# การศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบและทางเลือกรูปแบบแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

# A Study of Factors for Design Consideration and Alternative Selection of Flood Protection Barrier Designs Along the Chao Phraya River Using the Analytical Hierarchy Process (AHP)

**นางสาววัชรวีร์ ชูวงษ์ธนเกียรติ[1,*] วัชระ สัตยาประเสริฐ[2]**

*[1,2] สาขาวิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหารงานก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา*
*สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร*
**Corresponding author; E-mail address: watcharawee.choowongthanakiet@gmail.com*

## บทคัดย่อ

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบลุ่มตอนปลายของแม่น้ำเจ้าพระยาและอยู่ภายใต้อิทธิพลการขึ้น - ลงของน้ำทะเล ผนวกกับปัญหาแผ่นดินทรุดอีกประการหนึ่งจึงก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมทวีความรุนแรงขึ้น จึงมีการป้องกันน้ำท่วมเนื่องจากน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีระดับสูงล้นตลิ่ง โดยการสร้างเขื่อนป้องกันน้ำตามแนวริมฝั่งแม่น้ำ หรือริมฝั่งคลองที่ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์และกำหนดปัจจัยในด้านต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบเขื่อนป้องกันน้ำท่วม และทำการคัดเลือกรูปแบบเขื่อนป้องกันน้ำท่วมให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ด้วยการนำกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process) เพื่อจัดลำดับความสำคัญ พบว่าแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 ได้คะแนนรวมสูงสุด (0.494) เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำท่วม และป้องกันการกัดเซาะตลิ่งในช่วงน้ำไหลแรงโดยเฉพาะช่วงน้ำหลาก เป็นรูปแบบเขื่อนที่ลดการกัดเซาะดินบริเวณตลิ่งและฐานเขื่อน มีความแข็งแรงของโครงสร้างลดแรงดันน้ำที่กระทำต่อโครงสร้างโอกาสพังทลายจึงมีน้อย

คำสำคัญ : แม่น้ำเจ้าพระยา, เขื่อนป้องกันน้ำท่วม

## Abstract

Bangkok is located on the lowland of the Chao Phraya River and is under the influence of the rising and falling sea level. Coupled with the problem of land subsidence, this has led to the worsening of flooding problems. Therefore, flood protection due to the overflowing water level in the Chao Phraya River is implemented by building flood barriers along the riverbank or along canals that are directly influenced by the water level in the Chao Phraya River. This research aims to study, analyze, and determine various factors used in the design of flood barriers and to select the most suitable and effective flood barrier design by using the Analytical Hierarchy Process to prioritize. It was found that the flood barrier design type 4 received the highest total score (0.494) because it is effective in preventing flooding and preventing bank erosion during strong water flows, especially during floods. It is a type of dam that reduces soil erosion at the bank and the base of the dam. It has a strong structure that reduces the water pressure acting on the structure, so there is less chance of collapse.

Keywords: The Chao Phraya River, Flooding Protection Barrier, Analytic Hierarchy Process

## 1. บทนำ

*1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย*

ประเทศไทยมีความเสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมไปถึงภาวะสภาพอากาศแบบสุดโต่ง (Extreme Weather Events) ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาพบว่า พื้นที่ร้อยละ 23 ของประเทศไทยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในหลากหลายรูปแบบ และส่งผลกระทบเป็นวงกว้างเช่น น้ำท่วมฉับพลัน อันเนื่องมาจากปริมาณฝนตกที่เพิ่ม หนึ่งในปัญหาสำคัญของภัยพิบัติเมือง (Urban disasters) นั่นคือ ปัญหาที่เกิดจากระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน จนทำให้พื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่รับน้ำหายไป โดยระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นนี้มักจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัยริมน้ำโดยตรงทั้งทางด้านกายภาพ และสังคม ดังนั้นนี่จึงเป็นปัญหาที่ต้องให้ความสำคัญและพยายามแก้ไข เพื่อควบคุมความเสี่ยงและลดผลกระทบน้ำท่วม ด้วยการวางผังและออกแบบเมืองซึ่งจะเห็นได้จากวิวัฒนาการแก้ไขปัญหาระดับน้ำที่ผ่านมา นับตั้งแต่การกำหนดกลยุทธ์การหนี หรือล่าถอยต่อระดับน้ำ กลยุทธ์การต่อสู้กับระดับน้ำด้วยเครื่องมือป้องกันน้ำท่วมรูปแบบต่างๆ จนกระทั่งกลยุทธ์การอยู่ร่วมกับน้ำซึ่งเป็นที่นิยมที่สุดในปัจจุบัน โดยพบว่าเครื่องมือที่กันมากคือ แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วม ซึ่งมักมีการออกแบบและปรับองค์ประกอบทางกายภาพร่วมกับประเภทของกลยุทธ์ และบริบทของพื้นที่นริมน้ำเรื่อยมา ในกรุงเทพมหานคร การก่อสร้างแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วม (flood prevention dike) นับว่าเป็นหนึ่งในมาตรการสำคัญเพื่อแก้ไขปัญหาระดับน้ำสูงขึ้น เพื่อทำหน้าที่ป้องกันระดับน้ำภายนอก มิให้ไหลบ่าเข้าท่วมภายในเขตพื้นที่ปิดล้อม โดยทำการก่อสร้างในปี พ.ศ.2549 จนแล้วเสร็จในปี พ.ศ.2553 มีรูปแบบเป็นแนวคันคอนกรีตมาตรฐานเดียวยกตัวสูงตามระดับน้ำ และมีคุณลักษณะที่ไม่ยอมให้น้ำผ่านได้ โดยความสูงของแนวคันยังมีการต่อเติมเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ในโครงการก่อสร้างแนวป้องกันน้ำท่วมโครงการหนึ่งๆ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนงานอย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อใช้เวลาในการทำงานอย่างคุ้มค่าและทันเวลาที่กำหนดรวมไปถึงการประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำงาน อุปสรรคที่สำคัญ และจำเป็นต้องคำนึงถึงในโครงการก่อสร้างก่อสร้างแนว

ป้องกันน้ำท่วม มิใช่ในแง่ทางวิศวกรรมเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ในแง่ของสภาพแวดล้อมโดยรอบของการก่อสร้างก็ต้องคำนึงถึงเช่นกัน เช่น อิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลงจากระดับน้ำทะเล การสัญจรทางน้ำก่อให้เกิดคลื่นกระทบฝั่ง ข้อจำกัดด้านการขนส่ง และพื้นที่กองวัสดุก่อสร้างเพราะการก่อสร้างต้องกระทำในน้ำ เป็นต้น อุปสรรคเหล่านี้อาจส่งผลให้งานเกิดความล่าช้าในงานก่อสร้าง ประกอบไปด้วย ด้านเศรษฐกิจ, ด้านสังคม และด้านเทคนิคในการก่อสร้าง ดังนั้นเพื่อศึกษาแนวทางรูปแบบการก่อสร้างเขื่อนป้องกันน้ำท่วมที่มีความหลากหลาย ในการบริหารโครงการก่อสร้างจำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ทั้งในด้านเทคโนโลยี และด้านบริหารโดยความรู้ด้านเทคโนโลยีจะสามารถช้วยลดต้นทุนของโครงการ และระยะเวลาการก่อสร้างได้ เนื่องจากการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นการช่วยลดการทำงานของบุคลากรลง ลดความผิดพลาดในการทำงานสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงถูกทำขึ้นมาเพื่อนำเสนอแนวทางการก่อสร้างเขื่อนป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสมที่สุด โดยการนำกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนการดำเนินงานที่ไม่ซับซ้อน และสามารถเข้าใจได้ง่ายมาวิเคราะห์โดยศึกษา

ในลักษณะปัญหาการเลือกกรณีมีหลายปัจจัย (Multi-Criteria Selection Problem – MCSP) ทั้งนี้เครื่องมือ AHP นี้เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากและกว้างขวาง เนื่องจากการใช้งานไม่ได้มีความซับซ้อนมากและตรงกับหลักความคิดทั่วไปของผู้ตัดใจ (decision maker) ในการวิเคราะห์หรือวางแผนเรื่องต่างๆ ที่มักมีการแบ่งความซับซ้อนของงานออกเป็นขั้นตอนหรือเป็นลำดับขั้นจากยากไปง่าย หลักการของ AHP เป็นการใช้การเปรียบเทียบเป็นคู่ (pairwise comparison) ของสิ่งที่สนใจแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับปัจจัยและ/หรือ ทางเลือก ซึ่ง AHP ใช้หลักการที่ผสมผสานระหว่างการประมาณค่าแบบง่าย (simple rating) และการประมาณค่าแบบการนับของบอร์ดา (Borda count rating) เนื่องจาก AHP ใช้การเปรียบเทียบเป็นคู่ ในลักษณะดียวกันกับ Borda count แต่แตกต่างตรงที่นอกจากจะเปรียบเทียบทีละคู่ว่าสำคัญหรือชอบมากกว่าแล้ว ยังถามต่อว่าสำคัญหรือชอบมากกว่าด้วยสเกลเท่าไร เช่น จากสเกล 1-9 ในลักษณะคะแนนสเกลยิ่งมากยิ่งสำคัญในลักษณะเดียวกันกับ simple rating

*2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง*

แนวทางการออกแบบของระบบเขื่อน คสล.ไว้ดังนี้ การออกแบบระบบเขื่อน คสล.ไม่ได้คำนึงเฉพาะแง่ทางวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ยังต้องคำนึงถึงแง่ของสถาปัตยกรรมด้วย โดยกำหนดรูปแบบทางสถาปัตยกรรมต้องสอดคล้อง และกลมกลืนกันกับสภาพเดิมมากที่สุด ส่วนในแง่ของการออกแบบทางด้านวิศวกรรมต้องพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้คือ ความต้องการทางสถาปัตยกรรม, ราคาค่าก่อสร้าง, สภาพดินเดิมที่มีความหนาของชั้นดินอ่อน, สภาพท้องแม่น้ำ และสภาวะตกตะกอน, การทรุดตัวของแผ่นดิน, สภาพการขึ้นลงของน้ำ, สภาพที่เป็นอยู่เดิมที่จะสร้างเขื่อน, ข้อจำกัดทางด้านการขนส่ง, ประสิทธิภาพการรั่วซึมของเขื่อนที่ต้องมีมากพอสมควรชาญ (ภู่พัฒน์,2528), ความสำคัญของเขื่อนที่ส่งผลต่อวิถีชีวิตริมน้ำ คือต้องไม่ปิดกั้น ขัดขวาง การเชื่อมต่อของชุมชน บ้านเรือนกับน้ำ เช่น เขื่อนที่มีขนาดไม่กว้างใหญ่หรือสูงจนเป็นอุปสรรคในการเข้าถึงทางน้ำ ทั้งยังต้องเปิดให้ประชาชนสัมผัสน้ำได้โดยสะดวก รูปแบบของเขื่อนต้องสนองต่อการใช้สอย และตอบสนองต่อความต้องการ (พงศักดิ์ วัฒนสินธุ์,2546),การศึกษาเรื่อง “โครงการศึกษาปรับปรุงการจัดการระบบชลประทานในลุ่มน้ำเจ้าพระยา (พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง)” เพื่อคัดเลือกโครงการชลประทานนำร่อง เพื่อการศึกษารูปแบบการปฏิรูปการจัดการน้ำ และปรับปรุงอาคารชลประทาน โดยใช้เทคนิควิธีการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น *(AHP)* โดยกำหนดปัจจัยหลักทั้งหมด *3* ด้าน ปัจจัยที่มีระดับน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดเรียงลำดับความสำคัญได้ดังนี้ *1.*ด้านวิศวกรรม (*40%) 2.*ด้านการเกษตร (*30%) 3.* ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ-สังคมและองค์กร (*30%)* (กรมชลประทาน, 2544), การศึกษาวิจัยเรื่อง “การคัดเลือกตำแหน่งที่ตั้งเขื่อน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น เพื่อทำการศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างเขื่อนเพื่อประโยชน์ด้านการชลประทานและการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค ในพื้นที่เมืองบอทาร่า ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศจีน” จากการการศึกษาวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจคัดเลือกศักยภาพของตำแหน่งที่ตั้งโครงการมีทั้งหมด *6* ด้าน เรียงลำดับปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ *1.*ปริมาณน้ำฝน (*Precipitation) 2.*สภาพความลาดชันของภูมิประเทศ *3.*ลักษณะด้านธรณีวิทยา *4.*ชนิดของดิน *5.*ลักษณะพืชปกคลุม *6.*รูปแบบทางน้ำ (*Xinyi Dai*,2016)

## 3. กรอบแนวคิดในงานวิจัย

ระเบียบวิธีในการศึกษารูปแบบของเขื่อนป้องกันน้ำท่วมได้ดีที่สุดนั้น ผู้วิจัยได้เลือกกำหนด

*3.1 วิธีดำเนินการวิจัย*

*3.1.1* กำหนดโครงการหลักที่เลือกใช้ในการศึกษา จำนวน 4 โครงการ

*3.1.2* ศึกษาและสืบค้นข้อมูลจากบทความ วารสาร วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่างๆ ที่มีเนื้อหาครอบคลุมประเด็นต่างๆ ดังนี้

- แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบและเลือกระบบเขื่อน ค.ส.ล.
- แนวคิดและทฤษฎีการแก้ไขปัญหาพื้นที่แนวชายฝั่งแม่น้ำที่ระดับน้ำสูง
- แนวคิดและทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP)

*3.1.3* กำหนดปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่ใช้ในการคัดเลือกระบบเขื่อนให้เหมาะสมที่สุดกับพื้นที่แต่ละโครงการ

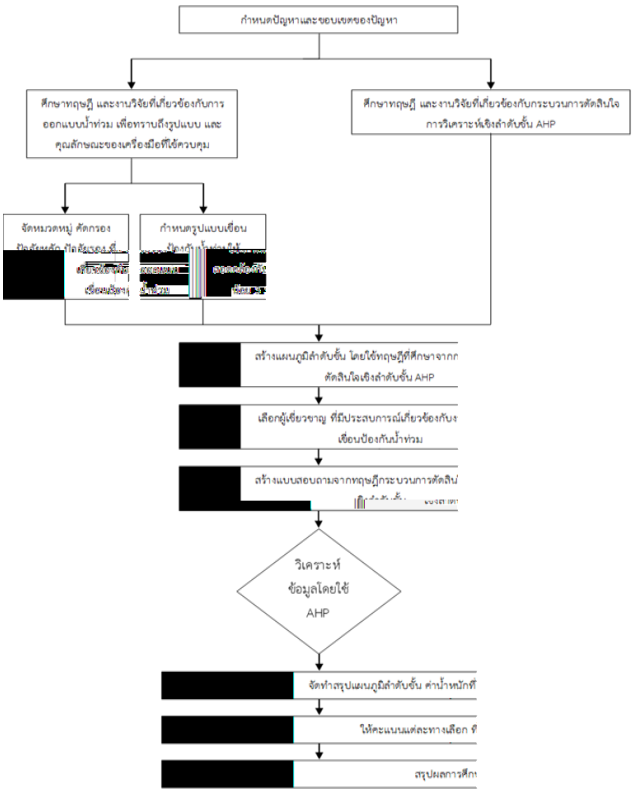
*3.1.4* กำหนดรูปแบบเขื่อนป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสมที่สุดกับพื้นที่แต่ละโครงการ

*3.1.5* สร้างแผนภูมิลำดับชั้น และแบบสอบถาม

- เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านงานก่อสร้างเขื่อนป้องกันน้ำท่วม และเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และมุมมองที่รอบด้านในเชิงวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมเกี่ยวกับกระบวนการวางแผนพัฒนา ศึกษา วิเคราะห์ สำรวจ-ออกแบบ ควบคุมการก่อสร้าง บริหารสัญญา ดำเนินการและบำรุงรักษา โดยมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานมากกว่า 10 ปี จำนวน 8 ท่าน ตอบแบบสอบถาม

3.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

- รวบรวมแบบสอบถามที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 8 ท่านเพื่อเก็บข้อมูลได้ตามวัตถุประสงค์ ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามและประมวลผล โดยนำค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน มาหาค่าเฉลี่ยแบบเรขาคณิต
- จากนั้นจะทำการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยหลัก และปัจจัยรอง ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft excel เพื่อช่วยในการประมวลผล และตัดสินใจ ซึ่งนอกจากจะสามารถทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้วยังสามารถช่วยตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อมูล เพื่อพิจารณาความน่าเชื่อถือของผลการคำนวณที่ได้ รวมทั้งความสอดคล้องของข้อมูลในการตอบแบบสอบถาม
- ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio: C.R.) ค่าดังกล่าวจากผลการคำนวณไม่ควรเกิน 10% หรือ 0.10 สามารถสรุปได้ว่าความไม่สอดคล้องของข้อมูลไม่สูงและเป็นที่ยอมรับได้ หากพบว่าค่า CR มากเกิน 10% หรือ 0.1 จะถือว่ามีความไม่สอดคล้องของข้อมูลที่เป็นเหตุและผลกัน ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องทบทวนการให้คะแนนใหม่อีกครั้งจนค่า C.R. ลดลงต่ำกว่า 10%
- จัดทำสรุปแผนภูมิลำดับชั้นในขั้นตอนสุดท้าย ให้คะแนนในแต่ละทางเลือก และคำนวณผลคะแนนรวมจากรูปแบบเขื่อนที่เลือกมาเป็นกรณีศึกษา จากนั้นจะทำการสรุปทางเลือกที่ได้จากการศึกษา และสรุปผลการศึกษา




**รูปที่ 1** กรอบการศึกษางานวิจัย (Conceptual Framework)

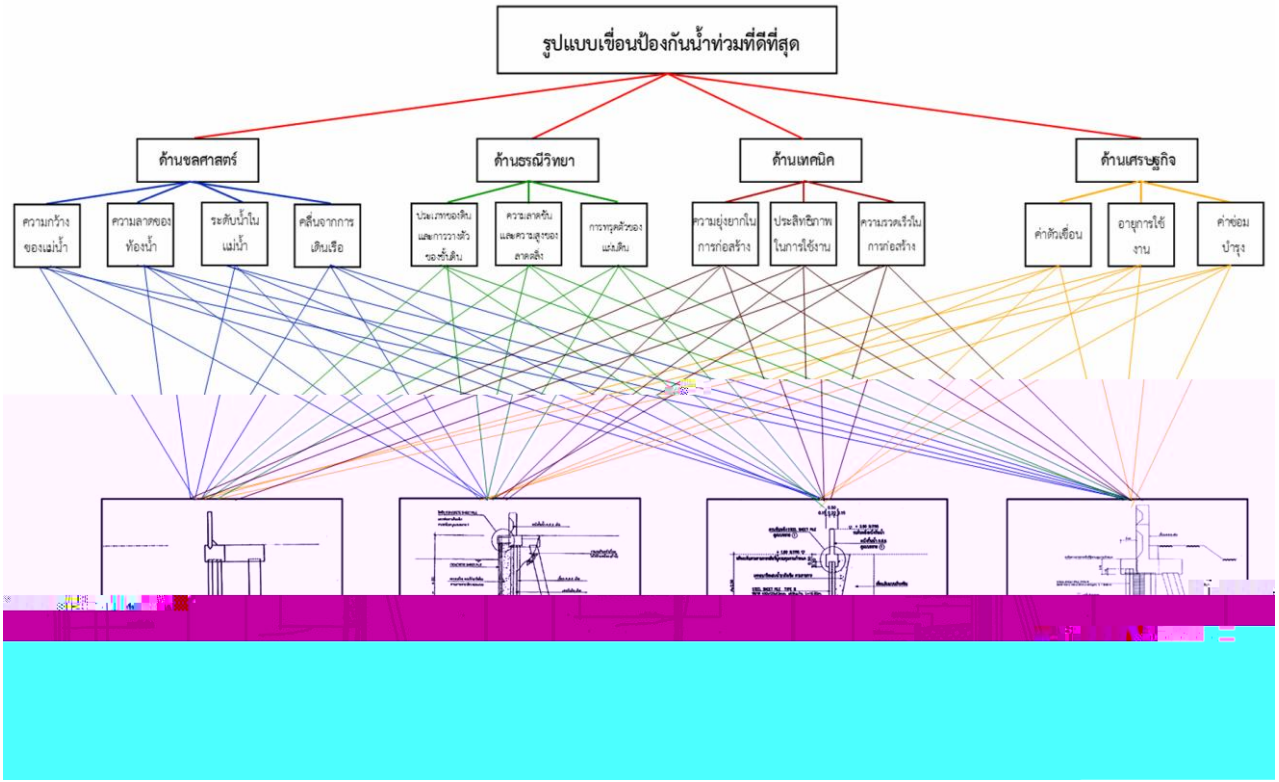
**ตารางที่ 3.1** กำหนดปัจจัยหลักและปัจจัยรองในการคัดเลือกระบบเขื่อนป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำเจ้าพระยา

| ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง |
|---|---|
| ด้านชลศาสตร์ | ความกว้างของแม่น้ำ |
| | ความลาดของท้องน้ำ |
| | ระดับน้ำในแม่น้ำ |
| | คลื่นจากการเดินเรือ |
| ด้านธรณีวิทยา | ประเภทของดิน และการวางตัวของชั้นดิน |
| | ความลาดชัน และความสูงของลาดตลิ่ง |
| | การทรุดตัวของแผ่นดิน |
| ด้านเทคนิค | ค่าตัวเชื่อน |
| | อายุการใช้งาน |
| | ค่าซ่อมบำรุง |

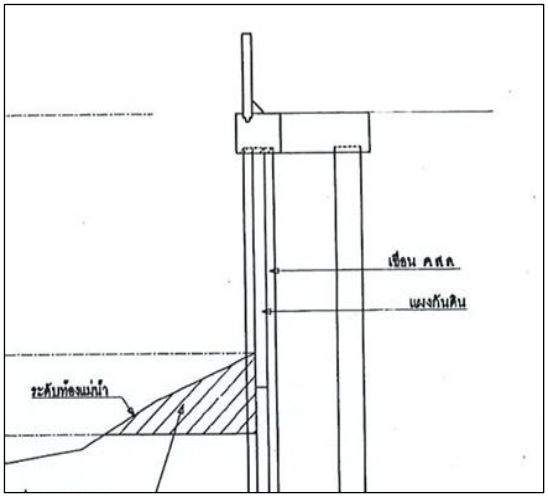
## 4 วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

*4.1 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก (Weights) ความสำคัญของปัจจัย*

- การจำแนกองค์ประกอบการตัดสินใจ (Decomposition) เป็นขั้นตอนที่ผู้เชี่ยวชาญจะมีการกำหนดปัจจัยการตัดสินใจออกเป็นองค์ประกอบย่อยเพื่อพัฒนาเป็นโครงสร้างการตัดสินใจแบบลำดับชั้น (Hierarchy Structure) จากลำดับชั้นบนสุด (เป้าหมาย) ถึงลำดับชั้นล่างสุด (ทางเลือกที่พิจารณา) ด้วยวิธี AHP มีโครงสร้างดังนี้




จากโครงสร้างลำดับชั้นของ AHP ในการเลือกรูปแบบแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 ถึง รูปแบบที่ 4 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้



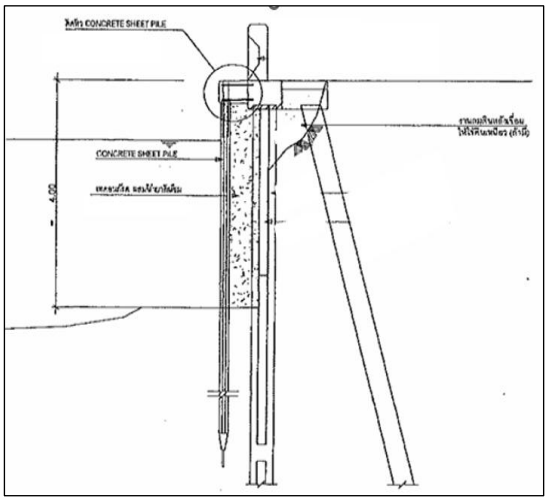

**รูปที่ 2** แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 (โดยสำนักระบายน้ำ)

จากรูปที่ 2 เป็นแบบแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 โครงสร้างของเขื่อนประกอบไปด้วย

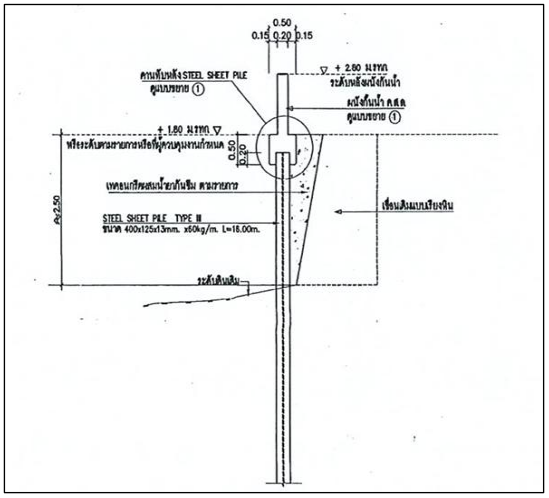
- เสาเข็มเขื่อน ที่ตอกอยู่ด้านในของเขื่อนห่างจากแนวริมแม่น้ำ มีหน้าที่รับแรงดึง และแรงดัดที่เกิดจากน้ำและดินด้านริมแม่น้ำ ป้องกันการล้มเอียงของโครงสร้างเขื่อนจากแรงดัน ช่วยลดการทรุดตัวของพื้นดินบริเวณด้านในของแนวเขื่อน ส่วนเสาเข็มด้านหน้า ตอกอยู่บริเวณริมแม่น้ำรองรับตัวเขื่อนโดยตรง ทำหน้าที่หลักในการถ่ายน้ำหนักจากกำแพงกันน้ำลงสู่ชั้นดินแข็ง ลดความเสี่ยงในการทรุดตัวและป้องกันแรงดันจากน้ำที่กระทำต่อโครงสร้าง
- แผงกันดิน เป็นแผ่นคอนกรีตที่ใช้กั้นระหว่างเสาเข็มเขื่อนลึกลงไปในดิน ช่วยลดการซึมผ่านของน้ำใต้ดินลดปัญหาการกัดเซาะใต้ฐานเขื่อน
- ทับหลังคอนกรีตเสริมเหล็ก เทครอบเสาเข็มทั้งด้านหน้า และด้านหลังเขื่อเสาเข็มเข้าด้วยกัน ทำหน้าที่เป็นคานรับแรงกระจายแรงที่เกิดจากกำแพงกันน้ำไปยังเสาเข็มทั้งสองแนว มักใช้เป็นพื้นทางเท้าริมแม่น้ำซึ่งช่วยเพิ่มประโยชน์ในการใช้สอยพื้นที่
- กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก (เขื่อน ค.ส.ล.) เป็นโครงสร้างหลักที่ใช้กั้นน้ำไม่ให้เอ่อล้นเข้าสู่พื้นที่เมือง มักถูกออกแบบให้มีความสูงพอเพียงรองรับระดับน้ำสูงสุดตามค่าที่คำนวณจากสถิติระดับน้ำท่วมที่ผ่านมา

จากรูปที่ 3 เป็นแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 โครงสร้างของเขื่อนประกอบไปด้วย

- เสาเข็ม ค.ส.ล. ตอกในแนวตั้งเพื่อรองรับน้ำหนักจากโครงสร้างด้านบน ช่วยลดการทรุดตัวของเขื่อนในระยาว
- เสาเข็มเอียง เป็นเสาค้ำยันที่ช่วยรับแรงดันจากน้ำ และดินด้านหลังเขื่อน ลดแรงดึงที่กระทำต่อแผงกันดินที่เสียบอยู่ระหว่างเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก
- คานทับหลัง เชื่อมต่อระหว่างเสาเข็มเพื่อกระจายแรง และเพิ่มความมั่นคงของโครงสร้าง และเป็นทางเดินริมน้ำ
- ผนังกั้นน้ำ ด้านบนสุดมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำล้นเข้าพื้นที่ในช่วงน้ำหลากหรือระดับน้ำสูงขึ้น ลดการกระเซ็นของคลื่นที่เกิดจากเรือสัญจร
- แผ่นคอนกรีตชีทไพล์ (Concrete Sheet Pile) ใช้เป็นแนวกั้นน้ำ และป้องกันการพังทลายของตลิ่งนรวมถึงการซึมผ่านของน้ำใต้แนวเขื่อน นอกจากนั้นยังเสริมด้วยการเทคอนกรีตกันซึมระหว่างเข็มพืดกับเสาเข็ม ค.ส.ล.เพื่อลดการไหลซึมของน้ำจากแม่น้ำผ่านช่องว่างระหว่างเข็มพืดกับเสาเข็ม ค.ส.ล. ป้องกันปัญหาการรั่วซึมที่อาจทำให้ดินหลังเขื่อนอ่อนตัว และทรุดตัว เป็นการเพิ่มอายุการใช้งานให้แก่โครงสร้าง ข้อดีของโครงสร้างนี้ คือ ป้องกันน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากแผ่นคอนกรีตชีทไพล์ (Concrete Sheet Pile) ช่วยลดการซึมน้ำใต้ดิน แต่ต้นทุนการก่อสร้างสูง โครงสร้างต้องมีการตรวจสอบเพื่อป้องกันการเสื่อมของกรีต และเหล็กเสริม




**รูปที่ 3** แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 (โดยสำนักระบายน้ำ)

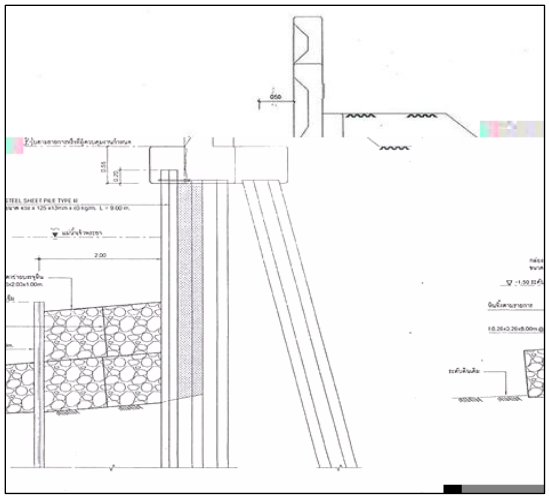



**รูปที่ 4** แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 (โดยสำนักระบายน้ำ)

แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 นี้มีโครงสร้างประกอบด้วย

- เขื่อนเรียงหินเสริมคอนกรีต ใช้หินเรียงตัวแน่นช่วยเสริมโครงสร้างให้แข็งแรง และรับแรงกระแทกจากน้ำได้ดี คอนกรีตช่วยยึดโครงสร้างให้คงทน ลดการเคลื่อนตัวของหิน
- ชีทไพล์หล็ก (Steel Sheet Pile) กดลงไปในดินลึกเพื่อสร้างกำแพงป้องกันการซึมผ่านของน้ำ อีกทั้งการเลือกใช้ชีทไพล์เหล็กเป็นแนวป้องกันมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นสูงทนต่อแรงดันดินและแรงสั่นสะเทือนจากน้ำได้ดีโดยที่ไม่มีการแตกร้าว แต่ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง

- คานทับหลัง เชื่อมต่อระหว่างเสาเข็มเพื่อกระจายแรง และเพิ่มความมั่นคงของโครงสร้าง
- กำแพงกันน้ำ ทำหน้าที่ยกระดับป้องกันน้ำลดแรงกระแทกจากคลื่น



**รูปที่ 5** แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 (โดยสำนักระบายน้ำ)

แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 โครงสร้างของเขื่อนประกอบไปด้วย

- เสาเข็ม ค.ส.ล. ตอกในแนวตั้งเพื่อรองรับน้ำหนักจากโครงสร้างด้านบน ช่วยลดการทรุดตัวของเขื่อนในระยาว
- คานทับหลัง เชื่อมต่อระหว่างเสาเข็มเพื่อกระจายแรง และเพิ่มความมั่นคงของโครงสร้าง และเป็นทางเดินริมน้ำ
- เสาเข็มเอียง เป็นเสาค้ำยันที่ช่วยรับแรงดันจากน้ำ และดินด้านหลังเขื่อน ลดแรงดึงที่กระทำต่อแผงกันดินที่เสียบอยู่ระหว่างเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ผนังกั้นน้ำ ด้านบนสุดมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำล้นเข้าพื้นที่ในช่วงน้ำหลากหรือระดับน้ำสูงขึ้น ลดการกระเซ็นของคลื่นที่เกิดจากเรือสัญจร
- ชีทไพล์เหล็ก (Steel Sheet Pile) กดลงไปในดินเพื่อเสริมความแข็งแรงของเขื่อนทั้งนี้ชีทไพล์เหล็กยังมีร่องประสานที่ช่วยติดตั้งต่อเนื่องเป็นกำแพงปิดน้ำสนิทสามารถหรือถอนง่ายความทนทานสูงมีความยืดหยุ่น นอกจากนี้ยังมีเทคอนกรีตกันซึมระหว่างชีทไพล์เหล็กกับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำให้น้ำไม่สารมารถซึมผ่านเข้าไปทำลายโครงสร้างได้เป็นการยืดอายุการใช้งานและเป็นการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ
- กล่องลวดตาข่ายบรรจุหิน (Gabion) โดยหน้าที่หลักคือ ช่วยลดแรงกัดเซาะของน้ำ และเสริมความแข็งแรงให้กับแนวตลิ่ง ส่งเสริมระบบนิเวศทนทานต่อสภาพแวดล้อม

*จากหัวข้อ 4.1 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก (Weights) ความสำคัญของปัจจัย ลำดับถัดไปต่อจากการจำแนกองค์ประกอบการตัดสินใจ (Decomposition) คือ*

- การจัดลำดับความสำคัญ (Prioritization) เป็นขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญ (Prioritization) ผู้วิจัยได้ดำเนินการเปรียบเทียบปัจจัยการตัดสินใจทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยใช้มาตราส่วน 1 ถึง 9 ตามแนวคิดของ Saaty (2523) เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ (Relative Weights) ของแต่ละปัจจัย การเปรียบเทียบและประเมินค่าความสำคัญนี้ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ซึ่งผลการประเมินจะนำไปสร้างเมทริกซ์การตัดสินใจ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของการตัดสินใจ จะคำนวณดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) ด้วยสูตร:

$$CI = (\lambda max - n) / (n - 1)$$

พิจารณาอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างค่า CI กับค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่ม (Random Consistency Index: RI) โดยทั่วไป หากค่า CR ≤ 0.10 จะถือว่าการตัดสินใจมีความเที่ยงตรง และผลลัพธ์จากการประเมินมีความน่าเชื่อถือ (Saaty and Vargas, 2554)

**ตารางที่ 2** ค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่ม (RI)

| จำนวนปัจจัย | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RI | 0.00 | 0.00 | 0.52 | 0.89 | 1.11 | 1.25 | 1.35 | 1.40 | 1.49 |

หลังจากดำเนินการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละรายเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการหาค่ารวมของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean Method: GMM) ตามแนวทางที่เสนอโดย Ishizaka & Labib (2011) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นกลางและสะท้อนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งกลุ่มได้อย่างถูกต้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำค่าความสำคัญจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาสร้างเมทริกซ์เปรียบเทียบแบบคู่ (Pairwise Comparison Matrix) ทั้งในระดับของปัจจัยหลัก และปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักแต่ละกลุ่ม โดยคำนวณค่าน้ำหนักเฉลี่ยรวมของแต่ละปัจจัย พร้อมทั้งตรวจสอบค่าความสอดคล้องของการตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group Decision Making)

ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความไม่สอดคล้อง (CR) ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละราย รวมถึงค่า CR ที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.10 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ และมีความน่าเชื่อถือเพียงพอสำหรับนำไปใช้ในการสังเคราะห์ผลลัพธ์ลำดับความสำคัญของป้ายและอุปกรณ์เตือนความเร็วในการจราจรโดยมีตัวอย่างเมทริกซ์การเปรียบเทียบเป็นคู่ของปัจจัยหลัก และปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักแต่ละปัจจัยของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 7

**ตารางที่ 3** เมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่สำหรับปัจจัยหลัก

| เกณฑ์หลัก | ด้านชลศาสตร์ | ด้านธรณีวิทยา | ด้านเทคนิค | ด้านเศรษฐกิจ | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ด้านชลศาสตร์ | 1 | 2.27 | 3 1/2 | 3 7/8 | 0.49 | 0.49 |
| ด้านธรณีวิทยา | 3/7 | 1 | 1 7/8 | 2 | 0.24 | 0.24 |
| ด้านเทคนิค | 2/7 | 1/2 | 1 | 2 1/3 | 0.17 | 0.17 |
| ด้านเศรษฐกิจ | 1/4 | 1/2 | 3/7 | 1 | 0.10 | 0.10 |

ผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักในการศึกษารูปแบบเขื่อนป้องกันน้ำท่วม พบว่า ปัจจัยด้านชลศาสตร์ ได้รับน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.49 รองลงมาคือ ปัจจัยด้านธรณีวิทยา (Normalized Priority = 0.24) ปัจจัยด้านเทคนิค (Normalized Priority = 0.17) และ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (Normalized Priority = 0.10)

**ตารางที่ 4** เมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่สำหรับปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านชลศาสตร์

| ด้านชลศาสตร์ | ระดับน้ำในแม่น้ำ | ความเร็วของแม่น้ำ | ความลาดชันของน้ำ | คลื่นจากการเดินเรือ | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ระดับน้ำในแม่น้ำ | 1 | 7 1/7 | 3 7/8 | 3 1/2 | 0.573 | 0.573 |
| ความเร็วของแม่น้ำ | 1/7 | 1 | 1/3 | 1/3 | 0.066 | 0.066 |
| ความลาดชันของน้ำ | 1/4 | 3 1/6 | 1 | 1/2 | 0.152 | 0.152 |
| คลื่นจากการเดินเรือ | 2/7 | 2 8/9 | 2 | 1 | 0.210 | 0.210 |

สำหรับปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านชลศาสตร์ พบว่า ระดับน้ำในแม่น้ำได้รับความสำคัญสูงที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.537 รองลงมาคือคลื่นจากการเดินเรือ Normalized Priority เท่ากับ 0.210 ถัด

มาเป็นความลาดของท้องน้ำ มีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.152 ในขณะที่ความกว้างของแม่น้ำมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.066

**ตารางที่ 5** เมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่สำหรับปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านธรณีวิทยา

| ด้านธรณีวิทยา | ประเภทของดินและการ | ความลาดชันและความสู | การทรุดตัวของแผ่นดิน | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|
| ประเภทของดินและการวางตัวของชั้นดิน | 1 | 2 1/2 | 1/3 | 0.26 | 0.26 |
| ความลาดชันและความสูงของลาดตลิ่ง | 2/5 | 1 | 1/4 | 0.13 | 0.13 |
| การทรุดตัวของแผ่นดิน | 3 | 3 4/5 | 1 | 0.61 | 0.61 |

ผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านธรณีวิทยา พบว่า ปัจจัยด้านการทรุดตัวของแผ่นดิน ได้รับน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.609 รองลงมาคือ ประเภทของดิน และการวางตัวของชั้นดิน Normalized Priority = 0.24 และปัจจัยด้านความลาดชัน และความสูงของลาดตลิ่ง Normalized Priority = 0.17

**ตารางที่ 6** เมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่สำหรับปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านเทคนิค

| ด้านเทคนิค | ประสิทธิภาพในการใช้งาน | ความรวดเร็วในการก่อสร้าง | ความยุ่งยากในการก่อสร้าง | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|
| ประสิทธิภาพในการใช้งาน | 1 | 2 1/3 | 6 | 0.61 | 0.61 |
| ความรวดเร็วในการก่อสร้าง | 3/7 | 1 | 4 1/8 | 0.31 | 0.31 |
| ความยุ่งยากในการก่อสร้าง | 1/6 | 1/4 | 1 | 0.09 | 0.09 |

สำหรับปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านเทคนิค พบว่า ประสิทธิภาพในการใช้งานได้รับความสำคัญสูงที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.607 รองลงมาคือความรวดเร็วในการก่อสร้าง Normalized Priority เท่ากับ 0.305 ในขณะที่เป็นความยุ่งยากในการก่อสร้าง มีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.088

**ตารางที่ 7** เมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่สำหรับปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ

| ด้านเศรษฐกิจ | ค่าก่อสร้าง | อายุการใช้งาน | ค่าซ่อมบำรุง | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|
| ค่าก่อสร้าง | 1 | 3/8 | 2 1/5 | 0.246 | 0.246 |
| อายุการใช้งาน | 2 2/3 | 1 | 5 2/5 | 0.639 | 0.639 |
| ค่าซ่อมบำรุง | 1/2 | 1/5 | 1 | 0.116 | 0.116 |

สำหรับการเปรียบเทียบแบบคู่ปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ พบว่า อายุการใช้งานได้รับความสำคัญสูงที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.639 รองลงมาคือมูลค่างานก่อสร้าง Normalized Priority เท่ากับ 0.246 และค่าซ่อมบำรุง มีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.116

- การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านต่างๆ ในการประเมินครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของทางเลือกในการเลือกรูปแบบโครงการเขื่อนป้องกันน้ำท่วม ได้แก่ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1, เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2, เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 ถึงตารางที่ 20

**ตารางที่ 8** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านระดับน้ำในแม่น้ำ

| ระดับน้ำในแม่น้ำ | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/3 | 2 1/6 | 1/5 | 0.118 | 0.118 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 3 1/9 | 1 | 3 1/2 | 1/3 | 0.259 | 0.259 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 1/2 | 2/7 | 1 | 1/6 | 0.073 | 0.073 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 4 4/5 | 2 8/9 | 5 5/6 | 1 | 0.550 | 0.550 |

ตารางที่ 8 ผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ ปัจจัยด้านระดับน้ำในแม่น้ำ พบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.550 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.259 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 Normalized Priority เท่ากับ 0.118 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.073

**ตารางที่ 9** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านความกว้างของลำน้ำ

| ความกว้างของลำน้ำ | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 3/7 | 4/7 | 2 1/9 | 0.20 | 0.20 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 2 | 1 | 4/5 | 2 2/7 | 0.33 | 0.33 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 1 3/4 | 1 1/4 | 1 | 2 7/9 | 0.36 | 0.36 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 1/2 | 4/9 | 1/3 | 1 | 0.12 | 0.12 |

ผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ ปัจจัยด้านความกว้างของลำน้ำ พบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.356 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.329 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 Normalized Priority เท่ากับ 0.195 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.120

**ตารางที่ 10** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านความลาดของท้องน้ำ

| ความลาดของท้องน้ำ | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/4 | 3/7 | 1/6 | 0.07 | 0.07 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 4 2/7 | 1 | 3 1/4 | 1/2 | 0.30 | 0.30 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 2 1/3 | 1/3 | 1 | 1/4 | 0.12 | 0.12 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 5 2/3 | 2 | 4 | 1 | 0.50 | 0.50 |

พบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.305 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.329 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.124 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.070

**ตารางที่ 11** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านคลื่นจากการเดินเรือ



สำหรับการประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านคลื่นจากการเดินเรือ พบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.540 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.250 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.140 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.070

**ตารางที่ 12** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านประเภทของดิน และการวางตัวของชั้นดิน

| ประเภทของดินและการวางตัวของชั้นดิน | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/4 | 1/2 | 1/6 | 0.071 | 0.071 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 4 2/7 | 1 | 2 1/4 | 1/3 | 0.249 | 0.249 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 2 | 4/9 | 1 | 1/4 | 0.127 | 0.127 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 6 | 3 1/5 | 4 | 1 | 0.553 | 0.553 |

การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านประเภทของดิน และการวางตัวของชั้นดินพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.553 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.249 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.127 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.071

**ตารางที่ 13** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านความลาดชัน และความสูงของลาดตลิ่ง

| ความลาดชันและความสูงของลาดตลิ่ง | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 2/5 | 2.27 | 1/3 | 0.160 | 0.160 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 2 1/2 | 1 | 3.29 | 4/7 | 0.306 | 0.306 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 4.9 | 1/3 | 1 | 1/4 | 0.089 | 0.089 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 2.79 | 1.34 | 4.27 | 1 | 0.445 | 0.445 |

การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านประเภทของดิน และการวางตัวของชั้นดินพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.445 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.306 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 Normalized Priority เท่ากับ 0.160 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.089

**ตารางที่ 14** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านการทรุดตัวของแผ่นดิน

| การทรุดตัวของแผ่นดิน | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/5 | 5.8 | 1/7 | 0.07 | 0.07 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 5 1/9 | 1 | 2.35 | 3/8 | 0.27 | 0.27 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 1.35 | 2/5 | 1 | 1/5 | 0.11 | 0.11 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 7 | 2.35 | 4.23 | 1 | 0.55 | 0.55 |

จากตารางที่ 14 การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านการทรุดตัวของแผ่นดินพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.549 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.275 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.109 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.067

**ตารางที่ 15** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านประสิทธิภาพการใช้งาน

| ประสิทธิภาพในการใช้งาน | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/5 | 1/3 | 1/7 | 0.05 | 0.05 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 5 1/3 | 1 | 2 1/4 | 1/3 | 0.24 | 0.24 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 3 | 4/9 | 1 | 1/5 | 0.13 | 0.13 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 7 1/3 | 3 1/3 | 4.34 | 1 | 0.57 | 0.57 |

จากตารางที่ 15 การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านประสิทธิภาพการใช้งานพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.571 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.244 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.130 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.055

**ตารางที่ 16** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านความรวดเร็วในการก่อสร้าง

| ความรวดเร็วในการก่อสร้าง | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1.000 | 2.852 | 0.309 | 2.810 | 0.240 | 0.240 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 0.351 | 1.000 | 0.210 | 1.565 | 0.113 | 0.113 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 3.240 | 4.758 | 1.000 | 4.992 | 0.558 | 0.558 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 0.356 | 0.639 | 0.200 | 1.000 | 0.088 | 0.088 |

จากตารางที่ 16 การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านประสิทธิภาพการใช้งานพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.558 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 Normalized Priority เท่ากับ 0.240 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.113 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.088

**ตารางที่ 17** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านความยุ่งยากในการก่อสร้าง

| ความยุ่งยากในการก่อสร้าง | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/4 | 1 | 1/2 | 0.147 | 0.147 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 3.4/5 | 1 | 1 1/4 | 4/5 | 0.333 | 0.333 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 1 | 4/5 | 1 | 5/7 | 0.207 | 0.207 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 1.7/8 | 1 1/4 | 1.2/5 | 1 | 0.313 | 0.313 |

จากตารางที่ 17 การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านความยุ่งยากในการก่อสร้างพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุดโดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.333 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 Normalized Priority เท่ากับ 0.313 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.207 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.147

**ตารางที่ 18** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านมูลค่างานก่อสร้าง

| มูลค่างานก่อสร้าง | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1.000 | 0.429 | 0.615 | 0.457 | 0.137 | 0.137 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 2.332 | | | | | |

จากตารางที่ 18 การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านมูลค่างานก่อสร้างพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.354 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.328 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.181 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.137

**ตารางที่ 19** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านอายุการใช้งาน

| อายุการใช้งาน | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/5 | 2/5 | 1/6 | 0.064 | 0.064 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 5 1/5 | 1 | 2.35 | 1/2 | 0.304 | 0.304 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 2.35 | 3/8 | 1 | 1/4 | 0.136 | 0.136 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 6 | 2 | 3.7/8 | 1 | 0.495 | 0.495 |

จากตารางที่ 19 การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านอายุการใช้งานพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.495 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.304 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3

Normalized Priority เท่ากับ 0.136 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.064

**ตารางที่ 20** การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านอายุการใช้งาน

| ค่าซ่อมบำรุง | เขื่อนรูปแบบที่1 | เขื่อนรูปแบบที่2 | เขื่อนรูปแบบที่3 | เขื่อนรูปแบบที่4 | Priority | Normalize |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขื่อนรูปแบบที่1 | 1 | 1/4 | 1/4 | 1/6 | 0.064 | 0.064 |
| เขื่อนรูปแบบที่2 | 4 1/3 | 1 | 1.25 | 5/8 | 0.280 | 0.280 |
| เขื่อนรูปแบบที่3 | 4 | 5/7 | 1 | 3/8 | 0.207 | 0.207 |
| เขื่อนรูปแบบที่4 | 6 | 1.35 | 3 | 1 | 0.449 | 0.449 |

จากตารางที่ 20 การประเมินน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้ปัจจัยด้านอายุการใช้งานพบว่า เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4 เป็นทางเลือกที่ได้รับความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.449 รองลงมาคือ เขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2 Normalized Priority เท่ากับ 0.280 ถัดมาเป็นเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3 Normalized Priority เท่ากับ 0.207 และเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1 เป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่า Normalized Priority เท่ากับ 0.064

*4.2 การวิเคราะห์สังเคราะห์ลำดับความสำคัญรวม (Composite Priorities) ของทางเลือกรูปแบบเขื่อนป้องกันน้ำท่วม*

ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) หลังจากได้ค่าความสำคัญจำเพาะของแต่ละทางเลือกภายใต้ปัจจัยย่อย (Local Priority) และน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักแต่ละกลุ่ม (Criteria Weights) แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาสังเคราะห์ร่วมกัน เพื่อคำนวณหาค่าความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือก ซึ่งเรียกว่า Composite Priorities หรือ Global Priorities ดังแสดงไว้ในตารางที่ 21

**ตารางที่ 21** การวิเคราะห์สังเคราะห์ลำดับความสำคัญรวม (Composite Priorities)

| ทางเลือก | เกณฑ์หลัก | ด้านชลศาสตร์ | | | | ด้านธรณีวิทยา | | | ด้านเทคนิค | | | ด้านเศรษฐกิจ | | | ค่าน้ำหนักรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.491 | | | | 0.239 | | | 0.168 | | | 0.103 | | | |
| | เกณฑ์ย่อย | ระดับน้ำในแม่น้ำ | ความกว้างของแม่น้ำ | ความลาดของท้องน้ำ | คลื่นจากการเดินเรือ | ประเภทของดินและการวางตัวของชั้นดิน | ความลาดชันและความสูงของลาด | การทรุดตัวของแผ่นดิน | ประสิทธิภาพในการใช้งาน | ความรวดเร็วในการก่อสร้าง | ความยุ่งยากในการก่อสร้าง | มูลค่างานก่อสร้าง | อายุการใช้งาน | ค่าซ่อมบำรุง | Σ |
| | | 0.573 | 0.066 | 0.152 | 0.210 | 0.260 | 0.131 | 0.609 | 0.607 | 0.305 | 0.088 | 0.246 | 0.639 | 0.116 | 4.000 |
| เขื่อนรูปแบบที่ 1 | Score by criterion | 0.118 | 0.195 | 0.070 | 0.070 | 0.071 | 0.160 | 0.067 | 0.055 | 0.240 | 0.147 | 0.137 | 0.064 | 0.064 | 1.459 |
| | Overall Priority | 0.033 | 0.006 | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.010 | 0.006 | 0.012 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.001 | 0.099 |
| เขื่อนรูปแบบที่ 2 | Score by criterion | 0.259 | 0.329 | 0.305 | 0.250 | 0.249 | 0.306 | 0.275 | 0.244 | 0.113 | 0.333 | 0.328 | 0.304 | 0.280 | 3.575 |
| | Overall Priority | 0.073 | 0.011 | 0.023 | 0.026 | 0.015 | 0.010 | 0.040 | 0.025 | 0.006 | 0.005 | 0.008 | 0.020 | 0.003 | 0.264 |
| เขื่อนรูปแบบที่ 3 | Score by criterion | 0.073 | 0.356 | 0.124 | 0.140 | 0.127 | 0.089 | 0.109 | 0.130 | 0.558 | 0.207 | 0.181 | 0.136 | 0.136 | 2.366 |
| | Overall Priority | 0.021 | 0.011 | 0.009 | 0.014 | 0.008 | 0.003 | 0.016 | 0.013 | 0.029 | 0.003 | 0.005 | 0.009 | 0.002 | 0.142 |
| เขื่อนรูปแบบที่ 4 | Score by criterion | 0.550 | 0.120 | 0.501 | 0.540 | 0.553 | 0.445 | 0.549 | 0.571 | 0.088 | 0.313 | 0.354 | 0.495 | 0.495 | 5.574 |
| | Overall Priority | 0.155 | 0.004 | 0.037 | 0.056 | 0.034 | 0.014 | 0.080 | 0.058 | 0.005 | 0.005 | 0.009 | 0.032 | 0.006 | 0.494 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |

## 5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้ใช้ในการพิจารณาออกแบบ และเลือกรูปแบบแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) พบว่าปัจจัยในแต่ละด้านที่มีความสำคัญต่อการเลือกรูปแบบแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วม สามารถจัดเรียงความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยได้ดังนี้:

5.1 ปัจจัยด้านชลศาสตร์ (Weight = 0.491)

- ปัจจัยย่อยที่มีความสำคัญสูงสุด ได้แก่ ระดับน้ำในแม่น้ำ (0.573) รองลงมาคือคลื่นจากการเดินเรือ (0.210) ลำดับถัดมาเป็นความลาดของท้องน้ำ (0.152) และสุดท้ายความกว้างของแม่น้ำ (0.066)

5.2 ปัจจัยด้านธรณีวิทยา (Weight = 0.239) ปัจจัยย่อยที่มีความสำคัญสูงสุด ได้แก่ การทรุดตัวของแผ่นดิน (0.609) รองลงมาคือประเภทของดินและการวางตัวของดิน (0.260) และอันดับสุดท้ายคือความลาดชัน และความสูงของลาดตลิ่ง (0.131)

5.3 ปัจจัยด้านเทคนิค (Weight = 0.168) ปัจจัยย่อยที่มีความสำคัญสูงสุด ได้แก่ ประสิทธิภาพในการใช้งาน (0.607) ถัดมาคือความรวดเร็วในการก่อสร้าง (0.305) และความยุ่งยากในการก่อสร้าง (0.088) เป็นลำดับสุดท้าย

5.4 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (Weight = 0.103) ปัจจัยย่อยที่มีความสำคัญสูงสุด ได้แก่ อายุการใช้งาน (0.639) ต่อมาคือมูลค่างานก่อสร้าง (0.246) และค่าซ่อมบำรุง (0.116) เป็นลำดับสุดท้าย

5.5 ลำดับความเหมาะสมของทางเลือกในการเลือกรูปแบบแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมจากการสังเคราะห์ค่าน้ำหนักรวม (Composite Priority) ของแต่ละทางเลือก โดยพิจารณาทุกปัจจัยร่วมกันพบว่าทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่:

**แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 4** ได้คะแนนรวมสูงสุด (0.494) เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำท่วม และป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำไหลแรงโดยเฉพาะช่วงน้ำหลาก เป็นรูปแบบเขื่อนที่ลดการกัดเซาะดินบริเวณตลิ่งและฐานเขื่อน มีความแข็งแรงของโครงสร้างลดแรงดันน้ำที่กระทำต่อโครงสร้างโอกาสพังทลายจึงมีน้อย

**แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 2** ได้คะแนนรวมเป็นอันดับสอง (0.264) เป็นการใช้เข็มพืด (Concert Sheet Pile) เป็นเป็นส่วนประกอบโครงสร้างแนวป้องกันน้ำท่วมและเทคอนกรีตกันซึม สามารถป้องกันการซึมผ่านน้ำได้ดีลดการรั่วซึมใต้ดินป้องกันการกัดเซาะ และพังทลายของตลิ่งริมน้ำ แต่อาจได้รับผลกระทบหากเจอคลื่นที่มีความแรงกระทบทำให้เกิดรอยแตกร้าวจากแรงดันน้ำและแรงดันดิน

**แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 3** ได้คะแนนรวมเป็นอันดับสาม (0.142) เป็นแนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมประเภทเขื่อนเรียงหินเสริมด้วยการเทคอนกรีตกันซึม และมีSteel Sheet Pile กดเป็นแนวชั้นนอก ป้องกันการกัดเซาะของแม่น้ำ ให้ความแข็งแรง ทนทานเข้ากับธรรมชาติ แต่ต้นทุนในการใช้Steel Sheet Pile ค่อนข้างสูงอาจเกิดการสึกกร่อนของเหล็กได้ในอนาคต

**แนวเขื่อนป้องกันน้ำท่วมรูปแบบที่ 1** ได้คะแนนรวมต่ำสุด (0.099) แม้จะมีโครงสร้างแข็งแรง แต่ในระยะยาวอาจเกิดรอยแตกร้าวของคอนกรีตโดยเฉพาะบริเวณที่ได้รับการกระทบจากคลื่นเรือด่วนโดยสารเป็นประจำ ในส่วนของแผงกันดินอาจเกิดการรั่วซึม

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ สัตยาประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้แนวทาง และให้คำปรึกษาตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ แก้ไขข้อบกพร่อง

ของงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ และถูกต้อง ผู้ศึกษางานวิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ วิศวกรบริษัทปาล์มคอน จำกัด ที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับความรู้ที่ใช้ในการวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ตลอดจนเพื่อนร่วมงาน ที่คอยช่วยเหลือและให้การสนับสนุนเสมอมา จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

[1] คณะวิศวกรรมวิชาชีพ. (2549). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเขื่อนป้องกันตลิ่ง. กรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย

[2] เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร และศักดิ์สิน ทองสุขมาก. (2553). การเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัยริมคลองบางกอกน้อย กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] ปิยะพล สงวนศรี และชูโชค อายุพงศ์. (2565). การประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ในการคัดเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ: กรณีศึกษาบ้านไร่ดง. วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[4] วิชาญ ภู่พัฒน์. (2528). ระบบป้องกันน้ำท่วมจังหวัดสมุทรปราการและการออกแบบเขื่อน คสล. ตามแนวชายฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา. วารสารวิศวกรรมโยธา และการก่อสร้าง, ปีที่2, 135-156.

[5] ศิริรัตน์ สังขรักษ์, พัชชาพันธ์ รัตนพันธ์, อาทิตย์ เพ็ชร์รักษ์, สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ. (2563). ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อทรัพยากรน้ำ และการจัดการ. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 1).