



**การติดตามการเปลี่ยนแปลงแนวสัณฐานชายฝั่งทะเล
จากผลกระทบของโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่ง
พระราชินีเมณฑกทายวัน จังหวัดเพชรบุรี ด้วยภูมิสารสนเทศ**

**Monitoring Study of Coastal Morphological Change from Coastal Engineering Structures at
Mrigadayavan Palace, Phetchaburi Province Using Geo-Informatics**

ปวรปรัชญ์ อิมละมัย, สุชาย วรชนะนันท์ และ จิตรภรณ์ พักโสภา

Pawomprach Imlamai, Suchai Worachananant and Jitraporn Phaksopa

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Marine Sciences, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

Received : 2 September 2022

Revised : 28 September 2022

Accepted : 14 October 2022

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงแนวสัณฐานชายฝั่งทะเลเกิดขึ้นตลอดเวลาในรูปแบบพลวัตโดยขึ้นอยู่กับปัจจัยทางธรรมชาติและ
การกระทำของมนุษย์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวสัณฐานชายฝั่งทะเล จากผลกระทบของ
โครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่ง พระราชินีเมณฑกทายวัน จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการเปรียบเทียบเส้นแนวชายฝั่งทะเล พ.ศ.
2537 และ พ.ศ.2557-2564 เป็นช่วงที่ก่อนและหลังมีโครงสร้างป้องกันชายฝั่ง ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุม
ตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 และรูปถ่ายทางอากาศ วิเคราะห์หัดชันที่ตะกอนแขวนลอย
ในทะเล และทำการเก็บข้อมูลภาคสนาม (กระแสน้ำ ตะกอน และสภาพตัดขวางชายหาด) ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลง
สัณฐานและเส้นแนวชายฝั่งทะเลพบการสะสมของตะกอนช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ส่งผลให้หน้าหาดยาวและชันเพิ่มขึ้น และ
ตะกอนจะลดลงในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และพบว่าบริเวณเขื่อนกันคลื่นตัวสุดท้ายด้านทิศใต้ หรือตัวที่ติดกับ Jetty
มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งมากที่สุด เมื่อพิจารณาในรอบปีพบว่าแนวโน้มการสะสมตัวของตะกอนบนหาดจะสูงกว่การ
กัดเซาะ โดยการสะสมของตะกอนบนหาดเป็นระยะทางเฉลี่ย 15.70 เมตร และกัดเซาะเฉลี่ย 4.90 เมตร ขณะที่ปริมาณตะกอน
แขวนลอยในทะเลจะมากที่สุดบริเวณใกล้ชายฝั่งจนถึงความลึกประมาณ 5 เมตร และจะน้อยลงมากที่สุดที่ความลึกประมาณ
10 เมตร โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงสุดในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เท่ากับ 0.3 และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเท่ากับ
0.27 บริเวณนี้มีลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสม โดยกระแสน้ำจะไหลไปทางทิศเหนือขณะน้ำขึ้น และไหลไปทิศใต้
ขณะน้ำลง และพัดน้ำขึ้นน้ำลงในมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะสูงกว่ามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็น
ว่าชายฝั่งของพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเกิดการสะสมเพิ่มขึ้น แต่ยังมีบางบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนมากกว่าบริเวณอื่น
เนื่องจากโครงสร้างป้องกันไปรบกวนสมดุลธรรมชาติเป็นเวลานาน จึงควรมีการเฝ้าระวัง และติดตามสถานภาพชายฝั่งทะเลใน
ระยะยาว เพื่อวางแผนหรือมาตรการในการรองรับผลกระทบจากโครงสร้างต่างๆ รวมถึงภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตด้วย

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ; การสะสมตะกอน ; ภูมิสารสนเทศ



Abstract

Coastal morphological change is a dynamic occurrence which affected by seasonal climate factors and anthropogenic activities; however, man-made structure or coastal engineering structures tend to enhance the natural balance disturbance. This study intended to explore the change in coastal morphology influenced by the coastal engineering structures in Mrigadayavan Palace, Phetchaburi Province by comparing coastlines from the years of 1994 (period before structure employment) and 2014 to 2021 (period after structure employment). The study examined the changes during the southwest monsoon and northeast monsoon using Landsat-8 satellite imagery and arial photography, suspended sediment analysis and in situ surveys for current, sediment, and beach profile data gatherings. Results showed sediment deposition stage in Southwest monsoon, resulting in longer and more steeper beach front, while sediments were decreased during the Northeast monsoon. Result also revealed that the southernmost breakwater next to a jetty changed the most. Overall, sediment deposition was higher than erosion annually. The average sediment deposition was 15.70 meters while average erosion was 4.90 meters. Area shallower (seawater line to five meters depth) had highest sedimentation rate while area at 10 meters depth had the lowest. The highest suspended sediment volume during the southwest monsoon was 0.3 and the northeast monsoon was 0.27. Tide in the area was mixed tide and moving in north-south axis during high-tide and low-tide, respectively. Tidal range in Southwest monsoon was higher than Northeast monsoon. Results could be concluded that sediment tends to deposit more in this area after the year 2021 but due to long-term disturbance from coastal structure, coastal changing in the area is still inconclusive therefore should be monitored and long-term monitoring of coastal area status to plan a policies or measures for support the impact of various structures including future disasters.

Keywords : coastline changes ; sediment deposition ; geo-informatics



บทนำ

พระราชนิเวศน์มฤคทายวัน มีพื้นที่ชายฝั่งยาวประมาณ 1.5 กิโลเมตร ตั้งอยู่ในอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี เป็นพื้นที่ที่มีโครงสร้างป้องกันทางวิศวกรรมชายฝั่งหลายประเภท ได้แก่ เขื่อนกันทรายและคลื่น (Jetty) จำนวน 2 ตัว เขื่อนป้องกันคลื่นนอกชายฝั่งแบบจมน้ำ (Submerged Offshore Breakwater) จำนวน 6 ตัว รอดักทราย (Groyne) จำนวน 8 ตัว กำแพงป้องกันคลื่นริมชายหาด (Sea Wall) และกำแพงหินทิ้ง จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่าแนวชายฝั่งของพระราชนิเวศน์มฤคทายวันมีการเปลี่ยนแปลงจากสาเหตุของการสะสมและกัดเซาะสลับกันในแต่ละช่วงมรสุมประจำปี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของลม และกระแสน้ำ หน้าหาดที่กว้าง รวมไปถึงโครงสร้างป้องกันทางวิศวกรรมชายฝั่งในพื้นที่นี้

จากการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของแนวเส้นชายฝั่งหรือสมดุลดตะกอนในประเทศไทย พบว่าคุณลักษณะของตะกอนชายหาดมีส่วนสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง เช่น พื้นที่ที่เป็นหาดทรายของจังหวัดเพชรบุรีมีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายหาดในแต่ละช่วงลมมรสุมอย่างชัดเจน โดยพบการเพิ่มขึ้นของตะกอนชายฝั่งในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลดลงในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Sarajit & Nakhapakorn, 2010) สำหรับการศึกษาผลกระทบของโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่งต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลพื้นที่อื่นของประเทศไทย เช่น ในพื้นที่ปากร่องน้ำสะกอม จังหวัดสงขลา พบว่าเขื่อนกันทรายและคลื่นปากร่องน้ำ จะส่งผลกระทบต่อให้ชายหาดด้านท้ายน้ำ เกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรงและเกิดการทับถมในพื้นที่ด้านเหนือน้ำ (Rungrodcharoenpol & Ritphring, 2018) และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัณฐานชายฝั่งทะเลหลังมีการสร้างเขื่อนที่ยื่นลงไปในทะเลบริเวณปากน้ำท่ากระจาย พบว่ากระแสน้ำพัดพาตะกอนมาสะสมเพิ่มขึ้นบริเวณเหนือโครงสร้าง แต่ได้โครงสร้างจะเกิดการกัดเซาะเพิ่มขึ้นเพราะโครงสร้างไปรบกวนสมดุลของตะกอนที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (Chaisanguansuk, 2018) แต่หากมีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศอย่างรุนแรง ทำให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่ซึ่งจะพัดพาเอาทรายจากทะเลไปทับถมด้านบนของชายฝั่งและในขณะเดียวกันก็พัดพาทรายจากบริเวณชายฝั่งกลับออกสู่ท้องทะเลทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งที่รุนแรงได้ เช่น พายุไต้ฝุ่นลินดา (พ.ศ. 2540) พายุโซนร้อนปาบึก (พ.ศ. 2562) เป็นต้น จากการเปรียบเทียบเส้นแนวชายฝั่งจังหวัดระยอง 2 ช่วง คือช่วงก่อนและหลังพายุโซนร้อนปาบึก จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งมากกว่าชายหาดสะสมตัว (Wannuch & Supavetch, 2020)

จากสภาพภูมิประเทศ สภาวะภูมิอากาศที่แปรปรวน รวมไปถึงโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่งบริเวณพระราชนิเวศน์มฤคทายวัน ส่งผลให้แนวชายฝั่งทะเลของพระราชนิเวศน์มฤคทายวันมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวสัณฐานชายฝั่งทะเลตั้งแต่อดีตเทียบกับปัจจุบันโดยใช้ภูมิสารสนเทศ รวมไปถึงการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของกระแสน้ำ คุณลักษณะของตะกอน และการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของชายหาดในแต่ละช่วงลมมรสุมของบริเวณพื้นที่ดังกล่าว เพื่อนำไปใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่งของพระราชนิเวศน์มฤคทายวันให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

พระราชวังเวศน์มฤคทายวัน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี พื้นที่ชายฝั่งยาวประมาณ 1.50 กิโลเมตร เป็นส่วนหนึ่งของระบบกลุ่มหาดหลักทะเลอ่าวไทยตอนกลางด้านบน (T4) ระบบกลุ่มหาดแหลมผักเบี้ย-หัวหิน (T4A) (ภาพที่ 1)

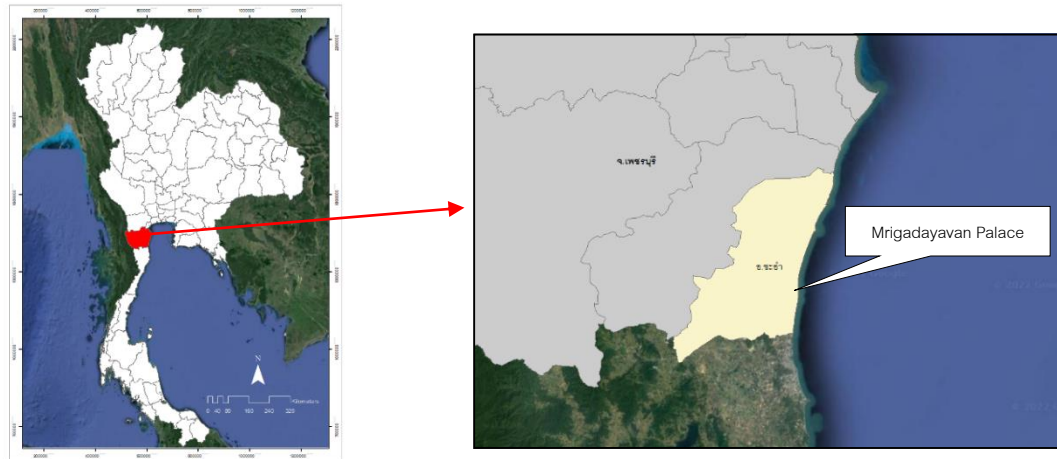


Figure 1 Mrigadayavan Palace, Cha-Am District, Phetchaburi Province

(Source : modify from Google Earth)

2. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศขาว-ดำ พ.ศ.2537 และภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 พ.ศ. 2557-2564 ทั้งหมด 8 ปี ปีละ 2 ภาพ คือ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เลือกภาพช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม) และช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เลือกภาพช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม) และทำการศึกษาโดยสำรวจภาคสนามทั้งสิ้น 2 ครั้ง คือ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2564 เป็นตัวแทนช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2565 เป็นตัวแทนช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย สถิติความเร็วและทิศทางลมรายเดือน พ.ศ.2557- พ.ศ.2564 จากสถานีอุตุนิยมวิทยาประจวบคีรีขันธ์ แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

3.1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายจากดาวเทียม มีรายละเอียดดังนี้

- แผนที่ภูมิประเทศ ชุด L7018 ระวางที่ 4934 II มาตราส่วน 1:50,000
- รูปถ่ายทางอากาศ ขาว-ดำ พ.ศ.2537
- ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 พ.ศ.2557 – พ.ศ.2564
- แผนที่เดินเรือ หมายเลข 001

3.2 ปรับแก้ข้อมูลรูปถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียม

3.2.1 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ทำการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point) โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ ชุด L7018 เป็นแผนที่ฐาน (Base Map) ในระบบพิกัด Universal Transverse Mercator (UTM) WGS84 Zone 47N ให้กับรูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายจากดาวเทียม และแผนที่เดินเรือ

3.2.2 การปรับแก้เชิงรังสี (Radiometric Correction) เป็นการปรับแก้ค่าการสะท้อนแสงของจุดภาพและความสูงของดวงอาทิตย์ เพื่อให้ค่าการสะท้อนแสงของภาพถ่ายจากดาวเทียมมีความถูกต้องมากขึ้น

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเส้นชายฝั่งและเส้นความลึกน้ำทะเล

3.3.1 คัดลอกเส้นชายฝั่ง (Digitize) ด้วยการแปลภาพด้วยสายตาเพื่อเปรียบเทียบเส้นแนวชายฝั่ง จากรูปถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียม และกำหนดให้เส้นชายฝั่งจากรูปถ่ายทางอากาศปี พ.ศ.2537 เป็นเส้นฐาน (Baseline) และกำหนดขอบเขตเส้นแนวชายฝั่งทะเลโดยใช้แนวรอยต่อระหว่างพีชพรรณกับแนวทรายที่ปรากฏบนรูปถ่ายทางอากาศ (Inkerd *et al.*, 2018)

3.3.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยแบบจำลอง Digital Shoreline Analysis System (DSAS) โดยสร้างเส้นตัดขวางสมมติ (Transect) ตั้งฉากกับเส้นฐานทุกๆระยะทาง 20 เมตร และ 120 เมตร เป็นจำนวน 8 แนว ได้แก่ แนวที่ 1-3 บริเวณหน้าเรือนเจ้าพระยารามราชนพ แนวที่ 4-6 บริเวณหน้าศาลาลงทรง และแนวที่ 7-8 บริเวณหน้าบ้านพักพื้นและตากอากาศ ค่ายพระรามหก ดังภาพที่ 2 เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยการวิเคราะห์ระยะทางการเคลื่อนที่ชายฝั่งสุทธิ (Net Shoreline Movement – NSM) และวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ควบคู่กันตามวิธีการวิเคราะห์ของ (Emily *et al.*, 2021) โดยชายฝั่งที่มีการสะสมของตะกอนจะมีค่าบวก และชายฝั่งที่มีการกัดเซาะจะมีค่าลบ

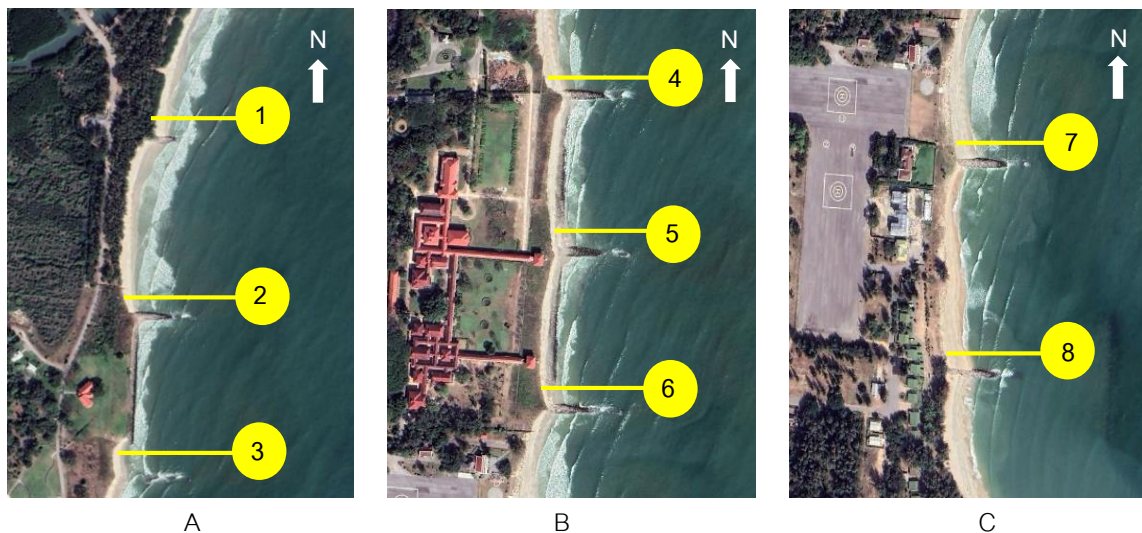


Figure 2 Study area zoning (Source : modify from Google Earth)



3.3.3 คัดลอกเส้นความลึกน้ำทะเล จากแผนที่เดินเรือ ด้วยวิธีการ Digitize ให้ครอบคลุมจุดที่เก็บข้อมูลจากภาคสนาม ได้แก่ ระดับความลึก 2 เมตร 5 เมตร และ 10 เมตร

3.4 วิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยในทะเล

ปรับเน้นค่าความละเอียดเชิงคลื่น (Spectral Resolution) โดยนำค่าการสะท้อนในแต่ละช่วงคลื่นของดาวเทียมสำรวจมาสร้างสมการคำนวณโดยการหาสัดส่วนค่าการสะท้อนระหว่างช่วงคลื่น ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำดัชนีตะกอนแขวนลอยในทะเล 2 ดัชนี (Deasy A. & Aswin S., 2017) คือ Normalized Suspended Material Index (NSMI) และ Normalize Difference Suspended Sediment Index (NDSSI) สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$NSMI = \frac{(\rho_{red})+(\rho_{green})-(\rho_{blue})}{(\rho_{red})+(\rho_{green})+(\rho_{blue})} \quad (1)$$

$$NDSSI = \frac{(\rho_{blue})-(\rho_{nir})}{(\rho_{blue})+(\rho_{nir})} \quad (2)$$

| | | | | |
|--------|----------------|---------------------------|---------------|--------------------------------------|
| โดยที่ | ρ_{red} | = ค่าการสะท้อนย่านสีแดง | ρ_{blue} | = ค่าการสะท้อนย่านสีน้ำเงิน |
| | ρ_{green} | = ค่าการสะท้อนย่านสีเขียว | ρ_{nir} | = ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ |

4. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการเก็บข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลสภาพตัดขวางชายหาด ความเร็วและทิศทางกระแสน้ำ ชนิดของตะกอนดินและอัตราการตกตะกอนดิน ดังนี้

4.1 การเก็บข้อมูลสภาพตัดขวางชายหาด (Beach Profile)

ทำการเก็บข้อมูลสภาพตัดขวางชายหาด ตลอดชายฝั่งของพื้นที่ศึกษา 2 ครั้ง คือ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2564 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2565 โดยบันทึกข้อมูลช่วงเวลาที่น้ำลงต่ำสุด ซึ่งจุดสำรวจเป็นระยะทาง 1.5 กิโลเมตร

4.2 การตรวจวัดความเร็วและทิศทางกระแสน้ำ และคุณลักษณะของตะกอนดิน

4.2.1 ตรวจวัดข้อมูลกระแสน้ำ โดยใช้ Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) วางไว้ที่ความลึก 7 เมตร และ Current Meter วางไว้หน้าเขื่อนกันคลื่น ความลึกประมาณ 3 เมตร ระยะเวลา 25 ชั่วโมง

4.2.2 เก็บตัวอย่างตะกอนพื้นท้องน้ำโดยใช้ Ekman Grab 3 จุด บริเวณด้านหน้าเขื่อนกันคลื่น ที่ระดับความลึกน้ำประมาณ 3 เมตร 5 เมตร และ 7 เมตร และบันทึกตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์โดย GPS

4.2.3 เก็บข้อมูลอัตราการตกตะกอน โดยวาง Sediment Trap 2 จุด บริเวณด้านหน้าเขื่อนกันคลื่น ที่ระดับความลึกน้ำประมาณ 3 เมตร และ 7 เมตร ระยะเวลา 24 ชั่วโมง และบันทึกตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์โดย GPS (ภาพที่ 3)



Figure 3 current velocity & direction, sediment sampling and coastal morphological measurement station
(Source : modify from Google Earth)

5. การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างตะกอนแขวนลอย ไปวิเคราะห์เพื่อหาอัตราการตกตะกอน และตัวอย่างตะกอนพื้นที่ท้องน้ำ ไปวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอน (Grain Size) ด้วยวิธีการ Wet Sieve Analysis (Chernprayun & Kanasut, 2017). และจำแนกชนิดของตะกอนตามขนาด ได้แก่ <math><63</math>, $63-125$, $125-250$, $250-500$, $500-1000$ และ >1000 ไมครอน โดยวิธีของ (Wentworth, 1922)

ผลการวิจัย

ลมเป็นอิทธิพลหลักที่ทำให้เกิดคลื่นซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง จากข้อมูลสถิติความเร็วและทิศทางลมประจำปี จำแนกตามเดือน โดยสถานีอุตุนิยมวิทยาประจวบคีรีขันธ์ (www.aws-observation.tmd.go.th) พ.ศ.2557 - พ.ศ.2564 (ภาพที่ 4) แสดงให้เห็นว่าทิศทางของลมเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมีความผันผวนของทิศทางมากกว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และความเร็วลมเฉลี่ยแต่ละเดือนมีค่าระหว่าง 5.2 – 7 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยความเร็วลมจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเข้าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (6.2 – 7 กิโลเมตร/ชั่วโมง) แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็วลมจะต่ำลง (5.2 – 6.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง) และตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ลมจะพัดจากทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม ลมจะพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

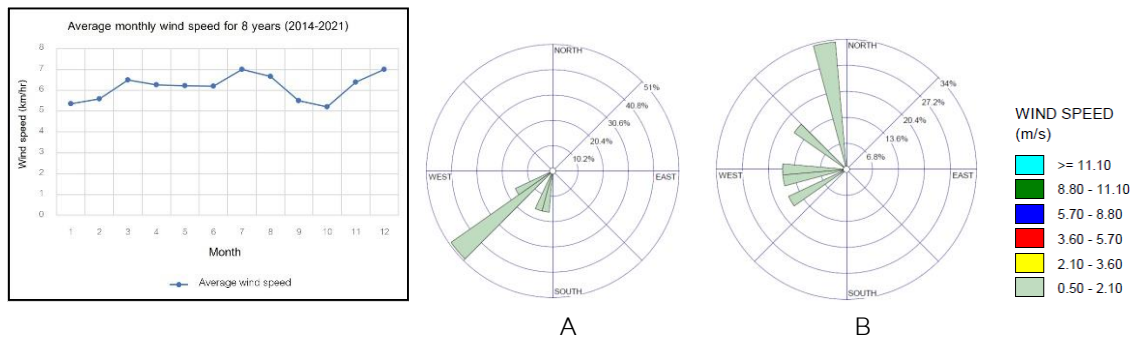


Figure 4 Chart showing average monthly wind speed and direction for 8 years (2014-2021)

A) Southwest monsoon B) Northeast monsoon

(Source : modify from <http://www.aws-observation.tmd.go.th>)

1. การเปลี่ยนแปลงแนวเส้นชายฝั่งจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2564

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งด้วยแบบจำลอง DSAS จำนวน 8 แนว พบว่าเส้นชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้นในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมีการเปลี่ยนแปลงสุทธิลดลงในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่ชายฝั่งจะเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของปีถัดไป (ตารางที่ 1 และภาพที่ 5) อย่างไรก็ตามจากการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 8 พื้นที่ย่อย พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเส้นชายฝั่งสุทธิตั้งแต่เส้นชายฝั่งเดิมก่อนมีโครงสร้างป้องกัน (พ.ศ.2537) ถึงปีพ.ศ.2557 และพ.ศ.2564 พบว่าชายฝั่งปัจจุบันถูกกัดเซาะไปทั้งสิ้น 45.77 เมตร 33.98 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

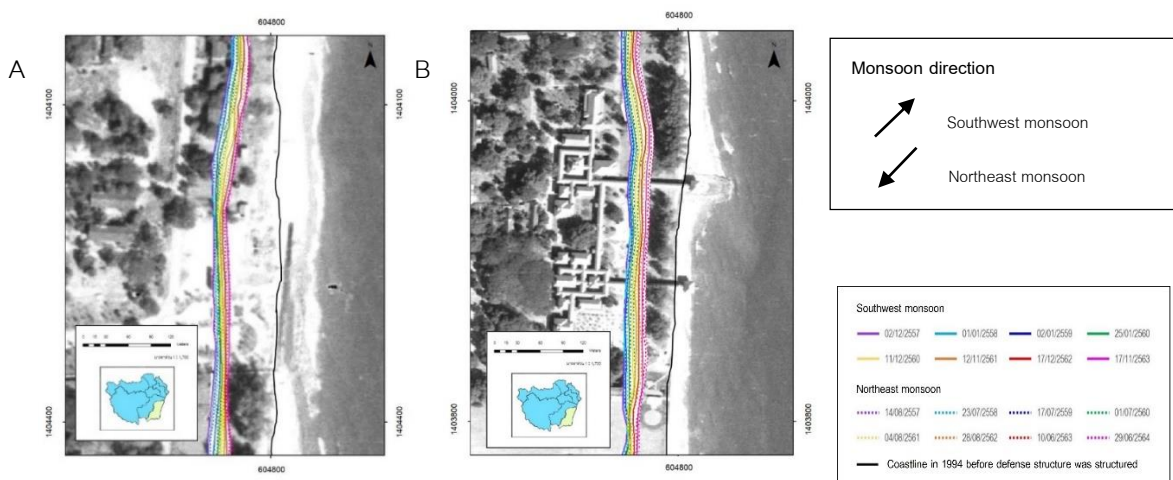


Figure Coastline comparing going back 8 years (2014-2021) overlay on aerial photography in 1994

A) In front of a Ram Rakop palace

B) Coastline in front of a Royal Bath Pavilion



Table 1 Coastline distance changes during the monsoon season 2014-2021

| Period (BC) | Changes range (meters) | | \bar{x} | SD | Net change (average per year) |
|----------------|---------------------------|-------|-----------|------|----------------------------------|
| | | | | | |
| SW14 | 0.67 | 2.69 | 1.40 | 0.73 | 0.83 |
| NE14 | -1.34 | -0.04 | -0.57 | 0.41 | |
| SW15 | 0.70 | 3.65 | 1.85 | 1.11 | 1.45 |
| NE15 | -1.56 | 0.37 | -0.41 | 0.59 | |
| SW16 | 0.93 | 5.04 | 2.32 | 1.42 | 1.59 |
| NE16 | -1.25 | -0.08 | -0.73 | 0.41 | |
| SW17 | 0.81 | 4.35 | 2.21 | 1.23 | 1.29 |
| NE17 | -1.98 | -0.20 | -0.92 | 0.59 | |
| SW18 | 1.27 | 4.37 | 2.03 | 1.00 | 1.09 |
| NE18 | -2.20 | -0.30 | -0.94 | 0.59 | |
| SW19 | 1.30 | 3.49 | 1.98 | 0.67 | 1.72 |
| NE19 | -1.80 | 1.43 | -0.26 | 1.06 | |
| SW20 | 1.06 | 4.14 | 2.17 | 0.94 | 1.69 |
| NE20 | -1.56 | 0.49 | -0.48 | 0.67 | |
| SW21 | 0.88 | 2.91 | 1.76 | 0.78 | 1.71 |

NE: Northeast Monsoon, SW: Southwest Monsoon

(+) : Sediment Deposition, (-) : Sediment Erosion

Table 2 Coastline distance net changes during 1994 – 2014 and 2021

| Beach Profile | Net coastline changes (meters) | |
|---------------|--------------------------------|-------------|
| | 1994 - 2014 | 1994 - 2021 |
| Line 1-3 | - 41.74 | - 32.52 |
| Line 4-6 | - 48.46 | - 37.08 |
| Line 7-8 | - 47.79 | - 31.54 |
| All Line | - 45.77 | - 33.98 |

เมื่อวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง DSAS สร้างเส้นตัดขวาง (Transect) ทุกๆ ระยะทาง 120 เมตร และกำหนดให้เส้นชายฝั่งในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ.2557 เป็นเส้นอ้างอิงสำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงแนวเส้นชายฝั่ง จากนั้นวิเคราะห์ด้วยการหาระยะทางการเคลื่อนที่ชายฝั่งสุทธิ (Net Shoreline Movement – NSM) ซึ่งเป็นการคำนวณระยะทางระหว่างเส้นแนวชายฝั่งที่เก่าที่สุดกับเส้นใหม่ที่สุด โดยแบ่งเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 4 ระดับ (ตัดแปลงจากการจำแนกของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง) ดังตารางที่ 3 พบว่า พื้นที่ชายหาดพระราชินีเวศน์มฤคทายวัน พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2564 มีการเคลื่อนที่เส้นชายฝั่งสุทธิเฉลี่ยทั้งหมด 9.96 เมตร ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ส่วนใหญ่มีระดับการเปลี่ยนแปลงชนิดชายหาดสะสมตัว ในระดับสูง (10.01-15.00 เมตร) ทั้งหมด 43 เส้น รองลงมาคือระดับต่ำ (5.01-10.00 เมตร) ทั้งหมด 41 เส้น แต่ในขณะที่ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่มีระดับการเปลี่ยนแปลงชนิดชายหาดสะสมตัว ในระดับต่ำ (5.01-10.00 เมตร) ทั้งหมด 43 เส้น รองลงมาคือระดับสูง (10.01-15.00 เมตร) ทั้งหมด 34 เส้น (ภาพที่ 6)

Table 3 Coastline changes by NSM in 2014 - 2021

| Changes level | Range (meters) | Transect (Line) ; Average distance (meters) | |
|---------------|----------------|---|------------|
| | | SW monsoon | NE monsoon |
| Very low | 1.00 – 5.00 | 1 ; 4.71 | 3 ; 4.13 |
| Low | 5.01 – 10.00 | 41 ; 7.92 | 43 ; 7.84 |
| High | 10.01 – 15.00 | 43 ; 12.13 | 34 ; 11.82 |
| Very high | more 15 | 3 ; 15.21 | 8 ; 16.59 |

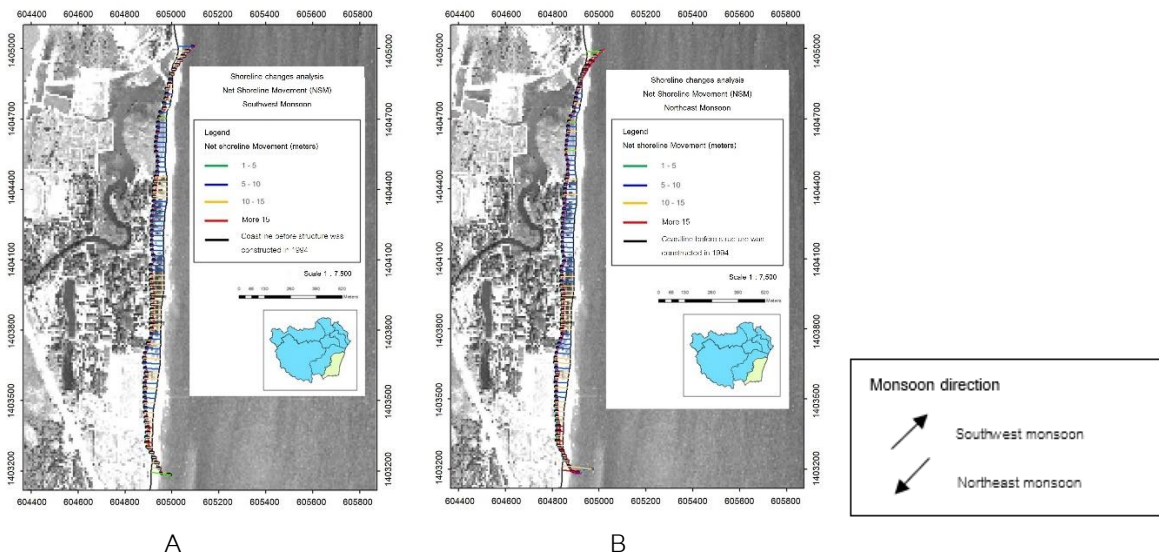


Figure 6 Net Shoreline Movement analysis (NSM)

A) Southwest monsoon B) Northeast monsoon

และเมื่อใช้วิธีการวิเคราะห์หัตถการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Rate – LRR) ซึ่งข้อมูลที่ใช้คำนวณประกอบด้วยข้อมูลเส้นชายฝั่งทุกเส้น จะแสดงผลเป็นอัตราและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งต่อปี (ตารางที่ 4) พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงระยะทางของเส้นชายฝั่งตั้งแต่ พ.ศ. 2557 – 2564 ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนใหญ่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูง (1.51 – 2.00 เมตร/ปี) ทั้งหมด 32 เส้น รองลงมาคือระดับต่ำ (1.01-1.50 เมตร/ปี) ทั้งหมด 28 เส้น ขณะที่ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่มีระดับการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับต่ำ (1.01-1.50 เมตร/ปี) ทั้งหมด 30 เส้น รองลงมาคือระดับสูง (1.51-2.00 เมตร/ปี) ทั้งหมด 17 เส้น (ภาพที่ 7)

Table 4 Analysis of the annual rate of coastline change by LRR 2014 - 2021

| Changes level | Range (meters) | Transect (Line) ; Average distance (meters) | |
|---------------|----------------|---|------------|
| | | SW monsoon | NE monsoon |
| Very low | 0 – 1.00 | 17 ; 0.82 | 17 ; 0.66 |
| Low | 1.01 – 1.50 | 28 ; 1.32 | 30 ; 1.33 |
| High | 1.51 – 2.00 | 32 ; 1.75 | 27 ; 1.74 |
| Very high | มากกว่า 2 | 11 ; 2.16 | 14 ; 2.40 |

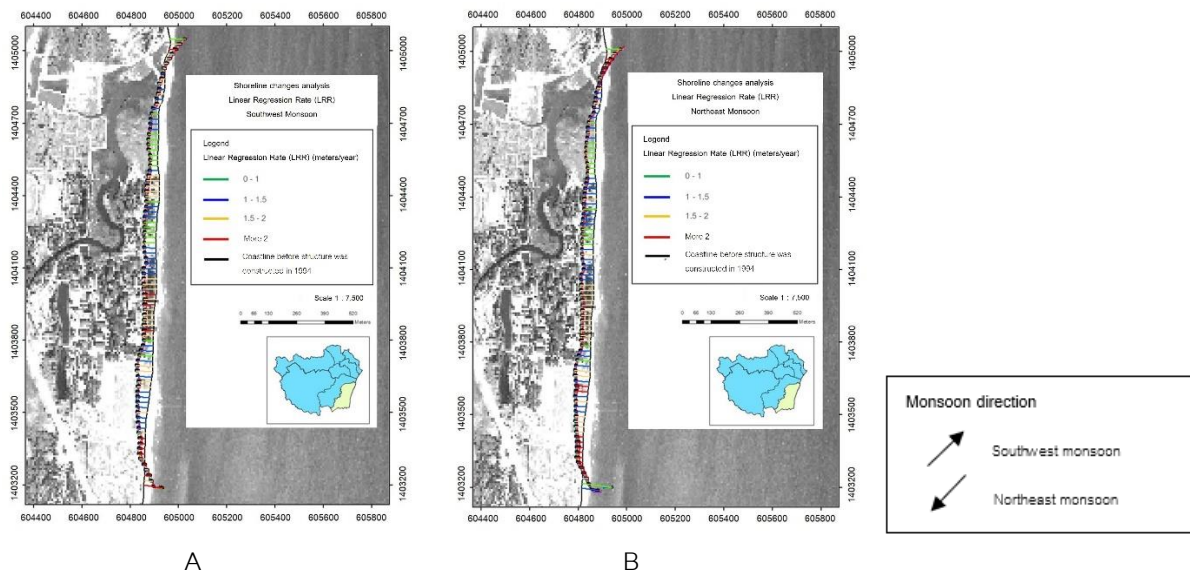


Figure 7 Linear Regression Rate analysis (LRR)

A) Southwest monsoon B) Northeast monsoon

2. การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยในทะเล

การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยในทะเลด้วยดัชนี NSMI จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ผลลัพธ์มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 โดยค่าที่ต่ำแสดงถึงบริเวณที่น้ำใส ตะกอนแขวนลอยมีน้อย ค่าที่สูงแสดงถึงน้ำขุ่น ตะกอนแขวนลอยมาก ส่วนดัชนีอีกชนิด คือ NDSSI ผลลัพธ์มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 โดยค่าที่สูงแสดงถึงบริเวณที่น้ำใส ตะกอนแขวนลอยมีน้อย และค่าที่ต่ำแสดงถึงน้ำขุ่น ตะกอนแขวนลอยมาก

พบว่าในพื้นที่ศึกษามีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงบริเวณใกล้ฝั่ง ตั้งแต่ชายฝั่งไปจนถึงประมาณความลึก 5 เมตร แล้วตะกอนจะน้อยลงมากที่สุดเมื่อความลึกใกล้ 10 เมตร ซึ่งปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้ง 2 ช่วงฤดูมรสุมมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน แต่ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงกว่าเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงสุดอยู่ที่ 0.3 ส่วนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ที่ 0.27 (ภาพที่ 8-9)

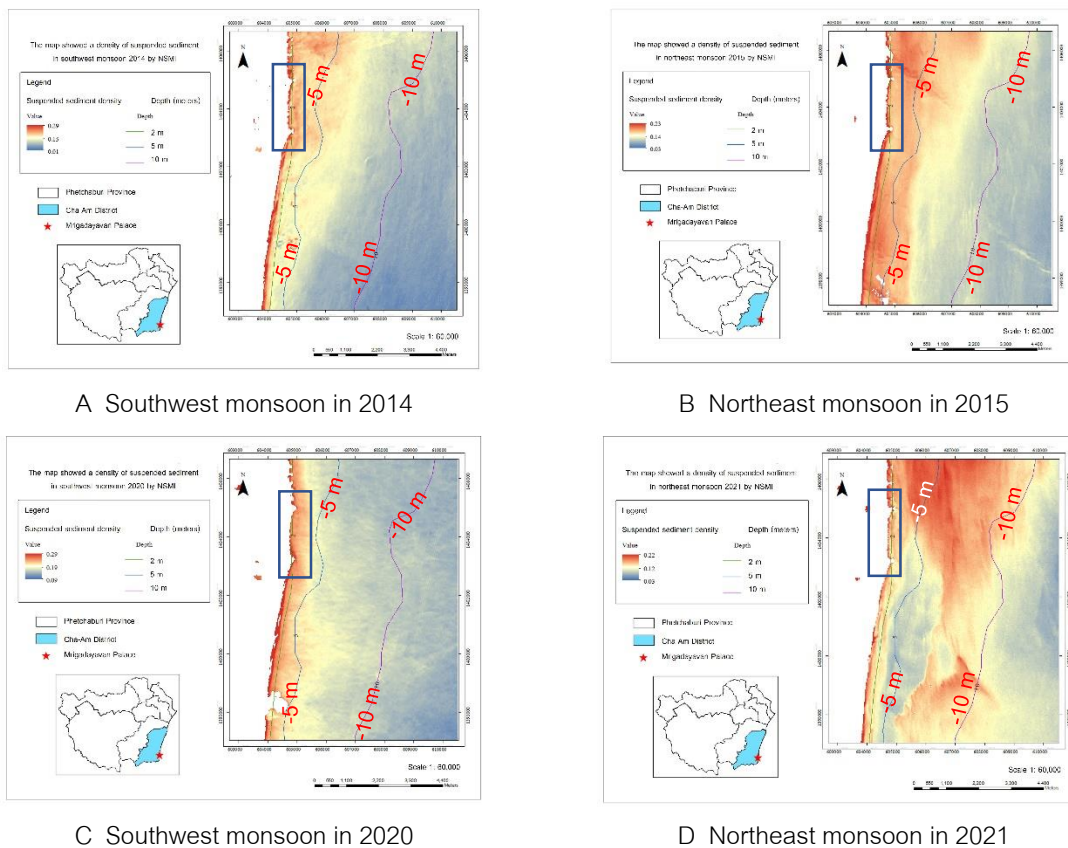


Figure 8 Suspended sediment analysis (NSMI) in Southwest and Northeast monsoon in 2014 and 2021

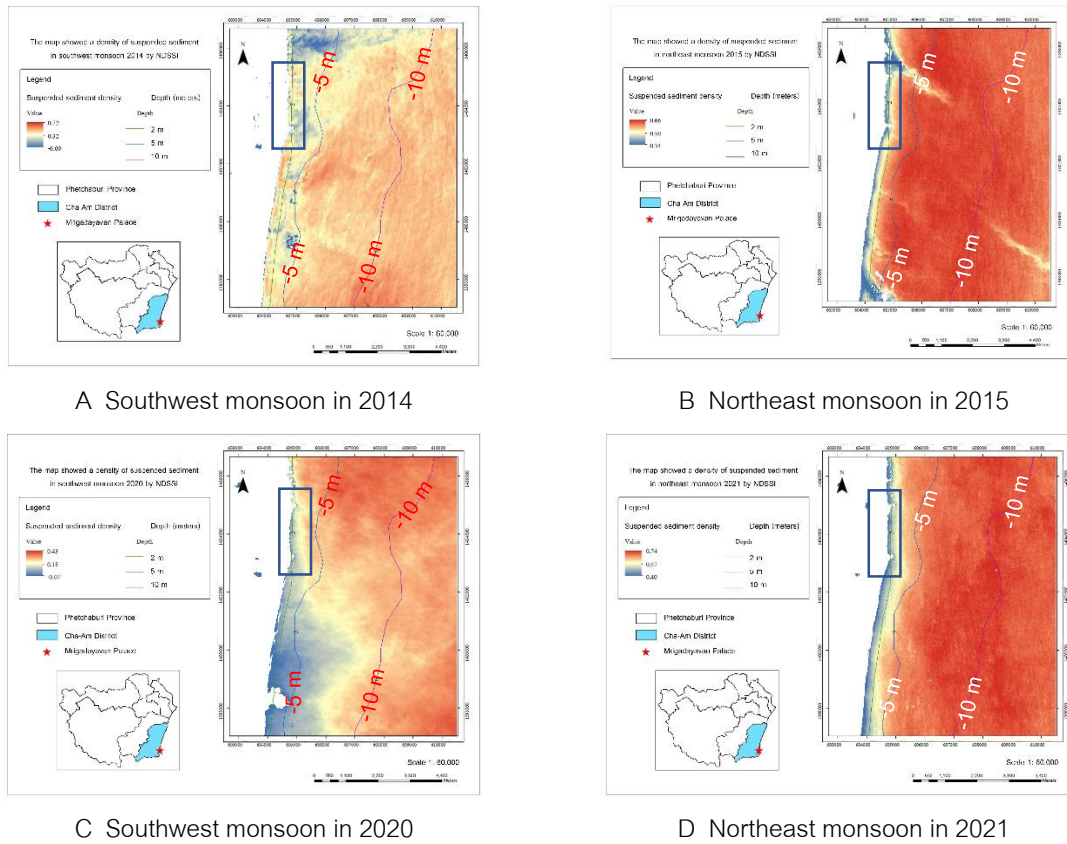


Figure 9 Suspended sediment analysis (NDSSI) in Southwest and Northeast monsoon in 2014 and 2021

3. การสำรวจภาคสนาม

3.1 การสำรวจความชื้นและจัดทำภาพตัดขวางชายหาด

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความลาดชันชายหาดพระราชินีเวศน์มฤคทายวัน พ.ศ. 2564 - 2565 (ภาพที่ 10) พบว่าในมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ชายหาดมีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันช่วง (-2.74)-(+0.31) เมตรต่อเมตร และน้อยที่สุดที่สถานี Line 5 (-0.02 เมตร) ที่ระยะ 25 เมตร คิดเป็นการเปลี่ยนแปลงความลาดชันช่วง (-0.6)-(-0.58) เมตรต่อเมตร และในช้วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ชายหาดมีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันช่วง (-1.58)-(+0.29) เมตรต่อเมตร และน้อยที่สุดที่สถานี Line 5 (-0.02 เมตร) ที่ระยะ 15 เมตร คิดเป็นการเปลี่ยนแปลงความลาดชันช่วง (-0.29)-(-0.27) เมตรต่อเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความลาดชันทั้งสองช่วงฤดูมรสุม พบว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีการสะสมของตะกอนมากกว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

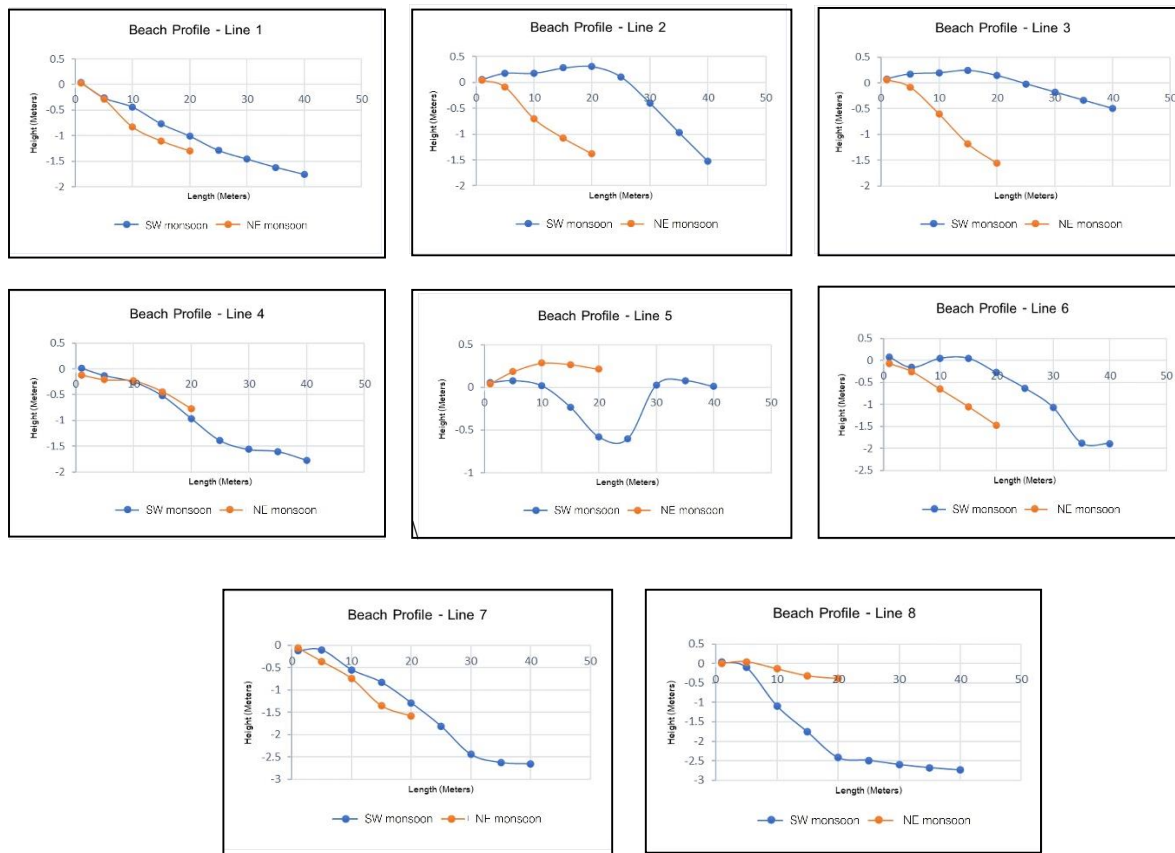


Figure 10 Beach profile comparing 8 line(s)

3.2 การศึกษาลักษณะของตะกอน

จากการเก็บตัวอย่างตะกอนดินบริเวณพื้นที่ท้องน้ำทั้งสองช่วงฤดูมรสุมเพื่อศึกษาคุณลักษณะของตะกอน โดยเฉพาะอัตราการตกตะกอนและชนิดของตะกอน เนื่องจากคุณลักษณะดังกล่าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายฝั่ง ผลการศึกษาพบว่า ที่ระดับความลึกน้ำต่างกันอัตราการตกตะกอนมีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 11) โดยพบอัตราการตกตะกอนสูงสุดบริเวณด้านหน้าเขื่อนกันคลื่นแบบจมน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17.488 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในช่วงฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ และมีอัตราการตกตะกอนต่ำที่สุดบริเวณความลึกน้ำ 5 เมตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.65 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

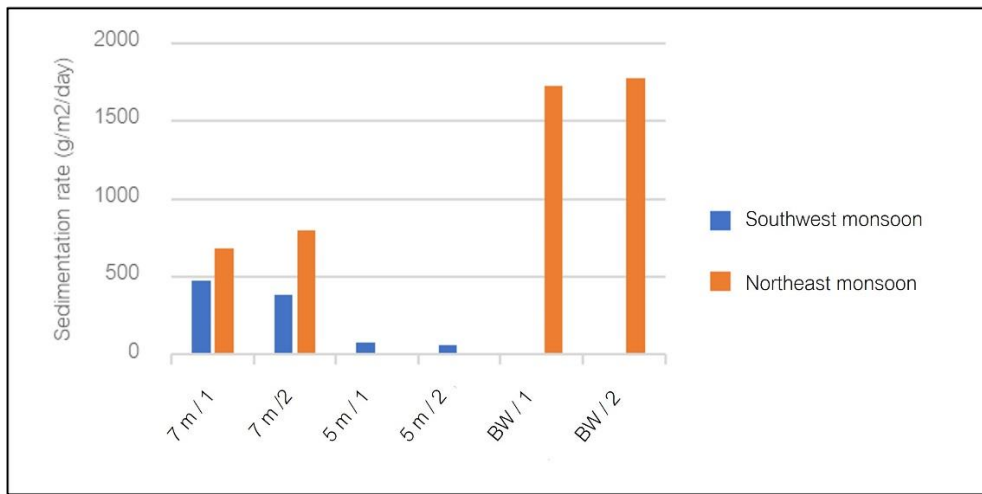


Figure 11 Chart showing sedimentation rate from 2 sampling

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอัตราการตกตะกอนตามเวลาเมื่อเทียบจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 ครั้ง พบว่าอัตราการตกตะกอนในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มสูงกว่าอัตราการตกตะกอนในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ การตกตะกอนจะมากที่สุดเมื่อตะกอนพัดเข้าสู่ฝั่ง โดยเฉพาะเมื่อตะกอนถูกขวางโดยโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่งในที่นี้คือเขื่อนกันคลื่นแบบจมน้ำ ซึ่งโครงสร้างป้องกันจะลดความรุนแรงของคลื่นและกระแสน้ำ ทำให้ตะกอนที่พัดพามากับมวลน้ำตกตะกอนได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในบริเวณพื้นที่ศึกษาอัตราการตกตะกอนไม่สูงมากเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น เช่น ในช่วงฤดูฝนหรือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณเกาะล้าน มีอัตราการตกตะกอนเฉลี่ย 4.48 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Phaksopa *et al.*, 2017) บริเวณพื้นที่อ่าวบางปูมีอัตราการตกตะกอนสูงถึง 10 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Aujimangkul *et al.*, 2009) แต่เนื่องจากบริเวณพื้นที่อ่าวบางปูความลึกน้อยค่อนข้างตื้นน้อยกว่า 5 เมตร จึงอาจเกิดการ resuspension ของตะกอนได้ง่ายขึ้นอีกทั้งอยู่ใกล้กับปากแม่น้ำอีกด้วยจึงส่งผลให้อัตราการตกตะกอนมีค่าสูง เป็นต้น

จากการศึกษาขนาดอนุภาคตะกอนบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 ครั้ง พบว่าทั้งสองช่วงฤดูมรสุมมีขนาดอนุภาคตะกอนเหมือนกันทุกจุดเก็บตัวอย่าง คือ อนุภาคตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 63 μm (โคลน: mud) รองลงมา มีขนาด 63-125 μm (ทรายละเอียดมาก: very fine sand) และขนาด 500-1,000 μm (ทรายหยาบ: coarse sand) ตามลำดับ รายละเอียด ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างตะกอนพื้นที่อ่าวน้ำที่ความลึก 7 เมตรและ 5 เมตร พบว่าตะกอนมีขนาดเล็กกว่า 63 μm และเมื่อเข้าใกล้ชายฝั่งมากขึ้นซึ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างหน้าเขื่อนกันคลื่น ตะกอนมีขนาด 63-125 μm และบนหาดมีขนาด 500-1,000 μm ซึ่งลักษณะตะกอนพื้นที่อ่าวน้ำเหมือนกันทั้ง 2 ครั้ง แต่ตัวอย่างตะกอนบนหาดได้เก็บมาในครั้งที่ 2 เพียงครั้งเดียว (ภาพที่ 12)

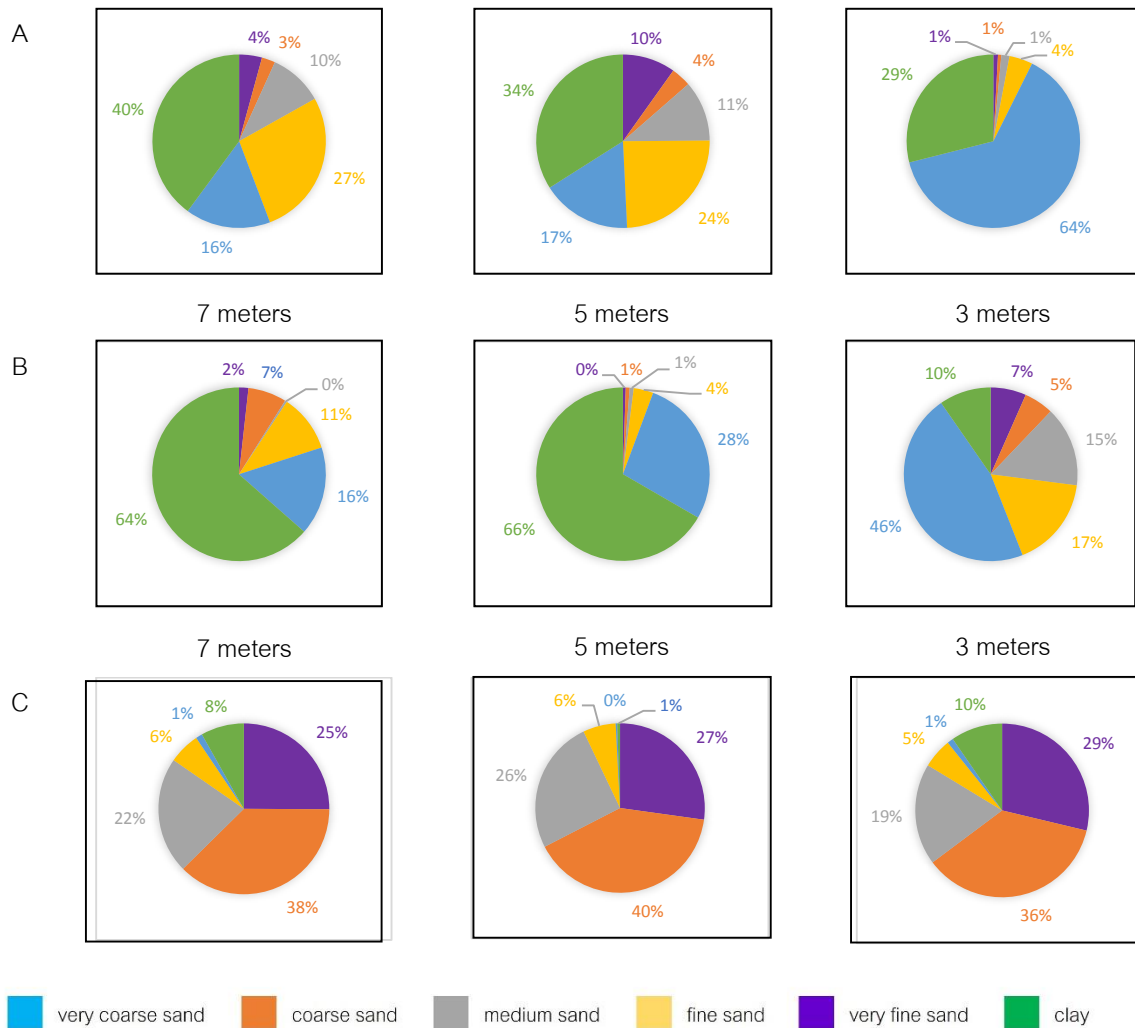


Figure 12 Seabed sediment ratio (%) A) 1st sampling (Southwest monsoon)
 B) 2nd sampling (Northeast monsoon) C) On the beach (Northeast monsoon)

3.3 การตรวจวัดกระแสน้ำ

จากการตรวจวัดกระแสน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่ามึลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำผสม (Mixed Tide) โดยตรวจวัดครั้งที่ 1 วันที่ 10-11 กรกฎาคม พ.ศ.2564 ตรงกับวันขึ้น 1 ค่ำ ส่วนการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 วันที่ 5-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ตรงกับวันขึ้น 4 ค่ำ

การตรวจวัดกระแสน้ำโดย Current Meter Infinity-EM ที่ความลึกน้ำ 3 เมตร พบว่ากระแสน้ำในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความเร็วเฉลี่ย 0.021 เมตรต่อวินาที ไหลทางทิศใต้ (258.49 องศา) ในช่วงน้ำลงความเร็วกระแสน้ำมีค่า

สูงกว่าในช่วงน้ำขึ้น โดยขณะน้ำขึ้นความเร็วสูงสุดประมาณ 0.034 เมตรต่อวินาที ทางทิศเหนือ (74.95 องศา) แต่เมื่อน้ำลงความเร็วสูงสุดประมาณ 0.053 เมตรต่อวินาที ทางทิศใต้ (180.9 องศา) ขณะที่กระแสน้ำในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำมีความเร็วเฉลี่ย 0.025 เมตรต่อวินาที ไหลทางทิศใต้ (261.36 องศา) ขณะน้ำขึ้นความเร็วสูงสุดประมาณ 0.04 เมตรต่อวินาที ไหลในทิศทางเหนือ (28.67 องศา) และเมื่อน้ำลงความเร็วสูงสุดประมาณ 0.16 เมตรต่อวินาที ไหลทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (254.45 องศา) (ภาพที่ 13)

และการตรวจวัดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำโดย ADCP ที่ความลึกน้ำ 7 เมตร ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำตลอดมวลน้ำไหลไปในทิศทางเดียวกัน แต่มวลน้ำชั้นล่างมีความเร็วกระแสน้ำมากกว่าเล็กน้อย โดยขณะน้ำขึ้นความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 0.19 เมตรต่อวินาที ไหลในทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือก่อนไปทางทิศเหนือ และเมื่อน้ำลงความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 0.17 เมตรต่อวินาที ไหลทางทิศใต้

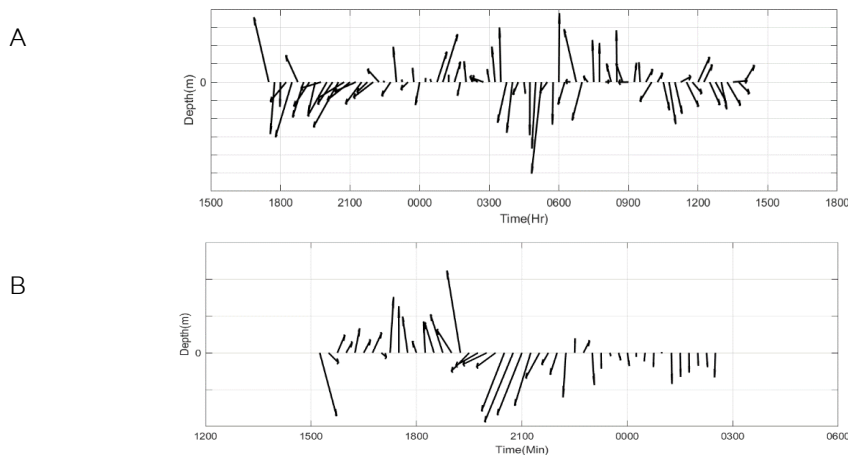


Figure 13 Current direction measured by Current Meter in front of Breakwater with 3 meters of depth

A) 1st measurement (Southwest monsoon representative)

B) 2nd measurement (Northeast monsoon representative)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงเส้นแนวชายฝั่งบริเวณพระราชานิเวศน์มฤตทายวัน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 ปี พ.ศ. 2557-2564 พบว่าพื้นที่ชายฝั่งหน้าพระราชานิเวศน์มฤตทายวันได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากสาเหตุของการเกิดขึ้นของโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่งค่อนข้างมาก ซึ่งลักษณะของการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งการสะสมตัวและการกัดเซาะของตะกอนโดยขึ้นอยู่กับช่วงเวลาหรือฤดูกาล โดยชายฝั่งของพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มที่ตะกอนจะสะสมตัวในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจะถูกกัดเซาะลงไปเล็กน้อยในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และตะกอนจะกลับมาทับถมมากขึ้นอีกครั้งในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของปีถัดไป ซึ่งสอดคล้องกับ (Sarajit &

Nakhapakorn, 2010) และลักษณะของการเปลี่ยนแปลงเส้นแนวชายฝั่งมีแนวโน้มเกิดการสะสมตัวของตะกอนมากกว่าการกัดเซาะของหาดทรายเช่นเดียวกันทุกปี จากผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงเส้นแนวชายฝั่งสุทธิค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 8 ปี คือระหว่าง 0.8-1.5 เมตร แต่ใน พ.ศ. 2562 พบว่าเส้นแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ 1.72 เมตร อาจเป็นผลมาจากพายุไซร่อนปาบิกที่พัดเข้าอ่าวไทยในช่วงปลายเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 แม้ว่าจังหวัดเพชรบุรีจะอยู่ห่างจากพื้นที่ที่พายุพัดผ่านค่อนข้างมาก แต่ก็ยังได้รับผลกระทบเช่นกัน ทำให้ช่วงต้นปี พ.ศ. 2562 ซึ่งตรงกับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แนวเส้นชายฝั่งช่วงนี้จึงถูกกัดเซาะไปมากกว่าในปีอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่จะเห็นได้ว่าบริเวณด้านหน้าของพระราชวังมฤคทายวันมีโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่งประกอบด้วยรอดักทรายที่หัวหาดและท้ายหาด และแนวเขื่อนกันคลื่นจำนวน 8 ตัวเรียงขนานกับชายหาด จากผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของเส้นชายฝั่งมีความแตกต่างกันตลอดแนวชายฝั่ง โดยบริเวณแนวสันเขื่อนกันคลื่นทางด้านใต้ (Line 7 – Line 8) มีการเปลี่ยนแปลงของแนวเส้นชายฝั่งมากที่สุดเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น ๆ คือ มีการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในรูปแบบสะสมตัวเฉลี่ย 8 ปี อยู่ที่ 1.42 เมตรต่อปี ของแนวสำรวจที่ 7 และ 1.9 เมตรต่อปี ของแนวสำรวจที่ 8

จากการสำรวจความลาดชันของชายหาดตลอดแนวพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 25645 - 2565 เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของทั้งสองช่วงลมมรสุม พบว่าช่วงความลาดชันของชายหาดในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นผลมาจากการกัดเซาะของหาดและมวลน้ำหอบเอามวลทรายบนฝั่งกลับลงทะเล โดยจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันน้อยที่สุด คือแนวสำรวจที่ 5 บริเวณหน้าศาลาลงสง ซึ่งอยู่ตรงกลางของแนวสำรวจทั้ง 8 แนว และอยู่ห่างจาก Jetty ค่อนข้างมาก รวมถึงมีรอดักทรายและเขื่อนกันคลื่นนอกชายฝั่งเพิ่มเติม ทำให้ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะน้อย แต่จุดที่ความลาดชันเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือแนวสำรวจที่ 8 ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และแนวสำรวจที่ 2 ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ติดกับ Jetty แสดงว่าเมื่อมีโครงสร้างป้องกัน พื้นที่ที่อยู่หลังโครงสร้างหรืออยู่ท้ายน้ำ (Downdrift) จะถูกกัดเซาะมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่อื่นของชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย เช่น จังหวัดสงขลาที่ตั้งอยู่บริเวณอ่าวไทยทางด้านตะวันตกเช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษา พบว่าชายหาดมีความลาดชันมากในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและความลาดชันลดลงในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Phaksopa & Sojisuporn, 2017) เป็นต้น

และเมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะทางของเส้นชายฝั่งสุทธิตั้งแต่ก่อนมีโครงสร้างป้องกันใน พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 โดยอ้างอิงจากแนวสำรวจความลาดชันของชายหาด พบว่าเส้นแนวชายฝั่งปัจจุบันถูกกัดเซาะหรืออยู่ด้านหลังเส้นชายฝั่งเดิม (พ.ศ. 2537) เฉลี่ยเป็นระยะทาง 33.98 เมตร โดยแนวสำรวจที่ 4 - 6 บริเวณหน้าศาลาลงสงเป็นบริเวณที่ใกล้เคียงกับเส้นชายฝั่งเดิมมากที่สุดเฉลี่ย 37.08 เมตร ในขณะที่แนวสำรวจที่ 1 - 3 และ 7 - 8 ซึ่งอยู่ใกล้ Jetty อยู่ด้านหลังเส้นชายฝั่งเดิมเฉลี่ย 32.52 และ 31.54 เมตร ตามลำดับ อาจเป็นผลมาจากการที่แนวชายฝั่งของพระราชวังมฤคทายวัน ถูกขนาบด้วย Jetty ทั้งทางทิศเหนือและทิศใต้ ซึ่งขวางทิศทางการไหลของกระแสน้ำทั้งสองช่วงลมมรสุมประจำปี ตะกอนที่พัดพามากับน้ำจึงทับถมและกัดเซาะตามบริเวณ Updrift และ Downdrift ของ Jetty แต่ละตัวในแต่ละช่วงฤดูมรสุมที่แตกต่างกันไป ทำให้พื้นที่ที่อยู่ถัดออกไปจาก Jetty คือหน้าศาลาลงสงยังคงเกิดการตกตะกอนบริเวณชายหาดน้อยกว่า

จากการใช้แบบจำลอง DSAS พบว่าบริเวณที่อยู่ด้านหัวหาดหรือท้ายหาดที่มีโครงสร้างขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำไว้ เช่น Jetty จะเกิดการกัดเซาะชายฝั่งที่รุนแรงมากยิ่งขึ้น ในทางกลับกันพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทำให้เกิดการทับถมบริเวณที่ห่างจากโครงสร้างป้องกันออกไป ซึ่งแบบจำลอง DSAS สามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอนาคตได้ เนื่องจากมีการสอบเทียบกับผลการเปลี่ยนแปลงในอดีต อย่างไรก็ตามการพยากรณ์แนวชายฝั่งในอนาคตโดยแบบจำลองอาจจะมีการคลาดเคลื่อนได้ จึงต้องมีการศึกษาข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความเร็วและทิศทางลม กระแสน้ำ ระดับน้ำทะเล และตะกอนทรายชายฝั่ง (Faiboon & Sangmanee, 2019)

เมื่อชายฝั่งของพื้นที่ศึกษามีการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้นและกัดเซาะเป็นช่วงๆ เช่นนี้ โอกาสที่จะฟื้นคืนกลับมาให้สัณฐานชายฝั่งเป็นแนวตรงเช่นเดียวกับก่อนที่จะมีการทำโครงสร้างป้องกันคงเป็นไปได้ยาก เนื่องจากโครงสร้างเหล่านี้ไปรบกวนสมดุลธรรมชาติเป็นเวลานาน ผลกระทบที่ตามมาจึงมีความรุนแรงและสม่ำเสมอ แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าชายฝั่งมีแนวโน้มจะเกิดการสะสมเพิ่มขึ้น แต่คงเป็นหาดที่มีความโค้งเว้าจากโครงสร้างป้องกันดังกล่าว ดังนั้นถ้าต้องการรู้หรือโครงสร้างป้องกันชายฝั่งเหล่านี้ ออก จึงต้องมีการศึกษาแนวโน้มและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น ว่าความสามารถที่จะรู้หรือโครงสร้างออก ควรรู้โครงสร้างประเภทใด จำนวนเท่าใด และบริเวณใด รวมถึงประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดขึ้น

ข้อมูลปัจจัยด้านกายภาพ คือ กระแสน้ำ โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกระแสน้ำจากการเก็บข้อมูลทั้งสองครั้ง พบว่ากระแสน้ำชายฝั่งมีลักษณะการเคลื่อนตัวในแนวเหนือ-ใต้ และมีการขึ้นลงของน้ำวันละ 2 ครั้ง เช่นเดียวกับพื้นที่ใกล้เคียงคืออำเภอแหลมผักเบี้ย (Deetae et al., 2000) และมีเพียงพิสัยของน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกัน จากการเก็บข้อมูลความเร็วและทิศทางกระแสน้ำบริเวณพระราชานิเวศน์มฤตทายวัน ครั้งที่ 1 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 และ ครั้งที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ซึ่งเป็นช่วงที่พื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตามลำดับ จากข้อมูลการตรวจวัดลมโดยสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ สถานีอุตุนิยมวิทยาประจำศิริจันทร์ ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดอากาศที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ศึกษามากที่สุด พบว่าในการสำรวจครั้งที่ 1 ลมที่พัดผ่านส่วนใหญ่เป็นลมฝ่ายตะวันตกเฉียงใต้ (224°) ความเร็วเฉลี่ย 5.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การสำรวจครั้งที่ 2 ลมเริ่มเปลี่ยนทิศ โดยลมส่วนใหญ่เป็นลมฝ่ายตะวันออกเฉียงเหนือ (341°) ความเร็วเฉลี่ย 5.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจากภูมิประเทศของจังหวัดเพชรบุรีนั้นเปิดรับลมโดยตรง ดังนั้นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจึงเป็นช่วงที่ชายหาดจังหวัดเพชรบุรีมีความเสี่ยงที่จะได้รับความเสียหายมากกว่าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ การตรวจวัดความเร็วและทิศทางกระแสน้ำทั้ง 2 ครั้ง พบว่ากระแสน้ำขึ้นอยู่กับน้ำขึ้นน้ำลงและลมมรสุมเป็นหลัก โดยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พิสัยระดับน้ำสูงสุดประมาณ 0.31 เมตร และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พิสัยของระดับน้ำสูงสุดมีค่าประมาณ 1.32 เมตร ซึ่งการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งจะได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (Longshore Current) เป็นส่วนใหญ่ สามารถสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่ของตะกอนในพื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง และกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง เป็นปัจจัยหลักทั่วไปของการพัดพาตะกอนเข้าฝั่ง

อัตราการตกตะกอนพบว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่สอง ซึ่งเป็นตัวแทนของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่ามากกว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งผลของอัตราการตกตะกอนสอดคล้องกับข้อมูลกระแสน้ำและผลจากภูมิสารสนเทศ คือช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลแรงกว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงมรสุม



ตะวันออกเฉียงเหนือจึงมีปริมาณหรือความเข้มข้นมากกว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากตะกอนไม่สามารถตกตะกอนได้ (โทนส์แดง ของ NSMI, โทนส์น้ำเงิน ของ NDSSI ในแผนที่แสดงค่าดัชนีตะกอนแขวนลอย) ขณะที่ขนาดอนุภาคตะกอนจากจุดเก็บตัวอย่างจะเห็นว่า อนุภาคตะกอนส่วนใหญ่เป็นโคลนทั้งการเก็บตัวอย่างสองครั้ง แต่เมื่อเข้าใกล้ฝั่ง ขนาดอนุภาคตะกอนมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งบริเวณแนวคลื่นแตกตัวจะมีขนาดเฉลี่ยของตะกอนทรายสูงกว่าบริเวณอื่น และแนวโน้มขนาดเฉลี่ยของตะกอนทรายจะลดลงเมื่อระยะห่างจากฝั่งมากขึ้น (Chiwaruck *et al.*, 2013) เป็นผลมาจากตะกอนมีพัดพามาพร้อมกับกระแสน้ำและค่อยๆตกตะกอนตามระดับความลึกต่างๆ รวมถึงอาจมีแหล่งป้อนตะกอนจากพื้นที่ข้างเคียง เช่น คลองบังตราน้อย คลองบังตราใหญ่

สรุปผลการวิจัย

พระราชานิเวศน์มฤคทายวัน มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งแตกต่างกันในแต่ละช่วงฤดูมรสุม โดยแนวชายฝั่งจะเกิดการทับถมของตะกอนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจะกัดเซาะในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งแนวโน้มการสะสมตัวของตะกอนบนหาดจะสูงกว่าการกัดเซาะ เมื่อนำเส้นชายฝั่งของปีล่าสุด คือช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พ.ศ.2564 มาเปรียบเทียบกับระยะห่างกับเส้นชายฝั่งก่อนมีโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่ง พบว่าอยู่ด้านหลังของแนวชายฝั่งเดิมหรือเป็นการกัดเซาะเป็นระยะทางเฉลี่ย 34.30 เมตร โดยบริเวณที่มีการกัดเซาะมากหรือผลต่างจากเส้นชายฝั่งเดิมสูง คือบริเวณหน้าศาลาลงสง ส่วนบริเวณที่มีการกัดเซาะน้อยหรือผลต่างจากเส้นชายฝั่งเดิมต่ำ คือบริเวณหน้าบ้านเจ้าพระยารามราชนพ และบริเวณที่ติดกับ Jetty ด้านทิศใต้ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงระยะทางของชายฝั่งและอัตราการเปลี่ยนแปลงเส้นชายฝั่งในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในเกณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงมากกว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เช่นเดียวกับความยาวชายหาดที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีความยาวและปริมาณตะกอนสะสมบนฝั่งมากกว่ามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่ข้อมูลปัจจัยด้านกายภาพต่างๆ ได้แก่ คลื่นและกระแสน้ำ พบว่าพื้นที่ศึกษามีรูปแบบน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำฝนม โดยกระแสน้ำจะไหลไปทางทิศเหนือขณะน้ำขึ้น และไหลไปทิศใต้ขณะน้ำลงทั้งสองช่วงลมมรสุม พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงในมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะสูงกว่ามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะตะกอนท้องน้ำส่วนใหญ่เป็นโคลน และจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเข้าใกล้ฝั่งเป็นทรายละเอียดมากและทรายหยาบ ตามลำดับ ส่วนอัตราการตกตะกอนในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เช่นเดียวกับผลของดัชนีตะกอนแขวนลอยในทะเลที่พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีน้อยกว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิพระราชานิเวศน์มฤคทายวัน ในพระอุปถัมภ์ฯ และค่ายพระรามหก กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลและติดตั้งอุปกรณ์ ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา และเจ้าหน้าที่มูลนิธิทุกท่านที่ให้รายละเอียด ข้อมูล และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความสนับสนุนอุปกรณ์ และสถานที่สำหรับการทำวิจัย รวมถึงขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่าน เพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการออกภาคสนามและวิเคราะห์ข้อมูล



เอกสารอ้างอิง

- Aujimangkul S., Meksumpun C. & Meksumpun M. (2009). *Assessment of ecological hard clams resource area, Sam Roi Yod district, Prachuap Khiri Khan province*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Chernprayun S. & Kanasut J. (2017). Study of sediment transport on the bankrud channel By mathematical model. In *10th THAICID National Symposium*. (pp.117-136). Thailand: Royal Irrigation Department. (in Thai)
- Chiwaruck C., Hamjun N., Philachai P., Pucharapitchakon K. & Rithphring S. (2013). Grain Size Distribution Along Cha-Am Beach. *KKU Engineering Journal*, 40(2), 213-219. (in Thai)
- Deasy A. & Aswin S. (2017). Remote Sensing Studies of Suspended Sediment Concentration Variation in Barito Delta. In *The 5th Geoinformation Science Symposium 2017*. Indonesia: Universitas Gadjah Mada.
- Deetae S., Anongponyoskun M. & Boutson A. (2000), Studies on The Tidal Current Around The Coastal at Laem Pak Bia, Ban Laem District, Petchaburi Province. In *The 38th Kasetsart University Annual Conference*. (pp. 80-85). Thailand: Kasetsart University. (in Thai)
- Emily A., Rachel E., Meredith G. & Amy S. (2021). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.1 User Guide*. Massachusetts: U.S. Geological Survey.
- Faiboon A. & Sangmanee W. (2019). Geospatial Monitoring and Forecasts of Coastal Engineering Structures Shoreline Transformational Impact at Songkhla Lake Mouth. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 11(3), 165-179. (in Thai)
- Inkerd S., Onsri N., Kwanthong N., Klompong N. & Khankajorn T. (2018). Remote Sensing Applications for Change Detection in The Andaman Sea Coastal Region, Sikao District, Trang Province. *Wichcha Journal*, 37(1), 84-98. (in Thai)
- Phaksopa J. & Sojisuporn P. (2017). The Analytical of Wave Characteristics and Shoreline Changes at Tumbon Kao Roop Chang, Songkhla Province in 2015 and 2016. *Burapha Science Journal*, 22(3), 397-409. (in Thai)



- Phaksopa J., Worachananant S. & Khamphra C. (2017). The Study of Water Current and Sediment around the Artificial Reefs and Mattapon Ship Wreck, Koh Lan, Chonburi Province. In *The 55th Kasetsart University Annual Conference*. (pp. 803-811). Thailand: Kasetsart University. (in Thai)
- Rungrodcharoenpol R. & Ritphring S. (2018). Impacts of Jetty on Shoreline Change around Sakom River Mouth. In *The 56th Kasetsart University Annual Conference*. (pp. 214-221). Thailand: Kasetsart University. (in Thai)
- Sarajit O. & Nakhapakorn K. (2010). Geo-information Application for Coastal Erosion Situation, Phetchaburi Province. *Thai Science and Technology Journal*, 22(6), 789-800. (in Thai)
- Wannuch S. & Supavetch S. (2020). The Effect Of Coastal Change by Pabuk Strom Surge In Sub-Cell E5 RYG. In *The 25th National Convention on Civil Engineering*. (pp. 2009-2018). Thailand: Engineering Institute of Thailand. (in Thai)
- Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The University of Chicago Press Journals*, 30(5), 377-392.