การตรวจเอกสาร

ปริมาณการใช้น้ำของพืช

วราวุธ (2539 อ้างถึงใน วิบูลย์, 2518) ว่าได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่คำนวณจากสูตร Penman, Thom Waite, Blaney-Criddle and Makkink กับค่าการระเหย สรุปได้ว่า ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่คำนวณจากสูตร Penman เหมาะกับประเทศไทยมากกว่าสูตรอื่น

กรมชลประทาน สปป.ลาว (2001) ได้ทำการศึกษาการนำใช้สูตร (Penman-Montheith Method) แทนแบบคำนวณของ Mr. M. Smith ในปี 1988 และปรับปรุงเพิ่มเติม ซึ่งสำเร็จในเดือนตุลาคม 2543 ในกรณีนี้ประเทศ สปป.ลาว แล้วมีความสามารถทำได้ทั้งสองวิธี แต่เงื่อนไขที่เหมาะสมตัวจริงโดยวิธีการนำใช้ผลของการทดลองเปรียบเทียบ พร้อมนั้นก็เป็นที่นิยมใช้กันอยู่หลายประเทศในโลก

ถึงแม้ว่าวิธีการคำนวณของสูตร Penmen จะยืดยาว และใช้ค่าต่างๆ ทางอุตุนิยมวิทยามาก แต่ค่าเหล่านี้ส่วนใหญ่หาได้จากตารางสำเร็จรูป และขั้นตอนในการคำนวณก็ได้ถูกแยกแยะให้ละเอียด ซึ่งสามารถติดตามได้ง่าย ค่า Potential Evapotranspiration ณ สถานที่ต่างๆ คำนวณโดยวิธีของ Penman เป็นมิลลิเมตร (มม.)

ปริมาณการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา (Percolation, P)

ในแปลงนาเมื่อมีน้ำขังจะมีน้ำจำนวนหนึ่งซึมเลยเขตราก ปริมาณน้ำนี้จำเป็นต้องนำมาคิดรวมเป็นความต้องการน้ำของการปลูกข้าวหรือคิดเป็นการสูญเสียน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปริมาณการรั่วซึมของน้ำ ได้จากการวัดโดยตรงจากแปลงนาโดยใช้ถังตอกลงแปลงนาและทำการวัดค่าแต่ละวัน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน

กรมชลประทาน สปป.ลาว (2001) ได้ศึกษาค่าของอัตราการซึมร่วมมือกับองค์การไจกา (JICA) อยู่บางแขวง เช่น แขวงอุดมไชย นครหลวงเวียงจัน แขวงสะหวันเขต ภูเพียงบริเวณ แขวงจำปาสัก แขวงสาระวันและแขวงเซกอง ฤดูฝน 1.5 มม. ต่อวัน และฤดูแล้ง 3 มม. ต่อวัน เฉพาะอัตราการซึม

(Percolation) โครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาของโครงการชลประทาน อ่างเก็บน้ำ น้ำหุม ที่อยู่ขอบเขตเดียวกัน เมืองนาทรายทอง นครหลวงเวียงจันทน์ อัตราการซึมตลอดเวลา 1 มม. ต่อวัน

ในปี พ.ศ. 2537 ทีมงานวิชาการของโครงการชลประทานน้ำหุมได้ทำการทดลองการระเหย การซึมน้ำในดิน และการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา โดยการวัดด้วย Lysimeter Tanks และ Sloping Gages จำนวน 3 จุด ข้อมูลสรุปได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การระเหย การซึมน้ำในดินและการรั่วซึมของน้ำในแปลงนาของโครงการน้ำหุม

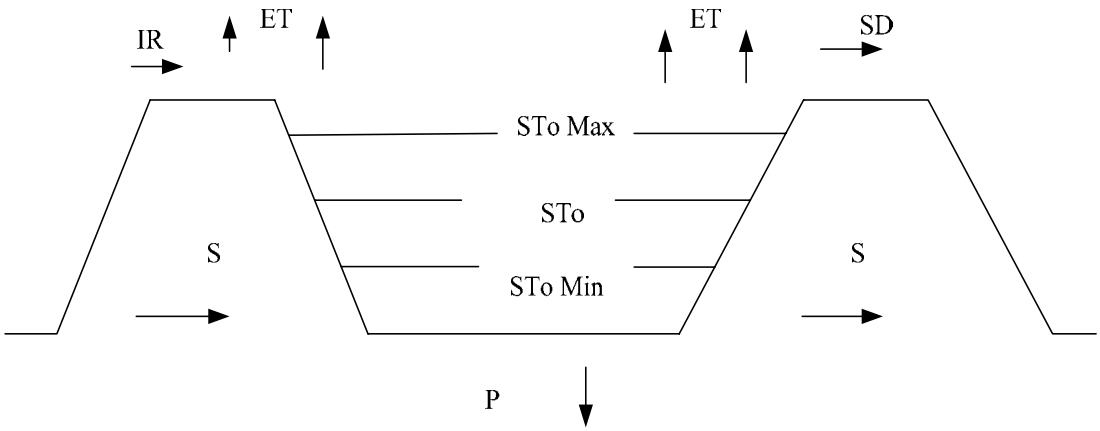
Location	Month/1994	ET, mm/day	P, mm/day	S, mm/day
1. N1 Lateral	January	3.8	2.1	4.8
	February	4.6	2.3	6.5
	March	4.4	3.1	6.5
	Average	4.27	2.5	5.65
2. 4L-N1	January	3.3	1.3	5.1
	February	4.8	1.6	3.2
	March	6.6	2.7	5.9
	Average	4.9	1.87	4.73
2. 4L-N1	January	3.3	1.3	5.1
	February	4.8	1.6	3.2
	March	6.6	2.7	5.9
	Average	4.9	1.87	4.73

ที่มา: โครงการอ่างเก็บน้ำ น้ำหุม (1994)

ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall, Re)

ฉลอง (2538) ได้กล่าวว่า ฝนใช้การ หมายถึง ปริมาณฝนที่สามารถนำมาใช้แทนน้ำชลประทานได้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญๆ คือ ปริมาณฝนที่ตกในช่วงเวลาต่างๆ ปริมาณการใช้น้ำของพืช ความเคยชินของชาวนาต่อการเก็บกักน้ำชลประทานไว้ในแปลงนา และความสามารถที่จะเก็บกักน้ำฝนไว้ในแปลงนาได้มาก เป็นต้น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าในเดือนที่มีฝนตกน้อย เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนที่สามารถนำมาใช้ได้จะสูงกว่าเดือนที่มีฝนตกมาก และยังขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ตกในเดือนก่อนๆ เป็นสำคัญด้วย

รายละเอียดประกอบคำอธิบายแบบจำลองฝนใช้การ (ฉลอง, 2538) ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะแสดงระดับน้ำในแปลงนาข้าว เพื่อคำนวณฝนใช้การในวันที่ n ได้



ภาพที่ 2 แสดงความสมดุลของน้ำในแปลงนา

เมื่อ IR - ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งให้
SD - ปริมาณน้ำที่ระบายออก
ET - ปริมาณที่พืชต้องการใช้
S - ปริมาณที่ซึมด้านข้าง
P - ปริมาณที่ซึมลงดิน

ST_{Min} - ระดับน้ำต่ำสุดในแปลงนา (มม.)

ST_O - ระดับน้ำปานกลางหลังจากให้น้ำชลประทาน (มม.)

ST_{Max} - ระดับน้ำสูงสุดในแปลงนา ก่อนสันคันนา (มม.)

R_n - ฝนที่ตกในวันที่ n (มม.)

Re_n - ฝนใช้การในวันที่ n (มม.)

$ST_{O\ n-1}$ - ระดับน้ำในแปลงนาที่สิ้นสุดในวันที่ n (มม.)

a_m - ปริมาณความต้องการใช้น้ำในแปลงนาในเดือน m (มม./วัน)

$$a_m = (K_c * Et_p + OR)/N \quad (1)$$

เมื่อ Kc - Crop Coefficient ในเดือนที่ m

ET_O - Reference crop จากสูตร

OR - ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมในแปลงและปริมาณรั่วซึมในเดือนที่ m (มม.)

N - จำนวนวันในเดือนที่ m (วัน)

ST_n - คำนวณได้จาก

$$STO_n = STO\ n-1 + Rn - a_m \quad (2)$$

เงื่อนไขแบบจำลอง

1. ถ้า $STO_n > ST_{Max}$ ฝนใช้การในวันที่ m หาได้จาก

$$Re = ST_{Max} + a_m - STO_{(n-1)} \quad (3)$$

$$STO_n = ST_{Max}$$

2. ถ้า $STO_n < ST_{Max}$ and $RE = Rn$

$$STO_n = STO\ n-1 + Rn - a_m \quad (4)$$

3. ถ้า $STO_n < ST_{Min}$

$$Re = Rn$$

$$STO_n = STO \text{ (มีการส่งน้ำชลประทาน)} \quad (5)$$

ฉลอง (2538) อ้างถึง พร้อมพงศ์ (2534: 17) ว่าปริมาณความต้องการน้ำเพื่อชลประทาน เป็นการศึกษาความต้องการน้ำชลประทาน โดยใช้ค่าประสิทธิภาพที่ประเมินได้ในปัจจุบันทำการศึกษาย้อนกลับไป เพื่อหาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานทั้งหมดว่าควรจะเป็นเท่าใด

$$\text{ความต้องการน้ำชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชใช้ตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{ประสิทธิภาพการชลประทาน}} \quad (6)$$

ในการพิจารณาใช้ฝนใช้การนั้น ได้มีผู้ใช้หลักเกณฑ์หรือวิธีการแตกต่างกันไป คือ

กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ได้พิจารณาหาฝนใช้การได้ในการทำนา โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากฝนตกประจำวันของเดือนต่างๆ ดังนี้

- เดือนในต้นฤดูฝน เม.ย. จนถึง ก.ย. ฝนใช้การ 75% ของฝนตกจริง
- เดือนปลายฤดูฝน ต.ค. ฝนใช้การ 65% ของฝนตกจริง
- เดือนต้นฤดูแล้ง พ.ย. ฝนใช้การ 80% ของฝนตกจริง
- เดือนในฤดูแล้ง ม.ค.จนถึง มี.ค. ฝนใช้การ 90% ของฝนตกจริง

การประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน

เจษฎา (2538) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพของการชลประทาน คือ อัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องการต่อปริมาณ น้ำที่ส่งให้ทั้งหมด ณ ตำแหน่งที่พิจารณา ซึ่งสามารถแยกออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการให้น้ำ (Water Application Efficiency, Ea) ประสิทธิภาพในการให้น้ำหรือประสิทธิภาพการชลประทานระดับแปลงนา หมายถึง อัตราส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องส่งให้แก่พืชต่อปริมาณน้ำที่แปลงเพาะปลูกได้รับตัวจริง ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่และคุณสมบัติของดินในแปลงวิธีการให้น้ำแบบตลอดขีดความสามารถของเกษตรกร

$$Ea = (NR/W_p) \times 100 \quad (7)$$

เมื่อ NR = ปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องส่งให้พืช

W_P = ปริมาณน้ำที่พื้นที่เพาะปลูกได้รับจริง

2. ประสิทธิภาพของการกระจายน้ำ (Distribution Efficiency, Ed) เป็นอัตราส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำที่ส่งเข้าไปถึงระบบกระจายน้ำต่อปริมาณน้ำที่แปลงเพาะปลูกได้รับต่อปริมาณน้ำที่ส่งเข้าไประบบกระจายน้ำ

$$Ed = (W_p / W_d) \times 100 \quad (8)$$

เมื่อ W_d = ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าไปถึงระบบกระจายน้ำ

3. ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Conveyance Efficiency, Ec) เป็นอัตราส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำที่ส่งเข้าไปถึงระบบกระจายน้ำต่อปริมาณน้ำส่งจากบ่อพักน้ำ หรือปริมาณการสูบน้ำ

$$E_c = (W_d / W_r) \times 100 \quad (9)$$

เมื่อ W_r = ปริมาณน้ำที่ส่งจากบ่อพักน้ำ หรือ ปริมาณการสูบน้ำ

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของโครงการเป็นผลคูณของประสิทธิภาพในการให้น้ำประสิทธิภาพของการกระจายน้ำ และประสิทธิภาพในการส่งน้ำ หรือเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องส่งให้พืชกับปริมาณน้ำที่ส่งจากบ่อพักน้ำเข้าไประบบส่งน้ำ

$$E_p = (E_a / 100) \times (E_d/100) \times (E_c/100) \times 100$$

หรือ $$E_p = (NR / W_r) \times 100 \quad (10)$$

ประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation Efficiency)

$$E = \frac{(ET + P - RE)}{IR} \times 100 \quad (11)$$

E - ประสิทธิภาพการชลประทานมีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์
ET - ปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ตามทฤษฎี มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
P - ปริมาณน้ำที่ซึมลงดิน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
RE - ปริมาณฝนใช้การได้ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
IR - ปริมาณน้ำชลประทาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

ดรรชนีแสดงผลของการทำงานในการจัดการชลประทาน (Performance Indicators in Irrigation Management)

วราวุธ (2537) ได้กล่าวถึงดรรชนีการแสดงผลในการจัดการชลประทาน มี 3 ประเภท คือ

1. ดรรชนีแสดงผลทางด้านชลศาสตร์ (Hydraulic Performance Indicators) ซึ่งถือว่าเป็นหน้าที่หลักของหัวหน้าโครงการที่จะต้องใช้อาคารประเภทต่างๆ ให้สามารถส่งน้ำจากแหล่งน้ำ และกระจายไปยังแปลงของเกษตรกรได้อย่างเหมาะสม

2. ดรรชนีแสดงผลทางด้านการเกษตร (Agricultural Performance Indicators) แสดงถึงผลกระทบโดยตรงของปัจจัยด้านการจัดการที่ใช้เข้าไปในรูปของพื้นที่ชลประทาน และผลผลิตซึ่งถือผลทางด้านการเกษตรโดยตรงของการส่งน้ำ

3. ดรรชนีแสดงผลทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อม (Non Agricultural Performance Indicators) แสดงถึงผลกระทบของปัจจัยที่ใส่เข้าไปทางด้านการจัดการและด้านการเกษตรต่อความมั่นคงและความอยู่รอดของระบบเกษตรชลประทาน

ดรรชนีแสดงผลทางด้านชลศาสตร์ ซึ่งถือเป็นหน้าที่ของหัวหน้าโครงการชลประทานต่างๆ ให้สามารถส่งน้ำจากแหล่งน้ำและกระจายไปยังแปลงเกษตรกรได้อย่างเหมาะสมในการประเมินผลของการส่งน้ำในระบบหลัก (Main System) ก่อนที่จะส่งให้เกษตรกร พารามิเตอร์ที่แสดงผลทางด้านชลศาสตร์ (Hydraulic Performance Indicators) สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการส่งน้ำและบำรุงรักษาเป็นสำคัญ คือดรรชนีการส่งน้ำ (Conveyance Indicators)

1. ดรรชนีการบำรุงรักษา(Maintenance Indicators)
2. ดรรชนีแสดงประสิทธิผลของการส่งน้ำ (Utility of water supply)
3. ดรรชนีความสม่ำเสมอ(Equity and the achievement of water allocation plans)

ดรรชนีการส่งน้ำ (Conveyance Indicators) หน้าที่หลักขององค์กรที่ทำหน้าที่จัดการระบบชลประทาน คือ การส่งน้ำให้ได้ตามแผน ซึ่งถือเป็นเรื่องที่ควรจะได้มีการติดตามผลการส่งน้ำเป็นประจำวัน ดรรชนีที่แสดงผลของการส่งน้ำในเชิงชลศาสตร์ที่สำคัญได้แก่ ดรรชนีที่แสดงผลการส่งน้ำ (Water Delivery Performance Indicators) ซึ่งเป็นดรรชนีที่แสดงเปรียบเทียบระหว่างอัตราการส่งน้ำจริงและเป้าหมายการส่งน้ำ สามารถแสดงในรูปสมการได้ คือ

$$Delivery\ \ performance\ \ Ratio = \frac{Actual}{T\arg et}\ \frac{Disch\arg e}{Disch\arg e} \tag{12}$$

ดรรชนีที่แสดงถึงการส่งน้ำตัวนี้ จะบอกให้ทราบว่าน้ำที่รอบเวรต่างๆ และที่ส่งให้พื้นที่ต่างๆ ในโครงการตรงตามแผนหรือว่าแตกต่างจากแผนที่วางไว้มากน้อยเพียงใด กรณีที่ใช้ดรรชนีที่แสดงถึงผลการส่งน้ำในช่วงเวลายาวกว่าวัน เช่น เดือน ควรใช้ปริมาณน้ำแทนอัตราการส่งน้ำดังนี้

$$Delivery\ \ performance\ \ Ratio = \frac{Actual}{T\arg et}\ \frac{Volume}{Volume} \tag{13}$$

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าว

ข้าวเป็นพืชจำพวก Semi-aquatic plant จึงต้องการน้ำมากกว่าพืชอื่นๆ น้ำที่สูญเสียในการปลูกข้าวในฤดูหนึ่งๆ ประกอบไปด้วย การคายระเหยของน้ำ (evapotranspiration) การไหลบ่าของน้ำท่วมคันนา (surface run off) การสูญเสียโดยซึมลงผ่านด้านข้างตามแนวนอนของดิน (Seepage) และการสูญเสียไปโดยการซึมลงไปในดินตามแนวดิ่ง (percolation) (ทัศนีย์, 2543)

ความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ความต้องการน้ำเพื่อเตรียมแปลงและความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว

1. ความต้องการน้ำเพื่อการเตรียมแปล (ชูพันธุ) 2547 อ้างถึงใน ดิเรก (2528) ความต้องการน้ำเตรียมแปลงสำหรับปลูกข้าวจะผันแปรประมาณ 200-250 มม โดยมีช่วงเวลาประมาณ 3 สัปดาห์

2. ความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการสูญเสียไป 3 ทางด้วยกันคือ การระเหย (Evaporation) การคายน้ำ (Transpiration) และการซึมลงไปในดิน (Percolation) โดยปริมาณการใช้น้ำของข้าวที่ตรวจวัดจากถังวัดการใช้น้ำ (Lysimeter) ของสถานีค้นคว้าและวิจัยการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน ประมาณวันละ 4-7 มิลลิเมตร ในฤดูฝนและประมาณวันละ 5-9 มิลลิเมตรในฤดูแล้ง ส่วนการซึมลงไปในดินทั้งแนวราบและแนวดิ่งขึ้นอยู่กับสภาพของดิน เช่น ดินเหนียวและมีระดับน้ำใต้ดินตื้น จะมีการสูญเสียน้ำประมาณวันละ 1-2 มิลลิเมตร แต่ถ้าสะภาพเป็นดินทรายและมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึก อาจจะมีการสูญเสียน้ำถึงประมาณวันละ 7-10 มิลลิเมตร (ดิเรก, 2526)

การสูญเสียน้ำในคลองขณะที่ทำการส่งน้ำ

การตรวจวัดการรั่วซึมของน้ำในคลองส่งน้ำสามารถทำการตรวจวัดได้หลายวิธี (วราวุธ, 2533) และหนึ่งในหลายวิธีนั้น คือ การตรวจวัดปริมาณน้ำที่จุดต้นทางกับจุดปลายทางแล้วคำนวณหาอัตราการสูญเสยของน้ำได้ดังนี้

อัตราการสูญเสียของน้ำต่อระยะทาง 100 ม.

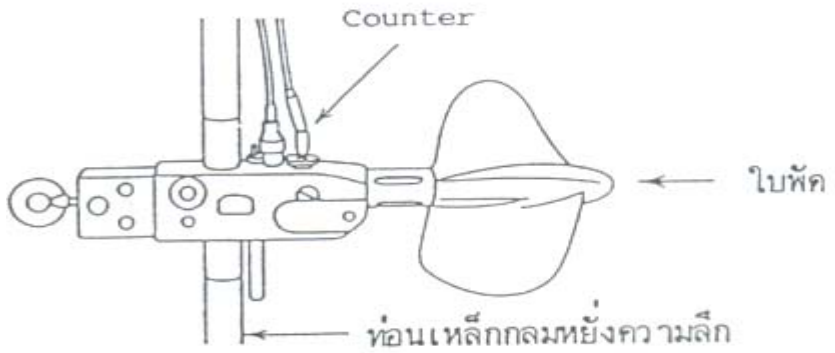
$$= \frac{(\text{อัตราการไหลที่จุดต้นทาง-อัตราการไหลที่จุดปลายทาง})}{\text{ระยะทาง (เป็นเมตร) ระหว่างจุดต้นทางกับจุดปลายทาง}} \times 100 \qquad (14)$$

การวัดความเร็วกระแสน้ำ

การวัดความเร็วกระแสน้ำมีอยู่หลายวิธี (สันติ, 2533) ได้แก่การวัดด้วยทุนลอย และการวัดด้วยเครื่องวัดกระแสน้ำ เป็นต้น

การวัดความเร็วกระแสน้ำด้วยเครื่องวัดกระแสน้ำ (Current Meter Method)

เครื่องวัดความเร็วของกระแสน้ำมี Current Meter เป็นคือสำหรับวัดความเร็วของน้ำไหลขณะหนึ่งๆ เครื่องวัดกระแสน้ำมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเครื่องวัดกระแสน้ำแบบที่วัดด้วยใบพัด (Propeller type) ชนิด OSK 7244 HIROI'S CURRENT METER แสดงไว้ในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เครื่องวัดกระแสน้ำ ชนิดใบพัดธรรมดา

หลักการทำงานของ Current Meter

เมื่อใบพัดหมุนไปได้ครบ 1 รอบ แม่เหล็กที่ปลายกระบอกใบพัดจะดูด Contact ที่อยู่ในตัวเครื่องให้ต่อกันแล้วส่งผ่านขึ้นมาทางสาย Cable มายังเครื่องบอกสัญญาณและเมื่อกดปุ่มตรงกลาง

เครื่องบอกสัญญาณ เครื่องบอกสัญญาณก็จะเริ่มทำงานตัวเลกก็จะขึ้นหมายเลข 1 ซึ่งเท่ากับจำนวนใบพัดหมุน ฉะนั้นถ้าใบพัดหมุนไปจำนวน 5 รอบ ตัวเลกก็จะขึ้นหมายเลข 5 และถ้าต้องการจะหยุดตัวเลขก็กดปุ่มตรงกลาง เครื่องบอกสัญญาณตัวเลขในเครื่องบอกสัญญาณก็จะยุดทันที ดังนั้นความเร็วของกระแสน้ำจะแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วใบพัดหมุนรอบแกน โดยมีรูปความสัมพันธ์ดังนี้ (กองอุทกวิทยา, 2528)

$$V = aN + b \tag{15}$$

เมื่อ V = ความเร็วของกระแสน้ำ

N = จำนวนรอบของใบพัดหมุนรอบแกน (รอบ/วินาที)

a , b = ค่าคงที่

โดยทั่วไปจะวัดความเร็วของกระแสน้ำที่จุด 0.2 และ 0.8 ของความลึกจากผิวน้ำ ถ้าวัดความเร็วสองจุด ถ้าวัดความเร็ว 1 จุด จะวัดความเร็วกระแสน้ำที่จุด 0.6 ของความลึกจากผิวน้ำ ความเร็วเฉลี่ยน้ำจะคำนวณจากสูตรดังนี้

$$V = \frac{(V0.2 + V0.8)}{2} \tag{16}$$

หรือ $V = V_{0.6}$

การคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำ

การคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำโดยวิธีหน้าตัด จะต้องแบ่งพื้นที่หน้าตัดของทางน้ำออกเป็นส่วนย่อยหลายส่วน จำนวนส่วนย่อยที่จะแบ่งขึ้นกับขนาดของทางน้ำและความถูกต้องที่ต้องการตามหลักเกณฑ์แล้วในแต่ละส่วนย่อยจะต้องมีปริมาณการไหลของน้ำไม่เกิน 10% ของปริมาณการไหลรวมทั้งหมดของรูปหน้าตัดทางน้ำนั้น แต่ความกว้างของส่วนย่อยไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกส่วน

การคำนวณน้ำมีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีหน้าตัดเฉลี่ย (Mean Section Method) และวิธีหน้าตัดกลาง (Mid-Section Method) มีรายละเอียดดังนี้

1. การคำนวณปริมาณน้ำโดยวิธีหน้าตัดเฉลี่ย วิธีดังกล่าวมีขั้นตอนคำนวณ ดังนี้

1.1 หาความเร็วเฉลี่ยในแนวตั้งที่จุดต่างๆ $\bar{V}_{1,}\ \bar{V}_{2,}\ \bar{V}_{3\ldots}\ \bar{V}_{n}$

1.2 หาความเร็วเฉลี่ยระหว่างแนวตั้งของ 2 จุด $\bar{V}_{0\text{-}1,}\ \bar{V}_{1\text{-}2,}\ \bar{V}_{2\text{-}3\ldots}\ \bar{V}_{(n-1)\text{-}n}$

1.3 หาพื้นที่ส่วนย่อย $A_{0\text{-}1}\ , A_{1\text{-}2,} A_{2\text{-}3}\ , \ldots. A_{(n-1)\text{-}n}$

1.4 หาอัตราการไหลในแต่ละส่วนย่อย $Q_{\ 0\text{-}1,}\ Q_{\ 1\text{-}2,}\ Q_{\ 2\text{-}3\ldots.,}\ Q_{\ (n-1)\ \text{-}\ n}$

1.5 หาอัตราการไหลทั้งหมดที่ไหลผ่านหน้าตัด

$$Q = Q_{\ 0\text{-}1,}\ Q_{\ 1\text{-}2,}\ Q_{\ 2\text{-}3\ldots.,}\ Q_{\ (n-1)\ -\ n} \quad (17)$$

2. การคำนวณปริมาณน้ำโดยวิธีหน้าตัดกลาง

ขั้นตอนในการคำนวณหาปริมาณน้ำโดยวิธีหน้าตัดกลางมีดังนี้

2.1 หาความเร็วเฉลี่ยในแนวตั้งที่จุดต่างๆ $\bar{V}_{1}, \bar{V}_{2}, \bar{V}_{3}\ldots\ \bar{V}_{n}$

2.2 หาพื้นที่ส่วนย่อย $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_{\ n}$

2.3 หาอัตราการไหลในแต่ละส่วนย่อย $Q_1 = A_1 \times V_1$; $Q_2 = A_2 \times V_2 \ldots\ Q_{\ n} = A_{\ n} \times V_n$

2.4 หาอัตราการไหลทั้งหมดที่ไหลผ่านหน้าตัด

$$Q = Q_{\ 1+}\ Q_{\ 2} + Q_{\ 3} + \ldots Q_{\ n} \quad (18)$$

การคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน

ในการวางแผนการส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทานเพื่อให้เป็นไปตามปริมาณน้ำที่คำนวณได้จากการวางแผนการส่งน้ำ ซึ่งมักทำเป็นรายสัปดาห์ การคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทานมักเป็นกรณีท้ายน้ำ Submerged flow โดยได้ดัดแปลงมาจากสูตรของ Standard Orifice (ฉลอง, 2538)

$$Q = CLG_0\ \sqrt{2gh} \quad (19)$$

หรือ $Q = C_s L h_s \sqrt{2gh}$

$$Cs = \left[\frac{Go}{hs}\right] \quad (20)$$

Q = ปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารชลประทาน, ลบ.ม./วินาที

G_0 = ระยะการเปิดบานประตู (ม.)

Cs = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อไหลเป็น Submerged flow

L = ความกว้างของช่วงประตูระบาย (ม.)

h_s = ระดับน้ำท้ายน้ำ-ระดับธรณีประตู (ม.)

h = ผลต่างระหว่างเหนือน้ำ และท้ายน้ำ, (ม.)

ฉลอง (2538) อ้างถึง พร้อมพงศ์ (2534) ว่าจะต้องทำการสอบเทียบอาคารประตูระบายน้ำเพื่อตรวจสอบค่า C (สัมประสิทธิ์ของการไหล) ของปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารนั้น ในการทดลองจะใช้เครื่องมือวัดกระแสน้ำ (Current Meter) เป็นอุปกรณ์ การทดสอบ โดยวัดปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารที่ระยะเปิดประตูน้ำต่างๆ กัน นำข้อมูลไปสร้าง Calibration curve ได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่า hs/Go กับค่า Cs

ประวัติความเป็นมาของโปรแกรม WASAM

ปี พ.ศ. 2527-2528 โปรแกรม WASAM ได้พัฒนาครั้งแรกเพื่อใช้งานด้านการคำนวณวางแผนการจัดสรรน้ำและติดตามผล สำหรับโครงการชลประทานที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ และโปรแกรมดังกล่าวได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนโปรแกรมเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและใช้งานในโครงการชลประทานอย่างกว้างขวางขึ้นตามลำดับจนถึงปัจจุบันโดยมีลำดับของการพัฒนามีดังนี้

1. WASAM QX-10 ถูกพัฒนาครั้งแรกใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 8 บิท EPSON QX-10 โดยบริษัท ILACO ในปี พ.ศ. 2527-2528 ต่อมาได้รับการพัฒนาเป็นลำดับ

2. WASAM เดิม ถูกพัฒนาในปี พ.ศ. 2529 โดยเขียนด้วยภาษา BASICA (ภาราดา, 2541)

3. WASAM 1.1 ถูกพัฒนาในปี พ.ศ. 25235 โดยเขียนด้วยภาษา PASCAL (ภาราดา และ วราวุธ, 2536)

2. WASAM 2.0 ถูกพัฒนาในปี พ.ศ. 2535 โดยเขียนด้วยภาษา QUICK BASIC (วัชระ, 2537)

3. WASAM 2.2 ถูกพัฒนาในปี พ.ศ. 2539โดยเขียนด้วยภาษา QUICK BASIC (ลำจวน, 2539)

4. WASAM 2.2 for Windows 2.2 พัฒนาในปี พ.ศ. 2538โดยใช้ด้วยภาษา Visual Basic 3.0 (วิทยาลัยการชลประทาน, 2538)

5. WASAM Release 3.0 (Version Database) ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2541โดยเขียนด้วยภาษา Microsoft Visual Fox Pro 5.0 (ภาราดา, 2541)

6. WASAM 2.2 (Excel) ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2543 โดยการเก็บข้อมูลและคำนวณในตารางข้อมูล (Sheet) ของโปรแกรม Excel (วราวุธ และพัชรบูร, 2543)

ระบบจัดสรรน้ำและติดตามผลการส่งน้ำ (Water Allocation Scheduling and Monitoring) WASAM

WASAM ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้ในการจัดสรรน้ำที่โครงการฯ แม่กลองใหญ่ เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่จะต้องจัดสรรให้พื้นที่ในช่วงคลองต่างๆ (Canal Section) โดย WASAM จะคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำรายสัปดาห์ จากข้อมูลอากาศ (ET_O and Rain) และข้อมูลการเพาะปลูก โดยจะมีการปรับแก้ปริมาณความต้องการน้ำด้วยข้อมูลความลึกของน้ำในแปลงนา (Field Wetness) และปริมาณฝนที่ตกจริง ซึ่งมีความแตกต่างจากปริมาณฝนที่คาดการณ์ว่าจะตก (Expected Rainfall) โดยจะมีการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ตลอดการส่งน้ำ และนำข้อมูลบันทึกเข้า โปรแกรมทุกสัปดาห์ WASAM มีความแตกต่างจาก WMS คือ มีการใช้ข้อมูลคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของระบบคลองส่งน้ำมาใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำที่จะต้องส่งให้แต่ละช่วงคลอง (Canal Section) และมีการติดตามผลของการส่งน้ำโดยกำหนดจุดวัดปริมาณน้ำที่อาคารควบคุมน้ำที่สำคัญต่างๆ เพื่อนำผลไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่คำนวณได้ช่วงต้นสัปดาห์

ลำจวน (2539) อ้างถึงโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวและหนองหวายได้นำเอา WASAM ไปประยุกต์ใช้ และได้ประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Analysis, WUA) ของโชน ตอน และคลองส่งน้ำสายใหญ่รายสัปดาห์ แต่วิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้ที่ต้องการข้อมูลมหาศาลเกี่ยวกับพื้นที่เพาะปลูก ฝนรายวันและปริมาณน้ำที่ตรวจวัดวันละ 2 ครั้ง

ประพันธ์ (2539 อ้างถึงใน ภราดา และราวุธ, 2536) ได้พัฒนา WASAM Version 1.1 ซึ่งเขียนด้วยภาษา PASCAL ให้ทำงานแบบ Interactive มี Pull-Down Menu เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานมากขึ้น

วัชระ (2537) ได้ปรับปรุงโปรแกรม WASAM เดิมที่เขียนด้วยภาษา BASIC ที่ใช้ในโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 มาเป็นโปรแกรม WASAM Version 2 เพื่อใช้ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้องโดยใช้ภาษา Quick Basic Version 4.5 ให้สามารถทำงานแบบ Interactive ในการป้อนข้อมูลและเข้าไปแก้ไขฐานข้อมูลในโปรแกรมอีกทั้งยังพิจารณาถึงข้อจำกัดของโครงการ ในการเก็บและรายงานข้อมูลให้ WASAM ในแต่ละสัปดาห์และยังสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำรายสัปดาห์เพื่อให้หัวหน้าโครงการฯ และหัวหน้างานส่งน้ำในสัปดาห์ที่ผ่านมาด้วย

วิทยาลัยการชลประทาน และ NEWMASIP (2539) กรมชลประทาน โดยโครงการพัฒนาชลประทาน NEWMASIP ได้พัฒนา WASAM (Windows Version) ขึ้นมาเพื่อให้สามารถ Run ภายใต้โปรแกรม WINDOW จาก WASAM 2.0 for Windows โดยที่ความสามารถพื้นฐานของโปรแกรมยังเหมือนกับภาษา Basic และได้ปรับปรุงเรื่อยมาจนถึง WASAM 2.1 ซึ่งสามารถจัดสรรน้ำแบบหมุนเวียนในคลองสายใหญ่ได้ และพัฒนาเป็น WASAM 2.2 for Windows 95

ประพันธ์ (2539)ได้ประเมินผลการใช้งาน WASAM 2.0 ที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้องโดยทำการปรับกราฟสอบเทียบของอาคารเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการคำนวณปริมาณน้ำที่ส่งประจำสัปดาห์ ในฤดูฝน 2537 และฤดูแล้ง 2538 ผลปรากฏว่า ปริมาณน้ำที่ส่งน้ำมากกว่า WASAM 2 แนะนำไว้ประมาณ 20-30% เนื่องจากโครงการส่งน้ำฯสองพี่น้องเป็นโครงการอยู่ด้านท้าย และต้องรับน้ำที่เหลือจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน

ลำจวน (2539) ได้พัฒนา WASAM 2 เป็น WASAM 2.2 และประยุกต์ใช้ในการจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการส่งน้ำ ที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน ในฤดูฝน 2538 โดยจัดระบบการเก็บแฟ้มข้อมูลให้ง่ายขึ้น และเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานถึงระดับโซน รวมทั้งสามารถคำนวณความต้องการน้ำชลประทานล่วงหน้ารายสัปดาห์ตลอดฤดูการได้

ภราดา (2541) ได้พัฒนา WASAM 3.01 ทำงานบน Microsoft Windows 95 โดยที่การใส่ข้อมูลสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยตรง (Interactive) ไม่ต้องเข้าไปแก้ไขในตัวโปรแกรม ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนของข้อมูล สามารถใช้ได้กับโครงการขนาดใหญ่สูงสุด 9 โครงการ จำนวนชนิดพืชใช้ได้ถึง 99 ชนิด จำนวนช่วงคลองไม่จำกัด จำนวนสถานีวัดน้ำฝน และค่า ET_p สามารถ และวิเคราะห์ข้อมูลได้ต่อเนื่องหลายปี และสามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยัง Excel File หรือ Text Fileได้ และเพิ่มโปรแกรมการวิเคราะห์ หรือตรวจสอบแก้ไขข้อมูลติดตามผลของการส่งน้ำให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ภราดา (2542) ได้พัฒนา WASAM 3.0 และประยุกต์ใช้ในการจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการส่งน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่ามะกาในฤดูแล้งและฤดูฝนปี พ.ศ. 2537-2539 โดยเพิ่มขีดสามารถในการจัดเก็บข้อมูลมาตรฐาน การติดตามผลการปลูกพืชรายสัปดาห์ การใช้ประโยชน์ในการวางแผนการจัดสรรน้ำที่มีความถูกต้องมากขึ้น สามารถคำนวณประสิทธิภาพการชลประทานและวิเคราะห์ดรรชนีแสดงผลการส่งน้ำ แล้วจัดทำรายงานการจัดสรรน้ำถึงระดับโซนเพื่อให้ WASAM 3.0 สามารถใช้กับโครงการชลประทานได้ทุกประเภท

เนรมิต (2547) ได้พัฒนา WASAM 4.0 ให้มีขีดความสามารถสูงขึ้นโดยพัฒนาต่อ เนื่องจาก WASAM 3.0 สำหรับการจัดสรรน้ำและติดตามผลการส่งน้ำของระบบส่งน้ำโครงการฯ มูลบนในฤดูฝนปี พ.ศ. 2540 สามารถในการวิเคราะห์เกี่ยวกับอ่างเก็บน้ำ สามารถคำนวณหาขนาดการเปิดบานของประตูระบายน้ำต่าง ๆในลักษณะเดียวกับ GATEOP สามารถแสดงผลในรูปแบบต่างๆ มากขึ้น

สำหรับโปรแกรม WASAM 2.2 (Excel) วราวุธและพัชรบูร (2543) ได้พัฒนาโปรแกรมนี้ขึ้นมาจากโปรแกรมเดิม คือ WASAM 2.2 เพื่อวัตถุประสงค์ นอกจากจะให้มีความสามารถใช้งานตามวัตถุประสงค์เดิมแล้ว การที่ปรับโครงสร้างของโปรแกรมทั้งหมดให้อยู่รูปแบบของ Worksheet บนโปรแกรม Microsoft Excel 97 ทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูลและกรอกข้อมูลได้สะดวกรวดเร็ว

โดยไม่ต้องเริ่มต้นกรอบข้อมูลใหม่ทั้งหมดเมื่อกรอบข้อมูลผิดอย่างโปรแกรมเดิม และง่ายต่อผู้ใช้ในการที่จะพัฒนาโปรแกรมให้มีขีดความสามารถสูงขึ้นได้ด้วยตนเอง

WASAM 3.0 ทำงานบน Microsoft Windows 95 โดยที่การใส่ข้อมูลสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยตรง (Interactive) ไมต้องเข้าไปแก้ไขในตัวโปรแกรม ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนของข้อมูล สามารถใช้ได้กับโครงการขนาดใหญ่สูงสุด 9 โครงการ จำนวนชนิดพืชใช้ได้ถึง 99 ชนิด จำนวนช่วงคลองไม่จำกัด จำนวนสถานีวัดน้ำฝนและ ค่า ET_p สามารถและ วิเคราะห์ข้อมูลได้ต่อเนื่องหลายปี และสามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยัง Excel หรือ Text File ได้

โปรแกรม WASAM 3.0 ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. คำนวณจัดสรรน้ำให้ ปตร. ต่างๆ ประจำสัปดาห์

2. จัดทำรายงานการจัดสรรน้ำประจำสัปดาห์ 3 ระดับ คือ

   - รายงานสำหรับนายช่างหัวหน้าโครงการ (Project Engineering Report)
   - รายงานสำหรับหัวหน้างานส่งน้ำๆ (Water Master Report)
   - รายงานสำหรับพนักงานส่งน้ำ (Zone man Report)

3. ประเมินการใช้น้ำในรูปของประสิทธิภาพการชลประทาน และดรรชนีแสดงผลการส่งน้ำในระดับโชน งานส่งน้ำ และ ระดับโครงการ และสามารถแสดงผลในรายงานประจำสัปดาห์ หรือทำรายงานสรุปการส่งน้ำตลอดฤดูการของทุกๆ ปีได้

4. สามารถจำลองการใช้น้ำในรายประจำสัปดาห์ลวงหน้าตลอดฤดูกาล เมื่อทราบรูปแบบการปลูกพืชของฤดูกาลนั้นๆ เพื่อใช้ตรวจสอบความเพียงพอของประมาณน้ำต้นทุน

5. สามารถติดตามในการปลูกพืชรายสัปดาห์ได้ ช่วยให้การคำนวณวางแผนการส่งน้ำมีความถูกต้องมากขึ้นในช่วงเริ่มต้นฤดูกาลที่การเพาะปลูกยังไม่เต็มพื้นที่โครงการ

6. มีโครงสร้างไฟล์ข้อมูลเป็นแบบระบบฐานข้อมูล (Database) สามารถบันทึกข้อมูลต่อเนื่องได้หลายๆ ปี ซึ่งเป็นฐานข้อมูลมาตรฐานชนิดหนึ่งของ Microsoft สามารถที่จะเชื่อมโยงข้อมูลไปมาระหว่างโปรแกรมต่างๆ ได้โดยง่าย และแก้ไขปัญหาของ WASAM ทุกรุ่นที่ผ่านมาในเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

- ในด้านการคำนวณวางแผนการจัดสรรน้ำ ช่วยให้ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนชุดของไฟล์ข้อมูลใหม่ทุกฤดูกาล (ไฟล์ข้อมูลเดิมที่เตรียมไว้สำหรับ 2 ฤดูใน 1 ปี แต่ได้ใช้จริงเพียงฤดูกาลเดียว ซึ่งทำให้เสียเวลา และยุ่งยากในการเตรียมข้อมูลใหม่ทุกฤดูกาล)

- การวิเคราะห์ทางสถิติทำได้ง่าย (เดิมข้อมูลการวางแผนการจัดสรรน้ำ และติดตามประเมินผลของแตะละฤดู จะถูกบันทึกไว้ไฟล์ข้อมูลต่างชุดกัน ซึ่งจะนำมาใช้วิเคราะห์ทางสถิติได้ยาก)

7. พัฒนาโปรแกรมให้ Interactive ได้รูปแบบ คือ

- Interactive ในด้านของข้อมูล ผู้ใช้สามารถป้อน หรือแก้ไขข้อมูลได้โดยตรงบนจอ โดยข้อมูลหลักจะมีข้อมูลให้เลือก (Drop down List Box) และข้อมูลบางตัวจะให้ค่าโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ ยังจำกัดให้สามารถป้อนข้อมูลได้ เพราะค่าที่เป็นไปได้เท่านั้น และมีการเตือนเมื่อป้อนข้อมูลผิดหรือยังไม่ได้ป้อน สามารถกรองข้อมูลของฐานข้อมูล (Filter) ให้มีผลเฉพาะข้อมูลที่จะใช้คำนวณหรือพิมพ์รายงาน

- Interactive ในด้านของการพิมพ์ข้อมูลหรือ การจัดทำรายงาน นอกจากสามารถกรองข้อมูลของฐานข้อมูลที่จะพิมพ์รายงานแล้ว ผู้ใช้ยังสามารถแสดงโครงร่างของการพิมพ์บนจอได้ก่อนส่งออกเครื่องพิมพ์ (Print Preview) และผู้ใช้ยังสามารถเลือกพิมพ์เฉพาะหน้าที่ต้องการได้ ซึ่งมีประโยชน์มากเมื่อไฟฟ้าขัดข้อง ในขณะที่กำลังพิมพ์รายงานจำนวนมากอยู่

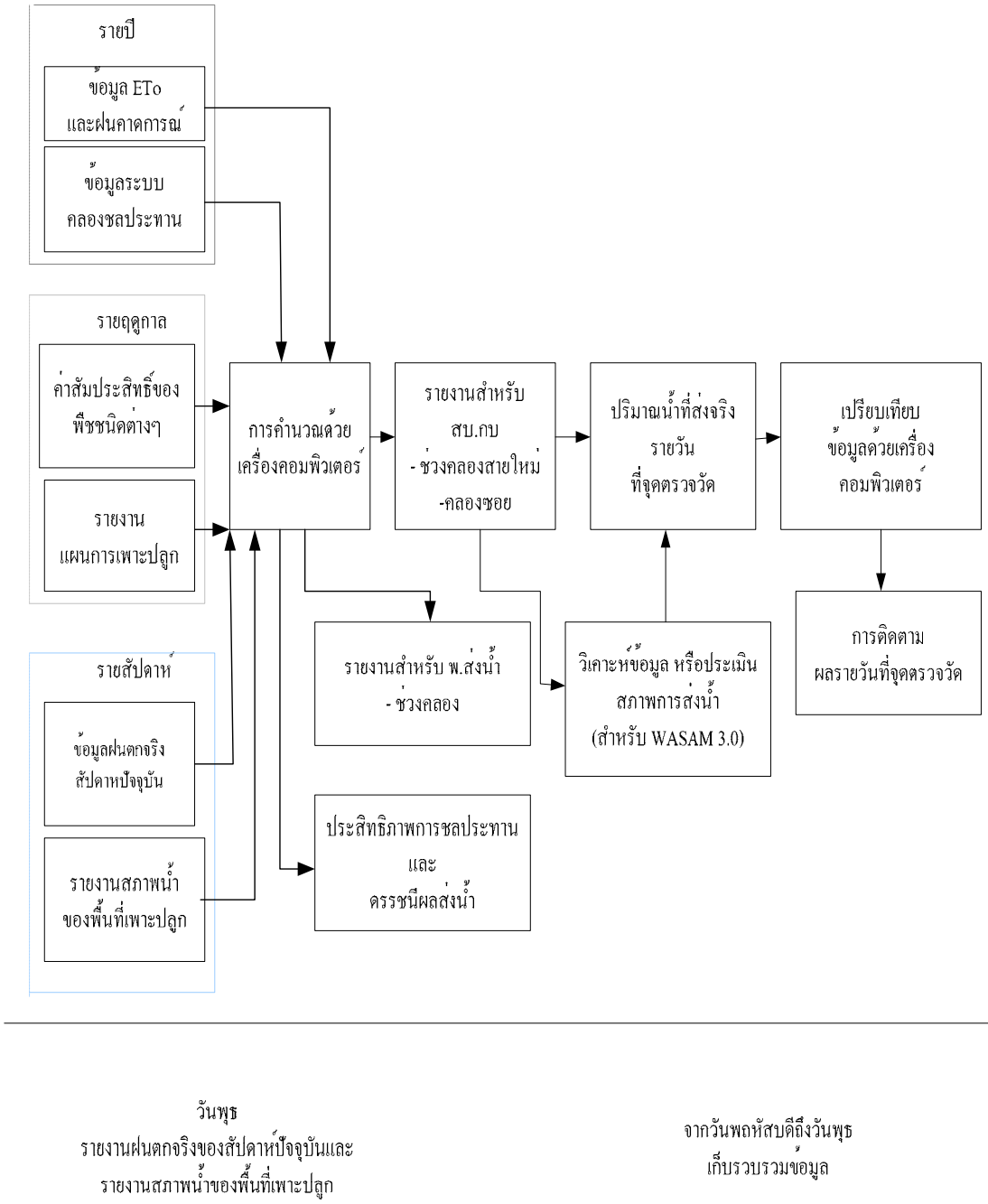
- สามารถใช้เมาส์ในการทำงานต่างๆ

8. ช่วยลดขั้นตอนในการป้อนข้อมูลให้เหลือน้อย โดยให้โปรแกรมเป็นผู้วิเคราะห์ข้อมูลเอง เช่น จำนวนช่วงคลองที่น้ำไหลเข้าไหลออกจากโซน งานส่งน้ำๆ และโครงการ (In and Out going discharge) ช่วงคลองที่ให้แสดงในรายงานสำหรับหัวหน้าโครงการ นอกจากนี้ยังออกแบบการพิมพ์รายงานต่างๆ ให้มีจำนวนหน้าน้อย

9. สามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยังไฟล์มาตรฐานอื่นได้ เช่น Excel File, Text File

10. สามารถวิเคราะห์ข้อมูลติดตามผลการส่งน้ำ (ประเมินสถานการณ์ของการส่งน้ำ) หรือสามารถตรวจสอบแก้ไขข้อมูลไม่ถูกต้องซึ่งอาจผิดพลาด เนื่องจากการวัดปริมาณน้ำ การจดบันทึกหรือการป้อนข้อมูลผิด

11. พัฒนาโปรแกรมในลักษณะที่เป็น Package คือ สามารถนำไปติดตั้ง และใช้งานกับโครงการชลประทานต่างๆ ได้โดยไม่ต้องเข้าไปแก้ไขตัวโปรแกรม ซึ่งสามารถใช้งานได้กับโครงการขนาดเล็ก โครงการขนาดใหญ่ โครงการเดียว หรือหลายโครงการ ที่มีระบบชลประทานต่อเนื่องกัน สามารถใช้กับโครงการที่มี หรือไม่มีแหล่งต้นทุนได้ (ยังคงต้องจัดเตรียม และป้อนข้อมูลเฉพาะของโครงการนั้นๆ เพื่อการวางแผนการจัดสรรน้ำที่ถูกต้อง)



ภาพที่ 4 การทำงานของโปรแกรม WASAM 3.0

ที่มา: ภราดา (2541)

โครงการที่ใช้ทำการศึกษา

การใช้โปรแกรม WASAM 3.0 จะนำมาใช้ในการจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการส่งน้ำโครงการ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาอ่างเก็บน้ำห้วยซอน ซึ่งจะต้องทำการศึกษาข้อมูลทั่วไปของโครงการฯ ดังแสดงไว้ในภาพ ที่ 4 และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ข้อมูลทั่วไปของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาอ่างเก็บน้ำ ห้วยซอน

ประวัติและความเป็นมา

เมื่อปี 2537 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชได้พระราชทานพระมหากรุณาธิคุณให้จัดตั้งศูนย์พัฒนาและบริการด้านการเกษตร ขึ้นที่บ้านนายาง เมืองนาทรายทอง นครหลวงเวียงจันทน์ สปป.ลาว ตามที่ ฯพณฯ ท่าน ไกรสอน พรมวิหาร อดีตประธานประเทศ สปป.ลาว ได้มีสาส์นกราบบังคมทูลฯ ขอพระราชทานความช่วยเหลือโครงการ ในลักษณะเดียวกับศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

นับเป็นจุดเริ่มต้นของ โครงการศูนย์พัฒนาและบริการด้านการเกษตรใน สปป.ลาว ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศเหนือของนครหลวงเวียงจันทน์ ประมาณ 22 กิโลเมตร ซึ่งใช้แนวทางของศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริในการดำเนินการ ซึ่งมีกิจกรรมจัดทำแปลงสาธิตการประมง ปศุสัตว์ พัฒนาที่ดิน และวิชาการเกษตร ให้บริการพันธุ์ปลา พันธุ์พืช พันธุ์สัตว์และการฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรมาศึกษางานทั่วไป โดยมุ่งเน้นเกษตรกรในหมู่บ้านเป้าหมายรอบศูนย์ฯ ในระยะแรก 5 หมู่บ้าน และต่อมาได้ขยายขอบเขตการให้บริการ โดยเพิ่มเติมหมู่บ้านเป้าหมายอีก 4 หมู่บ้าน (สำนักงาน กปร, 2544)

โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยซอนเป็นโครงการหนึ่งของการพัฒนาแหล่งน้ำของศูนย์พัฒนาและบริการด้านเกษตร มีลักษณะเป็นทำนบดิน พร้อมระบบส่งน้ำ มีพื้นที่รับน้ำฝน 22.65 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะภูมิประเทศทางทิศตะวันตกเป็นภูเขาพนัง ลำห้วยซอนไปพบกับลำห้วยซั้วไหลล้อมรอบพื้นที่ของศูนย์แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกลงสู่ลำน้ำงึม โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยซอนได้เริ่มดำเนินการก่อสร้าง เมื่อวันที่ 22 มกราคม 2539 โดยมีบริษัท สากลวิลเลจ (ประเทศลาว) จำกัด เป็นผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้าง และบริษัทเทศโก้ จำกัด เป็นบริษัทที่ปรึกษา โดยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา

สยามบรมราชกุมารี ได้เสด็จเป็นองค์ประธานในพิธีวางศิลาฤกษ์ เมื่อวันที่ 8 เมษายน 2539 และพระราชทานส่งมอบโครงการอ่างเก็บน้ำ พร้อมระบบส่งน้ำ ให้กับ สปป.ลาว เมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2541

ปัจจุบันได้ดำเนินการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยซอนเสร็จเรียบร้อย พร้อมระบบเก็บกักน้ำได้ 1.8 ล้านลูกบาศก์เมตร และได้ส่งน้ำให้เกษตรกร เพื่อปลูกข้าวนาปรัง ประมาณ 1,200 ไร่ และส่งน้ำเพื่อตกกล้าทำนาปีต่อไป พื้นที่เพาะปลูกพืชในปัจจุบันของอ่างเก็บน้ำที่ทำการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 สภาพพื้นที่เพาะปลูกพืชในปัจจุบันของอ่างเก็บน้ำที่ทำการศึกษา

โครงการ	พื้นที่รับน้ำ ตร.กม	พื้นที่ออกแบบ ไร่	พื้นที่นาปี ไร่	พื้นที่นาปรัง ไร่	ไม้ผล ไร่	พืชไร่ ไร่
ห้วยซอน	22.65	7,152	6,600	1,200	424	128

อาณาเขตของโครงการและที่ตั้ง

พื้นที่โครงการตั้งอยู่ทางทิดใต้ของบ้านนายาง เมืองนาทรายทอง นครหลวงเวียงจันทน์ ตามทางหลวงหมายเลข 13 ขึ้นไปทางเหนือกิโลเมตรที่ 22 แยกที่บ้านหัวขัว ทางทิดตะวันตกประมาณ 3.5 กิโลเมตร พิกัด 4S QTF 327-040 แผนที่ 1: 50,000 ระวาง 5445 แสดงที่ตั้งโครงการดังแสดงไว้ในภาพที่ 1

- ทิศเหนือ จดห้วยซั้วและเส้นทางเข้าบ้านนายาง
- ทิศตะวันออก จดห้วยซั้ว
- ทิศใต้ จดห้วยซอนและซั้ว
- ทิศตะวันตก จดห้วยซอน

ประกอบด้วยพื้นที่ทั้งโครงการ ฯประมาณ 7,152 ไร่ เป็นพื้นที่นาปี 6,600 ไร่ พื้นที่นาปรัง 1,200 ไร่ ไม้ผล 424 ไร่ พืชไร่ 128 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย 5 หมู่บ้าน คือ บ้านนายาง บ้านนาซอน บ้านหัวขัว บ้านน้ำเกลี้ยงใต้ และบ้านน้ำเกลี้ยงเหนือ รวมทั้งสิ้น 1,076 ครัวเรือน ประชากร 6,090 คน ภายใต้การรับผิดชอบดำเนินงานพัฒนาและบริการด้านการเกษตรจากศูนย์ฯ

ลักษณะภูมิประเทศ

โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยซอนสภาพพื้นที่โครงการศูนย์พัฒนา และบริการด้านการเกษตร (หลัก 22) สปป.ลาว ควบคุมพื้นที่ประมาณ 325 ไร่ มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีความกว้างประมาณ 800 เมตร ยาวประมาณ 900 เมตร โดยมีลำห้วย 2 สาย คือ ห้วยซอนและห้วยซั้วล้อมรอบพื้นที่ของศูนย์ฯ เป็นเนินสลับกับพื้นที่ลุ่มจุดสูงสุดมีความสูง 188 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลบริเวณสันเนินนี้เป็นที่ก่อสร้างคลองชลประทาน เพื่อส่งน้ำให้เกษตรกรรม 2 ข้างของเนินส่วนของพื้นที่เนินมีความลาดชันค้อนข้างสูงชายเนินทั้ง 2 ข้างเป็นพื้นที่ค้อนข้างราบเรียบมีความลาดชัน 0-5% ลาดลงไปหาลำห้วยทั้งสองด้านบริเวณที่ต่ำสุดเป็นพื้นที่นา ทางด้านตะวันออกของเนินมีความสูง 177 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ลักษณะภูมิอากาศ

ฤดูฝนเริ่มประมาณพฤษภาคม-กันยายน โดยมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 1,610 มม./ปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 18-21 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง และประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน มีความชื้นอากาศเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 30%-98% ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ ดังภาพที่ 5 แสดงเขตภูมิอากาศ และภาพที่ 6 แสดงขอบเขตชั้นน้ำอากาศ

สภาพแหล่งน้ำต้นทุน

สภาพทางอุทกวิทยา

- พื้นที่รับน้ำฝน (Watershed Are)	22.65	ตารางกิโลเมตร
- ปริมาณฝนตกเฉลี่ยต่อปี (Average Rainfall)	1,610	มม. /ปี
- ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ย (Inflow)	8.4	ล้าน.ลบ.ม/ปี

สภาพอ่างเก็บน้ำ

- ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ระดับน้ำเก็บกัก	1.8	ล้าน.ลบ.ม
- ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	2.15	ล้าน.ลบ.ม
- ระดับน้ำสูงสุด	+190.746	ม.รทก
- ระดับน้ำเก็บกัก	+190.000	ม.รทก
- ระดับน้ำต่ำสุด	+185.000	ม.รทก
- พื้นที่น้ำท่วมที่ระดับเก็บกัก	260,000	ไร่

ทำนบดิน (ชนิด Zone Dam)

- ทำนบดินแห่งที่ 1 (Main Dam)	สูง	14.00	เมตร
	ยาว	400.00	เมตร
	สันหลังกว้าง	8.00	เมตร
- ทำนบดินแห่งที่ 2 (Saddle Dam)	สูง	6.00	เมตร
	ยาว	90.00	เมตร
	สันหลังกว้าง	8.00	เมตร
- ระดับสันทำนบดิน	+193.00 ม.รทก		

อาคารระบายน้ำล้น (ชนิด Side Channel)

- ความกว้าง	60.00	เมตร
- ความยาว	214.00	เมตร
- ระบายน้ำได้สูงสุด	89.00	ลบ.ม/วินาที

ท่อส่งน้ำปากคลองส่งน้ำ (ชนิดท่อเหล็ก)

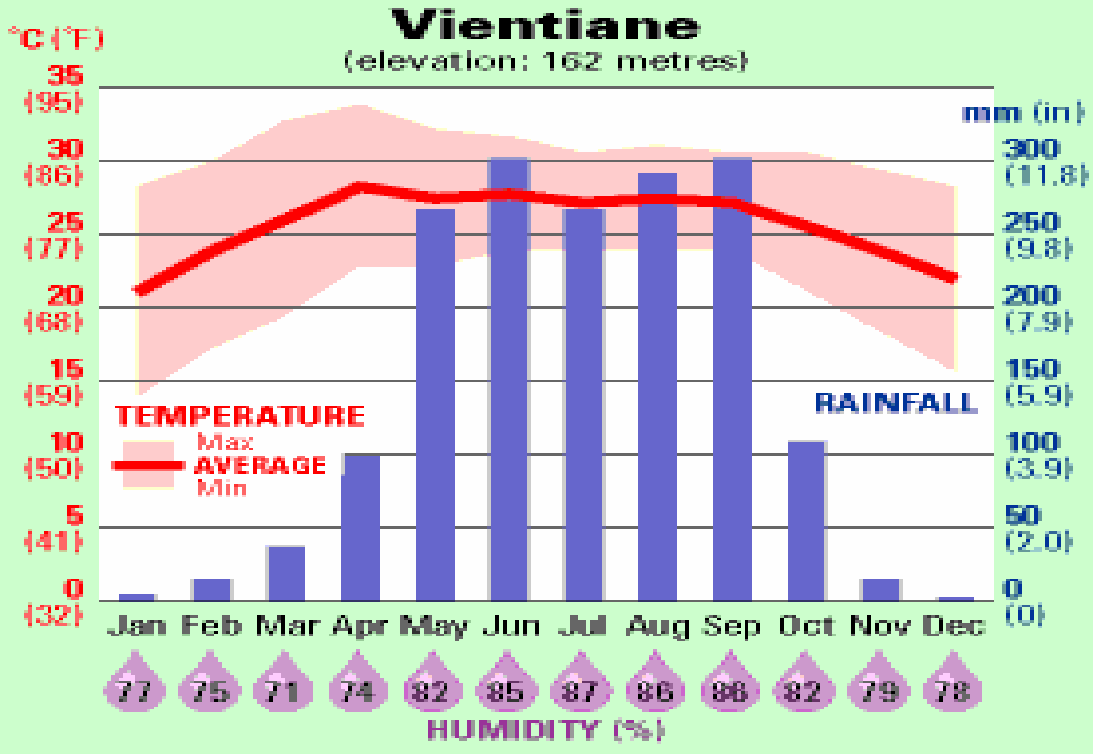
- ขนาด	Dia	0.90	เมตร	ยาว	84.00	เมตร

Dia 0.80 เมตร ยาว 9.00 เมตร

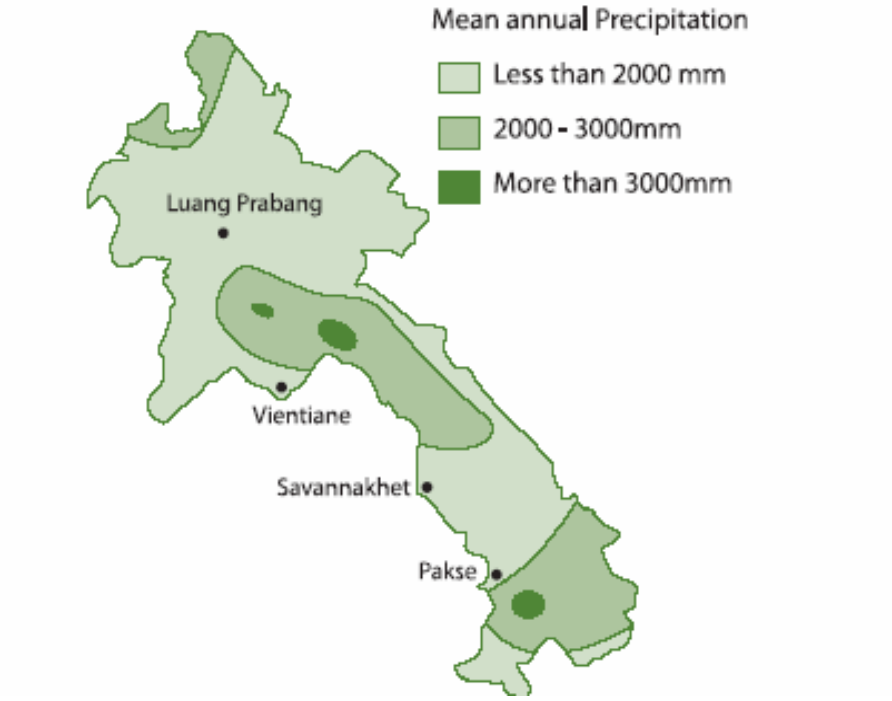
- ระดับธรณีท่อส่งน้ำ +181.050 ม.รทก

ท่อส่งน้ำลงน้ำเดิม (ชนิดท่อเหล็ก)

- ขนาด Dia 0.40 เมตร ยาว 31.00 เมตร



ภาพที่ 5 แสดงเขตภูมิอากาศของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว



ภาพที่ 6 แสดงขอบเขตชั้นน้ำอากาศ Precipitation Zones map

ระบบคลองส่งน้ำ

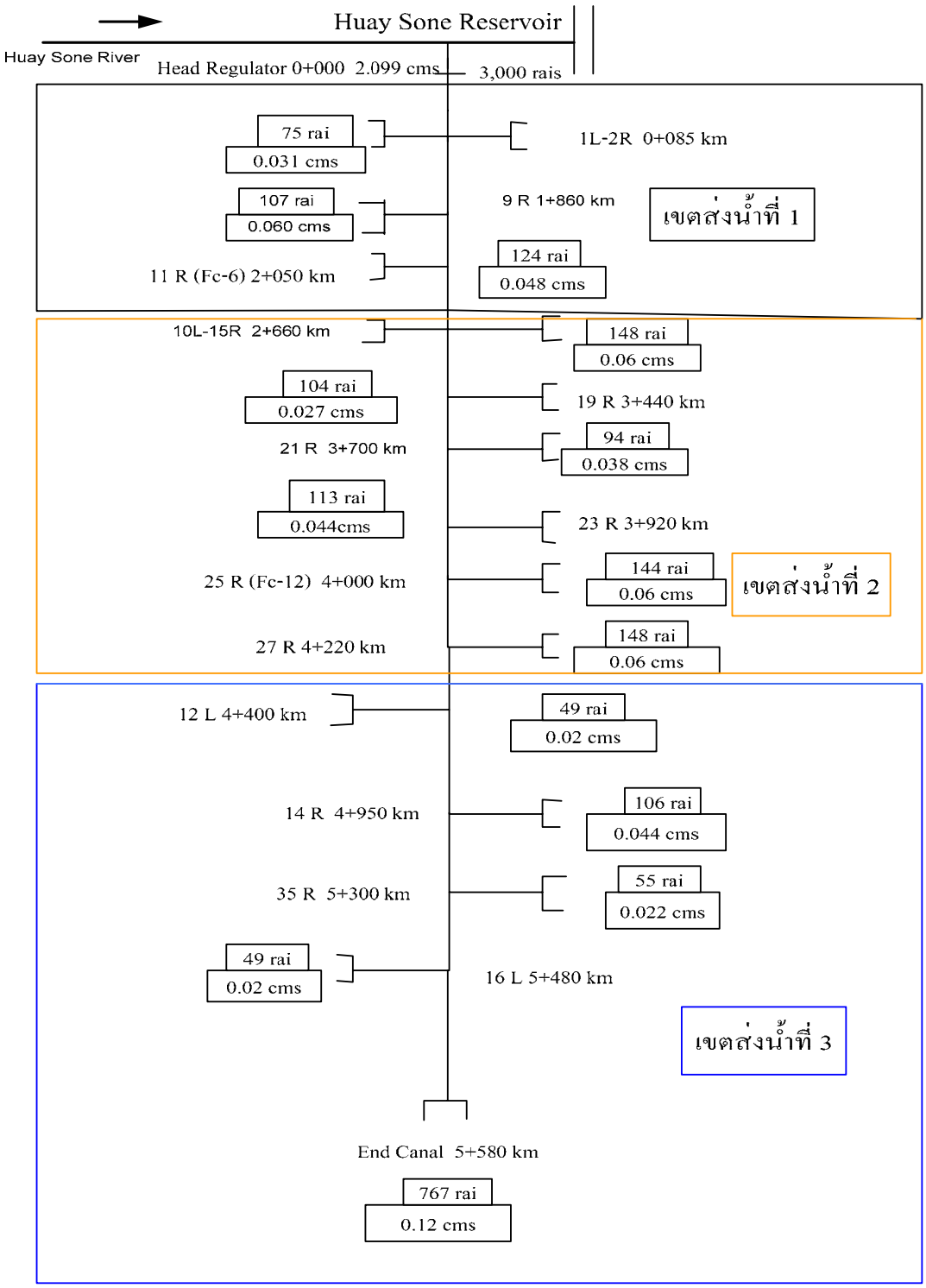
- คลองส่งน้ำดาดคอนกรีตรวมความยาว		5,570	เมตร
	ขนาดกว้าง	0.50 – 1.00	เมตร
	ความลึก	0.40 – 0.85	เมตร
	ความลาดข้างคลอง	1:1.5	
	ความลาดก้นคลอง	1:4,000	
- ทางลำเลียงหลังคันคลอง	ความยาว	5,570	เมตร
	ความกว้าง	4.00	เมตร
	ผิวจราจร	ลูกรังบดอัดแน่น	

เป็นโครงการประเภทดน้ำ และส่งน้ำโดยตรงจากแม่น้ำห้วยซอนที่ระดับเก็บกัก +190.000 รทก มีช่องระบายน้ำท่อส่งน้ำปากคลองส่งน้ำชนิด ท่อเหล็กขนาด Diameter 0.90 เมตร ยาว 84.00 เมตรและ Diameter 0.80 เมตร ยาว 9.00 เมตร ระดับธรณีท่อส่งน้ำ+181.050 ม.รทก มีความสามารถในการระบายน้ำสูงสุด 2.099 ลบ.ม. /วินาที ระบบคลองส่งน้ำรายละเอียดดูภาพที่ 7

คลองส่งน้ำดาดคอนกรีตสายหลัก 1 สาย รวมความยาว 5,570 เมตร ขนาดกว้าง 0.50-1.00 เมตร ความลึก 0.40-0.85 เมตร ความลาดข้างคลอง 1: 1.5 ความลาดก้นคลอง1: 4,000

อาคารประกอบระบบส่งน้ำ

- อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กประกอบด้วยคลองส่งน้ำทั้งสิ้น		53	แห่ง แยกเป็น
- อาคารท่อส่งน้ำเข้านา	จำนวน	27	แห่ง
- อาคารน้ำตกชนิดท่อ	จำนวน	1	แห่ง
- อาคารทดน้ำตกทดน้ำ	จำนวน	6	แห่ง
- อาคารน้ำตกทดน้ำชนิดรางเท	จำนวน	10	แห่ง
- อาคารท่อลอดถนน	จำนวน	1	แห่ง
- อาคารท่อลอดคลองส่งน้ำ	จำนวน	1	แห่ง
- อาคารท่อลอดคลองส่งน้ำชนิดท่อสี่เหลี่ยม	จำนวน	1	แห่ง
- อาคาร ทรบ. ปลายคลองส่งน้ำ	จำนวน	1	แห่ง



Canal systems layout Hauy Sone Irrigation Project

ภาพที่ 7 แสดงระบบคลองส่งน้ำของโครงการชลประทานห้วยซอน

ระบบการระบายน้ำ

ระบายลงห้วยเดิมชนิดท่อเหล็ก ขนาด Diameter 0.40 เมตร ยาว 31.00 เมตร จะมีฝายน้ำล้นขนาดเล็กอยู่ 2 แห่ง เรียกว่า ฝายห้วยซอนตอนใต้ และฝายนาซับ

การจัดรูปที่ดิน

โครงการส่งน้ำฯ อ่างเก็บน้ำห้วยซอน มีระบบการส่งน้ำแบบคันคูน้ำ เป็นระบบการจัดรูปที่ดินเพื่อผลผลิตทางการเกษตร และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ได้จัดสรรพื้นที่แบ่งเขตเป็น Block Area เพื่อสะดวกในการเก็บเงินค่าน้ำ รายละเอียดดูภาพที่ 8 และตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การถือครอง การใช้ประโยชน์ที่ดิน

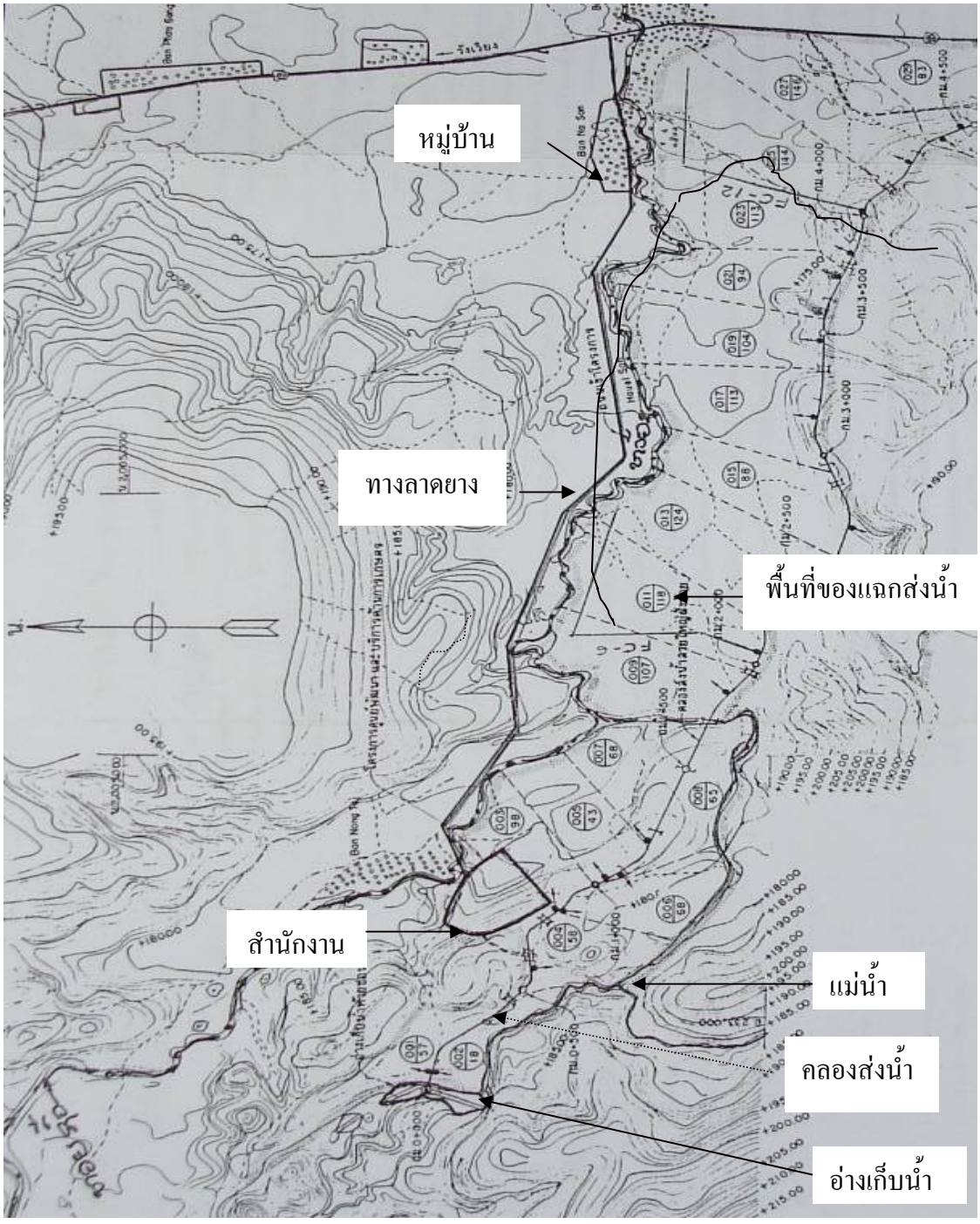
ลำดับ	หมู่บ้าน	พื้นที่ (ไร่)			
		นาปี	นาปรัง	พืชผัก	ไม้ผล
01	นายาง	267.0	79.0	119.33	94.51
02	นาซอน	223.3	81.0	200.16	315.01
03	หัวขัว	325.0	54.1	385.38	305.84
04	น้ำเกลี้ยงใต้	298.5	32.0	17.08	100.47
05	น้ำเกลี้ยงเหนือ	391.5	4.0	285.51	26.62
	รวม	1,505.3	250.1	1,006.12	837.25

ที่มา: สำนักงาน กปร. กองประเมินผลและข้อมูล กุมภาพันธ์ 2545

หมายเหตุ โครงการได้ขยายพื้นที่นอกเขตเป้าหมายเพิ่ม 4 หมู่บ้าน คือ บ้านหนองคันคู นาซับหัวช้าง และบ้านด่านชี่ ไม่ได้รวมพื้นที่นอกเป้าหมายและโครงการใส่

การส่งน้ำของโครงการ

หนึ่งสัปดาห์ได้ส่งน้ำเป็น 3 รอบเวร ได้แก่ วันจันทน์ วันพุธ และวันสุกดังแสดงตารางที่ 4



ภาพที่ 8 การจัดรูปที่ดินในระบบคลองส่งน้ำของโครงการห้วยซอน

ตารางที่ 4 แสดงรายระเอียดคลองส่งน้ำเข้านาของโครงการฯ ห้วยซอน

ลำดับที่	ชื่อคลอง	กม	อัตราการไหลสูงสุด ($ม^3$/วินาที)	พื้นที่ (ไร่)	วันส่งน้ำ
1	MCL	0+000	2.099	0	รอบเวร
2	MC(N 1L- 2R)	0+085	0.031	75	วันจันทน์
3	MC (N4 R)	0+580	0.029	58	วันจันทน์
4	MC(N3L-6R)	0+850	0.06	166	วันจันทน์
5	MC(N5 R)	1+050	0.017	45	วันจันทน์
6	MC (N 8 R)	1+100	0.027	65	วันจันทน์
7	MC (N 7 R)	1+190	0.027	68	วันจันทน์
8	MC (N 9 R)	1+860	0.044	107	วันจันทน์
9	MC [N 11R(FC-6)]	2+050	0.048	118	วันจันทน์
10	MC (N 13 R)	2+300	0.06	124	วันจันทน์
11	MC (N 10 L-15 R)	2+660	0.06	148	วันพุธ
12	MC (N 17 R)	3+220	0.044	113	วันพุธ
13	MC (N 19 R)	3+440	0.044	104	วันพุธ
14	MC (N 21 R)	3+700	0.038	94	วันพุธ
15	MC (N 23 R)	3+920	0.044	113	วันพุธ
16	MC [N 25 R(FC-12)]	4+000	0.06	144	วันพุธ
17	MC (N 27 R)	4+220	0.06	146	วันศุกร์
18	MC (N 12 L)	4+400	0.02	49	วันศุกร์
19	MC (N 29 R)	4+480	0.03	83	วันศุกร์
20	MC (N 31 R)	4+720	0.027	60	วันศุกร์
21	MC (N 14 R)	4+950	0.044	106	วันศุกร์
22	MC (N 33 R)	5+080	0.044	113	วันศุกร์
23	MC (N 35 R)	5+300	0.03	85	วันศุกร์
24	MC (N 16 L)	5+480	0.02	49	วันศุกร์
25	END-CANAL	5+570	0.12	767	วันศุกร์

การบริหารโครงการฯ

ด้านการบริหารจัดการโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา อ่างเก็บน้ำห้วยซอน-ห้วยซั้วได้มีการแบ่งการบริหารงานขึ้นรองรับการดำเนินงานศูนย์ฯ โดยมีผู้อำนวยการ 1 คน เป็นผู้บริหารสูงสุด ในการควบคุม กำกับดูแล ให้นโยบายและแนวทางในการปฏิบัติงานให้สอดรับกับแนวนโยบายการบริหารงานที่ได้รับมอบหมายมาจากแผนกกสิกรรมและป่าไม้ กระทรวงกระสิกรรมป่าไม้ และรองผู้อำนวยการ 2 คน เป็นผู้ช่วย และหัวหน้าแขนง จำนวน 6 คน มีหน้าที่รับผิดชอบงานที่แตกต่างกันออกไปเป็น 6 แขนง คือ

1. แขนงบริหาร มีหน้าที่ในการบริหารงานศูนย์ฯ เกี่ยวกับการวางแผนการปฏิบัติงาน การอำนวยการ การประสางาน การติดตามงาน การเงินการคลัง และระบบงบประมาณ ตลอดจนการจัดหาวัสดุครุภัณฑ์ต่างฯ รวมทั้งงานธุรการทั่วไป

2. แขนงปลูกฝัง มีหน้าที่ในการส่งเสริมสนับสนุนพันธุ์พืช ศึกษา วิจัย ถ่ายทอดเทคโนโลยีและฝึกอบรมทางด้านการเกษตร โดยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินการในระดับรองเฉพาะด้านประกอบด้วย หน่วยงานข้าว หน่วยงานพืชไร่ หน่วยงานพืชสวน หน่วยงานพัฒนาที่ดิน และหน่วยงานเห็ด

3. แขนงเลี้ยงสัตว์และการประมง มีหน้าที่ในการส่งเสริมสนับสนุนพันธุ์สัตว์ พันธุ์ปลา ศึกษา วิจัย ถ่ายทอดเทคโนโลยี การปรับปรุงขยายพันธุ์สัตว์บก และสัตว์น้ำโดยมีหน่วยงานระดับรองรับผิดชอบดำเนินการ ประกอบด้วย หน่วยงานสัตว์ปีก หน่วยงานปศุสัตว์ และหน่วยงานการประมง

4. แขนงส่งเสริมและพัฒนาชุมชน มีหน้าที่สำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลหมู่บ้านเป้าหมายศูนย์ฯ และนอกเป้าหมายศูนย์ฯ ในการนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อกำหนดแนวทางพัฒนา ส่งเสริมอาชีพและพัฒนารายได้

5. แขนงชลประทาน มีหน้าที่พัฒนาและจัดวางโครงสร้างและควบคุมระบบชลประทานและแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภคบริโภค

งานช่างกลมีหน้าที่ควบคุมรับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลและรักษายานพาหนะเครื่องจักรกลต่างๆ เครื่องมือสื่อสาร การสูบน้ำช่วยเหลือการเพาะปลูก รวมทั้งการบำรุงรักษาซ่อมแซมเครื่องกว้านบานระบาย

6. แขนงกลจักร มีหน้าที่จัดหาเครื่องจักรกล และดำเนินการก่อสร้างและบำรุงรักษาเครื่องจักรกล เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำเนินงานศูนย์ฯ(รายละเอียดดูโครงร่างการจัดตั้งโครงการศูนย์พัฒนาและบริการด้านการเกษตรห้วยซอน-ห้วยชั้ว)

การจัดตั้งกลุ่ม

โครงการได้จัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานออกเป็น 7 กลุ่ม มีสมาชิกทั้งหมด 226 ครอบครัว คือ กลุ่มบ้านนายาง บ้านนาซอน บ้านหัวขัว บ้านน้ำเกลี้ยงใต้ บ้านน้ำเกลี้ยงเหนือ บ้านหัวช้าง บ้านนาชัพ และขยายพื้นที่นอกเป้าหมายเพิ่มเติม 2 บ้านรายละเอียดดูภาพที่ 9

การจัดสรรน้ำของโครงการ

การคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องจัดส่งให้คลองสายต่างๆ จะทำการคำนวณโดยเริ่มจากระดับคูน้ำรวมกันขึ้นมาจนถึงคลองสายใหญ่เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องส่งให้กับโครงการฯ ตั้งแต่ระบบสายใหญ่จนถึงระดับคูน้ำแล้วพิมพ์เป็นรายงานแผนการกำหนดการส่งน้ำ

$$R(N) = \sum_{C=1}^{C=NC} \left[CF(C,W) * \frac{ETo(NE,W) + LP(C,W) - RE(NR,W)}{SUE(C,W) * 37800} \right] * A(c) \qquad (21)$$

เมื่อ N = ช่วงคลองที่กำหนด (Canal Section Number)

NC = ชนิดของพืชที่ปลูก (กำหนดเรียงตามลำดับ: ข้าวนาปรัง, นาปี, ไม้ผล, พืชอื่นๆ)

CF (C, W) = ค่าCrop Factor ของพืชแต่ละชนิดในสัปดาห์ที่ต้องการวางแผนสงน้ำ

ETo (NE, W) = Evaportranspiration ตามสถานีต่างๆ ในสัปดาห์ที่ต้องการวางแผนส่งน้ำ

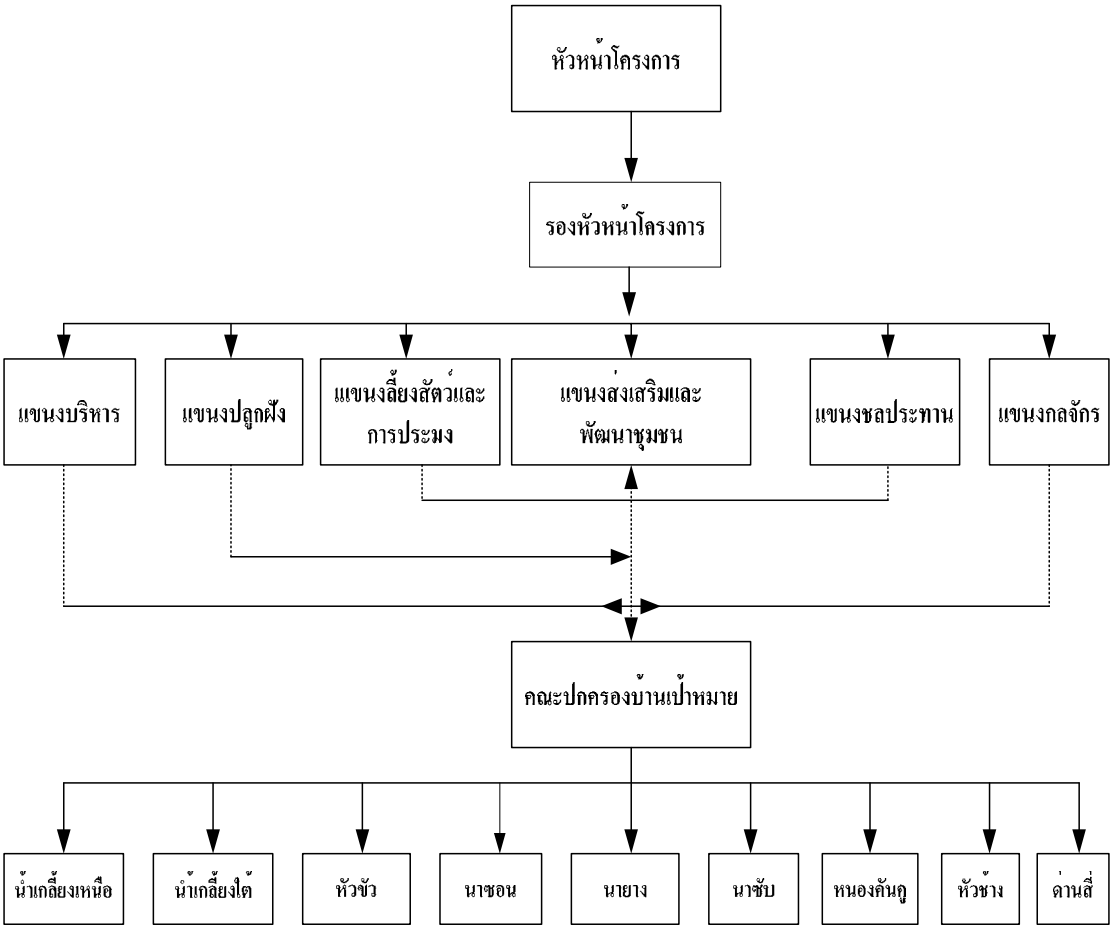
LP (C, W) = Land Preparation + Percolation ของพืชแต่ละชนิดในสัปดาห์ที่ต้องการวางแผนส่งน้ำ

RE (NR, W) = ฝนคาดการณ์ตามสถานีต่างๆ ในสัปดาห์ที่ต้องการวางแผนส่งน้ำ

A(C) = พื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด

SUE (C,W) = ประสิทธิภาพในแปลงนา

$$\frac{1}{378{,}000} = \frac{1600}{1000 \times 7 \times 24 \times 3600}$$ = ค่าคงที่เปลี่ยน มม.ไร่/สัปดาห์ให้เป็น ลบ.ม./วินาที



———— = สายการบังคับบัญชา

---------- = สายการประสานงาน

ภาพที่ 9 โครงร่างการจัดตั้งของโครงการชลประทานห้วยซอน

การคำนวณหาฝนใช้การ (Effective Rainfall)

การศึกษาการใช้น้ำของระบบคลองส่งน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยซอนในครั้งนี้ มีข้อมูลน้ำฝนที่นำมาคำนวณ ค่าแฟคเตอร์ Factor กระจายพื้นที่เท่ากับหนึ่ง ข้อมูลระดับน้ำสำหรับการปลูกข้าว สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวและพืช ข้อมูลการคายระเหย และค่าการสูญเสียอื่นๆ

การหาฝนใช้การ

วิธีการหาฝนใช้การจะเลือกใช้วิธีแบบจำลอง (Simulation Model)

สำหรับข้าว	STomax	=	135
	STo	=	90
	STomin	=	45
สำหรับพืช	STomax	=	100
	STo	=	0
	STomin	=	0

อินทะเนีย (2545) ใช้ข้อมูลฝนรายวันของสถานีฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ (ประเทศลาว) จำนวน 25 ปี มาหา Effective Rainfall โดยวิธี Simulation ในการ Simulation ใช้ระดับน้ำค่าต่ำสุดในแปลงนา 4.50 ซม ระดับน้ำจากแปลงนาหลังจากส่งน้ำชลประทาน เท่ากับ 9.00 ซม และระดับน้ำจากแปลงนาหลังจากฝนตกเท่ากับ 13.50 ซม. ในการนำผลลัพธ์จาก Simulation ไป Plot กราฟ ได้นำผลที่ Monitor Effective Rainfall ในสนามของโครงการ ห้วยซอนของเมืองนาทรายทอง นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ไปพิจารณาประกอบสำหรับหาค่า Effective Rainfall ที่มีข้อมูลแต่ปี พ.ศ. 2518 (1975) ถึงปี พ.ศ. 2542 (1999)

นำข้อมูลฝนจากปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2006 สถานีฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ (ประเทศลาว) และสถานีของโครงการห้วยซอน โดยพิจารณาหาฝนใช้การในการทำนาย โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากฝนตกประจำวันของเดือนต่างๆ เป็นรายสัปดาห์มาป้อนเข้ากับโปรแกรม WASAM 3.0 ในการประเมินหาประสิทธิภาพการชลประทานแสดงในตารางที่ 11

การหาการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

ในการคำนวณ การใช้น้ำของพืช ในแต่ละวัน คำนวณจากสมการ ซึ่งค่า ETo ได้จากการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงเฉลี่ยจากข้อมูลตรวจอากาศ ของจังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองคาย ที่อยู่ใกล้เคียงกับ สปป.ลาว และใช้ข้อมูลตรวจอากาศของสถานีนครหลวงเวียงจันทน์ โดยใช้โปรแกรม CROPWAT FOR WINDOW VERSION 4.2 ช่วยในการคำนวณหา ETo เฉลี่ยรายเดือน ซึ่งตัวอย่างผลการคำนวณ ด้วยโปรแกรมดังกล่าวดังแสดงภาพที่ 14 สำหลับการคำนวณ ความต้องการใช้น้ำของข้าวและพืชเดือนต่าง ๆ แสดง ในภาคผนวก จ ภาพผนวกที่ 1-8

การป้อข้อมูลในแต่ละบล็อกโดยแบ่งออกเป็นข้อมูลสำหรับฤดูฝนและฤดูแล้ง ประกอบด้วยข้อมูลปีที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการจำลอง พื้นที่ของแต่ละบล็อก ชนิดข้าวที่ปลูก สัปดาห์เริ่มการปลูกโดยนับจากเดือนเมษายนเป็นสัปดาห์แรก อัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก ปริมาณน้ำเตรียมแปลงในรูปแบบของความลึก ระยะเวลาการเตรียมแปลง อายุของต้นกล้า หมายเลขของสถานีวัด ET_O ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกของพืชเป็นรายสัปดาห์ ข้อมูลประสิทธิภาพชลประทาน Irrigation Efficiency และ Return Flow Factor เป็นรายเดือนตลอดทั้งปี และ กำหนดการพิมพ์ผลการจำลอง แสดงการ Input Data สำหรับแบบจำลอง Irrigation Demand Model ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก (ในตารางผนวกที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7)

ความต้องการน้ำ (Water Requirements)

ค่า Consumptive Use ในที่นี้หมายถึงการคายระเหยน้ำแท้จริงของข้าวรวมกับน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการซึม

ปริมาณน้ำชลประทานสุทธิที่ส่งให้เท่ากับ Consumptive Use ยกเว้นช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดระยะการเจริญเติบโต ตอนเริ่มต้นต้องส่งน้ำเพิ่มเติมเพื่อทำให้ดินชุ่มน้ำ และมีน้ำเริ่มขังในนา ตอนสิ้นสุดฤดูจะมีการลดน้ำ 3-4 สัปดาห์ ก่อนทำการเก็บเกี่ยว เพราะน้ำที่เหลือขังอยู่ในนานั้น สามารถนำมาใช้ได้ (สมมุติให้ Kc = 1 ระหว่างหยุดส่งน้ำชลประทานจนถึงการเก็บเกี่ยว)

ระดับน้ำใช้การสูงสุดและต่ำสุด

ความจุสูงสุดของคูน้ำ ตามการออกแบบ 0.23 ลิตร/วินาที/ไร่ (รวมการสูญเสีย) จะเท่ากับน้ำสุทธิ 0.17 ลิตร/วินาที/ไร่ (75% Efficiency) ซึ่งแปลงเป็น มม./สัปดาห์ จะเท่ากับ 65 มม./สัปดาห์ ค่านี้จะเป็นความลึกสูงสุดของน้ำที่จะส่งให้ได้

Country Lao Station Vientiane Altitude 171 (m)

Month	Max Temp. (C)	Min Temp. (C)	Humidity (%)	WindSpeed (km/d)	SunShine (hours)	Solar Radiation (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	29.1	17.7	67.0	207.4	7.9	17.1	4.1
February	31.0	19.7	66.0	233.3	8.3	19.3	5.0
March	32.8	21.9	66.0	250.6	6.5	18.5	5.4
April	34.8	24.4	69.0	380.2	7.4	20.9	6.6
May	32.7	24.6	77.0	362.9	6.6	19.8	5.4
June	32.0	25.0	80.0	393.8	3.2	14.5	4.4
July	31.8	25.0	81.0	337.0	5.0	17.2	4.6
August	31.3	24.9	82.0	250.6	2.7	13.6	3.7
September	31.4	24.0	82.0	259.2	5.2	16.8	4.2
October	31.8	23.3	74.0	259.2	8.0	19.4	4.9
November	31.9	20.4	70.0	259.2	7.2	16.5	4.6
December	29.0	17.2	68.0	259.2	7.1	15.5	4.2
Average	31.6	22.3	73.5	287.7	6.3	17.4	4.8

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณค่า ETo รายเดือน

ปริมาณน้ำต่ำสุดที่จะส่งให้จะถูกกำหนดโดยปริมาณน้ำต่ำสุดในคลองย่อย ซึ่งเท่ากับ 60% ของความจุสูงสุด ดังนั้นปริมาณน้ำต่ำสุด คือ 0.14 ลิตร/วินาที/ไร่ (0.23×0.60) หรือจะเท่าความลึกของน้ำ 34 มม./สัปดาห์ (65% Efficiency: ระหว่างการส่งน้ำด้วยปริมาณน้ำต่ำสุด เนื่องจากการสูญเสียจะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงต่อปริมาณน้ำสูงสุด) ซึ่งน้ำจำนวนนี้จะประมาณเท่ากับความต้องการใช้น้ำชลประทานในช่วงเดือนที่ความต้องการใช้น้ำไม่ Peak (35 มม./สัปดาห์) มีการพิจารณาว่าถ้าความต้องการใช้น้ำชลประทานที่คำนวณได้สูงกว่า 40% ของปริมาณน้ำต่ำสุด ถ้าต่ำกว่า 40% ของปริมาณต่ำสุดจะหยุดการส่งน้ำ

ระดับน้ำในแปลงนา

วิธีการในปฏิบัติในพื้นที่โครงการ มีการกำหนดว่าระดับน้ำ 80 มม. ในแปลงนา นับว่าเพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวและลดวัชพืช ระหว่าง 5 สัปดาห์ ที่ข้าวเริ่มสุกก่อนการ เก็บเกี่ยว ระดับน้ำดังกล่าวจะค่อยๆ ลดลงจนแห้งเมื่อถึงตอนเก็บเกี่ยว ในช่วง 6 สัปดาห์ที่ทำการเตรียมแปลงระดับน้ำในแปลงนาจะค่อยๆเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ที่ได้ระดับ 60 มม. เมื่อสิ้นสุดในการเตรียมแปลง

สภาวะขาดแคลนน้ำจะเกิดขึ้นถ้าความลึกของน้ำ 80 มม. ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าว ถึงแม้ว่าสภาวะขาดแคลนน้ำหมายถึงว่าไม่มีน้ำขังอยู่ในแปลงนาเลย แต่ก็ยังคงเหลือระดับน้ำ 60 มม. เพื่อแสดงผลกระทบของแปลงนาที่ไม่มีการปรับระดับที่ดีพอ เป็นการยากสำหรับเกษตรกร ที่จะทำการปรับระดับนาทุกกระทงให้มีระดับแตกต่างกันน้อยกว่า 60 มม. นอกจากว่ามีเครื่องจักอุปกรณ์พิเศษ

การปฏิบัติในพื้นที่โครงการมีการกำหนดว่าในช่วง 5 สัปดาห์ข้าวกำลังสุกก่อนการเก็บเกี่ยว ระดับน้ำขาดแคลนจะค่อยๆ ลดลง (60/5) = 12 มม./สัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อให้ความลึกของน้ำ เหลือเพียงศูนย์หรือต่ำกว่า เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวพอดี ในระหว่างช่วงการเตรียมแปลงระดับน้ำขาดแคลนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นสัปดาห์10 มม. จาก 0 จนถึง 60 มม. เมื่อสิ้นสุดในการเตรียมแปลงพอดี

ฝน

การคำนวณความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับสัปดาห์หน้า จะนำค่าฝนคาดการณ์ตามระดับ Probability มาคิดร่วมด้วย ในการนี้ข้อมูลฝนรายเดือนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นฝนรายสัปดาห์ฝนที่ตกจริงรายวัน จะนำมาใช้ในโปรแกรม WASAM 3.01 ด้วย โดยใช้สถิติข้อมูลจากสถานี นครหลวงเวียงจันทน์ จังหวัดหนองคาย และจังหวัดอุดรธานี ในปี 1975-2000 ในความเป็นจริงแล้ว Simulation Program จะคำนวณสมดุลน้ำเป็นรายวันและประเมินผลเป็นกรณี ขาดน้ำ ปกติ และมีน้ำมากเกินไป

หลักเกณฑ์ในการพิจารณากรณีขาดน้ำและมีน้ำมากเกินไป

จากที่ได้อธิบายไปแล้วว่าระดับน้ำขาดแคลน (ระดับ 60 มม.) หมายถึงระดับน้ำในแปลงนาที่ต่ำกว่าสภาวะปกติ (80 มม.) ในช่วง 5 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว และ 6 สัปดาห์สำหรับเตรียมแปลงระดับน้ำขาดแคลนนี้จะลดลงและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ

วันขาดแคลนน้ำ : วันซึ่งความลึกของน้ำต่ำกว่าระดับน้ำขาดแคลน (60 มม.)
วันระบายน้ำ : วันซึ่งความลึกของน้ำลึกกว่า 150 มม.

มีการประเมินผลฝนที่ตกจริงและพืชนำไปใช้ได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และแสดงเป็นฝนใช้การ (Effective Rainfall) ซึ่งขยายความได้ดังนี้

$$\text{ค่าฝนใช้การ} = \frac{\text{(ฝนตกจริงทั้งหมด-น้ำที่ระบายทิ้ง)}}{\text{ฝนตกจริงทั้งหมด}} \times 100\% \qquad (22)$$

ท้ายสุดจะมีการเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำชลประทานจริงๆ ในช่วงเวลาหนึ่งกับความต้องการใช้น้ำชลประทานตามทฤษฎีในกรณีไม่มีฝนตก ซึ่งในที่นี้เรียกว่าความต้องการใช้น้ำชลประทานและขยายความได้ดังนี้

$$\text{ความต้องการใช้น้ำชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งจริง}}{\text{ปริมาณน้ำชลประทานตามทฤษฎี}} \times 100\% \qquad (23)$$

การใช้น้ำของพืช

ค่าการคายระเหยน้ำ (ETO) ได้จาการคำนวณโดยใช้สูตรของ Penman-Monteith (รายละเอียดดูจาก FAO Irrigation Drainage paper No.24)

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ (ใช้ข้อมูลรายเดือนเฉลี่ย)

- อุณหภูมิ (C)
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด
- ค่าเฉลี่ยจำนวน ชม. แสงแดด (ชม./วัน)
- ความเร็วลม (ม./วินาที)
- อัตราส่วนระหว่างความเร็วลมในเวลากลางวันและกลางคืน

ข้อมูลเหล่านี้รวบรวมได้จาก 3 สถานีในเขตโครงการ

- สถานีอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์นครหลวงเวียงจันทน์ปี ค.ศ. (1975-2005)
- สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดอุดรธานีปี พ.ศ. (2509-2538)
- สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดหนองคายปี พ.ศ. (2514-2542)
- ค่าการคายระเหยน้ำรายเดือนเฉลี่ยที่คำนวณโดยใช้สูตรของ Penman-Monteith แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่า ETo รายเดือนเฉลี่ย (มม./เดือน)

Station	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Vientiane	198	167	138	143	115	126	152	138	130	127	140	167
Udon	165	150	128	131	121	122	126	111	99	100	110	151
Nongkhai	177	157	131	132	123	131	135	119	110	115	127	169

ขอบเขตของสถานี

การมีสถานีอุตุนิยมวิทยาเพียง 3 สถานีครอบคลุมพื้นที่ชลประทานในเขตโครงการ นับว่าน้อยเกินไป อย่างไรก็ตาม ค่า ETo ของแต่ละสถานีไม่แตกต่างกันมาก จึงลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืช

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ปัจจัยหลักที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืช คือ ค่าปริมาณน้ำใช้ของพืช Consumptive Use ได้แก่การระเหยของน้ำจากพื้นดินหรือผิวน้ำ และการคายน้ำของพืชออกทางใบ ขนาดของปริมาณน้ำใช้ของพืชส่วนใหญ่จะพิจารณาจาก ภูมิอากาศ ชนิดของพืช และระยะเจริญเติบโต

ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K) รายเดือนสำหรับข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง (พันธุ์ กข.) ที่ปลูกโดยการปักดำ สำหรับข้าวพันธุ์พื้นเมืองค่าสัมประสิทธิ์ฯ จะสูงกว่านี้เล็กน้อย ค่าเหล่านี้ได้จากการวัดทดลองในประเทศอินโดนิเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลยเซีย และประเทศไทย (สถานีทดลองสามสุก) โดยใช้แนวทางของ FAO

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop factor) รายเดือนของพันธุ์ กข.10

ฤดู	เดือนถัดจากการปักดำ			
	1	2	3	4
ฤดูแล้ง	1.10	1.10	1.25	1.00
ฤดูฝน	1.10	1.10	1.05	0.95

การเตรียมแปลง (Land Preparation)

ระหว่างการเตรียมแปลงต้องใช้น้ำส่วนหนึ่ง ทำให้ดินชุ่มและเริ่มให้มีน้ำขังในนา ในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียว เช่น โครงการชลประทานน้ำหุม จำเป็นจะต้องใช้น้ำประมาณ 150 มม. สำหรับทำให้ดินชุ่ม และการให้มีน้ำขังอย่างเหมาะสมในแปลงนาจำเป็นต้องใช้น้ำประมาณ 100 มม.

ช่วงเวลาในการเตรียมแปลงต้องใช้ 6 สัปดาห์ (ขึ้นอยู่กับเกณฑ์การออกแบบของคู) ในช่วงการเตรียมแปลงนี้ อาศัยการรายงานจากพนักงานส่งน้ำ (Field Wetness Report) โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่มีน้ำขัง (เตรียมแปลงแล้ว) การรายงานพิจารณาตามเงื่อนไขของตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เงื่อนไขในการรายงานสภาพน้ำในแปลงนา

การรายงานสภาพน้ำในแปลงนา	ร้อยละพื้นที่ที่มีน้ำขัง					
	สัปดาห์					
	1	2	3	4	5	6
แห้ง	<20%	<40%	<60%	<70%	<80%	<90%
ปกติ	20-30%	40-50%	60-75%	70-90%	80-100%	90-100%
น้ำขัง	>30%	>50%	>75%	>90%	100%	100%

ตัวอย่าง: การรายงานของสัปดาห์ 1: ถ้าการเตรียมแปลงน้อยกว่า 20% ของพื้นที่ให้รายงานว่าแห้ง ถ้าอยู่ระหว่าง 20-30% ให้รายงานว่าปกติ ถ้ามากกว่า 30% ของพื้นที่ ให้รายงานว่าน้ำขัง

การซึมลึก (Percolation)

น้ำบางส่วนจะซึมลงผ่านพื้นดินเลยเขตรากที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ อัตราการซึมของน้ำนี้ (P) จะสมมุติว่าเท่ากันตลอดฤดูกาลส่งน้ำ ค่าอัตราการซึมจะขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ระดับน้ำใต้ดินและได้จากถังวัดอัตราการซึมของคลอง N1 ของคลองชลประทานน้ำหุม

ฤดูฝน : P = 0.5 mm/d (3.5mm/week)
ฤดูแล้ง: P= 1.0 mm/d (7 mm/week)

ความต้องการใช้น้ำของพืช (Crop Water Requirement)

ในปี พ.ศ. (2537) ทีมงานวิชาการของโครงการชลประทานน้ำหุมได้ทำการศึกษาในรูปแบบการเพาะปลูกพืชและความต้องการน้ำชนิดพืชต่างๆ ของโครงการชลประทานน้ำหุมโดยใช้รูปแบบตามเอกสาร Crop Water requirement, Irrigation and Drainage Paper No.24, Rome 1975 irrigation of Upland crops, PCARR, Philippines, 1980

ปฏิทินการเพาะปลูก

การกำหนดการส่งน้ำชลประทานให้เหมาะสมและปฏิบัติงานการส่งน้ำเพื่อให้ประสิทธิภาพ จะเป็นไปได้ต่อเมื่อกิจกรรมเพาะปลูกต่างๆ ในพื้นที่ของโครงการสอดคล้องกัน เกษตรกรในเขตโครงการควรจะเริ่มทำการเพาะปลูกในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นในช่วง เวลาเดียวกันเช่นกันและสามารถหยุดการส่งน้ำชลประทาน เพื่อกิจกรรมบำรุงรักษาได้ช่วงฤดูกาลเพาะปลูกทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ควรจะต้องกำหนดไว้อย่างแน่นอนและชัดเจนรวมทั้งประกาศให้ทราบทั่วกันเป็นการล่วงหน้า ซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดฤดูกาลส่งน้ำให้ได้แน่นอน การกำหนดนี้เรียกว่าปฏิทินการปลูกพืช หรือปฏิทินการชลประทาน

ข้าว

เราคำนวณความต้องการใช้น้ำของข้าวในแต่ละสัปดาห์ ด้วยการใช้ค่า Weighted Crop Factor และค่า ETo ของโครงการดู ตารางผนวกที่ ข3 และที่ ข4

พืชอื่นๆ

พืชอื่นๆ เช่น ผักต่าง ๆ สวนผลไม้ หรือบ่อปลา จะมีปลูกอยู่บ้างเป็นพื้นที่ส่วนน้อยในเขตห้วยซอน โดยปลูกคละไปในพื้นที่ซึ่งมีข้าวเป็นพืชหลัก ยังไม่พบว่ามีพื้นที่ตลอดแฉกส่งน้ำ หรือช่วงคลองหนึ่งปลูกพืชโดยตลอด อย่างไรก็ตามถ้ามีพื้นที่ตลอดแฉกส่งน้ำ เป็นส่วนใหญ่ หรือช่วงคลองหนึ่งปลูกพืชโดยตลอดเป็นส่วนใหญ่ ก็จะต้องคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืชอื่นเหล่านั้นเพื่อให้แผนการส่งน้ำถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น

พืชอื่นๆ เหล่านี้ ส่วนใหญ่จะมีการปลูกไปตลอดทั้งปี และมีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การคายระเหยน้ำไว้เท่ากับ 0.8 และเป็นค่าที่นำมาใช้คำนวณหาความต้องการใช้น้ำสุทธิของพืชเหล่านั้น (แสดงไว้ในตารางผนวกที่ ข5 และตารางผนวกที่ ข6) การบำรุงรักษาระบบชลประทานในไร่นา จะกำหนดให้อยู่ในช่วงเวลาที่สอดคล้องกับการเพาะปลูกของพืชหลักในแฉกส่งน้ำ และไม่มีการกำหนดปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับการเตรียมแปลงสำหรับพืชอื่นๆ

ประสิทธิภาพของการส่งน้ำ

น้ำชลประทานที่จะส่งเข้าระบบฯ จะเกิดการสูญเสีย (Loss) เราสามารถแยกเป็นส่วนใหญ่ฯ ได้ 2 ส่วน คือ

1. สูญเสียในคลองซอย คลองสายใหญ่ (ขึ้นอยู่กับเจ้าหน้าที่ของโครงการฯ)
2. สูญเสียในระดับแปลงนา (ขึ้นอยู่กับเกษตรกร)

ประสิทธิภาพในระดับแปลงนา (แฉกส่งน้ำ) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน

- ในแปลงนา สายเหตุเกิดขึ้นจาก การปรับระดับดิน ไม่เพียงพอ รูหนู รูปู
- ในคูส่งน้ำ การสูญเสียในคูส่งน้ำไม่ถือว่าเป็นการสูญเสียที่แท้จริง เพราะน้ำที่สูญเสียไปนั้นจะเข้าไปในแปลงนา

ค่าประสิทธิภาพของแฉกส่งน้ำ (Ed) สามารถจำกัดความได้ดังนี้

$$Ed = \frac{\text{ความต้องการใช้น้ำของพืช - ฝนตกจริง}}{\text{ปริมาณน้ำชลประทานทั้งหมดที่ส่งเข้าคูส่งน้ำ}} \quad (24)$$

โดยทั่วๆ ไปค่าประสิทธิภาพนี้ ในช่วงการเตรียมแปลงจะสูงกว่าช่วงเจริญเติบโต ทั้งนี้ด้วยสายเหตุที่ว่าในช่วงการเตรียมแปลงต้องการน้ำเป็นปริมาณมาก เพื่อทำให้ดินซุ่มน้ำและอาจเป็นไปได้ว่าในช่วงดังกล่าวเกษตรกรกระตือรือร้นเอาใจใส่แปลงนาของตนดี ในช่วงระยะการเจริญเติบโตที่มีน้ำขังในแปลงนาแล้ว การรั่วไหลสามารถเกิดขึ้นได้ง่าย ทั้งผ่าน และข้ามคันนาไปสู่ระบบระบายน้ำ

จากมาตรฐานของ ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) และจากการทดลองในพื้นที่โครงการฯ ในปี พ.ศ.2527 และ ปี พ.ศ.2528 ทำให้กำหนดค่าประสิทธิภาพการชลประทานระดับแฉกส่งน้ำได้ดังนี้

- ข้าว : ช่วงการเตรียมแปลง Eb = 0.75 ช่วงเจริญเติบโต Eb = 0.65
- พืชอื่น ๆ : Eb = 0.65

ประสิทธิภาพในคลองส่งน้ำ (Conveyance efficiency)

แม้ว่าจะมีการควบคุมการส่งน้ำอย่างถูกต้อง แต่ก็ไม่อาจหลีกเลี่ยงการสูญเสียได้ การสูญเสียนี้จะเกิดขึ้นในคลองสายใหญ่ และคลองซอยมีสายเหตุมาจาก

- การแปรปรวนของระดับน้ำในคลอง
- การคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทานต่าง ๆไม่ถูกต้อง
- ท่อส่งน้ำเข้านาเถื่อนต่าง ๆ ที่รับน้ำออกจากคลองและไม่สามารถควบคุมได้
- การรั่วซึมและการระเหย
- การรักษาระดับน้ำต่ำสุด (LSL) ในคลอง

ประสิทธิภาพการส่งน้ำของคลองซอย สามารถจำกัดความได้ดังนี้

$$Eb = \frac{\text{ปริมาณน้ำชลประทานทั้งหมดที่ส่งผ่านเข้าสู่แฉกส่งน้ำต่างๆ ในช่วงคลองนั้น}}{\text{ปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งให้ใช้ในคลองนั้น}} \quad (25)$$

ประสิทธิภาพของคลองซอยในเขตจัดรูปที่ดินกำหนดให้เท่ากับ 0.95

Eb = 0.95

ประสิทธิภาพการส่งน้ำของคลองสายใหญ่สามารถกำจัดความได้ดังนี้

$$Ec = \frac{\text{ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ส่งให้คลองซอยต่างๆ ในช่วงคลองสายใหญ่นั้น}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่งให้ใช้ในช่วงคลองสายใหญ่นั้น}}$$

ในกรณีที่มีการส่งน้ำอย่างถูกต้องค่าประสิทธิภาพการส่งน้ำของคลองสายใหญ่ จะมีค่าเท่ากับคลองซอย คือ

Ec = 0.95

หมายเหตุ ใน WASAM PROGRAM กำหนดปริมาณน้ำที่สูญเสียในคลองส่งน้ำเป็นเปอร์เซ็นต์ของความจุปริมาณน้ำในคลอง (Q_{max}) ค่าความยาวคลอง 1 กม. ดังนี้

- คลองสายใหญ่ดาดคอนกรีต = 0.10%
- คลองสายใหญ่ไม่ดาดคอนกรีต = 0.20%
- คลองซอย = 0.25%

โดยที่ความจุของคลองมากกว่า 10 ลบ.ม./วินาที ถือว่าเป็นคลองสายใหญ่ และความจุของคลองน้อยกว่า 10 ลบ.ม. /วินาที ถือว่าเป็นคลองซอย

ความต้องการใช้น้ำชลประทาน

ในเขตโครงการห้วยซอน ปริมาณน้ำฝนที่นำมาคิดนั้นจะอยู่ในช่วงของเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน และโดยที่โปแกรม WASAM คาดการณ์ฝนไว้แน่นอนทุกสัปดาห์ทำให้ช่วยลดปริมาณน้ำชลประทาน ถ้าหากปริมาณน้ำฝนจริงต่างจากฝนคาดการณ์ การปรับแก้จะทำในสัปดาห์ต่อไปด้วย ข้อมูลในสภาพน้ำในแปลงนาที่ได้จากการรายงานของพนักงานส่งน้ำ

โดยอาศัยค่าประสิทธิภาพการชลประทาน และค่าความต้องการใช้น้ำของพืชที่ได้คำนวณไว้แล้ว ทำให้สามารถคำนวณหาความต้องการใช้น้ำชลประทานของแฉกส่งน้ำ คลองซอยและคลองสายใหญ่ได้ การคำนวณนี้ได้สรุปรวบรวมไว้แล้วในผนวก ข3, ข4, ข5 ถึงตารางผนวกที่ ข8 สำหรับข้าวและพืชอื่นตามลำดับ

ในการแปลงค่าความต้องการใช้น้ำชลประทานจาก มม./เดือน (A) ให้เป็นลิตร/วินาที/ไร่ (B) สามารถใช้สูตรดังนี้

$$B = \frac{A}{Days} \times \frac{1,600}{24 \times 3,600} \qquad (26)$$

หมายเหตุ Days หมายถึง จำนวนวัน

พืชอื่นที่ปลูกคละกับข้าวที่เป็นพืชหลักจะมีการส่งน้ำชลประทานให้ในช่วง “กลางวันเท่านั้น” (จากหกโมงเช้าถึงสี่ทุ่ม) เนื่องจากการใช้น้ำชลประทานแก่พืชไร่จำเป็นต้องได้รับการเอาใจใส่มากกว่าวาข้าว ในการแบ่งค่าความต้องการใช้น้ำชลประทาน จากหลักการส่งน้ำ 24 ซม.ต่อวัน (B) เป็น 16 ซม.ต่อวัน (C) สามารถทำได้ดังนี้

$$C = \frac{24}{16 * B} \tag{27}$$

อย่างไรก็ตาม การส่งน้ำชลประทานจะกระทำต่อเนื่องตลอดเวลา ดังนั้น ในช่วง 8 ซม. ระหว่างกลางคืน น้ำชลประทานจะถูกปล่อยทิ้งไปสู่ระบบระบายน้ำ ในกรณีพื้นที่ปลูกข้าว เกษตรกรสามารถนำน้ำในช่วงกลางคืนดังกล่าวไปใช้ได้