กรมชลประทาน

การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

(Reservoir Operation Rule Curves)

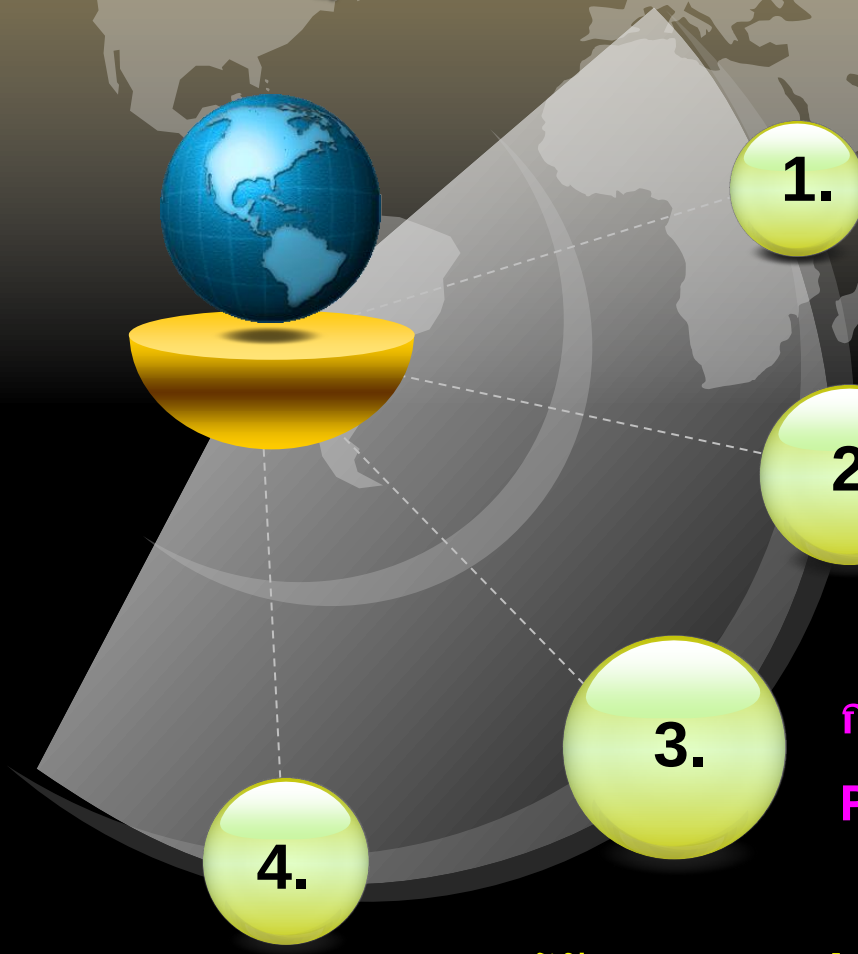
นายอัศฎา กิจพยุง และ น.ส. จิระนันท์ ปางเภา
วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ
สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เป็นองค์ความรู้ตามคู่มือการปฏิบัติงานด้านจัดสรรน้ำในกระบวนการสร้างคุณค่าที่กรมชลประทานกำหนดไว้ เล่มที่ 9/16 จากจำนวน 16 เล่ม ที่กำหนดให้องค์กรต้องนำไปดำเนินการเพื่อเป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ

หัวข้อของการอบรมเชิงปฏิบัติการ

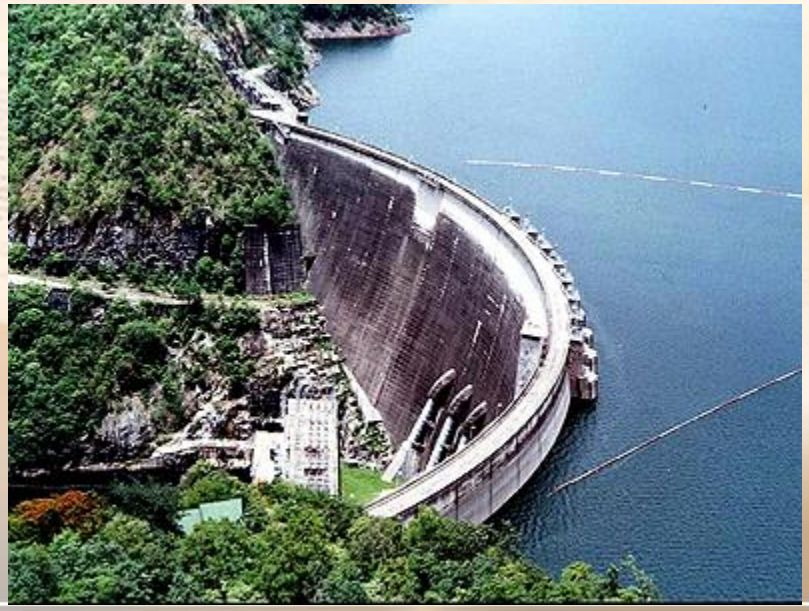
การอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อหลัก คือ



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves)
2. การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดย VACANCY-MINIMUM STORAGE REQUIREMENT RULE CURVE
3. การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดย Probability Based Rule Curves
4. การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดย Simulate with HEC-3

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำ หมายถึง กลไกที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลมาตามธรรมชาติ เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง (Single Purpose Reservoir) หรือหลายอย่าง (Multi Purpose Reservoir) เช่น การเกษตร การอุปโภค - บริโภค การอุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น (วราวุธ , 2539)

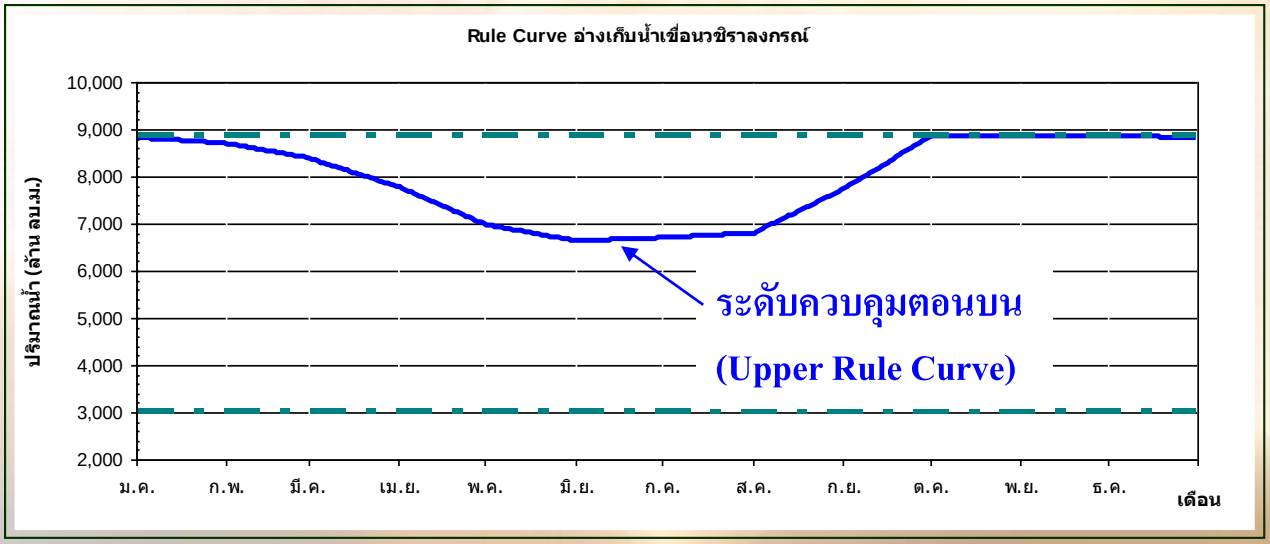


เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

หลังจากก่อสร้างอ่างเก็บน้ำแล้วเสร็จ เพื่อที่จะให้บรรลุวัตถุประสงค์และใช้ประโยชน์อย่างเต็มศักยภาพ การบริหารจัดการน้ำจากอ่างเก็บน้ำจึงมีความสำคัญยิ่ง ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ควบคุมการใช้อ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ดังที่กล่าวมา และก่อให้เกิดผลผลิตในเชิงเศรษฐศาสตร์มากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีการวางกฎการปฏิบัติงานของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operating Rules) ซึ่งกฎนี้จะใช้ในช่วงเวลาการปฏิบัติงานตามปกติ ไม่ใช่ช่วงหลังการก่อสร้างเสร็จใหม่ ๆ หรือช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์การใช้อ่างเก็บน้ำ

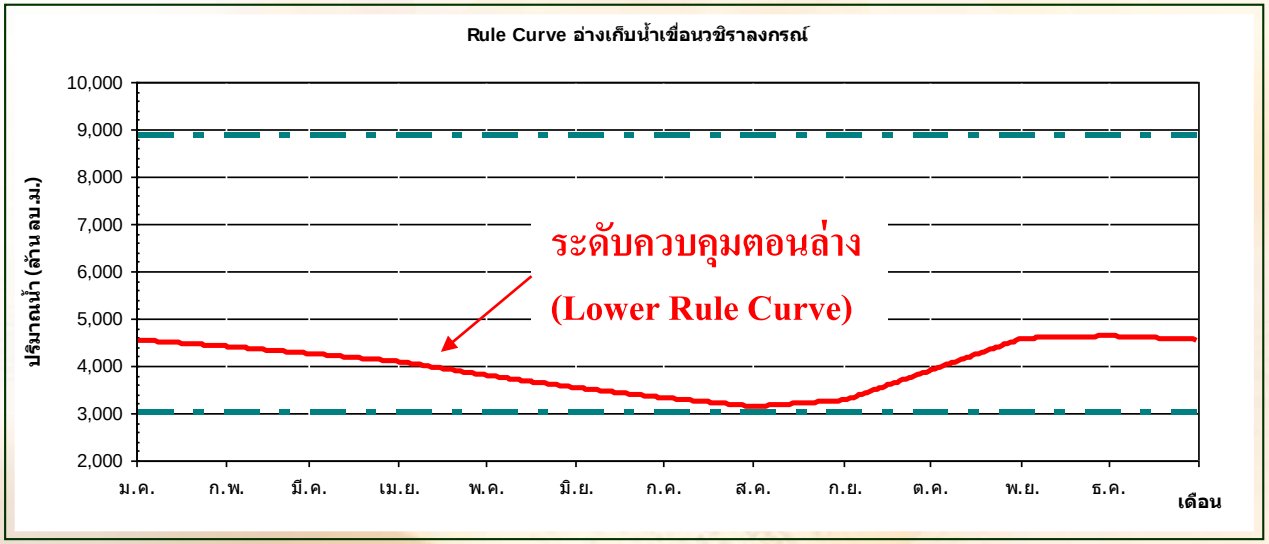
เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

หลักการของการพัฒนาโค้งกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ คือในช่วงฤดูฝนจะพร่องน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดในปริมาณเท่าใด เพื่อให้มีปริมาตรว่างสำหรับรับปริมาณน้ำหลากที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยไม่เกิดการไหลล้นอ่าง ซึ่งจะก่อให้เกิดอุทกภัยในบริเวณด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ หรือหากเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำก็ให้เกิดน้อยที่สุด ซึ่งเส้นโค้งของกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเส้นนี้เรียกว่า Upper Rule Curve (URC)

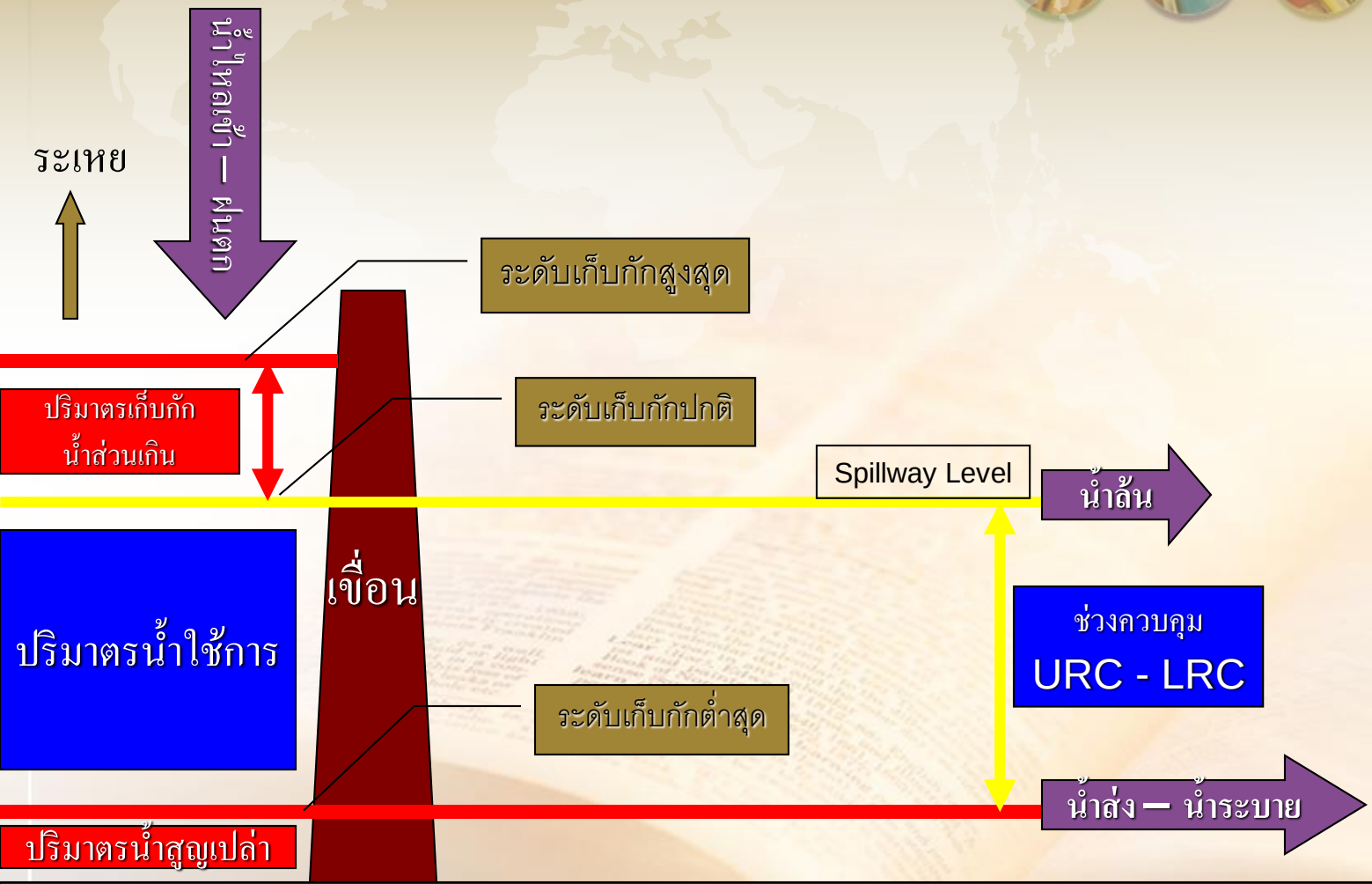


เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

ในช่วงฤดูแล้งจะรักษาปริมาณน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดไว้เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำแห้งอ่างเก็บน้ำ ซึ่งโค้งของกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเส้นนี้เรียกว่า Lower Rule Curve (LRC)



คำจำกัดความต่างๆ



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

- ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum Pool Level) คือ ระดับน้ำต่ำสุดซึ่งสามารถเอาน้ำออกจากอ่างไปใช้ได้ ระดับนี้จะเป็นตัวกำหนดระดับปากของอาคารทางออก (Outlet) ตัวที่อยู่ต่ำที่สุด ปริมาตรน้ำอ่างที่อยู่ต่ำกว่าระดับเก็บกักต่ำสุดนี้เรียกว่า “ ปริมาตรน้ำสูญเปล่า”(Dead Storage)

- ระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool Level) คือ ระดับเก็บกักสูงสุดของอ่างในการปฏิบัติงานตามปกติ (Normal Operation) บางครั้งเรียกว่า “ระดับน้ำสูงสุดปกติ” (Normal High Water Level) ระดับนี้จะเป็นตัวกำหนดระดับสันทางระบายน้ำล้นแบบไม่มีประตูควบคุม ปริมาตรน้ำเก็บกักที่อยู่ระหว่างระดับน้ำเก็บกักต่ำสุดและระดับเก็บกักปกติเรียกว่า “ปริมาตรน้ำใช้การได้”(Active Storage)

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

- ระดับเก็บกักสูงสุด (Maximum Water Surface) คือ ระดับน้ำสูงสุดที่จะยอมให้เกิดขึ้นในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาที่มีน้ำท่วมขนาดใหญ่เคลื่อนตัวเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำสูงสุดและระดับเก็บกักปกติ เรียกว่า “ปริมาตรเก็บกักน้ำส่วนเกิน” (Surcharge Storage) เป็นปริมาตรที่ทำหน้าที่หน่วงคลื่นน้ำท่วมไม่ให้เคลื่อนที่ไปทางด้านท้ายน้ำเร็วและมีอัตรามากเกินไปจนก่อให้เกิดน้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำ

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

- ระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) คือ ระดับน้ำตอนบนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน จำเป็นต้องรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ให้มีระดับน้ำสูงเกินกว่าระดับควบคุมตอนบน ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างระดับควบคุมตอนบนกับระดับเก็บกักสูงสุดไว้สำหรับป้องกันน้ำท่วม

- ระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) คือ ระดับน้ำที่ควบคุมต่ำสุดในอ่างเก็บน้ำของแต่ละเดือนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานไม่ให้ระดับต่ำกว่าระดับควบคุมตอนล่าง ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างระดับควบคุมตอนล่างกับระดับเก็บกักต่ำสุดไว้สำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งที่มีการขาดแคลนน้ำ

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ โดยทั่วไปจะกำหนดเกณฑ์เก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve , URC) และเกณฑ์เก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve , LRC) สำหรับใช้เป็นแนวทางในการรักษาระดับน้ำในอ่างฯ ให้เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง เพื่อให้สามารถบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทุกภาคส่วนการใช้น้ำได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ทั่วถึง และยุติธรรม

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ โดยทั่วไปจะใช้การวิเคราะห์ระบบอ่างเก็บน้ำด้วยโปรแกรม Hec-3 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาโดย US Army Crops of Engineers ซึ่งมีความยุ่งยากสำหรับคนที่ไม่เคยใช้ เป็นโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวณเลียนแบบการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ เพื่อพิจารณาถึงผลที่เปลี่ยนของระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ ปริมาณการปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำผ่านโรงไฟฟ้า รวมทั้งปริมาณน้ำที่ผันไปเพื่อการชลประทาน และปริมาณน้ำที่ขาดแคลน

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

การจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

วิธีที่ 1 โดยวิธี **Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve**

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

วิธีที่ 2 โดยวิธี **Probability Based Rule Curve** พัฒนาโดย ดร.ทองเปลว กองจันทร์ (2557) ปลัดกระทรวงเกษตรฯ

วิธีที่ 3 โดยใช้ **HEC-3 Model (Reservoir System Analysis for Conservation)** ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาโดย **US Army Crops of Engineers**

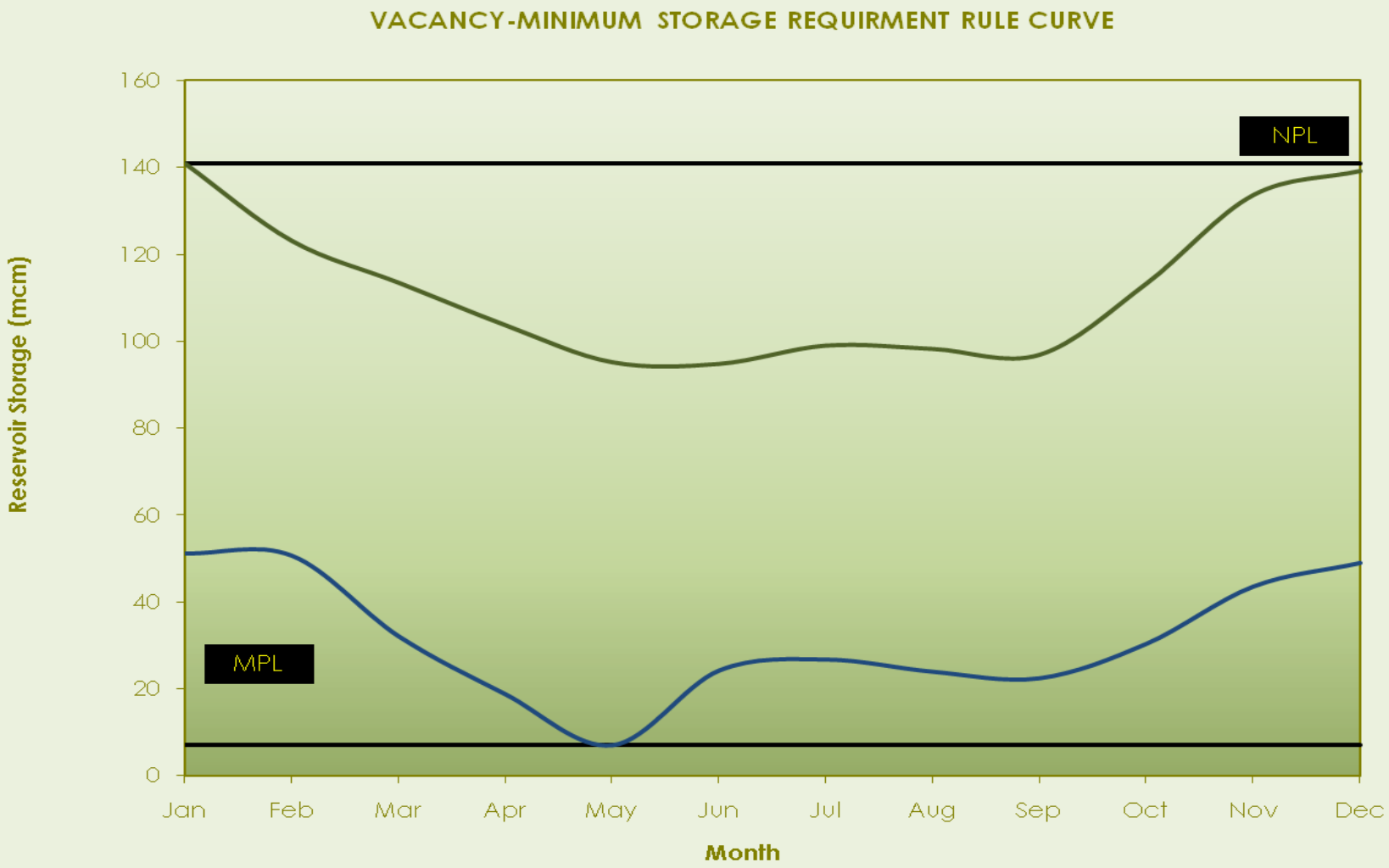
1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

วิธีที่ 1 โดยวิธี **Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve** ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ใช้หลักการที่ว่า ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน และปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแห้งพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้ง

ข้อมูลนำเข้า (Input) และขั้นตอนการทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ วิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve

ข้อมูลนำเข้า	ขั้นตอนการทำโค้งปฏิบัติการ
<u>แบบจำลองความต้องการใช้น้ำจากพืช (WUSMO)</u> 1) พื้นที่เพาะปลูก 2) ชนิดพืช 3) ช่วงเวลาการปลูกพืช 4) ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ 5) ประสิทธิภาพการชลประทาน 6) การระเหยและรั่วซึม <u>เกณฑ์การเก็บกักน้ำ</u> 1) ความต้องการใช้น้ำของพืช และอื่น ๆ 2) ปริมาณน้ำฝน 3) ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ 4) การระเหย และรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำ	1) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกิน (Surplus Inflow) 2) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงอ่างส่วนเกินสะสม 3) คำนวณหาปริมาตรช่องว่างที่สำรองไว้เก็บกักน้ำส่วนเกิน และเก็บกักเพิ่มเติมในฤดูแล้ง 4) ตรวจสอบผลการคำนวณ จากสภาพพื้นที่จริง ฤดูแล้ง/ฤดูฝน เริ่มเดือนไหน 5) สร้างโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ 6) ปรับแก้เกณฑ์การเก็บกัก

ตัวอย่างโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
โดยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

วิธีที่ 2 โดยวิธี **Probability Based Rule Curve** ใช้หลักการของวิธีความน่าจะเป็น จะพิจารณาการเก็บกักและการระบายน้ำที่ความเสี่ยงต่าง ๆ

- ในฤดูน้ำหลาก ควรจะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างที่มากที่สุดที่จะทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างเก็บน้ำ มีปริมาตรไม่พอที่จะรับน้ำนองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

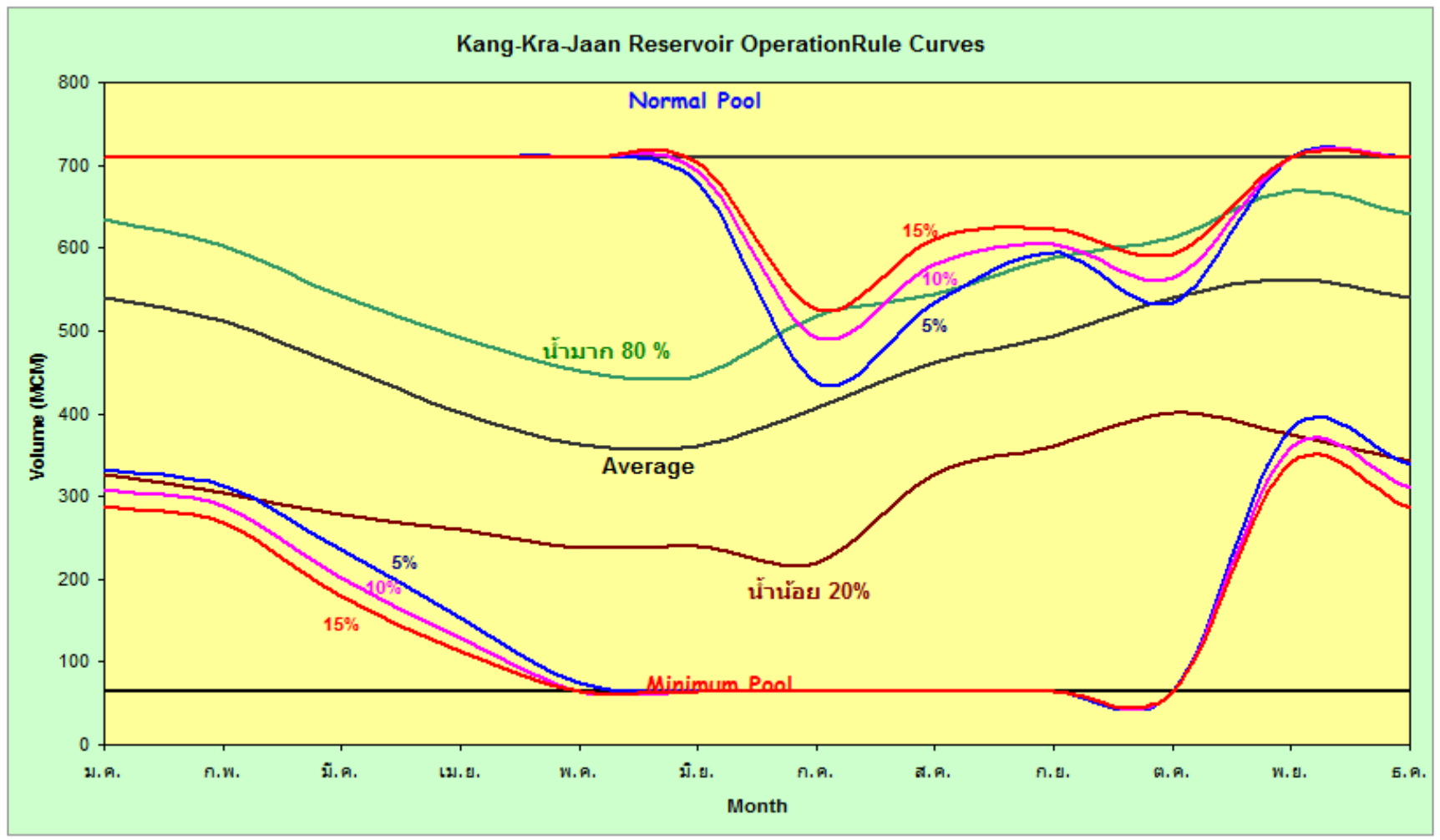
- ในฤดูแล้ง ควรจะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคต

ข้อมูลนำเข้า (Input) และขั้นตอนการทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ วิธี Probability Based Rule Curve

ข้อมูลนำเข้า	ขั้นตอนการทำโค้งปฏิบัติการ
1) การรั่วซึมของน้ำในอ่างเก็บน้ำ 2) การระเหยของน้ำในอ่างเก็บน้ำ 3) ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ 4) ปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำ	1) สังเคราะห์ข้อมูลนำเข้า 2) หา Outflow ของอ่างเก็บน้ำ 3) หาค่าสถิติและการทดสอบความเหมาะสมของ Distribution Function กับข้อมูล Inflow 4) หาค่าสถิติและการทดสอบความเหมาะสมของ Distribution Function กับข้อมูล Net Reservoir Inflow (NRI) 5) สร้างเส้นโค้ง NRI 6) หาค่า Volume of Flood Control Reserve แต่ละเดือนที่ค่าความเสี่ยงต่าง ๆ จากกราฟการแจกแจงความน่าจะเป็น 7) วิเคราะห์หาช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน 8) สร้าง Lower Rule Curve 9) สร้างโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

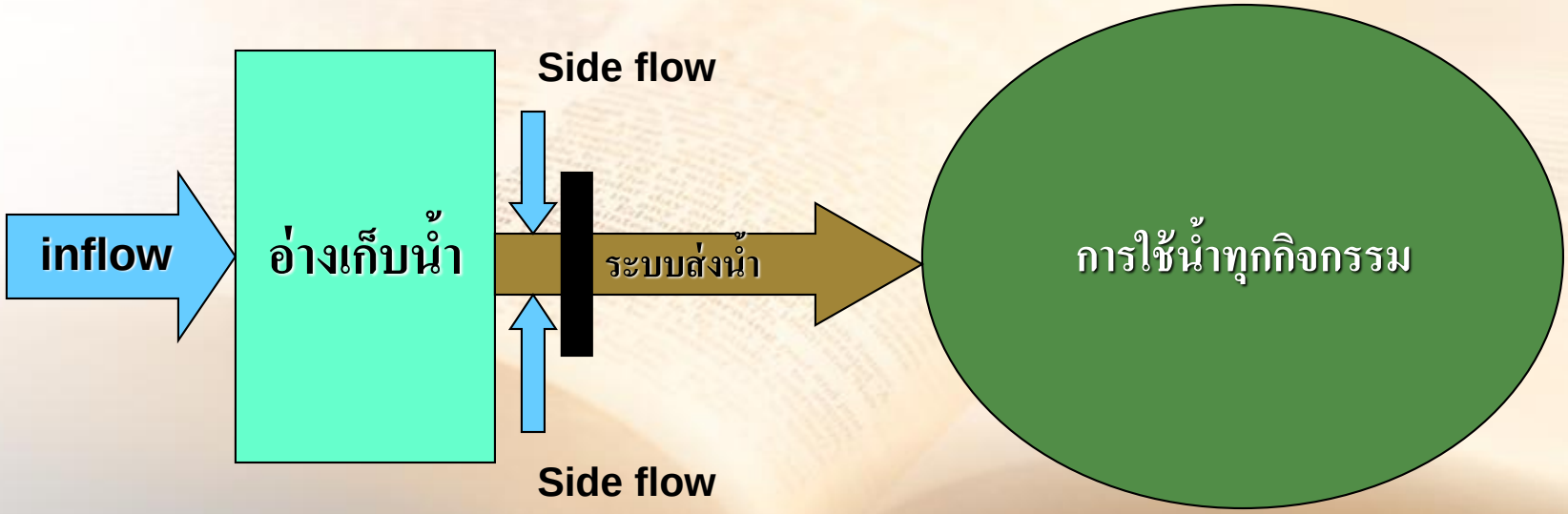
ตัวอย่างโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

โดยวิธี Probability Based Rule Curve



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

วิธีที่ 3 โดยใช้ **HEC-3 Model (Reservoir System Analysis for Conservation)** ในปัจจุบันส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา ได้พัฒนาวิธีการคำนวณจากโปรแกรม **Hec-3** ที่ยุ่งยาก มาเป็น **Worksheet Excel** แทน

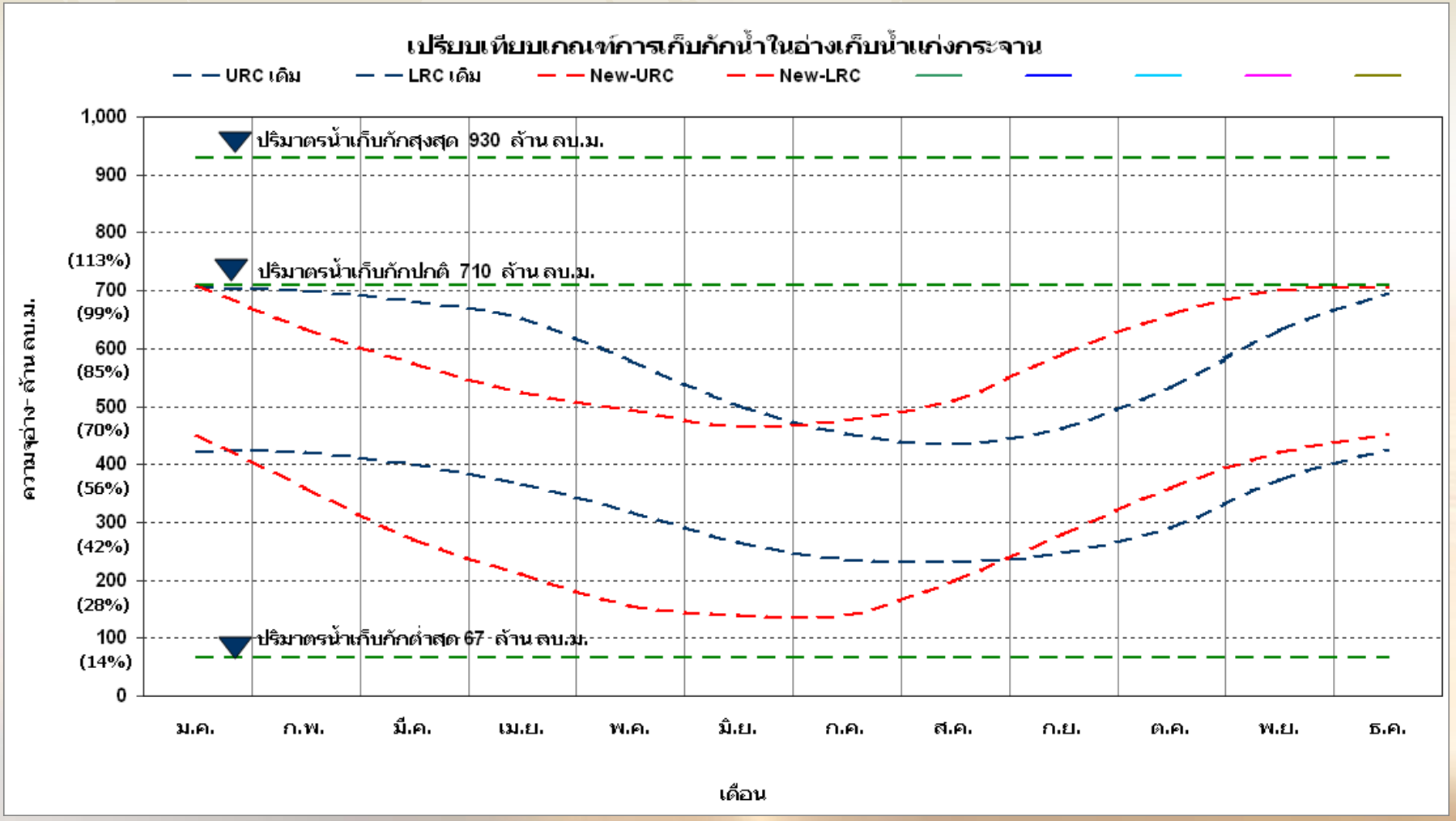


ข้อมูลนำเข้า (Input) และขั้นตอนการทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ วิธี Simulate with HEC-3

ข้อมูลนำเข้า	ขั้นตอนการทำโค้งปฏิบัติการ
<u>แบบจำลองความต้องการใช้น้ำจากพืช (WUSMO)</u> 1) พื้นที่เพาะปลูก 2) ชนิดพืช 3) ช่วงเวลาการปลูกพืช 4) ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ 5) ประสิทธิภาพการชลประทาน 6) การระเหยและรั่วซึม <u>เกณฑ์การเก็บกักน้ำ</u> 1) ความต้องการใช้น้ำของพืช และอื่น ๆ 2) ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ 3) ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ 4) การระเหยของน้ำในอ่างเก็บน้ำ	1) คำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืช 2) ป้อนข้อมูลในโปรแกรม HEC-3 3) Run โปรแกรม HEC-3 4) ตรวจสอบผลการ Run ว่าอยู่ในข้อกำหนดหรือไม่ 5) ปรับแก้เกณฑ์การเก็บกัก

ตัวอย่างโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

โดยวิธี HEC-3 Model (Reservoir System Analysis for Conservation)



หลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วยโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

เงื่อนไข	สภาพอ่างเก็บน้ำ	เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
1	ระดับน้ำเกินระดับเก็บกักปกติ Normal High Water Level (NHWL)	- ปล่อยน้ำผ่านทางระบายน้ำล้น (Spillway)
2	ระดับน้ำสูงกว่า URC ในสภาวะปกติ	- ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ ให้เต็มที่
3	ระดับน้ำสูงกว่า URC และมีแนวโน้มจะเกิดสภาวะน้ำหลาก	- ปล่อยน้ำเพิ่มทางท่อระบายน้ำ (Outlet Work) ให้เต็มที่ เพื่อเตรียมรับปริมาณน้ำหลาก
4	ระดับน้ำอยู่ระหว่าง URC และ LRC	- ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ เป็นผลพลอยได้
5	ระดับน้ำต่ำกว่า LRC	- ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำเท่าที่จำเป็นตามลำดับความสำคัญ
6	ระดับน้ำต่ำลงถึงระดับเก็บกักต่ำสุด Minimum Water Level (MinWL)	- ไม่มีการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

สรุปโดยย่อ แนวทางการบริหารน้ำในอ่างเก็บน้ำ

- ให้เป็นไปตามเกณฑ์การเก็บกักน้ำในอ่าง (Rule Curve) ไม่ให้เกิดสภาพน้ำล้นอ่างฯ
- ในช่วงเวลาที่น้ำในแม่น้ำด้านท้ายเขื่อนมีมาก จะต้องระบายน้ำออกจากเขื่อนให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น
- ต้องเก็บกักน้ำให้ได้มากที่สุดในช่วงปลายฤดูฝน

ข้อเสนอแนะ

1. เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเป็นเพียงแนวทางช่วยตัดสินใจในการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ ที่จะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดน้ำแล้ง และน้ำล้นอ่างฯ
2. โครงการฯ ต้องติดตามสภาพภูมิอากาศ และประเมินปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ และเร่งระบายน้ำจากอ่างฯ ล่วงหน้า
3. เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ถ้าปีใดอยู่ในเกณฑ์ปีน้ำมาก ต้องติดตามสถานการณ์และพร่องน้ำออกมาเป็นระยะ ๆ
4. ควรมีการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำตามความเหมาะสมของแต่ละอ่างโดยให้สอดคล้องกับสภาพการใช้พื้นที่ และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป

จบการบรรยาย