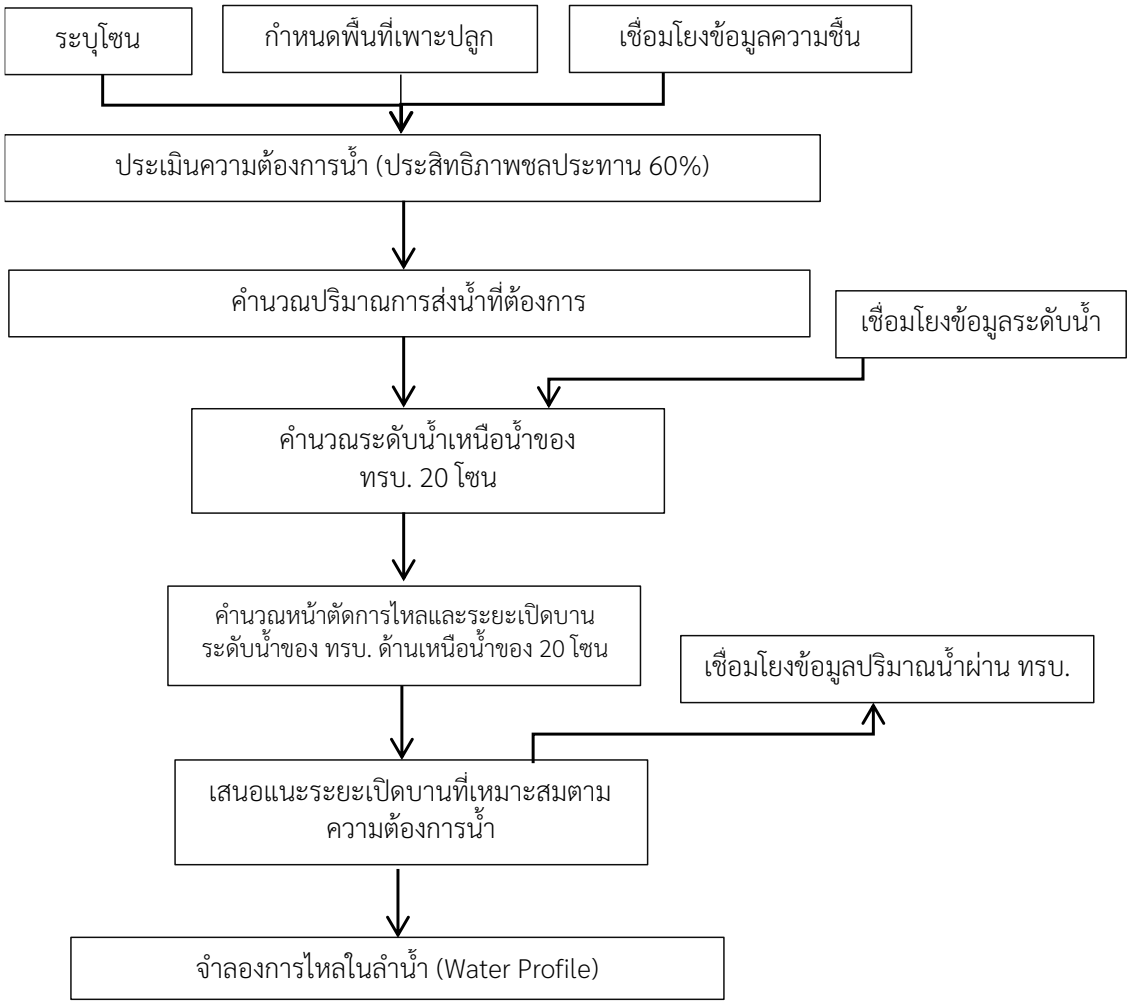
8.3 ผลการจัดทำระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสมโดยเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม

ระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสมเป็นการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการควบคุมน้ำชลประทาน ที่มีการเชื่อมโยงกับข้อมูลตรวจวัดแบบ Real-time จากเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเข้ากับแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำแบบ Real-time โดยเป็นเครื่องมือให้กับผู้ใช้งานในการจำลองสภาพการใช้น้ำ และตัดสินใจในการปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม

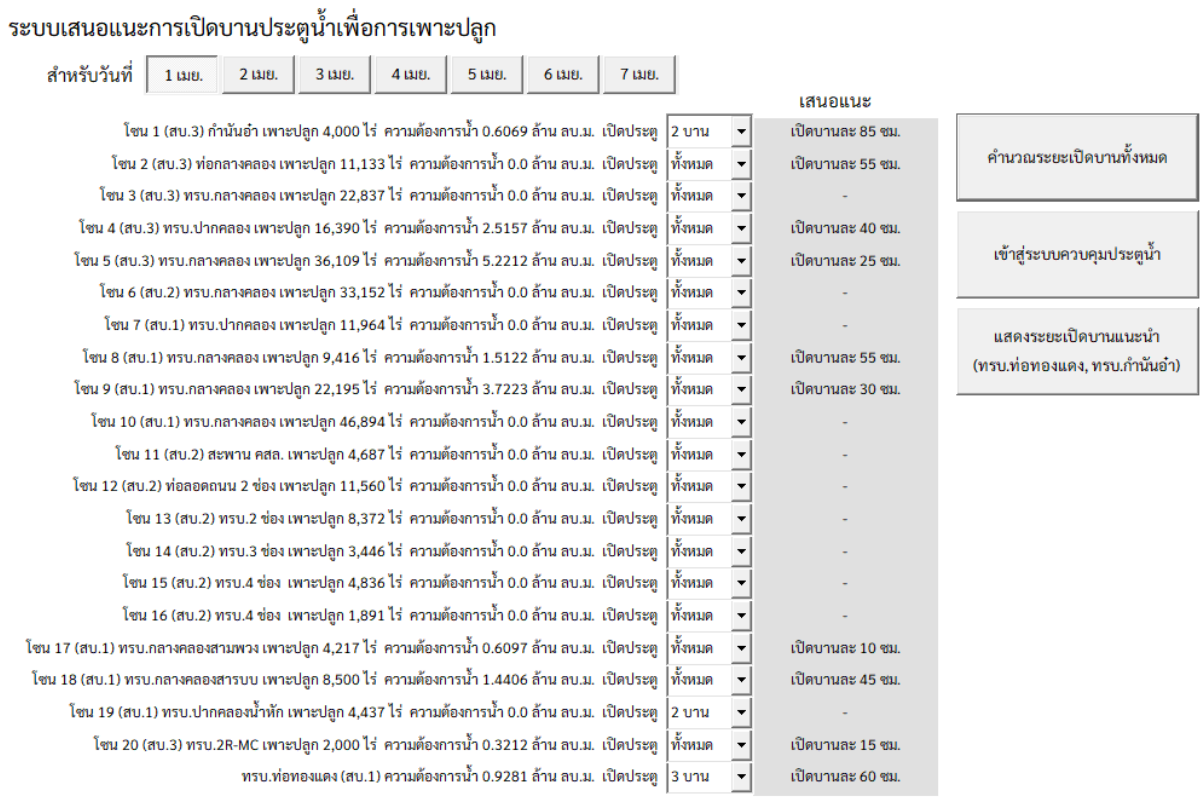
ขั้นตอนของการจำลองสภาพการใช้น้ำได้ใช้ข้อมูลความชื้นดินจากภาคสนาม และข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้มีการสำรวจมาทำการประเมินความต้องการน้ำ และทำการคำนวณปริมาณการส่งน้ำที่เหมาะสม เพื่อการจำลองสภาพการใช้น้ำ โดยได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลระดับน้ำจากภาคสนามเข้าสู่ส่วนการจัดทำระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำ โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำด้านเหนือและท้ายน้ำของประตูรับน้ำเข้าโครงการฯ ในการคำนวณและเสนอแนะระยะเปิดบานที่เหมาะสมตามจุดรับน้ำเข้าแต่ละโซนพื้นที่เกษตรกรรมทั้ง 20 จุด ตามกลุ่มการใช้น้ำที่ทางโครงการวิจัยได้แบ่งไว้ แสดงรูปแบบการทำงานของระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสมในรูปที่ 8-9 และส่วนการเสนอแนะการเปิดบานประตูน้ำดังรูปที่ 8-10

ส่วนการควบคุมประตูรับน้ำเข้าโครงการฯ ได้มีการเชื่อมโยงเข้ากับระบบประเมินสถานการณ์น้ำ เมื่อผู้ใช้งานได้ทราบปริมาณน้ำที่ต้องการในแต่ละพื้นที่ 20 โซนแล้ว สามารถเข้าสู่ระบบควบคุมประตูน้ำ เพื่อเชื่อมโยงไปยังเวปไซต์ในการสั่งการควบคุมปริมาณน้ำโดยในระบบจะทำการคำนวณและเสนอแนะระยะเปิดบานของ ทรบ.ท่อทองแดง และกำนันอำให้โดยอัตโนมัติ แสดงหน้าต่างของเวปไซต์ที่เป็นระบบสั่งการดังรูปที่ 8-11 จากระบบการควบคุม ทรบ.รับน้ำเข้าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบการจำลองสถานการณ์น้ำ โดยส่วนนี้ได้มีการเชื่อมโยงจากแบบจำลองสภาพการใช้น้ำเพื่อการจำลองปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำสายหลักและสายซอย โดยผู้ใช้งานสามารถดึงข้อมูลระดับน้ำในแต่ละ

หน้าตัดคลองเพื่อวิเคราะห์ระดับน้ำที่สามารถส่งไปถึงในช่วงสถานการณ์น้ำน้อย แสดงระบบการจำลองสถานการณ์น้ำดังรูปที่ 8-12 รูปแบบของการจำลองสถานการณ์น้ำแสดงดังรูปที่ 8-13 ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลในลักษณะรูปภาพและตารางผลการจำลองระดับน้ำและปริมาณน้ำในแต่ละรูปตัดลำน้ำทั้ง 7 คลองส่งน้ำสายหลัก ได้แก่ คลอง MC คลอง 1L-MC คลอง 2L-MC คลอง 3L-MC คลอง 1R-MC คลอง 2R-MC และคลอง 3R-MC

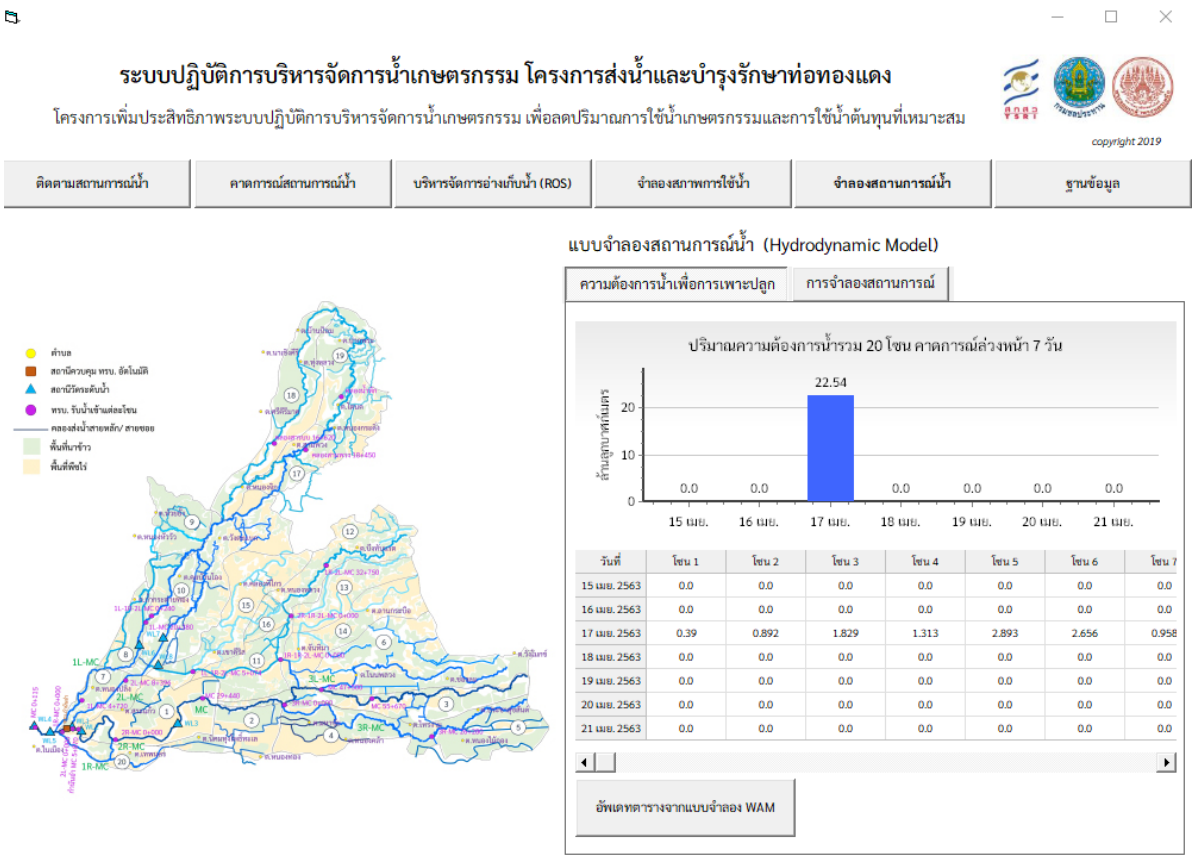


รูปที่ 8-9 รูปแบบการทำงานของระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการส่งน้ำที่มีความเหมาะสม

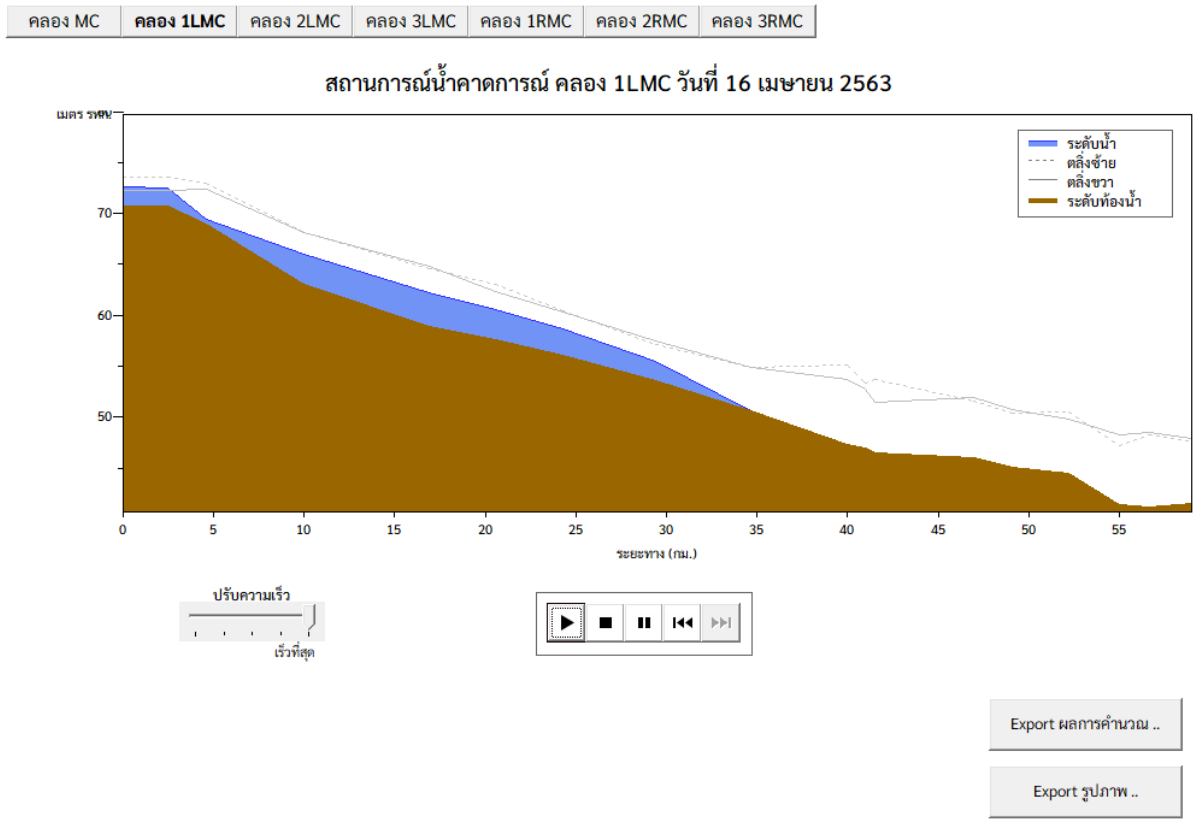


รูปที่ 8-10 ระบบเสนอแนะการรับน้ำผ่าน ทรบ. ในพื้นที่ 20 โซน

รูปที่ 8-11 ระบบควบคุม ทรบ.รับน้ำเข้าโครงการฯ



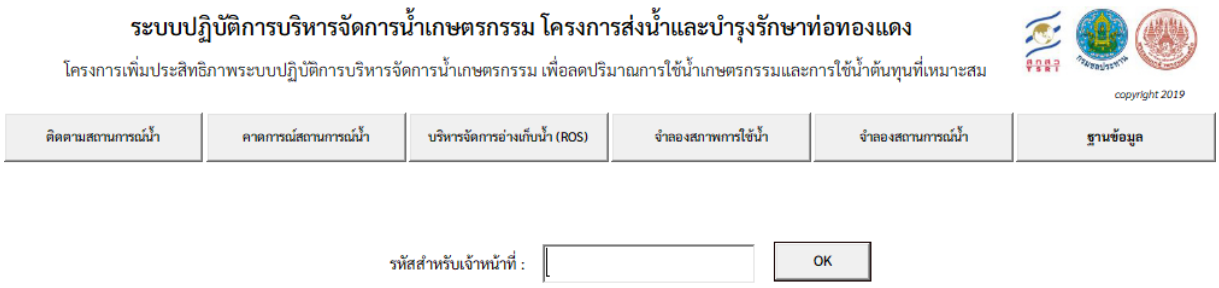
รูปที่ 8-12 ระบบการจำลองสถานการณ์น้ำ



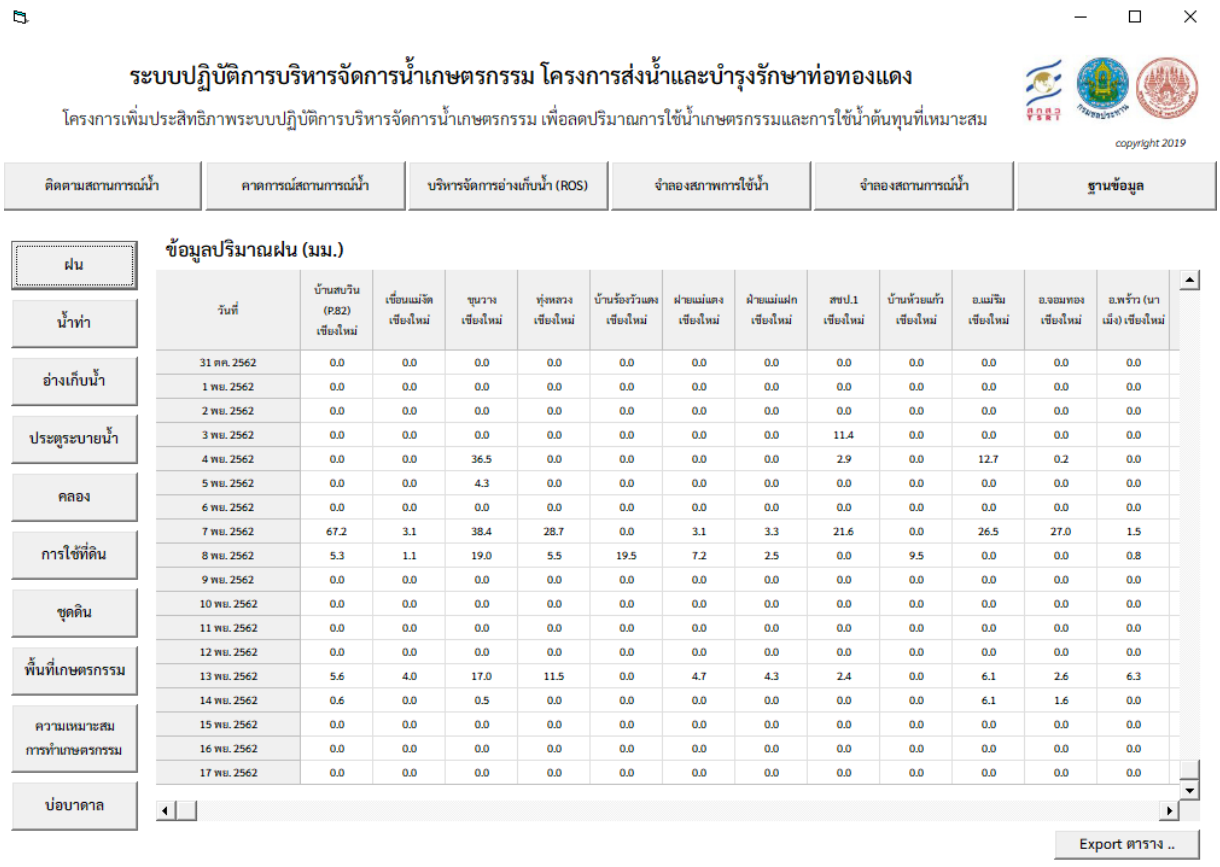
รูปที่ 8-13 รูปแบบของการจำลองสถานการณ์น้ำ

8.4 ผลการจัดทำระบบฐานข้อมูลของโครงการ

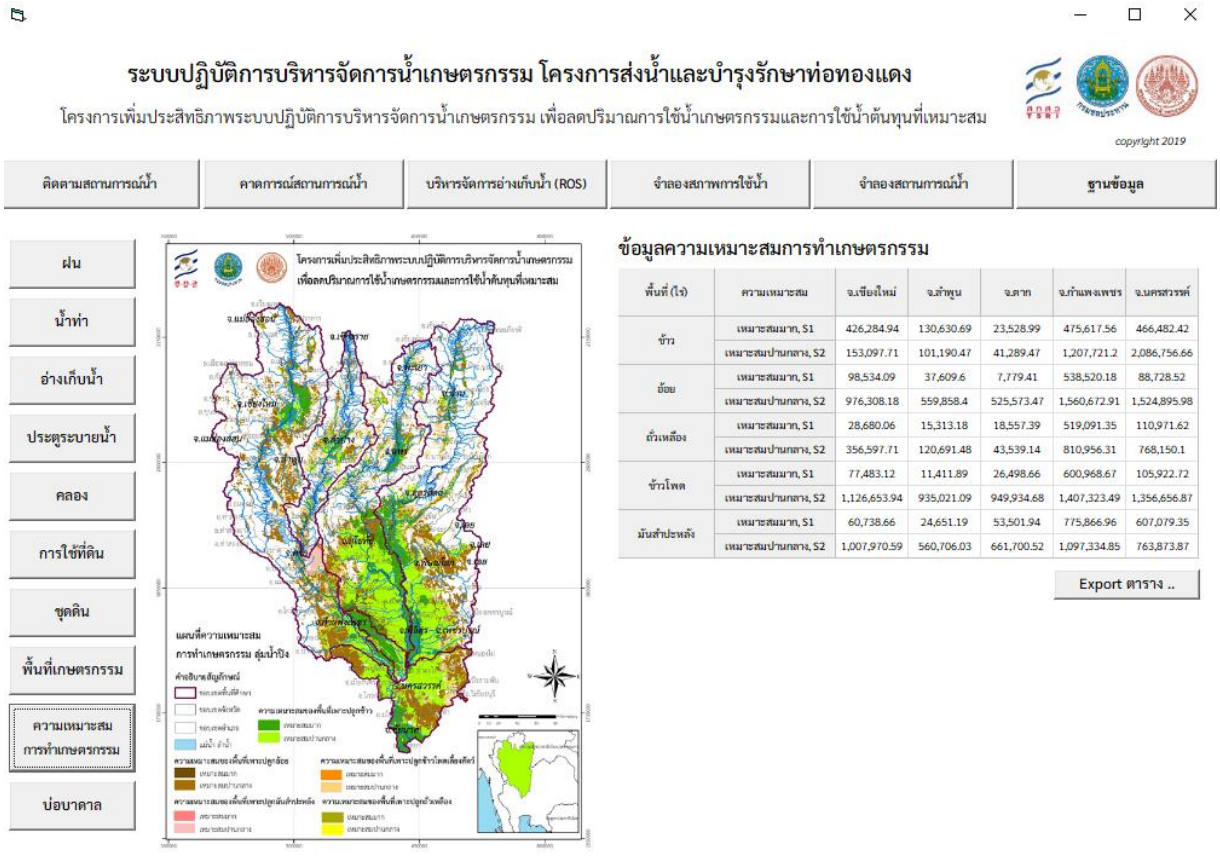
ระบบฐานข้อมูลของโครงการได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ศึกษาย้อนหลัง 30 ปี โดยมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลจากการเข้ารหัสผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 8-14 ซึ่งเมื่อเข้าสู่หน้าระบบฐานข้อมูลของโครงการฯ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งรูปแบบตารางและแผนที่ ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝน ปริมาณน้ำท่า อ่างเก็บน้ำ ประตูระบายน้ำ คลอง การใช้ที่ดิน ชุดดิน พื้นที่เกษตรกรรม ความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม และบ่อบาดาล แสดงตัวอย่างส่วนฐานข้อมูลปริมาณฝนดังรูปที่ 8-14 และฐานข้อมูลความเหมาะสมการทำเกษตรกรรมดังรูปที่ 8-15 และรูปที่ 8-16 เป็นส่วนฐานข้อมูลรูปตัดคลองที่ได้จากการสำรวจในโครงการ โดยผู้ใช้งานสามารถอัปเดตข้อมูลได้เมื่อการเพิ่มเติมชุดข้อมูลในอนาคต แสดงดังรูปที่ 8-17



รูปที่ 8-14 ส่วนการเข้ารหัสระบบฐานข้อมูล



รูปที่ 8-15 ส่วนฐานข้อมูลปริมาณฝน



พื้นที่ (ไร่)	ความเหมาะสม	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
ข้าว	เหมาะสมมาก, S1	426,284.94	130,630.69	23,528.99	475,617.56	466,482.42
	เหมาะสมปานกลาง, S2	153,097.71	101,190.47	41,289.47	1,207,721.2	2,086,756.66
อ้อย	เหมาะสมมาก, S1	98,534.09	37,609.6	7,779.41	538,520.18	88,728.52
	เหมาะสมปานกลาง, S2	976,308.18	559,858.4	525,573.47	1,560,672.91	1,524,895.98
ถั่วเหลือง	เหมาะสมมาก, S1	28,680.06	15,313.18	18,557.39	519,091.35	110,971.62
	เหมาะสมปานกลาง, S2	356,597.71	120,691.48	43,539.14	810,956.31	768,150.1
ข้าวโพด	เหมาะสมมาก, S1	77,483.12	11,411.89	26,498.66	600,968.67	105,922.72
	เหมาะสมปานกลาง, S2	1,126,653.94	935,021.09	949,934.68	1,407,323.49	1,356,656.87
มันสำปะหลัง	เหมาะสมมาก, S1	60,738.66	24,651.19	53,501.94	775,866.96	607,079.35
	เหมาะสมปานกลาง, S2	1,007,970.59	560,706.03	661,700.52	1,097,334.85	763,873.87

รูปที่ 8-16 ส่วนฐานข้อมูลความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม

รูปที่ 8-17 ส่วนฐานข้อมูลรูปตัดคลอง

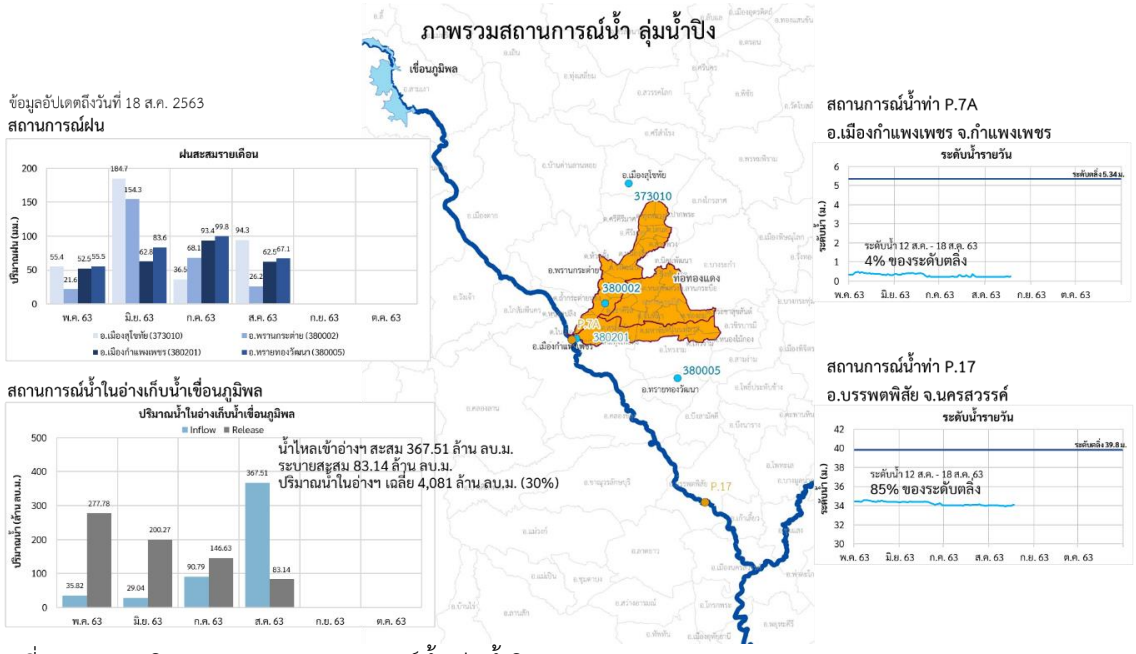
8.5 ผลการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำและแบบจำลองควบคุมประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำโครงการชลประทาน ช่วงฤดูฝน 2563

การประยุกต์ใช้แบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำและแบบจำลองควบคุมประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ได้มีการติดตามสถานการณ์น้ำรายสัปดาห์ในทุกวันอังคาร โดยการร่วมปฏิบัติการและหารือแนวทางร่วมกับผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการของโครงการท่อทองแดง ในการประเมินผลการใช้น้ำและการส่งน้ำจริง มีขั้นตอนในการวางแผนโดยใช้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีการสำรวจอัปเดตเป็นรายสัปดาห์มาทำการประเมินความต้องการน้ำล่วงหน้าราย 7 วัน และจนสิ้นสุดฤดูกาล โดยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานของโครงการสามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกสำรวจในแต่ละสัปดาห์ เพื่อสั่งการให้โปรแกรมทำการคำนวณความต้องการน้ำสะสมโดยเชื่อมโยงกับข้อมูลความชื้นดินและระดับน้ำ ซึ่งสุดท้ายแล้วโปรแกรมจะทำการเสนอแนะระยะเปิดบานที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติการส่งน้ำให้กับเจ้าหน้าที่โครงการฯ ต่อไป โดยขั้นตอนของการประยุกต์ใช้แบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำและแบบจำลองควบคุมประเมินสถานการณ์น้ำ มีรายละเอียดดังนี้

- การติดตามภาพรวมสถานการณ์น้ำ ของลุ่มน้ำปิง ทางเจ้าหน้าที่โครงการฯ สามารถติดตามภาพรวมสถานการณ์น้ำของลุ่มน้ำปิง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำต้นทุนของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง โดยแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 8-18 สามารถอธิบายได้ว่า สถานการณ์ปริมาณฝนของลุ่มน้ำปิงในเดือน ส.ค. 2563 ปัจจุบันวันที่ 18 ส.ค. 2563 มีปริมาณฝนตกสะสมที่ อ.เมืองสุโขทัย 94.3 มม. อ.เมืองกำแพงเพชร 26.2 มม. อ.พรานกระต่าย 62.5 มม. และ อ.ทรายทองวัฒนา 67.1 มม. โดยการรายงานข้อมูลปริมาณฝนได้แสดงปริมาณฝนตกสะสมตั้งแต่ต้นฤดูฝน 2563

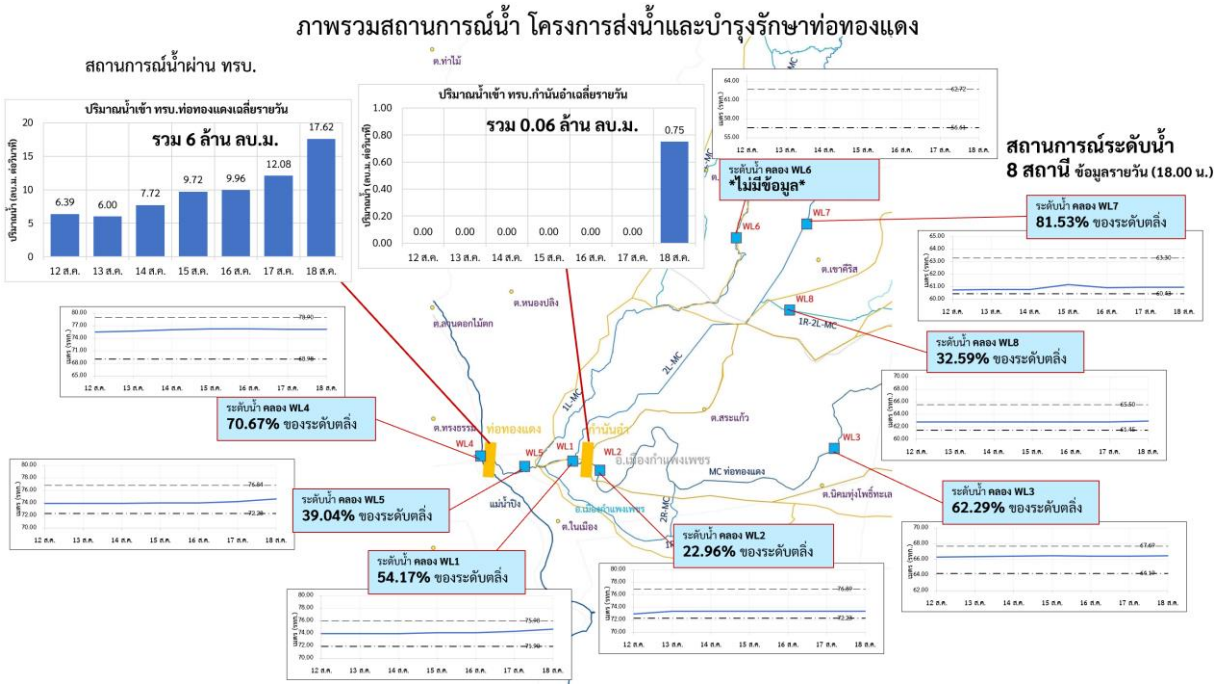
การติดตามสถานการณ์น้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ได้มีการแสดงข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสะสมเดือน ส.ค. 2563 โดยปัจจุบันมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ สะสม 367.51 ล้าน ลบ.ม. และได้มีการสรุปข้อมูลปริมาณการระบายสะสม 83.14 ล้าน ลบ.ม. และปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ วันปัจจุบัน มีปริมาณน้ำในอ่างฯ 4,081 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 30 ของความจุเก็บกักเขื่อนภูมิพล

การติดตามสถานการณ์น้ำท่า ได้มีการติดตามน้ำท่าที่สถานี P.7A อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร ซึ่งเป็นสถานีวัดปริมาณน้ำท่าในลำน้ำปิงก่อนเข้าโครงการฯท่อทองแดง โดยได้ทำการติดตามระดับน้ำเทียบกับระดับตลิ่ง ซึ่งปัจจุบันวันที่ 18 ส.ค. 2563 สถานี P.7A มีระดับน้ำอยู่ที่ร้อยละ 4 ส่วนสถานี P.17 อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์ เป็นสถานีในลำน้ำปิง หลังโครงการฯท่อทองแดง โดยปัจจุบันมีระดับน้ำอยู่ที่ร้อยละ 85 ของระดับตลิ่ง



รูปที่ 8-18 การติดตามภาพรวมสถานการณ์น้ำ ลุ่มน้ำปิง

- การติดตามภาพรวมสถานการณ์น้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง แสดงดังรูปที่ 8-19 เป็นการติดตามปริมาณน้ำผ่าน ทรบ. รับน้ำเข้าโครงการฯ ทั้ง 2 แห่ง ได้แก่ ทรบ.ท่อทองแดง และทรบ.กำนันอำ และการติดตามระดับน้ำทั้ง 8 จุดที่ได้มีการติดตั้งสถานีตรวจวัดแบบ real-time อยู่ในโครงการฯ โดยจากผลการติดตามข้อมูลน้ำเข้าโครงการฯ ย้อนหลัง 1 สัปดาห์ พบว่า ทรบ.ท่อทองแดงมีปริมาณน้ำไหลเข้าโครงการเฉลี่ยรวม 6 ล้าน ลบ.ม. ต่อสัปดาห์ ทรบ.กำนันอำ มีปริมาณน้ำผ่าน ทรบ. 0.06 ล้าน ลบ.ม. ต่อสัปดาห์ และจากการติดตามข้อมูลระดับน้ำในคลองส่งน้ำทั้ง 8 จุด สามารถสรุปได้ว่า ระดับน้ำที่สถานี WL4 เหนือ ทรบ.ท่อทองแดง มีระดับน้ำอยู่ 70.67% ของระดับตลิ่ง ระดับน้ำที่สถานี WL5 ท้าย ทรบ.ท่อทองแดง มีระดับน้ำอยู่ 39.04% ส่วนระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำเหนือและท้าย ทรบ.กำนันอำ มีระดับอยู่คิดเป็น 54.17% และ 22.96% ตามลำดับ ส่วนการติดตามระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำในคลองส่งสายแยกซอย คลอง 2L-MC มีระดับน้ำอยู่ 81.53% ระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำคลอง 1R-2L-MC มีระดับน้ำอยู่ 32.59%

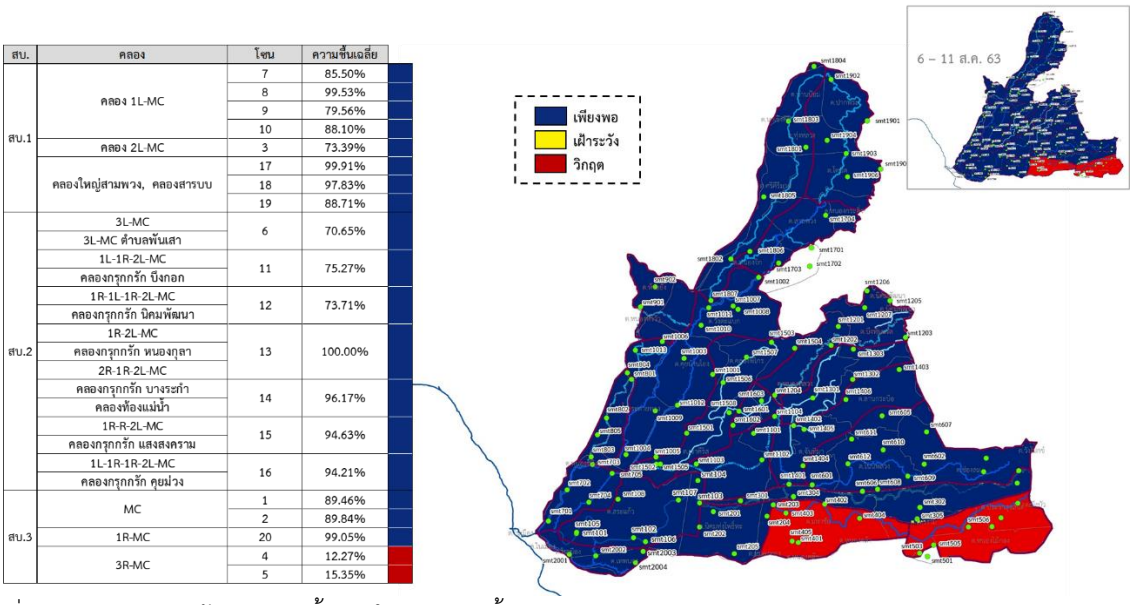


รูปที่ 8-19 การติดตามภาพรวมสถานการณ์น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

- การติดตามข้อมูลความชื้นของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง แสดงดังรูปที่ 8-20 ได้มีการดึงข้อมูลความชื้นดินจากโปรแกรมฯ ย้อนหลังรายสัปดาห์ มาทำการหาค่าความชื้นเฉลี่ยสะสมในแต่ละโซน และได้จัดทำแผนที่ข้อมูลความชื้นดิน โดยจากการรายงานข้อมูลปริมาณความชื้นดินสะสม ในช่วงวันที่ 12-18 ส.ค. 2563 พบว่า พื้นที่การส่งน้ำของฝ่ายส่งน้ำที่ 1 และ 2 ระดับความชื้นในดิน อยู่ในระดับที่เพียงพอ ซึ่งในขณะนี้มีโซนที่ 4 และ 5 ที่ความชื้นอยู่ในระดับวิกฤติ แสดงตัวอย่างการรายงานข้อมูลความชื้นดิน ดังรูปที่ 8-20

ปริมาณความชื้นในดินสะสม ตั้งแต่วันที่ 12 - 18 ส.ค. 2563

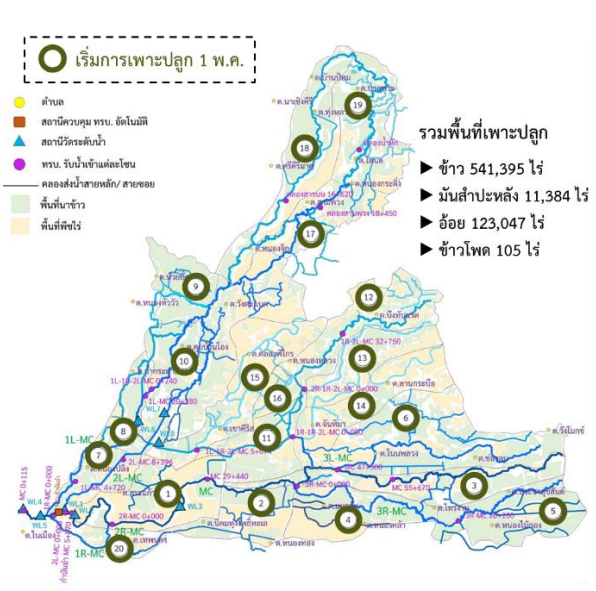
สบ.	คลอง	โซน	ความชื้นเฉลี่ย
สบ.1	คลอง 1L-MC	7	85.50%
		8	99.53%
		9	79.56%
		10	88.10%
	คลอง 2L-MC	3	73.39%
	คลองใหญ่สามพวง, คลองสารบบ	17	99.91%
		18	97.83%
		19	88.71%
สบ.2	3L-MC	6	70.65%
	3L-MC ตำบลพันเสา		
	1L-1R-2L-MC	11	75.27%
	คลองกรุกกรัก บึงกอก		
	1R-1L-1R-2L-MC	12	73.71%
	คลองกรุกกรัก นิคมพัฒนา		
	1R-2L-MC	13	100.00%
	คลองกรุกกรัก หนองกุลา		
	2R-1R-2L-MC		
	คลองกรุกกรัก บางระกำ	14	96.17%
	คลองท้องแม่น้ำ		
	1R-R-2L-MC	15	94.63%
	คลองกรุกกรัก แสงสงคราม		
	1L-1R-1R-2L-MC	16	94.21%
	คลองกรุกกรัก คุยม่วง		
สบ.3	MC	1	89.46%
		2	89.84%
	1R-MC	20	99.05%
	3R-MC	4	12.27%
		5	15.35%



รูปที่ 8-20 การติดตามข้อมูลความชื้นดิน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

- การรายงานข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง แสดงตัวอย่างการรายงานข้อมูลดังรูปที่ 8-21 โดยการรายงานข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสะสมได้มาจากการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกแยกเป็นฝ่ายส่งน้ำเป็นรายสัปดาห์ซึ่งได้มีการสะสมพื้นที่เพาะปลูกตั้งแต่ต้นฤดูฝน 2563 ซึ่งสามารถนำมาแยกเป็นพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละโซนได้ จากการสรุปข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก สามารถสรุปได้ว่า ปัจจุบันในวันที่ 18 ส.ค. 2563 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวสะสมทั้งโครงการฯ 541,395 ไร่ สูงสุดที่โซน 3 อยู่ในฝ่ายส่งน้ำที่ 1 ใช้น้ำคลอง 2L-MC มีการเพาะปลูกข้าว 60,716 ไร่ รองลงมาคือพื้นที่เพาะปลูกข้าวสะสมในโซน 1 กับ 2 มีพื้นที่เพาะปลูกไปแล้ว 51,900 ไร่ อยู่ในฝ่ายส่งน้ำที่ 3 ส่วนพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีพื้นที่เพาะปลูกสะสมไปแล้ว 11,384 ไร่ อ้อยมีพื้นที่เพาะปลูกสะสม 123,047 ไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดมีพื้นที่เพาะปลูกสะสม 105 ไร่

พื้นที่เพาะปลูกสะสมวันที่ 1 พ.ค. – 18 ส.ค. 2563



สบ.	คลอง	โซน	พื้นที่เพาะปลูกสะสม (ไร่)			
			ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ข้าวโพด
สบ.1	คลอง 1L-MC	7	41,591	2,000	3,000	-
		8				
		9				
		10				
	คลอง 2L-MC	3	60,716	1,760	16,783	-
	คลองใหญ่สามพวง, คลองสารบบ	17	34,708	4,318	27,231	-
		18				
		19				
สบ.2	3L-MC	6	21,880	640	4,025	15
	3L-MC ตำบลพันเสา		21,880	-	129	-
	1L-1R-2L-MC	11	32,490	-	14,590	-
	คลองกรุกกรัก บึงกอก		10,470	-	685	-
	1R-1L-1R-2L-MC	12	36,300	127	3,128	-
	คลองกรุกกรัก นิคมพัฒนา		2,690	-	5,113	-
	1R-2L-MC	13	25,515	160	2,470	90
	คลองกรุกกรัก หนองกุลา		6,155	2,379	12,700	-
	2R-1R-2L-MC		38,880	-	8,200	-
	คลองกรุกกรัก บางระกำ	14	23,680	-	-	-
	คลองท้องแม่น้ำ		39,450	-	275	-
	1R-R-2L-MC	15	1,500	-	-	-
	คลองกรุกกรัก แสงสงคราม		1,150	-	-	-
	1L-1R-1R-2L-MC	16	28,670	-	-	-
	คลองกรุกกรัก คุยม่วง		1,520	-	40	-
สบ.3	MC	1	51,900	-	11,344	-
		2				
	1R-MC	20	7,900	-	8,870	-
	3R-MC	4	52,350	-	4,464	-
		5				
รวม			541,395	11,384	123,047	105

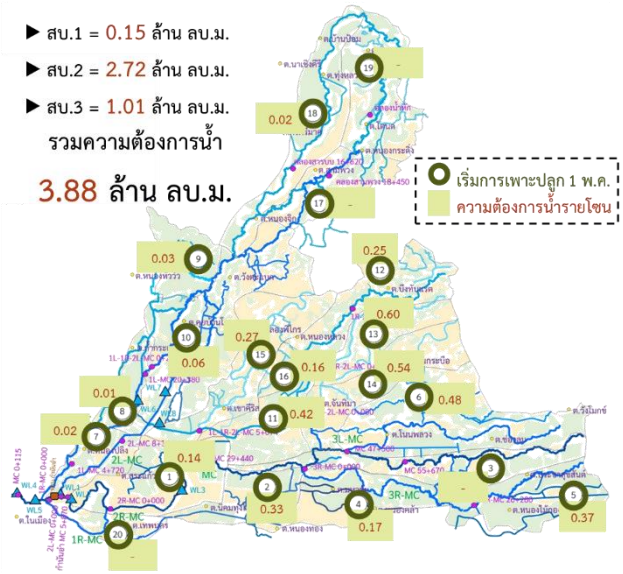
รูปที่ 8-21 การติดตามข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสะสม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

- การประเมินความต้องการน้ำของพื้นที่เพาะปลูกสะสม แสดงดังรูปที่ 8-22 เป็นการประเมินความต้องการน้ำล่วงหน้ารายสัปดาห์ จากพื้นที่เพาะปลูกสะสมที่ได้มีการสำรวจจากฝ่ายส่งน้ำแต่ละฝ่าย โดยจากผลการประเมิน

ความต้องการน้ำที่ต้องส่งให้กับพื้นที่เพาะปลูกใน 7 วันล่วงหน้า ตามรอบเวรการส่งน้ำรายโซน และฝ่ายส่งน้ำ พบว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดงมีความต้องการน้ำรวม 3.88 ล้าน ลบ.ม. เป็นความต้องการน้ำจากฝ่ายส่งน้ำที่ 1 ปริมาณ 0.15 ล้าน ลบ.ม. ฝ่ายส่งน้ำที่ 2 ปริมาณ 2.72 ล้าน ลบ.ม. และฝ่ายส่งน้ำที่ 3 ปริมาณ 1.01 ล้าน ลบ.มง รวมแล้วมีความต้องการน้ำทั้งสัปดาห์ที่ปริมาณ 3.88 ล้าน ลบ.ม. ทั้งนี้ในโปรแกรมฯ ยังสามารถจำลองความต้องการน้ำจนถึงสิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูก เพื่อเป็นแนวทางให้แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการส่งน้ำต่อไป

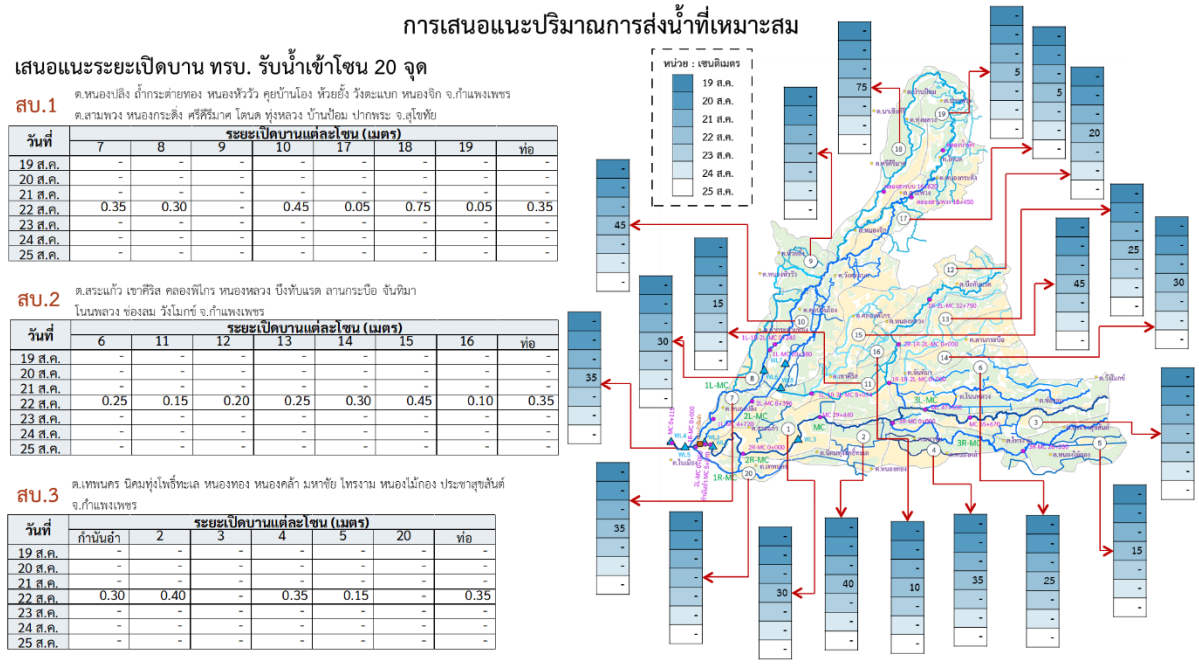
- การเสนอแนะปริมาณการส่งน้ำที่เหมาะสม เป็นการเสนอแนะระยะการเปิดบานประตูส่งน้ำเข้าแต่ละพื้นที่ทั้ง 20 โซนที่ได้มีการแบ่งขอบเขตตามกลุ่มผู้ใช้น้ำ ซึ่งได้สรุประยะการเปิดบานที่เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำของเกษตรกรที่ตรงกับช่วงเวลาความต้องการน้ำ โดยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการสามารถเลือกจำนวนบานที่ต้องการเปิด เพื่อให้โปรแกรมเสนอแนะระยะเปิดบานที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดสรรน้ำตามปริมาณความต้องการน้ำ ความชื้นดินของพื้นที่เกษตรกรรม และช่วงเวลาความต้องการน้ำของเกษตรกร ยกตัวอย่างการเสนอแนะระยะเปิดบานใน 7 วันล่วงหน้าดังรูป พบว่า ทรบ.ท่อทองแดง ควรเปิดบาน 0.35 เมตร ในวันที่ 22 ส.ค. 63 และทรบ.กำนันอำ ควรมีระยะเปิดบานที่ 0.30 เมตร ในวันเดียวกัน เพื่อส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกตามความเหมาะสมกับสถานการณ์จริงในปัจจุบัน

การประเมินความต้องการน้ำของพื้นที่เพาะปลูกวันที่ 19 – 25 ส.ค.



สบ.	คลอง	โซน	ความต้องการน้ำของพื้นที่เพาะปลูก (ล้าน ลบ.ม.)							รวม
			19 ส.ค.	20 ส.ค.	21 ส.ค.	22 ส.ค.	23 ส.ค.	24 ส.ค.	25 ส.ค.	รายคลอง
สบ.1	คลอง 1L-MC	7	-	-	-	0.02	-	-	-	0.12
		8	-	-	-	0.01	-	-	-	
		9	-	-	-	0.03	-	-	-	
		10	-	-	-	0.06	-	-	-	
	คลอง 2L-MC	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	คลองใหญ่สามพวง, คลองสารบบ	17	-	-	-	0.00	-	-	-	0.03
		18	-	-	-	0.02	-	-	-	
		19	-	-	-	0.00	-	-	-	
สบ.2	3L-MC	6	-	-	-	0.48	-	-	-	0.48
	3L-MC คำบลพันเสา									
	1L-1R-2L-MC	11	-	-	-	0.42	-	-	-	0.42
	คลองกรุกกรัก บึงกอก									
	1R-1L-1R-2L-MC	12	-	-	-	0.25	-	-	-	0.25
	คลองกรุกกรัก นิคม									
	1R-2L-MC	13	-	-	-	0.60	-	-	-	0.60
	คลองกรุกกรัก หนองกุลา									
	2R-1R-2L-MC									
	คลองกรุกกรัก บางระกำ	14	-	-	-	0.54	-	-	-	0.54
	คลองท้องแม่น้ำ									
	1R-R-2L-MC	15	-	-	-	0.27	-	-	-	0.27
	คลองกรุกกรัก แสง									
	1L-1R-1R-2L-MC	16	-	-	-	0.16	-	-	-	0.16
	คลองกรุกกรัก คุยม่วง									
สบ.3	MC	1	-	-	-	0.14	-	-	-	0.47
		2	-	-	-	0.33	-	-	-	
	1R-MC	20	-	-	-	-	-	-	-	-
	3R-MC	4	-	-	-	0.17	-	-	-	0.54
		5	-	-	-	0.37	-	-	-	
รวม			-	-	-	3.88	-	-	-	3.88

รูปที่ 8-22 การประเมินความต้องการน้ำของพื้นที่เพาะปลูก โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง



รูปที่ 8-23 การเสนอแนะปริมาณการส่งน้ำที่เหมาะสม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

บทที่ 9

ผลการจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

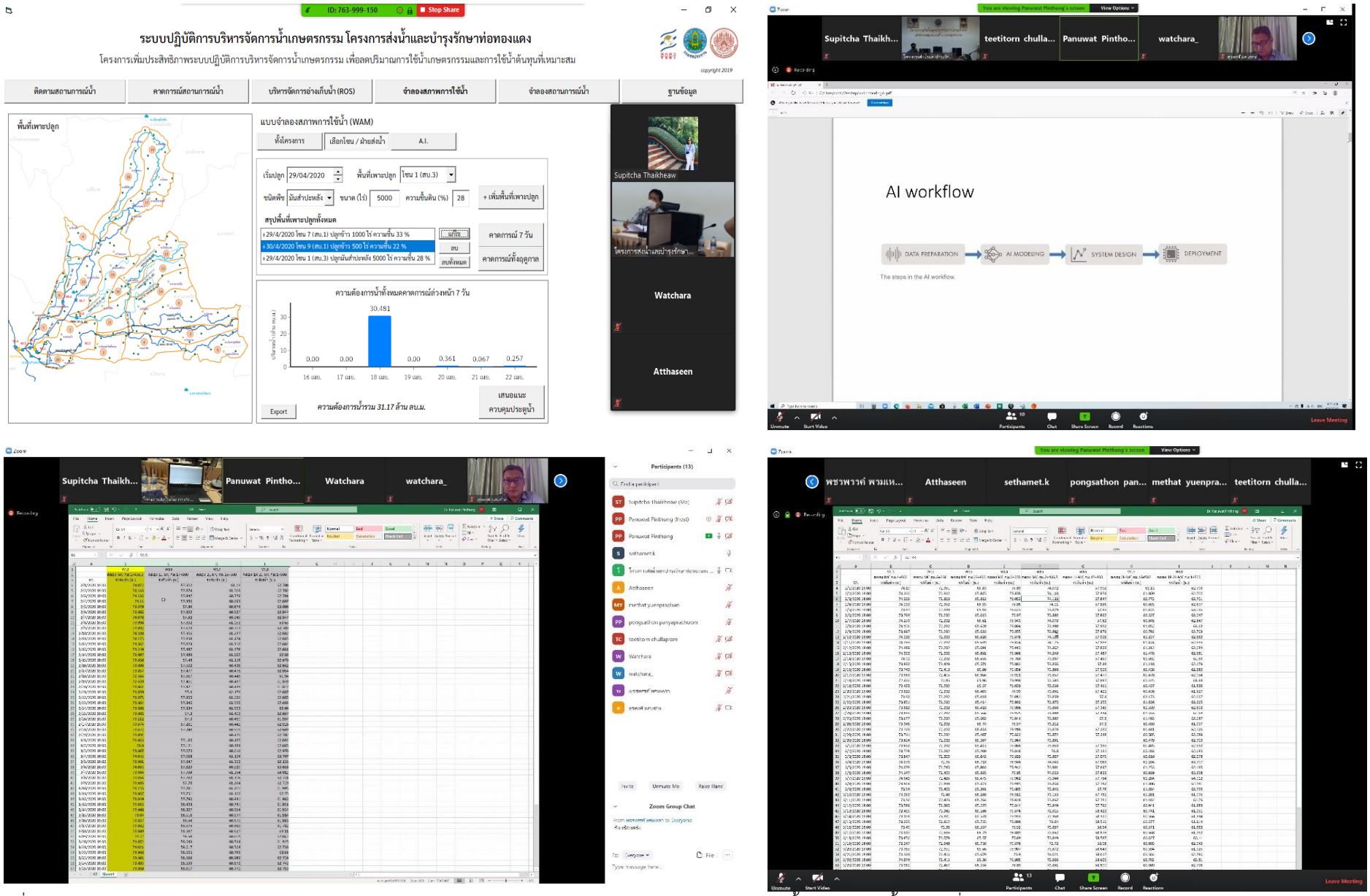
การจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ได้ดำเนินการอบรมเจ้าหน้าที่ของศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ กรมชลประทาน (ส่วนกลาง) และเจ้าหน้าที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง แบ่งหัวข้อการอบรมออกเป็น 2 วัน โดยมีเนื้อหาของการอบรม ได้แก่ การพัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำ และการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน

ผลการจัดอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างวันที่ 16-17 เมษายน พ.ศ. 2563 เป็นการอบรมและถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีให้แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการของโครงการที่เป็นกลุ่มเป้าหมายหลักในการใช้งานโปรแกรมระบบควบคุมและประมวลสถานการณ์น้ำในระบบส่งน้ำชลประทานที่มีการเชื่อมโยงเข้ากับเทคโนโลยีการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม โดยการอบรมได้จัดผ่านโปรแกรม Zoom มีผู้เข้าร่วมเป็นเจ้าหน้าที่จากกรมชลประทานส่วนกลาง หน่วยงาน ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ (SWOC) และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ซึ่งในวันที่ 16 เมษายน 2563 เป็นการอบรมการพัฒนาและการใช้งานโปรแกรมระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำ แบ่งเป็นการอบรมเป็นภาคเช้าและภาคบ่าย ซึ่งภาคเช้าเป็นการอบรมเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำ และภาคบ่ายเป็นการอบรมเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำมีผู้เข้าร่วมจาก SWOC จำนวน 3 ท่าน และจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง 8 ท่าน รวมทั้งหมด 17 ท่าน

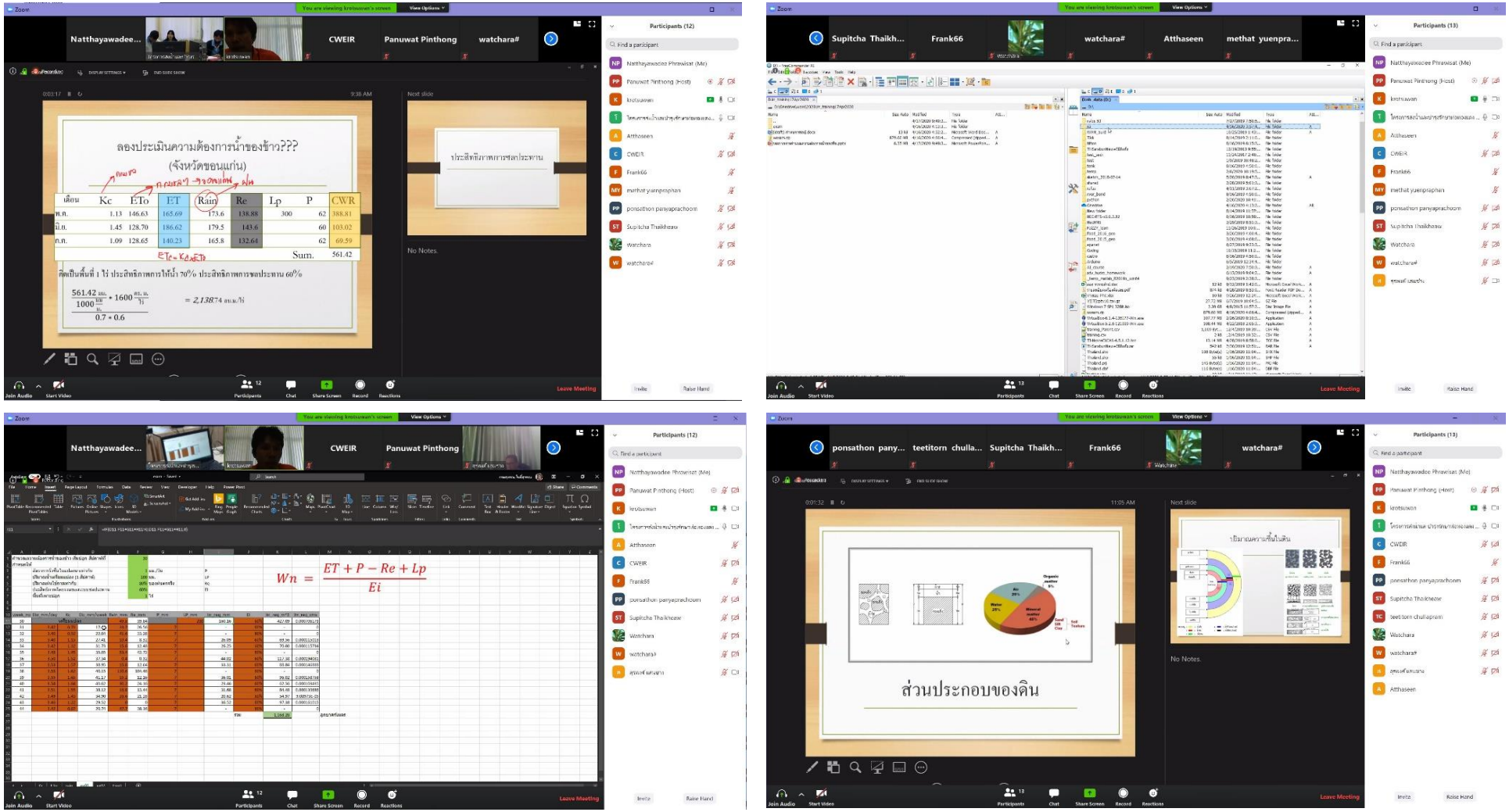
ส่วนวันที่ 17 เมษายน 2563 เป็นการอบรมการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน มีผู้เข้าร่วมจาก SWOC จำนวน 5 ท่าน และจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง 7 ท่าน รวมทั้งหมด 17 ท่าน โดยถูกแบ่งเป็นการอบรมเป็นภาคเช้าและภาคบ่ายเช่นเดียวกับวันที่ 16 เมษายน 2563 ซึ่งภาคเช้าเป็นการอบรมเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน และภาคบ่ายเป็นการอบรมเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน แสดงบรรยากาศการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทั้ง 2 วัน ดังรูปที่ 9-1 และ 9-2 ตามลำดับ

นอกจากการอบรมเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง กรมชลประทาน ทางโครงการวิจัยฯ ได้มีการจัดอบรมเกษตรกรตัวแทนจุดติดตั้งเครื่องมือวัดความชื้นทั้ง 20 โซน จำนวน 120 จุด โดยนำเสนอผลการรพัฒนาแอปพลิเคชันและแนะนำการใช้งาน การดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือ และช่องทางการแจ้งปัญหาการใช้งานเครื่องมือวัดความมีชันดินที่ได้ทำการติดตั้ง รวมทั้งได้มีการจัดตั้งกลุ่ม Line เพื่อเจ้งเตือนปริมาณความชื้นให้แก่เกษตรกรผ่านระบบ line Notify แบบอัตโนมัติทุกวันเวลา 9.00 น. พร้อมทั้งได้มีการสำรวจรูปแบบการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำชลประทาน ซึ่งพบว่าเกษตรกรจากตัวแทนเครื่องมือวัดความชื้นทั้ง 120 จุด มีสัดส่วนการใช้น้ำจากบ่อบาดาลคิดเป็นร้อยละ 34 สัดส่วนการใช้น้ำจากคลองชลประทานร้อยละ 66 และสัดส่วนการใช้น้ำชลประทานร่วมกับบ่อบาดาลร้อยละ 17 โดยได้มีการเสนอแนะการใช้น้ำแหล่งน้ำต้นทุนเสริม และรูปแบบการลดการใช้น้ำโดยการใช้ประโยชน์จากการติดตามข้อมูลปริมาณความชื้นดิน

การจัดอบรมกลุ่มเกษตรกรทั้ง 20 โซน ได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 8-13 พ.ค. 2563 แสดงบรรยากาศการประชุมดังรูปที่ 9-3 ถึง 9-7 โดยได้มีการเผยแพร่แอปพลิเคชันในการติดตามข้อมูลความชื้นดินและแจ้งรหัสของเครื่องมือในแปลงเกษตรกรรม ซึ่งเกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ผ่านทางเวปไซต์ http://119.59.115.192/1iot/mobile/dht.php แสดงดังรูปที่ 9-8 เพื่อการติดตามข้อมูลความชื้นดินในแปลงเกษตรกรรมของตนเอง นำไปสู่การตัดสินใจใช้น้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน นอกจากนี้ปัจจุบันยังได้มีการตั้งกลุ่ม line ของเกษตรกร เพื่อแจ้งข้อมูลความชื้นดินแบบอัตโนมัติทุกวันเวลา 09.00 น. รวมทั้งได้มีการให้คำปรึกษาในการใช้งานข้อมูล และรับแจ้งสภาพของเครื่องมือเพื่อการบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป แสดงภาพการส่งข้อมูลความชื้นดินแบบอัตโนมัติทุกวันเวลา 09.00 น. ผ่านกลุ่มไลน์ของเกษตรกร ดังรูปที่ 9-9



รูปที่ 9-1 บรรยากาศการอบรมการพัฒนาและการใช้งานโปรแกรมระบบควบคุมและประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำในระบบส่งน้ำ ในวันที่ 16 เม.ย. 2563



รูปที่ 9-2 บรรยากาศการอบรมการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองประมวลสถานการณ์น้ำเพื่อการควบคุมน้ำเพื่อการชลประทาน ในวันที่ 17 เม.ย. 2563

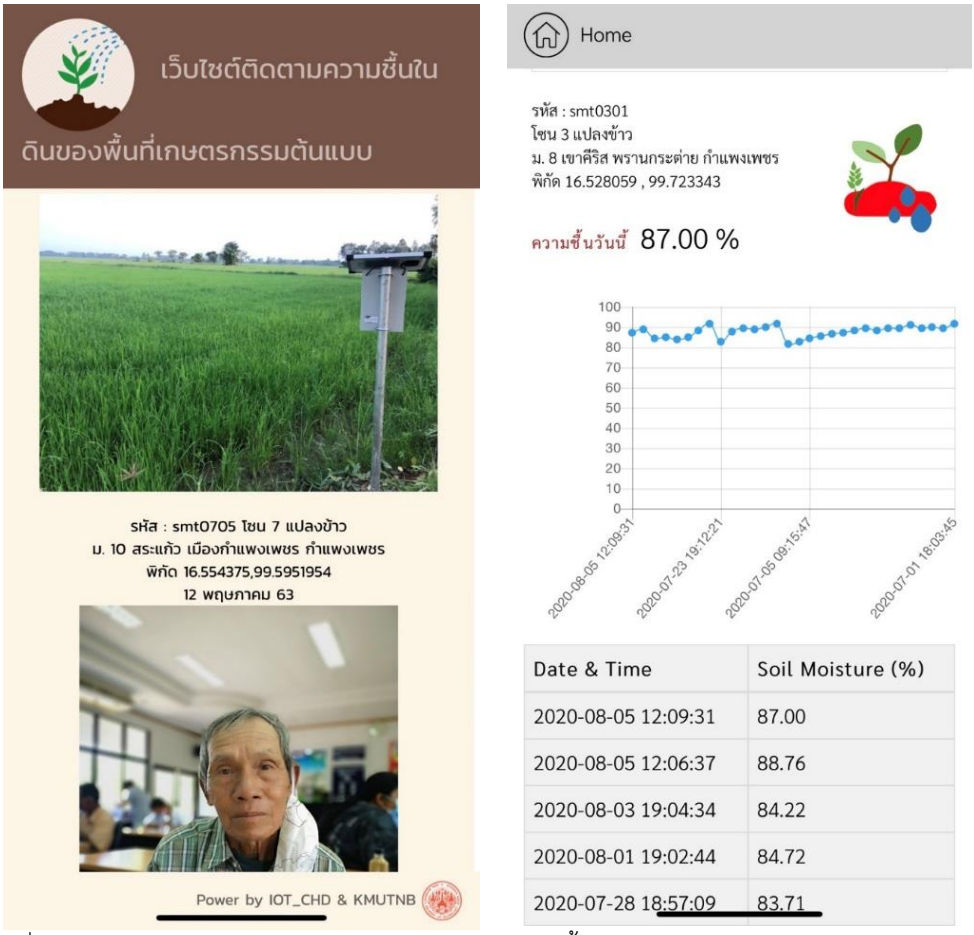
รูปที่ 9-3 บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 6, 12, 13, 14, 15, 16 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 8 พฤษภาคม 2563 ช่วงเช้า

รูปที่ 9-4 บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 1, 7, 8, 20 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 8 พฤษภาคม 2563 ช่วงบ่าย

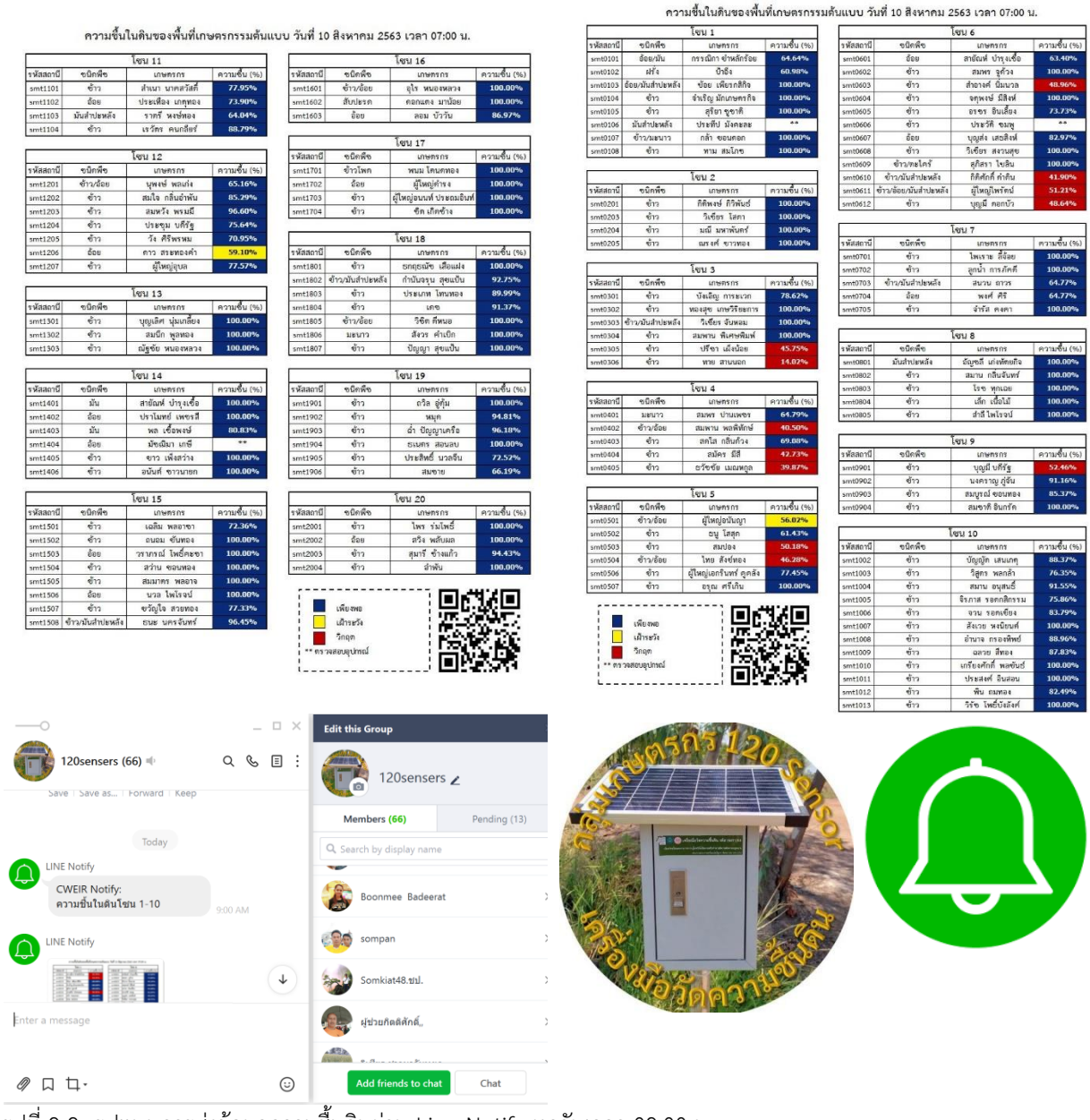
รูปที่ 9-5 บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 2, 3, 4, 5 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 11 พฤษภาคม 2563 ช่วงเช้า

รูปที่ 9-6 บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 และ 2 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 6, 10, 11, 14 และ 15 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 11 พฤษภาคม 2563 ช่วงบ่าย

รูปที่ 9-7 บรรยากาศการอบรมเกษตรกร ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 ตัวแทนแปลงความชื้นโซน 9, 10, 17, 18 และ 19 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง วันที่ 13 พฤษภาคม 2563 ช่วงเช้า



รูปที่ 9-8 รูปแบบการพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลความชื้นดินให้แก่เกษตรกร



รูปที่ 9-9 รูปแบบการส่งข้อมูลความชื้นดินผ่าน Line Notify ทุกวันเวลา 09.00 น.

ภาคผนวก

คู่มือการใช้งานโปรแกรมระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง

สารบัญ

1. คู่มือการใช้งาน **3**

1.1 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ 4

1.2 ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ 14

1.3 ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ROS) 15

1.4 ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ (WAM) 18

1.5 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ 23

1.6 ส่วนฐานข้อมูล 27

2. คู่มือทางเทคนิค **35**

2.1 ความต้องการของระบบคอมพิวเตอร์ 35

2.2 ซอฟท์แวร์ที่จำเป็น 35

2.3 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม 36

2.4 ขั้นตอนการถอนการติดตั้งโปรแกรม 36

2.5 การตั้งค่าภาษาไทย 37

2.6 การตั้งค่า Windows Firewall 38

คู่มือสำหรับโปรแกรมระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. คู่มือการใช้งาน
2. คู่มือทางเทคนิค

คู่มือการใช้งาน เป็นคู่มือสำหรับผู้ใช้งานโปรแกรมทั่วไป นำเสนอในส่วนของการออกแบบ และการติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรม (user interface) คู่มือทางเทคนิค เป็นคู่มือสำหรับผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานที่มีความเชี่ยวชาญ นำเสนอข้อมูลทางด้านเทคนิคต่างๆ ของโปรแกรม ได้แก่ ความต้องการของระบบฯ ขั้นตอนการติดตั้งและการถอนการติดตั้ง รวมถึงการตั้งค่าให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

1. คู่มือการใช้งาน

โปรแกรมระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง (TTD) เป็นเครื่องมือในการติดตามและเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง รวมถึงสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำหลัก และประตูระบายน้ำของโครงการ ตลอดจนสามารถจำลองสถานการณ์น้ำให้สอดคล้องกับการเพาะปลูกในพื้นที่โครงการ รูปแบบของโปรแกรมนำเสนอการบริหารจัดการน้ำในส่วนต่างๆ อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นหมวดหมู่

โปรแกรมประกอบด้วยหน้าต่างโปรแกรมย่อย ซึ่งมีแนวทางการนำเสนอและใช้งานต่างกันดังต่อไปนี้

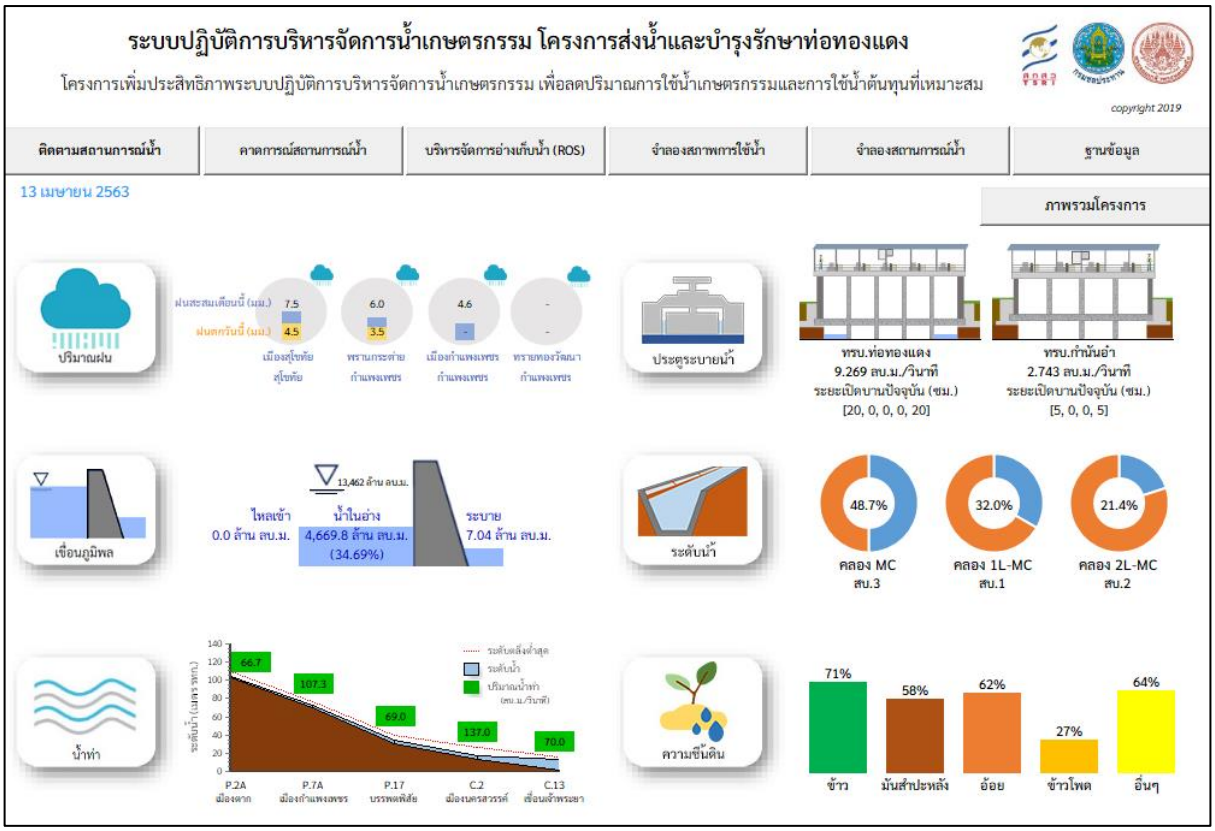
- ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ
- ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ
- ส่วนบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ROS)
- ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ (WAM)
- ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ
- ส่วนฐานข้อมูล

โปรแกรมพัฒนาด้วยภาษาโปรแกรม Visual Basic สามารถประมวลผลบนระบบปฏิบัติการ Windows ทั้งแบบ 32 บิต และ 64 บิต โดยในการทำงานของโปรแกรม ต้องเชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อดึงและส่งข้อมูลที่จำเป็นมาเป็นอินพุตและเอาท์พุตสำหรับการคำนวณของโปรแกรม ขนาดหน้าจอแสดงผลต้องไม่ต่ำกว่า 1024 x 768 pixels เพื่อให้การแสดงผลหน้าต่างโปรแกรมครบถ้วนสมบูรณ์

รายละเอียดการนำเสนอและการทำงานของหน้าต่างโปรแกรมย่อยต่างๆ สามารถอธิบายดังหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ

ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำเป็นหน้าแรกของโปรแกรม นำเสนอข้อมูลปริมาณฝน สถานการณ์อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลฯ ปริมาณน้ำท่าที่สถานีหลัก ประตูระบายน้ำ คลองส่งน้ำ และความชื้นดิน ในพื้นที่โครงการ โดยนำเสนอเฉพาะส่วนสำคัญเพื่อให้เห็นภาพรวมของสถานการณ์ทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 1 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ

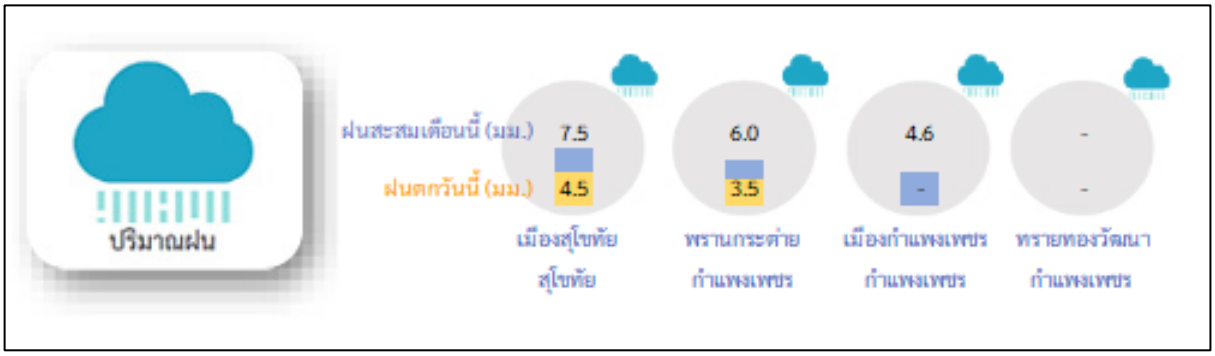


รูปที่ 1 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ

หน้าต่างโปรแกรมแสดงข้อมูล 6 ส่วน โดยทางฝั่งซ้ายของหน้าต่างโปรแกรมแสดงสถานการณ์ปริมาณฝน อ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำท่า ฝั่งขวาแสดงประตูระบายน้ำ คลองส่งน้ำ และความชื้นดิน แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปริมาณฝน

หน้าแรกของโปรแกรมแสดงปริมาณฝนที่สถานีหลัก 4 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ปริมาณฝน



รูปที่ 2 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ปริมาณฝน

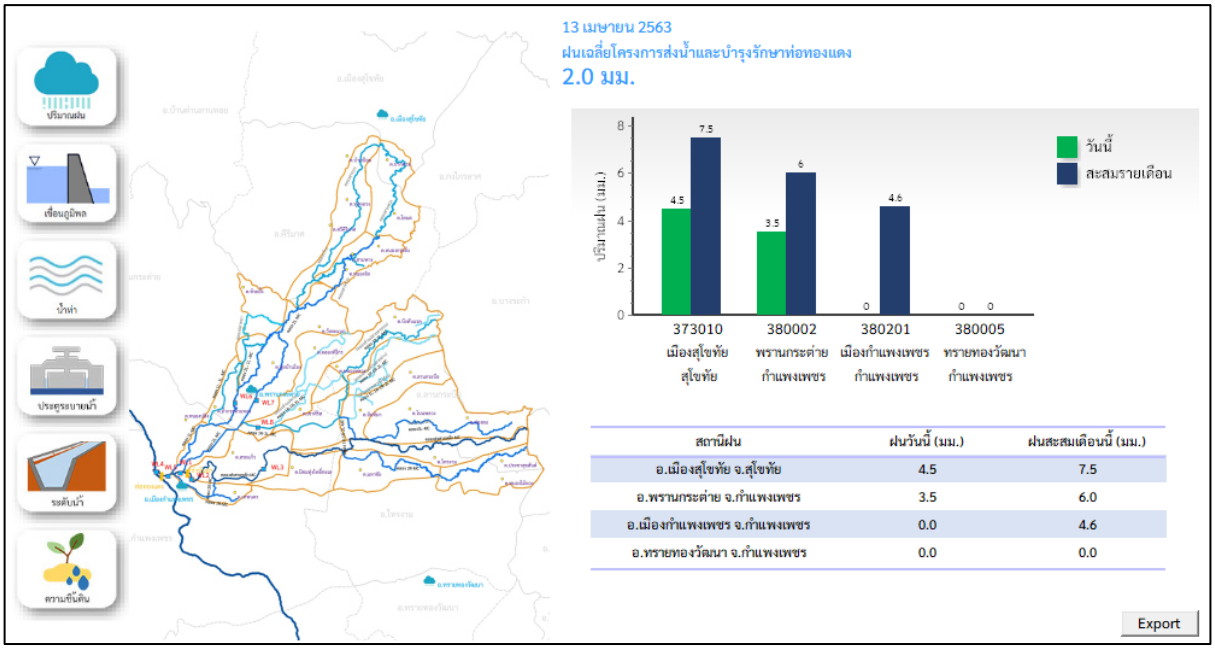
สถานีฝนที่นำเสนอประกอบด้วย 4 สถานีดังนี้

- สถานีอำเภอเมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย
- สถานีอำเภอพรานกระต่าย จ.กำแพงเพชร
- สถานีอำเภอเมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร
- สถานีอำเภอทรายทองวัฒนา จ.กำแพงเพชร

โปรแกรมแสดงปริมาณฝนวันนี้ (หน่วย มิลลิเมตร) ในรูปแบบกราฟแท่งสีเหลือง และปริมาณฝนสะสมเดือนนี้ (หน่วย มิลลิเมตร) ในรูปแบบกราฟแท่งสีน้ำเงิน ค่าปริมาณฝนเป็นค่าที่อ่านได้จากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา อัพเดททุกวัน

จากรูปที่ 2 สถานการณ์ฝนที่สถานีอำเภอเมืองสุโขทัย จ.สุโขทัย แสดงอยู่ในวงกลมซ้ายสุด ค่าปริมาณฝนวันนี้ อ่านได้ 4.5 มิลลิเมตร ปริมาณฝนสะสมตลอดทั้งเดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ของเดือนนี้ จนถึงวันปัจจุบัน คือ 7.5 มิลลิเมตร สถานการณ์ฝนที่สถานีอำเภอเมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร แสดงอยู่ในวงกลมที่ 3 จากซ้าย ค่าปริมาณฝนวันนี้ อ่านได้ 0 มิลลิเมตร ปริมาณฝนสะสมตลอดทั้งเดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ของเดือนนี้ จนถึงวันปัจจุบัน คือ 4.6 มิลลิเมตร เป็นต้น

เมื่อคลิกที่รูปปริมาณฝนด้านซ้าย โปรแกรมแสดงหน้าต่างรายละเอียดของสถานการณ์ฝน ดังแสดงในรูปที่ 3 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดปริมาณฝน

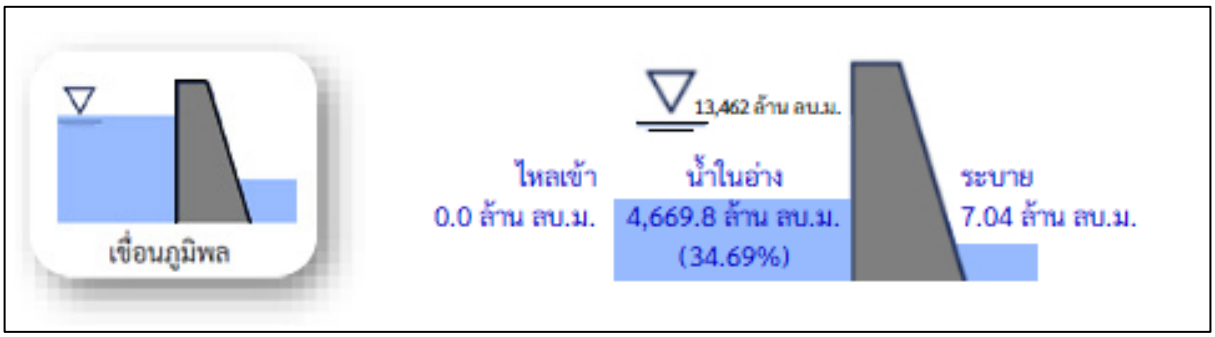


รูปที่ 3 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดปริมาณฝน

ฝั่งซ้ายโปรแกรมแสดงแผนที่ขอบเขตโครงการ และตำแหน่งของสถานีฝนทั้ง 4 สถานี ฝั่งขวาแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยวันนี้ของทั้ง 4 สถานี กราฟปริมาณฝน และตารางปริมาณฝน ตารางดังกล่าวสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

หน้าแรกของโปรแกรมแสดงสถานการณ์น้ำที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ดังแสดงในรูปที่ 4 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

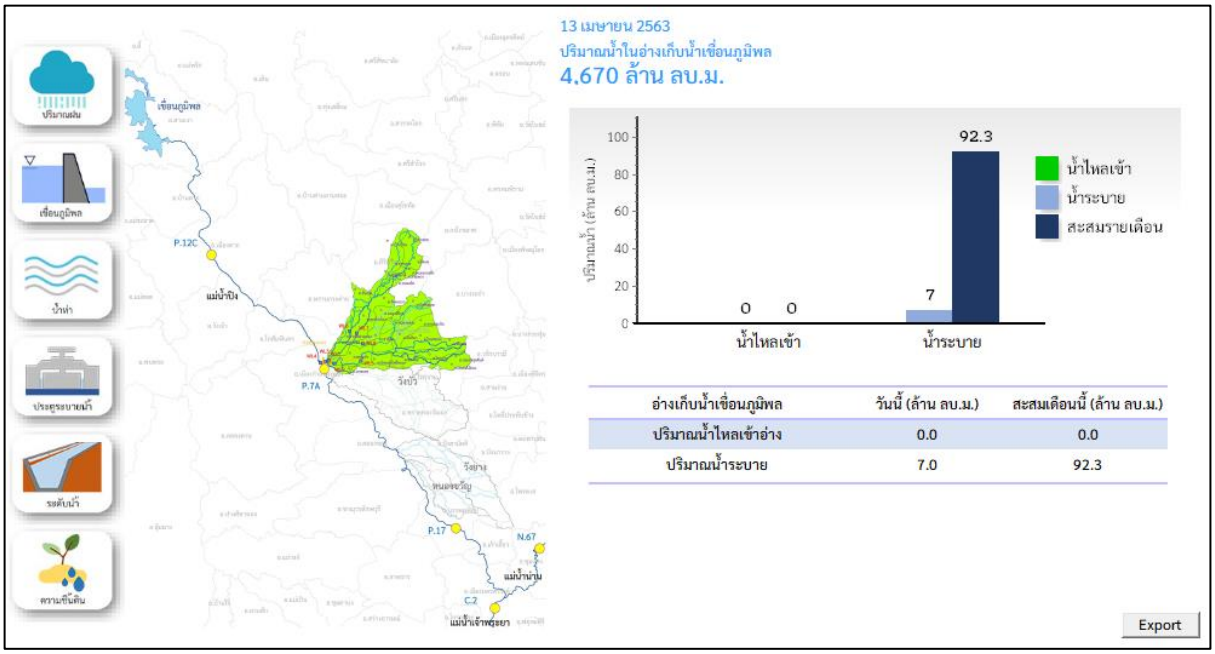


รูปที่ 4 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

โปรแกรมแสดงสถานการณ์ปริมาณน้ำที่เขื่อนภูมิพลวันนี้ ได้แก่ ปริมาณน้ำเก็บกัก ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง และปริมาณการระบายน้ำ (หน่วย ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน) จากรูปที่ 4 ค่าปริมาณน้ำไหลเข้าวันนี้อยู่ด้านซ้ายสุด ตรงกลางแสดงความจุอ่างฯ ปริมาณน้ำเก็บกักวันนี้ รวมถึงร้อยละของปริมาณน้ำเก็บกักเทียบกับปริมาตรความจุของอ่างฯ ฝั่งขวาสุดแสดงปริมาณการระบายน้ำวันนี้ โดยค่าที่อ่านได้จากเว็บไซต์การไฟฟ้าฝ่ายผลิต อัพเดททุกวัน

จากรูปที่ 4 สถานการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลวันนี้ ปริมาณน้ำเก็บกักปัจจุบันคือ 4669.8 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 34.69 ของความจุอ่างฯ ปริมาณน้ำไหลเข้าวันนี้คือ 0 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณการระบายน้ำวันนี้คือ 7.04 ล้านลูกบาศก์เมตร

เมื่อคลิกที่รูปเขื่อนด้านซ้าย โปรแกรมแสดงหน้าต่างรายละเอียดของสถานการณ์อ่างเก็บน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 5 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล



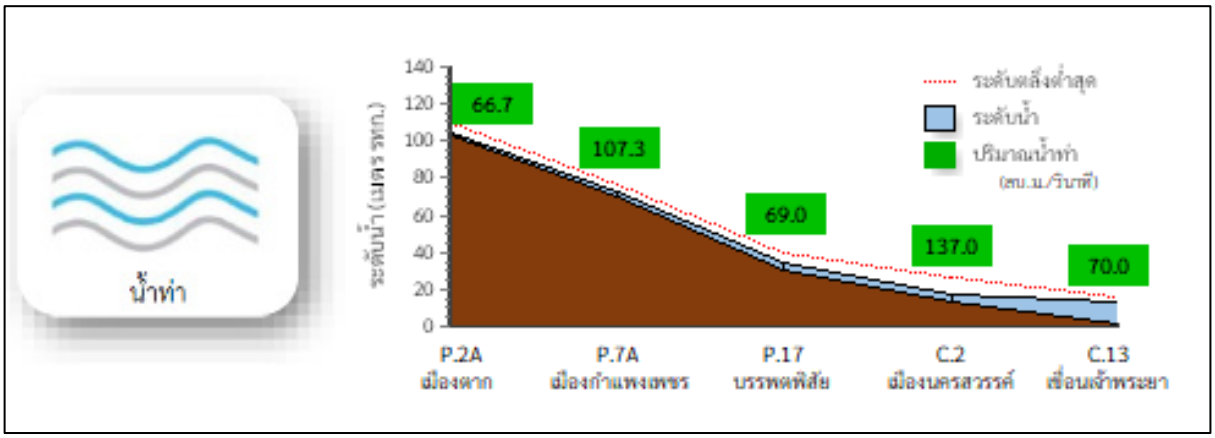
รูปที่ 5 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

ฝั่งซ้ายโปรแกรมแสดงตำแหน่งเขื่อนภูมิพลและพื้นที่โครงการสีเขียวอ่อน ฝั่งขวาแสดงปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำวันนี้ กราฟแท่งสีฟ้าแสดงปริมาณน้ำไหลเข้าวันนี้ และปริมาณการระบายน้ำวันนี้ กราฟแท่งสีน้ำเงินเข้มแสดงปริมาณน้ำไหลเข้าสะสมรายเดือน และปริมาณการระบายน้ำสะสมรายเดือน โดยคิดจากวันที่ 1 ของเดือน จนถึงวันปัจจุบัน ข้างใต้กราฟแสดง

ตารางสถานการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ตารางดังกล่าวสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

ปริมาณน้ำท่า

หน้าแรกของโปรแกรมแสดงปริมาณน้ำท่าที่สถานีหลัก 5 สถานี ตั้งแต่แม่น้ำปิงที่ตำแหน่งอำเภอเมืองตากไปจนถึงแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำแหน่งท้ายเขื่อนเจ้าพระยา ดังแสดงในรูปที่ 6 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ปริมาณน้ำท่า



รูปที่ 6 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ปริมาณน้ำท่า

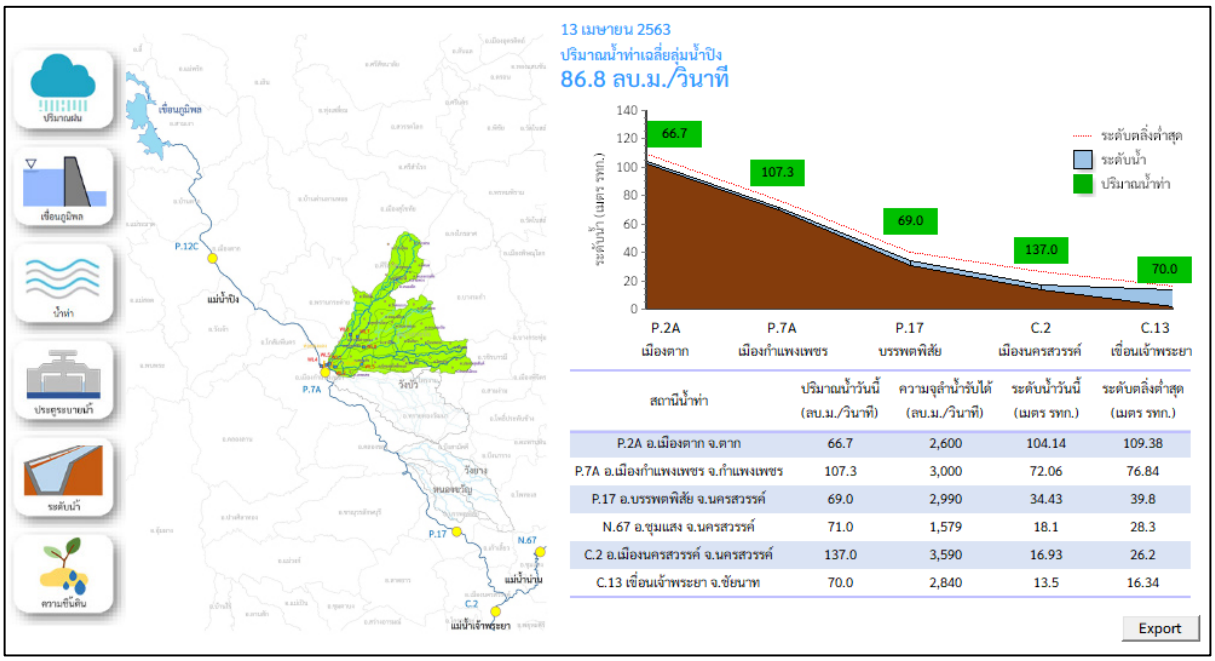
สถานีน้ำท่าที่นำเสนอประกอบด้วย 5 สถานีดังนี้

- สถานี P.2A อำเภอเมืองตาก จ.ตาก
- สถานี P.7A อำเภอเมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร
- สถานี P.17 อำเภอบรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์
- สถานี C.2 อำเภอเมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์
- สถานี C.13 ท้ายเขื่อนเจ้าพระยา จ.ชัยนาท

โปรแกรมแสดงระดับน้ำปัจจุบัน (หน่วย เมตร รทก.) และปริมาณน้ำท่าปัจจุบัน (หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ในรูปแบบกราฟตามยาวของแม่น้ำ เส้นกราฟสีฟ้าคือระดับน้ำ เส้นกราฟสีน้ำตาลคือระดับท้องน้ำ เส้นกราฟสีแดงคือระดับตลิ่งต่ำสุด กล่องสีเขียวแสดงปริมาณน้ำท่า ค่าดังกล่าวอ่านได้จากเว็บไซต์กรมชลประทาน อัพเดททุกวัน

จากรูปที่ 6 สถานการณ์น้ำท่าที่สถานี C.2 อำเภอเมืองนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ ที่ 2 จากขวาสุดของกราฟ ค่าปริมาณน้ำท่าวันนี้ อ่านได้ 137 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับน้ำที่สถานียังไม่เกินระดับตลิ่งต่ำสุด แสดงว่าไม่มีสถานการณ์น้ำท่วมที่สถานีนี้

เมื่อคลิกที่รูปปริมาณน้ำท่าด้านซ้าย โปรแกรมแสดงหน้าต่างรายละเอียดของสถานการณ์ปริมาณน้ำท่า ดังแสดงในรูปที่ 7 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดปริมาณน้ำท่า

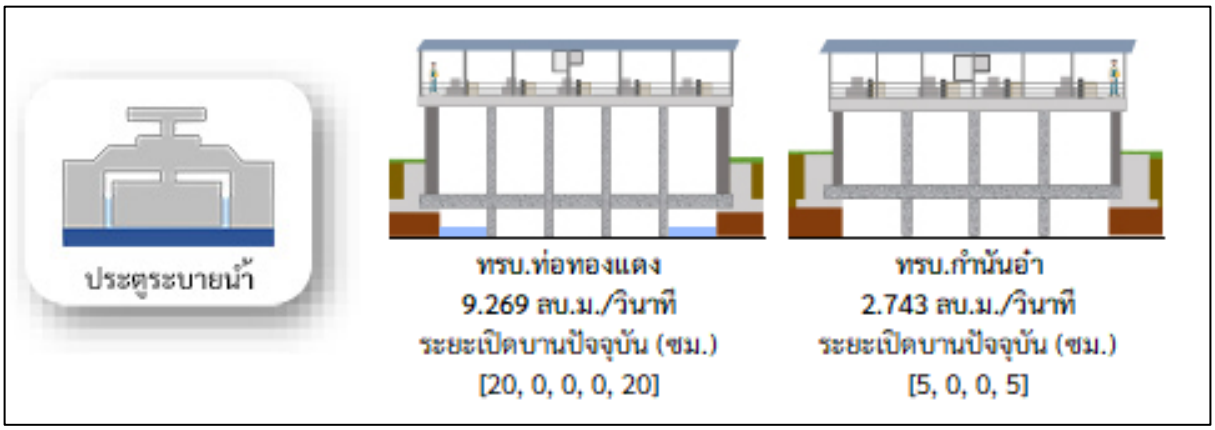


รูปที่ 7 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดปริมาณน้ำท่า

ฝั่งซ้ายโปรแกรมแสดงตำแหน่งสถานีหลักโดยรอบพื้นที่โครงการ ฝั่งขวาแสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยวันนี้ของทั้ง 5 สถานี สำหรับตารางแสดงปริมาณน้ำท่าที่สถานีดังกล่าวข้างต้น 5 สถานี รวมถึงสถานี N.67 อำเภอชุมแสง จ.นครสวรรค์ด้วย รวมทั้งหมด 6 สถานี ตารางแสดงปริมาณน้ำวันนี้ ความจุลำน้ำที่รับได้ ระดับน้ำวันนี้ และระดับตลิ่งต่ำสุดตามลำดับ ตารางดังกล่าวสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

ประตูระบายน้ำ

หน้าแรกของโปรแกรมแสดงประตูระบายน้ำ 2 ประตู ได้แก่ ทรบ.ท่อทองแดง และทรบ.กำนันอำ ซึ่งเป็นประตูระบายน้ำหลักของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 8 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ประตูระบายน้ำ



รูปที่ 8 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ประตูระบายน้ำ

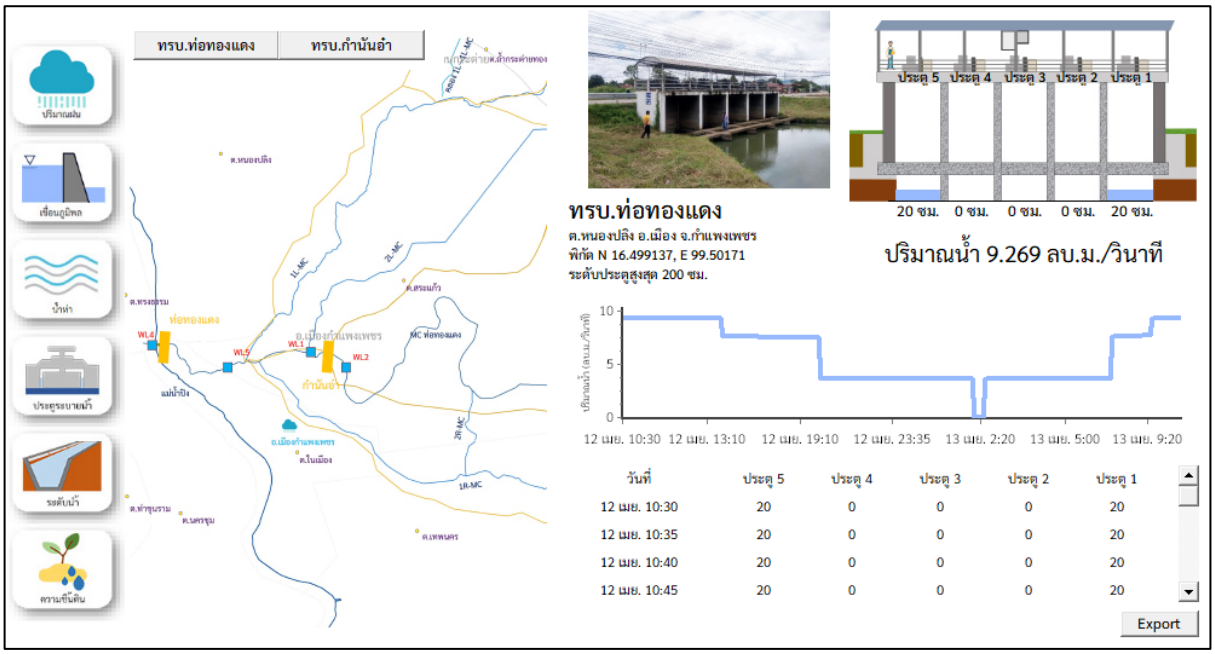
ทรบ.ท่อทองแดง ตั้งอยู่ที่ ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ระดับประตูสูงสุด 200 เซนติเมตร มีบานประตูระบายน้ำ 5 บาน

ทรบ.กำนันอำ ตั้งอยู่ที่ ตำบลสระแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ระดับประตูสูงสุด 240 เซนติเมตร มีบานประตูระบายน้ำ 4 บาน

โปรแกรมแสดงระยะเปิดบานปัจจุบัน (หน่วย เซนติเมตร) และปริมาณน้ำไหลผ่านประตูปัจจุบัน (หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ค่าดังกล่าวอ่านได้จากเว็บไซต์ของโครงการ อัพเดททุก 5 นาที

จากรูปที่ 8 ทรบ.ท่อทองแดง มีปริมาณน้ำไหลผ่านประตู 9.269 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีระยะเปิดบานปัจจุบันโดยเรียงจากประตูที่ 5 ทางซ้ายสุดถึงประตูที่ 1 ทางขวาสุด อ่านค่าได้ 20, 0, 0, 0, 20 เซนติเมตรตามลำดับ ทรบ.กำนันอำ มีปริมาณน้ำไหลผ่านประตู 2.743 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีระยะเปิดบานปัจจุบันโดยเรียงจากประตูที่ 4 ทางซ้ายสุดถึงประตูที่ 1 ทางขวาสุด อ่านค่าได้ 5, 0, 0, 5 เซนติเมตรตามลำดับ

เมื่อคลิกที่รูปประตูระบายน้ำด้านซ้าย โปรแกรมแสดงหน้าต่างรายละเอียดของประตูระบายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 9 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดประตูระบายน้ำ

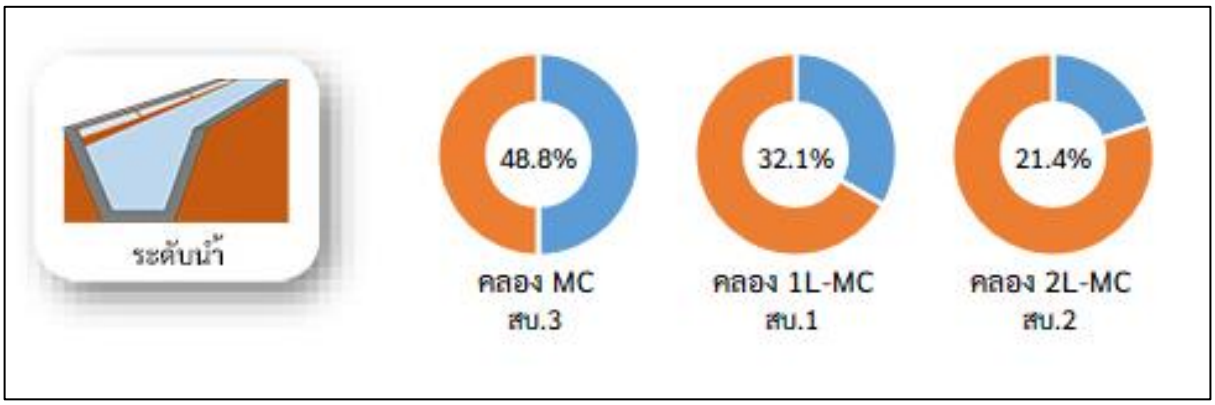


รูปที่ 9 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดประตูระบายน้ำ

ฝั่งซ้ายโปรแกรมแสดงตำแหน่งประตูระบายน้ำในพื้นที่โครงการ ฝั่งขวาแสดงภาพประตูระบายน้ำ กราฟปริมาณน้ำไหลผ่านประตู ตารางแสดงระยะเปิดบานของแต่ละประตู ย้อนหลัง 1 วัน จนถึงเวลาปัจจุบัน ตารางดังกล่าวสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

ระดับน้ำในคลองส่งน้ำ

หน้าแรกของโปรแกรมแสดงระดับน้ำในคลองส่งน้ำ ที่สำคัญ 3 คลอง ได้แก่ สถานี WL4 คลอง MC สบ.3, สถานี WL6 คลอง 1L-MC สบ.1 และสถานี WL7 คลอง 2L-MC สบ.2 ดังแสดงในรูปที่ 10 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ระดับน้ำในคลองส่งน้ำ

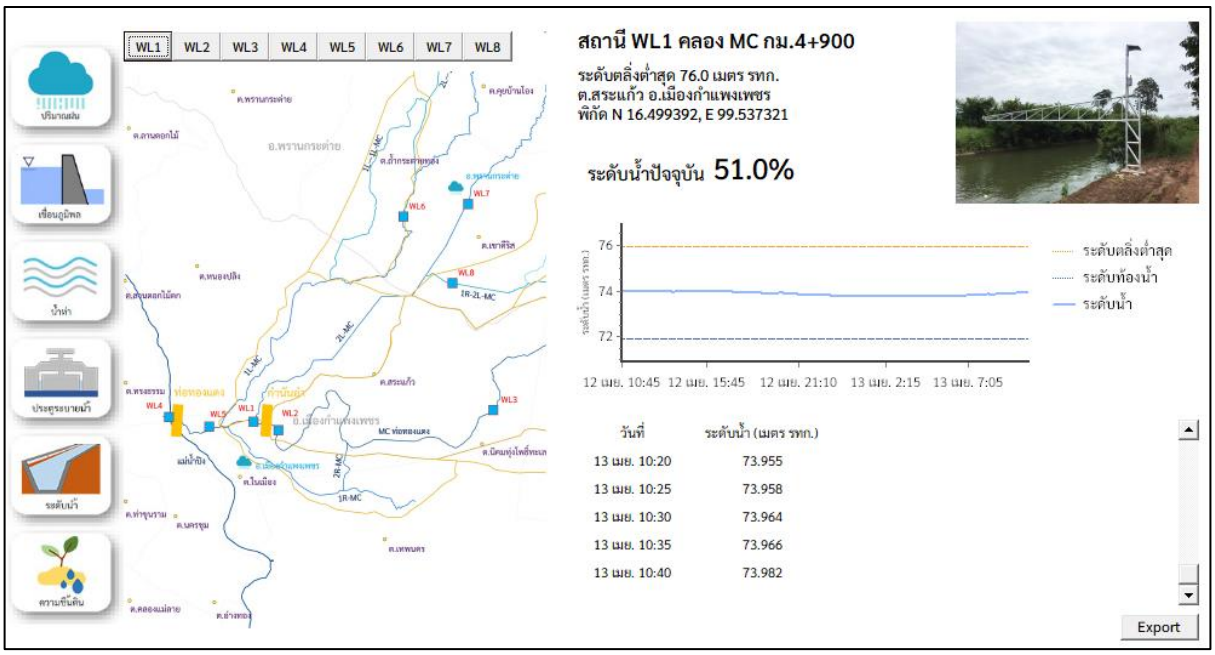


รูปที่ 10 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ระดับน้ำในคลองส่งน้ำ

โปรแกรมแสดงระดับน้ำโดยเทียบระดับน้ำกับระดับตลิ่งของคลองเป็นสัดส่วนร้อยละ ค่าดังกล่าวอ่านได้จากเว็บไซต์ของโครงการ อัพเดททุก 5 นาที

จากรูปที่ 10 สถานี WL4 คลอง MC สบ.3 มีระดับน้ำคิดเป็น 48.8% โดยแสดงเป็นกราฟวงกลมโดนัท กราฟสีน้ำเงินระบายจากตำแหน่ง 12 นาฬิกาตามเข็มนาฬิกาลงมา กราฟสีส้มคือส่วนที่เหลือจากทั้งหมด

เมื่อคลิกที่รูประดับน้ำในคลองส่งน้ำด้านซ้าย โปรแกรมแสดงหน้าต่างรายละเอียดของระดับน้ำในคลองส่งน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 11 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดระดับน้ำในคลองส่งน้ำ



รูปที่ 11 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดระดับน้ำในคลองส่งน้ำ

ฝั่งซ้ายโปรแกรมแสดงตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำในคลองส่งน้ำทั้งหมด 8 สถานี ได้แก่

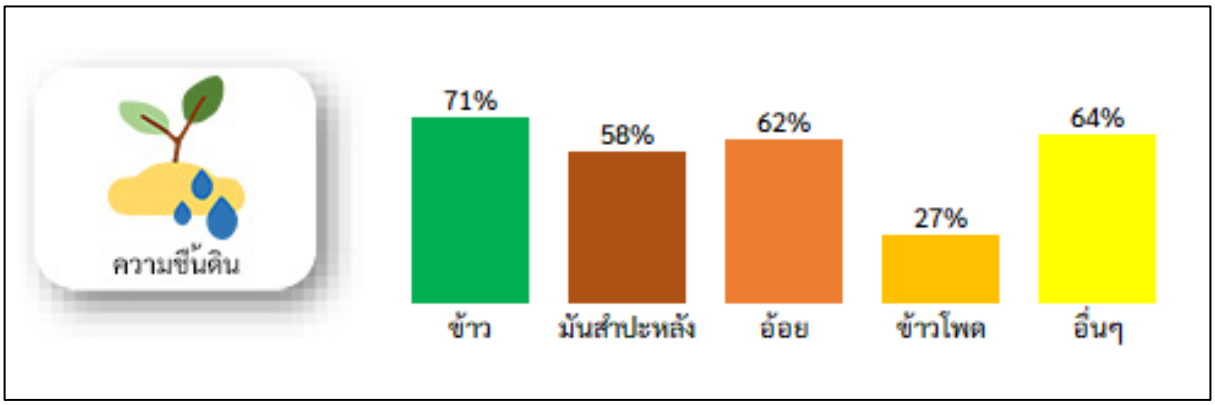
- สถานี WL1 คลอง MC กม.4+900
- สถานี WL2 คลอง MC กม.6+236
- สถานี WL3 คลอง MC กม.23+800
- สถานี WL4 คลอง MC กม.0+000
- สถานี WL5 คลอง MC กม.2+436.5

- สถานี WL6 คลอง 1L-MC กม.17+800
- สถานี WL7 คลอง 2L-MC กม.16+500
- สถานี WL8 คลอง 1R-1L-2L-MC กม.1+500

ฝั่งขวาแสดงภาพและรายละเอียดของสถานีวัดระดับน้ำที่คลองส่งน้ำ ร้อยละของระดับน้ำปัจจุบัน กราฟแสดงระดับน้ำ และตารางแสดงระดับน้ำย้อนหลัง 1 วัน จนถึงเวลาปัจจุบัน (หน่วย เมตร รทก.) ตารางดังกล่าวสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

ความชื้นดิน

หน้าแรกของโปรแกรมแสดงความชื้นดินโดยแบ่งตามชนิดของพืช ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด และอื่นๆ เรียงจากซ้ายไปขวาตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 12 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ความชื้นดิน

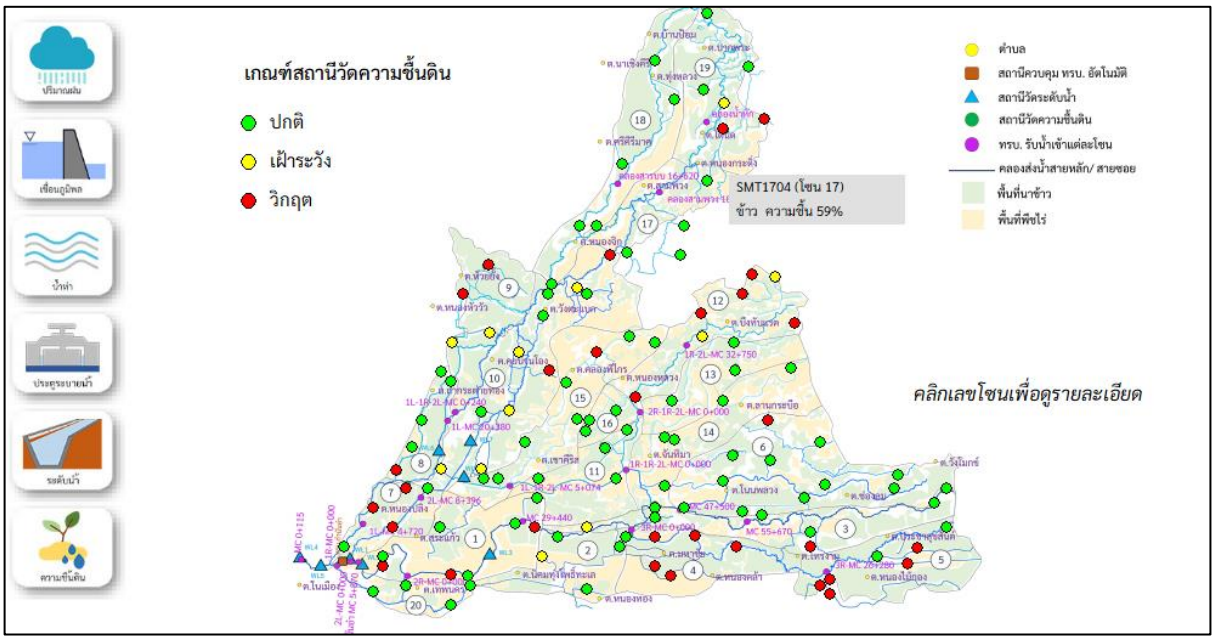


รูปที่ 12 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – ความชื้นดิน

โปรแกรมแสดงความชื้นดินที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นที่ติดตั้งในพื้นที่โครงการทั้งหมด 20 โซน รวม 120 จุด โดยแบ่งตามชนิดของพืชที่ปลูกในตำแหน่งที่มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ หน่วยของความชื้น คิดเป็นร้อยละของความชื้นดินทั้งหมด 0% หมายถึงดินแห้งที่สุด และ 100% หมายถึงดินที่ชุ่มไปด้วยน้ำ ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ถูกส่งไปยังเว็บไซต์ของโครงการอัพเดททุก 1 ชั่วโมง

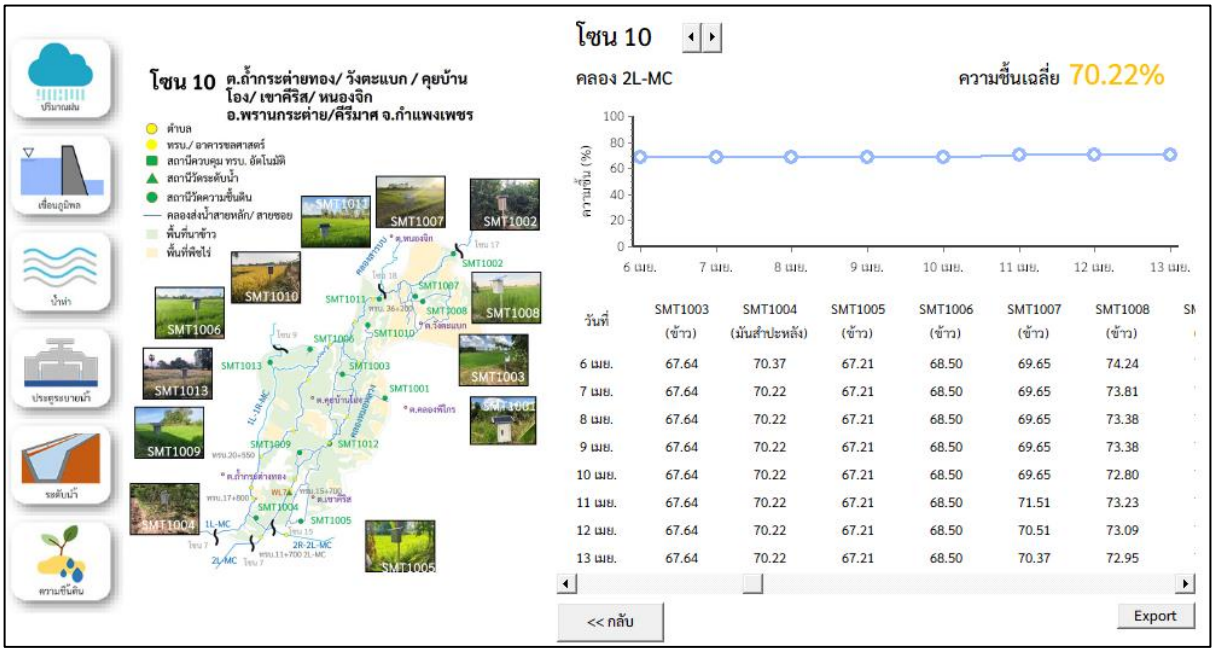
จากรูปที่ 12 ความชื้นดินในพื้นที่ที่ปลูกข้าว (กราฟสีเขียว) คือ 71% หมายถึงความชื้นค่อนข้างมาก และความชื้นดินในพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพด (กราฟสีส้มอ่อน) คือ 27% หมายถึงความชื้นค่อนข้างน้อย

เมื่อคลิกที่รูปความชื้นดินด้านซ้าย โปรแกรมแสดงตำแหน่งสถานีวัดความชื้นดิน ดังแสดงในรูปที่ 13 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงตำแหน่งสถานีวัดความชื้นดิน



รูปที่ 13 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงตำแหน่งสถานีวัดความชื้นดิน

จากรูปที่ 13 โปรแกรมแสดงแผนที่ให้เห็นภาพรวมตำแหน่งของแต่ละสถานีในพื้นที่โครงการทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกเป็น 20 โซน สัญลักษณ์วงกลมสีเขียว เหลือง แดง ที่แต่ละสถานีแสดงความชื้นดินในแต่สถานีตามเกณฑ์วัดความชื้น โดยสีเขียวคือความชื้นปกติ สีเหลืองคือเฝ้าระวัง และสีแดงคือวิกฤต หรือความชื้นน้อยมากเมื่อลากเมาส์ไว้ตรงตำแหน่งสถานี โปรแกรมแสดงรหัสสถานี โซนของสถานี พืชที่ปลูกในพื้นที่รอบๆ และร้อยละของความชื้นดิน เมื่อคลิกที่สถานีในแผนที่ โปรแกรมแสดงหน้าต่างรายละเอียดความชื้นดินในแต่ละโซน ดังแสดงในรูปที่ 14 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดสถานีวัดความชื้นดินแบ่งตามโซน

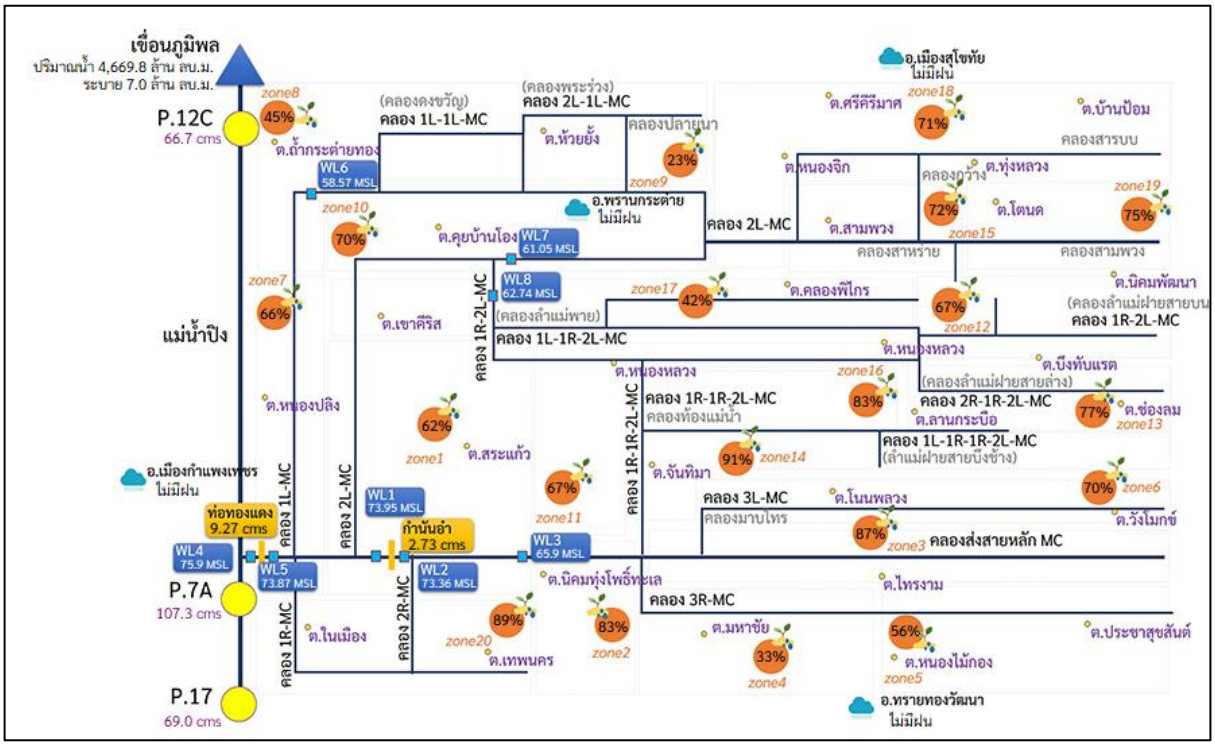


วันที่	SMT1003 (ข้าว)	SMT1004 (มันสำปะหลัง)	SMT1005 (ข้าว)	SMT1006 (ข้าว)	SMT1007 (ข้าว)	SMT1008 (ข้าว)
6 เม.ย.	67.64	70.37	67.21	68.50	69.65	74.24
7 เม.ย.	67.64	70.22	67.21	68.50	69.65	73.81
8 เม.ย.	67.64	70.22	67.21	68.50	69.65	73.38
9 เม.ย.	67.64	70.22	67.21	68.50	69.65	73.38
10 เม.ย.	67.64	70.22	67.21	68.50	69.65	72.80
11 เม.ย.	67.64	70.22	67.21	68.50	71.51	73.23
12 เม.ย.	67.64	70.22	67.21	68.50	70.51	73.09
13 เม.ย.	67.64	70.22	67.21	68.50	70.37	72.95

รูปที่ 14 ส่วนการติดตามสถานการณ์น้ำ – หน้าต่างแสดงรายละเอียดสถานีวัดความชื้นดินแบ่งตามโซน

จากรูปที่ 14 ฝั่งซ้ายโปรแกรมแสดงแผนที่สำหรับโซนนั้นๆ และตำแหน่งของเซ็นเซอร์วัดความชื้นดินที่ติดตั้งในพื้นที่ ฝั่งขวาแสดงค่าความชื้นเฉลี่ยในโซนนั้น กราฟและตารางแสดงความชื้นดินย้อนหลัง 7 วัน จนถึงวันปัจจุบัน (หน่วย เปอร์เซ็นต์) ตารางดังกล่าวสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

นอกจากนี้ในหน้าแรกของโปรแกรม ผู้ใช้สามารถเลือกดูภาพรวมของโครงการได้ โดยคลิกปุ่มด้านขวาบนของหน้าต่างโปรแกรม หน้าต่างแสดงภาพรวมของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 ภาพรวมของโครงการ

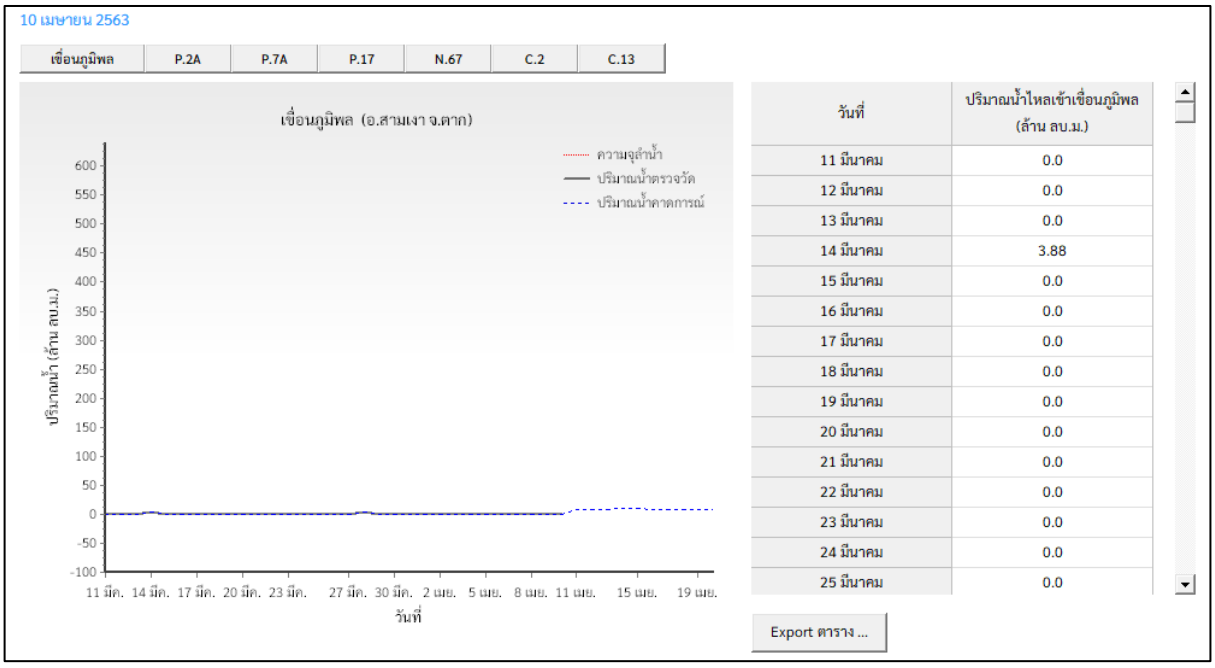
ภาพรวมของโครงการนำเสนอเป็นแผนผังการเชื่อมโยงของลำน้ำและสถานีต่างๆ ในโครงการ รวมถึงตำแหน่งของโซนและสถานีต่างๆ ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและให้เห็นถึงภาพรวมขนาดใหญ่ทั้งหมด

ข้อมูลที่แสดงในภาพรวมนี้ได้แก่

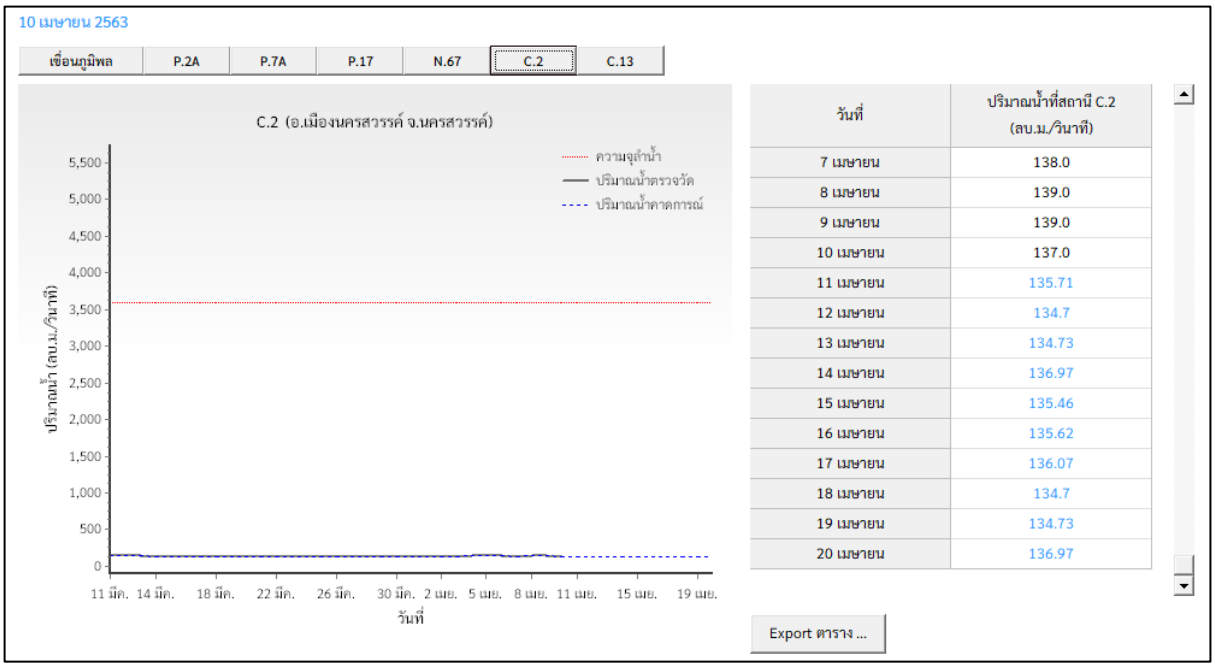
- สถานการณ์น้ำในเขื่อนภูมิพล สัญลักษณ์สามเหลี่ยมสีน้ำเงิน แสดงปริมาตรน้ำเก็บกัก และปริมาณการระบายน้ำปัจจุบัน
- สถานการณ์ฝนใน 4 สถานีดังกล่าวข้างต้น สัญลักษณ์รูปเมฆ บอกปริมาณฝนวันนี้
- สถานการณ์น้ำท่าในแม่น้ำปิงที่ผ่านโครงการ ได้แก่ สถานี P.12C, P.7A และ P.17 สัญลักษณ์วงกลมสีเหลือง แสดงค่าปริมาณน้ำ หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
- ประตูระบายน้ำ ได้แก่ ทรบ.ท่อทองแดง และทรบ.กำนันอำ สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมสีเหลือง แสดงปริมาณน้ำไหลผ่านประตู
- สถานีวัดระดับน้ำในคลองส่งน้ำ 8 สถานี สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน แสดงระดับน้ำปัจจุบัน
- ตำแหน่งโซนของโครงการ 20 โซน สัญลักษณ์วงกลมสีส้ม แสดงค่าความชื้นดินเฉลี่ยของโซนนั้น

1.2 ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ

ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ นำเสนอผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล และปริมาณน้ำท่าที่สถานีหลัก 6 สถานี ได้แก่ สถานี P.2A, P.7A, P.17, N.67, C.2 และ C.13 โดยแสดงค่าคาดการณ์ล่วงหน้า 10 วัน ในรูปแบบกราฟและตาราง ดังแสดงในรูปที่ 16 ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ – ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนภูมิพล และรูปที่ 17 ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ – ปริมาณน้ำที่สถานีหลัก



รูปที่ 16 ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ – ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนภูมิพล



รูปที่ 17 ส่วนการคาดการณ์สถานการณ์น้ำ – ปริมาณน้ำที่สถานีหลัก

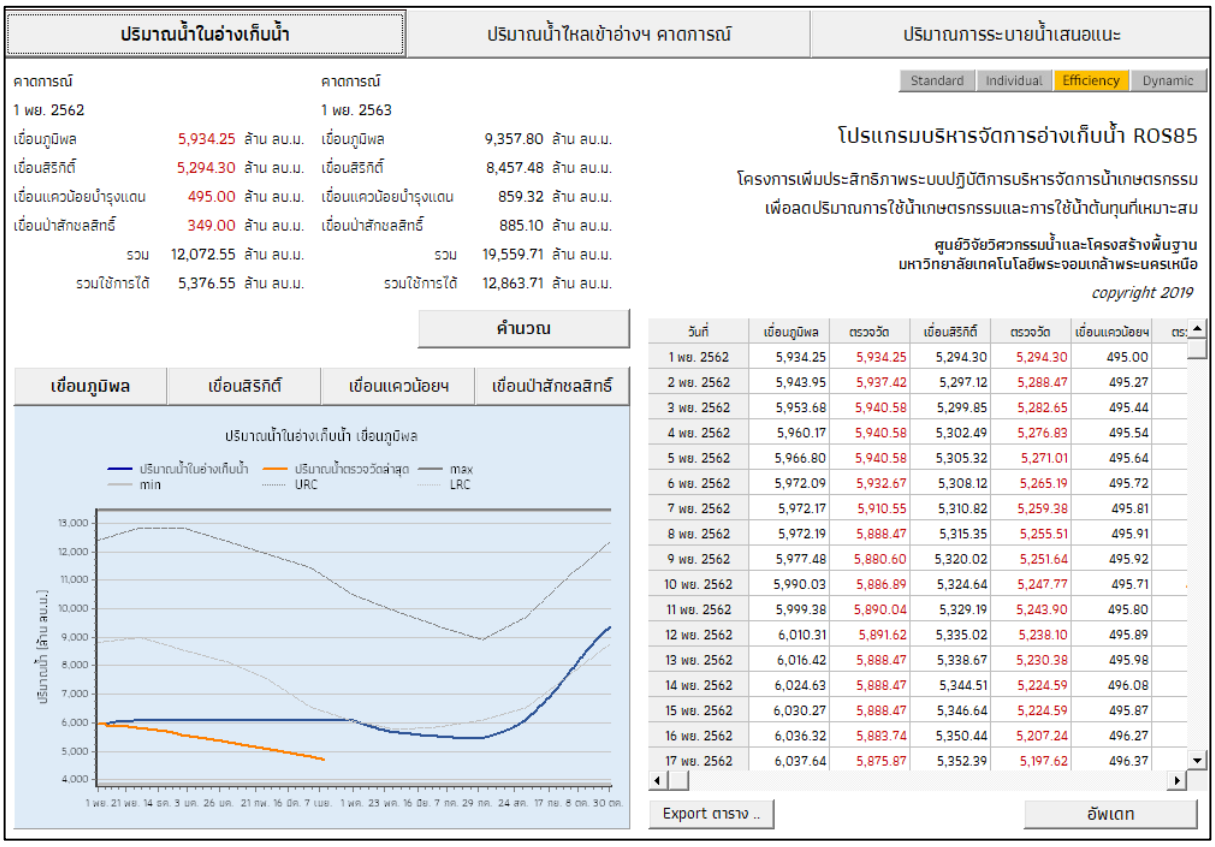
จากรูปที่ 16 และ 17 ฝั่งซ้ายแสดงกราฟข้อมูลตรวจวัดย้อนหลัง 30 วัน สัญลักษณ์เส้นทึบสีน้ำเงิน ค่าคาดการณ์ล่วงหน้า 10 วัน สัญลักษณ์เส้นประสีน้ำเงิน และสำหรับสถานีน้ำท่า โปรแกรมยังแสดงค่าความจุลำน้ำเป็นสัญลักษณ์เส้นทึบสีแดง

ฝั่งขวาของหน้าต่างโปรแกรมแสดงตารางข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (หน่วย ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน) และปริมาณน้ำที่สถานีหลัก (หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) โดยค่าตรวจวัดย้อนหลังแสดงด้วยตัวอักษรสีดำ และค่าคาดการณ์แสดงด้วยตัวอักษรสีน้ำเงิน ค่าดังกล่าวทำการอัพเดททุกวัน

ค่าที่แสดงในตารางสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

1.3 ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (ROS)

ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำนี้ เป็นแบบจำลองเพื่อช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำหลัก 4 อ่าง ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โปรแกรมในส่วนนี้ประกอบด้วยหน้าต่างย่อย 3 หน้าต่างคือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ คาดการณ์ และปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะ ค่าดังกล่าวทั้งหมดมีหน่วยเป็น ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยเมื่อเข้าสู่ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ โปรแกรมแสดงหน้าต่างปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นหน้าแรก ดังแสดงในรูปที่ 18 ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ – ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ



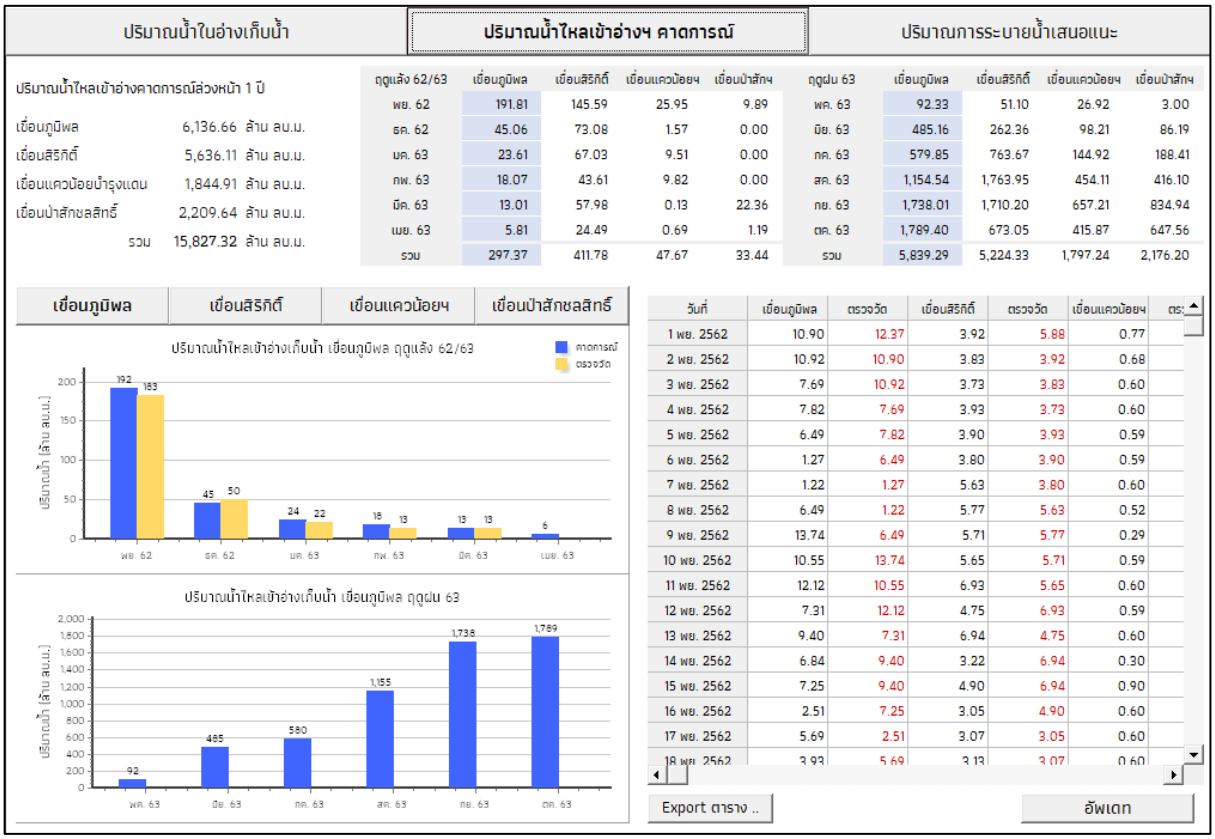
รูปที่ 18 ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ – ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

จากรูปที่ 18 ด้านบนของหน้าต่างโปรแกรม แสดงปริมาณน้ำเก็บกัก ตอนเริ่มต้นฤดูแล้ง วันที่ 1 พฤศจิกายนของปีที่แล้ว และปริมาณน้ำคาดการณ์ตอนสิ้นสุดฤดูฝนของปีนี้ โดยแยกเป็นแต่ละเขื่อน หลักการเบื้องต้นของโปรแกรม ใช้วิธีสมดุลน้ำ กล่าวคือ เริ่มคำนวณจากปริมาณน้ำในเขื่อนเริ่มต้นที่กำหนดวันที่ 1 พฤศจิกายน รวมกับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ และหักปริมาณการระบายน้ำออกในแต่ละวัน เพื่อหาปริมาณน้ำในเขื่อนในวันต่อไป คำนวณดังนี้ไปจนสิ้นสุดฤดูฝน เพื่อหาปริมาณน้ำ

ในอ่างวันสุดท้ายของฤดูฝน รวมถึงปริมาณน้ำใช้การได้จริงทั้งหมดด้วย สำหรับปริมาณน้ำใช้การ คือปริมาณน้ำในอ่าง หักปริมาณน้ำต่ำสุดที่ต้องเหลือคงค้างไว้ในเขื่อน (dead storage)

ด้านล่างของหน้าต่างโปรแกรมแสดงกราฟของ 4 เขื่อนหลัก โดยกราฟประกอบด้วย กราฟปริมาณน้ำในอ่างฯ เส้นสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นปริมาณที่ได้จากการคำนวณสมดุลน้ำดังกล่าวข้างต้น กราฟปริมาณตรวจวัดล่าสุด เส้นสีส้ม คือ ปริมาณน้ำในอ่างฯ ที่รายงานโดยเว็บไซต์การไฟฟ้าฝ่ายผลิต อัพเดททุกวัน พล็อตจนถึงวันปัจจุบัน กราฟแสดงปริมาณน้ำในอ่างสูงสุดและต่ำสุด เส้นหนาสีเทา และกราฟแสดง Upper – Lower Rule Curve ของแต่ละเขื่อน เส้นสีเทาอ่อน โดยกราฟทั้งหมดเริ่มพล็อตตั้งแต่ วันที่ 1 พฤศจิกายนของปีที่แล้ว จนถึง 31 ตุลาคมของปีปัจจุบัน รวม 365 วัน หรือ 1 ปี

ฝั่งขวาของหน้าต่างโปรแกรม แสดงตารางปริมาณน้ำในอ่างฯ ที่ได้จากการสมดุลน้ำ และปริมาณน้ำในอ่างฯ ตรวจวัดจาก กฟผ. ค่าดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ เมื่อแก้ไขแล้วกดปุ่มอัพเดท โปรแกรมแสดงกราฟปริมาณน้ำในอ่างฯ ที่คำนวณใหม่อีกครั้ง ค่าที่แสดงในตารางสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

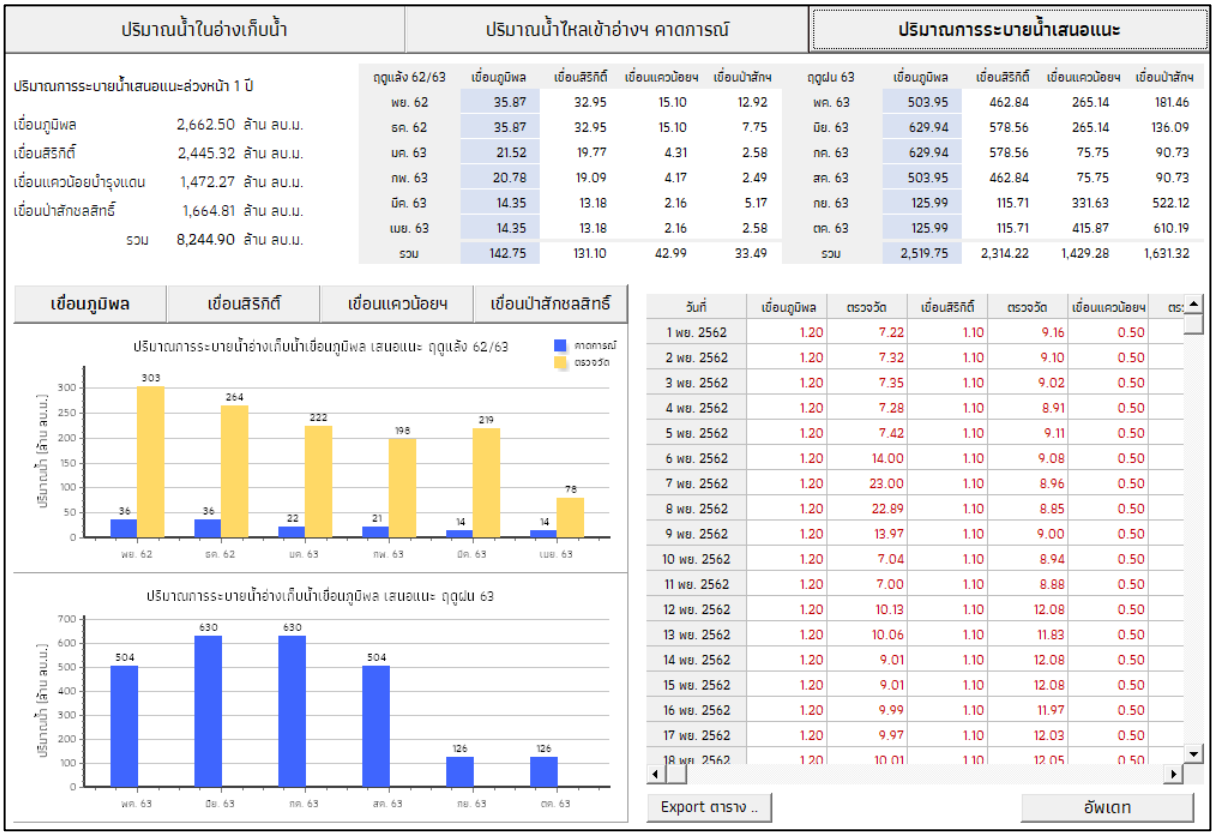


รูปที่ 19 ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ – ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ คาดการณ์

สำหรับหน้าต่างปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ คาดการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 19 ด้านบนของหน้าต่างโปรแกรมแสดงสรุปปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างคาดการณ์ล่วงหน้า 1 ปี และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ คาดการณ์แต่ละเดือน แบ่งเป็นฤดูแล้ง และฤดูฝนตามลำดับ

ด้านล่างฝั่งซ้ายของหน้าต่างโปรแกรมแสดงกราฟแท่งของปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง แบ่งตามฤดูแล้ง และฤดูฝน โดยกราฟแท่งสีน้ำเงินคือปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ คาดการณ์รายเดือน กราฟแท่งสีเหลืองคือปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างตรวจวัดจากเว็บไซต์ กฟผ. จนถึงวันปัจจุบัน สำหรับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างคาดการณ์ เป็นการคาดการณ์จากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าของโครงการ (NARK)

ด้านล่างฝั่งขวาของหน้าต่างโปรแกรมแสดงตารางปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างคาดการณ์และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างตรวจวัด โดยปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างตรวจวัดเป็นค่าจริงที่อ่านได้จากเว็บ ผู้ใช้สามารถแก้ไขและอัพเดทใหม่ได้ โดยคลิกปุ่มอัพเดท โปรแกรมแสดงกราฟปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างที่อัพเดทแล้วอีกครั้ง ค่าที่แสดงในตารางสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้



รูปที่ 20 ส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ – ปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะ

สุดท้ายคือหน้าต่างปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะ ดังแสดงในรูปที่ 20 ด้านบนของหน้าต่างโปรแกรมแสดงสรุปปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะล่วงหน้า 1 ปี และปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะแต่ละเดือน แบ่งเป็นฤดูแล้ง และฤดูฝนตามลำดับ

ด้านล่างฝั่งซ้ายของหน้าต่างโปรแกรมแสดงกราฟแท่งของปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะ แบ่งตามฤดูแล้ง และฤดูฝน โดยกราฟแท่งสีน้ำเงินคือปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะรายเดือน กราฟแท่งสีเหลืองคือปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะตรวจวัดจากเว็บไซต์ กฟผ. จนถึงวันปัจจุบัน สำหรับปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะได้จากการคำนวณของโปรแกรมเพื่อเสนอแนะให้สอดคล้องกับแต่ละสถานการณ์ โดยจะกล่าวในภายหลัง

ด้านล่างฝั่งขวาของหน้าต่างโปรแกรมแสดงตารางปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะและปริมาณการระบายน้ำตรวจวัด โดยปริมาณการระบายน้ำตรวจวัดเป็นค่าจริงที่อ่านได้จากเว็บ ผู้ใช้สามารถแก้ไขและอัพเดทใหม่ได้ โดยคลิกปุ่มอัพเดท โปรแกรมแสดงกราฟปริมาณการระบายน้ำที่อัพเดทแล้วอีกครั้ง ค่าที่แสดงในตารางสามารถ Export เป็นไฟล์ตัวเลข (text file) เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

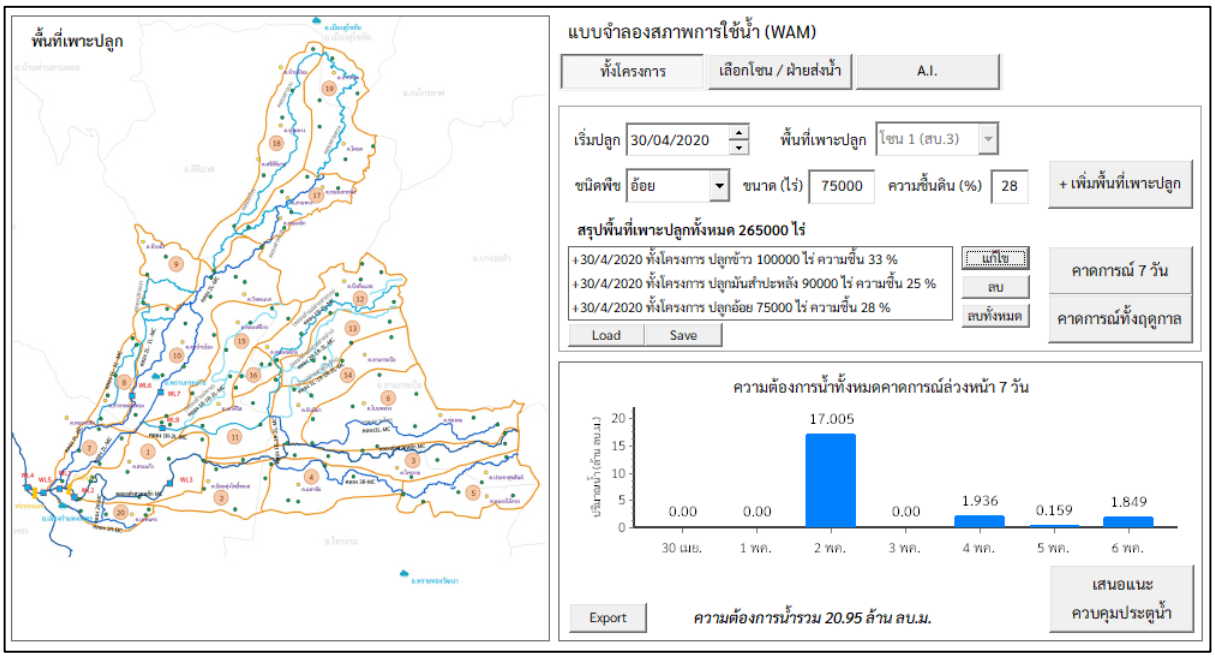
โปรแกรมในส่วนการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำนี้ ผู้ใช้สามารถเลือกประเภทของสถานการณ์ที่ต้องการได้ตามความเหมาะสม จากหน้าต่างปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ด้านขวาบนของหน้าต่าง โดยแบ่งเป็น 4 ประเภท แต่ละประเภท ใช้ค่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง และปริมาณการระบายน้ำ ที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

1. **Standard** เป็นสถานการณ์ที่เหมาะสมเพื่อการเกษตรกรรม
   ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ใช้ค่าผลคำนวณจากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าของโครงการ (NARK)
   ปริมาณการระบายเสนอแนะ ใช้ค่าที่เหมาะกับการเกษตรกรรมทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน
2. **Individual** เป็นการจำลองสถานการณ์จากข้อมูลในอดีต
   ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ และปริมาณการระบายน้ำ ผู้ใช้สามารถกำหนดได้เอง โดยเลือกจากข้อมูลในอดีต ตั้งแต่ปี พศ. 2527 – 2562 ไม่จำเป็นต้องเลือกปีเดียวกัน และสามารถกำหนดปริมาณน้ำในอ่างเริ่มต้นได้ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงในอดีต
3. **Efficiency** เป็นสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ
   ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ใช้ค่าผลคำนวณจากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าของโครงการ (NARK)
   ปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะ คำนึงถึงปริมาณน้ำในอ่างฯ เมื่อสิ้นสุดฤดูฝน ให้ยังคงมีปริมาณไม่ต่ำกว่า 85% ของความจุอ่าง
4. **Dynamic** เป็นสถานการณ์การบริหารจัดการน้ำตามแผนการปล่อยน้ำกรมชลประทาน
   ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ ใช้ค่าผลคำนวณจากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าของโครงการ (NARK)
   ปริมาณการระบายน้ำเสนอแนะ ใช้แผนการปล่อยน้ำกรมชลประทานในปีปัจจุบัน

1.4 ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ (WAM)

ส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำนี้ เป็นการประยุกต์ความต้องการใช้น้ำจริงจากการเพาะปลูกพืชของเกษตรกรในพื้นที่โครงการ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดสถานการณ์การเพาะปลูกพืชที่ต้องการทั้งหมดเพื่อนำไปอินพุตเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์แล้วคำนวณหาความต้องการใช้น้ำคาดการณ์ล่วงหน้า เมื่อได้ค่าความต้องการใช้น้ำแล้ว โปรแกรมสามารถนำไปคำนวณเพื่อเสนอแนะการควบคุมเปิด-ปิดบานประตูน้ำเพื่อให้เพียงพอต่อการเพาะปลูกที่ต้องการ โปรแกรมทำส่งค่าดังกล่าวไปยังระบบควบคุมประตูน้ำของโครงการทางเว็บไซต์ ซึ่งสามารถสั่งการได้ทันทีแบบ real-time

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้น้ำมีชื่อว่า WAM พัฒนาจากภาษาโปรแกรม Python เพื่อให้สามารถคำนวณสมการทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง โดยปกติการคำนวณใช้เวลาไม่เกิน 2-3 นาที ขึ้นอยู่กับจำนวนของอินพุตที่ผู้ใช้กำหนด คือพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ยิ่งมีจำนวนมาก ก็จะคำนวณนานขึ้น หน้าต่างโปรแกรมส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ ดังแสดงในรูปที่ 21



รูปที่ 21 หน้าต่างโปรแกรมส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ

จากรูปที่ 21 ฝั่งซ้ายของโปรแกรมแสดงแผนที่ครอบคลุมพื้นที่โครงการ โดยแบ่งโซนของโครงการออกเป็น 20 โซน ส่วนทางฝั่งขวาด้านบนเป็นส่วนการกำหนดอินพุตของแบบจำลองฯ และส่วนทางขวาด้านล่างเป็นส่วนการแสดงผลการคำนวณ

โปรแกรมแบ่งประเภทการจำลองสภาพการใช้น้ำเป็น 3 ประเภทคือ

1. **ทั้งโครงการ** เป็นการกำหนดการเพาะปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งสรุปรวมทั้งโครงการ
2. **เลือกโซน/ฝ่ายส่งน้ำ** เป็นการกำหนดการเพาะปลูกพืชชนิดใดๆ โดยเลือกโซนที่ต้องการ
3. **A.I.** โปรแกรมทำการเสนอแนะการเพาะปลูกพืชที่เกษตรกรเพาะปลูกเป็นประจำให้กับผู้ใช้ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน

อินพุตที่แบบจำลองสภาพการใช้น้ำประกอบด้วย

- **วันที่เริ่มปลูก** สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 1 พย. 2562 – 31 สค. 2563
- **พื้นที่เพาะปลูก** ถ้าผู้ใช้เลือกประเภท “เลือกโซน/ฝ่ายส่งน้ำ” ผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่โซนที่ต้องการเพาะปลูกได้
- **ชนิดพืช** สามารถเลือกปลูกพืชได้แก่ ข้าว, มันสำปะหลัง, อ้อย และข้าวโพด
- **ขนาด** สามารถกำหนดขนาดพื้นที่เพาะปลูกได้ (หน่วย ไร่) ถ้าขนาดใหญ่ ความต้องการใช้น้ำก็จะมากขึ้น
- **ปริมาณฝน 4 สถานี** คือปริมาณฝนจากสถานีฝนในพื้นที่โครงการที่กล่าวไว้ในข้างต้น สำหรับอินพุตในส่วนนี้โปรแกรมทำการกำหนดให้เลยจากฝนตรวจวัดจริง และฝนทำนายจากระบบทำนายน้ำฝน-น้ำท่าของโครงการ ผู้ใช้ไม่ต้องกรอก
- **ความชื้นดินเริ่มต้น (%)** โปรแกรมแสดงค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นดินของโครงการ ณ เวลานั้น หรือผู้ใช้สามารถกำหนดเองได้ ค่าความชื้นดินนี้เป็นปัจจัยสำคัญในความต้องการใช้น้ำ ถ้าค่านี้น้อย หมายถึงดินแห้ง ความต้องการใช้น้ำก็จะมากขึ้น ถ้าค่านี้มาก หมายถึงดินชุ่มไปด้วยน้ำ ความต้องการใช้น้ำก็จะน้อยลง

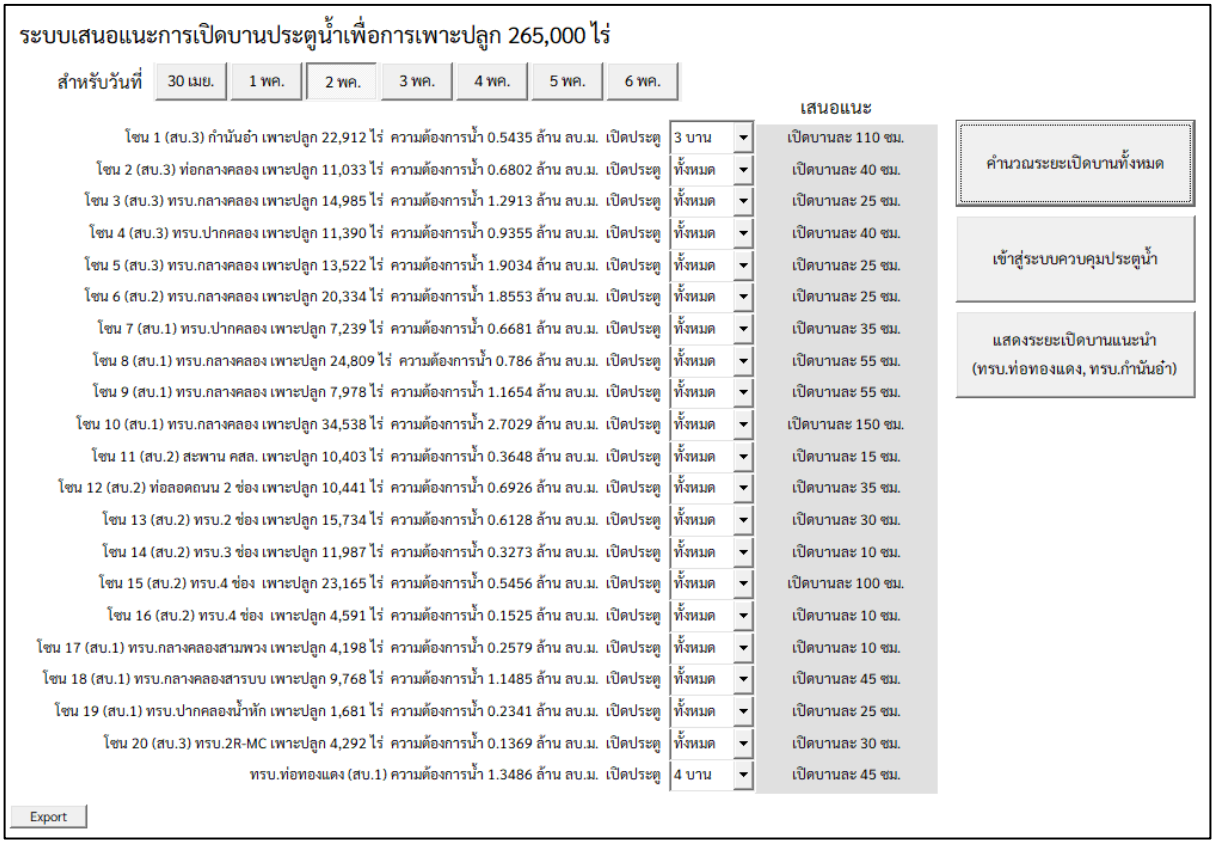
เมื่อกำหนดอินพุตทั้งหมดแล้ว คลิกปุ่ม “+ เพิ่มพื้นที่เพาะปลูก” โปรแกรมแสดงพื้นที่ที่กำหนดไว้ในช่องสรุปพื้นที่เพาะปลูก โดยผู้ใช้สามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกได้ถึง 100 พื้นที่ พื้นที่ที่เพิ่มนี้สามารถแก้ไข หรือลบออกได้ ผู้ใช้สามารถบันทึกพื้นที่ที่เพิ่มนี้ได้โดยคลิกปุ่ม “Save” เพื่อบันทึก และสามารถนำค่าที่บันทึกนี้มาใช้อีกครั้งในภายหลังได้โดยคลิกปุ่ม “Load”

การสั่งคำนวณ ผู้ใช้สามารถเลือกช่วงเวลาการคาดการณ์ 7 วัน หรือ ทั้งฤดูกาลเพาะปลูกได้ การเลือกการคาดการณ์ทั้งฤดูกาลคือ กำหนดให้แบบจำลองคำนวณตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งปลูกเสร็จสิ้น พืชแต่ละชนิด ใช้เวลาในการเพาะปลูกไม่เท่ากัน ดังนี้

- ข้าว ใช้เวลา 105 วัน
- มันสำปะหลัง ใช้เวลา 305 วัน
- อ้อย ใช้เวลา 305 วัน
- ข้าวโพด ใช้เวลา 101 วัน

เมื่อคลิกเพื่อทำการคำนวณแล้ว โปรแกรมแสดงหน้าต่างการคำนวณโดยใช้เวลา 2-3 นาที จากนั้นจึงแสดงผลการคำนวณเป็นกราฟแสดงความต้องการใช้น้ำรายวันของพื้นที่ทั้งหมด ผู้ใช้สามารถเลือก export ผลการคำนวณเป็น text file ได้โดยคลิกปุ่ม “Export”

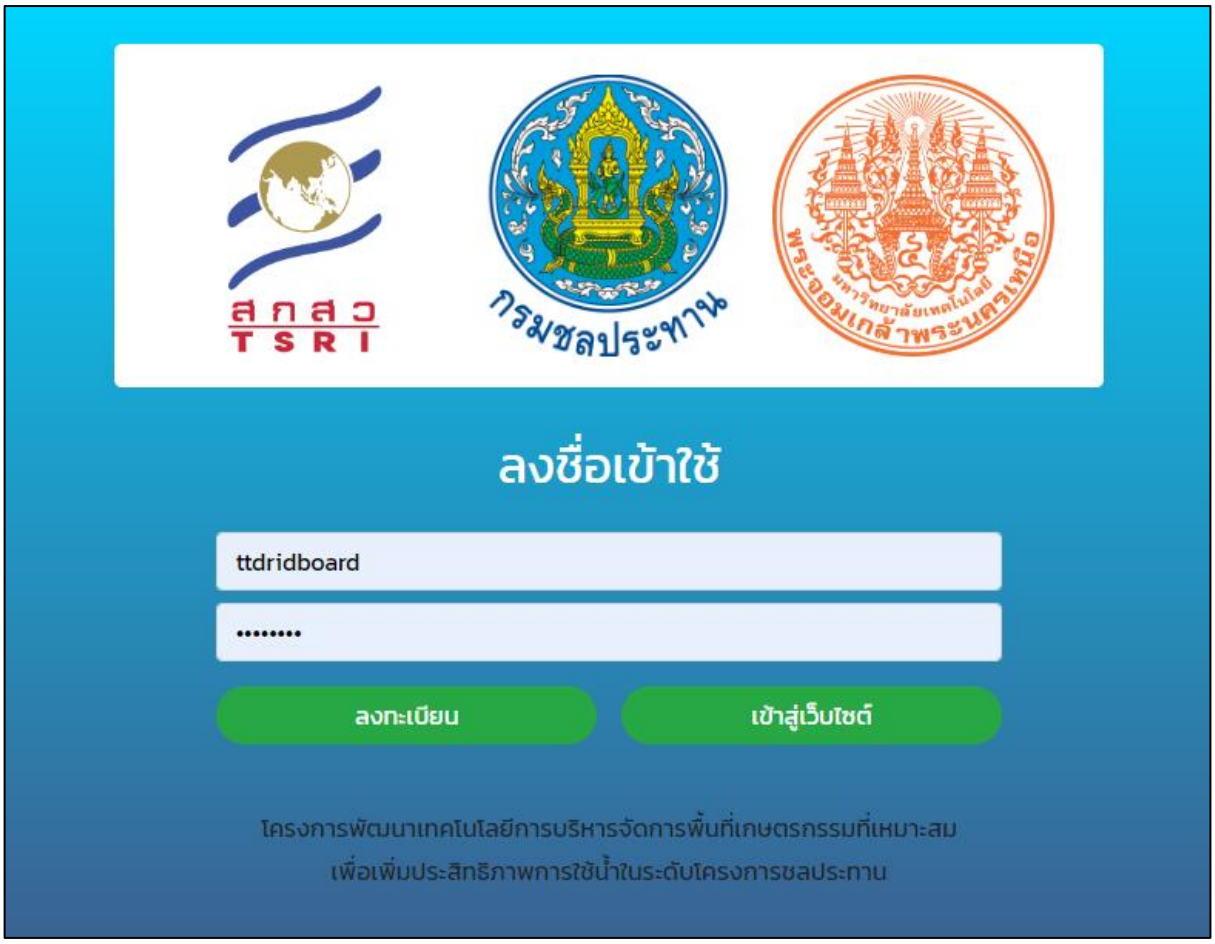
ผลการคำนวณความต้องการใช้น้ำสามารถนำไปใช้คำนวณเพื่อเสนอแนะการเปิด-ปิดบานประตูระบายน้ำของโครงการได้ โดยคลิกที่ปุ่ม “เสนอแนะควบคุมประตูน้ำ” ด้านล่างของกราฟผลการคำนวณเพื่อเข้าสู่หน้าต่างโปรแกรมเสนอแนะควบคุมประตูระบายน้ำ ดังรูปที่ 22 หน้าต่างโปรแกรมส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ – เสนอแนะควบคุมประตูระบายน้ำ



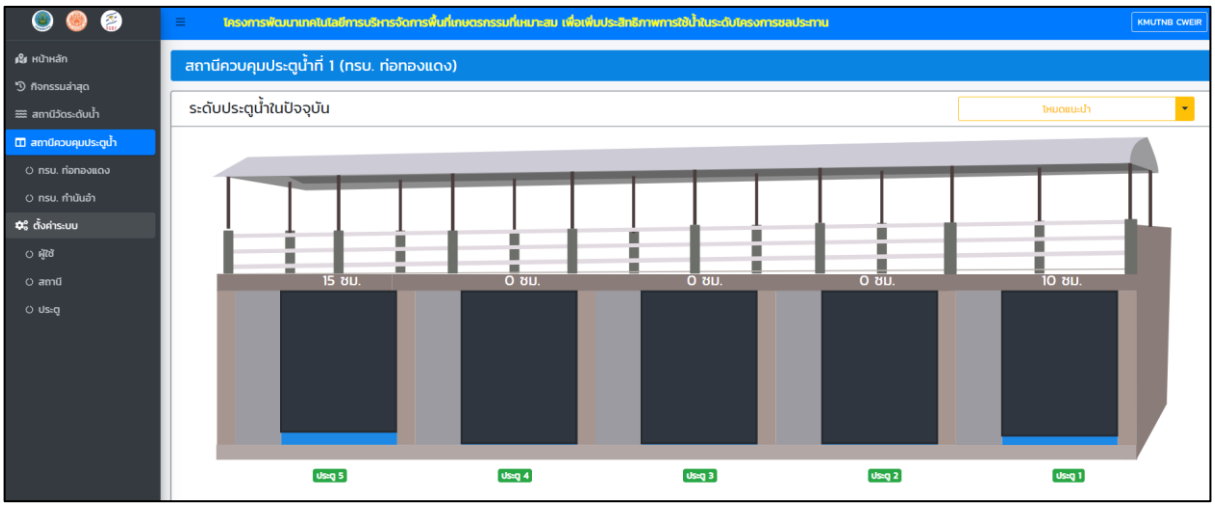
รูปที่ 22 หน้าต่างโปรแกรมส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำ – เสนอแนะควบคุมประตูระบายน้ำ

จากรูปที่ 22 โปรแกรมเสนอแนะการเปิด-ปิดบานประตูระบายน้ำในแต่ละโซน โดยคำนวณในแต่ละวันตามความต้องการใช้น้ำในวันนั้นๆ โปรแกรมสรุปพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละโซน ความต้องการใช้น้ำ (หน่วย ล้านลูกบาศก์เมตร) ผู้ใช้สามารถเลือกเปิดประตูทุกบานหรือเลือกจำนวนที่ต้องการเปิดได้ เมื่อเลือกแล้วคลิกปุ่ม “คำนวณระยะเปิดบานทั้งหมด” โปรแกรมแสดงผลการคำนวณในช่องสีเทา ว่าควรเปิดกี่เซนติเมตร โดยเป็นการเปิดเท่ากันทุกบาน

สำหรับ ทรบ.ท่อทองแดง ซึ่งอยู่ในแถวสุดท้ายและทรบ.กำนันอ่ำ ซึ่งอยู่ในแถวแรก โปรแกรมสามารถส่งค่าดังกล่าวไปยังระบบควบคุมประตูน้ำแบบ real-time ของโครงการได้ โดยคลิกปุ่ม “เข้าสู่ระบบควบคุมประตูน้ำ” เพื่อเข้าไปยังเว็บไซต์ระบบควบคุมประตูระบายน้ำของโครงการ ดังรูปที่ 23 เว็บไซต์ระบบควบคุมประตูระบายน้ำ – หน้าแรก



รูปที่ 23 เว็บไซต์ระบบควบคุมประตูระบายน้ำ – หน้าแรก

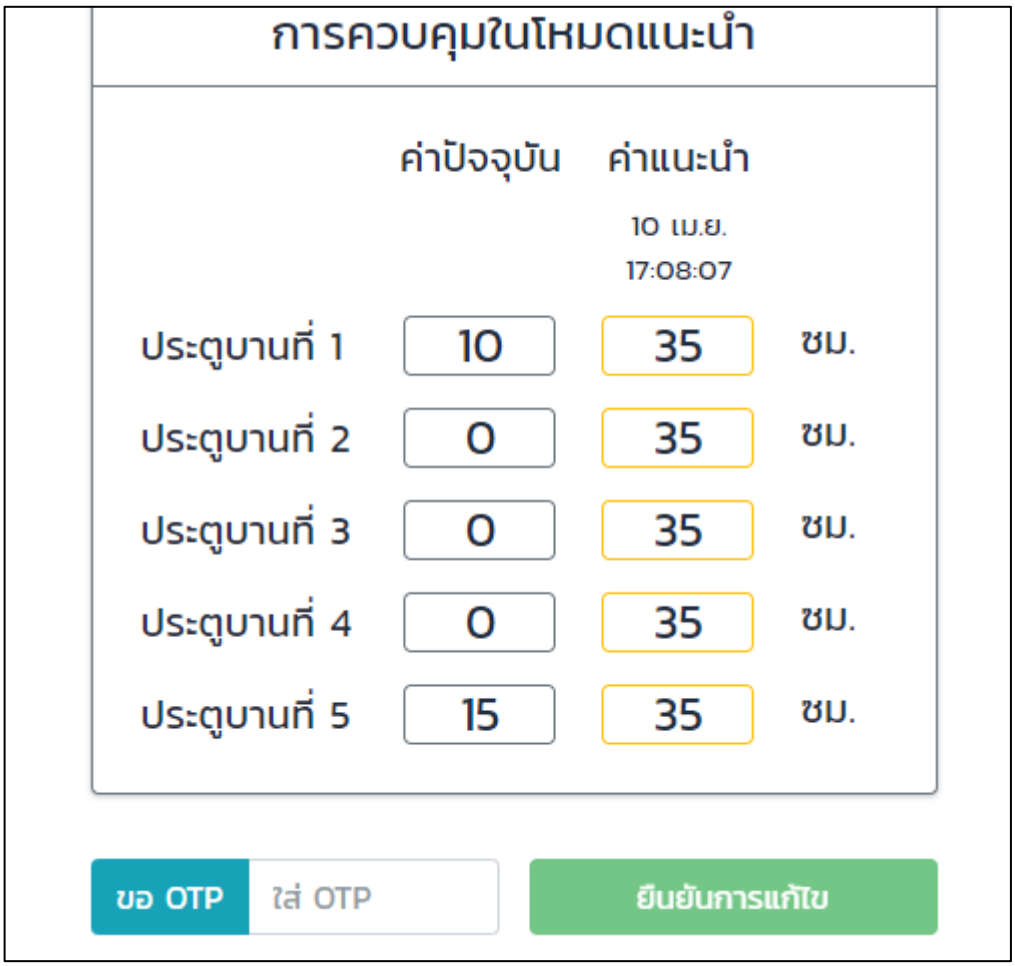


รูปที่ 24 เว็บไซต์ระบบควบคุมประตูระบายน้ำ – หน้าประตูระบายน้ำ

จากรูปที่ 23 เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์ดังกล่าว ให้ผู้ใช้กรอกชื่อและรหัสเพื่อเข้าสู่ระบบฯ ดังแสดงในรูปที่ 24 เว็บไซต์ระบบควบคุมประตูระบายน้ำ – หน้าประตูระบายน้ำ

เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว ทางเมนูด้านซ้ายให้เลือก ทรบ.ท่อทองแดง หรือ ทรบ.กำนันอำ ตามต้องการ จากนั้น คลิกเลือก “โหมดแนะนำ” ทางด้านขวาบนของเว็บไซต์

เว็บไซต์แสดงหน้าต่างการควบคุมในโหมดแนะนำ โดยแสดงค่าการเปิดบานประตูทั้งหมดที่เป็นค่าปัจจุบัน ให้ผู้ใช้กลับไปยังหน้าต่างโปรแกรมอีกครั้ง แล้วคลิกปุ่ม “แสดงระยะเปิดบานแนะนำ (ทรบ.ท่อทองแดง, ทรบ.กำนันอำ)” รอประมาณ 5-10 วินาที โปรแกรมส่งค่าแนะนำมายังเว็บไซต์ ดังแสดงในรูปที่ 25 เว็บไซต์ระบบควบคุมประตูระบายน้ำ – การควบคุมในโหมดแนะนำ



รูปที่ 25 เว็บไซต์ระบบควบคุมประตูระบายน้ำ – การควบคุมในโหมดแนะนำ

จากรูปที่ 25 ฝั่งซ้ายคือค่าระยะเปิดบานปัจจุบัน ฝั่งขวาคือค่าระยะเปิดบานแนะนำจากโปรแกรม ผู้ใช้สามารถเลือกกรอกค่าปัจจุบันตามค่าแนะนำในด้านฝั่งขวาได้ เมื่อคลิก “ปุ่มยืนยันการแก้ไข” ระบบควบคุมประตูน้ำจะทำการควบคุมประตูระบายน้ำตามความต้องการ

จากรูปที่ 22 ผู้ใช้สามารถเลือกกำหนดเปิด-ปิดบานประตูได้ตามต้องการอีกครั้ง โดยทำตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น ผลการคำนวณค่าเสนอแนะการเปิดบานประตูทั้งหมดสามารถ export ไปยัง text file ได้

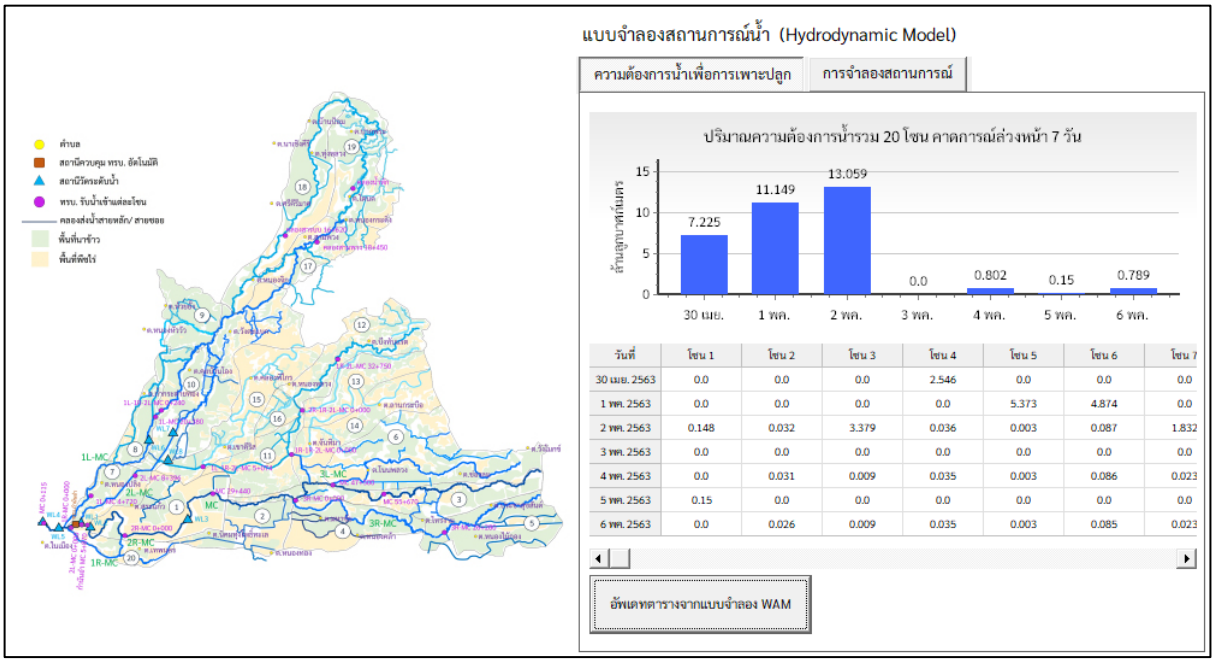
1.5 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ

ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำเป็นส่วนที่คำนวณการไหลในคลองส่งน้ำด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ แบบไฮโดรไดนามิกส์ อินพุตของแบบจำลองได้แก่ ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่โครงการแบ่งตามโซน สามารถกำหนดช่วงเวลาการคำนวณได้ 7 วัน หรือทั้งฤดูกาล โปรแกรมสามารถเชื่อมโยงผลการคำนวณความต้องการใช้น้ำจากส่วนการจำลองสภาพการใช้น้ำได้

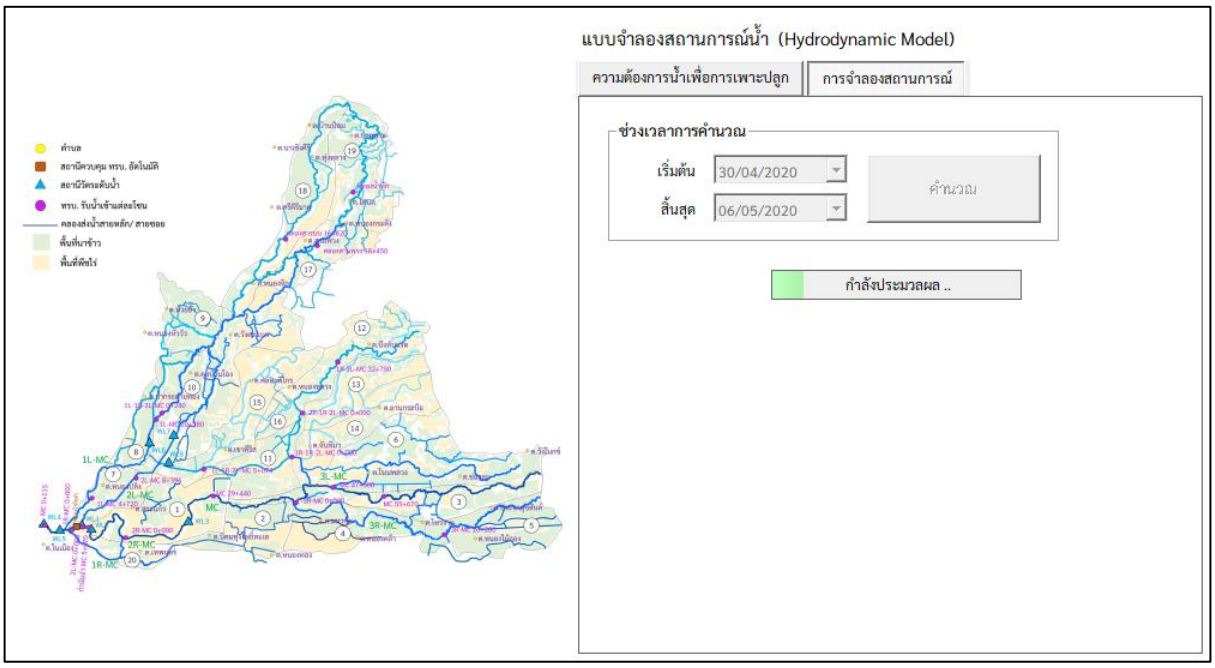
การคำนวณด้วยแบบจำลองดังกล่าว จำเป็นต้องใช้การเชื่อมโยงเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เนื่องจากโปรแกรมถูกออกแบบให้ส่งอินพุตไปยังแบบจำลองที่อยู่บนเครื่องแม่ข่าย (server) ของโครงการ การคำนวณใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที สำหรับช่วงเวลา 7 วัน และใช้เวลาประมาณ 4-10 นาที สำหรับช่วงเวลาทั้งฤดูกาล ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับความเร็วของเครือข่ายอินเตอร์เน็ตด้วย ผลการคำนวณจากแบบจำลองถูกส่งกลับมายังโปรแกรม แล้วนำเสนอเป็นรูปตัดลำน้ำตามยาว (Profile) ของแต่ละคลองส่งน้ำ 7 คลอง ได้แก่

1. **คลอง MC** ตั้งแต่ สถานี WL4 ต.ในเมือง อ.เมืองกำแพงเพชร ถึง ต.ประชาสุขสันต์ อ.ลานกระบือ
2. **คลอง 1LMC** ตั้งแต่ จุดบรรจบคลอง MC ต.หนองปลิง อ.เมืองกำแพงเพชร ถึง ต.หนองกระดิ่ง อ.คีรีมาศ
3. **คลอง 2LMC** ตั้งแต่ จุดบรรจบคลอง MC ต.หนองปลิง อ.เมืองกำแพงเพชร ถึง ต.คุยบ้านโอง อ.พรานกระต่าย
4. **คลอง 3LMC** ตั้งแต่ จุดบรรจบคลอง MC ต.โนนพลวง อ.ลานกระบือ ถึง ต.ช่องลม อ.ลานกระบือ
5. **คลอง 1RMC** ตั้งแต่ จุดบรรจบคลอง MC ต.หนองปลิง อ.เมืองกำแพงเพชร ถึง ต.เทพนคร อ.เมืองกำแพงเพชร
6. **คลอง 2RMC** ตั้งแต่ จุดบรรจบ คลอง 1RMC ต.เทพนคร อ.เมืองกำแพงเพชร ถึง จุดบรรจบ คลอง MC ต.เทพนคร อ.เมืองกำแพงเพชร
7. **คลอง 3RMC** ตั้งแต่ จุดบรรจบ คลอง MC ต.มหาชัย อ.ไทรงาม ถึง ต.ประชาสุขสันต์ อ.ลานกระบือ

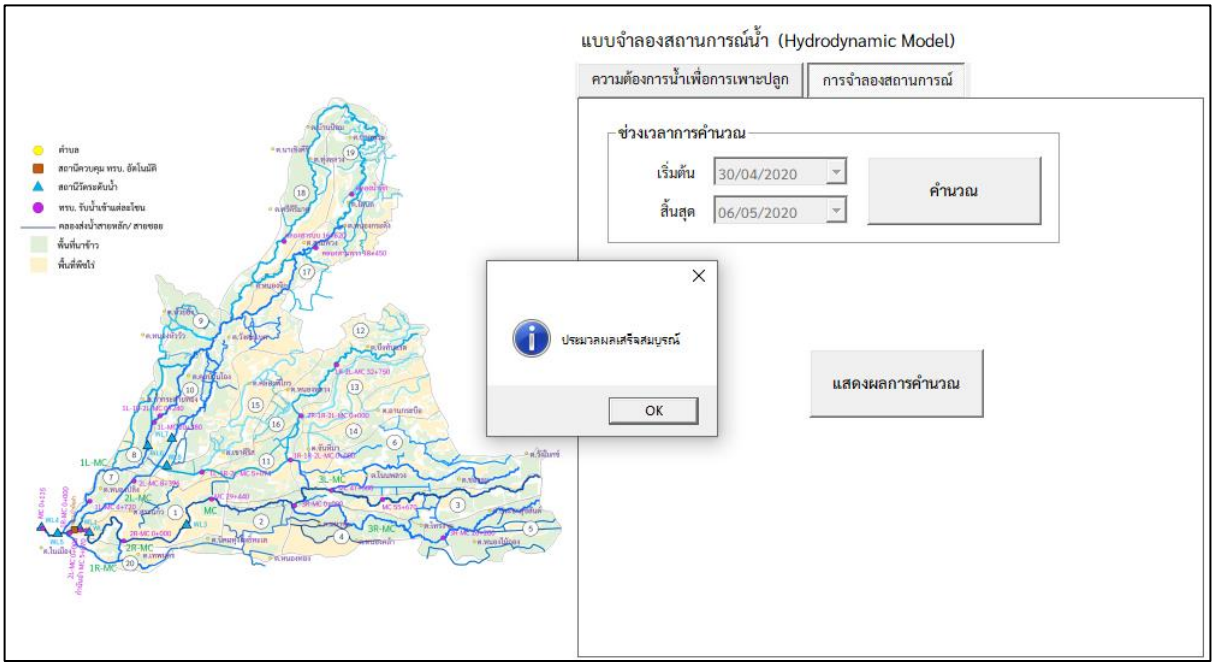
เมื่อเข้าสู่หน้าการจำลองสถานการณ์น้ำ ฝั่งซ้ายของหน้าต่างโปรแกรมแสดงแผนที่โครงข่ายลำน้ำของพื้นที่โครงการ ฝั่งขวาแสดงอินพุตของแบบจำลองฯ ซึ่งประกอบด้วยกราฟปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันรวม 20 โซน และตารางปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันแบ่งตามโซน (หน่วย ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน) ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลความต้องการใช้น้ำได้ สามารถคัดลอกและวางจากตาราง worksheet ของ excel ได้ นอกจากนี้เมื่อคลิกปุ่ม “อัพเดทตารางจากแบบจำลอง WAM” โปรแกรมทำการเชื่อมโยงผลการคำนวณความต้องการใช้น้ำจากแบบจำลองจัดสรรน้ำมายังตารางนี้ โดยตารางทำการปรับให้มีจำนวนวันตรงกับผลการคำนวณดังกล่าวด้วย ดังแสดงในรูปที่ 26 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ – อินพุตข้อมูล



รูปที่ 26 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ – อินพุตข้อมูล



รูปที่ 27 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ – การประมวลผลการคำนวณ

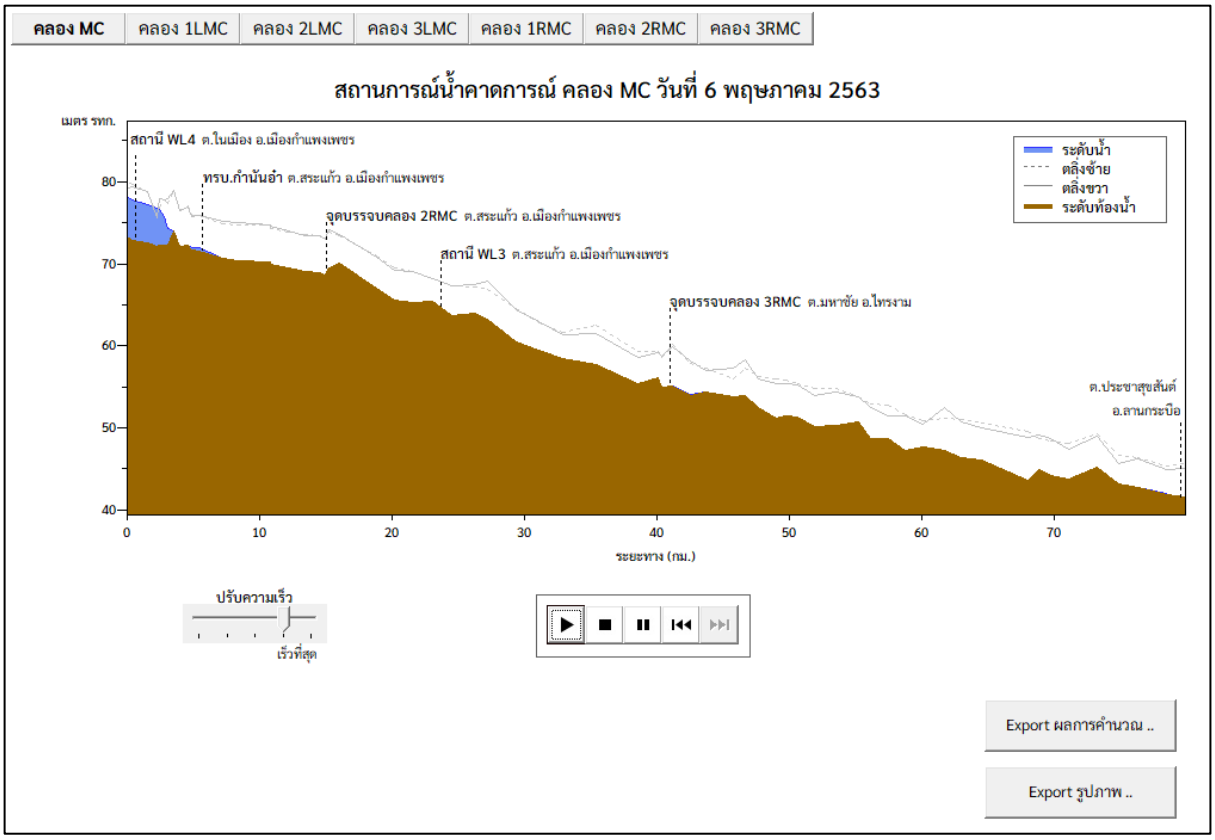


รูปที่ 28 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ – การประมวลผลการคำนวณเสร็จสมบูรณ์

เมื่อป้อนข้อมูลอินพุตเสร็จแล้วคลิกเมนูด้านบน “การจำลองสถานการณ์” แล้วคลิกปุ่มคำนวณ โปรแกรมส่งค่าอินพุตไปยังเครื่องแม่ข่ายและทำการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 27 เมื่อคำนวณเสร็จผลการคำนวณถูกส่งกลับมายังโปรแกรมแล้วแสดงข้อความ “ประมวลผลเสร็จสมบูรณ์” ดังแสดงในรูปที่ 28 เมื่อคลิกปุ่ม “แสดงผลการคำนวณ” หน้าต่างผลการคำนวณสถานการณ์น้ำคาดการณ์ปรากฏขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 29 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ – ผลการคำนวณสถานการณ์น้ำคาดการณ์

จากรูปที่ 29 ด้านบนแสดงเมนูเลือกคลองส่งน้ำ โดยคลองส่งน้ำ MC ถูกตั้งเป็นค่าเริ่มต้น ผลการคำนวณแสดงเป็นรูปตัดลำน้ำตามยาว โดยให้ต้นลำน้ำอยู่ฝั่งซ้าย ปลายลำน้ำอยู่ฝั่งขวา ระดับน้ำแทนด้วยเส้นสีน้ำเงิน ระบายด้วยสีฟ้า ระดับตลิ่ง

ซ้ายแทนด้วยเส้นประสีเทา ระดับตลิ่งขวาแทนด้วยเส้นทึบสีเทา ระดับท้องน้ำแทนด้วยเส้นสีน้ำตาลและระบายด้วยสีน้ำตาลบนเส้นลำน้ำแสดงตำแหน่งต่างๆ ตามลำน้ำ โดยภาพรูปตัดลำน้ำตามยาวนี้ เริ่มต้นแสดงผลการคาดการณ์ในวันแรก ผู้ใช้สามารถเลือกให้แสดงผลการคาดการณ์ในวันที่ 2 ถึงวันสุดท้าย โดยคลิกที่ปุ่มด้านล่างของภาพ คลิกปุ่มแรกเพื่อให้แสดงภาพเคลื่อนไหว (animation) ปุ่มถัดมาคือ สั่งให้หยุดแสดงภาพเคลื่อนไหวแล้วกลับไปยังภาพวันแรกอีกครั้ง ปุ่มถัดมาเป็นการสั่งให้หยุดชั่วขณะ ปุ่มถัดมาเป็นการเลือกเพื่อดูภาพผลการคาดการณ์ในวันก่อนหน้านี้ และปุ่มสุดท้ายเป็นการเลือกเพื่อดูภาพผลการคาดการณ์ในวันถัดไป ผู้ใช้สามารถเลือกความเร็วในการแสดงภาพเคลื่อนไหวได้โดยลากแถบปรับความเร็วด้านล่างซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม วันที่ของภาพ แสดงอยู่ส่วนบนของหน้าต่าง ภาพรูปตัดลำน้ำตามยาวนี้ แกนแนวตั้งคือค่าระดับ มีหน่วยเป็น เมตร รทก. แกนแนวนอนคือระยะทางจากต้นลำน้ำถึงปลายลำน้ำ มีหน่วยเป็น กิโลเมตร



รูปที่ 29 ส่วนการจำลองสถานการณ์น้ำ – ผลการคำนวณสถานการณ์น้ำคาดการณ์

ผู้ใช้สามารถบันทึกภาพรูปตัดลำน้ำตามยาวได้โดยคลิกปุ่ม “Export รูปภาพ ..” โปรแกรมทำการบันทึกภาพเป็นไฟล์ Bitmap ไว้ในโฟลเดอร์ data นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเลือกบันทึกค่าผลการคำนวณทั้งหมดได้ โดยคลิกปุ่ม “Export ผลการคำนวณ ..” โปรแกรมทำการบันทึกผลการคำนวณเป็นไฟล์ Text ไว้ในโฟลเดอร์ data โดยรูปแบบข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 30 รูปแบบผลการคำนวณการจำลองสถานการณ์น้ำ

จากรูปที่ 30 ผลการคำนวณในแต่ละบรรทัดคือค่าระดับตามระยะทางของแม่น้ำ (Chainage) สามารถอธิบายได้ดังนี้

คอลัมน์แรก คือลำดับที่ของแต่ละ Chainage

คอลัมน์ที่ 2 คือ ตัวเลข Chainage หน่วย เมตร

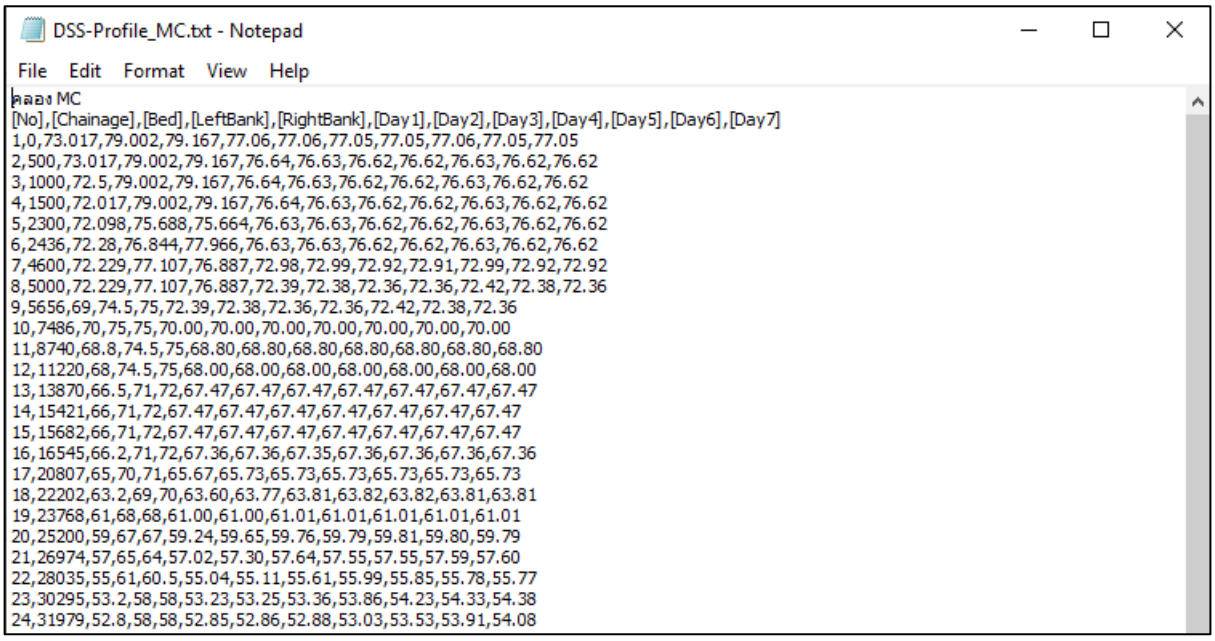
คอลัมน์ที่ 3 คือ ระดับท้องน้ำ หน่วย เมตร รทก.

คอลัมน์ที่ 4 คือ ระดับตลิ่งซ้าย หน่วย เมตร รทก.

คอลัมน์ที่ 5 คือ ระดับตลิ่งขวา หน่วย เมตร รทก.

คอลัมน์ที่ 6 เป็นต้นไป คือ ระดับน้ำคาดการณ์รายวัน ของวันที่ 1 ถึงวันสุดท้าย หน่วย เมตร รทก.

รูปแบบการจัดเรียงข้อมูลในไฟล์นี้ สามารถคัดลอก หรือนำไปเปิดบนหน้าต่าง worksheet ของ Excel รวมถึงพล็อตกราฟและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้


DSS-Profile_MC.txt - Notepad

File Edit Format View Help

คลอง MC
[No],[Chainage],[Bed],[LeftBank],[RightBank],[Day1],[Day2],[Day3],[Day4],[Day5],[Day6],[Day7]
1,0,73.017,79.002,79.167,77.06,77.06,77.05,77.05,77.06,77.05,77.05
2,500,73.017,79.002,79.167,76.64,76.63,76.62,76.62,76.63,76.62,76.62
3,1000,72.5,79.002,79.167,76.64,76.63,76.62,76.62,76.63,76.62,76.62
4,1500,72.017,79.002,79.167,76.64,76.63,76.62,76.62,76.63,76.62,76.62
5,2300,72.098,75.688,75.664,76.63,76.63,76.62,76.62,76.63,76.62,76.62
6,2436,72.28,76.844,77.966,76.63,76.63,76.62,76.62,76.63,76.62,76.62
7,4600,72.229,77.107,76.887,72.98,72.99,72.92,72.91,72.99,72.92,72.92
8,5000,72.229,77.107,76.887,72.39,72.38,72.36,72.36,72.42,72.38,72.36
9,5656,69,74.5,75,72.39,72.38,72.36,72.36,72.42,72.38,72.36
10,7486,70,75,75,70.00,70.00,70.00,70.00,70.00,70.00,70.00
11,8740,68.8,74.5,75,68.80,68.80,68.80,68.80,68.80,68.80,68.80
12,11220,68,74.5,75,68.00,68.00,68.00,68.00,68.00,68.00,68.00
13,13870,66.5,71,72,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47
14,15421,66,71,72,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47
15,15682,66,71,72,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47,67.47
16,16545,66.2,71,72,67.36,67.36,67.35,67.36,67.36,67.36,67.36
17,20807,65,70,71,65.67,65.73,65.73,65.73,65.73,65.73,65.73
18,22202,63.2,69,70,63.60,63.77,63.81,63.82,63.82,63.81,63.81
19,23768,61,68,68,61.00,61.00,61.01,61.01,61.01,61.01,61.01
20,25200,59,67,67,59.24,59.65,59.76,59.79,59.81,59.80,59.79
21,26974,57,65,64,57.02,57.30,57.64,57.55,57.55,57.59,57.60
22,28035,55,61,60.5,55.04,55.11,55.61,55.99,55.85,55.78,55.77
23,30295,53.2,58,58,53.23,53.25,53.36,53.86,54.23,54.33,54.38
24,31979,52.8,58,58,52.85,52.86,52.88,53.03,53.53,53.91,54.08

รูปที่ 30 รูปแบบผลการคำนวณการจำลองสถานการณ์น้ำ

1.6 ส่วนฐานข้อมูล

ส่วนฐานข้อมูลเป็นส่วนแสดงข้อมูลทั้งหมดที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลของโครงการ ผู้ใช้สามารถเรียกดูได้เสมอ ข้อมูลทุกชนิดสามารถเรียกดูและคัดลอกตารางไปใช้กับโปรแกรม excel ได้ นอกจากนี้ยังสามารถ export ตาราง เพื่อเก็บเป็นไฟล์ชนิด text file ได้

เมื่อเข้าสู่หน้าแรกฐานข้อมูล ผู้ใช้ต้องกรอกรหัสผ่านเพื่อเข้าดูฐานข้อมูลทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 31 ส่วนฐานข้อมูล – หน้าแรก

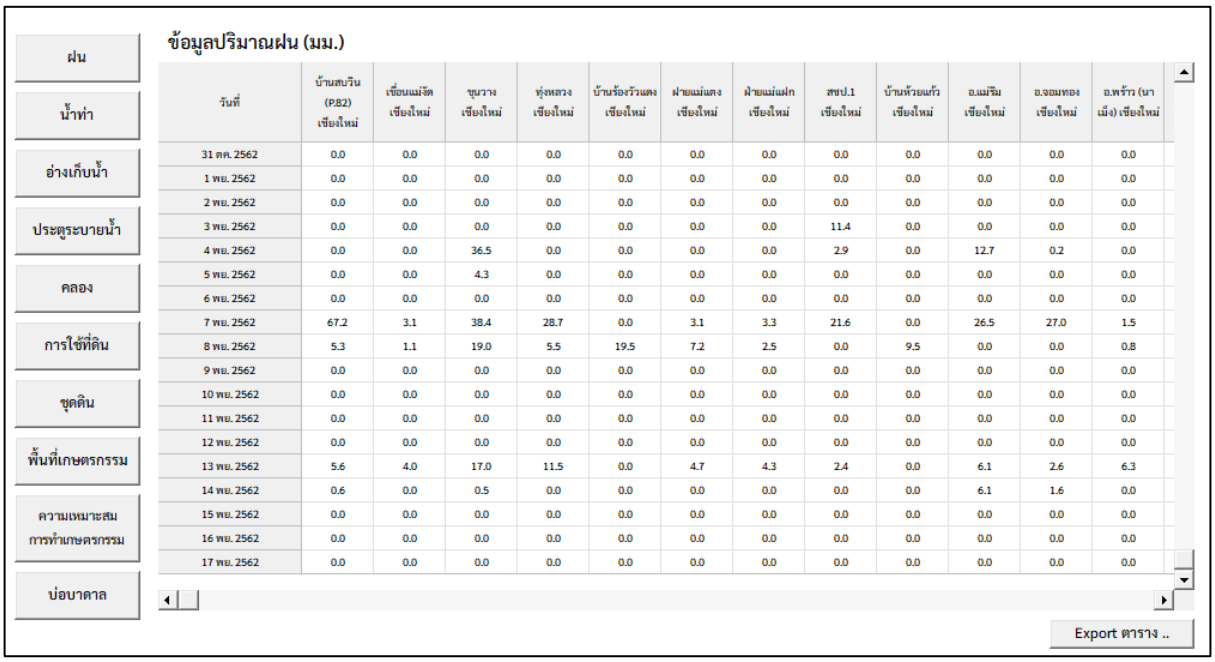
ข้อมูลแต่ละชนิดสามารถเรียกดูจากเมนูด้านซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม มีดังต่อไปนี้

1. ปริมาณฝน ของสถานีฝน 54 สถานีในพื้นที่โครงการ ตั้งแต่วันที่ 1 มค. 2546 ถึงปัจจุบัน
2. ระดับน้ำและปริมาณน้ำ ของสถานีน้ำท่า 50 สถานีในพื้นที่โครงการ ตั้งแต่วันที่ 1 เมย. 2544 ถึงปัจจุบัน
3. อ่างเก็บน้ำ แสดงปริมาณน้ำในอ่างฯ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง และปริมาณการระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 4 อ่าง ตั้งแต่วันที่ 1 พย. 2526 ถึงปัจจุบัน
4. ประตูระบายน้ำ แสดงระดับน้ำเหนือ ทรบ. ระดับน้ำท้าย ทรบ. และปริมาณน้ำ ของประตูระบายน้ำ 4 แห่ง
5. คลองส่งน้ำ แสดงรูปตัดลำน้ำของคลองส่งน้ำ 3 คลอง ในรูปแบบไฟล์ excel

6. การใช้ที่ดิน แสดงพื้นที่การใช้ที่ดินชนิดต่างๆ ในแต่ละจังหวัด รวม 6 จังหวัด
7. ชุดดิน แสดงความเหมาะสมในการปลูกพืชขนิดต่างๆ ของแต่ละจังหวัด โดยแยกตามชนิดของดิน รวม 5 จังหวัด
8. พื้นที่เกษตรกรรม แสดงพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรแยกตามชนิดพืช รวม 6 จังหวัด
9. ความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม แสดงความเหมาะสมในการปลูกพืชขนิดต่างๆ ของแต่ละจังหวัด โดยแยกตามชนิดของพืช รวม 5 จังหวัด
10. บ่อบาดาล แสดงจำนวนพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำใต้ดินของแต่ละจังหวัด รวม 5 จังหวัด

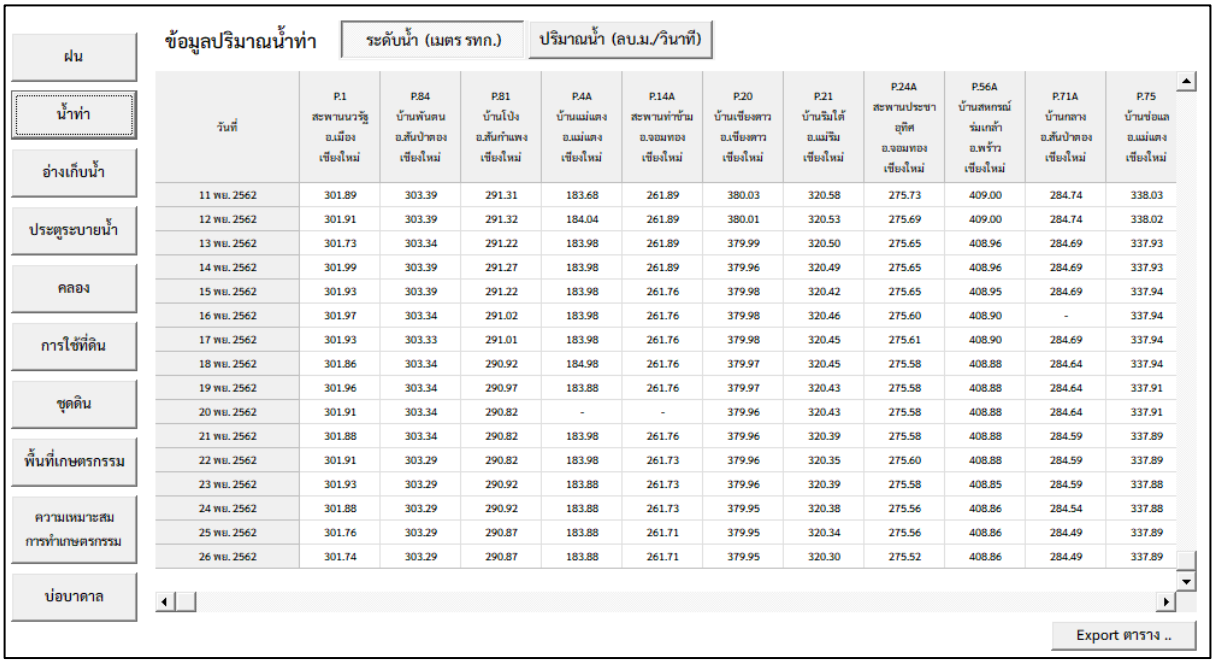
หน้าต่างฐานข้อมูลทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 31 - 42

รูปที่ 31 ส่วนฐานข้อมูล – หน้าแรก



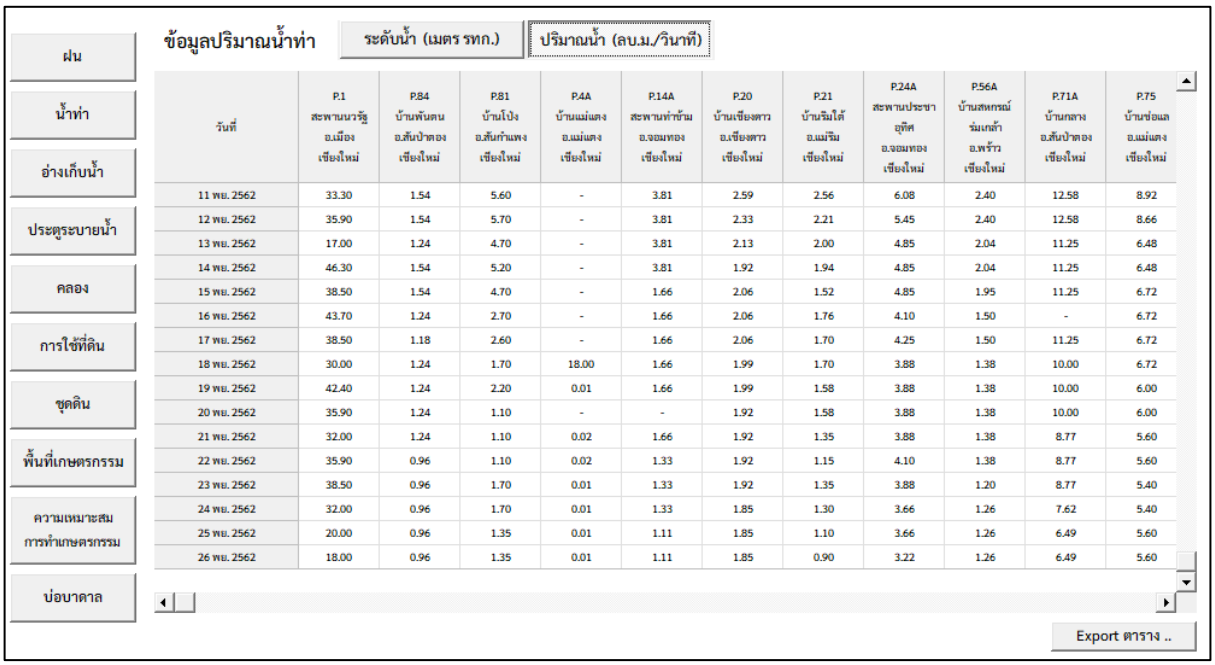
วันที่	บ้านสบวิน (P.82) เชียงใหม่	เชื่อนแม่จัด เชียงใหม่	ขุนวาง เชียงใหม่	ทุ่งหลวง เชียงใหม่	บ้านร้องวัวแดง เชียงใหม่	ฝายแม่แตง เชียงใหม่	ฝายแม่แฝก เชียงใหม่	สชป.1 เชียงใหม่	บ้านห้วยแก้ว เชียงใหม่	อ.แม่ริม เชียงใหม่	อ.จอมทอง เชียงใหม่	อ.พร้าว (นาเมือง) เชียงใหม่
31 ตค. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4 พย. 2562	0.0	0.0	36.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	12.7	0.2	0.0
5 พย. 2562	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 พย. 2562	67.2	3.1	38.4	28.7	0.0	3.1	3.3	21.6	0.0	26.5	27.0	1.5
8 พย. 2562	5.3	1.1	19.0	5.5	19.5	7.2	2.5	0.0	9.5	0.0	0.0	0.8
9 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13 พย. 2562	5.6	4.0	17.0	11.5	0.0	4.7	4.3	2.4	0.0	6.1	2.6	6.3
14 พย. 2562	0.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	1.6	0.0
15 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 พย. 2562	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

รูปที่ 32 ส่วนฐานข้อมูล – ปริมาณฝน



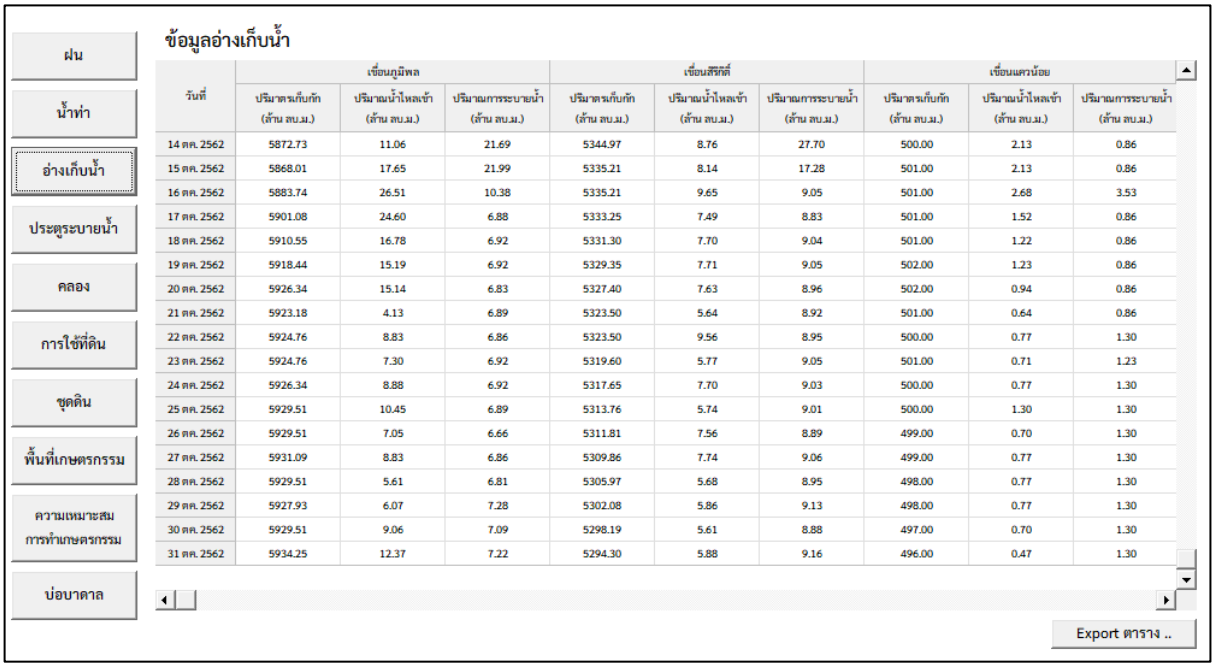
วันที่	P.1 สะพานนวรัฐ อ.เมือง เชียงใหม่	P.84 บ้านพันตน อ.สันป่าตอง เชียงใหม่	P.81 บ้านโป่ง อ.สันกำแพง เชียงใหม่	P.4A บ้านแม่แตง อ.แม่แตง เชียงใหม่	P.14A สะพานท่าข้าม อ.จอมทอง เชียงใหม่	P.20 บ้านเชียงดาว อ.เชียงดาว เชียงใหม่	P.21 บ้านริมใต้ อ.แม่ริม เชียงใหม่	P.24A สะพานประชาอุทิศ อ.จอมทอง เชียงใหม่	P.56A บ้านสหกรณ์ร่มเกล้า อ.พร้าว เชียงใหม่	P.71A บ้านกลาง อ.สันป่าตอง เชียงใหม่	P.75 บ้านข่อแล อ.แม่แตง เชียงใหม่
11 พย. 2562	301.89	303.39	291.31	183.68	261.89	380.03	320.58	275.73	409.00	284.74	338.03
12 พย. 2562	301.91	303.39	291.32	184.04	261.89	380.01	320.53	275.69	409.00	284.74	338.02
13 พย. 2562	301.73	303.34	291.22	183.98	261.89	379.99	320.50	275.65	408.96	284.69	337.93
14 พย. 2562	301.99	303.39	291.27	183.98	261.89	379.96	320.49	275.65	408.96	284.69	337.93
15 พย. 2562	301.93	303.39	291.22	183.98	261.76	379.98	320.42	275.65	408.95	284.69	337.94
16 พย. 2562	301.97	303.34	291.02	183.98	261.76	379.98	320.46	275.60	408.90	-	337.94
17 พย. 2562	301.93	303.33	291.01	183.98	261.76	379.98	320.45	275.61	408.90	284.69	337.94
18 พย. 2562	301.86	303.34	290.92	184.98	261.76	379.97	320.45	275.58	408.88	284.64	337.94
19 พย. 2562	301.96	303.34	290.97	183.88	261.76	379.97	320.43	275.58	408.88	284.64	337.91
20 พย. 2562	301.91	303.34	290.82	-	-	379.96	320.43	275.58	408.88	284.64	337.91
21 พย. 2562	301.88	303.34	290.82	183.98	261.76	379.96	320.39	275.58	408.88	284.59	337.89
22 พย. 2562	301.91	303.29	290.82	183.98	261.73	379.96	320.35	275.60	408.88	284.59	337.89
23 พย. 2562	301.93	303.29	290.92	183.88	261.73	379.96	320.39	275.58	408.85	284.59	337.88
24 พย. 2562	301.88	303.29	290.92	183.88	261.73	379.95	320.38	275.56	408.86	284.54	337.88
25 พย. 2562	301.76	303.29	290.87	183.88	261.71	379.95	320.34	275.56	408.86	284.49	337.89
26 พย. 2562	301.74	303.29	290.87	183.88	261.71	379.95	320.30	275.52	408.86	284.49	337.89

รูปที่ 33 ส่วนฐานข้อมูล – ระดับน้ำ



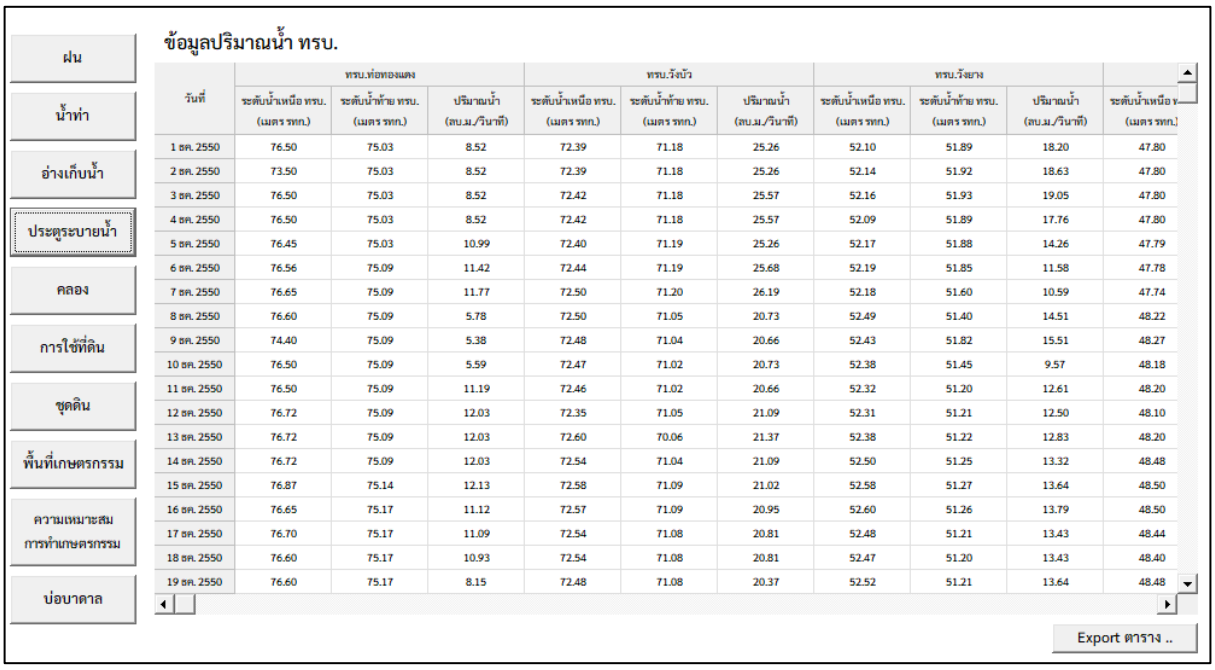
วันที่	P.1 สะพานนวรัฐ อ.เมือง เชียงใหม่	P.84 บ้านพันตน อ.สันป่าตอง เชียงใหม่	P.81 บ้านโป่ง อ.สันกำแพง เชียงใหม่	P.4A บ้านแม่แตง อ.แม่แตง เชียงใหม่	P.14A สะพานท่าข้าม อ.จอมทอง เชียงใหม่	P.20 บ้านเชียงดาว อ.เชียงดาว เชียงใหม่	P.21 บ้านริมใต้ อ.แม่ริม เชียงใหม่	P.24A สะพานประชาอุทิศ อ.จอมทอง เชียงใหม่	P.56A บ้านสหกรณ์ร่มเกล้า อ.พร้าว เชียงใหม่	P.71A บ้านกลาง อ.สันป่าตอง เชียงใหม่	P.75 บ้านข่อแล อ.แม่แตง เชียงใหม่
11 พย. 2562	33.30	1.54	5.60	-	3.81	2.59	2.56	6.08	2.40	12.58	8.92
12 พย. 2562	35.90	1.54	5.70	-	3.81	2.33	2.21	5.45	2.40	12.58	8.66
13 พย. 2562	17.00	1.24	4.70	-	3.81	2.13	2.00	4.85	2.04	11.25	6.48
14 พย. 2562	46.30	1.54	5.20	-	3.81	1.92	1.94	4.85	2.04	11.25	6.48
15 พย. 2562	38.50	1.54	4.70	-	1.66	2.06	1.52	4.85	1.95	11.25	6.72
16 พย. 2562	43.70	1.24	2.70	-	1.66	2.06	1.76	4.10	1.50	-	6.72
17 พย. 2562	38.50	1.18	2.60	-	1.66	2.06	1.70	4.25	1.50	11.25	6.72
18 พย. 2562	30.00	1.24	1.70	18.00	1.66	1.99	1.70	3.88	1.38	10.00	6.72
19 พย. 2562	42.40	1.24	2.20	0.01	1.66	1.99	1.58	3.88	1.38	10.00	6.00
20 พย. 2562	35.90	1.24	1.10	-	-	1.92	1.58	3.88	1.38	10.00	6.00
21 พย. 2562	32.00	1.24	1.10	0.02	1.66	1.92	1.35	3.88	1.38	8.77	5.60
22 พย. 2562	35.90	0.96	1.10	0.02	1.33	1.92	1.15	4.10	1.38	8.77	5.60
23 พย. 2562	38.50	0.96	1.70	0.01	1.33	1.92	1.35	3.88	1.20	8.77	5.40
24 พย. 2562	32.00	0.96	1.70	0.01	1.33	1.85	1.30	3.66	1.26	7.62	5.40
25 พย. 2562	20.00	0.96	1.35	0.01	1.11	1.85	1.10	3.66	1.26	6.49	5.60
26 พย. 2562	18.00	0.96	1.35	0.01	1.11	1.85	0.90	3.22	1.26	6.49	5.60

รูปที่ 34 ส่วนฐานข้อมูล – ปริมาณน้ำ

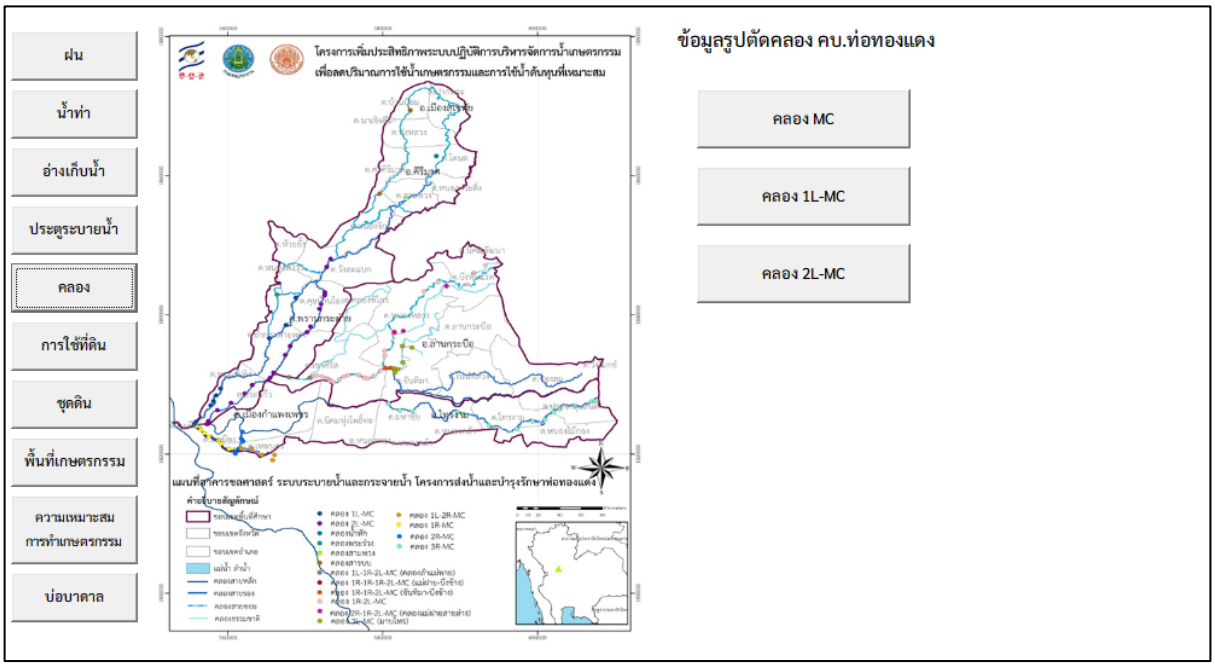


วันที่	เขื่อนภูมิพล			เขื่อนสิริกิติ์			เขื่อนแควน้อย		
	ปริมาตรเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำไหลเข้า (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณการระบายน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาตรเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำไหลเข้า (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณการระบายน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาตรเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำไหลเข้า (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณการระบายน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)
14 ตค. 2562	5872.73	11.06	21.69	5344.97	8.76	27.70	500.00	2.13	0.86
15 ตค. 2562	5868.01	17.65	21.99	5335.21	8.14	17.28	501.00	2.13	0.86
16 ตค. 2562	5883.74	26.51	10.38	5335.21	9.65	9.05	501.00	2.68	3.53
17 ตค. 2562	5901.08	24.60	6.88	5333.25	7.49	8.83	501.00	1.52	0.86
18 ตค. 2562	5910.55	16.78	6.92	5331.30	7.70	9.04	501.00	1.22	0.86
19 ตค. 2562	5918.44	15.19	6.92	5329.35	7.71	9.05	502.00	1.23	0.86
20 ตค. 2562	5926.34	15.14	6.83	5327.40	7.63	8.96	502.00	0.94	0.86
21 ตค. 2562	5923.18	4.13	6.89	5323.50	5.64	8.92	501.00	0.64	0.86
22 ตค. 2562	5924.76	8.83	6.86	5323.50	9.56	8.95	500.00	0.77	1.30
23 ตค. 2562	5924.76	7.30	6.92	5319.60	5.77	9.05	501.00	0.71	1.23
24 ตค. 2562	5926.34	8.88	6.92	5317.65	7.70	9.03	500.00	0.77	1.30
25 ตค. 2562	5929.51	10.45	6.89	5313.76	5.74	9.01	500.00	1.30	1.30
26 ตค. 2562	5929.51	7.05	6.66	5311.81	7.56	8.89	499.00	0.70	1.30
27 ตค. 2562	5931.09	8.83	6.86	5309.86	7.74	9.06	499.00	0.77	1.30
28 ตค. 2562	5929.51	5.61	6.81	5305.97	5.68	8.95	498.00	0.77	1.30
29 ตค. 2562	5927.93	6.07	7.28	5302.08	5.86	9.13	498.00	0.77	1.30
30 ตค. 2562	5929.51	9.06	7.09	5298.19	5.61	8.88	497.00	0.70	1.30
31 ตค. 2562	5934.25	12.37	7.22	5294.30	5.88	9.16	496.00	0.47	1.30

รูปที่ 35 ส่วนฐานข้อมูล – อ่างเก็บน้ำ

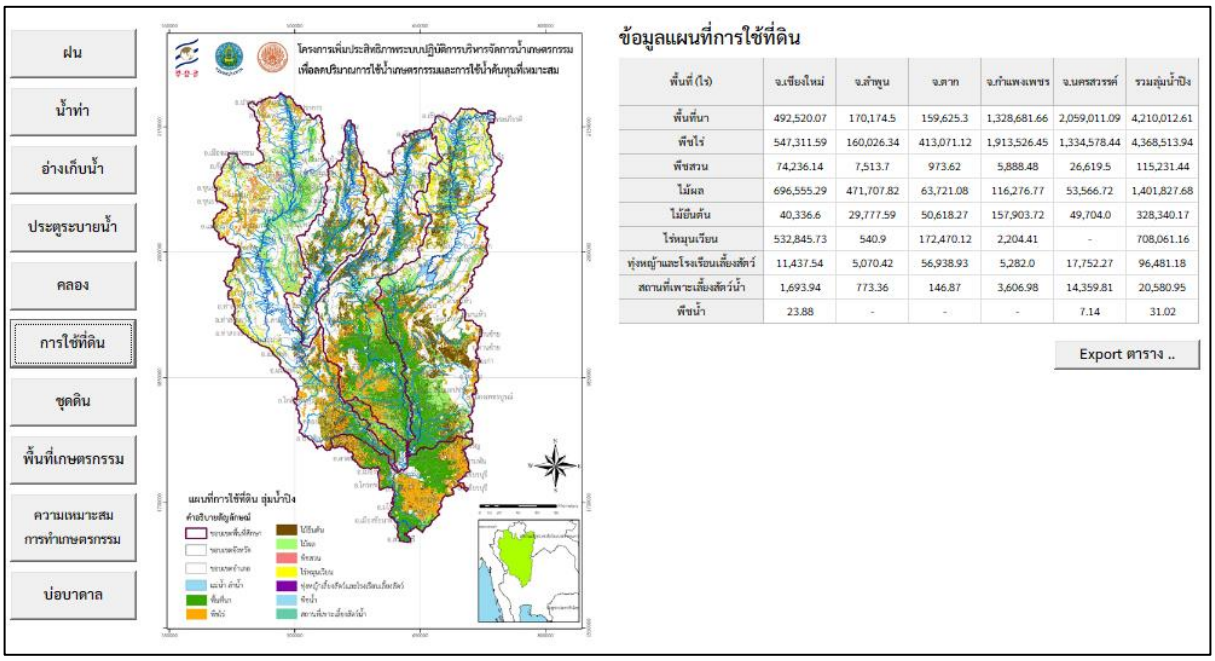


วันที่	ทรบ.ท่อทองแดง			ทรบ.วังบัว			ทรบ.วังยาง			
	ระดับน้ำเหนือ ทรบ. (เมตร รทก.)	ระดับน้ำท้าย ทรบ. (เมตร รทก.)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)	ระดับน้ำเหนือ ทรบ. (เมตร รทก.)	ระดับน้ำท้าย ทรบ. (เมตร รทก.)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)	ระดับน้ำเหนือ ทรบ. (เมตร รทก.)	ระดับน้ำท้าย ทรบ. (เมตร รทก.)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)	ระดับน้ำเหนือ ท (เมตร รทก.)
1 ธค. 2550	76.50	75.03	8.52	72.39	71.18	25.26	52.10	51.89	18.20	47.80
2 ธค. 2550	73.50	75.03	8.52	72.39	71.18	25.26	52.14	51.92	18.63	47.80
3 ธค. 2550	76.50	75.03	8.52	72.42	71.18	25.57	52.16	51.93	19.05	47.80
4 ธค. 2550	76.50	75.03	8.52	72.42	71.18	25.57	52.09	51.89	17.76	47.80
5 ธค. 2550	76.45	75.03	10.99	72.40	71.19	25.26	52.17	51.88	14.26	47.79
6 ธค. 2550	76.56	75.09	11.42	72.44	71.19	25.68	52.19	51.85	11.58	47.78
7 ธค. 2550	76.65	75.09	11.77	72.50	71.20	26.19	52.18	51.60	10.59	47.74
8 ธค. 2550	76.60	75.09	5.78	72.50	71.05	20.73	52.49	51.40	14.51	48.22
9 ธค. 2550	74.40	75.09	5.38	72.48	71.04	20.66	52.43	51.82	15.51	48.27
10 ธค. 2550	76.50	75.09	5.59	72.47	71.02	20.73	52.38	51.45	9.57	48.18
11 ธค. 2550	76.50	75.09	11.19	72.46	71.02	20.66	52.32	51.20	12.61	48.20
12 ธค. 2550	76.72	75.09	12.03	72.35	71.05	21.09	52.31	51.21	12.50	48.10
13 ธค. 2550	76.72	75.09	12.03	72.60	70.06	21.37	52.38	51.22	12.83	48.20
14 ธค. 2550	76.72	75.09	12.03	72.54	71.04	21.09	52.50	51.25	13.32	48.48
15 ธค. 2550	76.87	75.14	12.13	72.58	71.09	21.02	52.58	51.27	13.64	48.50
16 ธค. 2550	76.65	75.17	11.12	72.57	71.09	20.95	52.60	51.26	13.79	48.50
17 ธค. 2550	76.70	75.17	11.09	72.54	71.08	20.81	52.48	51.21	13.43	48.44
18 ธค. 2550	76.60	75.17	10.93	72.54	71.08	20.81	52.47	51.20	13.43	48.40
19 ธค. 2550	76.60	75.17	8.15	72.48	71.08	20.37	52.52	51.21	13.64	48.48



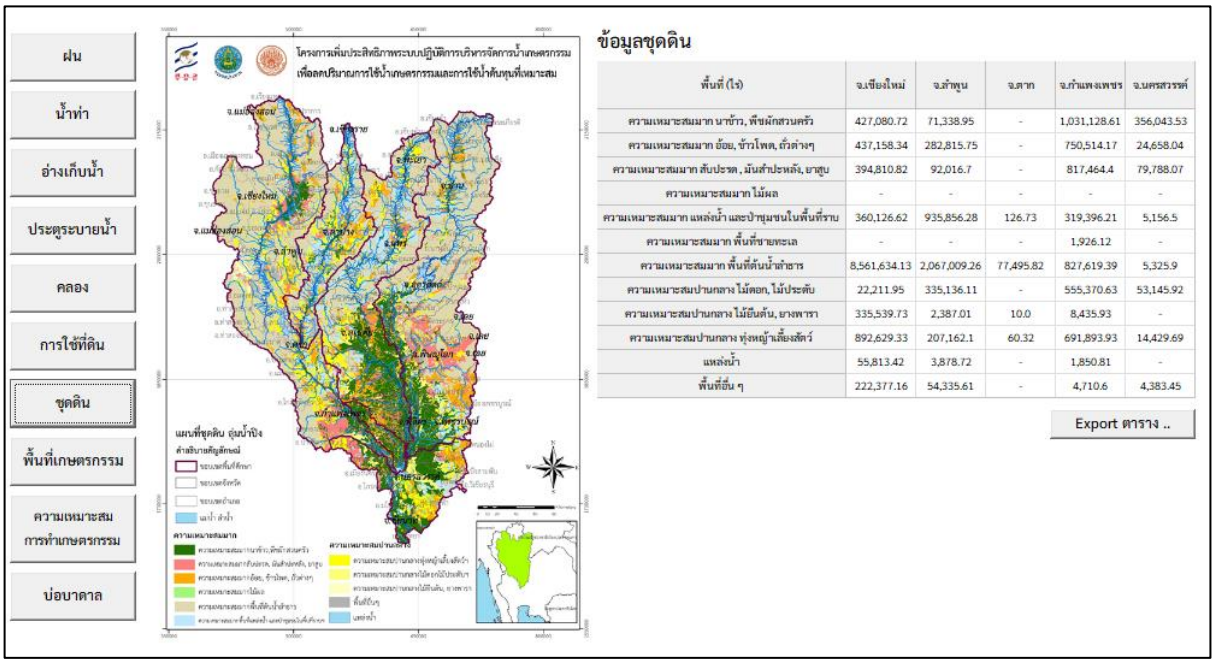
รูปที่ 36 ส่วนฐานข้อมูล – ปริมาณน้ำ ทรบ.

รูปที่ 37 ส่วนฐานข้อมูล – รูปตัดคลอง คบ.ท่อทองแดง



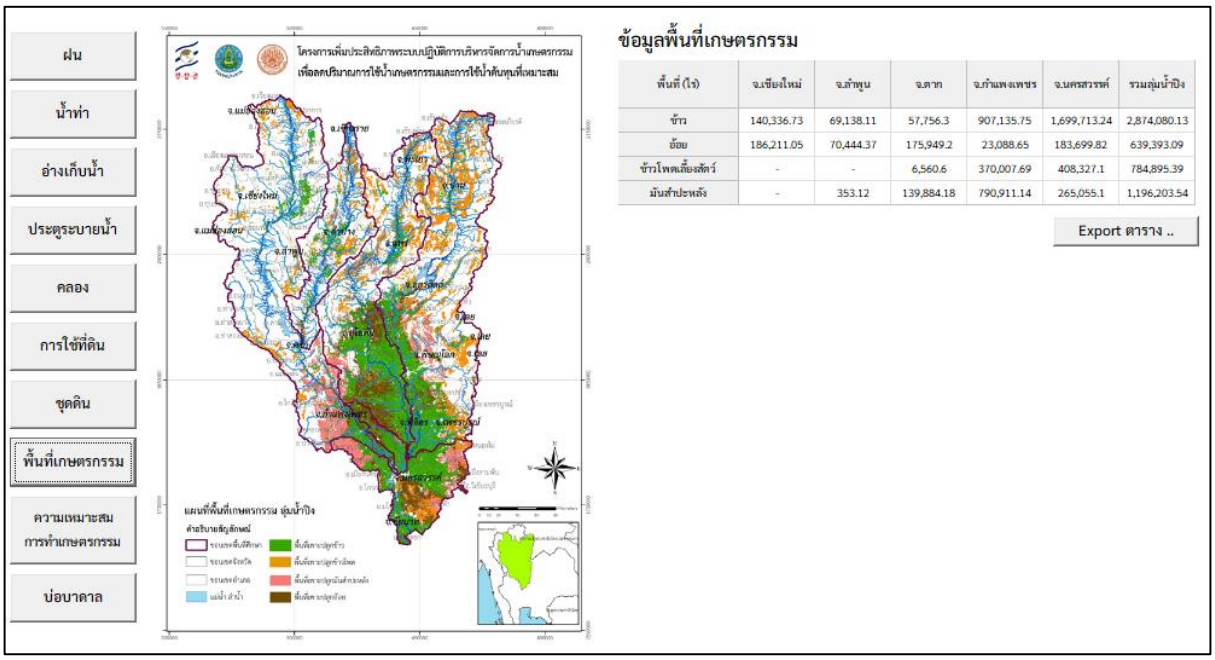
พื้นที่ (ไร่)	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์	รวมลุ่มน้ำปิง
พื้นที่นา	492,520.07	170,174.5	159,625.3	1,328,681.66	2,059,011.09	4,210,012.61
พืชไร่	547,311.59	160,026.34	413,071.12	1,913,526.45	1,334,578.44	4,368,513.94
พืชสวน	74,236.14	7,513.7	973.62	5,888.48	26,619.5	115,231.44
ไม้ผล	696,555.29	471,707.82	63,721.08	116,276.77	53,566.72	1,401,827.68
ไม้ยืนต้น	40,336.6	29,777.59	50,618.27	157,903.72	49,704.0	328,340.17
ไร่หมุนเวียน	532,845.73	540.9	172,470.12	2,204.41	-	708,061.16
ทุ่งหญ้าและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	11,437.54	5,070.42	56,938.93	5,282.0	17,752.27	96,481.18
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	1,693.94	773.36	146.87	3,606.98	14,359.81	20,580.95
พืชน้ำ	23.88	-	-	-	7.14	31.02

รูปที่ 38 ส่วนฐานข้อมูล – แผนที่การใช้ที่ดิน



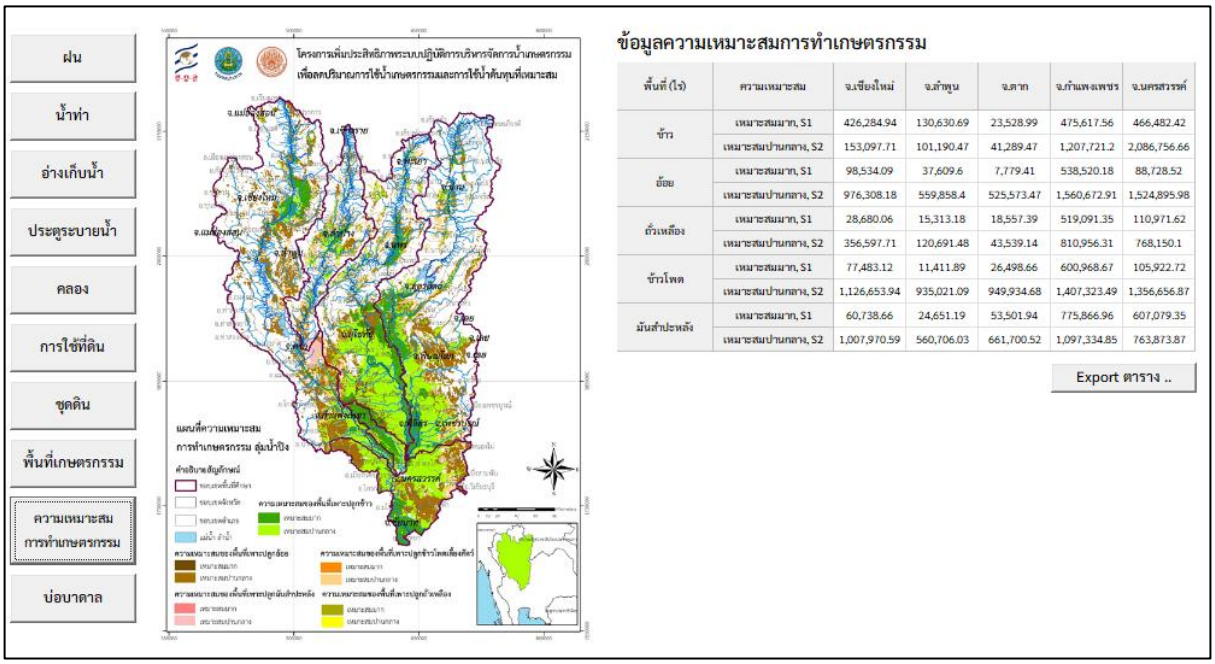
พื้นที่ (ไร่)	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
ความเหมาะสมมาก นาข้าว, พืชผักสวนครัว	427,080.72	71,338.95	-	1,031,128.61	356,043.53
ความเหมาะสมมาก อ้อย, ข้าวโพด, ถั่วต่างๆ	437,158.34	282,815.75	-	750,514.17	24,658.04
ความเหมาะสมมาก สับปะรด , มันสำปะหลัง, ยาสูบ	394,810.82	92,016.7	-	817,464.4	79,788.07
ความเหมาะสมมาก ไม้ผล	-	-	-	-	-
ความเหมาะสมมาก แหล่งน้ำ และป่าชุมชนในพื้นที่ราบ	360,126.62	935,856.28	126.73	319,396.21	5,156.5
ความเหมาะสมมาก พื้นที่ชายทะเล	-	-	-	1,926.12	-
ความเหมาะสมมาก พื้นที่ต้นน้ำลำธาร	8,561,634.13	2,067,009.26	77,495.82	827,619.39	5,325.9
ความเหมาะสมปานกลาง ไม้ผล, ไม้ประดับ	22,211.95	335,136.11	-	555,370.63	53,145.92
ความเหมาะสมปานกลาง ไม้ยืนต้น, ยางพารา	335,539.73	2,387.01	10.0	8,435.93	-
ความเหมาะสมปานกลาง ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	892,629.33	207,162.1	60.32	691,893.93	14,429.69
แหล่งน้ำ	55,813.42	3,878.72	-	1,850.81	-
พื้นที่อื่น ๆ	222,377.16	54,335.61	-	4,710.6	4,383.45

รูปที่ 39 ส่วนฐานข้อมูล – ชุดดิน



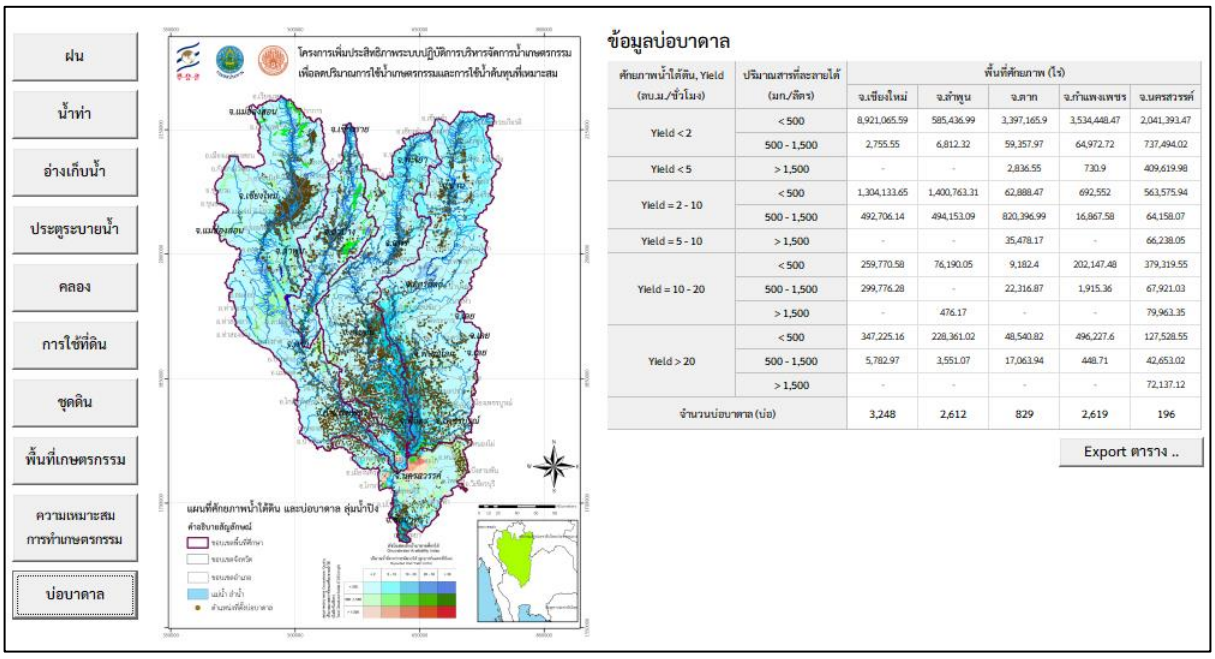
พื้นที่ (ไร่)	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์	รวมลุ่มน้ำปิง
ข้าว	140,336.73	69,138.11	57,756.3	907,135.75	1,699,713.24	2,874,080.13
ข้อย	186,211.05	70,444.37	175,949.2	23,088.65	183,699.82	639,393.09
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	-	-	6,560.6	370,007.69	408,327.1	784,895.39
มันสำปะหลัง	-	353.12	139,884.18	790,911.14	265,055.1	1,196,203.54

รูปที่ 40 ส่วนฐานข้อมูล – พื้นที่เกษตรกรรม



พื้นที่ (ไร่)	ความเหมาะสม	จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
ข้าว	เหมาะสมมาก, S1	426,284.94	130,630.69	23,528.99	475,617.56	466,482.42
	เหมาะสมปานกลาง, S2	153,097.71	101,190.47	41,289.47	1,207,721.2	2,086,756.66
ข้อย	เหมาะสมมาก, S1	98,534.09	37,609.6	7,779.41	538,520.18	88,728.52
	เหมาะสมปานกลาง, S2	976,308.18	559,858.4	525,573.47	1,560,672.91	1,524,895.98
ถั่วเหลือง	เหมาะสมมาก, S1	28,680.06	15,313.18	18,557.39	519,091.35	110,971.62
	เหมาะสมปานกลาง, S2	356,597.71	120,691.48	43,539.14	810,956.31	768,150.1
ข้าวโพด	เหมาะสมมาก, S1	77,483.12	11,411.89	26,498.66	600,968.67	105,922.72
	เหมาะสมปานกลาง, S2	1,126,653.94	935,021.09	949,934.68	1,407,323.49	1,356,656.87
มันสำปะหลัง	เหมาะสมมาก, S1	60,738.66	24,651.19	53,501.94	775,866.96	607,079.35
	เหมาะสมปานกลาง, S2	1,007,970.59	560,706.03	661,700.52	1,097,334.85	763,873.87

รูปที่ 41 ส่วนฐานข้อมูล – ความเหมาะสมการทำเกษตรกรรม



ศักยภาพน้ำใต้ดิน, Yield (ลบ.ม./ชั่วโมง)	ปริมาณสารที่ละลายได้ (มก./ลิตร)	พื้นที่ศักยภาพ (ไร่)				
		จ.เชียงใหม่	จ.ลำพูน	จ.ตาก	จ.กำแพงเพชร	จ.นครสวรรค์
Yield < 2	< 500	8,921,065.59	585,436.99	3,397,165.9	3,534,448.47	2,041,393.47
	500 - 1,500	2,755.55	6,812.32	59,357.97	64,972.72	737,494.02
Yield < 5	> 1,500	-	-	2,836.55	730.9	409,619.98
Yield = 2 - 10	< 500	1,304,133.65	1,400,763.31	62,888.47	692,552	563,575.94
	500 - 1,500	492,706.14	494,153.09	820,396.99	16,867.58	64,158.07
Yield = 5 - 10	> 1,500	-	-	35,478.17	-	66,238.05
Yield = 10 - 20	< 500	259,770.58	76,190.05	9,182.4	202,147.48	379,319.55
	500 - 1,500	299,776.28	-	22,316.87	1,915.36	67,921.03
	> 1,500	-	476.17	-	-	79,963.35
Yield > 20	< 500	347,225.16	228,361.02	48,540.82	496,227.6	127,528.55
	500 - 1,500	5,782.97	3,551.07	17,063.94	448.71	42,653.02
	> 1,500	-	-	-	-	72,137.12
จำนวนบ่อบาดาล (บ่อ)		3,248	2,612	829	2,619	196

รูปที่ 42 ส่วนฐานข้อมูล – บ่อบาดาล

2. คู่มือทางเทคนิค

โปรแกรมระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง (TTD) สามารถติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.1 ความต้องการของระบบคอมพิวเตอร์

โปรแกรมสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 10, Windows 8, Windows 7, Windows Vista ตลอดจน Windows XP ทั้งแบบ 64 bit และ 32 bit

คอมพิวเตอร์ที่ใช้ติดตั้งควรมีคุณสมบัติที่แนะนำ ดังนี้

- ตัวประมวลผล (CPU) 1 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) ขึ้นไป แบบ 32 บิต หรือ 64 บิต
- RAM 1 กิกะไบต์ (GB)
- พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ 500 เมกะไบต์ (MB)
- เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

คอมพิวเตอร์ที่ใช้ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำ ดังนี้

- ตัวประมวลผล (CPU) 500 เมกะเฮิร์ตซ์ (GHz) ขึ้นไป แบบ 32 บิต หรือ 64 บิต
- RAM 128 เมกะไบต์ (MB)
- พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ 200 เมกะไบต์ (MB)
- เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

2.2 ซอฟท์แวร์ที่จำเป็น

ในการใช้งานโปรแกรม ต้องติดตั้งซอฟท์แวร์ที่จำเป็นก่อน จึงจะสามารถเปิดโปรแกรมได้อย่างสมบูรณ์ ซอฟท์แวร์ที่จำเป็นได้แก่

- NET Framework 4.0 x86 หรือ x64
- Visual Basic 6.0 Runtime Plus เวอร์ชั่น 2.2 หรือใหม่กว่า
- Visual C++ Redistribution x64 เวอร์ชั่น 2015-2019 หรือใหม่กว่า
- Python เวอร์ชั่น 3.7.0 amd64 เท่านั้น พร้อมติดตั้ง module ดังต่อไปนี้ numpy, matplotlib, pandas, scipy

2.3 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

ไฟล์ที่ใช้ติดตั้งประกอบด้วย setup.exe, setup.lst และ TTD.cab ทั้งหมด 3 ไฟล์ ติดตั้งโดยเลือกไฟล์ setup.exe โปรแกรมจะถูกติดตั้งไว้ในโฟลเดอร์ *C:\Program Files (x86)\TTD* ขนาดของโปรแกรมทั้งหมดประมาณ 50 เมกกะไบท์

โปรแกรมจำเป็นต้องเชื่อมต่อข้อมูลจากระบบโทรมาตรผ่านทาง web service ดังนั้นในบางครั้งที่เปิดโปรแกรมขึ้นมาอาจต้องตั้งค่า Windows Firewall เพื่ออนุญาตให้โปรแกรมสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้

เมื่อติดตั้งโปรแกรมแล้ว สามารถเปิดโปรแกรมโดยคลิกปุ่ม Start ของ Windows แล้วเลือกที่โปรแกรม TTD เพื่อเข้าสู่โปรแกรม

2.4 ขั้นตอนการถอนการติดตั้งโปรแกรม

สามารถถอนการติดตั้งโปรแกรม (uninstall) ได้โดยทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกที่ Control Panel > Programs and Features
2. เลือกโปรแกรม TTD
3. คลิกปุ่ม Uninstall

ในการถอนการติดตั้งโดยปกติ อาจยังมีไฟล์ข้อมูลค้างอยู่ในเครื่อง ดังนั้นผู้ใช้ต้องลบไฟล์ที่ยังคงค้างอยู่ออกไปเอง โดยเปิดจาก window explorer แล้วเข้าไปยังโฟลเดอร์ C:\Program Files (x86) จากนั้นให้เลือกลบโฟลเดอร์ TTD ออกทั้งหมด

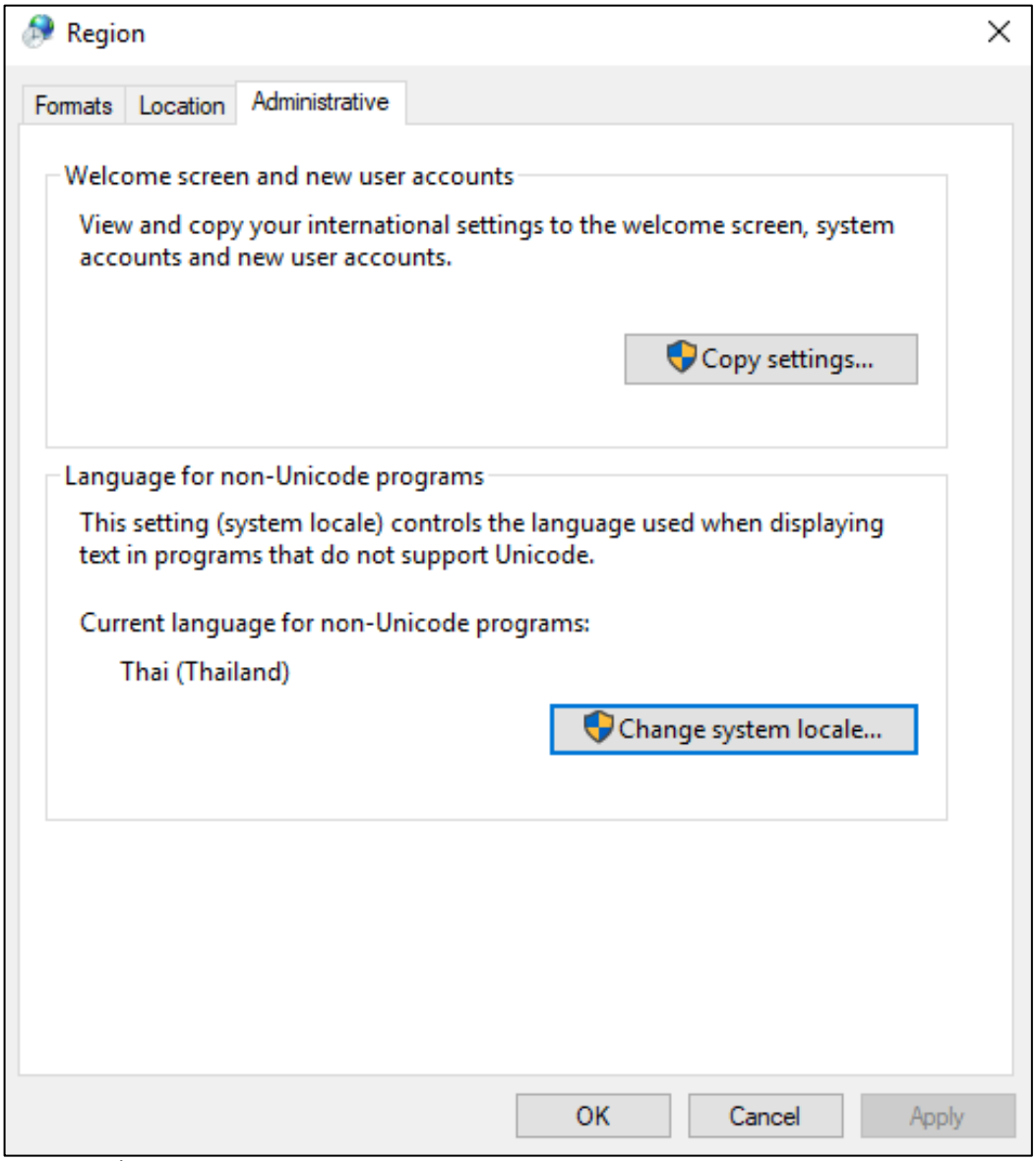
2.5 การตั้งค่าภาษาไทย

โปรแกรมระบบปฏิบัติการบริหารจัดการน้ำเกษตรกรรม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง (TTD) มีการแสดงผลหลักเป็นภาษาไทย ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องอาจต้องตั้งค่าเพิ่มเติมในส่วนของภาษา

ผู้ใช้ต้องตั้งค่าภาษาไทยสำหรับการแสดงผลของโปรแกรมที่ถูกต้อง โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกที่ Control Panel > Region
2. คลิกแท็ป Administrative
3. คลิก Change system locale...
4. เลือก Thai (Thailand)
5. รีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์

ดังแสดงในรูปที่ 1 การตั้งค่าภาษาของโปรแกรม

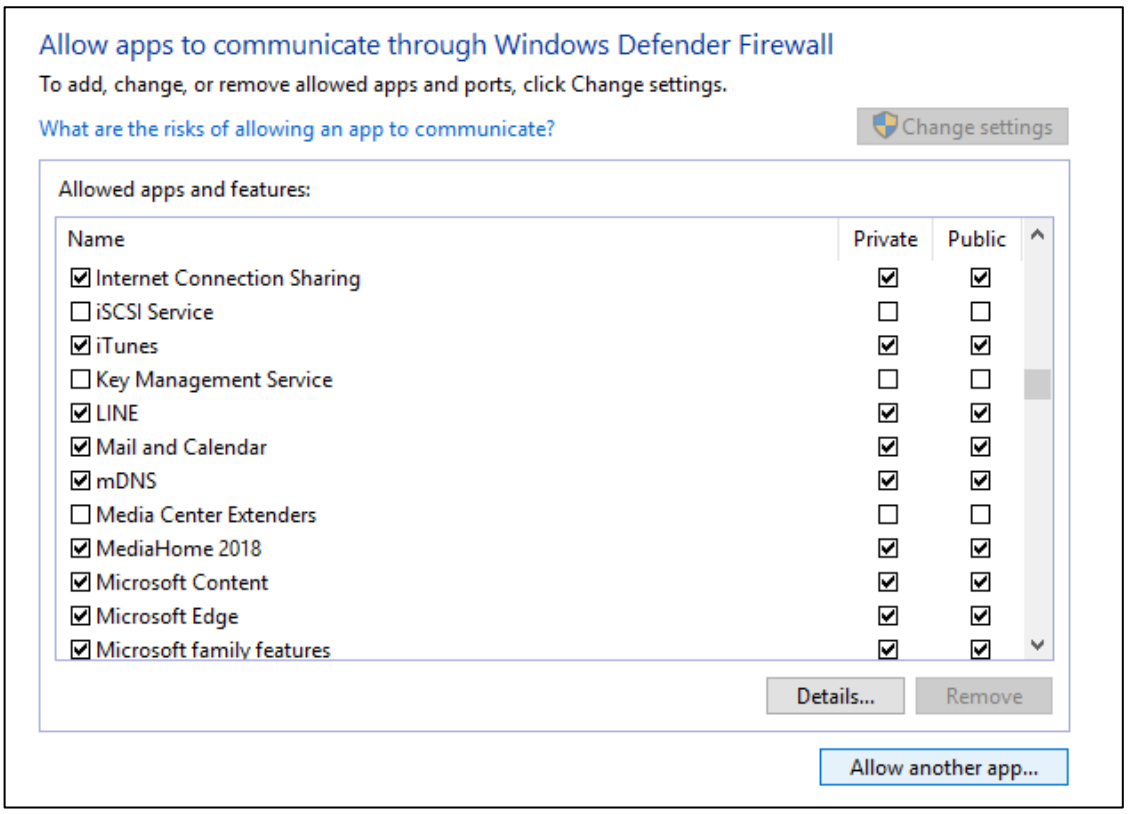


รูปที่ 1 การตั้งค่าภาษาของโปรแกรม

2.6 การตั้งค่า Windows Firewall

โปรแกรมจำเป็นต้องเข้าถึงข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต ดังนั้นจึงต้องตั้งค่า Firewall ของคอมพิวเตอร์เพื่อกำหนดสิทธิ์ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตให้กับโปรแกรมด้วย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เลือกที่ Control Panel > Windows Firewall (หรือ Window Defender Firewall)
2. เลือกเมนู Allow an app or feature through windows firewall
3. คลิกปุ่ม Allow another app แล้วคลิก OK ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การตั้งค่า Windows Firewall (Allow another app...)

4. คลิกปุ่ม Browse แล้วเลือกโปรแกรม TTD (C:\Program Files (x86)\TTD\TTD.exe) แล้วคลิกปุ่ม Add
5. คลิกปุ่ม OK