บทความวิจัย

การประเมินสภาพฝายด้วยเทคนิควิธีดัชนีสภาพและกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น

นันทณัฐ เยื่อบางไทร* ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ และ วราวุธ วุฒิวณิชย์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 2279 6944 อีเมล: mungkud13@hotmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.05.007
รับเมื่อ 17 ตุลาคม 2562 แก้ไขเมื่อ 11 ธันวาคม 2562 ตอบรับเมื่อ 20 ธันวาคม 2562 เผยแพร่ออนไลน์ 28 พฤษภาคม 2563
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

เนื่องจากการตรวจและประเมินสภาพฝายยังไม่มีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการตรวจสภาพฝาย โดยเลือกฝายของกรมชลประทานจำนวน 58 แห่ง เป็นกรณีศึกษา ในการประเมินแบ่งองค์ประกอบฝายออกเป็น 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ส่วนป้องกันเหนือน้ำ ส่วนเหนือน้ำ ส่วนควบคุมน้ำ ส่วนท้ายน้ำ และส่วนป้องกันท้ายน้ำ 16 องค์ประกอบย่อย และ 1 ในองค์ประกอบย่อย คือ ประตู/ช่องระบายทราย ถูกแบ่งเพิ่มออกเป็น 4 องค์ประกอบย่อย และทำการประเมินสภาพความเสียหายของแต่ละองค์ประกอบย่อย โดยพิจารณาจากสภาพความเสียหาย ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะ การทรุดตัว การแตกร้าว ฯลฯ รวม 10 สภาพความเสียหาย โดยทำการแบ่งเกณฑ์คะแนนสภาพความเสียหายออกเป็น 4 ระดับ โดยใช้คะแนน 1 ถึง 4 โดย 1) คือ สภาพสมบูรณ์หรือระดับปกติ 2) คือ สภาพความเสียหายเพียงเล็กน้อย 3) คือ สภาพความเสียหายระดับที่ต้องติดตามประเมินความปลอดภัยในการใช้งานเป็นพิเศษแต่ยังสามารถรอการซ่อมแซมได้ และ 4) คือ สภาพความเสียหายมาก จนมีผลต่อความปลอดภัย และต้องการซ่อมแซมทันที จากนั้นนำผลการตรวจสภาพฝายมาประเมินความมั่นคงโดยใช้ 4 เกณฑ์ความมั่นคง ประกอบด้วย 1) การกัดเซาะภายในตัวฝาย 2) การเลื่อนตัว 3) การพลิกคว่ำ และ 4) การรับน้ำหนักกดของดินใต้ฐาน และใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ และองค์ประกอบต่างๆ โดยใช้ความเห็นของ 9 ผู้เชี่ยวชาญ และสุดท้ายทำการประเมินค่าดัชนีสภาพฝายจากผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนสภาพความเสียหาย และน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ และ/หรือองค์ประกอบในแต่ละชั้น ผลการประเมินค่าน้ำหนักองค์ประกอบพบว่า ส่วนป้องกันเหนือน้ำ (Upstream Protection Section) และส่วนป้องกันท้ายน้ำ (Downstream Protection Section) คือองค์ประกอบหลักมีน้ำหนักความสำคัญมากกว่าอีก 3 องค์ประกอบ ผลการประเมินค่าดัชนีสภาพของฝายทั้ง 58 แห่ง พบว่า ฝายจำนวน 52 แห่ง มีค่าดัชนีสภาพอยู่ในช่วง 3.00–3.94 หรือสภาพฝายมีความเสียหายเล็กน้อย และพบว่า ฝายจำนวน 6 แห่ง มีค่าดัชนีสภาพอยู่ในช่วง 2.57–2.98 หรือสภาพฝายมีความเสียหายระดับที่ต้องติดตามประเมินความปลอดภัยเป็นพิเศษ นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า ค่าดัชนีสภาพฝายจากการศึกษานี้สามารถใช้ระบุสภาพฝายว่าอยู่ในสภาพดี หรือมีองค์ประกอบใดที่ต้องติดตาม แก้ไข หรือปรับปรุง และสามารถนำไปใช้ในการกำหนดระดับความสำคัญในการจัดสรรงบประมาณในการซ่อมแซมหรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: ฝาย ดัชนีสภาพ กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP)

การอ้างอิงบทความ: นันทณัฐ เยื่อบางไทร ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ และ วราวุธ วุฒิวณิชย์, "การประเมินสภาพฝายด้วยเทคนิควิธีดัชนีสภาพและกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 30, ฉบับที่ 3, หน้า 389–405, ก.ค.–ก.ย. 2563.

Research Article

Weir Condition Assessment by Condition Index Method and Analytic Hierarchy Process

Nanthanut Yurbangsai*, Chaiyapong Thepprasit and Varawoot Vudhivanich

Department of Irrigation Engineering, Kasetsart University, Nakhon Pathom, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 2279 6944, E–mail: mungkud13@hotmail.com

DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.05.007

Received 17 October 2019; Revised 11 December 2019; Accepted 20 December 2019; Published online: 28 May 2020

© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Since there is no clear practical approach for the inspection and assessment of the weir condition, this study proposes an approach for assessment of weir condition. There were 58 weirs selected as the case study. By this assessment approach, the weir was divided into 5 main components (Upstream Protection Section, Upstream Concrete Section, Control Section, Downstream Concrete Section and Downstream Protection Section), 16 sub-components and 1 of the sub-components are Sluice Gate/Sand Sluice which was divided into 4 minor sub-components. The conditions of each sub-component were visually assessed by the damage conditions due to erosion, settlement, cracking, etc. categorized by 10 damage conditions defined by this approach. There were 4 levels of damage condition classified by scores 1) to 4: 1 is a perfect or the normal condition; 2) is minor damage; 3) is In the damage condition that special monitoring is required, but a repair can be postponed; and 4) is a seriously damaged condition affecting safety operation and immediate repair is required. The scores from the weir damage assessment were evaluated by 4 weir stability criteria, 1) including stability against Piping, 2) Sliding, 3) Overturning and 4) Bearing Capacity. The Analytic Hierarchy Process (AHP) was used to determine the priority weights of the criteria and various weir components and sub-components using 9 expert opinions. Finally, the weir condition index was calculated from the total a sum of product between the condition, damage scores and weights of criteria and/or components and in each level of the hierarchy. The assessment results showed that Section 1 (Upstream Protection Section) and Section 5 (Downstream Protection Section) got higher priority weight than the other 3 main components. The condition index study of 58 weirs showed that there were 52 weirs with the condition index in the range of 3.00–3.94 indicating minor damage and the other 6 weirs having the condition index in the range of 2.57–2.98 indicating the damage being started and special monitoring and evaluation required. Furthermore, the research result shows that the weir condition index developed in this study is useful to classify the conditions of the weir, whether it is in good condition or any components/sub-components require repair and the weir condition index can be used for budget allocation for repairing and improving the weir condition.

Keywords: Weir, Condition Index, Analytic Hierarchy Process (AHP)

Please cite this article as: N. Yurbangsai, C. Thepprasit, and V. Vudhivanich, "Weir condition assessment by condition index method and analytic hierarchy process," *The Journal of KMUTNB*, vol. 30, no. 3, pp. 389–405, Jul.–Sep. 2020 (in Thai).

1. บทนำ

ฝายในความดูแลของกรมชลประทาน จากข้อมูลบัญชีอาคารชลประทานประเภทฝายของฝ่ายบำรุงรักษาระบบชลประทาน ส่วนปรับปรุงบำรุงรักษา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน ณ ปี พ.ศ. 2561 มีจำนวน 2,451 แห่ง ซึ่งสภาวะการปัจจุบันฝายเริ่มประสบปัญหาต่างๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของอาคารจำนวนมากขึ้น เช่น การเสื่อมสภาพของวัสดุที่มีอายุการใช้งานมายาวนาน เป็นต้น จำเป็นต้องมีการตรวจสภาพ ดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน จึงเกิดแนวคิดในการตรวจประเมินสภาพฝาย โดยใช้วิธีการตรวจสภาพอาคารด้วยสายตา (Visual Inspection) ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสภาพอย่างหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสภาพทางกายภาพภายนอกของอาคาร และนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสภาพมาประเมินสภาพด้วยวิธีดัชนีภาพ (Condition Index)

การตรวจสภาพด้วยสายตาเป็นการสังเกตหาสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น และติดตามพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงที่สามารถตรวจพบด้วยสายตา ตลอดจนเป็นการตรวจสภาพฝายอย่างง่ายๆ และเป็นพื้นฐานสำคัญในการป้องกันการวิบัติของฝาย ตลอดจนการนำข้อมูลจากการตรวจสภาพฝายด้วยสายตามาวิเคราะห์ในทางวิชาการต่อไป

สภาพผิดปกติ เช่น การทรุดตัว รอยแตกร้าว น้ำซึม ฯลฯ ที่เกิดขึ้นกับเขื่อน ทำให้เขื่อนเกิดความเสียหายจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของสภาพที่เกิดขึ้น ดังนั้นการใช้งานเขื่อนอยู่ตลอดเวลา จึงต้องทำการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเขื่อนอย่างสม่ำเสมอด้วยเช่นกัน วิธีการตรวจสอบที่ได้รับความนิยมทั้งจากภายในประเทศ และต่างประเทศ คือ การตรวจสภาพเขื่อนด้วยสายตา และการประเมินสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีสภาพ [1]

วิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor Method) เป็นการประเมินเชิงสมการทางคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของทฤษฎีทางตรรกศาสตร์ เพื่อการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยพิจารณาร่วมกับปัจจัยต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อปัญหา ทั้งปัจจัยคงที่ และปัจจัยกระตุ้น [2]

อิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาจะถูกกำหนดค่าคะแนนตามลำดับความสำคัญต่อผลลัพธ์ของปัญหา ผลรวมของคะแนนปัจจัยหลักประกอบด้วยค่าน้ำหนักคูณคะแนนของแต่ละปัจจัยรวมกัน ดังสมการที่ (1) ดังนี้

$$S = W_1R_1 + W_2R_2 + W_3R_3 + \ldots + +W_nR_n \tag{1}$$

เมื่อ S คือ ผลรวมของคะแนนจากทุกปัจจัย (คะแนนปัจจัยหลัก)

W คือ น้ำหนักของปัจจัย

R คือ ระดับคะแนนของแต่ละปัจจัย

การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Decision Making by Analytic Hierarchy Process; AHP) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการง่ายๆ คือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ เกณฑ์ย่อย และทางเลือกตามลำดับ แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด [3] สามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบคู่ [4] ช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจที่ดีในสถานการณ์ที่ต้องมีการเลือก [5]–[7] การวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้วจึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ [8] ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญ [9] และทฤษฎีที่นิยมใช้ในการตัดสินใจอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

การวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการ

1) การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกของหรือทางเลือกที่ดีที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์

ออกเป็นลำดับชั้นดังนี้คือ เป้าหมาย เกณฑ์ เกณฑ์ย่อย และทางเลือก โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ ในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้ และชั้นล่างสุดคือ ชั้นของทางเลือก

2) การคำนวณหาลำดับความสำคัญ ในแต่ละชั้นผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบโดยการเปรียบเทียบของเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบออกเป็น 9 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวัดค่าเปรียบเทียบความสำคัญของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale) [10]

Interpretation	Intensity of Value
Equally Preferred	1
Equally to Moderately	2
Moderately Preferred	3
Moderately to Strongly	4
Strongly Preferred	5
Strongly to Very Strongly	6
Very Strongly Preferred	7
Very Strongly to Extremely	8
Extremely Preferred	9

หลังจากที่ทราบความเห็นที่ผู้เชี่ยวชาญ ในรูปของคะแนนความสำคัญจากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ในชั้นนั้นแล้ว จะทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญหรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ของในชั้นนั้นทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันทีละชั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้

น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หรือทางเลือกในแต่ละชั้นจะคำนวณได้ จากสมการที่ (2) ดังนี้

$$A\underline{w} = \lambda \max \underline{w} \qquad (2)$$

เมื่อ A คือ สแควร์เมตริกแสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) ซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 แล้ว (Normalized)

$\underline{w}$ คือ เวกเตอร์เจาะจง (Eigenvector) แสดงน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของของซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน

$\lambda \max$ คือ ค่าเจาะจงสูงสุด (Maximum Eigenvalue)

3) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล ความเห็นผู้เชี่ยวชาญในรูปของคะแนนความสำคัญ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ บางครั้งอาจไม่สมเหตุสมผลหรือมีข้อผิดพลาด จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล โดยการคำนวณหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio; CR) ดังสมการที่ (3) และสมการที่ (4) ดังนี้

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (3)$$

$$CI = \frac{(\lambda \max - n)}{(n-1)} \qquad (4)$$

เมื่อ CI คือ ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Index) ที่วัดผลต่างระหว่าง $\lambda \max$ และ n

RI คือ ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลเชิงสุ่ม (Random Consistency Index) ซึ่งดัชนีนี้ สร้างขึ้นโดย Oak Ridge Laboratory โดยมีค่าเฉลี่ย RI ที่ใช้กับจำนวนสมาชิกในการเปรียบเทียบความสำคัญ 1–15 จำนวน แสดงดังตารางที่ 2

n คือ ขนาดของสแควร์เมทริกซ์แสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่างได้มาจากการสร้างเมทริกซ์ของการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ในทำนองเดียวกันจากชุดตัวเลข 1 ถึง 9 ด้วยการสร้างเมทริกซ์ในทำนองเดียวกันหลายๆ ชุดจึงเรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 2 ค่าของดัชนีความสอดคล้องของเมทริกซ์ (Random Consistency Index; RI) [4] [11]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.46	1.49	1.51	1.53	1.56	1.57	1.59

อัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (CR) ที่ยอมรับได้มีค่าไม่เกิน 0.1 หรือ 10% ถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องเป็น 0.1 หรือมากกว่า แสดงว่าต้องทำการเปรียบเทียบใหม่หรือตัดข้อมูลทิ้งไป การหาอัตราส่วนความสอดคล้อง จะทำทุกระดับชั้นถึงระดับสุดท้าย เพื่อยืนยันความสมเหตุสมผลของน้ำหนักความสำคัญที่ได้

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการประเมินสภาพฝายในความรับผิดชอบของกรมชลประทาน จำนวน 58 แห่ง โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อหาดัชนีสภาพของฝาย (Weir Condition Index) ซึ่งค่าดัชนีดังกล่าวจะบ่งบอกถึงสภาพของฝายในภาพรวม และสามารถบอกว่ามีองค์ประกอบใดอยู่ในสภาพดี หรือต้องแก้ไข ปรับปรุง ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมแซม/ปรับปรุง เพื่อนำไปใช้ประกอบการในการของบประมาณ

2. วิธีการวิจัย

การหาค่าดัชนีสภาพของฝายนั้น อันดับแรกจะต้องศึกษาแบบก่อสร้างฝาย และทำความเข้าใจในแต่ละองค์ประกอบของฝาย ซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติได้ แสดงดังรูปที่ 1 ดังนี้

2.1 แบ่งองค์ประกอบฝาย

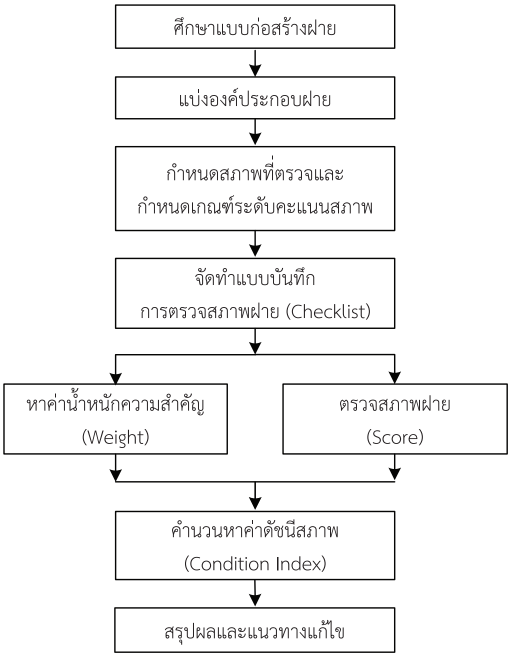
การแบ่งองค์ประกอบของฝาย เป็นการแบ่งตามโครงสร้างการใช้งานของฝาย โดยผู้เชี่ยวชาญ

2.2 กำหนดสภาพและเกณฑ์การให้คะแนนฝาย

กำหนดสภาพที่และเกณฑ์การให้คะแนนฝายที่ตรวจ โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบจะมีสภาพที่ต้องทำการตรวจแตกต่างกันออกไป ในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนเป็นส่วนที่สำคัญในการกำหนดระดับคะแนนของสภาพว่าตรงตามสภาพที่เกิดขึ้นจริง

2.3 จัดทำแบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย

ในการตรวจสภาพฝาย จำเป็นต้องมีแบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย (Checklist) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันและง่ายต่อการตรวจสภาพ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการประเมินสภาพฝายโดยวิธีดัชนีสภาพ

รูปที่ 2 ขั้นตอนการหาค่าน้ำหนัก

2.4 หาค่าน้ำหนักความสำคัญ

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินสภาพการวิบัติ องค์ประกอบ และสภาพฝาย โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process; AHP) ซึ่งมีวิธีการ แสดงดังรูปที่ 2 ดังนี้

1) กำหนดเกณฑ์และโครงสร้าง AHP

กำหนดเกณฑ์วิเคราะห์ความมั่นคงของตัวฝาย เป็น 4 กรณี ดังนี้ 1) ความมั่นคงต่อการเกิด Piping (Weighted

Creep Ratio) 2) ความมั่นคงต่อการพลิกคว่ำ (Overturning Stability) 3) ความมั่นคงต่อการเลื่อนตัว (Sliding Stability) และ 4) ความมั่นคงต่อการรับน้ำหนักกดของดินใต้ฐาน (Bearing Capacity) [12] และในแต่ละกรณีประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก และองค์ประกอบย่อยต่างๆ และกำหนดโครงสร้างของลำดับชั้น ซึ่งประกอบด้วยเป้าหมาย เกณฑ์ และเกณฑ์ย่อย

2) สร้างแบบสอบถาม

สร้างแบบสอบถามเพื่อถามความเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับฝายของกรมชลประทานในด้านความเสียหายที่พบบ่อย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความสำคัญ 1–9 ในการเปรียบเทียบของทีละคู่ ดังตัวอย่างตารางที่ 3

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ต้องการคือ ดุลยพินิจเชิงเปรียบเทียบคู่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับฝาย ประกอบไปด้วย ผู้อำนวยการส่วนออกแบบระบบชลประทานและหัวหน้าฝ่ายออกแบบระบบชลประทานที่ 1–8 จำนวนทั้งสิ้น 9 ราย ซึ่งมีประสบการณ์ทำงานอยู่ระหว่าง 18–34 ปี ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งรวมค่าน้ำหนักโดยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean)

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการให้คะแนนเกณฑ์วิเคราะห์ความมั่นคงของตัวฝาย จากผู้เชี่ยวชาญด้านฝาย

Criteria	Weighted Creep Ratio	Sliding Stability	Overturning Stability	Bearing Capacity
Weighted Creep Ratio		1/3	1/7	1/5
Sliding Stability			1/5	1/4
Overturning Stability				3
Bearing Capacity				

2.5 การตรวจสภาพฝาย

ลงพื้นที่ออกสนามตรวจสภาพฝายแต่ละแห่ง โดยใช้วิธีการตรวจสภาพอาคารด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นการตรวจสภาพทางกายภาพภายนอกของอาคาร เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลสภาพโครงสร้างอาคาร ความเสียหาย พร้อมบันทึกภาพถ่าย

2.6 การหาค่าดัชนีสภาพโดยวิธีวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

เป็นการนำค่าคะแนนที่ได้จากการตรวจสภาพและค่าน้ำหนักความสำคัญ มาคำนวณหาค่าคะแนนดัชนีสภาพ โดยสมการที่ (5) เป็นการหาค่าดัชนีสภาพชั้นล่างสุด สมการที่ (6) เป็นการหาค่าดัชนีสภาพชั้นที่สูงขึ้นไป

$$CI_{Bottom\ Level} = \sum_{i=1}^{n} W_i S_i \quad (5)$$

$$CI_{Higher\ Level} = \sum_{i=1}^{n} W_i CI_{Bottom\ Level} \quad (6)$$

โดย $CI_{Bottom\ Level}$ คือ ค่าดัชนีสภาพชั้นล่างสุด

$CI_{Higher\ Level}$ คือ ค่าดัชนีสภาพชั้นที่สูงขึ้นไป

W_i คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Weight) ของเกณฑ์หรือองค์ประกอบที่ i

S_i คือ คะแนนสภาพความเสียหาย (Score) ที่ i ตามตารางที่ 4

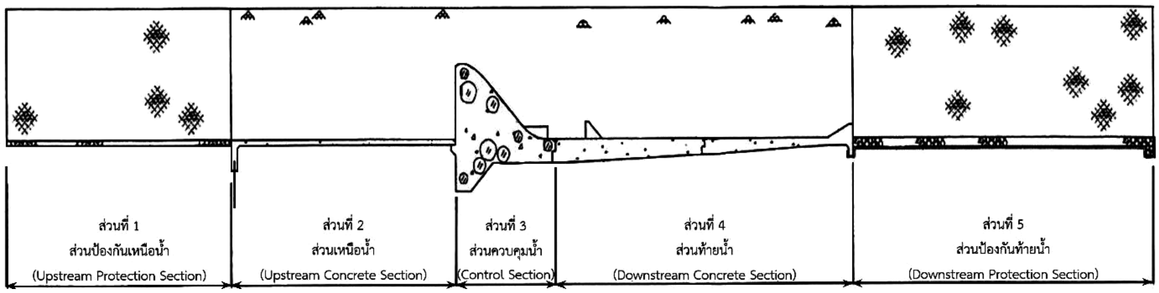
3.ผลการวิจัย

3.1 แบ่งองค์ประกอบฝาย

การแบ่งองค์ประกอบของฝายนั้น ผู้จัดทำได้ใส่องค์ประกอบของฝายไว้ให้มากที่สุด องค์ประกอบของฝายโดยทั่วๆ ไป ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังรูปที่ 3 และองค์ประกอบของฝายในแต่ละส่วน แบ่งเป็นลำดับชั้นได้ ดังตารางที่ 5

3.2 กำหนดสภาพและเกณฑ์การให้คะแนนฝาย

สภาพที่ต้องทำการตรวจมี 10 สภาพ ซึ่งองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบจะมีสภาพที่ต้องทำการตรวจแตกต่างกันออกไป ในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนเป็นส่วนที่สำคัญในการกำหนดระดับคะแนนของสภาพว่าตรงตามสภาพที่เกิดขึ้นจริง คะแนนที่จะให้มีระดับ 1 ถึง 4 ซึ่งบางสภาพไม่จำเป็นต้องมีระดับคะแนนครบทั้ง 4 ระดับ รายละเอียดสภาพและระดับคะแนน แสดงดังตารางที่ 4



รูปที่ 3 รูปตัดตามยาวของฝาย

ตารางที่ 4 คำนิยามสภาพความเสียหายและระดับคะแนน

Damage Condition	Scores			
	4	3	2	1
1. Erosion	Normal condition	Slightly eroded /little surface corrosion /little rust on the metal surface	Erosion 25-50% of the area / appearance of holes or scratched or collapsed/ almost deformed from rust corrosion	Scouring > 50% or hole appearance from widely scour/ corrosion to steel reinforcement layer/ rust corrosion penetrate deep inside the structure
2. Settlement	Normal condition	Settlement < 2 cm	Settlement 2–5 cm	Settlement > 5 cm
3. Cracking	Normal condition	Initial cracking	Wide and deep cracking at some point	Wide and deep cracking for a long distance
4. Floating Debris	Normal condition	Some debris but no effect on flow	Reduce flow significantly	No flow
5. Hole	Normal condition	Depth of hole < ankle	Depth of hole < knee	Depth of hole > knee
6. Leakage	Normal condition	Initial leakage and some seepage	Leakage expand until flow is noticeable	Major leakage until jet flow is noticeable
7. Movement	Normal condition	-	Movement is clearly noticeable	Movement enlarging until building is damaged
8. Drainage	Normal condition	Sediment is observed but not clogging	Drainage difficulty and clogging	Drainage pipe and channel are clogged until drain is impossible
9. Tree/Weed	Normal condition	Small vegetation and weeds, < 25% of the area	Vegetation and weed 25-75% of the area	Vegetation and weed > 75% of the area
10. Mechanical/ Electrical Conditions	Normal condition	Partially working	Mostly not working	Not working

ตารางที่ 5 การแบ่งองค์ประกอบของฝาย

Major Components	Sub Components	Sub Sub Components
1. Upstream Protection Section	1.1 Floor	
	1.2 Side Slope	
2. Upstream Concrete Section	2.1 Floor	
	2.2 Side Slope	
3. Control Section	3.1 Weir crest and Fish ladder	
	3.2 Retaining wall	
	3.3 Sluice Gate/Sand Sluice	3.3.1 Floor
		3.3.2 Side wall
		3.3.3 Gate
		3.3.4 Mechanical/Electrical Equipment
	3.4 Chute Blocks	
	3.5 Bridge	
	3.6 Stoplogs/Rubber Weir/Flap Weir	
4. Downstream Concrete Section	4.1 Floor	
	4.2 Side Slope	
	4.3 Floor Blocks	
	4.4 End Sill	
5. Downstream Protection Section	5.1 Floor	
	5.2 Side Slope	

3.3 จัดทำแบบบันทึกการตรวจสภาพความเสียหายของฝาย

แบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย ประกอบไปด้วย 5 ส่วนหลักๆ แสดงดังรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 7 ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของฝาย

ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของที่ตั้งฝาย และข้อมูลด้านวิศวกรรม

2. ตารางตรวจสภาพฝาย

ประกอบด้วย องค์ประกอบของฝาย สภาพที่จะต้องทำการตรวจสอบ และหมายเหตุ

1) องค์ประกอบฝาย

การแบ่งองค์ประกอบของฝาย มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การตรวจสภาพฝายแต่ละแห่งอยู่ในมาตรฐานและรูปแบบเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน

2) สภาพ

สภาพที่จะทำการตรวจ จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่พิจารณาทำการตรวจ ซึ่งองค์ประกอบฝาย ไม่จำเป็นต้องตรวจในทุกสภาพ จากตารางการตรวจสภาพฝาย จะเห็นแถบที่ระบายสีเป็นสีดำ หมายถึง องค์ประกอบนั้นไม่ต้องพิจารณาตรวจสภาพนั้นๆ

3) หมายเหตุ

ช่องตารางหมายเหตุ ประกอบด้วยกล่องข้อความให้พิจารณา 2 ส่วนเพิ่มเติมคือ ไม่มีองค์ประกอบส่วนนี้ เนื่องจากฝายบางแห่งอาจจะไม่มีองค์ประกอบครบทุกองค์ประกอบตามแบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย เช่น ฝายขนาดเล็กเป็นต้น และ ไม่สามารถมองเห็นองค์ประกอบนั้นได้ เช่น ถูกปกคลุมด้วยต้นไม้และวัชพืช หรือจมน้ำจนไม่สามารถตรวจสภาพได้

แบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย (Weir Inspection Checklist)

1. ชื่อฝาย.................................... ที่ตั้ง บ้าน.................. หมู่ที่.......... ตำบล.................. อำเภอ.................. จังหวัด..................
2. โครงการที่รับผิดชอบ.................................... สำนักงานชลประทานที่.......... ลักษณะสันฝาย ☐Ogee Crest ☐Broad Crest ประเภทฝาย.................. ก่อสร้างแล้วเสร็จปี พ.ศ. ....
3. สันฝายกว้าง .... ม. ยาว .... ม. สูง .... ม. ปริมาณน้ำไหลผ่านฝายสูงสุด .... ลบ.ม./วินาที ตรวจสภาพครั้งล่าสุด ....

องค์ประกอบ (Element)	สภาพ (Condition)										หมายเหตุ (Remarks)
	การกัดเซาะ Erosion	การทรุดตัว Settlement	การแตกร้าว Cracking	สิ่งกีดขวางทางน้ำ Floating Debris	รูโพรง Hole	การรั่ว Leakage	การเคลื่อนตัว Movement	การระบายน้ำ Drainage	ต้นไม้/วัชพืช Tree/weed	สภาพการใช้งาน Mechanical/Electrical Condition	
1. ส่วน Protection เหนือน้ำ (Upstream Protection Section)											
1.1 พื้น (Floor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
1.2 ลาดด้านข้าง (Side Slope)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2. ส่วนเหนือน้ำ (Upstream Concrete Section)											
2.1 พื้น (Floor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2.2 ลาดด้านข้าง (Side Slope)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3. ส่วนควบคุมน้ำ (Control Section)											
3.1 ฝายควบคุมน้ำ และบันไดปลา	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
(Weir crest and Fish ladder)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3.2 กำแพงข้าง (Retaining wall)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

รูปที่ 4 แบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย แผ่นที่ 1–4

องค์ประกอบ (Element)	สภาพ (Condition)										หมายเหตุ (Remarks)
	การกัดเซาะ Erosion	การทรุดตัว Settlement	การแตกร้าว Cracking	สิ่งกีดขวางทางน้ำ Floating Debris	รูโพรง Hole	การรั่ว Leakage	การเคลื่อนตัว Movement	การระบายน้ำ Drainage	ต้นไม้/วัชพืช Tree/weed	สภาพการใช้งาน Mechanical/Electrical Condition	
3.3 ประตู/ช่องระบายทราย (Sluice Gate/Sand Sluice)											☐ ไม่มี ☐ มองไม่เห็น
3.3.1 พื้น (Floor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3.3.2 กำแพงข้าง (Side wall)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3.3.3 ประตูระบายน้ำ เฉพาะตัวบาน (Gate)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ ไม่มี ☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3.3.4 อุปกรณ์เครื่องกล/อุปกรณ์ไฟฟ้า	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ ไม่มี
(Mechanical / Electrical Equipment)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3.4 แท่งสลายพลังงานน้ำปลายรางเท	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ ไม่มี ☐ มองไม่เห็น
(Chute Blocks)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3.5 สะพาน (Bridge)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ ไม่มี
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3.6 ท่อนกั้นน้ำและร่องบาน/ฝายยาง/ฝายพับได้	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ ไม่มี ☐ มองไม่เห็น
(Stoplogs/Rubber Weir/Flap Weir)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

รูปที่ 5 แบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย แผ่นที่ 2–4

3. สภาพปัญหาอื่นๆ ที่พบเป็นรายละเอียดเพิ่มเติม

4. รายละเอียดผู้ตรวจและผู้ตรวจสอบ

ในการตรวจสภาพแต่ละครั้ง ผู้ทำการตรวจสภาพจะต้องระบุชื่อ พร้อมตำแหน่งของตนเองหรือผู้ร่วมงาน และวันที่ทำการตรวจสภาพ เพื่อใช้เก็บเป็นฐานข้อมูล

5. คำอธิบายระดับคะแนนของสภาพ

ระดับคะแนนของสภาพ จะมีคำอธิบายความหมาย เพื่อให้ผู้ที่ทำการตรวจสภาพทำความเข้าใจและตรวจสอบก่อนที่จะให้คะแนนทุกครั้ง

องค์ประกอบ (Element)	สภาพ (Condition)										หมายเหตุ (Remarks)
	การกัดเซาะ Erosion	การทรุดตัว Settlement	การแตกร้าว Cracking	สิ่งกีดขวางทางน้ำ Floating Debris	รูโพรง Hole	การรั่ว Leakage	การเคลื่อนตัว Movement	การระบายน้ำ Drainage	ต้นไม้/วัชพืช Tree/weed	สภาพการใช้งาน Mechanical/Electrical Condition	
4. ส่วนท้ายน้ำ (Downstream Concrete Section)											
4.1 พื้น (Floor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4.2 ลาดด้านข้าง (Side Slope)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4.3 ฟันตะเข้ (Floor Blocks)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ ไม่มี ☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4.4 แผงปะทะด้านท้ายน้ำ (End Sill)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ ไม่มี ☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5. ส่วน Protection ท้ายน้ำ (Downstream Protection Section)											
5.1 พื้น (Floor)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5.2 ลาดด้านข้าง (Side Slope)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	☐ มองไม่เห็น
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

หมายเหตุ : ส่วนที่ระบายแทบสีดำ ไม่ต้องพิจารณาสภาพ (Condition) นั้นๆ

สภาพปัญหาอื่นๆ ที่พบ : ....

ลงชื่อ .... ผู้ตรวจลงชื่อ .... ผู้ตรวจสอบ
ตำแหน่ง .... ตำแหน่ง ....
วันที่ .... วันที่ ....

รูปที่ 6 แบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย แผ่นที่ 3–4

คำอธิบายคะแนนของสภาพ	**การกัดเซาะ**	4. สภาพปกติ ไม่เกิดการกัดเซาะ/กัดกร่อน/ไม่เกิดสนิม 3. กัดเซาะเล็กน้อย/กัดกร่อนบริเวณผิวเล็กน้อย/เกิดสนิมที่ผิวเหล็ก 2. กัดเซาะระหว่าง 25-50% ของพื้นที่/กัดกร่อนเห็นเป็นรูหรือเป็นรอยยุบ/เกิดสนิมกัดกร่อนจนเกือบเสียรูป 1. กัดเซาะมากกว่า 50% หรือกัดเซาะจนเป็นพื้นที่กว้าง เป็นรู/กัดกร่อนเห็นเนื้อเหล็ก/เกิดสนิมกัดกร่อนถึงเนื้อใน
	การทรุดตัว	4. สภาพปกติ ไม่เกิดการทรุดตัว 3. ทรุดตัวลึกประมาณข้อเท้า/ >แต่ไม่ถึงเข่า, ทรุดตัวน้อยกว่า 2 ซม. 2. ทรุดตัวลึกประมาณเข่า/ >แต่ไม่ถึงเอว, ทรุดตัวอยู่ระหว่าง 2-5 ซม. 1. ทรุดตัวประมาณเอว/ >เอว, ทรุดตัวมากกว่า 5 ซม.
	การแตกร้าว	4. สภาพปกติ ไม่เกิดการแตกร้าว 3. เกิดรอยร้าว 2. เกิดรอยร้าวมีความกว้างและความลึกบางจุด 1. เกิดรอยร้าวมีความกว้างและความลึกเป็นทางยาว
	สิ่งกีดขวางทางน้ำ	4. สภาพปกติ ไม่มีสิ่งกีดขวางทางน้ำ 3. กีดขวางเล็กน้อย น้ำยังสามารถไหลได้ 2. น้ำสามารถไหลได้เล็กน้อย 1. น้ำไม่สามารถไหลผ่านได้
	รูโพรง	4. สภาพปกติ ไม่มีรูโพรง 3. มีรูโพรงลึกน้อยกว่าข้อเท้า 2. มีรูโพรงลึกน้อยกว่าเข่า 1. มีรูโพรงลึกมากกว่าเข่า
	การรั่ว	4. สภาพปกติ ไม่มีการรั่ว 3. เกิดการรั่วและมีน้ำไหลซึม 2. เกิดการรั่วและมีน้ำไหล 1. เกิดการรั้วและมีน้ำไหลพุ่งออกมา
	การเคลื่อนตัว	4. สภาพปกติ ไม่มีการเคลื่อนตัว 3. มีการเคลื่อนตัวเห็นอย่างชัดเจน 1. มีการเคลื่อนตัวจนอาคารเสียหาย
	การระบายน้ำ	4. สภาพปกติ สามารถระบายน้ำได้สะดวก 3. น้ำไหลมีตะกอน แต่ไม่เกิดการอุดตัน 2. ระบายได้ไม่สะดวก มีการอุดตัน 1. ท่อระบายน้ำ/รางระบายอุดตันไม่สามารถระบายน้ำได้โดยสิ้นเชิง
	ต้นไม้/วัชพืช	4. สภาพปกติ ไม่มีต้นไม้/วัชพืชขึ้น 3. ต้นไม้/วัชพืชขึ้นเล็กน้อย/น้อยกว่า 25% ของพื้นที่ 2. ต้นไม้/วัชพืชขึ้นปกคลุม 25-75% ของพื้นที่ 1. ต้นไม้/วัชพืชปกคลุมเต็มพื้นที/มากกว่า 75% ของพื้นที่
	สภาพการใช้งาน	4. สภาพปกติ 3. สภาพใช้งานได้บางส่วน 2. สภาพเริ่มใช้งานไม่ได้ 1. ใช้งานไม่ได้เลย

รูปที่ 7 แบบบันทึกการตรวจสภาพฝาย แผ่นที่ 4–4

3.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญ

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินสภาพการวิบัติ องค์ประกอบ และสภาพฝาย โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น แสดงได้ดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

3.5 ผลการตรวจสภาพฝาย

หลังจากลงพื้นที่ตรวจสภาพฝาย เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลสภาพโครงสร้างอาคาร ความเสียหาย พร้อมบันทึกภาพถ่าย จะได้ค่าคะแนนสภาพ (Score) ขององค์ประกอบต่างๆ ของฝาย เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีสภาพต่อไป

ตารางที่ 6 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินสภาพการวิบัติ ทั้ง 4 กรณี

Criteria	Assessors									Weight	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometric Mean	adjusted to 1
Weighted Creep Ratio	0.530	0.616	0.582	0.516	0.451	0.662	0.556	0.644	0.622	0.572	0.578
Sliding Stability	0.146	0.123	0.106	0.136	0.169	0.099	0.115	0.082	0.115	0.119	0.120
Overturning Stability	0.066	0.087	0.074	0.083	0.119	0.053	0.081	0.058	0.060	0.074	0.075
Bearing Capacity	0.257	0.174	0.238	0.265	0.261	0.186	0.249	0.216	0.202	0.225	0.228
Sum										0.989	1.000

ตารางที่ 7 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินสภาพการวิบัติ องค์ประกอบ และสภาพฝาย

Weights for Weir Condition index			Weighted Creep Ratio	Sliding Stability	Overturning Stability	Bearing Capacity
1	1	Mode failure	0.578	0.120	0.075	0.228
2	1.1	1.Upstream Protection Section	0.057	0.072	0.071	0.087
3	1.1.1	1.1 Floor	0.564	0.352	0.523	0.545
4	1.1.1.1	Erosion	0.292	0.327	0.295	0.257
5	1.1.1.2	Settlement	0.360	0.381	0.365	0.383
6	1.1.1.3	Floating Debris	0.174	0.153	0.177	0.197
7	1.1.1.4	Tree/weed	0.174	0.139	0.163	0.163
8	1.1.2	1.2 Side slope	0.436	0.648	0.477	0.455
9	1.1.2.1	Erosion	0.157	0.140	0.148	0.140
10	1.1.2.2	Settlement	0.265	0.327	0.292	0.259
11	1.1.2.3	Cracking	0.136	0.138	0.138	0.131
12	1.1.2.4	Hole	0.170	0.159	0.179	0.178
13	1.1.2.5	Leakage	0.130	0.150	0.151	0.181
14	1.1.2.6	Tree/weed	0.142	0.086	0.092	0.110
15	1.2	2.Upstream Concrete Section	0.191	0.137	0.141	0.183
16	1.2.1	2.1 Floor	0.593	0.431	0.461	0.708
17	1.2.1.1	Erosion	0.135	0.137	0.125	0.107
18	1.2.1.2	Settlement	0.207	0.230	0.224	0.236
19	1.2.1.3	Cracking	0.153	0.107	0.154	0.120
20	1.2.1.4	Floating Debris	0.072	0.076	0.108	0.109
21	1.2.1.5	Leakage	0.190	0.134	0.136	0.149
22	1.2.1.6	Movement	0.164	0.249	0.171	0.186
23	1.2.1.7	Tree/weed	0.079	0.067	0.083	0.092
24	1.2.2	2.2 Side slope	0.407	0.569	0.539	0.292
25	1.2.2.1	Erosion	0.084	0.114	0.112	0.102
26	1.2.2.2	Settlement	0.230	0.226	0.245	0.246
27	1.2.2.3	Cracking	0.127	0.111	0.122	0.119
28	1.2.2.4	Hole	0.155	0.129	0.119	0.133
29	1.2.2.5	Leakage	0.135	0.115	0.120	0.135
30	1.2.2.6	Movement	0.190	0.245	0.209	0.179
31	1.2.2.7	Tree/weed	0.079	0.060	0.074	0.087
32	1.3	3.Control Section	0.388	0.394	0.495	0.390
33	1.3.1	3.1 Weir crest and Fish ladder	0.355	0.327	0.345	0.325
34	1.3.1.1	Erosion	0.121	0.145	0.135	0.123
35	1.3.1.2	Settlement	0.348	0.378	0.290	0.334
36	1.3.1.3	Cracking	0.142	0.148	0.187	0.161
37	1.3.1.4	Floating Debris	0.102	0.103	0.113	0.108
38	1.3.1.5	Leakage	0.193	0.147	0.167	0.183
39	1.3.1.6	Tree/weed	0.094	0.081	0.107	0.091
40	1.3.2	3.2 Retaining wall	0.224	0.251	0.266	0.216
41	1.3.2.1	Erosion	0.072	0.092	0.095	0.082

ตารางที่ 7 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินสภาพการวิบัติ องค์ประกอบ และสภาพฝาย (ต่อ)

Weights for Weir Condition index			Weighted Creep Ratio	Sliding Stability	Overturning Stability	Bearing Capacity
42	1.3.2.2	Settlement	0.200	0.237	0.195	0.217
43	1.3.2.3	Cracking	0.100	0.107	0.114	0.109
44	1.3.2.4	Hole	0.128	0.111	0.115	0.113
45	1.3.2.5	Leakage	0.111	0.105	0.123	0.114
46	1.3.2.6	Movement	0.244	0.204	0.215	0.179
47	1.3.2.7	Drainage	0.092	0.093	0.082	0.108
48	1.3.2.8	Tree/weed	0.053	0.051	0.059	0.078
49	1.3.3	3.3 Sluice Gate/Sand Sluice	0.116	0.140	0.129	0.140
50	1.3.3.1	3.3.1 Floor	0.316	0.277	0.277	0.362
51	1.3.3.1.1	Erosion	0.106	0.137	0.118	0.109
52	1.3.3.1.2	Settlement	0.256	0.296	0.288	0.282
53	1.3.3.1.3	Cracking	0.135	0.130	0.139	0.149
54	1.3.3.1.4	Floating Debris	0.075	0.075	0.083	0.102
55	1.3.3.1.5	Hole	0.161	0.158	0.162	0.132
56	1.3.3.1.6	Leakage	0.196	0.139	0.141	0.142
57	1.3.3.1.7	Tree/weed	0.071	0.065	0.069	0.085
58	1.3.3.2	3.3.2 Side wall	0.274	0.193	0.251	0.255
59	1.3.3.2.1	Erosion	0.083	0.106	0.096	0.099
60	1.3.3.2.2	Settlement	0.228	0.224	0.259	0.264
61	1.3.3.2.3	Cracking	0.108	0.112	0.135	0.114
62	1.3.3.2.4	Hole	0.115	0.131	0.133	0.122
63	1.3.3.2.5	Leakage	0.127	0.126	0.121	0.130
64	1.3.3.2.6	Movement	0.282	0.244	0.194	0.195
65	1.3.3.2.7	Tree/weed	0.057	0.058	0.062	0.077
66	1.3.3.3	3.3.3 Gate	0.189	0.266	0.263	0.191
67	1.3.3.3.1	Erosion	0.414	0.388	0.296	0.370
68	1.3.3.3.2	Leakage	0.586	0.612	0.704	0.630
69	1.3.3.4	3.3.4 Mechanical / Electrical Equipment	0.222	0.264	0.209	0.192
70	1.3.3.4.1	Erosion	0.296	0.334	0.339	0.331
71	1.3.3.4.2	Mechanical/Electrical Condition	0.704	0.666	0.661	0.669
72	1.3.4	3.4 Chute blocks	0.076	0.074	0.066	0.071
73	1.3.4.1	Erosion	0.327	0.293	0.297	0.318
74	1.3.4.2	Cracking	0.289	0.237	0.308	0.295
75	1.3.4.3	Movement	0.384	0.470	0.395	0.387
76	1.3.5	3.5 Bridge	0.069	0.098	0.100	0.158
77	1.3.5.1	Erosion	0.157	0.114	0.155	0.134
78	1.3.5.2	Settlement	0.262	0.321	0.304	0.334
79	1.3.5.3	Cracking	0.186	0.168	0.186	0.174
80	1.3.5.4	Movement	0.284	0.314	0.235	0.242
81	1.3.5.5	Tree/weed	0.111	0.083	0.120	0.117
82	1.3.6	3.6 Stoplogs/Rubber Weir/Flap Weir	0.160	0.110	0.094	0.089
83	1.3.6.1	Erosion	0.166	0.227	0.142	0.189
84	1.3.6.2	Floating Debris	0.228	0.239	0.186	0.255
85	1.3.6.3	Leakage	0.329	0.232	0.334	0.270
86	1.3.6.4	Mechanical/Electrical Condition	0.277	0.303	0.338	0.286
87	1.4	4.Downstream Concrete Section	0.298	0.308	0.209	0.231
88	1.4.1	4.1 Floor	0.427	0.452	0.364	0.382
89	1.4.1.1	Erosion	0.113	0.127	0.140	0.105
90	1.4.1.2	Settlement	0.228	0.247	0.221	0.270
91	1.4.1.3	Cracking	0.108	0.138	0.142	0.133
92	1.4.1.4	Floating Debris	0.089	0.087	0.098	0.099
93	1.4.1.5	Leakage	0.133	0.111	0.134	0.129
94	1.4.1.6	Movement	0.253	0.227	0.175	0.189
95	1.4.1.7	Tree/weed	0.076	0.064	0.089	0.075
96	1.4.2	4.2 Side slope	0.267	0.311	0.331	0.322
97	1.4.2.1	Erosion	0.080	0.096	0.093	0.074

ตารางที่ 7 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินสภาพการวิบัติ องค์ประกอบ และสภาพฝาย (ต่อ)

Weights for Weir Condition index			Weighted Creep Ratio	Sliding Stability	Overturning Stability	Bearing Capacity
98	1.4.2.2	Settlement	0.224	0.215	0.184	0.271
99	1.4.2.3	Cracking	0.093	0.122	0.116	0.121
100	1.4.2.4	Hole	0.118	0.116	0.132	0.086
101	1.4.2.5	Leakage	0.099	0.107	0.116	0.095
102	1.4.2.6	Movement	0.242	0.210	0.181	0.203
103	1.4.2.7	Drainage	0.084	0.081	0.113	0.089
104	1.4.2.8	Tree/weed	0.060	0.054	0.066	0.062
105	1.4.3	4.3 Floor Blocks	0.146	0.119	0.157	0.156
106	1.4.3.1	Erosion	0.261	0.270	0.326	0.269
107	1.4.3.2	Cracking	0.295	0.276	0.309	0.344
108	1.4.3.3	Movement	0.444	0.454	0.365	0.387
109	1.4.4	4.4 End Sill	0.159	0.119	0.149	0.140
110	1.4.4.1	Erosion	0.257	0.268	0.309	0.271
111	1.4.4.2	Cracking	0.316	0.338	0.327	0.333
112	1.4.4.3	Movement	0.428	0.395	0.363	0.396
113	1.5	5.Downstream Protection Section	0.067	0.089	0.083	0.108
114	1.5.1	5.1 Floor	0.627	0.511	0.524	0.473
115	1.5.1.1	Erosion	0.258	0.311	0.277	0.251
116	1.5.1.2	Settlement	0.357	0.400	0.374	0.389
117	1.5.1.3	Floating Debris	0.192	0.147	0.175	0.189
118	1.5.1.4	Tree/weed	0.193	0.142	0.175	0.170
119	1.5.2	5.2 Side slope	0.373	0.489	0.476	0.527
120	1.5.2.1	Erosion	0.136	0.156	0.143	0.147
121	1.5.2.2	Settlement	0.322	0.324	0.304	0.289
122	1.5.2.3	Cracking	0.126	0.130	0.137	0.146
123	1.5.2.4	Hole	0.183	0.178	0.162	0.151
124	1.5.2.5	Leakage	0.135	0.135	0.141	0.163
125	1.5.2.6	Tree/weed	0.099	0.077	0.113	0.104

3.6 ค่าดัชนีสภาพ

เกณฑ์ค่าดัชนีสภาพของฝาย สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 (CI=4.00) สภาพองค์ประกอบ มีความสมบูรณ์ หรือทำหน้าที่เป็นปกติ หรือไม่ปรากฏสภาพความเสี่ยงนั้น

ระดับที่ 2 (CI=3.00–3.99) สภาพองค์ประกอบ มีความเสียหายเล็กน้อย (มีแนวโน้มไปในทางปกติ)

ระดับที่ 3 (CI=2.00–2.99) สภาพองค์ประกอบ มีความเสียหาย ควรวิเคราะห์และติดตามพฤติกรรมเป็นพิเศษเพื่อประเมินความปลอดภัย อาจสามารถรอการซ่อมแซมได้ (มีแนวโน้มไปในทางไม่ปกติ)

ระดับที่ 4 (CI=1.00–1.99) สภาพองค์ประกอบ มีความเสียหายมาก มีผลต่อการพิบัติอย่างเห็นได้ชัด จำเป็นที่ต้องการซ่อมแซม/ปรับปรุงโดยทันที

ซึ่งพบว่า ค่าดัชนีสภาพของฝายที่ทำการตรวจสภาพจำนวน 58 แห่ง แสดงดังตารางที่ 8

4. อภิปรายผล

ค่าดัชนีสภาพของฝาย ทั้งหมด 58 แห่ง เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้ว สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับที่ 2 (CI=3.00–3.99) สภาพองค์ประกอบ มีความเสียหาย เล็กน้อย (มีแนวโน้มไปในทางปกติ) มีจำนวน 52 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 90 ของจำนวนฝายทั้งหมด ดังตารางที่ 9 และระดับที่ 3 (CI=2.00–2.99) สภาพองค์ประกอบ มีความเสียหาย ควรวิเคราะห์และติดตามพฤติกรรมเป็นพิเศษเพื่อประเมินความปลอดภัย อาจสามารถรอการซ่อมแซมได้ (มีแนวโน้มไปในทางไม่ปกติ) มีจำนวน 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 10 ของจำนวนฝายทั้งหมด ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีสภาพของฝาย ทั้ง 58 แห่ง

No.	Name of Weir	RIO	Weir Condition Index	No.	Name of Weir	RIO	Weir Condition Index	No.	Name of Weir	RIO	Weir Condition Index	No.	Name of Weir	RIO	Weir Condition Index
1	SaMoon	2	3.67	16	BanNamYen	8	3.36	31	BanCay	9	3.93	46	SriChaliang	4	3.94
2	Sa	2	3.69	17	BanSaWade	8	3.55	32	KhlongNangNoi	16	3.61	47	HuaiThon	5	3.79
3	NamYang	2	3.54	18	BanLamPuk	8	2.90	33	HuaiKakang	6	3.41	48	KhlongChaiya	15	3.85
4	NamPoi	2	3.56	19	HuaiThapThan	8	3.76	34	HuayWan	7	3.87	49	KhlongTawada	15	3.65
5	ThaChang	4	3.31	20	LamSaebu	7	3.47	35	BanPhonDu	7	3.70	50	KhlongThaThong	15	3.46
6	HuaiBat	4	2.97	21	ChaiSombat	2	3.38	36	BanTidtor	5	3.63	51	KhlongSayKaow	15	3.08
7	Thung Phai	4	2.92	22	PongNok	2	2.76	37	HuaiNamMan	5	3.54	52	KhlongDang	15	3.68
8	MaeYom	4	3.28	23	MaeLao	2	3.38	38	BanBungKokTan	5	3.64	53	KhlongPakaChai	15	3.43
9	KhlongTron	3	3.15	24	TamVok	2	3.65	39	YangThitHuat	5	3.61	54	BanThaPha	2	3.04
10	NamPat	3	3.47	25	SamPhrao	5	3.48	40	BanSayKwao	5	3.64	55	LuangSopAng	2	3.38
11	KhunYuam	1	3.80	26	KhlongThaThon	15	3.54	41	Chamuang	16	3.85	56	MaeTam	2	3.34
12	NamYuam	1	3.08	27	KhlongKuTanon	15	3.47	42	KhlongWad	16	3.77	57	ThaChiai	16	3.66
13	Mae Sariang	1	3.00	28	KhlongAiKhiao	15	3.45	43	ChonkhanPinit	1	3.80	58	PaBon	16	3.61
14	PangMaPha	1	2.98	29	MaeJaRao	4	3.66	44	NongSaleag	1	3.30				
15	BanHuaiKhayang	8	3.10	30	MaeRamat	4	2.57	45	BanKong	4	3.62				

หมายเหตุ: RIO คือ สำนักงานชลประทาน (Regional Irrigation Office)

ตารางที่ 9 ฝายที่มีค่าดัชนีสภาพ อยู่ในช่วง 3.00–3.99 จำนวน 52 แห่ง

No.	Name of Weir	RIO	Condition Index																				
			Weir	Section1				Section2				Section3				Section4				Section5			
				W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B
1	SaMoon	2	3.67	2.97	3.31	3.10	3.06	3.79	3.83	3.80	3.79	3.79	3.79	3.76	3.77	3.97	3.97	3.97	3.97	2.14	2.35	2.30	2.41
2	Sa	2	3.69	4.00	4.00	4.00	4.00	3.55	3.59	3.55	3.52	3.85	3.83	3.82	3.83	3.85	3.80	3.81	3.82	2.45	2.52	2.46	2.49
3	NamYang	2	3.54	2.42	2.96	2.56	2.47	3.56	3.70	3.55	3.33	3.70	3.67	3.67	3.70	3.59	3.57	3.51	3.60	3.50	3.55	3.54	3.55
4	NamPoi	2	3.56	3.02	3.14	3.15	3.14	3.78	3.71	3.69	3.79	3.74	3.68	3.69	3.73	3.56	3.49	3.51	3.47	2.64	2.73	2.77	2.87
5	ThaChang	4	3.31	3.44	3.61	3.59	3.54	3.64	3.71	3.66	3.62	3.61	3.58	3.53	3.62	3.31	3.22	3.17	3.29	1.00	1.00	1.00	1.00
8	MaeYom	4	3.28	1.00	1.00	1.00	1.00	3.48	3.49	3.45	3.45	3.40	3.53	3.53	3.53	3.31	3.51	3.46	3.46	3.54	3.56	3.49	3.50
9	KhlongTron	3	3.15	1.00	1.00	1.00	1.00	3.92	3.94	3.93	3.91	3.72	3.66	3.65	3.65	2.98	2.98	3.10	3.07	1.00	1.00	1.00	1.00
10	NamPat	3	3.47	1.00	1.00	1.00	1.00	3.54	3.61	3.56	3.56	3.65	3.63	3.61	3.67	3.74	3.76	3.74	3.77	3.50	3.48	3.46	3.46
11	KhunYuam	1	3.80	3.57	3.64	3.62	3.62	3.87	3.89	3.88	3.88	3.71	3.73	3.69	3.72	4.00	4.00	4.00	4.00	3.52	3.62	3.56	3.60
12	NamYuam	1	3.08	1.00	1.00	1.00	1.00	3.69	3.71	3.68	3.67	3.30	3.25	3.19	3.26	3.12	3.22	3.13	3.12	2.30	2.41	2.37	2.43
13	Mae Sariang	1	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.92	3.94	3.93	3.91	3.34	3.34	3.29	3.32	2.90	2.86	3.06	3.00	1.31	1.25	1.26	1.22
15	BanHuaiKhayang	8	3.10	2.90	2.83	2.89	2.92	1.98	2.39	2.29	1.70	3.27	3.29	3.23	3.28	3.52	3.44	3.43	3.50	3.58	3.58	3.54	3.54
16	BanNamYen	8	3.36	3.21	3.44	3.40	3.32	3.21	3.29	3.27	3.25	3.58	3.56	3.56	3.62	2.98	3.16	3.06	3.05	3.74	3.71	3.72	3.71
17	BanSaWade	8	3.55	3.21	3.44	3.40	3.32	3.70	3.66	3.65	3.68	3.44	3.40	3.38	3.46	3.73	3.71	3.69	3.73	3.42	3.47	3.33	3.33
19	HuaiThapThan	8	3.76	3.59	3.68	3.66	3.64	4.00	4.00	4.00	4.00	3.67	3.61	3.61	3.63	3.82	3.80	3.79	3.83	3.68	3.68	3.65	3.64
20	LamSaebu	7	3.47	3.81	3.88	3.87	3.84	3.48	3.49	3.45	3.45	2.98	3.23	3.23	3.25	3.92	3.90	3.91	3.93	3.55	3.58	3.49	3.49
21	ChaiSombat	2	3.38	3.49	3.58	3.56	3.57	3.58	3.60	3.57	3.57	3.15	3.17	3.07	3.21	3.90	3.93	3.90	3.92	2.09	1.87	2.01	1.99
23	MaeLao	2	3.38	2.63	2.94	2.70	2.68	2.98	3.02	2.98	2.96	3.84	3.82	3.82	3.82	3.29	3.27	3.18	3.28	2.90	2.91	2.89	2.92
24	TamVok	2	3.65	3.56	3.69	3.67	3.64	3.66	3.67	3.64	3.66	3.66	3.61	3.61	3.62	3.67	3.61	3.61	3.62	-	-	-	-
25	SamPhrao	5	3.48	2.50	2.69	2.65	2.57	3.61	3.63	3.65	3.63	3.63	3.63	3.61	3.63	3.65	3.61	3.59	3.66	2.65	2.72	2.60	2.61
26	KhlongThaThon	15	3.54	4.00	4.00	4.00	4.00	3.40	3.42	3.40	3.38	3.50	3.48	3.42	3.46	3.57	3.57	3.50	3.59	3.68	3.68	3.65	3.64
27	KhlongKuTanon	15	3.47	4.00	4.00	4.00	4.00	3.30	3.29	3.31	3.32	3.64	3.63	3.60	3.60	3.69	3.63	3.62	3.66	1.93	1.93	1.95	1.98
28	KhlongAiKhiao	15	3.45	3.44	3.45	3.47	3.49	3.60	3.53	3.56	3.60	3.30	3.27	3.27	3.33	3.71	3.70	3.66	3.70	3.02	2.95	3.00	3.04
29	MaeJaRao	4	3.66	3.42	3.60	3.58	3.53	3.79	3.78	3.77	3.78	3.72	3.72	3.70	3.73	3.56	3.54	3.55	3.55	3.54	3.52	3.55	3.56
31	BanCay	9	3.93	3.70	3.77	3.76	3.75	4.00	4.00	4.00	4.00	3.93	3.91	3.91	3.92	4.00	4.00	4.00	4.00	3.74	3.71	3.72	3.71
32	KhlongNangNoi	16	3.61	3.70	3.77	3.76	3.75	3.79	3.78	3.77	3.78	3.43	3.46	3.43	3.46	3.95	3.93	3.94	3.95	2.65	2.85	2.82	2.88
33	HuaiKakang	6	3.41	3.42	3.55	3.53	3.51	3.63	3.65	3.62	3.61	3.93	3.91	3.91	3.92	2.42	2.45	2.61	2.40	3.77	3.77	3.74	3.75
34	HuayWan	7	3.87	3.59	3.59	3.62	3.63	3.92	3.89	3.89	3.90	3.80	3.79	3.77	3.79	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
35	BanPhonDu	7	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.66	3.72	3.66	3.69	3.54	3.52	3.49	3.62	3.45	3.43	3.44	3.45
36	BanTidtor	5	3.63	3.69	3.76	3.73	3.71	3.79	3.83	3.80	3.79	3.47	3.59	3.55	3.59	3.77	3.73	3.73	3.74	3.35	3.37	3.33	3.36
37	HuaiNamMan	5	3.54	3.84	3.86	3.85	3.86	3.92	3.94	3.93	3.91	2.98	3.00	3.01	2.98	3.92	3.90	3.91	3.93	3.86	3.84	3.86	3.85
38	BanBungKokTan	5	3.64	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.86	3.77	3.80	3.83	3.73	3.67	3.68	3.71	3.77	3.77	3.74	3.75
39	YangThitHuat	5	3.61	1.00	1.00	1.00	1.00	3.71	3.72	3.69	3.69	3.73	3.75	3.75	3.77	3.92	3.90	3.91	3.93	3.86	3.84	3.86	3.85
40	BanSayKwao	5	3.64	3.15	3.28	3.28	3.27	3.63	3.65	3.62	3.61	3.93	3.90	3.89	3.89	3.69	3.63	3.63	3.67	2.45	2.60	2.57	2.64
41	Chamuang	16	3.85	3.86	3.91	3.91	3.89	4.00	4.00	4.00	4.00	3.84	3.82	3.82	3.83	3.92	3.90	3.91	3.93	3.29	3.30	3.34	3.40

ตารางที่ 9 ฝายที่มีค่าดัชนีสภาพ อยู่ในช่วง 3.00–3.99 จำนวน 52 แห่ง (ต่อ)

No.	Name of Weir	RIO	Condition Index																				
			Weir	Section1				Section2				Section3				Section4				Section5			
				W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B
42	KhlongWad	16	3.77	3.69	3.76	3.73	3.71	3.92	3.94	3.93	3.91	3.86	3.82	3.83	3.84	3.72	3.68	3.67	3.72	3.38	3.35	3.33	3.31
43	ChonkhanPinit	1	3.80	3.44	3.61	3.59	3.54	4.00	4.00	4.00	4.00	3.85	3.83	3.84	3.85	4.00	4.00	4.00	4.00	2.69	2.73	2.74	2.76
44	NongSaleag	1	3.30	1.00	1.00	1.00	1.00	3.75	3.78	3.76	3.76	3.24	3.37	3.38	3.44	3.55	3.54	3.53	3.49	3.32	3.30	3.30	3.31
45	BanKong	4	3.62	3.62	3.65	3.62	3.63	3.87	3.89	3.88	3.88	3.19	3.33	3.40	3.39	3.91	3.88	3.88	3.88	3.86	3.84	3.86	3.85
46	SriChaliang	4	3.94	3.84	3.86	3.85	3.86	4.00	4.00	4.00	4.00	3.93	3.92	3.92	3.93	3.94	3.91	3.92	3.92	4.00	4.00	4.00	4.00
47	HuaiThon	5	3.79	3.65	3.74	3.72	3.71	3.87	3.89	3.88	3.88	3.77	3.75	3.73	3.75	3.83	3.78	3.79	3.81	3.74	3.71	3.72	3.71
48	KhlongChaiya	15	3.85	3.86	3.91	3.91	3.89	4.00	4.00	4.00	4.00	3.86	3.86	3.86	3.86	3.74	3.68	3.68	3.70	3.86	3.84	3.86	3.85
49	KhlongTawada	15	3.65	3.56	3.69	3.67	3.64	3.92	3.89	3.89	3.90	3.53	3.54	3.52	3.54	3.73	3.72	3.69	3.72	3.35	3.34	3.38	3.42
50	KhlongThaThong	15	3.46	3.13	3.15	3.15	3.18	3.87	3.89	3.88	3.88	3.42	3.42	3.38	3.41	3.28	3.28	3.32	3.32	3.64	3.64	3.61	3.60
51	KhlongSayKaow	15	3.08	3.29	3.48	3.34	3.32	3.92	3.94	3.93	3.91	2.58	2.59	2.67	2.61	3.09	3.02	3.08	2.98	3.52	3.55	3.47	3.49
52	KhlongDang	15	3.68	3.84	3.86	3.85	3.86	3.92	3.89	3.89	3.90	3.71	3.71	3.70	3.72	3.61	3.58	3.53	3.61	3.12	3.15	3.14	3.16
53	KhlongPakaChai	15	3.43	3.65	3.74	3.72	3.71	3.79	3.78	3.77	3.78	3.61	3.62	3.59	3.62	3.57	3.57	3.53	3.56	1.00	1.00	1.00	1.00
54	BanThaPha	2	3.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.64	3.59	3.59	3.61	3.83	3.78	3.79	3.81	3.74	3.71	3.72	3.71
55	LuangSopAng	2	3.38	2.74	3.12	2.82	2.79	2.73	3.01	2.95	2.52	3.61	3.58	3.54	3.58	3.69	3.68	3.63	3.67	3.19	3.25	3.22	3.23
56	MaeTam	2	3.34	1.00	1.00	1.00	1.00	3.55	3.59	3.55	3.52	3.73	3.70	3.69	3.71	3.83	3.78	3.79	3.81	1.36	1.35	1.32	1.28
57	ThaChiai	16	3.66	3.70	3.77	3.76	3.75	3.84	3.83	3.81	3.81	3.59	3.64	3.60	3.60	3.72	3.73	3.68	3.72	3.36	3.33	3.39	3.41
58	PaBon	16	3.61	3.86	3.91	3.91	3.89	3.71	3.72	3.69	3.69	3.51	3.57	3.52	3.56	3.73	3.69	3.68	3.72	3.14	3.08	3.13	3.12

หมายเหตุ: RIO คือ สำนักงานชลประทาน (Regional Irrigation Office)
Section 1 คือ ส่วนที่ 1 ส่วนป้องกันเหนือน้ำ (Upstream Protection Section)
Section 2 คือ ส่วนที่ 2 ส่วนเหนือน้ำ (Upstream Concrete Section)
Section 3 คือ ส่วนที่ 3 ส่วนควบคุมน้ำ (Control Section)
Section 4 คือ ส่วนที่ 4 ส่วนท้ายน้ำ (Downstream Concrete Section)
Section 5 คือ ส่วนที่ 5 ส่วนป้องกันท้ายน้ำ (Downstream Protection Section)
W คือ ความมั่นคงต่อการเกิด Piping (Weighted Creep Ratio)
S คือ ความมั่นคงต่อการเลื่อนตัว (Sliding Stability)
O คือ ความมั่นคงต่อการพลิกคว่ำ (Overturning Stability)
B คือ ความมั่นคงต่อการรับน้ำหนักกดของดินใต้ฐานราก (Bearing Capacity)

ตารางที่ 10 ฝายที่มีค่าดัชนีสภาพ อยู่ในช่วง 2.00-2.99 จำนวน 6 แห่ง

No.	Name of Weir	RIO	Condition Index																				
			Weir	Section1				Section2				Section3				Section4				Section5			
				W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B	W	S	O	B
6	HuaiBat	4	2.97	1.00	1.00	1.00	1.00	2.59	2.84	2.77	2.41	3.53	3.54	3.47	3.51	3.50	3.47	3.36	3.46	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Thung Phai	4	2.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.78	3.77	3.73	3.76	3.96	3.96	3.95	3.96	1.00	1.00	1.00	1.00
14	PangMaPha	1	2.98	3.28	3.47	3.44	3.40	3.56	3.60	3.56	3.55	2.60	2.65	2.58	2.63	3.35	3.29	3.35	3.37	2.09	1.86	1.90	1.83
18	BanLamPuk	8	2.90	1.00	1.00	1.00	1.00	3.79	3.83	3.80	3.79	2.76	2.75	2.76	2.84	3.52	3.47	3.44	3.52	1.00	1.00	1.00	1.00
22	PongNok	2	2.76	1.00	1.00	1.00	1.00	2.23	2.48	2.39	1.97	3.52	3.52	3.51	3.54	2.73	2.73	2.82	2.82	1.61	1.84	1.76	1.85
30	MaeRamat	4	2.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.13	3.23	3.14	3.12	3.31	3.30	3.21	3.28	2.08	2.10	2.09	2.12

หมายเหตุ: RIO คือ สำนักงานชลประทาน (Regional Irrigation Office)
Section 1 คือ ส่วนที่ 1 ส่วนป้องกันเหนือน้ำ (Upstream Protection Section)
Section 2 คือ ส่วนที่ 2 ส่วนเหนือน้ำ (Upstream Concrete Section)
Section 3 คือ ส่วนที่ 3 ส่วนควบคุมน้ำ (Control Section)
Section 4 คือ ส่วนที่ 4 ส่วนท้ายน้ำ (Downstream Concrete Section)
Section 5 คือ ส่วนที่ 5 ส่วนป้องกันท้ายน้ำ (Downstream Protection Section)
W คือ ความมั่นคงต่อการเกิด Piping (Weighted Creep Ratio)
S คือ ความมั่นคงต่อการเลื่อนตัว (Sliding Stability)
O คือ ความมั่นคงต่อการพลิกคว่ำ (Overturning Stability)
B คือ ความมั่นคงต่อการรับน้ำหนักกดของดินใต้ฐานราก (Bearing Capacity)

ค่าดัชนีสภาพขององค์ประกอบหลักของฝาย ทั้ง 5 ส่วน สรุปได้ว่า ส่วนที่ 1 ส่วนป้องกันเหนือน้ำ (Upstream Protection Section) และส่วนที่ 5 ส่วนป้องกันท้ายน้ำ (Downstream Protection Section) ของฝายมีความเสียหายมากกว่าส่วนที่ 2 ส่วนเหนือน้ำ (Upstream Concrete Section) ส่วนที่ 4 ส่วนท้ายน้ำ (Downstream Concrete Section) และส่วนที่ 3 ส่วนควบคุมน้ำ (Control Section) ตามลำดับ ซึ่งหมายถึง ส่วนที่ 1 ส่วนป้องกันเหนือน้ำ และส่วนที่ 5 ส่วนป้องกันท้ายน้ำของฝายนั้น เกิดความเสียหายที่พบบ่อยครั้งมากกว่าส่วนที่ 2 ส่วนเหนือน้ำ ส่วนที่ 4 ส่วนท้ายน้ำ และส่วนที่ 3 ส่วนควบคุมน้ำ ตามลำดับ

5. สรุป

การประเมินสภาพฝายด้วยวิธีดัชนีสภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อจะหาสภาพความพร้อมใช้งาน โดยให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่างๆ ไม่เหมือนกัน จึงทำให้การกำหนดค่าน้ำหนักต่างกันด้วย ในกระบวนการตรวจ และประเมินสภาพฝาย ใช้วิธีการตรวจสภาพด้วยสายตาที่ต้องพิจารณาสภาพความเสียหาย ระดับสภาพความรุนแรงของความเสียหาย จึงเป็นไปได้หากผู้ประเมินต่างกันอาจทำให้ผลการประเมินแตกต่างกัน หากได้ค่าดัชนีสภาพของฝายที่มีความถูกต้องจะส่งผลทำให้ผู้ที่รับผิดชอบดูแลฝายสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และเป็นในแนวทางเดียวกัน แบบฟอร์มการตรวจสภาพฝาย เป็นแบบฟอร์มอย่างคร่าวๆ ที่ใช้ในการตรวจสภาพฝายแบบเป็นประจำสำหรับโครงการชลประทานหรือโครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษา ข้อมูลที่บันทึกลงในแบบฟอร์มเป็นข้อมูลที่เป็นพื้นฐานที่ทุกโครงการควรต้องมี ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลฝาย ภาพถ่าย ข้อคิดเห็นของโครงการฯ/สำนักงานชลประทาน และผลการตรวจสภาพฝาย และยังสามารถช่วยเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในกรณีที่ฝายนั้นมีปัญหา และเพื่อมาใช้ในการเลือกองค์ประกอบที่จะต้องดำเนินการของบประมาณเพื่อซ่อมแซม/ปรับปรุง และสามารถนำไปใช้ในการกำหนดระดับความสำคัญในการจัดสรรงบประมาณในการซ่อมแซมหรือปรับปรุง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณที่ปรึกษาสำนักออกแบบและสถาปัตยกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านออกแบบและคำนวณ) ผู้อำนวยการส่วนออกแบบระบบชลประทานและหัวหน้าฝ่ายออกแบบระบบชลประทานที่ 1–8 ที่ให้คำแนะนำในการจำแนกองค์ประกอบ และจัดทำแบบฟอร์มตรวจสภาพฝายที่เป็นมาตรฐาน ขอขอบคุณผู้อำนวยการส่วนปรับปรุงบำรุงรักษา และหัวหน้าฝ่ายบำรุงรักษาหัวงาน ส่วนปรับปรุงบำรุงรักษา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน ที่ให้การสนับสนุนและข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับแนวทางการจัดทำหลักเกณฑ์การพิจารณาซ่อมแซมอาคารหัวงานชลประทานให้สมบูรณ์ และสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสำนักงานชลประทานที่ 1–17 โครงการชลประทานและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษาดูงานเพื่อประเมินผลการบำรุงรักษาหัวงานอาคารชลประทานทางด้านวิศวกรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] Royal Irrigation Department. (2011, July). Dam Assessment Manual by Condition Index Method, Dam Safety Division, Bangkok [Online]. Available: http://water.rid.go.th/damsafety/document/2557/CI%202011%20v.3.2.pdf

[2] S. Soralump, *Dam Safety Engineering for Design and Maintenance.* Bangkok: Kasetsart University Press, 2012 (in Thai).

[3] T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*. Mcgraw-Hill, 1980.

[4] T. L. Saaty, *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process,* 2nd ed., Pittsburgh: RWS Publications, 1990.

[5] S. H. Ghodsypour and C. O'Brien, "A decision

support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming," *International Journal of Production Economics*, vol. 56, no. 1, pp. 199–212, 1998.

[6] L. Benyoucef, H. Ding, and X. Xie, "Supplier Selection Problem: Selection Criteria and Methods," Unite de recherche INRIA Lorraine, Nancy Cedex, France, RR-4726, 2003.

[7] W. Ho, D. J. Bennett, K. L. Mak, K. B. Chuah, C. K. M. Lee, and M. J. Hall, "Strategic logistics outsourcing: An integrated QFD and AHP approach," in *Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2009, pp. 1434–1438.

[8] V. Vudhivanich. (2013, January). *Decision Making by Analysis Hierarchy Process*. [Online]. Available:http://irre.ku.ac.th/PubArt/PubArt/53-AHP-paper.pdf

[9] T. L. Saaty, "Decision making with the analytic hierarchy process," *International Journal of Services Sciences*, vol. 9, no. 3, pp. 215–229, 2008.

[10] K. R. E. Huizingh and H. C. J. Vrolijk, "Decision support for information systems management: Applying analytic hierarchy process," s.n., 1995.

[11] G. B. Sahoo, "Multicriteria irrigation planning: phitsanulok irrigation project," M.Eng. thesis, Asian institute of technology, Pathum Thani, 1998 (in Thai).

[12] S. Tongpumnuk, "Proposed code of practices for weir design and energy dissipators," Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 2009 (in Thai).