

การกำหนดระยะถอยร่นชายฝั่งทะเลเพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล Determination of Coastal Setback for Sea Level Rise Adaptation

ขวัญชนก คุณกิตติ (Khwanchanok Kunkitti)^{1*} สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง (Sompratana Ritphring)**

(Received: July 11, 2022; Revised: November 20, 2022; Accepted: November 22, 2022)

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดระยะถอยร่นชายฝั่งทะเลของประเทศไทย เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในปี ค.ศ. 2100 พื้นที่ศึกษาประกอบด้วย หาดแม่รำพึง หาดชลาทัศน์ และหาดกะรน ซึ่งระยะถอยร่นชายฝั่งทะเลกำหนดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้นและระยะยาวรวมกับการกัดเซาะจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ผลการวิจัยพบว่าระยะถอยร่นในกรณี RCP 8.5 ของหาดแม่รำพึงคือ 1.26 ถึง 3.02 เมตร หาดชลาทัศน์คือ 42.27 ถึง 44.77 เมตร และหาดกะรนคือ 277.95 ถึง 280.98 เมตร จากการประเมินมูลค่าชายหาดและวิเคราะห์ B/C Ratio พบว่าหาดแม่รำพึงและหาดชลาทัศน์มีความคุ้มค่าที่ RCP 2.6 เพราะ B/C Ratio เท่ากับ 2.06 และ 1.08 ตามลำดับ ส่วนหาดกะรนไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์เนื่องจากบริเวณนี้มีสิ่งปลูกสร้างถาวรจำนวนมาก ดังนั้นค่าชดเชยสำหรับดำเนิน ระยะถอยร่นจึงสูง ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ที่มีการพัฒนามากแล้วจะยากต่อการกำหนดระยะถอยร่นในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ตามระยะถอยร่นสามารถลดผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างได้ หากมีการวางผังเมืองร่วมกับใช้ระยะถอยร่นชายฝั่งควบคู่กันเพื่อควบคุมหรือจำกัดการพัฒนาที่ประชิดชายฝั่ง โดยผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินระยะถอยร่นของชายฝั่งทะเล ซึ่งเป็นหนึ่งในมาตรการจัดการพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยในอนาคต

ABSTRACT

This study aims to determine the coastal setback of Thailand for shoreline change in 2100 B.E. Research areas, comprising Mae Ramphueng Beach, Chalatat Beach, and Karon Beach. Coastal setback determine by examining the processes of short-term and long-term shoreline change, together with erosion from sea level rise. The results identified that the setback in RCP 8.5 of Mae Ramphueng Beach is 1.26 to 3.02 m., Chalatat Beach is 42.27 to 44.77 m., and Karon Beach is 277.95 to 280.98 m. The estimation of beach value and B/C ratio evaluation identified that Mae Ramphueng and Chalatat beaches are worth the investment setbacks at RCP 2.6 because the B/C Ratio is 2.06 and 1.08, respectively. Karon Beach is not worth in terms of economics because of this area has an abundance of permanent buildings. Thus, the compensation cost for setback will be high. It can conclude that highly developed beach area would be challenging to apply the setback practically. However, it can reduce the impact of sea level rise and damage to structures along the coast if we managed together the town planning with setback to regulate or limit the development enclose to the coast. It can apply the results as a guideline for determining coastal setbacks, which is one measure for managing coastal areas of Thailand in the future.

คำสำคัญ: ระยะถอยร่นชายฝั่งทะเล การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล แบบจำลองบรูน

Keywords: Coastal setback, Sea level rise, Bruun's model

¹Corresponding author: khwanchanok.kun@ku.th

*นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

ปัญหาการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทยที่ยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้นมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การกัดเซาะจากพายุ และกิจกรรมมนุษย์ที่เข้าครอบครองและใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชายฝั่งในรูปแบบต่างๆ อย่างรวดเร็วจนเกินศักยภาพของพื้นที่ชายฝั่ง ทำให้เกิดการสูญเสียแนวกำแพงธรรมชาติ และพื้นที่ชายฝั่งทะเลหรือชายหาด ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องใช้มาตรการในการป้องกันชายฝั่ง โดยหลักแล้วมี 2 วิธี ได้แก่ การป้องกันชายฝั่งแบบใช้โครงสร้างโครงสร้าง (Structural measures) ได้แก่ กำแพงกันคลื่น เขื่อนกันคลื่น และรอดักทราย แบบไม่ใช้โครงสร้าง (Non-structural measures) ได้แก่ ปักเสาไม้ไผ่ตักตะกอน การเติมทรายชายหาด ปลูกป่าชายเลน และระยะถอยร่นชายฝั่งทะเล ซึ่งแบบใช้โครงสร้างนั้นมักก่อให้เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณพื้นที่ข้างเคียง [1] ดังนั้นการป้องกันชายฝั่งแบบไม่ใช้โครงสร้าง จึงถือเป็นหนึ่งในทางเลือกเพื่อแก้ไขปัญหาโดยไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายหาดส่วนถัดไป [1]

การศึกษานี้ได้ศึกษาการกำหนดระยะถอยร่นชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ซึ่งเป็นหนึ่งในมาตรการแบบไม่ใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม โดยระยะถอยร่นนั้นเปรียบเสมือนแนวกันชนระหว่างทะเลกับผืนแผ่นดิน เพราะเป็นการรักษาความสมดุลของกระบวนการชายฝั่งไม่ให้ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์บนพื้นที่ชายฝั่ง รวมทั้งเป็นการลดผลกระทบจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล คลื่นน้ำทะเลสูงจากพายุ ภัยธรรมชาติ และอื่นๆ ที่อาจมีต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่ง

การศึกษาบทบาทของระยะถอยร่นในบริบทของการกัดเซาะชายฝั่งและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [2] โดยพิธิสารว่าด้วย Integrated coastal zone management (ICZM) ของอนุสัญญาบาร์เซโลนา กลุ่มน้ำทะเลเมดิเตอร์เรเนียน บังคับใช้เมื่อวันที่ 24 มีนาคม ค.ศ 2011 บทบัญญัติเกี่ยวกับ ICZM และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมชายฝั่ง การป้องกันและฟื้นฟู พิธิสารระบุให้มีระยะถอยร่น 100 เมตร. เป็นมาตรการที่ตกลงกันเพื่อปกป้องการตั้งถิ่นฐานชายฝั่งทะเลและโครงสร้างพื้นฐานจากผลกระทบเชิงลบของกระบวนการชายฝั่งและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการกำหนดระยะถอยร่นบริเวณชายฝั่ง Dalian ประเทศจีน [3] โดยการใช้ Arc GIS 9 จำลองสภาพชายฝั่ง พิจารณาดัชนี 3 ประเภท ได้แก่ ภัยพิบัติทางชายฝั่ง สภาพภูมิประเทศ และระบบนิเวศวิทยา ผลการศึกษาพบว่า ชายฝั่ง Baisha เป็นหาดทราย มีสิ่งปลูกสร้างห่างจากชายฝั่งประมาณ 100 เมตร ระยะถอยร่นชายฝั่งอยู่ที่ 90 เมตร ในส่วนของชายฝั่ง Huangniwo เป็นหาดทรายกรวด มีสิ่งปลูกสร้างห่างจากชายฝั่งประมาณ 50 เมตร ระยะถอยร่นชายฝั่งอยู่ที่ 90 เมตร ส่วนชายฝั่ง Bedrock เป็นหาดกรวด ไม่มีสิ่งปลูกสร้างโดยรอบ ระยะถอยร่นชายฝั่งอยู่ที่ 75 เมตร และชายฝั่ง Xingshutun เป็นหาดทราย มีสิ่งปลูกสร้างห่างจากชายฝั่งประมาณ 80 เมตร ระยะถอยร่นชายฝั่งอยู่ที่ 75 เมตร

สำหรับประเทศไทยมีการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลสัมพัทธ์ที่มีต่อการกัดเซาะชายฝั่งทะเลของประเทศไทย [4] โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองบรูน (Bruun's model) และแบบจำลองของบรูนอย่างง่าย เพื่อนำไปสู่การกำหนดมาตรการระยะถอยร่นเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลของประเทศไทย โดยกำหนดชายหาดตัวแทนของพื้นที่ศึกษา 27 แห่ง ครอบคลุมทั้งอ่าวไทยและอ่าวอันดามัน ผลการศึกษาพบว่า ระยะถอยร่นอยู่ระหว่าง 11.25 เมตร ถึง 247.50 เมตร ในอีก 50 ปีข้างหน้า และ 22.48 ถึง 495.77 เมตร ใน 100 ปีข้างหน้า

การศึกษาข้างต้นเป็นการศึกษาระยะถอยร่นโดยพิจารณาเพียงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลของประเทศไทยเท่านั้น ซึ่งยังมีปัจจัยอื่นที่ควรนำมาพิจารณาร่วมด้วย ได้แก่ อิทธิพลของพายุ และ อัตราการกัดเซาะที่ผ่านมาของชายฝั่ง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและกำหนดระยะถอยร่นชายฝั่งทะเลประเทศไทย โดยจำแนกตามการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภทที่แตกต่างกัน ได้แก่ ชายฝั่งที่เกิดการทับถม ชายฝั่งที่มีเสถียรภาพ และชายฝั่งที่เกิดการกัดเซาะ โดยจะศึกษาชายฝั่งประเภทหาดทราย และมี

ลักษณะการใช้ประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยว สำหรับพื้นที่ศึกษาคือ หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง เป็นตัวแทนของชายฝั่งที่เกิดการทับถม หาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา เป็นตัวแทนของชายฝั่งที่มีเสถียรภาพ และหาดกะรน จังหวัดภูเก็ต เป็นตัวแทนของชายฝั่งที่เกิดการกัดเซาะ โดยประเมินระยะถอยร่นเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในปี ค.ศ 2100 จาก 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น คือ Wave overwash หรือการไหลข้ามของคลื่นในช่วงที่เกิดพายุ 2) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะยาว คืออัตราการกัดเซาะหรือการทับถมประจำปี โดยประเมินจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอดีตที่ผ่านมา และ 3) การกัดเซาะอันเนื่องมาจากการเพิ่มระดับน้ำขึ้นของระดับน้ำทะเล ผลจากการศึกษานี้จะนำมาซึ่งแนวทางในการจัดการพื้นที่ชายฝั่งทะเล เพื่อเป็นหนึ่งในมาตรการรับมือต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการกัดเซาะชายฝั่งต่อไป

พื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่ใช้

1) พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นหาดทรายและมีลักษณะการใช้ประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยวทั้ง 3 พื้นที่ ได้แก่ หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง หาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา และหาดกะรน จังหวัดภูเก็ต ซึ่งพื้นที่ศึกษามีลักษณะทางกายภาพและสมุทรศาสตร์ชายฝั่งที่แตกต่างกันดังนี้ หาดแม่รำพึงเป็นตัวแทนของหาดบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและเป็นหาดท่องเที่ยวซึ่งเป็นที่ยอมรับของคนในพื้นที่ ตั้งอยู่บริเวณอำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง มีความยาวประมาณ 3.70 กิโลเมตร หาดชลาทัศน์เป็นตัวแทนของหาดบริเวณอ่าวไทยตอนล่างและเป็นหาดท่องเที่ยวซึ่งเป็นที่ยอมรับของคนในพื้นที่ ตั้งอยู่บริเวณอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา มีความยาวประมาณ 4.00 กิโลเมตร ส่วนหาดกะรนเป็นตัวแทนของหาดบริเวณทะเลฝั่งอันดามันและเป็นหาดท่องเที่ยวซึ่งเป็นที่ยอมรับในหมู่นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ ตั้งอยู่บริเวณอำเภอเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต มีความยาวประมาณ 3.30 กิโลเมตร

2) ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้มีภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลคลื่น ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ข้อมูลความลาดชันชายหาดและขนาดคลื่นเฉลี่ยของตะกอน ข้อมูลระดับน้ำทะเล ข้อมูลโรงแรม ข้อมูลอัตราการเข้าพักเฉลี่ยและจำนวนนักท่องเที่ยวรายปี ข้อมูลพายุ แสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1) ภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth และเวลาขณะถ่ายภาพของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 หาด

2.2) ข้อมูลคลื่น

ข้อมูลคลื่นที่ใช้เป็นข้อมูลจาก European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ซึ่งเป็นข้อมูลเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980 ถึงปี ค.ศ. 2010 เป็นข้อมูล 3-hour significant wave ซึ่งมี 12-hour exceeds significant wave height reanalyzed (มีความละเอียด 1-ดีกรีละติจูด-ลองจิจูด) แสดงข้อมูลคลื่นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลคลื่นของพื้นที่ศึกษาช่วงปี ค.ศ. 1980 ถึงปี ค.ศ. 2010

คุณสมบัติของคลื่น	หาดแม่รำพึง	หาดชลาทัศน์	หาดกะรน
Maximum significant wave height, $H_{e,t}$ (m.)	2.770	3.600	3.992
Maximum significant wave period, $T_{e,t}$ (s.)	7.191	12.239	12.716
Mean significant wave height, H_s (m.)	0.453	0.771	0.810
Mean significant wave height, H_s (m.)	4.175	6.851	7.305

2.3) ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่ใช้เป็นข้อมูลจาก 21CMIP5 model เป็นข้อมูล Ensemble-mean regional sea-level rise (มีความละเอียด 1-ดีกรีละติจูด-ลองจิจูด) โดยจำแนกเป็น 4 สถานการณ์สมมติในอนาคต ณ ปลายศตวรรษที่ 21 (ช่วงปี ค.ศ. 2083 ถึงปี ค.ศ. 2100) คือ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในแต่ละสถานการณ์สมมติของพื้นที่ศึกษา

สถานการณ์	หาดแม่รำพึง	หาดชลาทัศน์	หาดกะรน
RCP 2.6	0.348 เมตร	0.362 เมตร	0.397 เมตร
RCP 4.5	0.424 เมตร	0.448 เมตร	0.469 เมตร
RCP 6.0	0.434 เมตร	0.462 เมตร	0.488 เมตร
RCP 8.5	0.582 เมตร	0.608 เมตร	0.615 เมตร

2.4) ข้อมูลความลาดชันชายหาดและขนาดตะกอน

ข้อมูลความลาดชันชายหาดได้จากการสำรวจภาคสนาม ซึ่งวัดด้วยเครื่องวัดความลาดเอียง ค่ากลางของขนาดตะกอนได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีร่อนผ่านตะแกรง (Sieve analysis) โดยหาดแม่รำพึงมีจุดสำรวจ 21 จุด ได้ค่าความลาดชันชายหาดอยู่ระหว่าง 4.29 ถึง 10.22 องศา และค่าขนาดเฉลี่ยของตะกอนทราย (D_{50}) เท่ากับ 0.21 ถึง 0.73 มิลลิเมตร สำหรับหาดชลาทัศน์มีจุดสำรวจ 14 จุด ได้ค่าความลาดชันชายหาดอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 14.50 องศา และค่าขนาดเฉลี่ยของตะกอนทรายเท่ากับ 0.27 มิลลิเมตร และหาดกะรนมีจุดสำรวจ 5 จุด ได้ค่าความลาดชันชายหาดอยู่ระหว่าง 5.90 ถึง 8.50 องศา และค่าขนาดเฉลี่ยของตะกอนทรายเท่ากับ 0.23 ถึง 0.25 มิลลิเมตร

2.5) ข้อมูลระดับน้ำทะเล

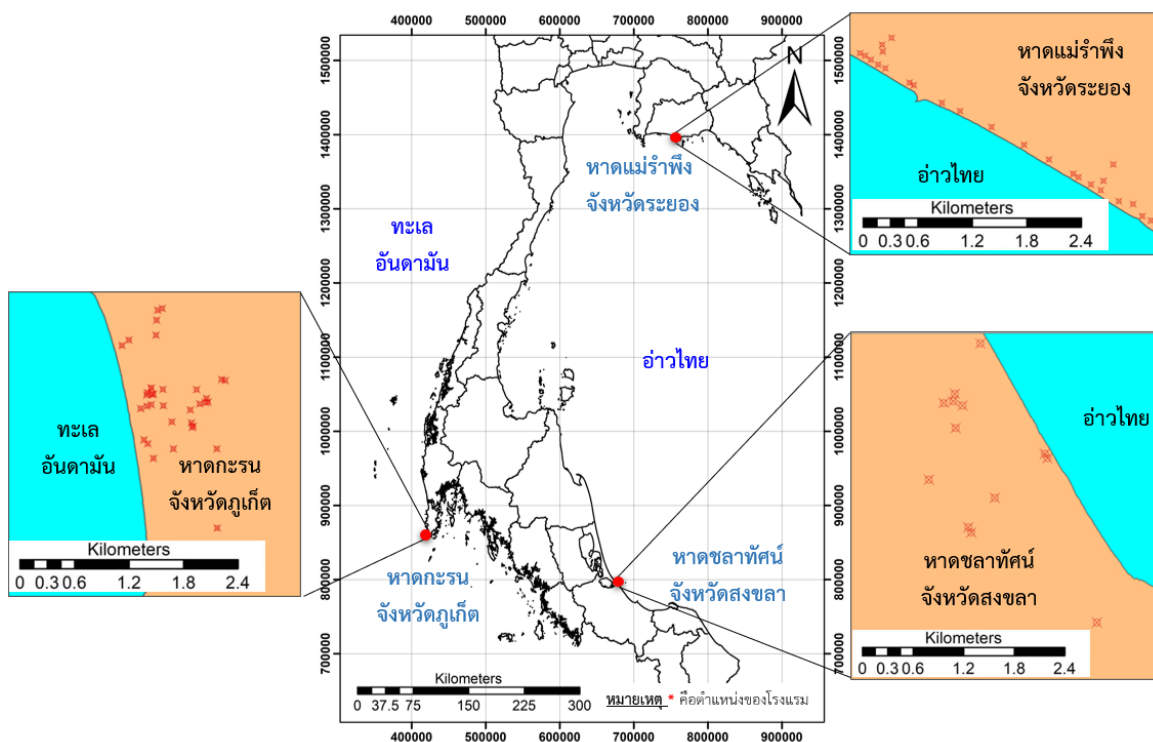
ข้อมูลระดับน้ำทะเลสืบค้นจากการนำข้อมูลวันที่และเวลาจากภาพถ่ายเทียบกับข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของกรมเจ้าท่า เพื่อใช้ในการปรับแก้ระดับน้ำทะเลของพื้นที่ศึกษา โดยหาดแม่รำพึง หาดชลาทัศน์ และหาดกะรน ใช้ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำระยอง จังหวัดระยอง สถานีวัดระดับน้ำปัตตานี จังหวัดปัตตานี และสถานีวัดระดับน้ำท่าเทียบเรืออ่าวปอ จังหวัดภูเก็ต ตามลำดับ

2.6) ข้อมูลอัตราการเข้าพักเฉลี่ยและจำนวนนักท่องเที่ยวรายปี

ข้อมูลที่สืบค้นจากข้อมูลสำรวจของกระทรวงการท่องเที่ยวและการกีฬา [5] โดยได้เลือกใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 2019 เนื่องจากสถานการณ์โรค COVID-19 ที่แพร่ระบาดในช่วงปี ค.ศ. 2019 ถึง 2022 ทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวลดลงอย่างมาก หากนำข้อมูลช่วงนี้มาประเมินจะทำให้มูลค่าชายหาดที่ได้ไม่สะท้อนมูลค่าชายหาดในสภาวะปกติ โดยอัตราการเข้าพักเฉลี่ย (Occupancy Rate) ซึ่งเป็นการเทียบจำนวนห้องพักที่มีผู้เข้าพักต่อจำนวนห้องพักทั้งหมดของหาดแม่รำพึง หาดชลาทัศน์ และหาดกะรน คิดเป็นร้อยละ 62.81, 74.24 และ 75.30 ตามลำดับ สำหรับข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวของหาดแม่รำพึง หาดชลาทัศน์ และหาดกะรนเท่ากับ 839,568 คน 1,250,456 คน และ 3,376,966 คน ตามลำดับ

2.7) ข้อมูลโรงแรม

การรวบรวมข้อมูลโรงแรมมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าชายหาดทางอ้อม โดยรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ www.booking.com [6] และ www.agoda.com [7] ช่วงเวลาที่สืบค้นได้แก่ 15-22 มกราคม ค.ศ. 2022 ซึ่งมีเงื่อนไขในการพิจารณาคือ ระยะทางห่างจากชายหาดไม่เกิน 5 กิโลเมตร ทั้งนี้จากการสืบค้นพบว่า หาดแม่รำพึงมีข้อมูลโรงแรมจำนวน 25 แห่ง หาดชลาทัศน์มี 14 แห่ง และหาดกะรนมี 36 แห่ง ซึ่งได้แสดงตำแหน่งของโรงแรมดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตำแหน่งของโรงแรมในพื้นที่ศึกษา

หมายเหตุ: จุดสีแดงที่แสดงในผังคือตำแหน่งโรงแรม

2.8) ข้อมูลพายุ

ข้อมูลพายุที่ใช้ในการคำนวณ Wave overwash ได้แก่ ข้อมูล Significant wave height และ Significant wave period จากเรดาร์ชายฝั่ง ณ ตำแหน่งที่ได้รับผลกระทบจากพายุในแต่ละพื้นที่ศึกษา จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) ซึ่งในการศึกษาได้เลือกข้อมูลพายุและมรสุมของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่ง โดยพิจารณาจากพายุที่ส่งผลกระทบต่อชายฝั่งมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลพายุที่ส่งผลกระทบต่อชายฝั่งมากที่สุดของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	เหตุการณ์	ช่วงเวลา	Significant wave height (m.)	Significant wave period (s.)
หาดแม่รำพึง	พายุโซนร้อนโนอึล	18-20 กันยายน 2020	3.67	7.00
หาดชลาทัศน์	พายุโซนร้อนปาบึก	3-5 มกราคม 2019	2.95	8.56
หาดกะรน	พายุดีเปรสชันซินลากู	2-4 สิงหาคม 2020	3.06	8.15

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ 1) ระบุตำแหน่งชายฝั่งด้วยโปรแกรม AutoCAD โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับการปรับแก้ระดับน้ำ (Tidal correction) 2) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง 3) วิเคราะห์ระยะกัดเซาะจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล 4) วิเคราะห์ Wave overwash 5) ระบุระยะถอยร่น 6) ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการระยะถอยร่น

1) ระบุตำแหน่งชายฝั่งด้วยโปรแกรม AutoCAD โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับการปรับแก้ระดับน้ำ (Tidal correction)

การระบุตำแหน่งชายฝั่งของการศึกษานี้ได้ใช้วิธีปรับแก้ระดับน้ำทะเล (Tidal correction) เพื่อปรับแก้ค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพ ให้เป็นค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งระดับทะเลปานกลาง ซึ่งใช้เป็นแนวอ้างอิงในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ทั้งนี้ในการปรับแก้ระดับน้ำที่ตำแหน่งใดๆ ไปที่ระดับทะเลปานกลางนั้น จำเป็นต้องทราบเวลาที่ถ่ายภาพนั้นด้วย เพราะเวลาถ่ายภาพจะสัมพันธ์กับค่าระดับน้ำ ซึ่งมีวิธีดำเนินการดังนี้

1.1) ระบุหมุดควบคุมและพิกัดภาพถ่าย

รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth ของพื้นที่ศึกษา จากนั้นจึงตรึงพิกัด N/E ด้วยโปรแกรม Auto CAD 2019 ซึ่งใช้พิกัดอ้างอิงจากตำแหน่งวัตถุบนภาพถ่ายทางอากาศที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

1.2) ระบุแนวชายฝั่ง

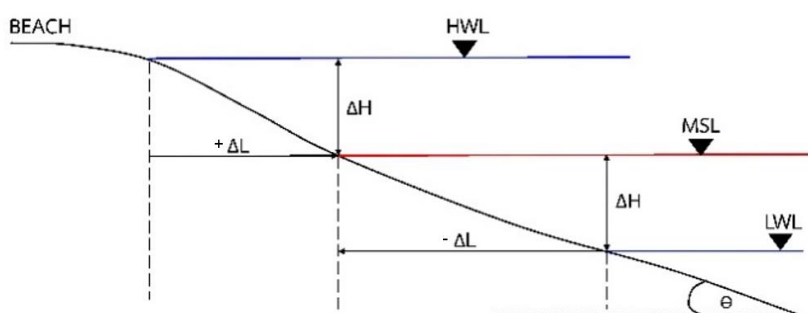
ระบุแนวชายฝั่งด้วยโปรแกรม Auto CAD 2019 ซึ่งพิจารณาจากความเข้มสีที่แตกต่างกันของภาพถ่ายเพื่อเป็นตัวกำหนดแนวชายฝั่ง โดยใช้นิยามแนวระดับน้ำติดกับชายหาด (Water Line)

1.3) ระบุเวลาให้ภาพถ่าย

โดยการวัดมุม Azimuth ของเงาที่ตกกระทบบัวตจากภาพถ่ายดาวเทียมของ Google Earth แล้วจึงนำข้อมูลละติจูด ลองจิจูด และวันที่ถ่ายภาพ กรอกลงในเว็บไซต์ <https://keisan.casio.com/exec/system> ซึ่งจะแสดงข้อมูลมุมตกกระทบ (Azimuth) ของแต่ละช่วงเวลาในวันที่ถ่ายภาพนั้น จากนั้นเปรียบเทียบค่ามุมตกกระทบ (Azimuth) ที่วัดได้จากภาพถ่ายเพื่อหาช่วงเวลาขณะถ่ายภาพ ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้อ่านค่าระดับน้ำจริงรายชั่วโมงจากข้อมูลของกรมเจ้าท่า

1.4) ระบุระดับน้ำจริง ณ เวลาที่ถ่ายภาพ

เมื่อได้เวลาจากการวัดมุม Solar azimuth angle (Θ_s) ตามข้อ 1.3) แล้ว จึงนำเวลาที่ได้อ่านค่าระดับน้ำจริงรายชั่วโมงของกรมเจ้าท่า เพื่อพิจารณาแนวชายฝั่งที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (MSL) ณ เวลาที่ถ่ายภาพ ถ้าระดับน้ำอยู่สูงกว่าระดับทะเลปานกลาง (HWL) ต้องปรับแนวชายฝั่งให้ห่างออกไปเป็นระยะ $+\Delta L$ และถ้าระดับน้ำต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง (LWL) ต้องปรับแนวชายฝั่งให้ใกล้เข้ามาเป็นระยะ $-\Delta L$ โดยที่ ΔH คือระดับที่แตกต่างระหว่าง HWL กับ MSL หรือ LWL กับ MSL ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ ความกว้างชายหาด และความลาดชันชายหาด

1.5) การระบุแนวชายฝั่งใหม่

เมื่อได้ระดับน้ำจริง ณ เวลาที่ถ่ายภาพแล้ว จากนั้นจึงทำการปรับแนวชายฝั่ง ณ เวลาที่ถ่ายภาพ ไปเป็นแนวชายฝั่ง ณ ระดับทะเลปานกลาง เพื่อใช้เป็นเส้นอ้างอิงในการพิจารณาการกัดเซาะชายฝั่ง

2) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

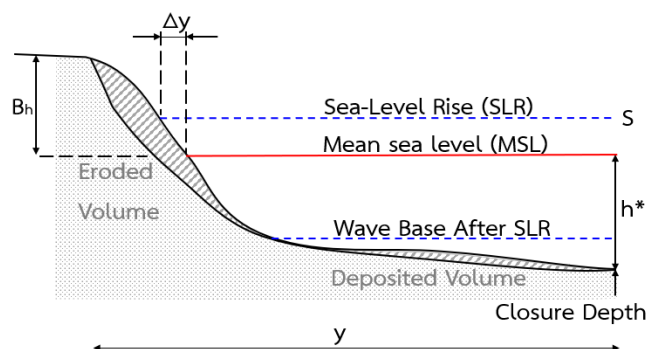
การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งประเมินได้จากระยะการเปลี่ยนแปลงรายปี ซึ่งเป็นตัวแปรในส่วนการเปลี่ยนแปลงระยะยาว โดยวิเคราะห์อัตราการกัดเซาะในอดีตจากภาพถ่าย Google Earth ของพื้นที่ศึกษาที่ปรับแก้เส้นแนวชายฝั่งไปที่ตำแหน่งระดับทะเลปานกลางแล้ว เพื่อใช้เป็นแนวเส้นอ้างอิงในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

3) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลวิเคราะห์ได้ด้วยแบบจำลองบรูน (Bruun's model) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการถอยร่นหรือการกัดเซาะของแนวชายฝั่ง โดยมีสมมติฐานว่า แบบจำลองมีลักษณะเป็นสองมิติ เพื่อพิจารณาปริมาณตะกอนทรายสุทธิตลอดหน้าตัดของแนวชายฝั่งในลักษณะตั้งฉากกับแนวชายฝั่งและหน้าตัดของชายฝั่งมีระดับความลึกที่ลดลงคงที่และไม่คิดผลกระทบจากคลื่น โดยสมการของบรูน (Bruun's equation) [8] แสดงดังสมการที่ 1 และ ภาพที่ 3

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{S}{h^* + B_h} \quad (1)$$

โดย Δy คือ ระยะแนวชายฝั่งที่หายไปจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล y คือ ความยาวของรูปตัดชายหาดที่พิจารณา S คือ ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น h^* คือ ความลึกของระดับน้ำทะเลเดิมถึงระดับท้องเดิม (Old bottom level) ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน (Depth of closure) และ B_h คือ ความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ (Berm height)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลตามแบบจำลองบรูน

สำหรับความยาวของหน้าตัดชายฝั่ง (Equilibrium profile) [9] คำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$h^* = Ay^{2/3} \quad (2)$$

โดย A คือสัมประสิทธิ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ของขนาดตะกอนทราย (D_{50}) และ ความลาดชันชายฝั่ง

การคำนวณหาความสูงคลื่นนัยสำคัญสูงสุดและคาบคลื่นสูงสุด เพื่อใช้ในการคำนวณหาระดับความลึกที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน [10] ใช้สมการที่ (3)

$$h^* = 2.28H_{e,t} - 68.5\left(\frac{H_{e,t}^2}{gT_{e,t}^2}\right) \quad (3)$$

โดย $H_{e,t}$ คือ ความสูงคลื่นนัยสำคัญสูงสุด (Maximum significant wave height) $T_{e,t}$ คือ คาบคลื่นสูงสุด (Maximum wave period) และ g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

การคำนวณหาค่าความสูงคลื่น ณ บริเวณคลื่นแตกตัว (Wave height at breaking wave) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความสูงของตะกอนก่อนการกัดเซาะ [11] ใช้สมการที่ (4)

$$\frac{H_b}{H_s} = (\tan \alpha)^{0.2} \left(\frac{H_s}{L_s}\right)^{-0.25} \quad (4)$$

โดย H_b คือ ความสูงคลื่น ณ บริเวณคลื่นแตกตัว $\tan \alpha$ คือ ความลาดชันของชายฝั่ง H_s คือ ความสูงคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ย (Mean significant wave height) และ L_s คือ ความยาวคลื่นนัยสำคัญ (Significant wave length)

ความยาวคลื่นนัยสำคัญสามารถคำนวณได้จากคาบคลื่นเฉลี่ย ดังสมการที่ (5)

$$L_s = \frac{gT_s^2}{2\pi} \quad (5)$$

โดย T_s คือ คาบคลื่นเฉลี่ย (Mean significant wave period)

ค่าความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ [12] คำนวณได้จากสมการที่ (6)

$$B_h = 0.125H_b^{5/8}(gT_s^2)^{3/8} \quad (6)$$

4) วิเคราะห์ Wave overwash

Wave overwash หรือการไหลข้ามของคลื่นในช่วงที่เกิดพายุ เป็นตัวแปรในส่วนการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น เนื่องจากเป็นช่วงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7 [13]

$$R_{MAX} = (H_{so}L_o)^{0.5} + \tan \beta \quad (7)$$

โดยที่ R_{MAX} คือ Wave overwash มีหน่วยเป็นเมตร H_{so} คือ ค่า Significant wave height ของช่วงที่เกิดพายุ มีหน่วยเป็นเมตร L_o คือ ความยาวคลื่นของช่วงที่เกิดพายุมีหน่วยเป็นเมตร สามารถคำนวณได้จากสูตร $L_o = \frac{gT^2}{2\pi}$ โดยที่ T = ค่า Significant wave period ของช่วงที่เกิดพายุ มีหน่วยเป็นวินาที

5) ระบุระยะถอยร่น

การศึกษานี้ศึกษาระยะถอยร่นชายฝั่งสำหรับหาดทรายที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยว โดยในการศึกษาได้ประยุกต์ใช้สมการของ Ferreira และคณะ [13] ซึ่งวิเคราะห์ระยะถอยร่นจาก 3 ปัจจัยได้แก่ การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น (S_{2100s}) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะยาว (S_{2100}) และการกัดเซาะอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (S_{2100c}) ซึ่งพิจารณาที่ปี ค.ศ 2100 และพิจารณากรณีที่เลวร้ายที่สุด แสดงดังสมการที่ (8)

$$\text{Setback Line} = S_{2100s} + S_{2100} + S_{2100c} \quad (8)$$

โดยที่ S_{2100s} คำนวณจาก Wave overwash โดยใช้ข้อมูล significant wave height และ significant wave period ในช่วงที่เกิดพายุ มีหน่วยเป็นเมตร S_{2100} วิเคราะห์จากระยะเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเฉลี่ยรายปีทั้งการกัดเซาะและทับถม โดยประเมินได้จากแผนที่หรือภาพถ่ายทางอากาศในอดีต (Chronic erosion or Accretion) มีหน่วยเป็นเมตร และ S_{2100c} โดยอาศัยหลักการของแบบจำลองของบรูเนอ [8] มีหน่วยเป็นเมตร

6) ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการระยะถอยร่น

ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Benefit-cost analysis) ใช้เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ ซึ่งพิจารณาที่ปี ค.ศ. 2100 โดยวิเคราะห์จาก 2 ส่วน ได้แก่ 1) มูลค่าการลงทุน คือมูลค่าชายหาดวิเคราะห์ได้จาก Hedonic

Pricing Method และมูลค่าการเวนคืนที่ดินและสิ่งปลูกสร้างวิเคราะห์ได้จาก 4 องค์ประกอบ คือ มูลค่าที่ดิน ค่าชดเชยการสูญเสียรายได้ของสถานประกอบการ ค่าก่อสร้างใหม่ และค่ารื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างทุกชนิด [14]

2) ผลประโยชน์ของโครงการ คือมูลค่าชายหาดที่หลงเหลืออยู่ในแต่ละสถานการณ์ โดยเทียบจากตำแหน่งปีฐาน ซึ่งพิจารณาจากปีที่มีตำแหน่งแนวเส้นระดับทะเลปานกลางอยู่ใกล้ชายฝั่งที่สุด เพื่อเป็นการประเมินระยะถอยร่นจากสภาวะที่วิกฤตที่สุด โดยปีฐานของหาดแม่รำพึงคือปี ค.ศ 2006 ปีฐานของหาดชลาลัยคือปี ค.ศ 2017 และปีฐานของหาดกะรนคือปี ค.ศ 2017 [14] ทั้งนี้สำหรับ Hedonic Pricing Method เป็นการประเมินราคาของชายหาดที่แฝงอยู่ในรูปแบบของมูลค่าห้องพักของโรงแรม โดยใช้สมการเส้นตรง [15] ในการประมาณราคา และคุณลักษณะของชายหาด แสดงดังสมการที่ (9)

$$\ln P = \beta_0 + \beta_1(H) + \beta_2(B) + \varepsilon \quad (9)$$

โดยที่ $\ln P$ คือ Natural logarithm ของราคาห้องพักในโรงแรม H คือ vector ของคุณลักษณะโรงแรม

B คือ vector ของคุณลักษณะชายหาด และ ε คือ residual term

ผลการวิจัย

การศึกษาจำแนกผลการวิจัยออกเป็น 3 ข้อ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ระยะถอยร่น 2) ระยะถอยร่นที่สถานการณ์ต่างๆของพื้นที่ศึกษา โดยค่าที่แสดงเป็นลบคือระยะกัดเซาะ ส่วนค่าที่เป็นบวกคือระยะทับถม และ 3) ผลประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยแสดงผลการวิจัยดังนี้

1) การวิเคราะห์ระยะถอยร่น

1.1) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองบรูน์ โดยพิจารณาที่ RCP 8.5 ซึ่งเป็นกรณีที่วิกฤตที่สุด พบว่า ระยะเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่มีค่าน้อยที่สุดและมากที่สุดของหาดแม่รำพึงเท่ากับ -15.33 และ -37.45 เมตร สำหรับหาดชลาลัยเท่ากับ -36.91 และ -38.34 เมตร ส่วนหาดกะรนเท่ากับ -41.29 และ -43.69 เมตร

1.2) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น (R_{max}) คือการวิเคราะห์ Wave overwash หรือการไหลข้ามของคลื่นในช่วงที่เกิดพายุ โดยค่าการเปลี่ยนแปลงระยะสั้นน้อยที่สุดและมากที่สุดของหาดแม่รำพึงเท่ากับ -1.26 และ -3.02 เมตร สำหรับหาดชลาลัยเท่ากับ -0.26 และ -4.75 เมตร ส่วนหาดกะรนเท่ากับ -1.84 และ -2.66 เมตรตามลำดับ

1.3) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะยาว

จากการศึกษาด้วยวิธีการเปรียบเทียบจากภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อวิเคราะห์ประวัติการเปลี่ยนแปลงของชายหาดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยหาดแม่รำพึงมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งตั้งแต่ปี ค.ศ 2006 ถึง 2020 เท่ากับ +0.57 เมตรต่อปี หรือเท่ากับ +45.03 เมตร ณ ปี ค.ศ 2100 ส่วนหาดชลาลัยมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งตั้งแต่ปี ค.ศ 2004 ถึง 2018 เท่ากับ -0.05 เมตรต่อปี หรือเท่ากับ -3.95 เมตร ณ ปี ค.ศ 2100 และหาดกะรนมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งตั้งแต่ปี ค.ศ 2014 ถึง 2021 เท่ากับ -2.97 เมตรต่อปี หรือเท่ากับ -234.63 เมตร ณ ปี ค.ศ 2100

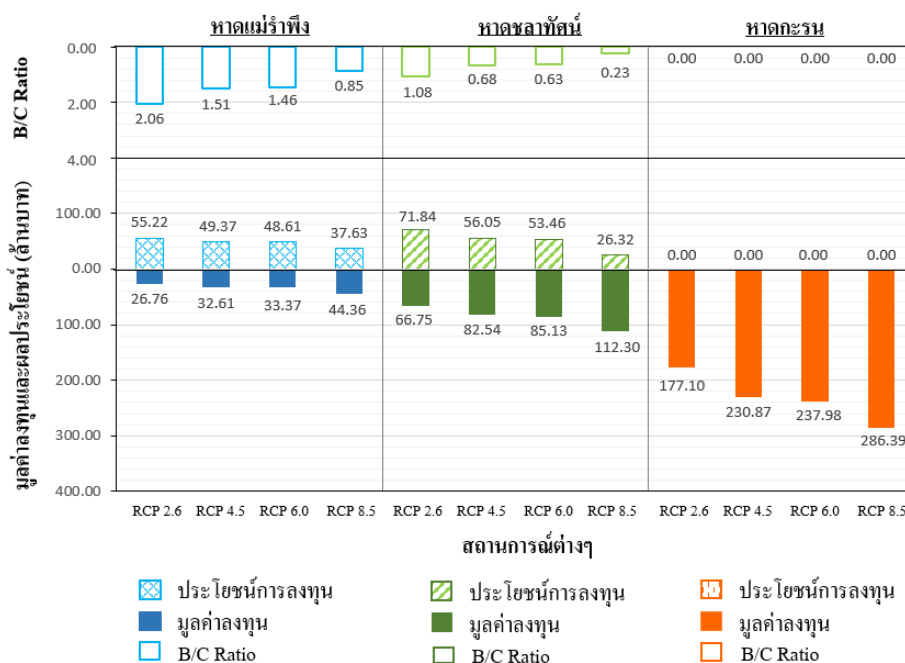
2) ระยะถอยร่นที่สถานการณ์ต่างๆของพื้นที่ศึกษา

ผลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทั้ง 3 กระบวนการที่ปี ค.ศ. 2100 พบว่า หาดแม่รำพึงมีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในรูปแบบทับถม ระยะถอยร่นเฉลี่ยเท่ากับ -1.84 เมตรจากตำแหน่งปีฐาน สำหรับหาดชลาลัย มีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งใน

รูปแบบเสถียร โดยมีระยะถอยร่นเฉลี่ยในกรณี RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 เท่ากับ -28.02, -33.20, -34.07 และ -42.94 เมตรตามลำดับจากตำแหน่งฐาน ส่วนหาดกะรนมีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในรูปแบบกัดเซาะ โดยมีระยะถอยร่นเฉลี่ยในกรณี RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 เท่ากับ -264.22, -269.20, -270.48 และ -279.20 เมตรตามลำดับ จากตำแหน่งฐาน

3) ผลประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ผลการวิเคราะห์มูลค่าชายหาดด้วยวิธีการ Hedonic ได้มูลค่าหาดแม่รำพึงเท่ากับ 121,164 บาท/ตารางเมตร/ปี หาดขุขันธ์มีมูลค่า 169,624 บาท/ตารางเมตร/ปี และหาดกะรนมีมูลค่า 435,301 บาท/ตารางเมตร/ปี โดยได้ผลประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการระยะถอยร่นดังนี้ หาดแม่รำพึงมี B/C Ratio ใน RCP 2.6 และ RCP 8.5 เท่ากับ 2.06 และ 0.85 ตามลำดับ สำหรับหาดขุขันธ์มี B/C Ratio ใน RCP 2.6 และ RCP 8.5 เท่ากับ 1.08 และ 0.23 ตามลำดับ ส่วนหาดกะรนได้ B/C Ratio เท่ากับ 0 ในทุกสถานการณ์ในอนาคต โดยแสดงกราฟเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการระยะถอยร่นทั้ง 3 พื้นที่ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการระยะถอยร่น

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เลือกศึกษามาตรการระยะถอยร่นในพื้นที่ชายหาดที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยว ได้แก่ หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง หาดขุขันธ์ จังหวัดสงขลา และหาดกะรน จังหวัดภูเก็ต ซึ่งประเมินระยะถอยร่นจาก 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น ประเมินจาก Wave overwash 2) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะยาว ประเมินจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอดีตที่ผ่านมา และ 3) การกัดเซาะอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ประเมินด้วยแบบจำลองบรูเนอ จากนั้นจึงวิเคราะห์แนวระยะถอยร่นที่ปี ค.ศ 2100 และศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการระยะถอยร่น โดยสรุปผลการวิจัยดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ได้นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาระบุแนวชายฝั่งด้วยโปรแกรม AutoCAD จากนั้นปรับแก้ระดับน้ำไปที่ระดับทะเลปานกลางด้วยวิธี Tidal correction เพื่อใช้เป็นแนวอ้างอิง แล้วจึงคำนวณหาระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลด้วยแบบจำลองบรูน์ โดยใช้ข้อมูล Significant wave height, Significant wave period ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในสถานการณ์สมมติต่างๆ และความลาดชันชายหาดของพื้นที่ศึกษา พบว่าหาดแม่รำพึงมีพื้นที่ชายหาดที่ถูกกัดเซาะในสถานการณ์ที่ต่ำที่สุด (RCP 2.6) และเลวร้ายมากที่สุด (RCP 8.5) เท่ากับ 0.059 และ 0.097 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ สำหรับหาดชลาทัศน์มีพื้นที่ชายหาดที่ถูกกัดเซาะใน RCP 2.6 และ RCP 8.5 เท่ากับ 0.081 และ 0.136 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ส่วนหาดกะรนมีพื้นที่ชายหาดที่ถูกกัดเซาะใน RCP 2.6 และ RCP 8.5 เท่ากับ 0.073 และ 0.137 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

2. การกำหนดมาตรการระยะถอยร่นชายฝั่งทะเลสำหรับรองรับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

แนวทางกำหนดระยะถอยร่นชายฝั่งทะเลสำหรับหาดทรายที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยว ได้จำแนกการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งออกเป็น 3 ประเภทที่แตกต่างกัน ได้แก่ ชายฝั่งที่เกิดการทับถม ชายฝั่งที่มีเสถียรภาพ และชายฝั่งที่เกิดการกัดเซาะ ซึ่งการกำหนดระยะถอยร่นของหาดแต่ละประเภทจะพิจารณาตัวแปรที่แตกต่างกันดังนี้

2.1 ระยะถอยร่นของหาดทับถม พิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น เพราะเมื่อนำค่าการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะยาวมาหักล้างกับค่าการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ผลที่ได้ก็ยังคงเป็นหาดทับถม ซึ่งพบว่าหาดแม่รำพึงมีระยะถอยร่นเฉลี่ยทั้งใน RCP 2.6 และ RCP 8.5 เท่ากับ 1.84 เมตร

2.2 ระยะถอยร่นของหาดเสถียรและหาดกัดเซาะ เช่น หาดชลาทัศน์และหาดกะรน พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะสั้น การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะยาว และการกัดเซาะชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ซึ่งพบว่าหาดชลาทัศน์มีระยะถอยร่นเฉลี่ยใน RCP 2.6 และ RCP 8.5 เท่ากับ 28.02 และ 42.94 เมตรตามลำดับ ส่วนหาดกะรนมีระยะถอยร่นเฉลี่ยใน RCP 2.6 และ RCP 8.5 เท่ากับ 264.22 และ 279.20 เมตรตามลำดับ

ผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (B/C Ratio) ของมาตรการระยะถอยร่น พบว่า หาดแม่รำพึงช่วง RCP 2.6 ถึง RCP 6.0 และหาดชลาทัศน์ช่วง RCP 2.6 ได้ค่า B/C Ratio มากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ามีความคุ้มค่าหากจะป้องกันชายฝั่งด้วยมาตรการระยะถอยร่น เนื่องจากทั้งสองหาดเป็นที่นิยมของคนในพื้นที่ ทำให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งปลูกสร้างไม่มากนัก ส่วนหาดกะรนได้ค่า B/C Ratio น้อยกว่า 1 ทุกสถานการณ์ในอนาคต แสดงให้เห็นว่าไม่คุ้มค่าที่จะป้องกันชายฝั่งด้วยมาตรการระยะถอยร่น เนื่องจากเป็นหาดที่ได้รับความนิยมสูง ทำให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งปลูกสร้างหนาแน่น ส่งผลให้มูลค่าการลงทุนเพื่อดำเนินมาตรการระยะถอยร่นมีค่าสูงตามไปด้วย

จากผลการศึกษาทั้งหมดนี้ปรากฏชัดว่า พื้นที่ใดที่ปล่อยให้มีการพัฒนามากเกินไปแล้ว พื้นที่นั้นจะยากต่อการกำหนดระยะถอยร่นในทางปฏิบัติ แต่สำหรับพื้นที่ที่ยังมีการพัฒนาไม่มากนัก สามารถพิจารณาใช้มาตรการระยะถอยร่นในการป้องกันชายฝั่งไม่ให้เกิดการพัฒนาประชิดชายฝั่งมากเกินไป ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างที่ล้ำเข้าไปบริเวณนั้น โดยผลการศึกษาสามารถนำมาใช้เพื่อจัดการพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Department of Marine and Coastal Resources.Guidelines for making plans/Coastal Erosion Prevention and Solution Project. Thailand; 2018. 3-4 P.
2. Sano M, Jimenez JA, Medina R, Stanica A, Sanchez-Arcilla A, Trumbic I. The role of coastal setbacks in the context of coastal erosion and climate change: Ocean & Coastal Management; 2011. p. 943-950.
3. Peng W, Jianzheng W, Xiaojie T. Coastal Building Setback Line Determining Method and Application. Advanced Materials Research. 2012; Vol 575:142-146.
4. Putharapichakon K, Ritphring S. Sea level change in Thailand. Ladkrabang Engineering Journal. 2012; 29(3): 55-60. Thai.
5. Domestic Tourism Statistics Q1-Q4 (Classify by region and province) [Internet]. 2019. Available from: <https://www.mots.go.th/news/category/618>
6. Hotel [Internet]. 2022. Available from: <https://www.booking.com/searchresults.th.html>
7. Hotel [Internet]. 2022. Available from: <https://www.agoda.com/th-th/search>
8. Bruun P. Sea level rise as a cause of shore erosion. Journal of the Waterways and Harbors Division. 1962; 88 (1): 117-132.
9. Dean RG. Equilibrium beach Profiles: characteristics and applications. Journal of Coastal Research. 1991; 53-84
10. Nicholls RJ, Birkemeier WA, Hallermeier RJ. Application of the depth of closure concept. Proceeding of 25th Coastal Engineering Conference. 1996; 3874–3887.
11. Takeda I, Sunamura T. Formation and spacing of beach cusps. Proceeding of Coastal Engineering. 1983; 26, 121–135 (in Japanese).
12. Sunamura T. Coastal and beach changes by waves. Transactions. Japanese Geomorphological Union. 1983; 4, 179–188 (in Japanese).
13. Óscar F, Tiago G, Ana M, Rui T, Alveirinho D. An integrated method for the determination of set-back lines for coastal erosion hazards on sandy shores. Continental Shelf Research. 2006; 26(9), 1030-1044. doi: 10.1016/j.csr.2005.12.016
14. Kunkitti K, Ritphring S. Determination of coastal setback [MSc thesis]. Bangkok: Kasetsart University; 2021; 63-66. Thai.
15. Rosen S. Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. J. Political Econ. 1974; 82, 34–55.