

การระบุแนวชายฝั่งด้วยชุดเครื่องมือ CoastSat บริเวณหาดท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต Shoreline Detection with CoastSat Toolkit at Tourism Beaches of Phuket Island

ภัทรกร นิธิรางกูร^{1*} และ สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง²

¹ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

²ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author; E-mail address: pattrakorn.n@gmail.com

บทคัดย่อ

พื้นที่ชายฝั่งทะเลเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายในการใช้ประโยชน์สูง นอกจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและพายุซัดฝั่งที่มีความรุนแรงและความถี่มากขึ้นเนื่องจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว การกัดเซาะชายฝั่งตามฤดูกาลเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ควรพิจารณา เพื่อป้องกันความเสียหายต่อชายหาด โดยเฉพาะหาดท่องเที่ยวที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ดังนั้นการระบุแนวชายฝั่ง จึงเป็นตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ข้อมูลที่จำเป็นเพื่อการระบุแนวชายฝั่งคือภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงข้อมูล การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งของชายหาดท่องเที่ยวฝั่งตะวันตกของจังหวัดภูเก็ตด้วยชุดเครื่องมือ CoastSat ที่สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล Google Earth Engine และระบุแนวชายฝั่งอัตโนมัติด้วยกระบวนการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ให้บริการโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2564 ซึ่งช่วยลดข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าชายหาดจำนวน 8 พื้นที่ เผชิญกับปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ด้วยอัตรา -0.96 ถึง -4.10 เมตร/ปี ผลการศึกษานี้สามารถใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวางแผนรับมือต่อการกัดเซาะชายฝั่งที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง, การระบุแนวชายฝั่ง, ภูเก็ต, CoastSat

Abstract

Coastal zones have many varieties of land uses. Not only the increasing rates of sea level rise and more intensity and frequency of storm surge because of climate change but also annually beach erosion is another important factor to consider for protecting the coast from damage. Especially, the tourism beach that has high economic value. Then, shoreline detection is the key parameter to analyze the coastal processes. It is necessary to use aerial photo or satellite image in the shoreline detection process, but most of them are not open-access data. The aim of this study is to analyze the shoreline

changes of tourism beaches located in the western part of Phuket Island, Thailand. The shoreline position in this study was detected by CoastSat toolkit, which has API to access with Google Earth Engine. CoastSat uses the image classification method to consider the shoreline position automatically by using open-source satellite images from 2013 to 2021 analysis period to address the limitations associated with accessing data sources. The result showed that 8 study locations face erosion problem with the rates from -0.96 to -4.10 m/yr. This result can be implemented for decision making the appropriate adaptation plan in the future.

Keywords: shoreline change, shoreline detection, Phuket, CoastSat

1. บทนำ

ชายฝั่งทะเลเป็นบริเวณที่มีความสำคัญและมีการใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน เช่น การทำประมง การท่องเที่ยว การใช้ประโยชน์เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ อีกทั้งชายฝั่งทะเลยังเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด จึงมีความหลากหลายสูง ชายฝั่งทะเลในประเทศไทยมีความยาว 3,151 กิโลเมตร ใน 23 จังหวัดฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามัน [1] พบว่าจำนวนประชากรมากกว่า 11 ล้านคน (คิดเป็น 17% จากประชากรทั้งประเทศ) อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่ง [2] ชายหาดเป็นพื้นที่ที่มีความเป็นพลวัตสูง เนื่องจากกระบวนการทางธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ การเข้าใจถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง จะช่วยให้สามารถวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่งได้อย่างยั่งยืน [3]

นอกจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของชายฝั่งที่ทำให้เกิดการกัดเซาะตามฤดูกาลแล้ว การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และความถี่ในการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดภัยคุกคามต่อพื้นที่ชายฝั่ง [4] โดยข้อมูลตำแหน่งแนวชายฝั่งในแต่ละช่วงเวลา จึงเป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง นอกจากนี้ ตำแหน่งแนวชายฝั่งยังจำเป็นในการนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับออกแบบโครงสร้างป้องกันชายฝั่ง [5] การออกแบบมาตรการเติมทรายชายหาดเพื่อแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง [6] การสอบ

เทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [7] อีกทั้งข้อมูลตำแหน่งแนวชายฝั่งนั้นยังเป็นสิ่งสำคัญ ในการพิจารณาการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ เช่น การกำหนดระยะถอยร่น [8] และ การกำหนดเขตภัยพิบัติ [9] เป็นต้น

แนวชายฝั่งทะเล คือ เส้นแบ่งระหว่างน้ำและแผ่นดิน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามธรรมชาติ จากปัจจัยหลายอย่าง เช่น การเคลื่อนตัวของตะกอนและระดับน้ำทะเล เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าสามารถระบุแนวชายฝั่งได้หลายวิธี ทั้งจากการสำรวจภาคสนามและการแปรผลภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม แต่การสำรวจภาคสนามใช้เวลาและงบประมาณค่อนข้างมากในการดำเนินงาน ดังนั้นการระบุแนวชายฝั่งด้วยภาพถ่ายทางอากาศจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายกว่า [1,10]

นอกจากนี้ นิยามที่ใช้ในการระบุแนวชายฝั่งยังมีหลายนิยาม เช่น แนวพีชขึ้นถาวร แนวขอบเปียก และเส้นระดับน้ำ เป็นต้น [11] การเลือกนิยามในการระบุแนวชายฝั่งนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการระบุแนวชายฝั่ง การศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทยนิยมใช้แนวพีชขึ้นถาวรในการระบุแนวชายฝั่ง เนื่องจากสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนจากภาพถ่ายทางอากาศ [1] งานศึกษาและงานวิจัยต่างๆที่จำเป็นต้องใช้แนวชายฝั่งในการดำเนินงาน จึงนิยมใช้นิยามนี้ แต่การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยแนวพีชขึ้นถาวรไม่ได้สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หาดอย่างแท้จริง เพียงแต่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและแนวพีชบริเวณนั้น ดังนั้นการใช้เส้นระดับน้ำจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริงของชายหาดมากกว่า [12] จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับการระบุแนวชายฝั่งด้วยเส้นระดับน้ำ ร่วมกับการปรับแก้ระดับน้ำทะเล โดยมีจุดประสงค์ในการปรับแก้ระดับน้ำซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ไปยังระดับทะเลปานกลางหรือระดับอ้างอิง เพื่อระบุแนวชายฝั่งจากตำแหน่งอ้างอิงเดียวกันจากภาพถ่ายในทุกช่วงเวลา [12-14]

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ในประเทศไทยมีการใช้โปรแกรมทางภูมิศาสตร์ เช่น ArcGIS หรือ QGIS และซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่วิเคราะห์เส้นชายฝั่งดิจิทัล (DSAS) [1,10] แต่ยังมีข้อจำกัดคือ ใช้เวลานานในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากมีขั้นตอนในการตรึงพิกัดรูปภาพและใช้เวลาในการลากแนวชายฝั่งด้วยมือจากผู้ใช้งาน (Manual) ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดจากมนุษย์ได้ (Human error) รวมถึงมีค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ถึงแม้จะมีการใช้วิธีเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์แนวชายฝั่งอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ เพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากมนุษย์ [13] และสามารถใช้อัตโนมัติภาพถ่ายดาวเทียมที่ให้บริการโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายจาก Google Earth แต่วิธีการนี้ยังคงใช้เวลานานในการวิเคราะห์แนวชายฝั่ง เนื่องจากขั้นตอนในการตรึงภาพและข้อจำกัดของขนาดพื้นที่ศึกษาที่ชุดคำสั่งสามารถดำเนินการประมวลผลได้ (ความยาวไม่เกิน 5 กิโลเมตร)

การพัฒนาชุดเครื่องมือ CoastSat เพื่อประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์แนวชายฝั่ง มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของชายหาดในระยะยาว (Long-term observations) ด้วยการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) จากภาพถ่ายดาวเทียมสาธารณะแบบไม่เสียค่าใช้จ่าย ด้วยบริการจาก

Google Earth Engine [14-15] งานศึกษาที่ผ่านมาจำนวนมากมักใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากโครงการ Landsat หรือ Sentinel เนื่องจากความละเอียดของภาพสามารถเทียบได้กับภาพถ่ายดาวเทียมที่เสียค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงข้อมูล [14,16-17] Google Earth Engine ยังช่วยเพิ่มโอกาสในการขยายวงเวลาย้อนหลังไปในอดีตสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ที่ศึกษาขนาดใหญ่ และลดปัญหาการขาดแคลนข้อมูล ซึ่งเป็นเรื่องท้าทายอย่างมากในงานศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในระยะยาวของพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่ [18-19] จึงมีการนำชุดเครื่องมือ CoastSat ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายหาดจากปัจจัยต่างๆ เช่น มรสุม [20]

CoastSat สามารถระบุแนวชายฝั่งในอดีตได้ในพื้นที่ศึกษาทั่วโลก ข้อจำกัดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาคือ < 100 ตารางกิโลเมตร/ครั้ง ในการประมวลผลแนวชายฝั่งอัตโนมัติ [14] ในประเทศไทยมีการนำชุดเครื่องมือ CoastSat มาใช้ในการระบุแนวชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษาจังหวัดกระบี่และนครศรีธรรมราช [2] หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลแนวชายฝั่งโดยใช้นิยามเส้นระดับน้ำ (Water line) แล้วสามารถปรับแก้แนวชายฝั่งไปยังตำแหน่งอ้างอิงด้วยข้อมูลระดับน้ำทะเลและความลาดชันชายหาดจากการสำรวจภาคสนาม จะทำให้สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับการใช้เพื่อประหยัดเวลาสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่

งานศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อเสนอการประยุกต์ใช้ชุดเครื่องมือ CoastSat ในการระบุแนวชายฝั่งและวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษาจังหวัดภูเก็ตซึ่งมีการใช้ประโยชน์จากชายหาดเพื่อกิจกรรมท่องเที่ยวและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เพื่อเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีมาช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ลดระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการชายฝั่งเบื้องต้น รวมถึงพัฒนาโครงการบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง เพื่อช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวและอนุรักษ์พื้นที่ชายฝั่งต่อไป

2. พื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่ใช้

2.1 พื้นที่ศึกษา

จังหวัดภูเก็ต (รูปที่ 1) เป็นจังหวัดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจจากการท่องเที่ยวสูง รายงานจาก Nikkei Asia พบว่ารายได้จากการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต คิดเป็น 15% ของ GDP (Gross Domestic Product) ประเทศไทย [21] นอกจากนี้ ชายหาดของจังหวัดภูเก็ตยังได้รับรางวัลอันดับสอง จากการจัดลำดับ Best beaches award จาก News Travel ซึ่งระบุไว้ในรายละเอียดของการศึกษาขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาดของกระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา [22]

จังหวัดภูเก็ตเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ภาคใต้ของประเทศไทย บริเวณทะเลฝั่งอันดามัน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและภูเขา ทำให้ได้รับผลกระทบจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ค่อนข้างน้อย จังหวัดภูเก็ตมีความยาวชายฝั่งทั้งหมด 200 กิโลเมตร จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายดาวเทียม โดยบริเวณฝั่งตะวันออกของจังหวัดภูเก็ตส่วนใหญ่มีสภาพเป็นหาดโคลน, ป่าชายเลน และท่าเทียบเรือ ส่วนบริเวณฝั่งตะวันตกที่ถูกเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาของงานศึกษา

นี้ มีลักษณะชายฝั่งส่วนใหญ่เป็นหาดทรายที่มีชื่อเสียงและเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวนิยมมาพักผ่อน มีความยาวรวม 37 กิโลเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ตำแหน่งชายหาดในพื้นที่ศึกษา

ตำแหน่ง	ชื่อหาด	ความยาวชายหาด (กม.)
PKT1	หาดทรายแก้ว,หาดไม้ขาว และหาดในยาง	12.98
PKT2	หาดในทอน	1.04
PKT3	หาดอันดามันไวท์	0.31
PKT4	หาดบานาน่า	0.19
PKT5	หาดตรี سرا	0.24
PKT6	หาดอนันตรา ลายัน	0.35
PKT7	หาดลายัน และหาดบางเทา	5.18
PKT8	หาดสุรินทร์1	0.4
PKT9	หาดสุรินทร์2	0.77
PKT10	หาดแหลมสิงห์	0.28
PKT11	หาดกมลา	1.72
PKT12	หาดรีเจนซี	0.58
PKT13	หาดหัว	0.19
PKT14	หาดเดอะนาคา	0.22
PKT15	ถาวร รีสอร์ท	0.53
PKT16	ริมถนนกมลาป่าตอง	0.95
PKT17	หาดป่าตอง	2.66
PKT18	อมารี ป่าตอง	0.27
PKT19	หาดไตรตรัง	0.72
PKT20	หาดมีสุข	0.09
PKT21	หาดพาราไดซ์	0.18
PKT22	หาดเมอลิน	0.17
PKT23	หาดพรีดอม	0.24
PKT24	หาดกะรนน้อย	0.35
PKT25	หาดกะรน	3.3
PKT26	หาดกะตะ	1.36
PKT27	หาดกะตะน้อย	0.69
PKT28	หาดนุ้ย	0.13
PKT29	หาดจิงเกิ้ล	0.06
PKT30	หาดอ่าวเสน	0.14
PKT31	หาดในหาน	0.7
PKT32	หาดยะนุ้ย	0.15
PKT33	หาดราไวย์	1.89



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาจังหวัดภูเก็ต

2.2 ข้อมูลที่ใช้

ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลระดับน้ำทะเล และข้อมูลความลาดชันชายหาด รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ชุดเครื่องมือ CoastSat สามารถเชื่อมต่อกับ Google Earth Engine ซึ่งมีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 4 โครงการให้เลือกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ คือ Landsat5, Landsat7, Landsat8 และ Sentinel-2 ซึ่งมีข้อแตกต่างในแต่ละโครงการคือ ช่วงเวลาที่ถ่ายภาพในแต่ละปี, ขนาดของจุดภาพ (Pixel size) และ ช่วงเวลาในการวนซ้ำของดาวเทียม (Revisit period) งานศึกษานี้เลือกภาพถ่ายดาวเทียมจากโครงการ Landsat8 (ความละเอียด 15m และ 30m) ซึ่งมีระยะเวลาในการถ่ายภาพครอบคลุมตั้งแต่ พ.ศ. 2556 ถึงปัจจุบัน มาใช้ในการวิเคราะห์แนวชายฝั่งในปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ.2564 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 โดยแต่ละตำแหน่งสำรวจในพื้นที่ศึกษาจะเลือกภาพถ่ายดาวเทียมในวันที่ตรงกับขั้นอยู่กับรายละเอียดความคมชัดของภาพ บนเงื่อนไขคือ เป็นภาพที่ไม่มีเมฆปกคลุมบริเวณแนวชายฝั่ง และมีตำแหน่งแนวชายฝั่งที่ชัดเจน งานศึกษานี้เลือกภาพถ่ายในช่วงเวลาเดือนเดียวกันของทุกปีในแต่ละตำแหน่งสำรวจประมาณ 4-8 ภาพ เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปี

ตารางที่ 2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

วันที่ถ่ายภาพ	วันที่ถ่ายภาพ
5 พฤศจิกายน 2556	22 เมษายน 2560
23 ธันวาคม 2556	9 มิถุนายน 2560
8 มกราคม 2557	31 ตุลาคม 2560
24 มกราคม 2557	3 มกราคม 2561
9 กุมภาพันธ์ 2557	19 มกราคม 2561
25 กุมภาพันธ์ 2557	4 กุมภาพันธ์ 2561
13 มีนาคม 2557	9 เมษายน 2561
29 มีนาคม 2557	11 พฤษภาคม 2561
14 เมษายน 2557	27 พฤษภาคม 2561
11 มกราคม 2558	5 ธันวาคม 2561
27 มกราคม 2558	21 ธันวาคม 2561
12 กุมภาพันธ์ 2558	6 มกราคม 2562
28 กุมภาพันธ์ 2558	7 กุมภาพันธ์ 2562
16 มีนาคม 2558	23 กุมภาพันธ์ 2562
17 เมษายน 2558	27 มีนาคม 2562
14 มกราคม 2559	12 เมษายน 2562
30 มกราคม 2559	8 ธันวาคม 2562
15 กุมภาพันธ์ 2559	9 มกราคม 2563
2 มีนาคม 2559	25 มกราคม 2563
18 มีนาคม 2559	10 กุมภาพันธ์ 2563
3 เมษายน 2559	26 กุมภาพันธ์ 2563
19 เมษายน 2559	13 มีนาคม 2563
17 กุมภาพันธ์ 2560	10 ธันวาคม 2563
21 มีนาคม 2560	27 มกราคม 2564
6 เมษายน 2560	

2.2.2 ข้อมูลระดับน้ำทะเล

งานศึกษานี้ใช้ข้อมูลระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงจากกรมเจ้าท่า สถานีวัดระดับน้ำอ่าวปอ จังหวัดภูเก็ต (รูปที่ 1) เป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2564 มีค่าพิสัยของระดับน้ำ 3.96 ม. มีค่าระดับน้ำสูงสุด 1.67 ม.รทก. มีค่าระดับน้ำต่ำสุด -2.29 ม.รทก. และมีค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลอยู่ที่ -0.18 ม.รทก.

2.2.3 ข้อมูลความลาดชันชายหาด

งานสำรวจความลาดชันชายหาดในพื้นที่ศึกษา ดำเนินการระหว่างวันที่ 20-26 เมษายน พ.ศ. 2565 โดยทำการสำรวจความลาดชันหน้าหาดบริเวณที่น้ำท่วมถึง (Foreshore slope) ด้วยเครื่องวัดมุมแบบดิจิทัล (Digital angle meter) พบว่ามีความลาดชันชายหาดแต่ละตำแหน่งดังตารางที่ 3

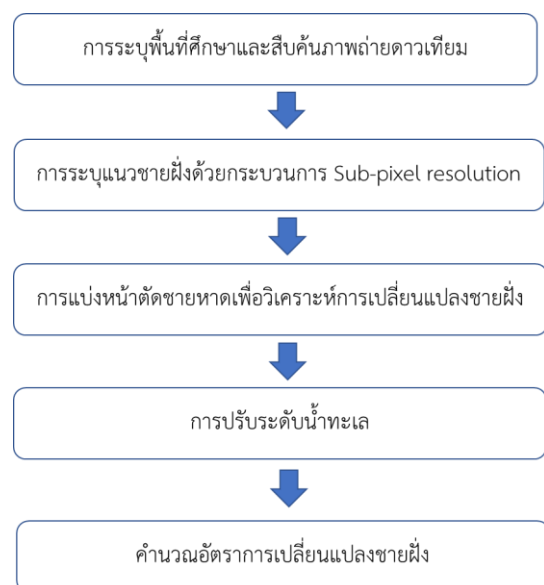
พบว่าหาดทรายของจังหวัดภูเก็ต มีความลาดชันเฉลี่ยเท่ากับ 6 องศา มีความลาดชันมากที่สุดเท่ากับ 11.33 องศา ที่บริเวณหาดราไวย์ (PKT33) และมีความลาดชันน้อยสุดเท่ากับ 2.20 องศา ที่บริเวณหาดกมลา (PKT11)

ตารางที่ 3 ความลาดชันชายหาด

ตำแหน่ง	ความลาดชัน (องศา)	ตำแหน่ง	ความลาดชัน (องศา)
PKT1	7.43	PKT18	5.00
PKT2	7.40	PKT19	4.60
PKT3	7.20	PKT20	4.00
PKT4	6.00	PKT21	4.50
PKT5	10.90	PKT22	7.50
PKT6	3.70	PKT23	8.80
PKT7	7.20	PKT24	5.80
PKT8	3.20	PKT25	4.10
PKT9	5.00	PKT26	2.60
PKT10	6.70	PKT27	5.00
PKT11	2.20	PKT28	5.00
PKT12	6.80	PKT29	4.90
PKT13	5.40	PKT30	5.50
PKT14	10.80	PKT31	5.50
PKT15	6.10	PKT32	8.30
PKT16	5.40	PKT33	11.33
PKT17	4.30		

3. วิธีการวิจัย

การระบุแนวชายฝั่งด้วยชุดเครื่องมือ CoastSat และการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง มีวิธีการวิจัยแสดงดังรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

CoastSat ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2018 โดย Kilian Vos [14] CoastSat เป็นชุดเครื่องมือสำเร็จรูปที่ถูกเขียนด้วยภาษา Python ซึ่งเป็น

ภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และสามารถเชื่อมต่อกับ Google Earth Engine ด้วย API (Application Programming Interface) ทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ผู้ใช้งานจึงสามารถระบุแนวชายฝั่งในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ณ บริเวณชายฝั่งใดก็ได้ทั่วโลก

ขั้นตอนการทำงานของชุดเครื่องมือ CoastSat แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การระบุพื้นที่ศึกษาและสืบค้นภาพถ่ายดาวเทียม, การระบุแนวชายฝั่งด้วยกระบวนการ Sub-pixel resolution, การแบ่งหน้าตัดชายหาดเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง และการปรับแก้ระดับน้ำทะเล

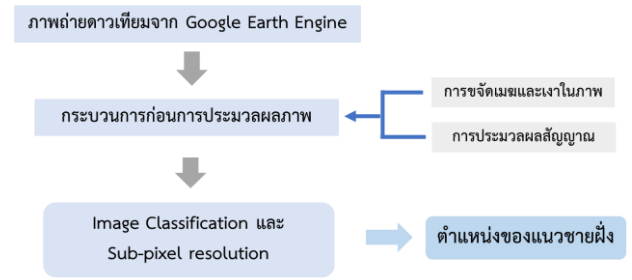
ขั้นตอนแรก (รูปที่ 3) คือ การระบุพื้นที่ศึกษาและสืบค้นภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้ข้อมูลระบบพิกัดภูมิศาสตร์แบบ GCS (Geographic Coordinate System) ของพื้นที่ศึกษา และ ช่วงเวลาที่ต้องการระบุแนวชายฝั่งกับชื่อโครงการของภาพถ่ายทางอากาศที่ต้องการนำมาใช้ (Satellite mission) ซึ่งมีโครงการดาวเทียมให้บริการทั้งหมด 4 โครงการ คือ Landsat5, Landsat7, Landsat8 และ Sentinel-2 จากนั้นโปรแกรมจะทำการประมวลผลเพื่อเรียกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth Engine



รูปที่ 3 การระบุพื้นที่ศึกษาและสืบค้นภาพถ่ายดาวเทียม

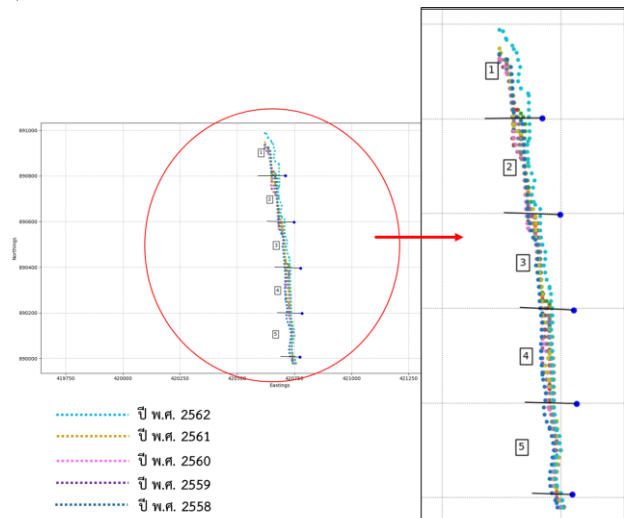
ขั้นตอนที่สอง (รูปที่ 4) คือ การระบุแนวชายฝั่งด้วยกระบวนการ Sub-pixel resolution โดยใช้กระบวนการการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นคู่ (Bilinear interpolation) [14,23] ร่วมกับเทคนิคการปรับความคมชัดด้วยภาพแพน (Panchromatic image sharpening) และ การประมวลผลสัญญาณ (Down-sampling) เพื่อแปลงข้อมูล 30m bands เป็น 15m bands รวมถึงเทคนิคการจัดเงาเมฆในภาพ (Cloud masking) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการระบุแนวชายฝั่ง โดยโปรแกรมจะทำการระบุแนวชายฝั่งอัตโนมัติบริเวณระหว่างทรายกับขอบน้ำด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification) และกระบวนการ Sub-pixel resolution ซึ่งมีรูปแบบการทำงานโดยการตรงข้อมูลภาพถ่ายในระดับจุดภาพ (Pixel) เพื่อเติมเต็มรายละเอียดและข้อมูลที่หายไปในแต่ละจุดภาพ หลังจากผู้ใช้งานลากเส้นอ้างอิงด้วยตนเอง เพื่อให้โปรแกรมนำไปใช้ประมวลผลความถูกต้องของแนวชายฝั่ง โดยมีความแม่นยำในการระบุมากถึง 99% [24]

โดยการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification) จะแบ่งจุดภาพออกเป็น 4 ประเภท (sand, white-water, water และ others such as vegetation) ด้วยหลักการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ (Image processing)



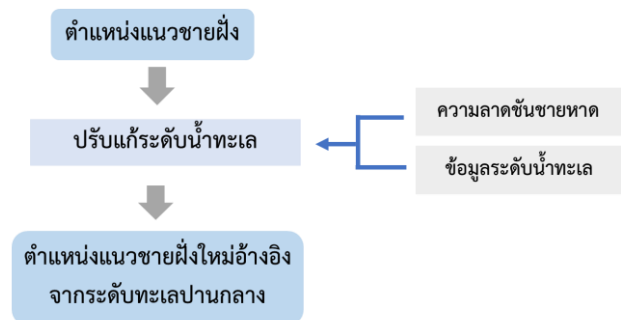
รูปที่ 4 การระบุแนวชายฝั่งด้วยกระบวนการ Sub-pixel resolution

ขั้นตอนที่สาม (รูปที่ 5) คือ การแบ่งหน้าตัดชายหาดเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ในขั้นตอนนี้โปรแกรมจะอนุญาตให้ผู้ใช้งาน ลากเส้นตัดแบ่งหน้าตัดออกเป็นช่วงๆ เพื่อวิเคราะห์ระยะความกว้างชายหาดจากจุดอ้างอิง และนำไปใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง



รูปที่ 5 ตัวอย่างการแบ่งหน้าตัดชายหาด ตำแหน่งสำรวจ PKT2 ด้วยชุดเครื่องมือ CoastSat

ขั้นตอนที่สี่ (รูปที่ 6) คือ การปรับระดับน้ำทะเล หากพื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชันต่ำ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่เกิดขึ้นตลอดเวลา จะส่งผลต่อความกว้างชายหาด จึงจำเป็นต้องทำการปรับแก้ระดับน้ำทะเล [12-14] โดยข้อมูลที่ต้องใช้คือข้อมูลระดับน้ำทะเลรายชั่วโมง และความลาดชันชายหาด โปรแกรมจะทำการระบุระดับน้ำทะเล ณ เวลาถ่ายภาพและปรับแก้ระดับน้ำทะเลอัตโนมัติเทียบกับระดับทะเลปานกลาง



รูปที่ 6 การปรับแก้ระดับน้ำทะเล

หลังจากได้ระยะความกว้างชายหาดจากจุดอ้างอิง งานศึกษานี้ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยวิธี Net Shoreline Movement (NSM) ซึ่งเป็นการคำนวณระยะระหว่างเส้นแนวชายฝั่งของเวลาที่เก่าที่สุดกับช่วงเวลาใหม่ล่าสุด [25] และคำนวณการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในแต่ละหน้าตัดเพื่อวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งต่อไป

4. วิเคราะห์ผลการศึกษา

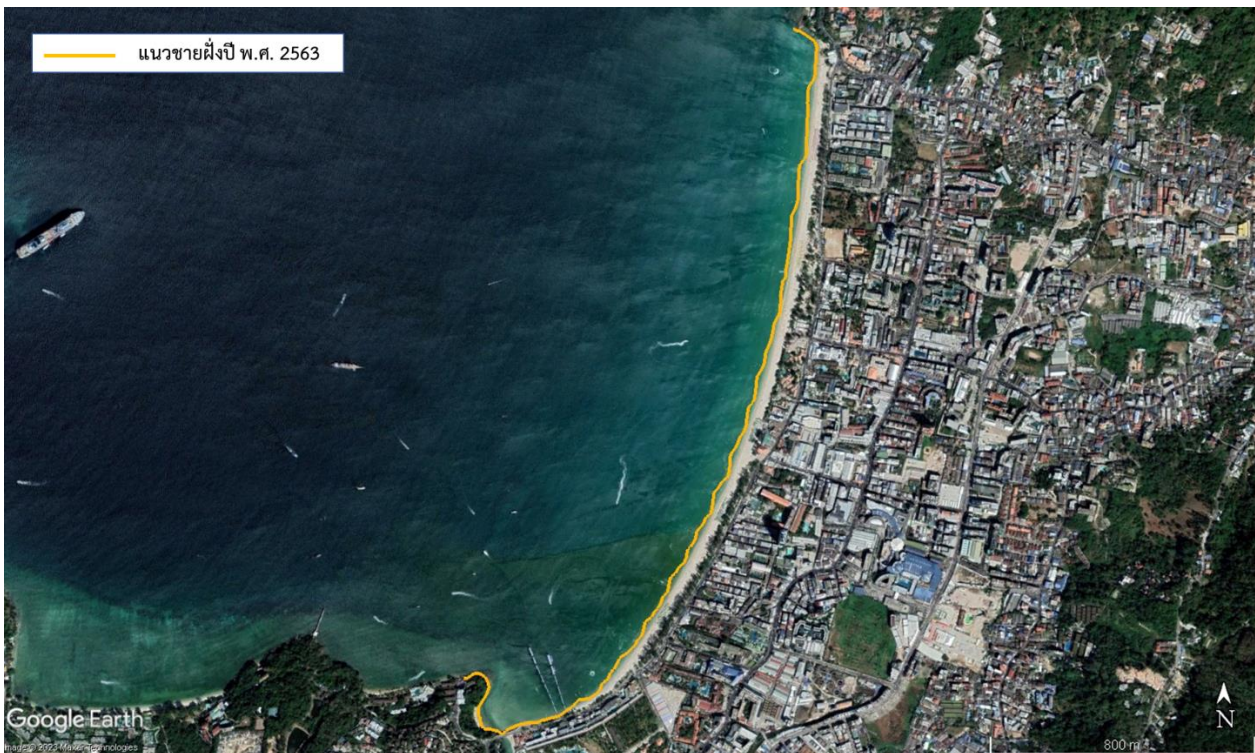
ผลแนวชายฝั่งที่ได้จากโปรแกรม CoastSat มีตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 7 จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง แสดงผลลัพธ์ดังรูปที่ 8 จากตำแหน่งทั้งหมดจำนวน 33 หาด พบว่าจากข้อมูลปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2564 มีพื้นที่ศึกษาจำนวน 25 หาด ที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบทบถม โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0.29 ถึง 5.47 เมตร/ปี

พบว่าพื้นที่ศึกษา 8 หาด มีการเปลี่ยนแปลงแบบกัดเซาะ เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเฉลี่ยเป็นค่าติดลบ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง [26] พบว่าเป็นหาดที่มีอัตราการกัดเซาะน้อย (อัตราการกัดเซาะ < 1 เมตร/ปี) จำนวน 6 หาด คือ หาดลายัน และหาดบางเทา (PKT7), หาดแหลมสิงห์ (PKT10), หาดรีเงินซี (PKT12), หัวบิช (PKT13), อมารี ป่าตอง (PKT18) และ หาดราไวย์ (PKT33) มีอัตรา

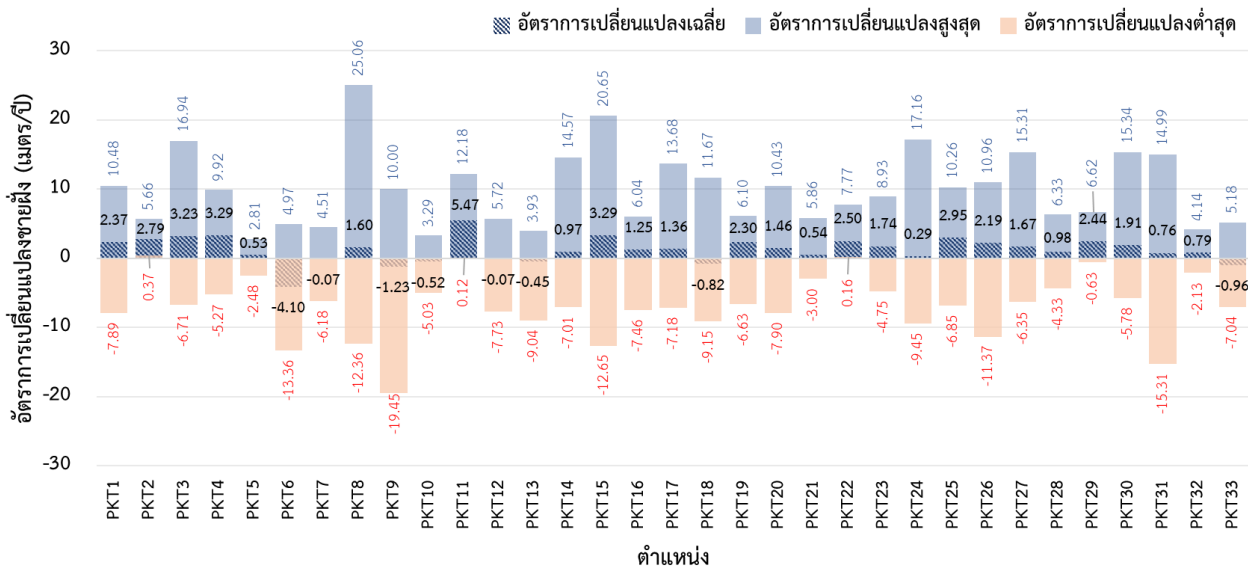
การกัดเซาะปานกลาง (อัตราการกัดเซาะ 1-5 เมตร/ปี) จำนวน 2 หาด คือ อนันตรา ลายัน (PKT6) และ หาดสุรินทร์2 (PKT9)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษาพบว่าชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันมากในแต่ละปี ถึงแม้จะเป็นพื้นที่ศึกษาเดียวกัน เช่น หาดสุรินทร์ 1 (PKT8) และหาดในหาน (PKT31) ที่มีการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยแบบทบถม แต่มีการเปลี่ยนแปลงบางปีแบบกัดเซาะ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง จะมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นตามจำนวนข้อมูลแนวชายฝั่งย้อนหลังที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

ผลการศึกษานี้เป็นเพียงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในอดีต สามารถนำไปใช้ในการพิจารณามาตรการในการบริหารจัดการชายฝั่งเบื้องต้นได้ แต่ควรมีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโดยละเอียด ร่วมกับพิจารณาปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เช่น พายุช่วงมรสุม และ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล รวมถึงใช้แบบจำลองในการทำนายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสำหรับพื้นที่ศึกษาที่เผชิญปัญหากัดเซาะ เพื่อความถูกต้องในการพิจารณามาตรการที่เหมาะสมต่อไป



รูปที่ 7 ตัวอย่างแนวชายฝั่งที่ระบุด้วยโปรแกรม CoastSat บริเวณตำแหน่งสำรวจ PKT17 (หาดป่าตอง) ปี พ.ศ. 2563



รูปที่ 8 อัตราการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

5. สรุป

ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 33 หาด มีการเปลี่ยนแปลงแบบทบถม 25 หาด ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0.29 ถึง 5.47 เมตร/ปี มีการเปลี่ยนแปลงแบบกัดเซาะทั้งสิ้นจำนวน 8 หาด มีอัตราการเปลี่ยนแปลงแบบกัดเซาะน้อยจำนวน 6 หาด และกัดเซาะปานกลางจำนวน 2 หาด เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสูงสุดและต่ำสุดรายปี พบว่าพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันในแต่ละปี ดังนั้นความถูกต้องในการประเมินอัตราการการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย จึงขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

การนำชุดเครื่องมือ CoastSat มาประยุกต์ใช้ในการระบุแนวชายฝั่งของพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่ ช่วยลดข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ทำให้มีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมย้อนหลังในอดีตมากขึ้น และช่วยเพิ่มความเร็วในแปรผลแนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม หลังจากปรับแก้แนวชายฝั่งที่ระบุด้วยเส้นระดับน้ำ โดยวิธีการปรับแก้ระดับน้ำทะเล ด้วยข้อมูลระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงและความลาดชันชายหาด จะได้แนวชายฝั่งเทียบกับระดับทะเลปานกลาง ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หาดโดยแท้จริง แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง คือความละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียมที่ให้บริการโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายมีขนาดจุดภาพ (Pixel) ใหญ่ (ประมาณ 15-30 เมตร/จุดภาพ) จึงไม่เหมาะกับการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาขนาดเล็ก และภาพถ่ายบางช่วงเวลามักจะมีก้อนเมฆปกคลุมจำนวนมาก จึงทำให้ไม่สามารถนำภาพนั้นมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ ถึงแม้จะใช้เทคนิคขจัดเมฆเพื่อช่วยให้ภาพคมชัดขึ้นแล้วก็ตาม รวมถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ เป็นตำแหน่งที่ไม่ได้อ้างอิงด้วยระบบภูมิศาสตร์ จึงเกิดข้อจำกัดเมื่อต้องการนำเสนอในรูปแบบแผนที่ แต่อย่างไรก็ตามชุดเครื่องมือ CoastSat นั้น เป็น

การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกและช่วยเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงข้อมูลเบื้องต้นของแนวชายฝั่งที่ได้จากการแปรผลด้วยภาพถ่ายทางอากาศอย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลาในการดำเนินงาน และได้มาซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาเกี่ยวกับชายฝั่งทะเล ดังนั้น CoastSat สามารถใช้เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในภาพรวม เพื่อประกอบการตัดสินใจเบื้องต้นได้ดี หากจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดย่อยในแต่ละพื้นที่ ควรนำข้อมูลที่มีรายละเอียดสูงมาใช้เพื่อศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

ผลการศึกษานำไปใช้เป็นแนวทางประกอบการพิจารณามาตรการจัดการพื้นที่ชายฝั่งเบื้องต้น และใช้ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน แต่อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอย่างละเอียด รวมถึงการใช้แบบจำลองเพื่อทำนายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ยังคงจำเป็นในการดำเนินโครงการบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง เช่น โครงการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง รวมถึงประเมินปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เช่น พายุและการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล เพื่อพิจารณามาตรการจัดการพื้นที่ชายฝั่งที่เหมาะสมต่อไป ทำให้สามารถอนุรักษ์พื้นที่ชายฝั่งและใช้ประโยชน์ในมิติต่างๆอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการวิจัยรูปแบบใหม่ของการจัดการศึกษาในการเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถขั้นสูงของกำลังคนทางด้านเกษตรและอาหารสำหรับอนาคต ภายใต้แผนงานโครงการพลิกโฉมระบบอุดมศึกษาของประเทศไทย (Reinventing University Program) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2554). *การจัดการการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในประเทศไทย*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [2] Curoy, J., Ward, R.D., Barlow, J., Moses, C. and Nakhapakorn, K. (2022). Coastal dynamism in Southern Thailand: An application of the CoastSat toolkit. *Plos one*, 17(8), p.e0272977.
- [3] สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง, อภิศักดิ์ ทศนีย์, อริสรา บินดุส๊ะ และ พรรณนิภา โสคติพันธ์ (2559). การมีส่วนร่วมของเยาวชนสงขลาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายหาด กรณีศึกษา: การกัดเซาะชายหาดช่วงมรสุม. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 21*, สงขลา, 28-30 มิถุนายน 2559, หน้า 2239-2244
- [4] Nicholls, R.J. and Cazenave, A. (2010). Sea-level rise and its impact on coastal zones. *science*, 328(5985), pp.1517-1520.
- [5] Coastal Engineering Research Center (CERC) (1984). *Shore Protection Manual*. US Army Corps of Engineers, Washington DC, Vol. I, 597, Vol. II, 603.
- [6] Dean R.G. (2003). *Beach Nourishment Theory and Practice*. World Scientific Publishing.
- [7] Kraus N. C. (1988). The effects of seawalls on the beach: an extended literature review. *Journal of Coastal Research* (4), pp. 1-28.
- [8] อารยา สุขสม (2560). การกำหนดระยะถอยร่นสำหรับชายฝั่งทะเลตามกฎหมายของต่างประเทศ. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, หน้า 120-137.
- [9] Leatherman S. P. and Anders F. J. (1999). Mapping and managing coastal erosion hazards in New York. *Journal of Coastal Research* (28), pp. 34-42.
- [10] สมศักดิ์ วัฒนปฤดา (2557). การติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งในพื้นที่วิกฤตการกัดเซาะชายฝั่งด้วยภาพถ่ายดาวเทียมโดย สมศักดิ์ วัฒนปฤดา สำนักธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี.
- [11] Boak, E.H. and Turner, I.L. (2005). Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research* 21(4), pp.688-703
- [12] Hoang V.C., Tanaka H., and Mitobe Y. (2017). A method for correcting tidal effect on shoreline position extracted from image with unknown capture time. *Geosciences* 2017, 7(3), 62
- [13] ภัทรกร นิธินรากร และ สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง (2562). การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการระบุแนวชายฝั่ง. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24*, อุดรธานี, 10-12 กรกฎาคม 2562.
- [14] Vos, K., Splinter, K.D., Harley, M.D., Simmons, J.A. and Turner, I.L. (2019). CoastSat: A Google Earth Engine-enabled Python toolkit to extract shorelines from publicly available satellite imagery. *Environmental Modelling & Software*, 122, p.104528.
- [15] Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. and Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, pp.18-27.
- [16] Hagenaaers, G., de Vries, S., Luijendijk, A.P., de Boer, W.P. and Reniers, A.J. (2018). On the accuracy of automated shoreline detection derived from satellite imagery: A case study of the sand motor mega-scale nourishment. *Coastal Engineering*, 133, pp.113-125.
- [17] Almeida, L.P., de Oliveira, I.E., Lyra, R., Dazzi, R.L.S., Martins, V.G. and da Fontoura Klein, A.H. (2021). Coastal analyst system from space imagery engine (CASSIE): shoreline management module. *Environmental Modelling & Software*, 140, p.105033.
- [18] Douglas, B.C., Crowell, M. and Leatherman, S.P. (1998). Considerations for shoreline position prediction. *Journal of Coastal Research*, pp.1025-1033.
- [19] Barnard, P.L., Short, A.D., Harley, M.D., Splinter, K.D., Vitousek, S., Turner, I.L., Allan, J., Banno, M., Bryan, K.R., Doria, A. and Hansen, J.E. (2015). Coastal vulnerability across the Pacific dominated by El Nino/Southern oscillation. *Nature Geoscience*, 8(10), pp.801-807.
- [20] Gunasinghe, G.P., Ratnayake, N.P., Ratnayake, A.S., Samaradivakara, G.V.I., Dushyantha, N.P., Jayaratne, R., Dinusha, K.A. and Silva, A. (2022). Monsoon-Driven Geomorphological Changes Along the West Coast of Sri Lanka: A Combined Approach Utilizing 'CoastSat' and Google Earth Engine. *Ocean Science Journal*, 57(3), pp.475-492.
- [21] <https://asia.nikkei.com/Life-Arts/Life/Phuket-goes-local-amid-COVID-19-tourism-slump> เข้าถึงวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2566
- [22] กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา (2561). *รายศึกษาขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาด*. Sea Sun Sand. กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- [23] Tu, T.M., Su, S.C., Shyu, H.C. and Huang, P.S. (2001). A new look at IHS-like image fusion methods. *Information fusion*, 2(3), pp.177-186.

- [24] VOS, K., SPLINTER, K.D., HARLEY, M.D., SIMMONS, J.A. and TURNER, I.L. (2019). Time-series of shoreline change from publicly available satellite imagery. In *Coastal Sediments 2019: Proceedings of the 9th International Conference* (pp. 2649-2656).
- [25] Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L. and Ergul, A. (2009). *The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change* (No. 2008-1278). US Geological Survey.
- [26] กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2563). *รายงานสถานภาพชายฝั่ง พ.ศ. 2563*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.