

จลสาร

สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

- 2 สารจากผู้บริหารสูงสุดด้านจัดการความรู้
- 3 การจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง (Hazard Priority Classification by Weight Factor Method of Large Dam and Medium Dam)



สารจากผู้บริหารสูงสุดด้านการจัดการความรู้ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา



สวัสดิ์ชาว สบอ. ประจำเดือนพฤษภาคม ปี 2565 ครับ ในเดือนที่ผ่านมา เมื่อวันที่ 25 เมษายน กรมชลประทานได้จัดกิจกรรมวันอาสาสมัครชลประทานขึ้นเป็นปีแรก โดยนายทวีศักดิ์ ธนเดโชพล รองอธิบดีกรมชลประทาน กล่าวว่า การบริหารจัดการน้ำเป็นภารกิจที่ทำทนาย เต็มไปด้วยปัจจัยที่ควบคุมยาก เราจึงต้องการกำลังคนมาจากหลายภาคส่วนมาร่วมมือกัน ไม่ว่าจะเป็นบุคลากรของกรมชลประทาน เกษตรกร กลุ่มบริหารการใช้น้ำ กลุ่มผู้ใช้น้ำ และกลไกสำคัญที่ขาดไม่ได้ คืออาสาสมัครชลประทาน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในภารกิจจัดการน้ำ อาสาสมัครชลประทาน คือ ตัวกลางที่จะคอยเชื่อมประสานระหว่างเกษตรกรหรือประชาชนในพื้นที่กับเจ้าหน้าที่ชลประทาน ให้สามารถทำงานสอดรับและตอบโจทย์ความต้องการซึ่งกันและกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ได้กำหนดให้วันที่ 25 เมษายน ของทุกปีเป็นวันอาสาสมัครชลประทานครบ นอกจากนี้ผมได้เข้าร่วมประชุมเตรียมพร้อมรับมือฤดูฝนปี 65 เนื่องจากใกล้สิ้นสุดแผนการบริการจัดการน้ำและเพาะปลูกพืชฤดูแล้งและกำลังจะเข้าสู่ฤดูฝนที่จะเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม ไปจนถึงวันที่ 31 ตุลาคม ของทุกปี การประชุมได้ร่วมพิจารณาแนวโน้มสถานการณ์น้ำ ความพร้อมของศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ (SWOC) ระบบโทรมาตรและการพยากรณ์เตือนภัย รวมถึงตรวจสอบเครื่องมือในการตรวจวัดค่าต่างๆ ให้พร้อมใช้งานทั่วทั้งประเทศ และประชาสัมพันธ์แจ้งเตือนให้ประชาชนทราบสถานการณ์น้ำล่วงหน้า เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของ สขป. 1 - 17 ได้เตรียมความพร้อมในการติดตามและวิเคราะห์สถานการณ์น้ำในพื้นที่ก่อนจะส่งข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ได้ในทุกสถานการณ์ให้กับศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะส่วนกลางใช้ประกอบการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดครับ

จุลสารฉบับนี้ได้นำเสนอเรื่อง “การจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง (Hazard Priority Classification by Weight Factor Method of Large Dam and Medium Dam)” ของส่วนความปลอดภัยเขื่อน ซึ่งการจัดลำดับความเสี่ยงภัยเขื่อนสามารถช่วยลดความเสี่ยงภัยพิบัติอันเกิดจากการชำรุดเสียหายของเขื่อนได้ ทั้งนี้ยังสามารถนำมาประเมินงบประมาณในการบำรุงซ่อมแซมเขื่อนได้อีกด้วย โดยจะมีขั้นตอนและเกณฑ์การจัดลำดับเขื่อนอย่างไร ท่านสามารถติดตามได้ในจุลสารฉบับนี้ครับ หวังว่าจะเป็นความรู้และนำไปพัฒนางานของ สบอ. ให้ดียิ่งขึ้นไปครับ

นายธนทร์ สมบูรณ์

ผส.สบอ.

การจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง (Hazard Priority Classification by Weight Factor Method of Large Dam and Medium Dam)

ความเป็นมา

ปัจจุบันกรมชลประทาน ได้ดำเนินการพัฒนาโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดใหญ่ไว้จำนวนมาก มีลักษณะห้วงงานประเภทต่างๆ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝาย ประตูระบายน้ำ และสถานีสูบน้ำ เป็นต้น ซึ่งเขื่อนถือเป็นอาคารขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญในเรื่องของการกักเก็บน้ำ โดยเขื่อนที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมชลประทาน ประกอบด้วยเขื่อนขนาดใหญ่ทั้งหมด 25 เขื่อน และขนาดกลางทั้งหมด 497 เขื่อน (แบ่งประเภทของเขื่อนตามแหล่งงบประมาณ) รวมทั้งหมด 522 เขื่อน ซึ่งมีอายุการใช้งานค่อนข้างนาน และเริ่มเข้าสู่สภาวะที่ต้องมีการดูแลบำรุงรักษาเพิ่มมากขึ้น เมื่อเขื่อนมีอายุเพิ่มมากขึ้น และมีช่วงระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้น ในช่วงฤดูฝน จึงทำให้เขื่อนมีความเสี่ยงที่จะเกิดการพิบัติมากขึ้น ลักษณะการพิบัติโดยทั่วไปที่เรารู้จัก ได้แก่ น้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) น้ำไหลทะลุผ่านตัวเขื่อน (Piping) การเลื่อนไถล (Sliding) การเคลื่อนตัว (Mass Movement) ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการตรวจสอบสภาพด้วยสายตา ตรวจสอบสภาพภายนอกของตัวเขื่อน และอาคารประกอบ อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาเขื่อนและอาคารชลประทานต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน จึงมีความสำคัญต่อความมั่นคง ปลอดภัย สำหรับชีวิตและทรัพย์สินของผู้คน รวมทั้งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม/ปรับปรุงระยะยาวในอนาคต

การจัดลำดับความเสี่ยงภัยของเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางนี้ ส่วนความปลอดภัยเขื่อน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา ได้จัดทำขึ้นโดยอาศัยการวิเคราะห์ปัจจัย 3 ด้าน ประกอบด้วย 1.ตัวเขื่อน (DAM) 2.อาคารท่อส่งน้ำ (Outlet) 3.อาคารระบายน้ำล้น (Spillway) นำมาวิเคราะห์ร่วมกันกับข้อมูลทางด้านวิศวกรรมด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method) ซึ่งเป็นการประเมินเชิงสมการทางคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของทฤษฎีทางตรรกศาสตร์ และนำค่าคะแนนมาทำการจัดลำดับความเสี่ยงภัย เพื่อการจัดลำดับความสำคัญสำหรับซ่อมแซม/ปรับปรุง และจากการวิเคราะห์สามารถจัดแบ่งสถานะของเขื่อนออกได้เป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย 1.ตรวจสอบเร่งด่วน 2.ตรวจสอบและติดตาม และ 3.ปกติ ตามรายละเอียดที่แนบ เพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดตั้งงบประมาณการซ่อมแซม/ปรับปรุงเขื่อน ให้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพเป็นไปตามหลักวิศวกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา วิเคราะห์ สภาพเขื่อน สถานการณ์ความเสี่ยงของเขื่อนขนาดใหญ่ เขื่อนขนาดกลาง ที่กรมชลประทานดูแลในปัจจุบัน โดยทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงในการวิบัติ
2. ใช้เป็นกรอบการจัดตั้งงบประมาณการ ซ่อมแซม ปรับปรุง เขื่อนขนาดใหญ่ เขื่อนขนาดกลาง ให้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพเป็นไปตามหลักวิศวกรรม

ขอบเขตงาน

จัดลำดับความเสี่ยงของเขื่อนขนาดใหญ่ เขื่อนขนาดกลาง ในความรับผิดชอบของกรมชลประทาน (522 เขื่อน) ผลของการจัดลำดับความเสี่ยงภัย โดยวิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weight Factor Method) จะนำไปสู่การปรับปรุง ซ่อมแซม และการเข้าดำเนินการแก้ไข

1. ทฤษฎีการจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method)

วิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method) เป็นการประเมินเชิงสมการทางคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของทฤษฎีทางตรรกศาสตร์ เพื่อการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อปัญหา ทั้งปัจจัยคงที่ และปัจจัยกระตุ้น วิธีดัชนีปัจจัยร่วมสามารถนำไปใช้ได้ในทุกด้าน ทั้งด้านธุรกิจ วิศวกรรมหรือด้านป้องกันภัยพิบัติ เป็นต้น อิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาจะถูกกำหนดค่าคะแนนน้ำหนักตามลำดับความสำคัญต่อผลลัพธ์ของปัญหา ผลรวมของคะแนนปัจจัยหลักประกอบด้วยค่าน้ำหนักคูณคะแนนของแต่ละปัจจัยรวมกันดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$S = W_1 R_1 + W_2 R_2 + W_3 R_3 + \dots + W_n R_n \dots \dots \dots (1)$$

เมื่อ S = ผลรวมของคะแนนจากทุกปัจจัย (คะแนนปัจจัยร่วม)

W = น้ำหนักของปัจจัย

R = ระดับคะแนนของแต่ละปัจจัย

สมการดังกล่าวได้นำมาใช้ในการจัดลำดับความเสี่ยงภัยขึ้นโดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ โดยแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การให้คะแนนปัจจัยหลัก (ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีสัมพันธ์, 2555)

ลำดับ	ชื่อเงื่อนไข	น้ำหนักปัจจัย						ผลรวมของคะแนนปัจจัยหลัก
		W_1	W_2	W_3	W_4	...	W_m	
1	เงื่อนไขที่ 1	$R_{1,1}$	$R_{1,2}$	$R_{1,3}$	$R_{1,4}$		$R_{1,m}$	S_1
2	เงื่อนไขที่ 2	$R_{2,1}$	$R_{2,2}$	$R_{2,3}$	$R_{2,4}$		$R_{2,m}$	S_2
3	เงื่อนไขที่ 3	$R_{3,1}$	$R_{3,2}$	$R_{3,3}$	$R_{3,4}$		$R_{3,m}$	S_3
4	เงื่อนไขที่ 4	$R_{4,1}$	$R_{4,2}$	$R_{4,3}$	$R_{4,4}$		$R_{4,m}$	S_4
...								
n	เงื่อนไขที่ n	$R_{n,1}$	$R_{n,2}$	$R_{n,3}$	$R_{n,4}$		$R_{n,m}$	S_n

$$S_x = W_1 R_{x,1} + W_2 R_{x,2} + W_3 R_{x,3} + W_4 R_{x,4} + \dots + W_m R_{x,m} \dots \dots \dots (2)$$

เมื่อ S_x ผลรวมของคะแนนปัจจัยหลัก

W_x น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

R_x ระดับคะแนนของปัจจัย

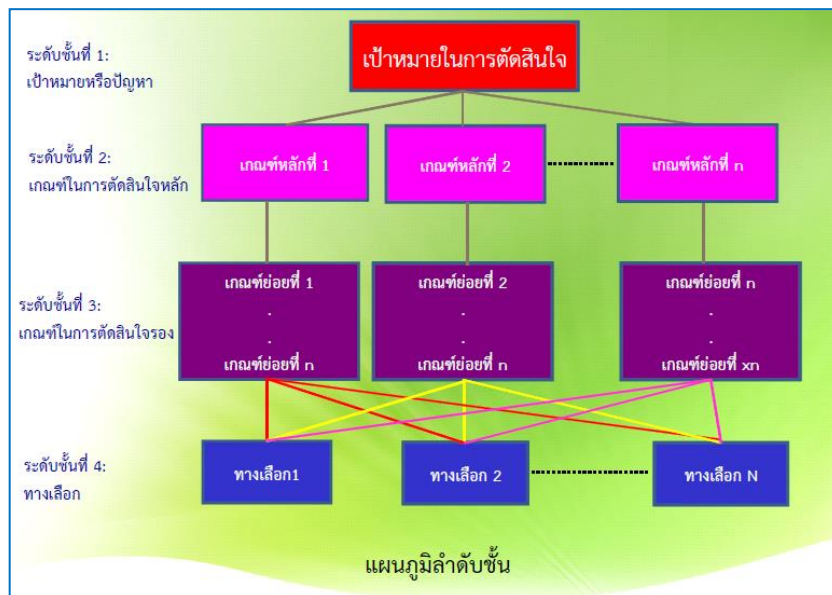
1.1 ค่าน้ำหนักของปัจจัย (Wight : W_n) ด้วยการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)

การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือเรียกสั้นๆ ว่า AHP เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Best Alternatives) พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการที่ง่าย คือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ (Saaty, 1980) แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ เกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้ว จึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ (วราวุธ, 2546) ซึ่งต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากหลายทางเลือก และมีเกณฑ์ในการพิจารณาทางเลือกหลายเกณฑ์ AHP เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบของทีละคู่ จึงทำให้การเลือกทางเลือกทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น ปัจจุบัน AHP เป็นวิธีหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multicriteria Decision Making) ซึ่งมีผู้นิยมใช้กันมาก (Lequana et. al., 1999) มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ตัดสินใจทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น

การวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการ คือ การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ การหาลำดับความสำคัญ (Priority) และการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierarchy) ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับชั้น ได้แก่ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้ ดังแสดงในรูปที่ 1 ชั้นล่างสุดคือชั้นของทางเลือก (สาธิต, 2547)



รูปที่ 1 โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)

(2) การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (Calculation of Relative Priority) ในแต่ละชั้น ผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบ โดยการเปรียบเทียบของเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ (AHP Measurement Scale) ออกเป็น 9 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 หลังจากที่เราทราบความเห็นของผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญหรือความชอบจากการเปรียบเทียบเป็นคู่ในชั้นนั้นแล้ว จะทำการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ (Weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Priority) ของในชั้นนั้น ทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันทีละชั้น จากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้

น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หรือทางเลือกในแต่ละชั้นจะคำนวณได้ดังสมการที่ (3)

$$Aw = \lambda_{\max} w \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ A คือ สแควร์เมตริกแสดงความเห็นของผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้อง ในรูปของคะแนนความสำคัญซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 แล้ว (Normalized)

w คือ Eigenvector แสดงน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของของซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือกลุ่มของที่อยู่ภายใต้ของในลำดับชั้นที่สูงกว่า ดังแสดงในรูปที่ 1

λ_{\max} คือ Maximum eigenvalue

ตารางที่ 2 สเกลในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale) (Huizingh and Vriolijk, 1994)

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

(3) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency) ความเห็นผู้เชี่ยวชาญในรูปของคะแนนความสำคัญ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ บางครั้งอาจไม่สมเหตุสมผลหรือมีข้อผิดพลาด จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล โดยการคำนวณหาอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio: C.R.) ใช้ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ (Eigen Vector) โดยใช้ค่าไอเกน (Eigenvector) วัดได้จากอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Index: C.I.) และดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.)

$$C. R. = \frac{C. I.}{R. I.} \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ C.R. = อัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio)

C.I. = ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Index)

ที่วัดจากความแปรปรวนของ λ_{\max} จาก n ตามสมการที่ 4.1

R.I. = ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลเชิงสุ่ม (Random Consistency Index)

$$C. I. = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \dots\dots\dots(4.1)$$

เมื่อ λ_{\max} = Maximum eigenvalue

n = ขนาดของสแควร์เมตริก

ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) โดยการสุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสร้างเมทริกซ์ของการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ในทำนองเดียวกันจากชุดตัวเลข 1 ถึง 9 ด้วยการสร้างเมทริกซ์ในทำนองเดียวกันหลายๆ ชุด จึงเรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล โดยการสุ่มตัวอย่าง (R.I.) ซึ่งดัชนีนี้สร้างขึ้นโดย Oak Ridge Laboratory ค่าเฉลี่ย R.I. ที่ใช้กับจำนวนสมาชิกในการเปรียบเทียบความสำคัญ 1 - 15 จำนวน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 Random Consistency Index (R.I.) (Saaty, 1990) (Sahoo, 1998)

n	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.124	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

อัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (C.R.) ตามสมการที่ 4 ที่ยอมรับได้มีค่าไม่เกิน 0.1 หรือ 10% ถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องเป็น 0.1 หรือเกินกว่า แสดงว่าต้องทำการเปรียบเทียบใหม่หรือตัดข้อมูลทิ้งไป การหาอัตราส่วนความสอดคล้อง จะทำทุกระดับชั้นถึงระดับสุดท้าย เพื่อยืนยันน้ำหนักความสำคัญที่ได้มา

1.1.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วย AHP มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จากทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้น คือ เป้าหมาย (Goal), เกณฑ์ (Criteria) และ ทางเลือก (Alternatives) ดังแสดงในรูปที่ 1

(2) เปรียบเทียบเกณฑ์ทีละคู่ แล้วจึงเปรียบเทียบทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์ จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้

(3) คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกในแต่ละเกณฑ์คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์ แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency)

(4) วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกทางเลือกจากข้อ (3) จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้ว ทางเลือกที่ดีที่สุดจะยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

1.2 ค่าระดับคะแนนของแต่ละปัจจัย (Rating: R_n)

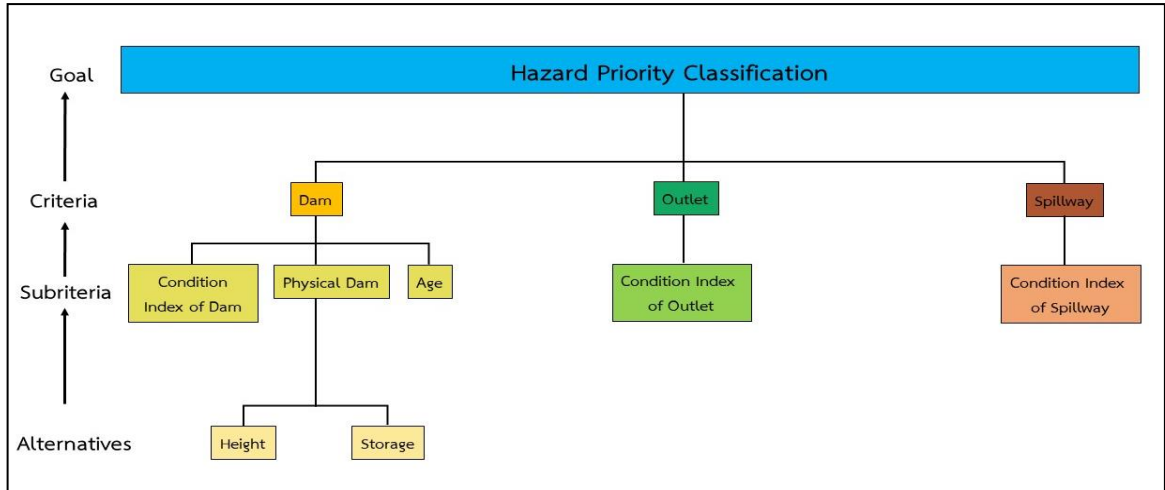
การให้ระดับคะแนนของปัจจัย (Rating) แทนด้วยตัวเลขเป็นระดับคะแนน โดยกำหนดให้ระดับคะแนนสูงจะส่งผลต่อโอกาสเกิดหรือผลกระทบจากการพิบัติสูง ดังสรุปได้ดังนี้

- 1 หมายถึง ส่งผลระดับต่ำ
- 2 หมายถึง ส่งผลระดับปานกลาง
- 3 หมายถึง ส่งผลระดับสูง

2. วิธีการจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง (Hazard Priority Classification by Weight Factor Method of Large Dam and Medium Dam)

2.1 คำนวณน้ำหนักของปัจจัย (Wight : W_n) ด้วยการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)

2.1.1 การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierarchy)



รูปที่ 2 โครงสร้างการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นความเสี่ยงภัยของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง

2.1.2 การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (Calculation of Relative Priority) เพื่อหาค่าน้ำหนักของปัจจัย (Wight : W_n)

2.1.2.1 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ (Criteria)

ปัจจัยเปรียบเทียบ

องค์ประกอบ	Dam	Outlet	Spillway
Dam	1	2	2
Outlet	1/2	1	1/2
Spillway	1/2	2	1

ปัจจัยตัวตั้ง

การเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยตัวตั้งกับปัจจัยเปรียบเทียบอื่น ปัจจัยตัวตั้งที่มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยเปรียบเทียบจะเป็นเลขจำนวนเต็ม หากปัจจัยตัวตั้งมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยเปรียบเทียบจะเป็นเลขจำนวนเศษส่วน การให้ระดับคะแนนต่างๆ อ้างอิงตามตารางที่ 2 โดยการให้คะแนนนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการให้คะแนน ตัวอย่างเช่น ปัจจัยตัวตั้ง Dam มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยเปรียบเทียบ Outlet ตัวเลขจะเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งมีระดับเท่ากับปานกลาง (คะแนน 2) และในขณะเดียวกัน ปัจจัยตัวตั้ง Outlet มีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยเปรียบเทียบ Spillway ตัวเลขจะเป็นจำนวนเศษส่วน ซึ่งมีระดับเท่ากับถึงปานกลาง (คะแนน 1/2) หากปัจจัยตัวตั้งและปัจจัยเปรียบเทียบเป็นตัวเดียวกันจะมีระดับความสำคัญเท่ากัน (คะแนน 1)

ตารางที่ 4 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ (Criteria)

องค์ประกอบ	Dam	Outlet	Spillway
Dam	1.000	2.000	2.000
Outlet	0.500	1.000	0.500
Spillway	0.500	2.000	1.000
Sum	2.000	5.000	3.500

ตารางที่ 4.1 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ (Criteria)

องค์ประกอบ	Dam	Outlet	Spillway	Sum
Dam	0.500 (1/2)	0.400 (2/5)	0.571 (2/3.5)	1.471
Outlet	0.250 (0.5/2)	0.200 (1/5)	0.143 (0.5/3.5)	0.593
Spillway	0.250 (0.5/2)	0.400 (2/5)	0.286 (1/3.5)	0.936
Sum	1.000	1.000	1.000	3.000

ตารางที่ 5 สรุปค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ (Criteria)

องค์ประกอบ	Criteria Weight
Dam	0.490 (1.471/3)
Outlet	0.198 (0.593/3)
Spillway	0.312 (0.936/3)
Sum	1.000

2.1.3 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency)

ตารางที่ 6 การคำนวณตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลของค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ (Criteria)

องค์ประกอบ	Dam	Outlet	Spillway	Weighted Sum	Consistency Vector
Dam	1.000	2.000	2.000	1.510 (1x0.490 + 2x0.198 + 2x0.312)	3.078
Outlet	0.500	1.000	0.500	0.599 (0.5x0.490 + 1x0.198 + 0.5x0.312)	3.030
Spillway	0.500	2.000	1.000	0.952 (0.5x0.490 + 2x0.198 + 1x0.312)	3.053
Sum					9.161

ตารางที่ 6.1 การคำนวณตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลของค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ (Criteria)

ตัวแปร	การคำนวณ	หมายเหตุ
λ_{max}	3.054 (9.161/3)	
C.I.	0.027 (3.054-3/3-1)	ตามสมการที่ 4.1 ใช้ n=3
R.I.	0.580	ตามตารางที่ 3 ใช้ n=3
C.R.	0.046 (0.027/0.580)	C.I./R.I. มีค่าไม่เกิน 0.1 (ผ่าน)

2.1.2.2 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ย่อย (Subcriteria)

ตารางที่ 7 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ย่อย (Subcriteria)

องค์ประกอบ	Condition Index of Dam	Physical Dam	Age
Condition Index of Dam	1	3	4
Physical Dam	1/3	1	3
Age	1/4	1/3	1

ตารางที่ 7.1 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ย่อย (Subcriteria)

องค์ประกอบ	Condition Index of Dam	Physical Dam	Age
Condition Index of Dam	1.000	3.000	4.000
Physical Dam	0.333	1.000	3.000
Age	0.250	0.333	1.000
Sum	1.583	4.333	8.000

ตารางที่ 7.2 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ย่อย (Subcriteria)

องค์ประกอบ	Condition Index of Dam	Physical Dam	Age	Sum
Condition Index of Dam	0.632 (1/1.583)	0.692 (3/4.333)	0.500 (4/8)	1.824
Physical Dam	0.210 (0.333/1.583)	0.231 (1/4.333)	0.375 (3/8)	0.816
Age	0.158 (0.25/1.583)	0.077 (0.333/4.333)	0.125 (1/8)	0.360
Sum	1.000	1.000	1.000	3.000

ตารางที่ 8 สรุปค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ย่อย (Subcriteria)

องค์ประกอบ	Subcriteria Weight
Condition Index of Dam	0.608 (1.824/3)
Physical Dam	0.272 (0.816/3)
Age	0.120 (0.360/3)
Sum	1.000

ตารางที่ 9 การคำนวณตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลของค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ย่อย (Subcriteria)

องค์ประกอบ	Condition Index of Dam	Physical Dam	Age	Weighted Sum	Consistency Vector
Condition Index of Dam	1.000	3.000	4.000	1.904 (1x0.608+3x0.272+4x0.120)	3.132
Physical Dam	0.333	1.000	3.000	0.835 (0.333x0.608+1x0.272+3x0.120)	3.067
Age	0.250	0.333	1.000	0.363 (0.25x0.608+0.333x0.272+1x0.120)	3.023
Sum					9.222

ตารางที่ 9.1 การคำนวณตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลของค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นเกณฑ์ย่อย (Subcriteria)

ตัวแปร	การคำนวณ	หมายเหตุ
λ_{max}	3.074 (9.222/3)	
C.I.	0.037 (3.074-3/3-1)	ตามสมการที่ 4.1 ใช้ n=3
R.I.	0.580	ตามตารางที่ 3 ใช้ n=3
C.R.	0.064 (0.037/0.580)	C.I./R.I. มีค่าไม่เกิน 0.1 (ผ่าน)

2.1.2.3 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นทางเลือก (Alternatives)

ตารางที่ 10 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นทางเลือก (Alternatives)

องค์ประกอบ	Height	Storage
Height	1	1
Storage	1	1

ตารางที่ 10.1 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นทางเลือก (Alternatives)

องค์ประกอบ	Height	Storage
Height	1.000	1.000
Storage	1.000	1.000
Sum	2.000	2.000

ตารางที่ 10.2 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นทางเลือก (Alternatives)

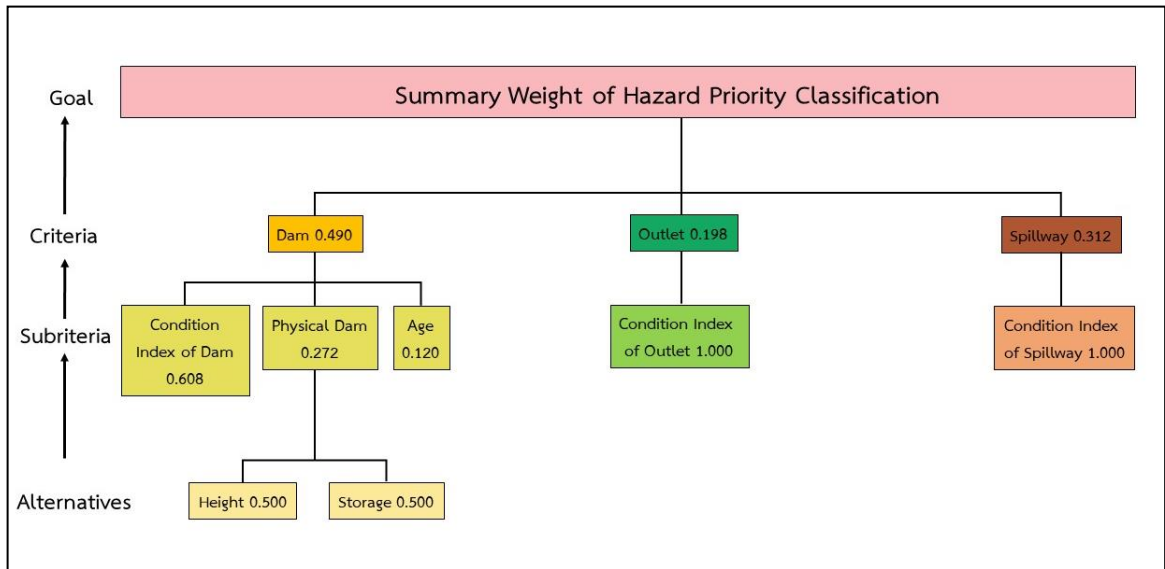
องค์ประกอบ	Height	Storage	Sum
Height	0.500 (1/2)	0.500 (1/2)	1.000
Storage	0.500 (1/2)	0.500 (1/2)	1.000
Sum	1.000	1.000	2.000

ตารางที่ 11 สรุปค่าน้ำหนักของปัจจัยในชั้นทางเลือก (Alternatives)

องค์ประกอบ	Alternatives Weight
Height	0.500 (1/2)
Storage	0.500 (1/2)

หมายเหตุ เมทริก 2x2 ไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency) ได้ เนื่องจาก n=2 ทำให้ค่า R.I.=0 ตามตารางที่ 3

สรุปค่าน้ำหนักของปัจจัย (Wight : W_n)
 ด้วยการใช้การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)



รูปที่ 3 สรุปค่าน้ำหนักของปัจจัยของความเสี่ยงภัยของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง

2.2 ค่าระดับคะแนนของแต่ละปัจจัย (Rating: R_n)

การให้ระดับคะแนนของปัจจัย (Rating) แทนด้วยตัวเลขเป็นระดับคะแนน โดยกำหนดให้ระดับคะแนนสูงจะส่งผลต่อโอกาสเกิดหรือผลกระทบจากการพิบัติสูง ดังสรุปได้ดังนี้

- 1 หมายถึง ส่งผลระดับต่ำ
- 2 หมายถึง ส่งผลระดับปานกลาง
- 3 หมายถึง ส่งผลระดับสูง

2.2.1 การให้ระดับคะแนนการประเมินสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีสภาพ (Condition Index: CI)

การตรวจสอบสภาพเขื่อนด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นวิธีที่ทำให้ทราบว่ามีสภาพพร้อมใช้งาน และทราบถึงความสมบูรณ์ของเขื่อนและอาคารประกอบ วิธีการหนึ่งที่มีความสนใจจากหลายประเทศสำหรับการตรวจสอบสภาพเขื่อนอย่างเป็นระบบเรียกว่า วิธีดัชนีสภาพ (Condition Index) ซึ่งได้นำเข้ามาใช้ตรวจสอบสภาพเขื่อนในประเทศไทย โดยภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2542) โดยได้ทำการตรวจสอบสภาพเขื่อนจำนวน 32 เขื่อน ของสำนักชลประทานที่ 9 และได้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น การทราบถึงข้อบกพร่องของบางองค์ประกอบของเขื่อน ทำให้สามารถทำการซ่อมแซมและแก้ไขได้อย่างเหมาะสม การตรวจสอบเขื่อนและอาคารประกอบมีจุดประสงค์หลักเพื่อตรวจหาความบกพร่องต่างๆ ที่อาจมีผลทำให้เกิดความเสียหายหรือเป็นอันตรายต่อความมั่นคงของเขื่อนและอาคารประกอบ ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินความมั่นคงปลอดภัยทั้งในด้านเสถียรภาพของโครงสร้าง (Structural Stability) และด้านการใช้งาน (Operation) ของเขื่อนและอาคารประกอบว่ายังอยู่ในสภาพมั่นคงแข็งแรง และสามารถใช้งานได้ตามจุดประสงค์ที่ออกแบบไว้หรือไม่ ผู้ที่ทำการตรวจสอบจะชี้ให้เห็นข้อบกพร่องต่างๆ ที่ตรวจสอบ และควรเสนอแนะวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น กำหนดแนวทางการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง (Operational Restrictions) หรือเสนอแนะให้ดำเนินการปรับปรุงสิ่งต่างๆ ที่จำเป็นและเร่งด่วน เพื่อรักษาสภาพของเขื่อนและอาคารประกอบให้สามารถใช้งานได้อยู่เสมอ

วิธีการตรวจสอบสภาพเขื่อนด้วยสายตา โดยการสังเกตข้อบกพร่องจากลักษณะหรือสภาพภายนอกของเขื่อน อาคารประกอบเขื่อน ว่ามีสิ่งผิดปกติ ข้อบกพร่องหรือสัญญาณ (Sign) อันใดหรือไม่ที่จะทำความเสียหายหรือทำให้เกิดอันตรายขึ้นมาได้ เช่น การกัดเซาะต่างๆ รอยแตก การทรุดตัว การรั่วซึม วัสดุเสื่อมสภาพ เป็นต้น ผู้ตรวจต้องมีความละเอียดถี่ถ้วนในการตรวจสอบและสามารถชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องต่างๆ รวมทั้งสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายพร้อมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับการแก้ไขปัญหาต่างๆ ด้วย โดยปกติจะทำการตรวจโดยใช้ตารางรายการตรวจ (Check list)

การประเมินสภาพเขื่อน เมื่อทำการตรวจสอบสภาพในสนามและให้คะแนนแล้วเสร็จ ขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินสภาพเขื่อนปัจจุบัน ว่าสภาพเขื่อนที่เราใช้งานอยู่นั้น มีสภาพอยู่ในระดับใด โดยข้อมูลที่เราได้จากการเดินตรวจสอบเขื่อนนั้น เป็นข้อมูลสภาพในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อนำไปใช้สมการที่ (1) (เป็นค่า (SC) โดยนำไปคูณกับค่าน้ำหนัก (WF) ในแต่ละองค์ประกอบ โดยค่าน้ำหนักในแต่ละองค์ประกอบและสภาพนั้น คณะทำงานโครงการฯ ได้ประชุมและพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปเป็นค่าน้ำหนักให้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลคูณดังกล่าวจะทำให้เราได้ค่าดัชนีสภาพ (CI) โดยการคำนวณตามสมการที่ (1)

$$CI = WF_1 * SC_1 + WF_2 * SC_2 + WF_3 * SC_3 + \dots + WF_n * SC_n \dots (1)$$

- เมื่อ
- CI = ดัชนีสภาพของเขื่อน
 - WF_๑ = น้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบที่ ๑
 - SC_๑ = คะแนนของสภาพที่ ๑
 - WF_๒ = น้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบที่ ๒
 - SC_๒ = คะแนนของสภาพที่ ๒
 - WF_๓ = น้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบที่ ๓
 - SC_๓ = คะแนนของสภาพที่ ๓
 - WF_n = น้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบที่ n
 - SC_n = คะแนนของสภาพที่ n

จากผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนและน้ำหนักแต่ละองค์ประกอบ จะได้ค่าดัชนีสภาพของเขื่อน ซึ่งดัชนีสภาพนี้เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าเขื่อนที่ตรวจมีสภาพสมบูรณ์เพียงไร มีส่วนใดที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษและในทางด้านวิชาการ ยังใช้เพื่อการจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมแซมและปรับปรุงอีกด้วย สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนคณะทำงานโครงการเพิ่มพูนทักษะด้านความปลอดภัยเขื่อนเชิงปฏิบัติการตรวจสอบสภาพเขื่อนด้วยสายตาและประเมินผลด้วยดัชนีสภาพได้กำหนดออกเป็น 3 ระดับ คือ

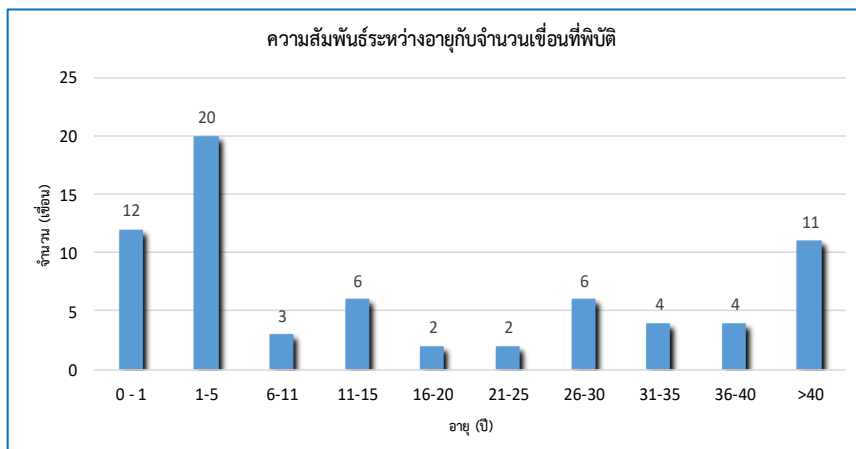
- ระดับคะแนน 1 (>80% - 100%) หมายถึง สภาพดีมาก สามารถทำงานได้ตามปกติ ไม่ซ่อมแซม
- ระดับคะแนน 2 (>60% - 80%) หมายถึง สภาพดี สามารถทำงานได้ สมควรซ่อมแซม แต่รอได้
- ระดับคะแนน 3 (>0% - 60%) หมายถึง สภาพแย่มาก ไม่สามารถทำงานได้ ต้องปรับปรุง จนถึงสภาพปานกลาง สามารถทำงานได้ซ่อมแซมบางส่วน

ตารางที่ 12 การให้ระดับคะแนนการตรวจสอบสภาพเขื่อนด้วยสายตา Condition Index (CI)

Condition Index (เปอร์เซ็นต์)	ระดับคะแนน
มากกว่า 80.00% ถึง 100.00%	1
มากกว่า 60.00% ถึง 80.00%	2
น้อยกว่า 0.00 %ถึง 60.00%	3

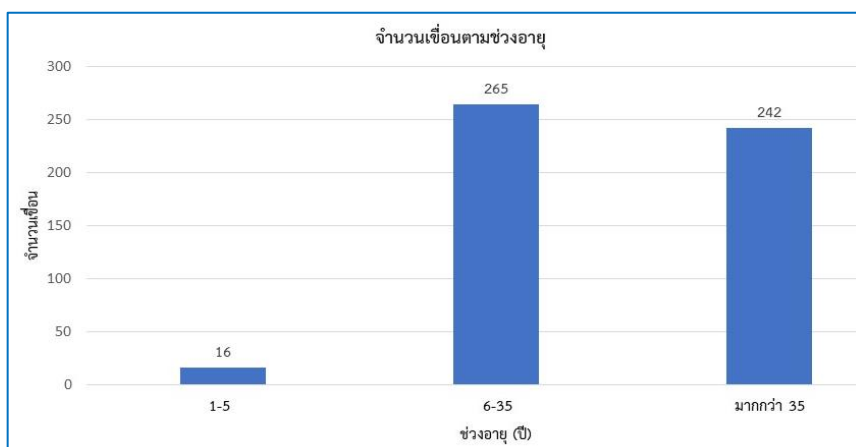
2.2.2 การให้ระดับคะแนนอายุของเขื่อน

อายุของเขื่อนบ่งบอกถึงระยะเวลาการใช้งานเขื่อน ซึ่งหากพิจารณาเฉพาะการเสื่อมของวัสดุอาจกล่าวได้ว่าความแข็งแรงของเขื่อนอาจมีค่าลดลงตามเวลา และหากไม่ได้รับการดูแลและบำรุงรักษาอย่างถูกต้องเพียงพอ ความแข็งแรงของเขื่อนจะลดลงอย่างมาก เช่น หากลาดเขื่อนถูกกัดเซาะโดยน้ำฝนควรมีการบดอัดกลับให้สู่สภาพเดิม หรือถ้าหินกันคลื่นผุพังควรมีการเติมหิน เป็นต้น จากข้อมูลกรณีพิบัติของเขื่อนรวบรวมโดย USBR (1998) จำนวนทั้งหมด 108 เขื่อน เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาจำแนกตามอายุเขื่อนจะได้ผลดังรูปที่ 4 จะเห็นว่าเขื่อนที่พิบัติในปีแรกที่เก็บน้ำ มีจำนวน 12 เขื่อน เขื่อนที่พิบัติภายใน 5 ปี หลังจากเก็บน้ำในช่วงปีแรกมีจำนวน 20 เขื่อนและเขื่อนพิบัติที่มีอายุมากกว่า 40 ปี จำนวน 11 เขื่อน แสดงให้เห็นว่าโอกาสของการพิบัติสูงใน 2 ช่วงอายุ ได้แก่ ช่วงหลังจากการก่อสร้าง 0 - 5 ปี และช่วงอายุมากกว่า 40 ปี



รูปที่ 4 จำนวนเขื่อนที่พิบัติจำแนกตามอายุเขื่อน (ข้อมูลจาก USBR, 1988)

รูปที่ 5 แสดงจำนวนเขื่อนแยกตามอายุของเขื่อน พบว่าเขื่อนในประเทศไทยส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 6 ถึง 35 ปี (พิจารณาถึง พ.ศ. 2564) โดยคิดเป็นร้อยละ 50.67 เขื่อนที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 35 ปี คิดเป็นร้อยละ 46.27 และเขื่อนที่มีอายุ 1 - 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.06 เขื่อนอายุมาก ส่วนใหญ่กระจายอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะในอดีตมีความพยายามแก้ไขปัญหาก็แล้ว และขาดแคลนน้ำสำหรับอุปโภคบริโภค เขื่อนที่มีอายุมากที่สุดในฐานข้อมูลนี้มีอายุถึง 70 ปี



รูปที่ 5 จำนวนเขื่อนในประเทศไทยแบ่งตามช่วงอายุ (ข้อมูลถึงปี พ.ศ. 2564)

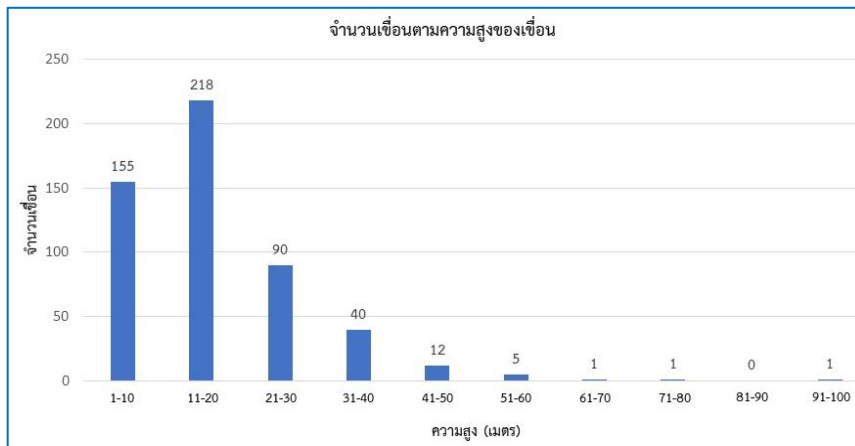
จากสถิติที่แสดงในรูปที่ 4 และข้อมูลของ USBR (1988) พบว่าในช่วงเริ่มต้นของการเก็บน้ำอายุ (0 - 5 ปีแรก) เขื่อนมีโอกาสในการเกิดการพิบัติได้มากที่สุด และจะมีโอกาสสูงอีกครั้งเมื่อมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า 35 ปี เกณฑ์การให้คะแนนของปัจจัยอายุเขื่อนอาจอ้างอิงจากผลสถิติในลักษณะดังกล่าวดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การให้ระดับคะแนนอายุของเขื่อน

อายุของเขื่อน (ปี)	ระดับคะแนน
0 - 5	3
มากกว่า 5 - 35	1
มากกว่า 35	2

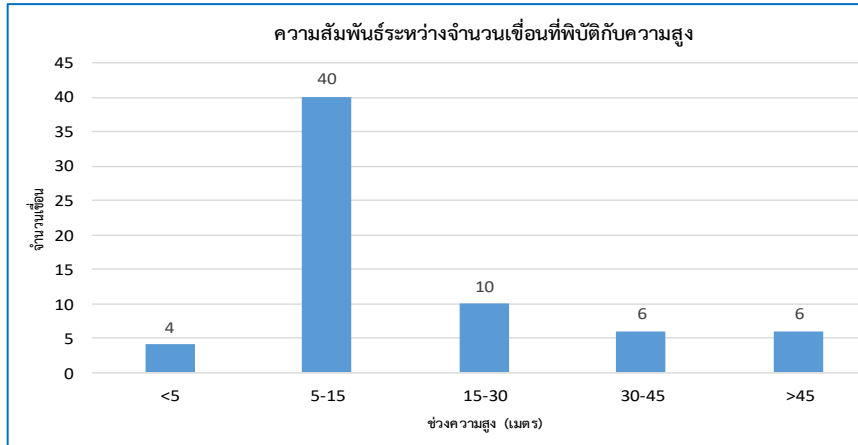
2.2.3 การให้ระดับคะแนนความสูงของเขื่อน

ความสูงของตัวเขื่อนบ่งบอกถึงพลังงานศักย์ที่เก็บไว้ ซึ่งมีผลต่อความเร็วและความลึกของกระแสน้ำ เมื่อเขื่อนพิบัติ จะส่งผลให้เกิดความเสียหายที่ต่างกัน รูปที่ 6 แสดงจำนวนเขื่อนในประเทศไทยแบ่งช่วงตามความสูง เขื่อนในประเทศไทยส่วนใหญ่สูงน้อยกว่า 30 เมตร มีเขื่อนที่สูงในช่วง 1 - 10 เมตร จำนวน 155 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 29.64 เขื่อนที่สูงในช่วง 11 - 20 เมตร จำนวน 218 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 41.68 เขื่อนที่สูงในช่วง 21 - 30 เมตร จำนวน 90 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 17.20 และเขื่อนที่สูงมากกว่า 30 เมตร มีจำนวน 60 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 11.48 อนึ่ง เขื่อนที่สูงมากที่สุด 93 เมตร ในที่นี้ คือ เขื่อนขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก



รูปที่ 6 จำนวนเขื่อนในประเทศไทยแบ่งตามช่วงความสูง (ข้อมูลถึงปี พ.ศ. 2564)

จากข้อมูลการพิบัติของเขื่อน USBR (1998) เมื่อนำมาศึกษาเชิงสถิติ สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ดังรูปที่ 7 ซึ่งพบว่า เขื่อนที่พิบัติมาที่สุดในช่วง 5 - 15 เมตร คิดเป็น 60% ของข้อมูลเขื่อนที่พิบัติทั้งหมด โดยระดับความสูงนี้เทียบได้กับเขื่อนขนาดกลาง (พิจารณาขนาดตามเกณฑ์ของ ICOLD) อย่างไรก็ตาม สถิติดังกล่าวไม่ได้เปรียบเทียบจำนวนเขื่อนที่พิบัติกับจำนวนเขื่อนที่มีอยู่ ดังนั้นหากพิจารณาเฉพาะเรื่องความรุนแรงเขื่อนที่สูงมากขึ้น ย่อมมีพลังงานศักย์ในการก่อให้เกิดความรุนแรงต่อความสูญเสียมาก ดังนั้นระดับคะแนนความเสี่ยงภัยของความสูงของเขื่อนจึงพิจารณา ดังตารางที่ 14



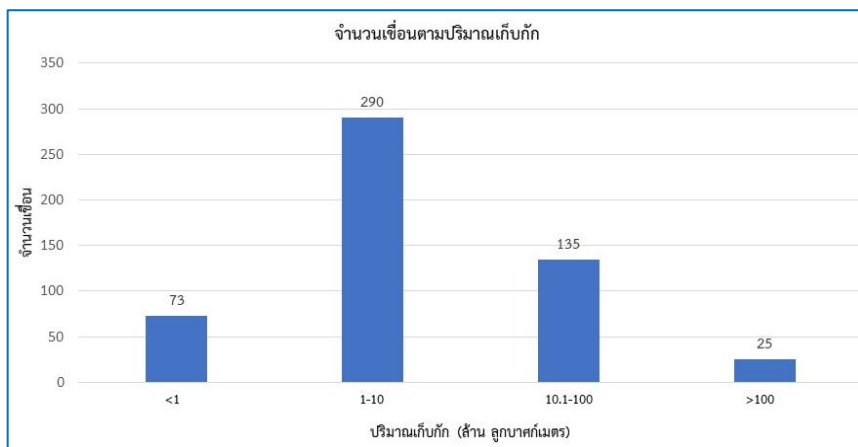
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเขื่อนที่ติดตั้งกับความสูง (ข้อมูลจาก USBR, 1998)

ตารางที่ 14 การให้ระดับคะแนนความสูงของเขื่อน (ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์, 2555)

ช่วงความสูง	ระดับคะแนน
5 ถึง 15 เมตร	1
มากกว่า 15 เมตร ถึง 30 เมตร	2
มากกว่า 30 เมตร	3

2.2.4 การให้ระดับคะแนนปริมาณเก็บกัก

เมื่อเขื่อนกั้นกั้นน้ำในอ่างเก็บน้ำจะไหลทะลักสู่พื้นที่ท้ายน้ำ ทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง ระดับความเสียหายขึ้นอยู่กับอัตราการไหลและความลึกของน้ำปริมาณน้ำมาก ส่งผลให้ระยะเวลาการไหลของน้ำผ่านในจุดใดจุดหนึ่งมีค่ามากขึ้น ทำให้เกิดต่อการกัดเซาะและสร้างความเสียหายมากขึ้น และอาจเกิดน้ำท่วมขังในเวลานาน ปัจจัยนี้จะสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหาย คือ ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น จะมีความเสียหายสูง รูปที่ 8 แสดงจำนวนเขื่อนในประเทศไทยแบ่งช่วงตามปริมาณเก็บกัก ส่วนใหญ่เขื่อนมีปริมาณเก็บกักอยู่ระหว่าง 1 - 10 ล้านลูกบาศก์เมตร จำนวน 290 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 55.45 ปริมาณเก็บกักน้อยกว่า 1 ล้าน ลูกบาศก์เมตร จำนวน 73 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 13.96 ปริมาณเก็บกักมากกว่า 10 - 100 ล้านลูกบาศก์เมตร จำนวน 135 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 25.81 และปริมาณเก็บกักมากกว่า 100 ล้าน ลูกบาศก์เมตร จำนวน 25 เขื่อน คิดเป็นร้อยละ 4.78



รูปที่ 8 จำนวนเขื่อนจากฐานข้อมูลแบ่งช่วงตามปริมาณเก็บกัก (ข้อมูลถึงปี พ.ศ. 2564)

เขื่อนที่มีปริมาณเก็บกักสูง เมื่อเกิดการพิบัติย่อมสร้างความสูญเสียได้มาก เขื่อนที่มีปริมาณเก็บกักได้ตั้งแต่ 100 ล้านลูกบาศก์เมตรขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นเขื่อนขนาดใหญ่ จึงเป็นเขื่อนที่ควรมีระดับคะแนนมากที่สุด และเขื่อนขนาดกลาง มีระดับคะแนนรองลงมาตามลำดับ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การให้ระดับคะแนนปริมาณเก็บกัก (ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีสัมพันธ์, 2555)

ปริมาณเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	ระดับคะแนน
0 - 2	1
มากกว่า 2 - 100	2
มากกว่า 100	3

ผลการจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง (Hazard Priority Classification by Weight Factor Method of Large Dam and Medium Dam)

วิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method) เป็นการประเมินเชิงสมการทางคณิตศาสตร์ บนพื้นฐานของทฤษฎีทางตรรกศาสตร์ เพื่อการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อปัญหา ทั้งปัจจัยคงที่ และปัจจัยกระตุ้น วิธีดัชนีปัจจัยร่วมสามารถนำไปใช้ได้ในทุกด้าน ทั้งด้านธุรกิจ วิศวกรรมหรือด้านป้องกันภัยพิบัติ เป็นต้น อิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาจะถูกกำหนดค่าคะแนนน้ำหนักตามลำดับความสำคัญต่อผลลัพธ์ของปัญหา ผลรวมของคะแนนปัจจัยหลัก ประกอบด้วยค่าน้ำหนักคูณคะแนนของแต่ละปัจจัยรวมกันดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$S = W_1 R_1 + W_2 R_2 + W_3 R_3 + \dots + W_n R_n$$

ตารางที่ 16 สรุปการจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง

การจัดลำดับความเสี่ยงภัย	คะแนนรวม	ลำดับ	จำนวน	เขื่อนขนาดใหญ่	เขื่อนขนาดกลาง
ตรวจสอบเร่งด่วน	มากกว่า 2 - 3	1 - 29	29	4	25
ตรวจสอบและติดตาม	มากกว่า 1 - 2	30 - 506	477	21	456
ปกติ	เท่ากับ 1	507 - 522	16	0	16

สถานะการจัดลำดับความเสี่ยงภัยของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง

1. ตรวจสอบเร่งด่วน

คือ คะแนนที่คำนวณจากวิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method) ที่มีคะแนนตั้งแต่มากกว่า 2 - 3 คะแนน (คะแนนเต็ม 3) จะมีค่าลำดับความเสี่ยงภัยสูง จากการจัดลำดับความเสี่ยงภัยของเขื่อนขนาดใหญ่ และเขื่อนขนาดกลางจำนวน 522 เขื่อน มีเขื่อนที่ตรวจสอบเร่งด่วนทั้งหมด 29 เขื่อน แบ่งเป็นเขื่อนขนาดใหญ่ 4 เขื่อน และเขื่อนขนาดกลาง 25 เขื่อน

ปัจจัยที่ส่งผลให้ตรวจสอบเร่งด่วน คือ คะแนนส่วนใหญ่ของการประเมินสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีสภาพ (Condition Index: CI) ในส่วนของตัวเขื่อน อาคารท่อส่งน้ำ และอาคารระบายน้ำล้น มีสภาพแย่มาก ไม่สามารถทำงานได้ ต้องปรับปรุง จนถึงสภาพปานกลาง สามารถทำงานได้ ซ่อมแซมบางส่วน และเขื่อนดังกล่าวมีความจุและความสูงค่อนข้างมาก ซึ่งหากเกิดการพิบัติจะส่งผลกระทบให้เกิดความรุนแรงต่อความสูญเสียมาก รวมทั้งอายุของเขื่อนส่วนใหญ่อยู่ช่วงส่งผลระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามเขื่อนที่ตรวจสอบเร่งด่วนควรมีมาตรการในการดำเนินการแก้ไขดังตารางที่ 17

2. ตรวจสอบและติดตาม

คือ คะแนนที่คำนวณจากวิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method) ที่มีคะแนนมากกว่า 1 - 2 คะแนน (คะแนนเต็ม 3) จะมีค่าลำดับความเสี่ยงภัยปานกลาง จากการจัดลำดับความเสี่ยงภัยของเขื่อนขนาดใหญ่ และขนาดกลางจำนวน 522 เขื่อน มีเขื่อนที่ตรวจสอบและติดตามจำนวน 477 เขื่อน แบ่งเป็นเขื่อนขนาดใหญ่ 21 เขื่อน และเขื่อนขนาดกลาง 435 เขื่อน

ปัจจัยที่ส่งผลให้ตรวจสอบและติดตาม

คือ คะแนนส่วนใหญ่ของการประเมินสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีสภาพ (Condition Index: CI) ในส่วนของตัวเขื่อน อาคารท่อส่งน้ำ และอาคารระบายน้ำล้น มีสภาพดี สามารถทำงานได้ สมควรซ่อมแซม แต่รอได้ และเขื่อนดังกล่าวส่วนใหญ่มีความจุและความสูงปานกลาง ซึ่งหากเกิดการพิบัติจะส่งผลก่อให้เกิดความรุนแรงต่อความสูญเสียปานกลาง รวมทั้งอายุของเขื่อนส่วนใหญ่อยู่ช่วงส่งผลระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามเขื่อนที่ตรวจสอบและติดตามควรมีมาตรการในการดำเนินการแก้ไขดังตารางที่ 17

3. ปกติ

คือ คะแนนที่คำนวณจากวิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method) ที่มีคะแนนเท่ากับ 1 (คะแนนเต็ม 3) จะมีค่าลำดับความเสี่ยงภัยต่ำ จากการจัดลำดับความเสี่ยงภัยของเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางจำนวน 522 เขื่อน มีเขื่อนที่ปกติ ซึ่งเป็นเขื่อนขนาดกลางทั้งหมดจำนวน 16 เขื่อน

ปัจจัยที่ส่งผลให้ปกติ

คือ คะแนนส่วนใหญ่ของการประเมินสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีสภาพ (Condition Index: CI) ในส่วนของตัวเขื่อน อาคารท่อส่งน้ำ และอาคารระบายน้ำล้น สภาพดีมาก สามารถทำงานได้ตามปกติ ไม่ซ่อมแซม และเขื่อนดังกล่าวมีความจุและความสูงต่ำ ซึ่งหากเกิดการพิบัติจะส่งผลก่อให้เกิดความรุนแรงต่อความสูญเสียต่ำรวมทั้งอายุของเขื่อนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงมากกว่า 5 ถึง 35 ปี ซึ่งอยู่ช่วงส่งผลระดับต่ำ อย่างไรก็ตามเขื่อนที่ปกติควรมีมาตรการการดำเนินการแก้ไข คือ ซ่อมแซม/บำรุงรักษา ตามปกติ ดังตารางที่ 17

หมายเหตุ : เขื่อนที่นำมาจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่ และเขื่อนขนาดกลางปี 2564 ซึ่งเขื่อนในกรมชลประทานมีเขื่อนขนาดใหญ่ทั้งหมด 25 เขื่อน และขนาดกลางทั้งหมด 497 เขื่อน รวมทั้งหมด 522 เขื่อน (ตามข้อมูลเขื่อนจาก ปช.ชป. 1-17 และโครงการชลประทานจังหวัด)

ตารางที่ 17 มาตรการในการดำเนินการแก้ไข

เขื่อนที่อยู่ในสถานะตรวจสอบเร่งด่วน	เขื่อนที่อยู่ในสถานะตรวจสอบและติดตาม	เขื่อนที่อยู่ในสถานะปกติ
1. ปรับปรุง/ซ่อมแซมตัวเขื่อนและอาคารประกอบ 1.1 เพื่อความมั่นคง 1.2 เพื่อความสามารถในการกักเก็บและการระบายน้ำ 2. มาตรการบริหารจัดการน้ำ 3. มาตรฐานด้านความปลอดภัยเขื่อน 4. ระบบเตือนภัย 5. ระยะเวลา : ดำเนินการเร่งด่วน	1. ปรับปรุง/ซ่อมแซมตัวเขื่อนและอาคารประกอบ 1.1 เพื่อความมั่นคง 1.2 เพื่อความสามารถในการกักเก็บและการระบายน้ำ 2. มาตรการบริหารจัดการน้ำ 3. มาตรฐานด้านความปลอดภัยเขื่อน 4. ระบบเตือนภัย 5. ระยะเวลา : ดำเนินการติดตาม	1. ซ่อมแซม/บำรุงรักษา ตามปกติ

ผลการจัดลำดับความเสี่ยงภัยด้วยวิธีปัจจัยร่วมของเขื่อนขนาดใหญ่และเขื่อนขนาดกลาง (Hazard Priority Classification by Weight Factor Method of Large Dam and Medium Dam) สามารถดาวน์โหลดได้ตาม QR code นี้



จุลสารสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

- วัตถุประสงค์**
- รวบรวมและจัดระบบองค์ความรู้ที่กระจุกกระจายอยู่ในแต่ละส่วนให้อยู่ในที่เดียวกัน
ง่ายต่อการค้นคว้า และนำไปใช้ประโยชน์
 - เผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร และองค์ความรู้ของหน่วยงานภายในสำนักให้กับผู้อ่าน
ทั้งภายใน และภายนอกองค์กรเสริมประสิทธิภาพการสื่อสาร และการแลกเปลี่ยน
ระหว่างบุคลากรของหน่วยงานในองค์กร
 - เป็นช่องทางในการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ และนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์
และสร้างสรรค์

- ที่ปรึกษา**
- ผู้อำนวยการสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา
 - ผู้อำนวยการส่วนบริหารจัดการน้ำ
 - ผู้อำนวยการส่วนอุทกวิทยา
 - ผู้อำนวยการส่วนการใช้น้ำชลประทาน
 - ผู้อำนวยการส่วนปรับปรุงบำรุงรักษา
 - ผู้อำนวยการส่วนความปลอดภัยเขื่อน
 - ผู้อำนวยการส่วนยุทธศาสตร์
 - ผู้อำนวยการส่วนประมวลวิเคราะห์สถานการณ์น้ำ
 - ผู้อำนวยการศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคฯ
 - ผู้อำนวยการส่วนบริหารทั่วไป

บรรณาธิการ นายสถาพร นาคคณี

กองบรรณาธิการ นางสาวสะแกวัลย์ คันธะเรศย์
นางสาววัชรภรณ์ ประทุมโพธิ์

สถานที่ติดต่อ : สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน โทร 0-2241-2360
: Fax. 0-2241-2360 <http://water.rid.go.th/hydhome/>
: ฝ่ายเผยแพร่การใช้น้ำชลประทาน โทร./Fax. 0-2241-4794
: ส่วนความปลอดภัยเขื่อน โทร.0-2241-1011
: E-mail: sakaefang@gmail.com



ค่านิยมกรมชลประทาน Core Values

W ę่งงาน ę่งคิด
Work Smart

A ับผิดชอบงาน
Accountability

T ่วมมือ ่วมประสาน
Teamwork & Networking

E เชี่ยวชาญงานที่ทำ
Expertise

R ำนำประโยชน์สู่ประชาชน
Responsiveness