บทที่ 4

ข้อมูลที่ใช้และวิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาแบ่งออกเป็นการทบทวนความต้องการใช้น้ำของโครงการ การทบทวนและพัฒนาเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ การพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการควบคุมปริมาณน้ำรายเดือนด้วย GAs และการประยุกต์เกณฑ์ปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นกับการบริหารอ่างเก็บน้ำ

4.1 การทบทวนความต้องการใช้น้ำของโครงการ

จากการทบทวนรายงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ และ การสำรวจ/ตรวจสอบสภาพพื้นที่โครงการ พบว่า ระบบชลประทานของโครงการยังไม่เสร็จสมบูรณ์ แต่ต้องปล่อยให้มีการสูบน้ำไปใช้จากบุคคลบางกลุ่มซึ่งไม่ได้เป็นไปตามแผน ทำให้การบริหารอ่างเก็บน้ำอย่างเหมาะสมและยุติธรรมนั้น เป็นไปได้ลำบาก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทบทวนความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำในทางทฤษฎีที่ได้ข้อมูลจากรายงานการศึกษาเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วย ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม การชลประทาน และการรักษาระบบนิเวศ

4.1.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม

จากการศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมา ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภคได้ถูกประเมินขึ้นและรวมไว้กับค่าความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม มีรายละเอียดดังนี้

(1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) มีค่าเท่ากับ 48 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

(2) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546) มีค่าเท่ากับ 35 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงเลือกใช้ค่าความต้องการน้ำด้านอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม เท่ากับ 35 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

4.1.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน ประกอบด้วยความต้องการใช้น้ำชลประทานของพื้นที่เดิมและความต้องการใช้น้ำชลประทานของพื้นที่ใหม่ดังรูปที่2.5 การรวบรวมความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน จากการศึกษาที่ผ่านมาสรุปได้ดังนี้

(1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) ได้คำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเดิมในปี พ.ศ.2536 โดยได้รวมปริมาณน้ำที่ผันจากเขื่อนเจ้าพระยา ผ่านคลองชัยนาท-ป่าสักไว้ด้วย ดังแสดงในตาราง 4-1 และคำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ไว้ดังแสดงในตาราง 4-2

(2) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546) ได้คำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเดิมในปี พ.ศ.2546 โดยปริมาณน้ำสำหรับโครงการเจ้าพระยาตะวันออก คิดเฉพาะส่วนที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ แสดงในตาราง 4-1 ส่วนความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ไม่มีการรายงานไว้

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของพื้นที่ชลประทานเดิมจากรายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พ.ศ.2546) โดยความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของพื้นที่ชลประทานเดิม 363,210 ไร่ มีความต้องการน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 634.8 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งปริมาณน้ำที่ส่งส่วนใหญ่อยู่ในช่วงฤดูแล้งคิดเป็น 83.3% ของปริมาณความต้องการน้ำทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 พื้นที่ชลประทานและความต้องการน้ำเฉลี่ยของโครงการชลประทานเดิม

ความต้องการน้ำด้านชลประทาน	ค่าเฉลี่ยความต้องการใช้น้ำ				
	รายปี	ฤดูฝน (ก.ค.-ธ.ค.)		ฤดูแล้ง (ม.ค.-มิ.ย.)	
	ล้าน ลบ.ม.	ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ	ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ
1) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2536 [1)]					
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.ลพบุรี 6,500 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.สระบุรี 21,410 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ 135,000 ไร่	171.0	121.0	71.0	50.0	29.0
- โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก 2.1 ล้านไร่*	2,212.0	1,229.0	56.0	983.0	44.0
รวมความต้องการน้ำ [1)]	2,383.0	1,350.0	56.7	1,033.0	43.3
2) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2542 [2)]					
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.ลพบุรี 6,500 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.สระบุรี 21,410 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ 135,000 ไร่	160.2	140.9	87.9	19.3	12.1
- โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก 0.389 ล้าน ไร่**	518.0	0.0	0.0	518.0	100.0
รวมความต้องการน้ำ [2)]	678.2	140.9	20.8	537.3	79.2
3) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2546 [3)]					
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.ลพบุรี 6,500 ไร่	12.5	6.5	51.9	6.0	48.1
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.สระบุรี 21,410 ไร่	33.1	15.3	46.2	17.8	53.8
- โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ 135,300 ไร่	94.2	84.2	89.5	9.9	10.5
- โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก 0.200 ล้านไร่**	495.1	0.0	0.0	495.1	100.0
รวมความต้องการน้ำ [3)]	634.8	106.0	16.7	528.8	83.3

ที่มา 1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536)

2) รายงานการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก กรมชลประทาน(เมษายน 2542)

3) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546)

หมายเหตุ

* โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก คิดรวมปริมาณน้ำผันจากเขื่อนเจ้าพระยาผ่านคลองชัยนาท-ป่าสักไว้ด้วย

** โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกตอนล่างส่วนบน คิดเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่อ่างเก็บน้ำป่าสักฯ สามารถช่วยเหลือได้โดยตรง (ปริมาณน้ำส่วนที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ) โดยไม่คำนึงถึงปริมาณน้ำผันจากเขื่อนเจ้าพระยาผ่านคลองชัยนาท-ป่าสัก

4.1.3 ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศวิทยา

ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศวิทยาได้รวบรวมจากรายงาน ได้แก่

(1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) ได้กำหนดความต้องการน้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศวิทยาเท่ากับ 5 ลบ.ม./วินาที ในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม-มิถุนายน)

(2) รายงานการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก กรมชลประทาน (เมษายน 2542) ได้กำหนดปริมาณระบายท้ายเขื่อนพระรามหกในฤดูแล้ง (มกราคม-มิถุนายน) เพื่ออุปโภค-บริโภค และรักษาระบบนิเวศเดือนละ 17 ล้าน ลบ.ม. หรือ 6.4 ลบ.ม./ วินาที

(3) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546) ได้กำหนดค่าการระบายท้ายเขื่อนพระรามหกในช่วงฤดูแล้ง (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม) ประมาณ 15 ลบ.ม./วินาที และปริมาณน้ำต่ำสุดที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อการรักษาระบบนิเวศและสนับสนุนการประมงในแม่น้ำป่าสักด้านท้ายอ่างเก็บน้ำอยู่ในเกณฑ์ 30 ลบ.ม./ วินาที

(4) จากการสอบถามเจ้าหน้าที่โครงการอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ (อรอนงค์ 2546) พบว่า มีค่าการระบายน้ำท้ายอ่างเก็บน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ เท่ากับ 10 ลบ.ม./วินาที

ดังนั้นจึงกำหนดค่าความต้องการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศเท่ากับ 10 ลบ.ม./วินาที เนื่องจากข้อมูลเป็นข้อมูลปัจจุบันที่ทางโครงการฯ ได้ใช้จริง

4.2 การสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์

หลังจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ เริ่มใช้งานได้มีการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่ทางกรมชลประทานสร้างขึ้นในระยะแรกปี พ.ศ.2542 (เรียกว่าเกณฑ์ RC42) โดยการสร้างเกณฑ์ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำนวน 29 ปี คือ พ.ศ.2510-2538 มีการกำหนดเกณฑ์การกักเก็บน้ำสูงสุดรายเดือน (Upper Rule Curve) โดยใช้วิธีสมมุติเกณฑ์และจำลองระบบด้วยโปรแกรม HEC-3 และกำหนดเกณฑ์การเก็บกักน้ำสูงสุดช่วงฤดูน้ำหลาก คือ

กันยายน-ตุลาคม (Flood Control Rule Curve) เป็นรายวัน โดยใช้โปรแกรม Reservoir Routing ในการสร้างเกณฑ์ RC42 และคำนวณความต้องการใช้น้ำเต็มศักยภาพของโครงการ คือ พิจารณาความต้องการใช้น้ำของโครงการชลประทานเปิดใหม่ไว้ด้วย

การบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์ดังกล่าวได้ดำเนินการมาตลอด จนในปี พ.ศ.2545 ได้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมอย่างหนักในลุ่มน้ำป่าสักตอนล่าง ดังนั้น ปี พ.ศ.2546 ทางกรมชลประทานจึงได้ศึกษาและทบทวนเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำใหม่ (เรียกว่า เกณฑ์ RC46) โดยปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำให้สามารถควบคุมสภาพน้ำหลากในลุ่มน้ำป่าสักให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำนวน 31 ปี คือ พ.ศ.2513-2543 มีการกำหนดเกณฑ์การกักเก็บน้ำรายเดือนโดยใช้วิธีสมมุติเกณฑ์และจำลองระบบด้วยโปรแกรม HEC-3 ในการสร้างเกณฑ์ RC46 ได้คำนวณความต้องการใช้น้ำในสภาพการใช้น้ำปัจจุบันของโครงการ คือ ไม่นำความต้องการใช้น้ำของโครงการชลประทานเปิดใหม่มาพิจารณา

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ โดยเลือกใช้ระบบ Evolutionary Algorithm ซึ่งเป็นระบบการค้นหาแบบสุ่มที่แก้ปัญหาโดยอาศัยการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเลือกใช้วิธี Genetic Algorithms ใช้พื้นฐานของความน่าจะเป็นในการสร้าง การศึกษาใช้ข้อมูลในปี พ.ศ.2513-2545 จำนวน 33 ปี เนื่องจากมีการรวบรวมข้อมูลทางด้านความต้องการใช้น้ำในด้านต่างๆ ไว้และข้อมูลเป็นปัจจุบัน

4.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำด้วย GAs

(1) ข้อมูลด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน ปี พ.ศ.2513-2515 มาจากสถานีวัดน้ำบ้านเมืองเหนือ ช่วงปี พ.ศ.2516-2541 มาจากสถานีวัดน้ำอำเภอแก่งคอย และปี พ.ศ.2542-2545 มาจากส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่ 10 จ. ลพบุรี ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 และข้อมูลการระเหยจากสถิติภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ อำเภอบัวชุม จังหวัดลพบุรี โดยปริมาณการระเหยสุทธิเท่ากับร้อยละ 70 ของ ปริมาณการระเหยจากถาดรายเดือนของสถานีดังกล่าวซึ่งต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ในตารางที่ 2.2

(2) ข้อมูลความต้องการใช้น้ำรายเดือน (พ.ศ.2513-2545) ของโครงการแสดงในภาคผนวก ข

(3) ค่าระดับเก็บกักต่ำสุด สูงสุดของอ่างเก็บน้ำ

(4) ข้อกำหนดอื่นๆในการจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

- ในการศึกษามีการวิเคราะห์สภาวะการขาดแคลนน้ำไม่เกินร้อยละ0 , 10 , 20 และ 30 ของจำนวนข้อมูลที่ศึกษา(396 เดือน) การไหลล้นหรือการระบายน้ำเกินความต้องการจะวิเคราะห์เป็นรายเดือนและ ผลรวมทั้งหมด และมีการวิเคราะห์สภาวะน้ำท่วม

- สภาวะน้ำท่วมคือสถานการณ์ที่การระบายน้ำออกจากอ่างในปริมาณที่สูงกว่า 600 ลบ.ม./วินาที ทำให้เกิดผลกระทบน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ

- สภาวะการขาดแคลนน้ำ คือ สถานการณ์ที่ส่งน้ำในปริมาณที่น้อยกว่าความต้องการน้ำทำให้เกิดการขาดแคลนขึ้น

- การปล่อยน้ำต่ำสุดต้องเพียงพอต่อความต้องการน้ำด้านท้ายน้ำ เพื่อรักษาระบบนิเวศ

4.2.2 การพัฒนาโปรแกรมด้วยวิธี GAs เพื่อหาเกณฑ์ปฏิบัติการปริมาณน้ำควบคุม

ในการศึกษานี้เป็นการคำนวณรายเดือน โดยฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) เป็นฟังก์ชั่นที่คำนวณหาความแตกต่างน้อยที่สุดระหว่างความต้องการใช้น้ำ(demand) กับปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำ(Outflow) โดยคำนวณในเทอมของการหาค่าต่ำสุดของผลรวมของค่าผลต่างกำลังสองระหว่างค่าความต้องการใช้น้ำ กับค่าการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ

$$\text{Min.}Z = \sum_{t=1}^{n} \frac{(D_t - X_t)^2}{D_t} \qquad (4.1)$$

เมื่อ Dt = ปริมาณความต้องการน้ำเดือนที่ t (ล้าน ลบ.ม.)

Xt = ปริมาณการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเดือนที่ t (ล้าน ลบ.ม.)

n = จำนวนเดือนทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อจำกัดของการจัดการน้ำ (Constraints)

ก)ข้อจำกัดด้านความจุอ่างที่ระดับเก็บกักสูงสุด และระดับต่ำสุด ปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด 960 ล้าน ลบ.ม. และปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด 200 ล้าน ลบ.ม.

ข) ข้อจำกัดด้านการรักษาสภาพสมดุลทางด้านสิ่งแวดล้อม และนิเวศวิทยาของลำน้ำ โดยกำหนดให้ต้องมีการปล่อยน้ำอย่างน้อย 6 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แต่ในทางปฏิบัติของโครงการส่งน้ำเขื่อนป่าสักฯเลือกใช้ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที(อรอนงค์ 2546) การศึกษานี้จึงเลือกใช้ค่าการปล่อยน้ำต่ำสุด 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีเพื่อรักษาสมดุลของสภาพลำน้ำ (26 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน) ถ้าการปล่อยน้ำมากกว่า 26 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน ก็จะไม่ต้องใช้ตัวคูณปรับแก้โดยกำหนดให้ P1 = 0 (ดู P1 ในบทที่ 1) แต่ถ้าการปล่อยน้ำน้อยกว่า 26 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน ต้องมีตัวคูณปรับแก้ เพื่อให้ได้การระบายน้ำมีปริมาณอย่างน้อย26 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน ในรุ่นถัดไป(Next Generation)

ค) ข้อจำกัดด้านการระบายน้ำ เนื่องจากสามารถระบายน้ำด้านท้ายน้ำไม่เกิน 600 ลูก บาศก์เมตรต่อวินาที (1555.2 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน) ถ้าการปล่อยน้ำน้อยกว่า 1555.2 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน ก็จะไม่ต้องใช้ตัวคูณปรับแก้โดยกำหนดให้ P2 = 0 (ดู P2 ในบทที่ 5) แต่ถ้าการปล่อยน้ำมากกว่า 1555.2 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน ต้องมีตัวคูณ เพื่อให้การคำนวณหาค่าการปล่อยน้ำจากอ่างฯรุ่นถัดๆไปมีค่าน้อยกว่า 1555.2 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน

โปรแกรมที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วน คือส่วนรับข้อมูล ส่วนการคำนวณหาค่าความเหมาะสมและส่วนแสดงผล

ส่วนของการรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนในแต่ละปี ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือนแต่ละปี อัตราการระเหยเฉลี่ยรายเดือน ข้อมูลโค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ-พื้นที่ผิวน้ำ-ความจุของอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ข้อมูลปริมาตรต่ำสุด-สูงสุดของระดับน้ำเก็บกัก ซึ่งใช้เป็นค่าที่อยู่ในช่วงของการสุ่มหาปริมาณน้ำในอ่างทั้ง 12 เดือน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ควบคุมปริมาณน้ำให้อยู่ในช่วงดังกล่าวเป็นค่าเริ่มต้น

ส่วนของการคำนวณหาค่าความเหมาะสมของปริมาณน้ำควบคุมรายเดือน เริ่มจากการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำด้วยสมการสมดุลน้ำ ซึ่งมีตัวไม่ทราบ

ค่า (Unknown) เป็นค่าระดับเก็บกักในแต่ละเดือน รวม 12 ค่า สามารถหาได้โดยสุ่มเลือก (Random) จากระดับเก็บกักต่ำสุดถึงระดับสูงสุด แทนค่าลงในสมการสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำ เมื่อได้ค่าการปล่อยน้ำแล้วก็นำไปแทนค่าลงในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ เพื่อคำนวณหาค่าความเหมาะสมต่อไป

ส่วนแสดงผล เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยแสดงค่า ปริมาณการเก็บกักที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละเดือน รวมทั้งแสดงค่าการระเหย และการรั่วซึม ซึ่งจะได้ค่าดังกล่าวข้างต้นเหมือนกันทุกปี ส่วนอัตราการปล่อยน้ำ การขาดน้ำ และน้ำส่วนเกินจากความต้องการใช้น้ำหรือน้ำส่วนเกินจากการรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ มีความแตกต่างกันในแต่ละปี

ในขั้นตอนหาค่าความเหมาะสมด้วย GAs นั้น ได้เลือกใช้

1. วิธีการ Coding Chromosome แบบ Real Value
2. วิธีการ Selection แบบ Tournament Selection
3. วิธีการ Crossover แบบ 2-ยนระ Crossover
4. วิธีการ Mutation แบบ Modified Uniform Mutation

ออกแบบโปรแกรม

1. ให้อ่านข้อมูลเพื่อรับค่าจากไฟล์ที่กำหนด โดยรับข้อมูล น้ำท่า และความต้องการน้ำรายเดือนเป็นเวลา 33 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2513-2545 รับข้อมูลอัตราการระเหยเฉลี่ยแต่ละเดือน รับข้อมูลโค้งความสัมพันธ์ของค่าระดับน้ำ-พื้นที่ผิวน้ำ-ความจุอ่างเก็บน้ำ รับข้อมูลปริมาตรต่ำสุด-สูงสุดของระดับเก็บกักของอ่างฯ

2.ให้สุ่มหาค่าปริมาณการเก็บกักควบคุมแต่ละเดือนทั้ง12 เดือน ได้เป็น Rule Curve

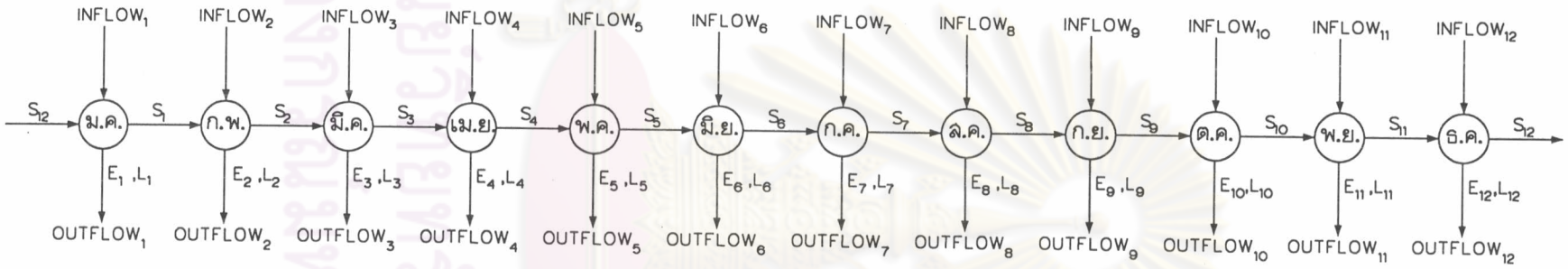
3. ให้หาค่า Fitness Value (Min Z) โดยเริ่มจากการใช้สมการ Water Balance

3.1 ให้หาค่าการระเหย(Et) จากการโปรแกรมย่อย

3.2 ให้หาค่าการรั่วซึม(Lt) จากอัตราการรั่วซึม เท่ากับ 10 % ของ ปริมาณความจุทั้งปี แล้วคำนวณเป็นรายเดือน

3.3 ให้หาค่าการปล่อยน้ำรายเดือน จากการใช้สมการ Water Balance สามารถแสดงลำดับการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบสมดุลน้ำดังรูปที่ 4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ลำดับการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบลมดุลน้ำ

3.4 ให้ตรวจสอบข้อจำกัด

ก)ด้านการรักษาสภาพท้ายน้ำ

ข)ด้านการระบายน้ำ

3.5 ให้หาค่า Fitness Value จากสมการฟังก์ชันวัตถุประสงค์

4. การหาค่าปริมาณการเก็บกักควบคุมรายเดือนที่มีความเหมาะสมมากขึ้นในรุ่นถัดไป ในขั้นตอนของ GAs ด้วยการพยายามให้ค่า Fitness Value จากสมการฟังก์ชันวัตถุประสงค์ น้อยที่สุดนั่นคือ ทำให้ผลต่างระหว่างความต้องการน้ำกับการปล่อยน้ำน้อยที่สุด และพยายามให้ ไม่มีปล่อยน้ำน้อยกว่าค่าการปล่อยน้ำต่ำสุดเพื่อรักษาระบบนิเวศ และไม่ให้เกินกว่าความสามารถในการระบายน้ำ โดยมีกระบวนการของ GAs 3 ขั้น ดังนี้

4.1 Selection

ขั้นตอน Selection นี้เลือกใช้แบบ Tournament Selection เป็นการคัดเลือกโครโมโซมหรือ rule curve ที่ดีกว่าไปใช้ใน ขั้นตอน Crossover ให้สุ่มจับคู่ระหว่าง rule curve แบบหนึ่งกับ rule curve อีกแบบหนึ่งมาเปรียบเทียบกัน กลุ่มใดให้ค่า Fitness Value จากสมการฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ที่น้อยกว่า ก็คัดลอก(Copy) rule curve นั้นไปใช้ในกระบวนการ Crossover ต่อไป

4.2 Crossover

เป็นการแลกเปลี่ยน Gene หรือแลกเปลี่ยนระหว่างปริมาณเก็บกักควบคุมแต่ละเดือนของอ่างฯ จาก rule curve แบบหนึ่งกับปริมาณเก็บกักเดือนเดียวกันกับrule curve อีกแบบหนึ่ง

4.3 Mutation

เป็นขั้นตอนการดัดแปลง Gene บางตัวในโครโมโซมให้มีค่าที่ดีขึ้น หรือดัดแปลงปริมาณเก็บกักควบคุมเป็นบางเดือน ให้ได้ค่าการขาดน้ำหรือ การปล่อยน้ำเกินความต้องการต่ำสุด

เมื่อผ่านกระบวนการของ GAs ซึ่งเป็นการเลียนแบบธรรมชาติทั้ง 3 ขั้นตอนแล้วก็จะได้ โครโมโซมใหม่ ที่พร้อมจะนำไปหาค่าความเหมาะสมได้ในรุ่นถัดไป โดยเริ่มทำซ้ำอีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอนการหาค่า Fitness Value และขั้นตอนของ GAs(ข้อ 4.1 - 4.3) ในรุ่นถัดๆไป และจะ

หยุดทำซ้ำเมื่อ ความแตกต่างระหว่าง ค่า Fitness Value ในรุ่นก่อน กับรุ่นล่าสุด มีค่าแตกต่างกันน้อยมากๆ จึงได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดในgeneration ล่าสุดเป็นเกณฑ์ปฏิบัติการควบคุมปริมาณน้ำรายเดือนที่ทำให้การขาดน้ำและการปล่อยน้ำเกินความต้องการน้อยที่สุด

4.2.3 การสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการควบคุมด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

(1) การสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการรวมจากข้อมูลทั้ง 33ปี

(1.1) ข้อมูลนำเข้า

-ปริมาณน้ำท่ารายเดือนทั้ง 33 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513-2545 (ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือนทั้ง 33 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513-2545 (ล้าน ลบ.ม.)

-อัตราการระเหยสุทธิ รายเดือน (เมตร)

-ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิว-ความจุอ่างฯ (ตร.กม. -ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณเก็บกักต่ำสุด-สูงสุดของอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)

(1.2) ผลลัพธ์ที่ได้

-ค่าfitness value แต่ละรุ่น (ค่า Z)

-ปริมาณเก็บกักที่เหมาะสม 12 เดือนหรือRule Curve (ล้าน ลบ.ม.)

-จำนวนเดือนที่มีการปล่อยน้ำต่ำกว่า การรักษาระบบนิเวศ (เดือน)

-จำนวนเดือนที่เกิดภาวะน้ำท่วม (เดือน)

-ปริมาณการระเหยรายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการรั่วซึมรายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการปล่อยน้ำออกจากอ่างแต่ละเดือนตลอด 33 ปี และผลรวมแต่ละปี(ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการขาดน้ำแต่ละเดือนแต่ละเดือนตลอด 33 และผลรวมแต่ละปี (ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการปล่อยน้ำเกินความต้องการแต่ละเดือนตลอด 33 ปี และผลรวมแต่ละปี(ล้าน ลบ.ม.)

-ผลรวมการปล่อยน้ำทั้งหมด และค่าเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

-ผลรวมการขาดน้ำทั้งหมด และค่าเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)

-ผลรวมการปล่อยน้ำเกินความต้องการทั้งหมด และค่าเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)

-เวลาที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมดของโปรแกรม

(2) การสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการย่อยซึ่งแบ่งเป็น 5 ช่วงดังนี้

ก) ช่วงปีน้ำน้อย

ข) ช่วงปีน้ำค่อนข้างน้อย

ค) ช่วงปีน้ำปกติ

ง) ช่วงปีน้ำค่อนข้างมาก

จ) ช่วงปีน้ำมาก

โดยมีเกณฑ์การแบ่งปีน้ำจากการพิจารณาผลรวมปริมาณน้ำท่าในแต่ละปีดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การแบ่งช่วงพิสัยของประเภทปีน้ำ

ประเภท	ช่วงพิสัยของปริมาณน้ำท่ารายปี	ค่าพิสัยของปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้าน ลบ.ม.)
ช่วงปีน้ำน้อย	น้อยกว่า $\overline{X}$ - STD	น้อยกว่า 1,148.58
ช่วงปีน้ำค่อนข้างน้อย	$\overline{X}$ - STD ถึง $\overline{X}$ -0.5STD	1,148.58 ถึง 1,673.29
ช่วงปีน้ำปกติ	$\overline{X}$ -0.5STD ถึง $\overline{X}$ +0.5STD	1,673.29 ถึง 2,722.71
ช่วงปีน้ำค่อนข้างมาก	$\overline{X}$ +0.5STD ถึง $\overline{X}$ +STD	2,722.71 ถึง 3,247.42
ช่วงปีน้ำมาก	มากกว่า $\overline{X}$ + STD	มากกว่า 3,247.42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2.1) ข้อมูลนำเข้า แต่ละช่วง ทั้ง 5 ช่วง

-ปริมาณน้ำท่ารายเดือนแต่ละช่วง ทั้ง 5 ช่วง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513-2545 (ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือนแต่ละช่วง ทั้ง 5 ช่วง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513-2545 (ล้าน ลบ.ม.)

-อัตราการระเหยสุทธิ รายเดือน (เมตร)

-ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิว-ความจุอ่างฯ (ตร.กม. -ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณเก็บกักต่ำสุด-สูงสุดของอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)

(2.2) ผลลัพธ์ที่ได้ แต่ละช่วง ทั้ง 5 ช่วง

-ค่าfitness value แต่ละรุ่น (ค่า Z)

-ปริมาณเก็บกักที่เหมาะสม 12 เดือนหรือRule Curve ในแต่และช่วง (ล้าน ลบ.ม.)

-จำนวนเดือนที่มีการปล่อยน้ำต่ำกว่า การรักษาระบบนิเวศ (เดือน)

-จำนวนเดือนที่เกิดภาวะน้ำท่วม (เดือน)

-ปริมาณการระเหยรายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการรั่วซึมรายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการปล่อยน้ำออกจากอ่างแต่ละเดือน.ในแต่และช่วง และผลรวมแต่ละปี(ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการขาดน้ำแต่ละเดือนแต่ละเดือนในแต่และช่วง และผลรวมแต่ละปี(ล้าน ลบ.ม.)

-ปริมาณการปล่อยน้ำเกินความต้องการแต่ละเดือนในแต่และช่วง และผลรวมแต่ละปี(ล้าน ลบ.ม.)

-ผลรวมการปล่อยน้ำทั้งหมด และค่าเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)

-ผลรวมการขาดน้ำทั้งหมด และค่าเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)

-ผลรวมการปล่อยน้ำเกินความต้องการทั้งหมด และค่าเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)

-เวลาที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมดของโปรแกรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การประยุกต์ใช้เกณฑ์ปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นกับการบริหารอ่างเก็บน้ำ

การทดสอบการปฏิบัติการจริงของโครงการ เทียบกับเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ GAs มีการเปรียบเทียบค่าต่างๆที่คำนวณได้ ตั้งแต่อ่างเก็บน้ำสามารถใช้เก็บน้ำได้สมบูรณ์ทั้งปี เริ่มจาก ปี พ.ศ. 2543 ถึง 2546 รวม 4 ปี โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบปริมาณน้ำควบคุมที่พัฒนาขึ้นด้วย GAs กับปริมาณน้ำจริงในอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จากนั้นคำนวณหาปริมาณการระบายน้ำเทียบกับความต้องการน้ำเพื่อหาปริมาณการขาดน้ำ และการเกิดน้ำท่วม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย