บทที่ 4

ทฤษฎีและแบบจำลองที่ใช้

4.1. ความต้องการน้ำชลประทาน

อย่างที่กล่าวไปแล้วน้ำมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ด้วยปริมาณน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงมีการศึกษาเรื่องความต้องการน้ำเพื่อจัดส่งน้ำให้พอเพียงกับที่พืชใช้ไป สามารถแยกออกเป็น การใช้น้ำเพื่อเตรียมแปลงเพาะปลูก การใช้น้ำเพื่อเจริญเติบโต นอกจากปริมาณน้ำที่พืชใช้แล้วยังมีปริมาณน้ำบางส่วนที่สูญเสียไปในการขังน้ำในแปลงนา ได้แก่ การระเหยของน้ำ (Evaporation) และการรั่วซึมของน้ำ (Percolation) ในระหว่างการจัดส่งน้ำจากต้นกำเนิดไปยังแปลงนามีการสูญเสียน้ำไป ซึ่งได้แก่ การสูญเสียในคลองส่งน้ำชลประทาน ผลรวมของค่าทั้งหมดคือปริมาณความต้องการน้ำชลประทานนั่นเอง ในที่นี้จะกล่าวแยกรายละเอียดเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1.1. การใช้น้ำของพืช

เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่ปลูกเป็นส่วนใหญ่จึงจะกล่าวเน้นไปที่ข้าว น้ำเป็นแหล่งอาหารของพืชแต่ละชนิด พืชยังใช้น้ำเพื่อลำเลียงสารอาหารไปทั่วต้นอีกด้วย น้ำเป็นปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิของดิน ในยามที่อากาศร้อนน้ำช่วยให้อุณหภูมิไม่สูงเกินไป ระดับของน้ำที่ขังอยู่ในแปลงนายังส่งผลถึงความยากง่ายที่ต้นข้าวจะล้มเพราะแรงลม อีกทั้งน้ำในแปลงนายังป้องกันไม่ให้วัชพืชได้แก่หญ้าบางจำพวกขึ้นมารบกวนการเจริญเติบโตและป้องกันสัตว์ที่กัดกินส่วนของข้าวเป็นอาหารได้แก่ หนู อีกด้วย มักจะคิดกันว่าถ้าไม่มีน้ำอยู่ในนาเสมอ ผลผลิตจะไม่ได้มาก แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าน้ำมากเกินไปก็อาจเป็นสาเหตุให้ผลผลิตลดลงได้ การควบคุมระดับน้ำในแปลงนาให้เหมาะสม ส่งผลให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย (JICA, 1983)

ข้อเสียของน้ำที่ส่งผลกับข้าวคือ ทำให้มีออกซิเจนในดินน้อย การชอนไชของรากพืชยากขึ้น สารอินทรีย์ในดินจะแยกตัว และแย่งออกซิเจน และทำให้ก๊าซพิษแพร่กระจายไม่ได้และส่งผลถึงเป็นพิษต่อราก (สุวัฒน์, 2539) ในกรณีของน้ำท่วมย่อมส่งผลถึงข้าวที่จมน้ำ ระยะเวลาและความสูงของน้ำเป็นปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตลดลง อาจจะลดลงถึง 41% เมื่อน้ำท่วมสูง 1.00 เมตร เป็นระยะเวลา 7 วัน จึงเห็นได้ว่าน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และสิ่งสำคัญคือการควบคุมระดับน้ำภายในแปลงนาบางช่วงเวลาต้องขังน้ำในนาสูง 4-5 ซม. บางช่วงต้องระบายน้ำออก โดยทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการน้ำของข้าว

เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน อัตราการเติบโตและกระบวนการลดลงของความชื้นในดินต่างกัน ดังนั้นความต้องการใช้น้ำของพืชจึงคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างพืชอ้างอิงกับพืชอื่น ดังสมการที่ 1

$$ET = ET_P \times K_c \qquad \text{.....(1)}$$

โดยที่ ET = ความต้องการใช้น้ำของพืช (มม./วัน)

ET_P= ปริมาณการระเหยและการคายน้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration)

Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

การคำนวณค่าการระเหยและการคายน้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration, ET_p) ใช้ตามสูตร Penman Monteith ซึ่ง Smith (1992) ได้เปรียบเทียบระหว่างค่าการคำนวณและค่าวัดจากปริมาณน้ำที่พืชใช้จริงว่ามีความใกล้เคียงกว่าสูตรอื่นๆ สำหรับในพื้นที่ศึกษากำหนดให้ใช้ข้อมูลภูมิอากาศ สถานี อ.เมือง จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นตัวแทนพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก และสถานี อ.เมือง จังหวัดลพบุรี เป็นตัวแทนพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งผลการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิงแสดงไว้ในตารางที่ 5 สมการของ Penman-Monteith มีดังนี้

$$ET_p = \frac{\delta}{\delta+\gamma^{\cdot}}(R_n - G)\frac{1}{\lambda} + \frac{\delta}{\delta+\gamma^{\cdot}}\frac{900}{(T+275)}U_2(e_a - e_d) \qquad \text{.....(2)}$$

โดยที่ ET_p = การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ม.ม./วัน)

R_n = รังสีอาทิตย์สุทธิที่ผิวโลกได้รับ (เมกกะจูล/ตร.ม./วัน)

G = ความเหนี่ยวนำความร้อนในดิน (เมกะจูล/ตร.ม./วัน)

T = อุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}C$)

U_2 = ความเร็วของลมที่ระดับ 2 เมตรเหนือพื้นดิน (ม./วินาที)

e_a = ความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ย (กิโลปาสคาล,kPa)

e_d = ความดันไอจริง (กิโลปาสคาล,kPa)

λ = ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (MJ/kg)

$\gamma^{\cdot}$ = ค่าคงที่ไซโครเมทริกปรับปรุง (modified psychometric constant)

ตารางที่ 4 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยปี พ.ศ.2523-2542 ของสถานีลพบุรีและสุพรรณบุรี

สถานี	Meteorological data	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
ลพบุรี	Mean max temp(c)	33.0	34.2	35.8	36.5	35.1	33.9	33.3	32.9	32.4	32.0	31.6	30.8
	Mean min temp(c)	20.9	23.1	24.7	25.7	25.7	25.2	24.8	24.7	24.6	24.1	22.7	20.1
	Mean relative humidity (%)	61.6	64.6	65.3	68.1	73.8	76.2	76.7	78.9	82.2	78.8	68.6	59.9
	Mean wind velocity (knots)	1.5	1.6	2.0	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	0.9	1.1	2.1	2.3
	Sunshine (hr)[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สุพรรณบุรี	Mean max temp(c)	19.7	23.3	24.9	27.0	26.0	25.4	24.9	24.8	24.8	24.2	21.3	19.8
	Mean min temp(c)	64.0	70.0	68.0	74.0	73.0	77.0	79.0	79.0	83.0	80.0	69.0	62.0
	Mean relative humidity (%)	1.7	1.7	2.2	2.3	2.2	2.0	1.5	2.0	1.1	1.0	2.2	2.3
	Mean wind velocity (knots)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sunshine (hr)[1]	7.7	7.9	8.2	8.2	7.7	5.8	4.8	4.5	5.7	6.6	7.8	8.1

ที่มา : คำนวณจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา และ [1]ข้อมูลสถานีวิจัยการใช้น้ำชลประทานสามชุก จ.สุพรรณบุรี, กรมชลประทาน

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient, Kc) คำนวณหาได้จากการเปรียบเทียบผลการตรวจวัดการใช้น้ำโดยตรงในสนามจากถังการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) เทียบกับค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) จากการคำนวณ ซึ่งค่า Kc จะมีค่าแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และระยะการเจริญเติบโต (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณการระเหยและการคายน้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) โดยวิธี Penman-Monteith

หน่วย : มม./วัน

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค
อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	3.0	3.7	4.5	4.1	4.3	3.8	4.0	3.4	4.0	3.4	3.2	2.9
อ.เมือง จ.ลพบุรี	4.2	4.8	5.6	5.8	5.1	4.6	4.3	4.1	4.0	4.1	4.2	4.2

ตารางที่ 6 ค่า Kc ของ Penman-Monteith แยกรายพืชที่ใช้ในการจำลอง

สัปดาห์															
ชนิดพืช	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	เฉลี่ย
ข้าว กข.	1.03	1.07	1.12	1.29	1.38	1.45	1.5	1.48	1.42	1.34	1.23	0.94	0.86		1.24
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	0.66	0.79	0.97	1.18	1.35	1.51	1.61	1.64	1.62	1.6	1.55	1.46	1.28	1.08	1.31
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.63	0.72	0.86	1.13	1.35	1.52	1.61	1.63	1.58	1.5	1.38	1.15	0.9	0.67	1.19
เดือน															
ชนิดพืช	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	เฉลี่ย
อ้อย	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.2	0.93	0.63	0.52					1.01

ที่มา: กรมชลประทาน (2539)

ปฏิทินการเพาะปลูกบ่งชี้ช่วงเวลาเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดไม่ว่าจะเป็นข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อย ข้าวโพด หรือพืชอื่นๆ ในแต่ละพื้นที่อาจเพาะปลูกไม่ตรงกันเนื่องด้วยปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ รอบเวรการส่งน้ำ อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาการปลูกพืชรอบที่ผ่านมา ปฏิทินการเพาะปลูกนี้สามารถรวบรวมได้จากการรายงานผลการเพาะปลูกจากกรมชลประทานที่ต้องทำรายงานขึ้นเพื่อวิเคราะห์การจัดส่งน้ำให้พอเพียงกับความต้องการน้ำ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ข้อมูลจากกรมชลประทาน และผลการสำรวจการใช้น้ำทั้งออกภาคสนามและใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีหัวข้อเรื่องช่วงเวลาการเพาะปลูกมาตรวจสอบข้อมูลอีกด้วย ตัวอย่างของปฏิทินเพาะปลูกของกลุ่มพื้นที่ B01 ปี 2532-2536 ดังรูปที่ 6 ส่วนที่เหลือแสดงในภาคผนวก

ปี 2532-2536

ระบบการปลูกพืช	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ข้าวนาปี												
ข้าวนาปรัง												
ข้าวโพด												
อ้อย												
พืชไร่-ผัก												
ไม้ผล-บ่อปลา												

รูปที่ 6 ปฏิทินเพาะปลูกของกลุ่มพื้นที่ B01 ปี 2532-2536

4.1.2. การเตรียมแปลง

การเตรียมแปลงเป็นขั้นตอนที่ต้องทำก่อนที่จะทำนาครั้งต่อไป การเตรียมแปลงมีวัตถุประสงค์ (ดิเรก, 2529) เพื่อทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก ทำให้ดินแตกเป็นก้อนเล็กง่ายต่อการปักดำและง่ายต่อการชอนไชหาอาหารของข้าว เป็นการกำจัดวัชพืช เป็นการทำลายที่อยู่ของโรคและแมลงศัตรูพืช การเตรียมแปลงนี้ยังเป็นการลดการสูญเสียของน้ำ ทำให้ดินเก็บความชื้นได้ดี ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมแปลงมีอยู่จำนวนมาก ขอกล่าวเฉพาะที่สำคัญเท่านั้น ปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย

1. ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอ่อนตัว (Saturation) และเปียกชุ่ม (Land Soaking) เพื่อสะดวกในการไถ
2. ปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยการระเหย (Evaporation)
3. ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในดิน ทั้งทางด้านการซึมลึก(Percolation) และการซึมข้าง(Seepage)
4. ปริมาณน้ำที่ขังในแปลงนาครั้งแรก (Water Layer) เพื่อชดใช้หรือทดแทนการสูญเสียโดยการระเหย การซึมลงไปในดินเพื่อช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชจนกว่าที่จะได้รับน้ำครั้งต่อไป

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงมีอยู่หลายการศึกษา ทองเปลว(2541) สรุปปริมาณการใช้น้ำเตรียมแปลง ค่าที่แสดงในตารางที่ 7 แสดงเฉพาะการศึกษาที่เกี่ยวกับพื้นที่ศึกษาเท่านั้น ส่วนในการศึกษานี้ใช้ค่าการเตรียมแปลงสำหรับ ฤดูแล้ง และฤดูฝนเท่ากับ 350 และ 280 มม. ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองที่โครงการสามชุก

ตารางที่ 7 ปริมาณการใช้น้ำเตรียมแปลง (หน่วย:มิลลิเมตร)

โครงการ	ปี	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
มโนรมย์	2522	350	-
สามชุก	2522	350	280
เจ้าพระยาตอนบน	-	255	255
เจ้าพระยาตอนล่าง	-	230	255

ที่มา : ดัดแปลงจากทองเปลว (2541)

4.1.3. ฝนใช้การ

ฝนเป็นอีกแหล่งน้ำนอกเหนือจากน้ำชลประทาน พืชนำน้ำส่วนนี้มาใช้ได้ ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำมาใช้ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเก็บกักน้ำฝนไว้ได้มากน้อย น้ำฝนส่วนที่ไหลออกจากแปลงนาเพราะระดับน้ำในแปลงสูงกว่าคันนา จะไหลลงในคลองระบายต่อไป จึงสรุปได้ว่าปริมาณฝนใช้การได้ หมายถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือเป็นปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่สามารถทดแทนน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้แก่พืชได้ องค์ประกอบที่มีผลต่อปริมาณฝนใช้การได้ ประกอบด้วย ชนิดของดิน ระดับน้ำในแปลงนาก่อนฝนตก ความสามารถเก็บกักน้ำของคันนา ปริมาณของน้ำฝนที่ตกแต่ละครั้ง และอัตราการใช้น้ำของพืช การคำนวณหาค่าปริมาณฝนใช้การได้ใช้วิธีการของบริษัทที่ปรึกษา ACRES แห่งประเทศแคนาดา ที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องนี้สำหรับในลุ่มน้ำเจ้าพระยาไว้เมื่อปี พ.ศ. 2525

ก) **กรณีที่เป็นข้าว**

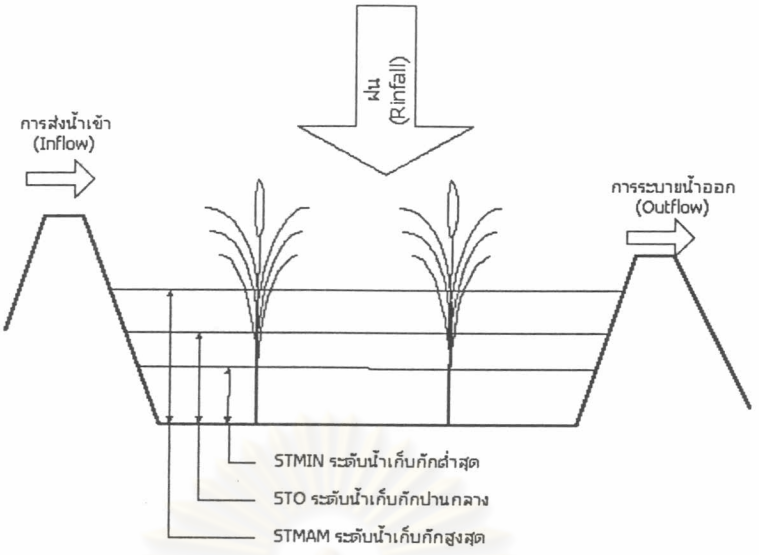
STMIN = ระดับน้ำต่ำสุดในแปลงนาก่อนการส่งน้ำชลประทาน, 50 มม.

STO = ระดับน้ำในแปลงนาหลังการใช้น้ำชลประทาน, 90 มม.

STMAX = ระดับน้ำสูงสุดในแปลงนาก่อนที่น้ำจะไหลล้นออก(runoff), 120 มม.

ข) **กรณีที่เป็นพืชไร่**

เนื่องจากในพืชไร่ไม่มีการขังน้ำไว้ในแปลงนา ดังนั้นความสูงระหว่าง STMIN และ STMAX จึงเป็นความลึกของน้ำที่เทียบกับปริมาณน้ำที่พืชสามารถเก็บไว้ได้ในเขตรากพืช ซึ่งประเมินไว้ 25 มม.



จากค่าพารามิเตอร์ที่กล่าวไป ป้อนค่าให้แบบจำลอง AISP พร้อมทั้งปริมาณฝน แบบจำลองคำนวณผลลัพธ์ ได้เป็นเกณฑ์การประเมินปริมาณฝนใช้การ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินปริมาณฝนใช้การในเขตพื้นที่ศึกษา (หน่วย : ม.ม.)

ปริมาณฝน	0	25	50	100	150	200	250	300	400	500
ปริมาณฝนใช้การในฤดูแล้ง	0	25	50	100	125	135	135	135	135	135
ปริมาณฝนใช้การในฤดูฝน	0	25	50	78	88	90	90	90	90	90

4.1.4.ประสิทธิภาพชลประทาน

โดยทั่วไปประสิทธิภาพชลประทานเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการจัดส่งน้ำจากจุดเริ่มต้นโครงการไปยังแปลงนา หรือมองในอีกแง่หนึ่งคือค่าที่บ่งบอกการสูญเสียน้ำเทียบกับปริมาณน้ำทั้งหมด ค่าประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การดาดคลอง การดูแลรักษาโครงสร้างทางชลศาสตร์ การระเหยของน้ำ เป็นต้น สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการชลประทาน} = \frac{\text{(ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี + การรั่วซึม – ฝนใช้การ)}}{\text{ปริมาณน้ำส่งจริง}} \times 100 \quad \text{.....(3)}$$

ในทางปฏิบัติมีวิธีการแยกคิดค่าประสิทธิภาพเป็นส่วนๆ (วราวุธ, 2538) เพื่อจะได้ทราบว่าช่วงใดตอนใดมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาประสิทธิภาพรวมของทั้งโครงการ โดยทั่วไปจะแยกพิจารณาประสิทธิภาพการชลประทานเป็น 3 ส่วน คือ

1. ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Water Conveyance Efficiency, Ec)
2. ประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำ (Field Canal Efficiency, Eb)
3. ประสิทธิภาพการให้น้ำ (Water Application Efficiency, Ea)

เมื่อทราบประสิทธิภาพของแต่ละส่วนที่แยกออกมาแล้ว การหาประสิทธิภาพรวมของโครงการชลประทาน (Irrigation Efficiency, Ei) คำนวณจากสมการ ค่าประสิทธิภาพของแต่ละค่าดูตารางที่ 9

$$Ei = Ea \times Eb \times Ec \qquad \text{.....(4)}$$

การศึกษาการคำนวณประสิทธิภาพการให้น้ำโครงการแม่กลองใหญ่สรุปได้ว่าในระดับแปลงนามีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูการส่งน้ำเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ และในระดับคูส่งน้ำได้แบ่งการคำนวณออกเป็นช่วงการเตรียมแปลง หลังการเตรียมแปลงและเฉลี่ยตลอดฤดูการส่งน้ำ พบว่าช่วงต้นคูมีค่า 61.17, 17.79 และ 31.64 เปอร์เซ็นต์ ช่วงปลายคูมีค่า 92.66, 60.13 และ 79.08 เปอร์เซ็นต์ และตลอดความยาวคูมีค่า 72.75, 23.11 แ ละ 42.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ทวี, 2528)

ในการศึกษานี้ได้ใช้ค่าประสิทธิภาพชลประทาน จากการศึกษาที่ผ่านมา (กรมชลประทาน, 2543) และจากการศึกษาของสุจริต และคณะ (2545) ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยรายฤดูกาล รายกลุ่มพื้นที่แสดงดังตารางที่ 10 (กลุ่มพื้นที่กล่าวรายละเอียดในหัวข้อที่ 4.3.2)

4.1.5. น้ำไหลคืน

ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในแปลงนา บางส่วนพืชสามารถนำไปใช้ได้แต่บางส่วนเมื่อสะสมจนมีระดับน้ำสูงกว่าคันนาจะไหลลงสู่คลองระบายน้ำ ประกอบกับการเพาะปลูกข้าวในบางช่วงจำเป็นต้องระบายน้ำในนาทิ้งเพื่อให้รากข้าวได้รับออกซิเจน เพื่อให้ดินได้ปล่อยก๊าซพิษที่เกิดขึ้น และเพื่อเป็นการล้างพิษที่ปะปนอยู่ในน้ำ ด้วยสาเหตุที่กล่าวมาจึงทำให้มีปริมาณน้ำส่วนหนึ่ง ไหลทิ้งสู่คลองระบาย นิยมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งเข้าแปลงเพาะปลูกรวมกับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแปลงเพาะปลูก และหักปริมาณน้ำที่พืชใช้และที่รั่วซึม เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์น้ำไหลคืน (Return Flow Factor, RF) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Ec) ประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำ (Eb) ประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ (Ed) และประสิทธิภาพการให้น้ำ ขนาดของพื้นที่ ลักษณะของดิน และวิธีการให้น้ำแบบต่างๆ

รายละเอียด	ประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (Ec)	
ส่งน้ำแบบตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงอัตราการส่งน้อย	90 %
ส่งน้ำแบบหมุนเวียน โครงการขนาด 20,000 – 40,000 ไร่	
พื้นที่หมุนเวียน 500- 2,000 ไร่ มีการจัดการดี	80 %
ส่งน้ำแบบหมุนเวียนในโครงการขนาดใหญ่มาก (มากกว่า 60,000 ไร่)	65 –70 %
ประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำ (Eb)	
สำหรับพื้นที่รับน้ำมากกว่า 125 ไร่ : คลองดิน	80 %
: คลองดาด หรือ ท่อส่งน้ำ	90 %
สำหรับพื้นที่รับน้ำน้อยกว่า 125 ไร่ : คลองดิน	70 %
: คลองดาด หรือ ท่อส่งน้ำ	80 %
ประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ (Ed = Ec x Eb)	
สำหรับการส่งน้ำแบบหมุนเวียนที่มีการจัดการและการประสานงาน	
ก. ดี	65 %
ข. พอใช้	55 %
ค. เกือบพอใช้	40 %
ง. เลว	30 %

ที่มา : ดัดแปลงจากอภิชาติและคณะ (2524)

ตารางที่ 10 ประสิทธิภาพชลประทานเฉลี่ยรายปี รายกลุ่มพื้นที่

ปี \ กลุ่ม	1	2	3	4	5	9	10	11	12	13	15	16	18
2532	64	58	64	70	61	37	80	75	79	61	79	80	92
2533	77	65	79	68	71	45	82	94	78	69	83	81	79
2534	82	57	76	43	58	34	72	58	72	50	61	80	65
2535	65	61	59	60	63	36	84	76	70	75	68	81	88
2536	87	61	56	49	91	81	95	49	94	63	87	97	99
2537	80	68	68	63	60	86	73	68	72	47	60	75	82
2538	76	69	74	87	67	92	83	68	72	41	85	87	97
2539	82	70	52	69	86	90	77	61	77	55	82	90	84
2540	86	68	69	67	85	92	67	59	80	52	84	77	80
2541	95	85	86	64	79	48	76	61	91	54	55	94	86

ที่มา : สุจริตและคณะ (2545)

หมายเหตุ รายละเอียดกลุ่มพื้นที่ดูในหัวข้อที่ 4.3.2

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำไหลคืน แยกรายเดือน (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
RF	45	45	45	50	50	50	50	50	50	60	60	60

ที่มา : ดัดแปลง กรมชลประทาน (2543)

4.1.6.ปริมาณน้ำแหล่งอื่น

ยามขาดแคลนน้ำชลประทานและน้ำฝน เกษตรกรใช้น้ำจากน้ำใต้ดินและยังใช้น้ำจากคลองระบาย สระกักเก็บน้ำ และน้ำนอนคลอง ทั้ง 4 แหล่งนี้รวมกันเรียกว่า "น้ำแหล่งอื่น" น้ำจากแหล่งนี้มีบทบาทสำคัญต่อการเพาะปลูกพืชในฤดูแล้งอย่างมาก (ในฤดูฝนจะใช้แหล่งอื่นเพียงครั้งคราว)

น้ำจากคลองระบายนี้มาจากการปล่อยน้ำออกจากที่นาของเกษตรกรที่อยู่เหนือน้ำขึ้นไป เพราะการกักเก็บน้ำไว้ในแปลงนา มีทั้งกักเก็บน้ำไว้ในระดับสูงหรือแม้กระทั่งการปล่อยให้ที่นาแห้งบางเวลา จากการสัมภาษณ์เกษตรกรให้เหตุผลของการระบายน้ำออกจากแปลงนาในบางช่วงเวลาดังนี้ ในช่วงเริ่มต้นเพาะปลูกมีความจำเป็นต้องขังน้ำไว้ในนาเพื่อเตรียมแปลง หลังจากหว่านข้าวเปลือก (นาหว่าน) เมื่อต้นข้าวแทงยอดออกมาได้ระยะหนึ่ง จะหยุดการให้น้ำ โดยระบายน้ำออกจากแปลงนา ปล่อยไว้เช่นนี้ประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วจึงปล่อยน้ำเข้าที่นาใหม่ ต้นข้าวจะเติบโตอย่างรวดเร็ว และยังมีเหตุผลอื่นๆอีกมากมาย ดังเช่น เกษตรกรพยายามกักเก็บน้ำไว้ในแปลงนาให้มากที่สุด เพื่อเป็นการประกันว่า หากเกิดการขาดน้ำบางช่วงทั้งจากการจัดรอบเวรและจากฝนทิ้งช่วง จะมีน้ำเพื่อบรรเทาไปได้ แต่หากเกิดฝนตกขึ้นมา ระดับน้ำที่อยู่สูงแต่เดิมแล้วนั้น เมื่อรวมกับฝนที่ตกลงมา มักจะเกินกว่าระดับน้ำที่พืชเติบโตได้ดี เกษตรกรจำต้องระบายน้ำออกจากแปลงนา ที่กล่าวมาทั้งหมดจึงเป็นสาเหตุที่ในคลองระบายมีน้ำอยู่เกือบตลอดเวลา เกษตรกรที่อยู่ใกล้คลองระบายจึงนำน้ำนี้กลับมาใช้เพาะปลูกอีกครั้ง แม้ว่าอาจจะต้องใช้เครื่องสูบน้ำช่วยก็ตาม

โดยทั่วไปในพื้นที่เกษตรกรรมจะมีแหล่งน้ำธรรมชาติ จำพวกห้วย หนอง ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติบ้าง จากการสร้างขึ้นบ้าง เหล่านี้เองที่เป็นแหล่งน้ำสำรองที่นำมาใช้ได้ นอกจากนี้ยังมีน้ำที่กักเก็บอยู่ในคลองส่งน้ำ ที่เรียกว่าน้ำนอนคลอง น้ำส่วนนี้บางครั้งไว้สำหรับเพื่ออุปโภคบริโภค และสามารถนำมาใช้ทำการเกษตรได้ ในการศึกษาจึงกำหนดสมการเพื่อคำนวณปริมาณน้ำแหล่งอื่นขึ้น ดังสมการที่ 5

เนื่องจากปริมาณความต้องการน้ำและปริมาณน้ำชลประทาน มีการคำนวณและตรวจวัดที่จุดรับน้ำของโครงการ(หัวงาน) ซึ่งได้คำนวณประสิทธิภาพชลประทานไปด้วย ในการคำนวณปริมาณน้ำแหล่งอื่น จึงต้องคูณด้วยค่าประสิทธิภาพชลประทานเพื่อให้เป็นที่แปลงนา ซึ่งเป็นการใช้น้ำจริงไม่มีการสูญเสียในการส่งน้ำ

$$Ot = Eff \times (Req - Irri) \quad \text{.....(5)}$$

โดยที่ Ot = ปริมาณน้ำแหล่งอื่น

Eff = ประสิทธิภาพชลประทาน

Req = ปริมาณความต้องการ

Irri = ปริมาณน้ำจัดสรร

4.2.ความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค เพื่อพาณิชย์ และเพื่ออุตสาหกรรม

4.2.1.ความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค

ร่างกายของมนุษย์มีน้ำเป็นส่วนประกอบกว่า 80% น้ำเป็นปัจจัยที่ทำให้ระบบต่างๆ ในร่างกายทำงานได้สมบูรณ์ ดังนั้นทุกคนมีความจำเป็นต้องดื่มน้ำ(บริโภค) นอกจากนี้มนุษย์ใช้น้ำเพื่อการชำระล้างสิ่งสกปรกและวัตถุประสงค์อื่นๆ (อุปโภค) อัตราการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคนี้ขึ้นอยู่พฤติกรรมการใช้น้ำ ที่สามารถบ่งบอกได้จากลักษณะของชุมชนที่อาศัยอยู่ บ่งบอกจากความสะดวกในการใช้น้ำเช่น การมีระบบประปา หรือ การมีแหล่งน้ำอยู่ใกล้บริเวณบ้าน มั่นสิน (2537) อุดร (2537) ดังตารางที่ 12 และ 13 ตามลำดับ หรือบ่งบอกตามจำนวนผู้อยู่อาศัยพื้นที่นั้นๆ กรมชลประทาน (2543) ดังตารางที่ 14 การคำนวณปริมาณการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคคิดได้ 2 วิธีคือ รวบรวมข้อมูลการผลิตจริงของการประปาต่างๆ หรือ คิดจาก อัตราการใช้ต่อคนต่อวัน และจำนวนประชากร ดังสมการต่อไปนี้

$$V = N \times C \quad \text{.....(6)}$$

เมื่อ V : ปริมาณการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค (ลิตรต่อวัน)

N : จำนวนประชากร (คน)

C : อัตราการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค (ลิตรต่อคนต่อวัน, ลคว.)

ตารางที่ 12 อัตราการใช้น้ำแยกตามประเภท (หน่วย ลิตร/คน/วัน)

ประเภท	อัตราการใช้น้ำ
หมู่บ้านที่ไม่ได้ต่อท่อเข้าบ้าน	40
หมู่บ้านที่ต่อท่อเข้าบ้านประมาณ ½ ของทั้งหมด	80-100
อำเภอหรือสุขาภิบาลที่มีฐานะเศรษฐกิจปานกลาง	100-200
เขตเทศบาล เขตเมือง	200-300 (มักใช้ 250)
กรุงเทพมหานคร	400 (รั่วซึมมาก)

ที่มา : อุดร จารุรัตน์ และ จารุรัตน์ วรนิสรากุล 2537

ตารางที่ 13 อัตราการใช้น้ำแยกตามประเภท (หน่วย ลิตร/คน/วัน)

ประเภท	อัตราการใช้น้ำ
ชนบท	30-50
ชานเมือง	50-75
เขตเทศบาล	100-120
นครหลวง	200
การประปาภูมิภาค	120
การประปานครหลวง	200

ที่มา : มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2537

ตารางที่ 14 อัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเมือง

จำนวนประชากรในชุมชนเขตเมือง	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)
3,000 - 10,000	120
> 10,000 - 20,000	170
> 20,000 - 30,000	200
> 30,000 - 50,000	250
> 50,000	300
เขตชุมชนชนบท	50

ที่มา : กรมชลประทาน, 2543

4.2.2. ความต้องการน้ำเพื่อพาณิชย์และเพื่ออุตสาหกรรม

แหล่งน้ำที่ใช้ในวัตถุประสงค์นี้มีอยู่ 2 แหล่งคือ น้ำประปา และน้ำบาดาล น้ำประปาในพื้นที่ศึกษามีใช้เฉพาะในเขตชุมชนเมืองเท่านั้น (อาจมีการใช้น้ำประปาหมู่บ้านเพื่อวัตถุประสงค์นี้บ้าง แต่น้อยมาก) ส่วนน้ำบาดาลมีการใช้โดยทั่วไป แต่ต้องขออนุญาตจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด เพื่อจัดเก็บค่าน้ำ ระเบียบวิธีการคำนวณปริมาณการใช้น้ำส่วนนี้สามารถทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และนำมาสรุปรวมกัน ข้อมูลจากการประปานั้นสามารถแยกแหล่งน้ำที่ใช้ผลิตได้ทุกแห่ง สามารถแยกปริมาณการใช้น้ำเพื่อพาณิชย์ และเพื่ออุตสาหกรรมได้บางแห่งเท่านั้น จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมรายจังหวัดแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนโรงงาน รายจังหวัดในพื้นที่ศึกษา

จังหวัด	ชัยนาท	นครสวรรค์	พระนครศรีอยุธยา	ลพบุรี	สระบุรี	สิงห์บุรี	สุพรรณบุรี	รวม
จำนวน	408	174	1179	643	1078	367	1207	6567

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม

4.3.แบบจำลอง AISP

AISP (ACRES IRRIGATION SUPPORT PACKAGE) เป็นแบบจำลองเพื่อวางแผนโครงการพัฒนาแหล่งน้ำและการบริหารจัดการน้ำ สำหรับชลประทานลุ่มน้ำขนาดใหญ่ โดยสามารถวิเคราะห์ระบบที่ประกอบด้วยอ่างเก็บน้ำหลายๆ อ่าง โครงการชลประทานหลายๆ โครงการ และกิจกรรมการใช้น้ำต่างๆ ซึ่งขัดแย้งกัน AISP ประกอบด้วยแบบจำลองย่อยหลายตัว ซึ่งสามารถสร้างระบบของลุ่มน้ำได้อย่างอิสระตามความต้องการ การคำนวณเลือกช่วงเวลาได้เป็นรายเดือนหรือรายสัปดาห์ตามความเหมาะสม แบบจำลองนี้ยังมีเครื่องมือที่ใช้จัดการประมวลข้อมูลและแสดงผลการคำนวณ

4.3.1.รายละเอียดแบบจำลอง AISP

แบบจำลอง AISP ประกอบด้วยส่วนหรือโมดูลต่างๆ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือฟังก์ชันการทำงานให้เลือกได้หลายแบบ เริ่มตั้งแต่โมดูลเพื่อควบคุมและสั่งงานแบบจำลองทั้งหมด โมดูลจัดการข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง ไปจนกระทั่งโมดูลเรื่องเครื่องมือเพิ่มเติม โดยกล่าวในรายละเอียดของแต่ละโมดูลได้ดังนี้

1. Main Control program (MC)
2. Database Module for Time Series Data (DBM)
3. Reference Evapotranspiration Module (ETM)
   (developed by International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI))
4. Irrigation Demand Module (IDM)
5. Water Balance Module - Acres Reservoir Simulation Package (ARSP)
6. Editing Modules for ARSP, IDM, and ETM
7. Backrouting Module (BRM)
8. Tools (Utilities) Module which provides access to PKZIP for file backup and to Microsoft Office for statistical analysis and data reporting.

ในส่วนของ MC จะเป็นส่วนที่ใช้ควบคุมแบบจำลองนี้โดยสามารถเรียกโมดูลอื่นๆ ขึ้นมาใช้งานได้โดยง่าย คล้ายกับเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างแต่ละโมดูล โปรแกรมการคำนวณสมดุลน้ำ (Acres Reservoir Simulation Package, ARSP) เป็นโปรแกรมหลักในการวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำโดยใช้ข้อมูลของส่วนที่วิเคราะห์จาก AISP นั่นเอง แบบจำลองคณิตศาสตร์ในโมดูลอื่นๆ จะส่งข้อมูลโดยตรงไปยัง AISP เพื่อทำหน้าที่วิเคราะห์และรายงานผลการคำนวณโดยแสดงผังโครงสร้างของโปรแกรม AISP ดังรูปที่ 7

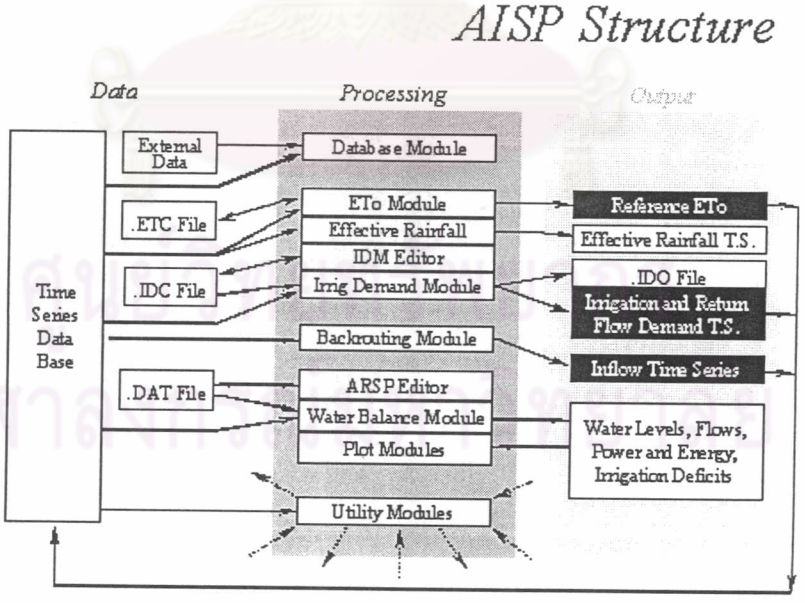
ก) โปรแกรมควบคุมหลัก (MC)

ในส่วนนี้เป็นส่วนควบคุมแบบจำลองและโมดูลต่างๆ เพื่อให้แต่ละส่วนทำงานตามที่กำหนดไว้ หน้าต่างโปรแกรมควบคุมหลักแสดงในรูปที่ 8

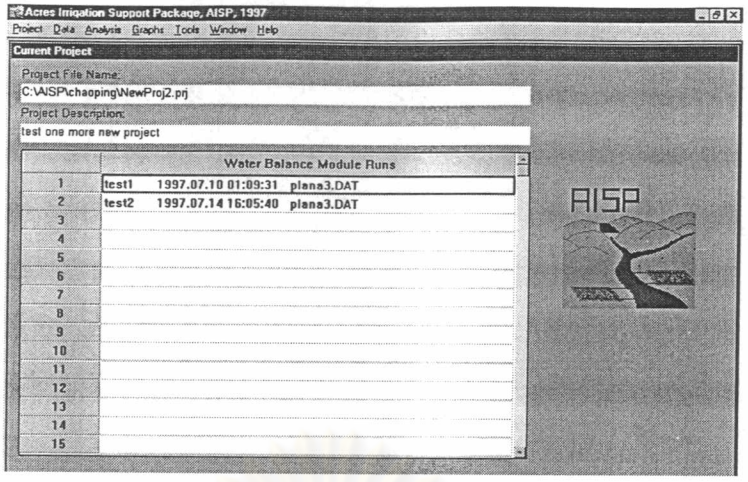
ข) โมดูลการจัดการข้อมูลอนุกรมเวลา (DBM)

แบบจำลอง AISP ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา เช่น ปริมาณน้ำท่า น้ำฝน อุณหภูมิ เพื่อการวิเคราะห์ต่างๆ ในแบบจำลองนี้แบ่งรูปแบบข้อมูลเป็น 2 แบบคือ 1.) แบบ ASCII แสดงในตารางที่ 16 จะมีความกว้างของข้อมูลที่แน่นอน 2.) แบบ AISP คล้ายกับรูปแบบ ASCII แต่จะเรียงต่อกับไปจนจบในบรรทัดเดียวกัน (กรณีรายเดือนจะมี 12 ค่า กรณีรายสัปดาห์มี 52 ค่าและกรณีรายวันมี 32 ค่า) โดยรูปแบบของ AISP เป็นรูปแบบพื้นฐานของแบบจำลองนี้ รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ควรจะใช้เพราะอ่านข้อมูลได้เร็ว และใช้ทั่วไปในแบบจำลอง อย่างไรก็ตามเพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลชุดเก่าที่เป็น ASCII ได้โปรแกรมยังสามารถอ่านข้อมูล ASCII ได้ โมดูลฐานข้อมูลมีหน้าที่หลักดังต่อไปนี้

1. สร้างและทำบัญชีรายชื่อแฟ้มข้อมูลทั้ง ASCII และ AISP พร้อมทั้งรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
2. แปลงข้อมูล ASCII เป็นข้อมูลรูปแบบ AISP
3. สรุปข้อมูลรายวัน ให้เป็นข้อมูลรายสัปดาห์หรือรายเดือน
4. ปรับปรุงข้อมูลของแฟ้ม AISP (ในกรณีที่มีการเปลี่ยนข้อมูลที่นำเข้า)



รูปที่ 7 การทำงานของแบบจำลอง AISP



รูปที่ 8 หน้าต่างโปรแกรมควบคุมหลัก

ค) โมดูลการคำนวณการคายระเหยอ้างอิง (ETM)

โมดูลนี้พัฒนาโดย International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI) โดยสามารถคำนวณโดยวิธี Modified Penman หรือ Penman-Monteith โดยข้อมูลที่ต้องการมีดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิรายวันต่ำสุด
2. ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิรายวันสูงสุด
3. ค่าเฉลี่ยของจำนวนชั่วโมงแสงแดด
4. ค่าเฉลี่ยรายวันของความชื้นสัมพัทธ์
5. ค่าเฉลี่ยรายวันของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด
6. ค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายวัน หน่วย ม./วินาที
7. ค่าเฉลี่ยอัตราเร็วลมเวลากลางวันต่อเวลากลางคืน

ตารางที่ 16 ตัวอย่างข้อมูลในรูปของ ASCII

Reference evapotranspiration in mm/month calculated by Penman-Monteith Method

Station: Station Suphanburi station

Period: 1961 to 1996

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1961	103	118	158	165	135	115	113	112	98	116	105	95
1962	101	113	149	179	173	136	115	122	102	115	100	91
1963	98	108	145	178	194	122	106	119	108	112	103	98
1964	108	120	156	177	143	146	135	124	110	112	94	92
1965	102	118	167	193	173	120	148	147	121	121	112	101
1966	104	121	165	186	150	133	118	106	122	114	100	99
1967	97	115	167	178	153	138	127	121	100	115	95	86
1968	99	119	158	157	156	127	137	119	121	114	103	93

ง) โมดูลการคำนวณความต้องการน้ำชลประทาน (IDM)

เป็นโมดูลที่คำนวณความต้องการน้ำชลประทาน และคำนวณปริมาณน้ำไหลกลับคืน แยกพืชออกเป็น 3 ประเภทคือ ข้าว พืชไร่และบ่อปลา โดยกำหนดคุณสมบัติดังนี้

1. ข้าว ปลูกในพื้นที่นาที่มีลักษณะเป็นแปลงซึ่งเก็บกักน้ำฝนไว้ใช้ได้
2. พืชไร่ ปลูกในไร่ที่ใช้น้ำฝนได้บางส่วน ที่เหลือน้ำฝนส่วนเกินจะไหลผ่านไปไม่สามารถใช้ได้
3. บ่อปลา มีลักษณะเป็นแปลงเช่นเดียวกับนาข้าวแต่สามารถเก็บน้ำฝนได้ไม่จำกัด

โมดูลนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยๆ ตามหน้าที่ได้ดังนี้

1. ส่วน Editor สำหรับสร้างแฟ้ม
2. ส่วนคำนวณรายสัปดาห์
3. ส่วนคำนวณรายเดือน

ข้อมูลที่ต้องการใช้ในโมดูลนี้มีจำนวนมาก แต่ละข้อมูลอาจจะต้องคำนวณด้วยโมดูลอื่นๆ มาก่อนเช่น ค่าการคายระเหยอ้างอิง ซึ่งต้องคำนวณจากโมดูล ETM มาก่อน อีกทั้งข้อมูลบางตัว เช่น พื้นที่เพาะปลูก อัตราการซึมในแปลงนา ต้องมีการเก็บข้อมูลจากสภาพจริงก่อนหรือรวบรวมจากการศึกษาที่ผ่านมา ข้อมูลที่ใช้ในโมดูลนี้มีดังนี้ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในตัวช่วยของแบบจำลอง)

1. พื้นที่เพาะปลูก
2. ค่าการคายระเหยอ้างอิง
3. ค่าสัมประสิทธิการใช้น้ำของพืช (K_c)
4. ปริมาณน้ำเตรียมแปลง
5. อัตราการซึมลึกในแปลงนา
6. ค่าประสิทธิภาพชลประทาน
7. สัมประสิทธิ์น้ำไหลคืน
8. ปริมาณฝนใช้การ
9. ชื่อของพืชในพื้นที่ไม่ได้เพาะปลูก
10. ช่วงเวลาการเพาะปลูก

เมื่อใส่ข้อมูลที่ใช้ในโมดูลนี้แล้ว จะต้องเก็บข้อมูลไว้ในรูปของไฟล์ **.idc เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยไฟล์นี้จะรวบรวมข้อมูลต่างๆ ไว้ ดังแสดงในตารางที่ 17

หลังจากคำนวณความต้องการน้ำชลประทานและปริมาณน้ำไหลกลับคืนแล้ว ถือได้ว่าไฟล์ผลลัพธ์เป็นข้อมูลนำเข้าของการวิเคราะห์สมดุลน้ำด้วย ARSP ต่อไป หากไม่ต้องการวิเคราะห์สมดุลน้ำ จึงนำข้อมูลผลลัพธ์นี้ไปวิเคราะห์กับปริมาณน้ำที่ส่ง (วัดจากจุดควบคุม) เพื่อศึกษา

ปริมาณน้ำที่ใช้จากแหล่งอื่น ต่อไป ตัวอย่างผลการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน ดังแสดงในตารางที่ 18

จ) โมดูลคำนวณปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (BRM)

โมดูลนี้ใช้ในกรณีที่ไม่มีการปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ มีการบันทึกเพียงปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง ระดับน้ำและอัตราการสูญเสียต่าง ๆ เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำนั่นเอง

ตารางที่ 17 ตัวอย่างบางส่วนของไฟล์ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง AISP ของปี 2538

```
Chao Phraya Irrigation Project Based on Nakorn Sawan precip and ETo
Detailed Output   :YES
Echo Rainfall Data :YES
Time Series Data  :ASCII
Output Flow Units :  2
Area Units Name   :Rai
Area Units Multiply: 1600.000
Number Periods/Year:  12
Start Year        : 1966
Start Month       :  1
Start Day         :  1
Calc. No.of Years :  33
Calc. No.of Periods:  12
Number of ER Points:  10
Rainfall :   0  70 100 125 150 175 180 190 200 250
EffRain 1:   0  70 100 125 145 155 155 155 155 155
EffRain 2:   0  70  95 110 112 115 115 115 115 115
ER Curve :   1   1   1   1   1   1   2   2   2   2   2   2
```

ตารางที่ 18 ตัวอย่างผลการคำนวณความต้องการน้ำชลประทาน (หน่วย ล้านลบ.ม.)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1966	0.59	14.71	19.64	9.48	7.55	2.65	86.33	45.09	38.27	32.33	21.4	4.98
1967	0.58	14.69	19.5	6.33	10.96	4.85	86.77	52.87	36.12	59.72	16.42	7.89
1968	0.55	14.07	19.02	7.14	11.11	5.73	95.69	51.27	39.59	67.8	24.75	8.1
1969	0.5	14.75	17.15	10.01	16.03	3.22	84.78	48.65	35.26	47.23	19.13	7.91
1970	0.54	14.13	16.26	8.88	8.63	1.28	84.63	44.41	34.4	28.16	22.15	5.31
1971	0.55	13.1	16.71	8	11.52	3.6	96.3	45.82	36.67	43.23	23.19	7.42
1972	0.51	14.68	17.72	5.89	19.28	1.65	97.13	47.18	30.52	28.62	4.53	6.52
1973	0.48	14.66	17.11	10.53	9.49	2.55	84.73	46.51	27.94	53.57	20.09	7.81
1974	0.47	14.15	16.53	4.31	5.89	1.41	84.76	43.96	31.81	19.21	9.67	7.04
1975	0.09	14.59	18.03	8.45	9.62	2.51	84.4	44.07	29.26	19.73	6.86	6.08
1976	0.45	14.29	16.76	8.68	5.01	4.66	83.36	41.58	32.68	19.21	20.53	6.59
1977	0.46	14.6	17.7	8.3	8.62	6.19	94.95	47.05	32.68	38.17	20.76	6.51

ฉ) โปรแกรมการคำนวณสมดุลน้ำ (ARSP)

เป็นโมดูลที่ใช้คำนวณระบบในลุ่มน้ำทั้งหมด ใช้เพื่อวางแผนการจัดการในอนาคตหรือใช้เพื่อควบคุมการบริหารน้ำในปัจจุบัน ความสามารถในการจำลองส่วนประกอบต่างๆได้สูงสุดดังนี้

จำนวนจุดร่วม	500	จำนวนปีที่ศึกษา	100
จำนวน arc	3,000	หมายเลขสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ	9,999
จำนวนทางน้ำ	1,000	หมายเลขสูงสุดของทางน้ำ	9,999
จำนวนอาคาร	200	ช่วงเวลาสูงสุดใน 1 ปี	52
จำนวนอ่างเก็บน้ำ	100	จำนวน arc สูงสุดในทางน้ำ	10
จำนวน forcast channels	50	จำนวนชุดของปริมาณน้ำท่าหรือฝน	250
จำนวนโรงไฟฟ้า	50	จำนวนทางน้ำที่เข้าหาจุดร่วม	250
จำนวนกลุ่มของพื้นที่ชลประทาน	150	จำนวนทางน้ำที่ออกจากจุดร่วม	250
จำนวนชั้นของอ่างเก็บน้ำ	15	จำนวน hedge rules	20
จำนวนของแฟ้มความต้องการใช้น้ำ	350	จำนวนของ hydrologic sequences	10

ข้อมูลที่ต้องการใช้ในการคำนวณสมดุลน้ำขึ้นอยู่กับลุ่มน้ำที่จำลองว่ามีกิจกรรมการใช้น้ำ จุดควบคุม และส่วนประกอบจำนวนมากหรือน้อย สิ่งที่สำคัญของการวิเคราะห์คือ แผนภาพของลุ่มน้ำที่ประกอบด้วย กิจกรรมการใช้น้ำ ทางน้ำ อ่างเก็บน้ำ ในการศึกษานี้มุ่งเน้นศึกษาความต้องการใช้น้ำของแต่ละโครงการชลประทาน จึงไม่ได้ใช้การวิเคราะห์สมดุลน้ำ (ส่วนของโปรแกรม ARSP)

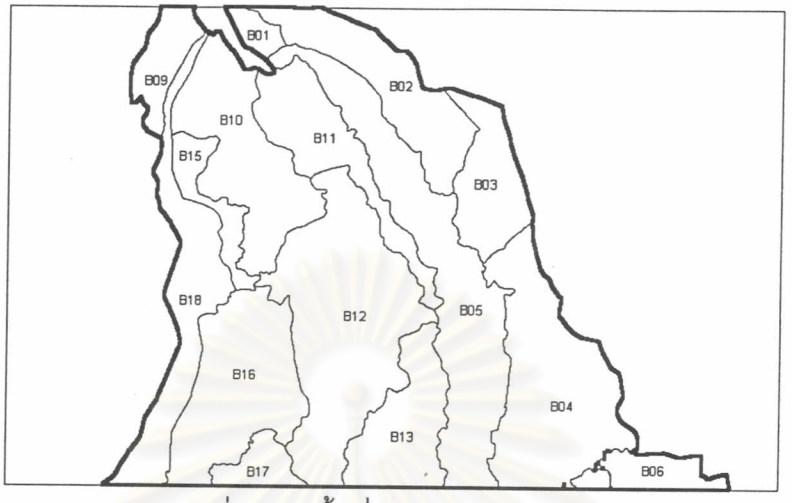
ซ) โมดูลกราฟ

แบบจำลองสามารภสร้างกราฟได้ 3 รูปแบบ คือ 1.)กราฟของการคำนวณสมดุลน้ำ 2.) กราฟของ FIRM Yield 3.) กราฟของชั้นและระดับควบคุมของอ่าง กราฟเหล่านี้จะแสดงบนจอภาพเพื่อใช้วิเคราะห์ในระหว่างการศึกษาเท่านั้น ถ้าจะแสดงกราฟเหล่านี้เป็นรายงาน ต้องสร้างขึ้นมาใหม่จากข้อมูลผลการศึกษาโดยโปรแกรมสร้างกราฟ เช่น ไมโครซอฟท์เอ็กเซล

4.3.2. การแบ่งกลุ่มพื้นที่ในแบบจำลอง

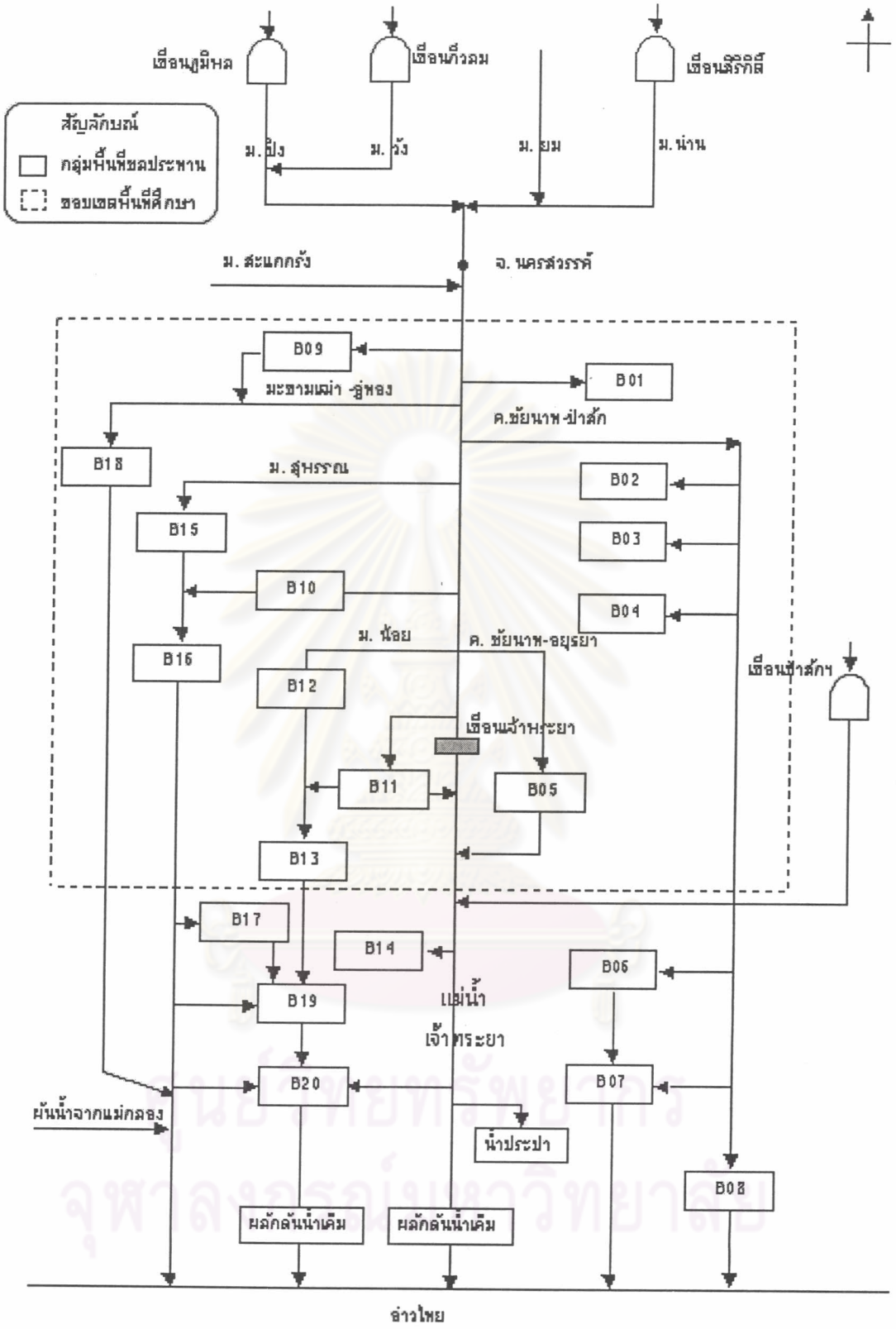
ในแบบจำลอง AISP มีความจำเป็นต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่ม โดยยึดหลักให้แต่ละกลุ่มมีลักษณะการใช้น้ำที่คล้ายกัน เช่น ใช้น้ำจากคลองชลประทานและคลองระบายเดียวกัน เป็นต้น รูปที่ 9 และ 10 แสดงการแบ่งกลุ่มพื้นที่ และการรับน้ำจากคลองส่งน้ำ ตามลำดับ การแบ่งกลุ่มแบบนี้ทำให้การวิเคราะห์ผลเป็นไปได้สะดวกกว่าที่ ยึดการแบ่งด้วยขอบเขตของโครงการชลประทาน ในกรณีนี้บางโครงการชลประทานอาจถูกแบ่งออกเพื่อให้สอดคล้องกับเหตุผลดังกล่าว และบางโครงการอาจไม่ถูกแบ่ง (ตารางที่ 19) ในพื้นที่ศึกษาที่มีโครงการชลประทานทั้งหมด 13 โครงการ แบ่งเป็นกลุ่มพื้นที่ได้ 13 กลุ่ม โดยผู้ศึกษาได้จัดทำสัดส่วนของพื้นที่แต่ละโครงการชลประทานที่ถูกแบ่งไปสู่กลุ่มพื้นที่ เพื่อนำไปใช้คำนวณข้อมูลที่เก็บไว้รายโครงการให้เป็นข้อมูลรายกลุ่มพื้นที่โดย

ใช้เทคนิคของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาช่วย และยังได้คำนวณสัดส่วนของพื้นที่รายกลุ่มที่อยู่ในอำเภอต่างๆ เพื่อคำนวณข้อมูลที่เป็นรายกลุ่มพื้นที่ให้เป็นรายอำเภออีกด้วย



รูปที่ 9 กลุ่มพื้นที่ในแบบจำลอง AISP

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 10 แผนภูมิการวิเคราะห์ระบบลุ่มน้ำของโครงการชลประทานเจ้าพระยา

I21044673

ตารางที่ 19 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ชลประทานที่ใช้ในแบบจำลอง

ลำดับ	ชื่อกลุ่มพื้นที่	พื้นที่โครงการ (ไร่)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	ประกอบไปด้วยโครงการชลประทาน	รับน้ำจากคลองชลประทาน	ตั้งอยู่ในขอบเขตอำเภอและจังหวัดของพื้นที่ศึกษา
1	BO 1	125,444	124,338	มโนรมย์ (1.00)	ชัยนาท - ป่าสัก	**จ.ชัยนาท**-เมือง (0.92) สรรพยา (0.08)
2	BO 2	272,296	255,833	มโนรมย์(0.49) ช่องแค(0.51)	ชัยนาท - ป่าสัก	**จ.ชัยนาท**-เมือง (0.13) สรรพยา (0.13) **จ.นครสวรรค์**-ตาคลี (0.40) **จ.ลพบุรี** –บ้านหมี่ (0.17)
3	BO 3	182,658	155,243	ช่องแค(1.00)	ชัยนาท - ป่าสัก	**จ.นครสวรรค์**-ตาคลี (0.02) **จ.ลพบุรี** –ท่าวุ้ง (0.19) บ้านหมี่ (0.74) เมือง (0.04)
4	BO 4	418,302	372,061	โคกกระเทียม(0.63) เริงราง(0.37)	ชัยนาท - ป่าสัก	**จ.พระนครศรีอยุธยา**-ท่าเรือ (0.07) นครหลวง (0.05) บางปะหัน (0.04) บ้านแพรก(0.02) มหาราช (0.07) **จ.ลพบุรี**-ท่าวุ้ง (0.04) เมือง (0.33)
5	BO 5	523,900	485,400	มหาราช(1.00)	ชัยนาท - อยุธยา	**จ.ชัยนาท**-สรรพยา (0.12) **จ.พระนครศรีอยุธยา**-บางปะหัน(0.02) บ้านแพรก (0.04) มหาราช (0.08) **จ.ลพบุรี**-ท่าวุ้ง (0.22) บ้านหมี่ (0.02) **เมือง** (0.05) **จ.สิงห์บุรี**-พรหมบุรี (0.06) เมือง (0.09) อินทร์บุรี (0.16) **จ.อ่างทอง**-ไชโย (0.06) ป่าโมก (0.02) เมือง (0.06)
9	BO 9	75,500	67,744	ชัยนาท(ทุ่งวัดสิงห์) (1.00)	ม.เจ้าพระยา	**จ.ชัยนาท**-วัดสิงห์ (0.66) หันคา (0.34)
10	B 10	300,140	271,209	พลเทพ(0.33) บรมธาตุ(0.67)	ม.น้อย	**จ.ชัยนาท**-เมือง (0.21) วัดสิงห์ (0.02) สรรคบุรี (0.42) หันคา (0.15) **จ.สิงห์บุรี**-บางระจัน (0.06) **จ.สุพรรณบุรี** – เดิมบางนางบวช (0.14)
11	B 11	190,350	173,574	บรมธาตุ(1.00)	ม.น้อย	**จ.ชัยนาท**-เมือง (0.03) สรรคบุรี (0.32) สรรพยา (0.22) **จ.สิงห์บุรี**-พรหมบุรี (0.05) เมือง (0.13) อินทร์บุรี (0.25)

ตารางที่ 19 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ชลประทานที่ใช้ในแบบจำลอง(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อกลุ่มพื้นที่	พื้นที่โครงการ (ไร่)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	ประกอบไปด้วยโครงการชลประทาน	รับน้ำจากคลองชลประทาน	ตั้งอยู่ในขอบเขตอำเภอและจังหวัดของพื้นที่ศึกษา
12	B 12	562,055	480,501	ชัณสูตร(0.94) ยางมณี(0.06)	ม.น้อย	**จ.ชัยนาท**-สรรคบุรี (0.01) **จ.สิงห์บุรี**-ค่ายบางระจัน (0.14) ท่าช้าง (0.05) พรหมบุรี (0.01) บางระจัน (0.16) เมือง (0.02) อินทร์บุรี (0.03) **จ.สุพรรณบุรี**-เดิมบางนางบวช (0.06) **จ.อ่างทอง**-โพธิ์ทอง (0.15) วิเศษชัยชาญ (0.10) แสวงหา(0.18)
13	B 13	222,807	201,243	ยางมณี(0.96) ผักไห่(0.04)	ม.น้อย	**จ.สิงห์บุรี**-พรหมบุรี (0.03) **จ.อ่างทอง**-ไชโย (0.08) ป่าโมก (0.04) โพธิ์ทอง (0.24) เมือง (0.20) วิเศษชัยชาญ (0.40)
15	B 15	89,503	72,661	ท่าโบสถ์(1.00)	ม.สุพรรณ	**จ.ชัยนาท**-สรรคบุรี (0.03) หันคา (0.49) **จ.สุพรรณบุรี**-เดิมบางนางบวช (0.48)
16	B 16	372,100	305,000	สามชุก(1.00)	ม.สุพรรณ	**จ.สุพรรณบุรี**-ดอนเจดีย์ (0.09) เดิมบางนางบวช (0.04) เมือง (0.14) ศรีประจันต์ (0.43) สามชุก (0.26) **จ.อ่างทอง**-สามโก้ (0.04)
18	B 18	310,907	286,211	พลเทพ(0.06) ท่าโบสถ์(0.41) ดอนเจดีย์(0.53)	มะขามเฒ่า - อู่ทอง	**จ.ชัยนาท**-วัดสิงห์ (0.03) หันคา (0.17) **จ.สุพรรณบุรี**-ดอนเจดีย์ (0.16) เดิมบางนางบวช (0.25) เมือง (0.12) สามชุก (0.23) อู่ทอง (0.04)

หมายเหตุ : 1. พื้นที่ชลประทาน คือ พื้นที่เพาะปลูกสูงสุดของแต่ละกลุ่มพื้นที่

2. ตัวเลขในวงเล็บของสดมภ์ที่ 5 คือ สัดส่วนของพื้นที่โครงการที่อยู่ในกลุ่มพื้นที่นั้นๆ

3. ตัวเลขในวงเล็บของสดมภ์ที่ 7 คือ สัดส่วนของพื้นที่แต่ละกลุ่มที่อยู่ในแต่ละอำเภอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

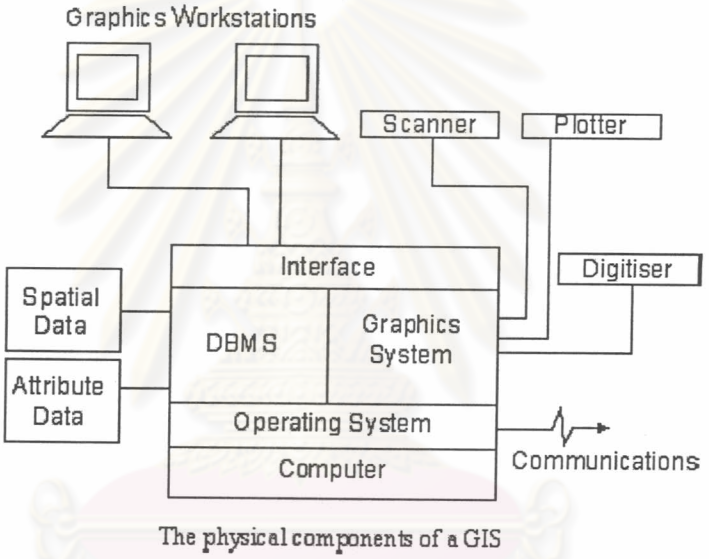
4.4.1. นิยาม

ระบบสารสนเทศ(Information system) คือ ระบบที่จัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถสืบค้นด้วยเวลาอันรวดเร็ว อีกทั้งสามารถนำข้อสนเทศที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหาร จึงกล่าวได้ว่าเป็นระบบที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้บริหารในการตัดสินใจปฏิบัติงาน (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2542) ด้วยความเปลี่ยนแปลงไปของสังคมที่ก้าวเข้าสู่ยุคข้อมูลข่าวสารระบบสารสนเทศจึงมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันอย่างมาก หากพิจารณาระบบดังกล่าวประกอบเข้ากับสิ่งต่างๆ ที่แสดงอยู่บนแผนที่ซึ่งเรียกว่า ภูมิศาสตร์ (Geography) รวมกันแล้วจึงเรียกว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographical Information System; GIS) มีผู้ให้คำนิยามไว้มากมายดังเช่น เป็นระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ในกาจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ใน 4 ลักษณะคือ 1) การนำเข้าข้อมูล 2)การจัดการข้อมูล รวมถึงการเก็บข้อมูลและการแก้ไข 3)การวิเคราะห์ข้อมูล 4)การแสดงผลข้อสนเทศ (สรรค์ใจ) นอกจากนี้ยังมีผู้ให้นิยามอีกว่าเป็นระบบที่รวมฮาร์ดแวร์ ซอฟแวร์ และข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อใช้เพื่อการค้นหา การเก็บ การแสดง การปรับปรุงให้ทันสมัยและการวิเคราะห์ เพื่อที่แก้ปัญหาการจัดการที่ซับซ้อน (http://members.rediff.com/gisindia/def.htm) และคำนิยามของ Star (1990) คือ An information system that is designed to work with data referenced by spatial or geographic coordinates. In other words, a GIS is both a database system with specific capabilities for spatially-reference data, as well [as] a set of operations for working with data . In a sense, a GIS may be thought of as a higher-order map.

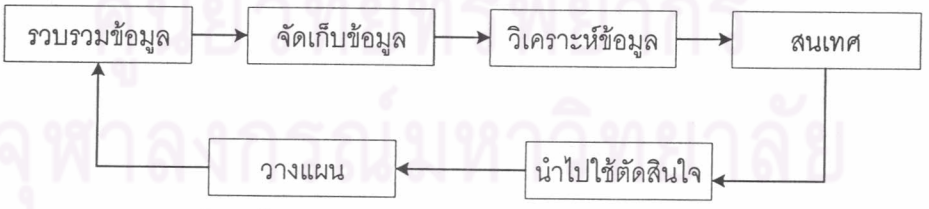
ส่วนประกอบทางกายภาพของ GIS มีอยู่หลายส่วน (รูปที่ 11) การทำงานเกี่ยวกับ GIS ไม่จำเป็นที่จะต้องมีองค์ประกอบทุกส่วนแต่ก็มีบางส่วนที่ขาดไม่ได้เช่นกัน นอกจากนี้ สรรค์ใจ ได้กล่าวถึงขั้นตอนของระบบ (รูปที่ 12) เริ่มตั้งแต่ การรวบรวมข้อมูล หมายรวมถึง การนำข้อมูลเข้าให้เป็นไปในลักษณะที่จัดเก็บในรูปแบบของ GIS ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นส่วนต่อมาของระบบและนำไปสู่การแสดงข้อสนเทศ เพื่อนำไปใช้ตัดสินใจ และวางแผนต่อไป

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นงานทางด้านวิศวกรรม เช่น การวางแผนการสร้างเขื่อน ใช้ GIS สำหรับวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมและการวางแนวสาธารณูปโภค ใช้สำหรับการวางแผนการจัดการน้ำ ได้แก่การแบ่งพื้นที่ออกเป็นหลายๆ แบบตามสภาพภูมิประเทศ ตามสภาพสังคม เพื่อให้เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม น้ำแล้ว แผ่นดินถล่ม GIS สามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ให้นำมาซ้อนทับกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การซ้อนทับระหว่างชั้นข้อมูลความชันของพื้นที่และชั้นข้อมูลพืชปกคลุมดิน เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสียงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม และวิเคราะห์พื้นที่เสียงภัยน้ำท่วมจากระดับความสูง

ของพื้นที่ เปรียบเทียบกับระดับความสูงของระดับตลิ่ง ในปัจจุบันมีความพยายามของหลายหน่วยงานทั้งไทยและต่างประเทศที่จะนำความสามารถของ GIS มาเชื่อมต่อกับแบบจำลองอื่นๆ ทำให้สามารถส่งผ่านและรับข้อมูลระหว่างกันได้ แบบจำลองอื่นจึงสามารถนำข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล GIS ไปใช้งานได้สะดวกขึ้น รวมถึงหลังจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองแล้ว การแสดงผลบน GIS ยังสามารถทำได้ดีและเข้าใจได้ง่ายอีกด้วย การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมมาประมวลพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจได้ผลถูกต้องกว่าก่อนที่ใช้การรวบรวมรายงานจากแต่ละพื้นที่ ทำให้การวางแผนจัดการผลผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย นอกจากนี้แล้วยังนำภาพถ่ายดาวเทียมมาวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมของอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ตั้งแต่ก่อนสร้างจนสร้างเสร็จได้อีกด้วย (http://www.gistda.or.th)



รูปที่ 11 ส่วนประกอบทางกายภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



รูปที่ 12 ขั้นตอนต่างๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นอกจากนี้ GIS ยังเป็นเครื่องมือที่เชื่อมต่อระหว่างศาสตร์หลายแขนง เช่น ศาสตร์ในเรื่องภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งนับได้ว่าเป็นการรวบรวมข้อมูลในแกนพื้นที่ได้จำนวนมากในครั้งเดียว กอปรกับราคาของการรวบรวมข้อมูลด้วยภาพถ่ายประเภทนี้ถูกกว่าการ

รวบรวมข้อมูลทางภาคสนามมาก จึงใช้กันอย่างกว้างขวาง การตัดสินใจใดๆ ก็ตามมักจะมีส่วนเกี่ยวข้องทางด้านภูมิศาสตร์เสมอ เทคโนโลยี GIS สามารถช่วยในการจัดการปัญหาด้านสารสนเทศ และยังทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในเชิงพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นรากฐานที่ดีในการตัดสินใจที่ละเอียดอ่านอย่างชาญฉลาด (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, ไม่ระบุปี)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แม้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อ แต่ก็มีข้อเสียอยู่เช่นกัน นั้นคือเรื่องของเครื่องมือและซอฟแวร์ที่มีราคาแพง รวมถึงการจัดทำแผนที่ให้เป็นดิจิตัลจากแผนที่ซึ่งเป็นกระดาษ ต้องใช้เวลา จำนวนคนและงบประมาณมาก (TDRI, 1991)

4.4.2. การใช้ประโยชน์

ระบบสารสนเทศที่กล่าวนี้ สามารถใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ ข้อมูลด้านพื้นที่ในลักษณะดังนี้

1. สามารถผสมผสานข้อมูลหลายรูปแบบ (กราฟฟิก ตัวอักษร ตัวเลข ภาพ) จากแหล่งต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังสามารถทำการปรับเปลี่ยนมาตราส่วน เส้นโครงแผนที่ การเชื่อมต่อระวางของแผนที่ และการผสมผสานข้อมูลสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) ได้
2. เพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. การประมวลและวิเคราะห์ข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น สามารถเชื่อมโยง ข้อมูลด้านสังคมเศรษฐกิจ การซ้อนทับของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Overlay)
4. สามารถสร้างแบบจำลอง (Model) ทดสอบและเปรียบเทียบทางเลือกก่อนที่จะมีการนำเสนอยุทธวิธีในการปฏิบัติจริง
5. การปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้ทันสมัยได้ง่าย
6. สามารถจัดการกับระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้

ในการศึกษาครั้งนี้ประยุกต์ใช้ GIS เกือบตลอดเวลาทั้งใช้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลจากการสำรวจ จากการจำลองในแบบจำลอง ใช้ทำแผนที่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ และยังได้ใช้เชื่อมโยงข้อมูลจากหลายหน่วยงานเข้าด้วยกัน ข้อดีของการใช้งานคือมีความสะดวกรวดเร็วและถ่ายโอนข้อมูลได้ง่าย นอกจากนี้ยังใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับการเพาะปลูกโดยใช้การซ้อนทับของข้อมูลเชิงพื้นที่อีกด้วย

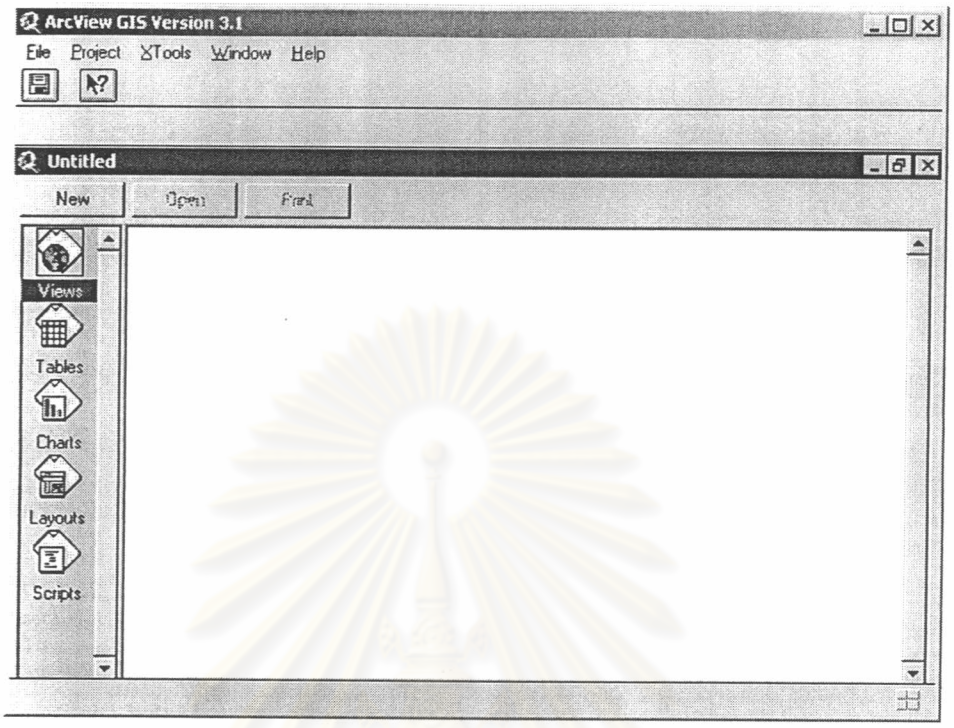
แม้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่มีผู้เข้าใจผิดอยู่จำนวนไม่น้อยที่มักจะเป็นความเข้าใจผิดในส่วนของเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับ GIS ซึ่งพอสรุปได้คือ (http://www.rs.psu.ac.th/gis)

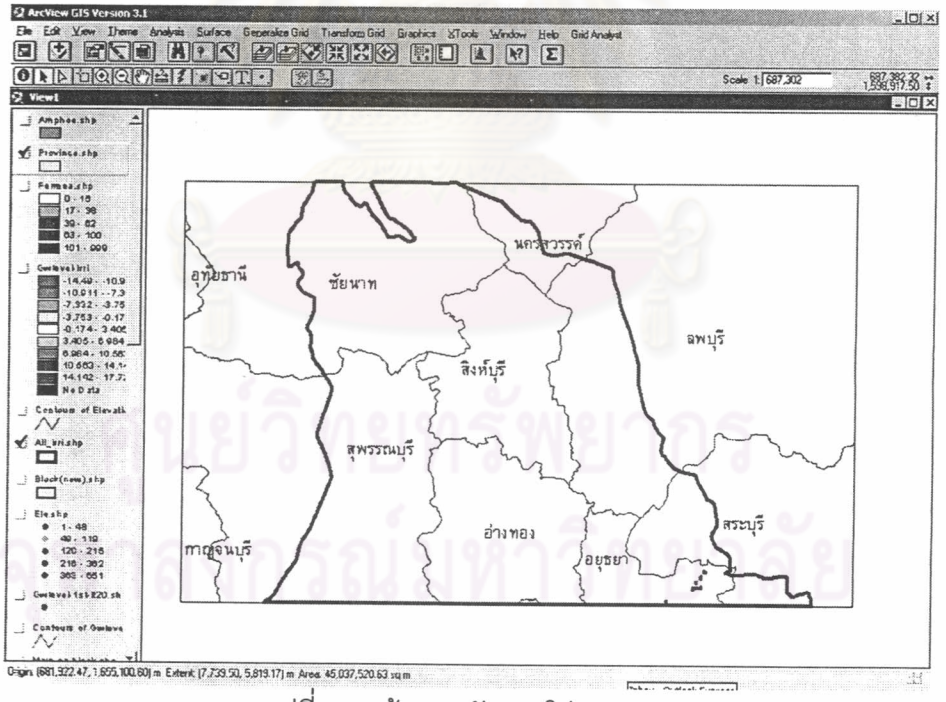
1. GIS เป็นเสมือนเครื่องมือวิเศษด้านเทคโนโลยี สามารถแก้ไขปัญหาทุกอย่างได้สำหรับทุกคน
2. เทคโนโลยีนี้สามารถเปลี่ยนข้อมูลคุณภาพเลวให้เป็นข้อมูลคุณภาพดีได้
3. ข้อมูลที่อยู่ในแผนที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นข้อมูลในรูป Digital ได้ง่าย
4. GIS มีความเชี่ยวชาญในวิทยาการเฉพาะด้าน ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจในสาขาวิชาการนั้น
5. ในการนำ GIS ไปใช้ เช่น การวางแผนการใช้ที่ดิน ผู้ใช้ GIS ไม่จำเป็นต้องรู้หลักการวางแผนหรือประเภทการใช้ที่ดินเลยก็ได้
6. การใช้ GIS ไม่จำเป็นต้องมีการฝึกอบรม หรือประสบการณ์
7. ปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้ GIS เป็นเรื่องของปัญหาทางด้านเทคนิค มากกว่าที่เป็นปัญหาทางด้านระบบ วิธีการ องค์กร และข้อมูล
8. การใช้ประโยชน์ของ GIS คล้ายกับงานด้านระบบสารสนเทศอื่น ๆ เช่น Land Resource Information System (LRIS), Natural Resource Information System (NRIS) ซึ่งแท้จริงแล้วสิ่งที่ใช้ร่วมกันในงานดังกล่าวคือ หลักการและเทคโนโลยี

4.5.โปรแกรม ArcView

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลิตโดย Enviromental System Research Institute(ESRI) ประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่นที่ใช้ในการศึกษาคือ ArcView 3.1 (รูปที่ 13) เป็นโปรแกรมที่ มีประสิทธิภาพในการแสดงผลและวิเคราะห์พอสมควร แต่น้อยกว่าโปรแกรม Arc/Info ด้วยความสะดวกในการใช้งานที่ดีทำให้มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย มีการพัฒนามาหลายรุ่น ประกอบกับในปัจจุบันมีหน่วยงานและผู้เขียนโปรแกรม เขียนโมดูลที่เรียกว่า Extension ให้ใช้งานได้มากขึ้น โดยสามารถดาวน์โหลดได้ฟรี (http://arcscripts.esri.com) ทำให้การนำไปใช้มีมากขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย นอกจากที่มีผู้พัฒนาแล้ว ESRI ยังมี Extension ขายในเชิงพาณิชย์ด้วย

ในการศึกษามีความจำเป็นต้องใช้โมดูลต่างๆ เพิ่มขึ้นอันได้แก่ Grid Analysis ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นตารางกริด ซึ่งเดิมโปรแกรมไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตารางกริดออกมาเป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขได้ โมดูลนี้จึงเข้ามาเสริมจุดอ่อนดังกล่าว โมดูล Spatial Analysis ที่มีความสามารถประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ที่นำมาใช้ปริมาณค่าข้อมูลในบริเวณที่ไม่มีได้บ้าง นอกจากนี้ยังมีโมดูลเกี่ยวกับอุทกวิทยาเช่น การวิเคราะห์ลุ่มน้ำและทางน้ำอีกด้วย





รูปที่ 13 หน้าจอหลักของโปรแกรม ArcView

บทที่ 5

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ข้อมูลที่จัดทำขึ้นใหม่ทั้งหมด (ปฐมภูมิ) และข้อมูลที่รับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง(ทุติยภูมิ) การปรับปรุงข้อมูลที่ได้รับมาให้สะดวกและสอดคล้องต่อการใช้งานนับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ได้จัดทำขึ้น รายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา ที่มา ปีของข้อมูล (ตารางที่ 20) รายละเอียดของข้อมูลจะกล่าวในแต่ละหัวข้อซึ่งแบ่งตามกลุ่มที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 20 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับ	รายการข้อมูล	ที่มา	ปี	หมายเหตุ
1. ข้อมูลด้านกายภาพ – สังคม – เศรษฐกิจ				
1.1	แผนที่ภูมิประเทศ	กรมแผนที่ทหาร	2512	แผนที่ 1:50 000
1.2	ขอบเขตการปกครอง	กระทรวงมหาดไทย	2542*	ดิจิตัล-รูปแบบ GIS
1.3	ข้อมูลประชากร	กรมการปกครอง	2537-2542	ดิจิตัล-รายตำบล
1.4	ข้อมูลของหมู่บ้าน	กชช.2ค	2529-2542	ดิจิตัล-รายหมู่บ้าน
1.5	ระดับความสูง	กรมแผนที่ทหาร	2542*	ดิจิตัล-รูปแบบ GIS
1.6	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม	กรมโรงงานอุตสาหกรรม	2542*	รายงานการศึกษา
2. ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา				
2.1	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	กรมอุตุนิยมวิทยา	2524-2542	ดิจิตัล-รายเดือน
2.2	ปริมาณฝน	กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน	2520-2542	ดิจิตัล-รายเดือน
2.3	ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิต	2509-2542	ดิจิตัล-รายเดือน
2.4	ปริมาณน้ำชลประทาน	กรมชลประทาน	2532-2541	ดิจิตัล – รายเดือน
2.5	แผนที่แม่น้ำ คลองชลประทาน	กรมชลประทาน	2542*	ดิจิตัล-รูปแบบ GIS
2.6	แผนที่โครงการส่งน้ำฯ	กรมชลประทาน	2542*	ดิจิตัล-รูปแบบ GIS
2.7	แผนที่กลุ่มพื้นที่ใช้น้ำ	กรมชลประทาน	2542*	กระดาษ
2.8	แผนที่อุทกธรณีวิทยา	กรมทรัพยากรธรณี	2542*	ดิจิตัล-รูปแบบ GIS
2.9	แผนที่ชุดดิน(DLD)	กรมพัฒนาที่ดิน	2542*	ดิจิตัล-รูปแบบ GIS
2.10	อัตราการซึมน้ำของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	2538	รายงาน