



คู่มือการปฏิบัติงาน
(Work Manual)

เล่มที่ 9/16

การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
(Reservoir Operation Rule Curves)

กระบวนการสร้างคุณค่า
กระบวนการบริหารจัดการน้ำ
กรมชลประทาน

คำนำ

อ้างถึงคำสั่งกรมชลประทานที่ ข 322 / 2554 ลงวันที่ 25 เมษายน 2554 เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการติดตามและกำกับดูแลการดำเนินการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ (Steering Committee) และ คณะทำงานพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ (Working Team) กรมชลประทาน ทั้ง 7 หมวด ซึ่งคณะกรรมการฯ ดังกล่าวได้มีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำ โดยมี จุดประสงค์เพื่อให้การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานตามแผนพัฒนาองค์กร หมวด 6 ประจำปี 2554 เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่จะยกระดับการปฏิบัติงานให้มีระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จึงได้ ดำเนินการจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำจำนวนทั้งสิ้น 16 เล่ม ซึ่ง คู่มือการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) เป็นเล่มที่ 9/16 ในคู่มือดังกล่าว คือ

1. เล่มที่ 1/16 คู่มือการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทาน
2. เล่มที่ 2/16 คู่มือการประเมินปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ
3. เล่มที่ 3/16 คู่มือการประเมินน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำต่าง ๆ
4. เล่มที่ 4/16 คู่มือการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation)
5. เล่มที่ 5/16 คู่มือการวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Study)
6. เล่มที่ 6/16 คู่มือการคำนวณฝนใช้การ (Effective Rainfall)
7. เล่มที่ 7/16 คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช
8. เล่มที่ 8/16 คู่มือการประเมินการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ
9. เล่มที่ 9/16 คู่มือการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves)
10. เล่มที่ 10/16 คู่มือการวางแผนติดตามและประเมินผลการส่งน้ำรายสัปดาห์ (WASAM)
11. เล่มที่ 11/16 คู่มือการประชาสัมพันธ์แผนการจัดสรรน้ำ
12. เล่มที่ 12/16 คู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำของโครงการชลประทาน
13. เล่มที่ 13/16 คู่มือการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน
14. เล่มที่ 14/16 คู่มือการวัดปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำชลประทานและการสอบเทียบอาคารชลประทาน
15. เล่มที่ 15/16 คู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน
16. เล่มที่ 16/16 คู่มือการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการโครงการ

คณะทำงานฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางการปฏิบัติงาน เพื่อบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพต่อไป

คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำ

สิงหาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
1. วัตถุประสงค์	1
2. ขอบเขต	1
3. คำจำกัดความ	1
4. หน้าที่รับผิดชอบ	3
5. ฝั่งกระบวนการ	4
6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5
7. มาตรฐานงาน	11
8. ระบบติดตามประเมินผล	12
9. เอกสารอ้างอิง	12
10. แบบฟอร์มที่ใช้	12
11. ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิธีการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้จัดทำ	21

คู่มือการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

(Reservoir Operation Rule Curves)

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อจัดทำคู่มือปฏิบัติงานที่ชัดเจน เป็นลายลักษณ์อักษร แสดงถึงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานของกิจกรรม/กระบวนการต่าง ๆ ของส่วนบริหารจัดการน้ำ และสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานที่มุ่งไปสู่การบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดผลของงานที่ได้มาตรฐานเป็นไปตามเป้าหมาย ได้ผลผลิตหรือการบริการที่มีคุณภาพ และบรรลุข้อกำหนดที่สำคัญของกระบวนการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves)

1.2 เพื่อเป็นหลักฐานแสดงวิธีการทำงานการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ที่สามารถถ่ายทอดให้ผู้เข้ามาปฏิบัติงานใหม่ พัฒนาให้การทำงานเป็นมืออาชีพ และใช้ประกอบการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากรด้านบริหารจัดการน้ำ รวมทั้งแสดงหรือเผยแพร่ให้กับบุคคลภายนอก หรือผู้ใช้บริการ ให้สามารถเข้าใจและใช้ประโยชน์จากกระบวนการที่มีอยู่เพื่อการรับบริการที่ตรงกับความต้องการ

1.3 เพื่อให้บุคลากรภายใน บุคลากรภายนอก หรือผู้ใช้บริการ ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) สามารถพิจารณาลำดับความสำคัญ และความจำเป็นที่จะนำเกณฑ์เก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve, URC) และเกณฑ์เก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve, LRC) ที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการรักษาระดับน้ำในอ่างฯให้เหมาะสมในแต่ละช่วงฤดูกาล

2. ขอบเขต

คู่มือการปฏิบัตินี้ ครอบคลุมขั้นตอนการหาความต้องการใช้น้ำของกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เพื่อการชลประทาน เพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการอุตสาหกรรม เพื่อการรักษาระบบนิเวศ และอื่น ๆ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และข้อกำหนดในการระบายน้ำของระบบชลประทาน กำหนดเป็นเงื่อนไขในการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) สำหรับโครงการชลประทานที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่หรืออ่างเก็บน้ำขนาดกลางทั้งประเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ สามารถบรรเทาผลกระทบน้ำท่วม และกักเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ในช่วงฤดูแล้งได้อย่างเต็มศักยภาพ

3. คำจำกัดความ

3.1 มาตรฐาน คือ สิ่งที่เราเป็นเกณฑ์สำหรับเทียบกำหนด ทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542)

3.2 มาตรฐานการปฏิบัติงาน (Performance Standard) เป็นผลการปฏิบัติงานในระดับใดระดับหนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์ที่น่าพอใจหรืออยู่ในระดับที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ทำได้ โดยจะมีกรอบใน



การพิจารณากำหนดมาตรฐานหลาย ๆ ด้าน อาทิ ด้านปริมาณ คุณภาพ ระยะเวลา ค่าใช้จ่าย หรือพฤติกรรมของ ผู้ปฏิบัติงาน

3.3 อ่างเก็บน้ำ หมายถึง กลไกที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลมาตามธรรมชาติ เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง (Single Purpose Reservoir) หรือหลายอย่าง (Multipurpose Reservoir) เช่น การเกษตร การอุปโภค-บริโภค การอุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น (วราวุธ, 2539)

3.4 การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ หมายถึง การเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำ และการส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ โดยมีการวางแผนล่วงหน้าว่าจะเก็บกักและส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลา เป็นปริมาณเท่าใด และมีการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ตรงเท่าที่สภาพในอนาคคเป็นไปได้ตามที่คาดคะเนไว้ ถ้าสภาพในอนาคตต่างจากที่คาดคะเนไว้ในตอนวางแผนการปฏิบัติการอาจต่างจากแผนที่วางไว้เพื่อลดสภาวะการขาดแคลนน้ำหรือน้ำล้นอ่างเก็บน้ำ (วราวุธ, 2538)

3.5 ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum Pool Level) คือระดับต่ำสุดซึ่งสามารถนำน้ำออกจากอ่างไปใช้ได้ ระดับนี้จะเป็นตัวกำหนดปากของอาคารทางออก (Outlet) ตัวที่อยู่ต่ำที่สุด ปริมาณน้ำที่อยู่ต่ำกว่าระดับเก็บกักต่ำสุดนี้ เรียกว่า “ปริมาตรสูญเปล่า (Dead Storage)”

3.6 ระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool Level) คือระดับเก็บกักสูงสุดของอ่างในการปฏิบัติงานตามปกติ (Normal Operation) บางครั้งเรียกว่า “ระดับน้ำสูงสุดปกติ (Normal High Water Level)” ระดับนี้จะเป็นตัวกำหนดระดับสันทางระบายน้ำล้นแบบไม่มีประตูควบคุม ปริมาตรเก็บกักที่อยู่ระหว่างระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด และระดับเก็บกักปกติ เรียกว่า “ปริมาตรใช้การ (Active Storage)”

3.7 ระดับเก็บกักสูงสุด (Maximum Water Surface) คือระดับน้ำสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาที่มีน้ำท่วมขนาดใหญ่เคลื่อนตัวเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ปริมาตรอ่างที่อยู่ระหว่างระดับน้ำสูงสุด และระดับเก็บกักปกติ เรียกว่า “ปริมาตรเก็บกักน้ำส่วนเกิน (Surcharge Storage)” เป็นปริมาตรที่ทำหน้าที่หน่วงคลื่นน้ำท่วมไม่ให้เคลื่อนที่ไปทางด้านท้ายน้ำเร็วและมีอัตรามากเกินไปจนก่อให้เกิดน้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำ

3.8 ระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve, URC) คือ ระดับน้ำตอนบนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน จำเป็นต้องรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ให้มีระดับน้ำสูงเกินกว่าระดับควบคุมตอนบน ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาณน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำควบคุมตอนบนกับระดับน้ำเก็บกักสูงสุดไว้สำหรับป้องกันน้ำท่วม

3.9 ระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve, LRC) คือ ระดับน้ำที่ควบคุมต่ำสุดในอ่างเก็บน้ำของแต่ละเดือนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานไม่ให้มีระดับน้ำต่ำกว่าระดับควบคุมตอนล่าง ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาณน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำควบคุมตอนล่างกับระดับน้ำเก็บกักต่ำสุดไว้สำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งที่มีการขาดแคลนน้ำ

4. หน้าที่ความรับผิดชอบ

4.1 ผู้อำนวยการสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ (ผส.อน.) รับผิดชอบ ควบคุมและติดตามเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของสำนักชลประทานที่ 1-17 ตลอดจนตัดสินใจสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้การบริหารอ่างเก็บน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ผู้อำนวยการส่วนบริหารจัดการน้ำ (ผจน.) รับผิดชอบ ตรวจสอบ และติดตามเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของสำนักชลประทานที่ 1-17 พร้อมทั้งเสนอแนะทางเลือกเพื่อการตัดสินใจ เพื่อให้การบริหารอ่างเก็บน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3 ผู้อำนวยการสำนักชลประทานที่ 1-17 (ผส.ชป.1-17) รับผิดชอบ ควบคุมและติดตามเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของโครงการในสังกัด ตลอดจนตัดสินใจสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้การบริหารอ่างเก็บน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 ผู้อำนวยการส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่ 1-17 (ผบร.ชป.1-17) วางแผน ควบคุมและติดตามเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของโครงการในสังกัด ตลอดจนตัดสินใจสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้การบริหารอ่างเก็บน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.5 ผู้อำนวยการโครงการชลประทาน (ผอ.คป.) วางแผน ควบคุม และติดตามเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของโครงการที่ตนรับผิดชอบ ตลอดจนตัดสินใจสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้การบริหารอ่างเก็บน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.6 ผู้อำนวยการโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา (ผอ.คบ.) วางแผน ควบคุมและติดตามเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของโครงการที่ตนรับผิดชอบ ตลอดจนตัดสินใจสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้การบริหารอ่างเก็บน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.7 หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน (ผจน.คป./ผจน.คบ.) นำเสนอ จัดทำ วางแผน ควบคุม ติดตาม วิเคราะห์ ประเมิน และรายงานให้เป็นไปตามเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

4.8 หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา (ผสบ.คป./ผสบ.คบ.) เก็บรวบรวมข้อมูล ประสานงาน ควบคุม ติดตาม รายงาน และร่วมจัดทำเกณฑ์เก็บกักน้ำที่ได้จากการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา



5. ผังกระบวนการ

ในการดำเนินการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) นั้น มีกระบวนการที่สำคัญดังนี้

ลำดับที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
1		7 วัน	<ol style="list-style-type: none"> ข้อมูลของอ่างเก็บน้ำ(1/16) ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา(1/16) ข้อมูลความต้องการใช้น้ำ(1/16) ข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง(1/16) 	- ฝส.คป./ ฝส.คป. - ฝจน.คป./ ฝจน.คป.
2		3 วัน	<ol style="list-style-type: none"> ตรวจสอบความถูกต้องและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน กำหนดปริมาณความต้องการใช้น้ำ (7/16,8/16) กำหนดปริมาณฝนใช้การ(6/16) จำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ 	- ฝจน.คป./ ฝจน.คป.
3		2 วัน	<ol style="list-style-type: none"> กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบและปรับปรุงการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้กับเกณฑ์ที่กำหนด ปรับปรุงแก้ไขให้เป็นที่ไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 	- ฝจน.คป./ ฝจน.คป. - ฝจน.
4		7 วัน	<ol style="list-style-type: none"> ประชุม นำเสนอ ชี้แจง เพื่อวางแผนแนวทางการจัดการและขอความเห็นชอบ นำไปใช้วางแผนการจัดสรรน้ำในอ่างเก็บน้ำ กำหนดรูปแบบและวิธีการส่งน้ำในเขตโครงการ และเสนอ สขป.และ กรมฯ 	- ฝอ.คป./ ฝอ.คป. - ฝจน. - ฝส.ขป. - ฝส.อน.

6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

6.1. การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย

6.1.1 ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญดังนี้

- ระดับความจุของอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย ระดับความจุต่ำสุด ระดับความจุเก็บกัก และระดับความจุสูงสุด

- โค้งความสัมพันธ์ระดับเก็บกัก-ความจุ-พื้นที่ผิวน้ำ

6.1.2 ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญดังนี้

- ข้อมูลรายเดือนของปริมาณฝน

- ข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ

- ข้อมูลปริมาณการระเหย

- ข้อมูลปริมาณการรั่วซึมจากอ่างเก็บน้ำ

- ข้อมูลปริมาณตะกอน

6.1.3 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำ ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญดังนี้

- ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

- ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค/การประปา

- ความต้องการใช้น้ำเพื่อการคมนาคม/รักษาระบบนิเวศ

- ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม และอื่น ๆ

6.1.4 ข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญ ยกตัวอย่างเช่น

- ข้อมูลประสิทธิภาพการชลประทาน

- ข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกพืช

- ข้อมูลอัตราการไหลซึมของน้ำผ่านผิวดิน เป็นต้น

6.2 การคำนวณและการจัดทำ Rule Curve ในคู่มือนี้ได้นำเสนอการคำนวณและจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ด้วยเทคนิคของการทำสมมูลน้ำและใช้โปรแกรม HEC 3 เป็นเครื่องมือ ประกอบด้วย การใช้โปรแกรม Excel สำหรับการป้อนข้อมูลพื้นฐานเพื่อส่งผ่านให้ โปรแกรม HEC 3 ใช้ในการคำนวณ และที่สำคัญในการคำนวณความต้องการใช้น้ำชลประทาน ปริมาณฝนใช้การ ได้ใช้โปรแกรมย่อยจากโปรแกรม WUSMO และได้ใช้ข้อมูลป้อนเข้าอย่างน้อย 20 ปี ย้อนหลังนับจากปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนดังนี้



ขั้นตอนที่ 1 ป้อนข้อมูลน้ำไหลลงอ่างรายเดือน เป็นข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำรายเดือน หน่วย ล้าน ลบ.ม. โดยทำการป้อนข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือน ธันวาคม (ใส่ในช่องที่ระบายสีเขียว)

ขั้นตอนที่ 1 ป้อนข้อมูลน้ำไหลลงอ่างรายเดือน

		mcm											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2513	1970	0.21	0.07	0.05	0.03	0.63	1.99	2.96	3.54	5.16	2.33	0.56	0.50
2514	1971	0.11	0.06	0.04	0.03	0.06	0.16	1.10	2.64	3.91	2.07	0.72	0.30
2515	1972	0.25	0.12	0.15	0.11	0.16	0.19	0.44	5.56	2.39	1.53	1.02	0.68
2516	1973	0.19	0.10	0.05	0.07	0.17	0.54	1.58	7.06	8.15	3.03	0.89	0.55
2517	1974	0.43	0.15	0.07	0.07	0.13	0.30	0.26	3.08	3.40	1.67	1.36	0.35
2518	1975	0.16	0.11	0.04	0.03	0.06	0.84	1.59	4.55	4.76	2.62	0.76	0.33
2519	1976	0.24	0.06	0.04	0.04	0.14	0.12	0.13	1.32	1.50	3.14	1.30	0.24
2520	1977	0.37	0.12	0.06	0.12	0.22	0.07	0.72	2.31	4.77	3.62	1.50	0.36
2521	1978	0.09	0.04	0.03	0.06	0.23	0.51	3.26	3.62	4.48	2.05	0.50	0.19
2522	1979	0.05	0.02	0.02	0.02	0.16	0.69	0.70	1.39	1.27	0.84	0.21	0.10
2523	1980	0.12	0.06	0.03	0.02	0.03	0.47	1.98	4.01	6.57	2.62	0.66	0.35
2524	1981	0.13	0.06	0.03	0.04	0.25	0.36	2.36	2.83	1.72	0.76	1.04	0.47
2525	1982	0.06	0.04	0.03	0.18	0.11	0.23	0.30	0.89	1.59	1.96	0.39	0.12
2526	1983	0.12	0.06	0.03	0.01	0.04	0.03	0.15	2.13	2.95	2.04	1.23	0.39
2527	1984	0.07	0.04	0.02	0.04	0.18	0.25	0.86	2.76	3.99	1.40	0.85	0.23
2528	1985	0.16	0.07	0.04	0.05	0.13	0.26	0.67	3.08	1.94	1.05	2.08	1.09
2529	1986	0.20	0.07	0.04	0.05	0.35	0.10	0.67	1.79	2.08	1.15	0.69	0.24
2530	1987	0.07	0.04	0.02	0.03	0.05	0.06	0.06	1.33	2.73	2.36	0.95	0.23



ขั้นตอนที่ 2 ป้อนข้อมูลความต้องการใช้น้ำจากอ่าง เป็นข้อมูลรายเดือน หน่วย ล้าน ลบ.ม. เป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ ป้อนข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือน ธันวาคม (ใส่ในช่องที่ระบายสีฟ้า ความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเป็นการรวมความต้องการทุกกิจกรรมการใช้น้ำ ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง)

ขั้นตอนที่ 2 ป้อนข้อมูลความต้องการใช้น้ำจากอ่าง

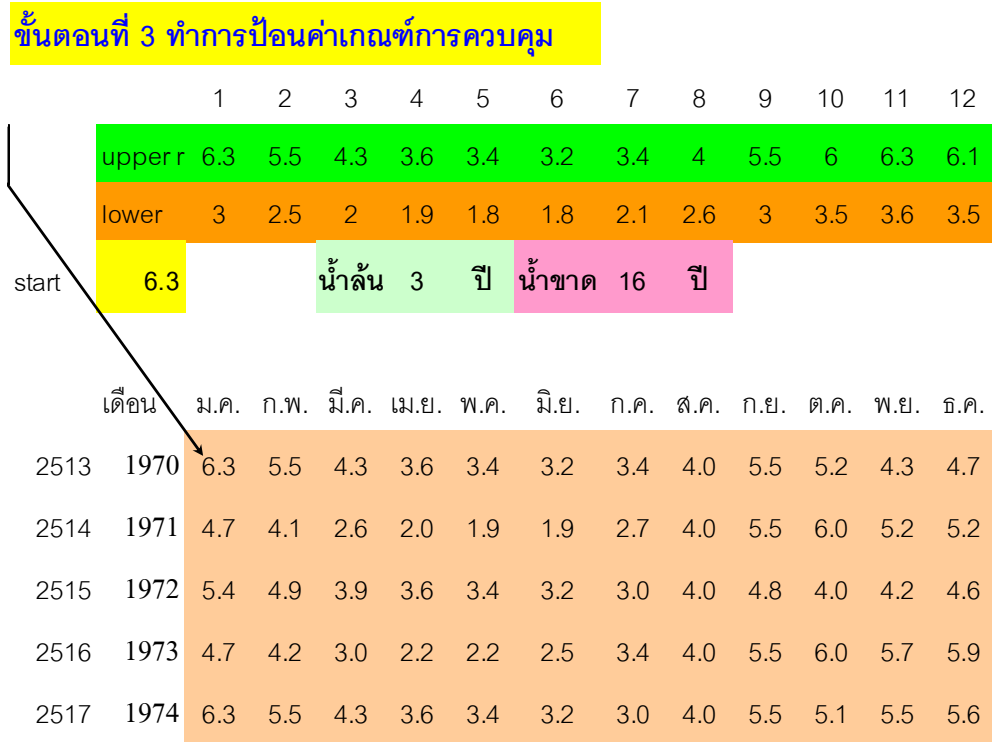
		mcm											
		jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
2513	1970	0.07	0.59	0.93	0.67	0.04	0.17	0.32	0.88	0.44	2.62	1.52	0.08
2514	1971	0.07	0.7	1.48	0.68	0.17	0.11	0.29	0.79	0.52	1.5	1.5	0.28
2515	1972	0.07	0.66	1.15	0.25	0.31	0.22	0.59	0.84	1.56	2.34	0.89	0.23
2516	1973	0.07	0.65	1.18	0.96	0.09	0.26	0.32	0.79	0.39	2.08	1.18	0.32
2517	1974	0.05	0.66	1.18	0.41	0.13	0.26	0.48	0.8	0.65	2.02	1	0.24
2518	1975	0.07	0.62	1.31	0.67	0.05	0.36	0.29	0.79	1.11	1.72	1.47	0.23
2519	1976	0.07	0.66	1.18	0.68	0.03	0.29	0.59	1.23	1.02	1.48	1.34	0.32
2520	1977	0.06	0.54	1.45	0.53	0.03	0.33	0.31	0.8	0.43	0.54	1.19	0.28
2521	1978	0.06	0.64	1.37	0.77	0.03	0.17	0.29	0.88	0.98	1.71	1.25	0.32
2522	1979	0.07	0.69	1.35	1.17	0.07	0.29	0.29	0.79	0.63	1.05	1.73	0.32
2523	1980	0.07	0.66	1.41	0.57	0.12	0.13	0.44	0.79	0.78	1.15	1.55	0.25
2524	1981	0.06	0.66	1.5	0.93	0	0.19	0.29	0.92	1.36	0.61	0.79	0.24
2525	1982	0.05	0.66	1.47	0.38	0.29	0.48	0.49	1.23	0.44	1.56	1.41	0.31
2526	1983	0.07	0.7	1.51	1.24	0.14	0.32	0.46	0.79	1.04	1.31	1.35	0.32
2527	1984	0.06	0.63	1.5	1.3	0.39	0.2	0.29	0.79	1.49	1.27	1.4	0.32
2528	1985	0.07	0.61	1.48	0.61	0.21	0.24	0.29	0.79	1.26	1.93	0.88	0.3

ขั้นตอนที่ 3 ทำการป้อนค่าเกณฑ์การควบคุม ซึ่งเกณฑ์ในการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการจัดทำ Upper Rule Curve คือ จำนวนปีที่น้ำล้นอ่างไม่เกิน 10 % ของระยะเวลาในการจำลอง และ Lower Rule Curve คือ จำนวนปีขาดน้ำไม่เกิน 20% ของระยะเวลาในการจำลอง สถานการณ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ทำการป้อนความจุน้ำที่ระดับเก็บกัก ลงในช่องสี่เหลี่ยม
- ป้อนความจุอ่างเก็บน้ำที่ระดับความจุเก็บกักปกติที่ช่อง Upper Rule Curve ให้เท่ากัน 12 เดือน (ช่องสี่เหลี่ยม)
- ป้อนความจุอ่างเก็บน้ำที่ระดับความจุเก็บกักต่ำสุดที่ช่อง Lower Rule Curve ให้เท่ากัน 12 เดือน (ช่องสี่เหลี่ยม)
- รวมความต้องการใช้น้ำในฤดูแล้ง ประกอบด้วย เพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อรักษาระบบนิเวศ เพื่อใช้เป็นปริมาณน้ำต้นทุนต่ำสุดของอ่างฯ ในช่วงฤดูแล้ง โดยทำการรวมกับความจุอ่างเก็บน้ำที่ระดับความจุเก็บกักต่ำสุดซึ่งจะเป็นเกณฑ์ในการกำหนดเส้น Lower Rule Curve



- พิจารณากราฟที่ได้จากการป้อนข้อมูลในข้อ 2 และข้อ 3 แล้วกำหนดเส้นแนว
 โน้มของเส้น Upper Rule Curve และ Lower Rule Curve จดบันทึกค่าของแต่ละเดือนไว้ และนำไปป้อนแทน
 ค่า Upper Rule Curve และ Lower Rule Curve เดิม



6.3 ตรวจสอบ ปรับปรุงและแก้ไข กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบและปรับปรุงการปฏิบัติการ
 อ่างเก็บน้ำ จากนั้นตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ และปรับปรุงแก้ไขให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีข้อสำคัญที่
 ควรพิจารณาประกอบด้วย

6.3.1 ข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างและความต้องการใช้น้ำจากอ่าง จะต้องเป็นข้อมูลที่มีปี
 เริ่มต้นและสิ้นสุดปีเดียวกัน

6.3.2 จำนวนปีที่อยู่ในตารางสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยยึดปีแรกเป็นปีใดก็ได้

6.3.3 กราฟควรจะมีความต่อเนื่องไม่ควรขึ้นหรือลงแบบหยักไปมาเพื่อจะสามารถนำไปใช้
 ปฏิบัติงานได้ ซึ่งมีขั้นตอนการตรวจสอบ ปรับปรุงและแก้ไข ต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบสภาพน้ำที่ระบายเมื่อเกินระดับเก็บกักปกติ พิจารณาช่วงเดือนซึ่งมีน้ำล้นอ่างฯ ให้ทำการปรับเกณฑ์ในช่วงเดือนนั้นให้ต่ำลง

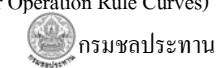
- หากจำนวนปีน้ำล้นอ่างเกินข้อกำหนด ให้ทำการปรับกราฟให้ต่ำลง และให้มีน้ำเต็มอ่างเมื่อสิ้นปี

- หากจำนวนปีซึ่งขาดน้ำเกินข้อกำหนด ให้ทำการปรับกราฟให้ต่ำลง(แต่จะต้องไม่ต่ำกว่าความต้องการน้ำในช่วงฤดูแล้ง) จะทำให้จำนวนปีซึ่งขาดน้ำลดลง

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบสภาพน้ำที่ระบายเมื่อเกินระดับเก็บกักปกติ

	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	← ความจุระดับเก็บกัก
upf	6.3	5.5	4.3	3.6	3.4	3.2	3.4	4	5.5	6	6.3	6.1	
low	3	2.5	2	1.9	1.8	1.8	2.1	2.6	3	3.5	3.6	3.5	

spill (น้ำส่วนที่เกินความจุที่ รมก.)												mcm
ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

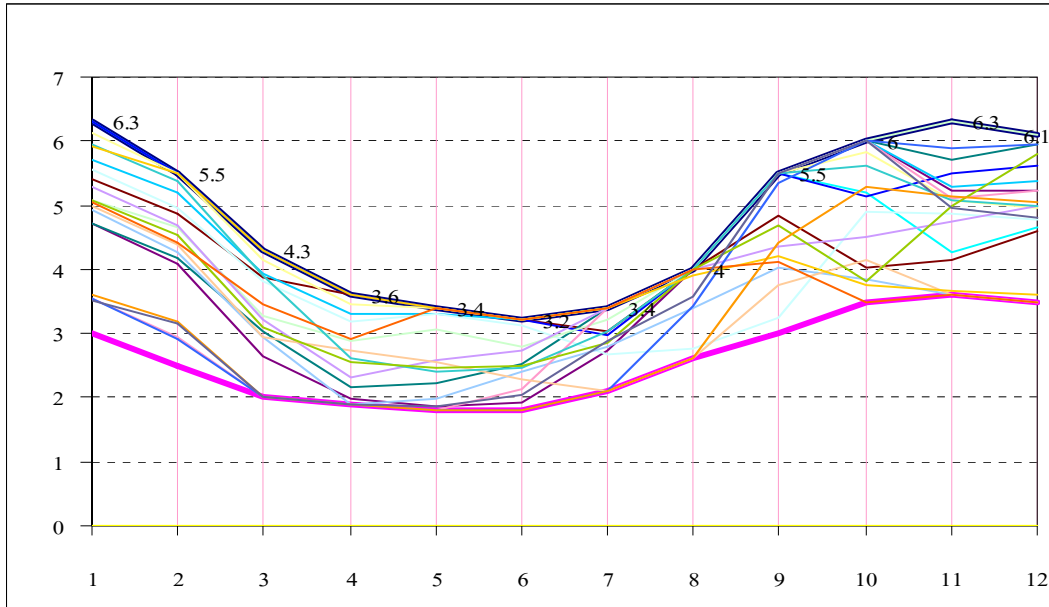


ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบสภาพการขาดแคลนน้ำ พิจารณาระยะเวลาซึ่งมีน้ำขาด ให้ทำการปรับเกณฑ์ในช่วงเดือนนั้นให้ต่ำลง

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบสภาพการขาดแคลนน้ำ													
		ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำ											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2513	1970	0.21	0.87	1.25	0.73	0.83	2.19	2.76	2.94	3.66	2.62	1.52	0.08
2514	1971	0.07	0.70	1.48	0.68	0.17	0.11	0.29	1.37	2.41	1.57	1.50	0.28
2515	1972	0.07	0.66	1.15	0.38	0.36	0.39	0.59	4.61	1.56	2.34	0.89	0.23
2516	1973	0.07	0.65	1.18	0.96	0.09	0.26	0.69	6.46	6.65	2.53	1.18	0.32
2517	1974	0.07	0.95	1.27	0.77	0.33	0.50	0.48	2.06	1.90	2.02	1.00	0.24
2518	1975	0.07	0.62	1.31	0.67	0.05	0.95	1.39	3.95	3.26	2.12	1.47	0.23
2519	1976	0.07	0.66	1.18	0.68	0.03	0.29	0.59	1.23	1.02	1.48	1.34	0.32
2520	1977	0.06	0.54	1.45	0.53	0.03	0.33	0.31	1.53	3.27	3.12	1.20	0.56
2521	1978	0.06	0.67	1.37	0.77	0.28	0.71	3.06	3.02	2.98	1.71	1.25	0.32
2522	1979	0.07	0.69	1.35	1.06	0.07	0.29	0.29	0.79	0.63	1.05	0.45	0.20
2523	1980	0.07	0.66	0.98	0.12	0.12	0.13	0.72	3.41	5.07	2.12	1.55	0.25



ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณาเปรียบเทียบ เมื่อได้ผลการคำนวณโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาเปรียบเทียบกับโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) เดิมที่เคยจัดทำไว้ดำเนินการปรับแก้เกณฑ์ต่างๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมสำหรับนำไปใช้งาน



รูปโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Excel

6.4 สรุปผลการดำเนินงาน ดำเนินการประชุมหรือสรุปผลการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ภายในโครงการฯ ขอรับความเห็นชอบจากผู้อำนวยการโครงการ ก่อนสรุปการวางแผนบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ แล้วนำเสนอต่อสำนักชลประทาน และกรมชลประทานต่อไป

7.มาตรฐานงาน

เมื่อจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) เสร็จแล้ว เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถนำเสนอ ขออนุมัติความเห็นชอบกับโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสำนักชลประทานและกรมชลประทาน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8.ระบบติดตามและประมวลผล

ติดตามการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำเป็นรายสัปดาห์และหรือรายเดือนโดยสำนักชลประทานที่ 1-17 เป็นผู้รายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำ สภาพปัญหาและอุปสรรค เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงการวางแผน และแนวทางการปฏิบัติในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำต่อไป

9.เอกสารอ้างอิง

ทองเปลว กองจันทร์. 2547. เทคนิคและวิธีการจัดการอ่างเก็บน้ำ. สถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน, นนทบุรี.

วรารุช วุฒินิชย์. 2543. เกณฑ์การจำลองหา Probability Based Rule Curves ของอ่างเก็บน้ำ.เอกสารประกอบการสอนวิชา 207591 (เทคนิคการวิจัยทางวิศวกรรมชลประทาน) ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

10.แบบฟอร์มที่ใช้

เลือกใช้จากแบบฟอร์มที่เกี่ยวข้องในการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) ได้จากคู่มือการปฏิบัติงาน เล่มที่ 1/16 คู่มือการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทาน



ภาคผนวก ก
วิธีการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาวิเคราะห์ห้ครั้งนี้จะใช้หลักสมดุลของน้ำในอ่างฯ แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์สมดุลของน้ำในอ่างฯ โดยอาศัยใช้แบบจำลองการใช้น้ำจากอ่างฯ บนพื้นฐานข้อมูลรายเดือน ตามหลักสมการ ดังนี้

$$S_{t+1} = S_t + I_{t+1} - O_t$$

เมื่อ

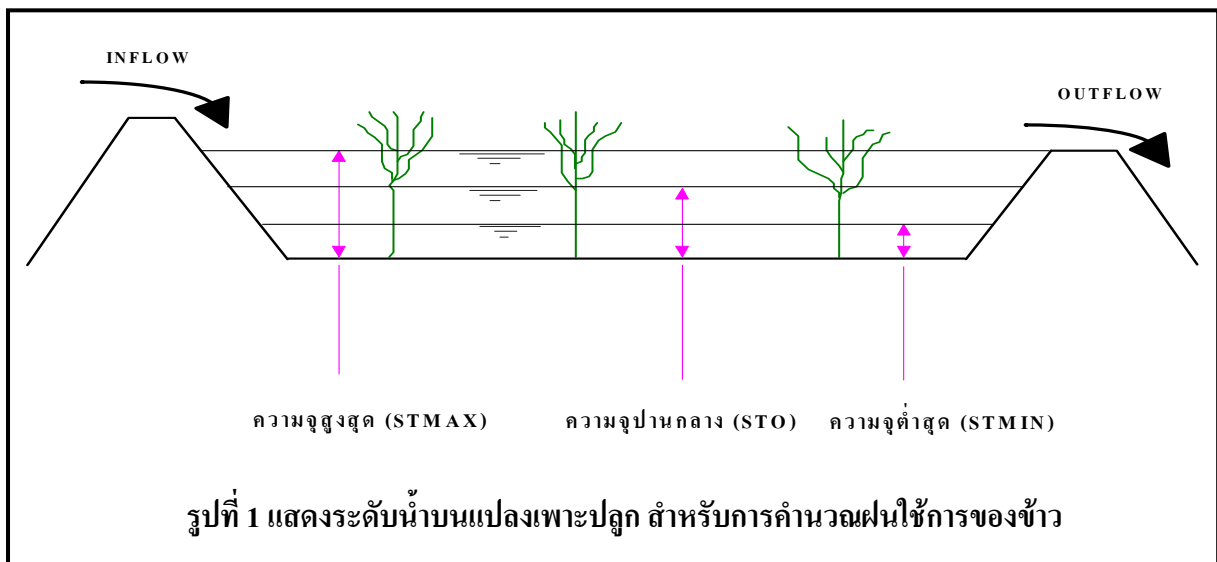
S_{t+1} = ปริมาณน้ำในอ่างฯ เมื่อสิ้นเดือนที่ t+1

S_t = ปริมาณน้ำในอ่างฯ เมื่อสิ้นเดือนที่ t

I_t = ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯเมื่อสิ้นเดือนที่ t+1

O_t = ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่าง เมื่อสิ้นเดือนที่ t

2. การหาความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน สามารถคำนวณได้เมื่อทราบข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทางด้านเกษตร เช่น ระบบการปลูกพืช แผนการเพาะปลูกพืชและข้อมูลจากสนาม สำหรับการศึกษาในการศึกษานี้จะใช้แบบจำลอง WUSMO ที่พัฒนาโดย ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน โดยที่แบบจำลอง WUSMO นี้ประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองฝนใช้การ และแบบจำลองความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน รายละเอียดของแบบจำลองรวมทั้งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้



ก. แบบจำลองฝนใช้การ (Effective Rainfall Model) : ปริมาณฝนใช้การหรือปริมาณฝนที่สามารถนำมาใช้แทนน้ำชลประทานได้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญๆ คือ ปริมาณฝนที่ตกในแต่ละช่วงเวลา ปริมาณการใช้น้ำของพืช ความเค็มดินของชาวนาต่อการเก็บกักน้ำชลประทานไว้ในแปลงนา และความสูงของคันนา เช่น ชาวนานิยมเก็บน้ำชลประทานไว้ในแปลงนาที่ระดับต่ำ เมื่อฝนตกลงมาก็มีความสามารถที่จะเก็บน้ำฝนไว้ในแปลงนาได้มากเป็นต้น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่มีฝนตกน้อย เปอร์เซ็นต์ของฝนใช้การจะสูงกว่า

- แบบจำลองฝนใช้การ สำหรับการเพาะปลูกข้าว: Acres ได้พัฒนาวิธีการหา Effective Rainfall โดยการพิจารณาถึงระดับน้ำในแปลงเพาะปลูก ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Rn	=	ฝนตกในวันที่ n เป็น มิลลิเมตร
Stn-1	=	ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกที่สิ้นสุดของวันที่ n-1
Stn	=	ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกที่สิ้นสุดของวันที่ n
Am	=	ปริมาณน้ำที่พืชต้องการเป็น มิลลิเมตรต่อวันของเดือนที่มีวันที่ n
	=	(Kc x ETp + OR) / N
ซึ่ง Kc	=	สัมประสิทธิ์พืชในเดือนที่ m
ETp	=	Potential Evapotranspiration ในเดือนที่ m
OR	=	ความต้องการน้ำอื่น ๆ ของพืช ในเดือนที่ m (โดยทั่วไปเป็นปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง) เป็น มิลลิเมตร
N	=	จำนวนวันในเดือนที่คำนวณ
Stn	=	Stn-1 + Rn - Am
ถ้า	Stn > STMAX ,	ฝนใช้การสำหรับวัน (RE) หากจาก
		RE = STMAX + am - Stn-1 , และปรับค่า Stn ให้เท่ากับ STMAX
ถ้า	Stn < STMAX ,	RE = Rn , และ Stn ขอมรับ
ถ้า	Stn < STMIN ,	RE = Rn , และปรับค่า Stn ให้เท่ากับ STO (นั่นคือ มีการส่งน้ำ

ชลประทานให้กับแปลงเพาะปลูก)

แบบจำลองฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าว พัฒนาขึ้นมาจากแบบจำลองพฤติกรรม การดำเนินการกิจกรรมการเพาะปลูกของพืชที่เกี่ยวข้อง โดยอาศัยหลักการสมดุลของน้ำ (Water Balance) โดยใช้ Daily Consumptive Use, Daily Weighted Rainfall, พฤติกรรมการเพาะปลูกพืชของเกษตรกร, ลักษณะทาง ภายนอกของแปลงเพาะปลูกเพื่อ Simulate หา Daily Effective Rainfall แล้วรวบรวมเป็น Weekly Effective Rainfall จากข้อมูลทั้งหมดที่ใช้

- แบบจำลองฝนใช้การ สำหรับการเพาะปลูกพืชอื่น: สำหรับการหาฝนใช้การของพืชอื่น จะแตกต่างจากการหาฝนใช้การของข้าว กล่าวคือ ในการเพาะปลูกพืชอื่นส่วนใหญ่ไม่ต้องการน้ำขังบนแปลงเพาะปลูก ระดับ STO จะเป็นระดับเดียวกันกับ STMAX ดังนั้นระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกจึงมีเพียง 2 ระดับ กล่าวคือ ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกก่อนการส่งน้ำ (STMIN) และหลังการส่งน้ำ (STMAX) ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกก่อนการส่งน้ำ คำนวณหาจากความลึกของรากพืชในดินกับความชื้นในดินก่อนถึง Wilting Point (จุดที่พืชไม่สามารถนำความชื้นในดินไปใช้การได้) แล้วแปลงความชื้นในดินดังกล่าวในช่วงความลึกของรากพืชมาเป็นความลึกของน้ำและระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกหลังการส่งน้ำ คือ ปริมาณน้ำในดินบริเวณช่วงความลึกรากพืชหรือปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ โดยปกติความชื้นในดินที่ Field Capacity เป็นความชื้นที่ดินสามารถ

Schwab G.O. and Frevert R.K. 1985. "Elementary Soil and Water Engineering" เสนอแนะว่าการให้น้ำชลประทานสำหรับพืชที่ไม่ต้องการน้ำขังบนผิวดินในแต่ละครั้ง ความชื้น ในดินไม่ควรลดลงมากกว่าร้อยละ 40 ถึง 60 ของน้ำที่ดินสามารถอุ้มไว้และพืชนำไปใช้ได้ ส่วนวิธีการคำนวณดำเนินการเช่นเดียวกับการหาฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าว

ข. แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Demand Model) : แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานและ Return Flow เป็นรายสัปดาห์ แล้วรวบรวมเป็นรายเดือน โดยแบ่งพื้นที่ชลประทานของกลุ่มน้ำออกเป็นบล็อก (Block)

สมการที่ใช้คำนวณความต้องการน้ำชลประทาน ประกอบด้วย

1) Crop Evapotranspiration (CRETP)

$$\text{CRETP} = \text{WCRCF} \times \text{PETP}$$

เมื่อ $\text{WCRCF} =$ Weekly Weighted Crop Coefficient หรือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชตาม น้ำหนักของพื้นที่รายสัปดาห์

$$\text{PETP} = \text{Weekly Potential Evapotranspiration, มม./สัปดาห์}$$

$$\text{CRETP} = \text{Weekly Crop Evapotranspiration, มม./สัปดาห์}$$

2) Land Preparation Water (LPW)

กำหนดให้การใช้น้ำในการเตรียมแปลงคันแปร 2 ช่วง คือ ในฤดูฝนและในฤดูแล้ง และกำหนดให้มีน้ำในแปลงนาเพื่อใช้ในการปักดำหลังจากเตรียมแปลงด้วย ดังนั้นปริมาณความต้องการน้ำ คือ

$$\text{LPW} = \text{LP} + \text{ST ในฤดูฝน}$$

$$\text{และ LPD} = \text{LP} + \text{ST ในฤดูแล้ง}$$

$$\text{เมื่อ TCRETP} = \text{CRETP} + \text{LPW}$$

$$\text{และ TCRETP} = \text{CRETP} + \text{LPD}$$

$$\text{LPW} = \text{Wet Season Land Preparation Water, มม./สัปดาห์}$$

$$\text{LPD} = \text{Dry Season Land Preparation Water, มม./สัปดาห์}$$

$$\text{TCRETP} = \text{Total Weekly Crop Water Requirement, มม./สัปดาห์}$$

$$\text{ST} = \text{ความลึกของน้ำเพื่อใช้ปักดำ (หลังเตรียมแปลงเสร็จ)}$$

3) Effective Rainfall (ERFL)

Effective Rainfall หรือฝนใช้การของแต่ละสัปดาห์ คำนวณจาก

$$\begin{aligned} \text{ERFL} &= \text{FUNC} \times \text{WRFL} \\ \text{เมื่อ ERFL} &= \text{Effective Rainfall, มม./สัปดาห์} \\ \text{FUNC} &= \text{Effective Rainfall Function ได้จาก Effective Rainfall Model} \\ \text{WRFL} &= \text{Weighted Rainfall, มม./สัปดาห์} \end{aligned}$$

4) Farm Water Requirement (FWR)

ปริมาณน้ำที่ส่งไปให้ที่แปลงเพาะปลูกหรือ Farm Water Requirement เป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการในแปลงเพาะปลูกที่ลบจากปริมาณของฝนใช้การ (Effective Rainfall) แล้วหารด้วยประสิทธิภาพ ในการส่งน้ำทั้งหมด

$$\begin{aligned} \text{FWR} &= \frac{\text{TCRETP} - \text{ERFL}}{\text{FEFF}} \\ \text{เมื่อ FWR} &= \text{Farm Water Requirement, มม./ สัปดาห์} \\ \text{FEFF} &= \text{Farm Efficiency, \%} \end{aligned}$$

5) Crop Water Requirement (CWR)

ความต้องการใช้น้ำของพืชหรือ Crop Water Requirement คำนวณได้จากการเปลี่ยนแปลงความลึกของน้ำที่ต้องการคูณด้วยพื้นที่เพาะปลูกพืช

$$\begin{aligned} \text{CWR} &= \frac{\text{FWR} \times \text{AREAC} \times 1,600}{1,000 \times 1,000,000} \\ \text{เมื่อ CWR} &= \text{Crop Water Requirement, MCM/สัปดาห์} \\ \text{AREAC} &= \text{Area of any crop, ไร่} \end{aligned}$$

6) Final Diversion Demand (DWR)

ความต้องการน้ำที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ คำนวณได้จากการคิดประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำที่ต้องส่งไปให้แก่พืช

$$\begin{aligned} \text{DWR} &= \frac{\text{CWR}}{\text{CEFF}} \\ \text{เมื่อ DWR} &= \text{ความต้องการน้ำที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่, MCM/สัปดาห์} \\ \text{CEFF} &= \text{Canal Efficiency, \%} \end{aligned}$$

7) Return Flow (RF)

Return Flow หรือปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากโครงการชลประทานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ ยึดหลักเกณฑ์ ดังนี้

Return Flow ในแปลงเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด คำนวณได้จากผลต่างระหว่างปริมาณน้ำที่ส่งไปยังแปลงเพาะปลูก และปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณน้ำที่พืชใช้ ดังสมการ

$$RFLOC = \frac{\{ (FWR / CEFF) + TCRETP \times 1,600 \} \times REFLOF}{1,000 \times 1,000,000}$$

เมื่อ RFLOC = Return Flow ของพื้นที่เพาะปลูก, MCM/สัปดาห์

REFLOF = Return Flow Factor, %

WRFL = Weighted Rainfall, มม./สัปดาห์

Return Flow ของพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะปลูก

$$RFLONC = \frac{\{ (WRFL - PETP) \times (AREA - AREAC) \times 1,600 \} \times REFLOF}{1,000 \times 1,000,000}$$

เมื่อ RFLONC = Return Flow ของพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะปลูก, MCM/สัปดาห์

AREA = Total Project Area, ไร่

AREAC = Area of any crop, ไร่

ดังนั้น Return Flow ทั้งหมดจะเท่ากับผลรวมของ Return Flow ของทั้งสองส่วน

หรือ TRFLO = RFLOC + RFLONC

เมื่อ TRFLO = ปริมาณ Return Flow ของทั้งหมด, MCM/สัปดาห์

ดังนั้น เมื่อได้ปริมาณ Return Flow เป็นรายสัปดาห์แล้วก็รวมเข้าเป็น Return Flow รายเดือน

8) ประสิทธิภาพชลประทาน (IE) คำนิยามของประสิทธิภาพที่ใช้ คือประสิทธิภาพชลประทาน สำหรับการเพาะปลูกข้าวฤดูฝน ขึ้นอยู่กับข้อสมมติและลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

8.1) ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง

8.2) การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก

8.3) วิธีการคำนวณหาฝนใช้การ

8.4) ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก

- ค่อนข้างราบเรียบ

- สูงๆ ต่ำๆ

- คล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า

- หรือคล้ายสี่เหลี่ยมจัตุรัส

8.5) ระบบส่งน้ำ

- ระบบส่งน้ำสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย คลองส่งน้ำคาคอนกรีต งานคันคูน้ำ และการจัดการบริหารการใช้น้ำที่ดี จะมีประสิทธิภาพสูง

- ไม่ค่อยสมบูรณ์ เป็นระบบที่อาจจะไม่มีครบทุกลักษณะตามแบบแรก ดังนั้น ประสิทธิภาพที่ได้จะต่ำกว่าประสิทธิภาพชลประทาน จะทำการการคำนวณหาจากปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎีเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ส่งในพื้นที่โครงการ

3. แบบจำลอง HEC-3 ต้องกำหนดระดับในอ่างเก็บน้ำอย่างน้อย 4 ระดับ คือ

3.1 ระดับเก็บกักสูงสุด (Normal High Water Level, NHWL) เป็นระดับเก็บกักสูงสุดที่จะรับน้ำในอ่างเก็บน้ำไว้ได้

3.2 Upper Rule Curve (URC) เป็นเส้นควบคุมระดับน้ำสูงสุดในการปล่อยน้ำจากอ่าง โดยพยายามให้อยู่ที่ URC ให้มากที่สุด การพยายามรักษาระดับน้ำไม่ให้สูงเกิน URC มีประโยชน์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ ทำให้อ่างมีความจุสำรองเหลือ เพื่อรองรับสภาพน้ำหลากเหนืออ่างเก็บน้ำ และเป็นการทำให้ไม่ต้องปล่อยน้ำผ่าน Spillway โดยเปล่าประโยชน์

3.3 Lower Rule Curve (LRC) หมายถึงการกำหนดระดับน้ำเพื่อรักษาปริมาณน้ำให้คงเหลือในอ่างเก็บน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนในช่วงวิกฤตที่อาจเกิดความแห้งแล้งติดต่อกันหลายปี

3.4 ระดับน้ำต่ำสุด (Minimum Water Level, MWL) เป็นระดับน้ำต่ำที่สุด ถ้ามีการปล่อยน้ำจนต่ำกว่าระดับนี้จะทำให้ขาดเสถียรภาพในการบริหารอ่างเก็บน้ำได้

หลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วย Reservoir Operation Rule Curves

เงื่อนไข	สภาพอ่างเก็บน้ำ	เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
1	ระดับน้ำเกินระดับเก็บกักปกติ Normal High Water Level (NHWL)	- ปล่อยน้ำผ่านทางระบายน้ำล้น (Spillway)
2	ระดับน้ำสูงกว่า URC ในสภาวะปกติ	- ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ ให้เต็มที่
3	ระดับน้ำสูงกว่า URC และมีแนวโน้มจะเกิดสภาวะน้ำหลาก	- ปล่อยน้ำเพิ่มทางท่อระบายน้ำ (Outlet Work) ให้เต็มที่ เพื่อเตรียมรับปริมาณน้ำหลาก
4	ระดับน้ำอยู่ระหว่าง URC และ LRC	- ปล่อยน้ำให้กับความต้องการใช้น้ำด้านต่าง ๆ เป็นผลพลอยได้
5	ระดับน้ำต่ำกว่าระดับ LRC	- ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำเท่าที่จำเป็นตามลำดับความสำคัญ
6	ระดับน้ำต่ำลงถึงระดับเก็บกักต่ำสุด Minimum Water Level (MinWL)	- ไม่มีการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ในภาวะปกติเมื่อระดับน้ำอยู่ระหว่างเกณฑ์การเก็บน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุด การปล่อยน้ำจะปล่อยเพียงพอกับปริมาณน้ำเพื่อการชลประทานทางด้านท้ายน้ำและปริมาณน้ำขั้นต่ำสุดที่ต้องการ
2. เมื่อระดับน้ำสูงกว่า URC แต่ต่ำกว่าระดับเก็บกักปกติ พยายามปล่อยน้ำให้ระดับลดลงอยู่ที่ URC ให้มากที่สุด แต่ไม่เกินปริมาณน้ำสูงสุดที่ก่อให้เกิดอุทกภัยทางด้านท้ายน้ำ
3. เมื่อระดับน้ำสูงกว่าระดับเก็บกักปกติ จะระบายน้ำ เพื่อรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ระดับเก็บกักปกติ และเกิดความปลอดภัยกับตัวเขื่อน (Overtop prevention)
4. เกณฑ์การบริหารจัดการน้ำตามผลการศึกษา เป็นเพียงแนวทางช่วยตัดสินใจในการควบคุมน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยเป็นเกณฑ์ที่ลดความเสี่ยงในการเกิดน้ำแล้งและน้ำล้นอ่างฯ อย่างไรก็ตาม ใดๆ ในการบริหารจัดการน้ำระหว่างฤดูกาลจำเป็นที่โครงการฯ จะต้องมีการติดตามสถานการณ์และแนวโน้มต่าง ๆ ควบคู่ไปด้วย เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำของอ่างฯ เป็นไปอย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์อยู่ตลอดเวลา
5. ในการคาดการณ์สถานการณ์ล่วงหน้า สำหรับเป็นข้อมูลในการบริหารน้ำในอ่างฯ นั้น ขอให้โครงการฯ พิจารณาใช้กราฟการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเป็นแนวทางในการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ประกอบในการบริหารจัดการน้ำ
6. เกณฑ์การบริหารจัดการน้ำในอ่างฯ ที่ได้จัดทำไว้ ควรมีการปรับปรุงเป็นระยะๆ เพื่อให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุน สภาพน้ำฝน-น้ำท่า สภาพการใช้น้ำ และการเปลี่ยนแปลงความจุอ่างฯ รวมถึงผลกระทบของพื้นที่น้ำท่วมท้ายอ่างฯ
7. โครงการฯ ควรติดตามสภาพภูมิอากาศ และประเมินปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างฯ และในกรณีที่เกิดสภาวะฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนให้พิจารณาวางแผนระบายน้ำจากอ่างล่วงหน้าตามศักยภาพเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดกับพื้นที่ท้ายอ่างฯ

ภาคผนวก ข
รายชื่อผู้จัดทำคู่มือ

รายชื่อผู้จัดทำคู่มือ

1. คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำ ตามคำสั่ง คณะทำงานพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ หมวด 6 การจัดการกระบวนการ ที่ ส 006/2554 ลงวันที่ 3 มิถุนายน 2554

1. นายวสันต์ บุญเกิด	ผู้ทรงคุณวุฒิประจำ สฟช.	ที่ปรึกษา
2. นายสุเทพ น้อยไพโรจน์	ผส.อน.	ที่ปรึกษา
3. นายศุภชัย รุ่งศรี	ผส.วพ.	ที่ปรึกษา
4. นายจรูญ พจน์สุนทร	ผส.ชป.14	หัวหน้าคณะทำงาน
5. นายเลิศชัย ศรีอนันต์	ผจน.	คณะทำงาน
6. นายทองเปลว กองจันทร์	ผอท.	คณะทำงาน
7. นายนิรันดร์ นาคทับทิม	ผบร.ชป.7	คณะทำงาน
8. นายอุกฤษฏ์ ถาวรไกรกุล	ผบร.ชป.10	คณะทำงาน
9. นายพงศ์ศักดิ์ อรุณวิจิตรสกุล	ผบร.ชป.11	คณะทำงาน
10. นายสิริวิษณุ กลิ่นภักดี	ผบร.ชป.15	คณะทำงาน
11. นายสมเจต พานทอง	ผปย.	คณะทำงาน
12. นายอภิรักษ์ สมนานนท์	กพ.จน.	คณะทำงาน
13. นางจิรา สุขกล้า	กว.อท.	คณะทำงาน
14. นายธาดา พูนทวี	สป.จน.	คณะทำงาน
15. นายชัชชม ชมประดิษฐ์	กจ.จน.	คณะทำงาน
16. นายสมบัติ สาลีพัฒนา	ผยศ.สช.	คณะทำงาน
17. นางสาวอรุญา เขียวकुณา	กท.ปย.	คณะทำงาน
18. นายสิโรจน์ ประคุณหังสิต	ผนช.	คณะทำงาน
19. นายธีระพล ตั้งสมบุญ	วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
20. นายสมบัติ วานิชชินชัย	นายช่างชลประทานชำนาญงาน	คณะทำงาน
21. นายสถิต โปธิ์ดี	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
22. นายสันติ เต็มเอี่ยม	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
23. นายอุลิต รัตนตั้งตระกูล	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
24. นายวิชชัย ไตรวารี	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
25. นายสรณคมน์ ช่างวิทยาการ	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
26. นางพัชรวีร์ สุวรรณิก	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
27. นางสาววีรียา วิทยะ	นักอุทกวิทยาชำนาญการ	คณะทำงาน

28. นายวัชร เสือดี	ผพช.วพ.	คณะทำงานและเลขานุการ
29. นายคมสันต์ ไซโย	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
30. นายรส สุีสหการ	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
31. นายอศฎา กิจพุง	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
32. นายเรศ ปาปะกั๊ง	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
33. นายวัชรพล ศรีจิตร	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
34. นายชนินทร์ คงใหญ่	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
35. นางสาวชญญาพร ไยบัณฑิตย์	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
36. นายวชิระ สุรินทร์	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ

2. คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือการจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves)

1. นายทองเปลว กองจันทร์ ผอท.
2. นายพงศ์ศักดิ์ อรุณวิจิตรสกุล ผบร.ชป.11
3. นายธาดา พูนทวี ศป.จน.
4. นายสรณคมน์ ช่างวิทยาการ วิศวกรชลประทานชำนาญการ
ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ