



**คู่มือการปฏิบัติงาน
(Work Manual)**

เล่มที่ 15/16

**คู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน
(Irrigation Efficiency)**

**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 คู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการ ชลประทาน เป็นเล่มที่ 15/16 ในคู่มือดังกล่าว คือ

1. เล่มที่ 1/16 คู่มือการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดสรรน้ำของโครงการ ชลประทาน
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	2
4. หน้าที่รับผิดชอบ	10
5. ฝั่งกระบวนการ	11
6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	16
7. มาตรฐานงาน	18
8. ระบบติดตามและประเมินผล	18
9. เอกสารอ้างอิง	18
10. แบบฟอร์มที่ใช้	18
11. ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน	19
ภาคผนวก ข. รายชื่อคณะผู้จัดทำ	36

คู่มือการปฏิบัติงาน

การกำหนดหาประสิทธิภาพการชลประทาน

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้กรมชลประทานมีคู่มือการกำหนดหาประสิทธิภาพการชลประทานที่ชัดเจน เพื่อประกอบการฝึกอบรม ออกแบบวางโครงการ วางแผนการจัดสรรน้ำ ติดตามประเมินผลการจัดสรรน้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำให้ดีขึ้น โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน กระบวนการต่างๆ และสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานที่มุ่งไปสู่การบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดผลงานที่ได้มาตรฐานเป็นไปตามเป้าหมาย และบรรลุข้อกำหนดที่สำคัญของกระบวนการ

1.2 เพื่อเป็นหลักฐานแสดงวิธีการทำงานที่สามารถถ่ายทอดให้กับผู้เข้ามาปฏิบัติงานใหม่ พัฒนาให้การทำงานเป็นมืออาชีพ และใช้ประกอบการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร รวมทั้งแสดงหรือเผยแพร่ให้กับบุคคลภายนอก หรือผู้ใช้บริการ ให้สามารถเข้าใจและใช้ประโยชน์จากกระบวนการที่มีอยู่ เพื่อขอรับบริการที่ตรงกับความต้องการ

1.3 เพื่อให้การจัดทำแผนการจัดสรรน้ำและการเพาะปลูกพืชของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่จัดทำโดยสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ หรือ สำนักชลประทานหรือ โครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา มีมาตรฐานเดียวกัน สามารถนำไปใช้เป็นแผนหลักของกรมชลประทาน เพื่อใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการบริหารจัดการน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั่วถึง เป็นธรรมและเกิดความยั่งยืน รวมถึงเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของโครงการได้แก่ร้อยละของประสิทธิภาพชลประทานฤดูแล้ง ฤดูฝน ตามยุทธศาสตร์ของกรมประเทานได้

1.4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ที่จะเลือกใช้ออกแบบโครงการอื่นๆ และใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับวิธีการให้น้ำของระบบและวิธีการ Operate ของโครงการอื่นๆ เพื่อหาทางเลือกตัดสินใจ ในด้านเศรษฐศาสตร์

2. ขอบเขต

คู่มือการกำหนดหานี้จะครอบคลุมการหาประสิทธิภาพการชลประทานทั้งช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา โดยมีขั้นตอนในการบริหารจัดการน้ำ 2 ระดับดังนี้

2.1 การบริหารจัดการน้ำในระดับโครงการ ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ผู้ใช้น้ำในทุกภาคส่วนได้มีส่วนร่วมในวางแผนการบริหารจัดการน้ำจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก เป็นไปอย่างทั่วถึง เป็นธรรม และ ยั่งยืน ปริมาณน้ำที่จัดสรรสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุนที่มีอยู่โดยส่งน้ำให้กับพื้นที่ในเขตชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา หรือ พื้นที่ชลประทานขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก

2.2 การบริหารจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ผู้ใช้น้ำในทุกภาคส่วนได้มีส่วนร่วมในวางแผนการบริหารจัดการน้ำอย่างทั่วถึง เป็นธรรม และ ยั่งยืน ปริมาณน้ำที่จัดสรรสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุนที่มีอยู่โดยส่งน้ำให้กับพื้นที่ในเขตชลประทานของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา และนอกเขตชลประทาน



3. คำจำกัดความ

ประสิทธิภาพของการชลประทาน หมายถึง อัตราส่วนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่จะให้แก่พืช (Net water Application) ต่อปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืช (Gross Water Application)

$$Ei = \frac{w_n}{w_g} \times 100$$

ในเมื่อ Ei = ประสิทธิภาพของการชลประทาน

w_n = ปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องให้แก่พืช

w_g = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืช ทั้ง w_n และ w_g นี้อาจจะบอกเป็นความลึกหรือปริมาตรก็ได้

การหาประสิทธิภาพการชลประทานนั้นอาจทำได้หลายแห่ง คือ ถ้าวัดปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืชที่แปลงเพาะปลูก ก็เป็นประสิทธิภาพที่แปลงเพาะปลูก ถ้าวัดที่ปากคลองส่งน้ำก็เป็นประสิทธิภาพของการชลประทานที่ปากคลองส่งน้ำ และถ้าวัดที่หัวงานของโครงการชลประทานก็เป็นประสิทธิภาพของการชลประทานที่หัวงานหรือประสิทธิภาพของโครงการชลประทานจะเห็นได้ว่า คำว่าประสิทธิภาพของการชลประทานนั้นกว้างมาก คือครอบคลุมตั้งแต่จุดทำการวัดปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืชจนถึงแปลงเพาะปลูกในทางปฏิบัติเรามีวิธีการแยกคิดที่ละส่วนเพื่อที่จะได้ทราบว่าในช่วงตอนใดมีประสิทธิภาพมากที่สุดแค่นั้น เพื่อช่วยให้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบชลประทานให้ดีขึ้นได้ถูกต้อง โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. ประสิทธิภาพการส่งน้ำ เป็นค่าของระบบ
2. ประสิทธิภาพการให้น้ำหรือการใช้ น้ำ เป็นค่าในแปลงเพาะปลูก

3.1 ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Water Conveyance Efficiency, E_c)

คือประสิทธิภาพของระบบคลองส่งน้ำ จากจุดที่เริ่มต้นส่งน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำ, สถานีสูบน้ำหรือแม่น้ำ (ปากปตร.) จนถึงพื้นที่เพาะปลูก หาได้จากสูตร

$$E_c = \frac{w_f}{w_g} \times 100$$

ในเมื่อ E_c = ประสิทธิภาพการส่งน้ำ เป็นเปอร์เซ็นต์

w_f = ปริมาณน้ำที่พื้นที่เพาะปลูกได้รับ เป็นหน่วยความลึกหรือปริมาตร

w_g = ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบส่งน้ำ ซึ่งเท่ากับปริมาณทั้งหมดที่จะต้องจัดมาให้แก่พืช เป็นหน่วยความลึกหรือปริมาตร

ในกรณีที่มีคูส่งน้ำก่อนถึงพื้นที่เพาะปลูกก็อาจหา ประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ โดยหาได้จากสูตร

$$E_b = \frac{w_p}{w_f} \times 100$$

ในเมื่อ E_b = ประสิทธิภาพของคูน้ำ
 w_p = ปริมาณน้ำที่แปลงเพาะปลูกได้รับ
 w_f = ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าปากคูส่งน้ำ

ในกรณีที่น้ำจากคลองส่งน้ำไหลเข้าสู่แปลงเพาะปลูกโดยตรงไม่ผ่านคูส่งน้ำจะได้ $w_p = w_f$ หรือ $E_b = 100\%$

ในกรณีที่รวมประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำกับคูส่งน้ำเข้าด้วยกันอาจเรียกว่าประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ

(Irrigation System Efficiency, E_s)

$$\text{โดย } E_s = E_b E_c$$

3.2 ประสิทธิภาพการให้น้ำ (Water Application Efficiency, E_a)

ประสิทธิภาพการให้น้ำคืออัตราส่วนระหว่างความลึกของน้ำ (ปริมาตร) ที่เก็บกักอยู่ในเขตรากพืช หรือปริมาณน้ำสุทธิที่จะต้องให้แก่พืช กับความลึกของน้ำ (ปริมาตร) ที่ให้กับพื้นที่เพาะปลูก หาได้จากสูตร

$$E_a = \frac{w_s}{w_f} \times 100$$

ในเมื่อ E_a = ประสิทธิภาพการให้น้ำ
 w_s = ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในเขตรากจากการให้น้ำที่ต้องการให้มีค่าเท่ากับปริมาณสุทธิที่พืชต้องการ
 w_f = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ให้กับพื้นที่เพาะปลูก

ในกรณีที่เป็นการเพาะปลูกข้าว ซึ่งจะให้น้ำขังอยู่ในเหนือผิวดินตลอดเวลา การคิดประสิทธิภาพการให้น้ำจะแตกต่างออกไป โดยถือการสูญเสียเนื่องจาก seepage และ percolation เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงไม่คิดเป็นความสูญเสีย ดังนั้นการใช้น้ำของข้าวจึงรวมค่า Evapotranspiration กับความสูญเสียเนื่องจาก seepage และ percolation เข้าด้วยกัน สูตรที่ใช้หามีหลายสูตร เช่น

ในเอกสารการสอนวิชาออกแบบและระบบชลประทานในแปลงเพาะปลูกมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และของ AIT ที่ประเมินผลโครงการลำปาว ปี 2522

$$E_a = 100 \frac{ET + P}{w_p + R}$$

ในเมื่อ ET = ปริมาณการใช้น้ำของข้าว
 P = ปริมาณการรั่วซึมในแปลงนา
 R = ปริมาณฝนที่ตก (ไม่ใช้ฝนใช้การ)



$$w_p = \text{ปริมาณน้ำชลประทานที่มีพื้นที่เพาะปลูกได้รับ}$$

แต่โดยทั่วไปในการปฏิบัติการวัดประสิทธิภาพการให้น้ำของข้าวจะทำการวัดโดยปริมาณน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เพาะปลูกและคำนวณหาประสิทธิภาพจากสมการ

$$\text{เมื่อ } w_d = \text{ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากแปลงนา}$$

หมายเหตุค่า R ในบางที่กำหนดเป็นฝนใช้การ เช่น การหาประสิทธิภาพการชลประทานในหนังสือ

“คู่มือ ตรวจสอบการใช้น้ำและประสิทธิภาพการชลประทาน พ.ศ. 2525”

$$\begin{aligned} & \text{กำหนดใช้ประสิทธิภาพของการชลประทาน (ของข้าว)} \\ & = \frac{\text{จำนวนน้ำที่พืชใช้รวมการระเหย (และรั่วซึม) X 100}}{\text{จำนวนน้ำที่ส่งเข้าโครงการ + ฝนใช้การ}} \end{aligned}$$

ของ Wickham 1973, 1976, IRRI, 1972 อ้างอิงโดย AIT Thesis No. 1367

$$E_u = 100 \frac{ET + S \& P}{Ir + Rn}$$

$$E_u = 100 \frac{Ir + Rn - Sd}{Ir + Rn}$$

ในเมื่อ $E_u =$ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าว

$Ir =$ ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่ง

$Rn =$ ปริมาณฝนใช้การ

$Sd =$ ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากแปลงนา

อย่างไรก็ตาม การหาประสิทธิภาพการให้น้ำของข้าวทั้งสองวิธีนี้ ไม่นิยมใช้กัน เนื่องจากน้ำชลประทานที่พืชใช้จริง คือ Evapotranspiration หรือ Consumptive Use ลบด้วยฝนใช้การ ดังนั้น จะหาประสิทธิภาพการให้น้ำของข้าวจากสูตร

$$E_a = 100 \frac{ET + P - Rn}{Ir}$$

$$\text{หรือ ประสิทธิภาพการให้น้ำ} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ข้าวใช้} + \text{อัตราการรั่วซึม} - \text{ปริมาณฝนใช้การ} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้}}$$

และ ศ.ฉลอง เกิดพิทักษ์ ผู้ที่ได้ทำการค้นคว้าในเรื่องประสิทธิภาพของโครงการชลประทานในประเทศไทยหลายแห่ง ได้แนะนำโดยใช้คำจำกัดความดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพการชลประทาน} & = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}} \\ & \text{(ของข้าวและพืชไร่)} \end{aligned}$$



จากการศึกษาค่าประสิทธิภาพการชลประทานในอดีต แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการชลประทานต่างๆ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

โครงการ	คลอง	ฤดู	ประสิทธิภาพ การ ชลประทาน%	ที่มา
แม่แตง	Main Canal	Dry	45	คลอง(2530)
		Wet	41	
แม่ยม	Main Canal	Dry	59	คลอง(2529)
		Wet	46	
แม่วัง-กัวลม	Main Canal	Dry	32	คลอง(2529)
		Wet	44	
ท่าโบสถ์	1L	Dry	74	คลอง(2530)
		Wet	54	
ชั้นสูตร	1R	Dry	54	คลอง(2529)
		Wet	45	
กำแพงแสน	4L	Dry	55	คลอง(2531)
		Wet	38	
ลำปาว	RMC	Dry	18	คลอง(2530)
		Wet	36	
	LMC	Dry	16	
		Wet	39	
น้ำพอง-หนอง หวาย	RMC	Dry	55	คลอง(2531)
		Wet	24	
	LMC	Dry	37	
		Wet	42	



ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการชลประทานต่างๆ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์/ต่อ

โครงการ	คลอง	ฤดู	ประสิทธิภาพ การ ชลประทาน%	ที่มา
น้ำอูน	LMC	Dry	48	ณัฐพงศ์(2528)
	RMC	Wet	41	
เพชรบุรี	1R	Dry	35	นิรุฒ(2528)
		Wet	40	
	2R	Dry	35	
		Wet	40	
มโนรมย์	LMC	Dry	45	Acers(1980)
		Wet	45	
	ฝน(เตรียมแปลง)	48		
		ฝน(หลังเตรียมแปลง)	50	
	แล้ง(เตรียมแปลง)	40		
		แล้ง(หลังเตรียมแปลง)	43	

ที่มา: (วัชระ 2537)

การคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน ทำได้ในระดับแปลงนา คลองซอย คลองสายใหญ่ หรือระดับโครงการ เป็นรายสัปดาห์หรือตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

เพื่อให้การแปลความหมายของค่าประสิทธิภาพการชลประทานเป็นไปอย่างถูกต้องจึงขอยกตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพการชลประทาน ดังนี้ (ยกตัวอย่าง 4 สัปดาห์)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแสดงการคำนวณประสิทธิภาพการชลประทานและการแปลความหมาย

สัปดาห์	ปริมาณน้ำที่พืช ต้องการตามทฤษฎี (ลบม./วินาที)	การรั่วซึม (ลบม./วินาที)	ฝนใช้การ (ลบม./วินาที)	ปริมาณน้ำที่ส่ง (ลบม./วินาที)	ประสิทธิภาพฯ (%)
1	2.0	0.2	0.5	4.0	42.5
2	2.2	0.2	1.0	3.5	40.0
3	2.3	0.2	2.6	3.0	-0.03 (น้ำเกิน)
4	2.3	0.2	1.0	1.2	108 (ขาดน้ำ)
รวม	8.8	0.8	5.1	11.7	

หมายเหตุ; ค่าประสิทธิภาพชลประทานคิดลบ เนื่องจาก ค่าของฝนใช้การมากกว่าความเป็นจริงเพราะฝนใช้การจริงจะมีปริมาณเกินว่าน้ำที่พืชต้องการใช้ไม่ได้ ในกรณีนี้ค่าประสิทธิภาพการชลประทานเป็นศูนย์

ค่าประสิทธิภาพการชลประทาน เกิน 100% เนื่องจาก ในการคำนวณได้คิดว่าค่าการใช้น้ำของพืชจริงมากกว่าปริมาณน้ำที่ส่งให้ซึ่งเป็นไปได้ แสดงว่าอาจมีพื้นที่บางส่วนไม่ได้รับน้ำตามศักยภาพหรือขาดน้ำ กรณีนี้ค่าประสิทธิภาพการชลประทานเป็น 100% แต่มีบางพื้นที่อาจขาดน้ำ ซึ่งการขาดน้ำส่วนนี้ถ้าไม่มากและไม่นานเกินไป พืชก็จะสามารถทนต่อสภาวะขาดน้ำได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

3.3. ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี

3.3.1 ปริมาณน้ำที่พืชใช้ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration, ET_o)

สูตรที่ให้ค่าการคำนวณใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด คือ Penman Monteith ซึ่งรายละเอียดของสูตรมีดังต่อไปนี้

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\left(\frac{900}{T + 273}\right)U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

- เมื่อ ET_o คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)
- R_n คือ ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ (เมกกะจูล/ตร.ม./วัน)
- G คือ อัตราการเคลื่อนย้ายพลังงานความร้อนในดิน (เมกกะจูล/ตร.ม./วัน)
- T คือ อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
- Δ คือ ค่าความลาดชันของเส้นกราฟแรงดันไอ (กิโลปาสกาล/องศาเซลเซียส)
- γ คือ ค่าคงที่ของ psychrometric (กิโลปาสกาล/องศาเซลเซียส)
- U₂ คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง 2 เมตรจากพื้นดิน (เมตร/วินาที)
- (e_s-e_a) คือ อัตราการเคลื่อนย้าย

การหาการใช้น้ำของพืชจะเปรียบเทียบกับพืชอ้างอิง ดังนั้นการหาค่าการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ (ET) หาได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

$$ET = K_c ET_o$$

โดยที่ K_c เป็นสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืชเพียงอย่างเดียว โดยปลูกพืชอ้างอิงและพืชที่ต้องการหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช เพื่อเปรียบเทียบกันตลอดช่วงการเจริญเติบโต

$$K_c = \frac{ET}{ET_o}$$



หรือสามารถหาได้โดยการเปรียบเทียบการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่ได้จากสูตร FAO หรือ RID (อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ 5/16 และ 7/16) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) โดยใช้สูตร Penman Monteith ของพืชชนิดต่างๆแสดงตัวอย่างดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) โดยใช้สูตร Penman Monteith ของพืชชนิดต่างๆ

สัปดาห์	ข้าว กข. (นาดำ)	ข้าวขาว ดอกมะลิ 105	ข้าวบาสมาดิ	ข้าว สาลี	ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์	ข้าวโพด หวาน	ข้าว ฟ่าง	ถั่ว เหลือง	ถั่ว ลิสง
1	1.03	0.66	1.22	0.50	0.63	0.65	0.54	0.64	0.60
2	1.07	0.79	1.30	0.52	0.72	0.68	0.57	0.69	0.72
3	1.12	0.97	1.36	0.61	0.86	0.84	0.68	0.81	0.85
4	1.29	1.18	1.45	0.76	1.13	0.99	0.84	1.01	0.94
5	1.38	1.35	1.47	1.11	1.35	1.16	1.05	1.23	1.17
6	1.45	1.51	1.49	1.26	1.52	1.22	1.21	1.32	1.24
7	1.50	1.61	1.49	1.33	1.61	1.21	1.23	1.35	1.28
8	1.48	1.64	1.48	1.38	1.63	1.15	1.26	1.34	1.36
9	1.42	1.62	1.46	1.37	1.58	0.96	1.25	1.27	1.04
10	1.34	1.60	1.44	1.32	1.50	0.72	1.20	1.09	0.99
11	1.23	1.55	1.36	1.14	1.38	0.61	1.12	0.85	0.91
12	0.94	1.46	1.23	0.83	1.15		0.94	0.74	0.77
13	0.86	1.28	1.11	0.62	0.90		0.78	0.74	0.60

ที่มา: กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
หมายเหตุ: การคำนวณการใช้น้ำของพืชสามารถได้แบบจำลองจากคู่มือการปฏิบัติงานด้านการคำนวณการใช้น้ำของพืช

ซึ่งเมื่อนำค่า K_c ของพืชจากตารางไปคูณกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ก็จะทำให้ทราบการใช้น้ำของพืชในแต่ละสัปดาห์ ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสามารถคำนวณได้จากสมการการใช้น้ำของพืชซึ่งกลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน ได้มีการศึกษาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในจังหวัดต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา จึงขอยกตัวอย่างของจังหวัดอุดรธานี ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การใช้ น้ำของพืชอ้างอิงในจังหวัดอุดรธานี

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
ET ₀ (มม.)	3.32	4.07	4.85	5.21	4.56	4.08	3.71	3.55	3.61	3.73	3.70

ที่มา : กรมชลประทาน (www.water.rid.go.th/hwm/cropwater/iwrid/index.htm)

หมายเหตุ ; การคำนวณการใช้น้ำของพืชสามารถใช้แบบจำลองจากคู่มือการปฏิบัติงานด้านการคำนวณการใช้น้ำของพืช

3.3.2 ปริมาณน้ำสำหรับบ่อปลา

การหาความต้องการน้ำสำหรับบ่อปลา สามารถคำนวณเป็นรายเดือนจากสูตรดังนี้

$$W_d = R - 0.7Ev - Seep$$

เมื่อ W_d คือ ความต้องการน้ำสำหรับบ่อปลา (มม.)

R คือ ปริมาณฝน (มม.)

Ev คือ อัตราการระเหยจากถาดแบบ Class A (มม.)

$Seep$ คือ อัตราการซึมลึกของน้ำลงไปดิน (มม.)

ในกรณีที่ปริมาณฝนมากกว่าการระเหยและการซึมลึก (หมายถึงค่าคำนวณมีค่าเป็นบวก) จะไม่มีความต้องการน้ำสำหรับบ่อปลา

3.4 ปริมาณการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา

สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน ได้กำหนดค่าการรั่วซึมของน้ำในแปลงนาเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทาน ในการจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการฯ เป็นภาคดังนี้ คือ

ภาคกลาง ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวัน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวัน

ภาคอื่นๆ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน

หมายเหตุ; ในกรณีที่โครงการมีผลการทดลองหรือมีตรวจวัดในพื้นที่จึงสมควรใช้ค่าที่ถูกต้องและเหมาะสม

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำรั่วซึม (ม.}^3\text{/วินาที)} &= \frac{\text{พื้นที่ (ไร่)} \times 1600 \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)}}{1000 \times 24 \times 60 \times 60} \\ &= 1.852 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)} \end{aligned}$$

3.5 ปริมาณฝนใช้การ

ฝนใช้การ (Effective Rainfall) หมายถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชนั้น ซึ่งฝนที่ตกลงมานั้นถือว่าเป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด เพราะว่าส่วนที่เป็นประโยชน์ที่แท้จริงคือส่วนที่ซึมลงไปเก็บไว้ที่เขตรากซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ ฝนใช้การสำหรับพืชแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน เช่น กรณีของข้าวนั้น ฝนที่จะเป็นประโยชน์ก็คือส่วนที่ตกลงมาแล้วข้างบนแปลงนาในระดับที่ไม่เป็นอันตรายแก่ต้นข้าว และอาจจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ อาทิเช่น ชนิด อายุ คุณสมบัติของดิน ปริมาณฝน ความสูงของคันนา เป็นต้น

3.5.1 ปริมาณฝนใช้การสำหรับข้าว

3.5.2 ปริมาณฝนใช้การสำหรับพืชไร่

การคำนวณฝนใช้การสามารถได้จาก คู่มือการปฏิบัติงานคำนวณฝนใช้การ ได้

4. หน้าที่ความรับผิดชอบ

4.1 อธิบดีกรมชลประทาน (อชช.) รับทราบและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้ง ตลอดจนตัดสินใจสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 รองอธิบดีฝ่ายบำรุงรักษา (รชบ.) รับทราบและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้ง

4.3 ผู้อำนวยการสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ (ผส.อน.) รับทราบและตรวจสอบผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของสำนักชลประทานที่ 1-17

4.4 ผู้อำนวยการสำนักชลประทานที่ 1-17(ผส.ชป.) รับทราบและตรวจสอบผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการในสังกัด

4.5 ผู้อำนวยการส่วนบริหารจัดการน้ำ (ผจน.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของสำนักชลประทานที่ 1-17

4.6 ผู้อำนวยการส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่ 1-17 (ผบร.ชป.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการในสังกัด

4.7 ผู้อำนวยการโครงการชลประทาน (ผอ.คป.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน

4.8 ผู้อำนวยการโครงการชลประทาน (ผอ.คป.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

4.9 หัวหน้ากลุ่มงานจัดสรรน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำ (กจ.จน.) วางแผนและรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้งของสำนักชลประทานที่ 1-17

4.10 หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการจัดสรรน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำ (ศป.จน.)วางแผนและรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนของสำนักชลประทานที่ 1-17

4.11 หัวหน้าฝ่ายบริหารและจัดการน้ำ (ผจน.ชป.) ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา วางแผนและรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้งของโครงการในสังกัดสำนักชลประทาน

4.12 หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน(ผจน.คป./ผจน.คบ.)วางแผนและจัดทำรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้งและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

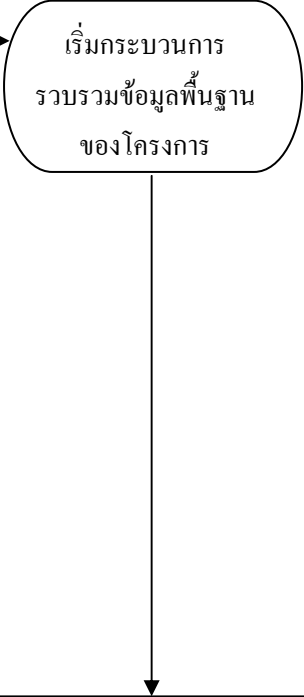

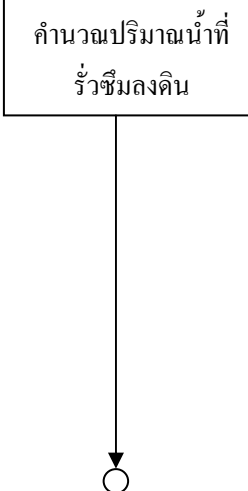
4.13 หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา(ผสบ.คป/ผสบ.คบ.)วางแผนและจัดทำรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้งและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

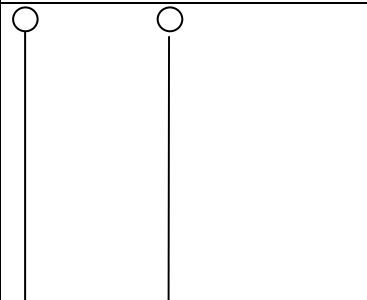
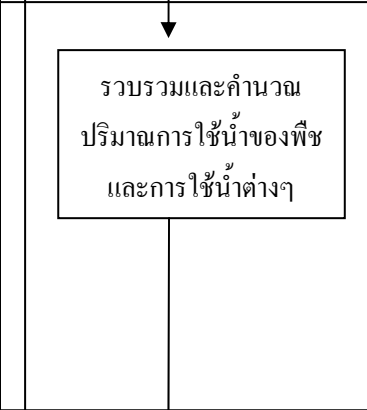
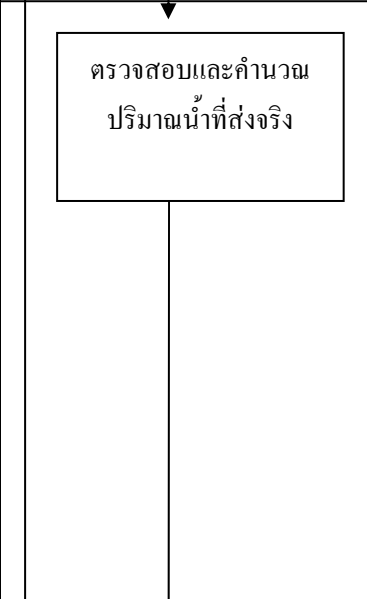
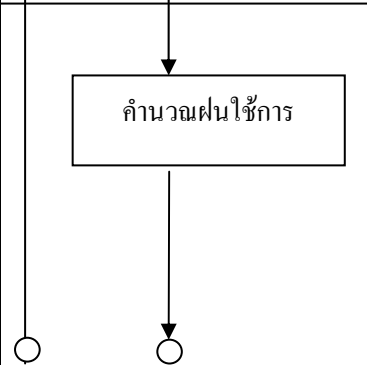
5. ผังกระบวนการ

ผังกระบวนการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

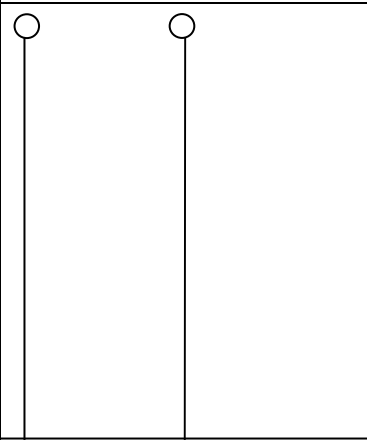
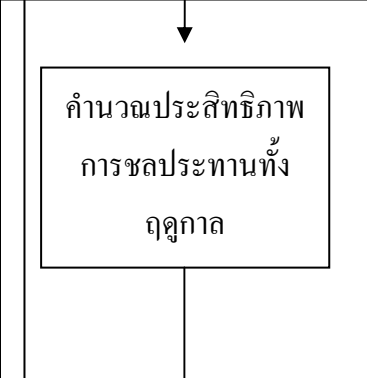
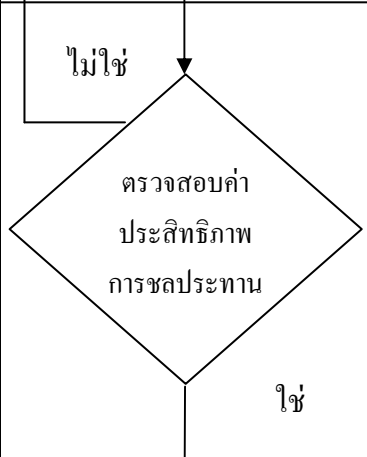
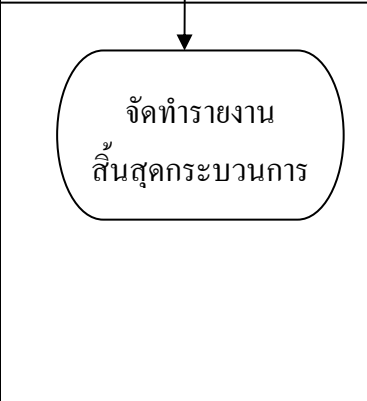
ได้แสดงรายละเอียดไว้ในส่วนผังกระบวนการ

ผังกระบวนการ

ที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
1.	 <pre> graph TD A([เริ่มกระบวนการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของโครงการ]) --> B[↓] </pre>	<p>เริ่มต้นฤดูกาลก่อนการเพาะปลูกและส่งน้ำ 1 สัปดาห์</p>	<p>1.ศึกษาพื้นที่โครงการที่จะนำมาคำนวณประสิทธิภาพการชลประทาน โดยตรวจสอบพื้นที่ทั้งหมด(ปลูกพืชจริง)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูกข้าว ซึ่งประกอบไปด้วย พื้นที่เตรียมแปลงเพาะปลูกข้าว พื้นที่ตักกล้า พื้นที่ปักดำ พื้นที่นาหว่าน และข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยว - ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูกของพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกผัก และข้อมูลพื้นที่บ่อเลี้ยงปลา (อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ 1/16 เรื่องการเก็บข้อมูลพื้นฐานการจัดการน้ำของโครงการชลประทาน) 	<p>- ฝส.คป./ฝส.คบ.</p>
2.	 <pre> graph TD A[ตรวจสอบพื้นที่เพาะปลูกจริง] --> B[↓] </pre>	<p>รายสัปดาห์</p>	<p>2. คำนวณพื้นที่ความก้าวหน้าของการปลูกพืชแต่ละชนิดและคำนวณหาพื้นที่เตรียมแปลงของแต่ละสัปดาห์</p>	<p>- ฝจน.คป./ฝจน.คบ.</p>
3.	 <pre> graph TD A[คำนวณปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงดิน] --> B[↓] </pre>	<p>ก่อนฤดูกาล 1 สัปดาห์</p>	<p>3. ข้อมูลปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงในดินบนแปลงเพาะปลูก โดยได้กำหนดค่าการรั่วซึมของน้ำในแปลงนาเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทานในการจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการฯเป็นภาคดังนี้คือ</p>	<p>- ฝจน.คป./ฝจน.คบ.</p>

ที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
			<p>ภาคกลางใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ1.0 มม./วัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มม./วัน ภาคอื่นๆใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ1.5 มม./วัน</p>	
4.		รายสัปดาห์	<p>4. กำหนดหาปริมาณการใช้น้ำ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ในการตกกล้า - ของพืชแต่ละชนิด - ของบ่อปลา - ของกิจกรรมต่างๆ <p>(อ้างอิงจาก คู่มือเล่มที่ 7/16 เรื่องการคำนวณการใช้น้ำของพืช)</p>	- ผจก.คป./ ผจก.คป.
5		รายสัปดาห์	<p>5. กำหนดหาปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งจริงให้เพื่อการเพาะปลูกจากข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งผ่านประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่และข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำอื่น ๆ นอกเหนือจากการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก</p> <p>(อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ 12/16 เรื่องปฏิบัติการส่งน้ำของโครงการชลประทาน) และ</p> <p>(อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ 13/16 เรื่องคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน)</p>	- ผจก.คป./ ผจก.คป.
6.		รายสัปดาห์	<p>6. กำหนดหาปริมาณฝนใช้การ โดยหาตัวแทนปริมาณฝนที่ตกบนพื้นที่ซึ่งคำนวณจากข้อมูลฝนรายวันของแต่ละสถานีกับค่า Factor ของสถานีวัดน้ำฝน และเปลี่ยนจากฝนรายวันเป็นรายสัปดาห์</p> <p>(อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ 6/16 เรื่องการคำนวณฝนใช้การได้)</p>	- ผจก.คป./ ผจก.คป. - ผสบ.คป./ ผสบ.คป.

ที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
7.		รายสัปดาห์	<p>7. คำนวณประสิทธิภาพการชลประทานรายสัปดาห์ ประสิทธิภาพการชลประทาน (ของข้าวและพืชไร่)</p> $= (\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}) \times 100 / \text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}$	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ. - ฝสบ.คป./ ฝสบ.คบ.
8.		รายสัปดาห์	<p>8. ตรวจสอบวิเคราะห์ ประเมินผลการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานโดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า 100 % หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานหากข้อมูลถูกต้อง แสดงว่าเกิดเหตุการณ์ขาดน้ำหรือฝนตกเกินความต้องการ</p>	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ. - ฝสบ.คป./ ฝสบ.คบ.
9.		หลังจากสิ้นสุดฤดูกาลปลูกพืช 2 สัปดาห์	<p>9. รวบรวมข้อมูลทั้งหมดตลอดช่วงฤดูกาล ประกอบด้วยข้อมูล</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลพื้นที่เตรียมแปลง ข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูก และระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูก - ข้อมูลปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงในดินบนแปลงเพาะปลูก (Percolation) - ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(Potential Evapotranspiration) - ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient) 	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ. - ฝสบ.คป./ ฝสบ.คบ.

ที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
			<ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูกข้าว และพืชชนิดอื่นๆ - ข้อมูลปริมาณน้ำที่ส่งผ่านอาคารวัดน้ำเพื่อไปยังพื้นที่เพาะปลูก - ข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ - ข้อมูลปริมาณฝนใช้การ 	
10		หลังจากสิ้นสุดฤดูกาลปลูกพืช 2 สัปดาห์	<p>10. คำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานตลอดทั้งฤดูกาลเพาะปลูก</p> <p>ประสิทธิภาพการชลประทาน(ของข้าวและพืชไร่) = (ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี + การ รั่วซึม - ฝนใช้การ) x 100/ปริมาณน้ำที่ส่ง</p>	- ผจน.คป./ ผจน.คบ. - ผสบ.คป./ ผสบ.คบ.
11.		หลังจากสิ้นสุดฤดูกาลปลูกพืช 2 สัปดาห์	<p>11. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ประเมินผลการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานโดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า 100 % หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบ ไม่น่าเชื่อถือ ให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลและจัดทำหมายเหตุประกอบการคำนวณไว้เป็นหลักฐาน</p>	- ผจน.คป./ ผจน.คบ.
12.		สิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูก	<p>12. จัดทำรายงานเพื่อเปรียบเทียบผลการส่งน้ำของฤดูกาลปัจจุบันเทียบกับช่วงอื่นๆ และเสนอแนะแนวทางเพื่อการเพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป อาทิ การประเมินการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ การตรวจสอบปรับปรุงอาคารชลประทาน คลองส่งน้ำ หรือสอบเทียบอาคารเพื่อให้วัดปริมาณน้ำได้อย่างถูกต้อง ฯลฯ</p>	- ผจน.คป./ ผจน.คบ.

6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

6.1 ศึกษาพื้นที่โครงการที่จะนำมาคำนวณประสิทธิภาพการชลประทาน โดยตรวจสอบพื้นที่ทั้งหมด (ปลูกพืชจริง)

6.1.1 ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูก ข้าว ซึ่งประกอบไปด้วย พื้นที่เตรียมแปลงเพาะปลูก ข้าว พื้นที่ตกกล้า พื้นที่นาปักดำ พื้นที่นาหว่าน และข้อมูลพื้นที่เกี่ยวเกี่ยว

6.1.2 ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูกของพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกผัก และข้อมูลพื้นที่บ่อเลี้ยงปลา

6.2 คำนวณพื้นที่ความก้าวหน้าของการปลูกพืชแต่ละชนิด และคำนวณหาพื้นที่เตรียมแปลงของแต่ละปี

6.3 ข้อมูลปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงในดินบนแปลงเพาะปลูก โดยได้กำหนดค่าการรั่วซึมของน้ำในแปลงนาเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทานในการจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการฯ เป็นภาคดังนี้ คือ

ภาคกลาง ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวัน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวัน

ภาคอื่นๆ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน

6.4 คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำ

- ในการตกกล้า
- ของพืชแต่ละชนิด
- ของบ่อปลา
- ของกิจกรรมต่างๆ

6.5 คำนวณหาปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งจริงให้เพื่อการเพาะปลูกจากข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งผ่านประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่และข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำอื่น ๆ นอกเหนือจากการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก

6.6 คำนวณหาปริมาณฝนใช้การ โดยหาตัวแทนปริมาณฝนที่ตกบนพื้นที่ซึ่งคำนวณจากข้อมูลฝนรายวันของแต่ละสถานีกับค่า Factor ของสถานีวัดน้ำฝนซึ่งกระจายอยู่ในแต่ละ โชน และเปลี่ยนจากฝนรายวันเป็นรายสัปดาห์

6.7 คำนวณประสิทธิภาพการชลประทานรายสัปดาห์

ประสิทธิภาพการชลประทาน = $\frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}} \times 100$

6.8 ตรวจสอบวิเคราะห์ประเมินผลการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน โดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า 100% หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานหากข้อมูลถูกต้องแสดงว่าเกิดเหตุการณ์ขาดน้ำหรือฝนตกเกินความต้องการ

6.9 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดตลอดช่วงฤดูกาล ประกอบด้วยข้อมูล

- ข้อมูลพื้นที่เตรียมแปลงข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูกและระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูก

- ข้อมูลปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงในดินบนแปลงเพาะปลูก (Percolation)
- ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(Potential Evapotranspiration)
- ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)
- ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูกข้าว และพืชชนิดอื่นๆ
- ข้อมูลปริมาณน้ำที่ส่งผ่านอาคารวัดน้ำเพื่อไปยังพื้นที่เพาะปลูก
- ข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ เช่น พื้นที่การใช้น้ำบ่อปลา
- ข้อมูลปริมาณฝนใช้การ

6.10 กำหนดหาประสิทธิภาพการชลประทานตลอดทั้งฤดูกาลเพาะปลูก

ประสิทธิภาพการชลประทาน = $\frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}}$ x 100
(ข้าวและพืชไร่)

6.11 ตรวจสอบ วิเคราะห์ ประเมินผลการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานโดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า 100 % หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบ ไม่น่าเชื่อถือ ให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลและจัดทำหมายเหตุประกอบการคำนวณไว้เป็นหลักฐาน

6.12 จัดทำรายงานเพื่อเปรียบเทียบผลการส่งน้ำของฤดูกาลปัจจุบันเทียบกับช่วงอื่นๆ และเสนอแนะแนวทางเพื่อการเพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป อาทิ การประเมินการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ การตรวจสอบปรับปรุงอาคารชลประทาน คลองส่งน้ำ หรือสอบเทียบอาคารเพื่อให้วัดปริมาณน้ำได้อย่างถูกต้อง ฯลฯ

7.มาตรฐานงาน

การดำเนินการเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอน และมาตรฐานเวลาให้เป็นไปตามกระบวนการคู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำของโครงการชลประทาน

8.ระบบติดตามและประเมินผล

ติดตามการประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน เป็นรายสัปดาห์และรายเดือนโดยสำนักชลประทานที่ 1-17 เป็นผู้รายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำ สภาพปัญหาและอุปสรรค เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงการวางแผนและแนวทางการปฏิบัติในฤดูกาลต่อไป

9.เอกสารอ้างอิง

ฉลอง เกิดพิทักษ์, 2527, การจัดการน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย. ภาควิชาทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พิพัฒน์ เสถียรพันธุฤทธิ์, การประเมินประสิทธิภาพชลประทาน. ฝ่ายจัดสรรน้ำ, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน กรุงเทพฯ.

วิบูลย์ บุญยชโรกุล, 2526, หลักการชลประทาน. วิศวกรรมชลประทาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัชระ เสือดี 2537, การพัฒนาโปรแกรมจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการใช้น้ำสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

10.แบบฟอร์มที่ใช้

อ้างอิงคู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำของโครงการชลประทาน

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

การคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน คำนวณโดยใช้ตารางใน Excel อาศัยหลักการของ
คลอง เกิดพิทักษ์ (2531) ในที่นี้ได้แสดงขั้นตอนการคำนวณ โดยยกตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพชลประทานของ
โครงการ (ก.) ซึ่งจะคำนวณในฤดูแล้งปี 2551-2552 ของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย (LMC)

ค่าที่เหมาะสมสำหรับโครงการ (ก.)

- ปริมาณน้ำในการเตรียมแปลงฤดูแล้ง	= 250 มม./ไร่
- ปริมาณน้ำในการเตรียมแปลงฤดูฝน	= 200 มม./ไร่
- ปริมาณน้ำเตรียมแปลง(พืชไร่) ฤดูแล้ง	= 75 มม./ไร่
- ปริมาณน้ำเตรียมแปลง(พืชไร่)ฤดูฝน	= 48 มม./ไร่
- อัตราการรั่วซึมในฤดูแล้ง	= 2.5 มม./วัน
- อัตราการรั่วซึมในฤดูฝน	= 1 มม./วัน
- ระยะเวลาในการเตรียมแปลง 1 ไร่	= 2 สัปดาห์
- อายุของต้นกล้า	= 2 สัปดาห์
- อายุข้าวตลอดฤดูการ	= 13 สัปดาห์

1) รวบรวมกิจกรรมการเพาะปลูกแต่ละสัปดาห์ในพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 5
 ตารางที่ 5 กิจกรรมการเพาะปลูกจากพื้นที่คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย

สัปดาห์ที่	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่การเพาะปลูก(ไร่)								
		LMCคลองสายใหญ่								
		เตรียม แปลง	ตก กล้า	นา ดำ	นาหว่าน	พืชไร่	พืชผัก	ดอกไม้	บ่อ ปลา	อื่นๆ
1	25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52	4,768	0	0	1,268	173	79	2	75	59
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	8,005	0	0	3,164	422	125	2	653	67
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	9,873	4	0	6,978	775	130	2	905	69
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค. 52	11,128	0	0	9,969	1,304	130	2	1,027	73
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52	14,405	0	58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
7	4 ก.พ.52 - 11 ก.พ.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
9	19 ก.พ. 52 - 25 ก.พ.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
11	5 มี.ค.52 - 11 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
12	12 มี.ค.52 - 18 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	1,392	150
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52			58	13,993	1,568	29	2	1,256	127
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52			39	11,694	947	29	0	1,068	68
20	7 พ.ค.52 - 13 พ.ค.52			11	7,226	497	29	0	862	61
21	14 พ.ค.52 - 20 พ.ค.52			0	3,693	163	29	0	668	59
22	21 พ.ค.52 - 27 พ.ค.52			0	1,601	150	29	0	506	59
23	28 พ.ค.52 - 3 มิ.ย. 52			0	12	150	29	0	0	0

หมายเหตุ การเก็บข้อมูลจะทำ 2 ช่วงคือ ช่วงการรายงานผลการเพาะปลูก 5 สัปดาห์แรก และช่วงการรายงาน
 ผลการเก็บเกี่ยว 5 สัปดาห์สุดท้าย

2) คำนวณหาพื้นที่ที่เตรียมแปลงของแต่ละสัปดาห์และคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงแสดงในตารางที่ 6 ตารางที่ 6 การคำนวณหาพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง

สัปดาห์ที่	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่เตรียมแปลง				ปริมาณน้ำที่ต้องการ (ม. ³ /วินาที)
		สะสม (ไร่)	แต่ละสัปดาห์ (ไร่)	รวมแต่ละสัปดาห์		
					(ไร่)	
1	25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52	4,768	4,768	4768	4,768	1.58
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	8,005	3,237	4768+3237	8,005	2.65
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	9,873	1,868	3237+1868	1,868	0.62
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค. 52	11,128	1,256	1868+1256	3,123	1.03
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52	14,405	3,276	1256+3276	3,276	1.08
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52			3276	3,276	1.08
7	4 ก.พ.52 - 11 ก.พ.52					
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52					
9	19 ก.พ. 52 - 25 ก.พ.52					
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52					
11	5 มี.ค.52 - 11 มี.ค.52					
12	12 มี.ค.52 - 18 มี.ค.52					
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52					
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52					
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52					
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52					
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52					
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52					
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52					
20	7 พ.ค.52 - 13 พ.ค.52					
21	14 พ.ค.52 - 20 พ.ค.52					
22	21 พ.ค.52 - 27 พ.ค.52					
23	28 พ.ค.52 - 3 มิ.ย. 52					

โดยมีพื้นที่เตรียมแปลงทั้งหมด 14404.5 ไร่

สมมติให้ปริมาณใช้ในการเตรียมแปลง 250 มม.

และระยะในการเตรียมแปลงต่อ 1 ไร่ 14 วัน

ในเวลา 1 วัน ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง = $250 / 14 = 17.857$ มม.

*ปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมแปลง (ม.³/วินาที) = $\frac{\text{พื้นที่เตรียมแปลง(ไร่)} \times 1,600 \times 250}{1000 \times 14 \times 24 \times 60 \times 60}$

$$= 3.307 \times 10^{-4} \times \text{พื้นที่เตรียมแปลง (ไร่)}$$

เช่น ในสัปดาห์ที่ 1 (25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52)

$$\text{ปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมแปลง} = 3.307 \times 10^{-4} \times 4,768 = 1.58 \text{ (ม.³/วินาที)}$$

3) คำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการตกกล้าดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการตกกล้า

สัปดาห์ ที่	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่ตกกล้า			Kc	ETp (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ ต้องการใช้ (ม. ³ /วินาที)
		สะสม (ไร่)	แต่ละสัปดาห์ (ไร่)	รวม			
1	25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52	0	0	0	1	2.98	0
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	0	0	0	1	3.10	0
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	4	4	4	1	3.10	0.000229
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค. 52	0	0	4	1	3.10	0.000000
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52						
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52						
7	4 ก.พ.52 - 11 ก.พ.52						
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52						
9	19 ก.พ. 52 - 25 ก.พ.52						
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52						
11	5 มี.ค.52 - 11 มี.ค.52						
12	12 มี.ค.52 - 18 มี.ค.52						
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52						
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52						
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52						
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52						
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52						
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52						
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52						
20	7 พ.ค.52 - 13 พ.ค.52						
21	14 พ.ค.52 - 20 พ.ค.52						
22	21 พ.ค.52 - 27 พ.ค.52						
23	28 พ.ค.52 - 3 มิ.ย. 52						

หมายเหตุ ต้นกล้าอายุ 14 วัน (2 สัปดาห์) ก่อนถอนไปปักดำ และกำหนดให้ Kc = 1

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำที่ต้นกล้าใช้ (ม.³/วินาที)} &= \frac{\text{พื้นที่ตกกล้า (ไร่)} \times 1600 \times Kc \times ETo \text{ (มม./วัน)}}{1000 \times 24 \times 60 \times 60} \\ &= 1.852 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times ETo \text{ (มม./วัน)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เช่น ในสัปดาห์ที่ 3(8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52) ปริมาณน้ำที่ต้นกล้าใช้} &= 1.852 \times 10^{-5} \times 3.10 \\ &= 0.000229 \quad \text{(ม.³/วินาที)} \end{aligned}$$

4) คำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชเฉลี่ย (wrcrf) ของพืชต่างๆ ดังแสดงตารางที่ 8 ถึง ตารางที่ 12 เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว(Weighted Crop Coefficient ,wrcrf) สำหรับนาหวาน

สัปดาห์ที่	Kc	To	Weekly proportion																wrcrf
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0	1,268	1268																0
2	0	3,164	1896	1268															0
3	0.8	6,978	3814	1896	1268														0.15
4	1.05	9,969	2991	3814	1896	1268													0.29
5	1.25	14,363	4393	2991	3814	1896	1268												0.46
6	1.4	14,363	0	4393	2991	3814	1896	1268											0.73
7	1.5	14,363			4393	2991	3814	1896	1268										1.11
8	1.55	14,363				4393	2991	3814	1896	1268									1.29
9	1.6	14,363					4393	2991	3814	1896	1268								1.42
10	1.63	14,363						4393	2991	3814	1896	1268							1.51
11	1.68	14,363							4393	2991	3814	1896	1268						1.57
12	1.6	14,363								4393	2991	3814	1896	1268					1.6
13	1.5	14,363									4393	2991	3814	1896	1268				1.62
14	1.36	14,363										4393	2991	3814	1896	1268			1.59
15	1.08	14,363											4393	2991	3814	1896	1268		1.52
16	0.65	14,363												4393	2991	3814	1896	1268	1.36
17		14,363													4393	2991	3814	1896	1.22
18		13,993														4393	2991	3814	1.04
19		11,694															4393	2991	0.91
20		7,226																4393	0.65
21		3,693																	
22		1,601																	
23		12																	

หมายเหตุ ค่า K_c ใช้ของข้าวพันธุ์ กข

ยกตัวอย่าง สัปดาห์ที่ 1 wrcrf = (1268 x 0)/1268 = 0

สัปดาห์ที่ 2 wrcrf = ((1896 x 0) + (1268 x 0)) / (1268+ 1268) = 0

สัปดาห์ที่ 3 wrcrf = ((3814 x 0) + (1896 x 0) + (1268 x 0.8)) / (3814+1268+ 1268) = 0.15

ตารางที่ 9 สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว(Weighted Crop Coefficient ,wcrf) สำหรับพืชไร่

สัปดาห์ที่	Kc	To	Weekly proportion													wcrf	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	1.03	58	58														1.03
2	1.07	58		58													1.07
3	1.12	58			58												1.12
4	1.29	58				58											1.29
5	1.38	58					58										1.38
6	1.45	58						58									1.45
7	1.5	58							58								1.5
8	1.48	58								58							1.48
9	1.42	58									58						1.42
10	1.34	58										58					1.34
11	1.23	58											58				1.23
12	0.94	58												58			0.94
13	0.86	58													58		0.86
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	

หมายเหตุ ค่า K_c ใช้ของถั่วลิสงเป็นตัวแทน

ตารางที่ 10 สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient ,wcrf) สำหรับพืชผัก

สัปดาห์ ที่	Kc	To	Weekly proportion															wcrf
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	0.73	79	78.5															0.73
2	0.82	125	46.5	78.5														0.79
3	0.91	130	5	46.5	78.5													0.87
4	1.01	130	0	5	46.5	78.5												0.97
5	1.12	198	67.7	0	5	46.5	78.5											0.96
6	1.21	198	0	67.7	0	5	46.5	78.5										1.05
7	1.3	198			67.7	0	5	46.5	78.5									1.14
8	1.36	198				67.7	0	5	46.5	78.5								1.22
9	1.41	198					67.7	0	5	46.5	78.5							1.30
10	1.41	198						67.7	0	5	46.5	78.5						1.34
11	1.37	198							67.7	0	5	46.5	78.5					1.36
12	1.31	198								67.7	0	5	46.5	78.5				1.34
13	1.22	198									67.7	0	5	46.5	78.5			1.31
14	1.08	198										67.7	0	5	46.5	78.5		1.23
15	0.92	198											67.7	0	5	46.5	78.5	1.12
16	0	198												67.7	0	5	46.5	1.15
17	0	198													67.7	0	5	1.20
18		29														67.7	0	1.08
19		29															67.7	0.92
20		29																
21		29																
22		29																
23		29																

หมายเหตุ ค่า K_c ใช้ของมะเขือเทศเป็นตัวแทน

ตารางที่ 11 สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient ,wrcf) สำหรับพืชอื่นๆ

สัปดาห์ที่	Kc	To	Weekly proportion																							wrcf
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	0.88	59	59																						0.88	
2	0.88	67	8	59																					0.88	
3	0.88	69	2	8	59																				0.88	
4	0.88	73	4	2	8	59																			0.88	
5	0.88	150	77	4	2	8	59																		0.88	
6	1.23	150	0	76.75	4	2	8	59																	1.02	
7	1.23	150			76.75	4	2	8	59																1.04	
8	1.23	150				76.75	4	2	8	59															1.04	
9	1.23	150					76.75	4	2	8	59														1.05	
10	1.03	150						76.75	4	2	8	59													1.15	
11	1.03	150							76.75	4	2	8	59												1.14	
12	1.03	150								76.75	4	2	8	59											1.14	
13	1.03	150									76.75	4	2	8	59										1.13	
14	0.98	150										76.75	4	2	8	59									1.01	
15	0.98	150											76.75	4	2	8	59								1.01	
16	0.98	150												76.75	4	2	8	59							1.01	
17	0.98	150													76.75	4	2	8	59						1.01	
18	0.98	127														76.75	4	2	8	59					0.98	
19	0.77	68															76.75	4	2	8	59				0.90	
20	0.77	61																76.75	4	2	8	59			0.89	
21	0.77	59																	76.75	4	2	8	59		0.88	
22	0.77	59																		76.75	4	2	8	59	0.88	
23	1.09	0																			76.75	4	2	8	59	0.90

หมายเหตุค่า K_c ใช้ของหญ้าเป็นตัวแทน

ตารางที่ 12 สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient ,wcrf) สำหรับดอกไม้

สัปดาห์ที่	Kc	To	Weekly proportion									wcrf	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	0.36	2	2										0.360
2	0.58	2	0	2									0.580
3	0.77	2	0	0	2								0.770
4	0.93	2	0	0	0	2							0.930
5	1.07	5	3	0	0	0	2						0.428
6	1.18	5		3	0	0	0	2					0.820
7	1.27	5			3	0	0	0	2				0.970
8	1.33	5				3	0	0	0	2			1.090
9	1.38	5					3	0	0	0	2		1.194
10	0	5						3	0	0	0		1.180
11	0	5							3	0	0		1.270
12	0	5								3	0		1.330
13	0	5									3		1.380
14	0	5											
15	0	5											
16	0	5											
17	0	5											
18	2	2											
19	0	0											
20	0	0											
21	0	0											
22	0	0											
23	0	0											

หมายเหตุ ค่า K_c ใช้ของดอกบานขึ้นเป็นตัวแทน

5) คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด

ตารางที่ 13 การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชต่างๆ

ลำดับที่	นาหว่าน				นาดำ				พืชไร่			
	To	wrcr	ETo	ปริมาณน้ำ นาหว่าน	To	wrcr	ETo	ปริมาณน้ำ นาดำ	To	wrcr	ETo	ปริมาณน้ำ พืชไร่
	(ไร่)		(มม./ วัน)	(ม. ³ /วินาที)	(ไร่)		(มม./วัน)	(ม.3/วินาที)	(ไร่)		(มม./วัน)	(ม.3/วินาที)
1	1,268	0.0000	2.9829	0.0000	0	0	2.9829	0.0000	173	0.6000	2.9829	0.0057
2	3,164	0.0000	3.0979	0.0000	0	0	3.0979	0.0000	422	0.6493	3.0979	0.0157
3	6,978	0.1454	3.0979	0.0582	0	0	3.0979	0.0000	775	0.6943	3.0979	0.0309
4	9,969	0.2857	3.0979	0.1634	0	0	3.0979	0.0000	1,304	0.7253	3.0979	0.0543
5	14,363	0.4614	3.0979	0.3802	58	1.03	3.0979	0.0034	2,054	0.7631	3.0979	0.0899
6	14,363	0.7341	3.5235	0.6879	58	1.07	3.5235	0.0040	2,054	0.8896	3.5235	0.1192
7	14,363	1.1126	3.8428	1.1371	58	1.12	3.8428	0.0046	2,054	1.0117	3.8428	0.1479
8	14,363	1.2881	3.8428	1.3166	58	1.29	3.8428	0.0053	2,054	1.1274	3.8428	0.1648
9	14,363	1.4181	3.8428	1.4494	58	1.38	3.8428	0.0057	2,054	1.2190	3.8428	0.1782
10	14,363	1.5074	4.3422	1.7409	58	1.45	4.3422	0.0068	2,054	1.2257	4.3422	0.2025
11	14,363	1.5700	4.7167	1.9696	58	1.5	4.7167	0.0076	2,054	1.1930	4.7167	0.2141
12	14,363	1.6032	4.7167	2.0113	58	1.48	4.7167	0.0075	2,054	1.1097	4.7167	0.1991
13	14,363	1.6187	4.7167	2.0306	58	1.42	4.7167	0.0072	2,054	0.9350	4.7167	0.1678
14	14,363	1.5914	4.7902	2.0276	58	1.34	4.7902	0.0069	2,054	0.8430	4.7902	0.1536
15	14,363	1.5203	5.2311	2.1153	58	1.23	5.2311	0.0069	2,054	0.7322	5.2311	0.1457
16	14,363	1.3629	5.2311	1.8963	58	0.94	5.2311	0.0053	2,054	0.6292	5.2311	0.1252
17	14,363	1.2226	5.2311	1.7011	58	0.86	5.2311	0.0048	2,054	0.5351	5.2311	0.1065
18	13,993	1.0434	5.2311	1.4143	58	0	5.2311	0.0000	1,568	0.4793	5.2311	0.0728
19	11,694	0.9058	4.8312	0.9476	39	0	4.8312	0.0000	947	0.4500	4.8312	0.0381
20	7,226	0.6500	4.7645	0.4144	11	0	4.7645	0.0000	497	0.0000	4.7645	0.0000
21	3,693	0.0000	4.7645	0.0000	0	0	4.7645	0.0000	163	0.0000	4.7645	0.0000
22	1,601	0.0000	4.7645	0.0000	0	0	4.7645	0.0000	150	0.0000	4.7645	0.0000
23	12	0.0000	4.5501	0.0000	0	0	4.5501	0.0000	150	0.0000	4.5501	0.0000

ตารางที่ 13 การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชต่างๆ(ต่อ)

สัปดาห์ที่	พืชผัก				พืชอื่นๆ				ดอกไม้			
	To	wrcrcr	ETo	ปริมาณน้ำ	To	wrcrcr	ETo	ปริมาณน้ำ	To	wrcrcr	ETo	ปริมาณน้ำของ
				พืชผัก				พืชอื่นๆ				ดอกไม้
	(ไร่)		(มม./วัน)	(ม.3/วินาที)	(ไร่)		(มม./วัน)	(ม.3/วินาที)	(ไร่)		(มม./วัน)	(ม.3/วินาที)
1	79	0.7300	2.9829	0.0032	59	0.8800	2.9829	0.0029	2	0.360	2.9829	0.0000
2	125	0.7865	3.0979	0.0056	67	0.8800	3.0979	0.0034	2	0.580	3.0979	0.0001
3	130	0.8709	3.0979	0.0065	69	0.8800	3.0979	0.0035	2	0.770	3.0979	0.0001
4	130	0.9669	3.0979	0.0072	73	0.8800	3.0979	0.0037	2	0.930	3.0979	0.0001
5	198	0.9552	3.0979	0.0108	150	0.8800	3.0979	0.0076	5	0.428	3.0979	0.0001
6	198	1.0502	3.5235	0.0136	150	1.0179	3.5235	0.0099	5	0.820	3.5235	0.0003
7	198	1.1407	3.8428	0.0161	150	1.0366	3.8428	0.0110	5	0.970	3.8428	0.0003
8	198	1.2222	3.8428	0.0172	150	1.0413	3.8428	0.0111	5	1.090	3.8428	0.0004
9	198	1.2961	3.8428	0.0182	150	1.0506	3.8428	0.0112	5	1.194	3.8428	0.0004
10	198	1.3402	4.3422	0.0213	150	1.1512	4.3422	0.0139	5	1.180	4.3422	0.0005
11	198	1.3564	4.7167	0.0234	150	1.1405	4.7167	0.0149	5	1.270	4.7167	0.0006
12	198	1.3438	4.7167	0.0232	150	1.1378	4.7167	0.0149	5	1.330	4.7167	0.0006
13	198	1.3101	4.7167	0.0226	150	1.1325	4.7167	0.0148	5	1.380	4.7167	0.0006
14	198	1.2318	4.7902	0.0216	150	1.0103	4.7902	0.0134	5	0.000	4.7902	0.0000
15	198	1.1194	5.2311	0.0214	150	1.0076	5.2311	0.0146	5	0.000	5.2311	0.0000
16	198	1.1483	5.2311	0.0220	150	1.0070	5.2311	0.0146	5	0.000	5.2311	0.0000
17	198	1.1994	5.2311	0.0230	150	1.0056	5.2311	0.0146	5	0.000	5.2311	0.0000
18	29	1.0800	5.2311	0.0030	127	0.9800	5.2311	0.0121	2	0.000	5.2311	0.0000
19	29	0.92	4.8312	0.0169	68	0.8973	4.8312	0.0055	0	0.000	4.8312	0.0000
20	29	0	4.7645	0.0000	61	0.8860	4.7645	0.0048	0	0.000	4.7645	0.0000
21	29	0	4.7645	0.0000	59	0.8832	4.7645	0.0046	0	0.000	4.7645	0.0000
22	29	0	4.7645	0.0000	59	0.8832	4.7645	0.0046	0	0.000	4.7645	0.0000
23	29	0	4.5501	0.0000	0	0.8961	4.5501	0.0000	0	0.000	4.5501	0.0000

หมายเหตุ

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ(ม.}^3\text{/วินาที)} &= \text{พื้นที่ (ไร่)} \times 1600 \times Kc \times ETo \text{ (มม./วัน)} \\
 &= \frac{1.852 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times \text{ความต้องการน้ำ (มม./วัน)}}{1000 \times 24 \times 60 \times 60}
 \end{aligned}$$

6) คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของบ่อปลา

ตารางที่ 14 การคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการของบ่อปลา

สัปดาห์ที่	พื้นที่ (ไร่)	ฝน (มม./วัน)	Ev (มม./วัน)	0.7*Ev (มม./วัน)	รั่วซึม (มม./วัน)	ความต้องการน้ำ (ม. ³ /วินาที)
1	75	0.00	2.09714	1.46800	2.5	0.005511
2	653	0.00	3.58571	2.51000	2.5	0.060538
3	905	0.00	3.53429	2.47400	2.5	0.083384
4	1,027	0.00	3.73714	2.61600	2.5	0.097299
5	1,392	0.00	3.42429	2.39700	2.5	0.126211
6	1,392	0.00	4.06286	2.84400	2.5	0.137732
7	1,392	0.00	3.92143	2.74500	2.5	0.135180
8	1,392	0.00	3.78857	2.65200	2.5	0.132783
9	1,392	0.00	3.92857	2.75000	2.5	0.135309
10	1,392	0.00	4.27000	2.98900	2.5	0.141469
11	1,392	1.68	5.15000	3.60500	2.5	0.114147
12	1,392	0.21	3.37571	2.36300	2.5	0.119804
13	1,392	2.87	4.21429	2.95000	2.5	0.066393
14	1,392	1.01	4.98857	3.49200	2.5	0.128315
15	1,392	0.25	5.59429	3.91600	2.5	0.158876
16	1,392	6.53	5.26857	3.68800	2.5	0.000000
17	1,392	0.14	5.49143	3.84400	2.5	0.159881
18	1,256	2.84	4.94429	3.46100	2.5	0.072653
19	1,068	2.39	5.13000	3.59100	2.5	0.073232
20	862	5.12	5.06571	3.54600	2.5	0.014788
21	668	11.79	4.93000	3.45100	2.5	0.000000
22	506	12.22	5.44571	3.81200	2.5	0.000000
23	0	9.95	3.55429	2.48800	2.5	0.000000

หมายเหตุ ความต้องการน้ำบ่อปลา = ปริมาณฝน- (0.7xการระเหย) - การรั่วซึม

ถ้าคำนวณแล้วติดลบแสดงว่ามีความต้องการน้ำ สามารถคำนวณปริมาณน้ำได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณน้ำของบ่อปลา (ม.³/วินาที)} = \frac{\text{พื้นที่ (ไร่)} \times 1600 \times (\text{ความต้องการน้ำ (มม./วัน)})}{1000 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$= 1.852 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times \text{ความต้องการน้ำ (มม./วัน)}$$

$$= 1.852 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times \text{ความต้องการน้ำ (มม./วัน)}$$

7) กำหนดหาผลรวมของปริมาณการใช้น้ำของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำที่ต้องการตามทฤษฎี
 ตารางที่ 15 ผลรวมของปริมาณน้ำใช้ในกิจกรรมต่างๆ

ลำดับที่	ช่วงระหว่างวันที่	ปริมาณความต้องการน้ำทั้งหมด (ม. ³ /วินาที)									
		LMCคลองสายใหญ่									
		เตรียมแปลง	คอกกล้า	นาดำ	นาหว่าน	พืชไร่	พืชผัก	ดอกไม้	บ่อปลา	อื่นๆ	รวม
1	25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52	1.57672	0.00000	0.00000	0.00000	0.00574	0.00317	0.00004	0.00551	0.00287	1.59405
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	2.64716	0.00000	0.00000	0.00000	0.01571	0.00564	0.00007	0.06054	0.00338	2.73249
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	1.68816	0.00023	0.00000	0.05819	0.03088	0.00649	0.00009	0.08338	0.00348	1.87092
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค. 52	1.03307	0.00023	0.00000	0.16340	0.05427	0.00721	0.00011	0.09730	0.00369	1.35927
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52	1.49868	0.00000	0.00343	0.38018	0.08993	0.01084	0.00012	0.12621	0.00756	2.11695
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52	1.08333		0.00405	0.68793	0.11925	0.01355	0.00027	0.13773	0.00995	2.05605
7	4 ก.พ.52 - 11 ก.พ.52			0.00462	1.13712	0.14789	0.01605	0.00035	0.13518	0.01105	1.45226
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52			0.00532	1.31657	0.16481	0.01720	0.00039	0.13278	0.01110	1.64817
9	19 ก.พ. 52 - 25 ก.พ.52			0.00570	1.44942	0.17820	0.01824	0.00042	0.13531	0.01120	1.79848
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52			0.00676	1.74085	0.20246	0.02131	0.00047	0.14147	0.01386	2.12719
11	5 มี.ค.52 - 11 มี.ค.52			0.00760	1.96962	0.21407	0.02343	0.00055	0.11415	0.01492	2.34434
12	12 มี.ค.52 - 18 มี.ค.52			0.00750	2.01129	0.19912	0.02321	0.00058	0.11980	0.01488	2.37639
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52			0.00719	2.03065	0.16777	0.02263	0.00060	0.06639	0.01481	2.31004
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52			0.00689	2.02761	0.15362	0.02161	0.00000	0.12831	0.01342	2.35147
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52			0.00691	2.11527	0.14571	0.02144	0.00000	0.15888	0.01462	2.46283
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52			0.00528	1.89627	0.12521	0.02200	0.00000	0.00000	0.01461	2.06337
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52			0.00483	1.70105	0.10649	0.02298	0.00000	0.15988	0.01459	2.00982
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52			0.00000	1.41431	0.07278	0.00298	0.00000	0.07265	0.01206	1.57478
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52			0.00000	0.94764	0.03812	0.01693	0.00000	0.07323	0.00546	1.08138
20	7 พ.ค.52 - 13 พ.ค.52			0.00000	0.41441	0.00000	0.00000	0.00000	0.01479	0.00477	0.43397
21	14 พ.ค.52 - 20 พ.ค.52			0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00460	0.00460
22	21 พ.ค.52 - 27 พ.ค.52			0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00460	0.00460
23	28 พ.ค.52 - 3 มิ.ย. 52			0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

8) คำนวณหาปริมาณน้ำรั่วซึม

ตารางที่ 16 การคำนวณหาปริมาณการรั่วซึม

สัปดาห์ที่	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่การเพาะปลูก (ไร่)									อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)	ปริมาณน้ำรั่วซึม (ม. ³ /วินาที)
		LMCคลองสายใหญ่										
		เตรียมแปลง	ตกกล้า	นาดำ	นาหว่าน	พืชไร่	พืชผัก	ดอกไม้	อื่นๆ	รวมทั้งหมด		
1	25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52	4,768	0	0	1,268	173	79	2	59	6,349	2.5	0.293924
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	8,005	0	0	3,164	422	125	2	67	11,785	2.5	0.545590
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	5,105	4	0	6,978	775	130	2	69	13,063	2.5	0.604780
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค. 52	3,124	0	0	9,969	1,304	130	2	73	14,603	2.5	0.676042
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52	4,532	0	58	14,363	2,054	198	5	150	21,359	2.5	0.988854
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52	3,276		58	14,363	2,054	198	5	150	20,103	2.5	0.930706
7	5 ก.พ.52 - 11 ก.พ.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
9	19 ก.พ. 52 - 25 ก.พ.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
11	5 มี.ค.52 - 11 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
12	12 มี.ค.52 - 18 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52			58	14,363	2,054	198	5	150	16,827	2.5	0.779039
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52			58	13,993	1,568	29	2	127	15,776	2.5	0.730347
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52			39	11,694	947	29	0	68	12,776	2.5	0.591470
20	7 พ.ค.52 - 13 พ.ค.52			11	7,226	497	29	0	61	7,823	2.5	0.362188
21	14 พ.ค.52 - 20 พ.ค.52			0	3,693	163	29	0	59	3,943	2.5	0.182546
22	21 พ.ค.52 - 27 พ.ค.52			0	1,601	150	29	0	59	1,839	2.5	0.085116
23	28 พ.ค.52 - 3 มิ.ย. 52			0	12	150	29	0	0	191	2.5	0.008819

หมายเหตุ อัตราการรั่วซึม ฤดูแล้ง = 2.5 มม./วัน ฤดูฝน = 1 มม./วัน

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณน้ำรั่วซึม (ม.³/วินาที)} &= \frac{\text{พื้นที่ (ไร่)} \times 1600 \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)}}{1000 \times 24 \times 60 \times 60} \\
 &= 1.852 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่ (ไร่)} \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)}
 \end{aligned}$$

9) กำหนดปริมาณฝนใช้การโดยใช้ข้อมูลฝนจากสถานีในพื้นที่ ซึ่งจะกระจายอยู่ในแต่ละโซน
 ตารางที่ 17 การคำนวณหาฝนใช้การ (effective rainfall)

ลำดับที่	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่เพาะปลูก		ปริมาณฝน (มม./วัน)					ฝนใช้การ (มม./วัน)		ปริมาณน้ำ (ม. ³ /วินาที)		
		ข้าว	พืชไร่	โซน 1	โซน 2	โซน 3	โซน 4	เฉลี่ย	ข้าว	พืชไร่	ข้าว	พืชไร่	รวม
		(ไร่)	(ไร่)	0.220	0.259	0.250	0.271		ข้าว	พืชไร่	รวม		
1	25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52	6036	313	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	11169	616	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	12083	976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค.52	13093	1509	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52	18953	2407	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52	17697	2407	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
7	4 ก.พ.52 - 11 ก.พ.52	14421	2407	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52	14421	2407	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
9	19 ก.พ.52 - 25 ก.พ.52	14421	2407	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52	14421	2407	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000000
11	5 มี.ค.52 - 11 มี.ค.52	14421	2407	0.00	6.47	0.00	0.00	1.68	1.68	1.31	0.447596	0.058268	0.505865
12	12 มี.ค.52 - 18 มี.ค.52	14421	2407	0.00	0.83	0.00	0.00	0.21	0.21	0.17	0.057308	0.007460	0.064769
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52	14421	2407	0.99	2.20	2.00	5.86	2.87	2.87	2.24	0.767476	0.099910	0.867386
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52	14421	2407	0.00	2.70	0.71	0.50	1.01	1.01	0.79	0.270617	0.035123	0.305741
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52	14421	2407	0.00	0.97	0.00	0.00	0.25	0.25	0.19	0.067189	0.008635	0.075823
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52	14421	2407	3.21	12.50	7.41	2.71	6.53	6.53	5.03	1.744823	0.224230	1.969053
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52	14421	2407	0.00	0.54	0.00	0.00	0.14	0.14	0.11	0.037547	0.004825	0.042372
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52	14051	1725	0.79	8.54	1.19	0.57	2.84	2.84	2.18	0.738105	0.069776	0.807881
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52	11733	1221	0.00	9.21	0.00	0.00	2.39	2.39	1.84	0.518511	0.041533	0.560045
20	7 พ.ค.52 - 13 พ.ค.52	7237	763	9.06	5.99	2.90	3.14	5.12	4.74	0.00	0.634660	0.000000	0.634660
21	14 พ.ค.52 - 20 พ.ค.52	3693	427	18.47	10.71	12.13	7.07	11.79	10.90	2.45	0.745555	0.019328	0.764883
22	21 พ.ค.52 - 27 พ.ค.52	1601	414	11.27	10.24	11.86	15.21	12.22	11.30	2.12	0.335127	0.016236	0.351363
23	28 พ.ค.52 - 3 มิ.ย.52	12	355	15.79	12.41	7.14	5.43	9.95	9.22	3.31	0.002050	0.021732	0.023782

หมายเหตุ ปริมาณฝนเฉลี่ยคำนวณโดยวิธีทริเอสเซน สัดส่วนของพื้นที่แต่ละสถานีครอบคลุมมีดังนี้

ฝน โซน 1 (R1) factor = 0.220 ฝน โซน 2 (R2) factor = 0.259

ฝน โซน 3 (R3) factor = 0.250 ฝน โซน 4 (R4) factor = 0.271

การหาปริมาณฝนเฉลี่ย (R)

$$R \text{ (มม./วัน)} = 0.220 \times R1 \text{ (มม./วัน)} \times 0.259 \times R2 \text{ (มม./วัน)} \times 0.250 \times R3 \text{ (มม./วัน)} \times 0.271 \times R4 \text{ (มม./วัน)}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณฝนใช้การ (ม.³/วินาที)} &= \frac{\text{พื้นที่รับฝนใช้การ(ไร่)} \times 1600 \times R \text{ (มม./วัน)}}{100 \times 24 \times 60 \times 60} \\ &= 1.852 \times 10^{-5} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times ETp \text{ (มม./วัน)} \end{aligned}$$

10) คำนวณหาค่าประสิทธิภาพชลประทาน

ตารางที่ 18 การหาค่าประสิทธิภาพการชลประทาน

สัปดาห์ที่	ช่วงระหว่างวันที่	ปริมาณน้ำ (ม. ³ /วินาที)			
		LMC คลองสายใหญ่			
		ตามทฤษฎี	รั่วซึม	ฝนใช้การ	น้ำที่ส่ง
1	25 ธ.ค.51 - 31 ธ.ค.52	1.59405	0.29392	0.00000	7.78
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	2.73249	0.54559	0.00000	8.46
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	1.87092	0.60478	0.00000	6.12
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค. 52	1.35927	0.67604	0.00000	3.39
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52	2.11695	0.98885	0.00000	3.61
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52	2.05605	0.93071	0.00000	5.23
7	4 ก.พ.52 - 11 ก.พ.52	1.45226	0.77904	0.00000	5.83
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52	1.64817	0.77904	0.00000	5.69
9	19 ก.พ. 52 - 25 ก.พ.52	1.79848	0.77904	0.00000	5.81
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52	2.12719	0.77904	0.00000	5.64
11	5 มี.ค.52 - 11 มี.ค.52	2.34434	0.77904	0.50586	5.69
12	12 มี.ค.52 - 18 มี.ค.52	2.37639	0.77904	0.06477	5.40
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52	2.31004	0.77904	0.86739	5.85
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52	2.35147	0.77904	0.30574	5.49
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52	2.46283	0.77904	0.07582	5.46
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52	2.06337	0.77904	1.96905	6.88
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52	2.00982	0.77904	0.04237	6.95
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52	1.57478	0.73035	0.80788	0.00
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52	1.08138	0.59968	0.56004	0.00
20	7 พ.ค.52 - 13 พ.ค.52	0.43397	0.37035	0.63466	0.00
21	14 พ.ค.52 - 20 พ.ค.52	0.00460	0.19071	0.76488	0.00
22	21 พ.ค.52 - 27 พ.ค.52	0.00460	0.09328	0.35136	0.00
23	28 พ.ค.52 - 3 มิ.ย. 52	0.00000	0.01698	0.02378	0.00
รวม		37.77340	14.61066	6.97362	99.28
ประสิทธิภาพ		45.74			

$$\text{ประสิทธิภาพชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำส่ง}} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพชลประทาน} &= \frac{(37.773 + 14.611 - 6.974) \times 100}{99.28} \\ &= 45.75 \% \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข
รายชื่อคณะผู้จัดทำ

รายชื่อผู้จัดทำคู่มือ

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

1. นายวสันต์ บุญเกิด	ผู้ทรงคุณวุฒิประจำ สพช.	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	ผปษ.	คณะทำงาน
12. นายอภิณนที สนธยานนท์	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. นางสาวอรุณา เขียวकुณา	กห.ปษ.	คณะทำงาน
18. นายสิโรจน์ ประคุณหังสิต	ผนช.	คณะทำงาน
19. นายธีระพล ตั้งสมบุญ	วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
20. นายสมบัติ วานิชชินชัย	นายช่างชลประทานชำนาญงาน	คณะทำงาน
21. นายสถิต โพธิ์ดี	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
22. นายสันติ เต็มเอี่ยม	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
23. นายอุลิต รัตนตั้งตระกูล	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
24. นายธวัชชัย ไตรวารี	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
25. นายสรณคมน์ ช่างวิทยาการ	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
26. นางพัชรวีร์ สุวรรณิก	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
27. นางสาววีรีชา วิทยะ	นักอุทกวิทยาชำนาญการ	คณะทำงาน

28. นายวัชร ใส่อดี	ผพช.วพ.	คณะทำงานและเลขานุการ
29. นายคมสันต์ ไชโย	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
30. นายรส สุีสหการ	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
31. นายอัศญา กิจพุง	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
32. นายธเรศ ปาปะกั๊ง	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
33. นายวัชรพล ศรีจิตร	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
34. นายชนินทร์ คงใหญ่	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
35. นางสาวธัญญาพร ไยบัณฑิตย์	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
36. นายวชิระ สุรินทร์	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ

2. คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

1. นายนิรันดร์ นาคทับทิม	ผบร.ชลป.7	ที่ปรึกษา
2. นายวัชร ใส่อดี	ผพช.วพ.	ที่ปรึกษา
3. นายสถิต โพธิ์ดี	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	ที่ปรึกษา
	ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ	
4. นางสาวธัญญาพร ไยบัณฑิตย์	วิศวกรชลประทาน	ผู้จัดทำ
	ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ	