บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 อ่างเก็บน้ำ (Reservoir)

2.1.1 ประโยชน์ในการสร้างอ่างเก็บน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อมนุษย์ และเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อมนุษย์นานัปการ ซึ่งนับวัน ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น ตามอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร และการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคมโดยปัจจุบันจะพบเห็นปัญหาเรื่องน้ำของประเทศไทยแทบทุกปี ไม่ว่าจะเป็นปัญหาการเกิดอุทกภัย หรือปัญหาการเกิดภัยแล้ง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากปัญหาแล้ว ทำให้มีความจำเป็นต้องมีการวางแผนในการบริหารจัดการน้ำ

อ่างเก็บน้ำ เป็นเครื่องมือที่สำคัญอันหนึ่งในการบริหารจัดการน้ำโดยอ่างเก็บน้ำถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมน้ำในลำน้ำที่ไหลตามธรรมชาติ และทำการกักเก็บน้ำไว้สำหรับกิจกรรมการใช้น้ำของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำที่ดี ช่วยให้สามารถจัดสรรน้ำที่มีอยู่ให้พอดีกับความต้องการในเวลาที่เหมาะสม แต่ถึงกระนั้นในทางปฏิบัติ การจัดการระบบอ่างเก็บน้ำให้ได้ ตามวัตถุประสงค์นั้นทำได้ไม่ง่ายนัก เนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ขึ้นอยู่กับสภาพธรรมชาติที่มีความแปรปรวน นอกจากนี้ความต้องการน้ำของผู้ใช้น้ำก็ยังมีความไม่แน่นอนอีกด้วย จึงทำให้การปฏิบัติการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำต้องประสบกับสภาวะเสี่ยงต่อการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง และเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูงในช่วงฤดูฝนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

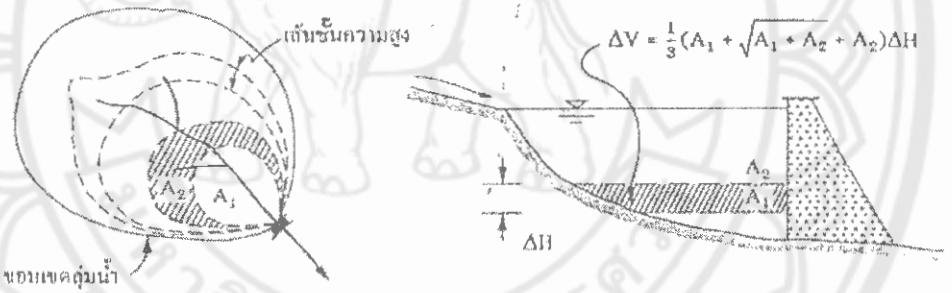
ดังนั้นจะเห็นว่าหน้าที่สำคัญของอ่างเก็บน้ำ คือ การปรับปริมาณน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้เกิดความมั่นคง ด้วยการควบคุมปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในธรรมชาติ และด้วยการนำน้ำไปใช้ตามความต้องการของผู้ใช้ทั้งปริมาณและเวลาตามที่ต้องการ

2.1.2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์ของอ่างเก็บน้ำ(Physical characteristics of reservoirs)

เนื่องจากหน้าที่สำคัญของอ่างเก็บน้ำก็คือ การจัดให้มีปริมาตรเก็บกัก (Storage)พอเพียงต่อปริมาณน้ำที่ต้องการ (Demand) ต่างๆ ดังนั้นคุณลักษณะทางฟิสิกส์ที่สำคัญของอ่างเก็บน้ำก็คือความจุเก็บกัก (Storage capacity) ถ้าหากว่าอ่างเก็บน้ำมีรูปร่างแบบสม่ำเสมอแล้ว ความจุเก็บกักของอ่างเก็บน้ำสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรปริมาตรของรูปทรงธรรมดา แต่สำหรับความจุเก็บกักของอ่างเก็บน้ำที่ตั้งอยู่ในลำน้ำธรรมชาติจะมีรูปทรงที่ไม่สม่ำเสมอจึงคำนวณจากสูตรปริมาตรของรูปทรงธรรมดาไม่ได้ อย่างไรก็ตามความจุเก็บกักของอ่างที่ตั้งอยู่ในลำน้ำธรรมชาติก็สามารถคำนวณได้ด้วยการทำสำรวจแผนที่ภูมิประเทศ จากผลการสำรวจระดับพื้นที่ภูมิประเทศบริเวณที่ตั้ง

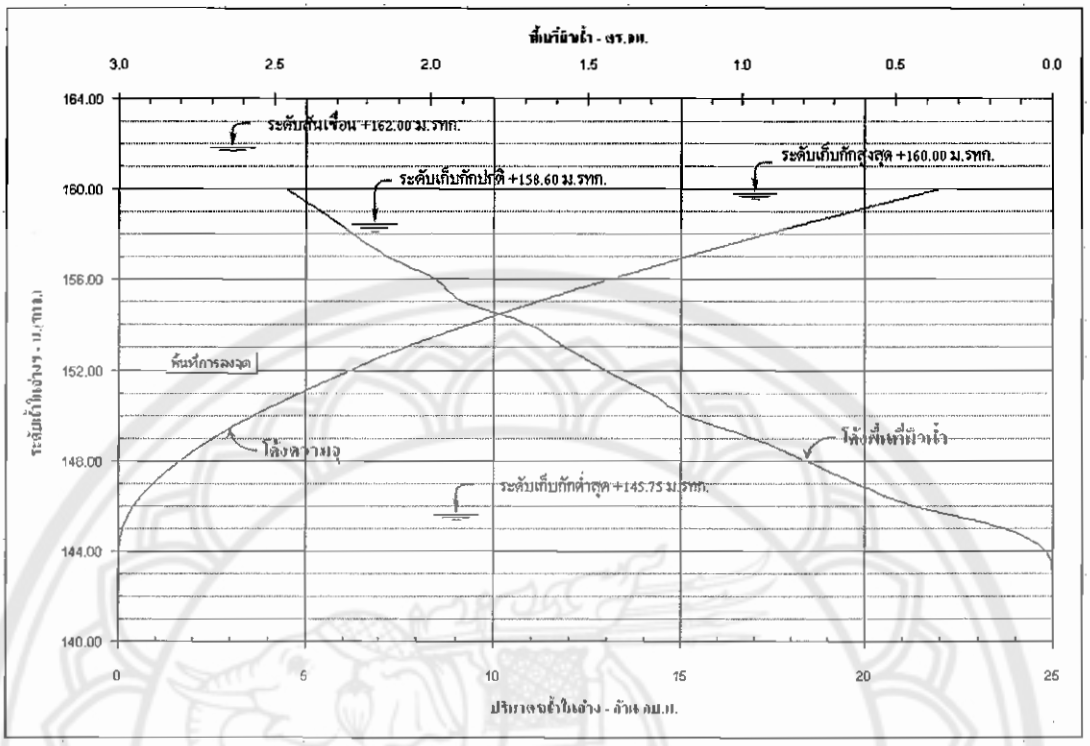
ของอ่าง ก็จะลากเส้นชั้นระดับความสูงได้ (Contour lines) ต่อไปก็ทำการวัดพื้นที่ภายในเส้นชั้นระดับความสูงแต่ละเส้นโดยใช้เครื่องวัดแพลนนิมีเตอร์ จากนั้นก็นำผลจากการวัดที่ได้มาพล็อต หาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และระดับความสูงเรียกว่า โค้งพื้นที่–ระดับ (Area-elevation curve) แต่ละส่วนของปริมาตรระหว่างเส้นชั้นระดับความสูงสองระดับจะหาได้ด้วยการคูณพื้นที่เฉลี่ยภายในเส้นชั้นระดับความสูงทั้งสองดังกล่าวด้วยผลต่างของระดับชั้นความสูง ผลบวกของแต่ละส่วนปริมาตรทั้งหมดภายในเส้นชั้นระดับความสูงใดๆ ก็คือ ปริมาตรเก็บกักภายใต้เส้นชั้นระดับความสูงนั้น เมื่อนำค่าปริมาตรเก็บกักมาพล็อตกับชั้นระดับความสูงก็จะได้โค้งปริมาตรเก็บกัก (Storage-elevation curve) หรือโค้งความจุเก็บกักของอ่างตามความต้องการ

ดังรูป 2.2และ2.3 ซึ่งกราฟดังกล่าวมีคุณลักษณะเฉพาะตัวของอ่างเก็บน้ำนั้นๆ และทำให้สามารถทราบความเปลี่ยนแปลงของประมาณน้ำในอ่างได้ตลอดเวลาภายหลังที่สร้างอ่างแล้ว โดยการดูจากค่าระดับที่เปลี่ยนแปลง

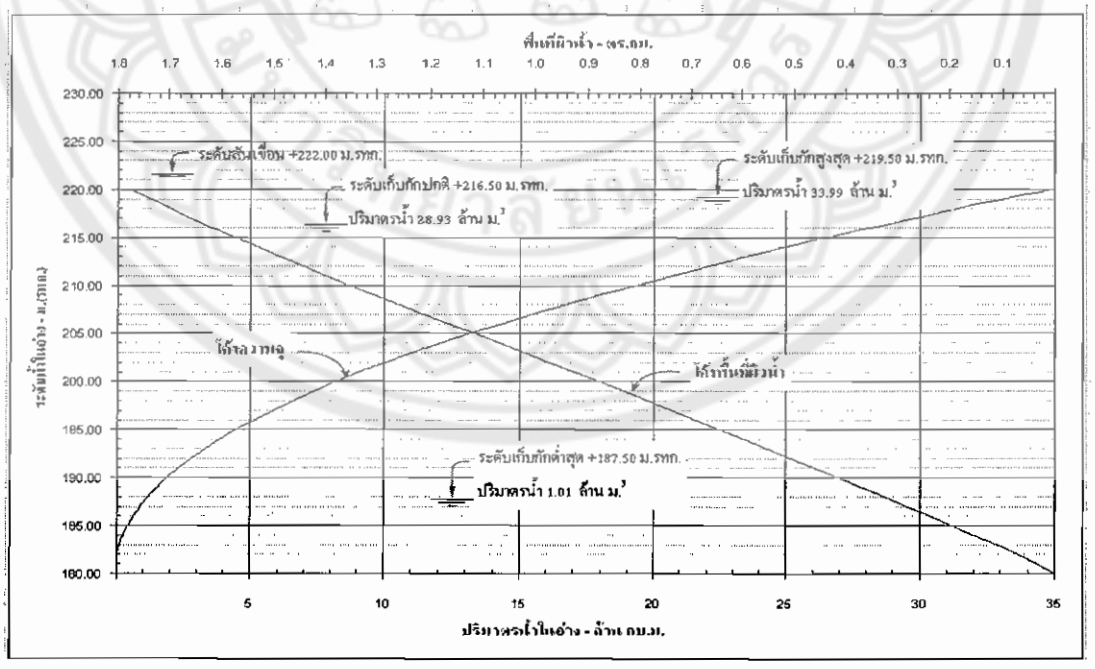


(ก) แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง (topographic map) (ข) การหาปริมาตรความจุ (storage capacity)

รูปที่ 2.1 การหาปริมาตรความจุจากแผนที่แสดงขั้นระดับความสูง อ้างอิง[2]



รูปที่ 2.2 รูปโค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ-ความจุ-พื้นที่ผิวน้ำ อ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง อ้างอิง[4]



รูปที่ 2.3 รูปโค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ-ความจุ-พื้นที่ผิวน้ำ อ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น อ้างอิง[4]

2.1.3 ระดับน้ำและโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ (Water level and zone of storage)

การจัดการระบบอ่างเก็บน้ำ เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการทรัพยากรน้ำ โดยกำหนดกฎเกณฑ์เพื่อควบคุมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำและปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและความต้องการใช้น้ำ โดยสามารถแบ่งปริมาตรของอ่างเก็บน้ำออกเป็น-ส่วนต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.4 และมีรายละเอียดดังนี้

ระดับเก็บกักปกติ (Normal pool level) คือ ระดับเก็บกักสูงสุดของน้ำเพื่อการใช้งาน (useful storage) จะอยู่ที่สันฝายหรือบานระบายเหนือสันฝาย

ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum pool level) คือ ระดับเก็บกักต่ำสุดของน้ำเพื่อการใช้งาน ซึ่งจะถูกกำหนดโดยช่องทางออก (outlet) ได้แก่ sluiceway เป็นต้น

ระดับการหลากสูงสุด (Flood level) คือ ระดับที่เกิดจากการหลากในอ่างเก็บน้ำ หรือ-เรียกว่า maximum pool level ซึ่งเป็นระดับน้ำหลากสูงสุดเพื่อออกแบบ

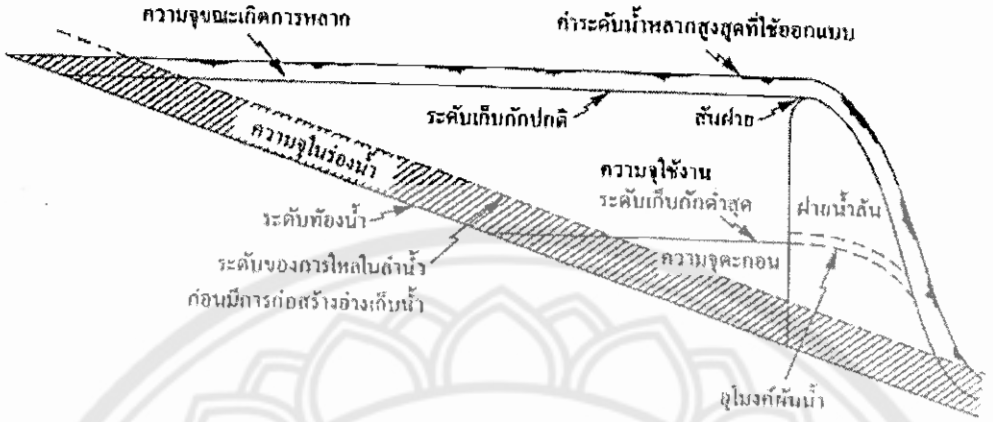
ความจุใช้งาน (Useful storage) คือ ปริมาณน้ำเก็บกักเพื่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของอ่างเก็บน้ำนั้นๆ เช่น เพื่อการชลประทาน หรือการประปา เป็นต้น สำหรับกรณีอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ปริมาณส่วนนี้อาจประกอบด้วยปริมาณน้ำใช้การ (conservation storage) และปริมาณที่เผื่อไว้เพื่อเก็บกักน้ำหลากเพื่อบรรเทาอุทกภัย (flood-mitigation storage)

ความจุตะกอน (Dead storage) คือ ปริมาตรในส่วนที่อยู่ต่ำกว่า minimum pool level ปริมาตรส่วนนี้มักสำรองไว้เพื่อการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำ

ความจุขณะเกิดการหลาก (Surcharge storage) คือ ปริมาณน้ำหลากในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะ-ช่วยชะลอและบรรเทาการท่วมหรือการหลากด้านท้ายอ่างให้ลดความรุนแรงลง โดยอ่างเก็บน้ำจะทำหน้าที่เป็นแก้มลิงรับน้ำเข้ามาแล้วค่อยๆ ไหลล้นออกไป

ความจุในช่องว่างของดิน (Bank storage) คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างของเม็ดดินหรือรอยหินที่แตกแยกที่น้ำท่วมถึง จะมีปริมาณมาก-น้อย ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในอ่างและลักษณะทาง-ธรณีวิทยา

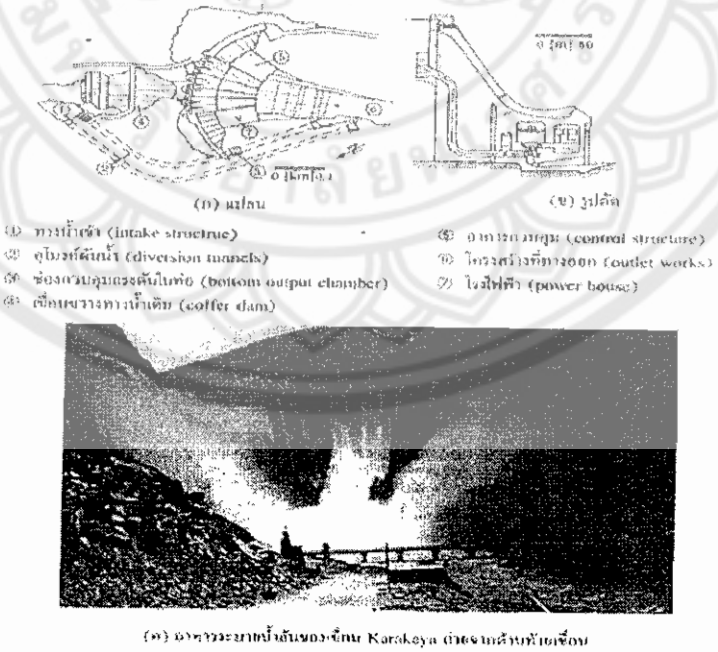
ความจุในร่องน้ำ (Valley storage) คือ ปริมาณน้ำที่สะสมเพิ่มขึ้นในร่องน้ำเดิมเนื่องจากการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำช้าลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากความแตกต่างของระดับน้ำในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 2.4 ระดับและโซนเก็บกักน้ำภายในอ่างเก็บน้ำ อ้างอิง[2]

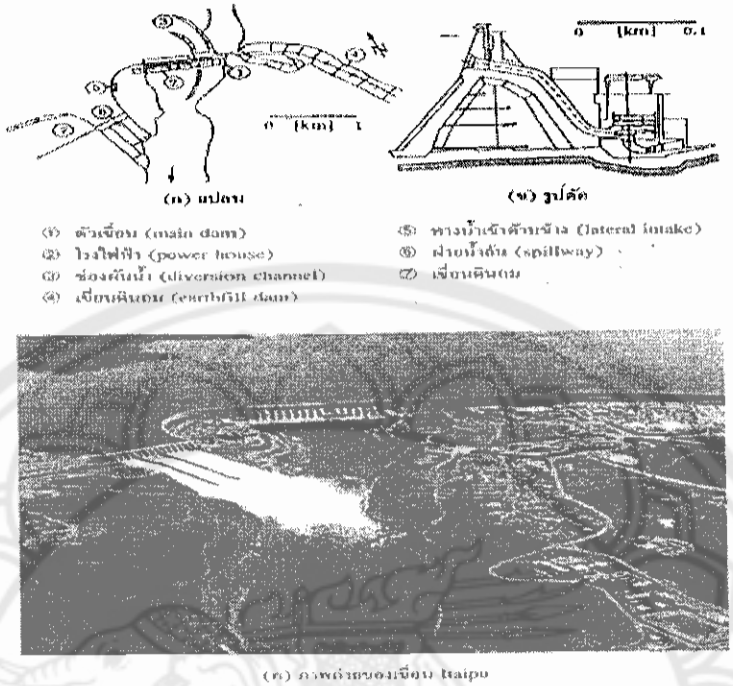
2.1.4 โครงสร้างและองค์ประกอบของเขื่อน

เขื่อนขนาดใหญ่แต่ละแห่งที่ถูกสร้างขึ้น นอกจากจะมีตัวเขื่อนเป็นโครงสร้างหลักแล้ว ยังต้องมีโครงสร้างส่วนอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ทางระบายน้ำล้น ระบบส่งน้ำใช้งาน ประตูน้ำ โรงไฟฟ้า อาคารควบคุมหัวงาน เป็นต้น



(ค) อาคารระบายน้ำล้นของเขื่อน Karakaya ด้านจากด้านท้ายเขื่อน

รูปที่ 2.5 องค์ประกอบของเขื่อน อ้างอิง [3]



รูปที่ 2.6 องค์ประกอบของเขื่อน อ้างอิง [3]

2.1.4.1 ทางระบายน้ำล้นหรือฝายน้ำล้น (spillway)

หน้าที่ของทางระบายน้ำล้นคือ คือระบายน้ำที่มากเกินความต้องการออกไป เพื่อป้องกันอันตรายจากการที่น้ำเอ่อล้นสันเขื่อน ในเขื่อนหนึ่งๆ อาจจะมีทางระบายน้ำล้นทางเดียว หรือสองทางแล้วแต่ความจำเป็นคือ

1. ทางระบายน้ำล้นใช้งาน (service spillway) จะใช้ในการควบคุมระดับน้ำในเขื่อนมีหลายประเภท ซึ่งเขื่อนทุกเขื่อนจำเป็นต้องมี ได้แก่ ทางน้ำล้นแบบไหลข้าม (overflow weir spillway) ในรูปที่ 2.6, ทางน้ำล้นแบบท่อที่ต้องอาศัยแรงดัน (siphon spillway), ทางน้ำล้นผ่านอุโมงค์ผันน้ำ (tunnel spillway) ในรูปที่ 2.5, ทางน้ำล้นที่อยู่ด้านข้าง (side channel spillway)เป็นต้น

2. ทางระบายน้ำฉุกเฉิน (emergency spillway) ในกรณีที่ทางระบายน้ำใช้งานเป็นแบบ “pressure flow” ซึ่งไหลภายใต้ความดัน ปริมาณน้ำที่ระบายได้จะไม่เพิ่มมากนักเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นเหนือระดับสันระบาย เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของทางน้ำมีจำกัด จึงจำเป็นต้องมีทางระบายน้ำล้นฉุกเฉินมาช่วยซึ่งมักจะออกแบบให้อยู่ห่างจากตัวเขื่อน โดยเปิดเป็นช่องกว้างมีคันดิน หรือหินขนาดเล็กกั้นอยู่ เมื่อน้ำสูงถึงระดับที่ต้องระบายออกจะท่วมล้น จะเกิดการกัดเซาะคันดินจนเปิดกว้างให้น้ำไหลได้สะดวก น้ำจึงไหลออกได้รวดเร็วแต่จะต้องมีการซ่อมแซมเล็กน้อยให้อยู่ใน

สภาพเดิมหลังจากน้ำลดลงไปแล้ว ปกติแล้วระดับของทางระบายน้ำฉุกเฉินจะอยู่สูงกว่าทางระบายน้ำล้นใช้งานพอสมควร เพื่อให้มีการระบายตามปกติได้ระยะนึ่งก่อน

2.1.4.2 ทางส่งน้ำหรืออาคารทางออก (outlet)

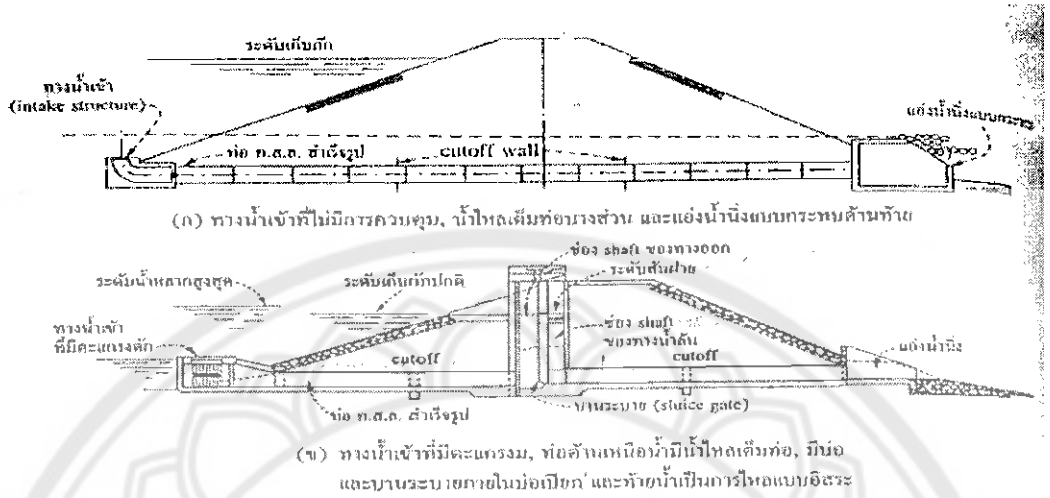
หน้าที่ของทางส่งน้ำ คือรับน้ำจากอ่างเก็บน้ำแล้วระบายออกด้านท้ายเขื่อน โดยมีการควบคุมปริมาณได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำน้ำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น ส่งจ่ายเข้าคลองชลประทาน นำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ระบายลงลำน้ำเดิม ส่งเข้าเส้นท่อเพื่อใช้ทางอุตสาหกรรม หรือใช้ระบายน้ำออกจากอ่างเพื่อลดระดับน้ำแล้วทำการซ่อมแซมเขื่อนหรืออาคารประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 2.5, 2.6 และ 2.7

ส่วนประกอบของทางส่งน้ำ อาจแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้คือ

1. โครงสร้างรับน้ำหรือทางน้ำเข้า (Intake structure) ซึ่งจะรับน้ำจากอ่าง ณ ที่ระดับที่ต้องการระดับต่ำที่สุดที่น้ำสามารถจะไหลเข้าโครงสร้างรับน้ำนี้ได้เรียกว่า ระดับเก็บกักต่ำสุด (low water level) ปริมาตรน้ำที่อยู่ต่ำกว่าระดับนี้จะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

2. ทางส่งน้ำ (water way) ต่อจากโครงสร้างรับน้ำจะเป็นท่ออุโมงค์ หรือทางเปิดเพื่อส่งน้ำไปยังท้ายน้ำดังรูปที่ 2.7 ส่วนนี้อาจใช้ร่วมกันกับทางผันน้ำในระหว่างการก่อสร้างก็ได้ ในส่วนนี้อาจมีประตูน้ำควบคุมปริมาณน้ำหรือมีถังระบบความดัน (surge tank) อยู่ด้วยก็ได้ ถ้าทางส่งน้ำยาวมากและเป็นท่อเปิดดังรูปที่ 2.5 (ก) และรูปที่ 2.7 (ข)

3. โครงสร้างจ่ายน้ำ (terminal structure) เป็นส่วนที่มักจะอยู่ท้ายน้ำจะมีประตูน้ำที่ควบคุมปริมาณน้ำอย่างสมบูรณ์ และจะมีส่วนที่สลายพลังงานของน้ำให้อยู่ในความเร็วที่ไม่เกิดการกัดเซาะท้ายน้ำ



รูปที่ 2.7 ทางส่งน้ำ หรืออาคารทางออก อ้างอิง [3]

2.1.4.3 อาคารควบคุม (Control house)

ในโครงการเขื่อนใหญ่ๆ อาคารควบคุมจะเป็นศูนย์กลางในการควบคุมการทำงานของเขื่อน โดยมักจะมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงควบคุมแสดงการทำงานส่วนต่างๆ ของเขื่อน และสามารถจะควบคุมหรือสั่งการจากระยะไกล ในขณะที่เขื่อนขนาดกลางและขนาดเล็กการควบคุมจะทำที่ตำแหน่งบานระบายของท่อส่งน้ำโดยใช้คนปิดเปิดโดยตรง กาควบคุมส่วนใหญ่มักจะเป็นงานของฝ่ายบำรุงรักษาโดยจะดูแลในเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

- ปริมาณน้ำระบายออก
- การปิดเปิดบานระบาย
- ตรวจสอบระดับน้ำ
- วัดปริมาณน้ำฝน
- ตรวจวัดเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน
- ดูแลบำรุงรักษาตัวเขื่อน และอุปกรณ์ประกอบเขื่อน

2.1.5 การกำหนดขนาดของอ่างที่สร้างขวางลำน้ำ (River reservoir)

เนื่องจากลำน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่ที่จะทำการสร้างเขื่อนเพื่อสร้างอ่างเก็บน้ำนั้นมักมีน้ำท่าไหลอยู่ในลำน้ำตลอดเวลา ส่วนปริมาณหรืออัตราการไหลจะมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาล ดังนั้น ปริมาณน้ำท่าดังกล่าวจึงมีส่วนสำคัญต่อการกำหนดความจุของอ่างเก็บน้ำที่จะทำการ

ก่อสร้างขึ้น การกำหนดขนาดของอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นทำได้หลายวิธี เช่น วิธี mass curve, water balance, stochastic model เป็นต้น

1.วิธีโค้งปริมาณการไหลเข้าสะสม (Mass curve of ripple diagram) วิธีนี้จะอาศัยการพล๊อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลารายเดือนหรือรายปีกับปริมาณไหลเข้าสะสมจริง (mass flow) เทียบกับ slope ของปริมาณความปริมาณความต้องการเฉลี่ยสะสม

2.วิธีการทำงบน้ำ (Water balance budget) จากวิธีที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวีที่ง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วนอกจากจะพิจารณาปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (inflow) และปริมาณความต้องการใช้งาน (outflow) แล้วยังต้องพิจารณาถึงตัวแปรอื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วย เช่น ปริมาณฝนที่ตก ปริมาณการรั่วซึมและปริมาณการระเหย เป็นต้น

สมการที่ใช้วิเคราะห์โดยวิธีนี้คือ $\frac{ds}{dt} = I + P - E - O - S$ (1.1)

เมื่อ I = ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (inflow)

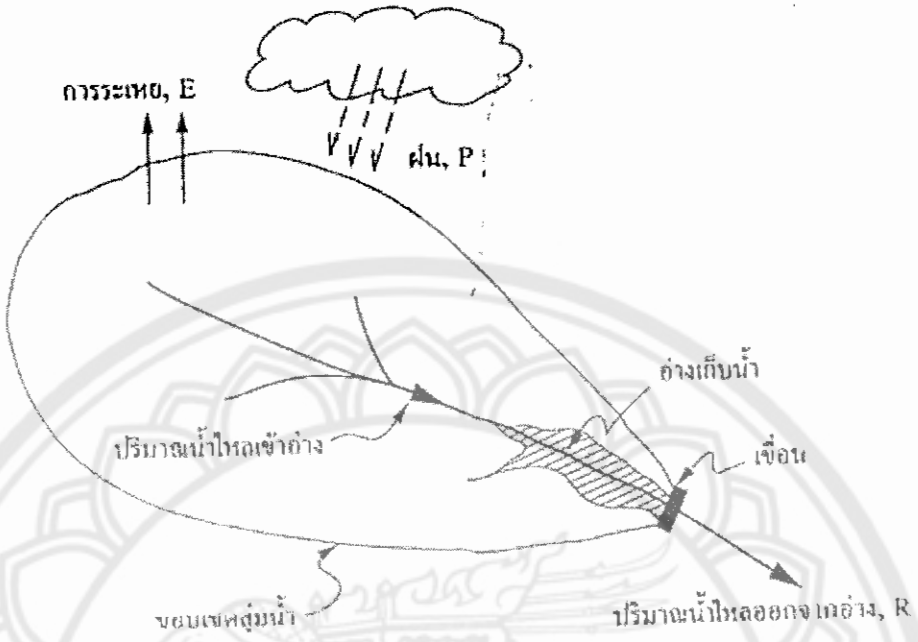
P = ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำของอ่าง (precipitation)

E = ปริมาณสูญเสียเนื่องจากการระเหย (evaporation)

O = ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง (outflow)

S = ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการซึม (seepage)

$\frac{ds}{dt}$ = ปริมาณสะสมที่เพิ่มขึ้นในอ่างในช่วงเวลา dt (change of storage)



รูปที่ 2.8 วงจรอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ อ้างอิง [3]

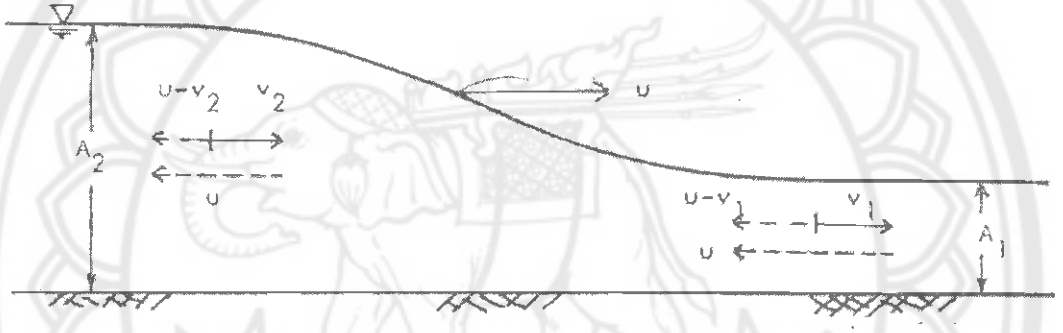
2.2 การไหลหลาก

การทำนายหรือคาดหมายปริมาณน้ำหลาก การออกแบบอ่างเก็บน้ำ การจำลองแบบพฤติกรรมของพื้นที่รับน้ำ (watershed simulation) และความเข้าใจในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่างๆ ปรกติจะต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการหาการเคลื่อนที่ของน้ำท่า ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้จะทำให้ทราบว่าอัตราน้ำหลากสูงสุดซึ่งจะเกิดขึ้นที่จุดครอบคลุมมีค่าประมาณเท่าใด เทคนิคดังกล่าวเรียกว่า Flood- Routing หรือการคำนวณหาอัตราการหลาก วิธีการนี้ถูกใช้ทำนายการแปรเปลี่ยนของคลื่นน้ำหลากในชั่วขณะหนึ่งเมื่อคลื่นที่ผ่านช่วงหนึ่งของลำน้ำหรือผ่านอ่างเก็บน้ำ หรือใช้ทำนายชลภาพการไหลออกจากพื้นที่รับน้ำเมื่อปริมาณฝนตก วิธีการคำนวณหาอัตราการหลากนี้แบ่งออกเป็นสองพวกด้วยกันคือ การหาอัตราการหลากทางอุทก (Hydrologic routing) หรือทางชลศาสตร์ (Hydraulic routing)

การหาอัตราการหลากทางอุทกใช้สมการต่อเนื่อง (Continuity) และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักกับอัตราการไหลภายในระบบ ส่วนการหาอัตราการหลากทางชลศาสตร์ จะใช้สมการต่อเนื่องและสมการการเคลื่อนที่ ปรกติจะเป็นสมการโมเมนตัม อย่างไรก็ตามการหาอัตราการหลากในพวกแรกเท่านั้นที่จะนำเสนอในที่นี้ สำหรับพวกที่สองผู้อ่านที่สนใจอาจศึกษาได้จากเอกสารในบรรณานุกรม

2.2.1 การเคลื่อนที่ของคลื่น

ลักษณะของคลื่นที่มีรูปร่างง่ายที่สุดคือ คลื่นยกระดับโมโนโคลนอล (monoclonal rising wave) ในทางน้ำรูปสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.9 ลักษณะของคลื่นดังกล่าวจะประกอบด้วยช่วงการไหลคงที่เริ่มต้น (initial steady flow) ช่วงเวลาการไหลเพิ่มอย่างสม่ำเสมอ (uniformly increasing flow) และการไหลคงที่อย่างต่อเนื่อง (continuing steady flow) ในอัตราสูง โดยการพิจารณาคลื่นในระบบทีละส่วน v จะเป็นความเร็วที่มีค่าเท่ากับและตรงกันข้ามกับความเร็วของคลื่น u ที่เป็นสาเหตุให้โครงร่างของคลื่นจะคงที่ และอัตราการไหลคงที่ q' จะเกิดขึ้นจากขวาไปซ้าย การไหลในลักษณะนี้เรียกว่าโอเวอร์รัน (overrun) ดังนั้น



รูปที่ 2.9 ภาพสเก็ตคลื่นยกระดับโมโนคลินอล อ้างอิง [2]

$$q' = (u - v_1)A_1 = (u - v_2)A_2 \qquad (2.1)$$

เมื่อ A คือพื้นที่รูปตัดการไหล จากสมการ 2.1 จะได้ความเร็วของคลื่น

$$u = \frac{Av_1 - Av_2}{A_1 - A_2} = \frac{q_1 - q_2}{A_1 - A_2} \qquad (2.2)$$

ดังนั้น ความเร็วของคลื่นจึงมีค่าในเทอมของอัตราการไหลและพื้นที่ของกระแสน้ำ ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.10 จะเห็นว่าความเอียงของ AB มีค่ามากกว่า OA และ OB ซึ่งแสดงถึงความเร็วของคลื่นและกระแสน้ำที่รูปตัด 1 และ 2 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

1. ความเร็วของคลื่นมีค่ามากกว่าความเร็วของน้ำในทางน้ำส่วนมาก
2. สำหรับอัตราการไหลสูงสุดค่าหนึ่ง คลื่นที่มีการไหลเริ่มต้นสูงสุดจะเคลื่อนที่เร็วที่สุด
3. สำหรับคลื่นที่ระดับยอดคลื่นยกไม่มากจะได้ความเร็วของคลื่นคือ

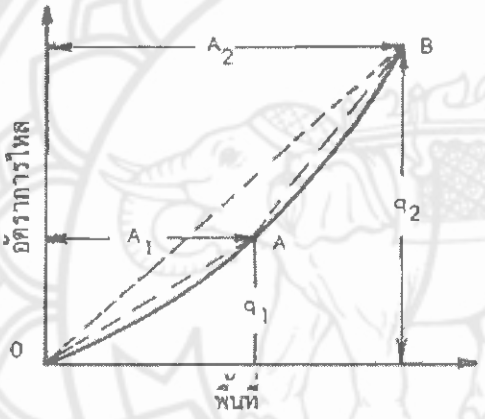
$$u = \frac{dq}{dA} = \frac{1}{B}\frac{dq}{dy} \tag{2.3}$$

เมื่อ B คือความกว้างของทางน้ำ (channel)

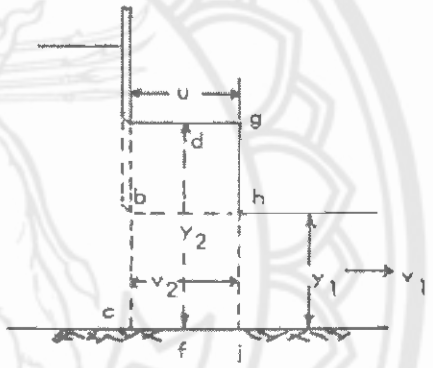
ยังมีคลื่นอีกแบบหนึ่งเรียกว่า คลื่นก่อตัวเร็ว (Abrupt wave) พิจารณารูปที่ 2.3 เดิมน้ำไหลด้วยอัตรา $q_1 = v_1A_1$ ทันทีที่เปิดประตูเพิ่มขึ้น น้ำจะไหลทะลักออกมาอีกในลักษณะเป็นคลื่น ดังนั้นปริมาณน้ำที่ไหลออกรวมเป็น $q_2 = v_2A_2$ (พื้นที่ acfd) ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นคือ abhg

$$q_2 - q_1 = u(A_2 - A_1) \tag{2.4}$$

แทนค่า Av = q ในสมการ 2.4 จะได้



รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์พื้นที่อัตราการไหลสำหรับคลื่น อ้างอิง [2]



รูปที่ 2.11 ภาพสเก็ตสำหรับคลื่นก่อตัวเร็ว อ้างอิง [2]

$$v_2 = (A_1v_1 + A_2v_2 - A_1u)\frac{1}{A_2} \tag{2.5}$$

ปริมาตรส่วน dfjg จะถูกเร่งให้ความเร็วเปลี่ยนจาก v_1 ไปเป็น v_2 โดยแรง F

$$F = \frac{w}{g}(v_2 - v_1) = \frac{(u - v_2)(v_2 - v_1)A_2\gamma_w}{g} \tag{2.6}$$

เมื่อ γ_w คือหน่วยน้ำหนักของน้ำ เพราะว่า F มีค่าเท่ากับผลต่างของความดันที่รูปตัด A_1 และ A_2

$$F = \gamma_w A_2 \bar{y}_1 - \gamma_w A_1 \bar{y}_1 \tag{2.7}$$

เมื่อ คือความลึกเฉลี่ยถึงจุดศูนย์ถ่วงของรูปตัด เพราะว่าสมการ 2.6 เท่ากับ 2.5 และ แทนค่า V_2 จากสมการ 2.5 แก้สมการหาค่า u จะได้

$$u = v_1 \pm \sqrt{g \frac{A_2 \bar{y}_2 - A_1 \bar{y}_1}{A_1(1 - A_1 / A_2)}} \quad (2.8)$$

ถ้าคิดต่อหน่วยความกว้าง y = A และ = y/2 ดังนั้น

$$u = v_1 \pm \sqrt{\frac{gy_2}{2y_1}(y_2 + y_1)} \quad (2.9)$$

สำหรับคลื่นขนาดเล็ก $y_1 \approx y_2$ ดังนั้น

$$u = v_1 \pm \sqrt{gy} \quad (2.10)$$

สมการ 2.3 และ 2.10 แสดงถึงคลื่นสองชนิดซึ่งดูเหมือนว่าจะไม่สัมพันธ์กัน กรณีหนึ่งคลื่นอาจเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ในขณะที่คลื่นอีกแบบอาจเคลื่อนที่ไปทางท้ายน้ำเท่านั้น

2.2.2 สมการปริมาตรเก็บกัก

จากสมการต่อเนื่อง (Continuity equation)

$$I - Q = \frac{dS}{dt} \quad (2.11)$$

หรือ

$$\bar{I} - \bar{O} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (2.12)$$

เมื่อ I คืออัตราการไหลเข้า และ O คืออัตราการไหลออก S คือปริมาตรเก็บกัก ทั้งหมดนี้ใช้เฉพาะจุดใดจุดหนึ่งในทางน้ำ ในการหาอัตราการหลากแบบอุทก อัตราการไหลในช่วงเวลาจะเท่ากับค่าเฉลี่ยระหว่างอัตราการไหลที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของช่วงเวลา ดังนั้น

$$(\frac{I_1 + I_2}{2})\Delta t - (\frac{O_1 + O_2}{2})\Delta t = S_2 + S_1 \quad (2.13)$$

1 หมายถึงที่เวลาเริ่มต้น 2 หมายถึงที่เวลาสุดท้ายของช่วงเวลา

ในการหาอัตราการหลากจะใช้สมการ 2.13 เป็นหลัก ตัวแปร I_1, I_2, O_1 และ S_1 เป็นตัวแปรที่ทราบค่า O_2 และ S_2 จะต้องหา เนื่องจากมีตัวไม่ทราบค่าสองตัว ดังนั้นจึงต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหล เพื่อหาคำตอบ ปัญหาส่วนใหญ่ของการหาอัตราการหลากในการเก็บกัก (Storage-routing) ก็คือ ความสัมพันธ์ดังกล่าว

จากสมมุติฐานที่ใช้ในการหาอัตราการไหลในช่วงเวลา จะเท่ากับว่ากราฟของชลภาพเป็นเส้นตรงในแต่ละช่วงเวลา Δt ดังนั้น Δt จะต้องสั้นพอที่จะไม่ให้เกิดผลเสียต่อลักษณะภารไหลออกหรือรูปร่างของชลภาพ อย่างไรก็ตามถ้าใช้สั้นมากจะทำให้เสียเวลาการคำนวณ

การหาปริมาตรเก็บกัก ก่อนที่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหลจะสร้างขึ้นมาใช้งานได้ เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องหาปริมาตรของน้ำในลำน้ำที่เวลาต่างๆ วิธีที่ใช้หาปริมาตรในทางน้ำธรรมชาติจากพื้นที่รูปตัดโดยใช้สูตรรูปเหลี่ยม (Prism idol formula) ระดับน้ำจะ ถูกสมมุติว่าอยู่ในแนวระดับระหว่างรูปตัดสองแห่ง ปริมาตรเก็บกักทั้งหมดสำหรับการไปไหลช่วงหนึ่งๆ ก็คือผลรวมของปริมาตรเก็บกักแต่ละช่วงของลำน้ำที่ติดต่อกัน ดังนั้นวิธีนี้ก็คือการหาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำระดับต่างๆ ตามแนวลำน้ำ จากข้อมูลที่ได้จะได้สมการสองสมการด้วยกันคือ

ระดับ-อัตราการไหล

$$q = ah^n \tag{2.14}$$

ระดับ-ปริมาตรเก็บกัก

$$S = bh^m \tag{2.15}$$

เมื่อ a, n, b และ m เป็นค่าคงที่ h คือระดับ

วิธีนี้ค่อนข้างสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเนื่องจากต้องทำการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก

สำหรับระดับ-ปริมาตรเก็บกักของอ่างเก็บน้ำทำได้ง่ายกว่า โดยการหาพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำที่เส้นระดับ (Contour) ต่างๆกับบนแผนที่ ถ้าต้องการความระเอียดสูงจะใช้ความต่างระดับที่มีค่าน้อยเช่น 1 เมตร อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวก็ขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของอ่างพื้นที่จะหาโดยใช้เครื่องวัดเส้นรอบรูป (Planimeter) ปริมาตรเก็บกักระหว่างเส้นระดับก็คือพื้นที่เฉลี่ที่เส้นระดับทั้งสองคูณด้วยระยะระหว่างเส้นระดับทั้งสองเมื่อทำไปเรื่อยๆ จนถึงระดับเก็บกักสูงสุดของอ่างเก็บน้ำก็จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระดับและปริมาตรเก็บกัก นั่นคือ

$$\Delta V = (\frac{A_i + A_{i+1}}{2})\Delta H \tag{2.16}$$

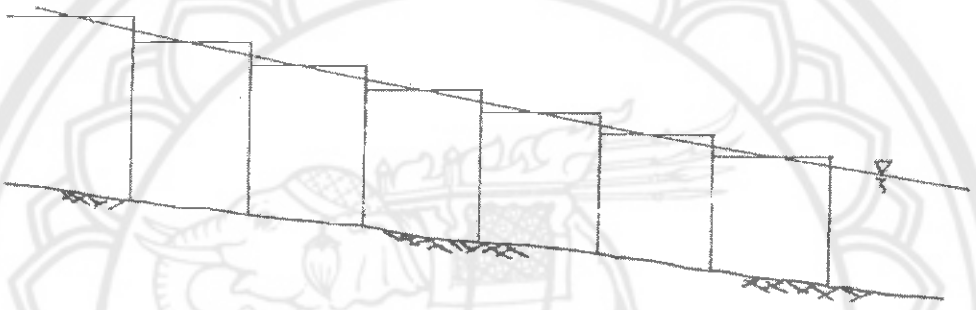
$$V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + ... + \Delta V_{n-1}$$

$$V = \frac{\Delta H}{2}\sum(A_1 + 2A_2 + ...2A_{n-1} + A_n \tag{2.17}$$

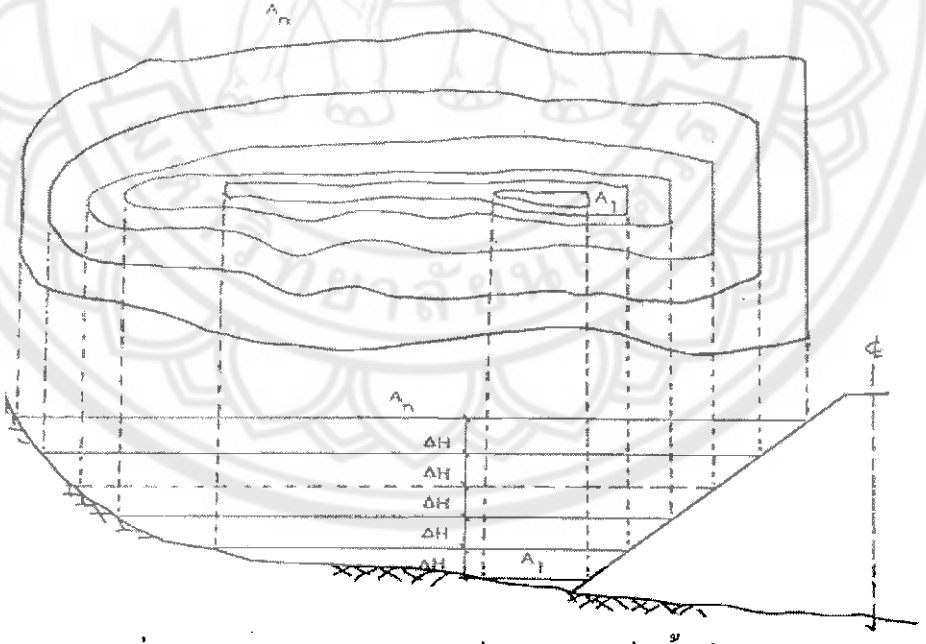
รูปที่ 2.5 แสดงถึงวิธีหาความสัมพันธ์ดังกล่าว

2.2.3 การหลากในอ่างเก็บน้ำ

จุดประสงค์ที่สำคัญในการสร้างอ่างเก็บน้ำ เพื่อลดความรุนแรงของน้ำหลากโดยที่อัตราการไหลออกสูงสุดจะลดลงโดยปริมาณน้ำจะถูกกักไว้ในอ่างเก็บน้ำชั่วคราว แล้วจึงค่อยปล่อยออก ซึ่งอาจจะเป็นแบบไม่มีการควบคุม หรือมีการควบคุม สำหรับอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์มักจะมีประตูเพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่ปล่อยออก เช่นอ่างเก็บน้ำทั้งหลายในประเทศไทย

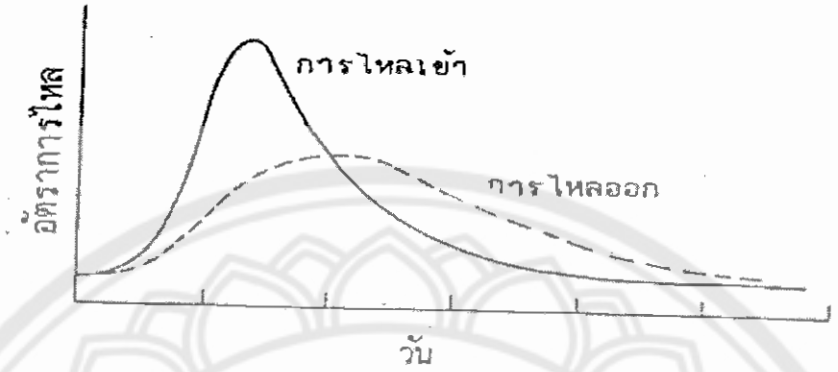


รูปที่ 2.12 การคำนวณหาปริมาตรเก็บกักในลำน้ำ อ้างอิง [2]



รูปที่ 2.13 การหาระดับ-ปริมาตรเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ อ้างอิง [2]

ชลภาพการไหลเข้าและออกสำหรับน้ำหลากทั่วๆไปก็เหมือนดังแสดงในรูป 2.14



รูปที่ 2.14 การไหลเข้า-ออกจากอ่างเก็บน้ำ อ้างอิง [2]

จากสมการ 2.13 จัดรูปใหม่โดยให้ตัวแปรที่ทราบค่าอยู่ทางด้านซ้ายจะได้ว่า

$$I_1 + I_2 + (\frac{2S_1}{\Delta t} - O_1) = \frac{2S_2}{\Delta t} + O_2 \qquad (2.18)$$

จากสมการ 2.18 จะเห็นว่าเมื่อเริ่มแรกคำนวณเทอมทางซ้าย จะได้ค่าของเทอมทางขวา ซึ่งอยู่ในรูปของตัวแปร S_2 และ O_2 และถ้าพิจารณาต่อไป เทอม S_2 ก็คือ S_1 และ O_2 ก็คือ O_1 เมื่อพิจารณาในช่วงเวลาต่อไปนอกจากนี้ เทอม $2S/\Delta t-O$ สามารถหาได้จาก $2S/\Delta t+O$ จากสมการ 2.19

$$\frac{2S_1}{\Delta t} - O = \frac{2S_1}{\Delta t} + O - 2O \qquad (2.19)$$

ดังนั้น จะเห็นว่าเมื่อทราบค่า $2S/\Delta t+O$ แล้วก็สามารถหาค่า $2S/\Delta t-O$ ได้ตามสมการ 2.19 ถ้ามีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง O กับ $2S/\Delta t+O$ ซึ่งจะต้องหามาจากความสัมพันธ์ระดับอัตราการไหล และระดับ-ปริมาตรเก็บกัก โดยการคิดที่ระดับเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่าง O และ $2S/\Delta t+O$ สามารถจะหาได้

อนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างระดับ-การไหลออกมักจะขึ้นอยู่กับการควบคุมที่ทางระบายน้ำล้น เช่นอาจเป็นการไหลล้นอิสระหรือแบบการไหลผ่านช่องเปิด เป็นต้น

2.2.4 การไหลหลากในลำน้ำ

Viessman [4] ได้กล่าวว่า การหาอัตราการไหลหลากในลำน้ำจากสถานีหนึ่งไปยังสถานีหนึ่งที่มีหลักฐานอ้างถึงเป็นครั้งแรกนั้นได้ทำโดยชวาฝรั่งเศสชื่อ Graeff ในปี 1833 วิธีการที่ใช้มีหลักการอยู่ที่ใช้ความเร็วคลื่น และความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับ-อัตราการไหล อย่างไรก็ดี วิธีการหาอัตราการหลากแบบอุทกทั้งหลายล้วนแล้วแต่ใช้สมการต่อเนื่องทั้งสิ้น (สมการ 2.11)

2.2.4.1 วิธีของมัสคิงกัม (Muskingum) ปริมาตรการเก็บกักในลำน้ำที่มีความมั่นคง (stable river reach) ขึ้นอยู่กับอัตราไหลเข้า-ออก และลักษณะทางชลศาสตร์ของรูปตัดลำน้ำ การเก็บกักในช่วงของลำน้ำสามารถหาได้ในเทอมของการไหลเข้า-ออกโดยการรวมสมการ 2.14 และ 2.15 เข้าด้วยกันเป็นสมการ 2.20 นั่นคือ

$$S = \frac{b}{a}(xI^{m/n} + (1-x)O^{m/n} \qquad (2.20)$$

ค่าคงที่ a และ n สะท้อนถึงลักษณะความสัมพันธ์ระดับ-อัตราการไหลที่จุดควบคุมซึ่งน้ำไหลเข้าและออก b และ m แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ-ปริมาตรเก็บกักของช่วงลำน้ำ ตัวประกอบ x แสดงถึงความสัมพันธ์เฉลี่ยน้ำหนักระหว่างการไหลเข้าและการไหลออกภายในช่วงลำน้ำ

วิธีของมัสคิงกัมสมมุติให้ m/n = 1 และให้ b/a = k ดังนั้นสมการ 2.20 จึงกลายเป็น

$$S = k[xI+(1-x)O] \qquad (2.21)$$

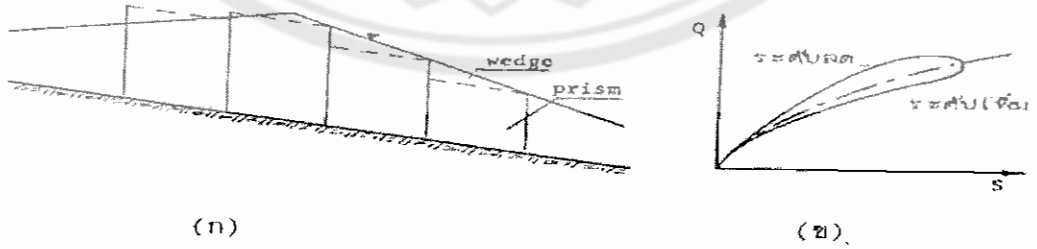
เมื่อ k คือ ค่าคงที่เวลาเก็บกัก (storage time constant) สำหรับช่วงลำน้ำ

x คือ ตัวประกอบเฉลี่ยน้ำหนัก (weighting factor) ซึ่งแปรอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.5 สำหรับช่วงของลำน้ำที่กำหนดให้

รูปที่ 2.15 (ก) แสดงถึงลักษณะการไหลในช่วงของลำน้ำที่ทำให้ง่ายโดยการแบ่งออกเป็นช่วงๆ ซึ่งประกอบด้วยรูปกรวยเหลี่ยมละรูปลิ่ม ส่วนที่เป็นรูปลิ่มจะเพิ่มปริมาตรของน้ำในระหว่างที่ระดับน้ำเพิ่มขึ้น และปริมาตรลดลงในช่วงที่ระดับน้ำลดลง ถ้าเขียนรูปแสดงความสัมพันธ์ ระดับ-อัตราการไหล หรือ ปริมาตร-อัตราการไหลจะได้รูปในลักษณะเป็นรูปบ่วงดังรูป 2.15 (ข)

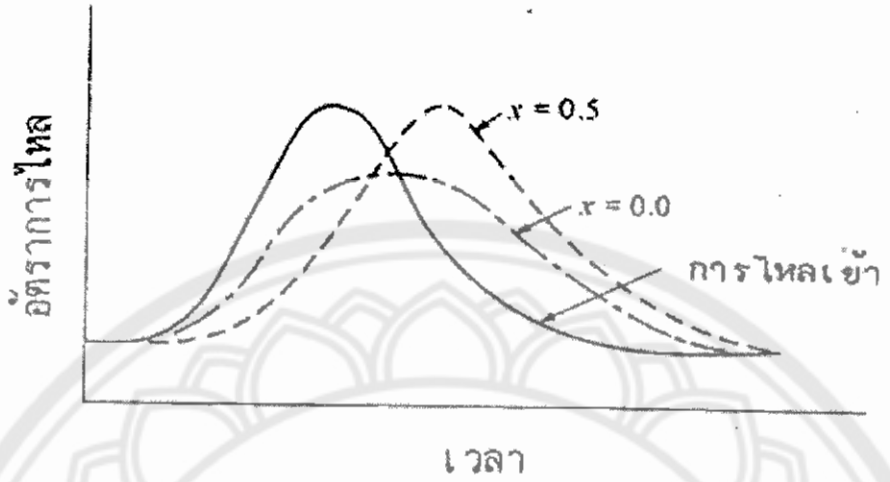
พฤติกรรมของคลื่นน้ำหลากเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก x ซึ่งพบได้จากการตรวจสอบ ดังรูป 2.16

พฤติกรรมของคลื่นน้ำหลากมักจะถูกอธิบายด้วยลักษณะของเวลาเหลื่อมและการลดลง



(ก) (ข)

รูปที่ 2.15 ภาพสเก็ตแสดงการเก็บกักในลำน้ำ (ก) ลักษณะการเก็บกัก (ข)ความสัมพันธ์ Q-S อ้างอิง [2]



รูปที่ 2.16 ผลของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก อ้างอิง [2]

ของอัตราไหลสูงสุด จากรูป 2.16 จะเห็นว่า ถ้า x = 0.5 ลักษณะของคลื่นน้ำหลากจะเหมือนกับอัตราการไหลเข้า

การหาค่า k และ x ทำได้โดยวิธีทดลองค่า x ต่างๆกัน สำหรับข้อมูลการไหลเข้า-ออกของลำน้ำช่วงหนึ่งที่เวลาเดียวกัน เมื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่าง S และ [xI+(1-x)O] ดีที่สุด ค่า k ก็คือความเอียงของเส้นกราฟ

เมื่อทราบ k และ x ของลำน้ำช่วงนั้นๆแล้วก็สามารถหาลักษณะของคลื่นน้ำหลากที่เกิดจากอัตราการไหลเข้าในช่วงน้ำหลากที่เวลาอื่นๆได้ จากสมการ 2.12 และ 2.21 เขียนใหม่ได้ว่า

$$\frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1 + O_2}{2} = \frac{S_1 + S_2}{2} \qquad (2.22)$$

และ

$$S_2 - S_1 = k[x(I_2 - I_1) + (1-x)(O_2 - O_1)] \qquad (2.23)$$

ช่วงเวลาของการหลาก Δt ปรกติจะเลือกใช้ค่าที่สะดวกต่อการคำนวณ ซึ่งพบว่าอยู่ระหว่าง k/3 ถึง k แทนค่า s_2-s_1 ของสมการ 2.23 ลงในสมการ 2.22 จะได้ว่า

$$O_2 = C_o I_2 + C_1 I_1 + C_2 O_1 \qquad (2.24)$$

โดยที่ค่าคงที่ c_0, c_1 และ c_2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง k, x และ Δt ดังสมการต่อไปนี้

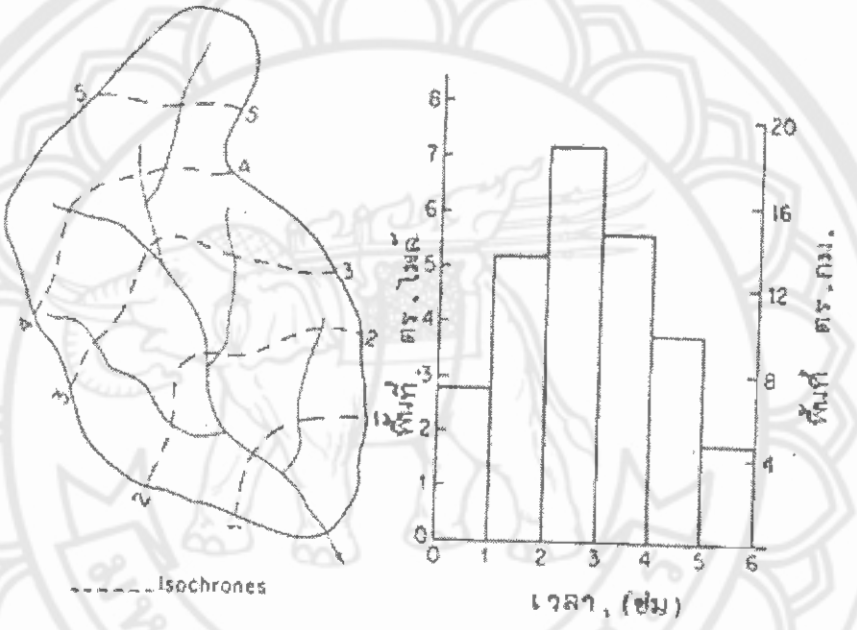
$$C_0 = \frac{-kx + 0.5\Delta t}{k(1-x) + 0.5\Delta t} \qquad (2.25)$$

$$C_1 = \frac{kx + 0.5\Delta t}{k(1-x) + 0.5\Delta t} \qquad (2.26)$$

$$C_2 = \frac{k(1-x) - 0.5\Delta t}{k(1-x) + 0.5\Delta t} \qquad (2.27)$$

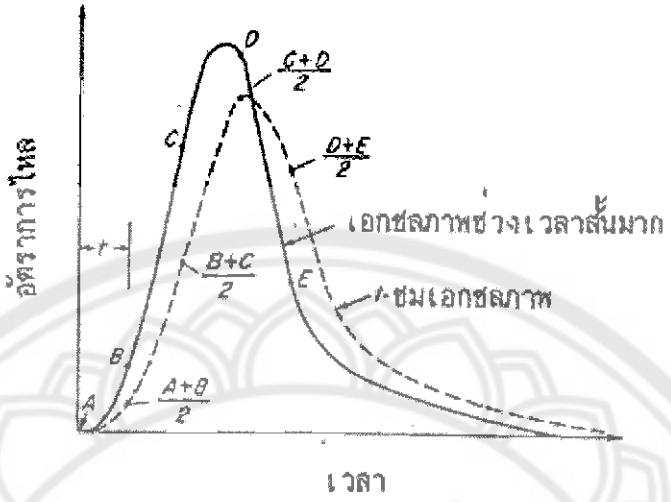
และ $$C_0 + C_1 + C_2 = 1 \qquad (2.28)$$

2.2.4.2 การไหลออกจากพื้นที่โดยวิธีการหลาก (Basin Outflow by Routing) รูปร่างชลภาพจากพื้นที่รับน้ำขึ้นอยู่กับเวลาเดินทางของน้ำจากจุดต่างๆในพื้นที่ไปยังลำน้ำสาขา และยังขึ้นอยู่กับลักษณะและการเก็บกักบนพื้นที่รับน้ำ เมื่อฝนส่วนเกินถูกพิจารณาว่าเป็นการไหลเข้าและชลภาพคือการไหลออก ดังนั้นปัญหาจึงคล้ายกับเป็นการหลากการเก็บกัก (storage routing)



รูปที่ 2.17 การหาเวลา-พื้นที่สำหรับพื้นที่รับน้ำ อ้างอิง [2]

จากวิธีเหลื่อม-และ-หลาก (log-and-route) พื้นที่รับน้ำจะถูกแบ่งออกเป็นเขตๆ (zone) โดยเส้นไอโซโครน ซึ่งจะแบ่งพื้นที่ที่น้ำใช้เวลาเดินทางเท่าๆกัน โดยเริ่มแบบออกจากจุดไหลออก ดังรูป 2.17 หาพื้นที่ระหว่างเส้นไอโซโครน เมื่อนำไปเขียนรูปความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับเวลาจะได้รูปเวลา-พื้นที่ ดังรูป 2.17 ความสัมพันธ์ดังกล่าวคล้ายกับเป็นการไหลเข้าอ่างสมมุติฐาน (hypothetical reservoir) โดยมีลักษณะเก็บกักที่เหมือนหรือเท่าเทียมกับพื้นที่รับน้ำและอยู่ที่จุดไหลออก ดังนั้นโดยการใช้การหลากตามวิธีของมัสคิงกัมที่มีค่า x = 0 จะให้ชลภาพการไหลออก วิธีการสร้างความสัมพันธ์ตามรูปที่2.17 จะทำให้ชลภาพซึ่งเป็นผลมาจากฝนช่วงเวลาสั้นมาก (Instantaneous rainfall) โดยถือว่าวลามีค่าเท่ากับศูนย์ [4] และชลภาพหนึ่งหน่วยที่ได้เรียกว่า เอกชลภาพช่วงเวลาสั้นมากซึ่งสามารถนำไปหาเอกชลภาพของช่วงเวลา t ได้โดยการเฉลี่ย Q ที่เวลา t หน่วยดังรูป 2.18



รูปที่ 2.18 การเปลี่ยนแปลงเอกซลภาพ 0 ชม. ไปเป็น t ชม. อ้างอิง [2]

วิธีที่กล่าวมาเป็นเพียงการประเมินอย่างคร่าวๆครั้งแรก ซึ่งอาจจะต้องใช้การการปรับเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมกับค่าที่ดีที่สุดของค่า k ในที่นี้จะขอกล่าวไว้แค่นี้ ผู้สนใจอาจหาอ่านเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างอิง

2.3 การจำลองระบบอ่างเก็บน้ำ

การจำลองระบบอ่างเก็บน้ำ เป็นการเลียนแบบลักษณะพฤติกรรมของระบบอ่างเก็บน้ำให้เสมือนจริงมากที่สุด โดยการกำหนดพารามิเตอร์ของแบบจำลองมีความสำคัญต่อการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำ ซึ่งหากพารามิเตอร์ที่กำหนดในแบบจำลองมีความถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง ผลลัพธ์ที่ได้จะค่อนข้างดีและมีข้อผิดพลาดน้อย

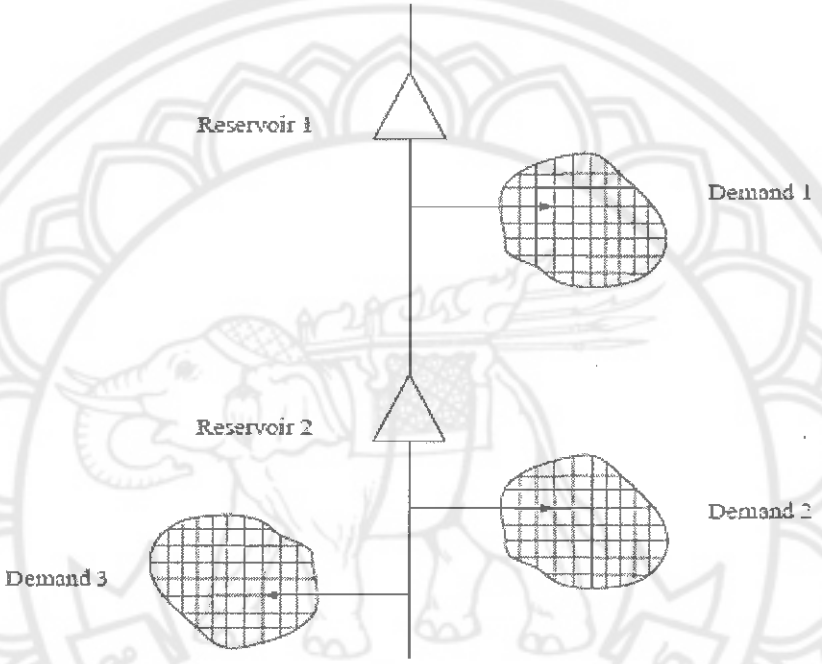
การจำลองระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง (Multi-Reservoir System) เป็นการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำหลายแห่ง ซึ่งระบบอ่างเก็บน้ำอาจมีลักษณะการเชื่อมต่อกันแบบอนุกรม (Reservoir in Series) หรือแบบขนาน (Reservoir in Parallel) ทั้งนี้เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำทั้งสองลักษณะมีสัมพันธ์กันตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยมีรายละเอียดมีดังนี้

ท ๖๐
๑๗๕
ว ๑๕๗ก
๒๕๕๐

ว. 40801291C.2

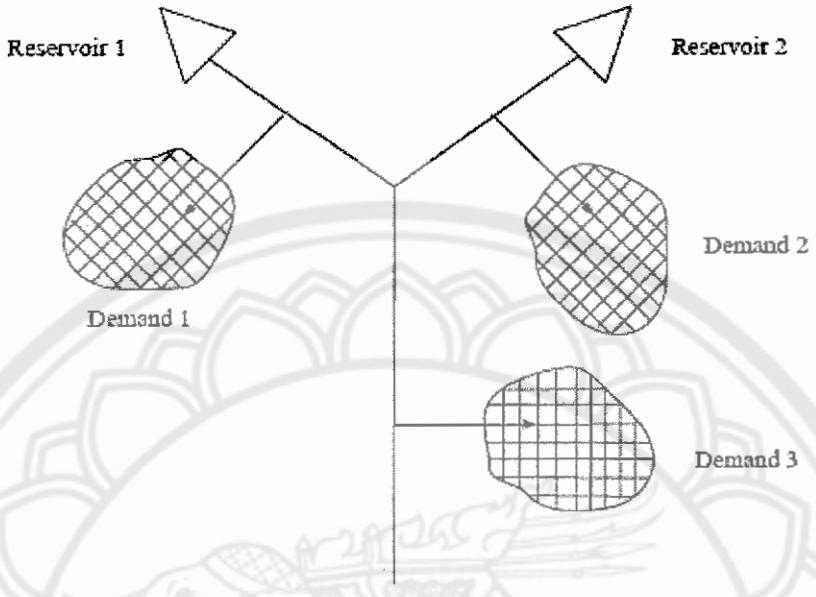
สำนักหอสมุด
22 ก.ค. 2551

1. การจำลองระบบอ่างเก็บน้ำแบบอนุกรม (Reservoir in Series Simulation) ดังภาพที่ 4 เป็นการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำตั้งอยู่ในลำน้ำเดียวกัน โดยการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำจะเริ่มด้วยการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำทางด้านล่างไปใช้ตามความต้องการน้ำก่อน ซึ่งถ้าหากไม่สามารถปล่อยน้ำให้เพียงพอได้ก็จะปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำทางด้านบนมาเพิ่ม จนกระทั่งเพียงพอตามเป้าหมายการปล่อยน้ำที่ตั้งไว้



รูปที่ 2.19 ระบบอ่างเก็บน้ำแบบอนุกรม อ้างอิง [6]

2. การจำลองระบบอ่างเก็บน้ำแบบขนาน (Reservoir in Parallel Simulation) ดังภาพที่ 2.20 เป็นการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำตั้งอยู่ต่างลำน้ำกัน แต่ลักษณะการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำจะไหลมารวมกันที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งทางด้านท้ายของอ่างเก็บน้ำทั้งสอง โดยการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำจะดำเนินการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในอัตราส่วนของปริมาตรที่ว่างของอ่างเก็บน้ำทั้งสองอ่างเท่ากับอัตราส่วนของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่คาดว่าจะเกิดขึ้น



รูปที่ 2.20 ระบบอ่างเก็บน้ำแบบขนาน อ้างอิง [6]

2.3.1 แบบจำลองการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำ

แบบจำลองการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำ เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาลักษณะทางธรรมชาติของระบบทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ และจุดควบคุมการไหลของน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถ ปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่เข้ามาใช้ในการประเมินวัตถุประสงค์ของระบบซึ่งจะแสดงถึงลักษณะที่มีอยู่ทั้งหมดของระบบ โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์หรือพีชคณิตเป็นตัวอธิบาย โดยแบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การจำลองสถานการณ์ (Simulation) และ การหาค่าที่เหมาะสม (Optimization)

การจำลองสถานการณ์ของระบบอ่างเก็บน้ำ โดยอาศัยแบบจำลองคอมพิวเตอร์(Simulation Model) เป็นการจำลองพฤติกรรมของระบบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้น ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีการพัฒนาและการใช้งานแบบจำลองคอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลายโดยอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์อธิบายลักษณะของระบบในรูปแบบของตัวแปรและข้อแม้ของระบบอ่างเก็บน้ำ

2.3.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-ResSim

แบบจำลอง HEC–ResSim (Reservoir System Simulation) พัฒนาจากแบบจำลอง HEC-5 โดย US Army Corp of Engineers Hydrologic Engineering Center มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ ในการจำลองการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำ ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบบ Graphical User Interface (GUI) และเชื่อมต่อกับโปรแกรม HEC–DSSVue (Data Storage System Visual Utility Engine) สำหรับจัดเตรียมข้อมูลอินพุตแบบ Time Series และแสดงผลการคำนวณจากแบบจำลอง HEC-ResSim โดยองค์ประกอบหลักในการทำงานของแบบจำลอง HEC-ResSim แบ่งออกเป็น 3 ส่วนประกอบด้วย Watershed Setup, Reservoir Network และ Simulation ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบมีการทำงานสัมพันธ์กัน ดังภาพที่ 6 และมีรายละเอียดดังนี้

1. Watershed Setup ใช้ในการกำหนดขอบเขตของลุ่มน้ำที่ต้องการศึกษา คุณลักษณะทางชลศาสตร์และทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำนั้น ๆ รวมถึงใช้สำหรับสร้างโครงข่ายองค์ประกอบของระบบทรัพยากรน้ำ เช่น เส้นลำน้ำ อ่างเก็บน้ำ เขื่อน ฝาย หรือ อาคารชลศาสตร์อื่น ๆ เป็นต้น

2. Reservoir Network Module ใช้ในการกำหนดรายละเอียดของข้อมูลทางกายภาพ และชลศาสตร์ของอาคารประกอบ รวมถึง เกณฑ์การปฏิบัติงานระบบอ่างเก็บน้ำ เช่น ระดับเก็บกักในโซนต่าง ๆ, อัตราการไหลของอาคารประกอบ, การไหลของน้ำในช่วงลำน้ำ, การผันน้ำเข้าออกของระบบและเกณฑ์การปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ในการกำหนดกรณีศึกษาสำหรับการวิเคราะห์ (Define Alternatives)

3. Simulation Module ใช้ในการกำหนดรายละเอียดของช่วงเวลาและระยะเวลาที่ใช้จำลองสถานการณ์ตามที่ต้องการ รวมถึงใช้ในการกำหนดรูปแบบของการแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ โดยจะเชื่อมโยงกับแบบจำลอง HEC-DSSVue ในปัจจุบันมีการประยุกต์แบบจำลอง HEC–ResSim เพื่อใช้ในการจำลองการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำ