

การประเมินขีดความสามารถด้านการท่องเที่ยวชายหาด ต่อสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

Beach Tourism Carrying Capacity Assessment to Sea Level Rise Scenarios

ภัทรกร นิธิรางกูร (Pattrakorn Nidhinarangkoon)^{1*} สมปรารถนา ฤทธิพรัง (Sompratana Ritphring)**

(Received: April 24, 2020; Revised: July 31, 2020; Accepted: August 5, 2020)

บทคัดย่อ

การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่ง การศึกษานี้จึงประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวเพื่อเป็นแนวทางในการหามาตรการจัดการผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม โดยมีพื้นที่ศึกษาคือ หาดพัทยา จังหวัดชลบุรี หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต หาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา และ หาดทุ่งวัวแล่น จังหวัดชุมพร ซึ่งเป็นตัวแทนหาดท่องเที่ยวของประเทศไทยในบริบทที่แตกต่างกัน วิธีการศึกษาคือ ระบุแนวชายฝั่งด้วยภาพถ่ายดาวเทียม ร่วมกับการปรับแก้ระดับน้ำทะเล แล้วหาระยะกีดเซาแนวชายฝั่งที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตด้วยแบบจำลอง Bruun พบว่าในสถานการณ์ปัจจุบัน หาดชลาทัศน์มีพื้นที่ชายหาดมากที่สุด เท่ากับ 253,666 ตรม. และ หาดทุ่งวัวแล่นมีพื้นที่ชายหาดน้อยที่สุด เท่ากับ 111,436 ตรม. จากนั้นวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว พบว่าหาดกะรนมีขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวสูงสุดเท่ากับ 714,000 คน/วัน และหาดทุ่งวัวแล่นมีค่าน้อยสุดเท่ากับ 164,000 คน/วัน และขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวแปรผันตรงกับพื้นที่ชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในทุกพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการหามาตรการเพื่อบริหารจัดการหาดท่องเที่ยว และมาตรการปรับตัวต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลสำหรับหาดท่องเที่ยวต่อไป

ABSTRACT

In the future, sea level rise due to climate change affects beaches. The tourism carrying capacity (TCC) assessment was chosen to determine the management capacity of a beach. Pattaya beach and Karon beach represents the character of a well-known beach in Thailand, while Chalatat beach and Thung wua lan beach represents the character of domestic tourism at beaches in Thailand. This study detected the shoreline position from Google Earth images with tidal correction to evaluate beach areas. The Bruun model was used for shoreline retreat projection. The result found that Chalatat beach areas are 253,666 m² and Thung wua lan beach areas are 111,436 m² in the present situation. TCC was calculated by using the beach area, correction factors, and management capacity. The results show that, the tourism carrying capacity is affected by beach areas, correction factors, and management capacity. The number of TCC was between 184,000 to 714,000. These findings should be considered in the planning of near-future coastal zone management to protect the tourism carrying capacity and beach areas from future sea level rise.

คำสำคัญ: การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว แบบจำลอง Bruun

Keywords: Sea level rise, Tourism carrying capacity, Bruun model

¹Corresponding author: pattrakorn.n@gmail.com

*นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

ชายฝั่งคือพื้นที่ระหว่างทะเลและผืนดิน เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายสูง ทั้งความหลากหลายทางระบบนิเวศและความหลากหลายทางด้านการใช้ประโยชน์ กล่าวคือชายหาดเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ และพื้นที่บริเวณนั้นถูกใช้ประโยชน์ เช่น การทำประมง การพักผ่อนหย่อนใจ ซึ่งนำไปสู่ผลประโยชน์ทางด้านการเศรษฐกิจ โดยเฉพาะผลประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยว ที่ทำให้เกิดธุรกิจหลายอย่างขึ้นในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงชายหาด เช่น โรงแรม ร้านอาหาร และกิจกรรมนันทนาการต่างๆ จากสถิติการท่องเที่ยวของกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา เดือนกันยายน พ.ศ.2561 พบว่า นอกจากกรุงเทพมหานคร ที่เป็นเมืองหลวงและเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวแล้ว เมืองท่องเที่ยวยอดนิยมถัดมาคือจังหวัดชลบุรี และจังหวัดภูเก็ต ซึ่งจุดหมายหลักของนักท่องเที่ยวที่เดินทางไปยังจังหวัดนั้นคือเพื่อการท่องเที่ยวทางทะเล [1] และผลการงานศึกษาการประเมินมูลค่าผลประโยชน์ทางทะเล ในปี 2557 พบว่ามูลค่าเศรษฐกิจจากทะเลมีสัดส่วนคิดเป็น 30% โดยประมาณของ Gross Domestic Product และมีมูลค่าด้านการท่องเที่ยวคิดเป็นเงิน 84,357 ล้านบาทต่อปี [2]

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุกปี จากการศึกษาพบว่าในศตวรรษที่ 21 ระดับน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้น 8 ถึง 16 มิลลิเมตรต่อปี และจะส่งผลกระทบทำให้ชายหาดเกิดการกัดเซาะ [3] ดังนั้นการประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว จึงถูกใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลกระทบและวิเคราะห์มาตรการที่เหมาะสมสำหรับหาดท่องเที่ยวในการปรับตัวต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล จากหลักการพื้นฐานในการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ [4] เนื่องจากการท่องเที่ยวทางทะเลเป็นการท่องเที่ยวที่อาศัยทรัพยากรธรรมชาติ World Tourism Organization (WTO) ได้ให้นิยาม การประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว (Tourism Carrying Capacity: TCC) ไว้ว่า หมายถึง ปริมาณคนหรือนักท่องเที่ยวสูงสุด (Maximum visitors) ที่จะเข้ามาใช้พื้นที่เป้าหมายได้ในเวลาเดียวกัน โดยไม่ก่อให้เกิดการทำลายสิ่งแวดล้อม ทั้งทางกายภาพ ทางเศรษฐกิจ และทางสังคมวัฒนธรรม รวมถึงไม่ทำให้เกิดปัญหาที่ทำให้นักท่องเที่ยวไม่พอใจจนถึงระดับที่รับไม่ได้ หรือความหมายอีกนัยหนึ่งคือ ระดับที่พื้นที่หนึ่ง สามารถรองรับกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นได้ โดยไม่เกิดความเสียหายต่อนักท่องเที่ยวและผู้อยู่อาศัยในบริเวณนั้น หรือส่งผลต่อคุณภาพการท่องเที่ยว

การประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว เป็นเครื่องมือหรือเทคนิคหนึ่งในการบริหารจัดการ พัฒนาและวางมาตรการสำหรับกิจกรรมท่องเที่ยวในพื้นที่นั้นๆ [5] Sridhar *et al.* ได้ประเมินขีดความสามารถด้านการท่องเที่ยวของชายหาดที่เกาะ South Andaman ประเทศอินเดีย [6] โดยแบ่งออกเป็น ขีดความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวด้านกายภาพ (Physical Carrying Capacity: PCC), ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง (Real Carrying Capacity: RCC) และ ประสิทธิภาพของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว (Effective Carrying Capacity: ECC) ตามวิธีการประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของ Cifuentes [7] การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่ชายหาดและขีดความสามารถในการรองรับด้านท่องเที่ยวของชายหาด ที่เปลี่ยนแปลงจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในแต่ละสถานการณ์สมมติในอนาคต โดยพื้นที่ศึกษาคือหาดพัทยา จังหวัดชลบุรี, หาดชลทัศน์ จังหวัดสงขลา หาดทุ่งวัวแล่น จังหวัดชุมพร, หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต ซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคที่แตกต่างกัน ทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่แตกต่างกัน มีมิติการใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวที่แตกต่างกัน มีทั้งหาดท่องเที่ยวที่เป็นที่นิยมสำหรับชาวต่างชาติและหาดท่องเที่ยวที่เป็นที่นิยมสำหรับคนในพื้นที่

การศึกษานี้ได้ระบุพื้นที่ชายหาด จากการวิเคราะห์แนวชายฝั่งด้วยภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับการปรับแก้ระดับน้ำทะเล (Tidal correction) ขั้นตอนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอนาคตถูกคำนวณด้วย แบบจำลอง

บรูน (Bruun model) ใช้การสำรวจภาคสนามด้วยแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการพื้นที่ชายฝั่งในอนาคต เพื่อความยั่งยืนและรักษาไว้ซึ่งพื้นที่ชายฝั่งและขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งจากผลกระทบของระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นในอนาคต
2. เพื่อประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของชายหาดในปัจจุบันและอนาคต

พื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่ใช้

1) พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นหาดทรายทั้ง 4 พื้นที่ (ภาพที่ 1) คือหาดพัทยา จังหวัดชลบุรี, หาดชลลัทธน์ จังหวัดสงขลา, หาดทุ่งวัวแล่น จังหวัดชุมพร และ หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นตัวแทนของหาดท่องเที่ยวในบริบทที่แตกต่างกันในเมืองไทย โดยประเทศไทยได้รับอิทธิพลมาจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดผ่านภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศ ซึ่งลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดปกคลุมประเทศไทยในช่วงเดือนกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนมกราคม มรสุมนี้พัดพาเอามวลอากาศเย็น และแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ในภาคใต้จะมีฝนชุก โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เนื่องจากมรสุมนี้นำความชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม [8] โดยหาดพัทยา (ภาพที่ 2a) ตั้งอยู่ที่ภาคตะวันออก และหาดกะรน (ภาพที่ 2b) ตั้งอยู่ที่ภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามัน มีลักษณะการท่องเที่ยวที่คล้ายกัน คือ เป็นหาดที่มีชื่อเสียงสำหรับนักท่องเที่ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศ แต่หาดชลลัทธน์ (ภาพที่ 2c) ซึ่งตั้งอยู่ที่อ่าวไทยตอนล่าง และ หาดทุ่งวัวแล่น (ภาพที่ 2d) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณอ่าวไทยตอนกลาง มีลักษณะการท่องเที่ยวคือ เป็นหาดท่องเที่ยวที่คนในพื้นที่หรือคนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง นิยมมาท่องเที่ยวในวันหยุดหรือในช่วงเย็นเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ และทำกิจกรรมร่วมกันกับคนในครอบครัวบนชายหาด

2) ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้มี ภาพถ่ายดาวเทียม, ข้อมูลคลื่น, ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล, ข้อมูลความลาดชันชายหาดและขนาดตะกอน, เวลาและพื้นที่ที่ใช้ทำกิจกรรมบนชายหาด, ความสามารถในการจัดการพื้นที่และจำนวนวันที่ฝนตก แสดงดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1) ภาพถ่ายดาวเทียม

ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการระบุแนวชายฝั่ง

พื้นที่ศึกษา	แนวชายฝั่งในอดีต	แนวชายฝั่งในปัจจุบัน
หาดพัทยา	30 ธ.ค. 2560	16 ก.พ. 2562
หาดชลลัทธน์	9 ก.ค. 2560	6 ส.ค. 2561
หาดกะรน	11 มี.ค. 2561	2 มี.ค. 2562
หาดทุ่งวัวแล่น	12 มี.ค. 2560	21 ธ.ค. 2561



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา (a) หาดพัทธยา, (b) หาดกะรน, (c) หาดชลาลัย และ (d) หาดทุ่งวัวแล่น

2.2) ข้อมูลคลื่น

ข้อมูลที่ใช้เป็น 3-hour significant wave ซึ่งมี 12-hour exceeds significant wave height re-analysed (มีความละเอียด 1-ดีกรีละติจูด-ลองจิจูด) จาก European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) เป็นข้อมูลเฉลี่ย 30 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2523 ถึง พ.ศ. 2553

2.3) ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

ข้อมูลที่ใช้มาจาก 21CMIP5 models ซึ่งเป็นข้อมูลแบบ ensemble-mean regional sea-level rise (มีความละเอียด 1-ดีกรีละติจูด-ลองจิจูด) สำหรับสถานการณ์สมมติในอนาคต RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 และ RCP8.5 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับข้อมูลในปี พ.ศ.2529 ถึง พ.ศ. 2548 [2]

2.4) ข้อมูลความลาดชันชายหาดและขนาดตะกอน

จากการสำรวจภาคสนาม ข้อมูลความลาดชันชายหาดได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดความลาดชันชายหาด ค่ากลางของขนาดตะกอนได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีร่อนผ่านตะแกรง (Sieve analysis) หาดพิทยาที่มีความลาดชันชายหาดเฉลี่ย 9.34 องศา ค่ากลางของขนาดตะกอนมีค่าเท่ากับ 0.30 มม., หาดชลลัทธน์มีความลาดชันชายหาดเฉลี่ย 6.43 องศา ค่ากลางของขนาดตะกอนมีค่าเท่ากับ 0.27 มม., หาดทุ่งวัวแล่นมีความลาดชันชายหาดเฉลี่ย 4.03 องศา ค่ากลางของขนาดตะกอนมีค่าเท่ากับ 0.27 มม. และ หาดกระรนมีความลาดชันชายหาดเฉลี่ย 7.28 องศา ค่ากลางของขนาดตะกอนมีค่าเท่ากับ 0.24 มม.

2.5) เวลาและพื้นที่ที่ใช้ทำกิจกรรมบนชายหาด

เวลาเฉลี่ยที่ใช้บนชายหาดและพื้นที่เฉลี่ยที่ผู้ใช้หาดต้องการใช้บนชายหาด จากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลาและพื้นที่ที่ใช้บนชายหาด

พื้นที่ศึกษา	เวลาที่ใช้ชายหาด (ชม.)	พื้นที่เฉลี่ยที่ต้องการใช้ชายหาด (ตร.ม.)
หาดพิทยา	3	3
หาดชลลัทธน์	3	11
หาดกระรน	2.5	3
หาดทุ่งวัวแล่น	2	8

2.6) ความสามารถในการจัดการพื้นที่

ความสามารถในการจัดการพื้นที่ (Management Capacity) ให้คะแนนจากสิ่งอำนวยความสะดวกและโครงสร้างพื้นฐานบริเวณพื้นที่โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้ 0 คะแนนคือ ไม่มี 1 คะแนนคือ มีแต่ไม่เพียงพอ และ 2 คือ มีและเพียงพอ [9]

ตารางที่ 3 ความสามารถในการจัดการพื้นที่ของพื้นที่ศึกษา

หัวข้อ	คะแนน			
	หาดพิทยา	หาดชลลัทธน์	หาดกระรน	หาดทุ่งวัวแล่น
ห้องน้ำสาธารณะ	0	1	1	2
ถังขยะ	1	1	1	1
ที่จอดรถสาธารณะ	0	1	1	1
ความปลอดภัย	2	1	1	1
ที่พักบริเวณหาด	2	2	2	2
ร้านอาหาร	2	2	2	2

ตารางที่ 3 ความสามารถในการจัดการพื้นที่ของพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

หัวข้อ	คะแนน			
	หาดพัทยา	หาดชลาลัย	หาดกะรน	หาดทุ่งวัวแล่น
ห้องน้ำสาธารณะ	0	1	1	2
ถังขยะ	1	1	1	1
ที่จอดรถสาธารณะ	0	1	1	1
ความปลอดภัย	2	1	1	1
ที่พักบริเวณหาด	2	2	2	2
ร้านอาหาร	2	2	2	2
ความสะดวกในการเดินทาง	2	1	0	1
ไฟส่องสว่าง	2	1	2	2
ร่มเตียงชายหาด	2	0	2	0
จุดชมวิว	2	2	2	0
วางน้ำ	2	2	2	2
ค่าน้ำดื่ม	0	0	0	0
ค่าน้ำลึก	0	0	0	0
เรือคายัค	2	0	1	1
กีฬาอื่นๆ	2	1	2	2
คะแนนรวม	21	15	19	17

2.7) จำนวนวันที่ฝนตก

ข้อมูลจำนวนวันที่ฝนตกต่อปี ใช้ในการคำนวณตัวแปรปรับแก้ (Correction factor) โดยใช้ข้อมูลจำนวนวันฝนตกย้อนหลังเฉลี่ย 30 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงดังตารางที่ 4 เป็นข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2532 - 2561

ตารางที่ 4 จำนวนวันที่ฝนตก

พื้นที่ศึกษา	จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี
หาดพัทยา	105
หาดชลาลัย	168
หาดกะรน	175
หาดทุ่งวัวแล่น	166

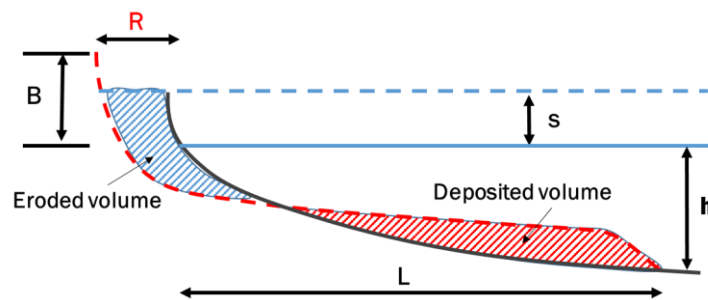
วิธีการวิจัย

ในการศึกษานี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ การระบุการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลด้วยแบบจำลองบรูน (Bruun rule) และหาพื้นที่เปลี่ยนแปลงของชายหาดในแต่ละสถานการณ์สมมติ จากนั้นนำข้อมูลไปประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

1) ระบุการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลด้วย แบบจำลองบรูนและประเมินพื้นที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละสถานการณ์สมมติ (Future scenarios)

แนวชายฝั่งในอดีตและปัจจุบันถูกระบุจากภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับวิธีการปรับแก้ระดับน้ำทะเล (Tidal correction) [10-12] หลังจากนั้นใช้ แบบจำลองบรูน (Bruun model) คำนวณระยะถอยร่นของแนวชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคต

Bruun (1962) [13] ได้คิดค้นแบบจำลองซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อคำนวณการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ซึ่งส่งผลกระทบต่อถอยร่น หรือการกัดเซาะของแนวชายฝั่ง โดยมีสมมติฐานว่าแบบจำลองมีลักษณะเป็นสองมิติ เพื่อพิจารณาปริมาณตะกอนทรายสุทธิตลอดหน้าตัดของแนวชายฝั่งในลักษณะดังกล่าวกับแนวชายฝั่งและหน้าตัดของชายฝั่งมีระดับความลึกที่ลดลงลงที่ และไม่เกิดผลกระทบจากคลื่น โดยมีสมการของ Bruun (Bruun rule equation) แสดงดังสมการที่ 1 และ ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 Bruun rule

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

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)

ระดับความลึกที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน (Depth of closure) คำนวณจากความสูงคลื่นนัยสำคัญสูงสุดและคาบคลื่นสูงสุดโดยใช้สมการที่ 2 [14]

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

โดย h_* คือ ความลึกของระดับน้ำทะเลเดิมถึงระดับท้องเดิม (Old bottom level) ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน (Depth of closure), $H_{e,t}$ คือ ความสูงคลื่นนัยสำคัญสูงสุด (Maximum significant wave height), $T_{e,t}$ คือ คาบคลื่นสูงสุด (Maximum wave period) และ g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

ความยาวของรูปตัดชายหาด (y_*) พิจารณาจากความสัมพันธ์ของระดับน้ำทะเลเดิมถึงระดับท้องเดิม ซึ่งคือระดับความลึกที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน (Depth of closure) คำนวณจากสมการที่ 3 [15]

$$h_* = Ay_*^{2/3} \quad (3)$$

โดย h_o คือ ความลึกของระดับน้ำทะเลเดิมถึงระดับท้องเดิม (Old bottom level) ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตะกอน, y_s คือ ความยาวของรูปตัดชายหาดที่พิจารณา และ A คือสัมประสิทธิ์ค่า A (A value) ที่ได้จากความสัมพันธ์ของขนาดตะกอนทราย (D_{50}) และความลาดชันชายฝั่ง (Beach slope)

การคำนวณหาความสูงคลื่น ณ บริเวณคลื่นแตกตัว (Wave height at breaking wave) เพื่อนำไปคำนวณค่าความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ ใช้สมการที่ 4 [16]

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

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

ซึ่งความยาวคลื่นนัยสำคัญสามารถคำนวณได้จากคาบคลื่นเฉลี่ยดังสมการที่ 5

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

โดย L_s คือ ความยาวคลื่นนัยสำคัญ (Significant wave length), g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และ T_s คือ คาบคลื่นเฉลี่ย (Mean significant wave period)

ค่าความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ (Berm height) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6 [17]

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

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

2) ประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

2.1) การประเมินขีดความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวด้านกายภาพ

ขีดความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวด้านกายภาพ คือ จำนวนนักท่องเที่ยวสูงสุดที่พื้นที่นั้นสามารถรองรับได้ ความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวด้านกายภาพสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7 [6] โดยขนาดของพื้นที่ศึกษาสามารถระบุได้จากการประมวลผลโดยภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม และขนาดพื้นที่ที่นักท่องเที่ยวต้องการใช้ต่อคนได้ข้อมูลจากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม

$$PCC = \frac{A}{Au} \times R_f \quad (7)$$

โดย PCC คือ ขีดความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวด้านกายภาพ, A คือ ขนาดของพื้นที่ศึกษา, Au คือ พื้นที่ที่นักท่องเที่ยวต้องการใช้ต่อคน (Area required per user) และ R_f คือ Rotation factor ซึ่งสามารถคำนวณได้จากช่วงเวลาที่เปิดให้ใช้งานพื้นที่ในหนึ่งวัน และ เวลาเฉลี่ยที่นักท่องเที่ยวเข้ามาใช้พื้นที่ต่อวัน ซึ่งได้มาจากการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้แบบสอบถาม และคำนวณจากสมการที่ 8 [6]

$$R_f = \frac{\text{daily open period}}{\text{average time of visit}} \quad (8)$$

โดย R_f คือ Rotation factor, daily open period คือ ช่วงเวลาที่เปิดให้ใช้งานพื้นที่ในหนึ่งวัน และ average time of visit คือ เวลาเฉลี่ยที่นักท่องเที่ยวเข้ามาใช้พื้นที่ต่อวัน

2.2) การประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง

ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง ได้จากการพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวด้านกายภาพร่วมกับตัวแปรปรับแก้ (Correction factors) ดังสมการที่ 9 [6]

$$RCC = PCC \times (Cf1 \times Cf2 \times Cf3 \dots Cfn) \quad (9)$$

โดย RCC คือ ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง, PCC คือ ขีดความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวด้านกายภาพ และ C_f คือ ตัวแปรปรับแก้ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากปัจจัยต่างๆทั้งทางด้านชีวภาพ สภาพแวดล้อม ระบบนิเวศ สังคม และ การบริหารจัดการพื้นที่ โดยท่องเที่ยวในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาตินั้น ปัจจัยที่ถูกนำมาพิจารณาในการศึกษาจึงเกี่ยวกับสภาพอากาศ เช่น วันที่ฝนตก วันที่แดดส่องสว่าง วันที่เกิดพายุ วันที่ลมแรง และ คุณภาพชายหาด โดยปัจจัยเหล่านี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการท่องเที่ยวด้วย ดังนั้นตัวแปรปรับแก้ สามารถให้ค่าจำกัดความอีกอย่างได้ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดข้อจำกัดในการท่องเที่ยว และใช้สมการที่ 10 [6] ในการคำนวณ

$$C_f = 1 - \frac{Lmx}{Tmx} \quad (10)$$

โดย C_f คือ ตัวแปรปรับแก้ Lmx คือ จำนวนของตัวแปร x ที่เกิดข้อจำกัด และ Tmx คือ จำนวนทั้งหมดของตัวแปร x

2.3) การประเมินประสิทธิภาพของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

ประสิทธิภาพของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว คือ จำนวนนักท่องเที่ยวสูงสุดที่พื้นที่สามารถรองรับได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง ร่วมกับความสามารถในการจัดการของพื้นที่ (Management Capacity, Mc) ดังสมการที่ 11 [6] โดยความสามารถในการจัดการของพื้นที่เป็นตัวบ่งชี้มุมมองในการจัดการชายฝั่ง ขึ้นอยู่กับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานและ สิ่งอำนวยความสะดวกในพื้นที่ เช่น ไฟส่องสว่าง ร้านอาหาร ห้องน้ำ บริการรถสาธารณะ ที่จอดรถ และกิจกรรมการท่องเที่ยวที่มีบริการ

$$ECC = RCC \times Mc \quad (11)$$

โดย ECC คือ ประสิทธิภาพของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว, RCC คือ ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง และ Mc คือ ความสามารถในการจัดการของพื้นที่ โดยแต่ละพื้นที่จะมีคะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับคะแนนเต็มจากปัจจัยทั้งหมด โดยให้คะแนนแต่ละปัจจัยจากการสำรวจการบริหารจัดการพื้นที่ว่ามีปัจจัยนั้นหรือไม่ หรือถ้ามีเพียงพอก็จะได้คะแนนเต็ม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1) พื้นที่ชายหาดที่เปลี่ยนแปลงจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

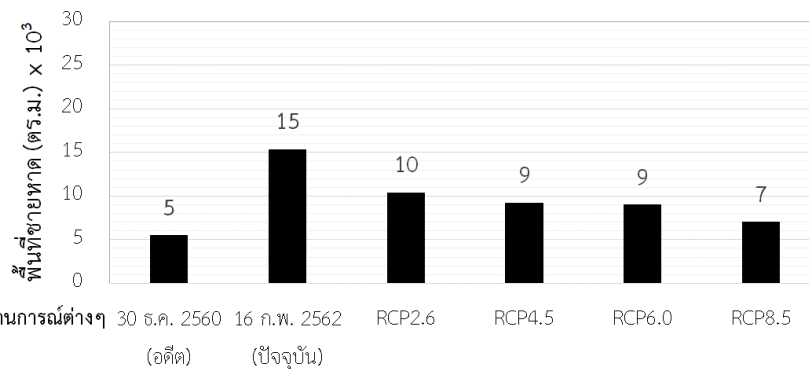
พื้นที่ชายหาดที่คงเหลืออยู่ในแต่ละสถานการณ์ของหาดพิทยาแสดงดังภาพที่ 4 หาดชลาลัยแสดงดังภาพที่ 5 หาดกระนแสดงดังภาพที่ 6 และ หาดทุ่งวัวแล่น แสดงดังภาพที่ 7

เมื่อพิจารณาพื้นที่ศึกษาหาดพัทยาและหาดชลาทัศน์ ซึ่งเป็นหาดที่มีการเสริมทรายชายหาดเหมือนกัน พบว่า ในสถานการณ์ปัจจุบัน มีพื้นที่ทับถมเพิ่มขึ้นจากอดีตเช่นเดียวกันทั้งสองหาด แต่สถานการณ์สมมติในอนาคตนั้น ระยะเวลาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของหาดชลาทัศน์มีระยะมากกว่า เนื่องจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นในอนาคตของหาดชลาทัศน์ มีค่ามากกว่าหาดพัทยา ทำให้หาดพัทยาลงเหลือพื้นที่มากกว่าในสถานการณ์รุนแรงมากที่สุด (RCP 8.5) ถึงแม้ว่าหาดพัทยามีพื้นที่ชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบันน้อยกว่าหาดชลาทัศน์ก็ตาม

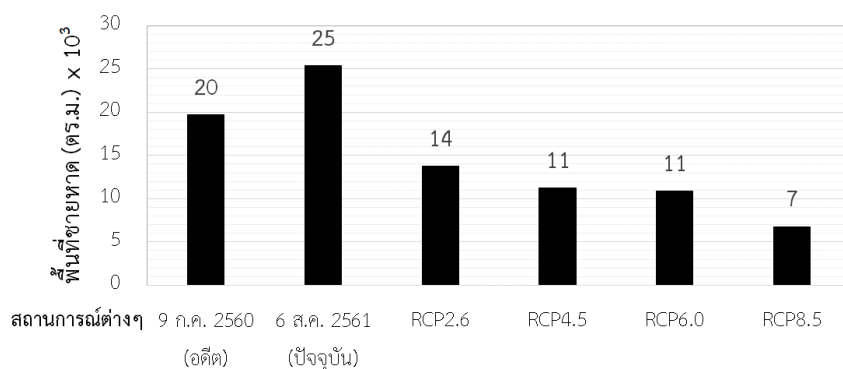
นอกจากนั้น ยังมีปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปร่างหน้าตัดชายหาดที่ส่งผลต่อระยะกัดเซาะจากการเพิ่มขึ้นของระดับ คือ ความลาดชันชายหาด, ค่ากลางของขนาดตะกอน (D_{50}) และ ข้อมูลคลื่นของพื้นที่ศึกษา หากความลาดชันชายหาดมาก หาดจะมีระยะกัดเซาะลดลงในกรณีที่ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นเท่ากันเพราะความลาดชันชายหาดส่งผลต่อความสูงคลื่น ณ บริเวณคลื่นแตกตัว และความสูงของตะกอนทรายก่อนการกัดเซาะ (Berm height)

เมื่อพิจารณาพื้นที่ศึกษาหาดทุ่งวัวแล่นและหาดกระนซึ่งเป็นหาดที่ในสถานการณ์ปัจจุบันมีการกัดเซาะ หรือมีพื้นที่หาดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชายหาดในอดีตของพื้นที่ศึกษานั้นๆ และเมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นในสถานการณ์สมมติ พบว่า หาดทุ่งวัวแล่นลงเหลือพื้นที่ชายหาดน้อยที่สุดในสถานการณ์รุนแรงมากที่สุด (RCP 8.5) เท่ากับ 13,154 ตร.ม. ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง เนื่องจากชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบันของหาดทุ่งวัวแล่นมีพื้นที่น้อยที่สุดอยู่แล้ว เมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นทำให้ความกว้างชายหาดและพื้นที่ลดลง ชายหาดจึงถูกกัดเซาะรุนแรงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น

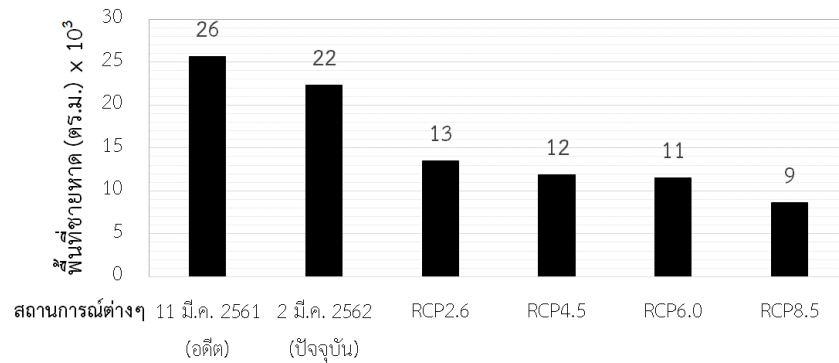
จากการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษาที่มีการเสริมทรายชายหาด (หาดพัทยาและหาดชลาทัศน์) และพื้นที่ที่ไม่มีการเสริมทรายชายหาด พบว่า การเสริมทรายชายหาดช่วยเพิ่มพื้นที่ชายหาดและทำให้ชายหาดยังมีพื้นที่เหลืออยู่สำหรับใช้ประโยชน์ในอนาคต ถึงแม้ชายหาดจะถูกกัดเซาะก็ตาม



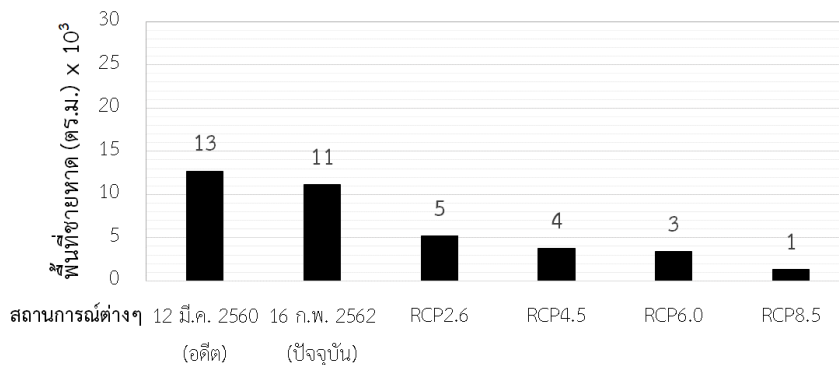
ภาพที่ 4 พื้นที่ของหาดพัทยา



ภาพที่ 5 พื้นที่ของหาดชลาทัศน์



ภาพที่ 6 พื้นที่ของหาดกระรอน



ภาพที่ 7 พื้นที่ของหาดทุ่งวัวแล่น

เนื่องจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่เป็นหาดที่ถูกใช้ประโยชน์จากการท่องเที่ยวเป็นหลัก ถึงโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกของหาดพัทยาและหาดกระรอนจะไม่ได้ประสบผลกระทบโดยตรง แต่พื้นที่ชายหาดที่ถูกกัดเซาะจำเป็นต้องมีการดำเนินการมาตรการปรับตัวเพื่อให้สามารถรองรับนักท่องเที่ยว ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการใช้ประโยชน์พื้นที่ชายหาดต่อไป

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคตของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่พบว่า ความลาดชันชายหาด ขนาดตะกอน ความสูงคลื่น คาบคลื่น และระดับความสูงของน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อระยะกัดเซาะของชายฝั่ง และ มาตรการปรับตัวต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลด้วยการเสริมทรายชายหาด ทำให้เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายหาดลดลง หรือการเสริมทรายหาดนั้นช่วยให้ชายหาดยังคงมีพื้นที่เหลือ ถึงแม้ระดับน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้นก็ตาม

2) ชีตความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

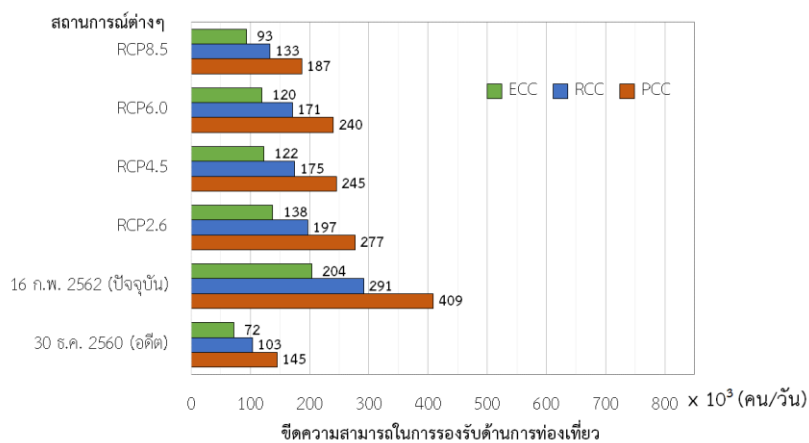
ชีตความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของหาดพัทยาแสดงดังภาพที่ 8 หาดชลาทัศน์แสดงดังภาพที่ 9 หาดกระรอนแสดงดังภาพที่ 10 และ หาดทุ่งวัวแล่น แสดงดังภาพที่ 11

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ชีตความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวทางกายภาพขึ้นอยู่กับพื้นที่ชายหาด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ เวลาที่นักท่องเที่ยวใช้บนชายหาดกับพื้นที่เฉลี่ยที่นักท่องเที่ยวต้องการใช้บนชายหาด ดังผลลัพธ์ที่แสดงให้เห็นว่า หาดชลาทัศน์มีพื้นที่ชายหาดมากที่สุดในสถานการณ์ปัจจุบัน แต่หาดชลาทัศน์มีพื้นที่ที่ต้องการใช้ชายหาดเฉลี่ยมากที่สุดในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ โดยพื้นที่เฉลี่ยที่ต้องการใช้ชายหาดของนักท่องเที่ยว เป็นผล

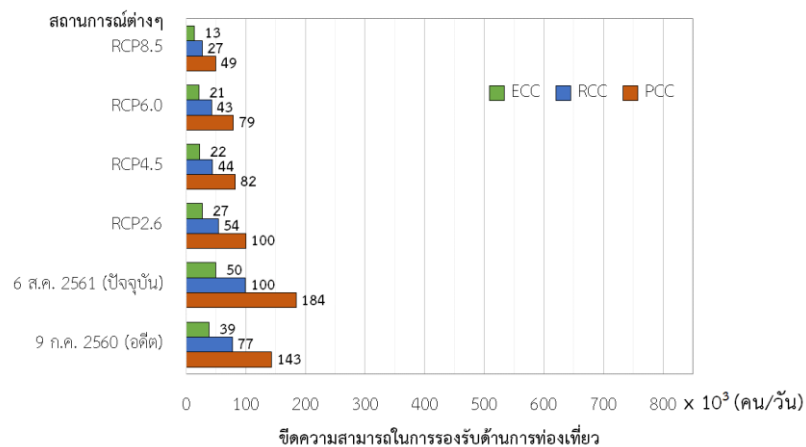
โดยตรงกับพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว โดยนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติส่วนใหญ่ต้องการพื้นที่ชายหาดจำนวนไม่มากเพื่อการพักผ่อน แต่นักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่นิยมมาท่องเที่ยวชายหาดเป็นครอบครัวใหญ่เพื่อทำกิจกรรมบนชายหาด ทำให้ต้องการพื้นที่จำนวนมากกกว่านักท่องเที่ยวต่างชาติ

ดังนั้นขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของหาดชลาทัศน์จึงมีค่าน้อย เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับขนาดพื้นที่ชายหาด แต่หาดกะรนซึ่งมีพื้นที่ชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบันใกล้เคียงกับหาดชลาทัศน์ กลับมีขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวทางกายภาพมากที่สุด เพราะพื้นที่ที่ต้องการใช้ชายหาดเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าหาดชลาทัศน์ประมาณ 3 เท่า โดยพื้นที่ที่ต้องการใช้ชายหาดเฉลี่ยเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามจากนักท่องเที่ยวหรือผู้ที่มาใช้หาด

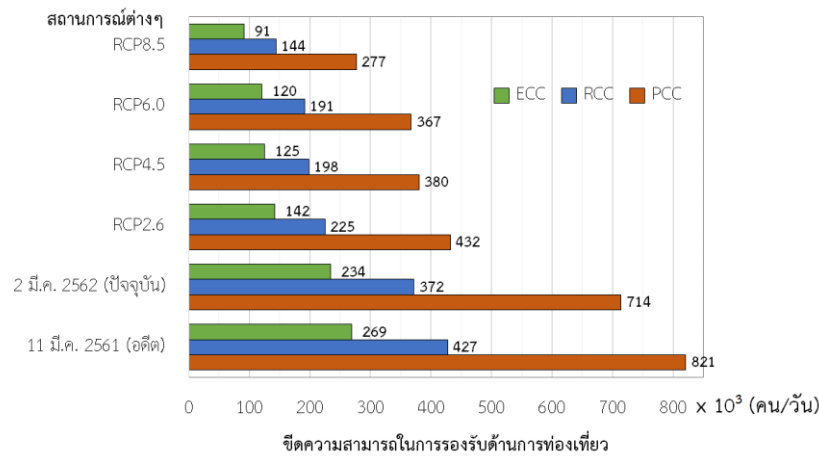
ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริงเป็นผลมาจาก ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวทางกายภาพที่พิจารณาร่วมกับตัวแปรปรับแก้ หรือว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อขีดความสามารถด้านการท่องเที่ยวทางด้านชีวภาพ สภาพแวดล้อม ระบบนิเวศ และสังคม โดยในการศึกษานี้พิจารณาจำนวนวันฝนตกเป็นตัวแปรปรับแก้ จะเห็นได้ว่าจำนวนวันฝนตกขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและสภาพอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งหาดพัทยา จังหวัดชลบุรี มีวันที่ฝนตกน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอีก 3 พื้นที่ เพราะจังหวัดชลบุรีอยู่บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย และหาดกะรน จังหวัดภูเก็ต ตั้งอยู่บริเวณภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมมากกว่า จึงมีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุด



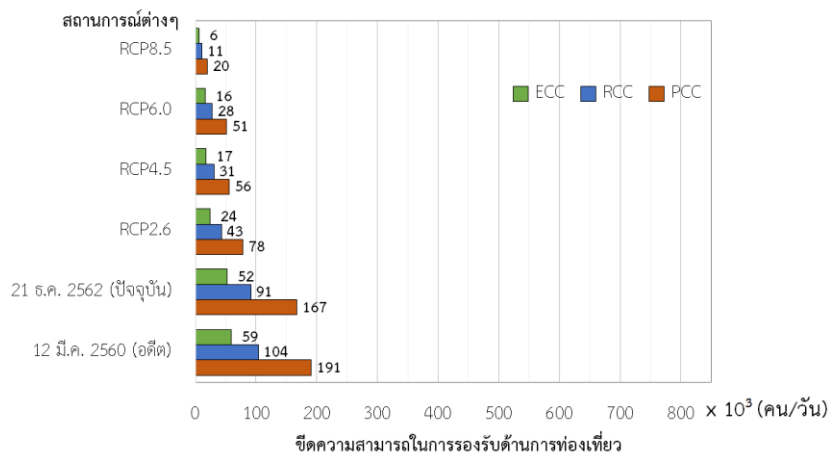
ภาพที่ 8 ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของหาดพัทยา



ภาพที่ 9 ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของหาดชลาทัศน์



ภาพที่ 10 ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของหาดกะรน



ภาพที่ 11 ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของหาดทุ่งวัวแล่น

ประสิทธิภาพสูงสุดของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวขึ้น ขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการพื้นที่ศึกษา ซึ่งเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกและโครงสร้างพื้นฐานในบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยพิจารณาพร้อมกับขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง ในการศึกษาขึ้นเห็นได้ชัดว่า หาดพัทยาและหาดกะรนเป็นหาดท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเดินทางมาท่องเที่ยวและเกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจขึ้นจำนวนมากในด้านการท่องเที่ยว หาดพัทยาและหาดกะรนจึงมีงบประมาณในการบริหารจัดการพื้นที่มากกว่าพื้นที่ศึกษาอีกสองพื้นที่คือหาดชลาลัยและหาดทุ่งวัวแล่น ซึ่งเป็นหาดท่องเที่ยวที่เป็นที่นิยมสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทย

ดังนั้นความสามารถในการบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่งของหาดพัทยาและหาดกะรนจึงมีมากกว่าหาดชลาลัยและหาดทุ่งวัวแล่น ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวของหาดพัทยาและหาดกะรนมีมากกว่า โดยหาดกะรนมีประสิทธิภาพสูงสุดของขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวมากที่สุดเนื่องจากมีพื้นที่ที่ต้องการใช้ชายหาดเฉลี่ยใกล้เคียงกับหาดพัทยา แต่มีพื้นที่ชายหาดในสถานการณืปัจจุบันมากกว่าพัทยา ถึงแม้จะมีจำนวนวันฝนตกมากกว่าหาดพัทยา และความสามารถในการบริหารจัดการพื้นที่น้อยกว่าหาดพัทยา หาดกะรนก็ยังคงมีประสิทธิภาพสูงสุดของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวมากที่สุด ดังนั้นพื้นที่ชายหาด จึงเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

สรุปผลการวิจัย

ชายหาดเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายสูง ทั้งทางด้านระบบนิเวศและการใช้ประโยชน์ การท่องเที่ยวเป็นมิติหนึ่งของการใช้ประโยชน์พื้นที่ชายหาด และนำมาซึ่งมูลค่าทางเศรษฐกิจ ปรากฏการณ์การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในศตวรรษที่ 21 จะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่ง ดังนั้นจึงมีความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวจึงถูกใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบเพื่อหามาตรการป้องกันที่เหมาะสมต่อไป โดยขั้นตอนการศึกษาคือ ระบุแนวชายฝั่งด้วยภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับการปรับแก้ระดับน้ำทะเลและคำนวณระยะกัดเซาะของแนวชายฝั่งที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอนาคต ด้วยแบบจำลองบรูเนอ เพื่อประเมินพื้นที่ชายหาด และวิเคราะห์ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว โดยพื้นที่ศึกษา 4 พื้นที่ เป็นตัวแทนหาดท่องเที่ยวของประเทศไทยในลักษณะที่แตกต่างกันคือ หาดพิทยา จังหวัดชลบุรี หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต หาดชลาลัย จังหวัดสงขลา และ หาดทุ่งวัวแล่น จังหวัดชุมพร สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของแต่ละพื้นที่ศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบัน

เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอดีต หาดพิทยา มีพื้นที่ที่ทับถมเพิ่มขึ้นมาที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต เนื่องจากมาตรการเสริมทรายชายหาดช่วยเพิ่มพื้นที่ชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบัน แต่หาดชลาลัยมีพื้นที่ชายหาดมากที่สุดในสถานการณ์ปัจจุบัน เท่ากับ 253,666 ตรม. และ หาดทุ่งวัวแล่นมีพื้นที่ชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบันน้อยที่สุด เท่ากับ 111,436 ตรม.

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในสถานการณ์สมมติที่มีความรุนแรงน้อยที่สุด (RCP 2.6) หาดพิทยา มีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะน้อยที่สุด และหาดทุ่งวัวแล่นพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะมากที่สุดเท่ากับ เช่นเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งพื้นที่จากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในสถานการณ์สมมติที่มีความรุนแรงมากที่สุด (RCP 8.5) หาดพิทยา มีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะน้อยที่สุด และ หาดทุ่งวัวแล่นพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะมากที่สุด

ผลการศึกษาพบว่า หาดพิทยา และ หาดชลาลัย ซึ่งเป็นหาดที่มีการเสริมทรายชายหาด มีพื้นที่ที่ทับถมเพิ่มขึ้นมาเมื่อเทียบกับสถานการณ์ในอดีต แต่สถานการณ์สมมติในอนาคตนั้น หาดพิทยา คงเหลือพื้นที่มากกว่าในสถานการณ์รุนแรงมากที่สุด (RCP 8.5) ถึงแม้ว่าหาดพิทยา มีพื้นที่ชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบันน้อยกว่าหาดชลาลัย แต่ระยะกัดเซาะจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของหาดชลาลัยมีระยะมากกว่า ซึ่งตรงกันข้ามกับพื้นที่ศึกษาหาดทุ่งวัวแล่น และหาดกะรน ซึ่งพื้นที่ชายหาดถูกกัดเซาะในสถานการณ์ปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต และเมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นในสถานการณ์สมมติ พบว่าหาดทุ่งวัวแล่นคงเหลือพื้นที่ชายหาดน้อยที่สุดในสถานการณ์รุนแรงมากที่สุด (RCP 8.5) ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง เนื่องจากชายหาดในสถานการณ์ปัจจุบันของหาดทุ่งวัวแล่นมีพื้นที่น้อยที่สุดอยู่แล้ว เมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นทำให้ความกว้างชายหาดและพื้นที่ลดลง ชายหาดจึงถูกกัดเซาะรุนแรงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น

พื้นที่ศึกษาหาดพิทยา ที่มีการลงทุนดำเนินการปรับตัวต่อการกัดเซาะด้วยการเสริมทรายชายหาด มีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะน้อยลงเมื่อเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน ทำให้เมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นแล้วชายหาดก็ยังคงเหลือพื้นที่สำหรับใช้ประโยชน์อยู่ เมื่อเปรียบเทียบกับชายหาดที่ไม่มีการดำเนินการปรับตัวด้วยมาตรการเสริมทรายชายหาด

2) ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

ขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว โดยเฉพาะขีดความสามารถด้านกายภาพ ได้รับผลกระทบจากขนาดพื้นที่ชายหาดของแต่ละพื้นที่ศึกษา และจำนวนวันที่ฝนตกที่เป็นตัวแปรปรับแก้ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิ

ประเทศและสภาพอากาศของพื้นที่ศึกษานั้น จะผลกระทบต่อขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจริง รวมไปถึงความสามารถในการบริหารจัดการพื้นที่ของแต่ละพื้นที่ศึกษา ซึ่งพิจารณาจากสิ่งอำนวยความสะดวกและโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยว

โดยพิจารณาจากผลการศึกษาของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 ที่ แล้วพบว่าในสถานการณ์ปัจจุบัน หาดกะรนมีขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวสูงสุดเท่ากับ 714,000 คน/วัน และหาดทุ่งวัวแล่นมีขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวต่ำสุดเท่ากับ 164,000 คน/วัน ผลการวิเคราะห์พบว่า เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของขีดความสามารถในการรองรับด้านการท่องเที่ยวแปรผันตรงกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในทุกพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการกำหนดมาตรการเพื่อบริหารจัดการหาดท่องเที่ยว และมาตรการปรับตัวต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของหาดท่องเที่ยวต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

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

เอกสารอ้างอิง

1. https://www.mots.go.th/more_news_new.php?cid=528
2. <https://www.bltbangkok.com/news/5028/>
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC 5th Assessment Report - Changes to the Underlying Scientific/ Technical Assessment (IPCC-XXVI/DOC.4). 2013.
4. WTO. Tourism's Potential as a Sustainable Development Strategy. World Tourism Organization, Madrid, Spain. 2005.
5. Zacarias DA, Williams AT, Newton A. Recreation carrying capacity estimations to support beach management at Praia de Faro, Portugal. Applied Geography 31: 2015; 1075-1081.
6. Sridhar R, Yuvaraj E, Sachithanandam V, Mageswaran T, Purvaja R, Ramesh R. Tourism Carrying Capacity for Beaches of South Andaman Island, India. Tourism - From Empirical Research Towards Practical Application: 2016; 61-80.
7. Cifuentes LA. Determination of capacity of Cargaturisticaen protected areas. Costa Rica library Orton IICA / CATIE, Costa Rica. 1992.
8. Department of Marine and Coastal Resources of Thailand. The basic guidelines about the coastal and coastal management (for the government officer). 2013.
9. RC, Pereira LCC, Costa RM, Jiménez JA. Tourism carrying capacity on estuarine beaches in the Brazilian Amazon region. Journal of Coastal Research. 2014; 545-550.



10. Nidhinarangkoon P, Ritphring, S. Shoreline changes by using Google Earth images with tidal correction: a case study of Samui island, Thailand. Proceedings of the the 8th International Conference on Fluid Mechanics. 2018 September 25-28. Tohoku University, Sendai, Japan.
11. Nidhinarangkoon P, Ritphring, S. The comparative of shoreline detection methods. Proceedings of the the 24th National Convention on Civil Engineering. 2019 July 10-12. Udonthani, Thailand.
12. Hoang VC, Tanaka H, Mitobe Y. A method for correcting tidal effect on shoreline position extracted from image with unknown capture time. Geosciences. 2017; 7.3: 62.
13. Bruun P. Sea-level rise as a cause of shore erosion. Journal of the Waterways and Harbors Division, 88 (1), 1962; 117-132.
14. Nicholls RJ, Birkemeier WA, Hallermeier RJ. Application of the depth of closure concept. Proceeding of 25th Coastal Engineering Conference, 1996; 3874–3887.
15. Dean RG. Equilibrium beach Profiles: characteristics and applications. Journal of Coastal Research, 1991; 53-84
16. Takeda I, Sunamura T. Formation and spacing of beach cusps. Proceeding of Coastal Engineering, 26, 1983; 121–135 (in Japanese).
17. Sunamura T. Coastal and beach changes by waves. Transactions, Japanese Geomorphological Union, 4, 1983; 179–188 (in Japanese).