# การพัฒนารูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นเพื่อลดทอนคลื่นและอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง

# Development of wave breaker layouts to reduce wave and coastal erosion

**ติณห์ ไทยกลาง ชวนากร ปุญญสิทธิกร**
**อาภาศรี ชุ่มชื่น[1] นิคม อ่อนสี [2]**

*[1] โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง 92000*
*[2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง เลขที่ 179,หมู่ที่ 3,ตำบลไม้ฝาด,อำเภอสิเกา,จังหวัดตรัง, 92150*
**E-mail: 06342@pcshstrg.ac.th*

## บทคัดย่อ

การกัดเซาะชายฝั่งทะเลเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทวีความรุนแรงและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ทรัพยากรชายฝั่ง และการใช้ประโยชน์พื้นที่ริมทะเลในหลายพื้นที่ การใช้ตัวกั้นคลื่นนับเป็นหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความนิยมในการลดพลังงานคลื่นก่อนกระทบชายฝั่ง อย่างไรก็ตาม รูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดทอนคลื่นและการป้องกันการกัดเซาะแตกต่างกันไป คณะผู้จัดทำจึงได้ศึกษาการจัดวางตัวกั้นคลื่นแบบ Xbloc ขนาด 6×6×2 เซนติเมตร ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดทอนคลื่นและลดการกัดเซาะชายฝั่ง โดยศึกษาจากการจัดวาง 5 รูปแบบ ได้แก่ แบบโค้งครึ่งวงกลม แบบสลับฟันปลา แบบเว้นช่องว่าง แบบเส้นตรง และแบบตัววี ในอ่างจำลองคลื่น โดยศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน การลดทอนคลื่น และอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง ผลการศึกษาพบว่า แบบสลับฟันปลามีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนสูงสุด (0.75) ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านต่ำสุด (0.25) ลดทอนคลื่นได้มากที่สุด (74.78%) และมีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งต่ำสุด (0.19±0.05 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) ขณะที่แบบเว้นช่องว่างมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนต่ำสุด (0.49) ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านสูงสุด (0.51) ลดทอนคลื่นได้น้อยที่สุด (49.17%) และมีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งสูงสุด (0.37±0.05 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน การลดทอนคลื่น และอัตราการกัดเซาะชายฝั่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** เขื่อนกั้นคลื่น, การกัดเซาะชายฝั่ง, สัมประสิทธิ์การ ส่งผ่าน, สัมประสิทธิ์การสะท้อน

## 1. บทนำ

การกัดเซาะชายฝั่งทะเลเป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทวีความรุนแรงขึ้นทั่วโลก โดยเฉพาะในภูมิภาคที่มีพื้นที่ชายฝั่งกว้างใหญ่และมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น ปัญหาดังกล่าวไม่เพียงส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของพื้นที่ดินชายฝั่งและความปลอดภัยของชุมชน หากยังสร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว การประมงพื้นบ้าน ตลอดจนระบบนิเวศที่มีความเปราะบาง งานวิจัยจำนวนมากชี้ว่าปัจจัยสำคัญที่เร่งให้การกัดเซาะรุนแรงขึ้น ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างชายฝั่งและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ใกล้เคียง การกัดเซาะชายฝั่งจึงเป็นโจทย์สำคัญที่ต้องได้รับการพัฒนาแนวทางป้องกันที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่

ในเชิงวิศวกรรมชายฝั่ง การใช้ตัวกั้นคลื่นเป็นหนึ่งในมาตรการที่ได้รับความนิยมในการลดพลังงานคลื่นก่อนกระทบชายฝั่ง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของตัวกั้นคลื่นไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปทรงของโครงสร้างเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดวาง ซึ่งส่งผลต่อการสะท้อนคลื่น การส่งผ่านคลื่น การกระจายพลังงานคลื่น และการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณชายฝั่ง แม้ว่าตัวกั้นคลื่นแบบ Xbloc จะได้รับการยอมรับในระดับสากลว่ามีประสิทธิภาพในการลดพลังงานคลื่น แต่ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อยเกี่ยวกับผลของรูปแบบการจัดวาง Xbloc ที่แตกต่างกันต่อ

ประสิทธิภาพในการลดการกัดเซาะชายฝั่ง โดยเฉพาะภายใต้สภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับบริบทของประเทศไทย

ด้วยเหตุนี้ โครงงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นแบบ Xbloc โดยใช้แบบจำลองทางกายภาพในอ่างจำลองคลื่น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดวางในรูปแบบต่าง ๆ ต่อค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน การลดทอนคลื่น และอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง ผลการศึกษาที่ได้จะช่วยระบุรูปแบบการจัดวางที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นข้อมูลสนับสนุนการออกแบบมาตรการป้องกันชายฝั่งที่เหมาะสม ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถประยุกต์ใช้กับพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. วิธีดำเนินการ

### 2.1 ลงพื้นที่สำรวจปัญหา

การดำเนินการศึกษาเริ่มต้นจากการลงพื้นที่จริง ณ หาดมดตะนอย อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เพื่อสำรวจสภาพปัญหาการลดลงของพื้นที่ชายฝั่ง และสอบถามข้อมูลจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวหาดมดตะนอยในพื้นที่ เพื่อรับทราบลักษณะปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง รวมถึงความต้องการและข้อจำกัดที่ชุมชนประสบอยู่จริง หลังจากนั้นคณะผู้จัดทำได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการลงพื้นที่มาวิเคราะห์ โดยจัดกลุ่มประเด็นปัญหาและพิจารณาความเชื่อมโยงของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการสูญเสียพื้นที่ชายฝั่ง ก่อนกำหนดแนวทางการศึกษาให้มุ่งเน้นไปที่ปัญหาพลังงานคลื่นและอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถออกแบบมาตรการป้องกันเชิงวิศวกรรมได้ จากนั้นได้ดำเนินการสืบค้นข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับรูปแบบการจัดวางโครงสร้างกันคลื่นที่สามารถช่วยลดทอนพลังงานคลื่นและลดการกัดเซาะชายฝั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งศึกษาหลักการสร้างแบบจำลองทางกายภาพชายฝั่ง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและทดสอบรูปแบบการจัดวางที่เหมาะสมต่อไป

### 2.2 ออกแบบรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่น

ออกแบบรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นทั้งหมด 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบเส้นตรง 2) แบบสลับฟันปลา 3) แบบเว้นช่องว่าง 4) แบบตัววี และ 5) แบบโค้งครึ่งวงกลม โดยใช้โปรแกรม SketchUp จากนั้นนำแบบร่างไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ รับฟังข้อเสนอแนะ และปรับปรุงรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

### 2.3 การสร้างตัวกั้นคลื่นแบบ Xbloc

2.3.1 ออกแบบ Xbloc ขนาด 6 × 6 × 2 เซนติเมตร โดยใช้โปรแกรม Tinkercad และนำแบบไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printing) เพื่อใช้เป็นแม่แบบ

2.3.2 ผสมวัสดุสำหรับสร้าง Xbloc แบบจำลอง ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ ทรายละเอียด กรวด และน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 1.5 : 1.5 : 0.5 ตามลำดับ

2.3.3 ผสมวัสดุทั้งหมดให้เข้ากันจนมีความสม่ำเสมอ จากนั้นเทลงในแม่พิมพ์ซิลิโคนที่เตรียมไว้ รอจนวัสดุเซตตัวและแข็งแรงเพียงพอ ก่อนถอดออกจากแม่พิมพ์เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

### 2.4 การเตรียมแบบจำลองทางกายภาพของชายฝั่ง

2.4.1 ใช้อ่างจำลองคลื่น (Wave Basin) ซึ่งเป็นตู้อะคริลิกรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 0.45 เมตร ยาว 1.50 เมตร และสูง 0.45 เมตร ภายในอ่างติดตั้งแนวหินก่อสร้างบริเวณต้นอ่างและท้ายอ่างในลักษณะลาดเอียง เพื่อช่วยสลายพลังงานคลื่นและลดการสะท้อนกลับ ทำให้คลื่นภายในอ่างมีเสถียรภาพมากขึ้น

2.4.2 สร้างคลื่นแบบสม่ำเสมอ (Regular Wave) ด้วยเครื่องกำเนิดคลื่น (Wave Generator) ชนิดปลายยืดหมุน (Hinge Connection) ซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์และแผ่นเหล็ก เมื่อมอเตอร์ทำงานจะทำให้แผ่นเหล็กเคลื่อนที่ไป-กลับ ส่งผลให้น้ำเกิดการสั่นและสร้างคลื่น โดยสามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อควบคุมคุณสมบัติของคลื่นได้ คลื่นที่ใช้ในการทดลองมีความยาวคลื่น 9.57 ± 0.31 เซนติเมตร และมีความถี่ 7.49 ± 0.06 เฮิรตซ์

2.4.3 เติมน้ำลงในอ่างจำลองและกำหนดเส้นระดับน้ำอ้างอิงบนกระจกด้านข้าง จากนั้นติดตั้งสายวัดความยาวเพื่อใช้เป็นสเกลสำหรับการวิเคราะห์ภาพด้วยโปรแกรม Tracker

2.4.4 สร้างคลื่นและบันทึกวิดีโอการเคลื่อนที่ของคลื่นจากมุมมองด้านข้างของอ่าง เป็นเวลา 2 นาทีต่อการทดลอง

2.4.5 นำวิดีโอเข้าสู่โปรแกรม Tracker เพื่อวัดความสูงของคลื่นก่อนและหลังผ่านตัวกั้นคลื่น ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งต่อหนึ่งรูปแบบการจัดวาง และดำเนินการในลักษณะเดียวกันจนครบทุกรูปแบบ

### 2.5 การบันทึกระยะการกัดเซาะของชายหาดจำลอง

2.5.1 กำหนดตำแหน่งวัดการเปลี่ยนแปลงแนวชายหาดจำลอง โดยใช้หลอดปักเป็นจุดอ้างอิงจำนวน 10 ตำแหน่ง วางเรียงด้วยระยะห่างเท่ากันตลอดแนวชายหาดจำลอง

2.5.2 สร้างคลื่นด้วยเครื่องกำเนิดคลื่น และปล่อยให้คลื่นกระทำต่อชายหาดจำลองอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.5.3 วัดระยะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาดจากตำแหน่งอ้างอิงเดิม โดยบันทึกระยะการรุกถอยของแนวชายหาดในแต่ละตำแหน่ง จากนั้นดำเนินการทดลองในลักษณะเดียวกันสำหรับรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นทุกแบบ

### 2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

2.6.1 วิเคราะห์ความสูงคลื่นโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.6.2 คำนวณสัมประสิทธิ์การสะท้อน (Reflection Coefficient) จากสมการ $K_R = H_r / H_i$

2.6.3 คำนวณสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (Transmission Coefficient) จากสมการ $K_T = H_t / H_i$

2.6.4 คำนวณร้อยละการลดทอนคลื่น จากสมการR(%) = $((H_i - H_t) / H_i) \times 100$

2.6.5 วิเคราะห์ความแตกต่างของประสิทธิภาพการลดทอนคลื่นของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นด้วยสถิติ One-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.6.6 คำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง (Shoreline Change Rate; SCR) ซึ่งใช้ประเมินอัตราการกัดเซาะ (Erosion Rate) หรือการสะสมตัว (Accretion Rate) โดยใช้สมการ $SCR = \Delta D / \Delta T$ โดยที่

$\Delta D$ = ระยะทางที่แนวชายฝั่งเปลี่ยนแปลง

$\Delta T$ = ระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลง

## 3. ผลการทดลอง

### 3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนและค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านคลื่นที่ผ่านตัวกั้นคลื่นในรูปแบบต่าง ๆ

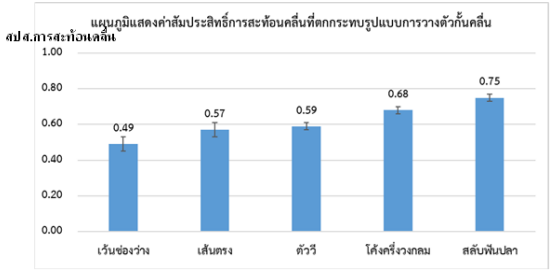
เมื่อศึกษาความสูงคลื่นก่อนและหลังผ่านตัวกั้นคลื่นของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นแต่ละรูปแบบ พร้อมทั้งคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนและค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านคลื่น ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความสูงคลื่นก่อนและหลังผ่านตัวกั้นคลื่นในรูปแบบต่าง ๆ

| รูปแบบ | ความสูงของคลื่น (mm) | | สัมประสิทธิ์ | สัมประสิทธิ์ |
|---|---|---|---|---|
| | ก่อนผ่านตัวกั้น | หลังผ่านตัวกั้น | การสะท้อนคลื่น | การส่งผ่านคลื่น |
| เว้นช่องว่าง | 7.51±0.33 | 2.82±0.17 | 0.49±0.04$^{a}$ | 0.51±0.04$^{f}$ |
| เส้นตรง | 9.02±0.27 | 3.86±0.08 | 0.57±0.04$^{b}$ | 0.43±0.04$^{g}$ |
| ตัววี | 11.56±0.3 | 4.73±0.14 | 0.59±0.02$^{c}$ | 0.41±0.02$^{h}$ |
| โค้งครึ่งวงกลม | 9.52±0.35 | 3.07±0.08 | 0.68±0.02$^{d}$ | 0.32±0.02$^{i}$ |
| สลับฟันปลา | 11.08±0.41 | 2.79±0.17 | 0.75±0.02$^{e}$ | 0.25±0.02$^{j}$ |

ผลการทดลองพบว่า รูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นที่แตกต่างกันส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนและค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านคลื่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของคลื่นที่ตกกระทบตัวกั้นคลื่นแต่ละรูปแบบ แสดงดังแผนภูมิที่ 1

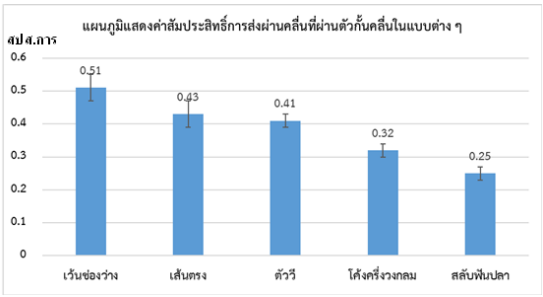
แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของคลื่นที่ตกกระทบตัวกั้นคลื่นในรูปแบบต่าง ๆ




จากผลการทดลองพบว่า ตัวกั้นคลื่นแบบสลับฟันปลามีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนสูงสุด เท่ากับ 0.75 รองลงมา ได้แก่ แบบโค้งครึ่งวงกลม แบบตัววี แบบเส้นตรง และแบบเว้นช่องว่าง ซึ่งมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.49

เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านคลื่นของตัวกั้นคลื่นแต่ละรูปแบบ ผลการทดลองแสดงดังแผนภูมิที่ 2

แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านคลื่นของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นต่าง ๆ




ผลการทดลองพบว่า ตัวกั้นคลื่นแบบเว้นช่องว่างมีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านสูงสุด เท่ากับ 0.51 รองลงมา ได้แก่ แบบเส้นตรง แบบตัววี แบบโค้งครึ่งวงกลม และแบบสลับฟันปลา ซึ่งมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.25

### 3.2 การศึกษาการลดทอนคลื่นของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นต่าง ๆ

ผลการศึกษาการลดทอนคลื่นของตัวกั้นคลื่นแต่ละรูปแบบแสดงดังตารางที่ 2

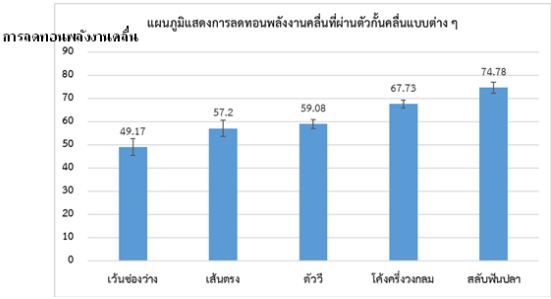
ตารางที่ 2 การลดทอนพลังงานคลื่นเมื่อผ่านตัวกั้นคลื่นในรูปแบบต่าง ๆ

| รูปแบบ | การลดทอนคลื่น (%) |
|---|---|
| เว้นช่องว่าง | 49.17±3.66$^{a}$ |
| เส้นตรง | 57.20±3.50$^{b}$ |
| ตัววี | 59.08±2.01$^{c}$ |
| โค้งครึ่งวงกลม | 67.73±1.76$^{d}$ |
| สลับฟันปลา | 74.78±2.39$^{e}$ |

ผลการทดลองพบว่า การจัดวางตัวกั้นคลื่นแบบสลับฟันปลาสามารถลดทอนคลื่นได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74.78

รองลงมา ได้แก่ แบบโค้งครึ่งวงกลม แบบตัววี แบบเส้นตรง และแบบเว้นช่องว่าง ซึ่งลดทอนคลื่นได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49.17

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นที่แตกต่างกันส่งผลต่อการลดทอนพลังงานคลื่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3 แผนภูมิที่ 3 แสดงการลดทอนพลังงานคลื่นของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นต่าง ๆ




**3.3 การศึกษาอัตราการกัดเซาะชายฝั่งของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นต่าง ๆ**

ตารางที่ 3 อัตราการกัดเซาะชายฝั่งของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นต่าง ๆ

| รูปแบบ | อัตราการกัดเซาะชายฝั่ง (mm/h) |
|---|---|
| เว้นช่องว่าง | $0.37 \pm 0.05^{a}$ |
| เส้นตรง | $0.30 \pm 0.03^{b}$ |
| ตัววี | $0.29 \pm 0.03^{c}$ |
| โค้งครึ่งวงกลม | $0.28 \pm 0.03^{d}$ |
| สลับฟันปลา | $0.19 \pm 0.05^{e}$ |

ผลการทดลองพบว่า การจัดวางตัวกั้นคลื่นแบบสลับฟันปลามีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งต่ำที่สุด เท่ากับ 0.19 ± 0.05 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ขณะที่แบบเว้นช่องว่างมีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งสูงที่สุด เท่ากับ 0.37 ± 0.05 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ One-way ANOVA พบว่า รูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นมีผลต่ออัตราการกัดเซาะชายฝั่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 4. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นแบบ Xbloc ขนาด 6 × 6 × 2 เซนติเมตร จำนวน 5 รูปแบบ ได้แก่ แบบโค้งครึ่งวงกลม แบบสลับฟันปลา แบบเว้นช่องว่าง แบบเส้นตรง และแบบตัววี ในการลดทอนคลื่นและลดอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง โดยใช้แบบจำลองทางกายภาพในอ่างจำลองคลื่น

ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน การลดทอนคลื่น และอัตราการกัดเซาะชายฝั่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแบบสลับฟันปลาให้ประสิทธิภาพดีที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนสูงสุด (0.75) ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านต่ำสุด (0.25) สามารถลดทอนคลื่นได้มากที่สุด (74.78%) และมีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งต่ำที่สุด (0.19 ± 0.05 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) ในขณะที่แบบเว้นช่องว่างมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนต่ำสุด (0.49) ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านสูงสุด (0.51) ลดทอนคลื่นได้น้อยที่สุด (49.17%) และมีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งสูงที่สุด (0.37 ± 0.05 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า การจัดวางแบบสลับฟันปลาช่วยให้คลื่นเกิดการสะท้อน การหักเห และการแตกตัวหลายทิศทาง ทำให้เกิดความปั่นป่วนของการไหล (turbulence) ภายในและรอบแนวตัวกั้นคลื่น ส่งผลให้พลังงานคลื่นสูญเสียมากขึ้นก่อนเคลื่อนเข้าสู่ชายฝั่ง จึงลดแรงเฉือนที่กระทำต่อผิวตะกอนและลดการพัดพาตะกอนออกจากชายฝั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การลดลงของพลังงานคลื่นยังเอื้อต่อการสะสมตัวของตะกอนด้านหลังแนวตัวกั้นคลื่น ซึ่งช่วยชะลอการกัดเซาะและส่งเสริมเสถียรภาพของชายฝั่ง

ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ Borna Nasri et al. ที่รายงานว่าการจัดวางตัวกั้นคลื่นในลักษณะที่ช่วยกระจายพลังงานคลื่นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการลดทอนคลื่นได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seyed Mohammadreza Tabatabaee Fard et al. (2025) ซึ่งพบว่าการจัดวางตัวกั้นคลื่นแบบสลับฟันปลาหรือหลายแถวสามารถลดค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านและลดพลังงานคลื่นได้ดีกว่าการจัดวางแบบเส้นตรงหรือแบบตัววี รวมทั้งส่งเสริมการสะสมตัวของตะกอนบริเวณด้านหลังแนวตัวกั้นคลื่น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิเชียร พุทธิศรี (2023) ที่เสนอว่าการลดพลังงานคลื่นเป็นปัจจัยสำคัญในการฟื้นฟูชายหาดและลดการกัดเซาะชายฝั่ง

โดยสรุป การจัดวางตัวกั้นคลื่นแบบสลับฟันปลาเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดทอนคลื่นและลดอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง จึงมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบมาตรการป้องกันชายฝั่งที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมชายฝั่ง และเหมาะสมต่อการฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

## ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษารูปแบบการจัดวางตัวกั้นคลื่นเพิ่มเติมภายใต้สภาพคลื่น ความลาดชันของชายฝั่ง และชนิดของตะกอนที่

แตกต่างกัน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแต่ละรูปแบบใน สภาพแวดล้อมที่หลากหลาย รวมทั้งควรขยายการทดลองในระดับภาคสนาม เพื่อยืนยันผลการศึกษาก่อนนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งจริง

## กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับการช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จากสาขาฟิสิกส์และดาราศาสษร์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง

## เอกสารอ้างอิง

วิเชียร พุทธิศรี. (2566). *นวัตกรรมเสาไม้เทียมจากพลาสติกเหลือใช้เพื่อสร้างแนวรั้วกันคลื่นชายหาด*. วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวินิจฉัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Ghafari, H. R. (2025). *Applied Ocean Research*, **165**, 104855. https://doi.org/10.1016/j. apor.2025.104855

Halvorson, B., & Huang, Z. (2024). *Study of effects of perforation layouts on wave energy dissipation caused by a submerged perforated breakwater in front of a vertical seawall*. Ocean Engineering.

Lin, W., et al. (2025). *Wave amplitude envelopes with the optimized layout for the design objective Hm.* Ocean Engineering, **341**, 122586.

Wang, X., et al. (2024). *A brief review*. American Journal of Modern Energy, **10**(3), 42–52.

Lin, W., et al. (2025). *Breakwater layout optimization for the development of offshore artificial shelters*. Faculty of Engineering and Information, Australia.