

คู่มือการปฏิบัติงาน ด้านบริหารจัดการน้ำ

เล่มที่ ๑๕/๑๖

คู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน



คู่มือการปฏิบัติงาน การคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

๑. วัตถุประสงค์

๑.๑ เพื่อให้กรมชลประทานมีคู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานที่ชัดเจน เพื่อประกอบการฝึกอบรม ออกแบบวางแผนโครงการ วางแผนการจัดสรรน้ำ ติดตามประเมินผลการจัดสรรน้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำให้ดีขึ้น โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน กระบวนการต่างๆ และสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานที่มุ่งไปสู่การบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดผลงานที่ได้มาตรฐานเป็นไปตามเป้าหมาย และบรรลุข้อกำหนดที่สำคัญของกระบวนการ

๑.๒ เพื่อเป็นหลักฐานแสดงวิธีการทำงานที่สามารถถ่ายทอดให้กับผู้เข้ามาปฏิบัติงานใหม่ พัฒนาให้การทำงานเป็นมืออาชีพ และใช้ประกอบการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร รวมทั้งแสดงหรือเผยแพร่ให้กับบุคคลภายนอก หรือผู้ใช้บริการ ให้สามารถเข้าใจและใช้ประโยชน์จากกระบวนการที่มีอยู่ เพื่อขอรับการบริการที่ตรงกับความต้องการ

๑.๓ เพื่อให้การจัดทำแผนการจัดสรรน้ำและการเพาะปลูกพืชของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่จัดทำโดยสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ หรือ สำนักชลประทานหรือ โครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา มีมาตรฐานเดียวกัน สามารถนำไปใช้เป็นแผนหลักของกรมชลประทาน เพื่อใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการบริหารจัดการน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพทั่วถึง เป็นธรรมและเกิดความยั่งยืน รวมถึงเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของโครงการได้แก่ร้อยละของประสิทธิภาพชลประทานฤดูแล้ง ฤดูฝน ตามยุทธศาสตร์ของกรมประปาได้

๑.๔ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ที่จะเลือกใช้ออกแบบโครงการอื่นๆ และใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับวิธีการให้น้ำของระบบและวิธีการ Operate ของโครงการอื่นๆ เพื่อหาทางเลือกตัดสินใจในด้านเศรษฐศาสตร์

๒. ขอบเขต

คู่มือการคำนวณนี้จะครอบคลุมการหาประสิทธิภาพการชลประทานทั้งช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา โดยมีขั้นตอนในการบริหารจัดการน้ำ ๒ ระดับ ดังนี้

๒.๑ การบริหารจัดการน้ำในระดับโครงการ ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ผู้ใช้ในทุภาคส่วนได้มีส่วนร่วมในวางแผนการบริหารจัดการน้ำจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เป็นไปอย่างทั่วถึง เป็นธรรม และยั่งยืน ปริมาณน้ำที่จัดสรรสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุนที่มีอยู่โดยส่งน้ำให้กับพื้นที่ในเขตชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา หรือพื้นที่ชลประทานขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก

๒.๒ การบริหารจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ผู้ใช้ในทุภาคส่วนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำอย่างทั่วถึง เป็นธรรม และยั่งยืน ปริมาณน้ำที่จัดสรรสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุนที่มีอยู่โดยส่งน้ำให้กับพื้นที่ในเขตชลประทานของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา และนอกเขตชลประทาน

๓. คำจำกัดความ

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



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

โดยที่ Ei = ประสิทธิภาพของการชลประทาน
 w_n = ปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องให้แก่พืช
 w_g = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืช ทั้ง w_n และ w_g นี้อาจจะบอกเป็นความลึกหรือปริมาตรก็ได้

การหาประสิทธิภาพการชลประทานนั้นอาจทำได้หลายแห่ง คือ ถ้าวัดปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืชที่แปลงเพาะปลูกก็เป็นประสิทธิภาพที่แปลงเพาะปลูก ถ้าวัดที่ปากคลองส่งน้ำก็เป็นประสิทธิภาพของการชลประทานที่ปากคลองส่งน้ำ และถ้าวัดที่หัวงานของโครงการชลประทานก็เป็นประสิทธิภาพของการชลประทานที่หัวงานหรือประสิทธิภาพของโครงการชลประทาน จะเห็นได้ว่า คำว่าประสิทธิภาพของการชลประทานนั้นกว้างมาก คือครอบคลุมตั้งแต่จุดทำการวัดปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้แก่พืชจนถึงแปลงเพาะปลูกในทางปฏิบัติเรามีวิธีการแยกคิดที่ละส่วน เพื่อที่จะได้ทราบว่าในช่วงตอนใดมีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหน เพื่อช่วยให้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบชลประทานให้ดีขึ้นได้ถูกต้อง โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น ๒ ส่วนคือ

๑. ประสิทธิภาพการส่งน้ำ เป็นค่าของระบบ
๒. ประสิทธิภาพการให้น้ำหรือการใช้น้ำ เป็นค่าในแปลงเพาะปลูก

๓.๑ ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Water Conveyance Efficiency, E_c)

ประสิทธิภาพการส่งน้ำ คือ ประสิทธิภาพของระบบคลองส่งน้ำ จากจุดที่เริ่มต้นส่งน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำ, สถานีสูบน้ำหรือแม่น้ำ (ปาก ปตร.) จนถึงพื้นที่เพาะปลูก หาได้จากสูตร

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

โดยที่ E_c = ประสิทธิภาพการส่งน้ำ เป็นเปอร์เซ็นต์
 w_f = ปริมาณน้ำที่พื้นที่เพาะปลูกได้รับ เป็นหน่วยความลึกหรือปริมาตร
 w_g = ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบส่งน้ำ ซึ่งเท่ากับปริมาณทั้งหมดที่จะต้องจัดหาให้แก่พืช เป็นหน่วยความลึกหรือปริมาตร

ในกรณีที่มีคูส่งน้ำก่อนถึงพื้นที่เพาะปลูกก็อาจหาประสิทธิภาพของคูส่งน้ำ โดยหาได้จากสูตร

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

โดยที่ E_b = ประสิทธิภาพของคูน้ำ
 w_p = ปริมาณน้ำที่แปลงเพาะปลูกได้รับ



$$w_f = \text{ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าปากคูส่งน้ำ}$$

ในกรณีที่น้ำจากคลองส่งน้ำไหลเข้าสู่แปลงเพาะปลูกโดยตรงไม่ผ่านคูส่งน้ำจะได้ $w_p = w_f$ หรือ $E_b = 100\%$
 ในกรณีที่รวมประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำกับคูส่งน้ำเข้าด้วยกันอาจเรียกว่าประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ
 (Irrigation System Efficiency, E_s)

$$\text{โดย} \quad E_s = E_b \times E_c$$

๓.๒ ประสิทธิภาพการให้น้ำ (Water Application Efficiency, E_a)

ประสิทธิภาพการให้น้ำ คือ อัตราส่วนระหว่างความลึกของน้ำ (ปริมาตร) ที่เก็บกักอยู่ในเขตรากพืช หรือปริมาณน้ำสุทธิที่จะต้องให้แก่พืชกับความลึกของน้ำ (ปริมาตร) ที่ให้กับพื้นที่เพาะปลูก หาได้จากสูตร

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

$$\begin{aligned} \text{โดยที่} \quad E_a &= \text{ประสิทธิภาพการให้น้ำ} \\ w_s &= \text{ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในเขตรากจากการให้น้ำที่ต้องการให้มีค่า} \\ &\quad \text{เท่ากับปริมาณสุทธิที่พืชต้องการ} \\ w_f &= \text{ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ให้กับพื้นที่เพาะปลูก} \end{aligned}$$

ในกรณีที่เป็นการเพาะปลูกข้าว ซึ่งจะให้ น้ำขังอยู่เหนือผิวดินตลอดเวลา การคิดประสิทธิภาพการให้น้ำจะแตกต่างออกไป โดยถือการสูญเสียเนื่องจาก Seepage และ Percolation เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงไม่คิดเป็นความสูญเสีย ดังนั้นการใช้น้ำของข้าวจึงรวมค่า Evapotranspiration กับความสูญเสีย เนื่องจาก Seepage และ Percolation เข้าด้วยกัน สูตรที่ใช้มีหลายสูตร เช่น

ในเอกสารการสอนวิชาออกแบบและระบบชลประทานในแปลงเพาะปลูก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และของ AIT ที่ประเมินผลโครงการลำปาว ปี ๒๕๒๒

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

$$\begin{aligned} \text{โดยที่} \quad ET &= \text{ปริมาณการใช้น้ำของข้าว} \\ P &= \text{ปริมาณการรั่วซึมในแปลงนา} \\ R &= \text{ปริมาณฝนที่ตก (ไม่ใช่ฝนใช้การ)} \\ w_p &= \text{ปริมาณน้ำชลประทานที่พื้นที่เพาะปลูกได้รับ} \end{aligned}$$

แต่โดยทั่วไปในการปฏิบัติการวัดประสิทธิภาพการให้น้ำของข้าว จะทำการวัดโดยปริมาณน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เพาะปลูก และคำนวณหาประสิทธิภาพจากสมการ

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

หมายเหตุ ค่า R ในบางที่กำหนดเป็นฝนใช้การ เช่น การหาประสิทธิภาพการชลประทานในหนังสือ “คู่มือตรวจสอบการใช้น้ำและประสิทธิภาพการชลประทาน พ.ศ. ๒๕๒๕”

กำหนดใช้ประสิทธิภาพของการชลประทาน (ของข้าว)

$$= \frac{\text{จำนวนน้ำที่พืชใช้รวมการระเหย (และรั่วซึม)} \times 100}{\text{จำนวนน้ำที่ส่งเข้าโครงการ + ฝนใช้การ}}$$

ของ Wickham ๑๙๗๓, ๑๙๗๖, IRRI , ๑๙๗๒ อ้างอิงโดย AIT Thesis No. ๑๓๖๗

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

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

โดยที่	E_u	=	ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าว
	Ir	=	ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่ง
	Rn	=	ปริมาณฝนใช้การ
	Sd	=	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากแปลงนา

อย่างไรก็ตาม การหาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวทั้งสองวิธีนี้ไม่นิยมใช้กัน เนื่องจากน้ำชลประทานที่พืชใช้จริง คือ Evapotranspiration หรือ Consumptive Use ลบด้วยฝนใช้การ ดังนั้น จะหาประสิทธิภาพการให้น้ำของข้าวจากสูตร

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

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

และ ศ.ฉลอง เกิดพิทักษ์ ผู้ที่ได้ทำการค้นคว้าในเรื่องประสิทธิภาพของโครงการชลประทานในประเทศไทยหลายแห่ง ได้แนะนำโดยใช้คำจำกัดความดังนี้

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

จากการศึกษาค่าประสิทธิภาพการชลประทานในอดีต แสดงในตารางที่ ๑



ตารางที่ ๑ ประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการชลประทานต่างๆ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

โครงการ	คลอง	ฤดู	ประสิทธิภาพ การชลประทาน %	ที่มา
แม่แตง	Main Canal	Dry	๔๕	ฉลอง (๒๕๓๐)
		Wet	๔๑	
แม่ยม	Main Canal	Dry	๕๙	ฉลอง (๒๕๒๙)
		Wet	๔๖	
แม่วัง-กัวลม	Main Canal	Dry	๓๒	ฉลอง (๒๕๒๙)
		Wet	๔๔	
ท่าโปสถ์	๑L	Dry	๗๔	ฉลอง (๒๕๓๐)
		Wet	๕๔	
ชั้นสูตร	๑R	Dry	๕๔	ฉลอง (๒๕๒๙)
		Wet	๔๕	
กำแพงแสน	๔L	Dry	๕๕	ฉลอง (๒๕๓๑)
		Wet	๓๘	
ลำปาว	RMC	Dry	๑๘	ฉลอง (๒๕๓๐)
		Wet	๓๖	
	LMC	Dry	๑๖	
		Wet	๓๙	
น้ำพอง-หนองหวาย	RMC	Dry	๕๕	ฉลอง (๒๕๓๑)
		Wet	๒๔	
	LMC	Dry	๓๗	
		Wet	๔๒	
น้ำอูน	LMC	Dry	๔๘	ฉลอง (๒๕๒๘)
	RMC	Wet	๔๑	
เพชรบุรี	๑R	Dry	๓๕	ฉลอง (๒๕๒๘)
		Wet	๔๐	
	๒R	Dry	๓๕	
		Wet	๔๐	
	LMC	Dry	๔๕	
		Wet	๔๕	
มโนรมย์		ฝน (เตรียมแปลง)	๔๘	Acers (๑๙๘๐)
		ฝน (หลังเตรียมแปลง)	๕๐	
		แล้ง (เตรียมแปลง)	๔๐	
		แล้ง (หลังเตรียมแปลง)	๔๓	

ที่มา: (วัชร ๒๕๓๗)

การคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน ทำได้ในระดับแปลงนา คลองซอย คลองสายใหญ่ หรือระดับโครงการ เป็นรายสัปดาห์หรือตลอดฤดูการเพาะปลูก

เพื่อให้การแปลความหมายของค่าประสิทธิภาพการชลประทานเป็นไปอย่างถูกต้องจึงขอยกตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน ดังนี้ (ยกตัวอย่าง ๔ สัปดาห์)

ตารางที่ ๒ ตัวอย่างแสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานและการแปลความหมาย

สัปดาห์	ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี (ลบ.ม./วินาที)	การรั่วซึม (ลบ.ม./วินาที)	ฝนใช้การ (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำที่ส่ง (ลบ.ม./วินาที)	ประสิทธิภาพ (%)
๑	๒.๐	๐.๒	๐.๕	๔.๐	๔๒.๕
๒	๒.๒	๐.๒	๑.๐	๓.๕	๔๐.๐
๓	๒.๓	๐.๒	๒.๖	๓.๐	-๐.๐๓ (น้ำเกิน)
๔	๒.๓	๐.๒	๑.๐	๑.๒	๑๐๘ (ขาดน้ำ)
รวม	๘.๘	๐.๘	๕.๑	๑๑.๗	

หมายเหตุ: ค่าประสิทธิภาพการชลประทานติดลบ เนื่องจาก ค่าของฝนใช้การมากกว่าความเป็นจริง เพราะฝนใช้การจริงจะมีปริมาณเกินกว่าน้ำที่พืชต้องการใช้ไม่ได้ในกรณีนี้ค่าประสิทธิภาพการชลประทานเป็นศูนย์

ค่าประสิทธิภาพการชลประทานเกิน ๑๐๐% เนื่องจาก ในการคำนวณได้คิดว่าการใช้น้ำของพืชจริงมากกว่าปริมาณน้ำที่ส่งให้ซึ่งเป็นไปไม่ได้ แสดงว่าอาจมีพื้นที่บางส่วนของพื้นที่ไม่ได้รับน้ำตามศักยภาพหรือขาดน้ำ กรณีนี้ค่าประสิทธิภาพการชลประทานเป็น ๑๐๐% แต่มีบางพื้นที่อาจขาดน้ำ ซึ่งการขาดน้ำส่วนนี้ถ้าไม่มากและไม่นานเกินไป พืชก็จะสามารถทนต่อสภาวะขาดน้ำได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

๓.๓. ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี

๓.๓.๑ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration, ET_o)

สูตรที่ให้ค่าการคำนวณใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด คือ Penman Monteith ซึ่งรายละเอียดของสูตรมีดังต่อไปนี้

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

โดยที่	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)



U_2 คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง ๒ 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 เพื่อเปรียบเทียบกับตลอดช่วงการเจริญเติบโต

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

หรือสามารถหาได้โดยการเปรียบเทียบการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่ได้จากสูตร FAO หรือ RID (อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ ๕/๑๖ และ ๗/๑๖) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) โดยใช้สูตร Penman Monteith ของพืชชนิดต่างๆ แสดงตัวอย่างดังตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ ตัวอย่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) โดยใช้สูตร Penman Monteith ของพืชชนิดต่างๆ

สัปดาห์	ข้าว กข. (นาดำ)	ข้าวขาว ดอกมะลิ ๑๐๕	ข้าวบาสมชาติ	ข้าว สาลี	ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์	ข้าวโพด หวาน	ข้าว ฟ่าง	ถั่ว เหลือง	ถั่ว ลิสง
๑	๑.๐๓	๐.๖๖	๑.๒๒	๐.๕๐	๐.๖๓	๐.๖๕	๐.๕๔	๐.๖๔	๐.๖๐
๒	๑.๐๗	๐.๗๙	๑.๓๐	๐.๕๒	๐.๗๒	๐.๖๘	๐.๕๗	๐.๖๙	๐.๗๒
๓	๑.๑๒	๐.๙๗	๑.๓๖	๐.๖๑	๐.๘๖	๐.๘๔	๐.๖๘	๐.๘๑	๐.๘๕
๔	๑.๒๙	๑.๑๘	๑.๔๕	๐.๗๖	๑.๑๓	๐.๙๙	๐.๘๔	๑.๐๑	๐.๙๔
๕	๑.๓๘	๑.๓๕	๑.๔๗	๑.๑๑	๑.๓๕	๑.๑๖	๑.๐๕	๑.๒๓	๑.๑๗
๖	๑.๔๕	๑.๕๑	๑.๔๙	๑.๒๖	๑.๕๒	๑.๒๒	๑.๒๑	๑.๓๒	๑.๒๔
๗	๑.๕๐	๑.๖๑	๑.๔๙	๑.๓๓	๑.๖๑	๑.๒๑	๑.๒๓	๑.๓๕	๑.๒๘
๘	๑.๔๘	๑.๖๔	๑.๔๘	๑.๓๘	๑.๖๓	๑.๑๕	๑.๒๖	๑.๓๔	๑.๓๖
๙	๑.๔๒	๑.๖๒	๑.๔๖	๑.๓๗	๑.๕๘	๐.๙๖	๑.๒๕	๑.๒๗	๑.๐๔
๑๐	๑.๓๔	๑.๖๐	๑.๔๔	๑.๓๒	๑.๕๐	๐.๗๒	๑.๒๐	๑.๐๙	๐.๙๙
๑๑	๑.๒๓	๑.๕๕	๑.๓๖	๑.๑๔	๑.๓๘	๐.๖๑	๑.๑๒	๐.๘๕	๐.๙๑
๑๒	๐.๙๔	๑.๔๖	๑.๒๓	๐.๘๓	๑.๑๕		๐.๙๔	๐.๗๔	๐.๗๗
๑๓	๐.๘๖	๑.๒๘	๑.๑๑	๐.๖๒	๐.๙๐		๐.๗๘	๐.๗๔	๐.๖๐

ที่มา: กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทานส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

หมายเหตุ: การคำนวณการใช้น้ำของพืชสามารถใช้แบบจำลองจากคู่มือการปฏิบัติงานด้านการคำนวณการใช้น้ำของพืช ซึ่งเมื่อนำค่า K_c ของพืชจากตารางไปคูณกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ก็จะทำให้ทราบการใช้น้ำของพืชในแต่ละสัปดาห์ ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสามารถคำนวณได้จากสมการการใช้น้ำของพืชซึ่งกลุ่มงานวิจัย



การใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทานได้มีการศึกษาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในจังหวัดต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา จึงขอยกตัวอย่างของจังหวัดอุดรธานี ดังแสดงในตารางที่ ๔

ตารางที่ ๔ การใช้น้ำของพืชอ้างอิงในจังหวัดอุดรธานี

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
ET _o (มม.)	๓.๓๒	๔.๐๗	๔.๘๕	๕.๒๑	๔.๕๖	๔.๐๘	๓.๗๑	๓.๕๕	๓.๖๑	๓.๗๓	๓.๗๐

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

หมายเหตุ: การคำนวณการใช้น้ำของพืชสามารถใช้แบบจำลองจากคู่มือการปฏิบัติงานด้านการคำนวณการใช้น้ำของพืช

๓.๓.๒ ปริมาณน้ำสำหรับบ่อปลา

การหาความต้องการน้ำสำหรับบ่อปลา สามารถคำนวณเป็นรายเดือนจากสูตรดังนี้

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

โดยที่ W_d คือ ความต้องการน้ำสำหรับบ่อปลา (มม.)

R คือ ปริมาณฝน (มม.)

Ev คือ อัตราการระเหยจากถาดแบบ Class A (มม.)

$Seep$ คือ อัตราการซึมลึกของน้ำลงไปในดิน (มม.)

ในกรณีที่ปริมาณฝนมากกว่าการระเหยและการซึมลึก(หมายถึงค่าคำนวณมีค่าเป็นบวก) จะไม่มีความต้องการน้ำสำหรับบ่อปลา

๓.๔ ปริมาณการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา

สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทานได้กำหนดค่าการรั่วซึมของน้ำในแปลงนาเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทานในการจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการฯ เป็นภาคดังนี้ คือ

ภาคกลาง ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ ๑.๐ มิลลิเมตรต่อวัน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ ๒.๐ มิลลิเมตรต่อวัน

ภาคอื่นๆ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ ๑.๕ มิลลิเมตรต่อวัน

หมายเหตุ: ในกรณีที่โครงการมีผลการทดลองหรือมีตรวจวัดในพื้นที่จึงสมควรใช้ค่าที่ถูกต้องและเหมาะสม

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำรั่วซึม (ม.}^3\text{/วินาที)} &= \frac{\text{พื้นที่ (ไร่)} \times ๑๖๐๐ \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)}}{๑๐๐๐ \times ๒๔ \times ๖๐ \times ๖๐} \\ &= ๑.๘๕๒ \times ๑๐^{-๕} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)} \end{aligned}$$



๓.๕ ปริมาณฝนใช้การ

ฝนใช้การ (Effective Rainfall) หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืชนั้น ซึ่งฝนที่ตกลงมานั้นถือว่าเป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด เพราะว่าส่วนที่เป็นประโยชน์ที่แท้จริงคือส่วนที่ซึมลงไปเก็บไว้ที่เขตรากซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ ฝนใช้การสำหรับพืชแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน เช่น กรณีของข้าวนั้น ฝนที่จะเป็นประโยชน์ก็คือส่วนที่ตกลงมาแล้วซึ่งบนแปลงนาในระดับที่ไม่เป็นอันตรายแก่ต้นข้าว และอาจจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ อาทิเช่น ชนิด อายุ คุณสมบัติของดิน ปริมาณฝน ความสูงของคันทนา เป็นต้น

๓.๕.๑ ปริมาณฝนใช้การสำหรับข้าว

๓.๕.๒ ปริมาณฝนใช้การสำหรับพืชไร่

การคำนวณฝนใช้การสามารถได้จาก คู่มือการปฏิบัติงานคำนวณฝนใช้การได้

๔. หน้าที่ความรับผิดชอบ

๔.๑ อธิบดีกรมชลประทาน (อช.) รับทราบและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้ง ตลอดจนตัดสินใจสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

๔.๒ รองอธิบดีฝ่ายบำรุงรักษา (รทบ.) รับทราบและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้ง

๔.๓ ผู้อำนวยการสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา (ผส.บอ.) รับทราบและตรวจสอบผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของสำนักชลประทานที่ ๑-๑๗

๔.๔ ผู้อำนวยการสำนักชลประทานที่ ๑-๑๗ (ผส.ชป.) รับทราบและตรวจสอบผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการในสังกัด

๔.๕ ผู้อำนวยการส่วนบริหารจัดการน้ำ (ผจน.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของสำนักชลประทานที่ ๑-๑๗

๔.๖ ผู้อำนวยการส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่ ๑-๑๗ (ผบร.ชป.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการในสังกัด

๔.๗ ผู้อำนวยการโครงการชลประทาน (ผอ.คป.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน

๔.๘ ผู้อำนวยการโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา (ผอ.คบ.) วางแผนและติดตามผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

๔.๙ หัวหน้ากลุ่มงานจัดสรรน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำ (กจ.จน.) วางแผนและรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้งของสำนักชลประทานที่ ๑-๑๗

๔.๑๐ หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการจัดสรรน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำ (ศป.จน.) วางแผนและรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนของสำนักชลประทานที่ ๑-๑๗

๔.๑๑ หัวหน้าฝ่ายบริหารและจัดการน้ำ (ผจน.ชป.) ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา วางแผนและรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนของโครงการในสังกัดสำนักชลประทาน

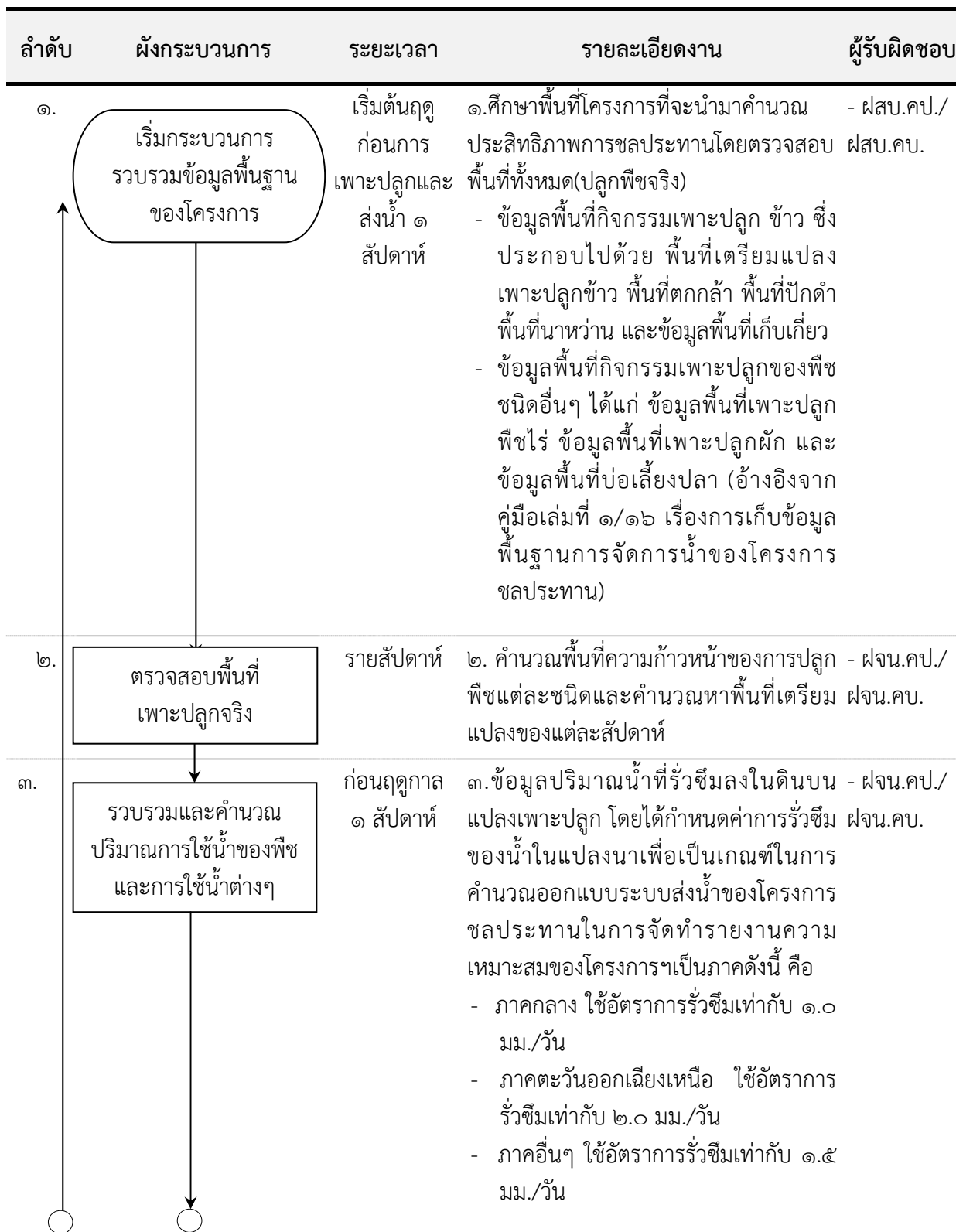
๔.๑๒ หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน (ผจน.คป./ผจน.คบ.) วางแผนและจัดทำรายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา



๔.๑๓ หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา (ฝสบ.คป/ฝสบ.คบ.) วางแผนและจัดทำรายงานผล ความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการชลประทาน/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

๕. ผังกระบวนการ

ผังกระบวนการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน ได้แสดงรายละเอียดไว้ในส่วนผังกระบวนการ



ลำดับ	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
๔.		รายสัปดาห์	๔. คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำ - ในการตกกล้า - ของพืชแต่ละชนิด - ของบ่อปลา - ของกิจกรรมต่างๆ (อ้างอิงจาก คู่มือเล่มที่ ๗/๑๖ เรื่องการคำนวณการใช้น้ำของพืช)	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ.
๕.		รายสัปดาห์	๕. คำนวณหาปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งจริงให้เพื่อการเพาะปลูกจากข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งผ่านประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่และข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ นอกเหนือจากการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ ๑๒/๑๖ เรื่องปฏิบัติการส่งน้ำของโครงการชลประทาน และอ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ ๑๓/๑๖ เรื่องคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ.
๖.		รายสัปดาห์	๖. คำนวณหาปริมาณฝนใช้การ โดยหาตัวแทนปริมาณฝนที่ตกบนพื้นที่ซึ่งคำนวณจากข้อมูลฝนรายวันของแต่ละสถานีกับค่า Factor ของสถานีวัดน้ำฝน และเปลี่ยนจากฝนรายวันเป็นรายสัปดาห์ (อ้างอิงจากคู่มือเล่มที่ ๖/๑๖ เรื่องการคำนวณฝนใช้การได้)	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ.
๗.		รายสัปดาห์	๗.คำนวณประสิทธิภาพการชลประทานรายสัปดาห์ประสิทธิภาพการชลประทาน (ของข้าวและพืชไร่)=(ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี+การรั่วซึม-ฝนใช้การ) x๑๐๐/ปริมาณน้ำที่ส่ง	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ.
๘.		รายสัปดาห์	๘.ตรวจสอบวิเคราะห์ประเมินผลการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน โดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า ๑๐๐ % หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานหากข้อมูลถูกต้องแสดงว่าเกิดเหตุการณ์ขาดน้ำหรือฝนตกเกินความต้องการ	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ.

ลำดับ	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
๙.		หลังจากสิ้นสุด ฤดูกาลปลูกพืช ๒ สัปดาห์	๙. รวบรวมข้อมูลทั้งหมดตลอดช่วง ฤดูกาล ประกอบด้วยข้อมูล -ข้อมูลพื้นที่เตรียมแปลง ข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ ในการเตรียมแปลงเพาะปลูก และระยะเวลาที่ ใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูก -ข้อมูลปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงในดินบนแปลง เพาะปลูก (Percolation) -ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) -ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient) -ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูกข้าว และพืช ชนิดอื่นๆ -ข้อมูลปริมาณน้ำที่ส่งผ่านอาคารวัดน้ำเพื่อไป ยังพื้นที่เพาะปลูก -ข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ -ข้อมูลปริมาณฝนใช้การ	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ. - ฝสบ.คป./ ฝสบ.คบ.
๑๐.		หลังจากสิ้นสุด ฤดูกาลปลูกพืช ๒ สัปดาห์	๑๐. คำนวณหาประสิทธิภาพการ ชลประทานตลอดทั้งฤดูกาลเพาะปลูก ประสิทธิภาพการชลประทาน(ของข้าว - ฝสบ.คป./ และพืชไร่) = (ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ ตามทฤษฎี + การ รั่วซึม - ฝนใช้การ) x ๑๐๐/ปริมาณน้ำที่ส่ง	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ. - ฝสบ.คป./ ฝสบ.คบ.
๑๑.		หลังจากสิ้นสุด ฤดูกาลปลูกพืช ๒ สัปดาห์	๑๑. ตรวจสอบ วิเคราะห์ ประเมินผลการ คำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน โดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า ๑๐๐ % หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบ ไม่ น่าเชื่อถือ ให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลและ จัดทำหมายเหตุประกอบการคำนวณไว้ เป็นหลักฐาน	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ.
๑๒.		สิ้นสุดฤดูกาล เพาะปลูก	๑๒. จัดทำรายงานเพื่อเปรียบเทียบผล การส่งน้ำของฤดูกาลปัจจุบันเทียบกับช่วง อื่นๆ และเสนอแนะแนวทางเพื่อการ เพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป อาทิ การ ประเมินการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ การ ตรวจสอบ ปรับปรุงอาคารชลประทาน คลองส่งน้ำ หรือสอบเทียบอาคารเพื่อให้ วัดปริมาณน้ำได้อย่างถูกต้อง ฯลฯ	- ฝจน.คป./ ฝจน.คบ.



๖. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

๖.๑ ศึกษาพื้นที่โครงการที่จะนำมาคำนวณประสิทธิภาพการชลประทาน โดยตรวจสอบพื้นที่ทั้งหมด (ปลูกพืชจริง)

๖.๑.๑ ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูก ข้าว ซึ่งประกอบไปด้วย พื้นที่เตรียมแปลงเพาะปลูก ข้าว พื้นที่ตกกล้า พื้นที่นาปักดำ พื้นที่นาหว่าน และข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยว

๖.๑.๒ ข้อมูลพื้นที่กิจกรรมเพาะปลูกของพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกผัก และข้อมูลพื้นที่บ่อเลี้ยงปลา

๖.๒ คำนวณพื้นที่ความก้าวหน้าของการปลูกพืชแต่ละชนิด และคำนวณหาพื้นที่เตรียมแปลงของแต่ละสัปดาห์

๖.๓ ข้อมูลปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงในดินบนแปลงเพาะปลูก โดยได้กำหนดค่าการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทานในการจัดทำรายงานความเหมาะสมของโครงการฯ เป็นภาคดังนี้ คือ

ภาคกลาง	ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ ๑.๐ มิลลิเมตรต่อวัน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ ๒.๐ มิลลิเมตรต่อวัน
ภาคอื่นๆ	ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ ๑.๕ มิลลิเมตรต่อวัน

๖.๔ คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำ

- ในการตกกล้า
- ของพืชแต่ละชนิด
- ของบ่อปลา
- ของกิจกรรมต่างๆ

๖.๕ คำนวณหาปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งจริงเพื่อการเพาะปลูก จากข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งผ่านประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ และข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ นอกเหนือจากการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก

๖.๖ คำนวณหาปริมาณฝนใช้การ โดยหาตัวแทนปริมาณฝนที่ตกบนพื้นที่ ซึ่งคำนวณจากข้อมูลฝนรายวันของแต่ละสถานีกับค่า Factor ของสถานีวัดน้ำฝนซึ่งกระจายอยู่ในแต่ละโซน และเปลี่ยนจากฝนรายวันเป็นรายสัปดาห์

๖.๗ คำนวณประสิทธิภาพการชลประทานรายสัปดาห์

$$\text{ประสิทธิภาพการชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ} \times ๑๐๐}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}}$$

๖.๘ ตรวจสอบวิเคราะห์ประเมินผลการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน โดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า ๑๐๐% หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลพื้นฐาน หากข้อมูลถูกต้องแสดงว่าเกิดเหตุการณ์ขาดน้ำหรือฝนตกเกินความต้องการ

๖.๙ รวบรวมข้อมูลทั้งหมดตลอดช่วงฤดูกาล ประกอบด้วยข้อมูล

- ข้อมูลพื้นที่เตรียมแปลง ข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูก และระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมแปลงเพาะปลูก

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

๖.๑๐ คำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานตลอดทั้งฤดูกาลเพาะปลูก

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

๖.๑๑ ตรวจสอบ วิเคราะห์ ประเมินผลการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทานโดยเมื่อมีผลการคำนวณมากกว่า ๑๐๐% หรือผลการคำนวณมีค่าติดลบ ไม่น่าเชื่อถือ ให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลและจัดทำหมายเหตุประกอบการคำนวณไว้เป็นหลักฐาน

๖.๑๒ จัดทำรายงานเพื่อเปรียบเทียบผลการส่งน้ำของฤดูกาลปัจจุบันเทียบกับช่วงอื่นๆ และเสนอแนะแนวทางเพื่อการเพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป อาทิ การประเมินการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ การตรวจสอบปรับปรุงอาคารชลประทาน คลองส่งน้ำ หรือสอบเทียบอาคารเพื่อให้วัดปริมาณน้ำได้อย่างถูกต้อง ฯลฯ

๗. มาตรฐานงาน

การดำเนินการเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอน และมาตรฐานเวลาให้เป็นไปตามกระบวนการคู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำของโครงการชลประทาน

๘. ระบบติดตามและประเมินผล

ติดตามการประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน เป็นรายสัปดาห์และรายเดือนโดยสำนักชลประทานที่ ๑-๑๗ เป็นผู้รายงานผลความก้าวหน้าการบริหารจัดการน้ำ สภาพปัญหาและอุปสรรค เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงการวางแผนและแนวทางการปฏิบัติในฤดูกาลต่อไป



๙. เอกสารอ้างอิง

ฉลอง เกิดพิทักษ์, ๒๕๒๗, การจัดการน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย. ภาควิชาทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พิพัฒน์ เสถียรพันธุ์ฤทธิ์, การประเมินประสิทธิภาพชลประทาน. ฝ่ายจัดสรรน้ำ, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน กรุงเทพฯ.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล, ๒๕๒๖, หลักการชลประทาน. วิศวกรรมชลประทาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัชร เสือดี ๒๕๓๗, การพัฒนาโปรแกรมจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการใช้สำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

๑๐.แบบฟอร์มที่ใช้

อ้างอิงคู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำของโครงการชลประทาน

ภาคผนวก ก.
ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพ
การชลประทาน



ตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน

การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการชลประทาน คำนวณโดยใช้ตารางใน Excel อาศัยหลักการของ
 ฌลอง เกิดพิทักษ์ (๒๕๓๑) ในที่นี้ได้แสดงขั้นตอนการคำนวณโดยยกตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพ
 ชลประทานของโครงการ (ก.) ซึ่งจะคำนวณในฤดูแล้งปี ๒๕๕๑-๒๕๕๒ ของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย (LMC)

ค่าที่เหมาะสมสำหรับโครงการ(ก.)

- ปริมาณน้ำในการเตรียมแปลงฤดูแล้ง	= ๒๕๐	มม./ไร่
- ปริมาณน้ำในการเตรียมแปลงฤดูฝน	= ๒๐๐	มม./ไร่
- ปริมาณน้ำเตรียมแปลง(พืชไร่) ฤดูแล้ง	= ๗๕	มม./ไร่
- ปริมาณน้ำเตรียมแปลง(พืชไร่)ฤดูฝน	= ๔๘	มม./ไร่
- อัตราการรั่วซึมในฤดูแล้ง	= ๒.๕	มม./วัน
- อัตราการรั่วซึมในฤดูฝน	= ๑	มม./วัน
- ระยะเวลาในการเตรียมแปลง ๑ ไร่	= ๒	สัปดาห์
- อายุของต้นกล้า	= ๒	สัปดาห์
- อายุข้าวตลอดฤดูกาล	= ๑๓	สัปดาห์

๑) รวบรวมกิจกรรมการเพาะปลูกแต่ละสัปดาห์ในพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ ๕
 ตารางที่ ๕ กิจกรรมการเพาะปลูกจากพื้นที่คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย

สัปดาห์	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่การเพาะปลูก (ไร่)								
		เตรียมแปลง	ตกกล้า	นาดำ	นาหว่าน	LMC คลองสายใหญ่				
						พืชไร่	พืชผัก	ดอกไม้	บ่อปลา	อื่นๆ
๑	๒๕ ธ.ค.๕๑ - ๓๑ ธ.ค.๕๑	๔,๗๖๘	๐	๐	๑,๒๖๘	๑๗๓	๗๙	๒	๗๕	๕๙
๒	๑ ม.ค.๕๒ - ๗ ม.ค.๕๒	๘,๐๐๕	๐	๐	๓,๑๖๔	๔๒๒	๑๒๕	๒	๖๕๓	๖๗
๓	๘ ม.ค.๕๒ - ๑๔ ม.ค.๕๒	๙,๘๗๓	๔	๐	๖,๙๗๘	๗๗๕	๑๓๐	๒	๙๐๕	๖๙
๔	๑๕ ม.ค.๕๒ - ๒๑ ม.ค. ๕๒	๑๑,๑๒๘	๐	๐	๙,๙๖๙	๑,๓๐๔	๑๓๐	๒	๑,๐๒๗	๗๓
๕	๒๒ ม.ค.๕๒ - ๒๘ ม.ค.๕๒	๑๔,๔๐๕	๐	๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๖	๒๙ ม.ค.๕๒ - ๔ ก.พ.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๗	๕ ก.พ.๕๒ - ๑๑ ก.พ.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๘	๑๒ ก.พ.๕๒ - ๑๘ ก.พ.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๙	๑๙ ก.พ. ๕๒ - ๒๕ ก.พ.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๐	๒๖ ก.พ.๕๒ - ๔ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๑	๕ มี.ค.๕๒ - ๑๑ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๒	๑๒ มี.ค.๕๒ - ๑๘ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๓	๑๙ มี.ค.๕๒ - ๒๕ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๔	๒๖ มี.ค.๕๒ - ๑ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๕	๒ เม.ย.๕๒ - ๘ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๖	๙ เม.ย.๕๒ - ๑๕ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๗	๑๖ เม.ย.๕๒ - ๒๒ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑,๓๙๒	๑๕๐
๑๘	๒๓ เม.ย.๕๒ - ๒๙ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๓,๙๙๓	๑,๕๖๘	๒๙	๒	๑,๒๕๖	๑๒๗
๑๙	๓๐ เม.ย.๕๒ - ๖ พ.ค.๕๒			๓๙	๑๑,๖๙๔	๙๔๗	๒๙	๐	๑,๐๖๘	๖๘
๒๐	๗ พ.ค.๕๒ - ๑๓ พ.ค.๕๒			๑๑	๗,๒๒๖	๔๙๗	๒๙	๐	๘๖๒	๖๑
๒๑	๑๔ พ.ค.๕๒ - ๒๐ พ.ค.๕๒			๐	๓,๖๙๓	๑๖๓	๒๙	๐	๖๖๘	๕๙
๒๒	๒๑ พ.ค.๕๒ - ๒๗ พ.ค.๕๒			๐	๑,๖๐๑	๑๕๐	๒๙	๐	๕๐๖	๕๙
๒๓	๒๘ พ.ค.๕๒ - ๓ มิ.ย. ๕๒			๐	๑๒	๑๕๐	๒๙	๐	๐	๐

หมายเหตุ: การเก็บข้อมูลจะทำ ๒ ช่วงคือ ช่วงการรายงานผลการเพาะปลูก ๕ สัปดาห์แรก และช่วงการรายงานผลการเก็บเกี่ยว ๕ สัปดาห์สุดท้าย

๑๕ - ๑๘

๒) คำนวณหาพื้นที่ที่เตรียมแปลงของแต่ละสัปดาห์และคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง
แสดงในตารางที่ ๖

ตารางที่ ๖ การคำนวณหาพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง

สัปดาห์ ที่	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่ที่เตรียมแปลง			ปริมาณน้ำที่ ต้องการ (ม. ^๓ /วินาที)
		สะสม (ไร่)	แต่ละ สัปดาห์ (ไร่)	รวมแต่ละสัปดาห์ (ไร่)	
๑	๒๕ ธ.ค.๕๑ - ๓๑ ธ.ค.๕๑	๔,๗๖๘	๔,๗๖๘	๔,๗๖๘	๑.๕๘
๒	๑ ม.ค.๕๒ - ๗ ม.ค.๕๒	๘,๐๐๕	๓,๒๓๗	๔,๗๖๘+๓,๒๓๗	๒.๖๕
๓	๘ ม.ค.๕๒ - ๑๔ ม.ค.๕๒	๙,๘๗๓	๑,๘๖๘	๓,๒๓๗+๑,๘๖๘	๐.๖๒
๔	๑๕ ม.ค.๕๒ - ๒๑ ม.ค. ๕๒	๑๑,๑๒๘	๑,๒๕๖	๑,๘๖๘+๑,๒๕๖	๑.๐๓
๕	๒๒ ม.ค.๕๒ - ๒๘ ม.ค.๕๒	๑๔,๔๐๕	๓,๒๗๖	๑,๒๕๖+๓,๒๗๖	๑.๐๘
๖	๒๙ ม.ค.๕๒ - ๔ ก.พ.๕๒			๓,๒๗๖	๑.๐๘
๗	๕ ก.พ.๕๒ - ๑๑ ก.พ.๕๒				
๘	๑๒ ก.พ.๕๒ - ๑๘ ก.พ.๕๒				
๙	๑๙ ก.พ. ๕๒ - ๒๕ ก.พ.๕๒				
๑๐	๒๖ ก.พ.๕๒ - ๔ มี.ค.๕๒				
๑๑	๕ มี.ค.๕๒ - ๑๑ มี.ค.๕๒				
๑๒	๑๒ มี.ค.๕๒ - ๑๘ มี.ค.๕๒				
๑๓	๑๙ มี.ค.๕๒ - ๒๕ มี.ค.๕๒				
๑๔	๒๖ มี.ค.๕๒ - ๑ เม.ย.๕๒				
๑๕	๒ เม.ย.๕๒ - ๘ เม.ย.๕๒				
๑๖	๙ เม.ย.๕๒ - ๑๕ เม.ย.๕๒				
๑๗	๑๖ เม.ย.๕๒ - ๒๒ เม.ย.๕๒				
๑๘	๒๓ เม.ย.๕๒ - ๒๙ เม.ย.๕๒				
๑๙	๓๐ เม.ย.๕๒ - ๖ พ.ค.๕๒				
๒๐	๗ พ.ค.๕๒ - ๑๓ พ.ค.๕๒				
๒๑	๑๔ พ.ค.๕๒ - ๒๐ พ.ค.๕๒				
๒๒	๒๑ พ.ค.๕๒ - ๒๗ พ.ค.๕๒				
๒๓	๒๘ พ.ค.๕๒ - ๓ มิ.ย. ๕๒				

โดยมีพื้นที่ที่เตรียมแปลงทั้งหมด ๑๔๔๐๔.๕ ไร่
 สมมุติให้ปริมาณใช้ในการเตรียมแปลง ๒๕๐ มม.
 และระยะในการเตรียมแปลงต่อ ๑ ไร่ ๑๔ วัน
 ในเวลา ๑ วัน ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง = $250 / 14 = 17.857$ มม.
 ปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมแปลง (ม.^๓/วินาที) = $\frac{\text{พื้นที่ที่เตรียมแปลง (ไร่)} \times 1,600 \times 250}{1000 \times 14 \times 24 \times 60 \times 60}$
 = $3.307 \times 10^{-4} \times \text{พื้นที่ที่เตรียมแปลง (ไร่)}$
 เช่น ในสัปดาห์ที่ ๑ (๒๕ ธ.ค. ๕๑ - ๓๑ ธ.ค. ๕๑)
 ปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมแปลง = $3.307 \times 10^{-4} \times 4,768 = 1.58$ (ม.^๓/วินาที)



๓) คำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการตกกล้า ดังแสดงในตารางที่ ๗
ตารางที่ ๗ การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการตกกล้า

สัปดาห์ ที่	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่ตกกล้า			Kc	ETp (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ ต้องการใช้ (ม. ^๓ /วินาที)
		สะสม (ไร่)	แต่ละสัปดาห์ (ไร่)	รวม			
๑	๒๕ ธ.ค.๕๑ - ๓๑ ธ.ค.๕๑	๐	๐	๐	๑	๒.๙๘	๐
๒	๑ ม.ค.๕๒ - ๗ ม.ค.๕๒	๐	๐	๐	๑	๓.๑๐	๐
๓	๘ ม.ค.๕๒ - ๑๔ ม.ค.๕๒	๔	๔	๔	๑	๓.๑๐	๐.๐๐๐๒๒๙
๔	๑๕ ม.ค.๕๒-๒๑ ม.ค. ๕๒	๐	๐	๔	๑	๓.๑๐	๐.๐๐๐๐๐๐
๕	๒๒ ม.ค.๕๒ -๒๘ ม.ค.๕๒						
๖	๒๙ ม.ค.๕๒ -๔ ก.พ.๕๒						
๗	๕ ก.พ.๕๒ - ๑๑ ก.พ.๕๒						
๘	๑๒ ก.พ.๕๒ -๑๘ ก.พ.๕๒						
๙	๑๙ ก.พ. ๕๒-๒๕ ก.พ.๕๒						
๑๐	๒๖ ก.พ.๕๒ -๔ มี.ค.๕๒						
๑๑	๕ มี.ค.๕๒ - ๑๑ มี.ค.๕๒						
๑๒	๑๒ มี.ค.๕๒ -๑๘ มี.ค.๕๒						
๑๓	๑๙ มี.ค.๕๒ -๒๕ มี.ค.๕๒						
๑๔	๒๖ มี.ค.๕๒ - ๑ เม.ย.๕๒						
๑๕	๒ เม.ย.๕๒ - ๘ เม.ย.๕๒						
๑๖	๙ เม.ย.๕๒ -๑๕ เม.ย.๕๒						
๑๗	๑๖ เม.ย.๕๒-๒๒เม.ย.๕๒						
๑๘	๒๓ เม.ย.๕๒-๒๙เม.ย.๕๒						
๑๙	๓๐ เม.ย.๕๒ - ๖ พ.ค.๕๒						
๒๐	๗ พ.ค.๕๒ - ๑๓ พ.ค.๕๒						
๒๑	๑๔ พ.ค.๕๒ -๒๐ พ.ค.๕๒						
๒๒	๒๑ พ.ค.๕๒ -๒๗ พ.ค.๕๒						
๒๓	๒๘ พ.ค.๕๒ - ๓ มิ.ย. ๕๒						

หมายเหตุ: ต้นกล้าอายุ ๑๔ วัน (๒ สัปดาห์) ก่อนถอนไปปักดำ และกำหนดให้ Kc = ๑

$$\text{ปริมาณน้ำที่ต้นกล้าใช้ (ม.^๓/วินาที)} = \frac{\text{พื้นที่ตกกล้า (ไร่)} \times ๑๖๐๐ \times Kc \times ETo \text{ (มม./วัน)}}{๑๐๐๐ \times ๒๔ \times ๖๐ \times ๖๐}$$

$$= ๑.๘๕๒ \times ๑๐^{-๕} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times ETo \text{ (มม./วัน)}$$

เช่น ในสัปดาห์ที่ ๓ (๘ ม.ค. ๕๒ - ๑๔ ม.ค. ๕๒) ปริมาณน้ำที่ต้นกล้าใช้

$$= ๑.๘๕๒ \times ๑๐^{-๕} \times ๓.๑๐$$

$$= ๐.๐๐๐๒๒๙ \quad (\text{ม.^๓/วินาที})$$

๑๕ - ๒๐

๔) คำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชเฉลี่ย (wrcrf) ของพืชต่างๆ ดังแสดงตารางที่ ๘ ถึง ตารางที่ ๑๒ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด
ตารางที่ ๘ สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient, wrcrf) สำหรับนาหว่าน

หมายเหตุ: ค่า K_c ใช้ของข้าวพันธุ์ กข

ยกตัวอย่าง

$$\text{สัปดาห์ที่ ๑ } wrcrf = (๑๒๖๘ \times ๐) / ๑๒๖๘ = ๐$$

$$\text{สัปดาห์ที่ ๒ } wrcrf = ((๑๘๙๖ \times ๐) + (๑๒๖๘ \times ๐)) / (๑๒๖๘ + ๑๒๖๘) = ๐$$

$$\begin{aligned} \text{สัปดาห์ที่ ๓ } wrcrf &= ((๓๘๑๔ \times ๐) + (๑๘๙๖ \times ๐) + (๑๒๖๘ \times ๐.๘)) / (๓๘๑๔ + ๑๒๖๘ + ๑๒๖๘) \\ &= ๐.๑๕ \end{aligned}$$

ตารางที่ ๙ สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient, wrcrf) สำหรับพืชไร่

สัปดาห์	K_c	T_o	Weekly proportion													wrcrf
			๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	
๑	๑.๐๓	๕๘	๕๘													๑.๐๓
๒	๑.๐๗	๕๘		๕๘												๑.๐๗
๓	๑.๑๒	๕๘			๕๘											๑.๑๒
๔	๑.๒๙	๕๘				๕๘										๑.๒๙
๕	๑.๓๘	๕๘					๕๘									๑.๓๘
๖	๑.๔๕	๕๘						๕๘								๑.๔๕
๗	๑.๕	๕๘							๕๘							๑.๕
๘	๑.๔๘	๕๘								๕๘						๑.๔๘
๙	๑.๔๒	๕๘									๕๘					๑.๔๒
๑๐	๑.๓๔	๕๘										๕๘				๑.๓๔
๑๑	๑.๒๓	๕๘											๕๘			๑.๒๓
๑๒	๐.๙๔	๕๘												๕๘		๐.๙๔
๑๓	๐.๘๖	๕๘													๕๘	๐.๘๖
๑๔																
๑๕																
๑๖																
๑๗																
๑๘																
๑๙																
๒๐																
๒๑																
๒๒																
๒๓																

หมายเหตุ: ค่า K_c ใช้ของถั่วลิสงเป็นตัวแทน



ตารางที่ ๑๐ สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient, wcrf) สำหรับพืชผัก

ลำดับที่	Kc	To	Weekly proportion															wcrf
			๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	
๑	๐.๗๓	๗๙ ๗๘.๕																๐.๗๓
๒	๐.๘๒	๑๒๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๐.๗๙
๓	๐.๙๑	๑๓๐ ๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๐.๘๗
๔	๑.๐๑	๑๓๐ ๐ ๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๐.๙๗
๕	๑.๑๒	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๐.๙๖
๖	๑.๒๑	๑๔๘ ๐ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๑.๐๕
๗	๑.๓	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๑.๑๔
๘	๑.๓๖	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๑.๒๒
๙	๑.๔๑	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕๗๘.๕																๑.๓๐
๑๐	๑.๔๑	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕ ๗๘.๕																๑.๓๔
๑๑	๑.๓๗	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕ ๗๘.๕																๑.๓๖
๑๒	๑.๓๓	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕ ๗๘.๕																๑.๓๔
๑๓	๑.๒๒	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕ ๗๘.๕																๑.๓๑
๑๔	๑.๐๘	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕ ๗๘.๕																๑.๒๓
๑๕	๐.๙๒	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕ ๗๘.๕																๑.๑๒
๑๖	๐	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕ ๔๖.๕																๑.๑๕
๑๗	๐	๑๔๘ ๖๗.๗ ๐ ๕																๑.๒๐
๑๘		๒๙ ๖๗.๗ ๐																๑.๐๘
๑๙		๒๙ ๖๗.๗																๐.๙๒
๒๐		๒๙																
๒๑		๒๙																
๒๒		๒๙																
๒๓		๒๙																

หมายเหตุ: ค่า K_c ใช้ของมะเขือเทศเป็นตัวแทน

ตารางที่ 11 สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient ,wrcrf) สำหรับพืชอื่นๆ

ลำดับที่	Kc To	Weekly proportion																							wrcrf
		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

หมายเหตุ ค่า Kc ใช้ของหญ้าเป็นตัวแทน

ตารางที่ ๑๒ สัมประสิทธิ์พืชที่ปรับแล้ว (Weighted Crop Coefficient, wcrf) สำหรับดอกไม้

สัปดาห์ที่	Kc	To	Weekly proportion									wcrf
			๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	
๑	๐.๓๖	๒	๒									๐.๓๖๐
๒	๐.๕๘	๒	๐	๒								๐.๕๘๐
๓	๐.๗๗	๒	๐	๐	๒							๐.๗๗๐
๔	๐.๙๓	๒	๐	๐	๐	๒						๐.๙๓๐
๕	๑.๐๗	๕	๓	๐	๐	๐	๒					๐.๔๒๘
๖	๑.๑๘	๕		๓	๐	๐	๐	๒				๐.๘๒๐
๗	๑.๒๗	๕			๓	๐	๐	๐	๒			๐.๙๗๐
๘	๑.๓๓	๕				๓	๐	๐	๐	๒		๑.๐๙๐
๙	๑.๓๘	๕					๓	๐	๐	๐	๒	๑.๑๙๔
๑๐	๐	๕						๓	๐	๐	๐	๑.๑๘๐
๑๑	๐	๕							๓	๐	๐	๑.๒๗๐
๑๒	๐	๕								๓	๐	๑.๓๓๐
๑๓	๐	๕									๓	๑.๓๘๐
๑๔	๐	๕										
๑๕	๐	๕										
๑๖	๐	๕										
๑๗	๐	๕										
๑๘	๒	๒										
๑๙	๐	๐										
๒๐	๐	๐										
๒๑	๐	๐										
๒๒	๐	๐										
๒๓	๐	๐										

หมายเหตุ: ค่า K_c ใช้ของดอกบานขึ้นเป็นตัวแทน

๑๕ - ๒๔

๕) คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด

ตารางที่ ๑๓ การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชต่างๆ

ลำดับ ที่	นาหวาน				นาดำ				พืชไร่			
	To (ไร่)	wrcr	ETo (มม./วัน)	ปริมาณ น้ำ หวาน (ม. ^๓ /วินาที)	To (ไร่)	wrcr	ETo (มม./วัน)	ปริมาณ น้ำ ดำ (ม.๓/วินาที)	To (ไร่)	wrcr	ETo (มม./วัน)	ปริมาณ น้ำ พืชไร่ (ม.๓/วินาที)
๑	๑,๒๖๘	๐.๐๐๐	๒.๙๘๒	๐.๐๐๐	๐	๐	๒.๙๘๒	๐.๐๐๐	๑๗๓	๐.๖๐๐	๒.๙๘๒	๐.๐๐๕
๒	๓,๑๖๔	๐.๐๐๐	๓.๐๙๗	๐.๐๐๐	๐	๐	๓.๐๙๗	๐.๐๐๐	๔๒๒	๐.๖๔๙	๓.๐๙๗	๐.๐๑๕
๓	๖,๙๗๘	๐.๑๔๕	๓.๐๙๗	๐.๐๕๘	๐	๐	๓.๐๙๗	๐.๐๐๐	๗๗๕	๐.๖๔๙	๓.๐๙๗	๐.๐๓๐
๔	๙,๙๖๙	๐.๒๘๕	๓.๐๙๗	๐.๑๖๓	๐	๐	๓.๐๙๗	๐.๐๐๐	๑,๓๐๔	๐.๗๒๕	๓.๐๙๗	๐.๐๕๔
๕	๑๔,๓๖๓	๐.๔๖๑	๓.๐๙๗	๐.๓๘๐	๕๘	๑.๐๓	๓.๐๙๗	๐.๐๐๓	๒,๐๕๔	๐.๗๖๓	๓.๐๙๗	๐.๐๘๙
๖	๑๔,๓๖๓	๐.๗๓๔	๓.๕๒๓	๐.๖๘๗	๕๘	๑.๐๗	๓.๕๒๓	๐.๐๐๔	๒,๐๕๔	๐.๘๘๙	๓.๕๒๓	๐.๑๑๔
๗	๑๔,๓๖๓	๑.๑๑๒	๓.๘๕๒	๑.๑๓๗	๕๘	๑.๑๒	๓.๘๕๒	๐.๐๐๔	๒,๐๕๔	๑.๑๑๒	๓.๘๕๒	๐.๑๔๗
๘	๑๔,๓๖๓	๑.๒๘๘	๓.๘๕๒	๑.๓๑๖	๕๘	๑.๒๙	๓.๘๕๒	๐.๐๐๕	๒,๐๕๔	๑.๑๒๗	๓.๘๕๒	๐.๑๖๔
๙	๑๔,๓๖๓	๑.๔๑๑	๓.๘๕๒	๑.๔๔๙	๕๘	๑.๓๘	๓.๘๕๒	๐.๐๐๕	๒,๐๕๔	๑.๒๑๑	๓.๘๕๒	๐.๑๗๘
๑๐	๑๔,๓๖๓	๑.๕๐๗	๔.๓๔๒	๑.๗๔๐	๕๘	๑.๔๕	๔.๓๔๒	๐.๐๐๖	๒,๐๕๔	๑.๒๒๕	๔.๓๔๒	๐.๒๐๒
๑๑	๑๔,๓๖๓	๑.๕๗๐	๔.๗๑๖	๑.๙๖๙	๕๘	๑.๕	๔.๗๑๖	๐.๐๐๗	๒,๐๕๔	๑.๒๓๓	๔.๗๑๖	๐.๒๑๔
๑๒	๑๔,๓๖๓	๑.๖๐๓	๔.๗๑๖	๒.๐๑๑	๕๘	๑.๕๘	๔.๗๑๖	๐.๐๐๗	๒,๐๕๔	๑.๒๓๙	๔.๗๑๖	๐.๒๑๙
๑๓	๑๔,๓๖๓	๑.๖๑๘	๔.๗๑๖	๒.๐๓๐	๕๘	๑.๕๒	๔.๗๑๖	๐.๐๐๗	๒,๐๕๔	๑.๒๓๕	๔.๗๑๖	๐.๒๑๗
๑๔	๑๔,๓๖๓	๑.๕๙๑	๔.๗๑๖	๒.๐๒๗	๕๘	๑.๓๔	๔.๗๑๖	๐.๐๐๖	๒,๐๕๔	๑.๘๓๐	๔.๗๑๖	๐.๑๕๓
๑๕	๑๔,๓๖๓	๑.๕๒๐	๕.๒๓๑	๒.๑๑๕	๕๘	๑.๒๓	๕.๒๓๑	๐.๐๐๖	๒,๐๕๔	๑.๗๓๒	๕.๒๓๑	๐.๑๔๕
๑๖	๑๔,๓๖๓	๑.๓๖๒	๕.๒๓๑	๑.๘๙๖	๕๘	๐.๙๔	๕.๒๓๑	๐.๐๐๕	๒,๐๕๔	๑.๖๒๙	๕.๒๓๑	๐.๑๒๕
๑๗	๑๔,๓๖๓	๑.๒๒๒	๕.๒๓๑	๑.๗๐๑	๕๘	๐.๘๖	๕.๒๓๑	๐.๐๐๔	๒,๐๕๔	๑.๕๓๕	๕.๒๓๑	๐.๑๐๖
๑๘	๑๓,๙๙๓	๑.๐๔๓	๕.๒๓๑	๑.๔๑๔	๕๘	๐	๕.๒๓๑	๐.๐๐๐	๑,๕๖๘	๑.๔๗๙	๕.๒๓๑	๐.๐๗๒
๑๙	๑๑,๖๙๕	๐.๙๐๕	๔.๘๓๑	๐.๙๔๗	๓๙	๐	๔.๘๓๑	๐.๐๐๐	๙๔๗	๑.๔๕๐	๔.๘๓๑	๐.๐๓๘
๒๐	๗,๒๒๖	๐.๖๕๐	๔.๗๖๔	๐.๔๑๔	๑๑	๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐	๔๙๗	๑.๐๐๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐
๒๑	๓,๖๙๓	๐.๐๐๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐	๐	๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐	๑๖๓	๑.๐๐๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐
๒๒	๑,๖๐๑	๐.๐๐๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐	๐	๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐	๑๕๐	๑.๐๐๐	๔.๗๖๔	๐.๐๐๐
๒๓	๑๒	๐.๐๐๐	๔.๕๕๐	๐.๐๐๐	๐	๐	๔.๕๕๐	๐.๐๐๐	๑๕๐	๑.๐๐๐	๔.๕๕๐	๐.๐๐๐

หมายเหตุ:

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ(ม.}^3\text{/วินาที)} &= \text{พื้นที่ (ไร่)} \times ๑๖๐๐ \times Kc \times ETo \quad (\text{มม./วัน}) \\
 &= \frac{๑.๘๕๒ \times ๑๐^{-๕} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times \text{ความต้องการน้ำ (มม./วัน)}}{๑๐๐๐ \times ๒๔ \times ๖๐ \times ๖๐}
 \end{aligned}$$



๖) คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของบ่อปลา

ตารางที่ ๑๔ การคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการของบ่อปลา

ลำดับ	พื้นที่ (ไร่)	ฝน (มม./วัน)	Ev (มม./วัน)	๐.๗*Ev (มม./วัน)	รั้วซึม (มม./วัน)	ความต้องการน้ำ (ม. ^๓ /วินาที)
๑						
๒	๖๕๓	๐.๐๐	๓.๕๘๕๗๑	๒.๕๑๐๐๐	๒.๕	๐.๐๖๐๕๓๘
๓	๙๐๕	๐.๐๐	๓.๕๓๔๒๙	๒.๔๗๔๐๐	๒.๕	๐.๐๘๓๓๘๔
๔	๑,๐๒๗	๐.๐๐	๓.๗๓๗๑๔	๒.๖๑๖๐๐	๒.๕	๐.๐๙๗๒๙๙
๕	๑,๓๙๒	๐.๐๐	๓.๔๒๔๒๙	๒.๓๙๗๐๐	๒.๕	๐.๑๒๖๒๑๑
๖	๑,๓๙๒	๐.๐๐	๔.๐๖๒๘๖	๒.๘๔๔๐๐	๒.๕	๐.๑๓๗๗๓๒
๗	๑,๓๙๒	๐.๐๐	๓.๗๒๑๔๓	๒.๖๐๕๐๐	๒.๕	๐.๑๓๕๑๘๐
๘	๑,๓๙๒	๐.๐๐	๓.๗๘๘๕๗	๒.๖๕๒๐๐	๒.๕	๐.๑๓๒๗๘๓
๙	๑,๓๙๒	๐.๐๐	๓.๙๒๘๕๗	๒.๗๕๐๐๐	๒.๕	๐.๑๓๕๓๐๙
๑๐	๑,๓๙๒	๐.๐๐	๔.๒๗๐๐๐	๒.๙๘๙๐๐	๒.๕	๐.๑๔๑๔๖๙
๑๑	๑,๓๙๒	๑.๖๘	๕.๑๕๐๐๐	๓.๖๐๕๐๐	๒.๕	๐.๑๑๔๑๔๗
๑๒	๑,๓๙๒	๐.๒๑	๓.๓๗๕๗๑	๒.๓๖๓๐๐	๒.๕	๐.๑๑๙๘๐๔
๑๓	๑,๓๙๒	๒.๘๗	๔.๒๑๔๒๙	๒.๙๕๐๐๐	๒.๕	๐.๐๖๖๓๙๓
๑๔	๑,๓๙๒	๑.๐๑	๔.๙๘๘๕๗	๓.๔๙๒๐๐	๒.๕	๐.๑๒๘๓๑๕
๑๕	๑,๓๙๒	๐.๒๕	๕.๕๙๔๒๙	๓.๙๑๖๐๐	๒.๕	๐.๑๕๘๘๗๖
๑๖	๑,๓๙๒	๖.๕๓	๕.๒๖๘๕๗	๓.๖๘๘๐๐	๒.๕	๐.๐๐๐๐๐๐
๑๗	๑,๓๙๒	๐.๑๔	๕.๔๙๑๔๓	๓.๘๔๔๐๐	๒.๕	๐.๑๕๙๘๘๑
๑๘	๑,๒๕๖	๒.๘๔	๔.๙๔๔๒๙	๓.๔๖๑๐๐	๒.๕	๐.๐๗๒๖๕๓
๑๙	๑,๐๖๘	๒.๓๙	๕.๑๓๐๐๐	๓.๕๙๑๐๐	๒.๕	๐.๐๗๓๒๓๒
๒๐	๘๖๒	๕.๑๒	๕.๐๖๕๗๑	๓.๕๔๖๐๐	๒.๕	๐.๐๑๔๗๘๘
๒๑	๖๖๘	๑๑.๗๙	๔.๙๓๐๐๐	๓.๔๕๑๐๐	๒.๕	๐.๐๐๐๐๐๐
๒๒	๕๐๖	๑๒.๒๒	๕.๔๔๕๗๑	๓.๘๑๒๐๐	๒.๕	๐.๐๐๐๐๐๐
๒๓	๐	๙.๙๕	๓.๕๕๔๒๙	๒.๔๘๘๐๐	๒.๕	๐.๐๐๐๐๐๐

หมายเหตุ:

ความต้องการน้ำบ่อปลา

= ปริมาณฝน- (๐.๗xการระเหย) - การรั้วซึม

ถ้าคำนวณแล้วติดลบแสดงว่ามีความต้องการน้ำ สามารถคำนวณปริมาณน้ำได้ดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำของบ่อปลา (ม.^๓/วินาที)

= $\frac{\text{พื้นที่ (ไร่)} \times ๑๖๐๐ \times (\text{ความต้องการน้ำ (มม./วัน)})}{๑๐๐๐ \times ๒๔ \times ๖๐ \times ๖๐}$

= $๑.๘๕๒ \times ๑๐^{-๕} \times \text{พื้นที่(ไร่)} \times \text{ความต้องการน้ำ (มม./วัน)}$

7) คำนวณหาผลรวมของปริมาณการใช้หน่วยของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งหมายถึงปริมาณที่ต้องใช้ในการตามทฤษฎี
ตารางที่ 15 ผลรวมของปริมาณน้ำใช้กิจกรรมต่างๆ

ลำดับที่	ช่วงระหว่างวันที่	ปริมาณความคั่งค้างน้ำทั้งหมด (ม.³/วันที่)									
		LMCตลอดอายุ									
		เตรียมแปลง	คอกสัตว์	นาค้า	นาหวาน	ทำไร่	ทำคอก	คอกไม้	ป่าปลา	อื่นๆ	รวม
1	25 ม.ค.51 - 31 ม.ค.52	1.57672	0.00000	0.00000	0.00000	0.00574	0.00317	0.00004	0.00551	0.00237	1.59405
2	1 ม.ค.52 - 7 ม.ค.52	2.64716	0.00000	0.00000	0.00000	0.01571	0.00264	0.00007	0.06054	0.00333	2.73249
3	8 ม.ค.52 - 14 ม.ค.52	1.63316	0.00023	0.00000	0.05319	0.03033	0.00449	0.00009	0.03333	0.00343	1.57092
4	15 ม.ค.52 - 21 ม.ค. 52	1.03307	0.00023	0.00000	0.16540	0.05427	0.00721	0.00011	0.09730	0.00369	1.33927
5	22 ม.ค.52 - 28 ม.ค.52	1.49363	0.00000	0.00343	0.39013	0.03993	0.01034	0.00012	0.12621	0.00756	2.11695
6	29 ม.ค.52 - 4 ก.พ.52	1.03333		0.00405	0.63793	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	0.14739	0.01605	0.00035	0.13513	0.01105	1.45226
8	12 ก.พ.52 - 18 ก.พ.52			0.00532	1.31657	0.16431	0.01720	0.00039	0.13278	0.01110	1.64317
9	19 ก.พ. 52 - 25 ก.พ.52			0.00570	1.44942	0.17320	0.01324	0.00042	0.13531	0.01120	1.79343
10	26 ก.พ.52 - 4 มี.ค.52			0.00676	1.74035	0.20246	0.02131	0.00047	0.14147	0.01336	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	0.00053	0.11980	0.01433	2.37639
13	19 มี.ค.52 - 25 มี.ค.52			0.00719	2.03065	0.16777	0.02263	0.00060	0.06639	0.01431	2.31004
14	26 มี.ค.52 - 1 เม.ย.52			0.00639	2.02761	0.15362	0.02161	0.00000	0.12331	0.01342	2.35147
15	2 เม.ย.52 - 8 เม.ย.52			0.00691	2.11527	0.14571	0.02144	0.00000	0.15333	0.01462	2.46233
16	9 เม.ย.52 - 15 เม.ย.52			0.00523	1.39627	0.12521	0.02200	0.00000	0.00000	0.01461	2.06337
17	16 เม.ย.52 - 22 เม.ย.52			0.00433	1.70105	0.10649	0.02293	0.00000	0.15933	0.01459	2.00932
18	23 เม.ย.52 - 29 เม.ย.52			0.00000	1.41431	0.07273	0.00293	0.00000	0.07265	0.01206	1.57473
19	30 เม.ย.52 - 6 พ.ค.52			0.00000	0.94764	0.03312	0.01693	0.00000	0.07323	0.00546	1.03133
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 มี.ย. 52			0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

๘) คำนวณหาปริมาณน้ำรั่วซึม

ตารางที่ ๑๖ การคำนวณหาปริมาณการรั่วซึม

ลำดับ	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่การเพาะปลูก (ไร่)									อัตราการ	ปริมาณน้ำ
		LMCคลองสายใหญ่									รั่วซึม	รั่วซึม
		เตรียม แปลง	ตก กล้า	นา ดำ	นา หว่าน	พืชไร่	พืชผัก	ดอกไม้	อื่นๆ	รวม ทั้งหมด	(มม./วัน)	(ม. ^๓ / วินาที)
๑.	๒๕๖๖.ค.๕๑-๓๑ ค.๕๒	๔,๗๖๘	๐	๐	๑,๒๖๘	๑๗๓	๗๙	๒	๕๙	๖,๓๔๙	๒.๕	๐.๒๙๓๙๔
๒.	๑ ม.ค.๕๒ - ๗ ม.ค.๕๒	๘,๐๐๕	๐	๐	๓,๑๖๔	๔๒๒	๑๒๕	๒	๖๗	๑๑,๗๘๕	๒.๕	๐.๕๔๕๕๐
๓.	๘ ม.ค.๕๒ - ๑๔ ม.ค.๕๒	๕,๑๐๕	๔	๐	๖,๙๗๘	๗๗๕	๑๓๐	๒	๖๙	๑๓,๐๖๓	๒.๕	๐.๖๐๔๗๐
๔.	๑๕ ม.ค.๕๒ - ๒๑ ม.ค. ๕๒	๓,๑๒๔	๐	๐	๙,๙๖๙	๑,๓๐๔	๑๓๐	๒	๗๓	๑๔,๖๐๓	๒.๕	๐.๖๗๖๐๒
๕.	๒๒ ม.ค.๕๒ - ๒๘ ม.ค.๕๒	๔,๕๓๒	๐	๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๒๑,๓๕๙	๒.๕	๐.๙๘๘๘๔
๖.	๒๙ ม.ค.๕๒ - ๔ ก.พ.๕๒	๓,๒๗๖		๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๒๐,๑๐๓	๒.๕	๐.๙๓๐๗๖
๗.	๕ ก.พ.๕๒ - ๑๑ ก.พ.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๘.	๑๒ ก.พ.๕๒ - ๑๘ ก.พ.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๙.	๑๙ ก.พ. ๕๒ - ๒๕ ก.พ.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๐.	๒๖ ก.พ.๕๒ - ๔ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๑.	๕ มี.ค.๕๒ - ๑๑ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๒.	๑๒ มี.ค.๕๒ - ๑๘ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๓.	๑๙ มี.ค.๕๒ - ๒๕ มี.ค.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๔.	๒๖ มี.ค.๕๒ - ๑ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๕.	๒ เม.ย.๕๒ - ๘ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๖.	๙ เม.ย.๕๒ - ๑๕ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๗.	๑๖ เม.ย.๕๒ - ๒๒ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๔,๓๖๓	๒,๐๕๔	๑๙๘	๕	๑๕๐	๑๖,๘๒๗	๒.๕	๐.๗๗๙๐๙
๑๘.	๒๓ เม.ย.๕๒ - ๒๙ เม.ย.๕๒			๕๘	๑๓,๙๘๓	๑,๕๖๘	๒๙	๒	๑๒๗	๑๕,๗๗๖	๒.๕	๐.๗๓๐๓๗
๑๙.	๓๐ เม.ย.๕๒ - ๖ พ.ค.๕๒			๓๙	๑๑,๖๙๔	๙๔๗	๒๙	๐	๖๘	๑๒,๗๗๖	๒.๕	๐.๕๙๑๔๐
๒๐.	๗ พ.ค.๕๒ - ๑๓ พ.ค.๕๒			๑๑	๗,๒๒๖	๔๙๗	๒๙	๐	๖๑	๗,๘๒๓	๒.๕	๐.๓๖๒๑๘
๒๑.	๑๔ พ.ค.๕๒ - ๒๐ พ.ค.๕๒			๐	๓,๖๙๓	๑๖๓	๒๙	๐	๕๙	๓,๙๔๓	๒.๕	๐.๑๘๒๕๖
๒๒.	๒๑ พ.ค.๕๒ - ๒๗ พ.ค.๕๒			๐	๑,๖๐๑	๑๕๐	๒๙	๐	๕๙	๑,๘๓๙	๒.๕	๐.๐๘๕๑๑
๒๓.	๒๘ พ.ค.๕๒ - ๓ มิ.ย. ๕๒			๐	๑๒	๑๕๐	๒๙	๐	๐	๑๙๑	๒.๕	๐.๐๐๘๘๙



๑๕ - ๒๘

หมายเหตุ: อัตราการรั่วซึม ฤดูแล้ง
ปริมาณน้ำรั่วซึม (ม.^๓/วินาที)

$$= ๒.๕ \text{ มม./วัน} \quad \text{ฤดูฝน} = ๑ \text{ มม./วัน}$$

$$= \frac{\text{พื้นที่ (ไร่)} \times ๑๖๐๐ \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)}}{๑๐๐๐ \times ๒๔ \times ๖๐ \times ๖๐}$$

$$= ๑.๘๕๒ \times ๑๐^{-๕} \times \text{พื้นที่ (ไร่)} \times \text{อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)}$$

๙) คำนวณปริมาณฝนใช้การโดยใช้ข้อมูลฝนจากสถานีในพื้นที่ ซึ่งจะกระจายอยู่ในแต่ละโซน
ตารางที่ ๑๗ การคำนวณหาฝนใช้การ (Effective Rainfall)

สัปดาห์	ช่วงระหว่างวันที่	พื้นที่เพาะปลูก		ปริมาณฝน (มม./วัน)					ฝนใช้การ (มม./วัน)		ปริมาณน้ำ (ม. ^๓ /วินาที)		
		ข้าว (ไร่)	พืชไร่ (ไร่)	โซน ๑ ๐.๒๒๐	โซน ๒ ๐.๒๕๔	โซน ๓ ๐.๒๕๐	โซน ๔ ๐.๒๗๑	เฉลี่ย	ข้าว	พืชไร่	ข้าว	พืชไร่	รวม
๑	๒๕ ธ.ค.๕๑ - ๓๑ ธ.ค.๕๑	๖๐๓๖	๓๑๓	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๒	๑ ม.ค.๕๒ - ๗ ม.ค.๕๒	๑๑๑๖๔	๖๑๖	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๓	๘ ม.ค.๕๒ - ๑๔ ม.ค.๕๒	๑๒๐๘๓	๙๗๖	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๔	๑๕ ม.ค.๕๒ - ๒๑ ม.ค.๕๒	๑๓๐๘๓	๑๕๐๙	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๕	๒๒ ม.ค.๕๒ - ๒๘ ม.ค.๕๒	๑๘๘๕๓	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๖	๒๙ ม.ค.๕๒ - ๔ ก.พ.๕๒	๑๗๖๗๗	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๗	๕ ก.พ.๕๒ - ๑๑ ก.พ.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๘	๑๒ ก.พ.๕๒ - ๑๘ ก.พ.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๙	๑๙ ก.พ.๕๒ - ๒๕ ก.พ.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๑๐	๒๖ ก.พ.๕๒ - ๔ มี.ค.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๐๐๐๐
๑๑	๕ มี.ค.๕๒ - ๑๑ มี.ค.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๖.๔๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๑.๖๘	๑.๖๘	๑.๓๑	๐.๔๔๗๖๖	๐.๔๔๗๖๖	๐.๔๔๗๖๖
๑๒	๑๒ มี.ค.๕๒ - ๑๘ มี.ค.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๘๓	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๒๑	๐.๒๑	๐.๑๗	๐.๐๔๗๖๖	๐.๐๔๗๖๖	๐.๐๔๗๖๖
๑๓	๑๙ มี.ค.๕๒ - ๒๕ มี.ค.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๙๙	๒.๒๐	๒.๐๐	๕.๘๖	๒.๘๗	๒.๘๗	๒.๒๔	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖
๑๔	๒๖ มี.ค.๕๒ - ๑ เม.ย.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๒.๗๐	๐.๗๑	๐.๕๐	๑.๐๑	๑.๐๑	๐.๗๙	๐.๒๗๖๖๖	๐.๒๗๖๖๖	๐.๒๗๖๖๖
๑๕	๒ เม.ย.๕๒ - ๘ เม.ย.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๙๗	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๑๙	๐.๐๖๗๖๖	๐.๐๖๗๖๖	๐.๐๖๗๖๖
๑๖	๙ เม.ย.๕๒ - ๑๕ เม.ย.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๓.๒๑	๑๒.๕๐	๗.๔๑	๒.๗๑	๖.๕๓	๖.๕๓	๕.๐๓	๑.๗๖๗๖๖	๑.๗๖๗๖๖	๑.๗๖๗๖๖
๑๗	๑๖ เม.ย.๕๒ - ๒๒ เม.ย.๕๒	๑๘๔๒๑	๒๔๐๗	๐.๐๐	๐.๕๔	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๑๔	๐.๑๔	๐.๑๑	๐.๐๓๗๖๖	๐.๐๓๗๖๖	๐.๐๓๗๖๖
๑๘	๒๓ เม.ย.๕๒ - ๒๙ เม.ย.๕๒	๑๘๐๕๑	๑๗๒๕	๐.๗๙	๘.๕๔	๑.๑๙	๐.๕๗	๒.๘๔	๒.๘๔	๒.๑๘	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖
๑๙	๓๐ เม.ย.๕๒ - ๖ พ.ค.๕๒	๑๑๗๓๓	๑๒๒๑	๐.๐๐	๙.๒๑	๐.๐๐	๐.๐๐	๒.๓๙	๒.๓๙	๑.๘๔	๐.๕๘๗๖๖	๐.๕๘๗๖๖	๐.๕๘๗๖๖
๒๐	๗ พ.ค.๕๒ - ๑๓ พ.ค.๕๒	๗๖๗๗	๗๖๓	๙.๐๖	๕.๙๙	๒.๙๐	๓.๑๔	๕.๑๒	๕.๑๒	๐.๐๐	๐.๖๗๖๖๖	๐.๖๗๖๖๖	๐.๖๗๖๖๖
๒๑	๑๔ พ.ค.๕๒ - ๒๐ พ.ค.๕๒	๗๖๗๓	๔๖๗	๑๘.๔๗	๑๐.๗๑	๑๒.๑๓	๗.๐๗	๑๑.๗๙	๑๐.๙๐	๒.๔๕	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖
๒๒	๒๑ พ.ค.๕๒ - ๒๗ พ.ค.๕๒	๑๖๐๑	๔๑๔	๑๑.๒๗	๑๐.๒๔	๑๑.๘๖	๑๕.๒๑	๑๒.๒๒	๑๑.๓	๒.๑๒	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖	๐.๗๖๗๖๖
๒๓	๒๘ พ.ค.๕๒ - ๓ มิ.ย.๕๒	๑๒	๓๕๕	๑๕.๗๙	๑๒.๔๑	๗.๑๔	๕.๔๓	๙.๙๕	๙.๒๒	๓.๓๑	๐.๐๖๗๖๖	๐.๐๖๗๖๖	๐.๐๖๗๖๖

หมายเหตุ: ปริมาณฝนเฉลี่ยคำนวณโดยวิธีทริเอสเซน สัดส่วนของพื้นที่แต่ละสถานีครอบคลุมมีดังนี้

ฝนโซน ๑ (R๑) factor = ๐.๒๒๐

ฝนโซน ๒ (R๒) factor = ๐.๒๕๔

ฝนโซน ๓ (R๓) factor = ๐.๒๕๐

ฝนโซน ๔ (R๔) factor = ๐.๒๗๑

การหาปริมาณฝนเฉลี่ย (R)

$$R \text{ (มม./วัน)} = ๐.๒๒๐ \times R๑ \text{ (มม./วัน)} \times ๐.๒๕๔ \times R๒ \text{ (มม./วัน)} \times ๐.๒๕๐ \times R๓ \text{ (มม./วัน)} \times ๐.๒๗๑ \times R๔ \text{ (มม./วัน)}$$

$$\text{ปริมาณฝนใช้การ (ม.^๓/วินาที)} = \frac{\text{พื้นที่ที่รับฝนใช้การ (ไร่)} \times ๑๖๐๐ \times R \text{ (มม./วัน)}}{๑๐๐ \times ๒๔ \times ๖๐ \times ๖๐}$$

$$= ๑.๘๕๒ \times ๑๐^{-๕} \times \text{พื้นที่ (ไร่)} \times \text{ETp (มม./วัน)}$$



๑๐) คำนวณหาค่าประสิทธิภาพชลประทาน

ตารางที่ ๑๘ การหาค่าประสิทธิภาพการชลประทาน

ลำดับที่	ช่วงระหว่างวันที่	ปริมาณน้ำ (ม. ^๓ /วินาที)			
		ตามทฤษฎี	LMC คลองสายใหญ่	ร่วซึม	ฝนใช้การ
					น้ำที่ส่ง
๑	๒๕ ธ.ค.๕๑ - ๓๑ ธ.ค.๕๒	๑.๕๙๔๐๕	๐.๒๙๓๙๒	๐.๐๐๐๐๐	๗.๗๘
๒	๑ ม.ค.๕๒ - ๗ ม.ค.๕๒	๒.๗๓๒๔๙	๐.๕๔๕๕๕๙	๐.๐๐๐๐๐	๘.๔๖
๓	๘ ม.ค.๕๒ - ๑๔ ม.ค.๕๒	๑.๘๗๐๙๒	๐.๖๐๔๗๘	๐.๐๐๐๐๐	๖.๑๒
๔	๑๕ ม.ค.๕๒ - ๒๑ ม.ค.๕๒	๑.๓๕๙๒๗	๐.๖๗๖๐๔	๐.๐๐๐๐๐	๓.๓๙
๕	๒๒ ม.ค.๕๒ - ๒๘ ม.ค.๕๒	๒.๑๑๖๙๕	๐.๙๘๘๘๕	๐.๐๐๐๐๐	๓.๖๑
๖	๒๙ ม.ค.๕๒ - ๔ ก.พ.๕๒	๒.๐๕๖๐๕	๐.๙๓๐๗๑	๐.๐๐๐๐๐	๕.๒๓
๗	๕ ก.พ.๕๒ - ๑๑ ก.พ.๕๒	๑.๔๕๒๒๖	๐.๗๗๙๐๔	๐.๐๐๐๐๐	๕.๘๓
๘	๑๒ ก.พ.๕๒ - ๑๘ ก.พ.๕๒	๑.๖๔๘๑๗	๐.๗๗๙๐๔	๐.๐๐๐๐๐	๕.๖๙
๙	๑๙ ก.พ.๕๒ - ๒๕ ก.พ.๕๒	๑.๗๙๘๔๘	๐.๗๗๙๐๔	๐.๐๐๐๐๐	๕.๘๑
๑๐	๒๖ ก.พ.๕๒ - ๔ มี.ค.๕๒	๒.๑๒๗๑๙	๐.๗๗๙๐๔	๐.๐๐๐๐๐	๕.๖๔
๑๑	๕ มี.ค.๕๒ - ๑๑ มี.ค.๕๒	๒.๓๔๔๓๔	๐.๗๗๙๐๔	๐.๕๐๕๘๖	๕.๖๙
๑๒	๑๒ มี.ค.๕๒ - ๑๘ มี.ค.๕๒	๒.๓๗๖๓๙	๐.๗๗๙๐๔	๐.๐๖๔๗๗	๕.๔๐
๑๓	๑๙ มี.ค.๕๒ - ๒๕ มี.ค.๕๒	๒.๓๑๐๐๔	๐.๗๗๙๐๔	๐.๘๖๗๓๙	๕.๘๕
๑๔	๒๖ มี.ค.๕๒ - ๑ เม.ย.๕๒	๒.๓๕๑๑๗	๐.๗๗๙๐๔	๐.๓๐๕๗๔	๕.๔๙
๑๕	๒ เม.ย.๕๒ - ๘ เม.ย.๕๒	๒.๔๖๒๘๓	๐.๗๗๙๐๔	๐.๐๗๕๘๒	๕.๔๖
๑๖	๙ เม.ย.๕๒ - ๑๕ เม.ย.๕๒	๒.๐๖๓๓๗	๐.๗๗๙๐๔	๑.๙๖๙๐๕	๖.๘๘
๑๗	๑๖ เม.ย.๕๒ - ๒๒ เม.ย.๕๒	๒.๐๐๙๘๒	๐.๗๗๙๐๔	๐.๐๔๒๓๗	๖.๙๕
๑๘	๒๓ เม.ย.๕๒ - ๒๙ เม.ย.๕๒	๑.๕๗๔๗๘	๐.๗๓๐๓๕	๐.๘๐๗๘๘	๐.๐๐
๑๙	๓๐ เม.ย.๕๒ - ๖ พ.ค.๕๒	๑.๐๘๑๓๘	๐.๕๙๙๖๘	๐.๕๖๐๐๔	๐.๐๐
๒๐	๗ พ.ค.๕๒ - ๑๓ พ.ค.๕๒	๐.๔๓๓๙๗	๐.๓๗๐๓๕	๐.๖๓๔๖๖	๐.๐๐
๒๑	๑๔ พ.ค.๕๒ - ๒๐ พ.ค.๕๒	๐.๐๐๔๖๐	๐.๑๙๐๗๑	๐.๗๖๔๘๘	๐.๐๐
๒๒	๒๑ พ.ค.๕๒ - ๒๗ พ.ค.๕๒	๐.๐๐๔๖๐	๐.๐๙๓๒๘	๐.๓๕๑๓๖	๐.๐๐
๒๓	๒๘ พ.ค.๕๒ - ๓ มิ.ย. ๕๒	๐.๐๐๐๐๐	๐.๐๑๖๙๘	๐.๐๒๓๗๘	๐.๐๐
รวม		๓๗.๗๗๓๔๐	๑๔.๖๑๐๖๖	๖.๙๗๓๖๒	๙๙.๒๘
ประสิทธิภาพ		๔๕.๗๔			

$$\text{ประสิทธิภาพชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ} \times ๑๐๐}{\text{ปริมาณน้ำส่ง}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพชลประทาน} = \frac{(๓๗.๗๗๓ + ๑๔.๖๑๑ - ๖.๙๗๔) \times ๑๐๐}{๙๙.๒๘}$$

$$= ๔๕.๗๕ \%$$



