การเปลี่ยนแปลงของชายหาดบ้านกรูดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

BAN KRUT BEACH CHANGE DUE TO SEA LEVEL RISE

ขวัญชนก คุณกิตติ[1,*] และ สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง[1]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย
[*]Corresponding author address: khwanchanok.kun@ku.th

บทคัดย่อ

การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลนั้นเป็นส่วนหนึ่งของภัยคุกคามจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก่อให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง โดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มต่ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่ริมชายหาด ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ชายหาดที่เปลี่ยนแปลงจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในปี ค.ศ 2100 โดยใช้แบบจำลองบรูนร่วมกับการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ซึ่งพื้นที่ศึกษาคือ ชายหาดบ้านกรูด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีลักษณะเป็นหาดทรายและมีค่าความลาดชันของชายหาดอยู่ในช่วง 5-11 องศา โดยประเมินระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดเพื่อรองรับระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษาพบว่า ชายหาดมีระยะกัดเซาะเฉลี่ยของ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 มีค่าเท่ากับ 12.10, 14.95, 15.42 และ 20.30 เมตร ตามลำดับ ซึ่งจากผลดังกล่าวทำให้สามารถหาพื้นที่ชายหาดที่ถูกกัดเซาะของ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 ได้เท่ากับ 0.081, 0.100, 0.103 และ 0.136 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ โดยงานวิจัยนี้สามารถใช้เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณริมชายฝั่งทะเลจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล รวมถึงหามาตรการที่เหมาะสมเพื่อใช้จัดการพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยในอนาคต

คำสำคัญ: *การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล, หาดบ้านกรูด, แบบจำลองบรูน, การกัดเซาะของชายฝั่ง*

Abstract

The sea level rise is a part of the threats of climate change, it is a cause of beach change problem, especially in the lowland. It affects the human life and properties of people living on the coast. This research aims to analyze the beach area changes due to the effect of sea level rise in 2100 C.E. The Bruun's Rule and field observed were used as data for analysis. The case study is Ban Krut Beach, Bang Saphan District, Prachuap Khiri Khan Province. The characteristic of beach sediment is fine sand, and the range of beach slopes is between 5-11 degrees. This study estimated beach change according to sea level rise from climate change. The results found that beach erosion of RCP 2.6, 4.5, 6.0 and 8.5 are presented with values including 12.10, 14.95, 15.42 and 20.30 meters, respectively. Following these results, the beach area changes can be examined, and the eroded area is presented as 0.081, 0.100, 0.103 and 0.136 square kilometres. This research could be used as a preliminary approach to assessing the beach area's risk from sea level rise due to climate change and finding appropriate measures to manage coastal areas of Thailand in the near future.

Keywords: *Sea level rise, Ban Krut Beach, Bruun's Rule, Coastal erosion*

1. คำนำ

สภาพภูมิอากาศโลกที่เปลี่ยนแปลงนั้นส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ อาทิเช่น อุณหภูมิเฉลี่ยบนผิวโลกที่เพิ่มสูงขึ้น, ปรากฏการณ์น้ำแข็งแยกตัวบริเวณขั้วโลก, การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และอื่นๆ [1,2] ซึ่งการศึกษาผลกระทบจากปรากฏการณ์ต่างๆข้างต้นจึงมีความสำคัญเพื่อช่วยป้องกันและลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น [3–5]

จากการศึกษาผลกระทบจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นทั่วโลกโดยจำลองระดับน้ำทะเลที่แปรผันตามของอุณหภูมิโลกที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยแบบจำลอง EMRICES [6] พบว่า หากอุณหภูมิโลกสูงขึ้น 2 องศาเซลเซียส จะทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น 0.75 เมตร และหากอุณหภูมิโลกสูงขึ้น 3.38 องศาเซลเซียส จะทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นเป็น 0.97 เมตร ซึ่งทั้งสองกรณีสามารถคิดเป็นมูลค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจได้เท่ากับ 4,961.52 และ 6,214.35 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยได้มีการคาดการณ์ระดับน้ำทะเลว่าจะสูงขึ้นประมาณ 5 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งมีค่าเป็นสองเท่าของค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลก ซึ่งมีค่าประมาณ 2 มิลลิเมตร/ปี [7]

จากการสืบค้นพบว่ามีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เกิดขึ้นตามแนวชายฝั่งของต่างประเทศ อาทิเช่น การศึกษาผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลตามแนวชายฝั่ง เขตกันยากุมารีในรัฐทมิฬนาฑูประเทศอินเดีย โดยใช้แบบจำลอง

ระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) ร่วมกับ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) ซึ่งศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์เป็นหมู่บ้านประมง ชายหาดทั่วไป หาดท่องเที่ยว และบริเวณที่อ่อนไหวต่อภัยคุกคาม โดยได้จำลองสถานการณ์ให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้น 1 เมตร [8] ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ชายหาดกว่า 13 ตารางกิโลเมตรหายไปจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (sea level rise, SLR) ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งและกระทบต่อระบบนิเวศ อีกทั้งยังมีการศึกษาผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในเขตชายฝั่งโมร็อกโก เพื่อศึกษาพื้นที่ชายหาดที่หายของในอ่าวแทนเจียร์ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) ในการวิเคราะห์ [9] พบว่า กรณีชายหาดกัดเซาะน้อยสุด พื้นที่ชายหาดจะหายไป 10% และ กรณีชายหาดกัดเซาะมากสุด พื้นที่ชายหาดจะหายไป 24% ซึ่งส่วนที่จะได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุดคือแนวป้องกันชายฝั่งและท่าเรือ ส่วนเขตเมือง โครงสร้างริมชายหาดที่สร้างบริเวณหาดท่องเที่ยว รางรถไฟ และเขตอุตสาหกรรม พื้นที่ชายหาดจะหายไป 20 % และ 45 % ในปี ค.ศ 2050 และ 2100 ตามลำดับ

จากการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของประเทศไทยที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาในพื้นที่บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง 6 แห่งของจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลา ด้วยแบบจำลองบรูนอย่างง่ายและแบบจำลองบรูน [10] พบว่า แบบจำลองบรูนอย่างง่ายสามารถวิเคราะห์หาปริมาณพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะสำหรับ 50 ปี และ 100 ปี ได้เท่ากับ 0.44 และ 0.89 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ และสำหรับแบบจำลองบรูนสามารถวิเคราะห์หาปริมาณพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะได้เท่ากับ 2.22 และ 4.45 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ซึ่งนอกจากการศึกษาข้างต้นแล้วยังมีการศึกษาผลกระทบในพื้นที่หาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา โดยใช้แบบจำลองบรูน วิเคราะห์ที่ปี ค.ศ 2100 [11] พบว่า ระยะกัดเซาะจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 มีระยะกัดเซาะเท่ากับ -21.99, -27.17, -28.04 และ -36.91 เมตร ตามลำดับ

นอกจากนี้แล้ว ยังมีการวิเคราะห์ชายหาดที่ถูกกัดเซาะเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลสำหรับหาดทรายตามแนวชายฝั่งของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองบรูน ซึ่งใช้ข้อมูลขนาดคละเฉลี่ยของตะกอนทราย ข้อมูลความลาดชันชายหาด ความกว้างหาด และข้อมูลระดับน้ำทะเลคาดการณ์ในอนาคตที่เป็นข้อมูลของ Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) ที่พิจารณาในช่วงปี ค.ศ 2081-2100 [12] พบว่า ที่ปี ค.ศ 2100 จะสูญเสียชายหาด 45.8% สำหรับ RCP 2.6, 55.0% สำหรับ RCP4.5, 56.9% สำหรับ RCP6.0 และ 71.8% สำหรับ RCP8.5

จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลนั้นส่งผลกระทบทางตรงต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายหาด เพราะเมื่อระดับน้ำทะเลสูงขึ้นจะทำให้พื้นที่ชายหาดถูกกัดเซาะโดยเฉพาะพื้นที่ชายหาดที่เป็นที่ราบหรืออยู่ในที่ลุ่มต่ำ ซึ่งการหายไปของพื้นที่ชายหาดที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์เพื่อการประมง หรือชุมชนเมืองนั้น อาจส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตชุมชนและสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ริมชายหาด แต่สำหรับหาดที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยวแล้ว การหายไปของชายหาดนั้นอาจส่งผลกระทบต่อความเสียหายทางเศรษฐกิจร่วมด้วย

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล โดยวิเคราะห์ระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดด้วยแบบจำลองบรูน ซึ่งใช้เฉพาะกับหาดทราย ร่วมกับข้อมูลความลาดชันของชายหาดและขนาดคละเฉลี่ยของตะกอนทราย โดยมีพื้นที่ศึกษาคือหาดบ้านกรูด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นหาดทราย และมีลักษณะการใช้ประโยชน์เป็นชายหาดท่องเที่ยว โดยผลจากการศึกษานี้จะนำมาซึ่งแนวทางเบื้องต้นในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณริมชายฝั่งทะเลจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล เพื่อเป็นหนึ่งในมาตรการจัดการพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

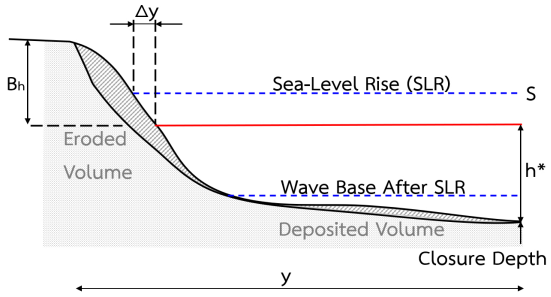
2. ระเบียบวิธีวิจัย

หัวข้อนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง พื้นที่ศึกษา ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ ขั้นตอนการศึกษา ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองบรูนเป็นแบบจำลองสองมิติที่ใช้เพื่อจำลองรูปตัดชายหาด ซึ่งใช้เป็นทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองทางด้านวิศวกรรมชายฝั่ง เพื่อคำนวณหาผลกระทบต่อเส้นแนวชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล หรือคำนวณหาระยะกัดเซาะของเส้นแนวชายฝั่ง โดยที่หน้าตัดของชายหาดมีระดับความลึกที่ลดลงคงที่ และไม่มีผลกระทบจากคลื่นในแง่ของการเคลื่อนย้ายตะกอนทรายขนาดใหญ่ โดยมีสมมุติฐานคือ แนวชายหาดอยู่ในสภาวะสมดุล โดยจำลองการถ่ายโอนปริมาณตะกอนทรายสุทธิตลอดหน้าตัดที่เข้าออกในแนวตั้งฉากกับเส้นชายฝั่ง ซึ่งไม่พิจารณาการถ่ายโอนของตะกอนที่เข้าออกในแนวขนานกับเส้นชายฝั่ง ซึ่งในรูปตัดจะแสดงสภาพภูมิประเทศ คลื่น และขนาดของตะกอนด้วย และกำหนดให้ตะกอนทรายที่เคลื่อนเข้าหาชายฝั่ง มีคุณสมบัติเป็นทรายที่มีลักษณะเดียวกับทรายที่อยู่บนชายฝั่ง โดยการถ่ายโอนของชายฝั่งนั้นเกิดจากการกัดเซาะของคลื่น และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ปริมาณทรายที่ถูกกัดเซาะจากบนฝั่งจะถูกถ่ายโอนมาทับถมด้านล่าง ซึ่งปริมาณทรายที่ถูกกัดเซาะจะเท่ากับปริมาณทรายที่เกิดการทับถม แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเส้นแนวชายฝั่งเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ตามแบบจำลองบรูนดังรูปที่ 1 โดยที่ความหนาของตะกอนทรายที่เกิดจากการทับถม

(Deposited sand) จากปริมาณทรายที่ถูกกัดเซาะจากบนชายฝั่ง (Eroded sand) จะทำให้ระดับน้ำในทะเลสูงขึ้น



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลตามแบบจำลองบรูน [11]

ซึ่งในการคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลตามแบบจำลองบรูน [12] จะแสดงในสมการที่ (1)

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

โดย Δy คือ ระยะเปลี่ยนแปลงของเส้นชายฝั่งในแนวราบ, S คือ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล, y คือ ความยาวของชายหาดที่พิจารณา, h* คือ ระดับน้ำเดิม (Old sea Level) ถึงระดับท้องเดิม (Old bottom level) ซึ่งเป็นระดับความลึกที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน (Depth of closure), B_h คือ ความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ (Berm height)

สำหรับความยาวของหน้าตัดชายฝั่ง (Equilibrium profile) [12] คำนวณได้จากสมการที่ (2)

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

โดย h คือ ความลึกของระดับน้ำทะเลเดิมถึงระดับท้องเดิม (Old bottom level) ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน, y คือ ระยะทางนอกชายฝั่ง, A คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ค่า A (A value) ที่ปรับตามลักษณะของตะกอนที่ได้จากความสัมพันธ์ของขนาดตะกอนทราย (D_{50}) และความลาดชันชายฝั่ง (Beach slope)

การคำนวณหาระดับความลึกที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน (Depth of closure) [12] ใช้ข้อมูลความสูงคลื่นนัยสำคัญสูงสุดและคาบคลื่นสูงสุด ดังแสดงในสมการที่ (3)

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

โดย h* คือ ความลึกของระดับน้ำทะเลเดิมถึงระดับท้องเดิม (Old bottom level) ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน (Depth of closure), He,t คือ ความสูงคลื่นนัยสำคัญสูงสุด (Maximum significant wave height), Te,t คือ คาบคลื่นสูงสุด (Maximum wave period), g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

การคำนวณหาค่าความสูงคลื่น ณ บริเวณคลื่นแตกตัว (Wave height at breaking wave) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความสูงของตะกอนก่อนการกัดเซาะ [12] ดังแสดงในสมการที่ (4)

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

โดย Hb คือ ความสูงคลื่น ณ บริเวณคลื่นแตกตัว(Wave height at breaking wave), tan α คือ ความลาดชันของชายฝั่ง (Beach slope), Hs คือ ความสูงคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ย (Mean significant wave height), Ls คือ ความยาวคลื่นนัยสำคัญ (Significant wave length)

การคำนวณหาความยาวคลื่นนัยสำคัญสามารถคำนวณได้จากคาบคลื่นเฉลี่ย [12] ดังแสดงในสมการที่ (5)

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

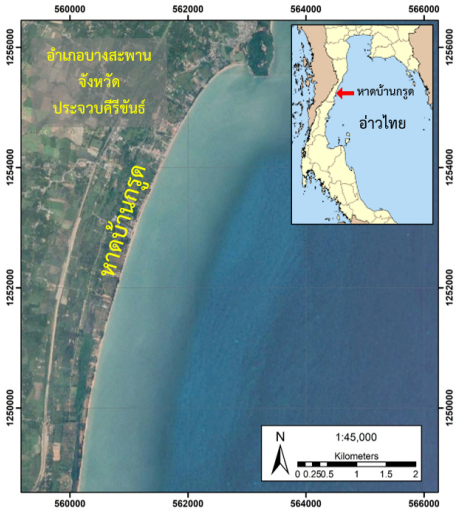
โดย Ls คือ ความยาวคลื่นนัยสำคัญ (Significant wave length) g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, Ts คือ คาบคลื่นเฉลี่ย (Mean significant wave period)

การคำนวณหาค่าความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ (Berm height), [12] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6)

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

โดย B_h คือ ความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ (Berm height), H_b คือ ความสูงคลื่น ณ บริเวณคลื่นแตกตัว (Wave height at breaking wave), g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, T_s คือ คาบคลื่นเฉลี่ย (Mean wave period)

2.2. พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2 ชายหาดบ้านกรูด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

พื้นที่ศึกษาคือส่วนหนึ่งของชายหาดบ้านกรูด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีลักษณะเป็นหาดทราย มีความยาวประมาณ 7 กิโลเมตร แสดงดังรูปที่ 2

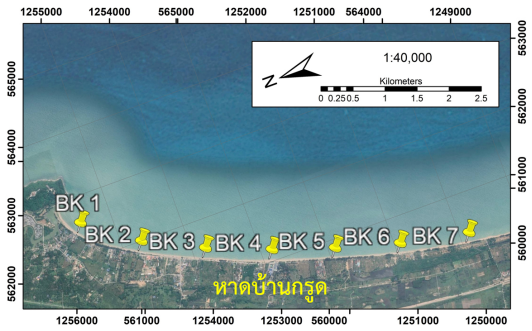
สภาพชายหาดโดยทั่วไปแสดงดังรูปที่ 3 ชายหาดบ้านกรูดนี้ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนจนถึงต้นเดือนพฤศจิกายนของทุกปี โดยคลื่นลมแรงในช่วงฤดูมรสุมจะส่งผลให้ชายหาดเกิดการกัดเซาะอย่างมีนัยสำคัญ

รูปที่ 3 สภาพชายหาดบ้านกรูด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2.3. ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้

ข้อมูลแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลจากแบบจำลอง Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) ซึ่งเป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยมาตราฐานของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในระดับภูมิภาค โดยมีความละเอียด 1 องศาละติจูดลองจิจูด สำหรับ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 ซึ่งข้อมูลปีที่ใช้อ้างอิงมาจากสถานะการณ์ในปี ค.ศ 1986 – 2005 และสำหรับค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลของพื้นที่ศึกษา หาดบ้านกรูด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่าเท่ากับ 0.36-0.61 เมตร

ข้อมูลความลาดชันชายหาด (Beach Slope) และขนาดคละเฉลี่ยของตะกอนทราย จากการสำรวจภาคสนามจำนวน 7 ตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตำแหน่งสำรวจข้อมูลความลาดชันชายหาด (Beach Slope) และขนาดคละเฉลี่ยของตะกอนทราย

ข้อมูลค่าเฉลี่ยของตะกอนทราย (D_{50}) เพื่อหาการกระจายของตะกอนทราย โดยการเก็บตัวอย่างทรายจากภาคสนาม และวิเคราะห์โดยการร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน (Sieve Analysis) ใช้มาตรฐาน US Standard โดยความลาดชันชายหาดและขนาดของตะกอนทรายของแต่ละตำแหน่ง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงความลาดชันชายหาดและค่าขนาดคละเฉลี่ย (D_{50}) ของตะกอนทราย

ตำแหน่ง	ความลาดชันชายหาด (องศา)	ค่าขนาดคละเฉลี่ย (มม.)
BK 1	4.78	0.32
BK 2	6.27	0.32
BK 3	10.42	0.70
BK 4	4.45	0.70
BK 5	8.59	1.20
BK 6	6.33	0.90
BK 7	7.97	0.91

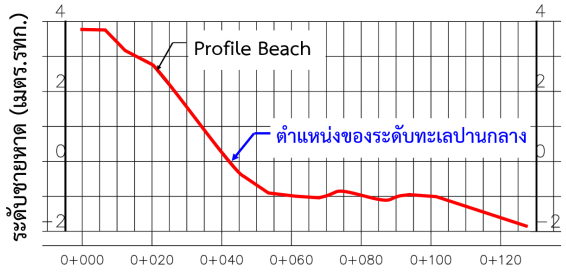
2.4. ขั้นตอนการศึกษา

2.4.1. *คำนวณหาการเปลี่ยนแปลงชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลด้วยแบบจำลองบรูน*

การคำนวณหาระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตนั้น จะนำค่าความลาดชันชายหาด ค่าขนาดคละเฉลี่ย (D_{50}) ของตะกอนทรายที่แสดงในตารางที่ 1 และจะใช้ข้อมูลแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลของโลกจากข้อมูลของ IPCC ซึ่งเป็นข้อมูลปี ค.ศ 2080 – 2100 มานำเข้าในแบบจำลองบรูนเพื่อวิเคราะห์ระยะเปลี่ยนแปลงชายหาด ซึ่งจะพิจารณาที่ปี ค.ศ 2100 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (6) โดยหากคำนวณแล้วได้ค่าระยะเปลี่ยนแปลงชายหาด, Δy เป็น + แสดงว่าชายหาดเปลี่ยนแปลงในลักษณะทับถม และหากได้ค่า Δy เป็น - แสดงว่าชายหาดเปลี่ยนแปลงในลักษณะกัดเซาะ

2.4.2. *สร้างรูปตัดชายหาดจากข้อมูลการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ เพื่อระบุตำแหน่งระดับทะเลปานกลางของชายหาด*

จากการสำรวจรูปตัดชายหาดด้วยวิธีการรังวัดด้วยดาวเทียมแบบจลน์ (Real Time Kinematics, RTK) สามารถนำข้อมูลพิกัดและค่าระดับที่ได้มาจำลองเส้นชั้นความสูงของชายหาด เพื่อสร้างรูปตัดชายหาดด้วยโปรแกรม AutoCAD Civil 3D โดยจากรูปตัดที่ได้จะสามารถระบุตำแหน่งระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level, MSL) ซึ่งแสดงตัวอย่างรูปตัดชายหาด ณ ตำแหน่ง BK 2 ได้ดังรูปที่ 5 ทำให้สามารถสร้างเส้นแนวชายฝั่ง ณ ตำแหน่งที่เป็นระดับทะเลปานกลาง ได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 ตัวอย่างของรูปตัดชายหาด ณ ตำแหน่ง BK 2

รูปที่ 6 ตัวอย่างเส้นแนวชายฝั่งที่ระดับทะเลปานกลาง ณ ตำแหน่ง BK 2

2.4.3. การวิเคราะห์เส้นแนวชายฝั่งใหม่

โดยการนำค่าระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดที่ได้ในหัวข้อ 2.4.1 มากำหนดเส้นแนวชายฝั่งใหม่ของแต่ละ Representative Concentration Pathways (RCP) โดยใช้เส้นระดับทะเลปานกลางเป็นเส้นแนวชายฝั่งปัจจุบัน

2.4.4. การคำนวณหาพื้นที่ชายหาดที่เปลี่ยนแปลง

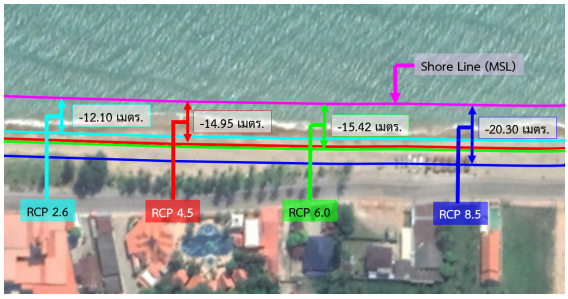
การหาพื้นที่ชายหาดที่เปลี่ยนแปลงจะใช้โปรแกรม AutoCAD Civil 3D ในการวิเคราะห์ เนื่องจากชายหาดมีลักษณะเว้า ไม่ใช่เส้นตรง หากคำนวณหาพื้นที่ด้วยการคูณระหว่างความยาวชายหาดกับระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดจะทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อน

3. วิเคราะห์ผลการศึกษา

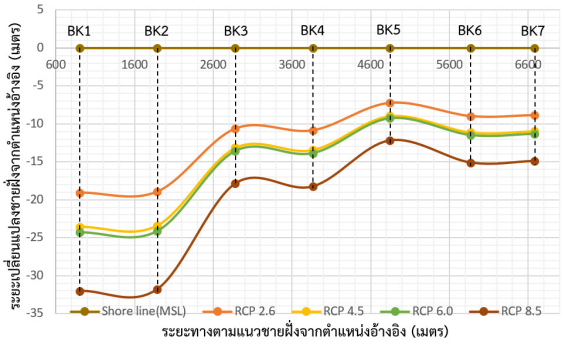
จากการศึกษา โดยใช้แบบจำลองบรูน [12] พบว่า ที่ตำแหน่งต่างๆสามารถหาระยะการเปลี่ยนแปลงชายหาดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตที่ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 แสดงค่าดังตารางที่ 2 ซึ่งสามารถคำนวณหาระยะการเปลี่ยนแปลงชายหาดเฉลี่ยได้เท่ากับ -12.10, -14.95, -15.42 และ -20.30 เมตร ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 7 และสามารถสร้างกราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างแนวชายฝั่งเดิมกับแนวชายฝั่งในอนาคต โดยอ้างอิงจากเส้นระดับทะเลปานกลาง (MSL) ได้ดังรูปที่ 8

ตารางที่ 2 แสดงระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดของแต่ละ RCP

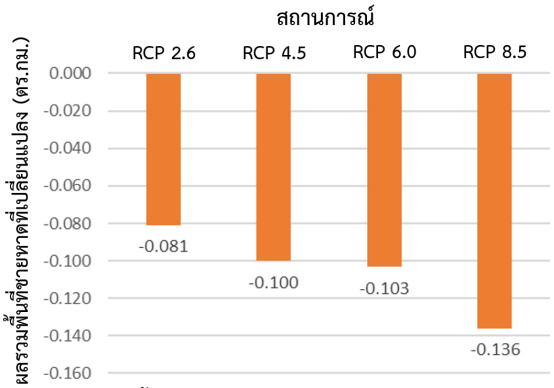
ตำแหน่ง	RCP 2.6 (เมตร)	RCP 4.5 (เมตร)	RCP 6.0 (เมตร)	RCP 8.5 (เมตร)
BK 1	-19.08	-23.57	-24.32	-32.02
BK 2	-18.95	-23.42	-24.16	-31.81
BK 3	-10.64	-13.15	-13.57	-17.87
BK 4	-10.88	-13.44	-13.87	-18.26
BK 5	-7.26	-8.97	-9.25	-12.18
BK 6	-9.00	-11.12	-11.47	-15.10
BK 7	-8.87	-10.97	-11.32	-14.90
Avg.	**-12.10**	**-14.95**	**-15.42**	**-20.30**



รูปที่ 7 ตัวอย่างแสดงระยะเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของแต่ละ RCP ณ ตำแหน่ง BK 2



รูปที่ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างแนวชายฝั่งเดิมกับแนวชายฝั่งในอนาคต



รูปที่ 9 พื้นที่ชายหาดที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละ RCP

จากระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดที่ได้นั้นสามารถหาพื้นที่ชายหาดที่เปลี่ยนแปลงของ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 เท่ากับ

- 0.081, -0.100, -0.103 และ -0.136 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ซึ่งแสดงพื้นที่ชายหาดที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละ RCP ดังรูปที่ 9

4. บทสรุป

การศึกษานี้ได้วิเคราะห์หาระยะการเปลี่ยนแปลงชายหาด เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งพิจารณาในปี ค.ศ 2100 โดยมีกรณีศึกษาคือหาดบ้านกรูด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีลักษณะเป็นหาดทราย โดยการวิเคราะห์หาระยะเปลี่ยนแปลงชายหาดด้วยแบบจำลองบรูน โดยใช้ข้อมูลความลาดชันชายหาด ค่าขนาดคละเฉลี่ย (D_{50}) ของตะกอนทราย และระดับน้ำทะเลคาดการณ์ในอนาคตของปี ค.ศ 2080 – 2100 ในการวิเคราะห์

ผลการศึกษาพบว่าที่ RCP 2.6, 4.5, 6.0 และ 8.5 มีระยะกัดเซาะเท่ากับ 12.10, 14.95, 15.42 และ 20.30 เมตร ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ชายหาดที่ถูกกัดเซาะได้เท่ากับ 0.081, 0.100, 0.103 และ 0.136 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ โดยผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยบริเวณริมชายฝั่งทะเลจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล รวมถึงหามาตรการที่เหมาะสมเพื่อใช้จัดการพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้อยู่ภายใต้โครงการ Advancing Co-design of Integrated Strategies with Adaptation to Climate Change on Thailand (ADAP-T) โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก JICA และ JST และขอขอบคุณกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และนางสาว ภัทรกร นิธินรางกูร ที่ช่วยสนับสนุนข้อมูล

6. การอ้างอิง

[1] Global Warming vs. Climate Change (2021). Resources – Climate Change: Vital Signs of the Planet, (n.d.). https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change

[2] NASA Sea Level Change Portal (2021). (n.d.). https://sealevel.nasa.gov

[3] Climate Change Case Study: Thailand (2021). (n.d.). https://climate.org/archive/topics/international-action/thailand.htm

[4] D. Shaw, Z. Yang, (2020). Integrated assessment modeling for climate change in China, Clim. Chang. Econ.11. DOI: 10.1142/S2010007820030013.

[5] Z. Wang, J. Wu, C. Liu, G. Gu. (1988). The impact of sea level rise, Hydro Delft. 76 8–13. DOI: 10.1007/978-981-10-3945-4_3.

[6] Zheng W., Changjiang S., Chandxin L., Rui H. (2017). The Impact of Sea Level Rise under the Global Carbon Reduction Strategy Based on EMRICES Model in China.

[7] Anton S., Malta. (2011). An Overview of Coastal Erosion and Sea level Rise in Europe. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SEA LEVEL RISE AND COASTAL EROSION. Bangkok, Thailand, 10-12.

[8] Usha N., Anitha P. (2010). The potential impacts of sea level rise along the coastal zone of Kanyakumari District in Tamilnadu, India. Journal of Coastal Conservation, 207-214. DOI: 10.1007/s11852-010-0103-6

[9] Maria S., Tachfine O., Abdou K., Isabelle N. (2009). Impacts of sea level rise on the Moroccan coastal zone: Quantifying coastal erosion and flooding in the Tangier Bay. Journal of Elsevier 107, 32-40. DOI: 10.1016/j.geomorph.2006.07.043

[10] กิรพัฒน์ พชรพิชชากร และ สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง. (2014). แบบจำลองอย่างง่ายสำหรับการตอบสนองของชายฝั่งต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19. ณ โรงแรมพูลแมน, ขอนแก่น.

[11] Khwanchanok K., Sompratana R. (2020). Determination of coastal setback: A case study of Chalatat Beach, Songkhla Province, in: 25th Natl. Conv. Civ. Eng., Chonburi, THAILAND, 2020: p. WRE27.

[12] Sompratana R., Chatuphorn S., Keiko U., and So K. (2018). Projections of Future Beach Loss due to Sea Level Rise for Sandy Beaches along Thailand's Coastlines. Journal of Coastal Research (85), 16-20. DOI: 10.2112/SI85-001.1