



โครงการวิศวกรรมชลประทาน

โครงการพัฒนาต้นแบบการวางแผนส่งน้ำชลประทานโดยใช้ IrrisAT
กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

A Development Project of An Irrigation Water Scheduling
Prototype using IrrisAT: A Case Study of Bang Len
Operation and Maintenance Project

โดย

นายวชิรวิทย์ โรจนแพทย์

นายอลงกรณ์ ประทีป ณ ถลาง

เสนอ

วิทยาลัยการชลประทาน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2566

ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน

วิทยาลัยการชลประทาน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

เรื่อง โครงการพัฒนาดันแบบการวางแผนส่งน้ำชลประทานโดยใช้ IrrisAT กรณีศึกษาโครงการ
ส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

A DEVELOPMENT PROJECT OF AN IRRIGATION WATER SCHEDULING
PROTOTYPE USING IRRISAT: A CASE STUDY OF BANG LEN OPERATION AND
MAINTENANCE PROJECT

نامผู้วิจัย นายวชิรวิทย์ โรจนแพทย์

นายอลงกรณ์ ประทีป ณ ถลาง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(.....อาจารย์รส สิ้นสการ, M.Eng. (WEM).....)

กรรมการ

(.....อาจารย์รัชชัย เปาทัย, วศ.ม. (ชลประทาน).....)

วิทยาลัยการชลประทาน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รับรองแล้ว

(.....อาจารย์ชัยยะ พิงโพธิ์สม.....)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการชลประทาน

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

เรื่อง โครงการพัฒนาต้นแบบการวางแผนส่งน้ำชลประทานโดยใช้ IrrisATกรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

โดย นายวชิรวิทย์ โรจนแพทย์
นายอลงกรณ์ ประทีป ณ ถลาง

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน


(.....นายรส. สืบสทการ.....)
...../...../.....

โครงการพัฒนาต้นแบบการวางแผนการส่งน้ำชลประทานโดยใช้ IrrisAT กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ระหว่าง IrrisAT กับ กรมชลประทาน เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนจัดส่งให้แก่พื้นที่ชลประทานสำหรับข้าวและบ่อคุ้มกับปริมาณน้ำที่คำนวณได้โดยการใช้ IrrisAT และเพื่อสร้างต้นแบบในการวางแผนส่งน้ำของโครงการชลประทานโดยการใช้ IrrisAT โดยกำหนดปฏิทินการเพาะปลูกฤดูแล้ง กำหนดให้ปลูกข้าวทั้งพื้นที่จำนวน 142,577.875 ไร่ และบ่อคุ้ม จำนวน 19,141 ไร่ ของคลองส่งน้ำจำนวน 7 สาย ได้แก่ 2L 7R-2L 10L-2L 11L-2L 12L-2L 8L-2L และ 9L-2L เริ่มปลูกข้าวในวันที่ 16 ธันวาคม 2566 และใช้ข้อมูลจาก IrrisAT ในการคำนวณระหว่างวันที่ 16 ธันวาคม 2566 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2567

ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของ ข้าว กข. ที่ได้จาก IrrisAT มีค่าต่ำกว่ากรมชลประทานในทุกพื้นที่เพาะปลูกทุกคลองส่งน้ำ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.0587 ทั้งนี้อาจเกิดจากพื้นที่จริงไม่ได้มีการเพาะปลูกพร้อมกันทั้งพื้นที่ รวมทั้งค่าที่ได้จาก IrrisAT เป็นค่าเฉลี่ยของพืชทุกชนิดที่มีการปลูกในขอบเขตที่กำหนด ดังนั้น หากพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกจริงรายชนิดพืชรวมด้วยอาจจะทำให้ค่ามีความสอดคล้องกันมากขึ้น สำหรับผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำรายคลองโดยใช้ค่า Kc จาก IrrisAT และกำหนดค่า Kc บ่อคุ้มเท่ากับ 1 จะพบว่า ปริมาณการส่งน้ำจริงมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำที่คำนวณได้จาก IrrisAT โดยมีค่าความแตกต่างของคลอง 7R-2L 10L-2L 11L-2L 12L-2L 8L-2L และ 9L-2L เท่ากับ 41% 57.2% 112.4% 120% 39% และ 87% ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่จริงมีกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ ด้วย รวมทั้งแต่ละคลองมี side flow ด้วย ดังนั้น การใช้ IrrisAT จึงเหมาะสมกับการนำมาใช้เพื่อคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืชแล้วนำไปใช้ประกอบการวางแผนการส่งน้ำร่วมกับกิจกรรมอื่นๆ

คำสำคัญ: ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช, IrrisAT

ABSTRACT

Title A DEVELOPMENT PROJECT OF AN IRRIGATION WATER SCHEDULING PROTOTYPE USING
IRRISAT : A CASE STUDY OF BANG LEN OPERATION AND MAINTENANCE PROJECT

By Mr. Wachirawit Rotchanaphaet
Mr. Alongkorn Prateep Na Thalang

Project Advisor


.....
(..... Mr.Rasu Suepsahakarn)
...../...../.....

The Development of Irrigation Scheduling Prototype using IrriSAT: A Case Study of Bang Len Operation and Maintenance Project aims to develop a prototype for irrigation planning using IrriSAT. A case study of Bang Len Operation and Maintenance Project was conducted to compare Crop coefficients (K_c) between IrriSAT and Royal Irrigation Development. The study also compared the actual discharge delivered to rice fields and shrimp ponds with those calculated using IrriSAT. Furthermore, it aimed to create a planning model for irrigation projects using IrriSAT, specifying the cropping calendar for the dry season. The study covered an area of 142,577.875 rai for rice cultivation and 19,141 rai for shrimp ponds, served by 7 irrigation canals: 2L, 7R-2L, 10L-2L, 11L-2L, 12L-2L, 8L-2L, and 9L-2L. Rice cultivation commenced on December 16, 2566, utilizing data from IrriSAT from December 16, 2563, to March 31, 2024.

The study found that crop coefficient of rice (K_c) obtained from IrriSAT was lower than that of the Royal Irrigation Department in all irrigated areas. The correlation coefficient was 0.0587. This difference may be due to asynchronous cropping in the actual areas. Additionally, the K_c value obtained from IrriSAT was an average value for all crops grown within the specified boundaries. Thus, considering the actual cropping areas might lead to better alignment of values. When comparing the actual delivered discharge per canal using K_c values from IrriSAT and assuming K_c value for shrimp ponds as 1, it was found that the actual

discharge was higher than those calculated by IrrisAT. The percentage differences for canals 7R-2L, 10L-2L, 11L-2L, 12L-2L, 8L-2L, and 9L-2L were 41%, 57.2%, 112.4%, 120%, 39%, and 87%, respectively. This could be due to other water usage activities in the actual areas and side flow in each canal. Therefore, utilizing IrrisAT for crop water requirement calculations and integrating it with other activities is suitable for irrigation planning.

Keywords: Crop Coefficient, IrrisAT

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาดันแบบการวางแผนส่งน้ำชลประทาน โดยใช้ IrrisAT กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จังหวัดนครปฐม ผู้จัดทำได้ใช้งาน IrrisAT ในการวางแผนส่งน้ำชลประทานสู่แก่ภาคการเกษตร โดยศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน การเปรียบเทียบระหว่าง ค่า Kc กรมชลประทาน และ ค่า Kc ที่ได้จาก IrrisAT และการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ส่งจริงกับปริมาณที่คำนวณได้จาก IrrisAT นำมาสู่แนวทางในการวางแผนการส่งน้ำโดยใช้ IrrisAT โดยทางเลือกและเกณฑ์การตัดสินใจล้วนได้ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย เพื่อให้การจัดทำโครงการเสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับการสนับสนุนจากอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ชัยยะ พิงโพธิ์สภ ผู้อำนวยการวิทยาลัยการชลประทาน อาจารย์สุ สืบสหาร อาจารย์ธวัชชัย เปาหุ้ย ที่ปรึกษาโครงการวิศวกรรม รวมไปถึงผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่คอยสนับสนุนให้คำปรึกษาชี้แนะ และติดตามการทำงานมาโดยตลอด ขอขอบคุณวิทยาลัยการชลประทานที่ให้ โอกาสจัดทำโครงการวิศวกรรมในครั้งนี้ คณาจารย์ทุกท่านที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือสนับสนุนจนลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ประโยชน์ทั้งหมดและคุณงามความดีทั้งหลายอันพึงได้รับจากโครงการวิศวกรรมเล่มนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอมอบแก่ผู้ให้กำเนิด ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่างๆ แก่คณะของผู้จัดทำจนประสบความสำเร็จในการศึกษา

นายวชิรวิทย์ โรจนแพทย์

นายอลงกรณ์ ประทีป ณ ถลาง

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(4)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 คำถามในงานวิจัย	2
1.4 สมมติฐาน	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.8 แผนการดำเนินงาน	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา	7
2.1.1 โปรแกรม Google Earth	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.2.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc)	7
2.2.2 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo)	8
2.2.3 ประสิทธิภาพของการชลประทาน (Irrigation Efficiency : E_i)	9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	13
3.1 ศึกษาทฤษฎีการหาความต้องการน้ำของพืช (ETc)	14
3.2 ศึกษากระบวนการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน	14

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.1 การลงพื้นที่สำรวจคลองส่งน้ำ	14
3.2.2 รับข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง	15
3.3 ศึกษาการนำข้อมูลคลองส่งน้ำที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth	
3.3.1 การเลือกเครื่องมือ ลากเส้นโดยใช้ Polygon (เส้นปิด)	15
3.3.2 การลากเส้น โดยใช้ Polygon (เส้นปิด)	16
3.3.3 การนำข้อมูลคลองส่งน้ำที่ได้ลงใน Google Earth	16
3.3.4 การนำข้อมูลบ่อกักและบ่อขยะ ที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth	17
3.3.5 การบันทึกข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง	17
3.4 ศึกษาการนำไฟล์พื้นที่คลองที่ได้จากโปรแกรม Google Earth เข้าสู่เว็บไซต์ IrrisAT V.1	18
3.4.1 การนำไฟล์พื้นที่คลองจากโปรแกรม Google Earth เข้าสู่ IrrisAT เพื่อรวบรวมค่า Kc	18
3.4.2 การเลือกข้อมูลพื้นที่คลองที่ต้องการเพื่อหาค่า Kc และพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง	18
3.5 การรวบรวมและบันทึกข้อมูล ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) จากเว็บไซต์ iWASAM	19
3.5.1 การเลือกพื้นที่ที่ต้องการหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo)	19
3.5.2 การบันทึกค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ลงโปรแกรม Microsoft Excel	20
3.6 การคำนวณความต้องการน้ำของพืชโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel	21
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล	22
4.1 ผลการเปรียบเทียบค่า Kc ที่ได้จาก IrrisAT และค่า Kc ของกรมชลประทาน	22
4.2 ข้อมูลพื้นที่คลองส่งน้ำแต่ละสายภายในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน	25
4.3 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่โครงการจัดส่งกับความต้องการน้ำที่คำนวณได้โดยใช้ IrrisAT	26
บทที่ 5 แผนดำเนินงานต่อไป	33
5.1 สรุปผลการศึกษา	33
5.2 ปัญหา อุปสรรคและข้อจำกัดในการวิจัย	34
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย	34
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	35
ภาคผนวก	37

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงานในการวิจัย	5
ตารางที่ 1.2 ตารางงบประมาณที่ใช้ในการวิจัย	6
ตารางที่ 3.1 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET _o) ที่ได้จากจากเว็บไซต์ iWASAM	20
ตารางที่ 3.2 คำนวณความต้องการน้ำของพืชโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel	21
ตารางที่ 4.1 ตารางการ interpolate ค่า Kc ข้าวทข. กรมชลประทาน จากระาย 7 วันเป็นราย 8 วัน	22
ตารางที่ 4.2 ตารางการเปรียบเทียบ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)	24
ตารางที่ 4.3 ตารางพื้นที่รับประโยชน์ของคลองส่งน้ำ	25
ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการและ IrrisAT คลอง 7R-2L	27
ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการและ IrrisAT คลอง 10L-2L	28
ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการและ IrrisAT คลอง 11L-2L	29
ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการและ IrrisAT คลอง 12L-2L	30
ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการและ IrrisAT คลอง 8L-2L	31
ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการและ IrrisAT คลอง 9L-2L	32

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
ภาพที่ 3.1 กรอบความคิดการวิจัย	13
ภาพที่ 3.2 การลงพื้นที่สำรวจคลองส่งน้ำ	14
ภาพที่ 3.3 การรับข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง	15
ภาพที่ 3.4 การเลือกเครื่องมือ ลากเส้นโดยใช้ Polygon (เส้นปิด)	15
ภาพที่ 3.5 การเลือกเส้นใช้ Polygon (เส้นปิด)	15
ภาพที่ 3.6 การลากเส้น โดยใช้ Polygon (เส้นปิด)	16
ภาพที่ 3.7 การนำข้อมูลคลองส่งน้ำที่ได้ลงใน Google Earth	16
ภาพที่ 3.8 การนำข้อมูลบ่อกักและบ่อขยะที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth	17
ภาพที่ 3.9 ข้อมูลบ่อกักและบ่อขยะที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth	17
ภาพที่ 3.10 การบันทึกข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง	17
ภาพที่ 3.11 การนำไฟล์พื้นที่คลองเข้าสู่ IrrisAT เพื่อรวบรวมค่า Kc	18
ภาพที่ 3.12 การเลือกข้อมูลพื้นที่คลองที่ต้องการ	18
ภาพที่ 3.13 การเก็บข้อมูลพื้นที่และค่า Kc ที่ IrrisAT คำนวณได้	19
ภาพที่ 3.14 การเลือกพื้นที่ที่ต้องการหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo)	19
ภาพที่ 3.15 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ที่ได้จากจากเว็บไซต์ iWASAM	20
ภาพที่ 4.1 กราฟการ Interpolate ค่า Kc ข้าว กข. กรมชลประทาน	23
ภาพที่ 4.2 ค่า R^2 การ Interpolate ค่า Kc ข้าว กข. กรมชลประทาน	23
ภาพที่ 4.3 กราฟการเปรียบเทียบค่า Kc ข้าว กข.	24
ภาพที่ 4.4 ค่า R^2 การเปรียบเทียบค่า Kc ข้าว กข.	25
ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ คลอง 7R-2L	26
ภาพที่ 4.6 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ คลอง 10L-2L	27
ภาพที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ คลอง 11L-2L	28
ภาพที่ 4.8 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ คลอง 12L-2L	29
ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ คลอง 8L-2L	30
ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ คลอง 9L-2L	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการใช้น้ำของพืชนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและระยะการเจริญเติบโตโดยปกติแล้วพืชมีการใช้น้ำน้อยที่สุดเมื่อเริ่มเพาะปลูกและจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งมากที่สุดเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ออกดอกออกผลและจะค่อยๆ ลดลงเมื่อถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยว การกำหนดการให้น้ำแก่พืชเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการชลประทานระดับไร่นาซึ่งจะเกี่ยวพันและมีผลกระทบโดยตรงต่อการปลูกพืชให้เจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงสุดตลอดจนเพื่อให้ได้ประโยชน์จากการใช้น้ำชลประทานอย่างเต็มที่ความสำเร็จหรือล้มเหลวของการให้น้ำแก่พืชหรือการชลประทานระดับไร่นาขึ้นอยู่กับผู้ที่ทำหน้าที่ในการกำหนดการให้น้ำแก่พืชจะมีความรู้ความเข้าใจตลอดจนมีข้อมูลเกี่ยวกับดิน น้ำและพืช มากน้อยแค่ไหนการกำหนดการให้น้ำที่ไม่เหมาะสมนอกจากก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์แล้วยังก่อให้เกิดผลเสียหายแก่พืชและผลผลิตตลอดจนอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการระบายน้ำตามมาอีกด้วย (ธีรพล, 2549) ในการส่งน้ำชลประทานไปยังพื้นที่เกษตรนั้นปริมาณน้ำที่ส่งไปมักเกินกว่าปริมาณน้ำที่พืชต้องการมาก ดังนั้นการคำนวณความต้องการน้ำของพืชและปริมาณน้ำที่จะต้องส่งให้แก่พื้นที่เกษตรโดยการใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมจึงเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกสำหรับการปล่อยน้ำของโครงการชลประทาน

ปัจจุบันได้มีการพัฒนา “IrriSAT” ขึ้นมาที่สามารถช่วยให้การหาค่าสัมประสิทธิ์ใช้น้ำของพืช (Kc) และค่าการใช้น้ำของพืช (Crop Water Use) นั้นง่ายขึ้นมาก โดย IrriSAT ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่มีความละเอียด 30 เมตร IrriSAT คำนวณค่า Kc จากความสัมพันธ์เชิงเส้นกับดาวเทียมที่ได้รับ Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) การใช้น้ำของพืชในแต่ละวันถูกกำหนดโดยค่า Kc และค่า ETo ที่ได้จากสถานีตรวจอากาศที่ใกล้เคียง (Janelle et al., 2015)

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้สนใจและได้นำ IrriSAT มาประยุกต์ใช้ในการหาค่า Kc และค่าการใช้น้ำของพืชมาใช้ในการหาปริมาณน้ำที่จะต้องส่งจากโครงการชลประทานไปยังพื้นที่เกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรและสร้างต้นแบบการวางแผนการส่งน้ำชลประทานโดยใช้การ IrriSAT สำหรับใช้งานในโครงการต่างๆ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่ได้จาก IrrisAT และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) และปรับแก้ปริมาณการส่งน้ำชลประทาน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนจัดส่งให้พื้นที่ชลประทานกับความต้องการน้ำที่คำนวณได้โดยการใช้ IrrisAT

1.2.3 เพื่อสร้างต้นแบบในการวางแผนส่งน้ำของโครงการชลประทานโดยการใช้ IrrisAT

1.3 คำถามในการวิจัย

สามารถใช้ IrrisAT เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืช และปริมาณน้ำที่ต้องส่งไปยังภาคการเกษตรของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนได้หรือไม่

1.4 สมมติฐานในการวิจัย

ต้นแบบการวางแผนส่งน้ำชลประทานโดยการใช้ IrrisAT สามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนต้องส่งน้ำให้แก่พืชได้แม่นยำมากขึ้น

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ศึกษาเฉพาะคลองส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน ตำบลสระพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 6 คลอง

1.5.2 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) อ้างอิงจาก กรมชลประทาน และ จาก IrrisAT โดยพิจารณาให้พื้นที่เพาะปลูกเป็นชนิดข้าวพันธุ์ กข. ทั้งพื้นที่ศึกษา พื้นที่น้ำเช่น บ่อน้ำ บ่อกักและพื้นที่ที่ไม่มีการเพาะปลูก

1.5.3 ศึกษาปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2566 ถึง มีนาคม พ.ศ.2567

1.5.4 ใช้เฉพาะ IrrisAT V.1 เนื่องจากสามารถนำเข้าไฟล์ KML ได้

1.5.5 ใช้ค่า ETo จาก https://iwasam.eng.kps.ac.th/flow/TIP_ETo

1.5.6 ลากขอบเขตพื้นที่คลองส่งน้ำด้วยมือ ใน Google Earth

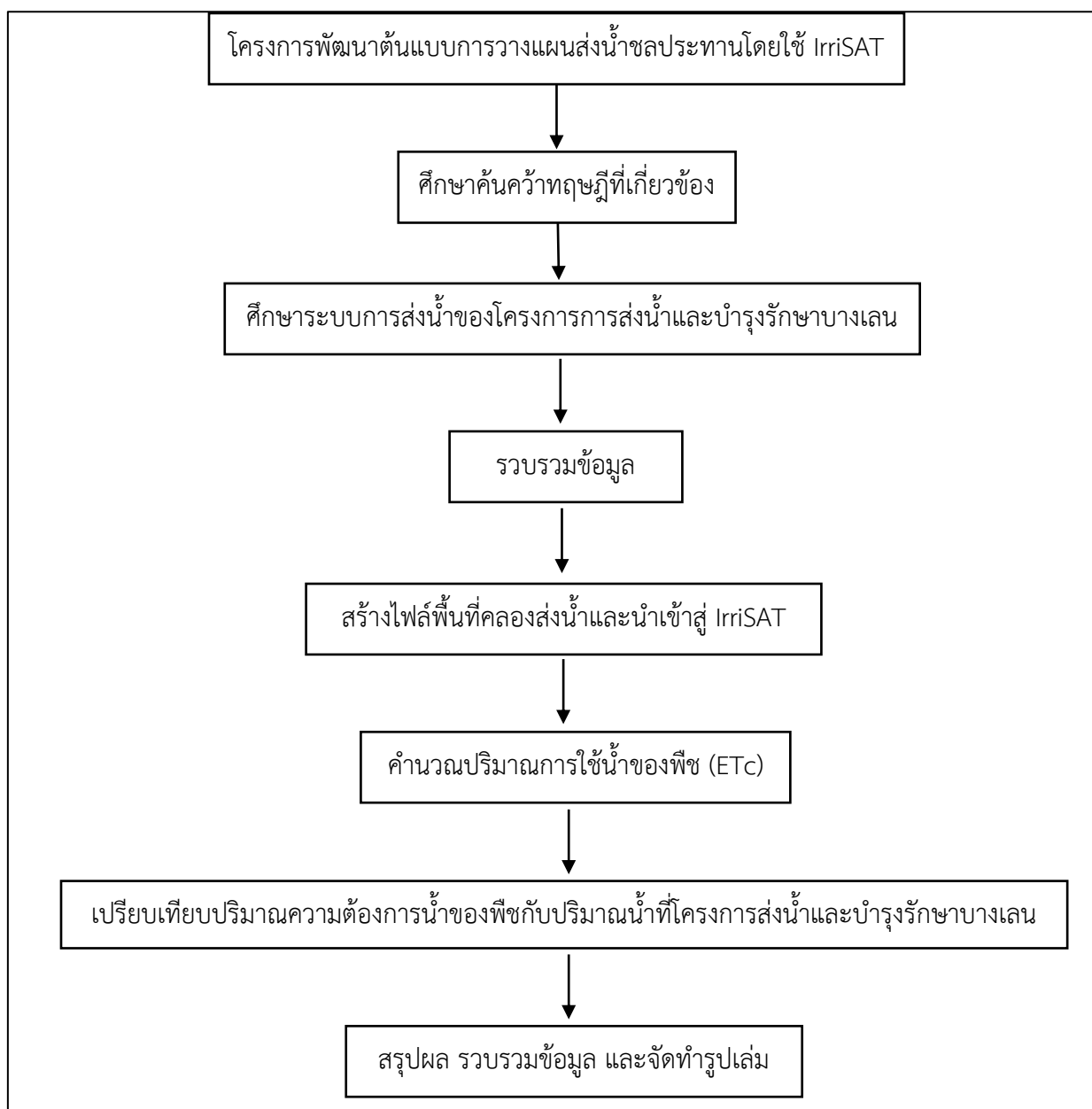
1.5.7 คัดเฉพาะการใช้น้ำสำหรับข้าวทั้งพื้นที่และบ่อกัก

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้ต้นแบบในการวางแผนส่งน้ำไปยังพื้นที่ชลประทาน โดยการใช้ IrrisAT V.1
- 1.6.2 ได้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) จาก IrrisAT V.1
- 1.6.3 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนได้พื้นที่คลองส่งน้ำและแผนการส่งน้ำให้แก่พืชที่แม่นยำมากขึ้น

1.7 กรอบความคิดในการวิจัย

กรอบความคิดในการวิจัย แสดงในภาพที่ 1.1 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบความคิดในการวิจัย

1.8 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินการในการวิจัยแสดงดังตารางที่ 1.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงานในการวิจัย

ลำดับ	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
		1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
1	นำเสนอหัวข้อโครงงานวิศวกรรม	■					
2	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลคลองส่งน้ำและพื้นที่รับน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน		■	■			
3	รวบรวมข้อมูลค่า ETo จาก iwasam.eng.kps.ac.th/flow/TIP_ETo			■	■	■	■
4	ลงพื้นที่เก็บข้อมูลพื้นที่คลองส่งน้ำของแต่ละคลอง			■			
5	ลากพื้นที่คลองส่งน้ำแต่ละคลองในGoogle Earthออกมาเป็นไฟล์Kml นำเข้าสู่ IrrisAT V.1 และเก็บรวบรวมข้อมูลค่า Kc จาก IrrisAT V.1			■	■	■	■
6	คำนวณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc)				■	■	■
7	เปรียบเทียบความต้องการน้ำของพืชจาก IrrisAT V.1 กับ ปริมาณน้ำที่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน				■	■	■
8	วิเคราะห์และสรุปผล						■
9	จัดทำรูปเล่ม						■

งบประมาณที่ใช้ในการวิจัย แสดงดัง ตารางที่ 1.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.2 ตารางงบประมาณที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1	ค่าเดินทางและค่าที่พัก	2,000
2	ค่าจัดทำเล่ม	2,000
รวมทั้งสิ้น		4,000

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 โปรแกรม Google Earth

เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยบริษัทกูเกิล สำหรับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือในโทรศัพท์มือถือ ดูภาพถ่ายทางอากาศพร้อมทั้งแผนที่ เส้นทาง และผังเมืองซ้อนทับลงในแผนที่ รวมทั้งระบบ GIS ในรูปแบบ 3 มิติ โดยนำแผนที่มาซ้อนทับลงบนตำแหน่งที่ต้องการ ตำแหน่งที่ต้องการค้นหา สามารถหาได้จาก บ้านเลขที่ ลองจิจูด ละติจูด ทั้งยังทำงานผ่านรูปแบบภาษาของ KML (Keyhole Markup Language) (วิกิพีเดีย, 2566)

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc)

การใช้น้ำของพืช (Consumptive use) หมายถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียจากแปลงเพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งช่องทางของการสูญเสียนี้ได้ออกเป็น 2 ส่วน คือปริมาณน้ำที่พืชดูดขึ้นไปจากดินเพื่อนำไปใช้สร้างเซลล์และเนื้อเยื่อ แล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ เรียกว่า การคายน้ำ และปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากผิวดินที่บริเวณรอบๆ ต้นพืชและเขตราก เรียกว่าการระเหย (วิบูลย์, 2526) โดยปริมาณน้ำทั้งสองส่วนสามารถเรียกรวมกันว่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration, ETc) โดยทั่วไปนิยมคิดในรูปแบบความลึกของน้ำที่พืชต้องการ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวันหรือคิดเป็นปริมาตรน้ำทั้งหมดที่พืชต้องการในแต่ละวันมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณการใช้น้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่เพาะปลูกคุณลักษณะของดิน และสภาพแวดล้อมที่ทำการเพาะปลูกพืช โดยนิยมนำมาคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$ETc = Kc \times ETo \quad (1)$$

เมื่อ ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ETo = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) และปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference crop evapotranspiration : ETo) ภายใต้สภาวะที่พืชมีความ

สมบูรณ์ปราศจากโรค และแมลงศัตรูพืช มีธาตุอาหารและความชื้นในดินที่เหมาะสมซึ่งทำให้พืชมีศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่ (Allen et al., 1998)

ทั้งนี้ กรมชลประทานมีหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการวางแผนศึกษาวิจัยทดลอง เพื่อหาความต้องการใช้น้ำของพืชเศรษฐกิจหลักที่ปลูกในเขตพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศ ดังนั้นจึงมีข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ตามช่วงของการเจริญเติบโตหรือตลอดการเพาะปลูกพืช ซึ่งสามารถนำมาใช้คำนวณความต้องการน้ำพืชได้

2.2.2 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o)

ข้อมูลค่าการใช้น้ำของพืช (ET_c) ที่ปลูกอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศแตกต่างไปจากสถานที่ที่ใช้ศึกษาทดลอง จำเป็นที่จะต้องมีการปรับแก้ค่าให้ถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ ดังนั้น จึงควรจะต้องทำการคำนวณหาค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ของสถานที่ที่นำไปใช้เสียก่อน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีการของ Penman Monteith ปัจจุบันถือว่าเป็นวิธีการที่องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations : FAO) ให้การยอมรับ และแนะนำให้ใช้เพราะเป็นวิธีการประเมินค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับความต้องการใช้น้ำของพืชจริงมากที่สุด

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงขึ้นกับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรอบข้าง ได้แก่ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความเร็วลม ความยาวนานของชั่วโมงแสงแดดเฉลี่ย ดังสมการต่อไปนี้

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34U_2)} \quad (2)$$

เมื่อ	ET _o	=	การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)
	Rn	=	รังสีสุทธิที่ต้นพืชได้รับ (เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)
	G	=	flux ค่าความร้อนของพื้นดิน (เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)
	T	=	อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
	U ₂	=	ความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร (เมตรต่อวินาที)
	e _s	=	ความดันไอน้ำอิ่มตัว (กิโลปาสกาล)
	e _a	=	ความดันไอน้ำ (กิโลปาสกาล)
	Δ	=	ความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอน้ำ (กิโลปาสกาลต่อองศาเซลเซียส)
	γ	=	ค่าคงที่ของ psychrometric (กิโลปาสกาลต่อองศาเซลเซียส)
	e _s - e _a	=	ค่าความต่างของแรงดันไอน้ำ (กิโลปาสกาล)
	900	=	factor ปรับแก้

2.2.3 ประสิทธิภาพของการชลประทาน (Irrigation Efficiency : E_i)

หมายถึง ประสิทธิภาพของระบบคลองส่งน้ำ ตั้งแต่จุดที่เริ่มต้นส่งน้ำจนถึงพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงให้เห็นถึงสมรรถภาพของโครงการชลประทาน (กรมชลประทาน, 2554) สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$E_i = \frac{IWR}{IWR_{all}} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ E_i = ประสิทธิภาพการชลประทาน (%)
 IWR = ปริมาณน้ำสุทธิที่พืชต้องการ (มิลลิเมตรต่อวัน)
 IWR_{all} = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ส่งให้แก่พืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 คณิน (2563) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) ของมะม่วงโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชด้วย IrriSAT และมีการปรับแก้ข้อมูลเปรียบเทียบกับข้อมูลของกรมชลประทาน โดยศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะม่วง ในจังหวัดกาญจนบุรี ได้ทำการศึกษาในช่วงหน้าฝนและหน้าแล้ง ซึ่งได้ค่าปรับแก้ออกมาเป็น 3.285 และ 2.996 ได้ค่า R^2 คือ 0.6821 0.5137 และ 0.9374 และค่า RMSE คือ 0.252 0.144 และ 0.335 เมื่อได้ค่าปรับแก้จากการศึกษาแล้วสามารถนำไปหาค่าความต้องการน้ำของมะม่วงได้

2.3.2 จีระนันท์ และ ชนัตถ์นิธิป (2562) การประยุกต์ IrriSAT เพื่อวางแผนในการจัดส่งน้ำชลประทานในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน

งานวิจัยนี้ศึกษาการคำนวณความต้องการน้ำพืชในพื้นที่โครงการชลประทานโดยทั่วไปจะกำหนดชนิดพืชและปฏิทินการเพาะปลูกเพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (K_c) และปริมาณการใช้น้ำพืช ซึ่งอย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกที่ไม่เป็นไปตามปฏิทินการเพาะปลูกจะทำให้การคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่จัดส่งให้กับพื้นที่เพาะปลูกไม่สัมพันธ์กับความต้องการน้ำ โดยได้นำเสนอแนวทางการใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากระบบ IrriSAT ซึ่งได้มาจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ปรับให้เป็นปัจจุบัน โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการปรับเรียบด้วยตัวกรองโดยวิธี Savitzky-Golay และทำการปรับเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชของกรมชลประทาน โดยเลือกพืชที่ศึกษา 2 ชนิด คือ ข้าว กข. และ อ้อย และเลือกพื้นที่ศึกษา 2 พื้นที่ ได้แก่ คลองส่งน้ำ 2ขวา-1ซ้าย และคลองส่งน้ำ 4ขวา-2ซ้าย โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน จากนั้นคำนวณปริมาณความต้องการน้ำพืชเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ส่งเข้าใน

พื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชอยู่ในรูปสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย สำหรับ ข้าว กข. มีรูปสมการคือ $Kc-adjust = (1.59 Kc-IrriSAT) + 0.33$ และ สำหรับ อ้อย มีรูปสมการคือ $Kc-adjust = (1.94 Kc-IrriSAT) - 0.12$ เมื่อคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพื้นที่ปลูกข้าวโดยใช้ข้อมูลปรับแก้จาก IrriSAT พบว่ามีปริมาณมากกว่าปริมาณน้ำที่โครงการฯ จัดส่งให้ ในขณะที่ปริมาณน้ำที่โครงการฯ จัดส่งให้พื้นที่ปลูกอ้อยมีปริมาณมากกว่าความต้องการน้ำที่คำนวณโดยใช้ข้อมูลปรับแก้จาก IrriSAT ดังนั้นจะเห็นว่าระบบ IrriSAT เป็นระบบที่มีศักยภาพในการช่วยปรับปรุงการส่งน้ำชลประทานให้ตรงกับความต้องการของพืชได้

2.3.3 จูติมา (2563) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของอ้อยโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก IrriSAT

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาแนวทางการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจาก IrriSAT ให้สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยจากกรมชลประทาน ในพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดราชบุรี โดยแบ่งชุดข้อมูลตามช่วงของอ้อยต่อในเขตละติจูดต่ำทั้งหมด 4 ช่วง คือ Init. 25วัน, Dev. 70วัน, Mid. 135วัน, และ Late จำนวนวันที่เหลือจนถึงวันตัด ผลการศึกษาพบว่าค่าปรับแก้ของแต่ละช่วงคือ 2.695, 3.093, 1.937 และ 0.993 ตามลำดับ หลังจากทำการปรับแก้ได้มีการพิสูจน์ใช้ในพื้นที่อื่นๆ พบว่ามีผลที่ได้สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยที่ได้จากกรมชลประทาน

2.3.4 ณัฐธยาน์ และคณะ (2562) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตามโดยใช้ดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา

งานวิจัยนี้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ตามแนวทางของ FAO-56 เป็นวิธีที่นิยมใช้โดยทั่วไปในการประเมินการระเหยคายน้ำของพืชและการจัดการน้ำชลประทาน ในขณะเดียวกัน มีงานวิจัยจำนวนมากระบุว่าค่า Kc สัมพันธ์โดยตรงกับดัชนีพืชพรรณที่คำนวณจากภาพถ่ายดาวเทียม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณแบบผลต่างนอร์มอลไลซ์ (NDVI) กับค่า Kc ของข้าวนาหว่านน้ำตาม โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา NDVI ที่คำนวณจากผลิตภัณฑ์ภาพผสมราย 8 วันของดาวเทียม MODIS (MOD09Q1) โดยเลือกพื้นที่ปลูกข้าวในเขตพื้นที่ลุ่มต่ำเจ้าเจ็ดในช่วงฤดูแล้งปี พ.ศ.2560-61 และข้อมูล Kc ของกรมชลประทานมาวิเคราะห์หาแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย โดยมีรูปสมการ $Kc = 2.25 \times NDVI - 0.112$ และได้ค่า R^2 0.95 แบบจำลองดังกล่าวได้นำมาคำนวณหาค่า Kc ในช่วงฤดูแล้งปี พ.ศ. 2561-62 และอภิปรายผลร่วมกับค่า Kc แบบดั้งเดิมตามแนวทางของ FAO-56 และค่า Kc ที่ได้จากระบบ IrriSAT (ระบบติดตามการใช้น้ำพืชบนเว็บ) แบบจำลองนี้สามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงการคำนวณความต้องการน้ำของพืชในนาข้าวสำหรับโครงการชลประทานขนาดใหญ่

2.3.5 ทศพร และ ประทุม (2538) การศึกษาประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูนฝั่งซ้าย ฤดูฝน ปี พ.ศ. 2538

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการชลประทานของ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอุบลพนเขตฝั่งซ้าย อุบลใน ปี 2538 โดยใช้ข้อมูลการปลูกพืชที่เก็บรวบรวมโดยโครงการ มีพื้นที่เพาะปลูก 60,314 ไร่ ซึ่งเป็นการปลูกข้าวนาปีทั้งหมด ได้ค่าประสิทธิภาพการชลประทาน 58.3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ค่าประสิทธิภาพการชลประทานที่ได้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการส่งน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.3.6 พัพฒนพงค์ (2563) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของมันสำปะหลัง โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม IrrisAT

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ภูมิอากาศ การระเหยของน้ำจากผิวดิน และช่วงเวลาการเติบโตของพืช โดยนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) จาก IrrisAT มาใช้เสนอแนวทางการใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของ IrrisAT ซึ่งได้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมที่ปรับให้เป็นปัจจุบัน มาเปรียบเทียบระหว่างค่า Kc ของ IrrisAT และ ค่า Kc ของกรมชลประทาน โดยเลือกพืชศึกษาเป็น มันสำปะหลัง ได้ผลการศึกษาว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc จาก IrrisAT และค่า Kc จากกรมชลประทาน มีความสอดคล้องกันในทิศทางที่ดี โดยมีค่าตัวคูณปรับแก้ ตามช่วงเติบโตของมันสำปะหลัง คือ 0.8432 0.6806 1.5095 และ 1.7984 ซึ่งได้ค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.82 - 0.98 และค่า RMSE อยู่ในช่วง 0.06 - 0.14 จึงสามารถใช้ค่า Kc จาก IrrisAT ในการประมาณค่า Kc ของมันสำปะหลัง เพื่อใช้ในการคำนวณความต้องการน้ำพืชได้และทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำและเกษตรกร

2.3.7 วราวุธ และ พิศชาติ (2546) การศึกษาหาค่าปริมาณการใช้น้ำและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำขององุ่น

งานวิจัยนี้ได้ทดลองวัดค่าปริมาณการใช้น้ำขององุ่นพันธุ์ป๊อบดำ และคำนวณหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำขององุ่น โดยใช้ถึงวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบายน้ำ ระหว่าง เมษายน 2542 ถึง พฤศจิกายน 2543 พบว่า ปริมาณการใช้น้ำขององุ่นและพืชอ้างอิง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.7 และ 3.2 มม./วัน ตามลำดับ มีค่า Kc ในช่วงตั้งแต่ จริญเติบโต ตัดแต่งกิ่ง ออกดอกออกผล และช่วงผลแก่-เก็บเกี่ยว มีค่า 0.48 0.70 0.81 1.06 และ 1.03 ตามลำดับ และค่า Kc เฉลี่ยตลอดฤดูกาลเท่ากับ 0.85

2.3.8 Janelle *et al.* (2015) IrrisAT เทคโนโลยีกำหนดเวลาและเปรียบเทียบตามสภาพอากาศ (IrrisAT – weather based scheduling and benchmarking technology)

งานวิจัยนี้กล่าวไว้ว่า IrrisAT เป็นเทคโนโลยีการจัดการชลประทานและการเปรียบเทียบตามสภาพอากาศที่ใช้การสำรวจระยะไกลเพื่อให้ข้อมูลการจัดการน้ำพืชผลสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ IrrisAT พัฒนาร่วมด้วยความร่วมมือกับ CRC for Irrigation Futures ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่ความละเอียด 30 เมตร IrrisAT คำนวณ Kc จากความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ที่ได้จากดาวเทียม การใช้น้ำของพืชในแต่ละวันถูกกำหนดโดยการคูณ Kc และ

การสังเกตการคายระเหยอ้างอิงรายวัน (ET_o) จากสถานีตรวจอากาศใกล้เคียง นอกจากนี้ ยังมีการสร้างการคาดการณ์ ET_o 7 วันอีกด้วย

2.3.9 Khin Muya Kyaw *et al.* (2020) Tracing crop water demand in the Lower Ping River basin, Thailand using cloud-based IrriSAT application

งานวิจัยนี้ได้ศึกษา พื้นที่เพาะปลูกและระยะการเจริญเติบโตของพืชในตำบลทุ่งแดง, วังบัว, วังยางและหนองขวัญ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปิงตอนล่าง นำค่า K_c ที่ได้จาก IrriSAT มาและนำผลมาเปรียบเทียบกับค่า K_c ของกรมชลประทาน เพื่อตรวจสอบผลของ K_c จาก IrriSAT กับค่าเฉลี่ย K_c กรมชลประทาน โดยจะขึ้นอยู่กับพืช 4 ประเภทหลักคือ ข้าว อ้อย ข้าวโพดและมันสำปะหลัง มีการสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง K_c-RID และ K_c-IrriSAT ซึ่งมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงและไปในทิศทางที่ตรงกัน งานวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่าโปรแกรม IrriSAT สามารถช่วยสนับสนุนในการประมาณความต้องการน้ำของพืชได้อย่างทัน่วงที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำได้ดี แต่ต้องมีการปรับแก้เฉพาะช่วงเวลา ของค่า K_c-IrriSAT เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับวิธีการหาความต้องการน้ำที่ได้ข้อมูลจากภาคสนาม

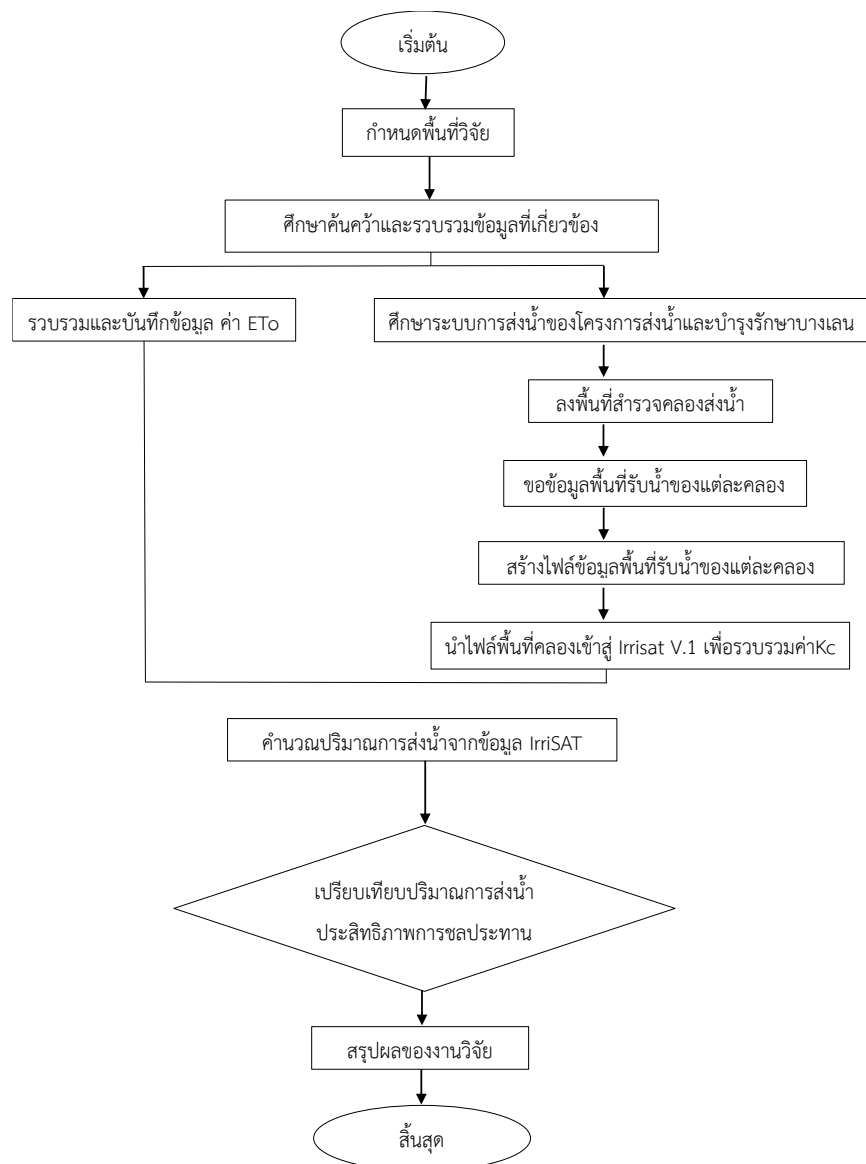
2.3.10 Trout and Johnson (2007) การประมาณการใช้น้ำของพืชจากการรับรู้ระยะไกล NDVI แบบจำลองพืชและปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงET (ESTIMATING CROP WATER USE FROM REMOTELY SENSED NDVI, CROP MODELS, AND REFERENCE ET)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้น้ำของพืชที่สามารถประมาณได้จากปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง, ET_o ซึ่งคำนวณจากข้อมูลสถานีตรวจอากาศ และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชโดยประมาณ K_c อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก K_c แปรผันตามอัตราการเติบโตของพืช ความหนาแน่นในการปลูก และแนวทางปฏิบัติในการจัดการกราฟ K_c ทั้งหมดมักไม่ตรงกับการใช้น้ำของพืชจริง การศึกษาล่าสุดแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชพื้นฐาน K_{cb} เกี่ยวข้องกับการสกัดกั้นแสงของพืชและพืชที่ปกคลุมนั้นสามารถประมาณได้สำหรับพืชหลากหลายชนิดจากการสังเกตด้วยการรับรู้ระยะไกลของ normalized difference vegetation index, NDVI เมื่อรวมกันแล้ว ความสัมพันธ์เหล่านี้สามารถให้ค่าประมาณ K_{cb} ที่ดีจากข้อมูลดาวเทียมหรือทางอากาศสำหรับพืชหลากหลายชนิดในพื้นที่ขนาดใหญ่ และเมื่อรวมกับการวัด ET_o บนภาคพื้นดินและความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิธีการชลประทานสามารถประมาณการใช้น้ำของพืชได้สำหรับแต่ละพื้นที่และสำหรับภูมิภาคขนาดใหญ่เนื่องจากโดยทั่วไปข้อมูล NDVI จะมีให้บริการเป็นระยะๆ เท่านั้นในระหว่างฤดูกาล แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชอย่างง่ายสามารถใช้เพื่อประมาณค่าการวัดดัชนีพืชพรรณ และเพื่อคาดการณ์สิ่งปกคลุมเรือนยอดสำหรับพืชในอนาคต

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง โครงการพัฒนาต้นแบบการวางแผนส่งน้ำชลประทานโดยใช้ IrrisAT : กรณีศึกษา โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน โดยเปรียบเทียบข้อมูลน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนจัดส่งให้พื้นที่ชลประทานกับความต้องการน้ำที่คำนวณได้โดยใช้ IrrisAT V.1 เพื่อสร้างต้นแบบในการวางแผนส่งน้ำของโครงการชลประทานโดยใช้ IrrisAT



ภาพที่ 3.1 กรอบความคิดการวิจัย

โดยทำการศึกษาค้นตอนการใช้งานเว็บไซต์ IrrisAT V.1 หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) และ ศึกษาการใช้งานเว็บไซต์ iWASAM หาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) นำมาใช้คำนวณหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET_c) และเปรียบเทียบกับปริมาณ ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎีการหาความต้องการน้ำของพืช (ET_c)

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

เมื่อ ET_c = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
 K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
 ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

3.2 ศึกษากระบวนการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

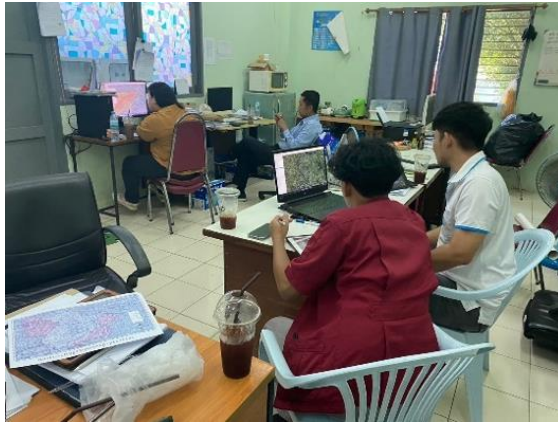
ศึกษาข้อมูลโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จัดเป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ที่ได้รับน้ำต่อเนื่องจากโครงการส่งน้ำฯ พนมทวนและโครงการส่งน้ำฯ สองพี่น้อง ส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำ 2 ซ้าย พื้นที่โครงการรวม จำนวน 371,375 ไร่ พื้นที่ชลประทาน จำนวน 269,188 ไร่ ระบบชลประทานในพื้นที่โครงการ จำนวน 138,167 ไร่ คลองส่งน้ำ มีจำนวน 18 คลอง คลองส่งน้ำและระบายน้ำ มีจำนวน 17 คลอง คลองระบายน้ำจำนวน 16 คลอง

3.2.1 การลงพื้นที่สำรวจคลองส่งน้ำ



ภาพที่ 3.2 การลงพื้นที่สำรวจคลองส่งน้ำ

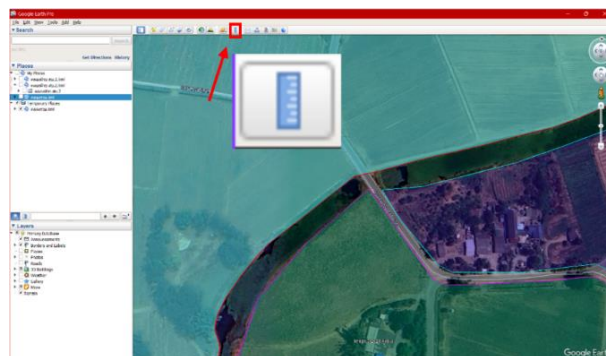
3.2.2 การรับข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง



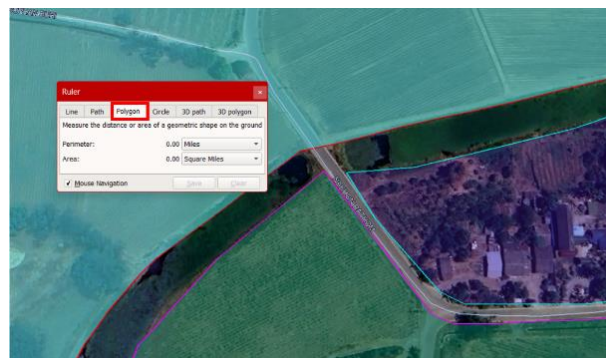
ภาพที่ 3.3 การรับข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง

3.3 ศึกษาการนำข้อมูลคลองส่งน้ำที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth

3.3.1 การเลือกเครื่องมือลากเส้นโดยใช้ Polygon (เส้นปิด)

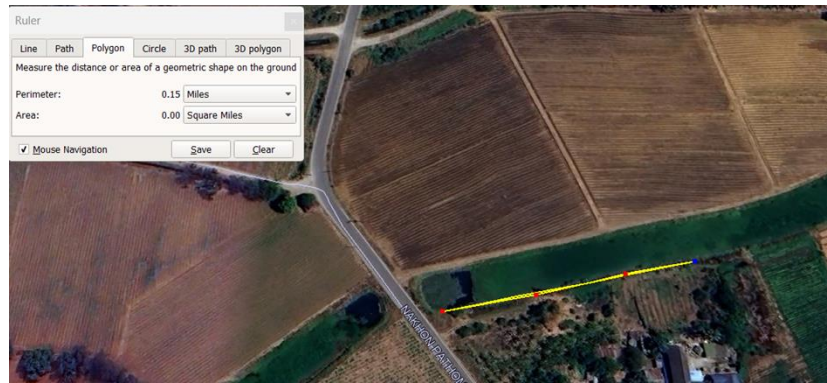


ภาพที่ 3.4 การเลือกเครื่องมือ ลากเส้นโดยใช้ Polygon (เส้นปิด)



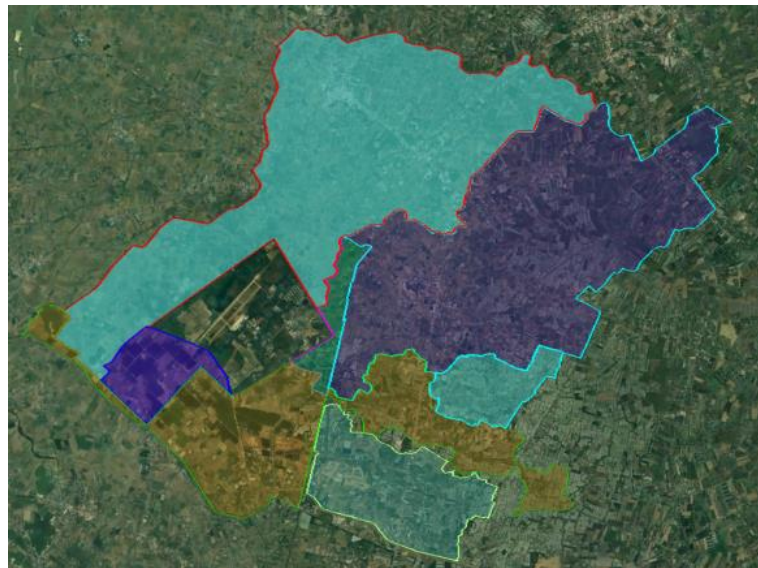
ภาพที่ 3.5 การเลือกเส้นใช้ Polygon (เส้นปิด)

3.3.2 การลากเส้นโดยใช้ Polygon (เส้นปิด)



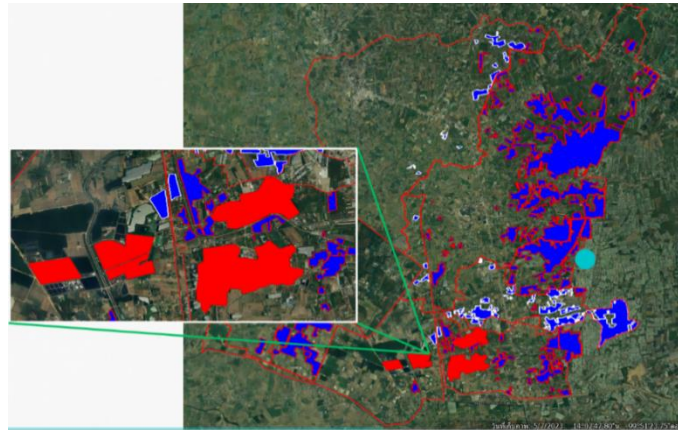
ภาพที่ 3.6 การลากเส้นใช้ Polygon (เส้นปิด)

3.3.3 การนำข้อมูลคลองส่งน้ำที่ได้ลงใน Google Earth

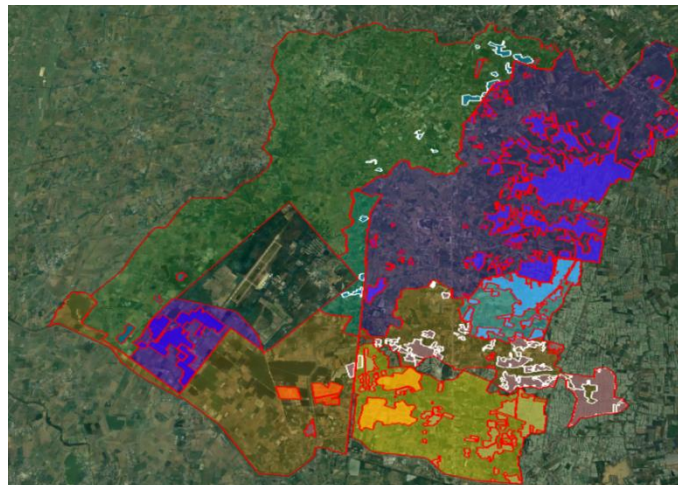


ภาพที่ 3.7 การนำข้อมูลคลองส่งน้ำที่ได้ลงใน Google Earth

3.3.4 การนำข้อมูลบ่อกึ่งและบ่อขยะที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth

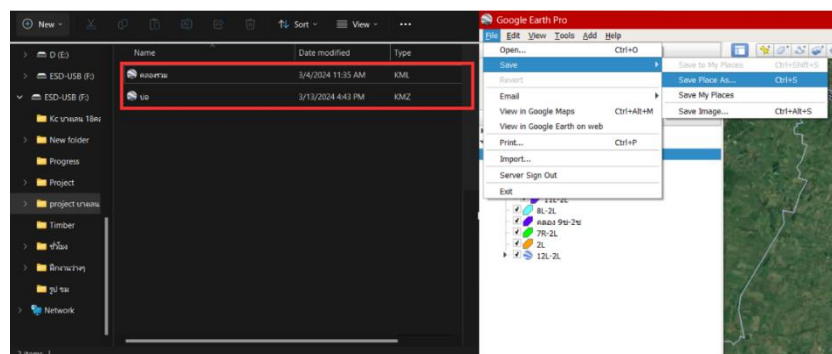


ภาพที่ 3.8 การนำข้อมูลบ่อกึ่งและบ่อขยะที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth



ภาพที่ 3.9 ข้อมูลบ่อกึ่งและบ่อขยะที่ได้มาสร้างเส้นปิด Polygon ลง Google Earth

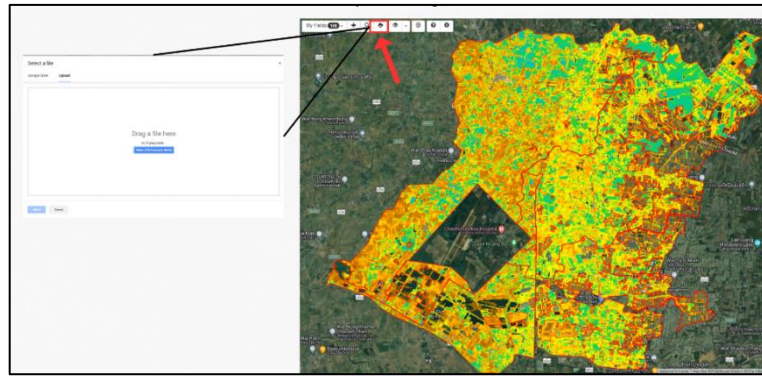
3.3.5 การบันทึกข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง



ภาพที่ 3.10 การบันทึกข้อมูลพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง

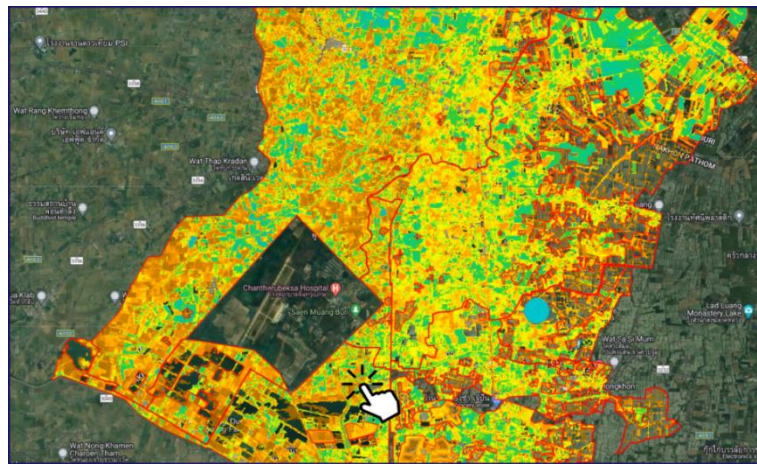
3.4 ศึกษาการนำไฟล์พื้นที่คลองที่ได้จากโปรแกรม Google Earth เข้าสู่เว็บไซต์ IrrisAT V.1 เพื่อรวบรวมค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

3.4.1 การนำไฟล์พื้นที่คลองจากโปรแกรม Google Earth เข้าสู่ IrrisAT เพื่อรวบรวมค่า Kc

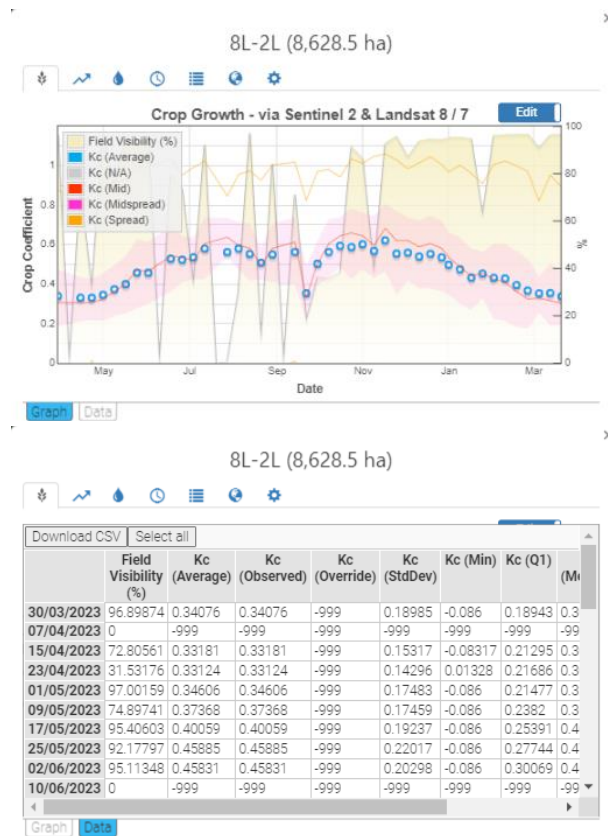


ภาพที่ 3.11 การนำไฟล์พื้นที่คลองเข้าสู่ IrrisAT เพื่อรวบรวมค่า Kc

3.4.2 การเลือกข้อมูลพื้นที่คลองที่ต้องการเพื่อให้ IrrisAT หาค่า Kc และพื้นที่รับน้ำของแต่ละคลอง



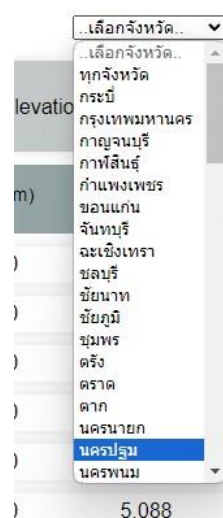
ภาพที่ 3.12 การเลือกข้อมูลพื้นที่คลองที่ต้องการ



ภาพที่ 3.13 การเก็บข้อมูลพื้นที่และค่า Kc ที่ IrrisATคำนวณได้

3.5 การรวบรวมและบันทึกข้อมูล ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) จากเว็บไซต์ iWASAM

3.5.1 การเลือกพื้นที่ที่ต้องการหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o)



ภาพที่ 3.14 การเลือกพื้นที่ที่ต้องการหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o)

3.5.2 การบันทึกค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ลงโปรแกรม Microsoft Excel

{ บางเลน Latitude(N): 14.021527 Longitude(E): 100.165556 Altitude(m): 5 wind vane elevation(m): 10 }							
Date	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	RH(%)	SWdown(W/m ²)	WS10m(m/s)	RAIN(mm)	ET _o (mm/day)
2024-01-28	20.99	32.22	56.14	549.90	4.75	0.00	5.412
2024-01-29	20.90	32.25	56.82	554.39	5.36	0.00	5.616
2024-01-30	18.31	32.63	62.67	679.15	3.88	0.00	4.880
2024-01-31	20.29	33.61	67.06	682.28	3.00	0.00	4.480
2024-02-01	20.22	34.34	64.61	687.21	2.89	0.00	4.661
2024-02-02	18.05	34.17	57.12	696.57	3.34	0.00	5.189
2024-02-03	18.59	34.07	63.96	697.42	3.97	0.00	5.088
2024-02-04	18.88	34.01	66.16	697.25	4.39	0.00	5.080

ภาพที่ 3.15 ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ที่ได้จากจากเว็บไซต์ iWASAM

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ที่ได้จากจากเว็บไซต์ iWASAM

Date	ET _o (mm/day)	Date	ET _o (mm/day)
3/1/2567	5.113	18/1/2567	4.661
4/1/2567	4.553	19/1/2567	4.457
5/1/2567	4.261	20/1/2567	5.034
6/1/2567	4.321	21/1/2567	5.011
7/1/2567	4.168	22/1/2567	5.42
8/1/2567	4.192	23/1/2567	3.25
9/1/2567	4.569	24/1/2567	4.494
10/1/2567	4.377	25/1/2567	5.134
11/1/2567	3.991	26/1/2567	4.566
12/1/2567	4.178	27/1/2567	4.871
13/1/2567	4.749	28/1/2567	5.412
14/1/2567	4.009	29/1/2567	5.616
15/1/2567	4.475	30/1/2567	4.521
16/1/2567	4.782	31/1/2567	4.503
17/1/2567	4.871		

3.6 นำข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) และค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ที่บันทึกไว้มาคำนวณความต้องการน้ำของพืช

ตารางที่ 3.2 การคำนวณความต้องการน้ำของพืช

วันที่	คลองที่อยู่ ในความ รับผิดชอบ	ปริมาณน้ำที่ส่งในรูปแบบปัจจุบัน		ปริมาณน้ำที่ส่งจากการใช้โปรแกรม IrrisAT			
		พื้นที่ส่งน้ำ	ปริมาณน้ำที่ส่งจริง	Kc (Average)	ETo	ETc	ปริมาณน้ำที่ส่ง
		(ล้าน.ตร.ม)	(ลบ.ม./วินาที)		(มม./วัน)	(มม./วัน)	(ลบ.ม./วินาที)
18-Jan-67	7R-2L	20.774	2.3	0.404	4.661	1.933	0.664
	10L-2L	4.521	0.61	0.409		1.955	0.146
	11L-2L	81.018	4.82	0.448		2.142	2.870
	12L-2L	8.663	0.92	0.339		1.621	0.232
	8L-2L	86.285	4.72	0.475		2.273	3.242
	9L-2L	11.393	0.99	0.426		2.038	0.384
	รวม	212.654	19.36	2.905		13.890	8.898

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

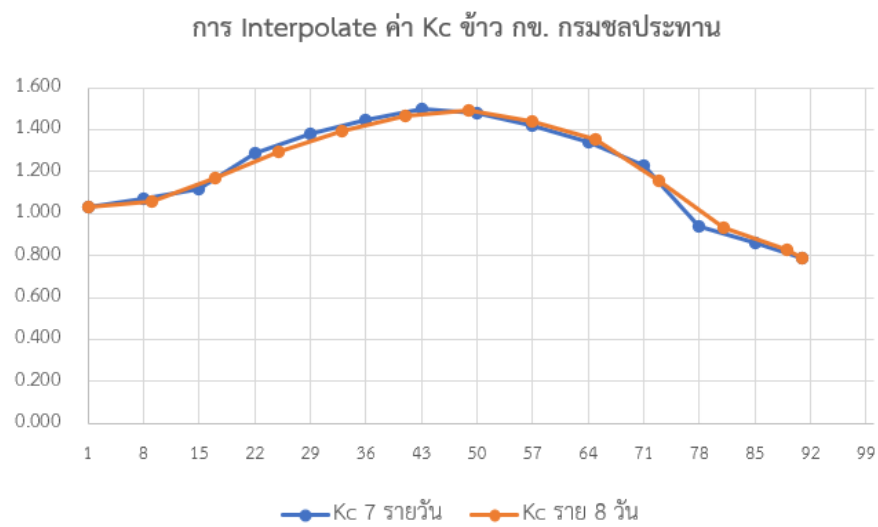
การวิเคราะห์ปริมาณความต้องการน้ำของพืชโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) จาก IrrisAT เพื่อวางแผนการส่งน้ำ ประกอบด้วย ขนาดพื้นที่ของคลองส่งน้ำแต่ละสายในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ปริมาณการใช้น้ำของพืชและปริมาณน้ำที่ส่งไปยังพื้นที่การเกษตรในเขตคลองส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่ได้จาก IrrisAT และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของกรมชลประทาน

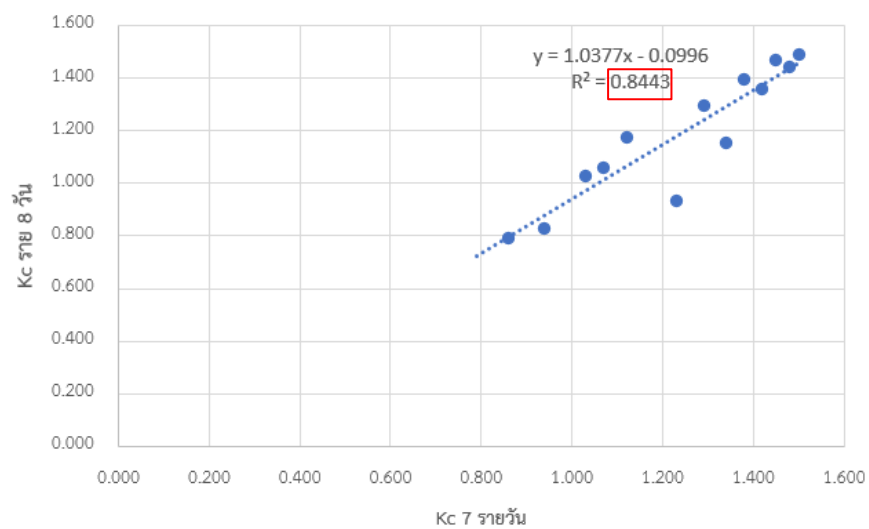
สำหรับ ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่ได้จาก IrrisAT และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของกรมชลประทาน ต้องทำการ Interpolate ค่า Kc ข้าว กข. กรมชลประทานจากราย 7 วันเป็นราย 8 วัน เนื่องจาก IrrisAT ให้ข้อมูลค่า Kc ออกมาเป็นราย 8 วัน แล้วจึงสามารถนำข้อมูลค่า Kc ข้าว กข. กรมชลประทานราย 8 วัน มาเปรียบเทียบกับ ข้อมูลค่า Kc ที่ได้จาก IrrisAT

ตารางที่ 4.1 การ interpolate ค่า Kc ข้าว กข. กรมชลประทาน จากราย 7 วันเป็นราย 8 วัน

Kc กรมชลประทาน ราย 7 วัน						Kc กรมชลประทาน ราย 8 วัน			
สัปดาห์	วัน	จุดกึ่งกลางวัน	วันที่	Kc ราย 7 วัน	Slope	วัน	จุดกึ่งกลางวัน	Slope	Kc ราย 8 วัน
1	1	3.5	3.5	1.030	0.006	1	3.5	0.0057	1.030
2	8	3.5	10.5	1.070	0.007	9	10.5	0.0071	1.0614
3	15	3.5	17.5	1.120	0.024	17	24.5	0.0129	1.1721
4	22	3.5	24.5	1.290	0.013	25	31.5	0.0100	1.2964
5	29	3.5	31.5	1.380	0.010	33	38.5	0.0071	1.3950
6	36	3.5	38.5	1.450	0.007	41	45.5	0.0029	1.4679
7	43	3.5	45.5	1.500	-0.003	49	52.5	0.0086	1.4900
8	50	3.5	52.5	1.480	-0.009	57	59.5	0.0114	1.4414
9	57	3.5	59.5	1.420	-0.011	65	66.5	0.0157	1.3571
10	64	3.5	66.5	1.340	-0.016	73	80.5	0.0114	1.1543
11	71	3.5	73.5	1.230	-0.041	81	87.5	0.0196	0.9343
12	78	3.5	80.5	0.940	-0.011	89	91		0.8306
13	85	3.5	87.5	0.860	-0.020	91			0.7914



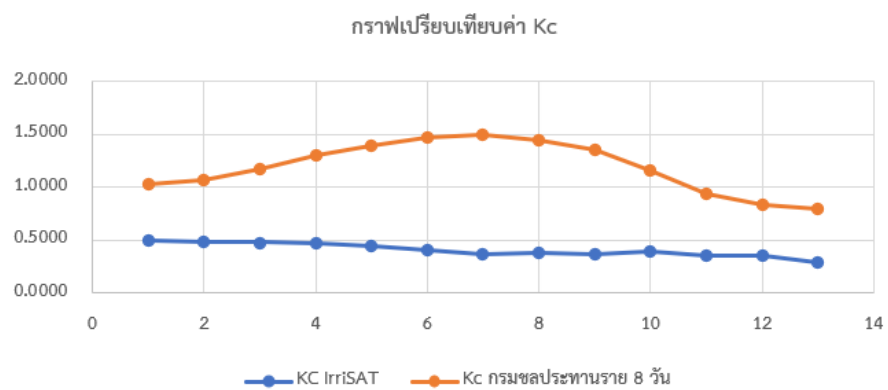
ภาพที่ 4.1 กราฟการ Interpolate ค่า Kc ข้าวกข. กรมชลประทาน



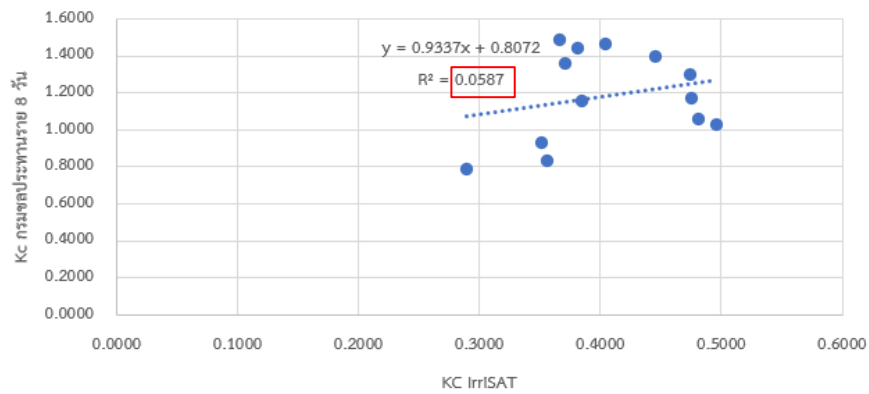
ภาพที่ 4.2 ค่า สหสัมพันธ์ Interpolateค่า Kc ข้าว กข. กรมชลประทาน

ตารางที่ 4.2 ตารางการเปรียบเทียบ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

วัน	วันที่	Kc IrriSAT	Kc กรมชลประทานราย 8 วัน
1	16/12/2023	0.4962	1.0300
9	24/12/2023	0.4813	1.0614
17	1/1/2024	0.4758	1.1721
25	9/1/2024	0.4747	1.2964
33	17/1/2024	0.4450	1.3950
41	25/1/2024	0.4043	1.4679
49	2/2/2024	0.3668	1.4900
57	10/2/2024	0.3810	1.4414
65	18/2/2024	0.3709	1.3571
73	26/2/2024	0.3852	1.1543
81	5/3/2024	0.3515	0.9343
89	13/3/2024	0.3559	0.8306
91	21/3/2024	0.2898	0.7914



ภาพที่ 4.3 กราฟการเปรียบเทียบค่า Kc ข้าว กข.



ภาพที่ 4.4 ค่า R-Squared การเปรียบเทียบค่า Kc ข้าว กข.

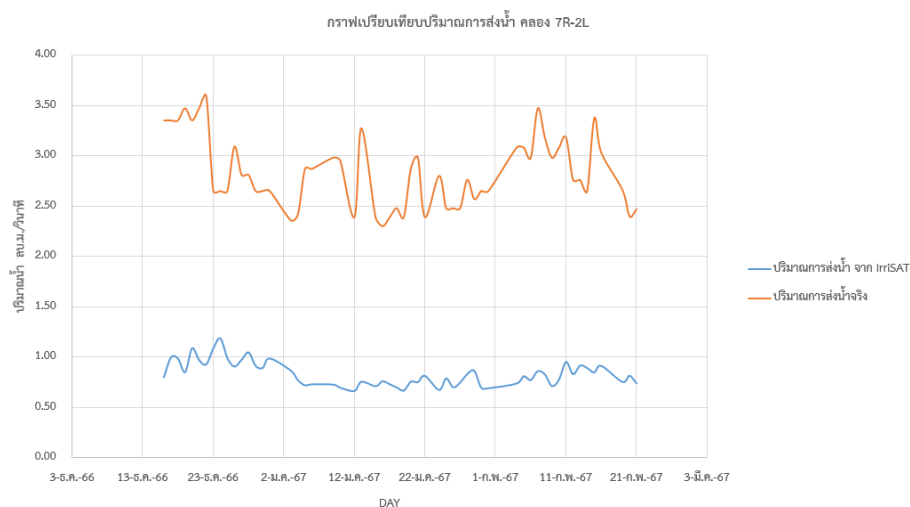
4.2 ข้อมูลพื้นที่คลองส่งน้ำแต่ละสายภายในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

ตารางที่ 4.3 พื้นที่รับประโยชน์ของคลองส่งน้ำ

ลำดับ	คลองส่งน้ำ	พื้นที่รับประโยชน์ของคลองส่งน้ำ (ล้าน.ตร.ม.)
1	7R-2L	20.774
2	10L-2L	4.521
3	11L-2L	81.018
4	12L-2L	8.663
5	8L-2L	86.285
6	9L-2L	11.393

4.3 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนจัดส่งให้พื้นที่ชลประทานกับความ ต้องการน้ำที่คำนวณได้โดยใช้ IrrisAT

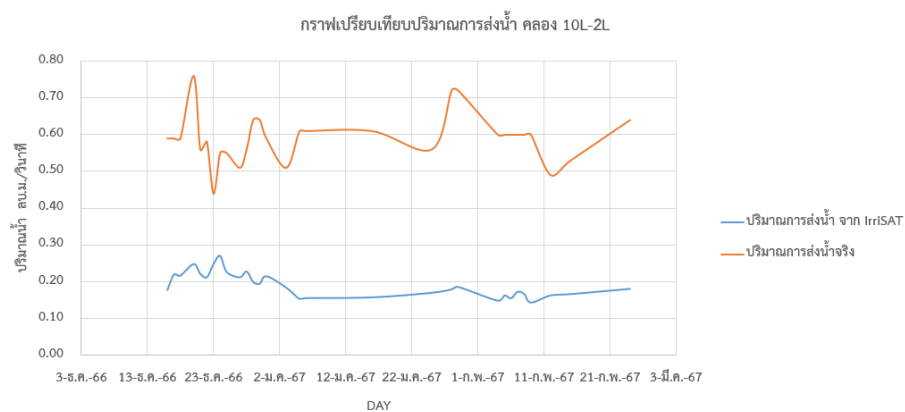
สำหรับผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบปริมาณการส่งของของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน และ ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้จาก IrrisAT มีความแตกต่างกัน เนื่องจากค่า Kc ที่ได้จาก IrrisAT เป็นค่า Kc เฉลี่ยของพืชทุกชนิด แต่จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ปริมาณการส่งน้ำจากโครงการส่งน้ำและ บำรุงรักษาบางเลนและจาก IrrisAT นั้นมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน



ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ IrriSAT คลอง 7R-2L

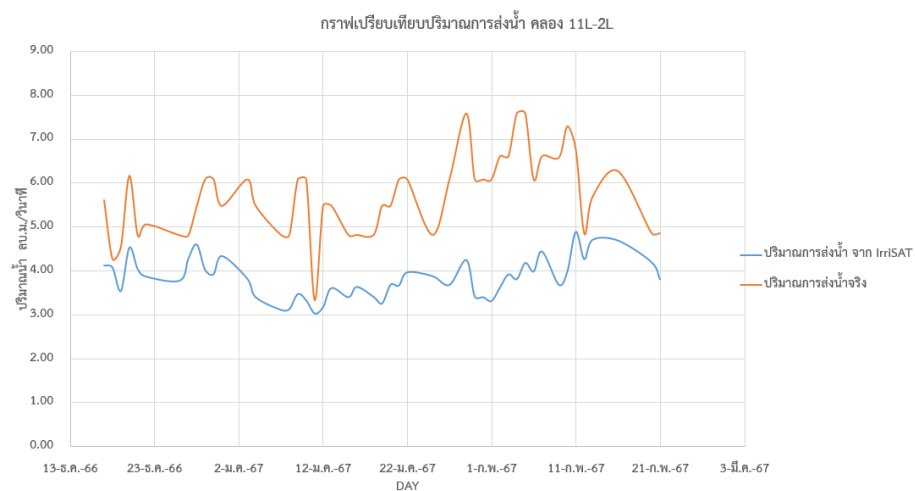
วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่งจริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้จาก IrriSAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
16/12/66	3.35	0.80	122.96
17/12/66	3.35	0.99	108.41
18/12/66	3.35	0.98	109.24
19/12/66	3.47	0.85	121.37
20/12/66	3.35	1.08	102.18
21/12/66	3.47	0.97	112.81
22/12/66	3.59	0.93	117.90
23/12/66	2.65	1.08	83.96
24/12/66	2.65	1.18	76.62
25/12/66	2.65	0.99	91.35
26/12/66	3.09	0.91	109.34
27/12/66	2.81	0.97	97.31
28/12/66	2.81	1.04	91.65
29/12/66	2.65	0.91	97.54
30/12/66	2.65	0.89	99.33
31/12/66	2.65	0.98	91.66



ภาพที่ 4.6 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ IrrisAT คลอง 10L-2L

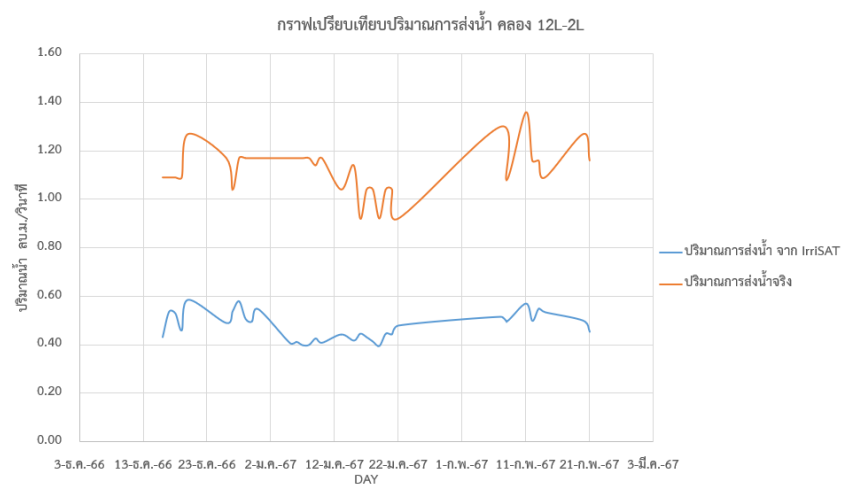
วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่งจริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
16/12/66	0.59	0.17	108.54
17/12/66	0.59	0.22	92.17
18/12/66	0.59	0.22	93.11
19/12/66	0.72	0.19	115.44
20/12/66	0.76	0.25	102.03
21/12/66	0.56	0.22	87.23
22/12/66	0.58	0.21	93.39
23/12/66	0.44	0.25	56.50
24/12/66	0.55	0.27	68.72
25/12/66	0.55	0.22	84.00
26/12/66	0.74	0.21	112.95
27/12/66	0.51	0.21	83.14
28/12/66	0.56	0.23	84.85
29/12/66	0.64	0.20	105.53
30/12/66	0.64	0.19	107.22
31/12/66	0.59	0.21	93.73



ภาพที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ IrrisAT คลอง 11L-2L

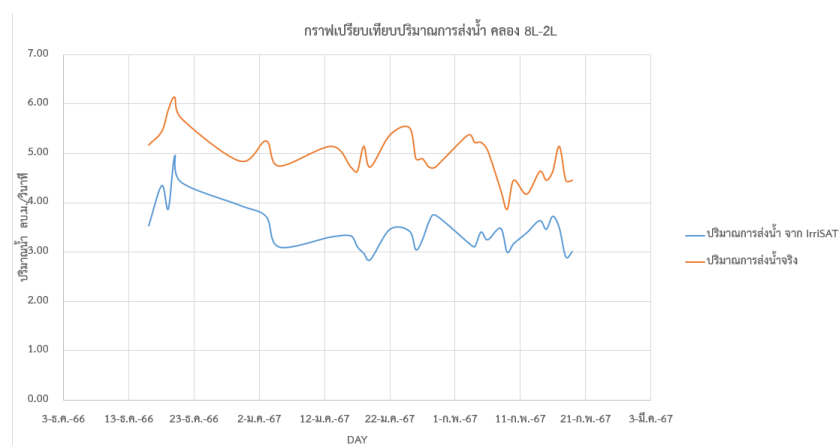
วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่งจริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
16/12/66	5.61	3.32	51.34
17/12/66	5.61	4.13	30.37
18/12/66	4.27	4.08	4.50
19/12/66	4.55	3.55	24.68
20/12/66	6.16	4.54	30.39
21/12/66	4.81	4.04	17.29
22/12/66	5.06	3.88	26.48
23/12/66	4.27	4.53	5.87
24/12/66	3.65	4.94	30.09
25/12/66	3.65	4.13	12.40
26/12/66	4.81	3.79	23.80
27/12/66	4.81	4.28	11.59
28/12/66	5.47	4.61	17.14
29/12/66	6.08	4.03	40.63
30/12/66	6.08	3.93	42.89
31/12/66	5.48	4.34	23.14



ภาพที่ 4.8 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ IrrisAT คลอง 12L-2L

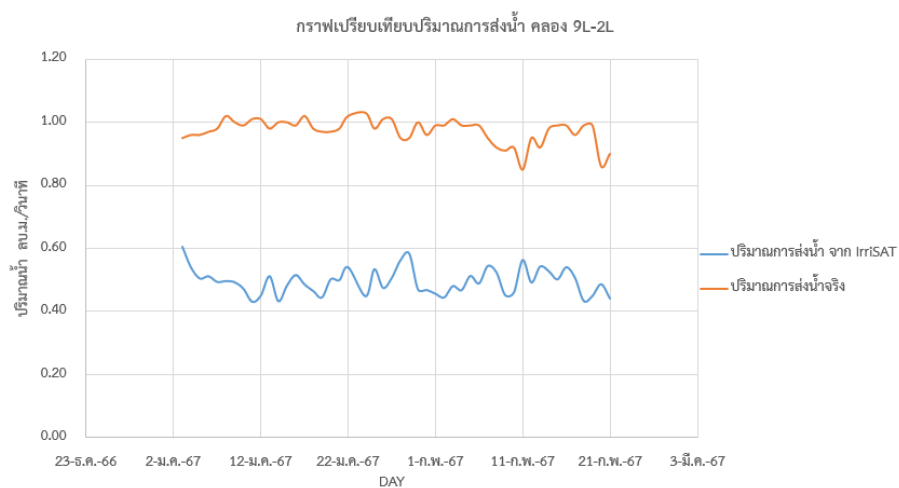
วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่งจริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
16/12/66	1.09	0.43	86.79
17/12/66	1.09	0.54	68.20
18/12/66	1.09	0.53	69.25
19/12/66	1.09	0.46	81.54
20/12/66	1.27	0.59	73.73
21/12/66	1.32	0.52	86.57
22/12/66	1.41	0.50	95.16
23/12/66	0.69	0.58	16.47
24/12/66	0.69	0.64	7.75
25/12/66	0.81	0.53	41.10
26/12/66	1.17	0.49	82.07
27/12/66	1.04	0.54	63.43
28/12/66	1.17	0.58	67.44
29/12/66	1.17	0.51	79.08
30/12/66	1.17	0.50	81.07
31/12/66	1.17	0.55	72.60



ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ IrrisAT คลอง 8L-2L

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่งจริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
16/12/66	5.17	3.53	37.71
17/12/66	5.25	4.39	17.75
18/12/66	5.44	4.34	22.44
19/12/66	5.88	3.87	41.23
20/12/66	6.14	4.94	21.60
21/12/66	5.71	4.41	25.72
22/12/66	2.85	4.23	38.89
23/12/66	2.62	4.94	61.30
24/12/66	2.74	5.39	65.15
25/12/66	2.46	4.50	58.71
26/12/66	2.65	4.13	43.60
27/12/66	4.04	4.29	6.07
28/12/66	4.17	4.62	10.18
29/12/66	4.4	4.04	8.63
30/12/66	4.84	3.94	20.46
31/12/66	5.15	4.35	16.76



ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำ

ตารางที่ 4.9 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ IrrisAT คลอง 9L-2L

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่ โครงการส่งจริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณ ได้จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
16/12/66	1.01	0.59	51.89
17/12/66	1.02	0.74	31.90
18/12/66	0.99	0.73	30.15
19/12/66	0.97	0.65	39.36
20/12/66	0.99	0.83	17.40
21/12/66	1.04	0.74	33.50
22/12/66	0.98	0.71	31.84
23/12/66	0.95	0.83	13.45
24/12/66	0.95	0.91	4.71
25/12/66	0.93	0.76	20.42
26/12/66	0.94	0.69	30.07
27/12/66	0.96	0.69	33.28
28/12/66	0.97	0.74	27.17
29/12/66	0.93	0.65	36.18
30/12/66	0.94	0.63	39.49
31/12/66	1.00	0.70	35.88

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ IrriSAT ในการวางแผนส่งน้ำชลประทานสู่แก่ภาคการเกษตร โดยโครงการพัฒนาดันแบบการวางแผนการส่งน้ำชลประทานโดยใช้ IrriSAT กรณีศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน จัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ระหว่าง IrriSAT กับ กรมชลประทาน เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนจัดส่งให้แก่พื้นที่ชลประทานสำหรับข้าวและบ่อกักเก็บปริมาณน้ำที่คำนวณได้โดยใช้ IrriSAT และเพื่อสร้างต้นแบบในการวางแผนส่งน้ำของโครงการชลประทานโดยใช้ IrriSAT โดยกำหนดปฏิทินการเพาะปลูกฤดูแล้ง กำหนดให้ปลูกข้าวทั้งพื้นที่ จำนวน 142,577.875 ไร่ และบ่อกัก จำนวน 19,141 ไร่ ของคลองส่งน้ำจำนวน 7 สาย ได้แก่ 2L 7R-2L 10L-2L 11L-2L 12L-2L 8L-2L และ 9L-2L เริ่มปลูกข้าวในวันที่ 16 ธันวาคม 2566 และใช้ข้อมูลจาก IrriSAT ในการคำนวณระหว่างวันที่ 16 ธันวาคม 2566 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2567 ข้อมูลปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน และ พื้นที่คลองของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนในการศึกษาครั้งนี้

ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของ ข้าว กข. ที่ได้จาก IrriSAT มีค่าต่ำกว่ากรมชลประทานในทุกพื้นที่เพาะปลูกทุกคลองส่งน้ำ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.0587 ทั้งนี้อาจเกิดจากพื้นที่จริงไม่ได้มีการเพาะปลูกพร้อมกันทั้งพื้นที่ รวมทั้งค่าที่ได้จาก IrriSAT เป็นค่าเฉลี่ยของพืชทุกชนิดที่มีการปลูกในขอบเขตที่กำหนด ดังนั้น หากพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกจริงรายชนิดพืชรวมด้วยอาจจะทำให้ค่ามีความสอดคล้องกันมากขึ้น สำหรับผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำรายคลองโดยใช้ค่า Kc จาก IrriSAT และกำหนดค่า Kc บ่อกักเท่ากับ 1 จะพบว่า ปริมาณการส่งน้ำจริงมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำที่คำนวณได้จาก IrriSAT โดยมีค่าความแตกต่างของคลอง 7R-2L 10L-2L 11L-2L 12L-2L 8L-2L และ 9L-2L เท่ากับ 41% 57.2% 112.4% 120% 39% และ 87% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแต่ละคลองมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกันของปริมาณการส่งน้ำจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน และ จาก IrriSAT อยู่พอสมควรแต่ค่าที่ได้ก็ยังมีความใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่จริงมีกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ ด้วย รวมทั้งแต่ละคลองมี side flow ด้วย ดังนั้น การใช้ IrriSAT จึงเหมาะสมกับการนำมาใช้เพื่อคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืชแล้วนำไปใช้ประกอบการวางแผนการส่งน้ำร่วมกับกิจกรรมอื่นๆ

ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางหรือตัวอย่างในการต่อยอดเพื่อปรับปรุงปริมาณการส่งน้ำสู่พืชของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน และสามารถนำไปใช้ต่อยอดเป็นต้นแบบในการใช้ IrrisAT เพื่อการปรับปรุงการส่งน้ำไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ หรือโครงการชลประทานอื่น ๆ ได้

5.2 ปัญหา อุปสรรคและข้อจำกัดในการวิจัย

5.2.1 คลอง 2L ที่เป็นคลองเส้นหลักในการส่งน้ำสู่คลองสายอื่นๆ ไม่สามารถคำนวณปริมาณน้ำที่ส่งในพื้นที่ได้ เนื่องจาก คลองมี Side Flow เข้าสู่คลอง

5.2.2 ค่า ETo จาก iWASAM ในบางวันมีข้อมูลที่หายไป

5.2.3 ค่า Kc จาก IrrisAT อาจจะมีการให้ค่าล่าช้า 8-16 วัน

5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

5.3.1 เว็บไซต์ IrrisAT เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกทั้งพื้นที่ หากมีพื้นที่อื่นเช่นบ่อน้ำ บ่อขยะ ต้องการ crop พื้นที่เหล่านั้นออกมาคิดแยก เนื่องจากเว็บไซต์ IrrisAT จะทำการหาค่า Kc ตามสีของพื้นที่

5.3.2 ควรทราบถึงชนิดของพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่

5.3.3 ควรมีปฏิทินการปลูกพืชที่ชัดเจน

5.3.4 ควรมีข้อมูลการปลูกพืชแต่ละชนิดในแต่ละคลอง

5.3.5 ควรมีการประเมินปริมาณน้ำที่เข้าออกในแต่ละคลอง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานด้านบริหารจัดการน้ำ. 2554. **คู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation Efficiency)**. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- คณิน พงษ์ศิริพานิช. 2563. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของมะม่วงโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- จิระนันท์ ห้วยหงษ์ทอง และ ชนัตถ์นิธิป เอกธนิษฐ์. 2562. การประยุกต์ IrrisAT เพื่อวางแผนในการจัดส่งน้ำชลประทาน ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ฉลอง เกิดพิทักษ์. 2538. การจัดการน้ำในกลุ่มน้ำของประเทศไทย. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 59 น.
- ฐิติมา ปิตตานัง. 2563. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของอ้อยโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก IrrisAT, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ณัฐยานัน นามอินทร์, เกศวรา สิทธิโชค และ ชูพันธ์ ชมภูจันทร์. 2562. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช(Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตามโดยใช้ดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา, วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย 20 (2):331-344.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2526. ความต้องการน้ำชลประทานและค่าชลภาวะในการออกแบบระบบส่งน้ำเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน. กรุงเทพฯ.
- ทศพร ทาโพนทัน และ ประทุม เสี่ยงหวาน. 2538. การศึกษาประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูนฝั่งซ้าย ฤดูฝน ปี พ.ศ. 2538. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธีรพล ตั้งสมบูรณ์. 2549. การใช้น้ำของพืช. กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. 22-23 น.
- ฝ่ายเผยแพร่การใช้น้ำชลประทาน. 2554. ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธีของ Penman-Monteith (Reference Crop Evapotranspiration by Penman Monteith) ฉบับปรับปรุง. ส่วนการใช้น้ำ ชลประทาน. สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ.

พิพัฒน์พงศ์ อินทรีย์วงศ์. 2563. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc)ของมันสำปะหลัง โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม IrriSAT, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

วรารุณ วุฒิวิณชัย และพีระชาติ อุตาการ. 2545. การศึกษาหาค่าปริมาณการใช้น้ำและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำขององุ่น. วารสารวิศวกรรมสาร มก. 16 (46) :54-65.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 53 น.

Janelle Montgomery, John Hornbuckle, Iain Hume and Jamie Vleeshouwer. 2015. IrriSAT – weather based scheduling and benchmarking technology. In **Proceeding of the 17th ASA Conference**. 20-24 September 2015, Australian Society of Agronomy. Hobart, Australia.

Khin Muyer Kyaw, Areeya Rittima, Yutthana Phankamolsil, Allan Sriratana Tabucanon, Wudhichart Sawangphol, Jidapa Kraisangka, Yutthana Talaluxmana and Varawoot Vudhivanich. 2020. Tracing crop water demand in the lower ping river basin, Thailand using cloud-based IrriSAT application. **Proceedings of the 22nd IAHR-APD Congress** . 2020. Sapporo, Japan.

Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes and Martin Smith. 1998. **FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56 Crop evapotranspiration (Guidelines for computing crop water requirements)**. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Trout T. J. and Johnson, L. F. 2007. Estimating crop water use from remotely sensed NDVI, crop models and reference ET. **USCID Fourth International Conference on Irrigation and Drainage**, Sacramento, Californai, October 3-6, 2007

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวกที่ ก1.1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 7R-2L เดือนมกราคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
3/1/67	2.36	0.86	92.73
4/1/67	2.42	0.77	103.44
5/1/67	2.87	0.72	119.71
6/1/67	2.87	0.73	118.81
7/1/67	3.08	0.70	125.50
8/1/67	3.08	0.71	125.15
9/1/67	2.98	0.73	121.49
10/1/67	2.95	0.70	123.54
11/1/67	2.95	0.64	129.09
12/1/67	2.39	0.67	112.89
13/1/67	3.27	0.76	124.86
14/1/67	3.08	0.64	131.32
15/1/67	2.39	0.71	108.12
16/1/67	2.3	0.76	100.50
17/1/67	2.39	0.73	106.26
18/1/67	2.48	0.70	111.95
19/1/67	2.39	0.67	112.48
20/1/67	2.87	0.76	116.60
21/1/67	2.98	0.75	119.35
22/1/67	2.39	0.81	98.38
23/1/67	2.73	0.49	139.33
24/1/67	2.8	0.67	122.31
25/1/67	2.48	0.79	103.48
26/1/67	2.48	0.70	111.81
27/1/67	2.48	0.75	107.28
28/1/67	2.76	0.83	107.40
29/1/67	2.57	0.86	99.47
30/1/67	2.65	0.69	116.93
31/1/67	2.65	0.69	117.20

ตารางผนวกที่ ก1.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 7R-2L เดือนกุมภาพันธ์

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/2/67	3.08	0.67	128.17
2/2/67	3.47	0.70	132.67
3/2/67	3.47	0.76	128.18
4/2/67	3.08	0.74	122.61
5/2/67	3.08	0.81	116.70
6/2/67	2.98	0.77	117.65
7/2/67	3.47	0.86	120.55
8/2/67	3.18	0.83	117.39
9/2/67	2.98	0.71	122.75
10/2/67	3.08	0.78	119.48
11/2/67	3.18	0.95	107.93
12/2/67	2.76	0.83	107.51
13/2/67	2.76	0.92	100.37
14/2/67	2.65	0.89	99.39
15/2/67	3.37	0.85	119.65
16/2/67	3.03	0.91	107.44
17/2/67	4.13	0.86	131.39
18/2/67	4.13	0.73	140.18
19/2/67	2.66	0.75	111.72
20/2/67	2.4	0.82	98.59
21/2/67	2.47	0.74	107.84
22/2/67	2.53	0.73	110.15
23/2/67	2.6	0.71	114.05
24/2/67	2.87	0.92	102.69
25/2/67	2.87	0.99	97.46
26/2/67	2.87	1.05	92.70
27/2/67	2.65	0.94	95.03
28/2/67	2.53	0.89	95.92
29/2/67	2.53	0.89	95.99

ตารางผนวกที่ ก1.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 7R-2L เดือนมีนาคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/3/67	2.53	0.82	101.79
2/3/67	2.54	0.83	101.38
3/3/67	2.87	0.77	115.22
4/3/67	2.87	0.85	108.70
5/3/67	2.76	0.44	144.94
6/3/67	2.65	0.43	144.49
7/3/67	2.65	0.42	145.12
8/3/67	2.65	0.34	154.23
9/3/67	2.98	0.38	154.36
10/3/67	3.08	0.38	156.31
11/3/67	3.08	0.36	157.66
15/3/67	3.18	1.08	98.47
16/3/67	2.98	0.92	105.95
17/3/67	2.98	0.92	105.61
18/3/67	2.98	0.90	107.21
19/3/67	3.08	1.03	99.40
20/3/67	3.08	1.23	85.96
21/3/67	2.87	1.14	86.30

ตารางผนวกที่ ก2.1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrriSAT คลอง 10L-2L เดือนมกราคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrriSAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
3/1/67	0.51	0.18	94.61
4/1/67	0.26	0.16	46.17
5/1/67	0.61	0.15	120.19
6/1/67	0.61	0.15	119.29
7/1/67	1.28	0.15	158.36
8/1/67	1.28	0.15	158.15
9/1/67	1.15	0.15	154.03
10/1/67	0.91	0.14	145.66
11/1/67	0.91	0.13	149.85
12/1/67	1.02	0.14	152.77
13/1/67	0.81	0.16	135.68
14/1/67	0.89	0.13	148.67
15/1/67	0.89	0.15	143.54
16/1/67	0.61	0.16	118.42
17/1/67	1.12	0.14	155.02
18/1/67	1.34	0.14	163.20
19/1/67	1.17	0.13	160.04
20/1/67	1.34	0.15	160.54
21/1/67	1.34	0.15	160.70
22/1/67	1.17	0.16	152.44
23/1/67	1.63	0.09	178.04
24/1/67	0.8	0.13	143.75
25/1/67	0.56	0.17	107.43
26/1/67	0.72	0.15	131.05
27/1/67	0.72	0.16	127.28
28/1/67	0.72	0.18	120.80
29/1/67	0.72	0.18	118.42
30/1/67	0.77	0.15	135.33
31/1/67	0.77	0.15	135.55

ตารางผนวกที่ ก2.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 10L-2L เดือนกุมภาพันธ์

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/2/67	0.66	0.14	128.31
2/2/67	0.66	0.14	130.03
3/2/67	0.66	0.15	125.39
4/2/67	0.6	0.15	121.19
5/2/67	0.6	0.16	115.20
6/2/67	0.6	0.15	118.33
7/2/67	0.6	0.17	111.13
8/2/67	0.6	0.16	113.75
9/2/67	0.6	0.14	123.39
10/2/67	0.8	0.15	136.40
11/2/67	0.8	0.19	124.80
12/2/67	0.49	0.16	100.74
13/2/67	0.43	0.18	82.72
14/2/67	0.43	0.17	85.00
15/2/67	0.53	0.17	105.01
16/2/67	1.08	0.18	143.47
17/2/67	0	0.17	-200.00
18/2/67	0.65	0.14	128.63
19/2/67	0.76	0.15	135.38
20/2/67	0.12	0.16	-27.61
21/2/67	0.88	0.14	143.84
22/2/67	0.72	0.14	133.92
23/2/67	0.68	0.14	132.39
24/2/67	0.64	0.18	112.45
25/2/67	0.64	0.19	107.58
26/2/67	0.74	0.19	118.21
27/2/67	0.74	0.17	125.12
28/2/67	0.73	0.16	127.77
29/2/67	1.01	0.16	145.09

ตารางผนวกที่ ก2.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 10L-2L เดือนมีนาคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/3/67	1.01	0.15	148.62
2/3/67	1.28	0.15	157.98
3/3/67	0.77	0.15	133.53
4/3/67	0.67	0.21	105.89
5/3/67	0.67	0.20	108.13
6/3/67	0.67	0.20	109.05
7/3/67	0.67	0.16	122.81
8/3/67	0.72	0.18	120.16
9/3/67	0.72	0.18	121.18
10/3/67	0.72	0.17	123.38
11/3/67	0.66	0.20	105.67
15/3/67	0.72	0.17	122.69
16/3/67	0.72	0.17	122.40
17/3/67	0.81	0.17	130.79
18/3/67	0.81	0.19	122.43
19/3/67	0.81	0.23	111.15
20/3/67	0.81	0.19	122.62
21/3/67	1.01	0.15	148.62

ตารางผนวกที่ ก3.1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 11L-2L เดือนมกราคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
3/1/67	6.08	3.83	45.43
4/1/67	5.48	3.41	46.58
5/1/67	7.11	3.19	76.09
6/1/67	7.11	3.24	74.89
7/1/67	4.82	3.12	42.78
8/1/67	4.82	3.14	42.23
9/1/67	6.08	3.48	54.37
10/1/67	6.08	3.33	58.32
11/1/67	3.34	3.04	9.38
12/1/67	5.48	3.18	53.03
13/1/67	5.48	3.62	40.93
14/1/67	6.08	3.05	66.25
15/1/67	4.82	3.41	34.28
16/1/67	4.82	3.64	27.81
17/1/67	7.11	3.57	66.26
18/1/67	4.82	3.42	34.06
19/1/67	5.48	3.27	50.58
20/1/67	5.48	3.69	39.02
21/1/67	6.08	3.67	49.34
22/1/67	6.08	3.97	41.90
23/1/67	7.11	2.38	99.60
24/1/67	7.11	3.29	73.34
25/1/67	4.82	3.89	21.40
26/1/67	6.61	3.46	62.61
27/1/67	6.08	3.69	48.95
28/1/67	1.55	4.10	90.24
29/1/67	7.58	4.25	56.23
30/1/67	6.08	3.42	55.89
31/1/67	6.08	3.41	56.26

ตารางผนวกที่ ก3.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 11L-2L เดือนกุมภาพันธ์

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/2/67	6.08	3.32	58.63
2/2/67	6.61	3.63	58.19
3/2/67	6.61	3.93	50.95
4/2/67	7.58	3.82	65.97
5/2/67	7.58	4.19	57.65
6/2/67	6.08	3.99	41.41
7/2/67	6.61	4.45	39.13
8/2/67	8.54	4.28	66.47
9/2/67	6.58	3.69	56.34
10/2/67	7.29	4.00	58.37
11/2/67	6.76	4.89	32.02
12/2/67	4.86	4.27	12.85
13/2/67	5.69	4.71	18.79
14/2/67	4.64	4.58	1.20
15/2/67	4.64	4.36	6.20
16/2/67	6.27	4.70	28.71
17/2/67	4.54	4.40	3.10
18/2/67	7.11	3.74	62.01
19/2/67	6.58	3.88	51.53
20/2/67	4.86	4.20	14.50
21/2/67	4.86	3.81	24.16
22/2/67	5.79	3.78	42.03
23/2/67	5.79	3.67	44.85
24/2/67	4.86	4.76	2.14
25/2/67	5.79	5.10	12.66
26/2/67	5.79	5.09	12.78
27/2/67	7.29	4.57	45.97
28/2/67	6.58	4.31	41.72
29/2/67	7.94	4.30	59.39

ตารางผนวกที่ ก3.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 11L-2L เดือนมีนาคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/3/67	4.86	3.99	19.75
2/3/67	7.29	4.02	57.73
3/3/67	5.79	3.74	43.09
4/3/67	7.29	4.11	55.79
5/3/67	7.29	4.66	43.99
6/3/67	6.58	4.52	37.17
7/3/67	7.29	4.46	48.20
8/3/67	5.79	3.62	46.06
9/3/67	5.79	4.06	35.12
10/3/67	5.79	4.00	36.68
11/3/67	4.86	3.86	23.00
15/3/67	3.71	4.93	28.21
16/3/67	3.71	4.17	11.76
17/3/67	6.58	4.19	44.31
18/3/67	4.86	4.10	16.95
19/3/67	5.79	4.72	20.46
20/3/67	4.82	5.60	14.91
21/3/67	4.86	4.97	2.32

ตารางผนวกที่ ก4.1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 12L-2L เดือนมกราคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
3/1/67	0.95	0.49	64.60
4/1/67	0.25	0.43	53.56
5/1/67	1.17	0.41	97.12
6/1/67	1.17	0.41	96.05
7/1/67	1.17	0.40	98.80
8/1/67	1.17	0.40	98.37
9/1/67	1.14	0.42	91.40
10/1/67	1.17	0.41	96.76
11/1/67	1.17	0.37	103.68
12/1/67	1.17	0.39	100.29
13/1/67	1.04	0.44	80.78
14/1/67	1.14	0.37	101.43
15/1/67	1.14	0.42	93.04
16/1/67	0.92	0.44	69.66
17/1/67	1.04	0.43	82.95
18/1/67	1.04	0.41	86.57
19/1/67	0.92	0.39	80.14
20/1/67	1.04	0.44	80.21
21/1/67	1.04	0.44	80.59
22/1/67	0.92	0.48	63.10
23/1/67	1.14	0.29	119.54
24/1/67	1.24	0.40	103.01
25/1/67	1.24	0.46	91.35
26/1/67	1.3	0.41	103.87
27/1/67	1.3	0.44	99.07
28/1/67	1.55	0.49	104.30
29/1/67	1.36	0.51	91.56
30/1/67	1.36	0.41	107.83
31/1/67	1.36	0.41	108.11

ตารางผนวกที่ ก4.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 12L-2L เดือนกุมภาพันธ์

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/2/67	1.66	0.40	123.08
2/2/67	1.55	0.42	114.63
3/2/67	1.55	0.45	109.26
4/2/67	1.41	0.44	104.45
5/2/67	1.41	0.49	97.60
6/2/67	1.41	0.46	101.17
7/2/67	1.3	0.52	86.48
8/2/67	1.08	0.50	74.16
9/2/67	1.23	0.43	96.89
10/2/67	1.36	0.47	97.98
11/2/67	1.36	0.57	81.83
12/2/67	1.16	0.50	79.87
13/2/67	1.16	0.55	71.49
14/2/67	1.09	0.53	68.45
15/2/67	0.25	0.51	68.09
16/2/67	0.57	0.55	4.09
17/2/67	1.57	0.51	101.51
18/2/67	1.82	0.44	121.51
19/2/67	1.57	0.46	109.22
20/2/67	1.27	0.50	87.21
21/2/67	1.16	0.45	87.77
22/2/67	1.16	0.45	88.47
23/2/67	1.23	0.44	95.43
24/2/67	1.23	0.56	74.17
25/2/67	1.23	0.61	68.08
26/2/67	1.17	0.63	59.56
27/2/67	1.55	0.57	92.83
28/2/67	1.55	0.54	97.30
29/2/67	0.52	0.53	2.83

ตารางผนวกที่ ก4.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 12L-2L เดือนมีนาคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/3/67	0.25	0.50	65.84
2/3/67	0.29	0.50	53.18
3/3/67	0.62	0.46	28.69
4/3/67	0.24	0.51	72.13
5/3/67	1.3	0.59	74.52
6/3/67	1.3	0.58	77.20
7/3/67	1.3	0.57	78.32
8/3/67	1.18	0.46	87.49
9/3/67	1.38	0.52	90.89
10/3/67	1.38	0.51	92.16
11/3/67	1.38	0.49	94.91
15/3/67	1.38	0.63	74.37
16/3/67	0.73	0.54	30.81
17/3/67	0.73	0.54	30.36
18/3/67	0.25	0.53	71.09
19/3/67	0.25	0.60	82.98
20/3/67	3.9	0.72	137.85
21/3/67	1.04	0.66	44.81

ตารางผนวกที่ ก5.1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 8L-2L เดือนมกราคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
3/1/67	5.25	3.72	34.09
4/1/67	6.39	3.31	63.42
5/1/67	4.74	3.10	41.81
6/1/67	5.25	3.14	50.16
7/1/67	5.25	3.03	53.53
8/1/67	5.34	3.05	54.57
9/1/67	5.53	3.18	54.02
10/1/67	5.88	3.04	63.55
11/1/67	5.97	2.78	73.04
12/1/67	5.3	2.91	58.35
13/1/67	5.14	3.30	43.51
14/1/67	5.22	2.79	60.72
15/1/67	5.52	3.11	55.78
16/1/67	4.72	3.33	34.65
17/1/67	4.63	3.11	39.39
18/1/67	5.14	2.97	53.44
19/1/67	4.72	2.84	49.66
20/1/67	5.67	3.21	55.40
21/1/67	5.67	3.20	55.82
22/1/67	5.37	3.46	43.36
23/1/67	5.52	2.07	90.81
24/1/67	5.88	2.87	68.93
25/1/67	5.52	3.42	46.92
26/1/67	4.89	3.04	46.55
27/1/67	4.89	3.25	40.39
28/1/67	4.72	3.61	26.72
29/1/67	4.72	3.74	23.08
30/1/67	5.37	3.01	56.22
31/1/67	5.52	3.00	59.11

ตารางผนวกที่ ก5.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 8L-2L เดือนกุมภาพันธ์

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/2/67	5.52	2.92	61.46
2/2/67	5.37	2.95	58.16
3/2/67	5.37	3.19	50.92
4/2/67	5.22	3.10	50.84
5/2/67	5.22	3.40	42.13
6/2/67	5.06	3.25	43.69
7/2/67	4.26	3.61	16.42
8/2/67	4.26	3.48	20.22
9/2/67	3.86	3.00	25.18
10/2/67	4.45	3.17	33.68
11/2/67	0.29	3.88	172.18
12/2/67	4.17	3.39	20.73
13/2/67	3.75	3.74	0.40
14/2/67	4.63	3.63	24.12
15/2/67	4.45	3.46	25.14
16/2/67	4.63	3.72	21.75
17/2/67	5.14	3.49	38.28
18/2/67	4.45	2.90	42.19
19/2/67	4.45	3.01	38.68
20/2/67	3.75	3.25	14.14
21/2/67	5.21	2.95	55.32
22/2/67	5.21	2.93	56.13
23/2/67	5.55	2.84	64.56
24/2/67	5.21	3.68	34.32
25/2/67	5.21	3.95	27.51
26/2/67	5.21	3.89	28.94
27/2/67	4.16	3.49	17.56
28/2/67	4.97	3.29	40.61
29/2/67	4.31	3.29	26.87

ตารางผนวกที่ ก5.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 8L-2L เดือนมีนาคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/3/67	4.58	3.05	40.22
2/3/67	5.44	3.08	55.54
3/3/67	4.58	2.86	46.38
4/3/67	5.21	3.14	49.56
5/3/67	4.72	0.24	180.57
6/3/67	4.84	0.23	181.59
7/3/67	5.21	0.23	183.05
8/3/67	5.55	0.19	186.94
9/3/67	5.21	0.21	184.51
10/3/67	5.21	0.21	184.74
11/3/67	4.97	0.20	184.57
15/3/67	5.21	3.71	33.55
16/3/67	5.33	3.14	51.58
17/3/67	5.33	3.16	51.14
18/3/67	5.33	3.09	53.22
19/3/67	4.97	3.55	33.26
20/3/67	4.72	4.22	11.27
21/3/67	5.68	3.64	43.71

ตารางผนวกที่ ก6.1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 9L-2L เดือนมกราคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
3/1/67	0.95	0.61	44.23
4/1/67	0.96	0.54	56.08
5/1/67	0.96	0.50	62.12
6/1/67	0.97	0.51	61.80
7/1/67	0.98	0.49	65.95
8/1/67	1.02	0.50	68.99
9/1/67	1.00	0.49	67.92
10/1/67	0.99	0.47	70.81
11/1/67	1.01	0.43	80.44
12/1/67	1.01	0.45	76.56
13/1/67	0.98	0.51	62.67
14/1/67	1.00	0.43	79.22
15/1/67	1.00	0.48	69.75
16/1/67	0.99	0.52	62.96
17/1/67	1.02	0.49	70.93
18/1/67	0.98	0.46	71.29
19/1/67	0.97	0.44	74.28
20/1/67	0.97	0.50	63.56
21/1/67	0.98	0.50	64.89
22/1/67	1.02	0.54	61.42
23/1/67	0.98	0.32	100.57
24/1/67	1.03	0.45	78.70
25/1/67	0.98	0.53	58.90
26/1/67	1.01	0.47	72.06
27/1/67	1.01	0.51	66.36
28/1/67	0.95	0.56	51.16
29/1/67	0.95	0.58	47.68
30/1/67	1.00	0.47	72.05
31/1/67	0.96	0.47	68.83

ตารางผนวกที่ ก6.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 9L-2L เดือนกุมภาพันธ์

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/2/67	0.99	0.46	73.77
2/2/67	0.99	0.44	76.03
3/2/67	1.01	0.48	70.99
4/2/67	0.99	0.47	71.65
5/2/67	0.99	0.51	63.50
6/2/67	0.99	0.49	67.72
7/2/67	0.95	0.54	54.26
8/2/67	0.92	0.52	54.84
9/2/67	0.91	0.45	67.33
10/2/67	0.92	0.46	66.62
11/2/67	0.85	0.56	40.51
12/2/67	0.95	0.49	63.49
13/2/67	0.92	0.54	51.58
14/2/67	0.98	0.53	59.95
15/2/67	0.99	0.50	65.37
16/2/67	0.99	0.54	58.68
17/2/67	0.96	0.51	61.77
18/2/67	0.99	0.43	78.18
19/2/67	0.99	0.45	75.05
20/2/67	0.86	0.49	55.45
21/2/67	0.90	0.44	68.37
22/2/67	0.91	0.44	70.11
23/2/67	0.90	0.42	71.74
24/2/67	0.86	0.55	43.83
25/2/67	0.86	0.59	37.14
26/2/67	0.86	0.59	37.58
27/2/67	0.86	0.53	48.05
28/2/67	0.80	0.50	46.68
29/2/67	0.84	0.50	51.36

ตารางผนวกที่ ก6.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนและ
IrrisAT คลอง 9L-2L เดือนมีนาคม

วันที่	ปริมาณการส่งน้ำที่โครงการส่ง จริง	ปริมาณการส่งน้ำที่คำนวณได้ จาก IrrisAT	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
1/3/67	0.86	0.46	60.59
2/3/67	0.89	0.46	62.84
3/3/67	0.87	0.43	67.43
4/3/67	0.87	0.47	58.87
5/3/67	0.91	0.60	40.51
6/3/67	0.91	0.58	43.50
7/3/67	0.90	0.58	43.70
8/3/67	0.88	0.47	60.94
9/3/67	0.92	0.53	54.56
10/3/67	0.92	0.52	56.04
11/3/67	0.86	0.50	53.05
15/3/67	0.87	0.57	41.65
16/3/67	0.93	0.48	63.31
17/3/67	0.91	0.49	60.93
18/3/67	0.91	0.47	62.95
19/3/67	0.86	0.55	44.77
20/3/67	0.85	0.65	27.07
21/3/67	0.87	0.62	33.92