บทที่ 5

แบบจำลองการดำเนินการของอ่าง เก็บน้ำ (ชุดโปรแกรม STRON)

5.1 บทนำ

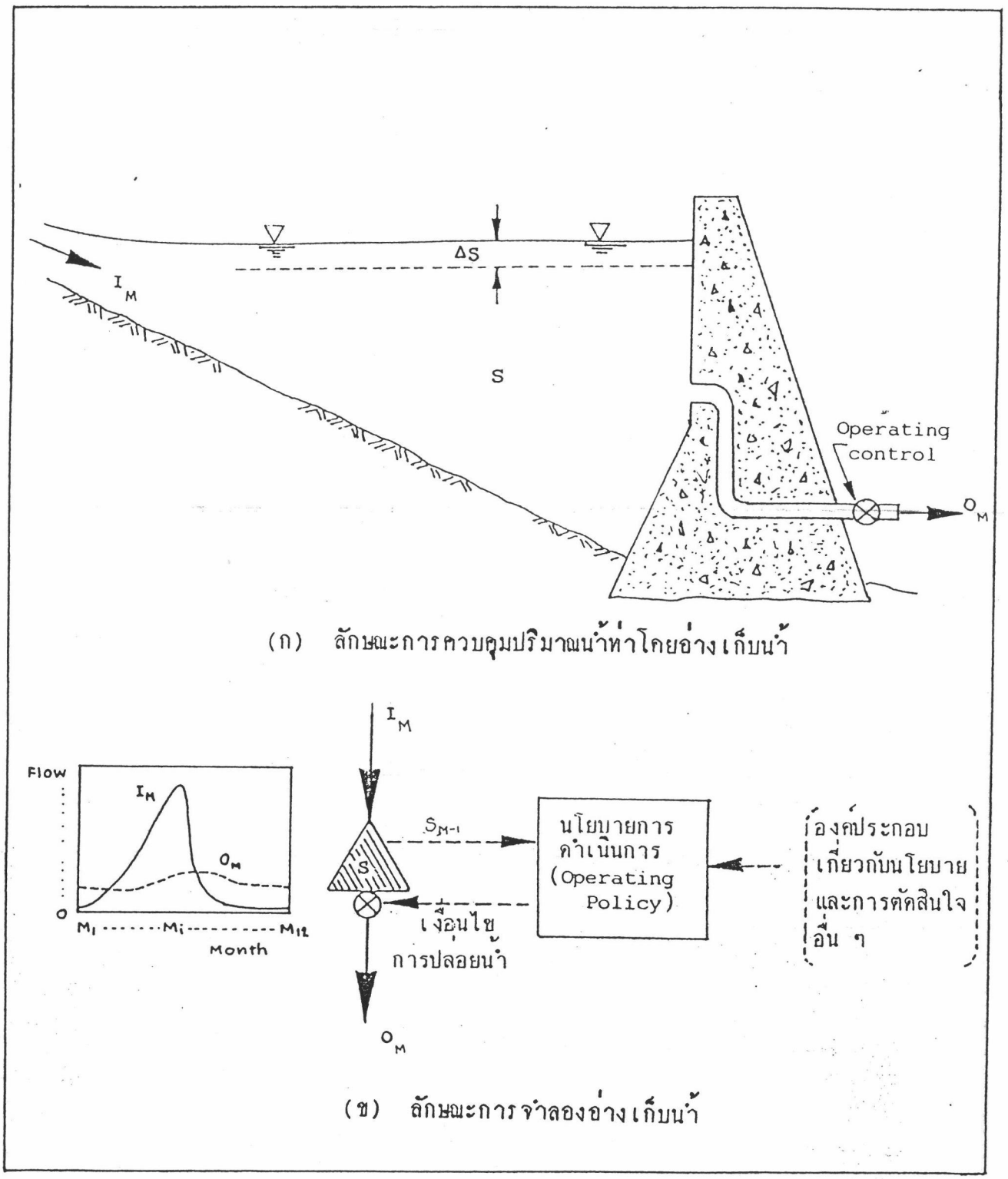
แบบจำลองการดำเนินการของอ่าง เก็บน้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอันหนึ่งในแบบจำลองสภาพระบบของอ่าง เก็บน้ำสิรินธร ดังได้กล่าวในหัวข้อ 3.6 แบบจำลองการดำเนินการของอ่าง เก็บน้ำในการศึกษานี้ เป็นการรวมการจำลองลักษณะทางกายภาพของอ่าง เก็บน้ำ เข้ากับนโยบายการดำเนินการ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของแบบจำลอง กรรมวิธีการคำนวณ ข้อมูลเข้าและข้อมูลออก

แบบจำลองการดำเนินการของอ่าง เก็บน้ำ เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากสภาพทางกายภาพของอ่าง เก็บน้ำสิรินธร เพื่อใช้สำหรับคำนวณปริมาณการจัดสรรน้ำในแต่ละ เดือน ตลอดช่วงระยะ เวลาทำการศึกษา โดยจะคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ปริมาณน้ำชลประทานที่สามารถสูบไปใช้ได้ และปริมาตรน้ำที่ เหลือในอ่าง เก็บน้ำตอนสิ้นสุด เดือน ภายใต้เงื่อนไขการจัดสรรน้ำที่กำหนดโดยนโยบายดำเนินการ(operating policy)แบบจำลองนี้ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนหนึ่งของโปรแกรมแบบจำลองสภาพระบบของอ่าง เก็บน้ำสิรินธร ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก จ.

5.2 หลักการจำลอง

โดยหลักการทางอุทกวิทยา เมื่อมีปริมาณน้ำไหล เข้าอ่าง เก็บน้ำ ดังแสดงในรูป 5.1 จะมีผลให้ เกิดการ เปลี่ยนแปลงความจุของอ่าง และปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่าง การ เปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะ เป็นไปตามหลักการของสมการต่อ เนื่อง (continuity equation) อ่าง เก็บน้ำสิรินธรควบคุมปริมาณน้ำไหล เข้าอ่างด้วยขนาดของอ่าง เก็บน้ำ ควบคุมการปล่อยน้ำออกด้วยการปิด เปิดบานระบายที่รับน้ำ เข้า เพื่อผลิตไฟฟ้า (power intake) และบานระบายของทางน้ำล้น (spillway) รวมกับปริมาณน้ำที่สูบออกโดยโรงสูบน้ำของโครงการชลประทานโดมน้อย โดยมีนโยบายดำเนินการ (operating policy) เป็นตัวกำหนดการปล่อยน้ำซึ่งมีปริมาตรน้ำในอ่าง เก็บน้ำ เป็น เงื่อนไข

ในการคำนวณปริมาณการจัดสรรน้ำของอ่าง เก็บน้ำใน เชิงปฏิบัติ ข้อมูลที่ใช้มักจะ เป็นข้อมูล เป็นช่วง ๆ (discrete data) โดยมีช่วง เวลาของข้อมูลในการศึกษานี้ เป็น เดือน (M)



รูปที่ 5.1 หลักการทางอุทกวิทยาในการจำลองอ่างเก็บน้ำ

ดังนั้นสมการต่อ เนื่องของการคำนวณ คือ

$$S_M = S_{M-1} + I_M - O_M = E_M \quad \text{.....(5.1)}$$

เมื่อ M = ช่วง เวลาที่ทำการศึกษา เป็น เดือน M

S_M = ปริมาตรน้ำในอ่าง เก็บน้ำ เมื่อสิ้นสุด เดือน M

S_{M-1} = ปริมาตรน้ำในอ่าง เก็บน้ำ เมื่อสิ้นสุด เดือนที่แล้ว $M-1$ ซึ่งนำมาใช้ เป็นปริมาตร เมื่อต้น เดือน M นั่น เอง

I_M = ปริมาณน้ำท่า เฉลี่ยที่ไหลลงอ่าง เก็บน้ำในช่วง เดือน M

O_M = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ปล่อยออกจากอ่าง เก็บน้ำในช่วง เดือน M

E_M = ปริมาณน้ำที่สูญ เสียไป (เช่นการระ เหย) จากอ่าง เก็บน้ำ ในช่วง เดือน M

ซึ่งในสมการที่ 5.1 นี้ ไม่รวมปริมาณน้ำที่ได้จากฝนตกลงบนพื้นผิวอ่าง เก็บน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่าง เก็บน้ำได้พิจารณาที่จุดตั้ง เขื่อน จึงรวมพื้นที่บริ เวณอ่าง เก็บน้ำไว้ด้วยแล้ว

แบบจำลองการดำ เนินการของอ่าง เก็บน้ำได้อาศัยสมการที่ 5.1 นี้ เป็นหลัก ซึ่งจะ เห็นได้ว่าตัวแปรของแบบจำลองจะประกอบด้วย I_M เป็นข้อมูล เข้า (input data) และ S_M จะ เป็นข้อมูลผลลัพธ์ (model output) ส่วน O_M เป็นผลรวมระหว่างปริมาณน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้าและชลประทาน ปริมาณน้ำ เพื่อชลประทาน เป็นข้อมูล เข้าซึ่งได้จากการคำนวณของชุดโปรแกรม IDMO1 ปริมาณน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้าได้จากการคำนวณภายใต้ เงื่อนไขที่ถูกกำหนดด้วยปริมาตรน้ำในอ่างขณะนั้น ซึ่งทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยนโยบายการดำ เนินการ ดังนั้น แบบจำลองการดำ เนินการของอ่าง เก็บน้ำที่สร้างขึ้นมาจึงประกอบด้วยการจำลองสภาพทางกายภาพของอ่าง เก็บน้ำและนโยบายการดำ เนินการ

5.2.1 การจำลองสภาพทางกายภาพของอ่าง เก็บน้ำ

การจำลองสภาพทางกายภาพของอ่าง เก็บน้ำ เป็นการจำลองลักษณะและความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของอ่าง เก็บน้ำที่จำ เป็นอันได้แก่ ความจุอ่างที่ระดับต่าง ๆ ความสัมพันธ์

ระหว่างระดับน้ำในอ่างกับอัตราการไหลของน้ำ (discharge) ผ่านกังหันน้ำ (turbine) ขีดความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า (capability) และประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (operation efficiency)

การคำนวณเพื่อหาความจุและพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำที่ระดับต่าง ๆ ได้อาศัยความสัมพันธ์ของระดับ-พื้นที่-ความจุ จากตารางที่ได้ให้ไว้โดย กฟผ.[13] ซึ่งได้วัดมาจากแผนที่แสดงชั้นความสูงของภูมิประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 5.2

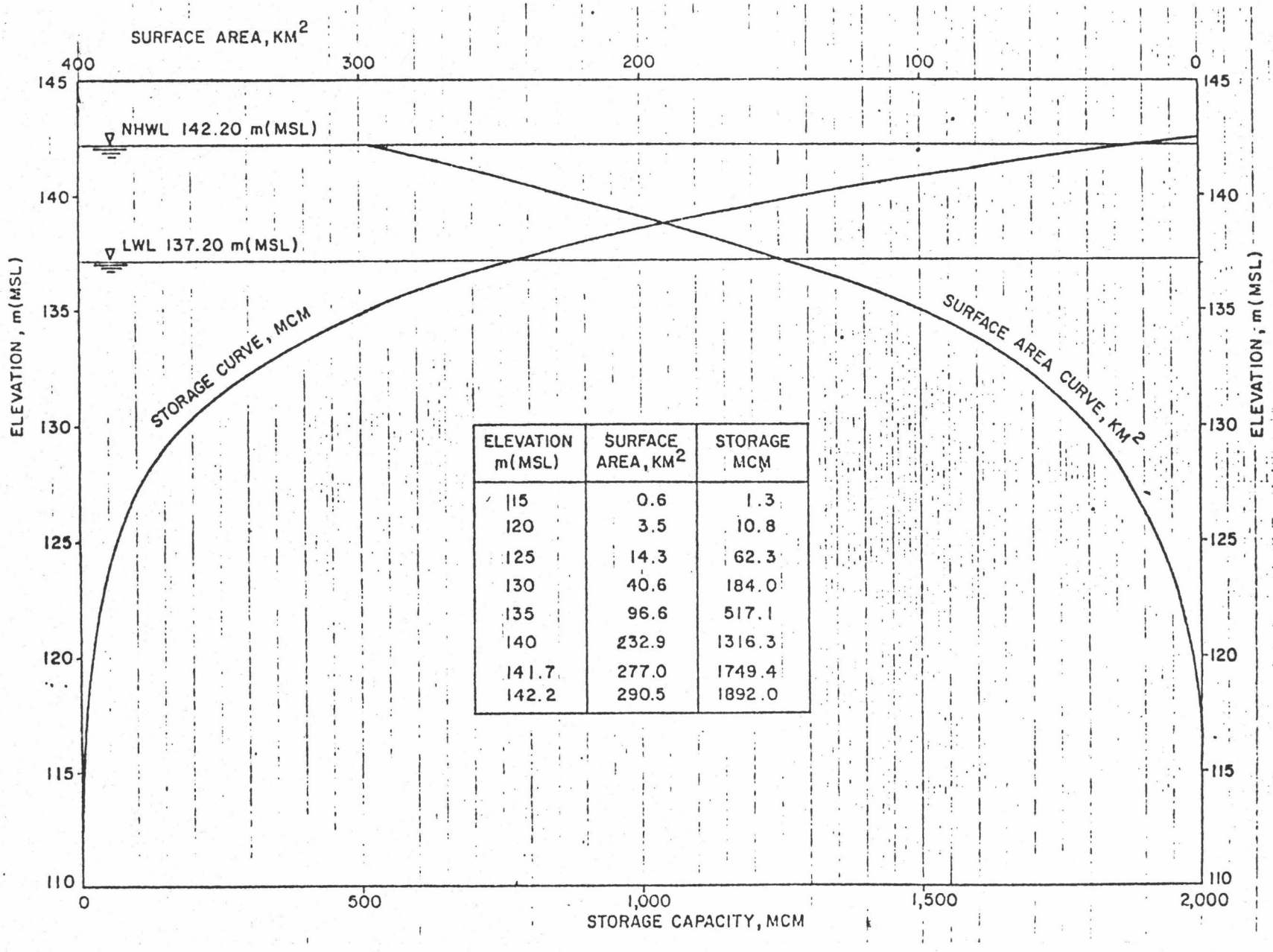
ในการผลิตไฟฟ้า ระดับน้ำในอ่างเป็นตัวกำหนดสำคัญที่จะบ่งถึงปริมาณอัตราการไหลของน้ำผ่านกังหันน้ำ ซึ่งจะสัมพันธ์ไปถึงขีดความสามารถและประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าด้วย ซึ่งความสัมพันธ์ต่าง ๆ นี้ได้ให้ไว้โดย กฟผ.[13] ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.3 สำหรับข้อมูลรายละเอียดส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าได้แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 3.3

วิธีการจำลองทำโดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้สามารถเก็บข้อมูลแสดงลักษณะและความสัมพันธ์ ซึ่งให้ไว้ในรูปของตาราง และทำการคำนวณหาค่าที่ต้องการจากตารางด้วยวิธีใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้น (linear interpolation)

5.2.2 การจำลองนโยบายการดำเนินการ

ในหัวข้อที่ 3.4 ได้แสดงการศึกษารายละเอียดในการดำเนินการ (operate) อ่างเก็บน้ำสิรินธร โดยเฉพาะเกี่ยวกับกรณีการจัดสรรน้ำ ซึ่งได้รวบรวมจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ทั้งจากข้อมูลสถิติและจากรายงานการศึกษา[13] สามารถแยกองค์ประกอบของนโยบายการดำเนินการ (operating policy) ได้ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อทำการจำลองได้แก่ เส้นระดับดำเนินการ (rule curves) และกฎการดำเนินการ (operating rules)

เส้นระดับดำเนินการในการศึกษานี้ได้กำหนดเป็นหน่วยของปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำ (ล้าน $ม^3$.) ด้วยเหตุผลตามลักษณะของข้อมูลที่ได้มาเป็นหน่วยปริมาตรอยู่แล้ว และในการคำนวณมักจะทำในหน่วยของปริมาตร ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการเขียนโปรแกรมจึงใช้หน่วยเป็นปริมาตร เส้นระดับดำเนินการที่เกี่ยวข้องจะประกอบด้วย 4 เส้นระดับ คือ

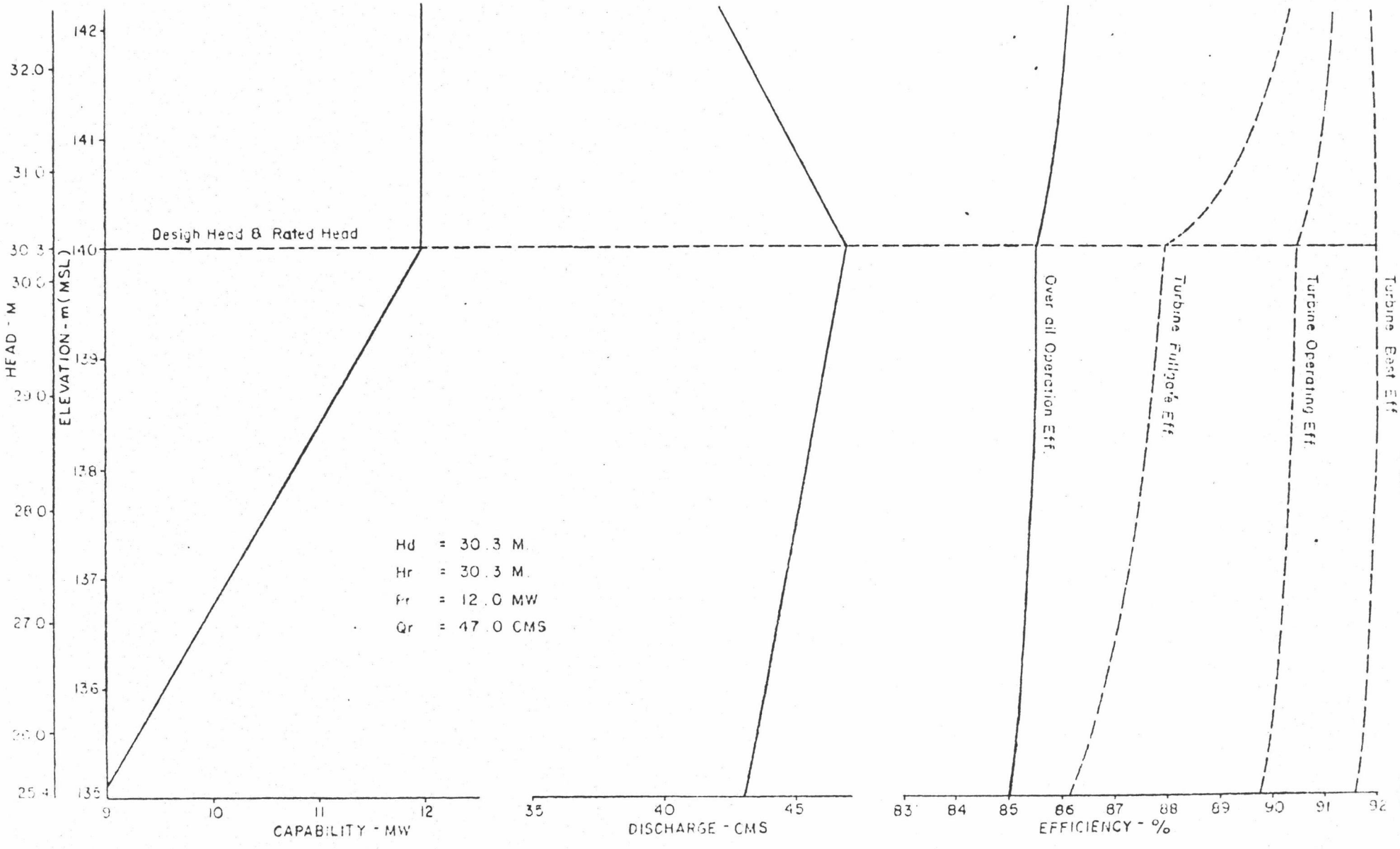


ELEVATION m(MSL)	SURFACE AREA, KM2	STORAGE MCM
115	0.6	1.3
120	3.5	10.8
125	14.3	62.3
130	40.6	184.0
135	96.6	517.1
140	232.9	1316.3
141.7	277.0	1749.4
142.2	290.5	1892.0

รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระ หว่างระดับ-พื้นที่-ความจุ ของอ่างเก็บน้ำลิรินธร

ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ(Head) ขีดความสามารถผลิตไฟฟ้าและประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษา

Head M.	Capability %	Overall efficiency %
25.00	79.00	85.20
26.20	86.00	85.40
27.00	90.00	85.40
28.00	95.00	85.60
28.00	100.00	85.60
30.00	100.00	86.00
31.20	100.00	86.20
32.00	100.00	86.20
34.00	100.00	86.20



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ-ชีดความสามารถการผลิตไฟฟ้า-ปริมาณน้ำผ่านกังหันน้ำ-ประสิทธิภาพต่างๆ

VMAXM = เส้นระดับดำเนินการควบคุมน้ำหลาก (flood control rule curve)

VMAXG = เส้นระดับดำเนินการบน (upper rule curve or conservation rule curve)

VBUFF = เส้นระดับดำเนินการล่าง (lower rule curve or buffer rule curve)

VMINI = เส้นระดับต่ำสุดในการดำเนินการ (inactive rule curve)

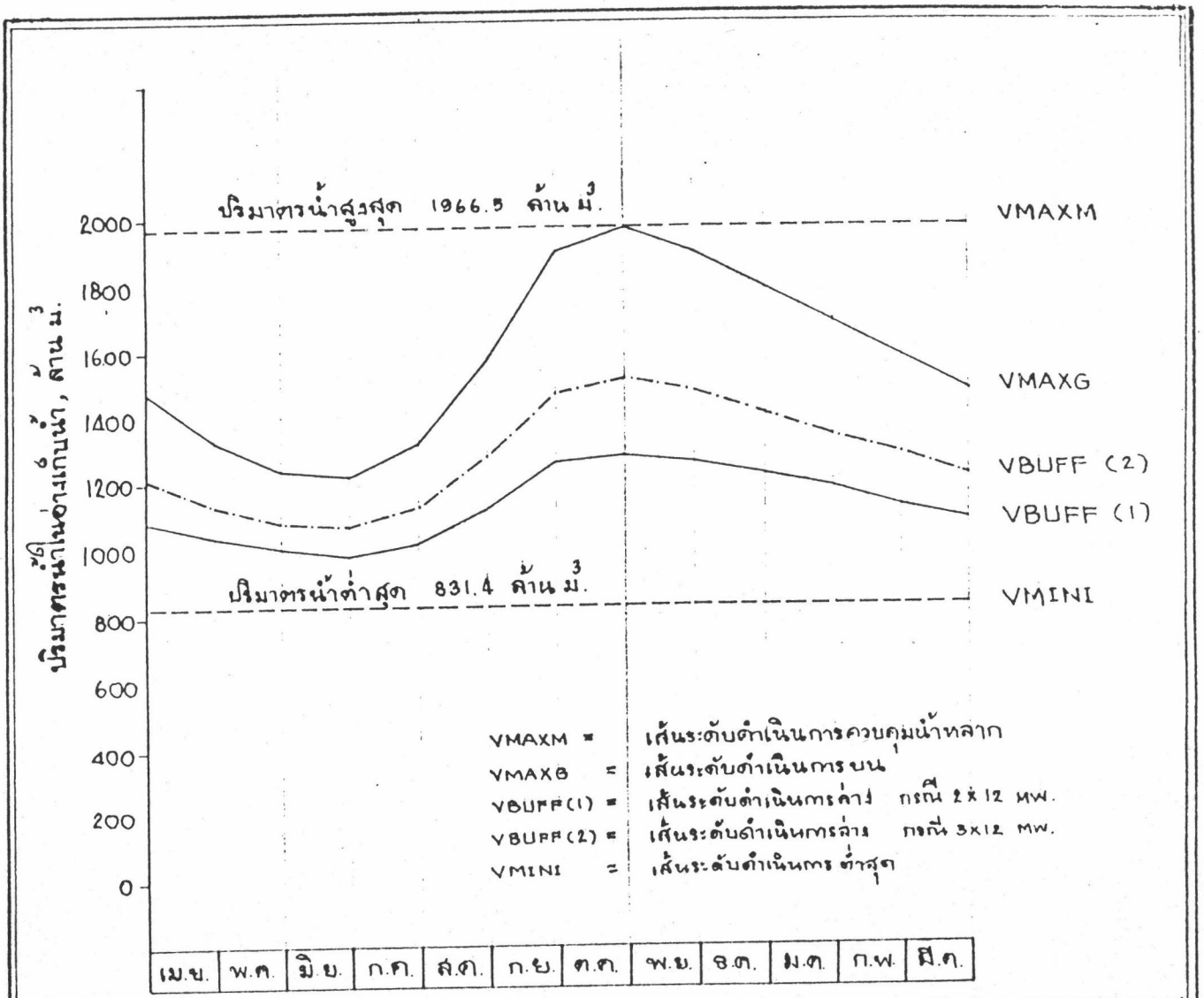
ในการศึกษานี้ ได้กำหนดให้ VBUFF เป็นตัวแปรข้อมูลเข้า (input data) ที่สามารถกำหนดเปลี่ยนแปลงได้ใน 2 กรณี คือค่าสูงและค่าต่ำ ค่าสูงกำหนดจากข้อมูลการดำเนินการที่ผ่านมา ตารางที่ 3.13 และค่าต่ำกำหนดจากการศึกษาของ กฟผ.[13] เมื่อติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวที่ 3 เส้นระดับดำเนินการที่ใช้ในการศึกษาได้แสดงในรูปที่ 5.4

กฎการดำเนินการ (operating rules) เป็นการวางเงื่อนไขการปล่อยน้ำให้สอดคล้องกับ เส้นระดับดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.4.1 กฎการดำเนินการที่ใช้ในการศึกษานี้ได้ดัดแปลงมาจากของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่แสดงไว้ในภาคผนวก ข. สำหรับการศึกษาในกรณีของการจัดสรรน้ำเท่านั้น การจำลองนโยบายดำเนินการได้ทำโดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้สามารถเก็บข้อมูลของเส้นระดับต่าง ๆ และให้สามารถทำการคำนวณโดยมีระดับน้ำในอ่างขณะที่พิจารณาเป็นข้อมูลเข้า ทำการทดสอบเงื่อนไขของระดับน้ำและกำหนดเงื่อนไขการปล่อยน้ำตามกฎการดำเนินการ คำนวณปริมาณน้ำที่ปล่อยและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

แบบจำลองการดำเนินการของอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นมาเป็นการรวมการจำลองสภาพทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำและนโยบายการดำเนินการเข้าด้วยกัน ในรูปของชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยมีชื่อที่เรียกในการศึกษาว่า ชุดโปรแกรม STRON ซึ่งมีรายละเอียดของชุดโปรแกรมแสดงไว้ในภาคผนวก จ.

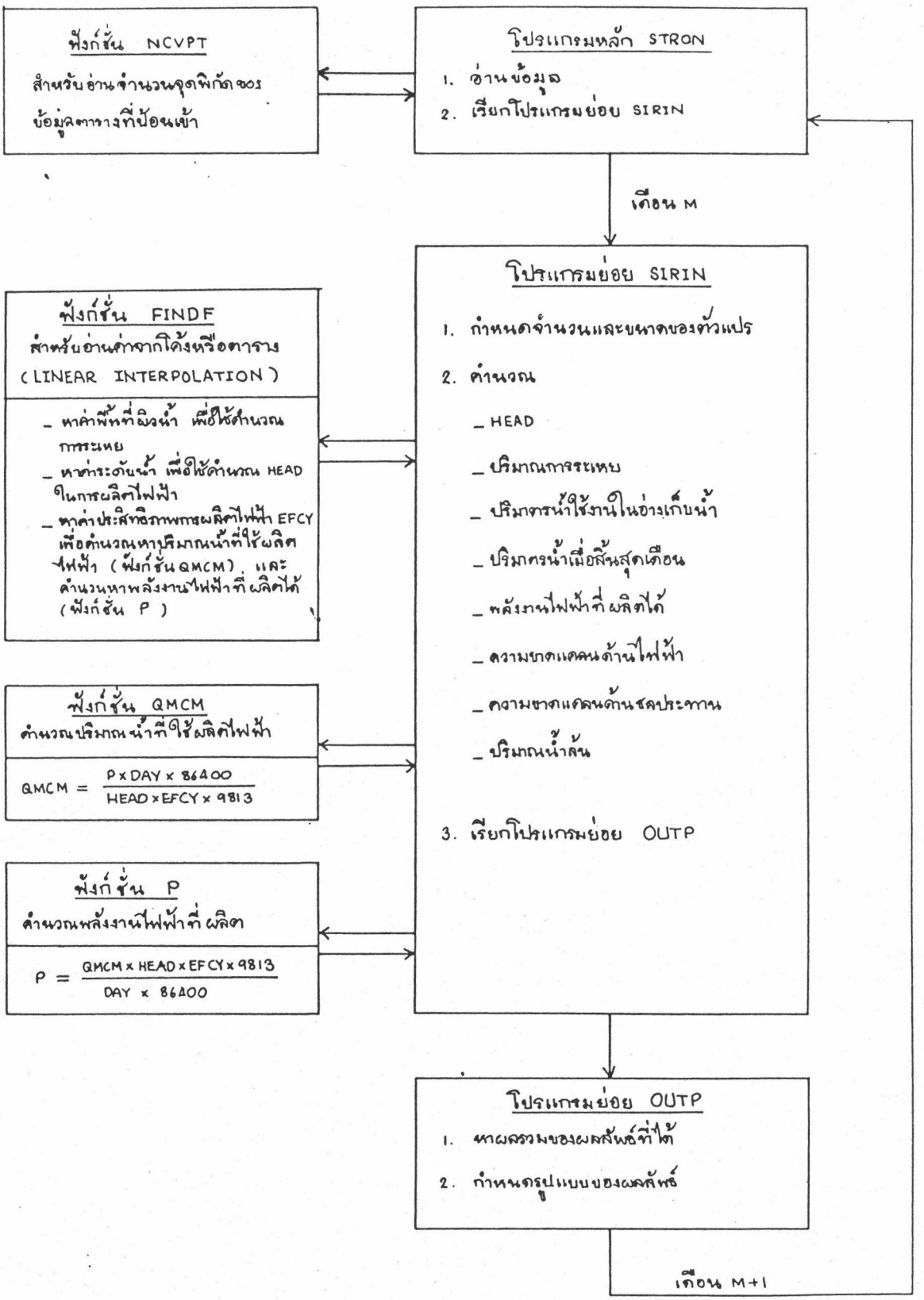
5.3 องค์ประกอบของแบบจำลอง

แบบจำลองการดำเนินการของอ่างเก็บน้ำสิรินธรหรือชุดโปรแกรม STRON ที่สร้างขึ้นมาในการศึกษานี้ จะประกอบด้วยตัวโปรแกรมหลัก (main program) และโปรแกรมย่อยต่าง ๆ (subroutine) ซึ่งมีหน้าที่และความสัมพันธ์ประกอบกันขึ้นเป็นโครงสร้างของชุดโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 5.5 และมีตัวแปรสำคัญมากมายที่เกี่ยวข้องในชุดโปรแกรม STRON ดังแสดงในตารางที่ 5.2 ในหัวข้อย่อยต่อไปนี้จะกล่าวถึงองค์ประกอบของแบบจำลองดังโปรแกรมที่แสดงไว้ในภาคผนวก



	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
VMAXM	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966
VMAXG	1535	1238	1219	1316	1575	1888	1966	1888	1784	1680	1575	1471
VBUFF(2)	1134	1076	1064	1122	1278	1466	1512	1466	1403	1340	1278	1215
VBUFF(1)	1040	1000	979	1020	1120	1258	1277	1258	1219	1180	1120	1080
VMINI	831	831	831	831	831	831	831	831	831	831	831	831

รูปที่ 5.4 แสดงค่าเส้นระดับดำเนินการต่างๆที่ใช้ในการศึกษา(หน่วยเป็นล้าน ม.^{3})



รูปที่ 5.5 องค์ประกอบแบบจำลองการดำเนินการอ่างเก็บน้ำสิรินธร สำหรับการคำนวณการจัดสรรน้ำตามวัตถุประสงค์ต่างๆ

ตารางที่ 5.2 รายชื่อตัวแปรสำคัญของชุดโปรแกรม STRON

ชื่อตัวแปร	ความหมาย
VMAXM (12)	เส้นระดับดำเนินการควบคุมน้ำหลาก
VMAXG (12)	เส้นระดับดำเนินการบน
EVAPO (12)	อัตราการระเหยราย เดือน, ม.
VEVOL (12)	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำในอ่างกับระดับน้ำ-ค่าปริมาตร
VEELE (12)	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำในอ่างกับระดับน้ำ-ค่าระดับน้ำ
AEELE (12)	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวน้ำกับระดับน้ำ-ค่าระดับน้ำ
AEARE (12)	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวน้ำกับระดับน้ำ-ค่าพื้นที่
PHHED (12)	ความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้ากับ HEAD-ค่า HEAD
PHCAP (12)	ความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้ากับ HEAD-ค่าขีดความสามารถ
VMINI (12)	เส้นระดับต่ำสุดในการดำเนินการ
F (12)	ปริมาณน้ำที่ เฉลี่ยราย เดือน, ล้าน $ม^3$.
D (12)	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน เฉลี่ยราย เดือน, ล้าน $ม^3$.
HEHED (12)	ความสัมพันธ์ระหว่าง HEAD กับประสิทธิภาพการผลิต-ค่า HEAD
HEEFF (12)	ความสัมพันธ์ระหว่าง HEAD กับประสิทธิภาพการผลิต-ค่าประสิทธิภาพ
VBUFF (12)	เส้นระดับดำเนินการล่าง
LOSS	ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากอ่าง เก็บน้ำ เนื่องจากการรั่วซึม, ล้าน $ม^3$.
CAPMW	กำลังการผลิตไฟฟ้า, เมกกะวัตต์
FPMW1	เป้าหมายการผลิตไฟฟ้าในภาวะปกติ, เมกกะวัตต์
FPMW2	เป้าหมายการผลิตไฟฟ้าในภาวะฉุกเฉิน, เมกกะวัตต์
NVE	จำนวนจุดในความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและระดับน้ำในอ่างฯ
NAE	จำนวนจุดในความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวน้ำและระดับน้ำในอ่างฯ
NHP	จำนวนจุดในความสัมพันธ์ระหว่าง HEAD และการผลิตไฟฟ้า
NHE	จำนวนจุดในความสัมพันธ์ระหว่าง HEAD และประสิทธิภาพการผลิต
VBGIN	ปริมาตรน้ำในอ่าง เก็บน้ำ เมื่อต้น เดือนแรกของการศึกษา, ล้าน $ม^3$.
MBG	เดือนที่ เริ่มทำการศึกษา
ATWEL	ระดับน้ำ เฉลี่ยท้ายน้ำของโรงจักรไฟฟ้า, เมตร (ร.ท.ก.)

กรมวิทยบริการ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.1 โปรแกรมหลัก STRON

โปรแกรมหลัก STRON จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรม กำหนดจำนวนข้อมูลและจัดขนาดของหน่วยความจำให้กับชุดข้อมูลต่าง ๆ ที่ป้อนเข้า พร้อมทั้งอ่านจำนวนจุดพิกัดของชุดข้อมูลที่แสดงเป็นเส้นโค้ง หรือในลักษณะของตาราง โดยใช้ฟังก์ชั่น NCVPT ซึ่งเป็นลักษณะของการนับธรรมดา โปรแกรมหลัก STRON จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลเข้า ซึ่งจะจัดอยู่ในรูปของข้อมูลรายเดือน โดยจะอ่านข้อมูลครั้งละหนึ่งปี จากนั้นจะทำหน้าที่เรียกโปรแกรมย่อย SIRIN ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมที่ทำหน้าที่คำนวณ รับข้อมูลไปทำการคำนวณต่อไปจนเสร็จได้ผลลัพธ์ออกมา จึงจะอ่านข้อมูลรายเดือนของปีถัดไป ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งครบจำนวนข้อมูลที่ป้อนเข้า

5.3.2 โปรแกรมย่อย SIRIN

โปรแกรมย่อย SIRIN ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำการคำนวณค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้ คือ Head, ปริมาณการระเหย ปริมาตรน้ำใช้งานในอ่างเก็บน้ำ ปริมาตรน้ำเมื่อสิ้นสุดเดือน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ความขาดแคลนด้านไฟฟ้า (ถ้ามี) ความขาดแคลนด้านชลประทาน (ถ้ามี) ปริมาณน้ำล้น (ถ้ามี) ซึ่งจะทำการคำนวณตามข้อมูลที่ได้รับจากโปรแกรมหลัก STRON ภายใต้เงื่อนไขการดำเนินการที่กำหนด กรรมวิธีการคำนวณโดยละเอียดจะได้กล่าวในหัวข้อที่ 5.4

โปรแกรมย่อย SIRIN จะทำหน้าที่กำหนดจำนวนและขนาดของตัวแปรต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณรวมทั้งข้อมูลเข้าที่ถูกส่งมาจากโปรแกรมหลัก STRON และจะทำหน้าที่ควบคุมการคำนวณในลักษณะของวงจรการทำงานเดือนต่อเดือน เมื่อคำนวณเสร็จแล้วจะทำหน้าที่เรียกโปรแกรมย่อย OUTP ซึ่งจะทำหน้าที่รวบรวมและจัดการผลลัพธ์ที่ได้ให้ออกมาในรูปแบบที่ต้องการ

การคำนวณของโปรแกรมย่อย SIRIN ได้อาศัยฟังก์ชั่นการคำนวณ 3 ชุด ดังนี้คือ

5.3.2.1 ฟังก์ชั่น FINDF (Function for Linear Interpolation)

ฟังก์ชั่น FINDF เป็นโปรแกรมที่มีหน้าที่สำหรับคำนวณค่าจากตาราง ด้วยวิธีใช้ความสัมพันธ์ เชิง เส้น การคำนวณค่าจากตาราง เป็นสิ่งจำ เป็นในการสร้ างแบบจำลองนี้ เป็นการประมาณค่าในระหว่างช่วงที่กำหนดให้ไว้ในตารางข้อมูล เข้า

สมมติว่ามีตารางกำหนดค่า $y = f(x)$ โดยมีลักษณะ เป็นคู่ (x_1y_1), (x_2,y_2)..... (X_n, Y_n) เมื่อกำหนดค่า $\bar{x}$ ให้ จะต้องทำการคำนวณ $\bar{y} = f(\bar{x})$ ตามความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ ฟังก์ชั่น FINDF จะทำการวิ เคราะห์หาช่วงของ $\bar{x}$ โดยสมมติให้ว่า ได้ $x_i < \bar{x} < x_{i-1}$ ค่า $\bar{y}$ จะคำนวณโดยอาศัยความสัมพันธ์ เส้นตรง (linear interpolation) ดังนี้

$$\Delta y = (\bar{x}-x_i) . \frac{y_{i+1}-y_i}{x_{i+1}-x_i} \qquad \text{.....(5.2)}$$

$$\bar{y} = y_i+\Delta y \qquad \text{.....(5.3}$$

รายละ เอียดของโปรแกรมได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ.

5.3.2.2 ฟังก์ชั่น P (Power Function)

การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่จะผลิตได้ จากปริมาณน้ำที่ปล่อย ผ่านกังหันไฟฟ้าจำนวนหนึ่งตามสภาวะขณะที่พิจารณา สามารถคำนวณได้โดยฟังก์ชั่น P

สมมติ Q CMS = ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ เป็นลูกบาศก์ เมตรต่อวินาที

Q MCM = ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ เป็นล้านลูกบาศก์ เมตร์

DAY = จำนวนวันที่ทำการปล่อยน้ำ ในที่นี้คือ จำนวนวันในแต่ละ เดือน

HEAD = หัวน้ำที่ใช้ผลิตไฟฟ้า เป็น เมตร

EFCY = ประสิทธิภาพการผลิต เป็นอัตราส่วนของจำนวน เต็มหนึ่ง

1 HP (แรงม้า เมตริก) = 75 กิโลกรัม-เมตร = 736 Watts

ปริมาตรน้ำ 1 ลบ.ม. หนัก เท่ากับ 1000 กิโลกรัม ดังนั้น

$$P\ (HP) = Q\ CMS \times HEAD \times EFCY \times 1000/75 \quad .....(5.4)$$

$$P\ (watts) = Q\ CMS \times HEAD \times EFCY \times 1000 \times 736/85$$

หรือ $$P\ (watts) = Q\ CMS \times HEAD \times EFCY \times 9813 \quad .....(5.5)$$

$$(MW) = Q\ CMS \times HEAD \times EFCY \times 9813 \times 10^{-6} \quad ...:(5.6)$$

ถ้าปริมาณน้ำที่ปล่อย เป็นล้านลูกบาศก์เมตร, Q MCM

$$P\ (MW) = \frac{Q\ MCM \times 10^{6}}{DAY \times 24 \times 60 \times 60} \times HEAD \times EFCY \times 9813 \times 10^{-6}$$

หรือ $$P\ (MW) = \frac{Q\ MCM}{DAY \times 86400} \times HEAD \times EFCY \times 9813 \quad ....(5.7)$$

สมการที่ 5.7 ใช้ในการคำนวณของฟังก์ชั่น ดังแสดงในภาคผนวก จ.

5.3.2.3 ฟังก์ชั่น Q MCM (Release Function)

ฟังก์ชั่น Q MCM เป็นโปรแกรมใช้คำนวณปริมาณน้ำที่ต้องปล่อยผ่านกังหันน้ำ เพื่อที่จะผลิตไฟฟ้าให้ได้ค่าตามต้องการ ภายใต้สภาวะที่พิจารณา สามารถคำนวณได้โดยอาศัยสมการที่ 5.7 ดังนี้

$$Q\ MCM = \frac{P \times DAY \times 86400}{HEAD \times EFCY \times 9813} \quad .....(5.8)$$

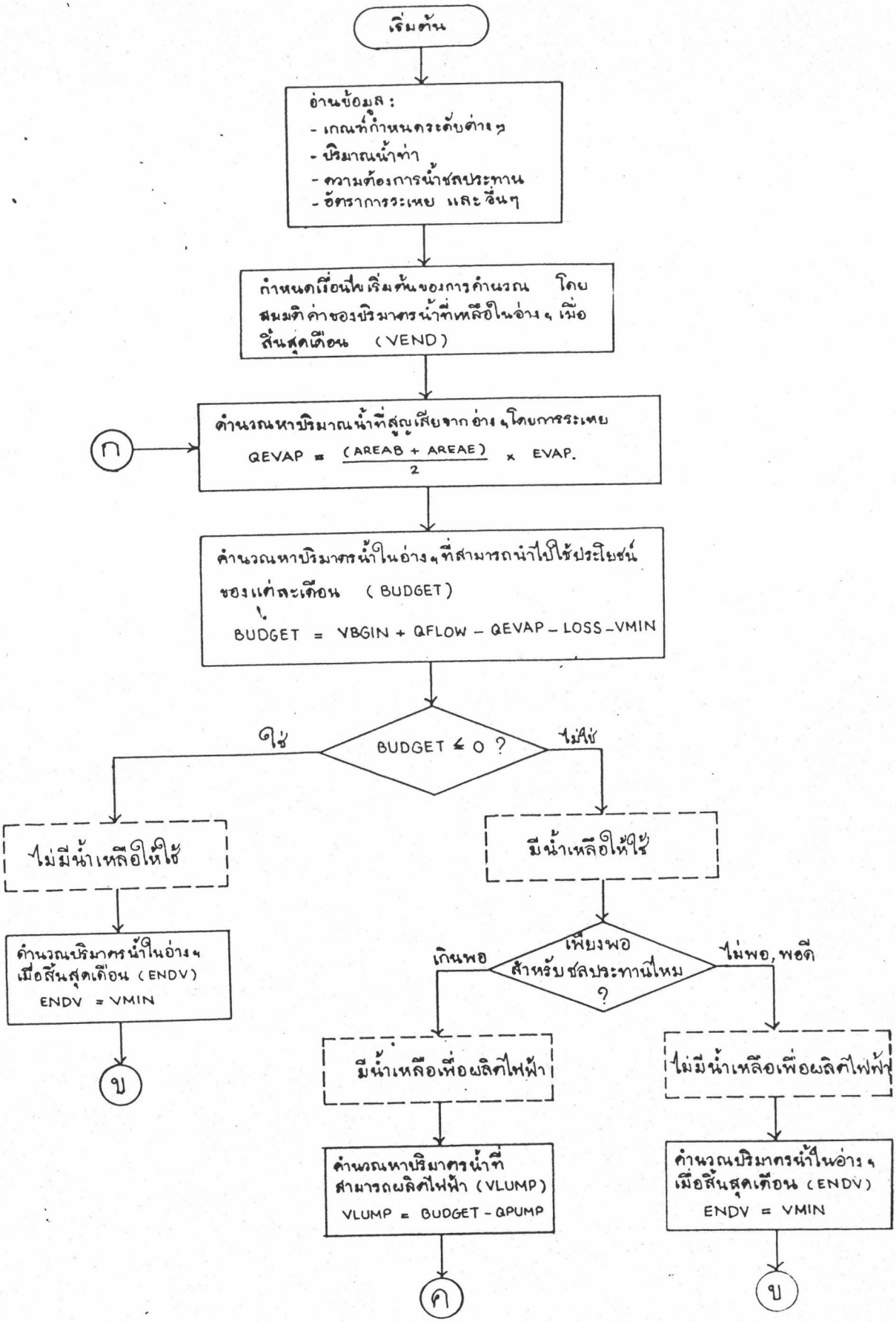
ดังแสดงในภาคผนวก จ.

5.3.3 โปรแกรมย่อย OUTP

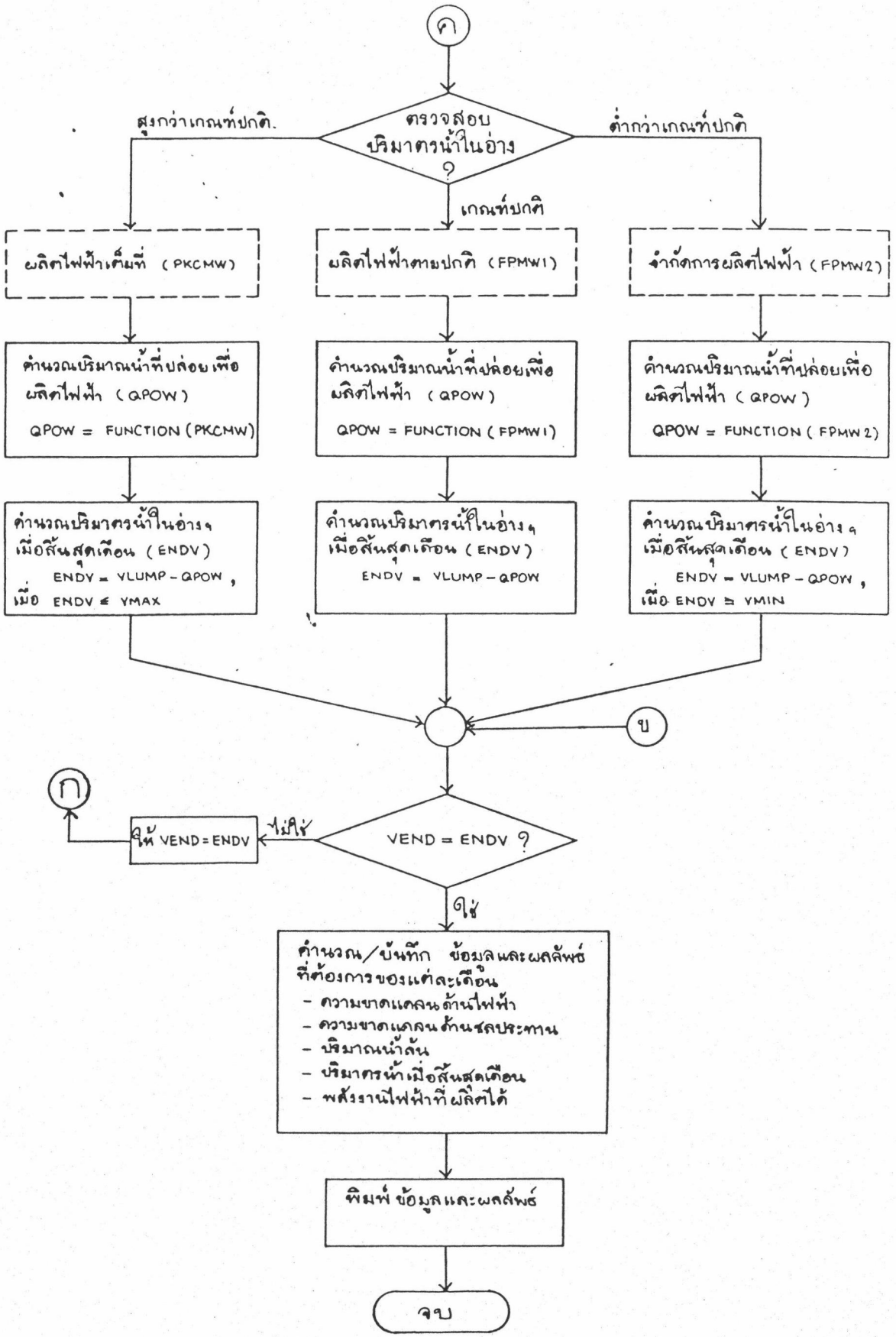
โปรแกรมย่อย OUTP ทำหน้าที่รวบรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรมย่อย SIRIN ให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นระเบียบตามต้องการ พร้อมทั้งหาค่าผลรวมของผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่ได้ในแต่ละปี ดังแสดงในภาคผนวก จ.

5.4 กรรมวิธีการคำนวณ (Calculation Process)

กรรมวิธีการคำนวณของแบบจำลองการดำเนินการของอ่างเก็บน้ำหรือชุดโปรแกรม STRON นี้ มีขั้นตอนการคำนวณเป็นลำดับดังได้แสดงในแผนผังรูปที่ 5.6 ซึ่งจำลองจากการ



รูปที่ 5.6 แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการคำนวณของชุดโปรแกรม STRON



รูปที่ 5.6 (ต่อ) แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการคำนวณของชุดโปรแกรม STRON

ทำงานของโปรแกรมย่อย SIRIN ที่ได้เขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แสดงไว้ในภาคผนวก จ.

การคำนวณของแต่ละเดือนเริ่มจากปริมาตรน้ำในอ่าง - ต้นเดือน (VBGIN) นำไปหาค่าของระดับน้ำ - ต้นเดือน (EBGIN) จากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและระดับ (ฟังก์ชั่น FINDF) จากนั้นจึงนำค่า EBGIN มาหาค่าพื้นที่อ่าง - ต้นเดือน (AREAB) โดยมีข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และระดับ สำหรับพื้นที่อ่าง - สิ้นเดือนก็หาด้วยกรรมวิธีเดียวกัน โดยอาศัยปริมาตรน้ำในอ่าง - สิ้นเดือน (VEND). เพื่อใช้หาค่าของระดับน้ำในอ่าง - สิ้นเดือน (ELEND) จากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและระดับ จากนั้นจึงนำค่า ELEND มาหาค่าพื้นที่อ่าง - สิ้นเดือน (AREAE) โดยข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และระดับ

กรรมวิธีการคำนวณจะเป็นไปในลักษณะของการทดสอบผิดพลาดซ้ำซาก (Trial-and-error method) โดยการสมมติค่าปริมาตรสิ้นเดือนหรือ VEND ขึ้นก่อนแล้วทำการคำนวณไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะกล่าวต่อไป ซึ่งภายหลังจะคำนวณค่าปริมาตร-สิ้นเดือนออกมาอีก ซึ่งทำให้สัญญลักษณะว่า ENDV ค่า ENDV จะต้องเท่ากับ VEND การคำนวณจึงจะยุติ

การสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหย คำนวณจากผลคูณของอัตราระเหยประจำเดือนกับพื้นที่ผิวน้ำเฉลี่ย (นั่นคือค่าเฉลี่ยของ AREAB และ AREAE) ของเดือน

5.4.1 การคำนวณปริมาณน้ำที่จัดสรรให้เพื่อการชลประทาน

ปริมาตรน้ำใช้งานในแต่ละเดือนของอ่างเก็บน้ำ (BUDGET) หมายถึงปริมาตรน้ำส่วนที่อยู่เหนือระดับต่ำสุด ซึ่งหาได้จากผลรวมของปริมาตรน้ำ-ต้นเดือนกับปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างประจำเดือน แล้วลบออกด้วยปริมาณการสูญเสียน้ำประจำเดือน (การระเหยและรั่วซึม) และปริมาตรน้ำต่ำสุด ตราบใดที่ปริมาตรน้ำ-สิ้นเดือนมีมากกว่าปริมาตรน้ำต่ำสุด ก็จะสูบน้ำให้เต็มตามความต้องการด้านชลประทาน (ข้อมูลเข้าจากชุดโปรแกรม IDMOI) อย่างไรก็ตามจะไม่สามารถใช้น้ำจากอ่างเมื่อมีปริมาตรต่ำสุดได้ ดังนั้นในเดือนใดเมื่อไม่สามารถสูบน้ำได้เต็มตามความต้องการด้านชลประทานได้ เนื่องจากปริมาตรน้ำในอ่างลดลงถึงปริมาตรน้ำต่ำสุด ปริมาณการสูบน้ำของเดือนนั้นก็จะเท่ากับปริมาตรน้ำใช้งาน (BUDGET) และปริมาณการขาดแคลนน้ำก็คือ ผลต่างของปริมาณความต้องการน้ำกับปริมาณน้ำที่สามารถสูบได้ของเดือนนั้น

5.4.2 การคำนวณปริมาณน้ำที่ปล่อย เพื่อการผลิตไฟฟ้า

ในการคำนวณปริมาณน้ำที่จะปล่อย เพื่อการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในชุดโปรแกรม STRON จะเป็นการทำงานในขั้นตอนต่อจากกาาคำนวณปริมาณน้ำที่สูบ เพื่อการชลประทาน (Q PUMP) การพิจารณาในกรณีนี้จึงขึ้นอยู่กับปริมาตรน้ำใช้งานที่ เหลืออยู่ในอ่างภายหลังจากที่หัก Q PUMP แล้ว และนโยบายการดำ เนินการ โดยมีปัจจัยที่ เกี่ยวข้องในการคำนวณ คือ ปริมาณความต้องการผลิตไฟฟ้าตามนโยบายที่กำหนด, ค่า Head เฉลี่ย, ประสิทธิภาพรวมของการผลิต, และ เวลาที่ทำการผลิต (จำนวนวันในแต่ละ เดือน) ในหัวข้อต่อไปนี้จะอธิบายถึงการคำนวณการปล่อยน้ำโดย เปรียบ เทียบปริมาตรน้ำที่มีในอ่างกับ เส้นระดับดำ เนินการต่าง ๆ ดังนี้

5.4.2.1 การคำนวณในกรณีที่ระดับน้ำในอ่างสูงกว่า VMAXM

กรณีนี้ เป็นการฉุก เฉิน เนื่องจากมีน้ำในอ่างมากกว่า เกณฑ์สูงสุด จะทำการปล่อยน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้าตามขีดความสามารถของโรงไฟฟ้า 2x12 MW หรือ 3x12 MW แล้วแต่กรณี และถ้ายังมีปริมาณน้ำ เหลืออีกก็ระบายออกทั้งหมดโดยทางน้ำล้น เพื่อมิให้ระดับน้ำในอ่าง เกิน VMAXM ลำดับการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1. หาค่า HEAD เฉลี่ยจากผล เฉลี่ยระหว่างระดับน้ำ-ต้น เดือนและระดับน้ำ - สิ้น เดือน หักออกด้วยระดับน้ำ เฉลี่ยท้ายน้ำ

2. นำค่า HEAD เฉลี่ยไปใช้หาค่าขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้าของโรงจักรจากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้าและ HEAD โดยใช้ฟังก์ชั่น FINDF

3. นำค่า HEAD เฉลี่ยไปใช้หาค่าประสิทธิภาพ (EFCY) จากโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง HEAD กับประสิทธิภาพการผลิต โดยใช้ฟังก์ชั่น FINDF

4. ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) เป็นล้านลูกบาศก์ เมตร จำนวน โดยฟังก์ชั่น Q MCM (สมการ 5.8)

5. ให้หักปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) ออกจากปริมาณน้ำส่วนที่อยู่สูงกว่าปริมาตรน้ำสูงสุดแล้ว ปริมาณน้ำที่เหลือจะถูกระบายโดยทางน้ำล้น เป็นปริมาณน้ำล้นและปริมาตรน้ำ - สิ้นเดือน จะอยู่ที่ VMAXM

6. ถ้าหาก ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) มีมากกว่าปริมาณน้ำส่วนที่อยู่สูงกว่าปริมาตรน้ำสูงสุดแล้ว กรณีนี้ก็จะไม่มีปริมาณน้ำล้น ปริมาณน้ำ - สิ้นเดือน จะเป็นค่าผลต่างระหว่างปริมาตรน้ำในอ่างและปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ

5.4.2.2 <u>การคำนวณในกรณีที่ระดับน้ำในอ่างฯ อยู่ระหว่าง VMAXM และ VMAXG</u>

กรณีนี้ยังคงเป็นกรณีที่น้ำมากกว่าปกติอยู่ ดังนั้นจึงทำการปล่อยน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าตามขีดความสามารถของโรงจักร เช่นเดียวกับกรณีแรก เพื่อพยายามลดระดับน้ำในอ่างให้ลงมาอยู่ที่ระดับ VMAXG ลำดับการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1. หาค่า Head เฉลี่ยจากผลเฉลี่ยระหว่างระดับน้ำ - ต้นเดือนและระดับน้ำ - สิ้นเดือน แล้วหักออกด้วยระดับเฉลี่ยท้ายน้ำ

2. นำค่า Head เฉลี่ยไปใช้หาค่าขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้าของโรงจักร จากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถของการผลิตไฟฟ้าและ Head โดยฟังก์ชั่น FINDF

3. นำค่า HEAD เฉลี่ยไปใช้หาค่าประสิทธิภาพ (EFCY) จากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่าง Head กับประสิทธิภาพการผลิต โดยฟังก์ชั่น FINDF

4. ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) เป็นล้านลูกบาศก์เมตร คำนวณจากฟังก์ชั่น Q MCM (สมการที่ 5.8)

5. หักปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) ออกจากปริมาณน้ำส่วนที่อยู่สูงกว่า VMAXG ก็จะเป็นปริมาตรน้ำ -สิ้นเดือน ซึ่งจะสูงกว่า VMAXG

6. หากปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) มีมากกว่าปริมาณน้ำส่วนที่อยู่สูงกว่า VMAXG แล้ว ก็จะพิจารณาว่า ปริมาณน้ำส่วนที่อยู่สูงกว่า VMAXG

นี้ ถ้าหากนำมา เฉลี่ยผลิตไฟฟ้าตลอด เดือน แล้วปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะ เพียงพอกับความต้องการตามปกติ (FPMW1) หรือไม่ ถ้าหาก เพียงพอก็ถือว่าปล่อยน้ำที่ เกิน VMAXG ทั้งหมด เพื่อการผลิตไฟฟ้าของ เดือนนั้น เพราะฉะนั้น ปริมาตร - สิ้น เดือน จะอยู่ที่ VMAXG แต่ถ้าหากไม่ เพียงพอก็จะทำการคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะต้องปล่อย เพื่อให้พอ เพียงกับความต้องการตามปกติ และปริมาตร - สิ้น เดือน จะ เป็นค่าผลต่างระหว่างปริมาตรน้ำในอ่างและปริมาณน้ำที่ปล่อยในครั้งหลังนี้

5.4.2.3 <u>การคำนวณในกรณีที่ระดับน้ำในอ่างอยู่ระหว่าง VMAXG และ VBUFF</u>

กรณีนี้ เป็นกรณีที่มีน้ำในอ่างอยู่ใน เกณฑ์ปกติ ไม่มาก เกินไปจน เกรงว่าจะ เกิดผล เสียและไม่น้อย เกินไปจน เกรงว่าจะขาดแคลน การปล่อยน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้าจะทำวันละ 4 ชั่วโมง หรืออีกนัยหนึ่งกำหนด Firm Power หรือกำลังการผลิตที่แน่นอนของโรงจักร (FPMW1) เท่ากับ 6 เมกกะวัตต์ และ 4 เมกกะวัตต์ สำหรับการติดตั้ง เครื่องกำเนิด กรณี 3x12 และ 2x12 เมกกะวัตต์ ตามลำดับ ลำดับการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1. หาค่า Head เฉลี่ยจากผล เฉลี่ยระหว่างระดับน้ำ - ต้น เดือนและระดับน้ำ - สิ้น เดือน แล้วหักออกด้วยระดับ เฉลี่ยท้ายน้ำ

2. นำค่า Head เฉลี่ยไปใช้หาค่าขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้าของโรงจักรจากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้าและ แต่ในกรณีนี้จะไม่ได้นำค่าขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้านี้ไปทำการคำนวณปริมาณน้ำที่จะปล่อยผ่านกังหันน้ำ เพียงแต่ไว้สำหรับแสดง เปรียบ เทียบ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่จะใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำจะใช้ค่าที่กำหนดกำลังการผลิตที่แน่นอนของโรงจักรในสภาพปกติ (FPMW1)

3. ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) เป็นล้านลูกบาศก์เมตร คำนวณจากฟังก์ชั่น Q MCM (สมการที่ 5.8)

5. เมื่อหักปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำออกจากปริมาตรน้ำที่มีอยู่ในอ่าง ก็จะ เป็นปริมาตรน้ำ - สิ้น เดือน

5.4.2.4 การคำนวณในกรณีที่ระดับน้ำในอ่างอยู่ต่ำกว่า VBUFF

กรณีนี้ เป็นกรณีที่ปริมาณน้ำในอ่างต่ำกว่า เกณฑ์ปกติซึ่ง เป็นกรณีวิกฤติที่จะต้องหามาตรการมาควบคุมการใช้น้ำ มิฉะนั้น จะ เกิดการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรงได้ ในที่นี้ได้กำหนดการใช้น้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้า เหลือวันละ 3 ชั่วโมง (ปกติ 4 ชั่วโมง) หรืออีกนัยหนึ่ง กำหนดกำลังการผลิตที่แน่นอนของโรงจักร เท่ากับ 4.5 เมกกะวัตต์ (ปกติ 6 เมกกะวัตต์) ลำดับการคำนวณมีดังต่อไปนี้

1. หาค่า Head เฉลี่ยจากผล เฉลี่ยระหว่างระดับน้ำ - ต้นเดือนและระดับน้ำ - สิ้น เดือน หักออกด้วยระดับ เฉลี่ยท้ายน้ำ

2. นำค่า Head เฉลี่ยไปใช้หาค่าขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้าของโรงจักร จากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่างขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้าและ Head แต่ในกรณีนี้จะไม่ได้นำค่าขีดความสามารถการผลิตไฟฟ้านี้ไปทำการคำนวณปริมาณน้ำที่จะปล่อยผ่านกังหันน้ำ เพียงแต่ไว้สำหรับแสดง เปรียบ เทียบ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่จะใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำจะใช้ค่าที่กำหนดกำลังการผลิตที่แน่นอนของโรงจักรในภาวะวิกฤติ (FPMW2)

3. นำค่า Head เฉลี่ยไปใช้หาค่าประสิทธิภาพของการผลิต (EFCY) จากข้อมูลตารางความสัมพันธ์ระหว่าง Head กับประสิทธิภาพการผลิต โดยฟังก์ชั่น FINDF

4. ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ (Q MCM) เป็นล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งคำนวณจากฟังก์ชั่น Q MCM (สมการที่ 5.8)

5. เมื่อหักปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำออกจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่าง ก็จะ เป็นปริมาตรน้ำ - สิ้น เดือน

6. ถ้าหากปริมาณน้ำที่จะปล่อยผ่านกังหันน้ำมีมากกว่าปริมาตรน้ำใช้งานที่ เหลือในอ่าง จะ เกิดภาวะขาดแคลนน้ำ เพื่อการผลิตไฟฟ้าขึ้น เนื่องจาก เงื่อนไขที่ไม่ให้มีการใช้น้ำที่ระดับต่ำสุด ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำในกรณีนี้จะ เท่ากับปริมาตรน้ำใช้งานที่ เหลือในอ่างทั้งหมด และปริมาณการขาดแคลนน้ำจะ เป็นผลต่างระหว่างปริมาณน้ำที่ต้องการจะปล่อยกับปริมาณน้ำที่สามารถปล่อยได้จริง ในกรณีนี้ปริมาตรน้ำ - สิ้น เดือนจึง เท่ากับปริมาตรน้ำต่ำสุด (VMINI)

5.5 ข้อมูลเข้า (Input Data)

ข้อมูลเข้าสำหรับชุดโปรแกรม STRON จะจำแนกออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ ข้อมูลแสดงลักษณะทางกายภาพ ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลนโยบายการดำเนินการ โดยมีตัวอย่างรายการของข้อมูลเข้าที่ใช้ในการศึกษาแสดงใน ภาคผนวก จ.

5.5.1 ข้อมูลแสดงลักษณะทางกายภาพ

ข้อมูลแสดงลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำได้แก่

1. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ-พื้นที่-ปริมาตร น้ำในอ่าง
2. อัตราการระเหย
3. อัตราการรั่วซึม

ข้อมูลแสดงลักษณะทางกายภาพของโรงไฟฟ้า ได้แก่

1. จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้ง มี 2 กรณี คือ 2x12 MW และ 3x12 MW
2. Installed Capacity มี 2 กรณีตามจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ 24 MW และ 36 MW
3. ความสัมพันธ์ระหว่าง Head - ขีดความสามารถในการผลิตไฟฟ้า
4. ความสัมพันธ์ระหว่าง Head - ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า

5.5.2 ข้อมูลอุทกวิทยา

1. ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ยราย เดือน
2. ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยราย เดือน

5.5.3 ข้อมูลนโยบายดำเนินการ

1. เส้นระดับดำเนินการต่าง ๆ ได้แก่ VMAXM, VMAXG, VBVFF และ VMINI

2. Firm Power ในภาวะปกติ (FPMW1)

3. Firm Power ในภาวะฉุกเฉิน (FPMW2)

5.6 ข้อมูลออก (Output Data)

สำหรับการศึกษาในที่นี้ ได้ใช้แบบจำลองชุดโปรแกรม STRON ที่สร้างขึ้นเพื่อศึกษาการตอบสนองของระบบที่มีต่อปริมาณน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยกำหนดเงื่อนไขหรือชุดตัวแปรต่าง ๆ กัน เพื่อทำการศึกษาเป็นหลายกรณี ผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งแสดงออกมาโดยการพิมพ์จะประกอบด้วยค่ารายเดือนและผลรวมของแต่ละปี ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนี้สามารถสรุปรวบรวมได้ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณน้ำที่ปล่อยผ่านกังหันน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้า

2. ปริมาณน้ำที่สูบจากอ่าง เพื่อการชลประทาน

3. ปริมาณน้ำที่ล้นจากอ่าง

4. ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ปล่อยลงลำน้ำ เดิมท้ายเขื่อน

5. ปริมาณการขาดแคลนน้ำ เพื่อการผลิตไฟฟ้า

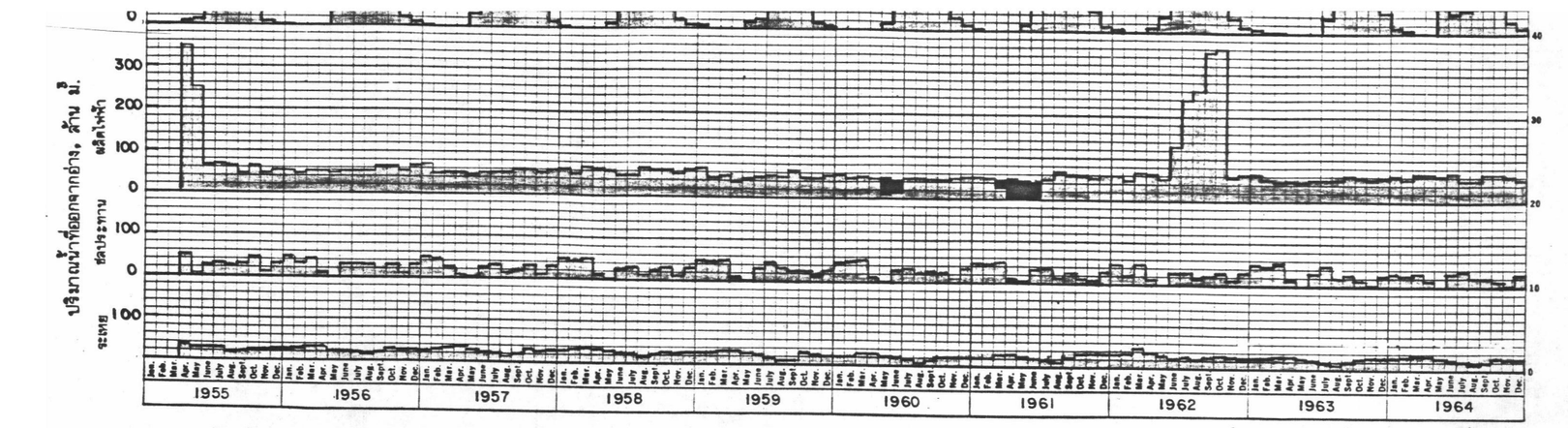
6. ปริมาณการขาดแคลนน้ำ เพื่อการชลประทาน

7. ปริมาตร/ระดับน้ำในอ่าง เก็บน้ำ เมื่อสิ้นสุดเดือน

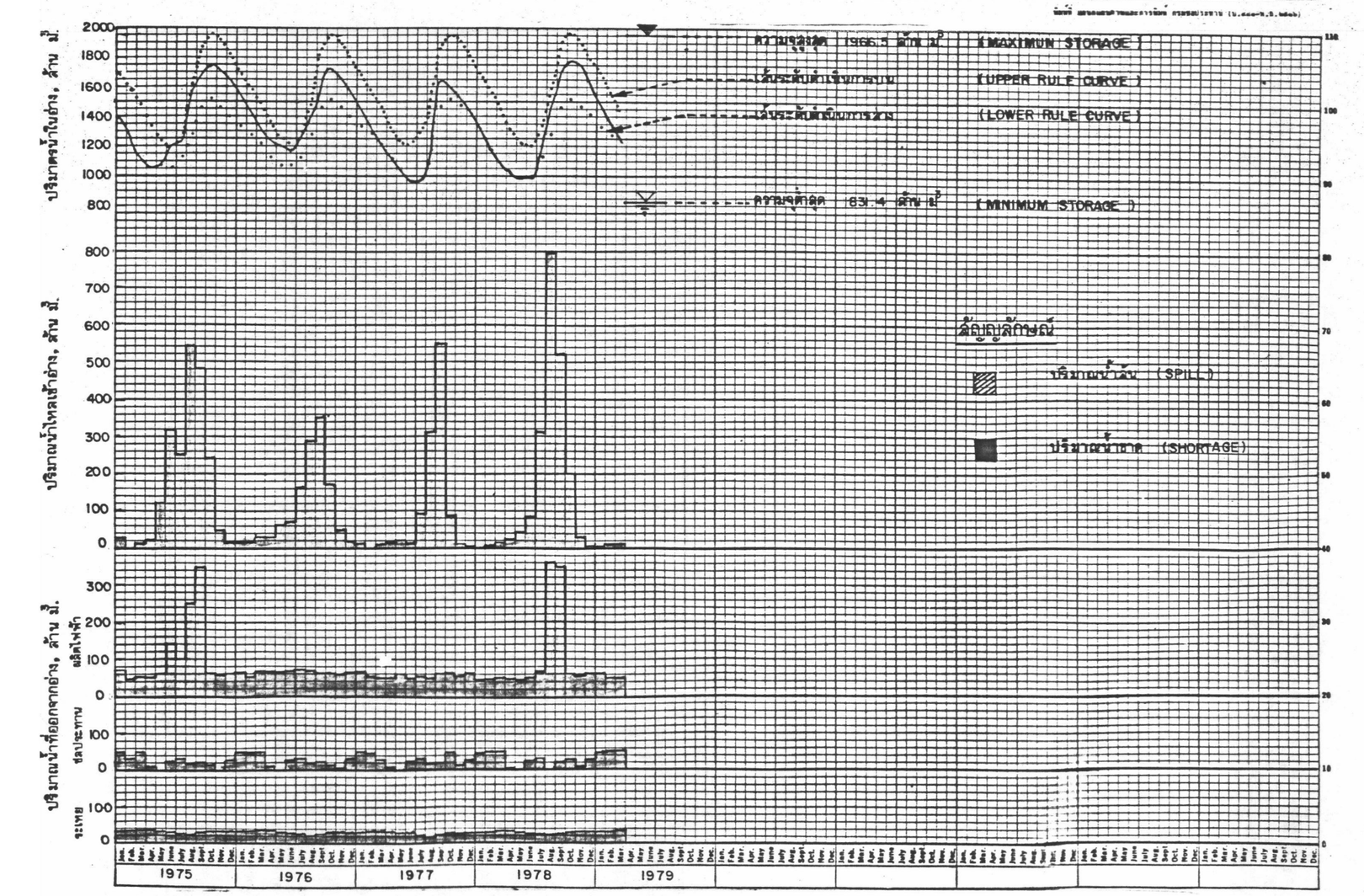
8. ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละเดือน

9. ขีดความสามารถในการผลิตไฟฟ้าในแต่ละเดือน

ตัวอย่างรายการของผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองตามข้อมูลเข้าที่ให้ไว้ในข้อ 5.5.4 ได้แสดงในรูปที่ 5.7 และในภาคผนวก จ.


ปริมาณน้ำที่ออกจากอ่าง, ล้าน ลบ.ม.
ผลิตไฟฟ้า
ชลประทาน
ระบาย
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964

ปริมาตรน้ำในอ่าง, ล้าน ลบ.ม.
ความจุน้ำสูงสุด 1966.4 ล้าน ลบ.ม.
ความจุน้ำต่ำสุด 831.4 ล้าน ลบ.ม.
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง, ล้าน ลบ.ม.
ปริมาณน้ำที่ออกจากอ่าง, ล้าน ลบ.ม.
ผลิตไฟฟ้า
ชลประทาน
ระบาย
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974


ปริมาตรน้ำในอ่าง, ล้าน ลบ.ม.
ความจุสูงสุด 1966.5 ล้าน ลบ.ม. (MAXIMUM STORAGE)
เส้นระดับน้ำเก็บกักสูงสุด (UPPER RULE CURVE)
เส้นระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด (LOWER RULE CURVE)
ความจุต่ำสุด 831.4 ล้าน ลบ.ม. (MINIMUM STORAGE)
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง, ล้าน ลบ.ม.
สัญญลักษณ์
ปริมาณน้ำล้น (SPILL)
ปริมาณน้ำขาด (SHORTAGE)
ปริมาณน้ำที่ออกจากอ่าง, ล้าน ลบ.ม.
ผลิตไฟฟ้า
ชลประทาน
ระบาย
1975
1976
1977
1978
1979